발간등록번호
54-6280000-000555-01



인천 연안어장 실태조사 용역



최종보고서

2022.03

인천광역시수산자원연구소
Incheon Fisheries Resource Institute

제 출 문

인천광역시 수산자원연구소 귀중

본 보고서를 「인천 연안어장 실태조사 용역」의

최종보고서로 제출합니다.

2022년 3월

주 관 기 관 : (주)이엔씨기술

사업책임자: 왕 순 영

분야책임자: 이 순 우

참여기술자:

정정호, 이현정, 전석진, 최성용, 오광석, 전다빈, 황진나, 김예림

공 동 기 관 : (주)아라종합기술

분야책임자: 김도연

참여기술자:

김성은, 박재문, 박상훈, 이재혁, 김성수, 최재석

(주)네오엔비즈

분야책임자: 이정석

참여기술자:

한영석, 최태섭, 김병모, 문성대, 김남현, 권은미, 정봉근

(주)지오시스템리서치

분야책임자: 이효진

참여기술자:

김태하, 최정길, 최재훈, 우준식, 신재혁, 박종규, 유현주, 한지홍

(주)해랑기술정책연구소

분야책임자: 백상규

참여기술자:

금지돈, 손대선, 유만호, 최재웅, 어승섭, 오수, 안홍수, 이현지

목 차

Ⅰ. 연구 개요 ····· 3

1. 과업명 ····· 3

2. 연구 배경 및 목표 ····· 3

2.1 연안어장 정의 ····· 4

2.1.1 연안 ····· 4

2.1.2 연안어장 ····· 4

2.2 인천광역시 연안어장 현황 ····· 5

2.2.1 인천광역시 연안어장 형태 ····· 5

2.2.2 인천광역시 패류 생산량 현황 ····· 7

2.3 연안어장 관리 필요성 ····· 12

2.4 연구 목표 ····· 13

3. 연구 범위 ····· 15

3.1 시간적 범위 ····· 15

3.1.1 과업 기간 ····· 15

3.1.2 조사 시기 ····· 15

3.2 공간적 범위 ····· 15

3.3 내용적 범위 ····· 15

4. 과업 조직체계 및 수행 방향 ····· 17

4.1 과업 조직체계 ····· 17

4.2 과업 수행방향 ····· 17

5. 과업 추진현황 ····· 18

5.1 1차년도 추진현황 ····· 18

5.2 2차년도 추진현황 ····· 19

Ⅱ. 인천 연안어장 해양환경정보 현황 ····· 23
1. 해양환경정보 구축 ····· 23
1.1 개요 ····· 23
1.2 권역 구분 ····· 23
1.2.1 기준 설정 ····· 23
1.2.2 사전 현장조사 ····· 25
1.3 정보구축 현황 ····· 25
2. 조하대 해양환경정보 현황 ····· 29
2.1 해양수질 ····· 29
2.1.1 조사 및 분석방법 ····· 30
2.1.2 분석 결과 ····· 32
2.2 해양퇴적물 ····· 89
2.2.1 조사 및 분석방법 ····· 90
2.2.2 분석 결과 ····· 93
2.3 해양동·식물상 ····· 115
2.3.1 조사 및 분석방법 ····· 116
2.3.2 분석 결과 ····· 119
3. 오염원 현황 ····· 248
3.1 오염원 현황 ····· 248
3.1.1 개요 및 분석방법 ····· 248
3.1.2 분석결과 ····· 249
3.2 오염원 별 현장 조사 ····· 252
3.2.1 조사 및 분석방법 ····· 252
4. 요약 ····· 273
4.1 조하대 해양환경정보 ····· 273
4.2 오염원 현황 ····· 276

Ⅲ. 인천 연안어장 중 바지락 및 참굴 어장 현황 ····· 281
1. 어장 사전 조사 ····· 281
1.1 조사 개요 ····· 281
1.2 어장 선정 ····· 282
1.2.1 바지락 및 참굴 어장 사전 현장조사 ····· 282
1.3 어장 현장조사 위치도 ····· 286
2. 바지락 어장 현황 ····· 287
2.1 조사 및 분석방법 ····· 288
2.1.1 조사방법 ····· 288
2.1.2 분석방법 ····· 289
2.2 분석 결과 ····· 295
2.2.1 바지락 어장 내 퇴적환경 ····· 295
2.2.2 바지락 어장 내 대형저서동물 ····· 320
2.2.3 바지락 분포 특성 ····· 347
3. 참굴 어장 현황 ····· 370
3.1 조사 및 분석방법 ····· 371
3.1.1 조사방법 ····· 371
3.1.2 분석방법 ····· 371
3.2 분석 결과 ····· 372
3.2.1 참굴 어장 부착생물 ····· 372
3.2.2 참굴 현황 ····· 389
4. 요약 ····· 394
4.1 바지락 어장 현황 ····· 394
4.2 참굴 어장 현황 ····· 396

Ⅳ. 바지락 및 참굴 생산량 저하 요인 규명 ····· 401
1. 오염원 생태독성 시험 ····· 401
1.1 분석방법 ····· 401
1.1.1 육상오염원 생태독성 시험 ····· 402
1.1.2 해상오염원 생태독성 시험 ····· 408
1.2 분석 결과 ····· 411
1.2.1 육상오염원 생태독성 시험 ····· 411
1.2.2. 해상오염원 생태독성 시험 ····· 419
2. 오염물질 확산 실험 ····· 422
2.1 분석방법 ····· 422
2.1.1 모델(MOHID) 개요 ····· 422
2.1.2. 모델 수립 ····· 429
2.1.3. 모델 검증 ····· 430
2.1.4. 오염물질 확산 실험 ····· 431
2.1.5. 라그랑지안 입자 역추적 실험 ····· 432
2.2 분석결과 ····· 433
2.2.1 모델검증 ····· 433
2.2.2 해수유동 ····· 438
2.2.3 오염물질 확산실험 ····· 442
2.2.4 라그랑지안 입자 역추적 실험 ····· 449
3. 참굴 대상 현장 실험 ····· 454
3.1 실험 개요 ····· 454
3.2 조사 방법 ····· 455
3.2.1 참굴 실험구 설치 ····· 455
3.2.2 물리적 환경 ····· 455
3.2.3 수질 환경 ····· 458
3.2.4 참굴 가입 형태 ····· 458

3.3 분석 결과 ····· 459
3.3.1 물리적 환경 ····· 459
3.3.2 수질 환경 ····· 480
3.3.3 참굴 가입 형태 ····· 481
4. 참굴 대상 실내 시험 ····· 499
4.1 개요 및 방법 ····· 499
4.1.1 시험개요 ····· 499
4.1.2 참굴에 관한 문헌연구 및 자료 분석 ····· 500
4.1.3 시험계획 ····· 507
4.2 시험 결과 ····· 510
4.2.1 환경요인(수온, 염분)에 대한 참굴 단일 및 복합영향 시험 ····· 510
4.2.2 기온·대기 노출시간에 대한 참굴 복합영향 시험 ····· 515
5. 생산량 저하 해양환경 요인 분석 ····· 518
5.1 개요 및 방법 ····· 518
5.1.1 개요 ····· 518
5.1.2 분석방법 ····· 519
5.2 분석결과 ····· 523
5.2.1 장기해양환경 분석 ····· 523
5.2.2 k-평균 군집 분석 ····· 530
5.2.3 주성분 분석 ····· 533
5.2.4 베이지안 네트워크 분석 ····· 536
6. 요약 ····· 539
6.1 오염원 생태독성 시험 ····· 539
6.2 오염물질 확산실험 ····· 539
6.3 참굴 어장 현장 실험 ····· 541
6.4 참굴 대상 실내 실험 ····· 543
6.5 생산량 저하 해양환경 요인 분석 ····· 545

V. 인천 연안어장 소득창출 기본계획(안) 수립 ····· 549
1. 기본계획 개요 ····· 549
1.1. 계획 수립 배경 및 필요성 ····· 549
1.2. 계획 수립 범위 ····· 550
2. 동향분석 ····· 550
2.1. 수산업 동향 ····· 550
2.1.1. 국내 수산업 일반 동향 ····· 550
2.2. 법·제도 및 정책동향 ····· 553
2.2.1. 법·제도 현황 ····· 554
2.2.2. 정부 관련계획 추진 현황 ····· 557
2.2.3. 인천시 관련계획 ····· 565
2.2.4. 관련사업 추진 현황 ····· 572
2.3. 국내사례 ····· 578
2.3.1. 타 지자체 해양수산분야 계획 수립 현황 ····· 578
2.4. 국외사례 ····· 590
2.4.1. EU 스마트빌리지 프로젝트 ····· 590
2.4.2. EU 지역사회 주도의 통합적 어촌지역개발 ····· 591
2.4.3. 일본 어항 기능 집중화 및 네트워크화 ····· 592
2.4.4. 일본 와카야마 현 해양어촌 체험프로그램 ····· 593
2.4.5. 미국 그랜트 사업 ····· 593
2.4.6. 그린투어리즘 ····· 595
3. 인천 연안어장 현황 및 여건 ····· 596
3.1. 인천 연안어장 해양환경 현황 ····· 596
3.2. 인문·사회 경제 현황 ····· 597
3.2.1. 사회·경제 현황 ····· 597
3.2.2. 관광자원 보유 현황 ····· 603
3.2.3. 사업대상지 관할 군·구의 소득창출 관련 사업 수요 ····· 604

4. 시사점 ····· 606
4.1. 인천 연안어장 실태조사 결과 ····· 606
4.2. 사회경제 및 정책 추진 현황 ····· 607
4.3. 지역사회 및 관할 군·구 요구사항 ····· 608

Ⅵ. 인천 연안어장 소득창출 정책수립 ····· 611
1. 인천 연안어장 이슈분석 ····· 611
1.1. 과학적기반 연안어장 관리체계 구축 필요 ····· 611
1.1.1. 실태조사 기반의 과학적 어장관리 필요성 증가 ····· 611
1.1.2. 인천 연안어장 빅데이터 구축을 진단·분석·활용체계 구축 ····· 611
1.2. 인천시 연안어장 수산물 생산량 감소 ····· 611
1.2.1. 바지락 생산량 감소원인 및 대책마련 ····· 611
1.2.2. 굴 폐사 원인 및 대책마련 ····· 613
1.3. 수산분야 여건변화 ····· 614
1.3.1 수산분야 정책 및 사회경제적 여건 변화 ····· 614
1.4. 해양신산업 도입 ····· 616
1.4.1. 해양신산업 도입 ····· 616
1.4.2. 인천형 해양치유모델 개발 ····· 616
2. 대내외 환경분석 ····· 617
3. 사업추진 방향 ····· 618
3.1. 과학적 기반 인천 연안어장 관리 ····· 618
3.1.1. 인천 연안어장 실태조사 실시 ····· 619
3.1.2. 인천 연안어장 통합정보시스템 구축 ····· 619
3.1.3. 실태조사 결과 활용 마을어장 관리방안 마련 ····· 620
3.2. 수산물 가치증진 및 공급확대 기반 마련 ····· 621
3.2.1. 안전한 수산물 공급확대 ····· 622
3.2.2. 수산물 유통망 확대 ····· 623

3.3. 해양 신산업 도입을 통한 어촌마을 활성화 ····· 624
3.3.1. 해양치유산업 도입을 통한 어촌마을 활성화 ····· 624
3.4. 융복합산업(6차산업) 육성을 통한 어촌경제 활성화 ····· 626
3.4.1. 어촌융복합산업(6차산업) 육성을 통한 어촌경제 활성화 ····· 626
4. 비전 및 목표 ····· 627
4.1. 전략별 연계 ····· 628
5. 추진전략 및 세부과제 ····· 629
6. 정책제언 ····· 700
6.1 표준화된 인천연안 환경정보의 지속적 수집 체계 구축 ····· 700
6.2 인천시 추진 사업 간 연계 강화 ····· 701
6.3 4차 산업혁명 기술 도입을 통한 어장관리 고도화 ····· 702

Ⅶ. 종 합 결 론 ····· 705
1. 해양환경 ····· 705
2. 주요 수산생물(참굴) 폐사 원인 규명 ····· 706
3. 인천연안어장 소득창출 기본계획 수립 ····· 708
3.1. 과학적 인천연안어장 관리 기반 구축 ····· 708
3.2. 수산물 고부가가치화 ····· 709
3.3. 해양치유산업 도입 ····· 709
3.4. 어촌마을 융복합 산업 지원 ····· 710

Ⅷ. 부 록 ····· 715
1. 참여연구 인력 ····· 715
1.1 ㈜이엔씨기술 ····· 715
1.2 ㈜아라종합기술 ····· 715
1.3 ㈜네오엔비즈 ····· 715
1.4 ㈜지오시스템리서치 ····· 716

1.5 ㈜해랑기술정책연구소 ····· 716
2. 인천 해역 어류/해조류 자원 및 개발 현황 ····· 717
2.1 어류 및 해조류 자원 현황 ····· 717
2.2 인천해역 관내 개발현황 ····· 718
3. 회의 개최결과 ····· 727
3.1 1차년도 ····· 727
3.2 2차년도 ····· 730
4. 과업내용 이행현황 ····· 733
4.1 현황 파악 및 기본계획 수립에 대한 주요 내용 ····· 733
4.2 현장 조사 및 오염물질 확산실험에 대한 주요 내용 ····· 734
5. 현장조사 사진 ····· 736
5.1 사전 현장조사 ····· 736
5.2 조하대 현황조사 ····· 737
5.3 바지락 어장 현황조사 ····· 751
5.4 참굴 어장 현황조사 ····· 758
5.5 오염원 현황 조사 ····· 764
5.6 오염원 생태독성 실험 ····· 766
5.7 참굴 대상 실내 실험 ····· 770
5.8 참굴 대상 현장 실험 ····· 771
5.9 어촌계 및 유관기관 수요조사 ····· 785
6. 시험성적서 ····· 788
6.1 조하대 현황조사 수질 ····· 788
6.2 조하대 현황조사 퇴적물 ····· 790
7. 출현종 목록 ····· 794
7.1 식물플랑크톤 ····· 794
7.2 동물플랑크톤 ····· 808

7.3 어란 및 자치어 ····· 815
7.4 조하대 대형저서동물 ····· 818
7.5 바지락 어장 대형저서동물 ····· 856
7.6 참굴 어장 대형저서동물 ····· 892
8. 참고문헌 ····· 899
9. 용어설명 ····· 912

표 목 차

Ⅰ. 연구 개요 ····· 3

<표 Ⅰ-2.2.1-1> 인천광역시 행정권역 별 면허어업 건수 및 면적 ····· 7

<표 Ⅰ-2.2.2-1> 인천광역시 패류 생산량(ton) ····· 9

<표 Ⅰ-2.2.2-2> 인천광역시 이매패류 생산량(ton) ····· 9

Ⅱ. 인천 연안어장 해양환경정보 현황 ····· 23

<표 Ⅱ-1.2.1-1> 설정기준을 기반으로 한 권역 별 특징 ····· 24

<표 Ⅱ-1.3-1> 해양환경 현장조사 시기 ····· 26

<표 Ⅱ-1.3-2> 공공기관 및 현장조사 수행 해양환경 조사 내용 ····· 26

<표 Ⅱ-1.3-3> 공공기관 수행 해양환경 조사 내용 ····· 27

<표 Ⅱ-2.1-1> 해양수질 조사개요 ····· 30

<표 Ⅱ-2.1.1-1> 해양수질 분석방법 ····· 30

<표 Ⅱ-2.1.1-2> 해수 영양염류 표준물질을 이용한 분석 결과 및 회수율 ····· 32

<표 Ⅱ-2.1.2-1> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2020. 6.) ····· 40

<표 Ⅱ-2.1.2-2> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2020. 9.) ····· 41

<표 Ⅱ-2.1.2-3> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2020. 12.) ····· 42

<표 Ⅱ-2.1.2-4> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2021. 4.) ····· 43

<표 Ⅱ-2.1.2-5> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2021. 7.) ····· 44

<표 Ⅱ-2.1.2-6> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2021. 10.) ····· 45

<표 Ⅱ-2.1.2-7> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2022. 1.) ····· 46

<표 Ⅱ-2.1.2-8> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2020. 6.) ····· 57

<표 Ⅱ-2.1.2-9> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2020. 9.) ····· 58

<표 Ⅱ-2.1.2-10> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2020. 12.) ····· 59

<표 Ⅱ-2.1.2-11> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2021. 4.) ····· 60

<표 Ⅱ-2.1.2-12> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2021. 7.) ····· 61

<표 Ⅱ-2.1.2-13> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2021. 10.) ····· 62

<표 Ⅱ-2.1.2-14> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2022. 1.) ····· 63

<표 Ⅱ-2.1.2-15> 해양환경기준(해양수산부고시 제2018-10호)-해양수질 ····· 64
<표 Ⅱ-2.1.2-16> 1차년도 인천 연안어장 수질평가지수 항목별 점수 및 등급 ····· 69
<표 Ⅱ-2.1.2-17> 2차년도 인천 연안어장 수질평가지수 항목별 점수 및 등급 ····· 70
<표 Ⅱ-2.2-1> 해양퇴적물 조사개요 ····· 90
<표 Ⅱ-2.2.1-1> 해양퇴적물 분석방법 ····· 90
<표 Ⅱ-2.2.1-2> 지수별 퇴적물의 입도 환산표 ····· 91
<표 Ⅱ-2.2.1-3> 조직 표준치의 산정공식 및 언어표기 척도(Verbal scale) ····· 92
<표 Ⅱ-2.2.2-1> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2020. 6.) ····· 104
<표 Ⅱ-2.2.2-2> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2020. 9.) ····· 104
<표 Ⅱ-2.2.2-3> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2020. 12.) ····· 105
<표 Ⅱ-2.2.2-4> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2021. 4.) ····· 105
<표 Ⅱ-2.2.2-5> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2021. 7.) ····· 106
<표 Ⅱ-2.2.2-6> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2021. 10.) ····· 106
<표 Ⅱ-2.2.2-7> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2022. 1.) ····· 107
<표 Ⅱ-2.2.2-8> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2020. 6.) ····· 107
<표 Ⅱ-2.2.2-9> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2020. 9.) ····· 108
<표 Ⅱ-2.2.2-10> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2020. 12.) ····· 108
<표 Ⅱ-2.2.2-11> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2021. 4.) ····· 109
<표 Ⅱ-2.2.2-12> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2021. 7.) ····· 109
<표 Ⅱ-2.2.2-13> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2021. 10.) ····· 110
<표 Ⅱ-2.2.2-14> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2022. 1.) ····· 110
<표 Ⅱ-2.3-1> 해양동·식물상 조사개요 ····· 116
<표 Ⅱ-2.3.2-1> 권역별 식물플랑크톤 표층 출현종수 ····· 123
<표 Ⅱ-2.3.2-2> 권역별 식물플랑크톤 저층 출현종수 ····· 124
<표 Ⅱ-2.3.2-3> 권역별 식물플랑크톤 표층 현존량(cells/㎖) ····· 129
<표 Ⅱ-2.3.2-4> 권역별 식물플랑크톤 저층 현존량(cells/㎖) ····· 129
<표 Ⅱ-2.3.2-5> 권역별 표층 엽록소-*a*(㎍/L) ····· 132
<표 Ⅱ-2.3.2-6> 권역별 저층 엽록소-*a*(㎍/L) ····· 132
<표 Ⅱ-2.3.2-7> 1차년도 조사시기별 식물플랑크톤 우점종 ····· 134
<표 Ⅱ-2.3.2-8> 2020년 6월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 135

<표 Ⅱ-2.3.2-9> 2020년 9월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 135
<표 Ⅱ-2.3.2-10> 2020년 12월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 136
<표 Ⅱ-2.3.2-11> 2차년도 조사시기별 식물플랑크톤 우점종 ····· 137
<표 Ⅱ-2.3.2-12> 2021년 4월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 138
<표 Ⅱ-2.3.2-13> 2021년 7월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 139
<표 Ⅱ-2.3.2-14> 2021년 10월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 140
<표 Ⅱ-2.3.2-15> 2022년 1월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종 ····· 141
<표 Ⅱ-2.3.2-16> 권역별 식물플랑크톤 표층 종다양도지수 ····· 144
<표 Ⅱ-2.3.2-17> 권역별 식물플랑크톤 저층 종다양도지수 ····· 144
<표 Ⅱ-2.3.2-18> 권역별 식물플랑크톤 표층 종균등도지수 ····· 148
<표 Ⅱ-2.3.2-19> 권역별 식물플랑크톤 저층 종균등도지수 ····· 148
<표 Ⅱ-2.3.2-20> 권역별 식물플랑크톤 표층 종풍부도지수 ····· 151
<표 Ⅱ-2.3.2-21> 권역별 식물플랑크톤 저층 종풍부도지수 ····· 151
<표 Ⅱ-2.3.2-22> 식물플랑크톤 군집별 기여종 및 ANOSIM 결과 ····· 152
<표 Ⅱ-2.3.2-23> 권역 및 계절별 식물플랑크톤 우점종 ····· 158
<표 Ⅱ-2.3.2-24> 권역별 동물플랑크톤 출현종수 ····· 162
<표 Ⅱ-2.3.2-25> 권역별 동물플랑크톤 출현량(개체/㎥) ····· 164
<표 Ⅱ-2.3.2-26> 1차년도 조사시기별 동물플랑크톤 우점종 ····· 166
<표 Ⅱ-2.3.2-27> 2020년 6월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 167
<표 Ⅱ-2.3.2-28> 2020년 9월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 167
<표 Ⅱ-2.3.2-29> 2020년 12월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 168
<표 Ⅱ-2.3.2-30> 2차년도 조사시기별 동물플랑크톤 우점종 ····· 168
<표 Ⅱ-2.3.2-31> 2021년 4월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 169
<표 Ⅱ-2.3.2-32> 2021년 7월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 170
<표 Ⅱ-2.3.2-33> 2021년 10월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 170
<표 Ⅱ-2.3.2-34> 2021년 1월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종 ····· 171
<표 Ⅱ-2.3.2-35> 권역별 동물플랑크톤 종다양도지수 ····· 173
<표 Ⅱ-2.3.2-36> 권역별 동물플랑크톤 종균등도지수 ····· 175
<표 Ⅱ-2.3.2-37> 권역별 동물플랑크톤 종풍부도지수 ····· 177
<표 Ⅱ-2.3.2-38> 동물플랑크톤 군집별 기여종 및 ANOSIM 결과 ····· 178

<표 Ⅱ-2.3.2-39> 권역 및 계절별 동물플랑크톤 우점종 ····· 183
<표 Ⅱ-2.3.2-40> 권역별 어란 출현종수 ····· 185
<표 Ⅱ-2.3.2-41> 권역별 어란 출현량(개체/1,000㎥) ····· 187
<표 Ⅱ-2.3.2-42> 1차년도 조사시기별 어란 우점종 ····· 188
<표 Ⅱ-2.3.2-43> 2020년 6월 조사 시 권역별 어란 우점종 ····· 188
<표 Ⅱ-2.3.2-44> 2020년 9월 조사 시 권역별 어란의 출현량 기준 상위 우점종 ····· 189
<표 Ⅱ-2.3.2-45> 2020년 12월 조사 시 권역별 어란 우점종 ····· 189
<표 Ⅱ-2.3.2-46> 2차년도 조사시기별 어란 우점종 ····· 189
<표 Ⅱ-2.3.2-47> 2021년 7월 조사 시 권역별 어란의 출현량 기준 상위 우점종 ····· 190
<표 Ⅱ-2.3.2-48> 2021년 10월 조사 시 권역별 어란 우점종 ····· 190
<표 Ⅱ-2.3.2-49> 권역 및 계절별 어란 우점종 ····· 195
<표 Ⅱ-2.3.2-50> 권역별 자치어 출현종수 ····· 197
<표 Ⅱ-2.3.2-51> 권역별 자치어 출현량(개체/1,000㎥) ····· 199
<표 Ⅱ-2.3.2-52> 1차년도 조사시기별 자치어 우점종 ····· 200
<표 Ⅱ-2.3.2-53> 2020년 6월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 200
<표 Ⅱ-2.3.2-54> 2020년 9월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 201
<표 Ⅱ-2.3.2-55> 2020년 12월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 201
<표 Ⅱ-2.3.2-56> 2차년도 조사시기별 자치어 우점종 ····· 201
<표 Ⅱ-2.3.2-57> 2021년 4월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 202
<표 Ⅱ-2.3.2-58> 2021년 7월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 202
<표 Ⅱ-2.3.2-59> 2021년 10월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 202
<표 Ⅱ-2.3.2-60> 2022년 1월 조사 시 권역별 자치어 우점종 ····· 202
<표 Ⅱ-2.3.2-61> 권역 및 계절별 자치어 우점종 ····· 208
<표 Ⅱ-2.3.2-62> 권역별 조하대 대형저서동물 출현종수(종/0.2㎡) ····· 211
<표 Ⅱ-2.3.2-63> 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도(개체/㎡) ····· 214
<표 Ⅱ-2.3.2-64> 권역별 조하대 대형저서동물 생체량(g/㎡) ····· 217
<표 Ⅱ-2.3.2-65> 1차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ····· 218
<표 Ⅱ-2.3.2-66> 2020년 6월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 219
<표 Ⅱ-2.3.2-67> 2020년 9월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 219
<표 Ⅱ-2.3.2-68> 2020년 12월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 220

<표 Ⅱ-2.3.2-69> 2차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ····· 220
<표 Ⅱ-2.3.2-70> 2021년 4월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 221
<표 Ⅱ-2.3.2-71> 2021년 7월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 222
<표 Ⅱ-2.3.2-72> 2021년 10월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 222
<표 Ⅱ-2.3.2-73> 2022년 1월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 223
<표 Ⅱ-2.3.2-74> 1차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 224
<표 Ⅱ-2.3.2-75> 2020년 6월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 225
<표 Ⅱ-2.3.2-76> 2020년 9월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 225
<표 Ⅱ-2.3.2-77> 2020년 12월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ··· 226
<표 Ⅱ-2.3.2-78> 2차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 227
<표 Ⅱ-2.3.2-79> 2021년 4월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 227
<표 Ⅱ-2.3.2-80> 2021년 7월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 228
<표 Ⅱ-2.3.2-81> 2021년 10월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ··· 229
<표 Ⅱ-2.3.2-82> 2022년 1월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종 ····· 229
<표 Ⅱ-2.3.2-83> 권역별 조하대 대형저서동물 종다양도지수 ····· 231
<표 Ⅱ-2.3.2-84> 권역별 조하대 대형저서동물 종균등도지수 ····· 233
<표 Ⅱ-2.3.2-85> 권역별 조하대 대형저서동물 종풍부도지수 ····· 235
<표 Ⅱ-2.3.2-86> 권역별 조하대 대형저서동물 건강도 지수 등급 ····· 237
<표 Ⅱ-2.3.2-87> 조하대 대형저서동물 군집별 기여종 및 ANOSIM 결과 ····· 239
<표 Ⅱ-2.3.2-88> 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 245
<표 Ⅱ-2.3.2-89> 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 상위 우점종 ····· 247
<표 Ⅱ.3.1.2-1> 권역별 일평균 방류량 및 오염물질 농도(2010~2019년) ····· 250
<표 Ⅱ-3.2.1-1> 주요 하수처리 사업소 방류량 및 화학분석 자료(전국오염원조사, 2018) ·· 254
<표 Ⅱ-3.2.1-2> 주요 유입 하천의 수질자료(물환경정보시스템, 2019) ····· 255
<표 Ⅱ-3.2.1-3> 육상오염원 조사정점 및 위경도 ····· 255
<표 Ⅱ-3.2.1-4> 육상오염원 분석항목 및 내용 ····· 256
<표 Ⅱ-3.2.1-5> 해상오염원 조사정점 및 위경도 ····· 257
<표 Ⅱ-3.2.1-6> 해상오염원 분석항목 및 내용 ····· 258
<표 Ⅱ-3.3.1-7> 육상 및 해상오염원 화학분석 항목과 방법 ····· 258
<표 Ⅱ-3.2.2-1> 공공하수처리시설의 방류수 수질 기준(하수도법 시행규칙, 2020) ····· 263

<표 Ⅱ-3.2.2-2> 하천의 생활환경 기준(환경정책기본법시행령) ····· 263
<표 Ⅱ-3.2.2-3> 하수처리 사업소 및 하천수 일반수질 항목 측정결과 ····· 265
<표 Ⅱ-3.2.2-4> 육상오염원 화학분석 결과 종합 ····· 266
<표 Ⅱ-3.2.2-5> 공공폐수처리시설의 방류수 수질 기준(Ⅳ 지역) ····· 267
<표 Ⅱ-3.2.2-6> 하천의 생활환경 기준 ····· 267
<표 Ⅱ-3.2.2-7> 해상오염원 일반수질 항목 측정결과 ····· 268
<표 Ⅱ-3.2.2-8> 정점별 입도 구성 비율 ····· 268
<표 Ⅱ-3.2.2-9> 해상오염원 정점 별 퇴적물 분석 결과 ····· 269
<표 Ⅱ-3.2.2-10> 수산생물 서식 어장환경 기준 ····· 270
<표 Ⅱ-3.2.2-11> 해저 퇴적물의 해양환경 기준인 주의기준(TEL), 관리기준(PEL)(㎎/㎏) ···· 271
<표 Ⅱ-3.2.2-12> 패류 중금속 기준(식품의약품안전처) ····· 272
<표 Ⅱ-3.2.2-13> 참굴 및 바지락 체내 중금속 분석 결과 ····· 272
<표 Ⅱ-4.1-1> 해양수질 권역별 특성 ····· 274
<표 Ⅱ-4.1-2> 해양퇴적물 권역별 특성 ····· 274
<표 Ⅱ.4.2-1> 권역별 오염원 현황(2010~2019년) ····· 277
<표 Ⅱ-4.2-2> 육상오염원 조사정점 및 정점도 ····· 277
<표 Ⅱ-4.2-3> 해상오염원 조사정점 및 정점도 ····· 278

Ⅲ. 인천 연안어장 중 바지락 및 참굴 어장 현황 ····· 281

<표 Ⅲ-1.1-1> 인천광역시 행정권역 별 면허어업 건수 및 면적 ····· 281
<표 Ⅲ-2-1> 바지락 어장 환경 조사 개요 ····· 288
<표 Ⅲ-2.1.2-1> 바지락 어장 내 퇴적환경 분석방법 ····· 289
<표 Ⅲ-2.1.2-2> 지수별 퇴적물 입도 환산표 ····· 290
<표 Ⅲ-2.1.2-3> 조직 표준치의 산정공식 및 언어표기 척도(Verbal scale) ····· 291
<표 Ⅲ-2.1.2-4> 어장환경평가 항목 및 점수 산정 기준 ····· 294
<표 Ⅲ-2.1.2-5> 어장환경평가 등급 산정 기준 및 등급별 조치 사항 ····· 294
<표 Ⅲ-2.2.1-1> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2020. 6.) ····· 306
<표 Ⅲ-2.2.1-2> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2020. 9.) ····· 306
<표 Ⅲ-2.2.1-3> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2020. 12.) ····· 307
<표 Ⅲ-2.2.1-4> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2021. 4.) ····· 307

<표 Ⅲ-2.2.1-5> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2021. 7.) ····· 308
<표 Ⅲ-2.2.1-6> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2021. 10.) ····· 308
<표 Ⅲ-2.2.1-7> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2022. 1.) ····· 309
<표 Ⅲ-2.2.1-8> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2020. 6.) ····· 309
<표 Ⅲ-2.2.1-9> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2020. 9.) ····· 310
<표 Ⅲ-2.2.1-10> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2020. 12.) ····· 310
<표 Ⅲ-2.2.1-11> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2021. 4.) ····· 311
<표 Ⅲ-2.2.1-12> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2021. 7.) ····· 311
<표 Ⅲ-2.2.1-13> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2021. 10.) ····· 312
<표 Ⅲ-2.2.1-14> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2022. 1.) ····· 312
<표 Ⅲ-2.2.2-1> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 출현종수(종/0.1㎡) ····· 322
<표 Ⅲ-2.2.2-2> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도(개체/㎡) ····· 325
<표 Ⅲ-2.2.2-3> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량(g/㎡) ····· 328
<표 Ⅲ-2.2.2-4> 1차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ····· 330
<표 Ⅲ-2.2.2-5> 2020년 6월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ····· 331
<표 Ⅲ-2.2.2-6> 2020년 9월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 상위 우점종 ····· 331
<표 Ⅲ-2.2.2-7> 2020년 12월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ···· 332
<표 Ⅲ-2.2.2-8> 2차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ····· 332
<표 Ⅲ-2.2.2-9> 2021년 4월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ····· 332
<표 Ⅲ-2.2.2-10> 2021년 7월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 상위 우점종 ···· 333
<표 Ⅲ-2.2.2-11> 2021년 10월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ·· 334
<표 Ⅲ-2.2.2-12> 2022년 1월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종 ···· 335
<표 Ⅲ-2.2.2-13> 1차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 336
<표 Ⅲ-2.2.2-14> 2020년 6월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 336
<표 Ⅲ-2.2.2-15> 2020년 9월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 337
<표 Ⅲ-2.2.2-16> 2020년 12월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 337
<표 Ⅲ-2.2.2-17> 2차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 338
<표 Ⅲ-2.2.2-18> 2021년 4월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 338
<표 Ⅲ-2.2.2-19> 2021년 7월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 339
<표 Ⅲ-2.2.2-20> 2021년 10월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 340

<표 Ⅲ-2.2.2-21> 2022년 1월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종 · 340
<표 Ⅲ-2.2.2-22> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 종다양도지수 ····· 342
<표 Ⅲ-2.2.2-23> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 종균등도지수 ····· 344
<표 Ⅲ-2.2.2-24> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 종풍부도지수 ····· 346
<표 Ⅲ-2.2.3-1> 권역별 바지락 서식밀도(개체/㎡) ····· 348
<표 Ⅲ-2.2.3-2> 권역별 바지락 각장(㎜) ····· 353
<표 Ⅲ-2.2.3-3> 권역별 바지락 각폭(㎜) ····· 353
<표 Ⅲ-2.2.3-4> 권역별 바지락 각고(㎜) ····· 353
<표 Ⅲ-2.2.3-5> 권역별 바지락 전중량(g) ····· 357
<표 Ⅲ-2.2.3-6> 권역별 바지락 비만도(g) ····· 359
<표 Ⅲ-2.2.3-7> 인천 연안 바지락 어장 퇴적환경 ····· 360
<표 Ⅲ-2.2.3-8> 권역별 바지락 어장 총유기탄소량과 어장환경 점수(㎎/g dry) ····· 363
<표 Ⅲ-2.2.3-9> 권역별 바지락 어장 대형저서동물지수 어장환경 점수 ····· 365
<표 Ⅲ-2.2.3-10> 바지락 어장 환경 조건 ····· 367
<표 Ⅲ-2.2.3-11> 바지락 어장 환경 조건 ····· 369
<표 Ⅲ-3-1> 참굴 어장 환경 조사 개요 ····· 371
<표 Ⅲ-3.2.1-1> 권역별 참굴 어장 부착생물 출현종수(종/0.75㎡) ····· 374
<표 Ⅲ-3.2.1-2> 권역별 참굴 어장 부착생물 서식밀도(개체/㎡) ····· 377
<표 Ⅲ-3.2.1-3> 1차년도 참굴 어장 부착생물 시기별 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 378
<표 Ⅲ-3.2.1-4> 2020년 6월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 379
<표 Ⅲ-3.2.1-5> 2020년 9월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 380
<표 Ⅲ-3.2.1-6> 2020년 12월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ·· 380
<표 Ⅲ-3.2.1-7> 2차년도 참굴 어장 부착생물 시기별 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 381
<표 Ⅲ-3.2.1-8> 2021년 4월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 381
<표 Ⅲ-3.2.1-9> 2021년 7월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ····· 382
<표 Ⅲ-3.2.1-10> 2021년 10월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ··· 382
<표 Ⅲ-3.2.1-11> 2022년 1월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종 ·· 383
<표 Ⅲ-3.2.1-12> 참굴 어장 부착생물 종다양도지수 ····· 384
<표 Ⅲ-3.2.1-13> 참굴 어장 부착생물 종균등도지수 ····· 386
<표 Ⅲ-3.2.1-14> 참굴 어장 부착생물 종풍부도지수 ····· 388

<표 Ⅲ-3.2.2-1> 권역별 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 서식밀도(개체/㎡) ····· 390
<표 Ⅲ-3.2.2-2> 권역별 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고(㎜) ····· 392
<표 Ⅲ-4.1-1> 바지락 어장 환경 조건 ····· 395
<표 Ⅲ-4.1-2> 바지락 어장 환경 조건 ····· 396
<표 Ⅲ-4.2-1> 참굴 어장 내 참굴 개체 특성 ····· 397

Ⅳ. 바지락 및 참굴 생산량 저하 요인 규명 ····· 401

<표 Ⅳ-1.1.1-1> 육상오염원 생태 독성시험생물, 시험방법 및 시험 일정 ····· 403
<표 Ⅳ-1.1.1-2> 육상오염원 생태 독성시험 생물 시험방법 요약 ····· 404
<표 Ⅳ-1.1.2-1> 인천 연안 어장 해상오염원 생태 독성시험 항목, 시험방법 및 시험 일정 409
<표 Ⅳ-1.2.1-1> 물벼룩(*Daphnia magna*) 생태 독성시험 결과 ····· 413
<표 Ⅳ-1.2.1-2> 발광박테리아(*Vibrio fischeri*) 상대 발광률 시험 결과 ····· 414
<표 Ⅳ-1.2.1-3> 해산 규조류(*Skeletonema costatum*) 상대성장률 시험 결과 ····· 414
<표 Ⅳ-1.2.1-4> 해산 로티퍼(*Brachionus plicatilis*) 생존율 시험 결과 ····· 415
<표 Ⅳ-1.2.1-5> 참굴(*Crassostrea gigas*) D형 유생 발생률 시험 결과 ····· 416
<표 Ⅳ-1.2.1-6> 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*) 수정률 시험 결과 ····· 416
<표 Ⅳ-1.2.1-7> 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 생존율 시험 결과 ····· 417
<표 Ⅳ-1.2.1-8> 바지락 치패 및 성패의 수온·염분 조건에 대한 문헌 조사 결과 ····· 417
<표 Ⅳ-1.2.1-9> 다시마(*Saccharina japonica*) 발아율 시험 결과 ····· 418
<표 Ⅳ-1.2.2-1> 발광박테리아(*Vibrio fischeri*) 발광률 시험 결과 ····· 420
<표 Ⅳ-1.2.2-2> 단각류(*Monocorophium acherusicum*) 생존율 시험 결과 ····· 420
<표 Ⅳ-1.2.2-3> 참굴(*Crassostrea gigas*) D형 유생 발생률 시험 결과 ····· 421
<표 Ⅳ-1.2.2-4> 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 생존율 시험 결과 ····· 421
<표 Ⅳ-2.1.4-1> 오염물질 확산 실험안 ····· 431
<표 Ⅳ-2.2.3-1> 호소 생활환경기준 중 등급별 COD, TN, TP 농도(환경정책기본법 시행령[별표1]) ··· 443
<표 Ⅳ-2.2.3-2> 평수기 오염물질 확산실험 결과 ····· 443
<표 Ⅳ-2.2.3-3> 홍수기 오염물질 확산실험 결과 ····· 445
<표 Ⅳ-2.2.3-4> 갈수기 오염물질 확산실험 결과 ····· 447
<표 Ⅳ-3.1-1> 참굴 현장실험 조사 개요 ····· 454
<표 Ⅳ-3.2.2-1> 수온계 제원 ····· 456

<표 Ⅳ-3.2.2-2> GPS 제원 ····· 456
<표 Ⅳ-3.2.2-3> 표고측량으로 산출된 적용 조위(m) ····· 457
<표 Ⅳ-3.2.3-1> 해양수질 분석방법 ····· 458
<표 Ⅳ-3.3.1-1> 권역(지점)별·월별 분석 결과 ····· 471
<표 Ⅳ-3.3.1-2> 권역(지점)별 통계분석 결과(2020.06.01.~2022.01.31.) ····· 475
<표 Ⅳ-3.3.1-3> 이상기온 출현 현황 ····· 476
<표 Ⅳ-3.3.1-4> 관측자료 비교 ····· 479
<표 Ⅳ-3.3.3-1> 권역별 참굴 현장실험 부착생물 서식밀도(개체/㎡) ····· 484
<표 Ⅳ-3.3.3-2> 권역별 참굴 현장실험 부착생물 피도율(%) ····· 487
<표 Ⅳ-3.3.3-3> 권역별 참굴 현장실험 부착생물 빈도율(%) ····· 491
<표 Ⅳ-3.3.3-4> 권역별 참굴 현장실험 참굴 서식밀도(개체/㎡) ····· 494
<표 Ⅳ-3.3.3-5> 권역별 참굴 현장실험 참굴 각고(㎜) ····· 497
<표 Ⅳ-4.1.1-1> 지역별 참굴(*Crassostrea gigas*) 산란기 ····· 499
<표 Ⅳ-4.1.2-1> 주요 환경요인에 대한 참굴 성체 영향 문헌조사 결과 ····· 501
<표 Ⅳ-4.1.2-2> 주요 환경요인에 대한 참굴 치패 및 유생 영향 문헌조사 결과 ····· 502
<표 Ⅳ-4.1.2-3> 참굴에 대한 주성분 분석 항목 및 결과 ····· 504
<표 Ⅳ-4.1.2-4> 참굴 대상 현장실험에서 관측된 노출 온도 및 수온 결과 ····· 506
<표 Ⅳ-4.1.2-5> 인천 연안어장 실태조사 현장 조사에서 관측된 염분 ····· 506
<표 Ⅳ-4.1.3-1> 참굴의 수온·염분 내성 범위 파악을 위한 시험조건 ····· 508
<표 Ⅳ-4.1.3-2> 참굴의 대기 노출 온도, 노출 시간 내성 범위 파악을 위한 시험조건 ····· 509
<표 Ⅳ-4.2.1-1> 참굴 수온 단일영향 파악을 위한 30일 연속시험 결과 ····· 511
<표 Ⅳ-4.2.1-2> 참굴 염분 단일영향 파악을 위한 30일 연속시험 결과 ····· 512
<표 Ⅳ-4.2.1-3> 염분 조건 생존율을 동일 수온 대상으로 유의확률을 계산한 결과 ····· 513
<표 Ⅳ-4.2.1-4> 참굴 수온 및 염분 단일영향 파악을 위한 비만도 측정 결과 ····· 513
<표 Ⅳ-4.2.1-5> 참굴 수온·염분 복합영향 파악을 위한 40일 연속시험 결과 ····· 514
<표 Ⅳ-4.2.2-1> 참굴 기온·대기 노출시간 복합영향 파악을 위한 7일 연속시험 결과 ····· 517
<표 Ⅳ-5.1.2-1> 분석 방법별 자료현황 ····· 520
<표 Ⅳ-5.1.2-2> 주성분 분석 및 베이지안 네트워크 분석항목 ····· 522
<표 Ⅳ-5.2.3-1> 바지락 및 굴 생산량의 주성분 분석 결과 ····· 535
<표 Ⅳ-6.2-1> 홍수기 오염물질 확산실험안별 영향범위 ····· 540

<표 Ⅳ-6.3-1> 권역별 물리적 환경 분석 결과(평균) ····· 541

Ⅴ. 인천 연안어장 소득창출 기본계획(안) 수립 ····· 549

<표 Ⅴ-2.1.1-1> 연도별 어업가구와 어가인구 ····· 550
<표 Ⅴ-2.1.1-2> 연도별 어업생산량 및 어업생산액 현황 ····· 551
<표 Ⅴ-2.1.1-3> 품목별·연도별 양식어장 면허면적 ····· 552
<표 Ⅴ-2.1.1-4> 연도별 어가소득 현황 ····· 552
<표 Ⅴ-2.1.1-5> 연도별 수산식품 및 유통산업 현황 ····· 553
<표 Ⅴ-2.1.1-6> 연도별 수산가공품 사업체 현황 ····· 553
<표 Ⅴ-2.2.1-1> 수산업·어촌발전 기본법의 주요 내용 ····· 554
<표 Ⅴ-2.2.1-2> 수산업법의 주요 내용 ····· 555
<표 Ⅴ-2.2.1-3> 양식산업발전법의 주요 내용 ····· 555
<표 Ⅴ-2.2.1-4> 수산식품산업법의 주요 내용 ····· 556
<표 Ⅴ-2.2.1-5> 수산식품산업법의 주요 내용 ····· 557
<표 Ⅴ-2.2.2-1> 제1차 수산업·어촌발전 기본계획 주요 내용 ····· 558
<표 Ⅴ-2.2.3-1> 제1차 인천광역시 수산업·어촌발전 계획(2019~2023년, 5년간) ····· 565
<표 Ⅴ-2.2.3-2> 2021년 인천 웰니스 관광지 선정현황 ····· 571
<표 Ⅴ-2.2.4-1> 어촌 6차산업화 시범사업 대상마을 현황 ····· 572
<표 Ⅴ-2.2.4-2> 인천광역시 어촌뉴딜 300사업 선정 어항(2019~2022년) ····· 576
<표 Ⅴ-2.2.4-3> 직거래 등 신유통망 구축사업 ····· 577
<표 Ⅴ-2.3.1-1> 서천군 해양산업 발전기본계획 추진전략 및 세부사업 ····· 579
<표 Ⅴ-2.3.1-2> 경상남도 어업·어촌 발전계획 수립 ····· 580
<표 Ⅴ-2.3.1-3> 전라북도 어촌공간 활용방안 주요 추진과제 ····· 583
<표 Ⅴ-2.3.1-4> 전라남도 완도군 수산부문 주요 정책 추진 현황 ····· 584
<표 Ⅴ-2.3.1-5> 전라남도 완도군 수산부문 주요 정책 추진 현황 ····· 585
<표 Ⅴ-2.3.1-6> 경상북도 영덕군 수산부문 주요 정책 추진 현황 ····· 586
<표 Ⅴ-2.3.1-7> 부산광역시 수산부문 주요 정책 추진 현황 ····· 589
<표 Ⅴ-2.4.2-1> EU FLAGs의 주요 활동 ····· 592
<표 Ⅴ-2.4.4-1> 일본 와카야마현 어촌마을 별 체험프로그램 ····· 593
<표 Ⅴ-2.4.5-1> 지역별 주요 Sea Grant 프로그램 지원 사업 ····· 594

<표 Ⅴ-3.2.1-1> 사업대상 지역의 인구현황 ····· 597
<표 Ⅴ-3.2.1-2> 인천시 소멸위험지수 변화 ····· 597
<표 Ⅴ-3.2.1-3> 사업대상 지역의 사업체 현황 ····· 598
<표 Ⅴ-3.2.1-4> 수산자원관리 수면 현황 ····· 598
<표 Ⅴ-3.2.1-5> 인천지역 면허어업 현황(건) ····· 599
<표 Ⅴ-3.2.1-6> 지역별 허가어업 현황(건) ····· 599
<표 Ⅴ-3.2.1-7> 사업대상지 권역별 어촌계 구성 ····· 600
<표 Ⅴ-3.2.1-8> 인천시 서구 어촌계 주요현황 ····· 600
<표 Ⅴ-3.2.1-9> 인천시 중구 어촌계 주요현황 ····· 600
<표 Ⅴ-3.2.1-10> 옹진군 어촌계 주요현황 ····· 601
<표 Ⅴ-3.2.1-11> 강화군 어촌계 주요현황 ····· 602
<표 Ⅴ-3.2.1-12> 관광자원 분포 현황 ····· 602
<표 Ⅴ-3.2.1-13> 유어장 분포 현황 ····· 603
<표 Ⅴ-3.2.2-1> 국내 주요 어촌체험휴양마을 체험객 수와 주요 체험프로그램 ····· 603
<표 Ⅴ-3.2.3-1> 옹진군의 소득창출 기본계획 반영을 위한 사업 수요 ····· 604
<표 Ⅴ-3.2.3-2> 인천광역시 중구의 소득창출 기본계획 반영을 위한 사업 수요 ····· 605
<표 Ⅴ-3.2.3-3> 인천광역시 강화군의 사업 수요 ····· 605

Ⅵ. 인천 연안어장 소득창출 정책수립 ····· 611

<표 Ⅵ-1.2.1-1> 바지락 어장 특성별 관리방안 ····· 612
<표 Ⅵ-1.2.2-1> 폐사발생 굴 어장 관리 방안 ····· 614

그 림 목 차

Ⅰ. 연구 개요 ····· 3

(그림 Ⅰ-2.1.2-1) 연안의 공간적 범위 ····· 5
(그림 Ⅰ-2.2.1-1) 인천광역시 면허어업 현황도 ····· 6
(그림 Ⅰ-2.2.1-2) 인천광역시 면허어업 건수 및 면적 상대적 비율 ····· 6
(그림 Ⅰ-2.2.2-1) 인천광역시 패류 생산량(a:패류, b:이매패류와 복족류) ····· 8
(그림 Ⅰ-2.2.2-2) 인천광역시 이매패류 생산량(a:이매패류, b:바지락, c:굴류) ····· 10
(그림 Ⅰ-2.2.2-3) 서해안에서 발생한 패류 보도자료 현황 ····· 11
(그림 Ⅰ-2.2.2-4) 인천광역시 패류 보도자료 현황 ····· 11
(그림 Ⅰ-2.4-1) 연구목표 모식도 ····· 14
(그림 Ⅰ-3.2-1) 조사 범위도(서해5도 제외) ····· 16

Ⅱ. 인천 연안어장 해양환경정보 현황 ····· 23

(그림 Ⅱ-1.2.1-1) 인천 연안어장 권역도 ····· 24
(그림 Ⅱ-1.3-1) 인천 연안어장 공공기관 및 현장조사 위치도 ····· 28
(그림 Ⅱ-2.1-1) 해양수질 공공기관 측정망 및 현장조사 위치도 ····· 29
(그림 Ⅱ-2.1.2-1) 일반항목의 권역별 분포(1차년도) ····· 47
(그림 Ⅱ-2.1.2-2) 일반항목의 권역별 분포(2차년도) ····· 49
(그림 Ⅱ-2.1.2-3) 영양염류 및 TN, TP의 권역별 분포(1차년도) ····· 55
(그림 Ⅱ-2.1.2-4) 영양염류 및 TN, TP의 권역별 분포(2차년도) ····· 56
(그림 Ⅱ-2.1.2-5) 생태구역 구분도 ····· 65
(그림 Ⅱ-2.1.2-6) 조사 시기에 따른 정점별 생태기반 해양 수질 기준(1차년도) ····· 67
(그림 Ⅱ-2.1.2-7) 조사 시기에 따른 정점별 생태기반 해양 수질 기준(2차년도) ····· 68
(그림 Ⅱ-2.1.2-8) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 수온의 시계열 분포 ····· 76
(그림 Ⅱ-2.1.2-9) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 염분의 시계열 분포 ····· 77
(그림 Ⅱ-2.1.2-10) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 pH의 시계열 분포 ····· 78
(그림 Ⅱ-2.1.2-11) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 DO의 시계열 분포 ····· 79
(그림 Ⅱ-2.1.2-12) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 SPM의 시계열 분포 ··· 80

(그림 Ⅱ-2.1.2-13) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 COD의 시계열 분포 ·· 81
(그림 Ⅱ-2.1.2-14) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 Chl-*a*의 시계열 분포 · 82
(그림 Ⅱ-2.1.2-15) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 투명도의 시계열 분포 83
(그림 Ⅱ-2.1.2-16) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 WQI의 시계열 분포 ··· 84
(그림 Ⅱ-2.1.2-17) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 DIN의 시계열 분포 ···· 85
(그림 Ⅱ-2.1.2-18) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 DIP의 시계열 분포 ····· 86
(그림 Ⅱ-2.1.2-19) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 TN의 시계열 분포 ····· 87
(그림 Ⅱ-2.1.2-20) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 TP의 시계열 분포 ····· 88
(그림 Ⅱ-2.2-1) 해양퇴적물 공공기관 측정망 및 현장조사 위치도 ····· 89
(그림 Ⅱ-2.2.1-1) 자갈, 모래 및 펄(실트 및 점토) 함량비에 의한 퇴적물 유형 분류 ····· 91
(그림 Ⅱ-2.2.2-1) 퇴적물 구성비에 따른 퇴적상 분포 특성 ····· 99
(그림 Ⅱ-2.2.2-2) 삼각다이어그램에 의한 퇴적상 분포 ····· 100
(그림 Ⅱ-2.2.2-3) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS의 권역별 분포(1차년도) ····· 101
(그림 Ⅱ-2.2.2-4) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS의 권역별 분포(2차년도) ····· 102
(그림 Ⅱ-2.2.2-5) 평균입도와 일반항목의 상관성 ····· 103
(그림 Ⅱ-2.2.2-6) 해양수산부 자료와 본 조사 평균입도의 시계열 분포 ····· 112
(그림 Ⅱ-2.2.2-7) 해양수산부 자료와 본 조사 TOC의 시계열 분포 ····· 113
(그림 Ⅱ-2.2.2-8) 해양수산부 자료와 본 조사 강열감량의 시계열 분포 ····· 114
(그림 Ⅱ-2.3-1) 해양동·식물상 공공기관 및 현장조사 위치도 ····· 115
(그림 Ⅱ-2.3.2-1) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 출현종수 점유율 ····· 120
(그림 Ⅱ-2.3.2-2) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 출현종수 점유율 ····· 121
(그림 Ⅱ-2.3.2-3) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 출현종수 점유율 ····· 122
(그림 Ⅱ-2.3.2-4) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 출현종수 점유율 ····· 123
(그림 Ⅱ-2.3.2-5) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수 ····· 124
(그림 Ⅱ-2.3.2-6) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수 ····· 124
(그림 Ⅱ-2.3.2-7) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 현존량 점유율 ····· 126
(그림 Ⅱ-2.3.2-8) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 현존량 점유율 ····· 126
(그림 Ⅱ-2.3.2-9) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 현존량 점유율 ····· 128
(그림 Ⅱ-2.3.2-10) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 현존량 점유율 ····· 128
(그림 Ⅱ-2.3.2-11) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 현존량 ····· 129

(그림 Ⅱ-2.3.2-12) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 현존량 ····· 130
(그림 Ⅱ-2.3.2-13) 1차년도 권역 및 정점별 엽록소-*a* ····· 133
(그림 Ⅱ-2.3.2-14) 2차년도 권역 및 정점별 엽록소-*a* ····· 133
(그림 Ⅱ-2.3.2-15) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 145
(그림 Ⅱ-2.3.2-16) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 145
(그림 Ⅱ-2.3.2-17) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 147
(그림 Ⅱ-2.3.2-18) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 147
(그림 Ⅱ-2.3.2-19) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 150
(그림 Ⅱ-2.3.2-20) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 150
(그림 Ⅱ-2.3.2-21) 식물플랑크톤 출현량 기준 MDS ····· 152
(그림 Ⅱ-2.3.2-22) 권역 및 계절별 식물플랑크톤 출현종수 변동양상 ····· 155
(그림 Ⅱ-2.3.2-23) 권역 및 계절별 식물플랑크톤 현존량 변동양상 ····· 156
(그림 Ⅱ-2.3.2-24) 권역 및 계절별 엽록소-*a* 변동양상 ····· 157
(그림 Ⅱ-2.3.2-25) 1차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현종수 점유율 ····· 161
(그림 Ⅱ-2.3.2-26) 2차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현종수 점유율 ····· 161
(그림 Ⅱ-2.3.2-27) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수 ····· 162
(그림 Ⅱ-2.3.2-28) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수 ····· 162
(그림 Ⅱ-2.3.2-29) 1차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현량 점유율 ····· 164
(그림 Ⅱ-2.3.2-30) 2차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현량 점유율 ····· 165
(그림 Ⅱ-2.3.2-31) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현량 ····· 165
(그림 Ⅱ-2.3.2-32) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현량 ····· 165
(그림 Ⅱ-2.3.2-33) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 173
(그림 Ⅱ-2.3.2-34) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 174
(그림 Ⅱ-2.3.2-35) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 175
(그림 Ⅱ-2.3.2-36) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 175
(그림 Ⅱ-2.3.2-37) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 177
(그림 Ⅱ-2.3.2-38) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 177
(그림 Ⅱ-2.3.2-39) 동물플랑크톤 출현량 기준 MDS ····· 178
(그림 Ⅱ-2.3.2-40) 권역 및 계절별 동물플랑크톤 출현종수 변동양상 ····· 180
(그림 Ⅱ-2.3.2-41) 권역 및 계절별 동물플랑크톤 출현량 변동양상 ····· 182

(그림 Ⅱ-2.3.2-42) 1차년도 어란 권역 및 정점별 출현종수 ····· 185
(그림 Ⅱ-2.3.2-43) 2차년도 어란 권역 및 정점별 출현종수 ····· 185
(그림 Ⅱ-2.3.2-44) 1차년도 어란 권역 및 정점별 출현량 ····· 187
(그림 Ⅱ-2.3.2-45) 2차년도 어란 권역 및 정점별 출현량 ····· 187
(그림 Ⅱ-2.3.2-46) 권역 및 계절별 어란 출현종수 변동양상 ····· 192
(그림 Ⅱ-2.3.2-47) 권역 및 계절별 어란 출현량 변동양상 ····· 194
(그림 Ⅱ-2.3.2-48) 1차년도 자치어 권역 및 정점별 출현종수 ····· 197
(그림 Ⅱ-2.3.2-49) 2차년도 자치어 권역 및 정점별 출현종수 ····· 197
(그림 Ⅱ-2.3.2-50) 1차년도 자치어 권역 및 정점별 출현량 ····· 199
(그림 Ⅱ-2.3.2-51) 2차년도 자치어 권역 및 정점별 출현량 ····· 199
(그림 Ⅱ-2.3.2-52) 권역 및 계절별 자치어 출현종수 변동양상 ····· 205
(그림 Ⅱ-2.3.2-53) 권역 및 계절별 자치어 출현량 변동양상 ····· 206
(그림 Ⅱ-2.3.2-54) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 출현종수 점유율 ····· 209
(그림 Ⅱ-2.3.2-55) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 출현종수 점유율 ····· 210
(그림 Ⅱ-2.3.2-56) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 출현종수 ····· 211
(그림 Ⅱ-2.3.2-57) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 출현종수 ····· 211
(그림 Ⅱ-2.3.2-58) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 서식밀도 점유율 ····· 212
(그림 Ⅱ-2.3.2-59) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 서식밀도 점유율 ····· 213
(그림 Ⅱ-2.3.2-60) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 214
(그림 Ⅱ-2.3.2-61) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 214
(그림 Ⅱ-2.3.2-62) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 생체량 점유율 ····· 215
(그림 Ⅱ-2.3.2-63) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 생체량 점유율 ····· 216
(그림 Ⅱ-2.3.2-64) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량 ····· 217
(그림 Ⅱ-2.3.2-65) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량 ····· 217
(그림 Ⅱ-2.3.2-66) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 231
(그림 Ⅱ-2.3.2-67) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 232
(그림 Ⅱ-2.3.2-68) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 233
(그림 Ⅱ-2.3.2-69) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 233
(그림 Ⅱ-2.3.2-70) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 235
(그림 Ⅱ-2.3.2-71) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 235

(그림 Ⅱ-2.3.2-72) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 건강도(ISEP) 등급 ····· 237
(그림 Ⅱ-2.3.2-73) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 건강도(ISEP) 등급 ····· 237
(그림 Ⅱ-2.3.2-74) 조하대 대형저서동물 출현량 기준 MDS ····· 238
(그림 Ⅱ-2.3.2-75) 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 출현종수 변동 양상 ····· 240
(그림 Ⅱ-2.3.2-76) 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 서식밀도 변동양상 ····· 242
(그림 Ⅱ-2.3.2-77) 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 생체량 변동 양상 ····· 244
(그림 Ⅱ.3.1.1-1) 하수종말처리시설 위치도 ····· 248
(그림 Ⅱ.3.1.2-1) 월별 하수종말처리시설 분석결과 ····· 250
(그림 Ⅱ.3.1.2-2) 연도별 하수종말처리시설 분석결과 ····· 251
(그림 Ⅱ-3.2.1-1) 오염원 분석 및 생태독성시험을 통한 참굴 폐사원인 규명 연구 흐름도 ·· 252
(그림 Ⅱ-3.2.1-2) 인천 연안 해역에 위치한 하수처리 사업소 및 주요 하천 ····· 253
(그림 Ⅱ-3.2.1-3) 인천 연안으로 유입되는 육상오염원을 파악하기 위한 정점도 ····· 255
(그림 Ⅱ-3.2.1-4) 인천 연안 어장 해상오염원을 파악하기 위한 정점도 ····· 257
(그림 Ⅱ-3.2.2-1) 육상오염원 지점 별 문헌 및 현장 결과와 해당 수질 기준 비교 ····· 264
(그림 Ⅱ-4.1-1) 권역별 해수 수질기준에 영향을 미치는 원인 항목 ····· 273
(그림 Ⅱ-4.1-2) 권역별 삼각다이어 그램 ····· 275
(그림 Ⅱ.4.2-1) 하수처리시설 및 권역별 일평균 방류량 ····· 276

Ⅲ. 인천 연안어장 중 바지락 및 참굴 어장 현황 ····· 281

(그림 Ⅲ-1.1-1) 인천광역시 면허어업 현황도 ····· 282
(그림 Ⅲ-1.2.1-1) 인천 연안어장 사전 현장조사 흐름도 ····· 283
(그림 Ⅲ-1.2.1-2) 사전 현장조사를 통한 바지락 어장 선정지역 사진 ····· 283
(그림 Ⅲ-1.2.1-3) 사전 현장조사를 통한 권역별 참굴 어장 선정지역 사진 ····· 285
(그림 Ⅲ-1.3-1) 바지락 및 참굴 어장 환경 조사 위치도 ····· 286
(그림 Ⅲ-2-1) 연성조간대 공공기관 위치도 및 현장조사(바지락 면허어장) 위치도 ····· 287
(그림 Ⅲ-2.1.2-1) 자갈, 모래 및 펄(실트 및 점토) 함량비에 의한 퇴적물 유형 분류 ····· 290
(그림 Ⅲ-2.2.1-1) 퇴적물 구성비에 따른 퇴적상 분포 특성 ····· 301
(그림 Ⅲ-2.2.1-2) 삼각다이어그램에 의한 퇴적상 분포 ····· 302
(그림 Ⅲ-2.2.1-3) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS 권역별 분포(1차년도) ····· 303
(그림 Ⅲ-2.2.1-4) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS 권역별 분포(2차년도) ····· 304

(그림 Ⅲ-2.2.1-5) 평균입도와 일반항목 상관성 ····· 305
(그림 Ⅲ-2.2.1-6) 권역별 평균입도와 일반항목 상관성 ····· 305
(그림 Ⅲ-2.2.1-7) 해양수산부 자료와 본 조사 평균입도 시계열 분포 ····· 314
(그림 Ⅲ-2.2.1-8) 해양수산부 자료와 본 조사 TOC 시계열 분포 ····· 315
(그림 Ⅲ-2.2.1-9) 해양수산부 자료와 본 조사 강열감량 시계열 분포 ····· 316
(그림 Ⅲ-2.2.1-10) 해양수산부 자료와 본 조사 COD 시계열 분포 ····· 317
(그림 Ⅲ-2.2.1-11) 해양수산부 자료와 본 조사 함수율 시계열 분포 ····· 318
(그림 Ⅲ-2.2.1-12) 해양수산부 자료와 본 조사 AVS 시계열 분포 ····· 319
(그림 Ⅲ-2.2.2-1) 1차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 출현종수 점유율 ··· 321
(그림 Ⅲ-2.2.2-2) 2차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 출현종수 점유율 ··· 322
(그림 Ⅲ-2.2.2-3) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물의 권역 및 정점별 출현종수 ····· 323
(그림 Ⅲ-2.2.2-4) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물의 권역 및 정점별 출현종수 ····· 323
(그림 Ⅲ-2.2.2-5) 1차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 서식밀도 점유율 ··· 324
(그림 Ⅲ-2.2.2-6) 2차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 서식밀도 점유율 ··· 325
(그림 Ⅲ-2.2.2-7) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 326
(그림 Ⅲ-2.2.2-8) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 326
(그림 Ⅲ-2.2.2-9) 1차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 생체량 점유율 ····· 328
(그림 Ⅲ-2.2.2-10) 2차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 생체량 점유율 ···· 329
(그림 Ⅲ-2.2.2-11) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량 ····· 329
(그림 Ⅲ-2.2.2-12) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량 ····· 329
(그림 Ⅲ-2.2.2-13) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수 ··· 342
(그림 Ⅲ-2.2.2-14) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수 ··· 342
(그림 Ⅲ-2.2.2-15) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수 ··· 344
(그림 Ⅲ-2.2.2-16) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수 ··· 344
(그림 Ⅲ-2.2.2-17) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수 ··· 346
(그림 Ⅲ-2.2.2-18) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수 ··· 346
(그림 Ⅲ-2.2.3-1) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 서식밀도 ····· 349
(그림 Ⅲ-2.2.3-2) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 서식밀도 ····· 349
(그림 Ⅲ-2.2.3-3) 권역 및 시기별 바지락 각장에 대한 빈도분포도(1차년도, 2차년도) ····· 352
(그림 Ⅲ-2.2.3-4) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 각장 ····· 354

(그림 Ⅲ-2.2.3-5) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 각장 ····· 354
(그림 Ⅲ-2.2.3-6) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 각폭 ····· 354
(그림 Ⅲ-2.2.3-7) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 각폭 ····· 355
(그림 Ⅲ-2.2.3-8) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 각고 ····· 355
(그림 Ⅲ-2.2.3-9) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 각고 ····· 355
(그림 Ⅲ-2.2.3-10) 1차년도 바지락 권역 및 정점별 전중량 ····· 357
(그림 Ⅲ-2.2.3-11) 2차년도 바지락 권역 및 정점별 전중량 ····· 357
(그림 Ⅲ-2.2.3-12) 1차년도 바지락 권역 및 정점별 비만도 ····· 359
(그림 Ⅲ-2.2.3-13) 2차년도 바지락 권역 및 정점별 비만도 ····· 359
(그림 Ⅲ-2.2.3-14) 바지락과 퇴적물간 분포특성 ····· 360
(그림 Ⅲ-2.2.3-15) 권역 및 정점별 쏙 서식밀도 ····· 361
(그림 Ⅲ-2.2.3-16) 1차년도 바지락 어장 권역별 총유기탄소량과 어장환경평가 등급 ····· 364
(그림 Ⅲ-2.2.3-17) 2차년도 바지락 어장 권역별 총유기탄소량과 어장환경평가 등급 ····· 364
(그림 Ⅲ-2.2.3-18) 1차년도 바지락 어장 권역별 대형저서동물지수 어장환경평가 등급 ····· 366
(그림 Ⅲ-2.2.3-19) 2차년도 바지락 어장 권역별 대형저서동물지수 어장환경평가 등급 ····· 366
(그림 Ⅲ-2.2.3-20) 권역별 삼각다이어그램 ····· 368
(그림 Ⅲ-2.2.3-21) 퇴적환경에 따른 바지락 서식밀도 분포특성 ····· 369
(그림 Ⅲ-3-1) 현장조사(참굴 어장) 위치도 ····· 370
(그림 Ⅲ-3.2.1-1) 1차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 출현종수 점유율 ····· 373
(그림 Ⅲ-3.2.1-2) 2차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 출현종수 점유율 ····· 374
(그림 Ⅲ-3.2.1-3) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 출현종수 ····· 375
(그림 Ⅲ-3.2.1-4) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 출현종수 ····· 375
(그림 Ⅲ-3.2.1-5) 1차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 서식밀도 점유율 ····· 376
(그림 Ⅲ-3.2.1-6) 2차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 서식밀도 점유율 ····· 377
(그림 Ⅲ-3.2.1-7) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 378
(그림 Ⅲ-3.2.1-8) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 378
(그림 Ⅲ-3.2.1-9) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 385
(그림 Ⅲ-3.2.1-10) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종다양도지수 ····· 385
(그림 Ⅲ-3.2.1-11) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 386
(그림 Ⅲ-3.2.1-12) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종균등도지수 ····· 387

(그림 Ⅲ-3.2.1-13) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 388
(그림 Ⅲ-3.2.1-14) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종풍부도지수 ····· 388
(그림 Ⅲ-3.2.2-1) 1차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 서식밀도 ····· 390
(그림 Ⅲ-3.2.2-2) 2차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 서식밀도 ····· 391
(그림 Ⅲ-3.2.2-3) 1차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고 ····· 392
(그림 Ⅲ-3.2.2-4) 2차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고 ····· 393
(그림 Ⅲ-3.2.2-5) 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고 빈도분포도 ····· 393
(그림 Ⅲ-4.1-1) 권역별 삼각다이어그램 ····· 394
(그림 Ⅲ-4.1-2) 퇴적환경에 따른 바지락 서식밀도 분포특성 ····· 395

Ⅳ. 바지락 및 참굴 생산량 저하 요인 규명 ····· 401

(그림 Ⅳ-1.1-1) 생태독성 시험을 위한 육상 및 해상오염원 시료 채집 위치도 ····· 401
(그림 Ⅳ-1.1.1-1) 육상오염원 생태 독성시험 수행과정 ····· 402
(그림 Ⅳ-1.1.1-2) 육상오염원 생태독성 시험에 이용한 시험생물 ····· 403
(그림 Ⅳ-1.1.2-1) 해상오염원 생태 독성시험 수행 시험생물 ····· 408
(그림 Ⅳ-1.2.1-1) 육상오염원 생태 독성시험 결과 ····· 412
(그림 Ⅳ-1.2.1-2) 수온, 염분에 대한 바지락 생활사 단계별 영향 범위 문헌 조사 결과 ····· 418
(그림 Ⅳ-1.2.2-1) 해상오염원 생태독성 시험 결과 ····· 419
(그림 Ⅳ-2.1.1-1) 수치모델(MOHID) 개념도 ····· 422
(그림 Ⅳ-2.1.1-2) 수평, 수직 격자 체계 ····· 423
(그림 Ⅳ-2.1.1-3) 수치모델(MOHID) 해수유동 모듈의 계산흐름도 ····· 424
(그림 Ⅳ-2.1.1-4) 수치모델(MOHID) 오일러리안 물질이동 모듈의 계산흐름도 ····· 426
(그림 Ⅳ-2.1.1-5) 수치모델(MOHID) 라그랑지안 입자추적 모듈의 계산흐름도 ····· 428
(그림 Ⅳ-2.1.2-1) 수치모델 격자 구성도 및 모델 입력 수심 분포도 ····· 429
(그림 Ⅳ-2.1.2-2) 하천유량 입력 위치, 유량 및 수온 시계열(검증기간: 2020년07월) ····· 430
(그림 Ⅳ-2.1.4-1) 인천 연안으로 유입되는 하수종말처리장 위치도 ····· 431
(그림 Ⅳ-2.1.5-1) 역추적 모델 초기 입자 위치 ····· 432
(그림 Ⅳ-2.2.1-1) 관측소 및 검증지점 위치 ····· 433
(그림 Ⅳ-2.2.1-2) 조위 검증결과 ····· 434
(그림 Ⅳ-2.2.1-3) 조류 검증결과(해양관측부이) ····· 435

(그림 Ⅳ-2.2.1-4) 수온 검증결과(해양관측부이) ····· 437
(그림 Ⅳ-2.2.2-1) 조위 분포도 ····· 438
(그림 Ⅳ-2.2.2-2) 조류 분포도 ····· 439
(그림 Ⅳ-2.2.2-3) Case별 수온 및 염분 분포 ····· 441
(그림 Ⅳ-2.2.3-1) 정점별 관측최대농도와 모델결과(홍수기) 비교 ····· 442
(그림 Ⅳ-2.2.3-2) 평수기 오염물질 확산실험 결과 ····· 444
(그림 Ⅳ-2.2.3-3) 홍수기 오염물질 확산실험 결과 ····· 446
(그림 Ⅳ-2.2.3-4) 갈수기 오염물질 확산실험 결과 ····· 448
(그림 Ⅳ-2.2.4-1) 입자 이동 누적 분포도 ····· 450
(그림 Ⅳ-2.2.4-2) 평수기 조석에 따른 창/낙조 시 입자 이동 분포도 ····· 451
(그림 Ⅳ-2.2.4-3) 홍수기 조석에 따른 창/낙조 시 입자 이동 분포도 ····· 452
(그림 Ⅳ-2.2.4-4) 갈수기 조석에 따른 창/낙조 시 입자 이동 분포도 ····· 453
(그림 Ⅳ-3.1-1) 현장조사(참굴 현장실험) 위치도 ····· 455
(그림 Ⅳ-3.2.1-1) 참굴 현장 실험구 및 수온계 설치사진 ····· 456
(그림 Ⅳ-3.2.2-1) 측량(좌: 표고, 우: 기본수준점) 사진 ····· 457
(그림 Ⅳ-3.3.1-1) 관측결과 시계열(2020.06.01 ~ 2022.01.31.) ····· 461
(그림 Ⅳ-3.3.1-2) Ⅰ권역(아차도) 현장/인근관측소 관측결과 비교 ····· 462
(그림 Ⅳ-3.3.1-3) Ⅱ권역(무의도) 현장/인근관측소 관측결과 비교 ····· 464
(그림 Ⅳ-3.3.1-4) Ⅲ권역(영흥도 영암) 현장/인근관측소 관측결과 비교 ····· 466
(그림 Ⅳ-3.3.1-5) Ⅳ권역(자월도) 현장/인근관측소 관측결과 비교 ····· 468
(그림 Ⅳ-3.3.1-6) Ⅲ권역(영흥도 내리(신규)) 현장/인근관측소 관측결과 비교 ····· 470
(그림 Ⅳ-3.3.1-7) 권역별 노출 시간 분석 결과(2020.06.01.~2022.01.31.) ····· 474
(그림 Ⅳ-3.3.1-8) 권역별 일 평균 노출 온도(2020.06.01.~2022.01.31.) ····· 474
(그림 Ⅳ-3.3.1-9) 권역별 노출 온도차 분석 결과(2020.06.01.~2022.01.31.) ····· 475
(그림 Ⅳ-3.3.1-10) 연간변화(전년 대비) ····· 478
(그림 Ⅳ-3.3.2-1) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 해역 수질 환경 ····· 480
(그림 Ⅳ-3.3.3-1) 1차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 서식밀도 점유율 ····· 483
(그림 Ⅳ-3.3.3-2) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 서식밀도 점유율 ····· 483
(그림 Ⅳ-3.3.3-3) 1차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 484
(그림 Ⅳ-3.3.3-4) 2차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 484

(그림 Ⅳ-3.3.3-5) 1차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 피도율 ····· 485
(그림 Ⅳ-3.3.3-6) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 피도율 ····· 486
(그림 Ⅳ-3.3.3-7) 1차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 피도율 ····· 488
(그림 Ⅳ-3.3.3-8) 2차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 피도율 ····· 488
(그림 Ⅳ-3.3.3-9) 1차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 빈도율 ····· 489
(그림 Ⅳ-3.3.3-10) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 빈도율 ····· 490
(그림 Ⅳ-3.3.3-11) 1차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 빈도율 ····· 491
(그림 Ⅳ-3.3.3-12) 2차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 빈도율 ····· 491
(그림 Ⅳ-3.3.3-13) 시기에 따른 참굴 현장실험구에 부착된 생물군 별 빈도 ····· 492
(그림 Ⅳ-3.3.3-14) 1차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 495
(그림 Ⅳ-3.3.3-15) 2차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 서식밀도 ····· 495
(그림 Ⅳ-3.3.3-16) 1차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 각고 ····· 497
(그림 Ⅳ-3.3.3-17) 2차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 각고 ····· 497
(그림 Ⅳ-3.3.3-18) 참굴 현장실험 권역 및 정점별 참굴 각고에 대한 빈도 분포도 ····· 498
(그림 Ⅳ-4.1.1-1) 참굴(*Crassostrea gigas*) 생활사 ····· 500
(그림 Ⅳ-4.1.2-1) 수온에 대한 참굴 생활사 단계별 영향 문헌조사 결과 ····· 503
(그림 Ⅳ-4.1.2-2) 염분에 대한 참굴 생활사 단계별 영향 문헌조사 결과 ····· 503
(그림 Ⅳ-4.1.3-1) 실내시험을 위한 참굴 채취 장소 ····· 507
(그림 Ⅳ-4.2.1-1) 수온, 염분 단일 영향시험 결과 ····· 511
(그림 Ⅳ-4.2.1-2) 수온·염분 복합영향 시험 결과 ····· 515
(그림 Ⅳ-4.2.2-1) 기온·대기 노출시간에 대한 복합영향 시험 결과 ····· 516
(그림 Ⅳ-5.1.2-1) 공공기관 관측지점 현황 ····· 520
(그림 Ⅳ-5.2.1-1) 권역별 월평균 기온 및 수온 분석결과(2000~2020년) ····· 523
(그림 Ⅳ-5.2.1-2) 권역별 계절 평균 기온 및 수온 분석결과(2000~2020년) ····· 523
(그림 Ⅳ-5.2.1-3) 과거 20년간 연간 기온 변화와 굴/바지락 생산량 비교 ····· 524
(그림 Ⅳ-5.2.1-4) 계절별 수온 변화(덕적도)와 굴·바지락 생산량 비교 ····· 525
(그림 Ⅳ-5.2.1-5) 강수량 계절별 연간변화 ····· 526
(그림 Ⅳ-5.2.1-6) 염분 계절별 연간변화 ····· 526
(그림 Ⅳ-5.2.1-7) 표층 수온 계절별 연간변화 ····· 528
(그림 Ⅳ-5.2.1-8) 표층 염분 계절별 연간변화 ····· 528

(그림 Ⅳ-5.2.1-9) 표층 pH 계절별 연간변화 ····· 528
(그림 Ⅳ-5.2.1-10) 표층 용존산소농도 계절별 연간변화 ····· 529
(그림 Ⅳ-5.2.1-11) 표층 DIN 농도 계절별 연간변화 ····· 529
(그림 Ⅳ-5.2.1-12) 표층 DIP 농도 계절별 연간변화 ····· 529
(그림 Ⅳ-5.2.1-13) 표층 클로로필-*a* 농도 계절별 연간변화 ····· 530
(그림 Ⅳ-5.2.2-1) 인접한 정점에서의 표층 DIN, DIP, Chl-*a* 관측 값 비교 ····· 531
(그림 Ⅳ-5.2.2-2) 해양환경측정망과 어장환경모니터링 정점 k-평균 군집 분석 ····· 532
(그림 Ⅳ-5.2.2-3) 그래프 비교와 k-평균 군집 분석을 통한 수질환경 분석 정점 선정 ····· 532
(그림 Ⅳ-5.2.3-1) 주성분 분석 결과로 도출된 바지락 생산량과 해양환경인자의 상관관계 ·· 533
(그림 Ⅳ-5.2.3-2) 주성분 분석 결과로 도출된 굴 생산량과 해양환경인자의 상관관계 ····· 534
(그림 Ⅳ-5.2.3-3) 바지락 및 굴 주성분 분석 Biplots ····· 536
(그림 Ⅳ-5.2.4-1) 베이지안 네트워크 구조 ····· 536
(그림 Ⅳ-5.2.4-2) 베이지안 네트워크 결과 ····· 537
(그림 Ⅳ-5.2.4-3) 바지락·굴 생산량과 주요 환경인자의 상관관계 ····· 538
(그림 Ⅳ-6.2-1) 홍수기 실험안별 확산범위(배경농도 제외) ····· 540
(그림 Ⅳ-6.3-1) 권역별 환경인자와 참굴 분포 특성 ····· 543
(그림 Ⅳ-6.4-1) 수온·염분 단일 영향시험 결과 ····· 543
(그림 Ⅳ-6.4-2) 수온-염분 복합 영향시험 결과 ····· 544
(그림 Ⅳ-6.4-3) 기온-대기 노출 시간 복합 영향시험 결과 ····· 545

Ⅴ. 인천 연안어장 소득창출 기본계획(안) 수립 ····· 549

(그림 Ⅴ-1.1-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획 배경 및 목표 ····· 549
(그림 Ⅴ-2.2.2-1) 수산업 패러다임 변화의 주요내용(제1차 수산업·어촌발전기본계획) ····· 557
(그림 Ⅴ-2.2.2-2) 제3차 어촌어항발전기본계획의 기본방향 및 비전·목표 ····· 559
(그림 Ⅴ-2.2.2-3) 해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 기본계획의 비전·목표 및 추진전략 ····· 559
(그림 Ⅴ-2.2.2-4) 어촌지역 활성화 대책의 비전·목표(해양수산부, 2021.09) ····· 560
(그림 Ⅴ-2.2.2-5) 어촌지역 활성화 대책의 주요내용(해양수산부, 2021.09) ····· 561
(그림 Ⅴ-2.2.2-6) 제3차 수산자원관리기본계획 정책목표 및 추진방향 ····· 562
(그림 Ⅴ-2.2.2-7) 제1차 자율관리어업종합계획 정책목표 및 추진방향 ····· 562
(그림 Ⅴ-2.2.2-8) 제3차 해양수산발전기본계획 추진방향 ····· 563

(그림 Ⅴ-2.2.2-9) 제2차 수산업·어촌발전 기본계획의 방향 ····· 565
(그림 Ⅴ-2.2.3-1) 인천광역시 먹거리 종합계획의 비전·목표 및 추진전략 ····· 566
(그림 Ⅴ-2.2.3-2) 생산·가공 및 유통·판매 추진체계 ····· 567
(그림 Ⅴ-2.2.3-3) 인천광역시 먹거리 종합계획 중장기 로드맵 ····· 567
(그림 Ⅴ-2.2.3-4) 인천광역시 먹거리위원회 ····· 568
(그림 Ⅴ-2.2.3-5) 인천이음푸드 인증 단계 ····· 569
(그림 Ⅴ-2.2.3-6) 인천 해양친수도시조성 기본계획의 비전, 목표 및 추진전략 ····· 569
(그림 Ⅴ-2.2.3-7) 인천 해양친수도시 네트워크화 전략 ····· 570
(그림 Ⅴ-2.2.4-1) 해양수산부의 Seafarm 수산양식박람회의 주요 프로그램 ····· 573
(그림 Ⅴ-2.2.4-2) 어촌뉴딜 300사업 추진방안 ····· 574
(그림 Ⅴ-2.2.4-3) 수산물 유통혁신로드맵의 전략 및 중점추진과제 ····· 577
(그림 Ⅴ-2.3.1-1) 경상북도 해양수산 발전계획 실천과제 ····· 582
(그림 Ⅴ-2.3.1-2) 완도전복주식회사의 사업분야 ····· 584
(그림 Ⅴ-2.3.1-3) 완도군의 이달의 해양치유먹거리(예시) ····· 586
(그림 Ⅴ-2.3.1-4) 영덕로하스 수산식품 지원센터와 기업지원활동 ····· 587
(그림 Ⅴ-2.3.1-5) 경상북도의 수산물 전용 안테나 숍(롯데마트 대구 율하점, 서울 중계점) 588
(그림 Ⅴ-2.3.1-6) 울산 해양수산 비전, 목표 및 추진전략 ····· 589
(그림 Ⅴ-2.4.1-1) EU의 스마트빌리지 사업 추진절차 ····· 590
(그림 Ⅴ-2.4.1-2) 프랑스의 텔레카페체 및 스코틀랜드 에익섬의 에너지자립 마을 사례 ····· 591
(그림 Ⅴ-2.4.2-1) Allones 공동체의 바지락바구니 사업(예시) 및 지원체계 ····· 591
(그림 Ⅴ-2.4.5-1) Sea Grant 프로그램 운영체계 ····· 594
(그림 Ⅴ-2.4.6-1) 미국국제개발기구(USAID)의 그린투어리즘 추진전략 ····· 595

Ⅵ. 인천 연안어장 소득창출 정책수립 ····· 611

(그림 Ⅵ-2-1) 대내외 환경분석 결과(SWOT) ····· 617
(그림 Ⅵ-3-1) 인천광역시 어촌마을 소득창출 기본계획 추진방향 ····· 618
(그림 Ⅵ-3.1-1) 과학적 기반의 인천 연안어장 관리체계 구축 개요 ····· 619
(그림 Ⅵ-3.1.1-1) 인천 연안어장 실태조사 및 통합환경 DB활용 방안 ····· 619
(그림 Ⅵ-3.1.2-1) 인천 연안어장 통합정보시스템 구축 개요 ····· 620
(그림 Ⅵ-3.1.3-1) 인천 연안어장 실태조사결과를 활용한 바지락 어장 관리 방안 ····· 621

(그림 Ⅵ-3.2-1) 수산물 유통망 개선 및 고부가가치화 개요 ····· 622
(그림 Ⅵ-3.2.1-1) 안전한 수산물 공급을 위한 권역별 거점 구축(안) ····· 622
(그림 Ⅵ-3.2.1-2) 바지락을 활용한 주요 가공식품 ····· 623
(그림 Ⅵ-3.2.2-1) 수산물 유통망 확대를 위한 권역별 접객거점 구축(안) ····· 623
(그림 Ⅵ-3.3.1-1) 인천형 어촌마을 조성 방향설정 ····· 624
(그림 Ⅵ-3.3.1-2) 인천형 해양치유마을 활성화 방안 ····· 624
(그림 Ⅵ-3.3.1-3) 권역별 해양치유 특화방안 ····· 625
(그림 Ⅵ-3.4.1-1) 어촌마을 융복합 산업 지원 개요 ····· 626
(그림 Ⅵ-4-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획의 비전·목표 및 추진전략 ····· 627
(그림 Ⅵ-4.1-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획의 추진전략간 연계 ····· 628

Ⅶ. 종 합 결 론 ····· 705

(그림 Ⅶ-1-1) 권역별 해수 수질기준 ····· 705
(그림 Ⅶ-1-2) 권역별 오염원 현황 ····· 706
(그림 Ⅶ-2-1) 권역별 환경인자에 따른 참굴 분포 특성 ····· 707
(그림 Ⅶ-2-2) 베이지안 네트워크를 이용한 참굴 생산량에 영향을 미치는 주요 인자(장기 변동) ·· 707
(그림 Ⅶ-2-3) 기온-대기 노출 시간에 따른 참굴 복합 영향시험 결과 ····· 708
(그림 Ⅶ-3-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획 모식도 ····· 711

연구 개요

1. 과업명
2. 연구 배경 및 목표
3. 연구 범위
4. 과업 조직체계 및 수행 방향
5. 과업 추친현황

I. 연구 개요

1. 과업명

○ 인천 연안어장 실태조사 용역

2. 연구 배경 및 목표

○ 해양은 무한한 에너지 및 생물자원을 보유 및 생산하고, 대기의 상호작용을 통해 주요 기후변화 조절을 하는 중요한 역할을 수행하고 있으며, 우리나라는 삼면이 바다인 만큼 과거부터 현재까지 삶의 터전으로 이용되고 있음

○ 특히 연안은 바다와 육지가 인접하며 수심이 얕고, 수산자원이 풍부하여 어업 활동(어획과 양식 등), 관광·레저활동, 해상운송 등을 통한 해양자원 획득과 경제활동 행위가 활발히 이루어지는 곳임

○ 연안어장의 어족자원은 과도한 어획, 해양환경오염 및 무분별한 개발에 빈번하게 노출되어 해양환경변화가 나타났으며, 이러한 여러 가지 원인으로 매년 감소하는 추세를 보이며 점점 악화됨

○ 이와 더불어 이상기후 발생, 수온 및 염분 변화, 박테리아 발생 등으로 인하여 지속적인 수산생물(특히 유용 패류)의 폐사 등의 문제점이 발생하고 있으며 이에 따른 수산자원의 회복 및 보전에 대한 방법이 필요한 실정임

○ 수산생물(특히 유용 패류)의 생산량 저하, 폐사 발생 원인분석 및 현재 연안어장의 상황을 판단하기 위하여 인근 해역의 해양환경 및 오염원에 대한 종합적인 실태조사를 통한 결과를 활용하여 주요 생물의 서식지 환경 파악을 통해 어장 이용의 효율성 재고가 필요함

○ 또한, 연안어장 어족자원의 생산성 회복뿐만 아니라, 수산생물 자원 및 연안어장의 환경을 이용한 부가가치가 높은 제도적 개선 및 새로운 차원의 소득원 확보 전략 수립이 필요함

○ 따라서 인천 연안의 어장환경실태를 파악하여 어장의 주요 해양환경 및 생태계에 대한 기초자료를 확보하고, 이러한 변화에 적응 및 대응할 수 있는 마을어업의 새로운 소득원 창출을 위한 계획 수립 및 정책실시에 필요한 자료가 요구됨

○ 본 연구에서 과학적·종합적인 어장환경 평가를 통하여 어장자원 보호 및 지역경제 활성화에 기여할 수 있는 관리 체계 및 방향 수립이 가능하며, 지속적 이용을 가능한 수산자원 생산성과 회복성 유지를 위한 생태계 기반 관리 전략 수립에 활용 가능함

2.1 연안어장 정의

○ 연안어장을 정의하기 위해서는 연안과 어장을 따로 구분하여 의미를 파악하고 이를 재해석하는 것이 타당함

2.1.1 연안

○ 일반적으로 연안이란 육지와 바다가 접하는 갯벌, 만, 하구역 등 다양한 환경으로 구성된 지역을 의미하지만, 법적으로는 영해를 포함한 지역까지 광범위한 영역을 의미함

○ 「연안관리법」에서 정의한 연안이란 연안해역과 연안육역을 의미함

○ 연안해역은 바닷가와 바다를 포함한 해역이며, 「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률」 제8조제1항제3호에 따른 바닷가는 해안선으로부터 지적공부(地籍公簿)에 등록된 지역까지의 사이를 말하며, 바다는 해안선으로부터 영해(領海)의 외측한계까지의 사이를 의미함

○ 연안육역은 무인도서 및 연안해역의 육지쪽 경계선으로부터 500미터(「항만법」 제2조제1호에 따른 항만, 「어촌·어항법」 제2조제3호가목에 따른 국가어항 또는 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 산업단지의 경우에는 1천미터) 이내의 육지지역(「하천법」 제2조제2호에 따른 하천구역은 제외)을 의미함

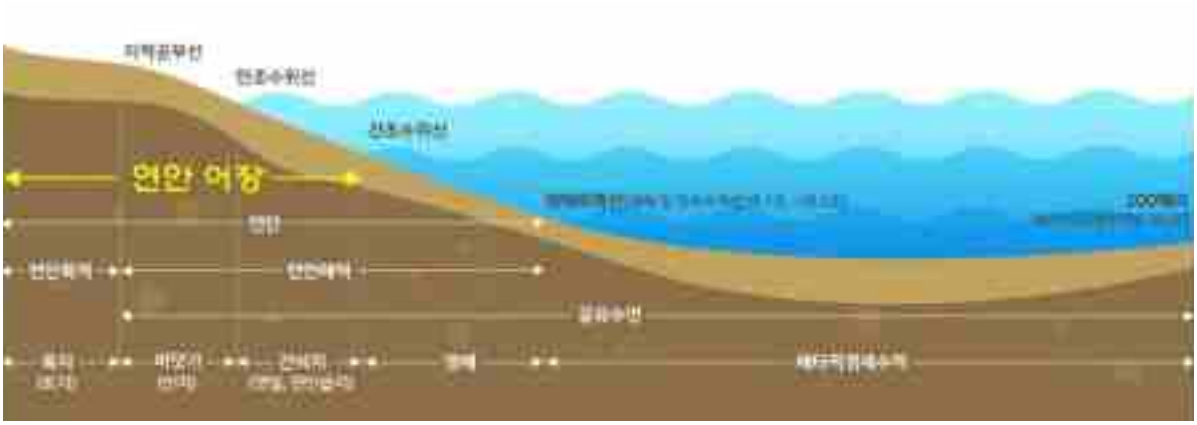
2.1.2 연안어장

○ 「수산업법」에서 정의한 어장이란 면허를 받아 어업을 하는 일정한 수면을 의미함

- 「수산업법」에 의거한 면허어업은 정치망어업과 마을어업이 포함됨
- 「양식산업발전법」에 의거한 면허어업은 해조류양식업, 패류양식업, 어류등양식업, 복합양식업, 협동양식업, 외해양식어업이 포함됨

○ 면허어업이 이뤄지고 있는 해역은 대부분 조간대 갯벌 지역에 위치함

○ 연안어장은 연안육역과 연안해역에서 면허를 받아 어업을 하는 수면이라고 정의할 수 있으며, 본 용역 또한 정의에 부합하는 목적을 설정하고 과업을 수행하고자 함



(그림 Ⅰ-2.1.2-1) 연안의 공간적 범위

2.2 인천광역시 연안어장 현황

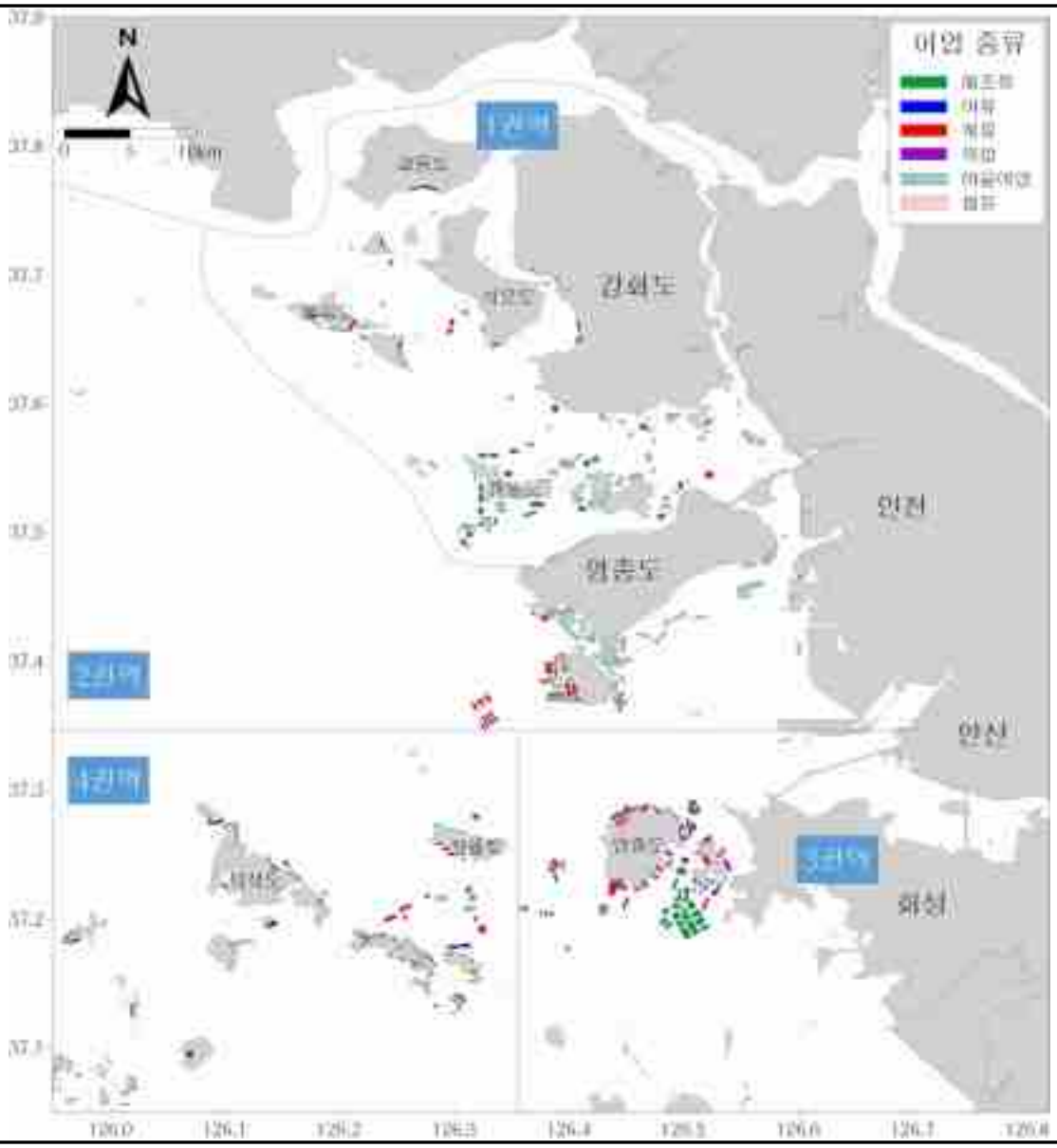
2.2.1 인천광역시 연안어장 형태

○ 인천광역시 연안어장의 주요 어업은 면허어업 형태로 넓은 갯벌에서 참굴, 바지락 등을 채취하는 패류 어업이 대부분을 차지함

- 인천광역시 면허어업 건수 및 면적은 총 348건, 3,445 ha이며, 마을어업이 각각 총 146건(42.0%), 1,691ha(49.1%)로 가장 높음
- 일반면허 건수 및 면적은 총 286건, 2,465 ha이며, 패류 면허어업이 각각 총 110건(38.5%), 999 ha(40.5%)로 가장 높음
- 패류 면허어업 중 참굴과 바지락은 총 54건(49.1%), 370 ha(37.0%)로 높은 비율을 차지함
- 참굴과 바지락 어업은 옹진군에서 가장 많은 어업권과 가장 넓은 면적을 가짐
- 또한, 면허어업 중 가장 높은 건수와 면적을 차지하는 마을어업의 특성상 참굴과 바지락의 면허어업 건수 및 면적은 좀 더 높을 것으로 판단됨

○ 인천광역시 연안어장의 주요 품종인 참굴과 바지락에 대한 어장환경 생태 특성을 파악한 후 생산성 향상을 위한 효율적 환경관리 방안 마련을 통해 수산자원의 회복 및 보전에 대한 방법을 강구할 필요가 있음

○ 본 연구의 대상 범위는 인천 연안어장에서 행해지고 있는 면허어업으로 한정하며, 면허어업 중 주요 수산생물인 참굴과 바지락을 본 연구 대상 품종으로 선정함



(그림 Ⅰ-2.2.1-1) 인천광역시 면허어업 현황도



(그림 Ⅰ-2.2.1-2) 인천광역시 면허어업 건수 및 면적 상대적 비율

<표 Ⅰ-2.2.1-1> 인천광역시 행정권역 별 면허어업 건수 및 면적

구 분			중구		강화		옹진		합계	
			건수 (건)	면적 (ha)	건수 (건)	면적 (ha)	건수 (건)	면적 (ha)	건수 (건)	면적 (ha)
일반면허	해조류		3	68	-	-	10	98	13	166
	패류	굴	5	76	-	-	21	93	26	169
		바지락	-	-	-	-	28	201	28	201
		피조개	5	94	-	-	6	90	11	184
		가무락	4	54	3	50	1	10	8	114
		백합	-	-	2	30	4	23	6	53
		전복	-	-	-	-	22	109	22	109
		기타	2	40	-	-	7	129	9	169
		소계	16	264	5	80	89	655	110	999
	어류 등		-	-	28	91	25	210	53	301
복합양식어업			2	30	-	-	21	233	23	263
협동양식어업			-	-	-	-	3	25	3	25
마을어업			7	115	9	96	130	1,480	146	1,691
합계			28	477	42	267	278	2,701	348	3,445

※ 인천광역시 홈페이지 참조(https://www.incheon.go.kr/ocean/OC020104)

2.2.2 인천광역시 패류 생산량 현황

가. 분석 자료

○ 인천광역시 패류 생산량 현황을 파악하기 위하여, 통계청 어업생산동향조사 중 어업별 품종별 어법별 통계 자료를 취득함(국가통계포털, https://kosis.kr)

- 2008~2021년 계통판매자료
- 일반해면과 천해양식에서의 활어 생산량

○ 국가통계포털에서 의미하는 패류란 연체동물문에 속하는 동물 중 패각(貝殼)이 있는 종류의 총칭으로 복족류와 이매패류를 모두 포함하는 광범위한 의미로 쓰이고 있으며, 인천광역시에서 계통 판매된 패류는 크게 **복족류, 이매패류, 기타패류**로 구분됨

- 복족류는 골뱅이, 소라고둥, 소라, 고둥류, 전복류, 우렁이류를 포함함
- 이매패류는 굴류, 가리비류, 가무락, 개량조개류, 동죽, 맛류, 바지락, 백합류, 키조개, 피조개, 홍합류, 개조개를 포함함

나. 생산량 분석

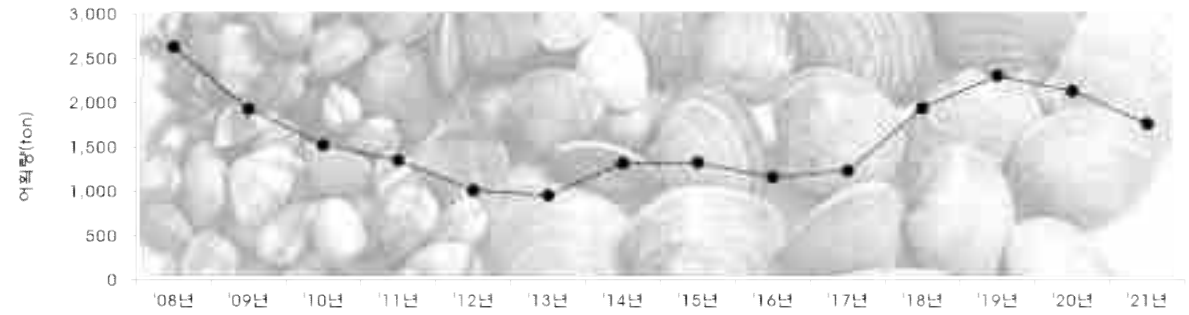
1) 패류 생산량

○ 2008년부터 2021년까지 인천광역시에서 계통 판매된 패류 생산량은 953~2,629ton의 범위로 2008년에 최대생산량, 2013년에 최소생산량을 나타냄

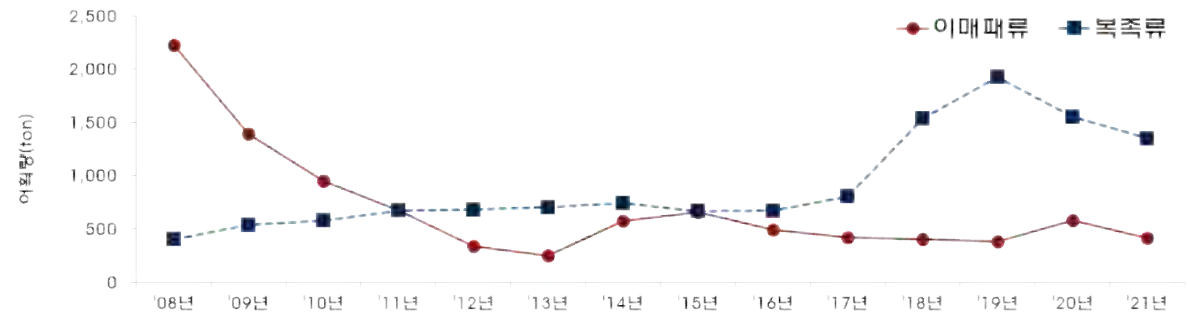
- 패류 생산량 22,582ton 중 복족류는 12,823ton으로 패류 전체 생산량의 56.8%, 이매패류는 9,754ton으로 43.2%, 기타패류는 1.0% 미만으로 분석됨
- 패류 생산량은 2008년부터 2013년까지 감소하고, 2018년부터 증가하지만, 2020년부터 다시 감소하는 경향을 보임
- 2008년부터 2013년까지 패류 감소는 이매패류 생산량과 연관이 있고, 2018년 패류 증감폭은 복족류 생산량과 연관이 있는 것으로 분석됨

○ 본 과업에서 중점적으로 파악하고자 하는 이매패류를 살펴보면, 2008년부터 2021년까지 인천광역시에서 계통 판매된 이매패류 생산량은 248~2,227ton의 범위로 2008년에 최대생산량, 2013년에 최소생산량을 나타내며, 패류 전체 생산량과 유사한 경향성을 나타냄

- 이매패류 생산량은 2013년까지 급격히 감소한 후, 2021년까지 감소되기 전 수준의 생산량으로 회복되지 않음



(a) 패류



(b) 이매패류와 복족류

(그림 Ⅰ-2.2.2-1) 인천광역시 패류 생산량(a : 패류, b : 이매패류와 복족류)

<표 Ⅰ-2.2.2-1> 인천광역시 패류 생산량(ton)

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계	비율 (%)
패 류	2,629	1,927	1,527	1,349	1,016	953	1,317	1,325	1,161	1,230	1,943	2,308	2,133	1,762	22,582	100.0
이매패류	2,227	1,389	949	676	337	249	574	657	492	423	406	382	581	412	9,754	43.2
복족류	402	538	578	673	680	704	743	668	669	804	1,536	1,926	1,553	1,349	12,823	56.8
기타패류	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	3	<0.1

2) 이매패류 생산량

○ 2008년부터 2021년까지 인천광역시에서 계통 판매된 이매패류 생산량은 249~2,227ton의 범위로 2008년에 최대생산량, 2013년에 최소생산량을 나타냄

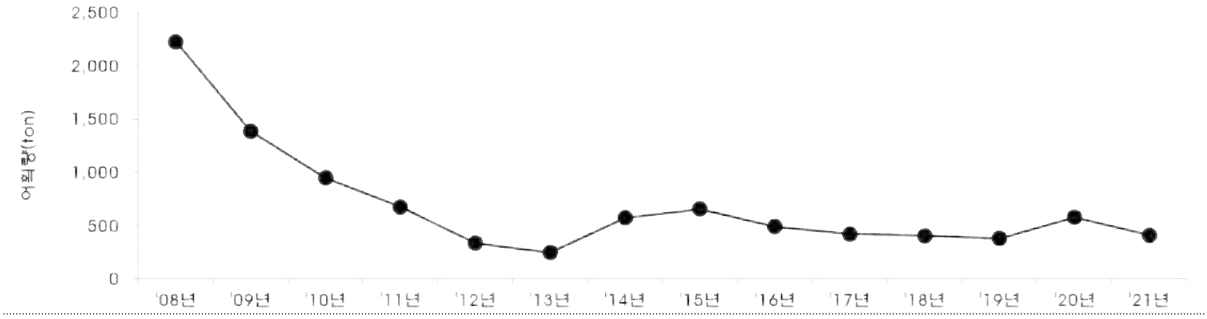
○ 주요 수산자원인 바지락과 굴류 생산량은 2013년까지 급격히 감소한 후, 2021년까지 감소되기 전 수준의 생산량으로 회복되지 않음

○ 2008년부터 2021년까지 인천광역시에서 계통 판매된 이매패류 중 바지락은 66.6%의 점유율을 차지하며 가장 높은 생산량을 보이고, 다음으로 굴류(23.9%), 동죽(4.2%), 백합류(3.5%), 가무락(1.4%) 순으로 나타남

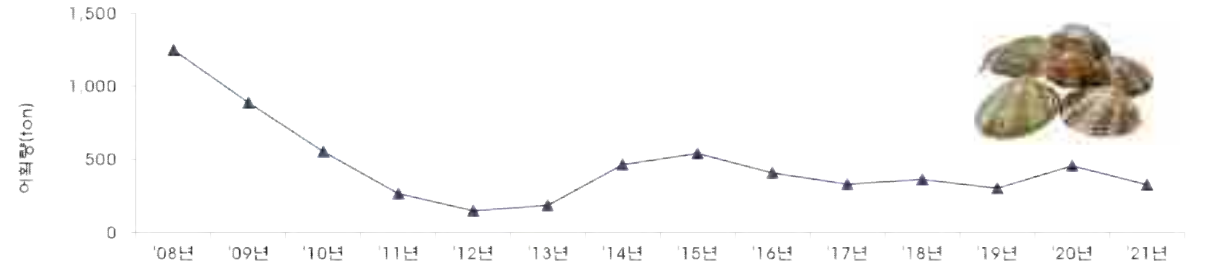
- 가장 높은 점유율을 차지한 바지락 생산량은 150~1,250ton의 범위로 2008년에 최대생산량, 2012년에 최소생산량을 나타내고 이후 300~500ton 범위의 생산량을 나타냄
- 다음으로 굴류 생산량은 41~458ton의 범위로 2009년에 최대생산량, 2018년에 최소생산량을 나타내어 급격히 감소된 2013년 생산량이 2021년까지 유지됨

<표 Ⅰ-2.2.2-2> 인천광역시 이매패류 생산량(ton)

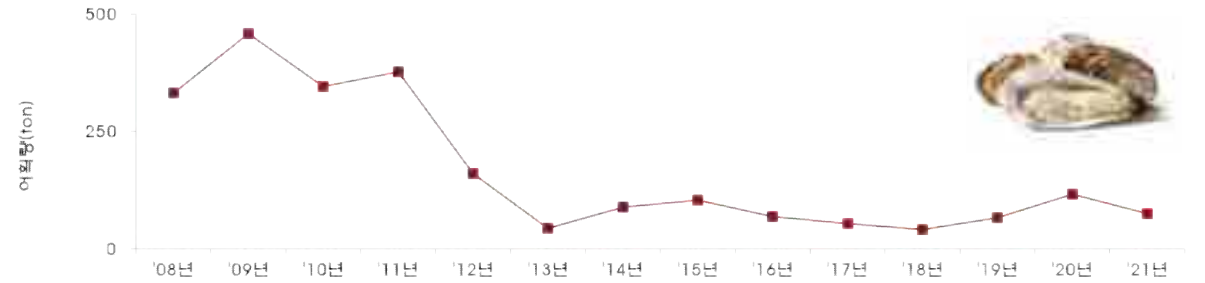
구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계	비율 (%)
이매패류	2,227	1,389	949	676	337	249	574	657	492	423	406	382	581	412	9,754	100.0
바지락	1,250	890	552	267	150	188	466	541	407	332	364	305	459	326	6,496	66.6
굴류	332	458	346	377	160	43	89	103	69	54	41	66	116	75	2,331	23.9
동죽	301	24	16	-	5	7	7	5	5	29	-	3	<1	6	406	4.2
백합류	332	-	1	-	-	-	1	<1	2	2	-	4	<1	-	342	3.5
가무락	10	12	34	31	22	9	11	6	3	<1	-	1	<1	1	140	1.4
기타	2	5	-	1	-	1	1	1	7	6	1	3	5	4	38	0.4



(a) 이매패류



(b) 바지락



(c) 굴류

(그림 Ⅰ-2.2.2-2) 인천광역시 이매패류 생산량(a : 이매패류, b : 바지락, c : 굴류)

다. 이매패류 폐사 유사 사례

○ 서해안 일대 패류 폐사에 관한 보도 자료를 살펴본 결과, 2004년부터 2020년까지 패류 품종 중 굴과 바지락에 집중됨

- 폐사는 인천, 안산, 태안, 보령, 고창 등에 위치한 패류 양식 어장을 중심으로 발생되었으며, 폐사 주요 원인으로 담수 유입에 따른 염분 변화, 이상 수온, 폭염, 질병 감염 또는 높은 개체밀식 등으로 보도됨

○ 인천광역시 연안어장의 패류 보도 자료 또한 2004년부터 2019년까지 패류 양식어업 중 가장 높은 생산량을 가진 굴과 바지락에 집중됨

- 굴은 자월도 지역에서 폐사가 발생했으며, 인천 지역 굴 생산량이 절반 수준으로 급감했다고 보고됨

- 바지락은 일교차, 기생성 질병 및 중국산 종패 영향으로 서해안 일대의 집단 폐사가 보고됨.



(그림 Ⅰ-2.2.2-3) 서해안에서 발생한 패류 폐사 사례 현황



(그림 Ⅰ-2.2.2-4) 인천광역시 패류 보도자료 현황

라. 목표 종 선정

○ 본 과업은 수산생물(특히 유용 패류) 폐사와 같은 문제점 발생과 이에 따른 수산자원의 회복 및 보전을 위한 현황 파악을 연구 배경으로 함

○ 인천 연안해역에서 면허어업 중 마을어업과 패류 면허어업의 건수 및 면적이 높고, 패류 면허어업의 주요 품종은 굴과 바지락을 높은 비율을 차지하기에 굴과 바지락을 목표 종으로 선정하고, 권역 별 주요 굴, 바지락 면허어장에 대한 현황 파악을 하는 것으로 선정함

2.3 연안어장 관리 필요성

○ 연안어장의 장기적인 이용, 소득증대에 따른 다양한 연안 활동 증가로 환경악화 지속됨

- 국내 바지락 1호 어장(영흥면 내리)을 보유하고 있을 만큼 인천 연안은 오랜기간 다양한 갯벌 어장으로 이용됨
- 인천 연안은 수도권에 인접하여 어장으로써 활용가치가 높을 뿐만 아니라 관광, 레저 및 산업 공간으로 중요한 역할을 차지함
- 특히 인천 연안어장은 국내 유일 어장관리해역으로 지정(해양수산부, 2007; 해양수산부, 2011)되어 관리 중임

참조1) 어장관리해역

○ 어장관리법(2001)에 의거 어장환경조사결과, 어장환경기준에 부합되지 않거나 양식생물의 병해 발생이 잦고 생산성이 저하된 어장에 대해서는 어장관리해역으로 지정할 수 있도록 규정함

○ 본 사업의 대상지인 장봉도, 자월도, 영흥도를 포함하여 서해 5도에 속하는 백령도 주변해역은 2007, 2011년 국내 유일의 어장관리해역으로 지정고시됨

구 분	어장관리해역 지정고시 세부내용	비고
2007	• (장봉도) 총 435ha. 김 양식장으로부터 오염원 차단 및 양식 종료 후 시설물 철거 • (자월도) 총 12.1ha. 매년 발생하는 바지락 폐사개선 • (영흥도) 총621.3ha. 바지락 폐사 및 육상오염원 유입개선	어장관리해역 지정고시(2007)
2011	• (북도) 총89ha. 육상오염원 및 퇴적물 증가 개선	어장관리해역 지정고시(2011)

○ 인천 연안어장의 효율적 관리를 위한 기존 정보 통합 및 실태조사 필요성 증가

- 어장환경조사, 국가해양생태계 종합조사 등 해양생태계 조사뿐만 아니라 정부 및 지자체에서 다양한 해양환경 측정망이 운영 중임
- 다양한 해양환경 정보가 생산되고 있으나 정보에 대한 통합해석 및 정책서비스 관점의 활용체계는 미흡한 실정임
- 연안어장의 주요 수입원인 바지락 및 굴 폐사 및 생산량 감소원인 규명을 위한 실태조사는 부족한 실정임

- 건강하고 지속가능한 양식생산물 확보라는 정부의 정책목표 달성, 먹거리 안전성 확보에 대한 대국민 요구에 부합하는 통합적인 연안어장 관리방안 수립 요구 확대

○ 지속적인 어가인구 감소 및 고령화에 따른 연안어촌마을에 대한 지속가능성 확보 필요

- 우리나라 어가인구는 지난 30년간(1990~2019) 약 49만명에서 11만명으로 감소(어가인구 감소율 78%) 중이며 어가수는 약 12만 가구에서 5만가구로 58% 감소함
- 인구감소의 가장 큰 원인은 소득감소, 정주여건 등이며 이러한 문제를 해결하기 위해 어촌뉴딜 등 어촌소멸에 대응하기 위한 다양한 정책이 추진 중임
- 어촌마을의 공동화를 방지하고 지속가능성을 확보하기 위해 국가 차원의 정책과 함께 지역의 특성을 고려한 지자체 수준의 소득창출 방안 필요

○ 변화된 정책환경에 대응하기 위한 효율적 인천 연안어장 관리 체계마련 필요

- 갯벌법(2020), 양식산업발전법(2020), 수산종자산업법(2020) 등 갯벌 및 수산업 관련 법령의 개정 및 신규법령 제정 등 정책변화에 대응방안 마련 필요
- 특히 갯벌법은 갯벌관리의 과학적 기반강화, 실효적 갯벌관리 수단 확대 등을 목표로 하고 있는 만큼 인천 연안의 효율적 관리를 위해 관련 정책의 적극적인 활용이 요구됨

2.4 연구 목표

○ 인천 연안어장에 대한 환경적 및 생물학적 측면에서 과학적인 조사를 실시하여 각 권역별 어장 실태를 파악하고, 향후 다양한 자원환경 변화에 대한 예측과 대응에 필요한 자료 확보

- 주요 수산생물(굴, 바지락)의 서식지 환경 및 생산량 변화 요인 파악
- 수산물 생산량에 영향을 미치는 주요 영향인자 파악

○ 인천 연안어장의 주요 소득원 수산생물에 대한 어장환경조사를 실시하여 적정하고 지속적인 수산생물의 생산성 유지 및 관리를 위한 자료 도출

○ 인천 연안어장 실태조사를 종합적으로 고려하여 지역별로 새로운 소득원 개발을 통한 어업인 소득증대 등 새로운 정책 수립

연 구 목 표		목표 달성을 위한 내용
인천 연안어장 해양환경정보 현황	→	• 권역별 해양환경정보 구축 및 현장조사 - 해양생태계종합조사, 해양환경측정망 어장환경모니터링, 인천해양환경수질측정망 분석 - 해양수질, 해양퇴적물 및 해양동·식물상 현장조사 - 오염원 현황 조사 • 권역별 해양환경 특성 파악
인천 연안어장 주요 수산생물(참굴, 바지락) 어장 현황	→	• 권역별 바지락 어장 현장 조사 - 퇴적환경, 대형저서동물 조사 - 바지락 분포 특성 - 어장환경평가 • 권역별 참굴 어장 현장 조사 - 부착생물 - 참굴 분포 특성
주요 수산생물 (참굴, 바지락) 폐사원인 규명	→	• 오염원 생태독성 시험 - 육상·해상 오염원에 대한 표준 시험종을 이용한 생태독성 시험 - 참굴, 바지락 체내 중금속 분석 • 오염물질 확산실험 - 한강 및 오염물질 방류에 따른 확산범위 제시 • 참굴을 이용한 현장실험 - 권역 별 참굴 어장에 인공 서식환경을 조성 후 입식 후 가입 및 공간경쟁 등 파악 - 수온계를 설치하여 연속적으로 수온 및 대기온도 자료 확보(참굴 실내시험 선정을 위한 기초자료 제공) • 참굴을 이용한 실내시험 - 단일 및 복합시험을 통한 수온·염분 최적 조건 도출 - 노출시간 및 노출에 따른 기온을 반영한 복합시험 진행 • 참굴·바지락 생산량에 영향을 미치는 해양환경 요인 분석 - 해양환경 자료(장기자료)와 수산생물 간 상관분석 및 주성분분석을 통한 주요 환경인자 선정 - 유전 알고리즘을 활용한 생산성 저하에 영향을 미치는 주요 환경요인 도출
인천 연안어장 소득창출 기본계획(안) 수립	→	• 새로운 소득원 창출 계획 수립 - 권역 별 어장 특성에 맞는 소득원 창출 기본계획 수립 - 수산생물 폐사 원인에 대응하기 위한 대체 소득원 개발 계획 수립

(그림 Ⅰ-2.4-1) 연구목표 모식도

3. 연구 범위

3.1 시간적 범위

3.1.1 과업 기간

○ 전체: 2020년 4월 1일~2022년 3월 31일

- 1차년도: 2020년 4월 1일~2021년 3월 31일
- 2차년도: 2021년 4월 1일~2022년 3월 31일

3.1.2 조사 시기

○ 해양수질, 해양퇴적물 및 해양동·식물상 현장조사

- 분기 조사: 총 7회(1차년도: 3회, 2차년도: 4회)

○ 참굴·바지락 어장 환경조사

- 분기 조사: 총 7회(1차년도: 3회, 2차년도: 4회)

○ 참굴 어장 현장실험

- 2개월 간격 조사: 총 11회(1차년도: 5회, 2차년도: 6회)

○ 육상오염원 현장조사

- 총 2회(1차년도: 우기 전·후 각 1회 조사)

○ 해상오염원 현장조사

- 총 2회(1차년도: 우기 전·후 각 1회 조사)

3.2 공간적 범위

○ 인천광역시 전역(서해5도 제외)

3.3 내용적 범위

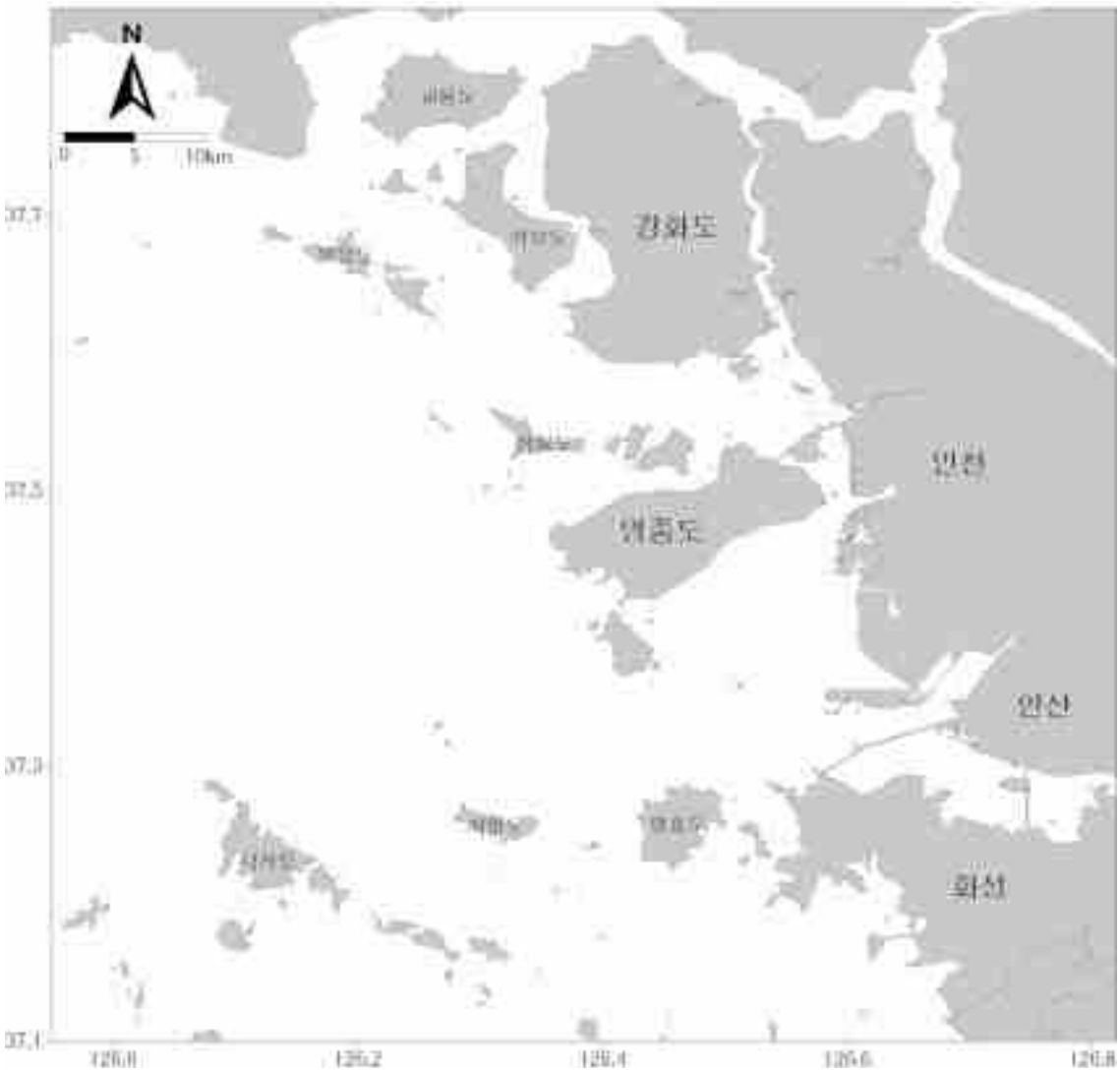
○ 세부권역 별 해역에 대한 현황 및 해양환경 정보 구축

○ 오염원 현황

○ 오염원에 대한 생태독성시험

○ 오염물질 확산실험

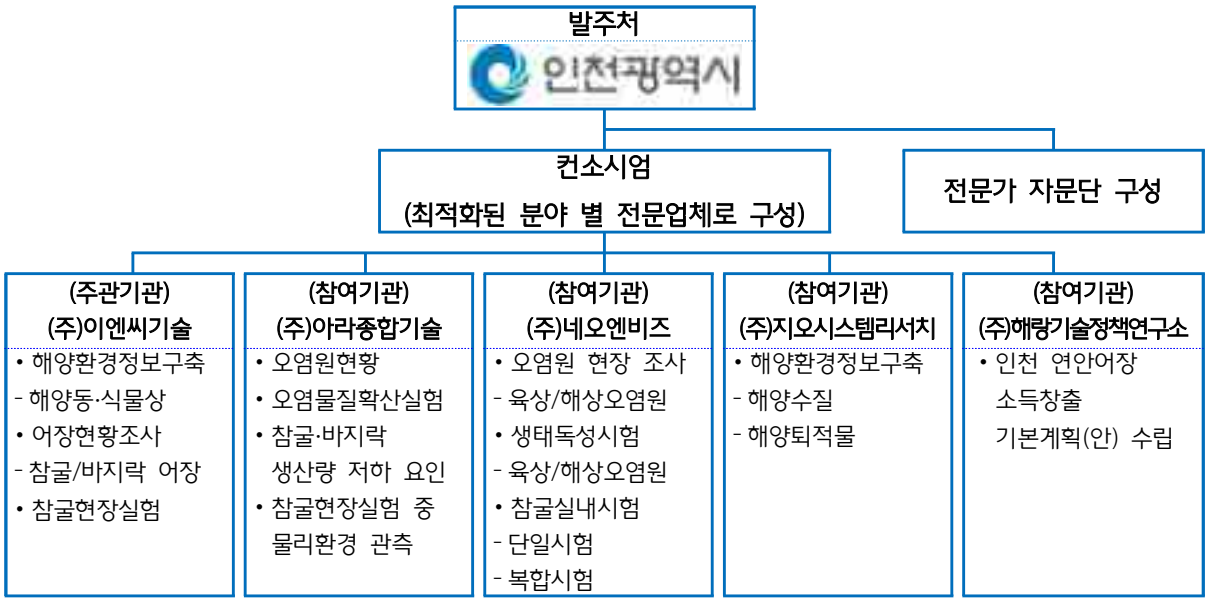
- ○ 수산생물(특히 유용 패류) 생산량에 미치는 환경요인 파악
- ○ 어장환경 개선 전략 및 정책 방향 제시
- ○ 새로운 소득원 개발을 위한 정책 제안



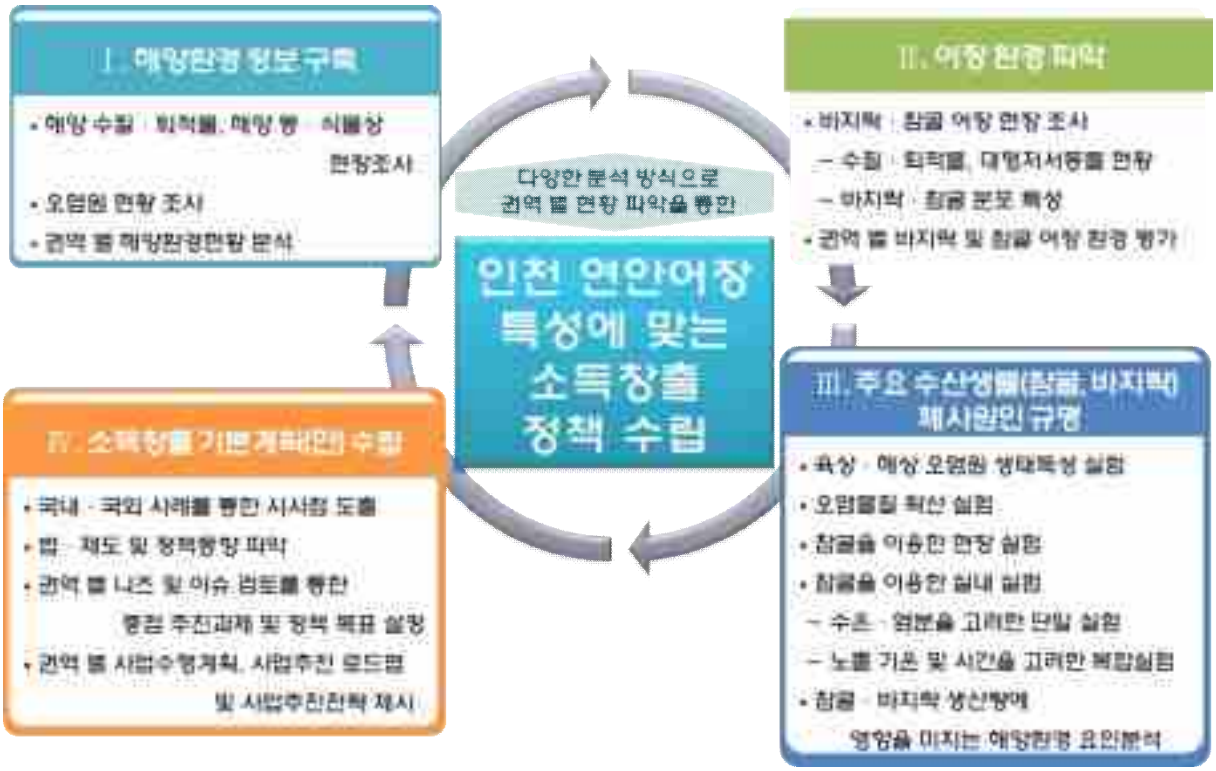
(그림 Ⅰ-3.2-1) 조사 범위도(서해5도 제외)

4. 과업 조직체계 및 수행 방향

4.1 과업 조직체계



4.2 과업 수행방향



5. 과업 추진현황

5.1 1차년도 추진현황

○ 2020.03.26. : 인천 연안어장 실태조사 용역 계약(1차년도)

○ 2020.04.01. : 인천 연안어장 실태조사 용역 착수(1차년도)

○ 2020.04.07.~04.17. : 사전현장조사(권역 별 어촌계장 면담 및 현장상황 파악)

○ 2020.05.06.~06.12. : 1차 현장조사

(해양환경, 해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경, 오염원 조사)

○ 2020.05.22. : 착수보고회 연기

○ 2020.07.02. : 1차년도 착수보고회 및 유관기관 회의 개최

- 장소 : 인천광역시 수산자원연구소 2층 회의실
- 참석자 : 13명(발주처, 유관기관 및 용역사 포함)

○ 2020.07.28. : 1차년도 착수보고회 및 유관기관 회의 조치계획 제출

○ 2020.09.16.~09.23 : 2차 현장조사

(해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경, 육상/해상오염원 조사)

○ 2020.12.01. : 1차년도 중간보고회 및 유관기관 회의 개최

- 장소 : 인천광역시 수산자원연구소 2층 회의실
- 참석자 : 22명(발주처, 유관기관, 자문위원 및 용역사 포함)

○ 2020.12.07. : 1차년도 중간보고회 및 유관기관 회의 조치계획 제출

○ 2020.12.14.~12.18. : 3차 현장조사

(해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경조사)

○ 2021.03.25. : 1차년도 최종보고회 및 유관기관 회의 개최

- 장소 : 송도스마트밸리지식산업센터 D동 1층 대회의실
- 참석자 : 15명(발주처, 유관기관, 자문위원 및 용역사 포함)

○ 2021.03.28. : 1차년도 최종보고회 및 유관기관 회의 조치계획 제출

○ 2021.03.29. : 인천 연안어장 실태조사 용역 준공(1차년도)

5.2 2차년도 추진현황

○ 2021.03.31. : 인천 연안어장 실태조사 용역 계약(2차년도)

○ 2021.04.01. : 인천 연안어장 실태조사 용역 착수(2차년도)

○ 2021.04.14. : 2차년도 착수보고회 및 유관기관 회의 개최

- 장소 : 송도스마트밸리지식산업센터 D동 1층 대회의실
- 참석자 : 14명(발주처, 유관기관, 자문위원 및 용역사 포함)

○ 2021.04.19. : 2차년도 착수보고회 및 유관기관 회의 조치계획 제출

○ 2021.04.26.~04.30. : 1차 현장조사
(해양환경, 해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경)

○ 2021.07.23.~07.28 : 2차 현장조사
(해양환경, 해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경)

○ 2021.09.28. : 2차년도 중간보고회 및 유관기관 회의 개최

- 장소 : 송도스마트밸리지식산업센터 D동 1층 대회의실
- 참석자 : 14명(발주처, 유관기관, 자문위원 및 용역사 포함)

○ 2020.10.05. : 2차년도 중간보고회 및 유관기관 회의 조치계획 제출

○ 2021.10.05.~10.22. : 3차 현장조사
(해양환경, 해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경)

○ 2022.01.03.~01.07. : 4차 현장조사
(해양환경, 해양생태계, 바지락 및 참굴 어장환경)

○ 2021.03.03. : 최종보고회 및 유관기관 회의 개최

- 장소 : 항공우주산학융합원 2층 대회의실
- 참석자 : 15명(발주처, 유관기관, 자문위원 및 용역사 포함)

○ 2021.03.08. : 최종보고회 및 유관기관 회의 조치계획 제출

○ 2021.03.31. : 인천 연안어장 실태조사 용역 준공

II

인천 연안어장 해양환경정보 현황

1. 해양환경정보 구축
2. 조하대 해양환경정보 현황
3. 오염원 현황
4. 요약

Ⅱ. 인천 연안어장 해양환경정보 현황

1. 해양환경정보 구축

1.1 개요

○ 인천 연안어장의 실태 파악을 위해서는 해양환경 및 해양동·식물상 현황 등의 다양한 자료 확보가 필수적임

○ 공공기관에서 수행하였거나 수행 중인 해양환경 관측 자료를 수집하고, 현장 관측을 통해 인천 연안어장 및 인근 해역에 대한 해양환경 정보를 종합적으로 파악함

○ 공공기관 관측 자료는 공공기관 별 해양환경 정보의 통합·표준화 작업을 통해 인천 연안어장 해양환경 정보를 보다 포괄적이고 객관적으로 확보했으며, 정기적인 현장조사를 통해 권역별 해양환경 및 생물학적 특성을 파악함

○ 이러한 과정을 통해 인천 연안어장에 대한 과학적인 해양환경정보를 구축하였으며, 어장환경의 정확한 진단과 평가에 필요한 기초자료로 활용함

1.2 권역 구분

1.2.1 기준 설정

○ 본 연구를 수행하기 위하여 다음과 같은 4개의 기준(담수 영향, 육역 인접도, 개발 압력, 폐사 발생)을 설정한 후 조사 해역을 구분

- 담수 영향: 인천발전연구원(2015)에서 제시한 한강하구역 관리범위(안) 및 자체 수행한 염분 범위를 고려
- 육역 인접도: 권역 별 육역과의 이격거리 고려
- 오염원 영향: 하수처리 사업소 설치 개소
- 개발 압력: 해양에서 이뤄진 공사 및 육상 오염원 유입 유·무로 구분
- 폐사 발생: 강 등(2017)에서 제시한 폐사 지역과 최근 보도자료 참고

○ 4개 권역으로 구분한 해역의 특징을 요약하면 다음과 같음

- Ⅰ권역: 담수영향이 큰 해역(염분 30psu 미만 해역)
  최근 참굴 폐사가 발생한 지역 포함(아차도)
- Ⅱ권역, Ⅲ권역: 담수영향이 큰 해역(염분 30psu 미만 해역)

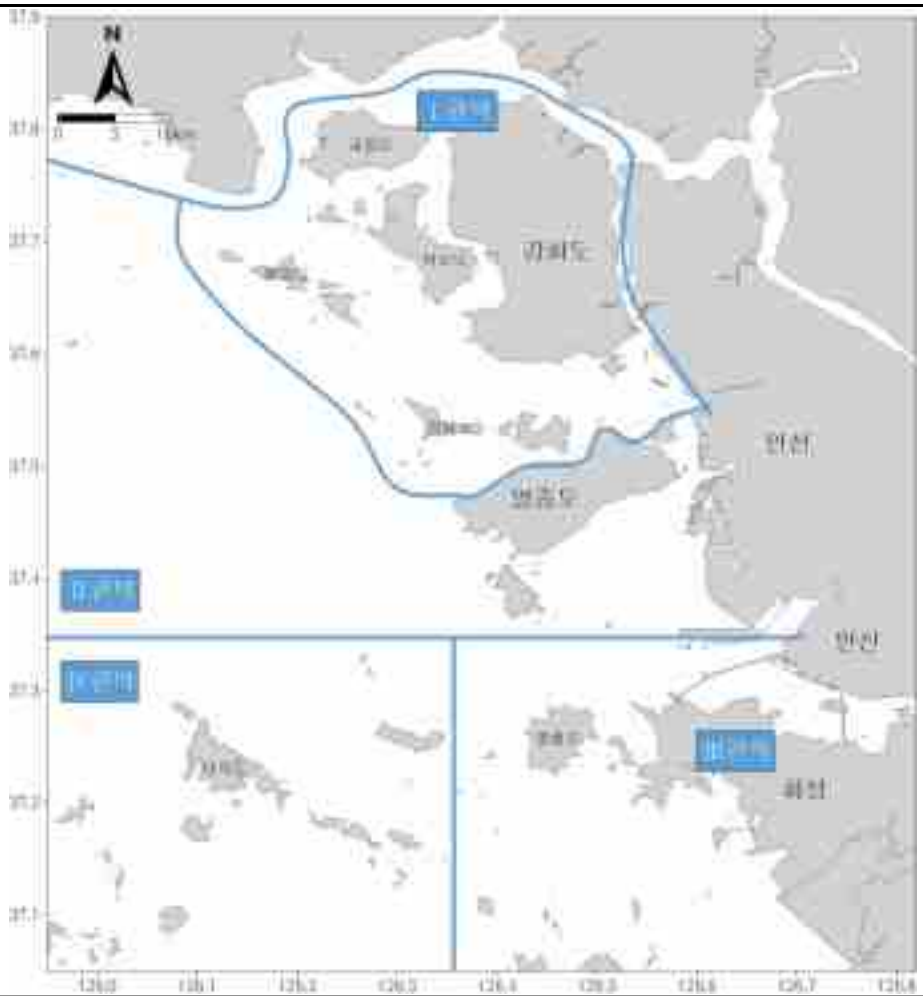
육역과 인접, 인위적인 개발 압력이 상대적으로 높은 해역

- Ⅳ권역: 담수영향이 작은 해역
  육역과 이격, 인위적인 개발 압력이 상대적으로 낮은 해역
  최근 참굴 폐사가 발생한 지역이 포함(자월도)

<표 Ⅱ-1.2.1-1> 설정기준을 기반으로 한 권역 별 특징

기 준	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
담수영향	●	●	●	▲
육역 인접도	▲	●	●	X
오염원 영향 (하수처리 사업소)	●	▲	▲	X
개발 압력	▲	●	●	▲
폐사 발생	●(아차도)	▲	▲	●(자월도)
주요 도서지역	• 강화도, 아차도, 장봉도 등	• 영종도, 무의도 등	• 영흥도, 선재도 등	• 덕적도, 자월도 등

※ ● : 상대적으로 영향이 큼, ▲ : 상대적으로 영향이 보통, X : 상대적으로 영향이 미미



(그림 Ⅱ-1.2.1-1) 인천 연안어장 권역도

1.2.2 사전 현장조사

○ 권역 별 공공기관에서 수행하고 있는 결과를 토대로 본 과업을 위하여 보완 조사가 필요하거나 중점적인 조사가 필요한 조하대 해역을 중심으로 조사 계획을 수립함

○ 조하대 해역은 최근 폐사가 발생한 Ⅰ권역(강화도 해역 포함)과 Ⅳ권역(자월도 및 덕적도 해역 포함)을 중심으로 조사하는 것으로 계획함

1.3 정보구축 현황

○ 권역 별 해양조사를 수행하기 전 각 권역에 위치하고 있는 공공기관에서 수행하였거나 수행중인 해양환경 조사에 대하여 파악함

- 관측 기관: 해양환경공단, 국립수산과학원, 인천광역시 보건환경연구원
- 관측 항목: 수질환경, 퇴적환경, 부유 및 저서생태계
- 관측 기간: 2010~2021년(기관별 상이)
- 관측 정점: 총 93개 정점

○ 권역 별 공공기관에서 수행하고 있는 해양환경 조사를 바탕으로 본 연구 수행이 필요하고, 보완 또는 중점 조사가 필요한 지역을 선정하여 현장조사를 수행함

- 현장조사 항목: 수질환경, 퇴적환경, 부유 및 저서생태계
- 현장조사 기간: 1차년도 - 2020년 6월~2021년 3월
  2차년도 – 2021년 4월~2022년 3월
- 현장조사 정점: 1차년도 - 총 10개 정점
  2차년도 - 총 10개 정점

○ 해양환경정보는 1차년도에 현장조사 10개 정점, 공공기관 93개 정점으로 총 103개 정점, 2차년도에 현장조사 10개 정점, 공공기관 93개 정점으로 총 103개 정점에서 시·공간별로 구축함

○ 모든 조사 및 분석은 국가해양생태계 종합조사 조사지침서(해양수산부, 2019) 및 해양환경공정시험기준(해양수산부, 2020)에 의거 수행함

<표 Ⅱ-1.3-1> 해양환경 현장조사 시기

<1차년도>

구 분	2020년									2021년		
	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
해양수질	사전 현장 조사		08 ~ 12일			16 ~ 23일			14 ~ 18일			
해양퇴적물												
해양생태계												

<2차년도>

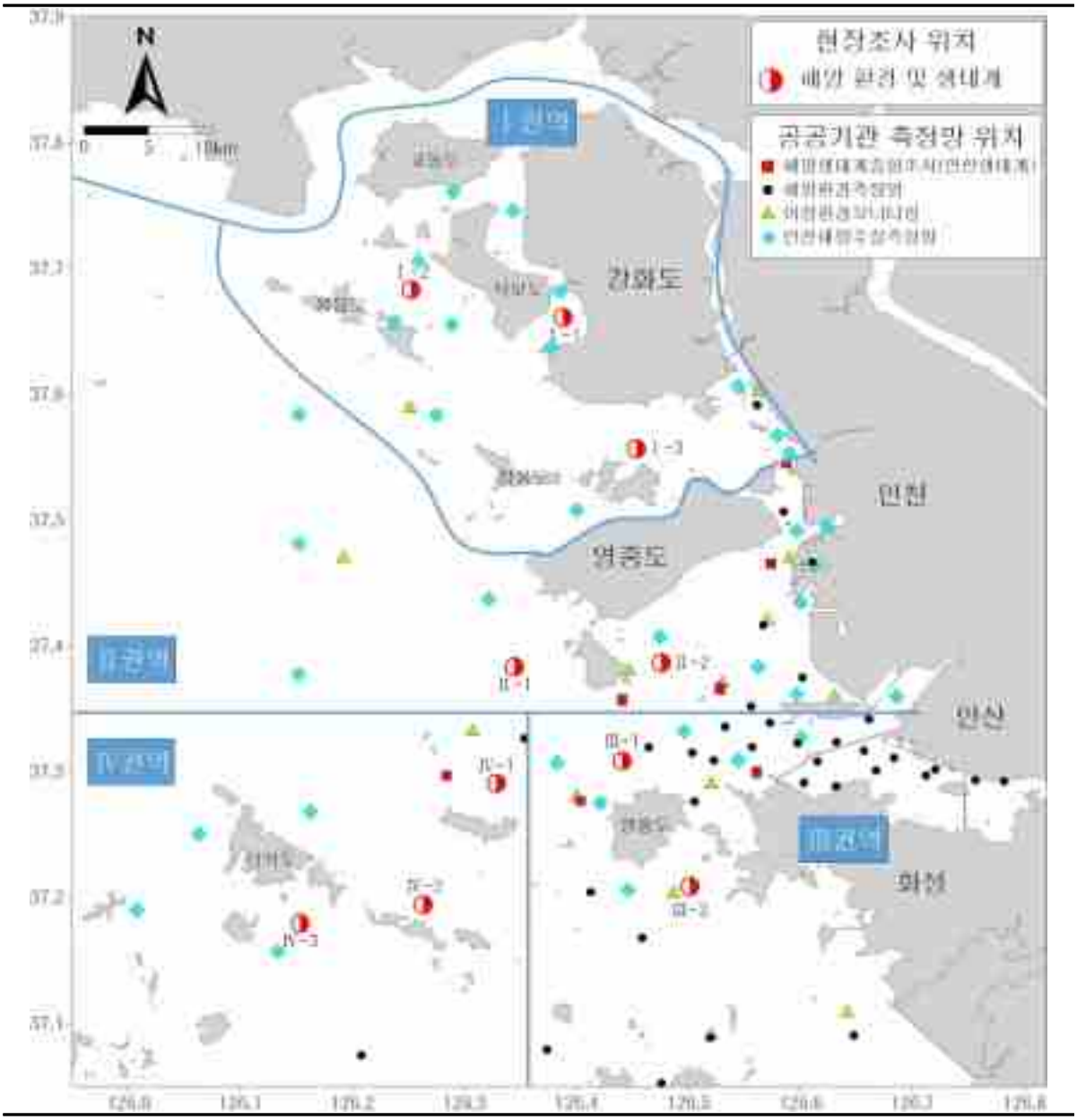
구 분	2021년									2022년		
	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
해양수질	26 ~ 30일			23 ~ 28일			05 ~ 22일			03 ~ 07일		
해양퇴적물												
해양생태계												

<표 Ⅱ-1.3-2> 공공기관 및 현장조사 수행 해양환경 조사 내용

구 분	주 요 측 정 항 목	조사 기관
해양환경측정망	• 수질환경 - 수온, 염분, pH, DO, 투명도, SPM, COD, 엽록소-*a*, DIN, DIP, T-N, T-P	• 해양환경공단
어장환경 모니터링	• 수질환경 - 수온, 염분, pH, DO, 투명도, SPM, COD, 엽록소-*a*, DIN, DIP, T-N, T-P	• 국립수산과학원
인천해양 수질측정망	• 수질환경 - 수온, 염분, pH, DO, 투명도, SPM, COD, TOC, 엽록소-*a*, DIN, DIP	• 인천광역시 보건환경연구원
해양생태계 종합조사 (연안생태계)	• 수질환경 - 수온, 염분, pH, DO, 투명도, SPM, COD, TOC, 엽록소-*a*, DIN, DIP • 퇴적환경 - 입도, 강열감량, COD, 유기탄소, AVS • 부유생태계 - 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 어란/자치어 • 저서생태계 - 대형저서동물	• 해양환경공단

<표 Ⅱ-1.3-3> 공공기관 수행 해양환경 조사 내용

분 야	구 분		기 간	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	합계
해양 수질	현장조사		1차년도	3	2	2	3	10
			2차년도	3	2	2	3	10
	공공기관	해양환경측정망	2010~2021	1	23	12	3	39
		어장환경모니터링	2012~2020	2	8	2	1	13
		인천해양수질측정망	2010~2020	12	12	6	4	34
해양 퇴적물	현장조사		1차년도	3	2	2	3	10
			2차년도	3	2	2	3	10
	공공기관	해양생태계 종합조사 (연안생태계)	2015~2019	1	3	2	1	7
해양 생태계	현장조사		1차년도	3	2	2	3	10
			2차년도	3	2	2	3	10
	공공기관	해양생태계 종합조사 (연안생태계)	2015~2019	1	3	2	1	7
현장조사				3	2	2	3	10
공공기관				16	46	22	9	93
합계				19	48	24	12	103



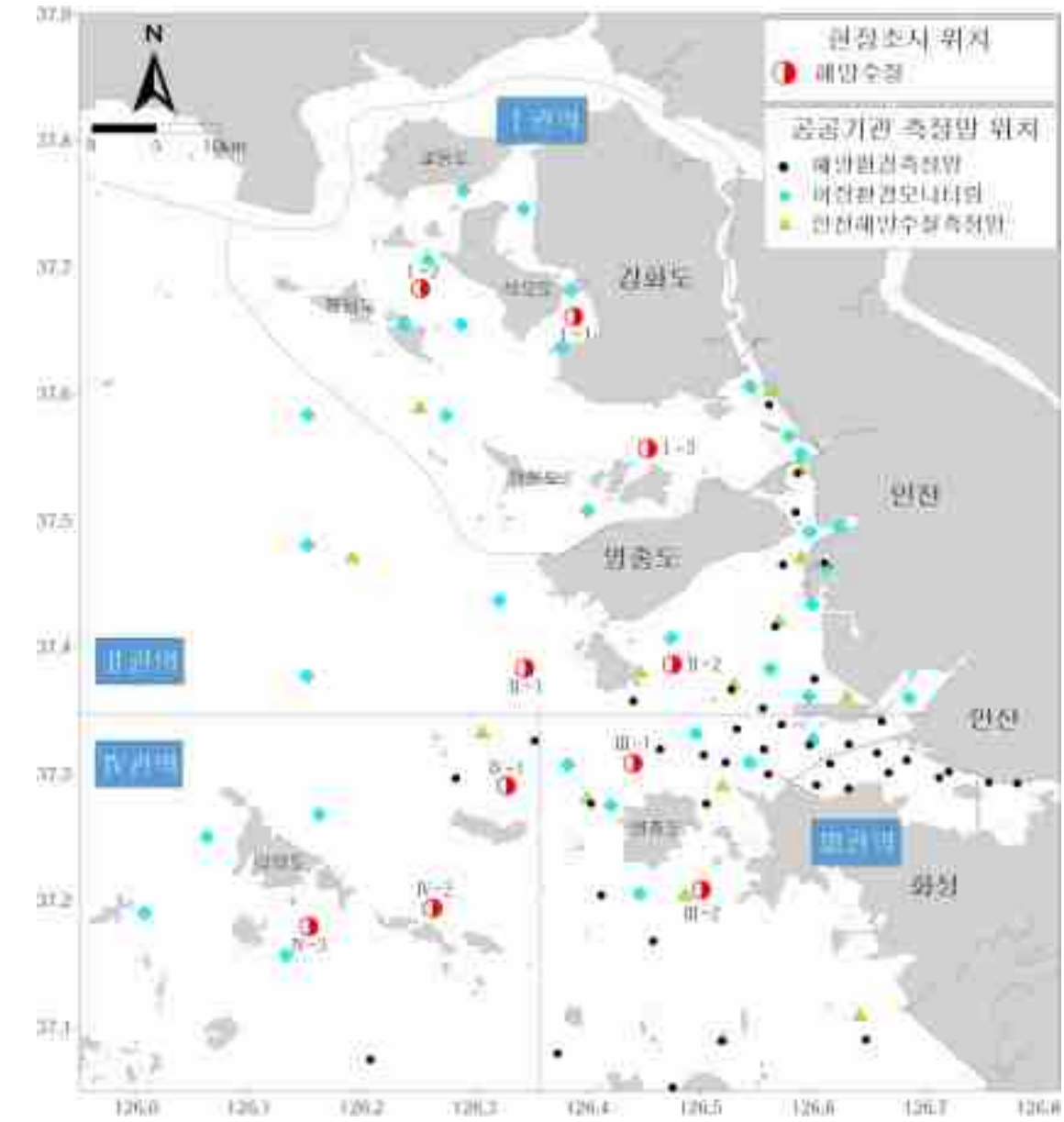
(그림 Ⅱ-1.3-1) 인천 연안어장 공공기관 및 현장조사 위치도

2. 조하대 해양환경정보 현황

2.1 해양수질

○ 해양수질 조사 개요 및 현장조사 위치도를 제시함

○ 해역 특성에 따라 4개의 세부권역(Ⅰ~Ⅳ권역)으로 구분하였으며, 조사 정점은 Ⅰ·Ⅳ권역은 각각 3개, Ⅱ·Ⅲ권역은 각각 2개로 구성됨



(그림 Ⅱ-2.1-1) 해양수질 공공기관 측정망 및 현장조사 위치도

<표 Ⅱ-2.1-1> 해양수질 조사개요

구분	정점	조사항목	조사 시기	
Ⅰ권역	Ⅰ-1, Ⅰ-2, Ⅰ-3	수온, 염분, pH, DO, SPM, COD, TOC, TN, DIN(NO_2-N, NH_4-N, NO_3-N), DIP(PO_4-P), TP, 투명도, 엽록소-*a*(Chl-*a*)	1차년도 (2020년)	• 1차: 06월 08~12일 • 2차: 09월 16~23일 • 3차: 12월 14~18일
Ⅱ권역	Ⅱ-1, Ⅱ-2			
Ⅲ권역	Ⅲ-1, Ⅲ-2		2차년도 (2021년)	• 1차: 04월 26~30일 • 2차: 07월 23~27일 • 3차: 10월 05~22일
Ⅳ권역	Ⅳ-1, Ⅳ-2, Ⅳ-3		2차년도 (2022년)	• 4차: 01월 03~07일

2.1.1 조사 및 분석방법

가. 조사방법

○ 해양수질 시료는 니스킨(Niskin-X)을 이용하여 채수하였으며, 채수한 시료는 분석항목에 따라 미리 10% 염산(HCl)으로 세척한 채수병에 담아 냉장 또는 냉동 보관하여 실험실로 운반함

나. 분석방법

○ 항목별 분석방법은 해양환경공정시험기준(국립수산과학원, 2021)에 의거 분석함

<표 Ⅱ-2.1.1-1> 해양수질 분석방법

구분	측정기기	분석 및 측정방법
수온, 염분, pH, DO	CTD(RBR, Concerto)	• 현장에서 CTD(RBR, Concerto)이용하여 측정
투명도	Secchi disk	• 현장에서 Secchi disk를 이용하여 측정
COD	자동 적정기	[알카리성 $KMnO_4$] • 시료를 알칼리성화하여 과망간산칼륨을 넣고 가열 반응시킨 후, 요오드화칼륨 및 황산을 넣고 티오황산나트륨 용액으로 적정
SPM	GLASS FILTER APPARATUS	[여과정량법] • GF/F 여과지에 일정량의 시료를 여과하여 건조시킨 후 측정한 무게로부터 여과지 무게를 뺀 값으로 계산
TOC	TOC-VCPH (SHIMADZU)	[HTCO 분석법] • HTCO(high-temperature catalytic oxidation)/NDIR (non-dispersive infrared gas analysis)의 방법으로 측정

<표 Ⅱ-2.1.1-1> 계 속

구분	측정기기	분석 및 측정방법
엽록소-*a*	형광광도계 (Turner Designs, 10-AU)	[형광광도법] • 현장에서 GF/F로 여과한 여과지를 냉동 상태로 실험실로 운반하여 90% 아세톤으로 추출 후 형광광도계로 측정
NH_4-N	Quaatro SFA Analyzer(Seal Analytical)	[인도페놀법] • 시료에 EDTA와 sodium nitro-prusside의 혼합 용액 및 alkaline-phenol과 dichloroisocyanic acid 용액을 가하여 발색시킨 후 파장 630nm에서 측정
NO_2-N		[디아조화법] • 시료에 Sulfanilamide와 naphtylethylenediamine 용액을 가하여 발색시킨 후 파장 520nm에서 측정
NO_3-N	Quaatro SFA Analyzer(Seal Analytical)	[카드뮴-구리환원법] • 시료를 Cu-Cd column에 통과시켜서 아질산성 질소로 환원시킨 다음 sulfanilamide와 naphtylethylenediamine 용액을 가하여 발색 시킨 후 파장 550nm에서 측정
PO_4-P		[아스크로빈산환원법] • 시료에 sodium molybdate, 황산, antimony potassium tartrat의 혼합시약을 가하고, ascorbic acid로 환원시켜 발색시킨 후 파장 880㎚에서 측정
TN		[몰리브덴산법] • 시료에 Sodium Molybdate를 가하여 Silicomolybdate Complex를 만든 후, Oxalic Acid와 Ascorbic acid를 가하여 발색시켜 파장 660㎚에서 측정
TP		[카드뮴-구리환원법] • 여과하지 않은 시료에 과황산칼륨을 가하여 질산 질소로 산화시킨 후, 질산 질소 분석법과 동일하게 측정

다. 회수율

○ 분석 결과에 대한 정확도를 확인하기 위해 인증표준물질(CRM)을 시료와 동일하게 분석함

○ 해양수질 영양염류의 표준물질은 1차년도와 2차년도 7월까지는 RMNS-CC(KANSO, JAPAN), 2차년도 10월부터는 MOOS-3(NRCC, CANADA)를 사용함

<표 Ⅱ-2.1.1-2> 해수 영양염류 표준물질을 이용한 분석 결과 및 회수율

분석 항목				CC, MOOS-3		
				NO_2-N+NO_3-N	NO_2-N	PO_4-P
CC 함유농도(μ mol/L)				30.996	0.116	2.08
MOOS-3 함유농도(μ mol/L)				26.60	3.54	1.60
분석 결과 (μ mol/L)	1차 년도	6월	평균	28.793	0.146	1.94
		9월	평균	30.996	0.138	1.97
		12월	평균	30.770	0.123	2.10
	2차 년도	4월	평균	28.97	0.112	2.03
		7월	평균	29.44	0.111	1.93
		10월	평균	27.51	3.61	1.54
		1월	평균	27.51	3.61	1.55
회수율(%)	1차 년도	6월		93	126	93
		9월		93	119	95
		12월		99	123	101
	2차 년도	4월		93	96	98
		7월		95	95	93
		10월		103	102	96
		1월		103	102	96

2.1.2 분석 결과

가. 일반항목

1) 수온

가) 1차년도

○ 수온은 2020년 6월 조사 시 표층 14.3~19.5℃(평균 17.2℃), 저층 14.2~18.5℃ (평균 16.7℃), 2020년 9월은 표층 22.2~23.2℃(평균 22.7℃), 저층 22.1~23.7℃ (평균 22.7℃), 2020년 12월은 표층 5.2~7.9℃(평균 6.1℃), 저층 4.8~7.8℃(평균 5.9℃)의 범위로 조사 시기에 따른 차이를 보임

나) 2차년도

○ 수온은 2021년 4월 조사 시 표층 3.2~5.8℃(평균 4.3℃), 저층 3.2~5.8℃(평균 4.3℃), 2021년 7월은 표층 21.1~32.8℃(평균 24.8℃), 저층 21.1~32.7℃(평균 24.6℃), 2021년 10월은 표층 21.1~23.3℃(평균 22.5℃), 저층 21.3~23.3℃(평균 22.5℃), 2022년 1월은 표층 1.9~6.5℃(평균 4.3℃), 저층 2.0~6.3℃(평균 4.2℃)의 범위로 수층간 차이는 크지 않았으며, 조사 시기에 따른 차이를 보임

다) 요약

○ 조사해역에서 수온은 조사 시기에 따른 차이를 보여 계절적 특성을 나타냈으며, 권역 및 조사 정점 간 수온 차이는 조사 시간에 따라 차이를 보이는 것으로 나타냄

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	5.2~23.2℃(평균 15.4℃)	수층 간 차이는 작고, 계절에 따른 차이를 보임
	저층	4.8~23.7℃(평균 15.2℃)	
2차년도	표층	1.9~32.8℃(평균 14.0℃)	
	저층	2.0~32.7℃(평균 13.9℃)	

2) 염분

가) 1차년도

○ 염분은 2020년 6월 조사 시 표층 27.5~30.3psu(평균 29.4psu), 저층 27.8~30.2psu(평균 29.5psu), 2020년 9월은 표층 21.0~29.4psu(평균 26.5psu), 저층 21.1~29.4psu(평균 26.6psu), 2020년 12월은 표층 26.6~30.2psu(평균 29.1psu), 저층 26.6~30.3psu(평균 29.2psu)의 범위로 수층 간 차이는 9월에 상대적으로 크게 나타남

나) 2차년도

○ 염분은 2021년 4월 조사 시 표층 27.4~30.1psu(평균 29.3psu), 저층 27.5~30.2psu(평균 29.4psu), 2021년 7월은 표층 21.8~27.5psu(평균 25.9psu), 저층 23.0~27.5psu(평균 26.1psu), 2021년 10월은 표층 27.0~31.1psu(평균 30.0psu), 저층 27.1~31.1psu(평균 30.1psu), 2022년 1월은 표층 28.9~34.2psu(평균 31.7psu), 저층 28.9~34.2psu(평균 31.7psu)의 범위로 수층 간 차이는 7월에 상대적으로 크게 나타남

다) 요약

○ 2차년도는 하계인 7월에 수층 간 차이가 상대적으로 크게 나타나는 계절적인 특성을 보였으나, 1차년도는 하계인 6월에 비해 추계인 9월에 상대적으로 낮은 것으로 조사됨

- 이러한 결과는 6월 말부터 시작되어 8월 중순까지 계속된 기록적인 장마와 함께 8월 중순부터 9월까지 한반도에 영향을 준 4개의 태풍 영향으로 인하여 육상으로부터 많은 담수가 유입된 결과로 판단됨

○ 조사 시기 별 차이는 외측에 위치한 Ⅳ권역에서 작았으며, 내측에 위치하여 육상 유입에 의한 영향이 상대적으로 클 것으로 예상되는 Ⅰ권역에서 크게 나타남

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	21.0~30.3psu(평균 28.2psu)	수층 간 차이는 작고, 하계 Ⅰ권역에서 상대적으로 낮음
	저층	21.1~30.3psu(평균 28.4psu)	
2차년도	표층	21.8~34.2psu(평균 29.2psu)	
	저층	23.0~34.2psu(평균 29.3psu)	

3) 수소이온농도(pH)

○ 수소이온농도는 해수 중에서 일어나는 여러 가지 화학반응 및 생물의 성장과 활동에 영향을 미치는 것으로 알려져 있고, 해수에서 7.5~8.4의 범위를 보이며, 광합성 작용이 활발한 지역에서는 이보다 더 높은 값을 가짐(이 등, 1999)

가) 1차년도

○ 2020년 6월에는 표층 8.0~8.1(평균 8.0), 저층 8.0~8.0(평균 8.0), 2020년 9월은 표층 8.1~8.2(평균 8.1), 저층 8.0~8.2(평균 8.1), 2020년 12월은 표층 7.9~8.3(평균 8.1), 저층 7.9~8.3(평균 8.2)의 범위로 2020년 9월에 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-1을 제외하면 대체로 수층 간 차이는 크지 않은 것으로 조사됨

나) 2차년도

○ 2021년 4월에는 표층 7.9~8.3(평균 8.2), 저층 8.0~8.3(평균 8.2), 2021년 7월은 표층 7.8~8.0(평균 8.0), 저층 7.7~8.0(평균 8.0), 2021년 10월은 표층 7.9~8.0(평균 8.0), 저층 7.9~8.0(평균 8.0), 2022년 1월은 표층 7.9~8.2(평균 8.1), 저층 7.8~8.2(평균 8.1)의 범위로 대체로 수층 간 차이는 크지 않은 것으로 조사됨

다) 요약

○ 수소이온농도의 권역별 차이는 뚜렷하지 않았으며, 모든 정점에서 해양환경기준(해양수산부고시 제2018-10호)의 생활환경 기준인 6.5~8.5의 범위를 만족하는 것으로 조사됨

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	7.9~8.3(평균 8.2)	권역별 차이는 나타나지 않았으며, 시기 및 수층 간 차이는 작고, 해양환경 기준의 생활환경기준(6.5~8.5)을 만족함
	저층	7.9~8.3(평균 8.1)	
2차년도	표층	7.8~8.3(평균 8.1)	
	저층	7.7~8.3(평균 8.0)	

4) 용존산소(DO) 및 용존산소 포화도

○ 대기 중 산소는 수표면에서 물속으로 분산 흡수되고 흡수된 산소는 기체분압에 의해 용존되며, 물의 온도와 기압, 불순물 및 염분도에 의해 영향을 받게 되고, 해양에서의 용존산소는 식물플랑크톤의 높은 일차생산력에 의해 100% 이상의 높은 용존산소 포화도를 나타내기도 함(박 등, 2003)

가) 1차년도

○ 2020년 6월에는 표층 7.5~9.3㎎/L(평균 8.2㎎/L), 저층 7.3~9.1㎎/L(평균 8.1㎎/L), 2020년 9월은 표층 6.5~8.0㎎/L(평균 7.2㎎/L), 저층 6.5~8.0㎎/L(평균 7.0㎎/L), 2020년 12월은 표층 9.2~12.4㎎/L(평균 10.0㎎/L), 저층 9.1~10.0㎎/L(평균 9.7㎎/L)의 범위로 조사됨

○ 용존산소 포화도는 2020년 6월 조사 시 표층 94~111%(평균 102%), 저층 92~108%(평균 99%), 2020년 9월 표층 89~107%(평균 97%), 저층 88~108%(평균 94%), 2020년 12월 표층 90~126%(평균 97%), 저층 91~101%(평균 94%)의 범위를 보임

나) 2차년도

○ 2021년 4월에는 표층 10.2~13.4㎎/L(평균 11.4㎎/L), 저층 10.1~11.7㎎/L(평균 11.0㎎/L), 2021년 7월은 표층 6.1~7.8㎎/L(평균 6.8㎎/L), 저층 6.2~7.7㎎/L(평균 6.9㎎/L), 2021년 10월은 표층 5.7~6.1㎎/L(평균 5.9㎎/L), 저층 5.8~6.2㎎/L(평균 6.0㎎/L), 2022년 1월은 표층 8.6~9.8㎎/L(평균 9.3㎎/L), 저층 9.0~9.8㎎/L(평균 9.4㎎/L)의 범위로 조사됨

○ 용존산소 포화도는 2021년 4월 조사 시 표층 97~123%(평균 106%), 저층 96~110%(평균 102%), 2021년 7월 표층 86~109%(평균 96%), 저층 88~106%(평균 96%), 2021년 10월 표층 77~86%(평균 81%), 저층 78~86%(평균 83%), 2022년 1월 표층 83~96%(평균 88%), 저층 83~99%(평균 89%)의 범위를 보임

다) 요약

○ 용존산소 농도는 산소의 용해도에 영향을 미치는 수온에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(Weiss, 1970), 식물플랑크톤의 일차생산력에 의해 100% 이상의 높은 용존산소 포화도를 나타내기도 함(박 등, 2003)

○ 조사해역에서 용존산소 및 용존산소 포화도는 전반적으로 표층이 저층에 비해 상대적으로 높았으며, 수온이 낮은 4월과 12월에 높았고, 상대적으로 수온이 높은 나머지 시기에는 낮은 계절적인 특성을 보임

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	6.5~12.4㎎/L(평균 8.4㎎/L),83~126%(99%)	권역별 차이는 나타나지 않았으며, 표층이 저층에 비해 높고, 동계가 하계에 비해 높은 계절적인 특성을 나타냄
	저층	6.5~10.0㎎/L(평균 8.2㎎/L),88~108%(96%)	
2차년도	표층	5.7~13.4㎎/L(평균 8.3㎎/L),77~123%(93%)	
	저층	5.8~11.7㎎/L(평균 8.3㎎/L),78~110%(93%)	

5) 부유입자물질(SPM)

○ 해양에서의 부유입자물질은 연안개발 및 강우에 의해 해양으로 유입될 수 있으며, 탁도를 증가시킴으로써 식물플랑크톤이나 해조류 등의 1차 생산력을 저하시키기도 함(윤과 박, 2011)

가) 1차년도

○ 2020년 6월에는 표층 8.0~58.5㎎/L(평균 20.0㎎/L), 저층 13.7~221.8㎎/L(평균 52.3㎎/L), 2020년 9월은 표층 11.4~220.5㎎/L(평균 49.4㎎/L), 저층 9.1~746.5㎎/L(평균 103.5㎎/L), 2020년 12월은 표층 27.1~331.7㎎/L(평균 92.7㎎/L), 저층 18.8~1012.1㎎/L(평균 181.1㎎/L)의 범위로 대체로 저층에서 상대적으로 높았으며, 12월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높음

나) 2차년도

○ 2021년 4월에는 표층 17.8~161.4㎎/L(평균 43.7㎎/L), 저층 19.8~357.3㎎/L(평균 86.4㎎/L), 2021년 7월은 표층 11.9~33.0㎎/L(평균 20.1㎎/L), 저층 16.5~88.9㎎/L(평균 44.6㎎/L), 2021년 10월은 표층 7.1~97.1㎎/L(평균 32.5㎎/L), 저층 14.8~134.4㎎/L(평균 60.3㎎/L), 2022년 1월은 표층 26.8~384.9㎎/L(평균 93.7㎎/L), 저층37.3~804.7㎎/L(평균 218.7㎎/L)의 범위로 대체로 저층에서 상대적으로 높았으며, 동계가 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높음

다) 요약

○ 권역별로는 내측에 위치하여 육상유입에 의한 영향이 상대적으로 클 것으로 예상되는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 높은 농도를 보임

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	8.0~331.7㎎/L(평균 52.5㎎/L)	Ⅰ권역에서 상대적으로 높았으며, 동계에 높고, 표층보다 저층에서 높은 특성을 나타냄
	저층	9.1~1012.1㎎/L(평균 112.5㎎/L)	
2차년도	표층	7.1~384.9㎎/L(평균 47.5㎎/L)	
	저층	14.8~804.7㎎/L(평균 102.5㎎/L)	

6) 화학적산소요구량(Chemical Oxygen Demand)

○ 화학적산소요구량은 해수중의 유기물 농도의 간접적인 지표로 이용되고 있으며, 담수(육상)로부터 공급되는 유기물과 해양에서 식물플랑크톤에 의해 생성되는 유기물, 그리고 저층에서 재부유나 용출되는 물질 등에 의해 조절됨

가) 1차년도

○ 2020년 6월에는 표층 2.1~3.7㎎/L(평균 2.7㎎/L), 저층 2.5~4.7㎎/L(평균 3.1㎎/L), 2020년 9월은 표층 2.9~5.2㎎/L(평균 3.7㎎/L), 저층 2.9~6.7㎎/L(평균 4.3㎎/L), 2020년 12월은 표층 1.4~7.3㎎/L(평균 3.0㎎/L), 저층 2.0~8.7㎎/L(평균 3.7㎎/L)의 범위로 대체로 저층에서 상대적으로 높은 농도를 나타냄

나) 2차년도

○ 2021년 4월에는 표층 1.5~3.5㎎/L(평균 2.1㎎/L), 저층 1.7~4.6㎎/L(평균 2.4㎎/L), 2021년 7월은 표층 1.9~4.6㎎/L(평균 2.6㎎/L), 저층 1.9~6.2㎎/L(평균 2.9㎎/L), 2021년 10월은 표층 2.4~3.9㎎/L(평균 3.0㎎/L), 저층 2.3~5.4㎎/L(평균 3.3㎎/L), 2022년 1월은 표층 1.8~5.0㎎/L(평균 3.0㎎/L), 저층 2.3~6.3㎎/L(평균 3.8㎎/L)의 범위로 대체로 저층에서 상대적으로 높은 농도를 나타냄

다) 요약

○ 권역별로는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 상대적으로 높은 농도를 보였으며, 표층보다 저층이 상대적으로 높은 농도를 나타냄.

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	1.4~7.3㎎/L(평균 3.1㎎/L)	Ⅰ권역에서 상대적으로 높았으며, 저층에서 상대적으로 높은 특성을 나타냄
	저층	2.0~8.7㎎/L(평균 3.7㎎/L)	
2차년도	표층	1.5~5.0㎎/L(평균 2.7㎎/L)	
	저층	1.7~6.3㎎/L(평균 3.1㎎/L)	

7) 총유기탄소(Total Organic Carbon)

가) 1차년도

○ 총유기탄소는 2020년 6월 조사 시 표층 1.43~1.61㎎/L(평균 1.51㎎/L), 저층 1.50~1.72㎎/L(평균 1.58㎎/L), 2020년 9월은 표층 1.56~2.66㎎/L(평균 2.04㎎/L), 저층 1.60~2.46㎎/L(평균 2.10㎎/L), 2020년 12월은 표층 0.86~1.79㎎/L(평균 1.37㎎/L), 저층 1.10~1.83㎎/L(평균 1.55㎎/L)의 범위를 나타냄

나) 2차년도

○ 총유기탄소는 2021년 4월 조사 시 표층 1.68~2.09㎎/L(평균 1.97㎎/L), 저층 1.73~2.12㎎/L(평균 1.97㎎/L), 2021년 7월은 표층 2.14~2.62㎎/L(평균 2.30㎎/L), 저층 2.17~2.89㎎/L(평균 2.33㎎/L), 2021년 10월은 표층 1.40~2.15㎎/L(평균 1.82㎎/L), 저층 1.71~2.50㎎/L(평균 2.26㎎/L), 2022년 1월은 표층 0.94~1.93㎎/L (평균 1.65㎎/L), 저층 1.41~1.94㎎/L(평균 1.70㎎/L)의 범위로 대체로 저층에서 높음

다) 요약

○ 권역별 차이는 크지 않았으며, 조사시기 별로는 7, 9, 10월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높으며, 대체로 저층이 표층보다 높음

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	0.9~2.7㎎/L(평균 1.7㎎/L)	권역별 차이는 크지 않았으며, 하계와 추계에 높은 시기별 차이를 보였고, 저층에서 상대적으로 높은 특성을 나타냄
	저층	1.1~2.5㎎/L(평균 1.7㎎/L)	
2차년도	표층	0.9~2.6㎎/L(평균 1.9㎎/L)	
	저층	1.4~2.9㎎/L(평균 2.1㎎/L)	

8) 엽록소-*a*(Chl-*a*)

가) 1차년도

○ 엽록소-*a*는 2020년 6월 조사 시 표층 0.97~6.42㎍/L(평균 2.73㎍/L), 저층 2.13~6.66㎍/L(평균 4.04㎍/L), 2020년 9월은 표층 2.03~19.20㎍/L(평균 6.01㎍/L), 저층 2.83~28.43㎍/L(평균 8.16㎍/L), 2020년 12월은 표층 0.04~2.92㎍/L(평균 1.11㎍/L), 저층 0.05~2.79㎍/L(평균 1.10㎍/L)의 범위로 9월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높은 농도를 나타냄

나) 2차년도

○ 엽록소-*a*는 2021년 4월 조사 시 표층 0.59~16.81㎍/L(평균 5.40㎍/L), 저층 2.59~17.26㎍/L(평균 7.64㎍/L), 2021년 7월은 표층 1.16~29.42㎍/L(평균 6.75㎍/L), 저층 1.50~25.35㎍/L(평균 6.98㎍/L), 2021년 10월은 표층 0.80~4.00㎍/L(평균 1.77㎍/L), 저층 0.67~3.27㎍/L(평균 1.72㎍/L), 2022년 1월은 표층 0.83~1.80㎍/L(평균 1.30㎍/L), 저층 0.88~2.97㎍/L(평균 1.41㎍/L)의 범위로 4월과 7월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높은 농도를 나타냄

다) 요약

○ 권역별로는 내측에 위치하여 육상유입에 의한 영향이 상대적으로 클 것으로 예상되는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 높은 농도를 보임

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	0.04~19.20㎎/L(평균 3.22㎎/L)	Ⅰ권역에서 상대적으로 높았으며, 4, 7, 9월이 높아 시기별 차이를 보임
	저층	0.05~28.43㎎/L(평균 4.38㎎/L)	
2차년도	표층	0.59~29.42㎎/L(평균 3.80㎎/L)	
	저층	0.67~25.35㎎/L(평균 4.44㎎/L)	

9) 투명도

가) 1차년도

○ 투명도는 2020년 6월 조사 시 0.3~2.5m(평균 1.2m), 2020년 9월은 0.2~2.5m(평균 1.5m), 2020년 12월은 0.3~1.0m(평균 0.5m)의 범위를 나타냄

나) 2차년도

○ 투명도는 2021년 4월 조사 시 0.4~1.5m(평균 0.7m), 2021년 7월은 0.1~3.5m (평균 1.5m), 2021년 10월은 0.5~2.0m(평균 1.2m), 2022년 1월은 0.1~0.7m(평균 0.4)m의 범위를 나타냄

다) 요약

○ 투명도는 부유입자물질과 연관되며, 시기별로는 4월과 12월이 다른 조사 시기에 비하여 상대적으로 낮았고, 권역별로는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 상대적으로 낮음

구분	수층	범위	요약
1차년도	-	0.2~2.5m(1.1m)	Ⅰ권역에서 상대적으로 낮았으며, 춘계와 동계에 상대적으로 낮아 시기적인 차이를 보임
2차년도	-	0.1~3.5m(1.0m)	

<표 Ⅱ-2.1.2-1> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2020. 6.)

권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	10.0	0.5	18.6	27.5	8.0	7.5	94	27.5	2.9	1.54	2.89
		저			18.5	27.8	8.0	7.3	92	221.8	4.7	1.63	6.66
	Ⅰ-2	표	9.0	1.0	18.2	28.0	8.0	7.6	95	8.0	3.3	1.61	3.03
		저			17.9	28.3	8.0	7.5	94	44.9	3.5	1.55	5.95
	Ⅰ-3	표	4.0	0.3	17.6	28.9	8.0	7.8	97	58.5	3.7	1.61	6.42
		저			17.6	28.9	8.0	7.6	95	74.6	3.7	1.72	5.84
Ⅱ	Ⅱ-1	표	8.0	1.5	17.8	30.0	8.0	8.0	101	15.1	2.4	1.43	1.28
		저			16.1	30.1	8.0	8.0	97	35.6	2.5	1.60	3.21
	Ⅱ-2	표	10.0	1.5	19.5	29.7	8.1	8.3	107	16.9	2.4	1.49	1.43
		저			17.5	29.8	8.0	7.7	97	16.1	2.6	1.57	3.19
Ⅲ	Ⅲ-1	표	12.0	1.0	17.1	29.9	8.0	8.3	103	19.9	2.8	1.49	4.07
		저			17.2	29.9	8.0	8.0	99	13.7	2.8	1.56	4.27
	Ⅲ-2	표	6.0	1.0	18.1	29.9	8.0	7.7	98	14.9	2.6	1.50	3.32
		저			18.1	29.9	8.0	7.4	93	30.5	2.9	1.60	3.83
Ⅳ	Ⅳ-1	표	11.0	1.0	15.0	30.1	8.0	9.3	111	14.8	2.5	1.50	2.05
		저			15.0	30.2	8.0	9.1	108	31.1	2.7	1.50	2.96
	Ⅳ-2	표	10.0	2.5	15.9	30.2	8.0	8.9	108	8.7	2.1	1.45	0.97
		저			15.0	30.2	8.0	8.9	107	26.0	2.5	1.53	2.13
	Ⅳ-3	표	14.0	1.2	14.3	30.3	8.0	9.2	108	15.4	2.6	1.52	1.85
		저			14.2	30.2	8.0	9.1	107	29.0	2.9	1.55	2.40
표층		최소	-	-	14.3	27.5	8.0	7.5	94	8.0	2.1	1.43	0.97
		최대	-	-	19.5	30.3	8.1	9.3	111	58.5	3.7	1.61	6.42
		평균	-	-	17.2	29.4	8.0	8.2	102	20.0	2.7	1.51	2.73
저층		최소	-	-	14.2	27.8	8.0	7.3	92	13.7	2.5	1.50	2.13
		최대	-	-	18.5	30.2	8.0	9.1	108	221.8	4.7	1.72	6.66
		평균	-	-	16.7	29.5	8.0	8.1	99	52.3	3.1	1.58	4.04
전체		최소	4.0	0.3	14.2	27.5	8.0	7.3	92	8.0	2.1	1.43	0.97
		최대	14.0	2.5	19.5	30.3	8.1	9.3	111	221.8	4.7	1.72	6.66
		평균	9.4	1.2	17.0	29.5	8.0	8.1	101	36.1	2.9	1.55	3.39

<표 Ⅱ-2.1.2-2> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2020. 9.)

권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	3.2	0.2	23.2	21.0	8.2	7.8	103	220.5	5.2	2.28	19.20
		저			23.7	21.9	8.0	6.6	88	746.5	6.7	1.60	28.43
	Ⅰ-2	표	11.2	0.2	23.2	21.0	8.2	7.8	103	45.8	3.2	1.58	12.44
		저			23.2	21.1	8.2	7.7	102	39.5	4.2	2.22	15.79
	Ⅰ-3	표	9.8	0.2	23.0	22.6	8.2	8.0	107	101.5	4.7	2.18	7.52
		저			23.1	23.1	8.2	8.0	108	104.3	5.1	2.16	10.25
Ⅱ	Ⅱ-1	표	8.5	2.0	22.2	28.6	8.2	7.2	97	18.8	3.0	1.56	4.44
		저			22.1	28.7	8.1	6.9	94	15.7	4.7	2.37	5.06
	Ⅱ-2	표	9.3	2.5	22.5	27.9	8.1	7.2	97	16.1	4.8	2.66	3.49
		저			22.5	28.0	8.0	7.1	96	9.1	4.6	2.46	4.07
Ⅲ	Ⅲ-1	표	15.0	2.0	22.7	27.9	8.2	7.2	98	15.2	3.4	2.47	2.49
		저			22.6	27.9	8.2	6.7	91	17.5	3.9	2.30	3.10
	Ⅲ-2	표	7.3	2.0	22.6	27.9	8.2	7.1	97	20.8	3.4	2.13	2.03
		저			22.6	27.9	8.1	6.8	93	18.4	4.9	2.36	3.93
Ⅳ	Ⅳ-1	표	10.4	2.0	22.6	29.1	8.1	6.7	92	30.4	2.9	1.99	3.21
		저			22.5	29.1	8.1	6.6	91	53.5	3.1	1.85	4.13
	Ⅳ-2	표	13.0	2.0	22.5	29.4	8.1	6.5	89	13.2	2.9	1.95	2.61
		저			22.5	29.4	8.1	6.5	89	13.0	2.9	1.91	2.83
	Ⅳ-3	표	10.3	2.0	22.5	29.2	8.1	6.5	90	11.4	2.9	1.63	2.62
		저			22.5	29.3	8.1	6.6	90	18.0	2.9	1.83	3.96
표층		최소	-	-	22.2	21.0	8.1	6.5	89	11.4	2.9	1.56	2.03
		최대	-	-	23.2	29.4	8.2	8.0	107	220.5	5.2	2.66	19.20
		평균	-	-	22.7	26.5	8.1	7.2	97	49.4	3.7	2.04	6.01
저층		최소	-	-	22.1	21.1	8.0	6.5	88	9.1	2.9	1.60	2.83
		최대	-	-	23.7	29.4	8.2	8.0	108	746.5	6.7	2.46	28.43
		평균	-	-	22.7	26.6	8.1	7.0	94	103.5	4.3	2.10	8.16
전체		최소	3.2	0.2	22.1	21.0	8.0	6.5	88	9.1	2.9	1.56	2.03
		최대	15.0	2.5	23.7	29.4	8.2	8.0	108	746.5	6.7	2.66	28.43
		평균	9.8	1.5	22.7	26.5	8.1	7.1	96	76.5	4.0	2.07	7.08

<표 Ⅱ-2.1.2-3> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2020. 12.)

권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	7.0	0.3	5.2	26.6	8.2	9.8	92	331.7	7.3	1.67	2.92
		저			4.8	26.6	8.2	10.0	93	1012.1	8.7	1.69	2.79
	Ⅰ-2	표	15.0	0.3	5.2	27.2	8.1	9.7	91	126.5	4.8	1.58	1.24
		저			5.2	27.6	8.1	9.6	91	212.3	5.9	1.74	1.66
	Ⅰ-3	표	3.0	0.3	5.7	27.3	7.9	9.9	94	168.5	4.1	1.79	2.35
		저			5.3	27.5	7.9	9.7	92	190.9	4.9	1.83	1.97
Ⅱ	Ⅱ-1	표	5.0	0.3	5.3	30.1	8.1	10.2	98	92.9	2.5	1.52	0.46
		저			5.3	30.1	8.2	9.9	95	97.5	2.7	1.62	0.13
	Ⅱ-2	표	15.0	0.4	5.8	30.2	8.3	9.2	90	34.7	1.4	0.86	0.06
		저			5.7	30.3	8.3	9.5	93	78.3	2.7	1.38	0.06
Ⅲ	Ⅲ-1	표	27.0	0.3	5.7	30.1	8.2	9.6	93	36.6	2.1	1.32	0.04
		저			5.5	30.2	8.3	9.8	95	18.8	2.3	1.54	0.07
	Ⅲ-2	표	12.0	0.4	5.9	30.1	8.3	9.8	96	34.4	2.3	1.40	0.05
		저			5.8	30.2	8.3	9.7	94	67.5	2.5	1.70	0.05
Ⅳ	Ⅳ-1	표	12.0	1.0	6.8	29.6	7.9	9.2	92	28.0	2.3	1.50	1.19
		저			7.1	29.7	8.0	9.1	91	34.3	3.2	1.77	1.39
	Ⅳ-2	표	13.0	1.0	7.9	29.7	8.2	10.0	103	27.1	1.7	0.99	1.47
		저			7.8	29.7	8.3	9.9	101	42.3	2.0	1.10	1.45
	Ⅳ-3	표	10.0	1.0	7.7	29.7	8.3	12.4	126	46.6	1.8	1.07	1.34
		저			6.9	29.9	8.3	9.7	97	56.8	2.4	1.13	1.39
표층		최소	-	-	5.2	26.6	7.9	9.2	90	27.1	1.4	0.86	0.04
		최대	-	-	7.9	30.2	8.3	12.4	126	331.7	7.3	1.79	2.92
		평균	-	-	6.1	29.1	8.1	10.0	97	92.7	3.0	1.37	1.11
저층		최소	-	-	4.8	26.6	7.9	9.1	91	18.8	2.0	1.10	0.05
		최대	-	-	7.8	30.3	8.3	10.0	101	1012.1	8.7	1.83	2.79
		평균	-	-	5.9	29.2	8.2	9.7	94	181.1	3.7	1.55	1.10
전체		최소	3.0	0.3	4.8	26.6	7.9	9.1	90	18.8	1.4	0.86	0.04
		최대	27.0	1.0	7.9	30.3	8.3	12.4	126	1012.1	8.7	1.83	2.92
		평균	11.9	0.5	6.0	29.1	8.2	9.8	96	136.9	3.4	1.46	1.10

<표 Ⅱ-2.1.2-4> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2021. 4.)

권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	10.0	0.4	5.4	27.4	8.1	10.2	97	161.4	3.5	2.01	0.73
		저			5.4	27.6	8.1	10.1	96	357.3	4.6	1.73	4.54
	Ⅰ-2	표	10.0	0.4	5.4	28.6	8.2	10.4	99	25.3	1.9	1.85	0.59
		저			5.1	28.6	8.2	10.2	97	171.9	2.8	2.01	5.54
	Ⅰ-3	표	3.7	0.4	5.8	27.4	8.1	11.1	107	30.4	2.3	2.09	16.81
		저			5.8	27.5	8.0	10.8	103	43.5	2.5	2.00	17.12
Ⅱ	Ⅱ-1	표	4.0	0.8	4.9	29.8	8.2	12.3	117	20.2	1.5	1.85	3.34
		저			4.7	29.9	8.2	11.6	110	50.2	1.8	1.83	2.73
	Ⅱ-2	표	2.7	1.0	4.2	29.9	8.1	10.9	102	19.2	1.9	2.09	2.15
		저			4.2	29.9	8.2	10.9	102	28.3	1.9	1.93	5.57
Ⅲ	Ⅲ-1	표	10.1	1.5	3.4	29.9	8.3	11.6	106	17.8	2.0	2.06	13.60
		저			3.5	29.9	8.3	11.2	103	19.8	2.2	1.99	13.50
	Ⅲ-2	표	7.1	1.0	4.0	29.9	8.3	11.7	109	21.2	2.0	2.07	7.07
		저			4.0	29.9	8.3	11.6	108	21.6	2.0	2.10	17.26
Ⅳ	Ⅳ-1	표	9.0	0.5	3.4	30.0	7.9	11.0	101	41.7	1.9	2.05	6.01
		저			3.4	30.0	8.0	10.7	98	47.3	2.0	2.12	4.65
	Ⅳ-2	표	12.0	0.5	3.3	30.1	8.2	13.4	123	39.4	1.5	1.68	1.90
		저			3.3	30.1	8.2	11.7	107	50.3	1.7	1.92	2.59
	Ⅳ-3	표	10.0	0.5	3.2	30.1	8.2	10.8	99	60.0	2.1	1.95	1.79
		저			3.2	30.2	8.2	10.9	99	73.5	2.1	2.06	2.92
표층		최소	-	-	3.2	27.4	7.9	10.2	97	17.8	1.5	1.68	0.59
		최대	-	-	5.8	30.1	8.3	13.4	123	161.4	3.5	2.09	16.81
		평균	-	-	4.3	29.3	8.2	11.4	106	43.7	2.1	1.97	5.40
저층		최소	-	-	3.2	27.5	8.0	10.1	96	19.8	1.7	1.73	2.59
		최대	-	-	5.8	30.2	8.3	11.7	110	357.3	4.6	2.12	17.26
		평균	-	-	4.3	29.4	8.2	11.0	102	86.4	2.4	1.97	7.64
전체		최소	2.7	0.4	3.2	27.4	7.9	10.1	96	18	1.5	1.68	0.59
		최대	12.0	1.5	5.8	30.2	8.3	13.4	123	357	4.6	2.12	17.26
		평균	7.9	0.7	4.3	29.3	8.2	11.2	104	65	2.2	1.97	6.52

<표 Ⅱ-2.1.2-5> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2021. 7.)

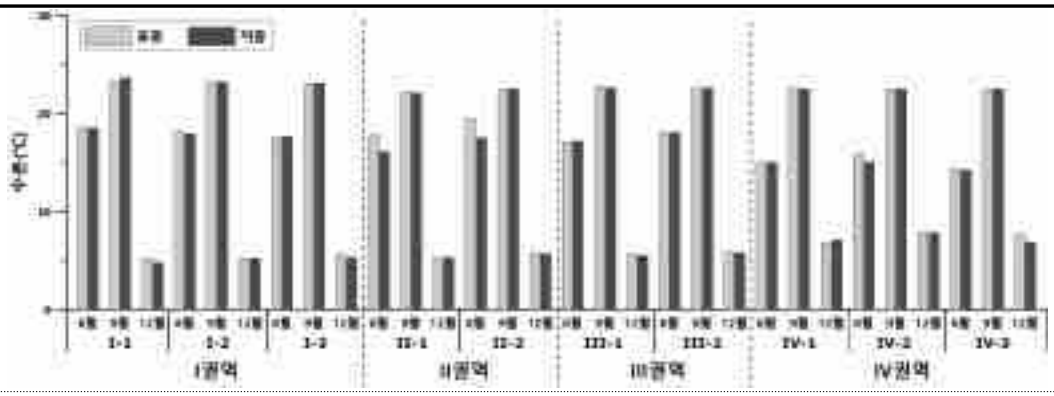
권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	10.0	0.2	26.8	23.1	8.0	6.6	94	15.2	2.4	2.32	4.13
		저			26.2	23.6	8.0	6.7	94	46.8	2.9	2.40	4.31
	Ⅰ-2	표	9.0	0.2	26.8	23.6	8.0	6.5	93	33.0	3.4	2.26	6.77
		저			26.5	23.6	8.0	6.5	92	88.9	3.2	2.26	6.59
	Ⅰ-3	표	2.0	0.1	32.8	21.8	8.0	6.2	97	19.6	4.6	2.62	29.42
		저			32.7	23.0	8.0	6.2	98	85.4	6.2	2.89	25.35
Ⅱ	Ⅱ-1	표	10.0	1.8	24.0	27.1	7.9	7.8	109	17.3	2.1	2.33	3.69
		저			23.0	27.3	7.9	7.7	106	24.9	2.4	2.27	7.86
	Ⅱ-2	표	11.5	1.5	24.5	26.9	8.0	6.9	96	11.9	2.4	2.20	3.96
		저			24.3	26.9	8.0	6.8	95	28.2	2.7	2.29	3.96
Ⅲ	Ⅲ-1	표	16.5	1.5	24.2	26.9	8.0	6.4	89	23.3	2.2	2.42	3.66
		저			24.2	26.9	8.0	6.5	90	36.7	2.6	2.23	2.53
	Ⅲ-2	표	12.5	2.0	24.8	27.0	8.0	6.1	86	27.5	2.4	2.20	1.16
		저			24.8	27.0	8.0	6.3	88	74.4	2.4	2.30	1.50
Ⅳ	Ⅳ-1	표	12.0	3.5	21.5	27.4	7.8	7.4	99	15.6	1.9	2.24	2.35
		저			21.5	27.5	7.7	7.5	100	16.6	2.4	2.23	3.66
	Ⅳ-2	표	12.0	3.0	21.1	27.5	8.0	7.3	97	14.7	2.7	2.32	7.07
		저			21.1	27.5	8.0	7.4	97	27.9	2.7	2.29	8.06
	Ⅳ-3	표	15.0	1.5	21.6	27.5	8.0	7.1	95	22.7	2.1	2.14	5.30
		저			21.5	27.5	8.0	7.2	96	16.5	1.9	2.17	5.95
표층		최소	-	-	21.1	21.8	7.8	6.1	86	11.9	1.9	2.14	1.16
		최대	-	-	32.8	27.5	8.0	7.8	109	33.0	4.6	2.62	29.42
		평균	-	-	24.8	25.9	8.0	6.8	96	20.1	2.6	2.30	6.75
저층		최소	-	-	21.1	23.0	7.7	6.2	88	16.5	1.9	2.17	1.50
		최대	-	-	32.7	27.5	8.0	7.7	106	88.9	6.2	2.89	25.35
		평균	-	-	24.6	26.1	8.0	6.9	96	44.6	2.9	2.33	6.98
전체		최소	2.0	0.1	21.1	21.8	7.7	6.1	86	11.9	1.9	2.14	1.16
		최대	16.5	3.5	32.8	27.5	8.0	7.8	109	88.9	6.2	2.89	29.42
		평균	11.1	1.5	24.7	26.0	8.0	6.8	96	32.4	2.8	2.32	6.86

<표 Ⅱ-2.1.2-6> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2021. 10.)

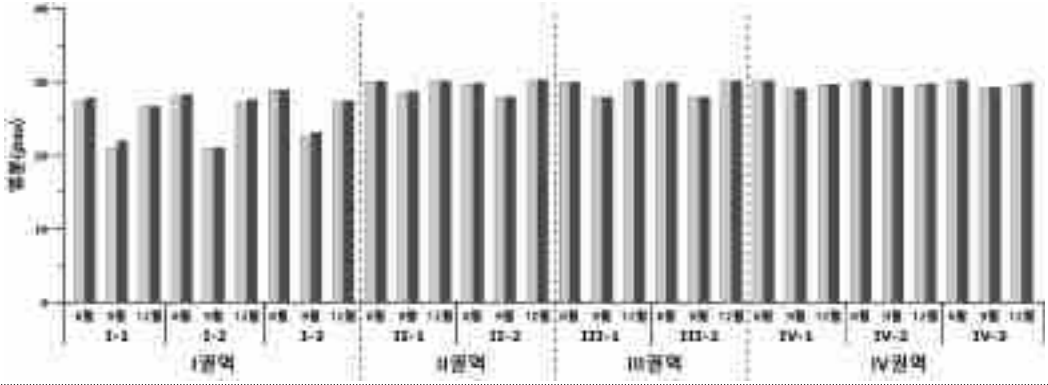
권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	5.0	0.5	21.4	27.0	7.9	5.9	78	48.1	3.6	1.90	1.44
		저			21.3	27.1	7.9	5.9	78	69	3.6	1.71	2.15
	Ⅰ-2	표	11.0	0.8	21.5	28.7	8.0	5.8	77	39.0	3.0	2.02	2.97
		저			21.4	28.7	8.0	6.2	83	89.5	3.6	2.40	3.27
	Ⅰ-3	표	8.2	0.8	21.1	27.4	8.0	6.0	80	97.1	3.9	1.81	0.80
		저			21.3	27.5	8.0	6.2	82	134.4	5.4	2.50	0.91
Ⅱ	Ⅱ-1	표	3.0	0.5	22.8	31.0	8.0	5.9	82	36.4	3.8	1.62	4.00
		저			22.8	31.0	8.0	6.1	85	84.3	3.5	2.36	1.46
	Ⅱ-2	표	8.0	0.5	22.7	31.1	8.0	5.7	80	14.2	2.9	1.40	1.93
		저			22.7	31.1	7.9	6.0	84	81.4	3.7	2.49	2.83
Ⅲ	Ⅲ-1	표	11.0	1.5	22.8	31.0	8.0	5.8	81	39.5	2.6	2.15	1.49
		저			22.9	31.0	8.0	6.1	85	51.1	2.6	2.30	1.54
	Ⅲ-2	표	4.0	1.5	22.9	31.0	8.0	5.8	80	15.9	2.8	1.99	1.25
		저			22.9	31.0	8.0	6.0	83	16.1	2.8	2.27	1.25
Ⅳ	Ⅳ-1	표	18.0	2.0	23.3	31.0	8.0	5.8	81	7.1	2.4	1.71	1.50
		저			23.3	31.0	8.0	5.8	81	36.0	2.9	2.18	1.88
	Ⅳ-2	표	17.0	2.0	23.3	31.1	8.0	6.0	85	16.5	2.8	1.82	1.17
		저			23.3	31.1	8.0	6.0	85	14.8	2.4	2.30	0.67
	Ⅳ-3	표	19.0	2.0	23.3	31.1	8.0	6.1	86	11.0	2.5	1.82	1.15
		저			23.3	31.1	8.0	6.2	86	26.3	2.3	2.11	1.21
표층		최소	-	-	21.1	27.0	7.9	5.7	77	7.1	2.4	1.40	0.80
		최대	-	-	23.3	31.1	8.0	6.1	86	97.1	3.9	2.15	4.00
		평균	-	-	22.5	30.0	8.0	5.9	81	32.5	3.0	1.82	1.77
저층		최소	-	-	21.3	27.1	7.9	5.8	78	14.8	2.3	1.71	0.67
		최대	-	-	23.3	31.1	8.0	6.2	86	134.4	5.4	2.50	3.27
		평균	-	-	22.5	30.1	8.0	6.0	83	60.3	3.3	2.26	1.72
전체		최소	3.0	0.5	21.1	27.0	7.9	5.7	77	7.1	2.3	1.40	0.67
		최대	19.0	2.0	23.3	31.1	8.0	6.2	86	134.4	5.4	2.50	4.00
		평균	10.4	1.2	22.5	30.0	8.0	6.0	82	46.4	3.2	2.04	1.74

<표 Ⅱ-2.1.2-7> 해양수질의 일반항목 조사 결과(2022. 1.)

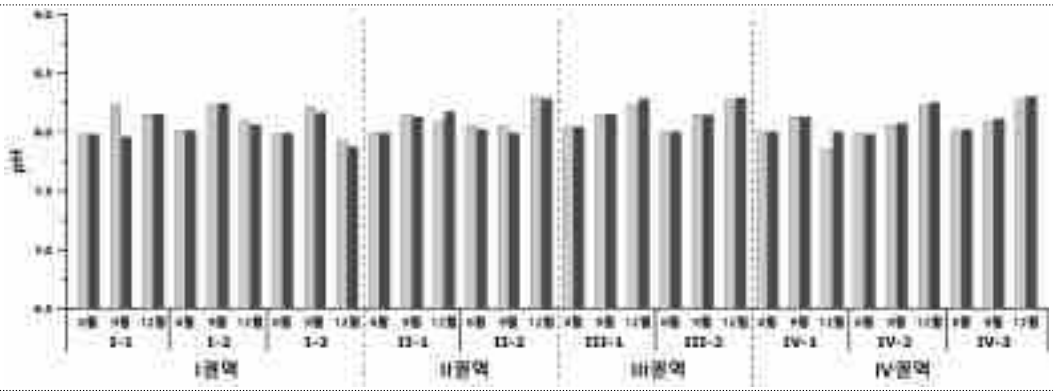
권역	정점	수층	수심	투명도	수온	염분	pH	DO	DO 포화도	SPM	COD	TOC	엽록소-a
			(m)		(℃)	(psu)		(㎎/L)	(%)	(㎎/L)			(㎍/L)
Ⅰ	Ⅰ-1	표	10	0.1	1.9	29.4	8.1	9.6	85	136.9	3.6	1.73	1.77
		저			2.0	29.5	8.1	9.7	85	638.8	6.3	1.83	2.97
	Ⅰ-2	표	8	0.1	2.2	29.6	8.1	9.8	87	384.9	5.0	1.93	1.80
		저			2.2	29.8	8.1	9.3	83	804.7	5.9	1.82	1.32
	Ⅰ-3	표	7	0.3	2.1	28.9	8.1	9.4	83	96.2	3.3	1.90	1.21
		저			2.0	28.9	8.1	9.5	84	303.9	4.6	1.94	2.01
Ⅱ	Ⅱ-1	표	3	0.3	4.3	31.6	8.2	9.1	86	49.2	2.8	1.65	1.33
		저			4.3	31.5	8.2	9.0	85	51.5	4.0	1.61	1.05
	Ⅱ-2	표	15	0.5	5.2	31.2	8.1	8.6	84	68.2	3.1	1.65	0.96
		저			5.3	31.1	8.1	9.0	88	136.7	3.9	1.77	1.23
Ⅲ	Ⅲ-1	표	11	0.3	4.2	31.6	8.2	9.3	88	48.4	2.5	1.68	1.75
		저			4.3	31.5	8.2	9.2	87	58.1	2.7	1.68	0.88
	Ⅲ-2	표	11	0.7	4.7	31.6	8.2	9.2	89	33.6	2.4	1.62	1.37
		저			4.6	31.7	8.2	9.3	89	37.3	2.3	1.61	1.29
Ⅳ	Ⅳ-1	표	10	0.5	5.8	34.2	8.0	9.4	94	26.8	2.8	1.84	0.90
		저			5.6	34.2	7.8	9.4	94	43.9	2.5	1.65	1.16
	Ⅳ-2	표	13	0.5	6.5	34.2	8.0	9.4	96	41.1	1.8	0.94	0.83
		저			6.3	34.2	7.9	9.8	99	52.3	2.7	1.41	1.27
	Ⅳ-3	표	14	0.5	6.0	34.2	7.9	9.2	93	51.7	2.6	1.55	1.03
		저			5.7	34.2	8.0	9.4	94	60.0	3.0	1.72	0.89
표층		최소	-	-	1.9	28.9	7.9	8.6	83	26.8	1.8	0.94	0.83
		최대	-	-	6.5	34.2	8.2	9.8	96	384.9	5.0	1.93	1.80
		평균	-	-	4.3	31.7	8.1	9.3	88	93.7	3.0	1.65	1.30
저층		최소	-	-	2.0	28.9	7.8	9.0	83	37.3	2.3	1.41	0.88
		최대	-	-	6.3	34.2	8.2	9.8	99	804.7	6.3	1.94	2.97
		평균	-	-	4.2	31.7	8.1	9.4	89	218.7	3.8	1.70	1.41
전체		최소	3.0	0.1	1.9	28.9	7.8	8.6	83	26.8	1.8	0.94	0.83
		최대	15.2	0.7	6.5	34.2	8.2	9.8	99	804.7	6.3	1.94	2.97
		평균	10.2	0.4	4.3	31.7	8.1	9.3	89	156.2	3.4	1.68	1.35



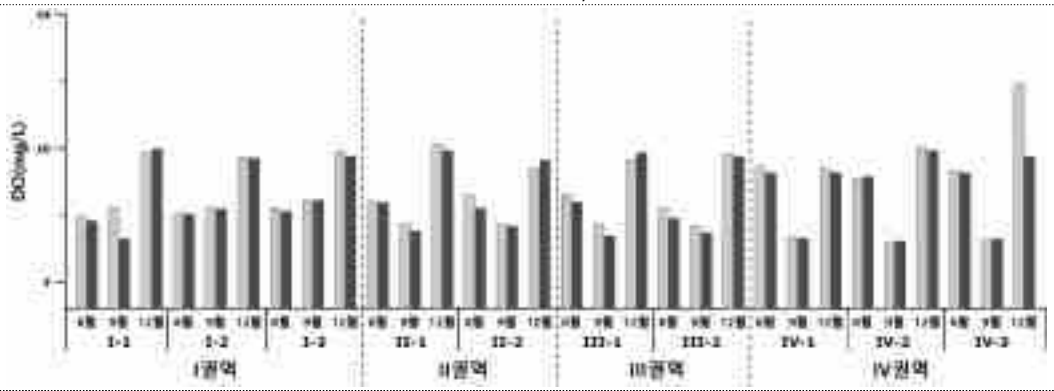
수온



염분

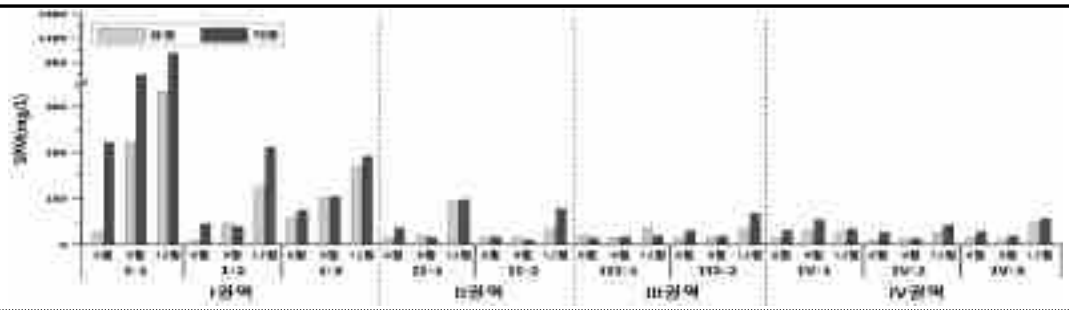


수소이온농도(pH)

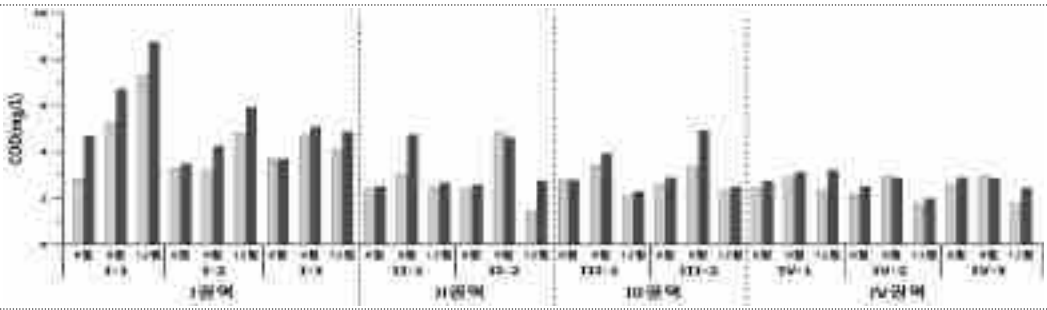


용존산소(DO)

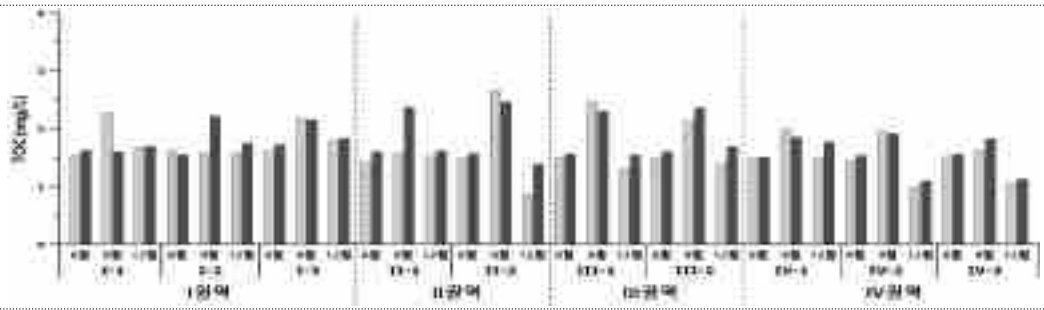
(그림 Ⅱ-2.1.2-1) 일반항목의 권역별 분포(1차년도)



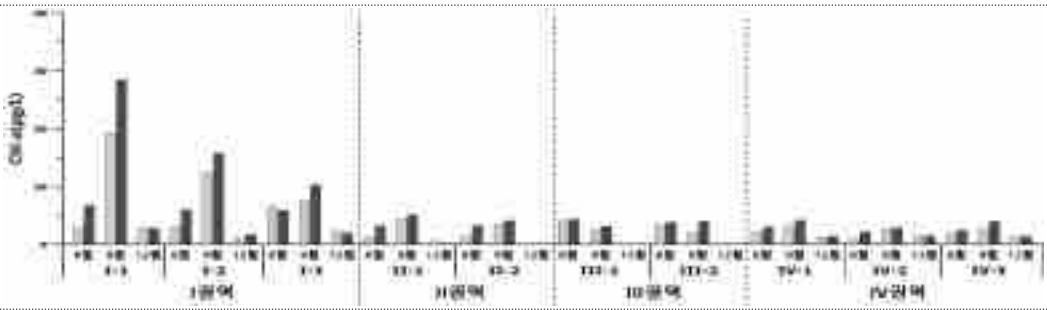
부유입자물질(SPM)



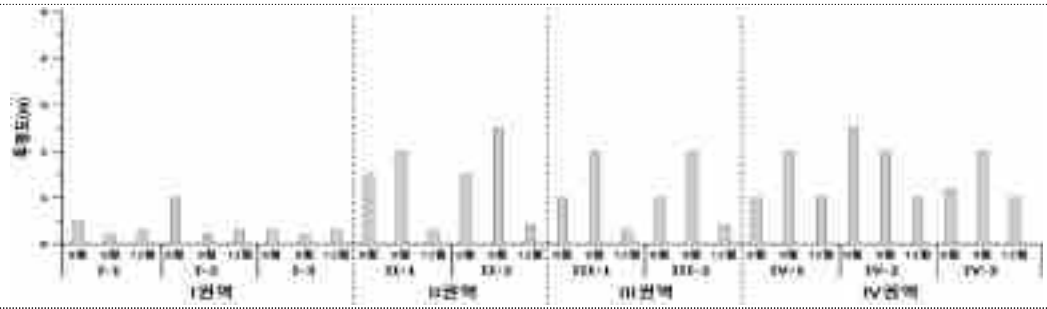
화학적산소요구량(COD)



총유기탄소(TOC)

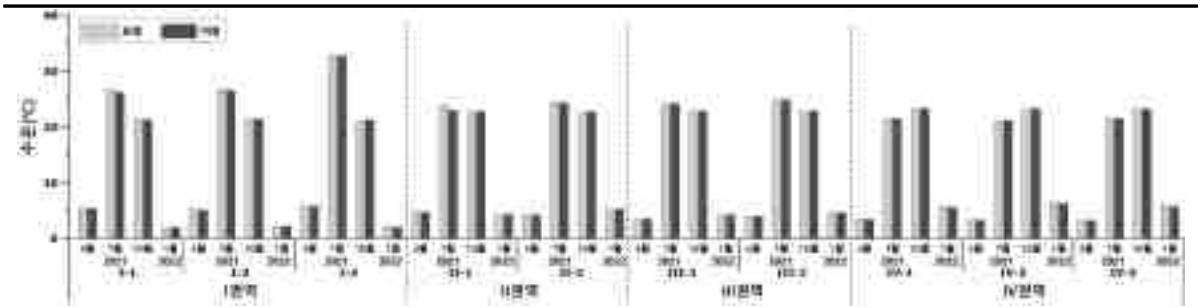


엽록소-*a*(Chl-*a*)

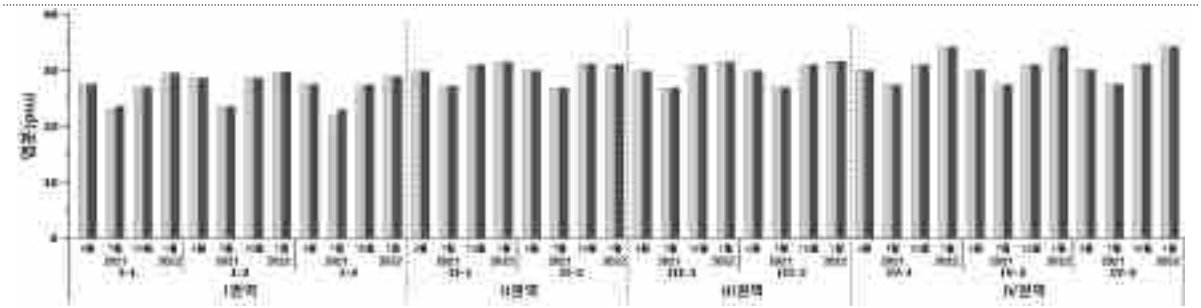


투명도

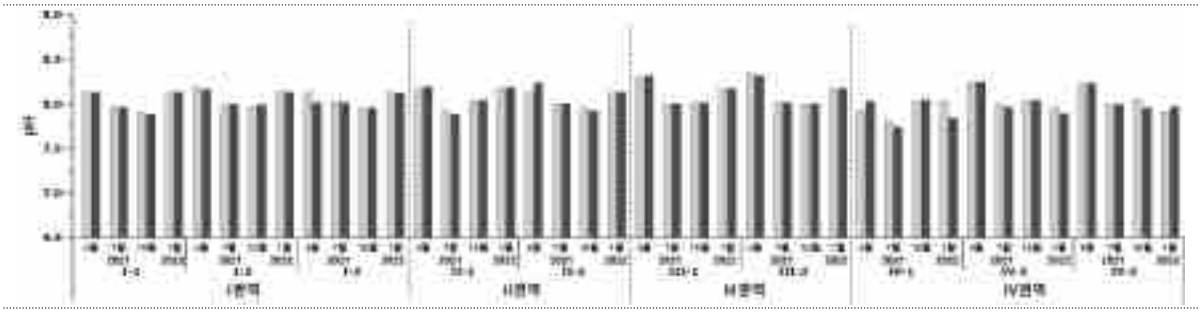
(그림 Ⅱ-2.1.2-1) 계 속



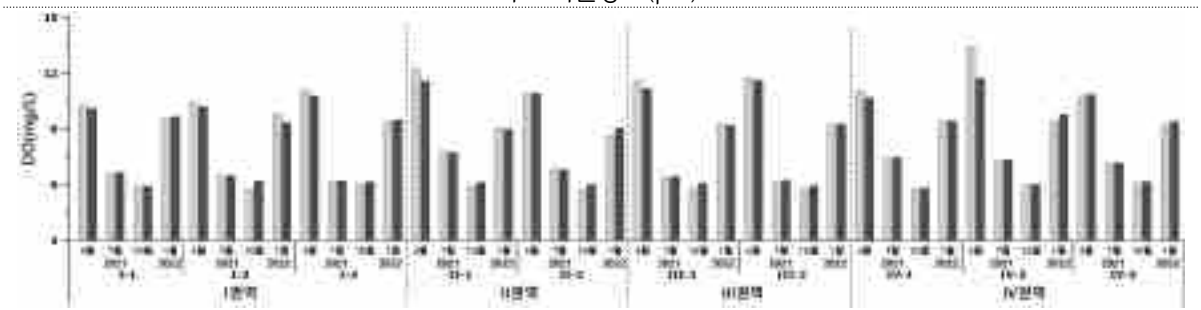
수온



염분

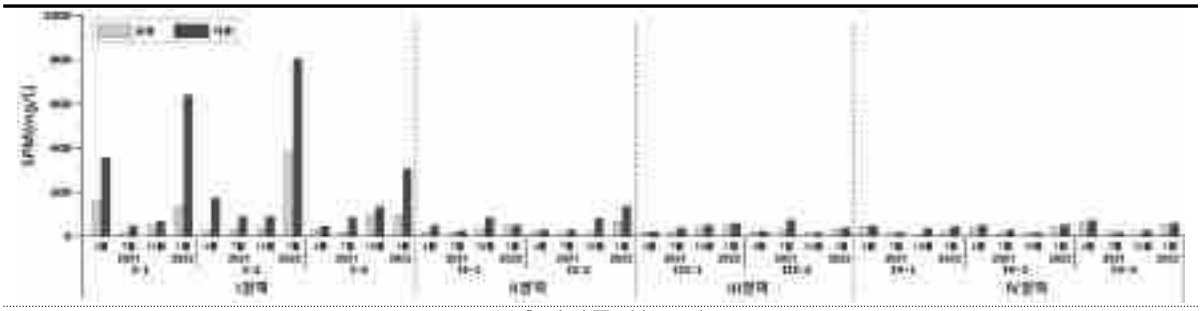


수소이온농도(pH)

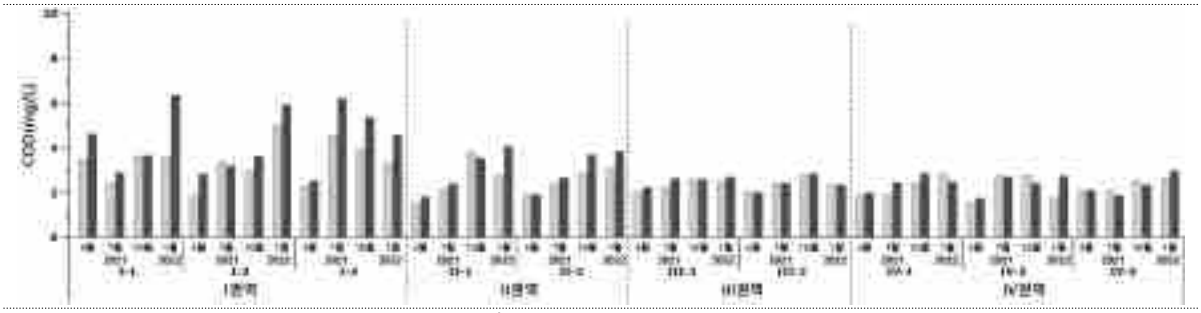


용존산소(DO)

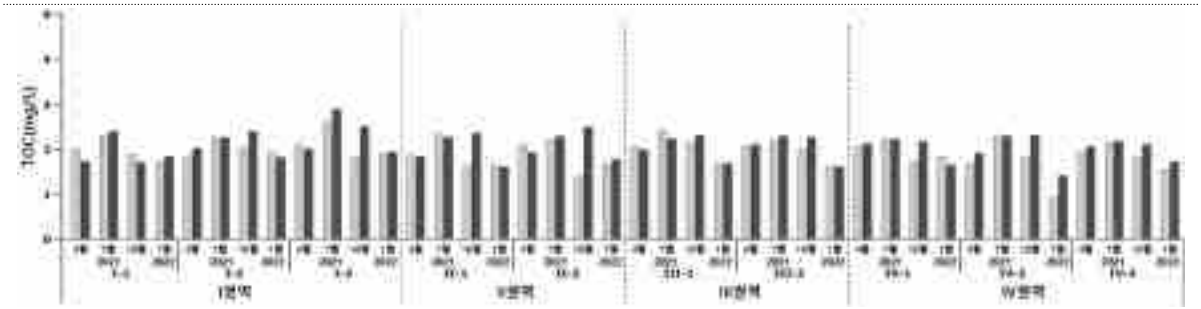
(그림 Ⅱ-2.1.2-2) 일반항목의 권역별 분포(2차년도)



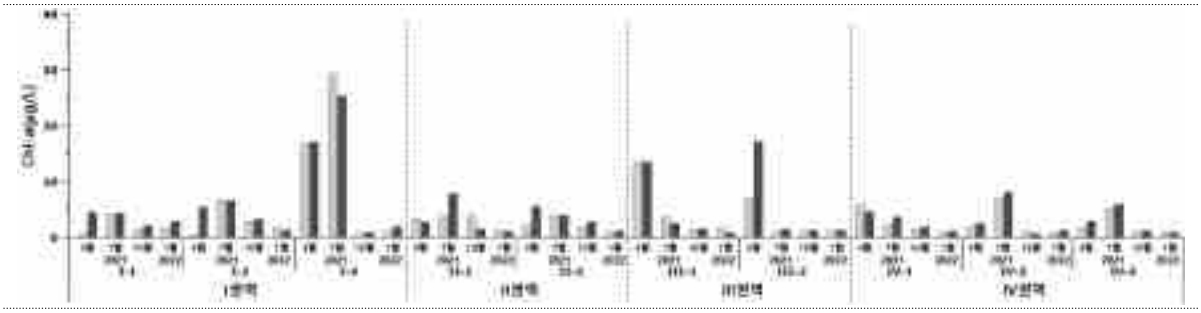
부유입자물질(SPM)



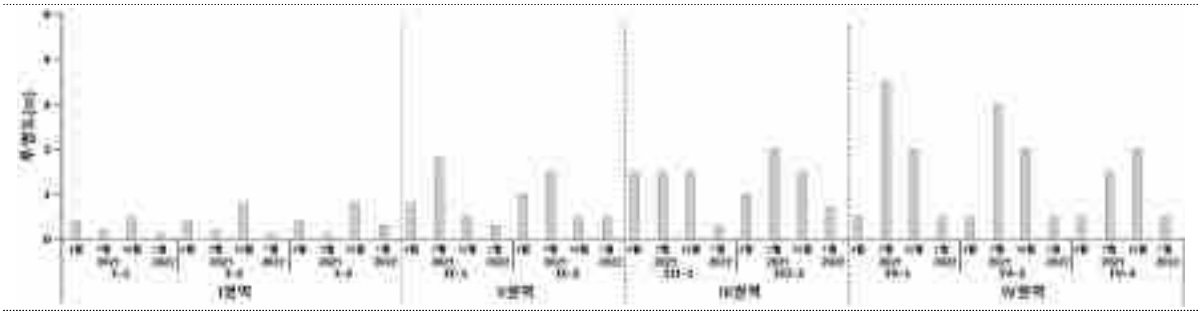
화학적산소요구량(COD)



총유기탄소(TOC)



엽록소-*a*(Chl-*a*)



투명도

(그림 Ⅱ-2.1.2-2) 계 속

나. 영양염류 및 총질소(TN), 총인(TP)

○ 해양수질 영양염류 및 총질소(TN), 총인(TP)의 결과를 제시함

1) 용존무기질소(DIN)

○ 해수 중 녹아있는 용존무기질소는 인산염과 더불어 바다에서 일차생산을 담당하는 모든 해양식물의 성장에 필수적인 요소이며, 용존무기질소는 해수 중 아질산 질소, 질산 질소, 암모니아 질소의 합으로 구성됨

가) 1차년도

○ 2020년 6월에는 표층 0.041~0.254㎎/L(평균 0.106㎎/L), 저층 0.031~0.210㎎/L (평균 0.092㎎/L), 2020년 9월은 표층 0.030~0.587㎎/L(평균 0.155㎎/L), 저층 0.018~0.591㎎/L(평균 0.151㎎/L), 2020년 12월은 표층 0.148~0.598㎎/L(평균 0.294㎎/L), 저층 0.153~0.496㎎/L(평균 0.268㎎/L)의 범위로 수층 간 농도 차이는 크지 않음

나) 2차년도

○ 2021년 4월에는 표층 0.105~0.525㎎/L(평균 0.256㎎/L), 저층 0.031~0.210㎎/L (평균 0.092㎎/L), 2021년 7월은 표층 0.016~0.565㎎/L(평균 0.191㎎/L), 저층 0.018~0.591㎎/L(평균 0.151㎎/L), 2021년 10월은 표층 0.045~0.389㎎/L(평균 0.142㎎/L), 저층 0.043~0.363㎎/L(평균 0.135㎎/L), 2022년 1월은 표층 0.133~0.824㎎/L(평균 0.364㎎/L), 저층 0.187~0.866㎎/L(평균 0.355㎎/L)의 범위로 수층 간 농도 차이는 크지 않음

다) 요약

○ 조사시기별로는 전반적으로 1, 4월과 12월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높았으며, 권역별로는 내측에 위치하여 육상유입에 의한 영향이 상대적으로 클 것으로 예상되는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 높은 농도를 보임

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	0.030~0.598㎎/L(평균 0.191㎎/L)	Ⅰ권역에서 상대적으로 높으며, 다른 시기보다 1, 4, 12월에 높아 시기별 차이를 보임
	저층	0.018~0.591㎎/L(평균 0.173㎎/L)	
2차년도	표층	0.016~0.824㎎/L(평균 0.238㎎/L)	
	저층	0.014~0.866㎎/L(평균 0.226㎎/L)	

2) 용존무기인(DIP)

가) 1차년도

○ 용존무기인은 2020년 6월 조사 시 표층 0.002~0.014㎎/L(평균 0.009㎎/L), 저층 0.002~0.013 ㎎/L(평균 0.008㎎/L), 2020년 9월은 표층 0.008~0.043㎎/L(평균 0.015㎎/L), 저층 0.006~0.046㎎/L(평균 0.018㎎/L), 2020년 12월은 표층 0.024~0.059㎎/L(평균 0.034㎎/L), 저층 0.023~0.035㎎/L(평균 0.028㎎/L)의 범위를 보임

나) 2차년도

○ 용존무기인은 2021년 4월 조사 시 표층 0.007~0.025㎎/L(평균 0.016㎎/L), 저층 0.009~0.027㎎/L(평균 0.017㎎/L), 2021년 7월은 표층 0.004~0.020㎎/L(평균 0.012㎎/L), 저층 0.005~0.018㎎/L(평균 0.011㎎/L), 2021년 10월은 표층 0.011~0.030㎎/L(평균 0.019㎎/L), 저층 0.010~0.029㎎/L(평균 0.016㎎/L), 2022년 1월은 표층 0.016~0.039㎎/L(평균 0.027㎎/L), 저층 0.021~0.040㎎/L(평균 0.028㎎/L)의 범위를 보임

다) 요약

○ 권역별로는 대체로 Ⅰ권역에서 상대적으로 높고, 수층 간 농도 차이는 1차년도인 2020년 9월의 Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2와 12월의 Ⅳ권역 정점 Ⅳ-1에서 상대적으로 크게 나타났으며, 그 외 나머지 정점에서는 크지 않음

- 전반적으로 1월과 12월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높은 농도를 나타냄

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	0.002~0.059㎎/L(평균 0.019㎎/L)	대체로 Ⅰ권역에서 상대적으로 높으며, 동계인 1월과 12월에 높아 시기별 차이를 보임
	저층	0.002~0.046㎎/L(평균 0.018㎎/L)	
2차년도	표층	0.004~0.039㎎/L(평균 0.018㎎/L)	
	저층	0.005~0.040㎎/L(평균 0.018㎎/L)	

3) 총질소(TN)

가) 1차년도

○ 총질소는 2020년 6월 조사 시 표층 0.21~0.50㎎/L(평균 0.28㎎/L), 저층 0.22~0.49 ㎎/L(평균 0.29㎎/L), 2020년 9월은 표층 0.25~0.91㎎/L(평균 0.42㎎/L), 저층 0.25~0.84㎎/L(평균 0.41㎎/L), 2020년 12월은 표층 0.27~0.79㎎/L (평균 0.45㎎/L), 저층 0.33~0.80㎎/L(평균 0.46㎎/L)의 범위를 보임

나) 2차년도

○ 총질소는 2021년 4월 조사 시 표층 0.30~0.90㎎/L(평균 0.46㎎/L), 저층 0.30~0.92㎎/L(평균 0.47㎎/L), 2021년 7월은 표층 0.16~0.79㎎/L(평균 0.36㎎/L), 저층 0.17~0.68㎎/L(평균 0.36㎎/L), 2021년 10월은 표층 0.26~0.81㎎/L(평균 0.45㎎/L), 저층 0.27~0.81㎎/L(평균 0.45㎎/L), 2022년 1월은 표층 0.37~1.28㎎/L(평균 0.63㎎/L), 저층 0.38~1.30㎎/L(평균 0.64㎎/L)의 범위를 보임

다) 요약

○ 수층 간 농도 차이는 크지 않았으며, 조사시기별 차이는 크지 않았음. 권역별로는 내측에 위치하여 육상유입에 의한 영향이 상대적으로 클 것으로 예상되는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 높은 농도를 보임

구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	0.21~0.91㎎/L(평균 0.40㎎/L)	대체로 Ⅰ권역에서 상대적으로 높으며, 동계인 1월과 12월에 높아 시기별 차이를 보임
	저층	0.22~0.84㎎/L(평균 0.39㎎/L)	
2차년도	표층	0.16~1.28㎎/L(평균 0.47㎎/L)	
	저층	0.17~1.30㎎/L(평균 0.48㎎/L)	

4) 총인(TP)

가) 1차년도

○ 총인은 2020년 6월 조사 시 표층 0.016~0.030㎎/L(평균 0.022㎎/L), 저층 0.020~0.033㎎/L(평균 0.025㎎/L), 2020년 9월은 표층 0.025~0.052㎎/L(평균 0.031㎎/L), 저층 0.026~0.089㎎/L(평균 0.040㎎/L), 2020년 12월은 표층 0.028~0.061㎎/L(평균 0.036㎎/L), 저층은 모든 정점에서 0.026~0.043㎎/L(평균 0.032㎎/L)의 범위를 보임

나) 2차년도

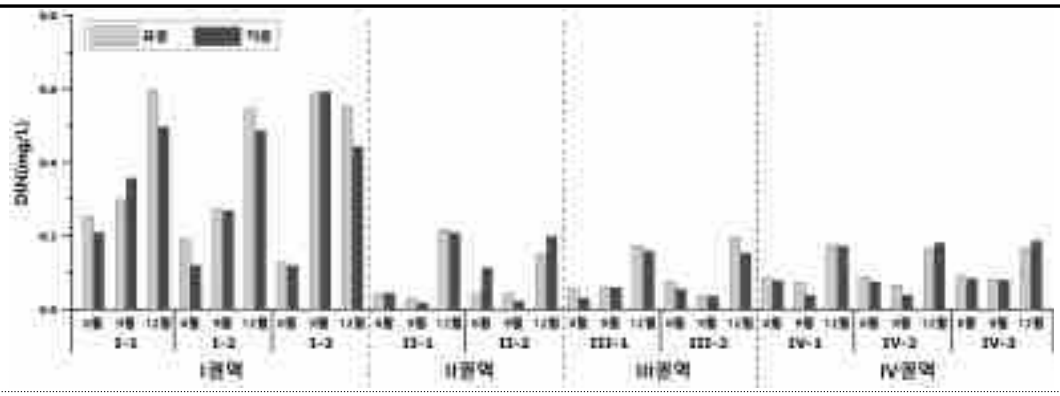
○ 총인은 2021년 4월 조사 시 표층 0.034~0.113㎎/L(평균 0.050㎎/L), 저층 0.034~0.149㎎/L(평균 0.060㎎/L), 2021년 7월은 표층 0.018~0.062㎎/L(평균 0.030㎎/L), 저층 0.019~0.077㎎/L(평균 0.033㎎/L), 2021년 10월은 표층 0.023~0.057㎎/L(평균 0.040㎎/L), 저층은 모든 정점에서 0.025~0.084㎎/L(평균 0.046㎎/L), 2022년 1월은 표층 0.016~0.058㎎/L(평균 0.038㎎/L), 저층은 모든 정점에서 0.023~0.059㎎/L(평균 0.043㎎/L)의 범위를 보임

다) 요약

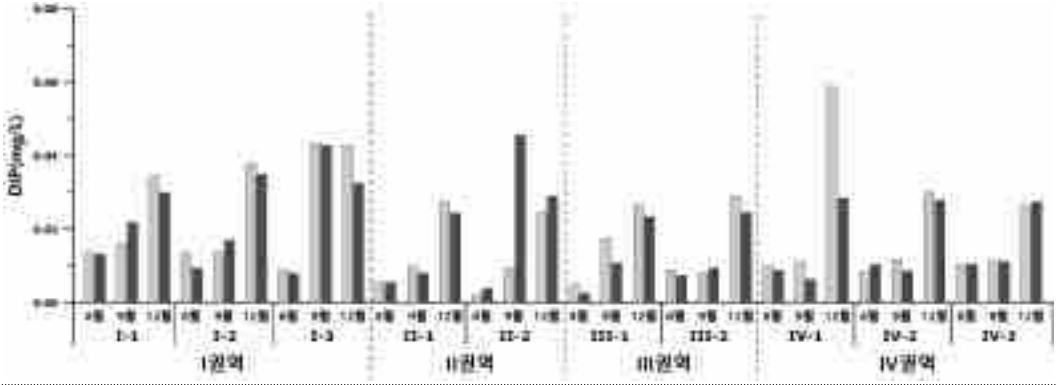
○ 권역별로는 Ⅱ권역의 2020년 9월, Ⅳ권역의 2020년 12월을 제외하면 Ⅰ권역이 상대적으로 높았음. 수층 간 농도 차이는 2020년 9월의 Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2와 12월의 Ⅳ권역 정점 Ⅳ-1, 2021년 4월 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-1에서 상대적으로 크게 나타났으며, 그 외 나머지 정점에서는 크지 않음

- 조사 시기에 따른 농도 차이는 뚜렷하지 않으나, 6월과 7월에 상대적으로 낮음

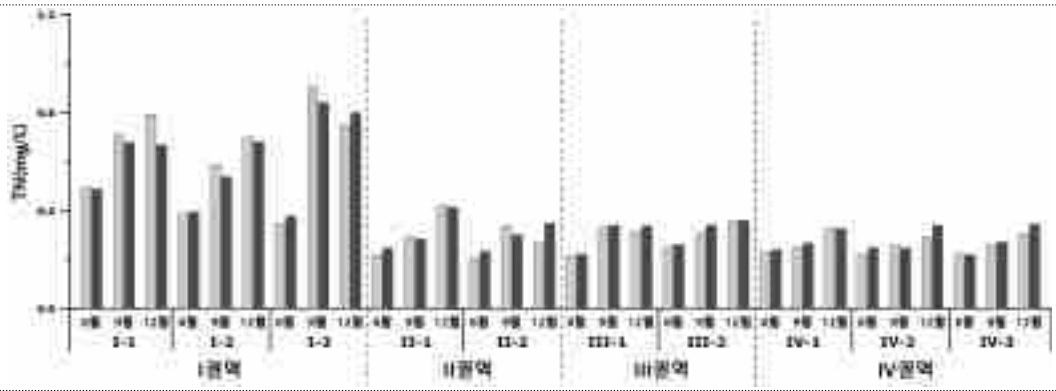
구분	수층	범위	요약
1차년도	표층	0.016~0.061㎎/L(평균 0.030㎎/L)	대체로 Ⅰ권역에서 상대적으로 높으며, 하계인 6월과 7월에 낮아 시기별 차이를 보임
	저층	0.020~0.089㎎/L(평균 0.032㎎/L)	
2차년도	표층	0.016~0.113㎎/L(평균 0.039㎎/L)	
	저층	0.019~0.149㎎/L(평균 0.045㎎/L)	



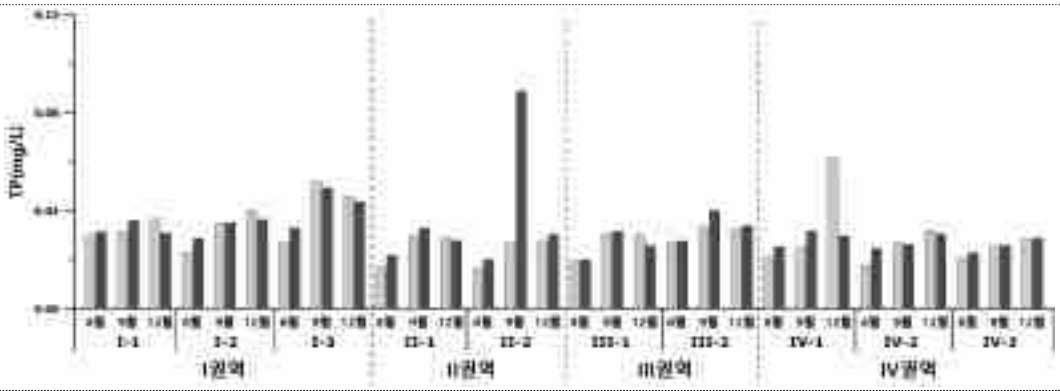
용존무기질소(DIN)



용존무기인(DIP)

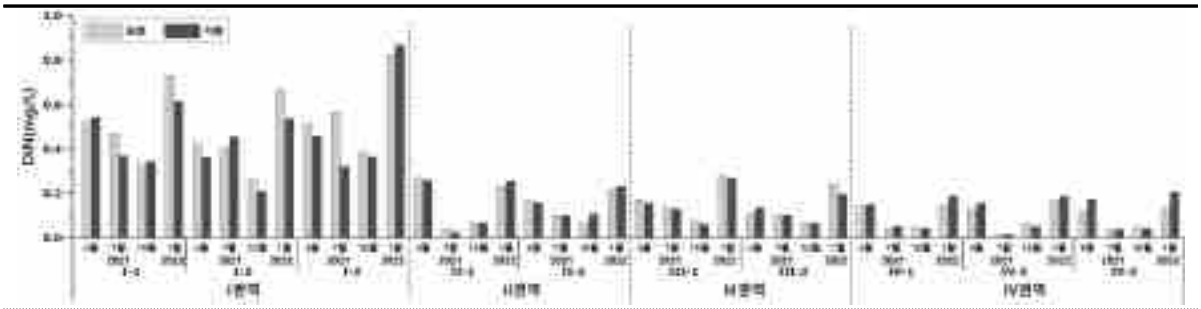


총질소(TN)

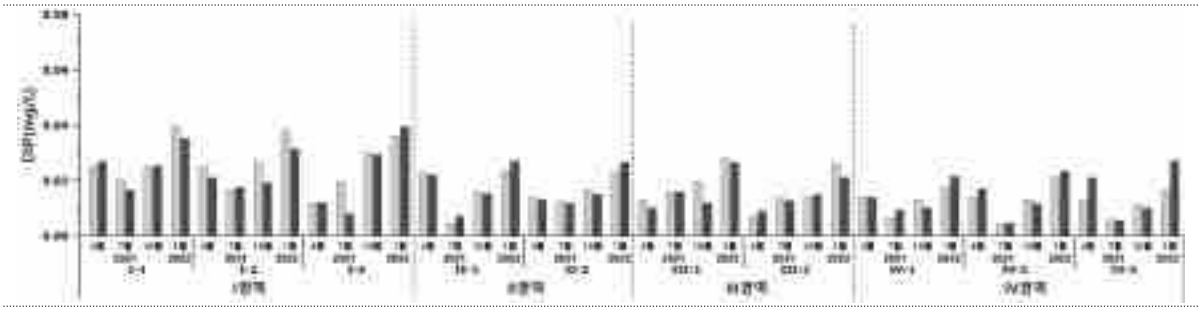


총인(TP)

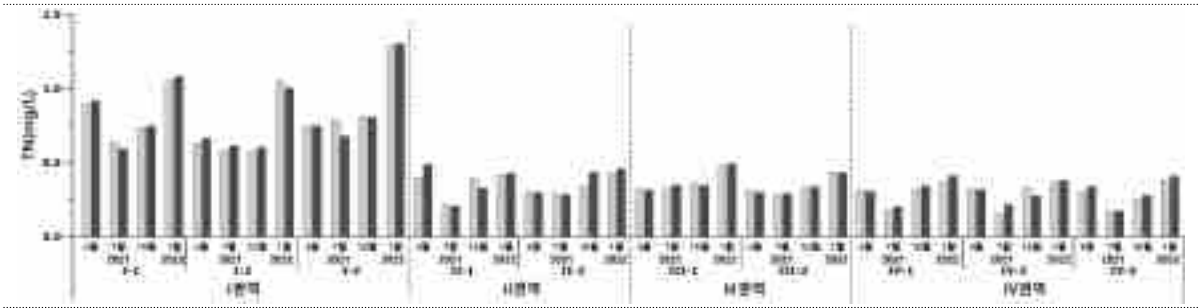
(그림 Ⅱ-2.1.2-3) 영양염류 및 TN, TP의 권역별 분포(1차년도)



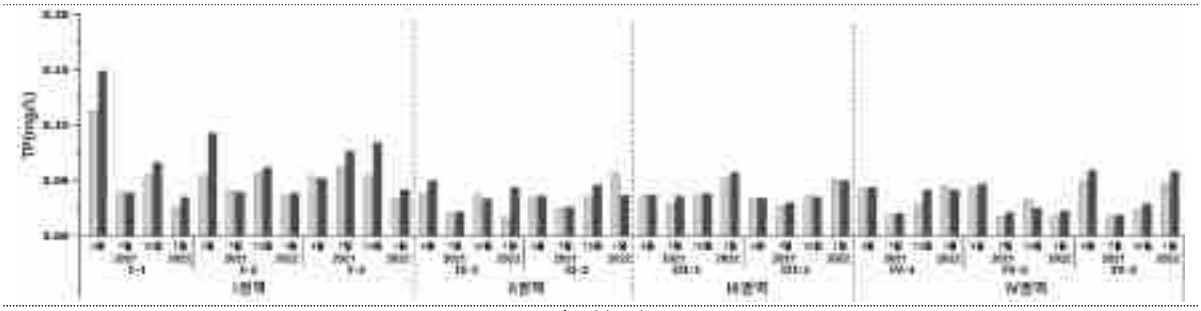
용존무기질소(DIN)



용존무기인(DIP)



총질소(TN)



총인(TP)

(그림 Ⅱ-2.1.2-4) 영양염류 및 TN, TP의 권역별 분포(2차년도)

<표 Ⅱ-2.1.2-8> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2020. 6.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.006	0.008	0.240	0.254	0.014	0.50	0.030
		저	0.006	0.008	0.197	0.210	0.013	0.49	0.031
	Ⅰ-2	표	0.005	0.008	0.181	0.194	0.013	0.39	0.023
		저	0.006	0.006	0.108	0.119	0.009	0.39	0.029
	Ⅰ-3	표	0.005	0.006	0.117	0.128	0.009	0.35	0.027
		저	0.005	0.006	0.109	0.119	0.008	0.38	0.033
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.005	0.005	0.035	0.044	0.006	0.22	0.017
		저	0.005	0.004	0.034	0.043	0.005	0.25	0.022
	Ⅱ-2	표	0.005	0.003	0.033	0.041	0.002	0.21	0.016
		저	0.006	0.005	0.102	0.113	0.004	0.23	0.020
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.006	0.004	0.047	0.057	0.005	0.21	0.019
		저	0.005	0.004	0.022	0.031	0.002	0.22	0.020
	Ⅲ-2	표	0.006	0.004	0.065	0.075	0.009	0.25	0.027
		저	0.006	0.005	0.042	0.054	0.007	0.26	0.028
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.003	0.006	0.077	0.085	0.010	0.23	0.021
		저	0.005	0.005	0.067	0.077	0.009	0.24	0.025
	Ⅳ-2	표	0.009	0.005	0.076	0.089	0.008	0.22	0.018
		저	0.005	0.005	0.064	0.074	0.010	0.25	0.024
	Ⅳ-3	표	0.008	0.006	0.076	0.090	0.010	0.22	0.021
		저	0.005	0.006	0.072	0.083	0.010	0.22	0.023
표층		최소	0.003	0.003	0.033	0.041	0.002	0.21	0.016
		최대	0.009	0.008	0.240	0.254	0.014	0.50	0.030
		평균	0.006	0.005	0.095	0.106	0.009	0.28	0.022
저층		최소	0.005	0.004	0.022	0.031	0.002	0.22	0.020
		최대	0.006	0.008	0.197	0.210	0.013	0.49	0.033
		평균	0.005	0.005	0.082	0.092	0.008	0.29	0.025
전체		최소	0.003	0.003	0.022	0.031	0.002	0.21	0.016
		최대	0.009	0.008	0.240	0.254	0.014	0.50	0.033
		평균	0.006	0.005	0.088	0.099	0.008	0.29	0.024

<표 Ⅱ-2.1.2-9> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2020. 9.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.012	0.013	0.274	0.299	0.016	0.71	0.031
		저	0.017	0.014	0.327	0.357	0.022	0.68	0.036
	Ⅰ-2	표	0.012	0.015	0.245	0.272	0.013	0.59	0.034
		저	0.013	0.016	0.239	0.269	0.017	0.54	0.035
	Ⅰ-3	표	0.050	0.037	0.500	0.587	0.043	0.91	0.052
		저	0.052	0.037	0.502	0.591	0.043	0.84	0.049
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.005	0.012	0.014	0.030	0.010	0.29	0.030
		저	0.008	0.007	0.002	0.018	0.008	0.28	0.033
	Ⅱ-2	표	0.008	0.015	0.020	0.043	0.009	0.34	0.027
		저	0.004	0.010	0.007	0.022	0.046	0.30	0.089
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.011	0.020	0.030	0.061	0.017	0.33	0.031
		저	0.012	0.020	0.028	0.060	0.011	0.34	0.032
	Ⅲ-2	표	0.006	0.014	0.019	0.039	0.008	0.31	0.033
		저	0.005	0.013	0.018	0.036	0.009	0.34	0.040
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.008	0.027	0.039	0.073	0.011	0.25	0.025
		저	0.004	0.020	0.014	0.039	0.006	0.27	0.031
	Ⅳ-2	표	0.008	0.025	0.034	0.067	0.012	0.26	0.027
		저	0.004	0.016	0.020	0.039	0.009	0.25	0.026
	Ⅳ-3	표	0.006	0.031	0.046	0.082	0.012	0.26	0.025
		저	0.004	0.030	0.045	0.079	0.011	0.27	0.026
표층		최소	0.005	0.012	0.014	0.030	0.008	0.25	0.025
		최대	0.050	0.037	0.500	0.587	0.043	0.91	0.052
		평균	0.013	0.021	0.122	0.155	0.015	0.42	0.031
저층		최소	0.004	0.007	0.002	0.018	0.006	0.25	0.026
		최대	0.052	0.037	0.502	0.591	0.046	0.84	0.089
		평균	0.012	0.018	0.120	0.151	0.018	0.41	0.040
전체		최소	0.004	0.007	0.002	0.018	0.006	0.25	0.025
		최대	0.052	0.037	0.502	0.591	0.046	0.91	0.089
		평균	0.013	0.020	0.121	0.153	0.017	0.42	0.036

<표 Ⅱ-2.1.2-10> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2020. 12.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.031	0.002	0.565	0.598	0.034	0.79	0.036
		저	0.027	0.002	0.467	0.496	0.030	0.67	0.031
	Ⅰ-2	표	0.026	0.002	0.518	0.546	0.038	0.70	0.040
		저	0.025	0.003	0.459	0.486	0.035	0.68	0.036
	Ⅰ-3	표	0.084	0.012	0.455	0.551	0.043	0.75	0.046
		저	0.071	0.011	0.361	0.443	0.032	0.80	0.043
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.006	0.004	0.208	0.217	0.027	0.42	0.029
		저	0.006	0.003	0.198	0.208	0.024	0.41	0.028
	Ⅱ-2	표	0.004	0.003	0.141	0.148	0.024	0.27	0.028
		저	0.005	0.003	0.191	0.199	0.029	0.35	0.030
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.007	0.006	0.161	0.173	0.027	0.31	0.030
		저	0.005	0.005	0.148	0.159	0.023	0.34	0.026
	Ⅲ-2	표	0.007	0.006	0.183	0.196	0.029	0.36	0.033
		저	0.008	0.006	0.140	0.153	0.024	0.36	0.034
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.007	0.004	0.165	0.176	0.059	0.33	0.061
		저	0.005	0.004	0.163	0.172	0.028	0.33	0.030
	Ⅳ-2	표	0.005	0.004	0.156	0.165	0.030	0.29	0.032
		저	0.005	0.005	0.171	0.181	0.028	0.34	0.030
	Ⅳ-3	표	0.005	0.002	0.161	0.168	0.026	0.31	0.028
		저	0.005	0.003	0.179	0.187	0.027	0.34	0.029
표층		최소	0.004	0.002	0.141	0.148	0.024	0.27	0.028
		최대	0.084	0.012	0.565	0.598	0.059	0.79	0.061
		평균	0.018	0.005	0.271	0.294	0.034	0.45	0.036
저층		최소	0.005	0.002	0.140	0.153	0.023	0.33	0.026
		최대	0.071	0.011	0.467	0.496	0.035	0.80	0.043
		평균	0.016	0.004	0.248	0.268	0.028	0.46	0.032
전체		최소	0.004	0.002	0.140	0.148	0.023	0.27	0.026
		최대	0.084	0.012	0.565	0.598	0.059	0.80	0.061
		평균	0.017	0.004	0.259	0.281	0.031	0.46	0.034

<표 Ⅱ-2.1.2-11> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2021. 4.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.069	0.006	0.450	0.525	0.025	0.90	0.113
		저	0.068	0.006	0.469	0.543	0.027	0.92	0.149
	Ⅰ-2	표	0.049	0.004	0.372	0.425	0.025	0.63	0.054
		저	0.046	0.004	0.312	0.362	0.021	0.67	0.093
	Ⅰ-3	표	0.025	0.013	0.473	0.511	0.012	0.75	0.054
		저	0.023	0.012	0.423	0.458	0.012	0.75	0.052
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.015	0.003	0.252	0.270	0.023	0.40	0.038
		저	0.024	0.010	0.223	0.257	0.022	0.49	0.050
	Ⅱ-2	표	0.003	0.003	0.159	0.165	0.014	0.30	0.035
		저	0.002	0.003	0.152	0.157	0.013	0.30	0.036
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.001	0.003	0.168	0.172	0.013	0.32	0.036
		저	0.001	0.003	0.149	0.153	0.010	0.32	0.037
	Ⅲ-2	표	0.001	0.003	0.101	0.105	0.007	0.31	0.034
		저	0.001	0.003	0.131	0.135	0.009	0.30	0.034
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.002	0.002	0.135	0.139	0.014	0.31	0.043
		저	0.003	0.002	0.145	0.150	0.014	0.31	0.044
	Ⅳ-2	표	0.002	0.001	0.125	0.128	0.014	0.32	0.043
		저	0.002	0.002	0.152	0.156	0.017	0.32	0.047
	Ⅳ-3	표	0.002	0.001	0.116	0.119	0.013	0.31	0.049
		저	0.004	0.001	0.167	0.172	0.021	0.34	0.059
표층		최소	0.001	0.001	0.101	0.105	0.007	0.30	0.034
		최대	0.069	0.013	0.473	0.525	0.025	0.90	0.113
		평균	0.017	0.004	0.235	0.256	0.016	0.46	0.050
저층		최소	0.001	0.001	0.131	0.135	0.009	0.30	0.034
		최대	0.068	0.012	0.469	0.543	0.027	0.92	0.149
		평균	0.017	0.005	0.232	0.254	0.017	0.47	0.060
전체		최소	0.001	0.001	0.101	0.105	0.007	0.30	0.034
		최대	0.069	0.013	0.473	0.543	0.027	0.92	0.149
		평균	0.017	0.004	0.234	0.255	0.016	0.46	0.055

<표 Ⅱ-2.1.2-12> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2021. 7.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.006	0.022	0.443	0.470	0.020	0.64	0.040
		저	0.008	0.019	0.341	0.368	0.017	0.59	0.039
	Ⅰ-2	표	0.005	0.019	0.377	0.401	0.017	0.58	0.041
		저	0.006	0.020	0.426	0.453	0.018	0.61	0.040
	Ⅰ-3	표	0.008	0.018	0.539	0.565	0.019	0.79	0.062
		저	0.010	0.018	0.293	0.321	0.008	0.68	0.077
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.006	0.002	0.030	0.038	0.005	0.22	0.021
		저	0.011	0.001	0.014	0.026	0.007	0.21	0.022
	Ⅱ-2	표	0.028	0.005	0.069	0.102	0.012	0.29	0.025
		저	0.031	0.004	0.065	0.100	0.012	0.28	0.026
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.042	0.005	0.087	0.134	0.016	0.32	0.029
		저	0.041	0.005	0.084	0.130	0.016	0.35	0.036
	Ⅲ-2	표	0.029	0.004	0.066	0.100	0.014	0.28	0.027
		저	0.032	0.005	0.065	0.102	0.013	0.29	0.030
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.008	0.003	0.031	0.042	0.006	0.18	0.019
		저	0.011	0.003	0.038	0.052	0.009	0.20	0.020
	Ⅳ-2	표	0.007	0.001	0.008	0.016	0.004	0.16	0.018
		저	0.005	0.001	0.008	0.014	0.005	0.22	0.021
	Ⅳ-3	표	0.007	0.003	0.027	0.037	0.006	0.18	0.018
		저	0.007	0.003	0.027	0.036	0.005	0.17	0.019
표층		최소	0.005	0.001	0.008	0.016	0.004	0.16	0.018
		최대	0.042	0.022	0.539	0.565	0.020	0.79	0.062
		평균	0.015	0.008	0.168	0.191	0.012	0.36	0.030
저층		최소	0.005	0.001	0.008	0.014	0.005	0.17	0.019
		최대	0.041	0.020	0.426	0.453	0.018	0.68	0.077
		평균	0.016	0.008	0.136	0.160	0.011	0.36	0.033
전체		최소	0.005	0.001	0.008	0.014	0.004	0.16	0.018
		최대	0.042	0.022	0.539	0.565	0.020	0.79	0.077
		평균	0.015	0.008	0.152	0.175	0.011	0.36	0.031

<표 Ⅱ-2.1.2-13> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2021. 10.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.044	0.011	0.274	0.329	0.025	0.74	0.055
		저	0.042	0.011	0.290	0.343	0.025	0.74	0.066
	Ⅰ-2	표	0.040	0.013	0.209	0.262	0.027	0.58	0.057
		저	0.036	0.012	0.161	0.209	0.019	0.60	0.062
	Ⅰ-3	표	0.073	0.015	0.301	0.389	0.030	0.81	0.054
		저	0.071	0.015	0.276	0.363	0.029	0.81	0.084
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.025	0.009	0.036	0.070	0.016	0.39	0.037
		저	0.023	0.009	0.034	0.066	0.015	0.33	0.033
	Ⅱ-2	표	0.028	0.017	0.024	0.069	0.017	0.34	0.035
		저	0.028	0.017	0.063	0.109	0.015	0.44	0.046
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.037	0.014	0.028	0.079	0.020	0.36	0.037
		저	0.029	0.013	0.019	0.061	0.012	0.34	0.038
	Ⅲ-2	표	0.034	0.010	0.022	0.066	0.014	0.33	0.036
		저	0.034	0.010	0.023	0.067	0.015	0.34	0.035
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.009	0.023	0.013	0.046	0.013	0.32	0.028
		저	0.008	0.022	0.013	0.043	0.010	0.34	0.042
	Ⅳ-2	표	0.007	0.032	0.025	0.065	0.013	0.33	0.033
		저	0.005	0.028	0.017	0.050	0.012	0.27	0.025
	Ⅳ-3	표	0.007	0.024	0.013	0.045	0.011	0.26	0.023
		저	0.006	0.024	0.013	0.043	0.010	0.28	0.029
표층		최소	0.007	0.009	0.013	0.045	0.011	0.26	0.023
		최대	0.073	0.032	0.301	0.389	0.030	0.81	0.057
		평균	0.030	0.017	0.095	0.142	0.019	0.45	0.040
저층		최소	0.005	0.009	0.013	0.043	0.010	0.27	0.025
		최대	0.071	0.028	0.290	0.363	0.029	0.81	0.084
		평균	0.028	0.016	0.091	0.135	0.016	0.45	0.046
전체		최소	0.005	0.009	0.013	0.043	0.010	0.26	0.023
		최대	0.073	0.032	0.301	0.389	0.030	0.81	0.084
		평균	0.029	0.016	0.093	0.139	0.017	0.45	0.043

<표 Ⅱ-2.1.2-14> 해양수질의 영양염류 및 TN, TP 결과(2022. 1.)

권역	정점	수층	NH_4	NO_2	NO_3	DIN	DIP	TN	TP
			(㎎/L)						
Ⅰ	Ⅰ-1	표	0.051	0.001	0.678	0.730	0.039	1.05	0.025
		저	0.045	0.001	0.568	0.614	0.035	1.08	0.035
	Ⅰ-2	표	0.046	0.001	0.621	0.668	0.038	1.05	0.036
		저	0.044	0.001	0.489	0.535	0.031	1.00	0.039
	Ⅰ-3	표	0.125	0.007	0.693	0.824	0.036	1.28	0.034
		저	0.130	0.007	0.730	0.866	0.040	1.30	0.042
Ⅱ	Ⅱ-1	표	0.011	0.002	0.219	0.231	0.024	0.42	0.016
		저	0.012	0.002	0.242	0.256	0.027	0.43	0.044
	Ⅱ-2	표	0.008	0.002	0.207	0.216	0.023	0.42	0.058
		저	0.009	0.002	0.220	0.231	0.027	0.46	0.037
Ⅲ	Ⅲ-1	표	0.025	0.004	0.251	0.280	0.028	0.48	0.051
		저	0.025	0.004	0.237	0.266	0.027	0.49	0.058
	Ⅲ-2	표	0.016	0.003	0.221	0.240	0.026	0.44	0.051
		저	0.014	0.003	0.179	0.196	0.021	0.43	0.050
Ⅳ	Ⅳ-1	표	0.004	0.002	0.141	0.146	0.018	0.37	0.045
		저	0.008	0.002	0.178	0.189	0.022	0.41	0.042
	Ⅳ-2	표	0.005	0.001	0.162	0.168	0.021	0.37	0.018
		저	0.005	0.002	0.180	0.187	0.023	0.38	0.023
	Ⅳ-3	표	0.004	0.001	0.128	0.133	0.016	0.38	0.048
		저	0.006	0.002	0.198	0.206	0.027	0.41	0.059
표층		최소	0.004	0.001	0.128	0.133	0.016	0.37	0.016
		최대	0.125	0.007	0.693	0.824	0.039	1.28	0.058
		평균	0.029	0.002	0.332	0.364	0.027	0.63	0.038
저층		최소	0.005	0.001	0.178	0.187	0.021	0.38	0.023
		최대	0.130	0.007	0.730	0.866	0.040	1.30	0.059
		평균	0.030	0.003	0.322	0.355	0.028	0.64	0.043
전체		최소	0.004	0.001	0.128	0.133	0.016	0.37	0.016
		최대	0.130	0.007	0.730	0.866	0.040	1.30	0.059
		평균	0.030	0.002	0.327	0.359	0.027	0.63	0.040

<표 Ⅱ-2.1.2-15> 해양환경기준(해양수산부고시 제2018-10호)-해양수질

(1) 생활환경

항 목	수소이온농도 (pH)	총대장균군 (총대장균군/100㎖)	용매추출유분 (mg/L)
기 준	6.5~8.5	1,000 이하	0.01 이하

(2) 생태기반 해양수질 기준

등급	수질평가 지수값(Water Quality Index)
Ⅰ(매우 좋음)	23 이하
Ⅱ(좋음)	24 ~ 33
Ⅲ(보통)	34 ~ 46
Ⅳ(나쁨)	47 ~ 59
Ⅴ(아주나쁨)	60 이상

(3) 수질평가지수(수질평가지수 항목별 점수를 이용하여 계산)

수질평가지수(WQI, Water Quality Index)
= 10 X [저층산소포화도(DO)] + 6 X [(식물플랑크톤 농도(엽록소-*a*) + 투명도(SD))/2] + 4 X [(용존무기질소 농도(DIN) + 용존무기인 농도(DIP))/2]

(4) 수질평가지수 항목별 점수

항목별 점수	대상항목	
	엽록소-*a*(㎍/L), DIN(㎍/L), DIP(㎍/L)	DO-S(포화도, %), 투명도(m)
1	기준값 이하	기준값 이상
2	<기준값 + 0.10X기준값	>기준값 - 0.10X기준값
3	<기준값 + 0.25X기준값	>기준값 - 0.25X기준값
4	<기준값 + 0.50X기준값	>기준값 - 0.50X기준값
5	≥기준값 + 0.50X기준값	≤기준값 - 0.50X기준값

(5) 수질평가지수 항목의 해역별 기준값

대상항목 / 생태구역	표층 엽록소-*a* (㎍/L)	저층 DO-S (포화도, %)	표층 DIN (㎍/L)	표층(DIP) (㎍/L)	투명도 (m)
동해	2.1	90	140	20	8.5
대한해협	6.3		220	35	2.5
서남해역	3.7		230	25	0.5
서해중부	2.2		425	30	1.0
제주	1.6		165	15	8.0



(그림 Ⅱ-2.1.2-5) 생태구역 구분도

다. 수질평가지수(WQI)

○ 조사해역의 수질평가지수 및 등급 결과를 제시함

○ 대상해역은 서해중부연안 수질평가지수 항목의 기준값을 적용함

1) 1차년도

○ 대상해역에서 수질평가지수 및 등급은 2020년 6월 조사 시 20~44점으로 Ⅰ(매우 좋음)~Ⅲ(보통)등급, 2020년 9월에는 20~56점으로 Ⅰ(매우 좋음)~Ⅳ(나쁨)등급, 2020년 12월에는 20~51점으로 Ⅰ(매우 좋음)~Ⅳ(나쁨)등급에 해당됨

○ 2020년 6월과 9월의 수질 등급 상승의 주요 원인은 높은 엽록소-a의 농도였으며, 12월은 낮은 투명도로 조사됨

2) 2차년도

○ 대상해역에서 수질평가지수 및 등급은 2021년 4월 조사 시 20~48점으로 Ⅰ(매우 좋음)~Ⅳ(나쁨)등급, 2021년 7월에는 30~50점으로 Ⅱ(좋음)~Ⅳ(나쁨)등급, 2021년 10월에는 30~54점으로 Ⅱ(좋음)~Ⅳ(나쁨)등급, 2022년 1월에는 32~56점으로 Ⅱ(좋음)~Ⅳ(나쁨)등급에 해당됨

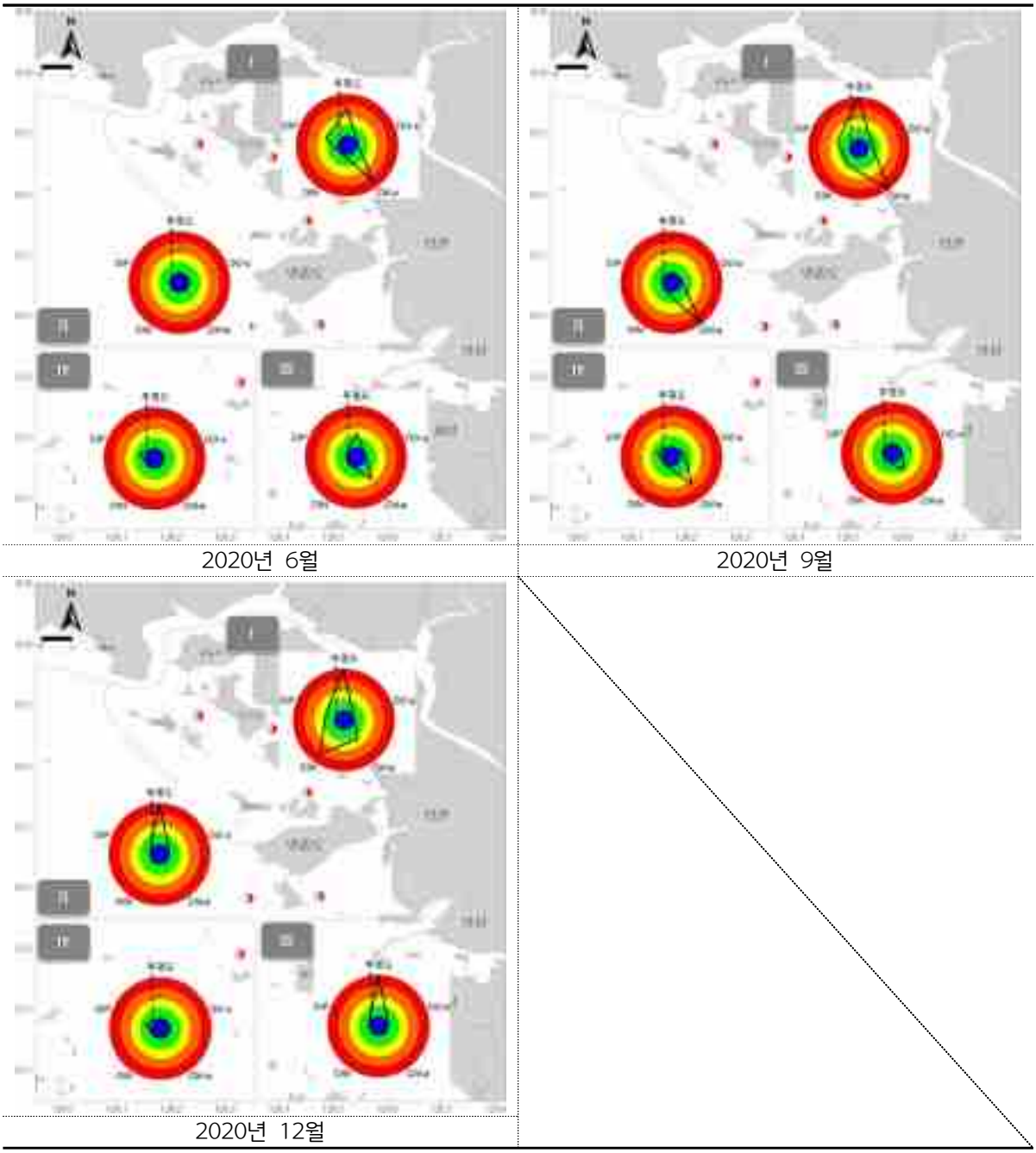
3) 요약

○ 1차년도 2020년 6월과 9월의 수질 등급 상승의 주요 원인은 높은 엽록소-*a*의 농도였으며, 12월은 낮은 투명도로 조사됨

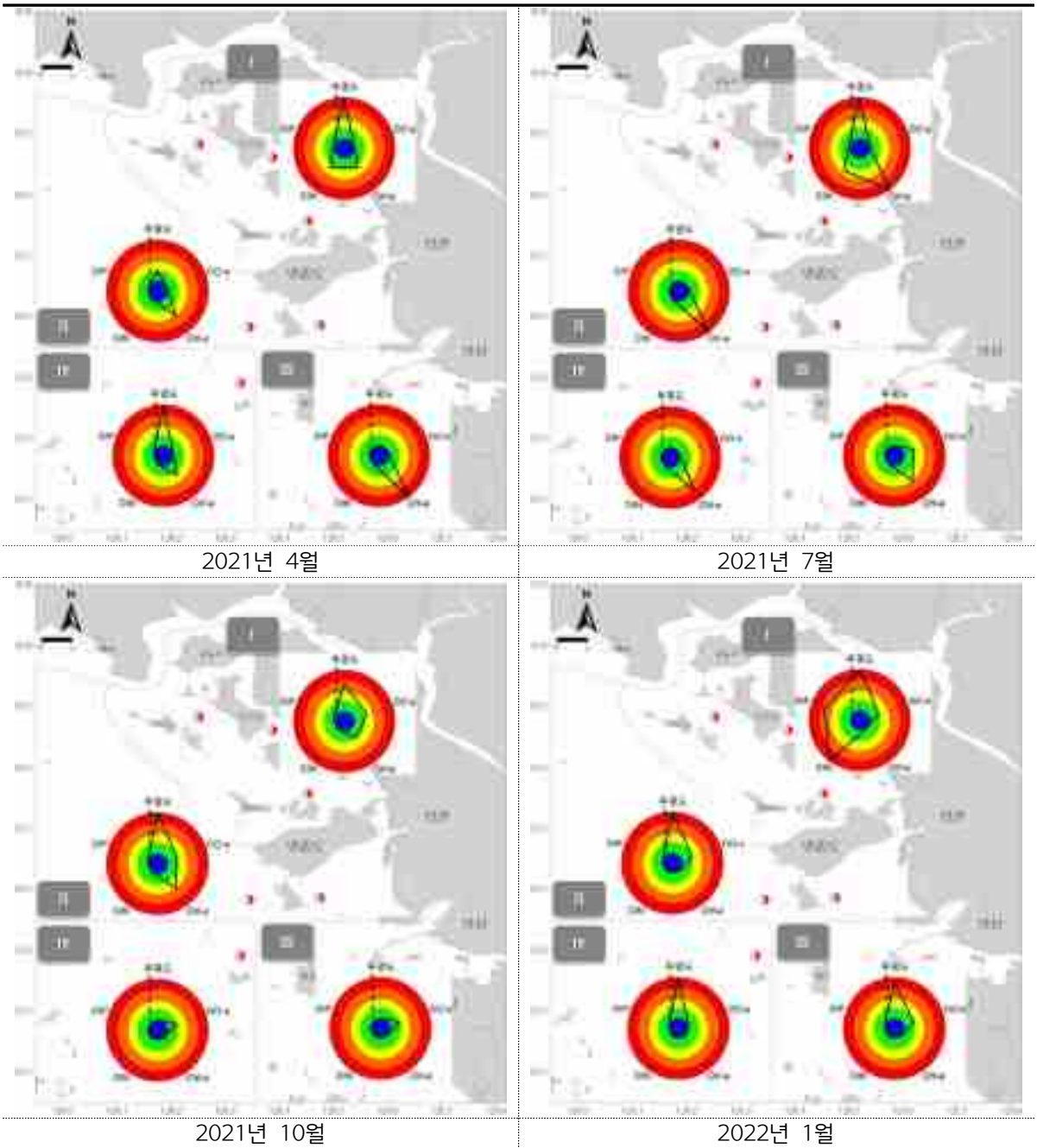
○ 2차년도 2021년 4, 7월의 수질 등급 상승의 주요 원인은 낮은 투명도와 높은 엽록소-*a*의 농도였으며, 10월은 낮은 포화도와 투명도로 조사됨

○ 권역별 수질등급 상승의 주요 원인은 Ⅰ권역의 경우 높은 엽록소-*a* 농도와 낮은 투명도였으나, 일부 시기에는 높은 표층 DIN과 DIP도 주요 원인으로 나타나며, Ⅱ~Ⅳ권역은 대체로 높은 엽록소-*a* 가 주요 원인으로 나타남

구분	수질평가지수	등급	권역별 수질 등급 저하 요인
1차년도	20~56	Ⅰ(매우좋음)~Ⅳ(나쁨)	● Ⅰ권역 : 주로 높은 엽록소-*a*와 투명도 : 일부 시기에는 높은 표층 영양염(DIN, DIP) ● Ⅱ~Ⅳ권역 : 높은 엽록소-*a*
2차년도	20~56	Ⅰ(매우좋음)~Ⅳ(나쁨)	



(그림 Ⅱ-2.1.2-6) 조사 시기에 따른 정점별 생태기반 해양 수질 기준(1차년도)



(그림 Ⅱ-2.1.2-7) 조사 시기에 따른 정점별 생태기반 해양 수질 기준(2차년도)

<표 Ⅱ-2.1.2-16> 1차년도 인천 연안어장 수질평가지수 항목별 점수 및 등급

권역	정점	시기	항목별 점수						해수 수질기준
			투명도	저층 DO-S	표층 엽록소-*a*	표층 DIN	표층 DIP	합계	
Ⅰ	Ⅰ-1	6월	5	1	4	1	1	41	Ⅲ
		9월	5	2	5	1	1	54	Ⅳ
		12월	5	1	4	4	3	51	Ⅳ
	Ⅰ-2	6월	1	1	4	1	1	29	Ⅱ
		9월	5	1	5	1	1	44	Ⅲ
		12월	5	1	1	4	4	44	Ⅲ
	Ⅰ-3	6월	5	1	5	1	1	44	Ⅲ
		9월	5	1	5	4	4	56	Ⅳ
		12월	5	1	2	4	4	47	Ⅳ
Ⅱ	Ⅱ-1	6월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		9월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		12월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
	Ⅱ-2	6월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		9월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		12월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
Ⅲ	Ⅲ-1	6월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		9월	1	1	3	1	1	26	Ⅱ
		12월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
	Ⅲ-2	6월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		9월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		12월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
Ⅳ	Ⅳ-1	6월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		9월	1	1	4	1	1	29	Ⅱ
		12월	1	1	1	1	5	28	Ⅱ
	Ⅳ-2	6월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		9월	1	2	3	1	1	36	Ⅲ
		12월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
	Ⅳ-3	6월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		9월	1	1	3	1	1	26	Ⅱ
		12월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ

<표 Ⅱ-2.1.2-17> 2차년도 인천 연안어장 수질평가지수 항목별 점수 및 등급

권역	정점	시기	항목별 점수						해수 수질기준
			투명도	저층 DO-S	표층 엽록소-*a*	표층 DIN	표층 DIP	합계	
Ⅰ	Ⅰ-1	4월	5	1	1	3	1	36	Ⅲ
		7월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
		10월	5	1	5	3	1	48	Ⅳ
		1월	5	2	1	5	4	56	Ⅳ
	Ⅰ-2	4월	5	1	5	3	1	48	Ⅳ
		7월	5	1	5	1	1	44	Ⅲ
		10월	5	1	5	4	1	50	Ⅳ
		1월	5	2	1	5	4	56	Ⅳ
	Ⅰ-3	4월	5	3	1	1	1	52	Ⅳ
		7월	3	2	4	1	1	45	Ⅲ
		10월	3	2	1	1	2	38	Ⅲ
		1월	5	2	1	5	3	54	Ⅳ
Ⅱ	Ⅱ-1	4월	3	1	5	1	1	38	Ⅲ
		7월	1	1	1	1	1	20	Ⅰ
		10월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		1월	5	2	1	1	1	42	Ⅲ
	Ⅱ-2	4월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		7월	5	2	5	1	1	54	Ⅳ
		10월	5	2	1	1	1	42	Ⅲ
		1월	5	2	1	1	1	42	Ⅲ
Ⅲ	Ⅲ-1	4월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		7월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		10월	1	2	5	1	1	42	Ⅲ
		1월	5	2	1	1	1	42	Ⅲ
	Ⅲ-2	4월	1	2	1	1	1	30	Ⅱ
		7월	1	2	1	1	1	30	Ⅱ
		10월	1	2	1	1	1	30	Ⅱ
		1월	4	2	1	1	1	39	Ⅲ
Ⅳ	Ⅳ-1	4월	5	1	5	1	1	44	Ⅲ
		7월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
		10월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
		1월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
	Ⅳ-2	4월	1	1	2	1	1	23	Ⅰ
		7월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		10월	1	1	5	1	1	32	Ⅱ
		1월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ
	Ⅳ-3	4월	1	2	1	1	1	30	Ⅱ
		7월	1	2	1	1	1	30	Ⅱ
		10월	1	2	1	1	1	30	Ⅱ
		1월	5	1	1	1	1	32	Ⅱ

라. 장기변동

○ 금회 수행된 결과를 해양환경공단에서 운영 중인 해양환경측정망(www.meis.go.kr) 및 국립수산과학원(www.nifs.go.kr) 어장환경모니터링 자료와 비교함

1) 일반항목 및 수질평가지수

○ 해양수질의 일반항목 및 수질평가지수 결과를 제시함

가) 수온

○ 수온은 권역별 차이보다는 계절적인 변동 특성을 보임

○ 수온의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 월미도 및 영종도 인근에서 나타나 Ⅱ, Ⅲ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별로 이상치는 Ⅰ, Ⅳ권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 영종도 인근 및 외측, Ⅲ권역은 영흥도 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

나) 염분

○ 염분은 다른 조사 시기에 비해 2, 3분기에 상대적으로 낮은 것으로 조사되었으며, 권역별로는 Ⅰ, Ⅱ권역이 Ⅲ, Ⅳ권역에 비해 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 염분의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 강화도, 석모도, 오이도 인근과 영종도 외측에서 나타나 Ⅰ, Ⅱ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅳ권역을 제외한 나머지 권역에서 모두 나타났으며, Ⅰ권역은 강화도 인근, Ⅱ권역은 영종도 인근 및 외측과 오이도 인근, Ⅲ권역은 영흥도 및 시화방조제 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 낮은 염분의 이상치는 영종도 외측에 위치하며, 다른 정점에 비해 상대적으로 외측에 위치한 어장환경모니터링 정점인 인천09(영종도 서방 13㎞)와 한강하구3(영종도 서방 15㎞)에서도 관측되어 육상으로부터 유입된 물질들이 연안뿐만 아니라 외측까지도 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 조사됨

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

다) 수소이온농도(pH)

○ 수소이온농도는 시기 및 권역별로 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으며, 모든 권역 및 시기에서 해양환경기준(해양수산부고시 제2018-10호)의 생활환경 기준인 6.5~8.5의 범위를 만족하는 것으로 조사됨

○ 수소이온농도의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 영종도 인근 및 외측, 석모도, 강화도 및 영흥도 인근에서 나타나 Ⅳ권역을 제외한 모든 권역에서 나타나는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅳ권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅰ권역은 강화도 인근, Ⅱ권역은 영종도, 오이도 및 팔미도 인근, Ⅲ권역은 영흥도 인근으로 대체로 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

라) 용존산소(DO)

○ 용존산소는 권역별 차이보다는 대체로 동계에 높고 하계에 낮은 계절적인 특성을 보임

○ 용존산소의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 월미도, 무의도, 영흥도, 시화방조제 인근과 무의도와 자월도 사이에서 나타나 Ⅳ권역을 제외한 모든 권역에서 나타나는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ, Ⅳ권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 월미도 인근과 영종도 인근, 외측과 시화방조제 내측, Ⅲ권역은 영흥도, 대부도, 시화방조제 인근과 자월도와 무의도 사이로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

마) 부유입자물질(SPM)

○ 부유입자물질은 Ⅰ, Ⅱ권역의 2015년 3분기와 2020년 3분기를 제외하면 모든 권역에서 1, 4분기에 상대적으로 큰 변동을 보이며, 권역별로는 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해서 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 부유입자물질의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 강화도, 석모도, 월미도, 팔미도 인근과 영종도 인근 및 외측에서 나타나 Ⅰ, Ⅱ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ과 Ⅳ 권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 강화도, 팔미도 인근 및 영종도 외측, Ⅲ권역은 영흥도 인근과 영흥도와 자월도 사이로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

바) 화학적산소요구량(COD)

○ 화학적산소요구량은 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅰ, Ⅱ권역에서 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 화학적산소요구량의 이상치는 전체 권역으로 나타냈을 때 시화방조제, 영종도, 석모도, 강화도, 팔미도 인근에서 나타나 Ⅰ, Ⅱ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅱ권역은 시화방조제 내측, Ⅲ권역은 시화방조제 인근, 영흥도 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사시 Ⅰ권역의 결과는 문헌조사 결과보다 상대적으로 높았으나, 나머지 권역은 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

사) 엽록소-*a*(Chl-*a*)

○ 엽록소-*a*는 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 2011년 1분기에 상대적으로 큰 변동을 보이고, 권역별로는 Ⅱ, Ⅲ권역에서 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 엽록소-*a*의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과, 시화호 내측, 월미도, 영종도 인근 및 외측, 오이도, 팔미도, 영흥도, 무의도 인근에서 나타나 Ⅰ, Ⅳ권역을 제외한 모든 권역에서 나타나는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ, Ⅳ 권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 시화호, 영종도 인근 및 외측과 팔미도 및 오이도 인근, Ⅲ권역은 영흥도 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사시 Ⅰ권역의 결과는 문헌조사 결과보다 상대적으로 높았으나, 나머지 권역은 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

아) 투명도

○ 투명도는 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 육상에 인접한 정점에서 상대적으로 낮았고, 해황에 따라 차이를 보이는 것으로 판단됨

○ 투명도의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 영종도 및 오이도 인근에서 나타나 Ⅱ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별로 이상치는 Ⅰ, Ⅳ 권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 영종도 및 오이도 인근, Ⅲ권역은 영흥도 인근에 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

자) 수질평가지수(WQI)

○ 수질평가지수는 조사 시기에 따른 뚜렷한 변동은 나타나지 않았으며, 권역별로는 Ⅰ, Ⅱ권역에서 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 수질평가지수의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 영종도 인근 및 외측과 석모도, 오이도, 팔미도, 영흥도 인근, 무의도 인근에서 나타나 Ⅰ권역을 제외한 나머지 권역에서 나타나는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅱ권역의 시화방조제 내측, 영종도 인근 및 외측, 석모도, 오이도, 팔미도, Ⅲ권역의 영흥도, 시화방조제 인근으로 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

2) 영양염류 및 총질소(TN), 총인(TP)

○ 영양염류 및 총질소, 총인 결과를 제시함

가) 용존무기질소(DIN)

○ 용존무기질소는 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅰ, Ⅱ 권역에서 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 용존무기질소의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 석모도, 강화도, 영종도, 오이도 인근에서 나타나 Ⅰ, Ⅱ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ, Ⅳ 권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 영종도 인근, 시화방조제 내측, Ⅲ권역은 시화방조제 및 송도 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

나) 용존무기인(DIP)

○ 용존무기인은 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅳ권역에서 상대적으로 작은 변동을 보임

○ 용존무기인의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 영종도 인근 및 외측과, 팔미도, 시화방조제내측, 영흥도 인근에서 나타나 Ⅰ, Ⅳ권역을 제외한 나머지 권역에서 모두 나타나는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ, Ⅳ권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 영종도 인근, 시화방조제 내측, Ⅲ권역은 시화방조제, 영흥도 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

다) 총질소(TN)

○ 총질소는 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅰ, Ⅱ권역에서 상대적으로 큰 변동을 보임

○ 총질소의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 영종도 인근과 외측, 석모도 및 강화도 인근에서 나타나 Ⅰ, Ⅱ권역에 집중되는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ, Ⅳ권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 영종도 인근 및 외측과 팔미도 인근, 시화방조제 내측, Ⅲ권역은 영흥도 및 시화방조제 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

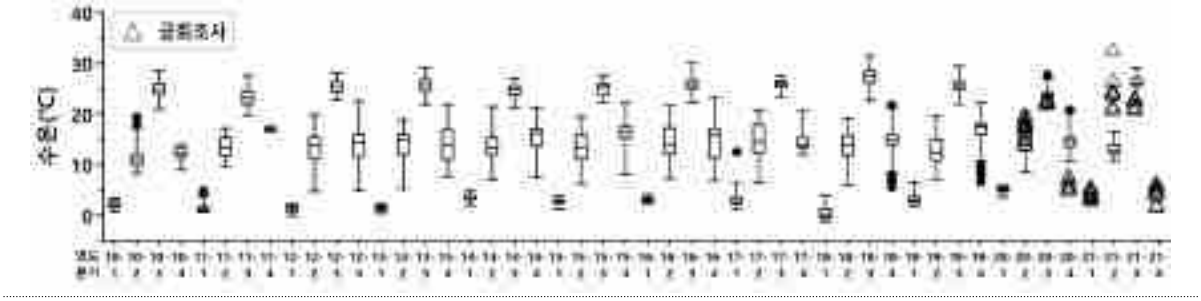
라) 총인(TP)

○ 총인은 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅰ, Ⅱ권역에서 상대적으로 큰 변동을 보임

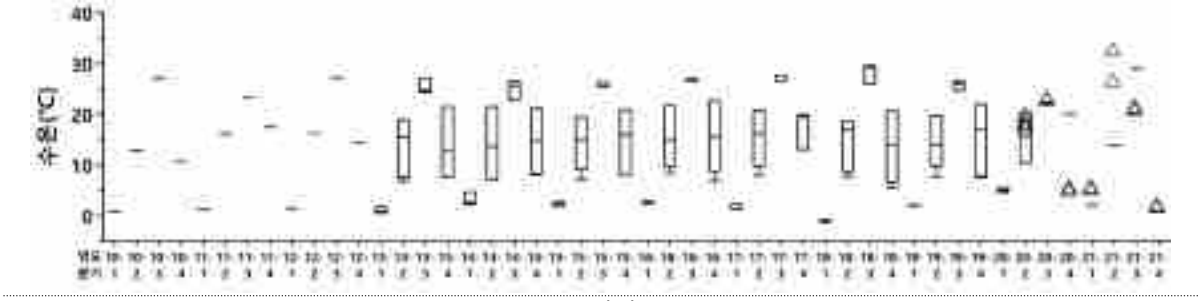
○ 총인의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 강화도, 석모도, 영종도, 영흥도, 시화방조제 인근에서 나타나 Ⅳ권역을 제외한 나머지 권역에서 모두 나타나는 것으로 조사됨

○ 권역별 이상치는 Ⅰ, Ⅳ권역에서는 나타나지 않았으며, Ⅱ권역은 영종도 및 팔미도 인근, 시화방조제 내측, Ⅲ권역은 영흥도 및 시화방조제 인근으로 대부분 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

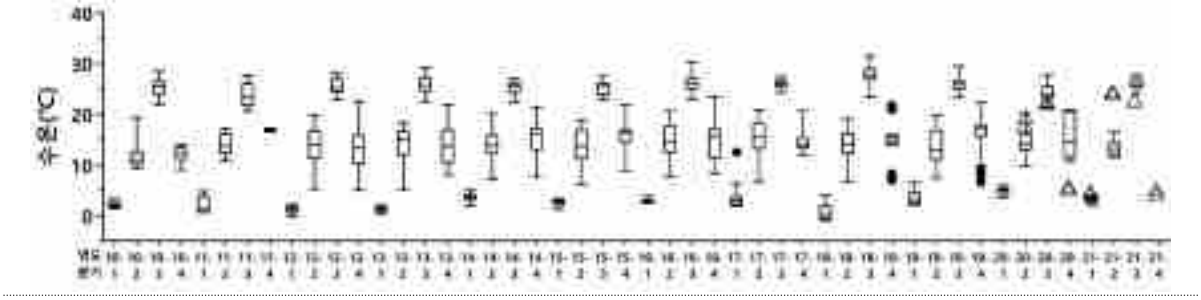
○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨



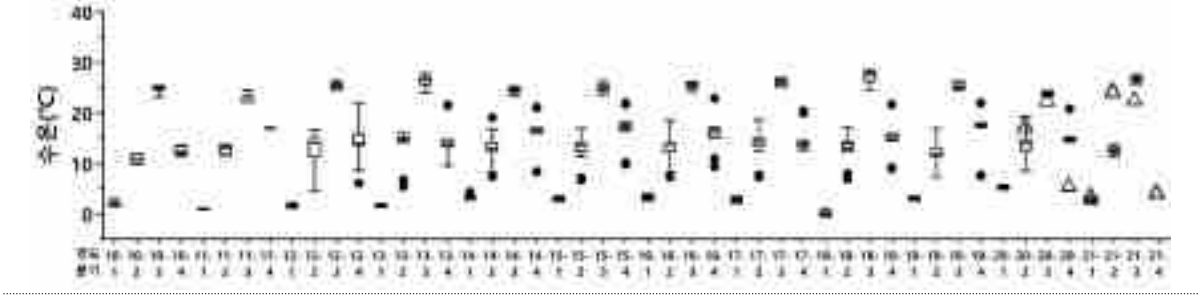
전체



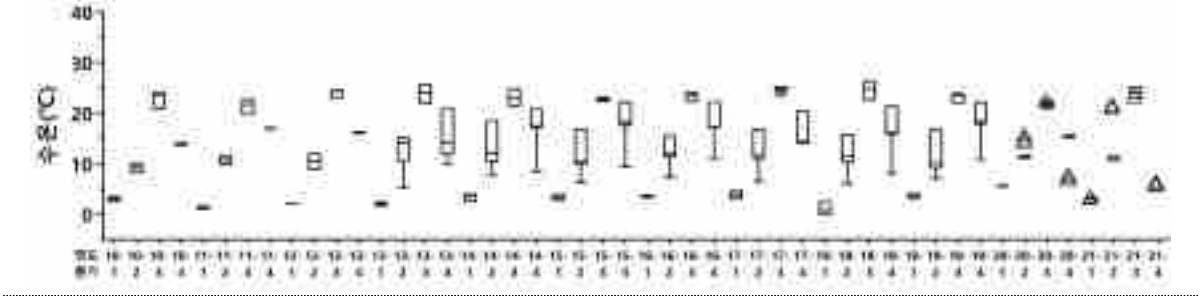
Ⅰ권역



Ⅱ권역

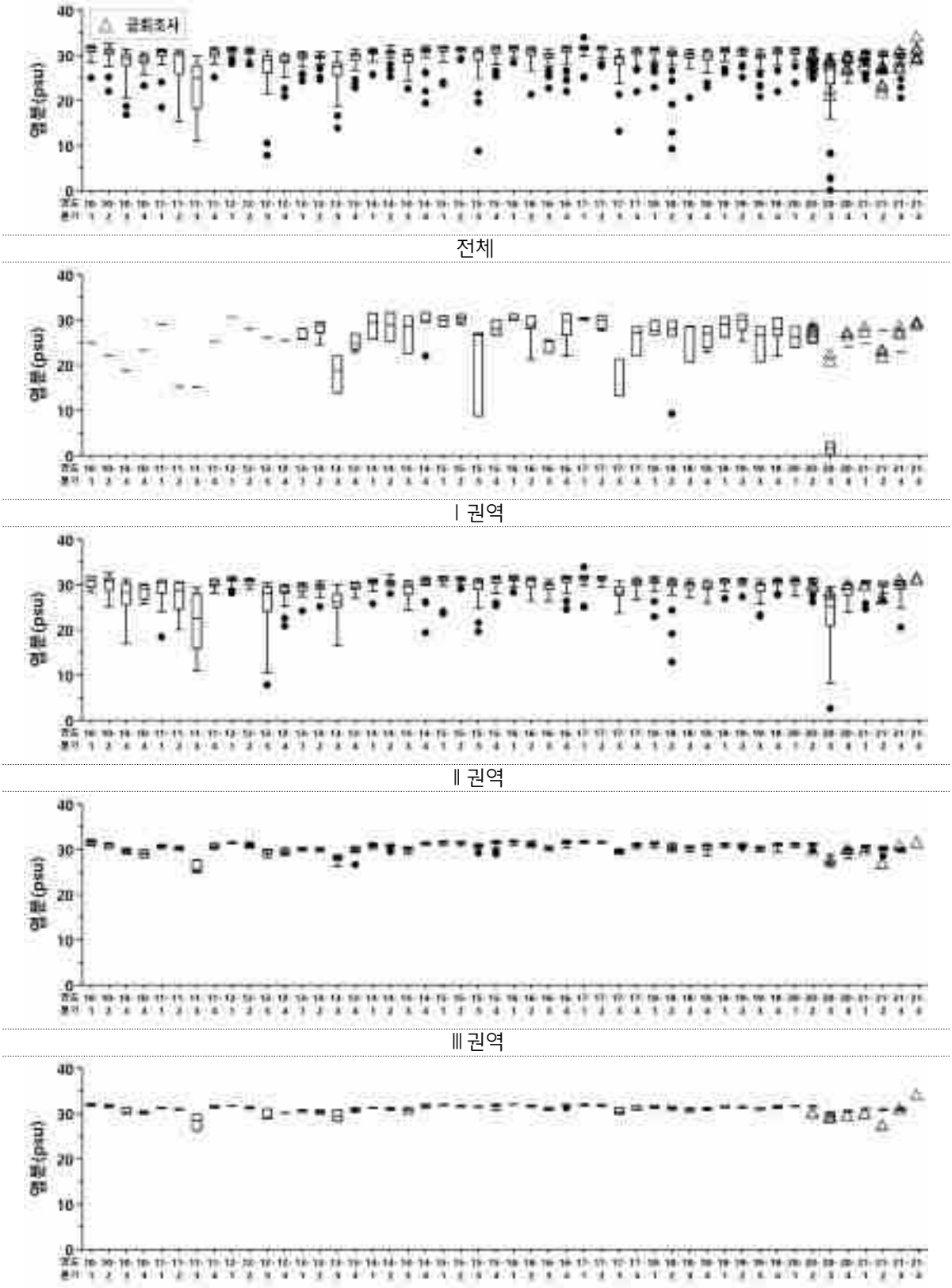


Ⅲ권역

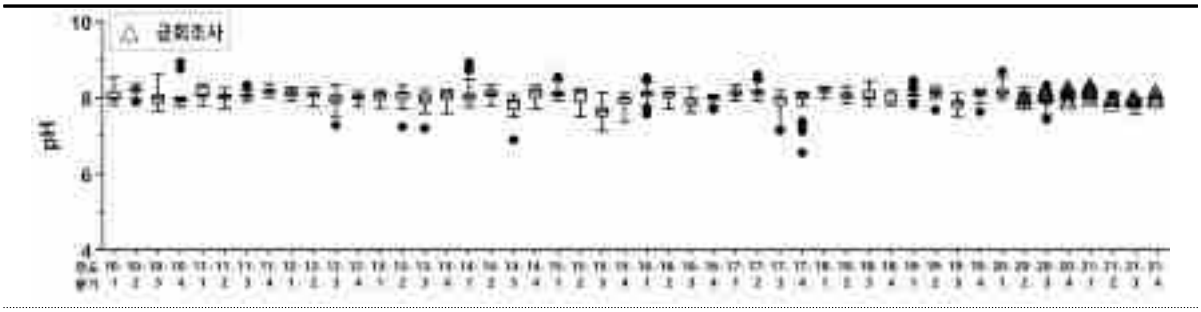


Ⅳ권역

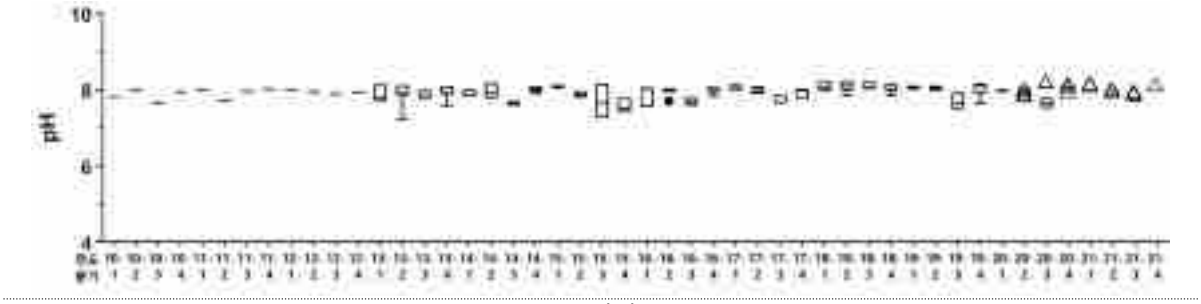
(그림 Ⅱ-2.1.2-8) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 수온의 시계열 분포



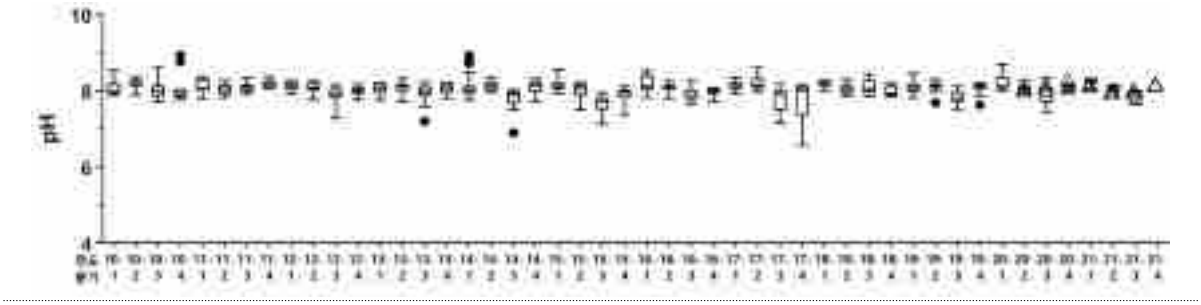
(그림 Ⅱ-2.1.2-9) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 염분의 시계열 분포



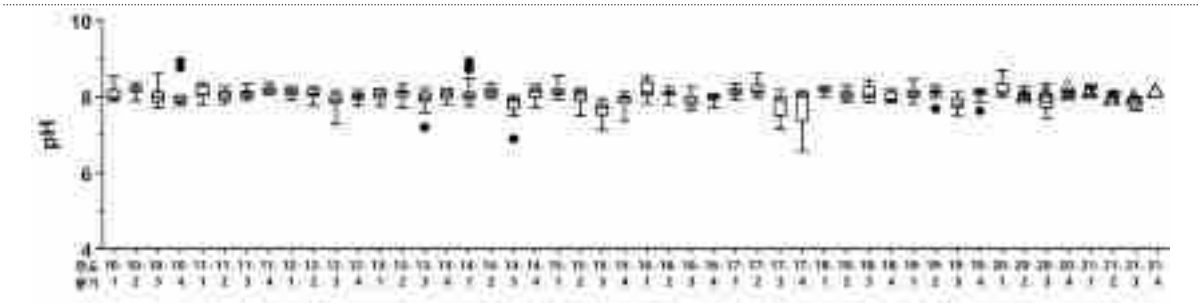
전체



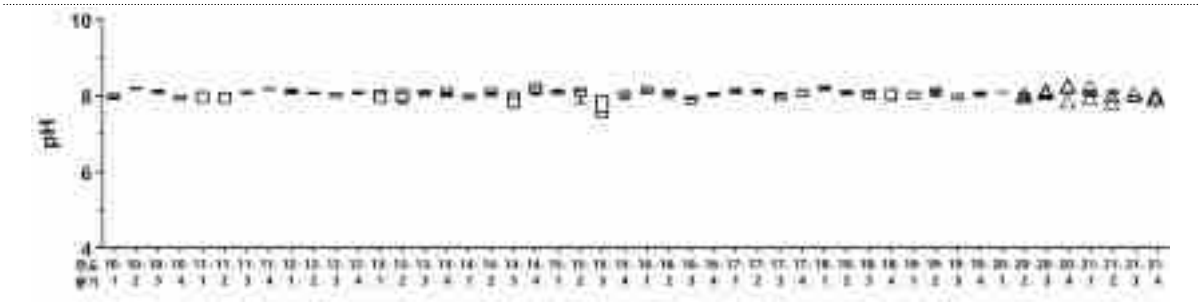
Ⅰ권역



Ⅱ권역

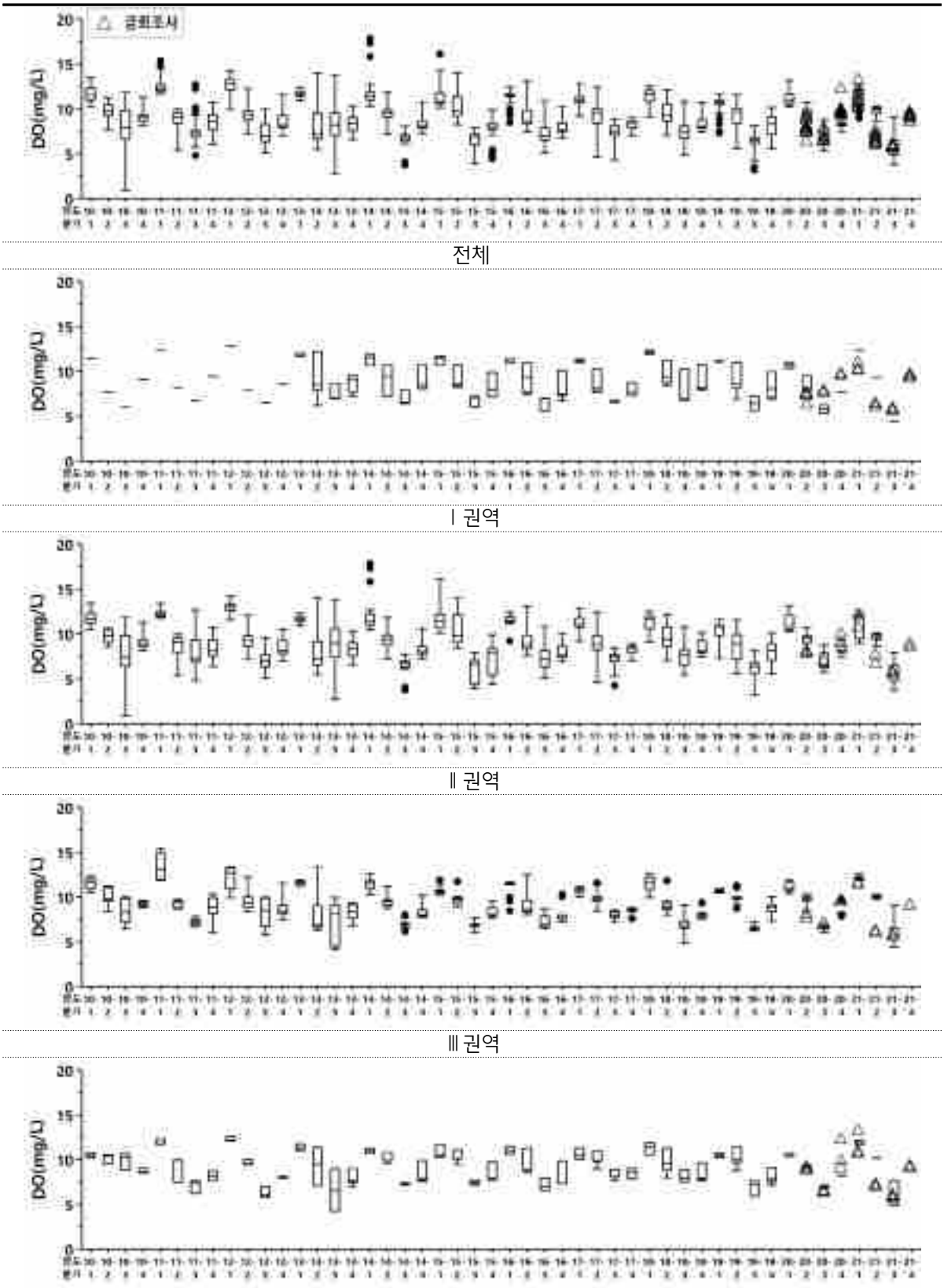


Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.1.2-10) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 pH의 시계열 분포



전체

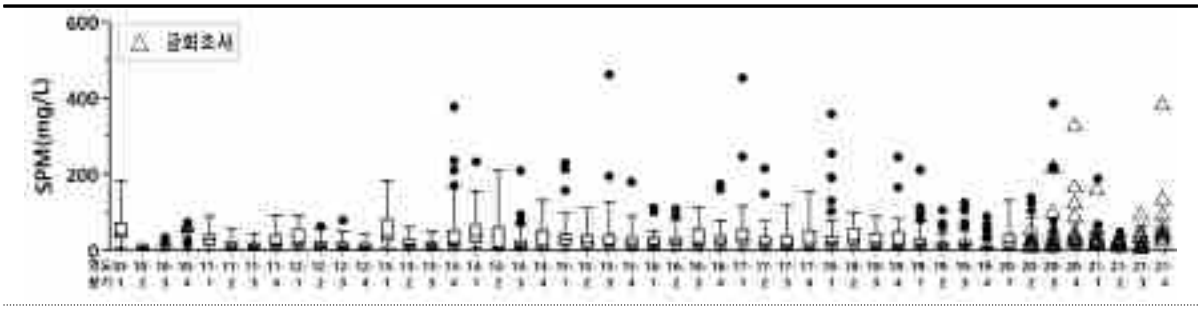
Ⅰ권역

Ⅱ권역

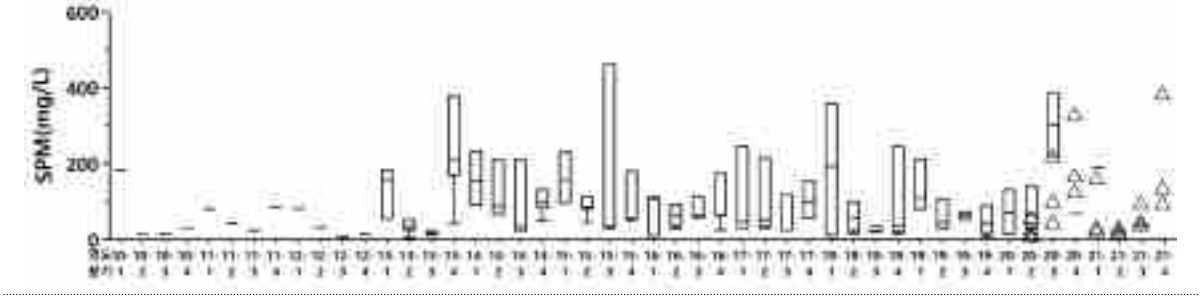
Ⅲ권역

Ⅳ권역

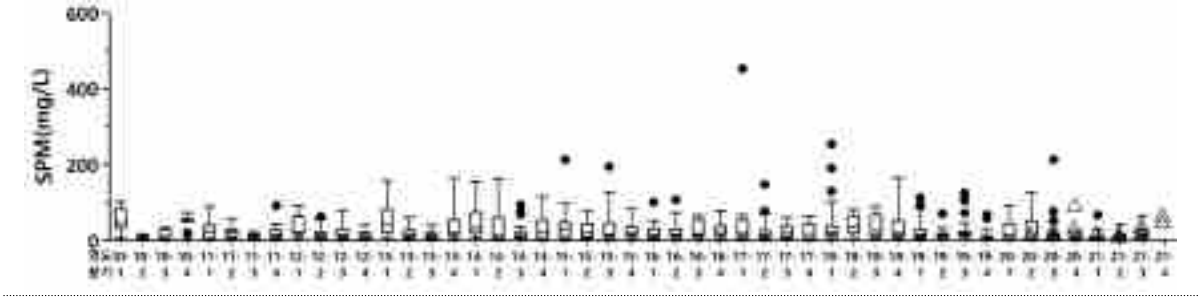
(그림 Ⅱ-2.1.2-11) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 DO의 시계열 분포



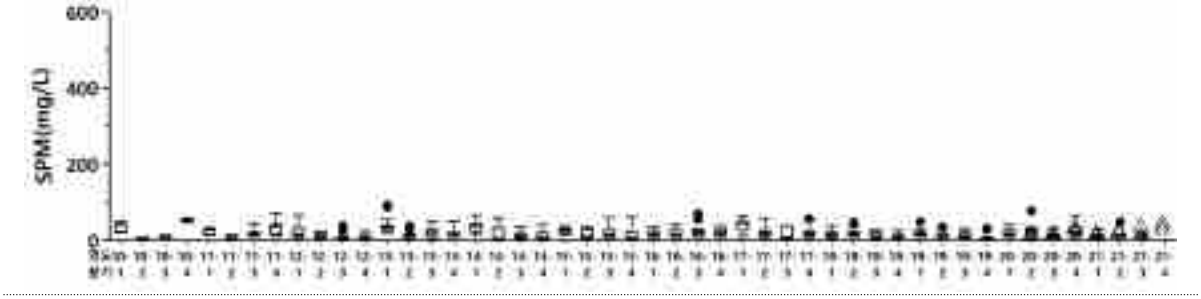
전체



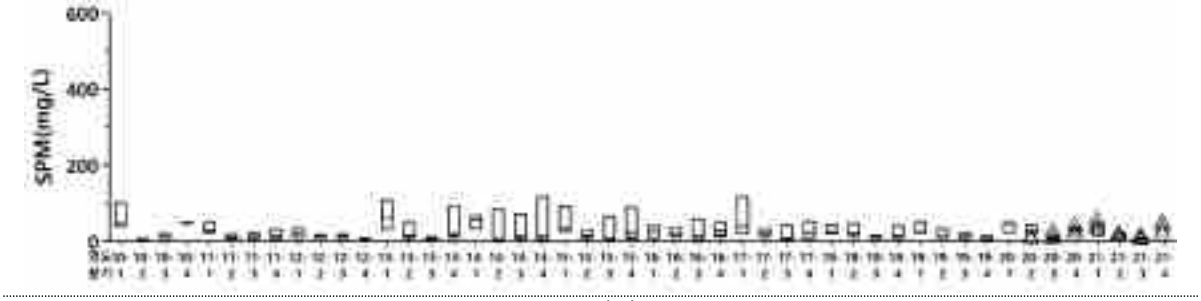
Ⅰ권역



Ⅱ권역

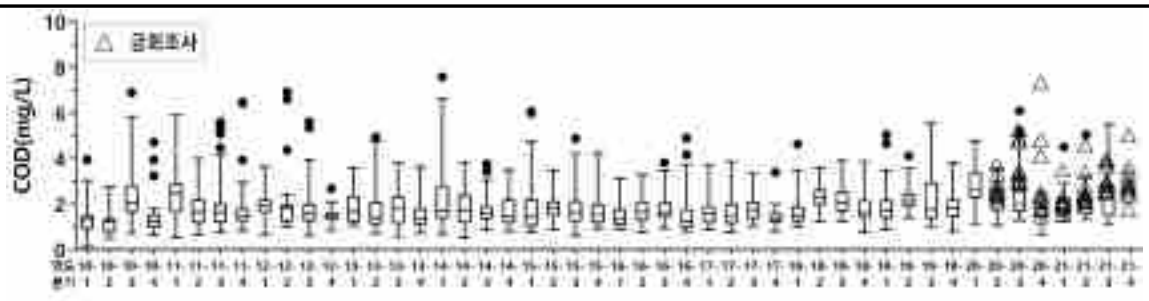


Ⅲ권역

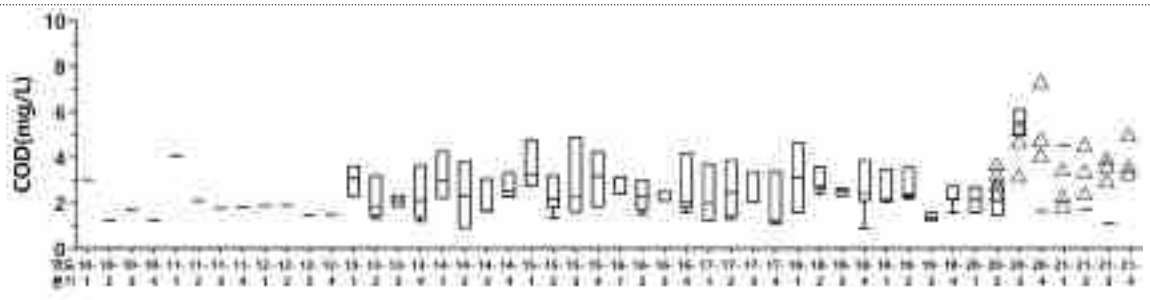


Ⅳ권역

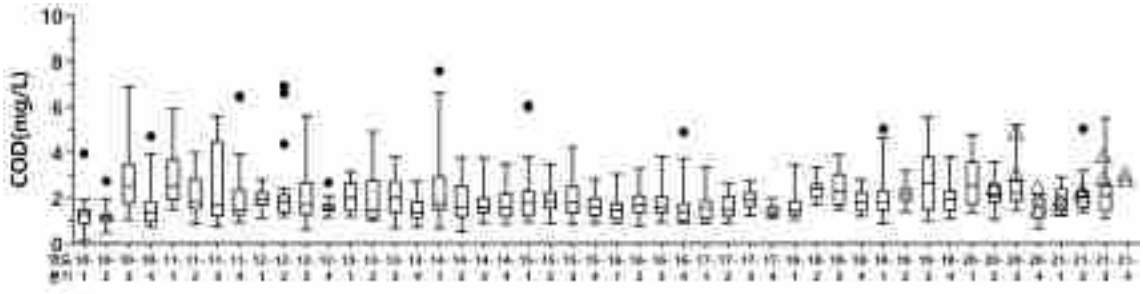
(그림 Ⅱ-2.1.2-12) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 SPM의 시계열 분포



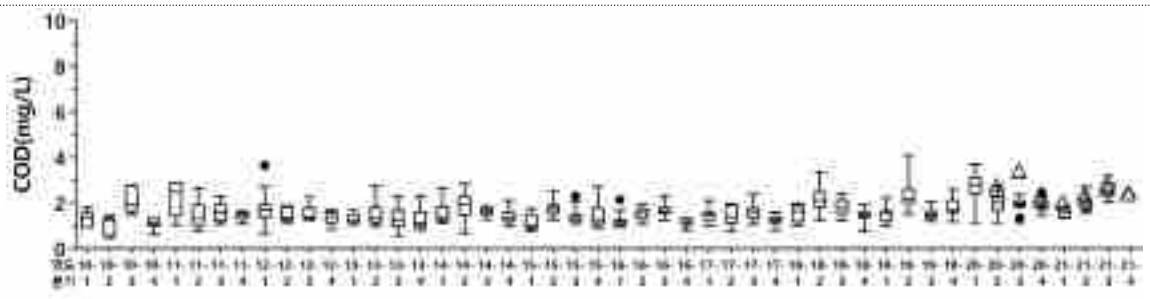
전체



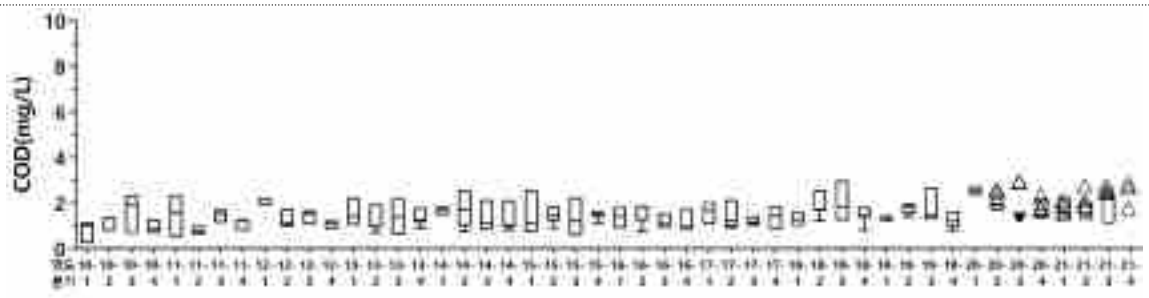
Ⅰ권역



Ⅱ권역

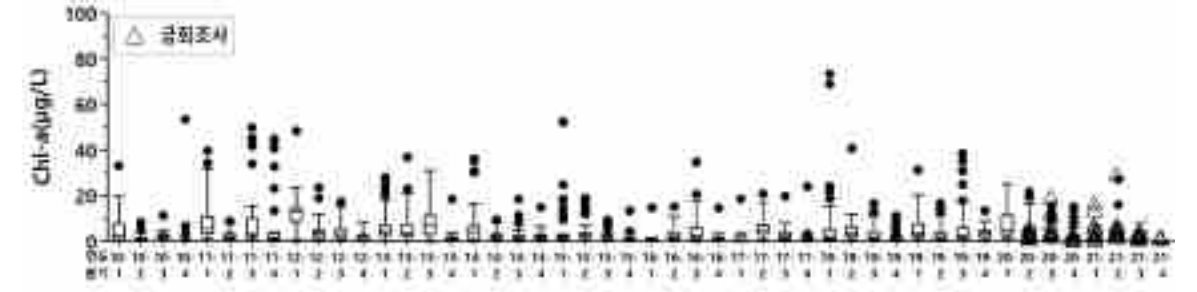


Ⅲ권역

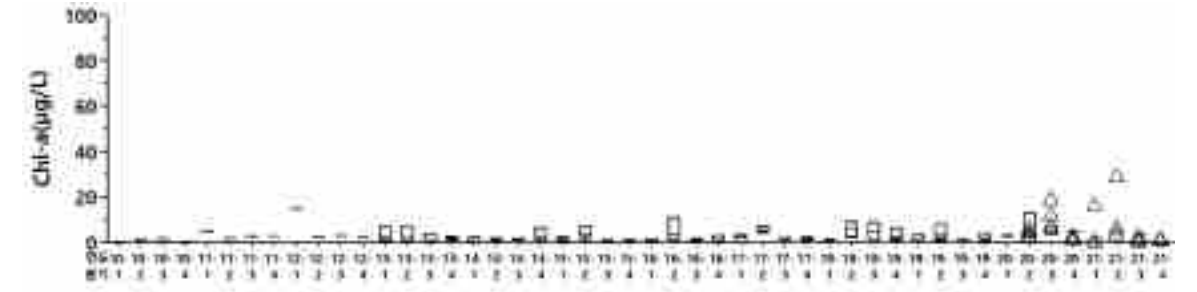


Ⅳ권역

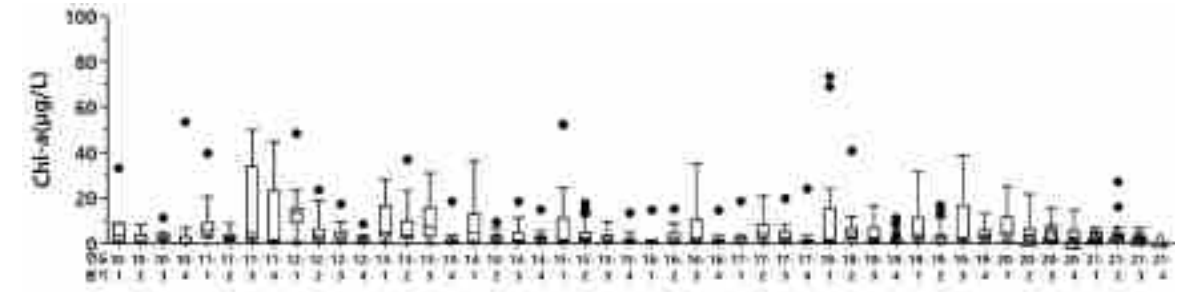
(그림 Ⅱ-2.1.2-13) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 COD의 시계열 분포



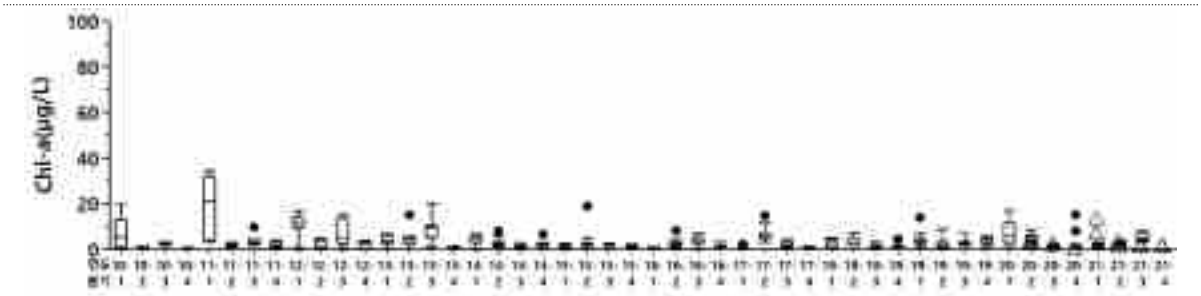
전체



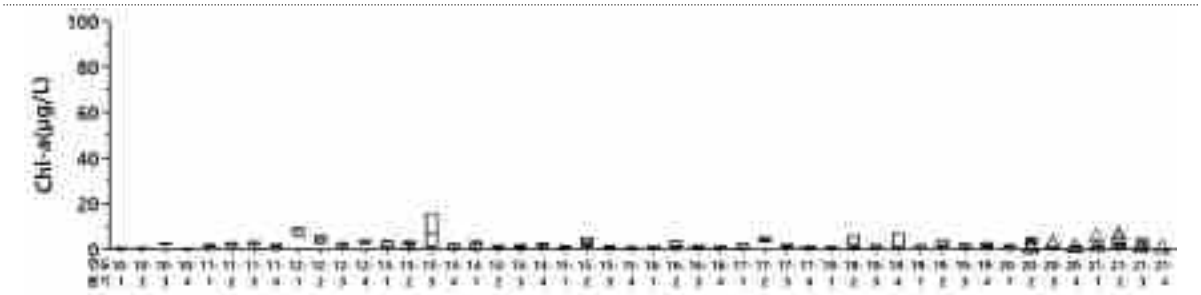
Ⅰ권역



Ⅱ권역

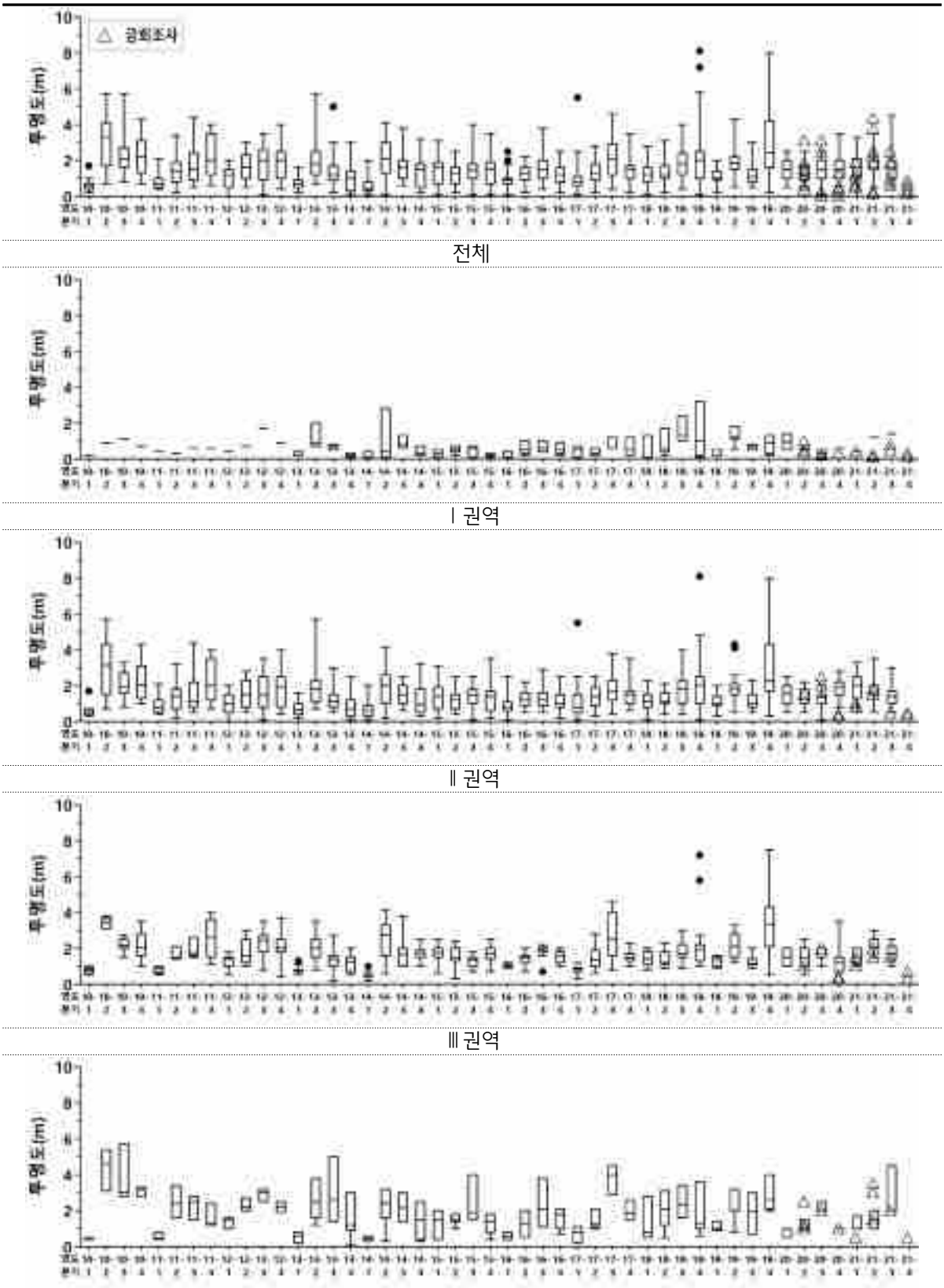


Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.1.2-14) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 Chl-*a*의 시계열 분포



전체

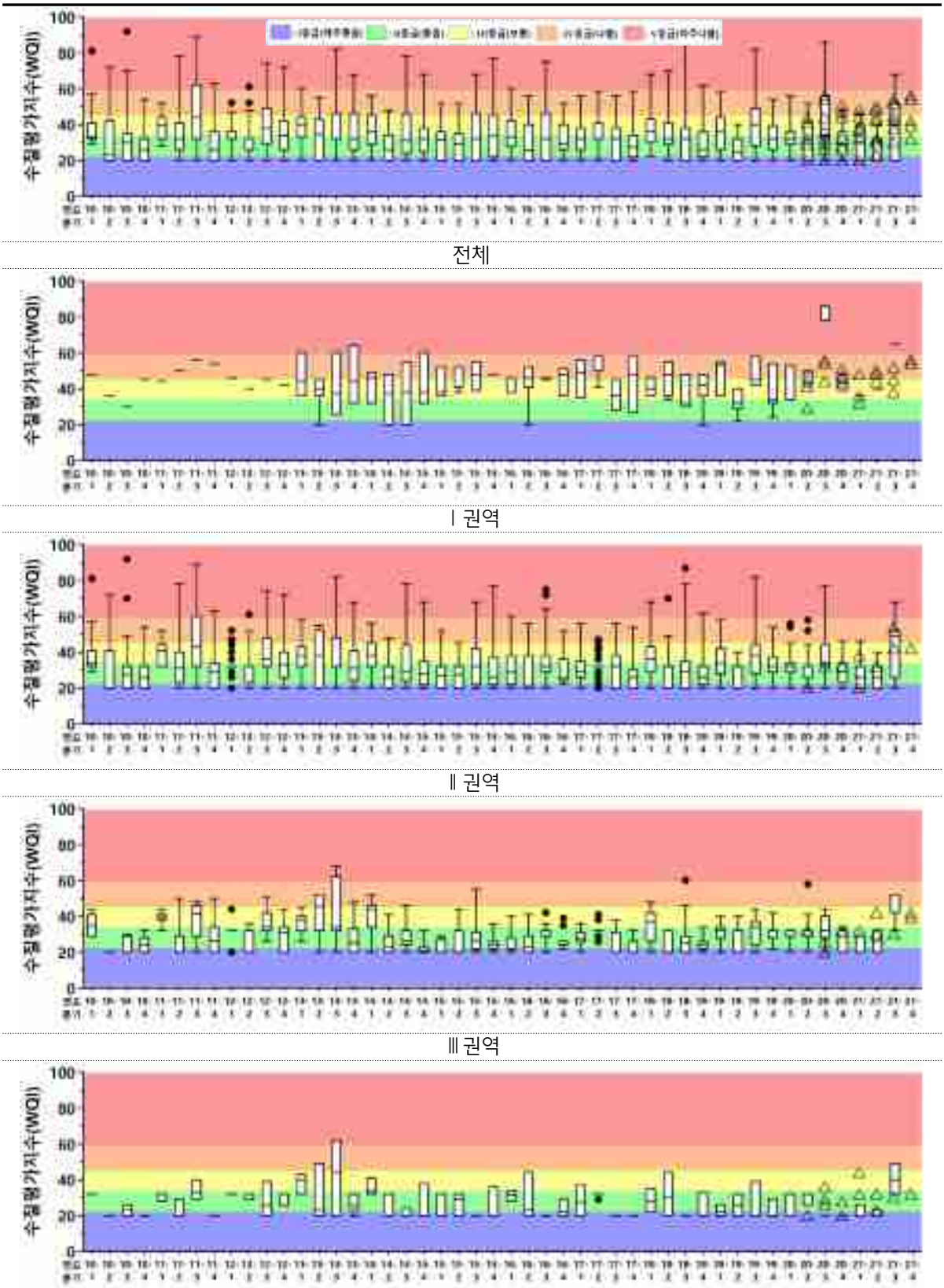
Ⅰ권역

Ⅱ권역

Ⅲ권역

Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.1.2-15) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 투명도의 시계열 분포



전체

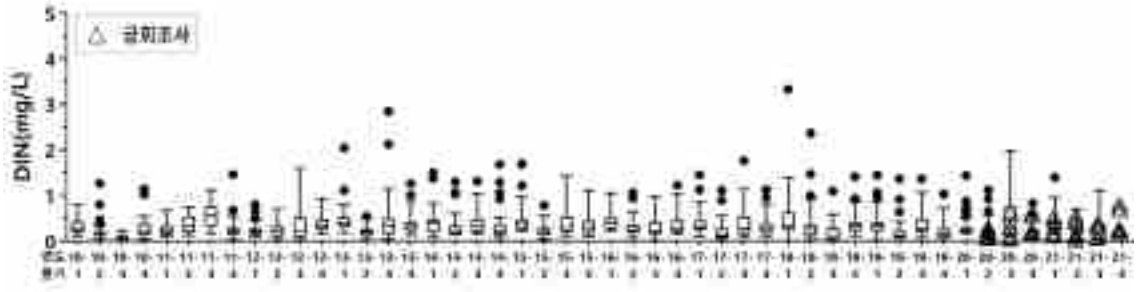
Ⅰ권역

Ⅱ권역

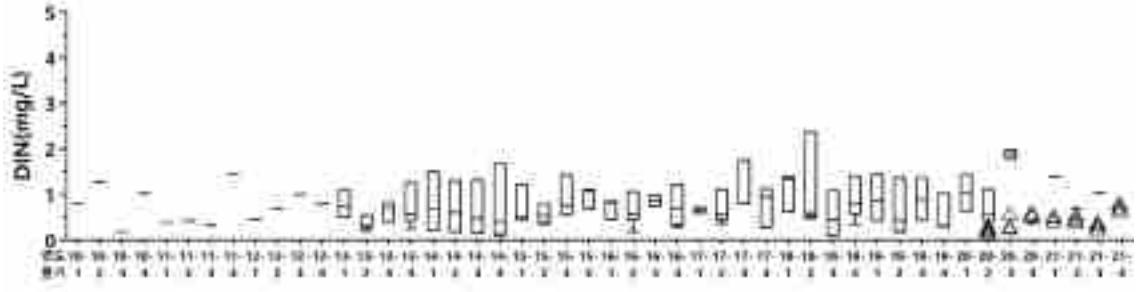
Ⅲ권역

Ⅳ권역

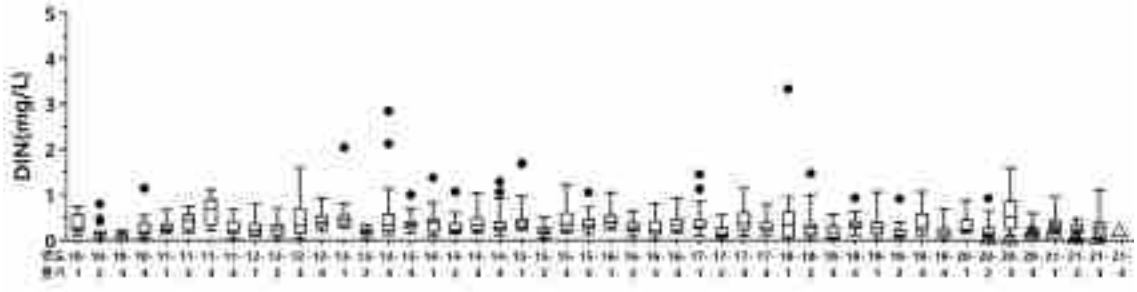
(그림 Ⅱ-2.1.2-16) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 WQI의 시계열 분포



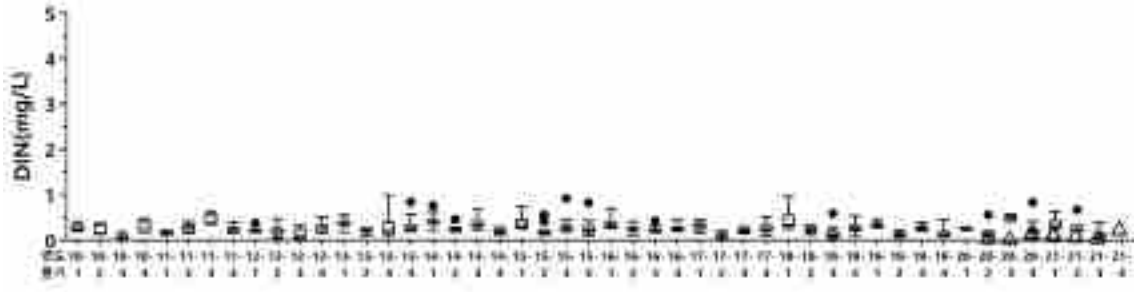
전체



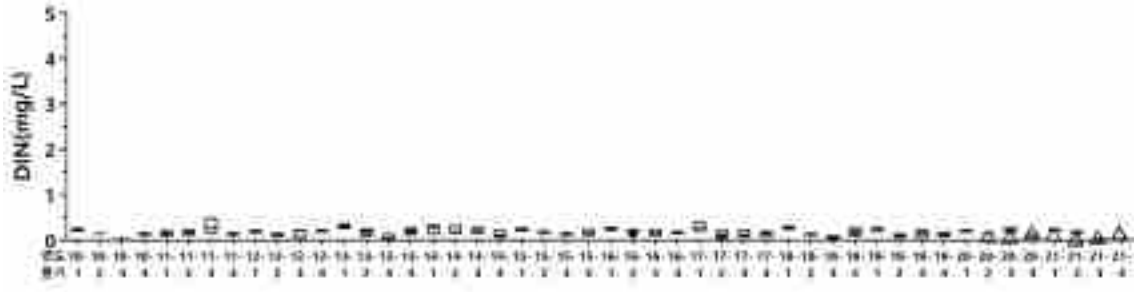
Ⅰ권역



Ⅱ권역

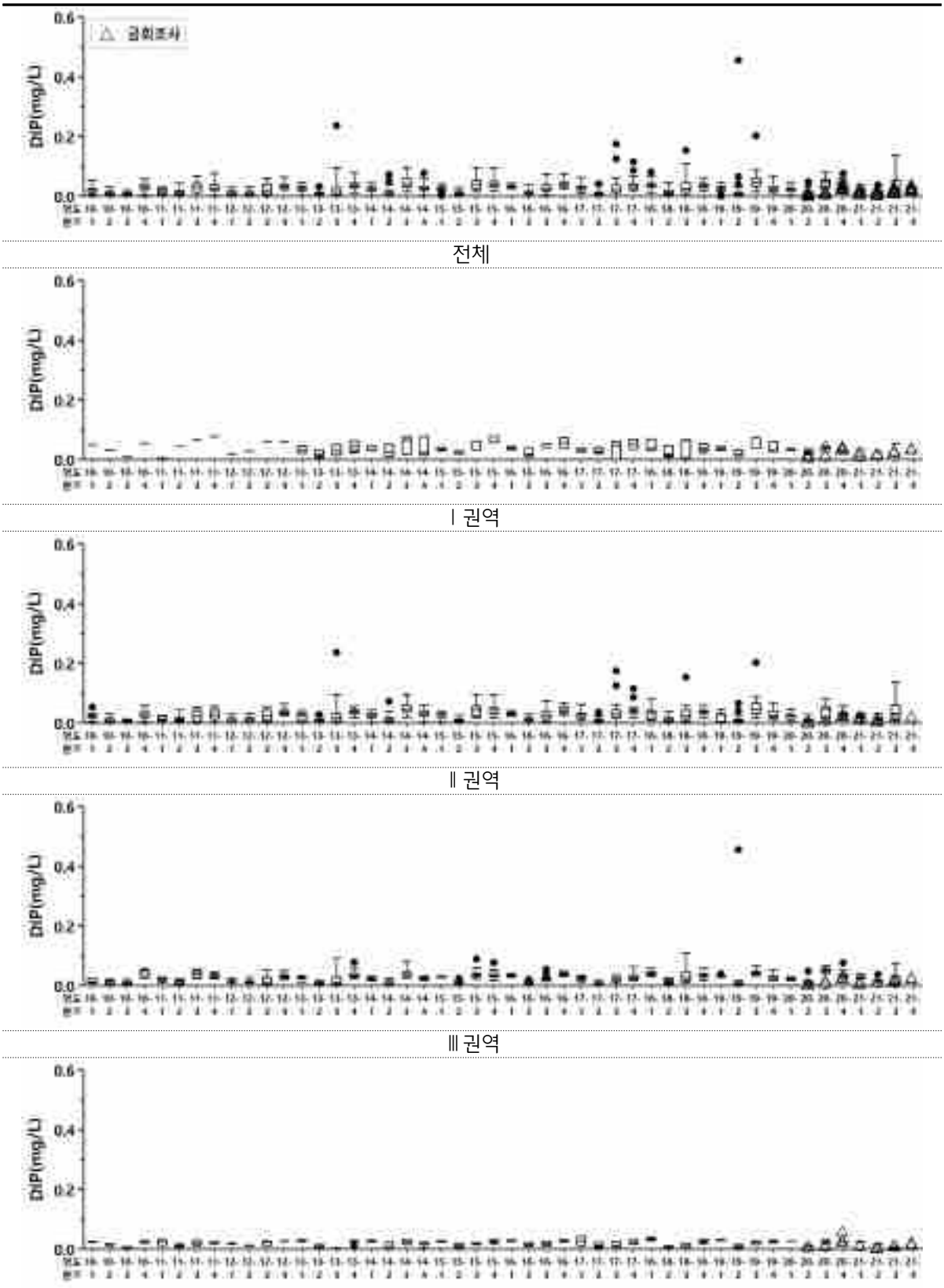


Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.1.2-17) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 DIN의 시계열 분포



전체

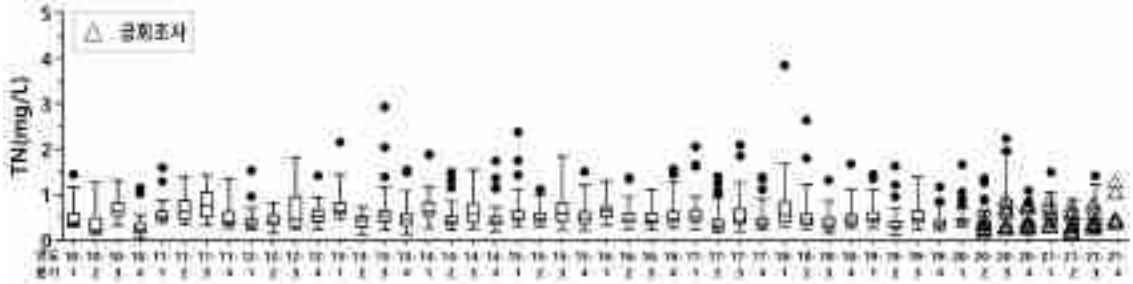
Ⅰ권역

Ⅱ권역

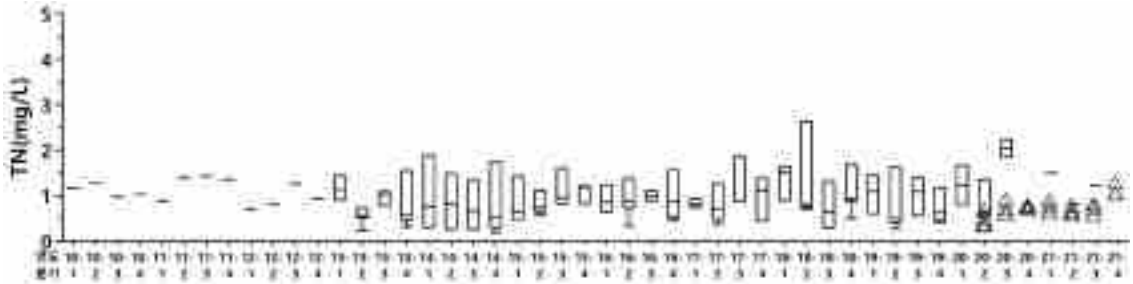
Ⅲ권역

Ⅳ권역

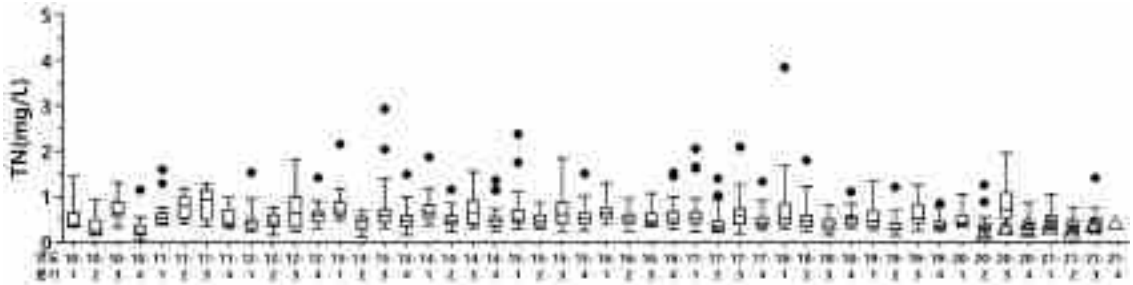
(그림 Ⅱ-2.1.2-18) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 DIP의 시계열 분포



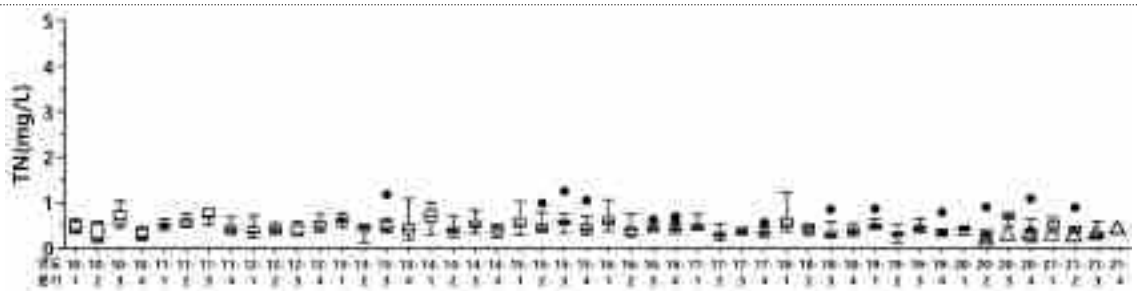
전체



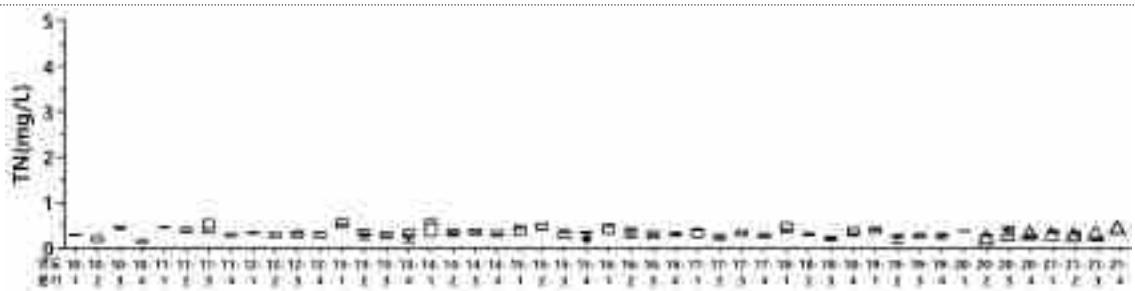
Ⅰ권역



Ⅱ권역

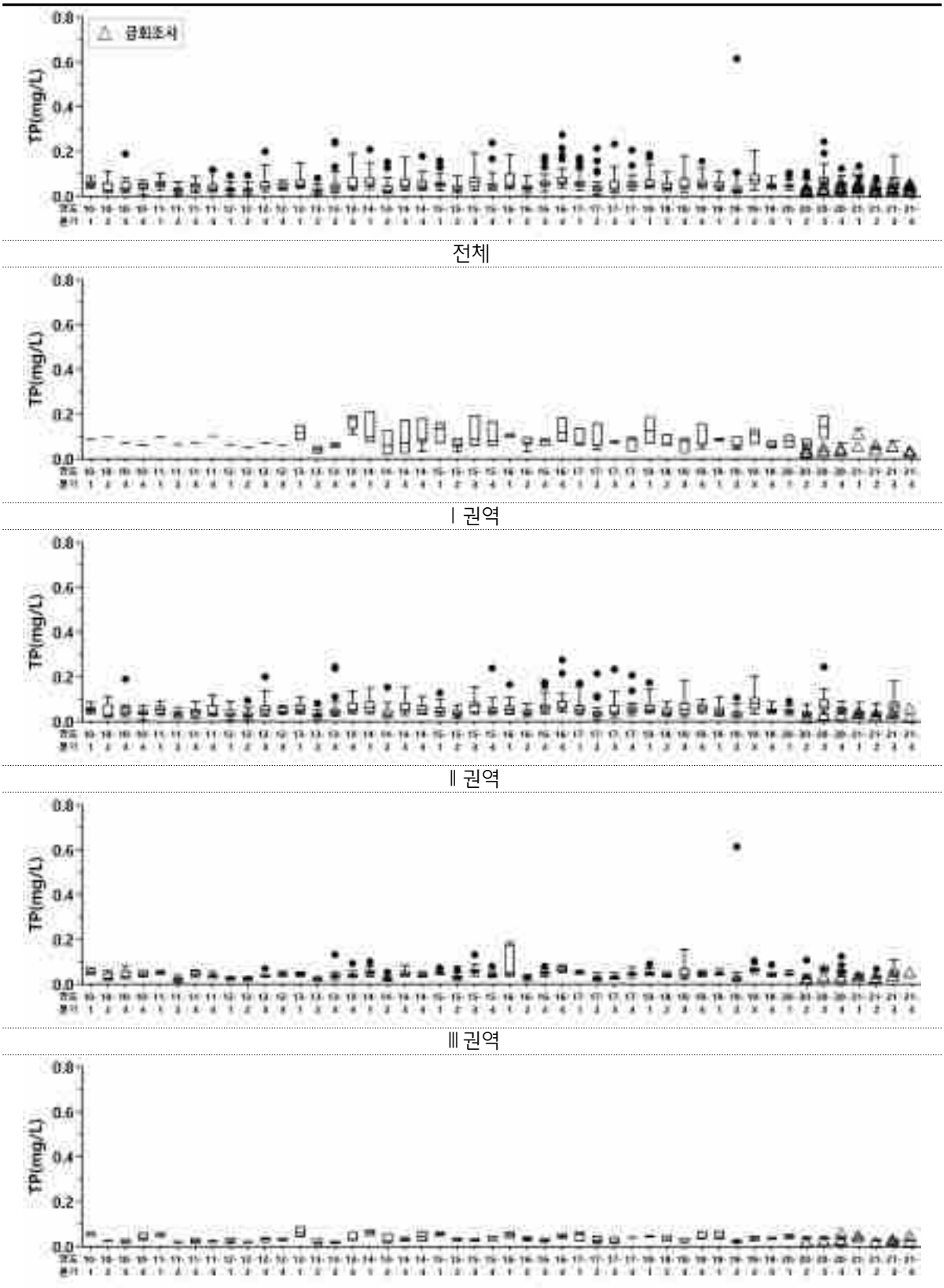


Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.1.2-19) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 TN의 시계열 분포

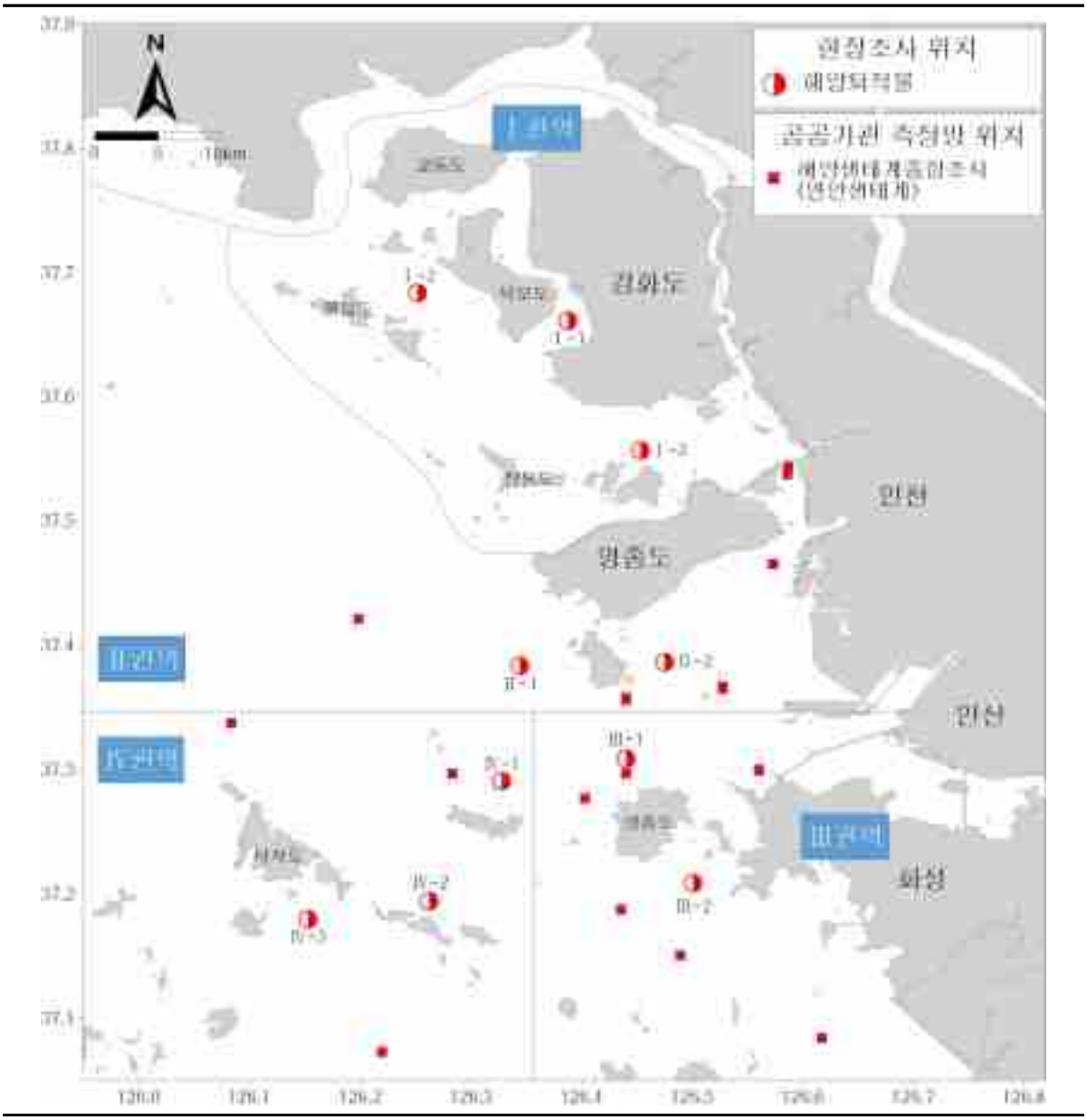


(그림 Ⅱ-2.1.2-20) 해양환경공단 및 국립수산과학원 자료와 본 조사 TP의 시계열 분포

2.2 해양퇴적물

○ 해양퇴적물 조사 개요 및 현장조사 위치도를 제시함

○ 해역 특성에 따라 4개의 세부권역(Ⅰ~Ⅳ권역)으로 구분하였으며, 조사 정점은 Ⅰ, Ⅳ권역은 각각 3개, Ⅱ, Ⅲ권역은 각각 2개로 구성됨



(그림 Ⅱ-2.2-1) 해양퇴적물 공공기관 측정망 및 현장조사 위치도

<표 Ⅱ-2.2-1> 해양퇴적물 조사개요

구분	정점	조사항목	조사 시기	
Ⅰ권역	Ⅰ-1, Ⅰ-2, Ⅰ-3	입도, 함수율, COD, TOC, 강열감량, AVS	1차년도 (2020년)	• 1차: 06월 08~12일 • 2차: 09월 16~23일 • 3차: 12월 14~18일
Ⅱ권역	Ⅱ-1, Ⅱ-2			
Ⅲ권역	Ⅲ-1, Ⅲ-2		2차년도 (2021년)	• 1차: 04월 26~30일 • 2차: 07월 23~27일 • 3차: 10월 05~22일
Ⅳ권역	Ⅳ-1, Ⅳ-2, Ⅳ-3		2차년도 (2022년)	• 4차: 01월 03~07일

2.2.1 조사 및 분석방법

가. 조사방법

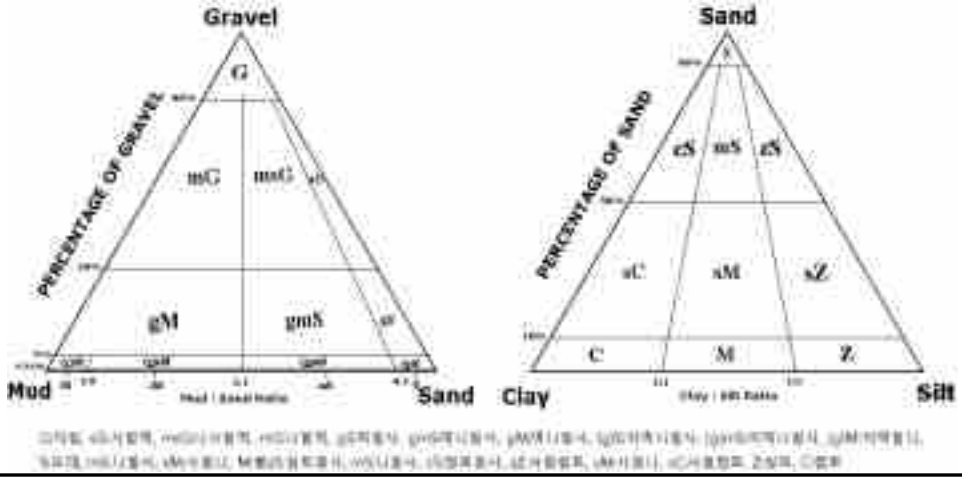
○ 해양퇴적물 시료는 van Veen 채니기(채취면적 0.1㎡)을 사용하여 채취 후, 덮개와 접촉하지 않은 퇴적물의 상층 부분(표층 2㎝)을 플라스틱 주걱으로 취하여 시료봉투에 담아 드라이아이스로 냉동 보관 후 동결 건조 등 전처리하여 분석실로 운반함

나. 분석방법

○ 항목별 분석방법은 해양환경공정시험기준(국립수산과학원, 2021)에 의거 분석함

<표 Ⅱ-2.2.1-1> 해양퇴적물 분석방법

구분	측정기기	분석 및 측정방법
입도	자동입도분석기	• 시료를 탄산염, 유기물 및 염분을 제거한 후, 4Φ체를 이용하여 조립질 시료와 세립질 시료로 분리 • 4Φ보다 조립질 시료는 진탕기, 4Φ보다 세립질 시료는 자동입도분석기를 이용하여 1Φ 간격으로 분석 • 입도 자료는 Folk and Ward(1957)에 따라 퇴적물의 조직변수를 산출하였고, 입도환산표와 조직 표준치의 산정공식 및 언어표기 척도를 제시하고, Folk(1974)에 따른 퇴적물 유형 분류를 제시
함수율	건조기	• 시료 20~30g을 시료병에 담아 110℃로 24시간 이상 건조 시킨 후 무게 차이로 계산
강열감량	전기로	• 건조된 시료 5g을 도가니에 담아 muffle furnace에서 550℃ 2시간 가열하여 가열 전 무게와 가열 후 무게 차이로 계산
COD	자동적정기	• 시료에 과망간산칼륨 일정과량을 넣고 가열 반응 후, 소비된 과망간산칼륨량으로부터 이에 상응하는 산소의 양을 측정
TOC	CHN analyzer	• 건조된 시료 2g을 취하여 1M 염산(HCl)으로 탄산염을 제거 후 분석
산휘발성황화물 (AVS)	황검지관	• 시료 2g에 황산 2ml를 넣어 발생하는 황화수소를 황검지관으로 측정



(그림 Ⅱ-2.2.1-1) 자갈, 모래 및 펄(실트 및 점토) 함량비에 의한 퇴적물 유형 분류

<표 Ⅱ-2.2.1-2> 지수별 퇴적물의 입도 환산표

Diameter(mm)	phi Scale(Φ)	Wentworth Size Class	
4096 (2^{12})	-12	Boulder(-12 ~ -8)	Gravel
2048 (2^{11})	-11		
1024 (2^{10})	-10		
512 (2^{9})	-9		
256 (2^{8})	-8	Cobble(-8 ~ -6)	
128 (2^{7})	-7		
64 (2^{6})	-6	Pebble(-6 ~ -2)	
32 (2^{5})	-5		
16 (2^{4})	-4		
8 (2^{3})	-3		
4 (2^{2})	-2	Granule	Sand
2 (2^{1})	-1	Very Coarse Sand	
1 (2^{0})	0	Coarse Sand	
0.5 (2^{-1})	1	Medium Sand	
0.25 (2^{-2})	2	Fine Sand	
0.125 (2^{-3})	3	Very Fine Sand	
0.063 (2^{-4})	4	Coarse Silt	Mud
0.031 (2^{-5})	5	Medium Silt	
0.016 (2^{-6})	6	Fine Silt	
0.008 (2^{-7})	7	Very Fine Silt	
0.004 (2^{-8})	8	Clay	
0.002 (2^{-9})	9		
0.00098(2^{-10})	10		
0.00049(2^{-11})	11		
0.00024(2^{-12})	12		

<표 Ⅱ-2.2.1-3> 조직 표준치의 산정공식 및 언어표기 척도(Verbal scale)

Graphic mean : 평균입도

$$M_Z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

Inclusive Graphic Standard Deviation : 분급도(입도의 균일성)

$$\sigma_I(\phi) = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

0.35 >	Very well sorted	극양호분급
0.35 ~ 0.50	Well sorted	양호분급
0.50 ~ 0.71	Moderately well sorted	중간양호분급
0.71 ~ 1.00	Moderately sorted	중간분급
1.00 ~ 2.00	Poorly sorted	불량분급
2.00 ~ 4.00	Very poorly sorted	극불량분급
4.00 <	Extermely pooly sorted	최극불량분급

Inclusive Graphic Skewness : 왜도(입도의 대칭성)

$$Sk_I = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

$$= \frac{\phi_{84} - \phi_{50}}{\phi_{84} - \phi_{16}} - \frac{\phi_{50} - \phi_5}{\phi_{95} - \phi_5} \text{(Warren, 1974)}$$

0.3 <	Strongly fine-skewed	최극양호왜도
0.1 ~ 0.3	Fine-skewed	양호왜도
-0.1 ~ 0.1	Near-symmetrical	대칭왜도
-0.3 ~ -0.1	Coarse-skewed	불량왜도
-0.3 >	Strongly coarse-skewed	최극불량왜도

Graphic Kurtosis : 첨도(입도의 편평성)

$$K_r = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

0.67 >	Very platykurtic	매우저첨
0.67 ~ 0.90	Platykurtic	저첨
0.90 ~ 1.11	Mesokurtic	중첨
1.11 ~ 1.50	Leptokurtic	극첨
1.50 ~ 3.00	Very leptokurtic	매우극첨
3.00 <	Extremely leptokurtic	최극첨

2.2.2 분석 결과

가. 입도

1) 해양퇴적물 구성비 및 퇴적상

가) 1차년도

- 2020년 6월 조사 시 자갈은 0.0~10.1%(평균 1.2%)의 범위로 Ⅱ권역을 제외한 모든 권역에서 나타남
- 모래는 20.3~99.9%(평균 82.0%), 실트는 0.1~72.7%(평균 15.0%), 점토는 0.0~7.5%(평균 1.8%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 약역질사((g)S), 사질실트(sZ), 약역니질사((g)mS), 역질사(gS)로 조사됨
- 2020년 9월 조사 시 자갈은 0.0~21.3%(평균 2.4%)의 범위로 모든 권역에서 나타남
- 모래는 59.3~99.3%(평균 87.3%), 실트는 0.6~35.9%(평균 9.2%), 점토는 0.1~4.5%(평균 1.1%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 약역질사((g)S), 실트질사(zS), 약역니질사((g)mS), 역질사(gS)로 조사됨
- 2020년 12월 조사 시 자갈은 0.0~2.9%(평균 0.4%)의 범위로 Ⅳ권역에서만 나타났으며, 그 외 나머지 권역에서는 나타나지 않음
- 모래는 29.7~100.0%(평균 77.4%), 실트는 0.0~64.2%(평균 20.1%), 점토는 0.0~6.1%(평균 2.1%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 약역질사((g)S), 실트질사(zS), 사질실트(sZ)로 조사됨

나) 2차년도

- 2021년 4월 조사 시 자갈은 0.0~2.6%(평균 0.3%)의 범위로 Ⅱ, Ⅳ권역을 제외한 모든 권역에서 나타남
- 모래는 49.6~99.6%(평균 84.7%), 실트는 0.1~42.5%(평균 13.1%), 점토는 0.0~7.7%(평균 2.0%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 약역질사((g)S), 실트질사(zS), 약역사질니((g)sM)로 조사됨
- 2021년 7월 조사 시 자갈은 0.0~14.3%(평균 2.3%)의 범위로 Ⅰ권역을 제외한 모든 권역에서 나타남
- 모래는 20.5~99.4%(평균 79.3%), 실트는 0.2~64.9%(평균 15.8%), 점토는 0.0~14.6%(평균 2.6%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 약역질사((g)S), 실트질사(zS), 사질실트(sZ), 약역니질사((g)mS), 역질사(gS)로 조사됨

○ 2021년 10월 조사 시 자갈은 0.0~28.6%(평균 3.5%)의 범위로 모든 권역에서 나타남

○ 모래는 37.4~99.6%(평균 74.5%), 실트는 0.3~54.9%(평균 18.5%), 점토는 0.1~8.6%(평균 3.5%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 약역니질사((g)mS), 약역질사((g)S), 실트질사(zS), 사질실트(sZ), 역질사(gS)로 조사됨

○ 2022년 1월 조사 시 자갈은 모든 권역에서 나타나지 않음

○ 모래는 33.1~99.2%(평균 75.9%), 실트는 0.7~58.1%(평균 21.0%), 점토는 0.0~12.8%(평균 3.1%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 모래(S), 실트질사(zS), 사질실트(sZ)로 조사됨

다) 요약

○ 조사 시기별 퇴적물 구성비는 전반적으로 모래가 70% 이상으로 우세한 퇴적상을 보였으나, 일부 시기의 Ⅲ~Ⅳ권역에서 자갈의 함량이 10% 이상으로 나타났으며, Ⅰ권역의 정점 Ⅰ-3과 Ⅱ권역의 정점 Ⅱ-2에서 펄 함량이 상대적으로 높음

구분	범위			요약
	자갈	모래	펄	
1차년도	0.0~21.3% (1.4%)	20.3~100.0% (82.2%)	0.0~80.3% (16.4%)	• Ⅰ~Ⅲ권역: 모래가 75% 이상 • Ⅳ권역: 모래가 90% 이상 • 자갈은 Ⅲ~Ⅳ권역에서 높은 함량
2차년도	0.0~28.6% (1.5%)	20.5~99.9% (78.6%)	0.1~79.5% (19.9%)	

2) 조직변수

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 평균입도는 1.33~5.35Φ, 분급도는 0.51~1.99Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 불량분급(Poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.07~0.51의 범위로 대칭왜도(Near-symmetrical)에서 최극양호왜도 (Stongly fine-skewed)이며, 첨도는 0.74~1.86의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨(Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2020년 9월 조사 시 평균입도는 0.92~4.14Φ, 분급도는 0.50~1.81Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 불량분급(Poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.47~0.38의 범위로 최극불량왜도(Strongly Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Stongly fine-skewed)이며, 첨도는 0.87~3.09의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 최극첨(Extremely leptokurtic)으로 조사됨

○ 2020년 12월 조사 시 평균입도는 0.92~4.96Φ, 분급도는 0.46~1.87Φ의 범위로 양호분급(Well sorted)에서 불량분급(Poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.16~0.52의 범위로 불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Stongly fine-skewed)이며, 첨도는 0.94~1.53의 범위로 중첨(Mesokurtic)에서 매우극첨(Very leptokurtic)으로 조사됨

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 평균입도는 1.14~4.52Φ, 분급도는 0.46~2.25Φ의 범위로 양호분급(Well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.25~0.52의 범위로 불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Stongly fine-skewed)이며, 첨도는 0.85~1.75의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨 (Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2021년 7월 조사 시 평균입도는 0.45~5.78Φ, 분급도는 0.42~2.47Φ의 범위로 양호분급(Well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.08~0.48의 범위로 대칭 왜도(Near-symmetrical)에서 최극양호왜도 (Strongly fine-skewed)에서, 첨도는 0.75~2.56의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨(Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2021년 10월 조사 시 평균입도는 0.71~4.90Φ, 분급도는 0.58~2.79Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.36~0.70의 범위로 최극불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도 (Stongly fine-skewed)이며, 첨도는 0.71~2.01의 범위로 중첨(Platykurtic)에서 매우극첨(Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2022년 1월 조사 시 평균입도는 1.67~5.23Φ, 분급도는 0.57~2.12Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)을 나타냄

○ 왜도는 -0.03~0.41의 범위로 대칭왜도(Near-symmetrical)에서 최극양호왜도 (Stongly fine-skewed)이며, 첨도는 0.82~1.48의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 극첨 (Leptokurtic)으로 조사됨

다) 요약

○ 조사 시기 및 권역별 퇴적상은 펄의 함량이 증감함에 따라 변화를 보였고, 이러한 퇴적상의 변화는 펄 함량이 20%로 상대적으로 높은 Ⅰ~Ⅲ권역이 크게 나타났으며, 펄 함량이 10% 미만인 Ⅳ권역에서는 상대적으로 작게 나타남

구분	범위 평균입경	요약
1차년도	0.92~5.35Φ(2.54Φ)	Ⅰ~Ⅲ권역에서 상대적으로 크게 나타남
2차년도	0.45~5.78Φ(2.85Φ)	

나. 함수율(Water Content)

○ 해저퇴적물은 항상 해수와 접촉하고 있으므로 퇴적물을 구성하는 입자 사이 공간은 해수로 채워져 있음

- 퇴적물 내에 포함된 해수의 비율인 함수율은 퇴적물의 공극률과 함수관계를 가짐

1) 1차년도

○ 함수율은 2020년 6월 조사 시 19.4~40.4%(평균 26.3%), 2020년 9월은 17.3~30.7%(평균 22.8%), 2020년 12월은 17.9~33.0%(평균 25.9%)의 범위를 나타냄

2) 2차년도

○ 함수율은 2021년 4월 조사 시 19.6~37.1%(평균 27.2%), 2021년 7월은 16.4~51.2%(평균 26.7%), 2021년 10월은 20.6~38.8%(평균 26.7%), 2022년 1월은 22.0~52.5%(평균 30.0%)의 범위를 나타냄

3) 요약

○ 함수율은 평균입도와 양호한 상관성을 보여 조립한 퇴적상을 보인 Ⅳ권역에서 상대적으로 낮고, 대체로 평균입도와 양호한 상관성을 보임

구분	범위	요약
1차년도	14.3~40.4%(25.0%)	함수율은 평균입경과 양호한 상관성을 나타냄
2차년도	16.4~52.5%(27.6%)	

다. 유기물 항목

○ 퇴적물 중 유기물량을 측정하는데 있어서 유기물질 중 가장 많은 양을 차지하며, 비교적 그 측정이 간편한 탄소를 이용하는 것이 간편하면서도 정밀한 값을 얻을 수 있음

○ 퇴적물 중 탄소량을 측정하는 방법은 퇴적물을 고온으로 가열하여 무게 차이를 측정하는 방법(강열감량), 강한 산화제를 이용하여 탄소화합물을 선택적으로 산화시켜 그 무게를 알아내는 방법(화학적산소요구량), 특정 시약과 반응시킨 후 퇴적물로부터 나오는 이산화탄소를 측정하는 방법(총유기탄소) 등 여러 가지가 있음

1) 강열감량(Ignition Loss)

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 1.0~5.0%(평균 2.7%), 2020년 9월은 0.9~3.4%(평균 1.8%), 2020년 12월은 0.6~3.8%(평균 2.2%)의 범위로 조사됨

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 0.8~3.9%(평균 2.6%), 2021년 7월은 1.4~7.5%(평균 2.8%), 2021년 10월은 1.0~6.0%(평균 3.1%), 2022년 1월은 1.0~5.4%(평균 2.3%)의 범위로 조사됨

2) 화학적산소요구량(COD)

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 0.03~8.51㎎/g(평균 3.47㎎/g), 2020년 9월은 0.20~4.79㎎/g(평균 1.22㎎/g), 2020년 12월은 0.18~6.20㎎/g(평균 3.03㎎/g)의 범위로 조사됨

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 0.11~9.06㎎/g(평균 2.86㎎/g), 2021년 7월은 0.11~14.39㎎/g(평균 2.66㎎/g), 2021년 10월은 0.14~7.04㎎/g(평균 2.16㎎/g), 2022년 1월은 0.05~15.30㎎/g(평균 3.43㎎/g)의 범위로 조사됨

3) 총유기탄소(TOC)

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 0.05~0.62%(평균 0.22%), 2020년 9월은 0.08~0.36%(평균 0.15%), 2020년 12월은 0.06~0.68%(평균 0.32%)의 범위로 조사됨

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 0.08~0.57%(평균 0.25%), 2021년 7월은 0.06~0.96%(평균 0.29%), 2021년 10월은 0.08~0.60%(평균 0.26%), 2022년 1월은 0.05~0.88% (평균 0.28%)의 범위로 조사됨

4) 요약

○ 유기물 항목은 시기별로 농도의 변동은 있었으나 조사 시기에 따른 뚜렷한 변화 양상을 보이지 않음

○ 권역별로는 상대적으로 조립한 퇴적상을 보인 Ⅳ권역이 다른 권역에 비해 상대적으로 낮은 경향을 보였으며, 대체로 평균입도와 양호한 상관성을 보임

구분	범위			요약
	강열감량	COD	TOC	
1차년도	0.6~5.0% (2.3%)	0.03~8.51㎎/g (2.52㎎/g)	0.05~0.68% (0.23%)	평균입도와 양호한 상관성을 나타냄
2차년도	0.8~7.5% (2.7%)	0.05~15.30㎎/g (2.78㎎/g)	0.05~0.96% (0.27%)	

라. 산휘발성황화물(AVS)

○ 해저퇴적물 내 산휘발성황화물(이하 황화물)이 높다는 것은 퇴적물 내 산소 고갈 및 결핍을 의미하며, 이는 저층수질 및 저서 생태계에 나쁜 영향을 줄 뿐 아니라 환경을 평가하는데 있어서 중요한 의미를 가짐

○ 산휘발성황화물이 0.2㎎/g 이상의 농도를 보이면, 이는 퇴적물에서 유기물의 유입과 분해의 작용으로 산소가 고갈되고 황화수소가 발생하는 환경을 보이고 있다는 것을 지시함(Yokoyama, 2000)

1) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-3과 Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2에서 각각 0.02㎎/g과 Ⅲ권역 정점 Ⅲ-2에서 0.01㎎/g, 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-3과 Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2에서 0.01㎎/g, 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-1, Ⅱ권역 정점 Ⅱ-1과 Ⅱ-2, Ⅲ권역 정점 Ⅲ-1에서 0.01㎎/g으로 조사 시기별 일부 정점에서만 조사 되었으며, 그 외 나머지 정점에서는 불검출됨

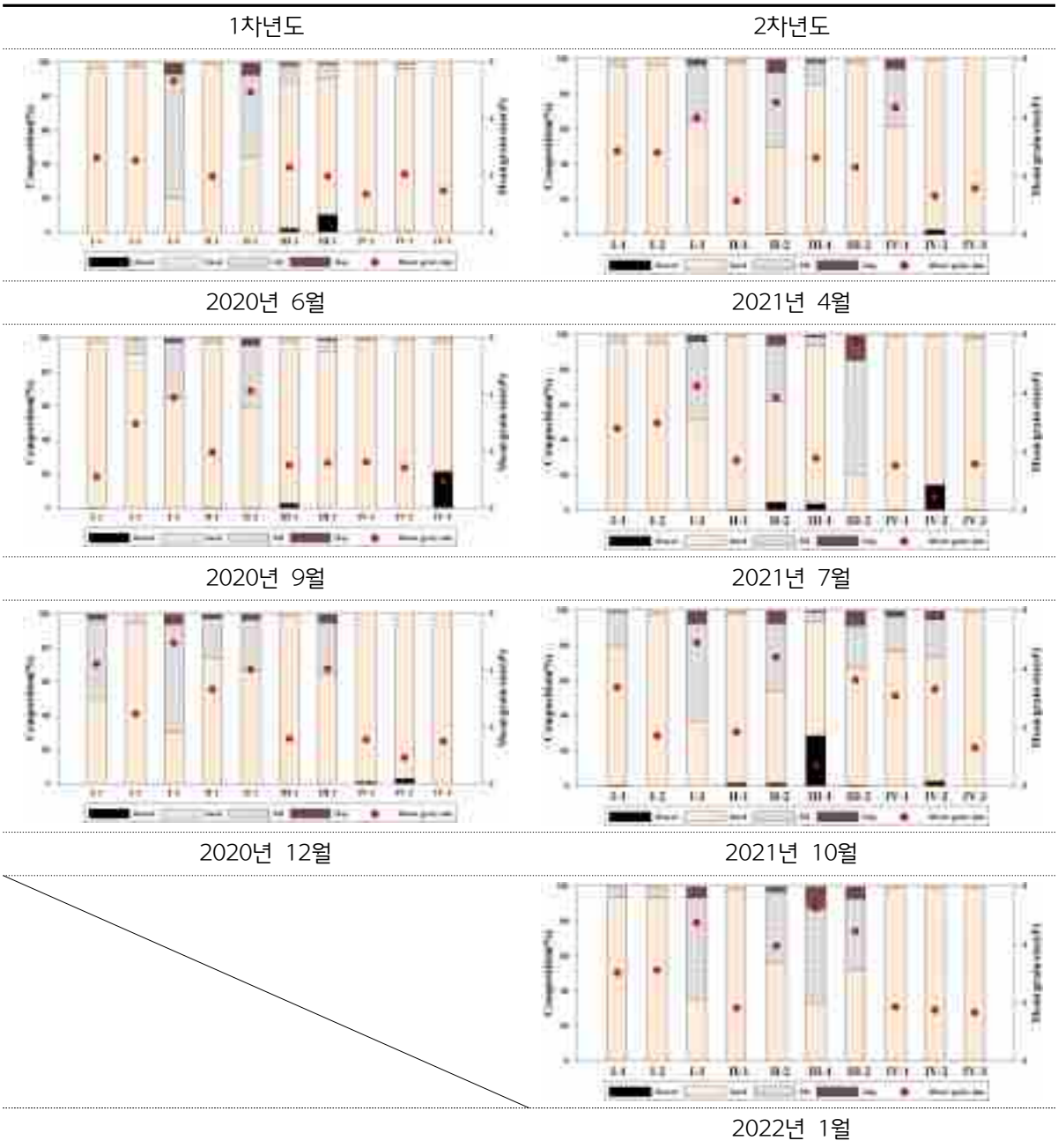
2) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-3에서 0.01㎎/g, Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2에서 0.12㎎/g과 Ⅲ권역 정점 Ⅲ-1에서 0.01㎎/g, Ⅳ권역 정점 Ⅳ-1에서 0.03㎎/g, 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-3에서 0.03㎎/g, Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2에서 0.09㎎/g, Ⅲ권역 정점 Ⅲ-2에서 0.16㎎/g, 2021년 10월 조사 시 Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2에서 0.09㎎/g, 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역 정점 Ⅰ-3에서 0.03㎎/g, Ⅱ권역 정점 Ⅱ-2에서 0.03㎎/g, Ⅲ권역 정점 Ⅲ-1,과 Ⅲ-2에서 각각 0.16㎎/g과 0.09㎎/g으로 조사 시기별 일부 정점에서만 조사 되었으며, 그 외 나머지 정점에서는 불검출됨

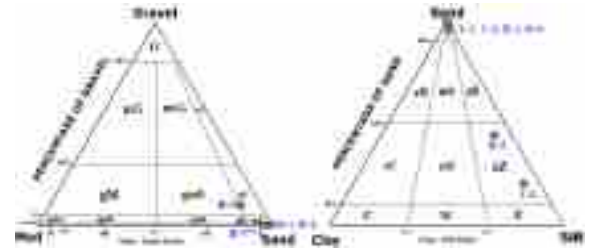
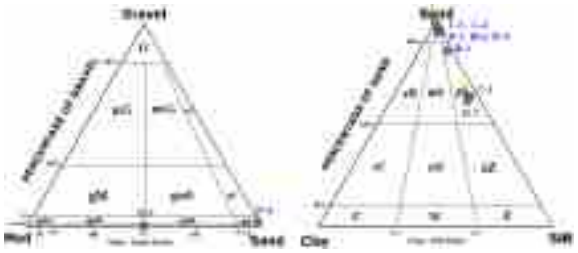
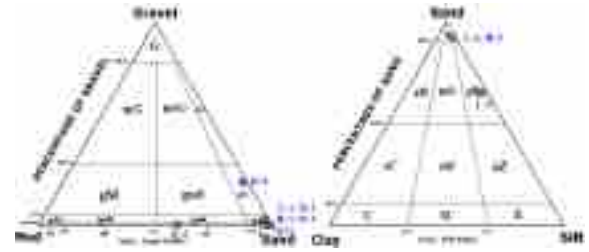
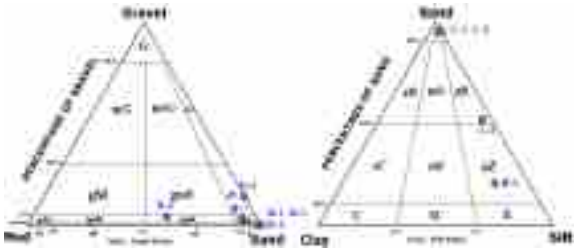
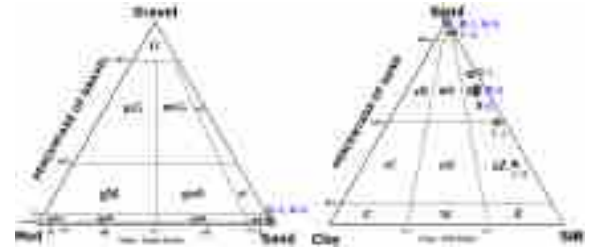
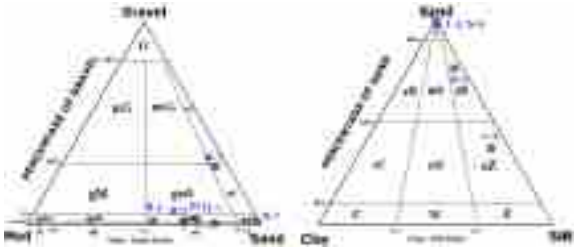
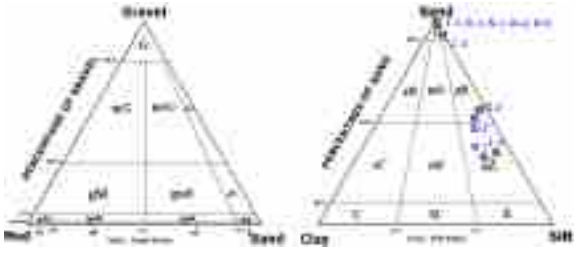
3) 요약

○ 산휘발성황화물은 Ⅳ권역에서는 모두 불검출되었으며, 검출된 정점도 모두 0.2㎎/g 이하로 조사됨

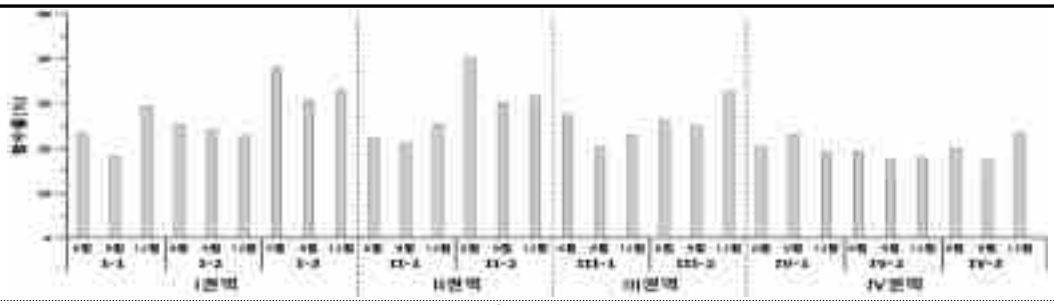
구분	범위	요약
1차년도	0.01~0.02㎎/g(0.01㎎/g)	Ⅳ권역은 모든 시기 및 정점에서 불검출됨 검출된 정점도 모두 0.2㎎/g 이하임
2차년도	0.01~0.16㎎/g(0.06㎎/g)	



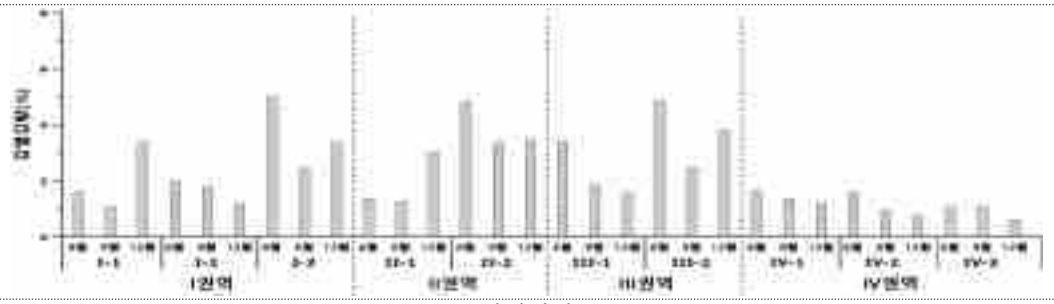
(그림 Ⅱ-2.2.2-1) 퇴적물 구성비에 따른 퇴적상 분포 특성

1차년도	2차년도
	
2020년 6월	2021년 4월
	
2020년 9월	2021년 7월
	
2020년 12월	2021년 10월
	
	2022년 1월

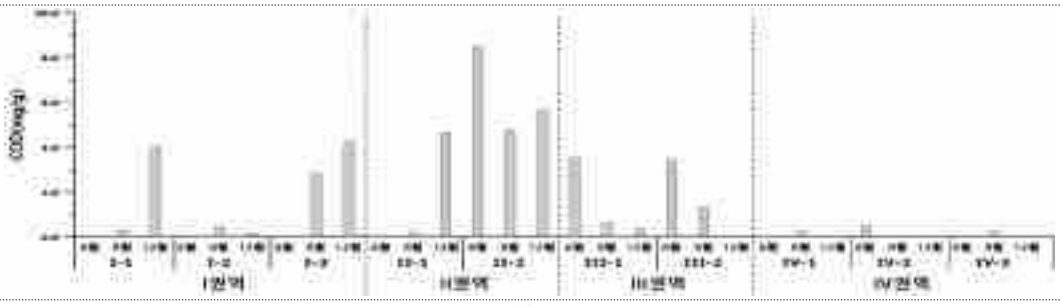
(그림 Ⅱ-2.2.2-2) 삼각다이어그램에 의한 퇴적상 분포



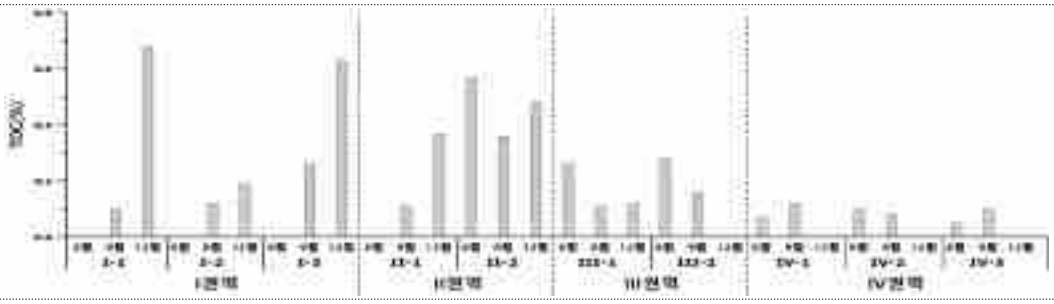
함수율



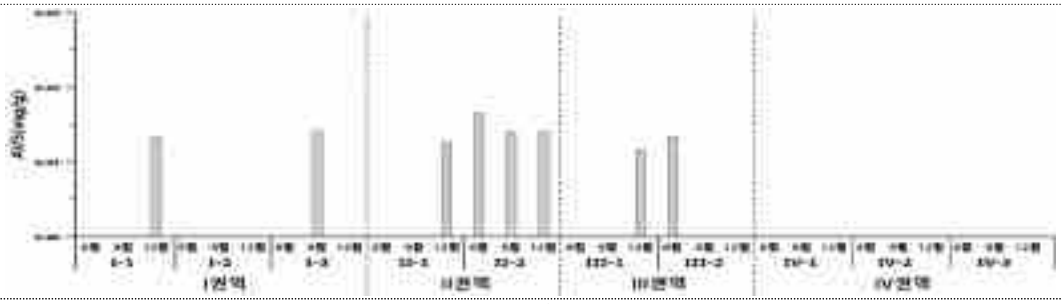
강열감량



COD

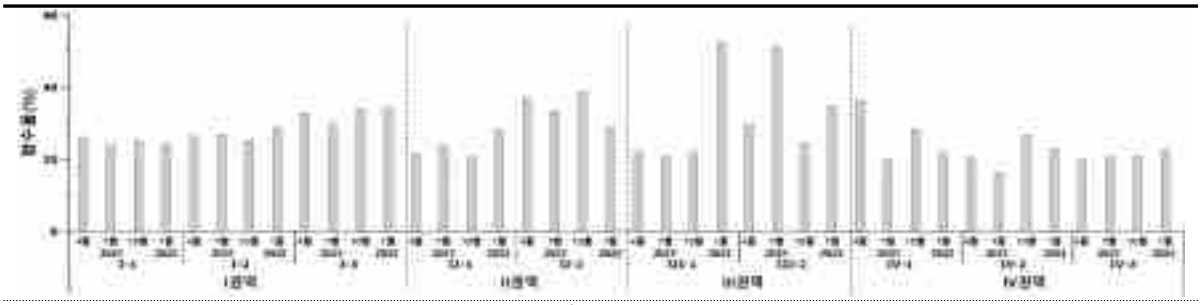


TOC

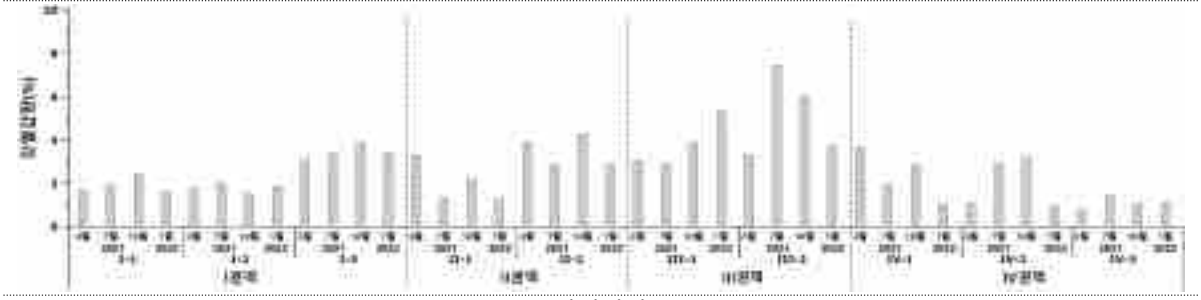


AVS

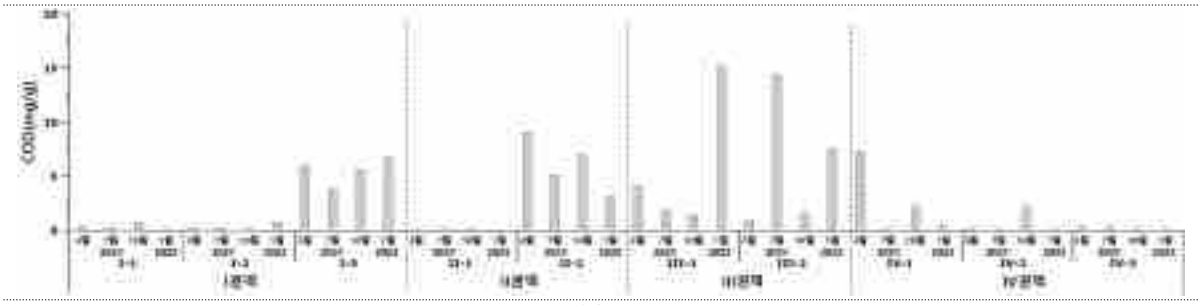
(그림 Ⅱ-2.2.2-3) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS의 권역별 분포(1차년도)



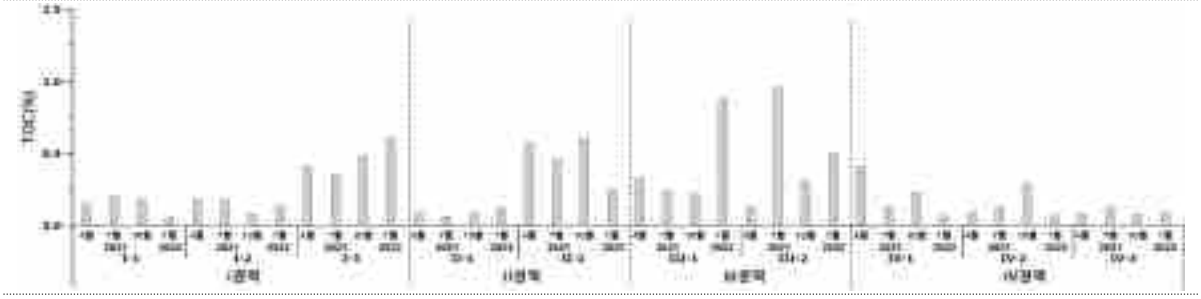
함수율



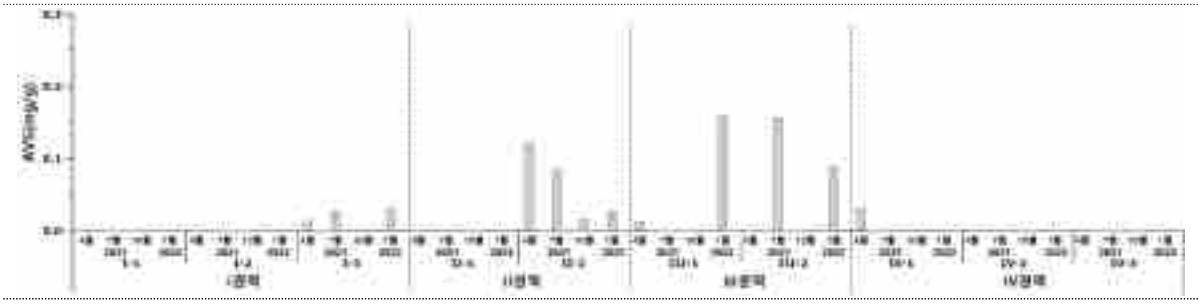
강열감량



COD

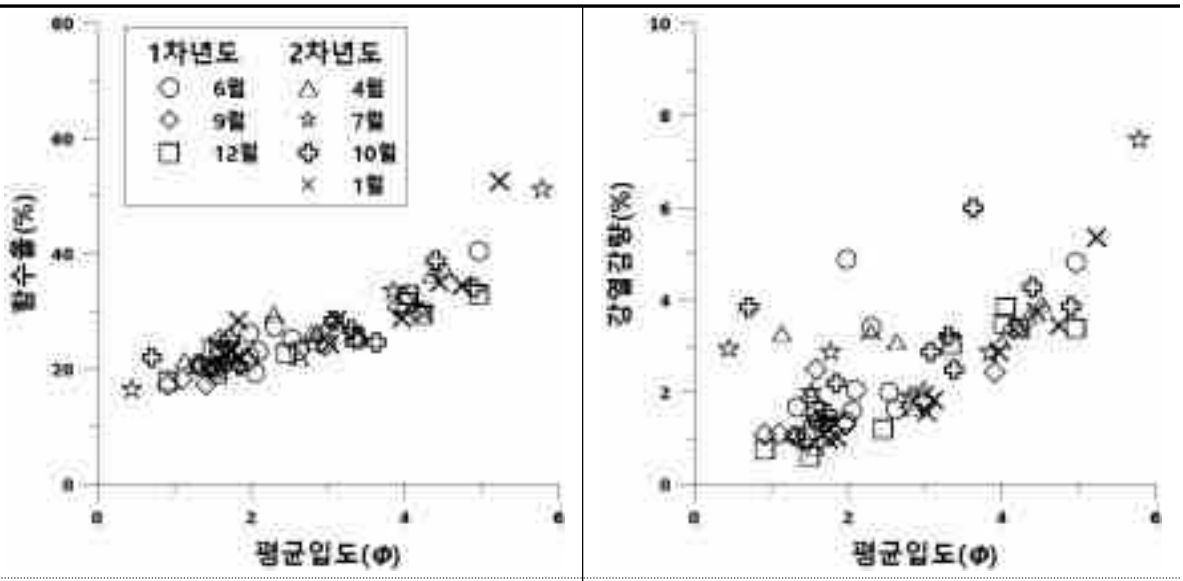


TOC



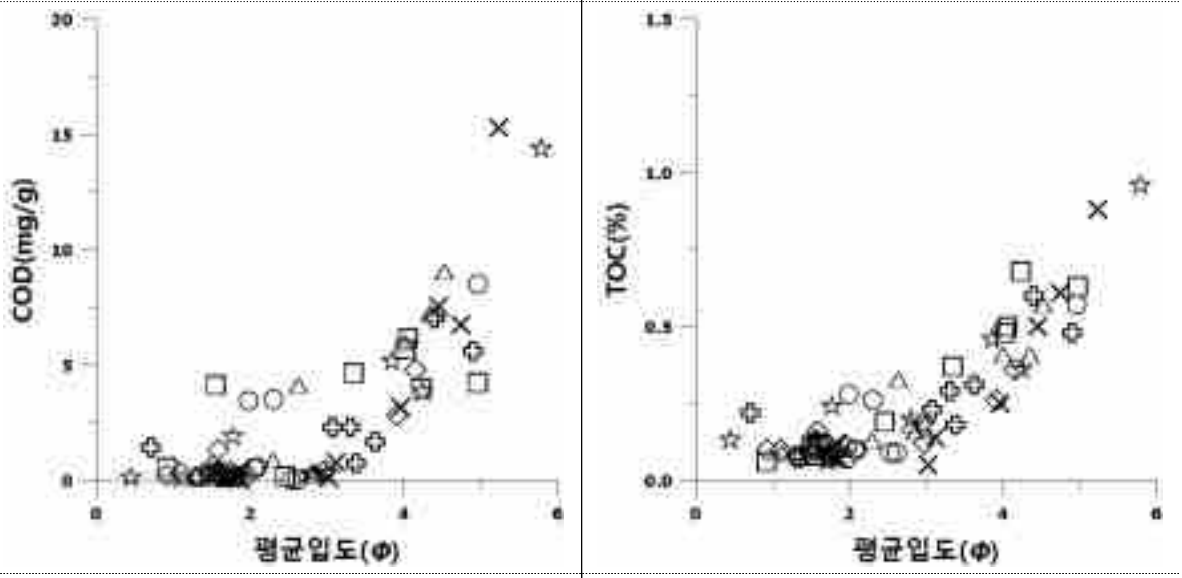
AVS

(그림 Ⅱ-2.2.2-4) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS의 권역별 분포(2차년도)



함수율(Water content)

강열감량(Ignition Loss)



화학적산소요구량(COD)

총유기탄소(TOC)

(그림 Ⅱ-2.2.2-5) 평균입도와 일반항목의 상관성

<표 Ⅱ-2.2.2-1> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2020. 6.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.0	96.9	3.0	0.1	2.62	0.51	0.24	1.21	S
	Ⅰ-2	0.0	97.0	2.8	0.2	2.53	0.53	0.09	1.39	S
	Ⅰ-3	0.0	20.3	72.7	7.0	5.35	1.63	0.13	0.98	sZ
Ⅱ	Ⅱ-1	0.0	99.2	0.8	0.1	1.97	0.67	0.03	0.74	S
	Ⅱ-2	0.0	44.3	48.2	7.5	4.96	1.99	0.30	0.82	sZ
Ⅲ	Ⅲ-1	1.9	85.4	10.8	1.8	2.30	1.45	0.51	1.66	(g)mS
	Ⅲ-2	10.1	81.3	7.7	0.9	1.99	1.87	0.02	1.86	gS
Ⅳ	Ⅳ-1	0.2	99.2	0.6	0.1	1.33	0.72	-0.07	1.24	(g)S
	Ⅳ-2	0.2	96.2	3.1	0.5	2.06	0.80	0.08	0.96	(g)S
	Ⅳ-3	0.0	99.9	0.1	0.0	1.46	0.53	-0.05	1.32	S
최소		0.0	20.3	0.1	0.0	1.33	0.51	-0.07	0.74	
최대		10.1	99.9	72.7	7.5	5.35	1.99	0.51	1.86	
평균		1.2	82.0	15.0	1.8	2.66	1.07	0.13	1.22	

<표 Ⅱ-2.2.2-2> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2020. 9.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.1	98.1	1.6	0.1	1.10	0.89	0.19	1.18	(g)S
	Ⅰ-2	0.0	90.8	8.7	0.5	2.97	0.78	0.32	0.99	S
	Ⅰ-3	0.0	64.9	32.5	2.6	3.90	1.16	0.36	1.52	zS
Ⅱ	Ⅱ-1	0.1	97.4	2.2	0.3	1.97	0.72	0.22	0.87	(g)S
	Ⅱ-2	0.3	59.3	35.9	4.5	4.14	1.72	0.33	1.55	(g)mS
Ⅲ	Ⅲ-1	2.5	95.3	1.7	0.4	1.52	0.53	0.06	1.48	(g)S
	Ⅲ-2	0.0	92.7	5.9	1.4	1.58	0.88	0.38	3.09	S
Ⅳ	Ⅳ-1	0.1	98.4	1.2	0.3	1.62	0.50	0.23	1.20	(g)S
	Ⅳ-2	0.0	99.3	0.6	0.1	1.42	0.62	-0.05	1.40	(g)S
	Ⅳ-3	21.3	76.7	1.7	0.3	0.92	1.81	-0.47	0.92	gS
최소		0.0	59.3	0.6	0.1	0.92	0.50	-0.47	0.87	
최대		21.3	99.3	35.9	4.5	4.14	1.81	0.38	3.09	
평균		2.4	87.3	9.2	1.1	2.11	0.96	0.16	1.42	

<표 Ⅱ-2.2.2-3> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2020. 12.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.0	50.0	46.6	3.4	4.23	1.22	0.45	1.40	zS
	Ⅰ-2	0.0	94.5	5.4	0.1	2.46	0.88	0.08	1.20	S
	Ⅰ-3	0.0	29.7	64.2	6.1	4.96	1.60	0.38	1.07	sZ
Ⅱ	Ⅱ-1	0.0	73.7	23.5	2.8	3.34	1.87	0.52	1.29	zS
	Ⅱ-2	0.0	66.6	29.8	3.6	4.02	1.49	0.45	1.53	zS
Ⅲ	Ⅲ-1	0.0	99.0	1.0	0.0	1.59	0.46	0.19	1.18	S
	Ⅲ-2	0.0	64.5	30.3	5.1	4.05	1.77	0.45	1.25	zS
Ⅳ	Ⅳ-1	1.0	98.9	0.1	0.0	1.56	0.67	0.01	1.43	(g)S
	Ⅳ-2	2.9	97.0	0.1	0.0	0.92	0.87	-0.16	0.94	(g)S
	Ⅳ-3	0.0	100.0	0.0	0.0	1.50	0.47	0.01	1.22	S
최소		0.0	29.7	0.0	0.0	0.92	0.46	-0.16	0.94	
최대		2.9	100.0	64.2	6.1	4.96	1.87	0.52	1.53	
평균		0.4	77.4	20.1	2.1	2.86	1.13	0.24	1.25	

<표 Ⅱ-2.2.2-4> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2021. 4.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.0	95.8	4.1	0.2	2.86	0.63	0.26	0.85	S
	Ⅰ-2	0.0	96.9	3.0	0.1	2.79	0.61	0.28	0.96	S
	Ⅰ-3	0.0	64.0	32.6	3.4	4.00	1.21	0.48	1.59	zS
Ⅱ	Ⅱ-1	0.0	98.2	1.6	0.2	1.14	0.90	0.23	0.93	S
	Ⅱ-2	0.2	49.6	42.5	7.7	4.52	2.25	0.30	1.02	(g)sM
Ⅲ	Ⅲ-1	0.0	86.1	11.8	2.2	2.63	1.45	0.34	1.75	zS
	Ⅲ-2	0.0	97.9	1.9	0.3	2.29	0.56	-0.25	1.06	S
Ⅳ	Ⅳ-1	0.0	61.5	32.7	5.7	4.35	1.77	0.52	1.26	zS
	Ⅳ-2	2.6	97.0	0.4	0.0	1.30	1.04	-0.20	1.28	(g)S
	Ⅳ-3	0.0	99.9	0.1	0.0	1.57	0.46	0.17	1.13	S
최소		0.0	49.6	0.1	0.0	1.14	0.46	-0.25	0.85	
최대		2.6	99.9	42.5	7.7	4.52	2.25	0.52	1.75	
평균		0.3	84.7	13.1	2.0	2.74	1.09	0.21	1.18	

<표 Ⅱ-2.2.2-5> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2021. 7.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.0	95.8	4.0	0.2	2.80	0.62	0.29	0.97	S
	Ⅰ-2	0.0	95.0	4.9	0.1	2.98	0.65	0.11	0.75	S
	Ⅰ-3	0.0	52.0	44.0	4.0	4.24	1.30	0.48	1.37	zS
Ⅱ	Ⅱ-1	0.3	99.0	0.6	0.0	1.71	0.56	0.26	1.11	(g)S
	Ⅱ-2	4.3	57.5	32.3	5.9	3.85	2.47	0.12	1.42	(g)mS
Ⅲ	Ⅲ-1	3.5	89.9	5.3	1.3	1.77	1.05	0.37	2.56	(g)S
	Ⅲ-2	0.0	20.5	64.9	14.6	5.78	2.12	0.03	0.94	sZ
Ⅳ	Ⅳ-1	0.3	99.4	0.2	0.0	1.53	0.42	0.15	1.04	(g)S
	Ⅳ-2	14.3	85.5	0.2	0.0	0.45	1.30	-0.08	0.85	gS
	Ⅳ-3	0.1	98.1	1.6	0.2	1.58	0.59	0.18	1.50	(g)S
최소		0.0	20.5	0.2	0.0	0.45	0.42	-0.08	0.75	
최대		14.3	99.4	64.9	14.6	5.78	2.47	0.48	2.56	
평균		2.3	79.3	15.8	2.6	2.67	1.11	0.19	1.25	

<표 Ⅱ-2.2.2-6> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2021. 10.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.4	79.6	19.2	0.8	3.38	1.12	-0.22	2.01	(g)mS
	Ⅰ-2	0.0	98.1	1.8	0.1	1.72	0.58	0.33	1.27	S
	Ⅰ-3	0.0	37.4	54.9	7.6	4.90	1.77	0.41	1.04	sZ
Ⅱ	Ⅱ-1	1.5	96.9	1.3	0.2	1.84	0.73	0.10	0.99	(g)S
	Ⅱ-2	1.5	53.2	37.7	7.6	4.40	2.59	0.19	1.15	(g)mS
Ⅲ	Ⅲ-1	28.6	65.8	4.6	1.1	0.71	2.39	-0.36	0.71	gS
	Ⅲ-2	0.6	66.4	24.4	8.6	3.62	2.79	0.38	0.91	(g)mS
Ⅳ	Ⅳ-1	0.0	76.6	19.6	3.8	3.07	2.26	0.70	1.35	zS
	Ⅳ-2	2.5	71.0	21.2	5.3	3.30	2.49	0.40	1.34	(g)mS
	Ⅳ-3	0.0	99.6	0.3	0.1	1.31	0.59	-0.20	1.15	S
최소		0.0	37.4	0.3	0.1	0.71	0.58	-0.36	0.71	
최대		28.6	99.6	54.9	8.6	4.90	2.79	0.70	2.01	
평균		3.5	74.5	18.5	3.5	2.83	1.73	0.17	1.19	

<표 Ⅱ-2.2.2-7> 조하대 퇴적물의 입도 조사 결과(2022. 1.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	Ⅰ-1	0.0	93.8	6.0	0.3	3.02	0.69	0.13	0.83	S
	Ⅰ-2	0.0	93.3	6.6	0.2	3.12	0.70	-0.03	0.86	S
	Ⅰ-3	0.0	35.2	58.1	6.8	4.75	1.58	0.41	1.27	sZ
Ⅱ	Ⅱ-1	0.0	98.0	1.9	0.1	1.83	0.65	0.33	1.01	S
	Ⅱ-2	0.0	56.2	40.4	3.4	3.96	1.28	0.28	1.48	zS
Ⅲ	Ⅲ-1	0.0	33.1	54.1	12.8	5.23	2.12	0.33	0.92	sZ
	Ⅲ-2	0.0	52.2	40.5	7.3	4.45	2.03	0.41	0.97	zS
Ⅳ	Ⅳ-1	0.0	99.2	0.7	0.0	1.86	0.61	0.23	0.82	S
	Ⅳ-2	0.0	99.0	1.0	0.1	1.75	0.57	0.27	1.08	S
	Ⅳ-3	0.0	98.8	1.1	0.1	1.67	0.63	0.19	1.33	S
최소		0.0	33.1	0.7	0.0	1.67	0.57	-0.03	0.82	
최대		0.0	99.2	58.1	12.8	5.23	2.12	0.41	1.48	
평균		0.0	75.9	21.0	3.1	3.16	1.09	0.26	1.06	

<표 Ⅱ-2.2.2-8> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2020. 6.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	23.2	1.6	0.09	0.03	N/D*
	Ⅰ-2	25.2	2.0	0.09	0.03	N/D
	Ⅰ-3	38.1	5.0	0.62	8.27	0.02
Ⅱ	Ⅱ-1	22.3	1.4	0.07	N/D	N/D
	Ⅱ-2	40.4	4.8	0.57	8.51	0.02
Ⅲ	Ⅲ-1	27.4	3.4	0.26	3.52	N/D
	Ⅲ-2	26.3	4.9	0.28	3.43	0.01
Ⅳ	Ⅳ-1	20.5	1.7	0.07	N/D	N/D
	Ⅳ-2	19.4	1.6	0.10	0.52	N/D
	Ⅳ-3	20.2	1.0	0.05	N/D	N/D
최소		19.4	1.0	0.05	0.03	0.01
최대		40.4	5.0	0.62	8.51	0.02
평균		26.3	2.7	0.22	3.47	0.02

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

<표 Ⅱ-2.2.2-9> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2020. 9.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	18.3	1.1	0.10	0.32	N/D*
	Ⅰ-2	24.2	1.8	0.12	0.44	N/D
	Ⅰ-3	30.7	2.4	0.26	2.81	0.01
Ⅱ	Ⅱ-1	21.3	1.3	0.11	0.20	N/D
	Ⅱ-2	30.2	3.4	0.36	4.79	0.01
Ⅲ	Ⅲ-1	20.4	1.9	0.11	0.63	N/D
	Ⅲ-2	25.1	2.5	0.16	1.32	N/D
Ⅳ	Ⅳ-1	23.1	1.4	0.12	0.25	N/D
	Ⅳ-2	17.4	0.9	0.08	N/D	N/D
	Ⅳ-3	17.3	1.1	0.10	0.24	N/D
최소		17.3	0.9	0.08	0.20	0.01
최대		30.7	3.4	0.36	4.79	0.01
평균		22.8	1.8	0.15	1.22	0.01

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

<표 Ⅱ-2.2.2-10> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2020. 12.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	29.5	3.4	0.68	4.02	0.01
	Ⅰ-2	22.7	1.2	0.19	0.18	N/D*
	Ⅰ-3	33.0	3.4	0.63	4.26	N/D
Ⅱ	Ⅱ-1	25.5	3.0	0.37	4.66	0.01
	Ⅱ-2	31.6	3.5	0.48	5.67	0.01
Ⅲ	Ⅲ-1	22.9	1.6	0.12	0.37	0.01
	Ⅲ-2	32.8	3.8	0.50	6.20	N/D
Ⅳ	Ⅳ-1	19.2	1.2	0.08	4.15	N/D
	Ⅳ-2	17.9	0.8	0.06	0.56	N/D
	Ⅳ-3	23.5	0.6	0.11	0.23	N/D
최소		17.9	0.6	0.06	0.18	0.01
최대		33.0	3.8	0.68	6.20	0.01
평균		25.9	2.2	0.32	3.03	0.01

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

<표 Ⅱ-2.2.2-11> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2021. 4.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	26.3	1.7	0.16	0.35	N/D*
	Ⅰ-2	26.4	1.8	0.18	0.24	N/D
	Ⅰ-3	32.8	3.1	0.41	6.00	0.01
Ⅱ	Ⅱ-1	21.5	3.3	0.09	0.11	N/D
	Ⅱ-2	37.1	3.9	0.57	9.06	0.12
Ⅲ	Ⅲ-1	21.9	3.1	0.33	4.16	0.01
	Ⅲ-2	29.6	3.3	0.13	0.88	N/D
Ⅳ	Ⅳ-1	36.5	3.6	0.41	7.27	0.03
	Ⅳ-2	20.6	1.1	0.09	0.17	N/D
	Ⅳ-3	19.6	0.8	0.08	0.36	N/D
최소		19.6	0.8	0.08	0.11	0.01
최대		37.1	3.9	0.57	9.06	0.12
평균		27.2	2.6	0.25	2.86	0.04

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

<표 Ⅱ-2.2.2-12> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2021. 7.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	24.1	1.9	0.20	0.29	N/D*
	Ⅰ-2	26.9	2.0	0.18	0.27	N/D
	Ⅰ-3	30.0	3.3	0.36	3.84	0.03
Ⅱ	Ⅱ-1	23.8	1.4	0.06	0.11	N/D
	Ⅱ-2	33.5	2.8	0.46	5.16	0.09
Ⅲ	Ⅲ-1	20.8	2.9	0.24	1.90	N/D
	Ⅲ-2	51.2	7.5	0.96	14.39	0.16
Ⅳ	Ⅳ-1	19.9	2.0	0.13	0.12	N/D
	Ⅳ-2	16.4	2.9	0.13	0.11	N/D
	Ⅳ-3	20.6	1.4	0.13	0.41	N/D
최소		16.4	1.4	0.06	0.11	0.03
최대		51.2	7.5	0.96	14.39	0.16
평균		26.7	2.8	0.29	2.66	0.09

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

<표 Ⅱ-2.2.2-13> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2021. 10.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	25.1	2.5	0.18	0.74	N/D*
	Ⅰ-2	25.3	1.5	0.08	0.16	N/D
	Ⅰ-3	34.1	3.9	0.48	5.59	N/D
Ⅱ	Ⅱ-1	20.6	2.2	0.09	0.17	N/D
	Ⅱ-2	38.8	4.3	0.60	7.04	0.02
Ⅲ	Ⅲ-1	21.9	3.8	0.22	1.43	N/D
	Ⅲ-2	24.7	6.0	0.31	1.68	N/D
Ⅳ	Ⅳ-1	28.3	2.9	0.23	2.30	N/D
	Ⅳ-2	26.8	3.2	0.29	2.30	N/D
	Ⅳ-3	20.9	1.0	0.08	0.14	N/D
최소		20.6	1.0	0.08	0.14	0.02
최대		38.8	6.0	0.60	7.04	0.02
평균		26.7	3.1	0.26	2.16	0.02

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

<표 Ⅱ-2.2.2-14> 조하대 퇴적물의 일반항목 조사 결과(2022. 1.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	Ⅰ-1	24.4	1.6	0.05	0.10	N/D*
	Ⅰ-2	28.6	1.8	0.14	0.77	N/D
	Ⅰ-3	34.4	3.4	0.61	6.75	0.03
Ⅱ	Ⅱ-1	28.4	1.3	0.12	0.05	N/D
	Ⅱ-2	28.8	2.9	0.25	3.17	0.03
Ⅲ	Ⅲ-1	52.5	5.4	0.88	15.30	0.16
	Ⅲ-2	35.0	3.7	0.50	7.56	0.09
Ⅳ	Ⅳ-1	22.0	1.0	0.07	0.42	N/D
	Ⅳ-2	23.0	1.0	0.07	0.09	N/D
	Ⅳ-3	22.5	1.1	0.09	0.09	N/D
최소		22.0	1.0	0.05	0.05	0.03
최대		52.5	5.4	0.88	15.30	0.16
평균		30.0	2.3	0.28	3.43	0.08

* : Not Detected, 검출한계(0.01㎎/g)

마. 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 해양퇴적물 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015~2020년에 수행한 문헌자료 『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계, 해양수산부』를 검토하여 시기별로 변동 양상을 파악하여 제시함

1) 평균입도

○ 평균입도는 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅰ,Ⅱ권역에서 상대적으로 세립함

○ 평균입도의 이상치는 전체 권역 및 권역별로 나타낸 결과 모두 나타나지 않음

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동범위 내 수준으로 조사됨

2) 총유기탄소(TOC)

○ 총유기탄소는 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으나, 모든 권역에서 2016년 2, 3분기에 상대적으로 높음

○ 총유기탄소의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 Ⅰ권역의 영종도 인근 정점과 Ⅲ권역의 대부도 인근 정점으로 육상에 인접한 정점에서 나타냈으며, 권역별로 나타낸 결과에서는 이상치가 나타나지 않음

○ 수산생물 서식 어장환경기준(20㎎/g-dry(2%), 해양수산부 고시 제2017-109호)으로 살펴보면, 문헌조사 자료의 2016년 2, 3분기의 Ⅱ, Ⅲ권역과 2020년 4분기의 Ⅲ권역에 속하는 일부 정점에서 기준을 초과하였으나, 나머지 시기에는 문헌조사 결과와 금회 결과 모두 기준 이하로 조사됨

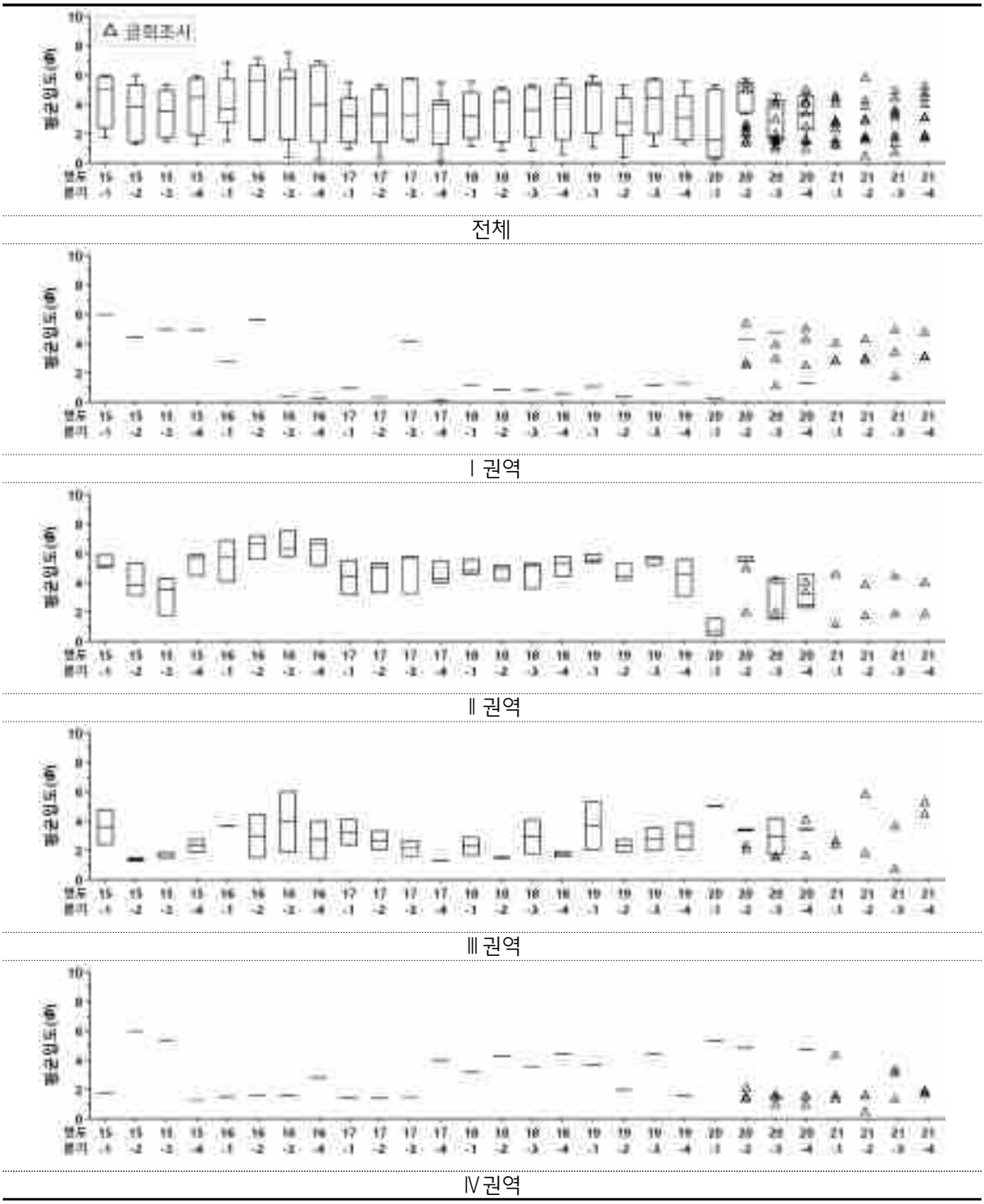
○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사 결과의 변동범위 내 수준으로 조사됨

3) 강열감량

○ 강열감량은 조사 시기에 따른 변동은 뚜렷하지 않았으며, 권역별로는 Ⅳ권역에서 상대적으로 낮았고, 나머지 권역은 대체로 유사한 변동 범위를 보임

○ 강열감량의 이상치는 전체 권역으로 나타낸 결과 및 권역별로 나타낸 결과 모두에서 나타나지 않음

○ 본 조사 중 2021년 7월의 Ⅲ권역에 속하는 정점에서 상대적으로 높은 농도를 보였으나, 그 외 나머지 권역에서는 문헌조사 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨



전체

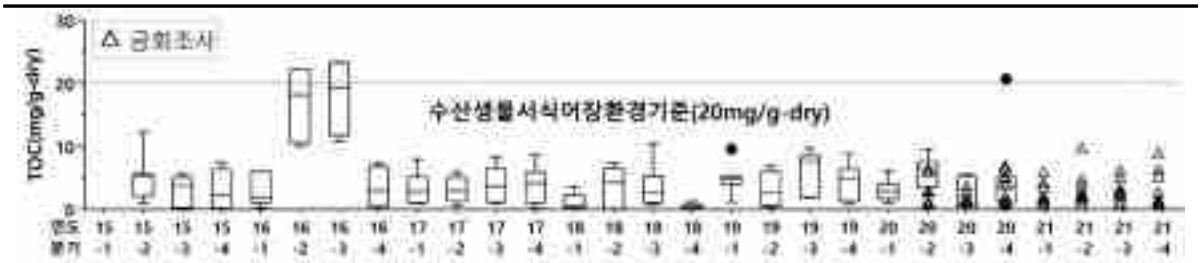
Ⅰ권역

Ⅱ권역

Ⅲ권역

Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.2.2-6) 해양수산부 자료와 본 조사 평균입도의 시계열 분포



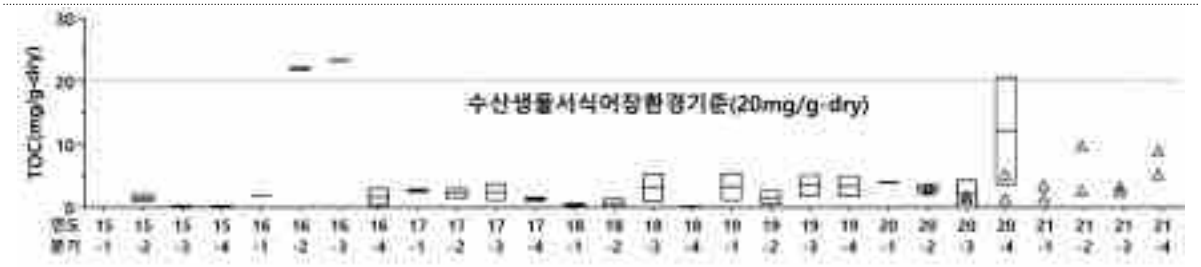
전체



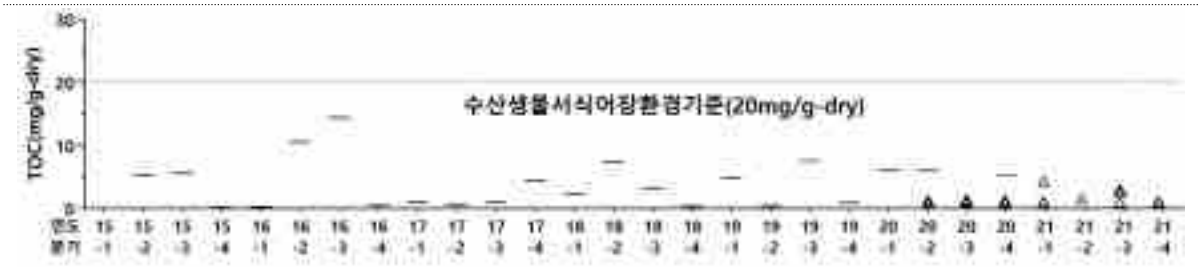
Ⅰ권역



Ⅱ권역

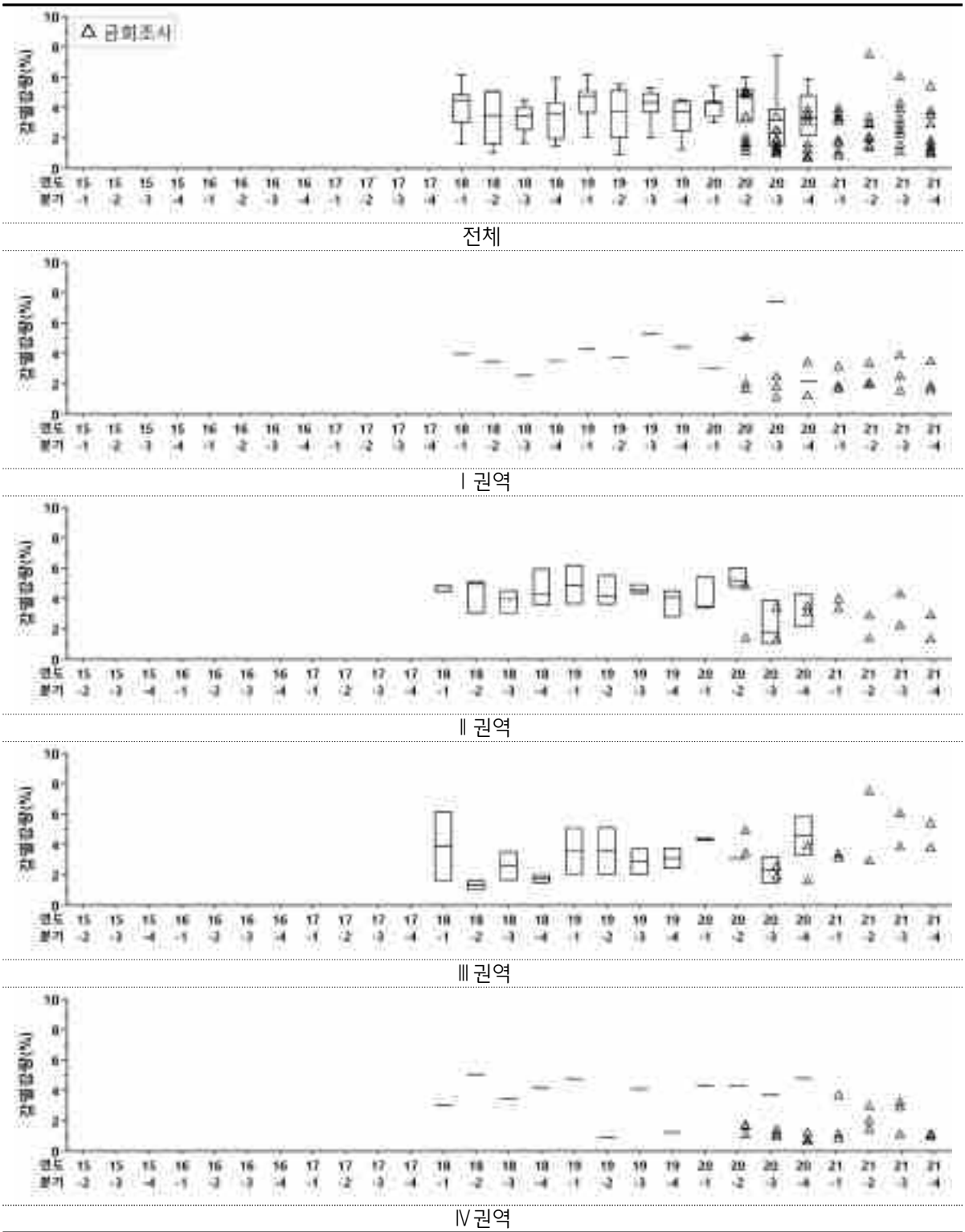


Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.2.2-7) 해양수산부 자료와 본 조사 TOC의 시계열 분포

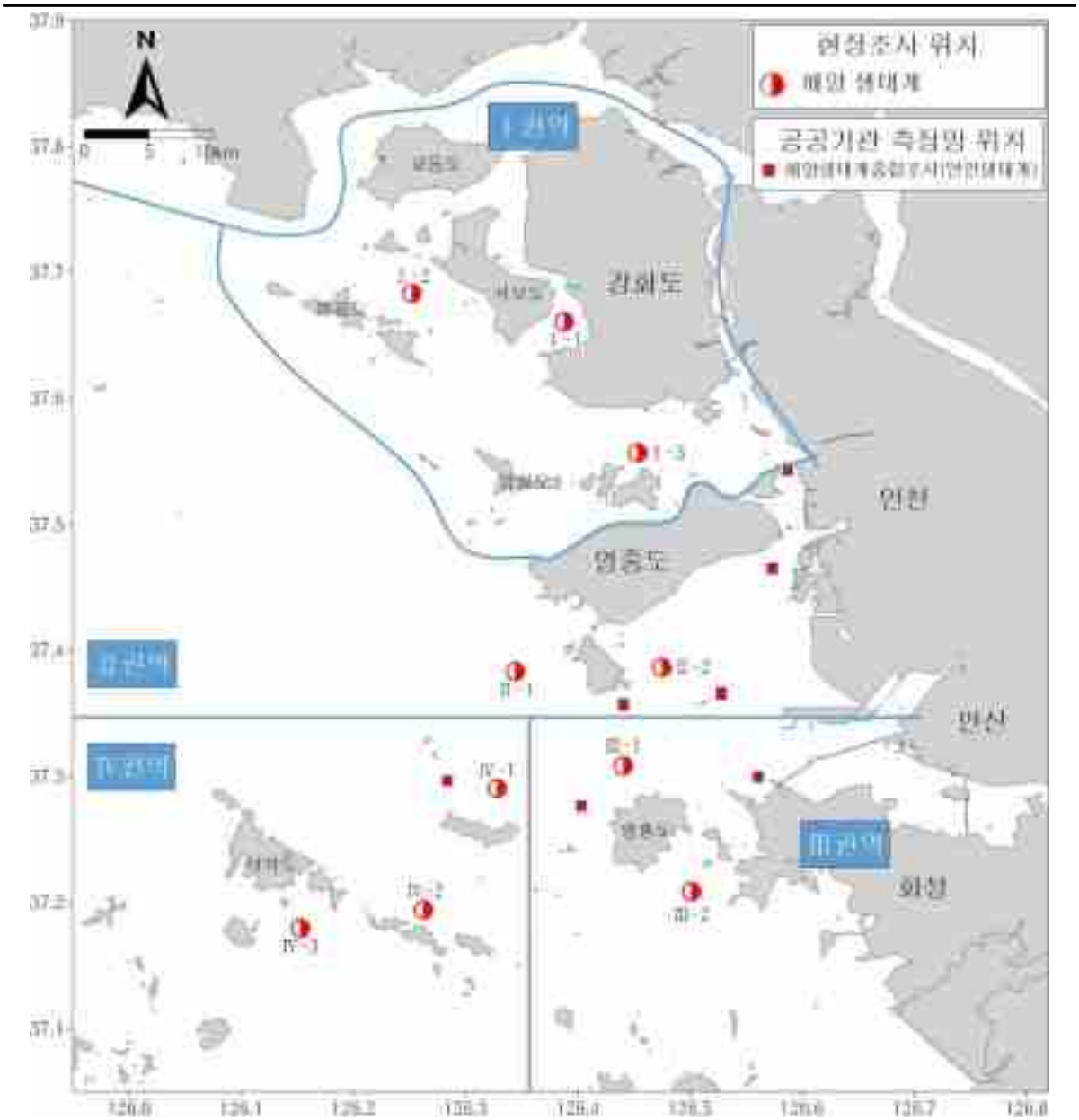


(그림 Ⅱ-2.2.2-8) 해양수산부 자료와 본 조사 강열감량의 시계열 분포

2.3 해양동·식물상

○ 해양동·식물상 조사 개요 및 현장조사 위치도를 제시함

○ 해역 특성에 따라 4개의 세부권역(Ⅰ~Ⅳ권역)으로 구분하였으며, 조사 정점은 Ⅰ, Ⅳ권역은 각각 3개, Ⅱ, Ⅲ권역은 각각 2개로 구성됨



(그림 Ⅱ-2.3-1) 해양동·식물상 공공기관 및 현장조사 위치도

<표 Ⅱ-2.3-1> 해양동·식물상 조사개요

구분	정점	조사항목	조사시기	
Ⅰ권역	Ⅰ-1, Ⅰ-2, Ⅰ-3	• 식물플랑크톤(Chl-*a* 포함) • 동물플랑크톤 • 어란 및 자치어 • 조하대 저서동물	1차년도 (2020년)	• 1차: 06월 08~12일 • 2차: 09월 16~23일 • 3차: 12월 14~18일
Ⅱ권역	Ⅱ-1, Ⅱ-2			
Ⅲ권역	Ⅲ-1, Ⅲ-2		2차년도 (2021년)	• 1차: 04월 26~30일 • 2차: 07월 23~27일 • 3차: 10월 05~22일
Ⅳ권역	Ⅳ-1, Ⅳ-2, Ⅳ-3		2차년도 (2022년)	• 4차: 01월 03~07일

2.3.1 조사 및 분석방법

○ 해양생태계 현장조사 및 실험실 내 분석은 기본적으로「국가해양생태계 종합조사 조사지침서 (해양수산부, 2019)」에 따라 수행함

가. 조사방법

1) 식물플랑크톤

○ 식물플랑크톤 채집은 조사정점 수심을 측정한 후 표·저층을 채수하였으며, 표층수는 수면하 1m에서, 저층수는 저질 상층 1m 수심에서 니스킨 채수기를 이용하여 해수 1L씩을 채수하였으며, 시료의 광산화를 방지하기 위하여 폴리에틸렌병(갈색병)에 옮겨 Lugol solution으로 현장에서 고정하여 실험실로 운반함

○ 채집한 시료는 침전법에 의해 약 24시간 침전시킨 후 상등액을 제거하여 50mL로 농축시켜 Sedgwick-Rafter counting chamber를 이용하여 계수하고, 현존량(cells/㎖)으로 환산하여 표기함

○ 식물플랑크톤 분류 및 동정은 노재훈 등(2007), 심재형(1994), 정영호(1968), 최중기 등(2016), Jim, D. et al.(1985), Mike, D. et al.(1980), Rines and Hargraves(1988), Round et al.(1990), Tomas(1997) 등의 문헌자료를 참고함

2) 엽록소-*a*(chl-*a*)

○ 엽록소-a는 식물플랑크톤과 동일한 조사정점의 수층에서 시료를 채취하였으며, 현장에서 적당량의 해수를 GF/C 여과지(공경 1.20 ㎛)로 여과하여 드라이아이스로 냉동(-79℃)시켜 암소에 보관 후 실험실로 옮겨 분석함

○ 염록소는 실험실에서 원심분리관의 여과지에 90% 아세톤을 적당량 넣어 24시간 동안 냉암소에 보관하여 추출하였으며, 원심분리한 후 상등액 일부를 취하여 Fluorometric

method(Parsons et al., 1984)를 이용하여 측정함

3) 동물플랑크톤

○ 동물플랑크톤 채집은 식물플랑크톤과 동일한 정점에서 원추형 플랑크톤 네트(망구 60cm, 망목 303㎛)를 이용하여 수심 5m 이하에서는 표층에서 수평 예인, 5m 이상 정점에서는 저층부터 표층까지 경사 예인함

○ 정량분석은 플랑크톤 네트 입구의 2/3되는 위치에 유량계(flow meter, General Oceanics)를 부착하여 여과된 해수량을 산출하였으며, 채집된 시료는 중성 포르말린으로 시료 내 농도가 4~5%가 되도록 고정함

○ 채집한 시료는 실험실에서 종동정 및 계수를 위해 시료의 총량을 메스실린더로 계량한 후 충분히 혼합하여 부차시료(Subsample)를 취하여 계수판(Bogorov chamber)으로 옮겨 해부현미경(Olympus, SZX12)과 광학현미경(Olympus, BX41)을 이용하여 가능한 종 수준까지 분류하고 어려운 분류군은 상위 분류 단계까지만 동정 후 개체수(개체/㎥)로 환산하여 표기함

○ 동물플랑크톤 분류 및 동정은 유광일(1995), 서호영(2014), Mitsuo and Massaki(1997), Yamaji(1984) 등의 문헌자료를 참고함

4) 어란 및 자치어

○ 조사해역 내 어란 및 자치어 채집을 위해 각 정점에서 원추형 플랑크톤 네트(망구 60cm, 망목 303㎛)를 이용하여 수심 5m 이하에서는 표층에서 수평 예인, 5m 이상 정점에서는 저층부터 표층까지 경사 예인함

○ 정량분석을 위해 플랑크톤 네트 입구의 2/3되는 위치에 유량계(flow meter, General Oceanics)를 부착하여 여과된 해수량을 산출하였으며, 채집된 시료는 중성 포르말린으로 시료 내 농도가 4~5%가 되도록 고정함

○ 채집한 시료는 실험실에서 해부현미경(Olympus, SZX12)하에서 어란 및 자치어를 선별·계수한 후, 단위 체적당 출현개체수(개체/1,000㎥)로 환산하여 표기함

○ 어란 및 자치어의 분류 및 동정은 정(1977), 김(1981), 김(1986), 김 등(2005), 김 등(2011), 沖山 등(1987), Moser et al.(1984) 등의 문헌자료를 참고함

5) 조하대 대형저서동물

○ 조하대 대형저서동물 채집은 각 정점에서 van Veen 채니기(채집면적 0.1㎡)를 이용하여 각 정점별로 2회씩(최종 채집면적은 0.2 ㎡) 퇴적물을 채취하였으며, 채취된 퇴적물은 선상에서

망목 1㎜인 체를 사용하여 체질하였고, 잔존물은 현장에서 10% 중성포르말린으로 고정하여 실험실로 운반함

○ 채집한 시료는 분류군별로 선별작업을 거친 후 종 수준까지 동정하였고, 완전한 개체나 머리가 있는 경우만을 계수하여 정점별 서식밀도와 생체량(습중량 gWWt., 이후 g로 표기)을 산출하여, 단위 면적(㎡)으로 환산함

○ 조하대 저서동물 분류 및 동정은 기본적으로 외부 형태에 기인하였으며, 해부학적 형질, 생식기관의 구조 및 각 분류군별 주요 형질을 비교 관찰하여 동정함

○ 동정에 사용된 문헌은 자포동물의 경우 노(1977)의 도감을 이용하였고, 연체동물은 유(1976), 최(1992), 권 등(1993), 환형동물은 백(1989), 절지동물 가운데 십각류는 김(1973, 1977), Kim(1985)을 참고함

나. 분석방법

1) 생태학적 제지수

○ 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1963): 군집의 종 풍부정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타냄

○ 종균등도지수(Pielou, 1969): 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 됨

○ 종풍부도지수(Margalef, 1958): 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 됨

○ 생태학적 제지수 산출 시 출현하지 않거나 단일 종이 출현한 경우 분석에서 제외함

종다양도지수 $H' = -\sum_{i=0}^{S} P_i \times \ln(P_i)$ (Shannon and Weaver, 1963)

종균등도지수 $J = \frac{H'}{\ln(S)}$ (Pielou, 1969)

종풍부도지수 $R = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$ (Margalef, 1958)

여기서, Pi : i번째 종의 점유율, S : 출현종수, N : 출현개체수

2) 군집분석

○ 군집의 시·공간적인 분포특성을 요약하기 위해 다변량 분석 기법인 집괴분석(Cluster analysis)과 다차원척도법(non-metric multi-dimensional scaling)을 수행함

○ 종별 현존량 또는 서식밀도를 변환하여 이를 바탕으로 정점 간 유사도를 측정(Bray-Curtis similarity) 후, 유사도 지수 행렬로부터 각 그룹을 연결(group average method)함

○ 구분되어진 정점군의 특징종을 파악하기 위해서 SIMPER(similarity percentage) 분석을 실시함(Clarke, 1993).

○ 구분된 각 군집의 유의성 검증은 one-way ANOSIM(Analysis of similarities) 분석을 이용하였으며, R값(R statistic)은 -1~1의 범위를 가지며, 양수는 군집 내 유사성이 군집 간 유사성보다 크다는 것을 의미하며, 음수는 군집 내 보다 군집 간 유사성이 높음(생태적으로 발생할 가능성이 적음)을 의미하고, R값이 1에 가까워질수록 군집 간 유사성 차이가 커지며, 0에 가까울수록 군집 내와 군집 간 유사성 차이가 없음을 의미함

3) 갯벌 건강도 지수(ISEP)

○ ISEP(Inverse function of Shannon-Wiener evenness proportion) 지수는 대형저서동물군집에 반영된 스트레스의 정도를 나타내는 지수이며(Yoo et al., 2010), 대형저서동물을 대상으로 생체량 기준의 균등도(J'(biomass)) 또는 다양도 지수(H'(biomass))와 서식밀도 기준의 균등도(J'(abundance)) 또는 다양도 지수(H'(abundance))를 이용하여 계산함

$$ISEP = \log_{10}(1/SEP + 1)$$

$$SEP = E(Biomass)/E(abundance) = H'(biomass)/H'(abundance)$$

○ ISEP지수 결과값에 따라 1등급에서 7등급까지의 총 7등급으로 구분하며, 1등급으로 갈수록 저서생태계의 건강도가 양호함을 의미하며, 수치화된 등급을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 1등급은 “매우 좋음”, 2~3등급은 “좋음”, 4등급은 “보통”, 5~6등급은 “나쁨”, 7등급은 “매우 나쁨”으로 표현함

2.3.2 분석 결과

가. 식물플랑크톤

1) 단변량

가) 출현종수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장에서 출현한 식물플랑크톤 평균 출현종수는 18±7종으로 2020년 6월에 19±4종, 9월에 23±6종, 12월에 11±2종이 출현하여 9월에 높은 출현종수를 보였으며, 대부분 시기에서 규조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 수층별로는 표층에서 총 84종, 평균 출현종수는 18±7종으로 6월에 18±4종, 9월에 24±5종, 12월에 11±3종이었으며, 저층에서 총 81종, 평균 출현종수는 18±7종으로 6월에

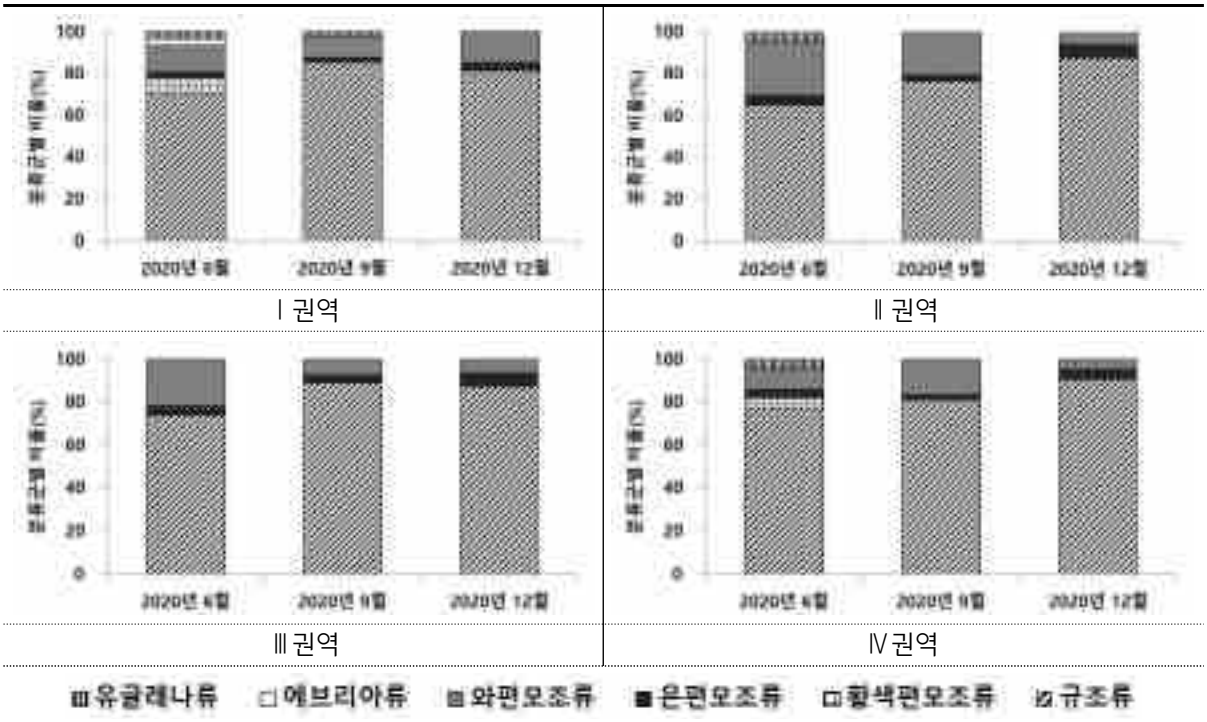
20±4종, 9월에 23±6종, 12월에 10±2종으로 표층과 저층 모두 9월에 높은 출현종수를 보였으며, 대부분 시기에서 규조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 23±1종(22~24종), Ⅱ권역은 16±1종(15~16종), Ⅲ권역은 20±4종(16~23종), Ⅳ권역은 15±3종(10~18종)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 23±3종(19~27종), Ⅱ권역은 24±1종(23~25종), Ⅲ권역은 17±3종(14~19종), Ⅳ권역은 16±2종(14~18종)으로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2020년 9월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 29±5종(22~34종), Ⅱ권역은 25±2종(23~26종), Ⅲ권역은 19±3종(16~22종), Ⅳ권역은 21±4종(17~26종)으로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

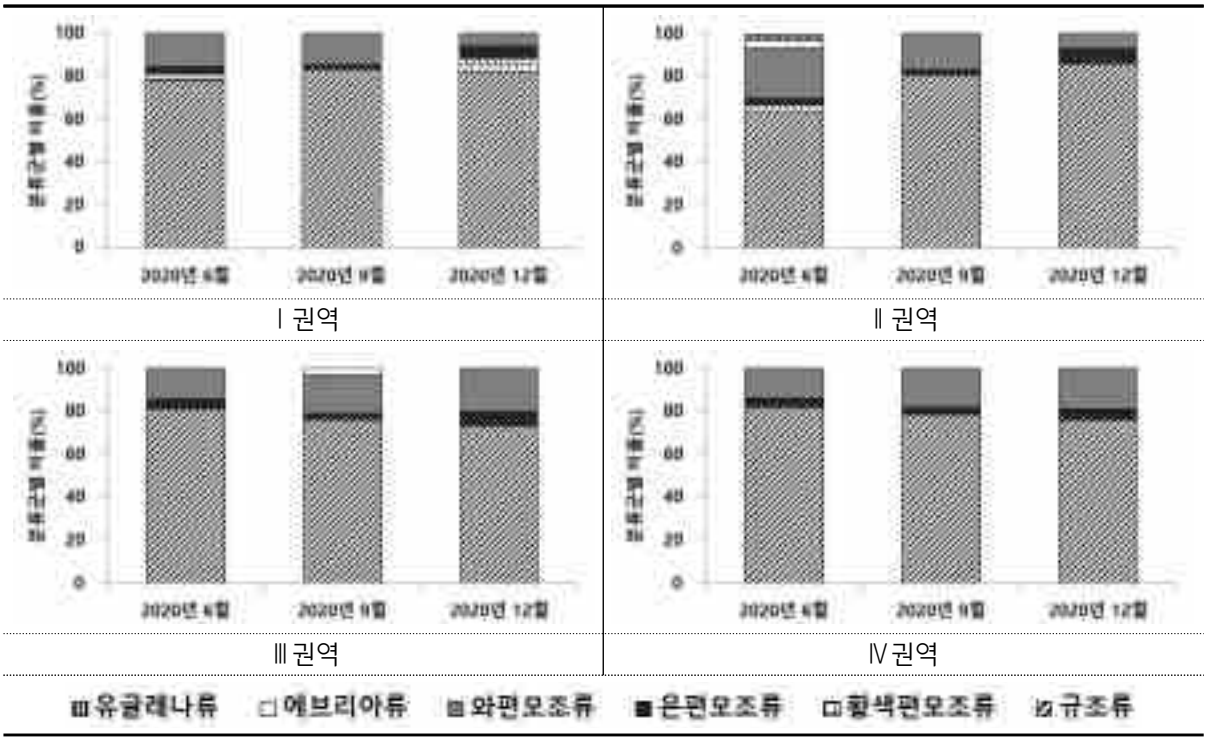
○ 저층에서 Ⅰ권역은 23±6종(15~29종), Ⅱ권역은 26±7종(19~32종), Ⅲ권역은 27±6종(21~32종), Ⅳ권역은 17±2종(14~20종)으로 Ⅳ권역이 가장 낮음



(그림 Ⅱ-2.3.2-1) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 출현종수 점유율

○ 2020년 12월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 12±3종(8~15종), Ⅱ권역은 10±3종(7~13종), Ⅲ권역은 12±2종(10~14종), Ⅳ권역은 10±2종(7~12종)으로 권역간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 10±1종(9~12종), Ⅱ권역은 10±2종(8~11종), Ⅲ권역은 10±1종(9~10종), Ⅳ권역은 12±2종(9~13종)으로 권역간 유사함



(그림 Ⅱ-2.3.2-2) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 출현종수 점유율

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장에서 출현한 식물플랑크톤 평균 출현종수는 19±6종으로 2021년 4월에 20±5종, 7월에 20±5종, 10월에 24±4종, 2022년 1월에 13±3종이 출현하여 10월에 높은 출현종수를 보였으며, 대부분 시기에서 규조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 수층별로는 표층에서 총 93종, 평균 출현종수는 19±6종으로 21년 4월에 18±5종, 7월에 21±6종, 10월에 23±4종, 22년 1월에 14±3종이었으며, 저층에서 총 92종, 평균 출현종수는 20±6종으로 21년 4월에 22±4종, 7월에 20±5종, 10월에 25±4종, 22년 1월에 13±1종으로 표층과 저층 모두 10월에 높은 출현종수를 보였으며, 대부분 시기에서 규조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 18±10종(7~27종), Ⅱ권역은 20±0종(20~20종), Ⅲ권역은 20±1종(19~20종), Ⅳ권역은 17±3종(15~21종)으로 권역간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 20±6종(15~27종), Ⅱ권역은 26±1종(25~26종), Ⅲ권역은 21±5종(17~24종), Ⅳ권역은 21±3종(18~23종)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 28±2종(26~30종), Ⅱ권역은 20±2종(18~21종), Ⅲ권역은 14±1종(13~15종), Ⅳ권역은 18±3종(15~20종)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 27±1종(26~28종), Ⅱ권역은 16±0종(16~16종), Ⅲ권역은 17±2종(15~18종), Ⅳ권역은 18±2종(16~20종)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 24±5종(18~28종), Ⅱ권역은 24±0종(24~24종), Ⅲ권역은 19±3종(17~21종), Ⅳ권역은 23±6종(18~29종)으로 권역간 유사함

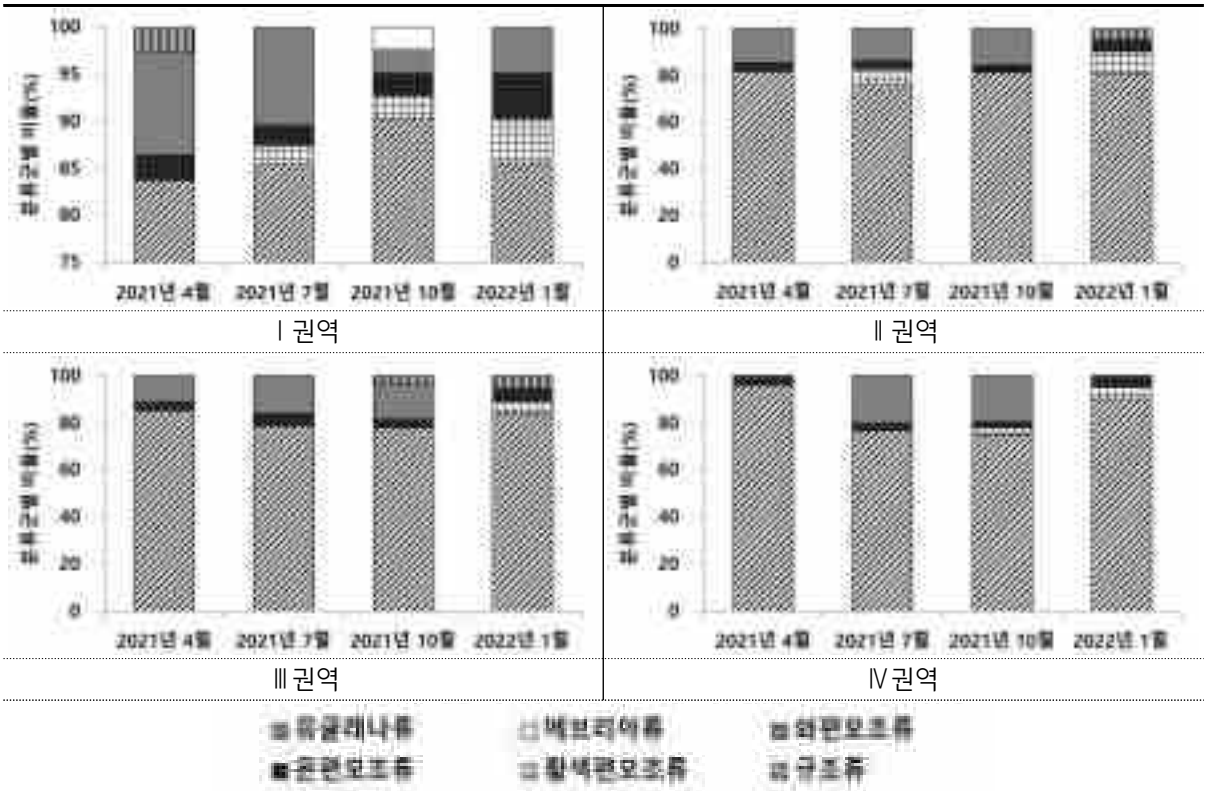
○ 저층에서 Ⅰ권역은 26±3종(23~28종), Ⅱ권역은 26±1종(25~26종), Ⅲ권역은 20±1종(19~20종), Ⅳ권역은 28±5종(22~31종)으로 Ⅲ권역이 가장 낮음

○ 2022년 1월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 12±5종(9~18종), Ⅱ권역은 16±0종(16종), Ⅲ권역은 14±6종(10~18종), Ⅳ권역은 14±1종(13~15종)으로 권역간 유사함

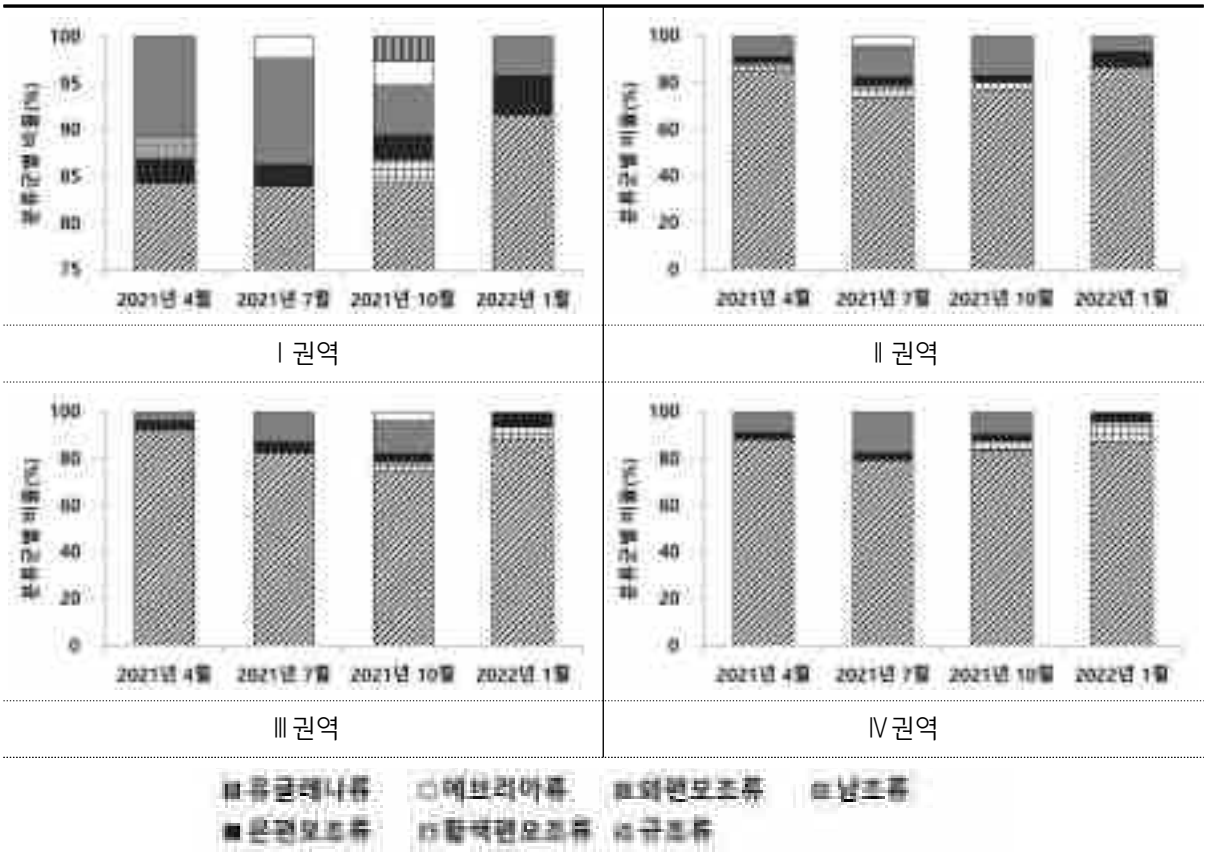
○ 저층에서 Ⅰ권역은 12±1종(12~13종), Ⅱ권역은 12±2종(10~13종), Ⅲ권역은 14±1종(13~14종), Ⅳ권역은 13±2종(12~15종)으로 권역간 유사함

(3) 요약

○ 표층과 저층에서 출현종수는 권역간 유사한 수준은 보였으며, 추계(9월, 10월)에 규조류가 주요 분류군으로 출현하여 표층과 저층 모두 높은 수준을 나타냄



(그림 Ⅱ-2.3.2-3) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 출현종수 점유율



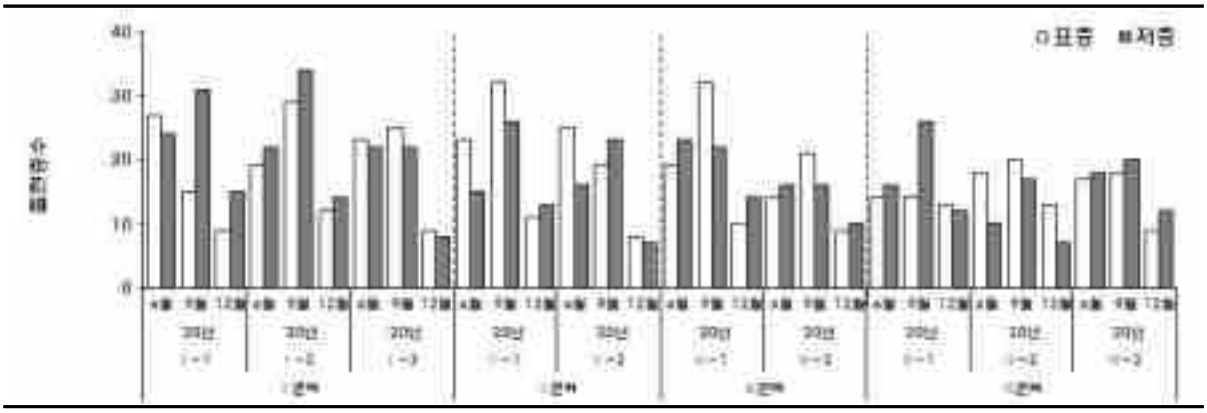
(그림 Ⅱ-2.3.2-4) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 출현종수 점유율

<표 Ⅱ-2.3.2-1> 권역별 식물플랑크톤 표층 출현종수

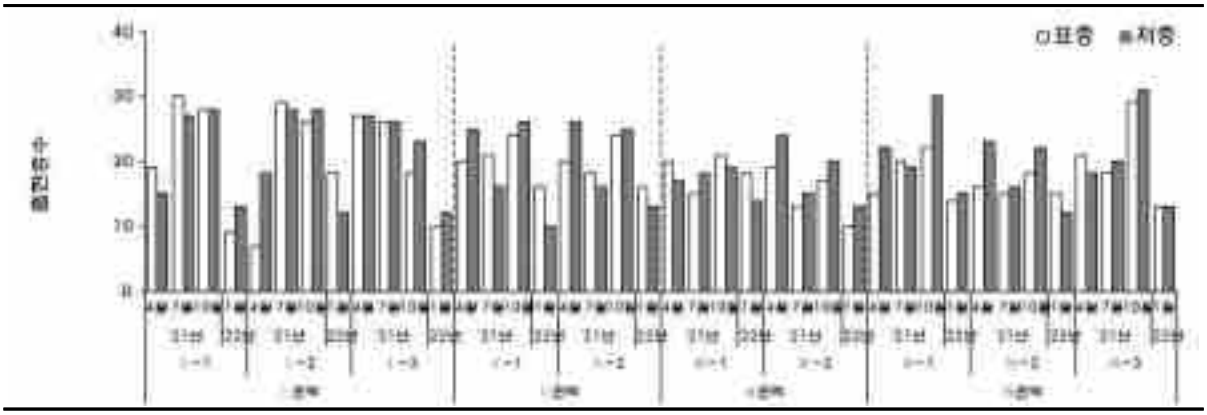
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	23±1	16±1	20±4	15±3	18±4
	2020년 9월	29±5	25±2	19±3	21±4	24±5
	2020년 12월	12±3	10±3	12±2	10±2	11±3
	평균±표준편차	21±8	17±6	17±4	15±5	18±7
2차 년도	2021년 4월	18±10	20±0	20±1	17±3	18±5
	2021년 7월	28±2	20±2	14±1	18±3	21±6
	2021년 10월	24±5	24±0	19±3	23±6	23±4
	2022년 1월	12±5	16±0	14±6	14±1	14±3
	평균±표준편차	21±8	20±3	17±4	18±4	19±6
평균±표준편차		21±8	19±5	17±4	17±5	18±6

<표 Ⅱ-2.3.2-2> 권역별 식물플랑크톤 저층 출현종수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	23±3	24±1	17±3	16±2	20±4
	2020년 9월	23±6	26±7	27±6	17±2	23±6
	2020년 12월	10±1	10±2	10±1	12±2	10±2
	평균±표준편차	19±7	20±8	18±8	15±3	18±7
2차 년도	2021년 4월	20±6	26±1	21±5	21±3	22±4
	2021년 7월	27±1	16±0	17±2	18±2	20±5
	2021년 10월	26±3	26±1	20±1	28±5	25±4
	2022년 1월	12±1	12±2	14±1	13±2	13±1
	평균±표준편차	21±7	20±7	18±4	20±6	20±6
평균±표준편차		20±7	20±7	18±6	18±6	19±6



(그림 Ⅱ-2.3.2-5) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅱ-2.3.2-6) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수

나) 현존량

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장에서 출현한 식물플랑크톤 평균 현존량은 598±540 cells/㎖로 2020년 6월에 743±330 cells/㎖, 9월에 986±561 cells/㎖, 12월에 63±29 cells/㎖로 시기 간 큰 편차를 보이며, 9월에 높은 현존량을 보였으며, 규조류와 은편모조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 수층별로는 표층에서 평균 현존량이 646±540 cells/㎖으로 6월에 782±356 cells/㎖, 9월에 1,082±459 cells/㎖, 12월에 74±35 cells/㎖이었으며, 저층에서 평균 현존량은 549±527 cells/㎖으로 6월에 705±277 cells/㎖, 9월에 891±607 cells/㎖, 12월에 52±12 cells/㎖으로 표층과 저층 모두 9월에 높은 현존량을 보였으며, 규조류와 은편모조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 853±241 cells/㎖(663 ~ 1,193 cells/㎖), Ⅱ권역은 638±50 cells/㎖(588 ~ 687 cells/㎖), Ⅲ권역은 1,234±356 cells/㎖(878 ~ 1,590 cells/㎖), Ⅳ권역은 505±216 cells/㎖(260 ~ 786 cells/㎖)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

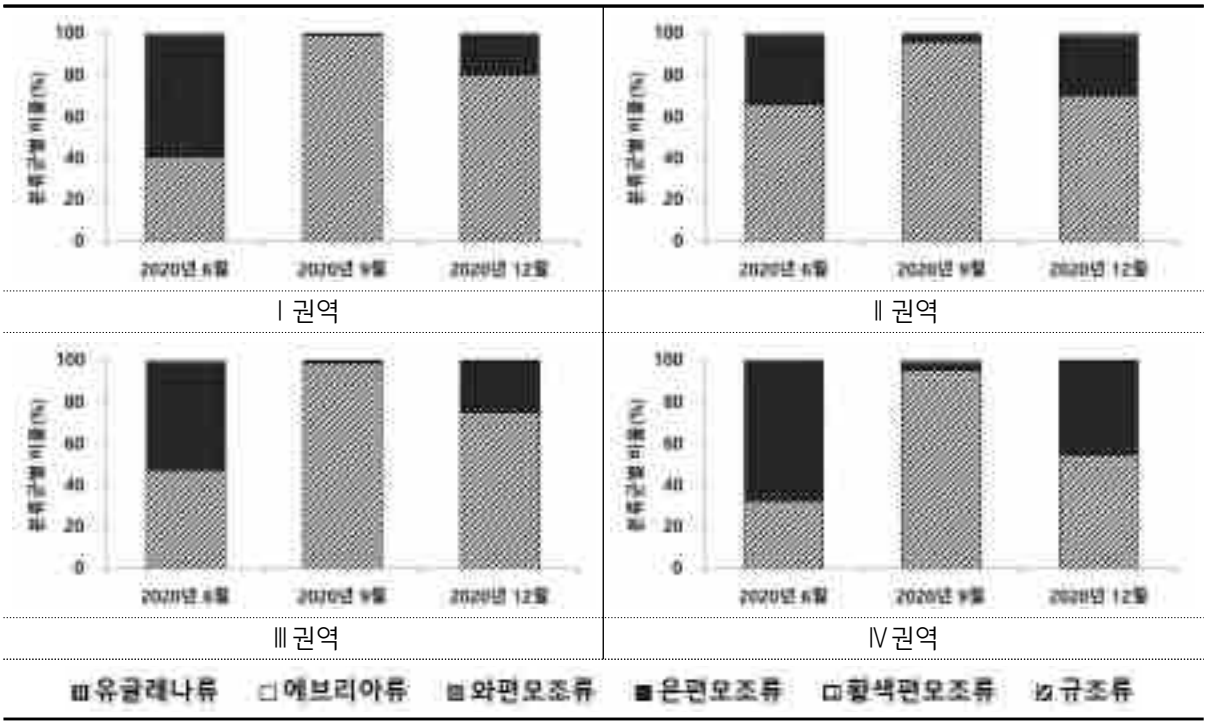
○ 저층에서 Ⅰ권역은 730±314 cells/㎖(461 ~ 1,170 cells/㎖), Ⅱ권역은 702±100 cells/㎖(602 ~ 802 cells/㎖), Ⅲ권역은 992±266 cells/㎖(726 ~ 1,258 cells/㎖), Ⅳ권역은 491±42 cells/㎖(446 ~ 546 cells/㎖)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1,610±269 cells/㎖(1,234 ~ 1,844 cells/㎖), Ⅱ권역은 1,205±212 cells/㎖(993 ~ 1,416 cells/㎖), Ⅲ권역은 945±157 cells/㎖(788 ~ 1,102 cells/㎖), Ⅳ권역은 563±117 cells/㎖(467 ~ 728 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

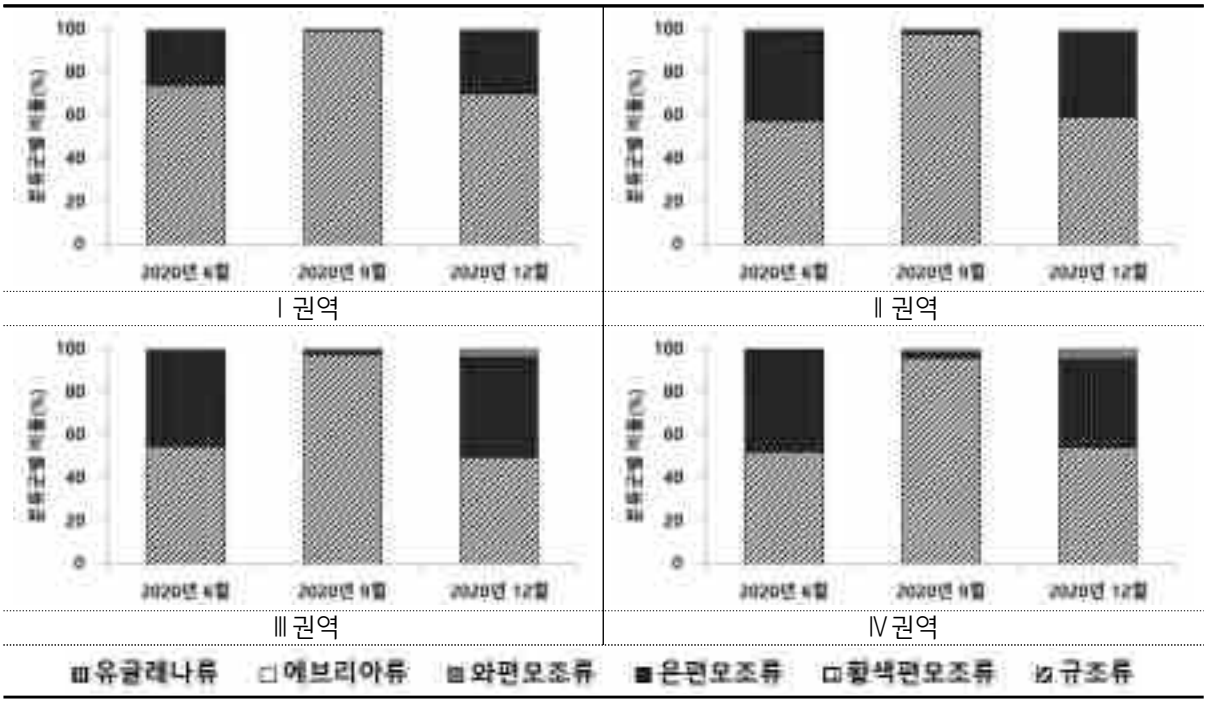
○ 저층에서 Ⅰ권역은 1,379±705 cells/㎖(725 ~ 2,358 cells/㎖), Ⅱ권역은 974±458 cells/㎖(516 ~ 1,431 cells/㎖), Ⅲ권역은 937±54 cells/㎖(883 ~ 991 cells/㎖), Ⅳ권역은 317±129 cells/㎖(139 ~ 441 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 107±47 cells/㎖(65 ~ 172 cells/㎖), Ⅱ권역은 49±6 cells/㎖(43 ~ 54 cells/㎖), Ⅲ권역은 74±5 cells/㎖(69 ~ 78 cells/㎖), Ⅳ권역은 57±2 cells/㎖(55 ~ 60 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 45±2 cells/㎖(44 ~ 48 cells/㎖), Ⅱ권역은 54±20 cells/㎖ (34 ~ 73 cells/㎖), Ⅲ권역은 49±3 cells/㎖(46 ~ 51 cells/㎖), Ⅳ권역은 61±10 cells/㎖ (49 ~ 73 cells/㎖)으로 권역간 유사함



(그림 Ⅱ-2.3.2-7) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 현존량 점유율



(그림 Ⅱ-2.3.2-8) 1차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 현존량 점유율

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장에서 출현한 식물플랑크톤 평균 현존량은 669±783 cells/㎖로 2021년 4월에 1,396±828 cells/㎖, 7월에 722±883 cells/㎖, 10월에 288±97 cells/㎖,

2022년 1월에 269±445 cells/㎖로 시기 간 큰 편차를 보이며, 4월에 높은 현존량을 보였으며, 규조류와 은편모조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 수층별로는 표층에서 평균 현존량이 718±801 cells/㎖으로 21년 4월에 1,464±875 cells/㎖, 7월에 753±804 cells/㎖, 10월에 275±103 cells/㎖, 22년 1월에 379±624 cells/㎖이었으며, 저층에서 평균 현존량은 620±773 cells/㎖으로 21년 4월에 1,328±819 cells/㎖, 7월에 691±998 cells/㎖, 10월에 302±94 cells/㎖, 2022년 1월에 158±45 cells/㎖로 표층과 저층 모두 4월에 높은 현존량을 보였으며, 규조류와 은편모조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1,002±1,328 cells/㎖(80 ~ 2,524 cells/㎖), Ⅱ권역은 1,321±162 cells/㎖(1,206 ~ 1,435 cells/㎖), Ⅲ권역은 2,557±346 cells/㎖(2,312 ~ 2,801 cells/㎖), Ⅳ권역은 1,293±179 cells/㎖(1,099 ~ 1,451 cells/㎖)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 992±1,207 cells/㎖(127 ~ 2,370 cells/㎖), Ⅱ권역은 1,319±434 cells/㎖(1,012 ~ 1,626 cells/㎖), Ⅲ권역은 2,329±451 cells/㎖(2,010 ~ 2,648 cells/㎖), Ⅳ권역은 1,002±188 cells/㎖(810 ~ 1,185 cells/㎖)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1,414±1,353 cells/㎖(489 ~ 2,967 cells/㎖), Ⅱ권역은 702±164 cells/㎖(586 ~ 818 cells/㎖), Ⅲ권역은 293±93 cells/㎖(227 ~ 358 cells/㎖), Ⅳ권역은 433±196 cells/㎖(209 ~ 575 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1,454±1,769 cells/㎖(318 ~ 3,493 cells/㎖), Ⅱ권역은 503±146 cells/㎖(399 ~ 606 cells/㎖), Ⅲ권역은 215±144 cells/㎖(113 ~ 317 cells/㎖), Ⅳ권역은 370±193 cells/㎖(183 ~ 568 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

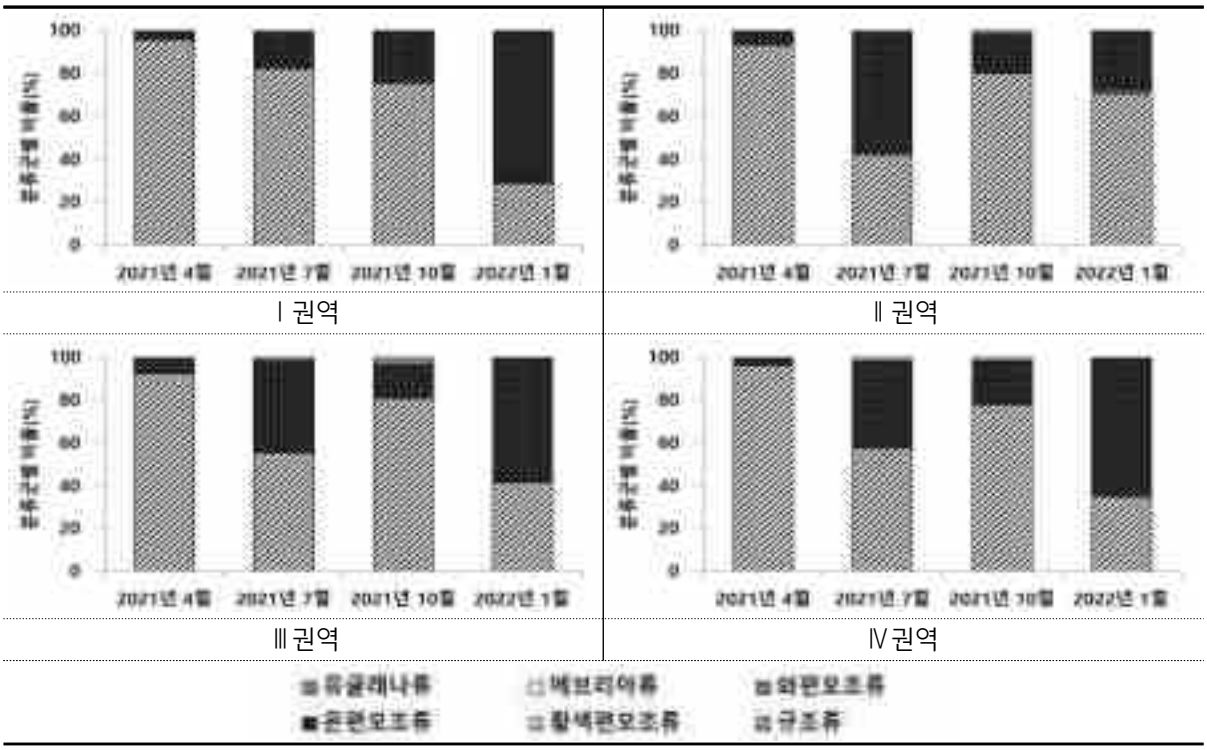
○ 2021년 10월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 204±57 cells/㎖(166 ~ 269 cells/㎖), Ⅱ권역은 392±76 cells/㎖(338 ~ 445 cells/㎖), Ⅲ권역은 208±26 cells/㎖(189 ~ 226 cells/㎖), Ⅳ권역은 313±115 cells/㎖(195 ~ 424 cells/㎖)으로 Ⅱ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 186±45 cells/㎖(142 ~ 231 cells/㎖), Ⅱ권역은 317±9 cells/㎖(310 ~ 323 cells/㎖), Ⅲ권역은 364±9 cells/㎖(357 ~ 370 cells/㎖), Ⅳ권역은 367±84 cells/㎖(270 ~ 417 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 낮음

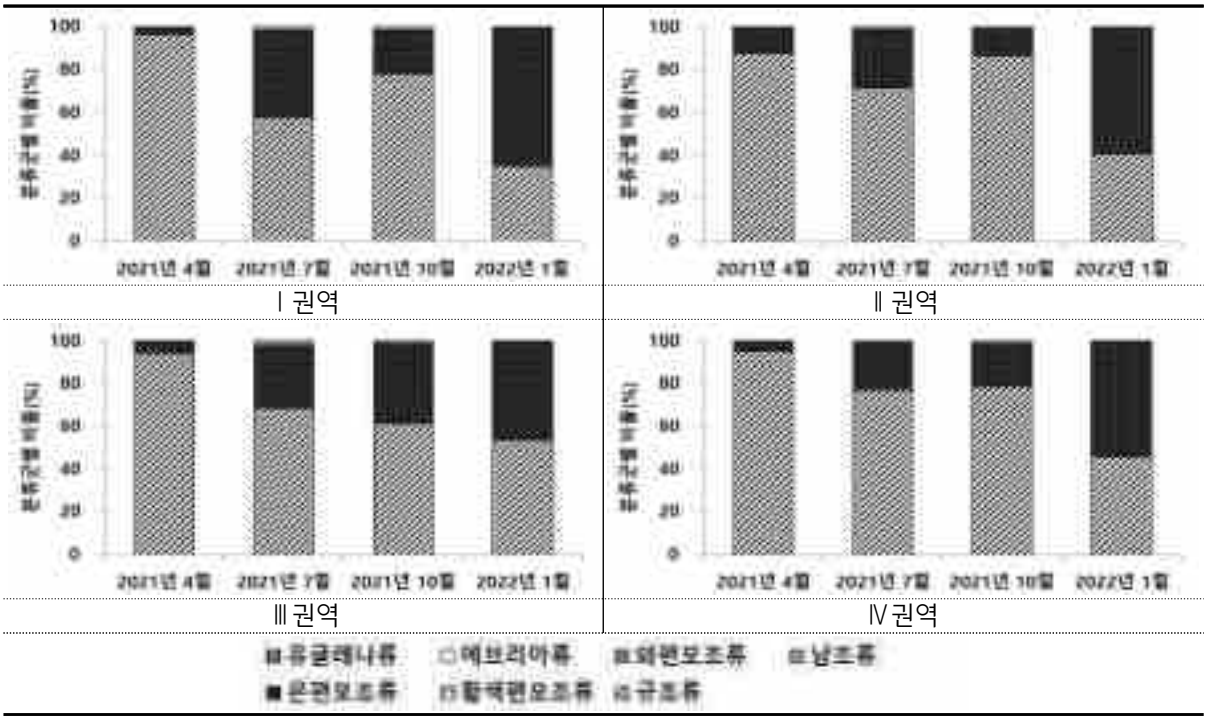
○ 2022년 1월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 801±1,165 cells/㎖(101 ~ 2146 cells/㎖), Ⅱ권역은 153±59 cells/㎖(111 ~ 194 cells/㎖), Ⅲ권역은 263±62 cells/㎖(219 ~ 307 cells/㎖), Ⅳ권역은 186±33 cells/㎖(150 ~ 213 cells/㎖)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 150±16 cells/㎖(132 ~ 161 cells/㎖), Ⅱ권역은 164±93

cells/㎖(98 ~ 229 cells/㎖), Ⅲ권역은 147±24 cells/㎖(130 ~ 164 cells/㎖), Ⅳ권역은 169±61 cells/㎖(107 ~ 228 cells/㎖)으로 권역간 유사함



(그림 Ⅱ-2.3.2-9) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 표층 현존량 점유율



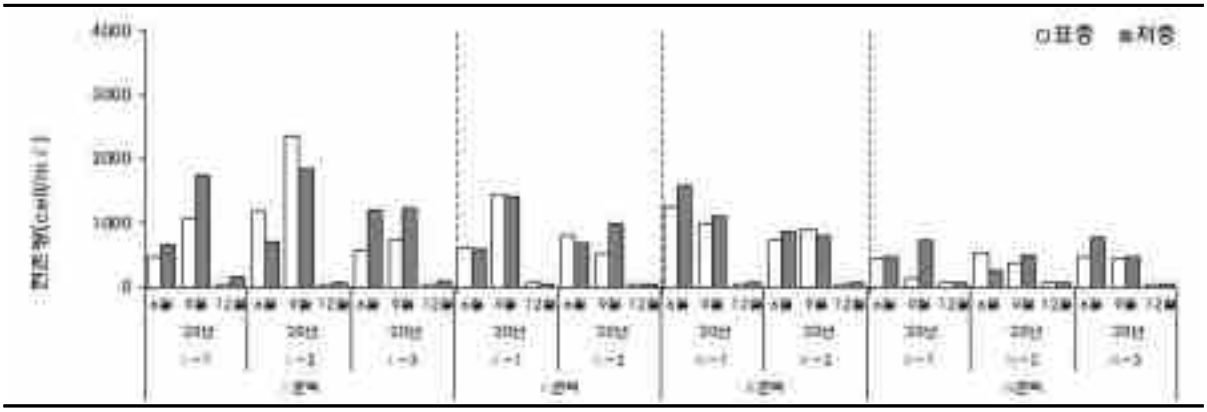
(그림 Ⅱ-2.3.2-10) 2차년도 권역별 식물플랑크톤 분류군별 저층 현존량 점유율

<표 Ⅱ-2.3.2-3> 권역별 식물플랑크톤 표층 현존량(cells/㎖)

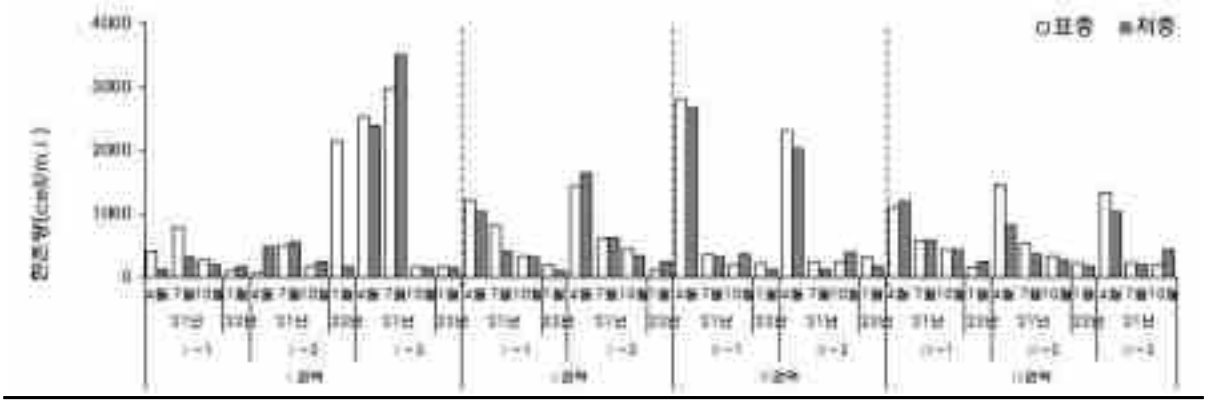
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	853±241	638±50	1,234±356	505±216	782±356
	2020년 9월	1,610±269	1,205±212	945±157	563±117	1,082±459
	2020년 12월	107±47	49±6	74±5	57±2	74±35
	평균±표준편차	857±649	630±488	751±542	375±267	646±540
2차 년도	2021년 4월	1,002±1,328	1,321±162	2,557±346	1,293±179	1,464±875
	2021년 7월	1,414±1,353	702±164	293±93	433±196	753±804
	2021년 10월	204±57	392±76	208±26	313±115	275±103
	2022년 1월	801±1,165	153±59	263±62	186±33	379±624
	평균±표준편차	855±1,053	642±477	830±1,075	556±470	718±801
평균±표준편차		856±894	637±482	796±872	479±403	687±700

<표 Ⅱ-2.3.2-4> 권역별 식물플랑크톤 저층 현존량(cells/㎖)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	730±314	702±100	992±266	491±42	705±277
	2020년 9월	1,379±705	974±458	937±54	317±129	891±607
	2020년 12월	45±2	54±20	49±3	61±10	52±12
	평균±표준편차	718±704	576±471	659±460	290±193	549±527
2차 년도	2021년 4월	992±1,207	1,319±434	2,329±451	1,002±188	1,328±819
	2021년 7월	1,454±1,769	503±146	215±144	370±193	691±998
	2021년 10월	186±45	317±9	364±9	367±84	302±94
	2022년 1월	150±16	164±93	147±24	169±61	158±45
	평균±표준편차	695±1,080	575±508	764±986	477±350	620±773
평균±표준편차		705±930	576±492	719±790	397±305	589±678



(그림 Ⅱ-2.3.2-11) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 현존량



(그림 Ⅱ-2.3.2-12) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 현존량

다) 엽록소-*a*

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 평균 엽록소-*a*는 3.80±4.73 ㎍/L로 2020년 6월에 3.22±1.45 ㎍/L, 9월에 7.08±6.76 ㎍/L, 12월에 1.10±0.93 ㎍/L로 시기 간 큰 편차를 보이며, 9월에 가장 높음

○ 수층별로는 표층에서 평균 엽록소-*a*는 3.22±3.87 ㎍/L으로 6월에 2.54±1.21 ㎍/L, 9월에 6.01±5.63 ㎍/L, 12월에 1.11±0.99 ㎍/L이었으며, 저층에서 평균 엽록소-*a*는 4.38±5.53 ㎍/L으로 6월에 3.90±1.47 ㎍/L, 9월에 8.16±8.20 ㎍/L, 12월에 1.10±0.97 ㎍/L으로 표층과 저층 모두 9월에 높은 엽록소-*a* 농도를 보임

○ 2020년 6월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 3.48±0.90 ㎍/L(2.89~4.51 ㎍/L), Ⅱ권역은 1.36±0.10 ㎍/L(1.28~1.43 ㎍/L), Ⅲ권역은 3.70±0.52 ㎍/L(3.32~4.07 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.62±0.58 ㎍/L(0.97~2.05 ㎍/L)으로 Ⅰ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 5.66±1.17 ㎍/L(4.37~6.66 ㎍/L), Ⅱ권역은 3.20±0.01 ㎍/L(3.19~3.21 ㎍/L), Ⅲ권역은 4.05±0.31 ㎍/L(3.83~4.27 ㎍/L), Ⅳ권역은 2.49±0.42 ㎍/L(2.13~2.96 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 13.05±5.87 ㎍/L(7.52~19.20 ㎍/L), Ⅱ권역은 3.96±0.68 ㎍/L(3.49~4.44 ㎍/L), Ⅲ권역은 2.26±0.33 ㎍/L(2.03~2.49 ㎍/L), Ⅳ권역은 2.82±0.34 ㎍/L(2.61~3.21 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 18.16±9.32 ㎍/L(10.25~28.43 ㎍/L), Ⅱ권역은 4.56±0.70 ㎍/L(4.07~5.06 ㎍/L), Ⅲ권역은 3.51±0.59 ㎍/L(3.10~3.93 ㎍/L), Ⅳ권역은 3.64±0.71 ㎍/L(2.83~4.13 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 2.17±0.85 ㎍/L(1.24~2.92 ㎍/L), Ⅱ권역은

0.26±0.28 ㎍/L(0.06~0.46 ㎍/L), Ⅲ권역은 0.05±0.01 ㎍/L(0.04~0.05 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.33±0.14 ㎍/L(1.19~1.47 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 2.14±0.58 ㎍/L(1.66~2.79 ㎍/L), Ⅱ권역은 0.09±0.05 ㎍/L(0.06~0.13 ㎍/L), Ⅲ권역은 0.06±0.02 ㎍/L(0.05~0.07 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.41±0.03 ㎍/L(1.39~1.45 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 평균 엽록소-*a*는 4.12±5.27 ㎍/L로 2021년 4월에 6.52±5.74 ㎍/L, 7월에 6.86±7.32 ㎍/L, 10월에 1.74±0.88 ㎍/L, 2022년 1월에 1.35±0.51 ㎍/L로 시기 간 큰 편차를 보이며, 4월과 7월에 높음

○ 수층별로는 표층에서 평균 엽록소-*a*는 3.55±4.74 ㎍/L으로 2021년 4월에 6.52±5.63 ㎍/L, 7월에 6.86±8.17 ㎍/L, 10월에 1.74±0.98 ㎍/L, 2022년 1월에 1.35±0.37 ㎍/L이었으며, 저층에서 평균 엽록소-*a*는 4.41±5.33 ㎍/L으로 21년 4월에 7.64±5.92 ㎍/L, 7월에 6.98±6.81 ㎍/L, 10월에 1.72±0.83 ㎍/L, 22년 1월에 1.41±0.63 ㎍/L으로 표층과 저층 모두 4월과 7월에 높은 엽록소-*a* 농도를 보임

○ 2021년 4월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 7.55±9.33 ㎍/L(0.59~16.81 ㎍/L), Ⅱ권역은 3.45±0.84 ㎍/L(2.15~3.34 ㎍/L), Ⅲ권역은 12.86±4.61 ㎍/L(7.07~13.60 ㎍/L), Ⅳ권역은 3.31±2.41 ㎍/L(1.79~6.01 ㎍/L)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 9.07±6.99 ㎍/L(4.54~17.12 ㎍/L), Ⅱ권역은 4.15±2.01 ㎍/L(2.73~5.57 ㎍/L), Ⅲ권역은 15.38±2.66 ㎍/L(13.5~17.26 ㎍/L), Ⅳ권역은 3.38±1.11 ㎍/L(2.59~4.65 ㎍/L)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 12.76±13.9 ㎍/L(4.13~29.42 ㎍/L), Ⅱ권역은 4.87±0.19 ㎍/L(3.69~3.96 ㎍/L), Ⅲ권역은 2.21±1.77 ㎍/L(1.16~3.66 ㎍/L), Ⅳ권역은 5.40±2.39 ㎍/L(2.35~7.07 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 12.08±11.55 ㎍/L(4.31~25.35 ㎍/L), Ⅱ권역은 5.91±2.75 ㎍/L(3.96~7.86 ㎍/L), Ⅲ권역은 2.01±0.73 ㎍/L(1.50~2.53 ㎍/L), Ⅳ권역은 5.89±2.20 ㎍/L(3.66~8.06 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.92±1.11 ㎍/L(0.80~2.97 ㎍/L), Ⅱ권역은 2.55±1.46 ㎍/L(1.93~4.00 ㎍/L), Ⅲ권역은 1.38±0.16 ㎍/L(1.25~1.49 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.26±0.20 ㎍/L(1.15~1.50 ㎍/L)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 2.11±1.18 ㎍/L(0.91~3.27 ㎍/L), Ⅱ권역은 2.14±0.97 ㎍/L

(1.46~2.83 ㎍/L), Ⅲ권역은 1.39±0.21 ㎍/L(1.25~1.54 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.25±0.61 ㎍/L(0.67~1.88 ㎍/L)으로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2022년 1월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.85±0.33 ㎍/L(1.21~1.80 ㎍/L), Ⅱ권역은 1.14±0.26 ㎍/L(0.96~1.33 ㎍/L), Ⅲ권역은 1.32±0.27 ㎍/L(1.37~1.75 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.02±0.10 ㎍/L(0.83~1.03 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 2.10±0.83 ㎍/L(1.32~2.97 ㎍/L), Ⅱ권역은 1.14±0.13 ㎍/L(1.05~1.23 ㎍/L), Ⅲ권역은 1.08±0.29 ㎍/L(0.88~1.29 ㎍/L), Ⅳ권역은 1.11±0.20 ㎍/L(0.89~1.27 ㎍/L)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

(3) 요약

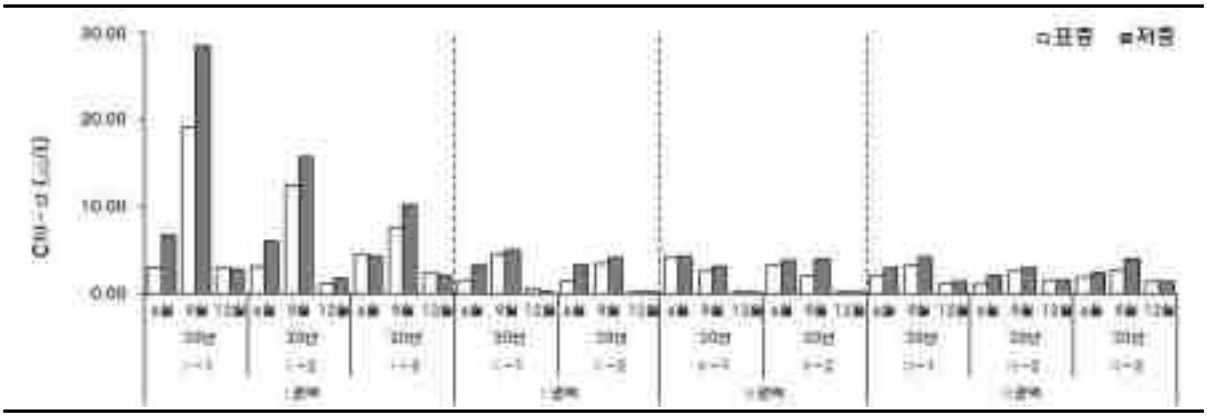
○ 표층과 저층에서 엽록소-*a* 농도는 Ⅰ권역에서 높았으며, 춘계(4월)와 추계(9월)에 표층과 저층 모두 높은 수준을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-5> 권역별 표층 엽록소-*a*(㎍/L)

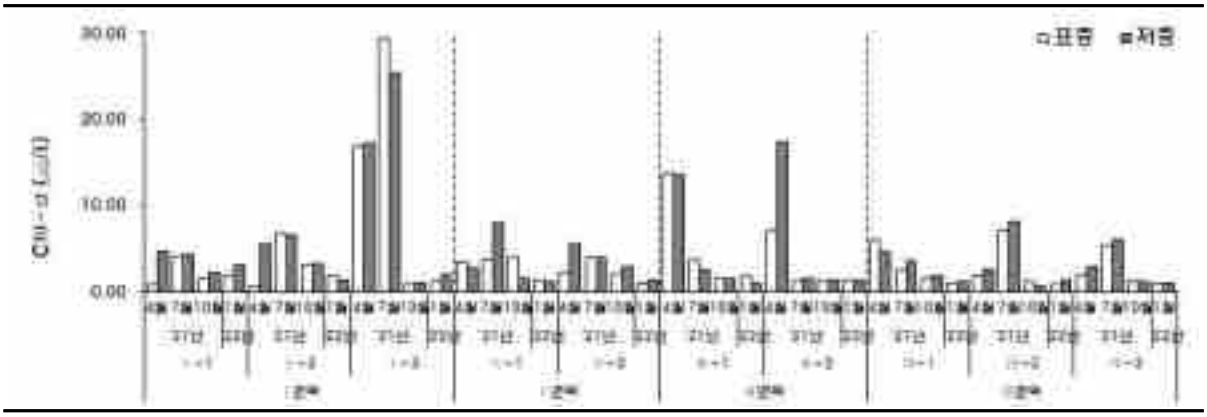
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	3.48±0.90	1.36±0.10	3.70±0.52	1.62±0.58	2.54±1.21
	2020년 9월	13.05±5.87	3.96±0.68	2.26±0.33	2.82±0.34	6.01±5.63
	2020년 12월	2.17±0.85	0.26±0.28	0.05±0.01	1.33±0.14	1.11±0.99
	평균±표준편차	6.23±5.96	1.86±1.73	2.00±1.67	1.92±0.76	3.22±3.87
2차 년도	2021년 4월	7.55±9.33	3.45±0.84	12.86±4.61	3.31±2.41	6.52±5.63
	2021년 7월	12.76±13.90	4.87±0.19	2.21±1.77	5.40±2.39	6.86±8.17
	2021년 10월	1.92±1.11	2.55±1.46	1.38±0.16	1.26±0.20	1.74±0.98
	2022년 1월	1.85±0.33	1.14±0.26	1.32±0.27	1.02±0.10	1.35±0.37
	평균±표준편차	5.70±8.74	2.67±1.22	3.92±4.40	2.58±2.21	3.80±5.34
평균±표준편차		5.93±7.50	2.32±1.46	3.10±3.53	2.30±1.74	3.55±4.74

<표 Ⅱ-2.3.2-6> 권역별 저층 엽록소-*a*(㎍/L)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	5.66±1.17	3.20±0.01	4.05±0.31	2.49±0.42	3.90±1.47
	2020년 9월	18.16±9.32	4.56±0.70	3.51±0.59	3.64±0.71	8.16±8.20
	2020년 12월	2.14±0.58	0.09±0.05	0.06±0.02	1.41±0.03	1.10±0.97
	평균±표준편차	8.65±8.68	2.62±2.07	2.54±1.96	2.52±1.05	4.38±5.53
2차 년도	2021년 4월	9.07±6.99	4.15±2.01	15.38±2.66	3.38±1.11	7.64±5.92
	2021년 7월	12.08±11.55	5.91±2.75	2.01±0.73	5.89±2.20	6.98±6.81
	2021년 10월	2.11±1.18	2.14±0.97	1.39±0.21	1.25±0.61	1.72±0.83
	2022년 1월	2.10±0.83	1.14±0.13	1.08±0.29	1.11±0.20	1.41±0.63
	평균±표준편차	6.34±7.37	3.34±2.38	4.97±6.52	2.91±2.30	4.44±5.25
평균±표준편차		7.33±7.83	3.03±2.20	3.93±5.09	2.74±1.84	4.41±5.33



(그림 Ⅱ-2.3.2-13) 1차년도 권역 및 정점별 엽록소-*a*



(그림 Ⅱ-2.3.2-14) 2차년도 권역 및 정점별 엽록소-*a*

2) 우점종

○ 인천연안어장 식물플랑크톤 현존량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정함

가) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 우점종은 표층에서 규조류에 속하는 *Eucampia zodiacus*가 29.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 23.5%, 규조류에 속하는 *Chaetoceros debilis*가 15.9%, 저층에서는 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 29.1%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 18.3%, 규조류에 속하는 *C. debilis*가 16.3%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2020년 6월에 표층과 저층에서 Cryptomonasds, 9월에 표층과 저층에서 *E. zodiacus*, 12월에 표층에서 *Paralia sulcata*, 저층에서 Cryptomonasds가 각각 가장 높은 점유율을 차지하며, 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-7> 1차년도 조사시기별 식물플랑크톤 우점종

구분	2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
표층	Cryptomonasds (53.3%)	*Eucampia zodiacus* (52.9%)	*Paralia sulcata* (36.5%)	*Eucampia zodiacus* (29.6%)
	Ditylum brightwellii (20.7%)	*Chaetoceros debilis* (28.4%)	Cryptomonasds (27.2%)	Cryptomonasds (23.5%)
	Skeletonema spp. (12.4%)	*Skeletonema* spp. (6.5%)	*Skeletonema* spp. (17.4%)	*Chaetoceros debilis* (15.9%)
저층	Cryptomonasds (38.5%)	*Eucampia zodiacus* (53.8%)	Cryptomonasds (38.2%)	*Eucampia zodiacus* (29.1%)
	Ditylum brightwellii (18.8%)	*Chaetoceros debilis* (30.1%)	*Paralia sulcata* (26.6%)	Cryptomonasds (18.3%)
	Skeletonema spp. (14.2%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (3.8%)	*Skeletonema* spp. (8.8%)	*Chaetoceros debilis* (16.3%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 57.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 14.6%, *Ditylum brightwellii*가 8.6%, 저층에서 규조류에 속하는 *Asterionella kariana*가 26.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 25.2%, 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 20.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *D. brightwellii*가 40.5%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 Cryptomonasds가 32.6%, *Skeletonema* spp.가 18.2%, 저층에서 Cryptomonasds가 41.2%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *D. brightwellii*가 32.1%, *Skeletonema* spp.가 8.5%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 51.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *D. brightwellii*가 33.6%, *Skeletonema* spp.가 7.7%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 44.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *D. brightwellii*가 31.1%, 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 14.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 66.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 11.1%, *A. kariana*가 7.3%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 47.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *A. kariana*가 17.0%, *Skeletonema* spp.가 10.3%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-8> 2020년 6월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	Cryptomonasds (57.6%)	*Ditylum brightwellii* (40.5%)	Cryptomonasds (51.4%)	Cryptomonasds (66.6%)
	Skeletonema spp. (14.6%)	Cryptomonasds (32.6%)	*Ditylum brightwellii* (33.6%)	*Skeletonema* spp. (11.1%)
	Ditylum brightwellii (8.6%)	*Skeletonema* spp. (18.2%)	*Skeletonema* spp. (7.7%)	*Asterionella kariana* (7.3%)
저층	*Asterionella kariana* (26.6%)	Cryptomonasds (41.2%)	Cryptomonasds (44.8%)	Cryptomonasds (47.4%)
	Cryptomonasds (25.2%)	*Ditylum brightwellii* (32.1%)	*Ditylum brightwellii* (31.1%)	*Asterionella kariana* (17.0%)
	Skeletonema spp. (20.3%)	*Skeletonema* spp. (8.5%)	*Skeletonema* spp. (14.4%)	*Skeletonema* spp. (10.3%)

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 55.2%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 20.0%, *Skeletonema* spp. 11.2%, 저층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 55.9%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 26.9%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 6.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 52.9%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 C. debilis가 34.6%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 3.3%, 저층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 48.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 38.8%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 2.8%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-9> 2020년 9월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	*Eucampia zodiacus* (55.2%)	*Eucampia zodiacus* (52.9%)	*Eucampia zodiacus* (64.2%)	*Chaetoceros debilis* (45.4%)
	Chaetoceros debilis (20.0%)	*Chaetoceros debilis* (34.6%)	*Chaetoceros debilis* (26.7%)	*Eucampia zodiacus* (33.8%)
	Skeletonema spp. (11.2%)	Cryptomonasds (3.3%)	*Skeletonema* spp. (2.4%)	*Skeletonema* spp. (6.7%)
저층	*Eucampia zodiacus* (55.9%)	*Eucampia zodiacus* (48.6%)	*Eucampia zodiacus* (60.2%)	*Eucampia zodiacus* (43.1%)
	Chaetoceros debilis (26.9%)	*Chaetoceros debilis* (38.8%)	*Chaetoceros debilis* (25.3%)	*Chaetoceros debilis* (35.4%)
	Pseudo-nitzschia spp. (6.3%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (2.8%)	*Skeletonema* spp. (3.9%)	*Skeletonema* spp. (3.4%)

○ Ⅲ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 64.2%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 26.7%, *Skeletonema* spp. 2.4%, 저층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 60.2%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가

25.3%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 3.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *C. debilis*가 45.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *E. zodiacus*가 33.8%, *Skeletonema* spp. 6.7%, 저층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 43.1%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 35.4%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 3.4%의 점유율을 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 43.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *Skeletonema* spp.가 25.6%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 18.8%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 27.9%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *Skeletonema* spp.가 27.2%, *P. sulcata*가 16.9%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-10> 2020년 12월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	*Paralia sulcata* (43.8%)	*Paralia sulcata* (35.1%)	*Paralia sulcata* (33.3%)	Cryptomonasds (45.0%)
	Skeletonema spp. (25.6%)	Cryptomonasds (27.8%)	Cryptomonasds (24.5%)	*Paralia sulcata* (26.3%)
	Cryptomonasds (18.8%)	*Biddulphia* spp. (6.2%)	*Skeletonema* spp. (17.7%)	*Skeletonema* spp. (8.2%)
저층	Cryptomonasds (27.9%)	Cryptomonasds (39.3%)	Cryptomonasds (46.4%)	Cryptomonasds (41.0%)
	Skeletonema spp. (27.2%)	*Paralia sulcata* (33.6%)	*Paralia sulcata* (30.9%)	*Paralia sulcata* (27.3%)
	Paralia sulcata (16.9%)	*Skeletonema* spp. (5.6%)	*Fragilaria* spp. (5.2%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (6.0%)

○ Ⅱ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 35.1%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 27.8%, *Biddulphia* spp.가 6.2%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 39.3%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 33.6%, *Skeletonema* spp.가 5.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 33.3%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 24.5%, 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 17.7%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 46.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 30.9%, *Fragilaria* spp.가 5.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 45.0%의 점유율을 차지하여

최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 26.3%, *Skeletonema* spp.가 8.2%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 41.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 27.3%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 6.0%의 점유율을 나타냄

나) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 우점종은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 48.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 21.3%, 규조류에 속하는 *Thalassiosira nordenskioeldii*가 4.4%, 저층에서는 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 48.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 13.7%, 규조류에 속하는 *C.* debilis가 6.0%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2021년 4월과 7월에 표층과 저층에서 *Skeletonema* spp., 10월에 표층과 저층에서 *Leptocylindrus* spp. 2022년 1월에 표층과 저층에서 Cryptomonasds가 각각 가장 높은 점유율을 차지하며, 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-11> 2차년도 조사시기별 식물플랑크톤 우점종

구분	2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
표층	*Skeletonema* spp. (75.6%)	*Skeletonema* spp. (30.4%)	*Leptocylindrus* spp. (35.9%)	Cryptomonads (64.8%)	*Skeletonema* spp. (48.0%)
	Thalassiosira nordenskioeldii (8.4%)	Cryptomonads (30.4%)	Cryptomonads (19.6%)	*Paralia sulcata* (10.5%)	Cryptomonads (21.3%)
	Cryptomonads (5.6%)	*Guinardia delicatula* (7.0%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (10.9%)	*Skeletonema* spp. (6.0%)	*Thalassiosira nordenskioeldii* (4.4%)
저층	*Skeletonema* spp. (71.0%)	*Skeletonema* spp. (36.7%)	*Leptocylindrus* spp. (32.7%)	Cryptomonads (49.7%)	*Skeletonema* spp. (48.7%)
	Thalassiosira nordenskioeldii (9.3%)	Cryptomonads (15.9%)	Cryptomonads (24.8%)	*Paralia sulcata* (15.7%)	Cryptomonads (13.7%)
	Chaetoceros debilis (7.9%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (7.0%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (12.8%)	*Skeletonema* spp. (7.9%)	*Chaetoceros debilis* (6.0%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 80.3%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 5.8%, 은편모조류에

속하는 Cryptomonasds가 4.2%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 69.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 12.7%, *C. debilis*가 10.9%의 점유율을 나타냄

- Ⅱ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 71.5%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 9.4%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 6.6%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 62.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 12.1%, 규조류에 속하는 *C. debilis*가 11.4%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 71.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 11.5%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 7.3%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 69.3%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 11.8%, *C. debilis*가 7.7%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 78.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 6.0%, *T. nordenskioeldii*가 5.6%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 82.1%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 4.4%, 규조류에 속하는 *T. nordenskioeldii*가 3.3%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-12> 2021년 4월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	*Skeletonema* spp. (80.3%)	*Skeletonema* spp. (71.5%)	*Skeletonema* spp. (71.0%)	*Skeletonema* spp. (78.7%)
	Thalassiosira nordenskioeldii (5.8%)	*Thalassiosira nordenskioeldii* (9.4%)	*Thalassiosira nordenskioeldii* (11.5%)	*Chaetoceros debilis* (6.0%)
	Cryptomonads (4.2%)	Cryptomonads (6.6%)	Cryptomonads (7.3%)	*Thalassiosira nordenskioeldii* (5.6%)
저층	*Skeletonema* spp. (69.7%)	*Skeletonema* spp. (62.4%)	*Skeletonema* spp. (69.3%)	*Skeletonema* spp. (82.1%)
	Thalassiosira nordenskioeldii (12.7%)	Cryptomonads (12.1%)	*Thalassiosira nordenskioeldii* (11.8%)	Cryptomonads (4.4%)
	Chaetoceros debilis (10.9%)	*Chaetoceros debilis* (11.4%)	*Chaetoceros debilis* (7.7%)	*Thalassiosira nordenskioeldii* (3.3%)

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 80.3%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 5.8%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 4.2%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 69.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 12.7%, *C. debilis*가 10.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 52.9%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 C. debilis가 34.6%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 3.3%, 저층에서 규조류에 속하는 *E. zodiacus*가 48.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 38.8%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 2.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 71.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 11.5%, 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 7.3%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 69.3%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *T. nordenskioeldii*가 11.8%, *C. debilis*가 7.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 78.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *C. debilis*가 6.0%, *T. nordenskioeldii*가 5.6%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 82.1%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 4.4%, *T. nordenskioeldii*가 3.3%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-13> 2021년 7월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	*Skeletonema* spp. (52.5%)	Cryptomonads (56.6%)	Cryptomonads (43.4%)	Cryptomonads (40.4%)
	Cryptomonads (16.8%)	*Guinardia delicatula* (17.8%)	*Guinardia delicatula* (17.4%)	*Chaetoceros debilis* (14.6%)
	Thalassiosira spp. (9.9%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (6.5%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (16.9%)	*Guinardia delicatula* (12.1%)
저층	*Skeletonema* spp. (53.1%)	Cryptomonads (26.5%)	Cryptomonads (29.0%)	Cryptomonads (21.6%)
	Cryptomonads (10.6%)	*Guinardia delicatula* (23.6%)	*Guinardia delicatula* (23.0%)	*Chaetoceros debilis* (19.1%)
	Thalassiosira spp. (8.8%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (16.6%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (14.0%)	*Guinardia delicatula* (10.8%)

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 52.5%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 16.8%, 규조류에 속하는 *Thalassiosira* spp.가 9.9%, 저층에서 규조류에 속하는 *Skeletonema* spp.가 53.1%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 10.6%, 규조류에 속하는 *Thalassiosira* spp.가 8.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 56.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *Guinardia delicatula*가 17.8%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 6.5%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 26.5%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *G. delicatula*가 23.6%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 16.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonads가 43.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *G. delicatula*가 17.4%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 16.9%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 29.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *G. delicatula*가 23.0%, *Pseudo-nitzschia* spp.가 14.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 40.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *C. debilis*가 14.6%, *G. delicatula*가 12.1%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 21.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *C. debilis*가 19.1%, *G. delicatula*가 10.8%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-14> 2021년 10월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	Cryptomonads (23.0%)	*Leptocylindrus* spp. (40.0%)	*Leptocylindrus* spp. (38.7%)	*Leptocylindrus* spp. (51.8%)
	Skeletonema spp. (16.0%)	Cryptomonads (18.4%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (19.8%)	Cryptomonads (19.8%)
	Paralia sulcata (14.4%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (13.8%)	Cryptomonads (15.7%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (7.6%)
저층	Cryptomonads (32.9%)	*Leptocylindrus* spp. (33.7%)	Cryptomonads (37.3%)	*Leptocylindrus* spp. (48.4%)
	Pseudo-nitzschia spp. (12.4%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (20.1%)	*Leptocylindrus* spp. (29.3%)	Cryptomonads (19.4%)
	Paralia sulcata (8.8%)	Cryptomonads (12.5%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (15.7%)	*Pseudo-nitzschia* spp. (6.9%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 70.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 7.1%,

Skeletonema spp.가 5.7%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 40.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *P. sulcata*가 23.8%, *Skeletonema* spp.가 11.6%의 점유율을 나타냄

- Ⅱ권역은 표층에서 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 32.5%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 27.9%, 규조류에 속하는 *Plagiogrammopsis vanheurckii*가 5.6%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 59.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 23.8%, *Skeletonema* spp.가 11.6%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 58.0%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *A. kariana*가 12.0%, *Skeletonema* spp.가 10.8%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 45.9%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P sulcata*가 10.5%, *Skeletonema* spp.가 10.2%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 표층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 64.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 16.1%, *Skeletonema* spp.가 3.6%, 저층에서 은편모조류에 속하는 Cryptomonasds가 53.7%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 규조류에 속하는 *P. sulcata*가 15.6%, *Skeletonema* spp.가 5.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-15> 2022년 1월 조사 시 권역별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
표층	Cryptomonads (70.8%)	*Paralia sulcata* (32.5%)	Cryptomonads (58.0%)	Cryptomonads (64.6%)
	Paralia sulcata (7.1%)	Cryptomonads (27.9%)	*Asterionellopsis kariana* (12.0%)	*Paralia sulcata* (16.1%)
	Skeletonema spp. (5.7%)	*Plagiogrammopsis vanheurckii* (5.6%)	*Skeletonema* spp. (10.8%)	*Skeletonema* spp. (3.6%)
저층	Cryptomonads (40.7%)	Cryptomonads (59.0%)	Cryptomonads (45.9%)	Cryptomonads (53.7%)
	Paralia sulcata (23.8%)	*Paralia sulcata* (9.5%)	*Paralia sulcata* (10.5%)	*Paralia sulcata* (15.6%)
	Skeletonema spp. (11.6%)	*Asterionellopsis kariana* (7.6%)	*Skeletonema* spp. (10.2%)	*Skeletonema* spp. (5.7%)

(다) 요약

- 1차년도와 2차년도 모두 규조류와 은편모조류가 주요 우점하여 출현하는 양상을 보였으며, 모든 조사시기(조사년도, 계절별)와 권역에서 20.0%이상의 점유율을 나타냄

다) 주요 우점종 생태학적 특징

○ *E. zodiacus*는 수온이 낮아지는 시기에 주로 출현하는 종으로 2020년 9월에 관찰되었으며, 모든 권역에서 상위 우점종으로 관찰됨

○ Cryptomonads는 영양염을 효율적으로 이용하며, 모든 해역에서 불규칙하게 대량 증식하는 종으로 대부분 조사시기에 모든 권역에서 높은 점유율로 출현함

○ *Skeletonema* spp.는 광온·광염성으로 모든 권역에서 계절에 상관없이 관찰되었으며, *Chaetoceros debilis*는 우리나라 연안에 연중 출현하는 종으로 2020년 9월, 2021년 4월에 높은 점유율을 나타냄

○ 본 해역은 우리나라에서 흔히 관찰되는 종들이 우점하며, 조사시기에 따른 계절적 분포 양상을 나타냄

3) 생태학적 제지수

가) 종다양도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 평균 종다양도지수는 1.43±0.28로 2020년 6월에 1.54±0.29, 9월에 1.27±0.16, 12월에 1.49±0.30으로 조사 시기 간 유사함

○ 수층별로는 표층에서 1.37±0.26로 6월에 1.36±0.20, 9월에 1.23±0.17, 12월에 1.51±0.32이었으며, 저층에서 1.50±0.28으로 6월에 1.71±0.26, 9월에 1.32±0.13, 12월에 1.47±0.27로 표층과 저층 모두 조사 시기 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.58±0.10(1.43~1.66), Ⅱ권역은 1.32±0.10(1.21~1.42), Ⅲ권역은 1.27±0.02(1.25~1.29), Ⅳ권역은 1.24±0.21(1.00~1.52)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 2.00±0.25(1.73~2.34), Ⅱ권역은 1.65±0.02(1.62~1.67), Ⅲ권역은 1.43±0.03(1.41~1.46), Ⅳ권역은 1.64±0.13(1.55~1.82)으로 권역 간 유사함

○ 2020년 9월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.29±0.14(1.15~1.48), Ⅱ권역은 1.21±0.05(1.16~1.26), Ⅲ권역은 1.00±0.03(0.97~1.04), Ⅳ권역은 1.33±0.18(1.11~1.56)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1.28±0.06(1.21~1.35), Ⅱ권역은 1.26±0.09(1.18~1.35), Ⅲ권역은 1.20±0.03(1.18~1.23), Ⅳ권역은 1.47±0.09(1.37~1.59)로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.40±0.30(1.07~1.80), Ⅱ권역은

1.60±0.48(1.12~2.08), Ⅲ권역은 1.73±0.10(1.63~1.84), Ⅳ권역은 1.42±0.14(1.32~1.62)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1.65±0.10(1.57~1.80), Ⅱ권역은 1.15±0.30(0.85~1.45), Ⅲ권역은 1.32±0.14(1.19~1.46), Ⅳ권역은 1.61±0.16(1.49~1.83)으로 권역 간 유사함

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 평균 종다양도지수는 1.54±0.43로 2021년 4월에 1.01±0.25, 7월에 1.85±0.31, 10월에 2.04±0.36, 2022년 1월에 1.55±0.33으로 조사 시기 간 유사함

○ 수층별로는 표층에서 1.54±0.50로 2021년 4월에 0.97±0.26, 7월에 1.69±0.29, 10월에 2.03±0.38, 2022년 1월에 1.47±0.37이었으며, 저층에서 1.69±0.49으로 2021년 4월에 0.97±0.26, 7월에 1.69±0.29, 10월에 2.03±0.38, 2022년 1월에 1.63±0.26으로 표층과 저층 모두 조사 시기 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.94±0.10(0.86~1.06), Ⅱ권역은 1.09±0.03(1.07~1.11), Ⅲ권역은 1.08±0.04(1.05~1.10), Ⅳ권역은 0.85±0.49(0.44~1.39)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1.06±0.30(0.75~1.35), Ⅱ권역은 1.24±0.23(1.08~1.41), Ⅲ권역은 1.12±0.32(0.90~1.35), Ⅳ권역은 0.89±0.14(0.74~1.02)으로 권역 간 유사한 수준임

○ 2021년 7월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.67±0.40(1.37~2.12), Ⅱ권역은 1.53±0.09(1.46~1.59), Ⅲ권역은 1.68±0.13(1.59~1.78), Ⅳ권역은 1.82±0.40(1.36~2.07)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1.92±0.41(1.49~2.31), Ⅱ권역은 1.87±0.19(1.73~2.01), Ⅲ권역은 2.02±0.12(1.94~2.11), Ⅳ권역은 2.21±0.02(2.19~2.23)로 권역 간 유사함

○ 2021년 10월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 2.39±0.10(2.32~2.50), Ⅱ권역은 1.99±0.22(1.83~2.15), Ⅲ권역은 1.94±0.10(1.87~2.01), Ⅳ권역은 1.77±0.54(1.34~2.37)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 2.44±0.24(2.17~2.62), Ⅱ권역은 2.10±0.30(1.89~2.31), Ⅲ권역은 1.73±0.03(1.70~1.75), Ⅳ권역은 1.82±0.27(1.58~2.11)으로 권역 간 유사함

○ 2022년 1월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.25±0.02(1.24~1.27), Ⅱ권역은 2.01±0.21(1.87~2.16), Ⅲ권역은 1.53±0.53(1.16~1.91), Ⅳ권역은 1.28±0.20(1.08~1.49)로 Ⅱ권역에서 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1.59±0.28(1.36~1.90), Ⅱ권역은 1.56±0.33(1.33~1.80), Ⅲ권역은 1.86±0.17(1.74~1.98), Ⅳ권역은 1.57±0.32(1.25~1.88)으로 권역 간 유사함

(3) 요약

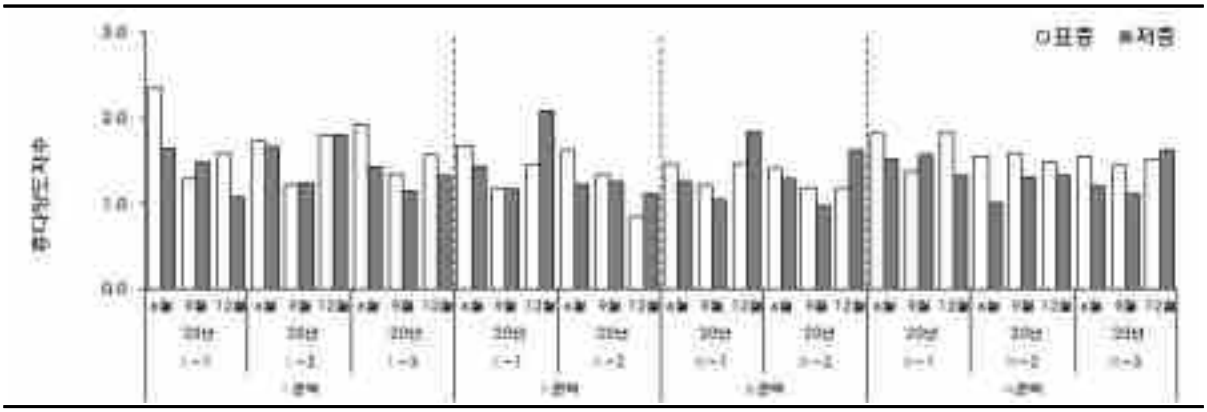
○ 표층과 저층에서 종다양도지수는 Ⅰ권역과 Ⅱ권역에서 높았으며, 추계(10월)과 동계(12월)에 높은 수준을 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-16> 권역별 식물플랑크톤 표층 종다양도지수

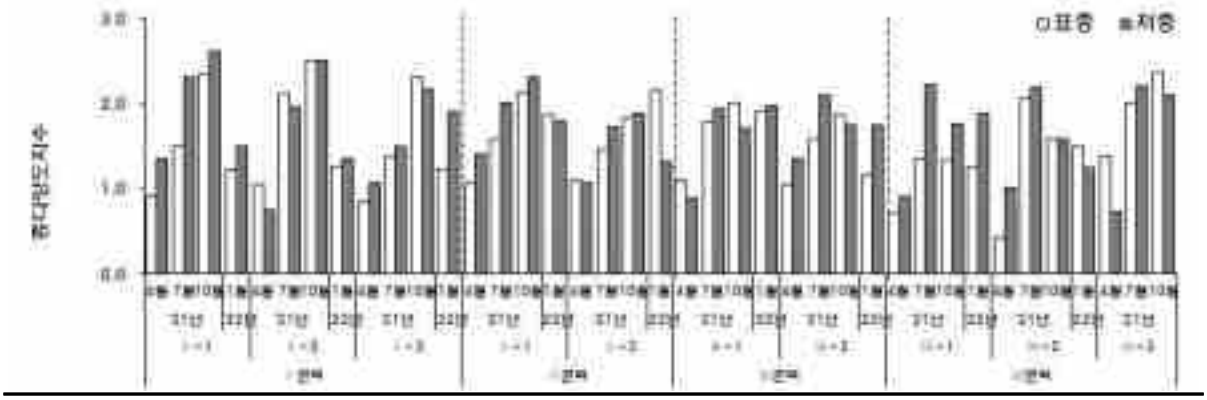
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1.58±0.10	1.32±0.10	1.27±0.02	1.24±0.21	1.36±0.20
	2020년 9월	1.29±0.14	1.21±0.05	1.00±0.03	1.33±0.18	1.23±0.17
	2020년 12월	1.40±0.30	1.60±0.48	1.73±0.10	1.42±0.14	1.51±0.32
	평균±표준편차	1.42±0.23	1.38±0.33	1.34±0.31	1.33±0.19	1.37±0.26
2차 년도	2021년 4월	0.94±0.10	1.09±0.03	1.08±0.04	0.85±0.49	0.97±0.26
	2021년 7월	1.67±0.40	1.53±0.09	1.68±0.13	1.82±0.40	1.69±0.29
	2021년 10월	2.39±0.10	1.99±0.22	1.94±0.10	1.77±0.54	2.03±0.38
	2022년 1월	1.25±0.02	2.01±0.21	1.53±0.53	1.28±0.20	1.47±0.37
	평균±표준편차	1.56±0.60	1.65±0.42	1.56±0.40	1.43±0.55	1.54±0.50
평균±표준편차		1.50±0.47	1.53±0.41	1.46±0.38	1.39±0.43	1.47±0.43

<표 Ⅱ-2.3.2-17> 권역별 식물플랑크톤 저층 종다양도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	2.00±0.25	1.65±0.02	1.43±0.03	1.64±0.13	1.71±0.26
	2020년 9월	1.28±0.06	1.26±0.09	1.20±0.03	1.47±0.09	1.32±0.13
	2020년 12월	1.65±0.10	1.15±0.30	1.32±0.14	1.61±0.16	1.47±0.27
	평균±표준편차	1.64±0.33	1.35±0.28	1.32±0.13	1.57±0.15	1.50±0.28
2차 년도	2021년 4월	1.06±0.30	1.24±0.23	1.12±0.32	0.89±0.14	1.06±0.24
	2021년 7월	1.92±0.41	1.87±0.19	2.02±0.12	2.21±0.02	2.02±0.25
	2021년 10월	2.44±0.24	2.10±0.30	1.73±0.03	1.82±0.27	2.04±0.36
	2022년 1월	1.59±0.28	1.56±0.33	1.86±0.17	1.57±0.32	1.63±0.26
	평균±표준편차	1.75±0.59	1.69±0.40	1.68±0.39	1.62±0.53	1.69±0.49
평균±표준편차		1.71±0.49	1.55±0.39	1.53±0.35	1.60±0.41	1.61±0.42



(그림 Ⅱ-2.3.2-15) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-16) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수

나) 종균등도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 평균 종균등도지수는 0.52±0.12로 2020년 6월에 0.52±0.08, 9월에 0.41±0.06, 12월에 0.63±0.11로 조사 시기 간 유사함

○ 수층별로는 표층에서 0.50±0.13로 6월에 0.47±0.05, 9월에 0.39±0.05, 12월에 0.64±0.11이었으며, 저층에서 0.55±0.12로 6월에 0.57±0.07, 9월에 0.43±0.07, 12월에 0.63±0.10으로 표층과 저층 모두 조사 시기 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.51±0.03(0.46~0.54), Ⅱ권역은 0.48±0.04(0.44~0.53), Ⅲ권역은 0.43±0.03(0.40~0.46), Ⅳ권역은 0.47±0.06(0.42~0.55)으로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.64±0.05(0.59~0.71), Ⅱ권역은 0.52±0.01(0.50~0.53), Ⅲ권역은 0.51±0.02(0.50~0.53), Ⅳ권역은 0.59±0.07(0.54~0.69)로 권역 간 유사함

○ 2020년 9월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.38±0.03(0.35~0.43), Ⅱ권역은

0.38±0.02(0.36~0.40), Ⅲ권역은 0.34±0.01(0.34~0.35), Ⅳ권역은 0.44±0.05(0.37~0.48)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.42±0.05(0.36~0.48), Ⅱ권역은 0.40±0.06(0.34~0.46), Ⅲ권역은 0.37±0.02(0.35~0.39), Ⅳ권역은 0.52±0.01(0.50~0.53)로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.57±0.12(0.40~0.68), Ⅱ권역은 0.69±0.12(0.57~0.81), Ⅲ권역은 0.70±0.01(0.70~0.71), Ⅳ권역은 0.62±0.07(0.53~0.68)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.72±0.00(0.72~0.72), Ⅱ권역은 0.51±0.10(0.41~0.60), Ⅲ권역은 0.59±0.05(0.54~0.64), Ⅳ권역은 0.66±0.06(0.58~0.71)으로 권역 간 유사함

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 평균 종균등도지수는 0.54±0.15로 2021년 4월에 0.35±0.09, 7월에 0.63±0.12, 10월에 0.64±0.10, 2022년 1월에 0.60±0.11로 4월에 낮은 값을 나타냄

○ 수층별로는 표층에서 0.53±0.16으로 2021년 4월에 0.34±0.11, 7월에 0.57±0.12, 10월에 0.65±0.11, 2022년 1월에 0.56±0.11이었으며, 저층에서 0.58±0.16로 2021년 4월에 0.35±0.08, 7월에 0.68±0.10, 10월에 0.63±0.10, 2022년 1월에 0.64±0.10으로 표층과 저층 모두 조사 시기 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.37±0.15(0.26~0.54), Ⅱ권역은 0.36±0.01(0.36~0.37), Ⅲ권역은 0.36±0.01(0.36~0.37), Ⅳ권역은 0.29±0.15(0.16~0.46)으로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.36±0.12(0.26~0.50), Ⅱ권역은 0.38±0.08(0.33~0.44), Ⅲ권역은 0.37±0.08(0.32~0.42), Ⅳ권역은 0.29±0.03(0.26~0.33)로 권역 간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.50±0.11(0.42~0.63), Ⅱ권역은 0.51±0.01(0.51~0.52), Ⅲ권역은 0.64±0.02(0.62~0.66), Ⅳ권역은 0.64±0.16(0.45~0.76)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.58±0.12(0.46~0.70), Ⅱ권역은 0.67±0.07(0.63~0.72), Ⅲ권역은 0.72±0.08(0.67~0.78), Ⅳ권역은 0.76±0.03(0.74~0.79)로 권역 간 유사함

○ 2021년 10월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.76±0.05(0.71~0.80), Ⅱ권역은 0.63±0.07(0.58~0.67), Ⅲ권역은 0.66±0.00(0.66~0.66), Ⅳ권역은 0.56±0.14(0.43~0.70)로 권역 간 유사함

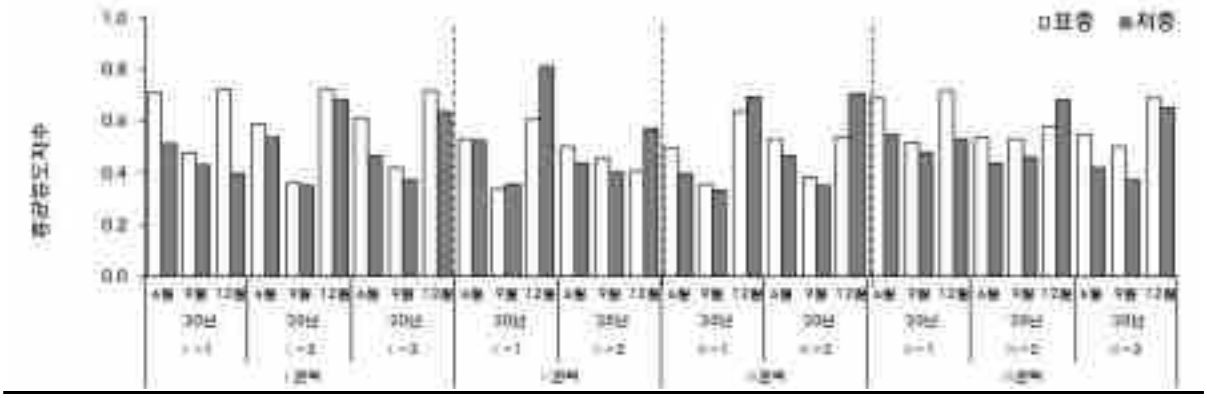
○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.74±0.05(0.69~0.79), Ⅱ권역은 0.65±0.09(0.59~0.71), Ⅲ권역은 0.58±0.00(0.58~0.59), Ⅳ권역은 0.55±0.06(0.51~0.61)으로 권역 간 유사함

○ 2022년 1월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.51±0.06(0.44~0.56), Ⅱ권역은 0.73±0.07(0.67~0.78), Ⅲ권역은 0.58±0.11(0.50~0.66), Ⅳ권역은 0.48±0.06(0.42~0.55)로 권역 간 유사함

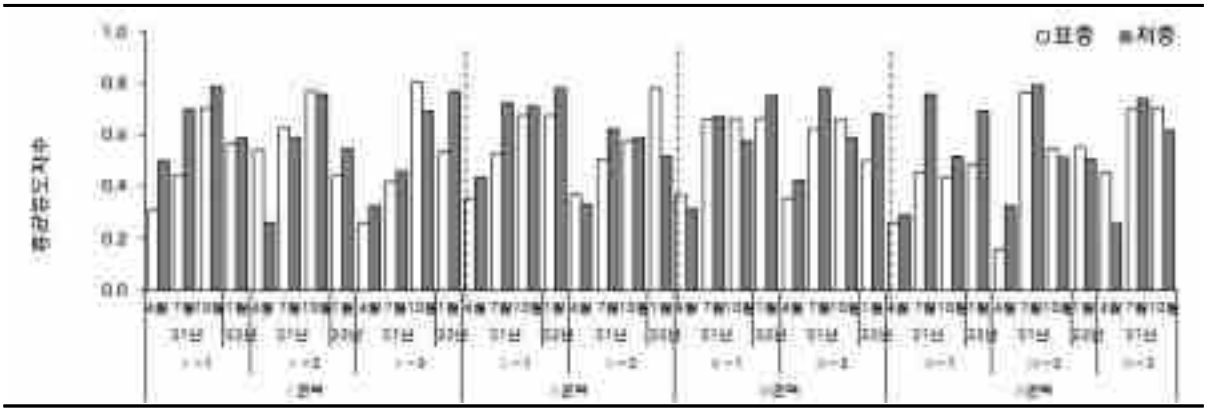
○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.63±0.12(0.55~0.77), Ⅱ권역은 0.65±0.18(0.52~0.78), Ⅲ권역은 0.71±0.05(0.68~0.75), Ⅳ권역은 0.61±0.10(0.50~0.69)으로 권역 간 유사함

(3) 요약

○ 표층과 저층에서 종균등도지수는 권역 간 유사하였으며, 추계(10월)과 동계(12월)에 높은 수준을 보임



(그림 Ⅱ-2.3.2-17) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-18) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수

<표 Ⅱ-2.3.2-18> 권역별 식물플랑크톤 표층 종균등도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.51±0.03	0.48±0.04	0.43±0.03	0.47±0.06	0.47±0.05
	2020년 9월	0.38±0.03	0.38±0.02	0.34±0.01	0.44±0.05	0.39±0.05
	2020년 12월	0.57±0.12	0.69±0.12	0.70±0.01	0.62±0.07	0.64±0.11
	평균±표준편차	0.49±0.11	0.52±0.15	0.49±0.15	0.51±0.10	0.50±0.13
2차 년도	2021년 4월	0.37±0.15	0.36±0.01	0.36±0.01	0.29±0.15	0.34±0.11
	2021년 7월	0.50±0.11	0.51±0.01	0.64±0.02	0.64±0.16	0.57±0.12
	2021년 10월	0.76±0.05	0.63±0.07	0.66±0.00	0.56±0.14	0.65±0.11
	2022년 1월	0.51±0.06	0.73±0.07	0.58±0.11	0.48±0.06	0.56±0.11
	평균±표준편차	0.54±0.17	0.56±0.15	0.56±0.13	0.49±0.18	0.53±0.16
평균±표준편차		0.51±0.15	0.54±0.15	0.53±0.15	0.50±0.15	0.52±0.15

<표 Ⅱ-2.3.2-19> 권역별 식물플랑크톤 저층 종균등도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.64±0.05	0.52±0.01	0.51±0.02	0.59±0.07	0.57±0.07
	2020년 9월	0.42±0.05	0.40±0.06	0.37±0.02	0.52±0.01	0.43±0.07
	2020년 12월	0.72±0.00	0.51±0.10	0.59±0.05	0.66±0.06	0.63±0.10
	평균±표준편차	0.59±0.13	0.47±0.09	0.49±0.10	0.59±0.08	0.55±0.12
2차 년도	2021년 4월	0.36±0.12	0.38±0.08	0.37±0.08	0.29±0.03	0.35±0.08
	2021년 7월	0.58±0.12	0.67±0.07	0.72±0.08	0.76±0.03	0.68±0.10
	2021년 10월	0.74±0.05	0.65±0.09	0.58±0.00	0.55±0.06	0.63±0.10
	2022년 1월	0.63±0.12	0.65±0.18	0.71±0.05	0.61±0.10	0.64±0.10
	평균±표준편차	0.58±0.17	0.59±0.15	0.60±0.16	0.55±0.18	0.58±0.16
평균±표준편차		0.59±0.16	0.54±0.14	0.55±0.14	0.57±0.15	0.56±0.15

다) 종풍부도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 평균 종풍부도지수는 1.75±0.90으로 2020년 6월에 2.76±0.66, 9월에 1.61±0.39, 12월에 0.89±0.21로 6월에 가장 높음

○ 수층별로는 표층에서 1.72±0.79로 6월에 2.60±0.54, 9월에 1.64±0.35, 12월에 0.92±0.25이었으며, 저층에서 1.79±0.97로 6월에 2.92±0.69, 9월에 1.59±0.41, 12월에 0.86±0.15으로 6월에 가장 높음

○ 2020년 6월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 3.24±0.24(2.96~3.54), Ⅱ권역은 2.25±0.05(2.20~2.30), Ⅲ권역은 2.60±0.39(2.21~2.98), Ⅳ권역은 2.20±0.42(1.62~2.55)로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 3.42±0.69(2.55~4.24), Ⅱ권역은 3.51±0.08(3.44~3.59), Ⅲ권역은 2.25±0.27(1.97~2.52), Ⅳ권역은 2.47±0.25(2.13~2.70)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2020년 9월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.96±0.34(1.50~2.29), Ⅱ권역은 1.68±0.09(1.59~1.77), Ⅲ권역은 1.31±0.20(1.11~1.51), Ⅳ권역은 1.51±0.26(1.22~1.86)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 1.57±0.40(1.01~1.91), Ⅱ권역은 1.78±0.41(1.37~2.19), Ⅲ권역은 1.86±0.39(1.46~2.25), Ⅳ권역은 1.30±0.16(1.10~1.48)으로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 0.99±0.26(0.62~1.18), Ⅱ권역은 0.85±0.28(0.56~1.13), Ⅲ권역은 0.99±0.18(0.81~1.17), Ⅳ권역은 0.86±0.22(0.55~1.01)로 권역 간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 0.85±0.13(0.75~1.03), Ⅱ권역은 0.79±0.12(0.67~0.90), Ⅲ권역은 0.79±0.04(0.75~0.84), Ⅳ권역은 0.97±0.16(0.74~1.10)으로 권역 간 유사함

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 식물플랑크톤 평균 종풍부도지수는 2.51±1.12으로 2021년 4월에 2.71±0.56, 7월에 3.12±0.76, 10월에 4.10±0.79, 2022년 1월에 2.36±0.43로 10월에 가장 높음

○ 수층별로는 표층에서 2.96±0.92로 2021년 4월에 2.45±0.56, 7월에 3.07±0.81, 10월에 3.92±0.82, 2022년 1월에 2.40±0.58이었으며, 저층에서 3.19±0.91로 2021년 4월에 2.96±0.45, 7월에 3.16±0.74, 10월에 4.29±0.74, 2022년 1월에 2.33±0.23으로 10월에 가장 높음

○ 2021년 4월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 2.56±1.05(1.37~3.32), Ⅱ권역은 2.65±0.05(2.61~2.68), Ⅲ권역은 2.36±0.05(2.32~2.39), Ⅳ권역은 2.28±0.43(2.00~2.78)로 권역간 유사함

○ 저층에서 Ⅰ권역은 3.00±0.31(2.76~3.35), Ⅱ권역은 3.42±0.06(3.38~3.47), Ⅲ권역은 2.53±0.70(2.03~3.02), Ⅳ권역은 2.90±0.42(2.46~3.29)로 권역간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 4.00±0.76(3.13~4.52), Ⅱ권역은 2.82±0.22(2.67~2.98), Ⅲ권역은 2.30±0.12(2.21~2.38), Ⅳ권역은 2.81±0.50(2.24~3.18)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 저층에서 Ⅰ권역은 3.95±0.78(3.06~4.51), Ⅱ권역은 2.42±0.12(2.34~2.51), Ⅲ권역은 2.96±0.01(2.95~2.96), Ⅳ권역은 3.01±0.57(2.55~3.65)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 4.33±0.87(3.33~4.83), Ⅱ권역은 3.86±0.13(3.77~3.95), Ⅲ권역은 3.38±0.61(2.95~3.82), Ⅳ권역은 3.91±1.24(2.95~5.31)로 권역간 유사함

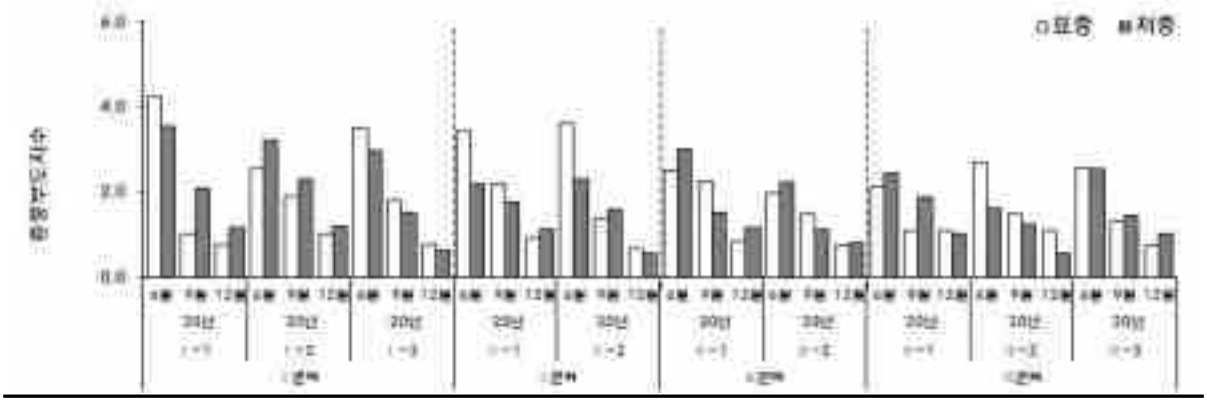
○ 저층에서 Ⅰ권역은 4.86±0.38(4.44~5.18), Ⅱ권역은 4.26±0.14(4.15~4.36), Ⅲ권역은 3.14±0.11(3.06~3.21), Ⅳ권역은 4.51±0.66(3.75~4.97)으로 Ⅲ권역이 가장 낮음

○ 2022년 1월 조사 시 표층에서 Ⅰ권역은 1.91±0.27(1.73~2.22), Ⅱ권역은 3.02±0.24(2.85~3.19), Ⅲ권역은 2.36±1.12(1.57~3.16), Ⅳ권역은 2.49±0.19(2.27~2.61)로 Ⅰ권역이 가장 낮음

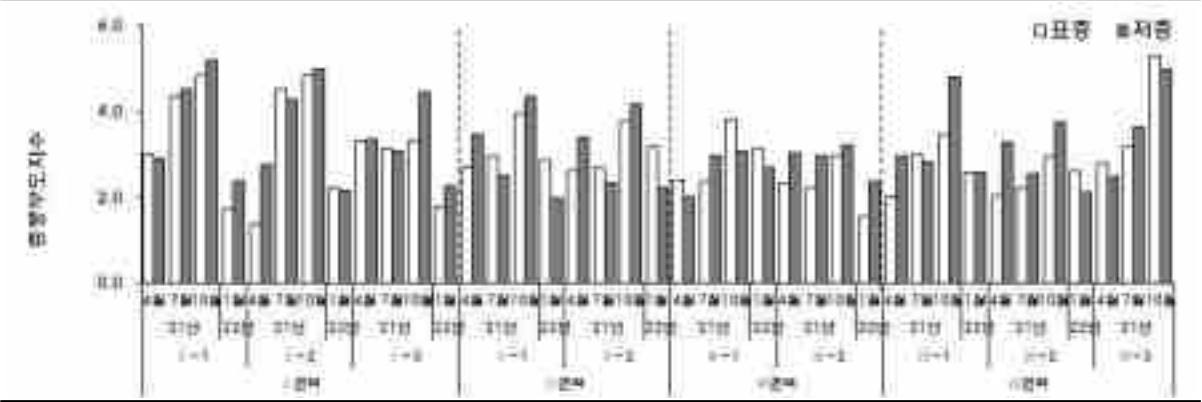
○ 저층에서 Ⅰ권역은 2.26±0.10(2.17~2.37), Ⅱ권역은 2.09±0.17(1.96~2.21), Ⅲ권역은 2.51±0.22(2.35~2.67), Ⅳ권역은 2.43±0.25(2.14~2.58)으로 권역 간 유사함

(3) 요약

○ 표층과 저층에서 종풍부도지수는 Ⅰ권역에서 높았으며, 하계(6월, 7월)와 추계(10월)에 높은 수준을 보임



(그림 Ⅱ-2.3.2-19) 1차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-20) 2차년도 식물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수

<표 Ⅱ-2.3.2-20> 권역별 식물플랑크톤 표층 종풍부도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	3.24±0.24	2.25±0.05	2.60±0.39	2.20±0.42	2.60±0.54
	2020년 9월	1.96±0.34	1.68±0.09	1.31±0.20	1.51±0.26	1.64±0.35
	2020년 12월	0.99±0.26	0.85±0.28	0.99±0.18	0.86±0.22	0.92±0.25
	평균±표준편차	2.06±0.96	1.59±0.60	1.63±0.75	1.52±0.63	1.72±0.79
2차 년도	2021년 4월	2.56±1.05	2.65±0.05	2.36±0.05	2.28±0.43	2.45±0.56
	2021년 7월	4.00±0.76	2.82±0.22	2.30±0.12	2.81±0.50	3.07±0.81
	2021년 10월	4.33±0.87	3.86±0.13	3.38±0.61	3.91±1.24	3.92±0.82
	2022년 1월	1.91±0.27	3.02±0.24	2.36±1.12	2.49±0.19	2.40±0.58
	평균±표준편차	3.20±1.24	3.09±0.52	2.60±0.68	2.87±0.89	2.96±0.92
평균±표준편차		2.71±1.26	2.45±0.95	2.19±0.87	2.29±1.04	2.43±1.06

<표 Ⅱ-2.3.2-21> 권역별 식물플랑크톤 저층 종풍부도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	3.42±0.69	3.51±0.08	2.25±0.27	2.47±0.25	2.92±0.69
	2020년 9월	1.57±0.40	1.78±0.41	1.86±0.39	1.30±0.16	1.59±0.41
	2020년 12월	0.85±0.13	0.79±0.12	0.79±0.04	0.97±0.16	0.86±0.15
	평균±표준편차	1.94±1.18	2.03±1.15	1.63±0.67	1.58±0.67	1.79±0.97
2차 년도	2021년 4월	3.00±0.31	3.42±0.06	2.53±0.70	2.90±0.42	2.96±0.45
	2021년 7월	3.95±0.78	2.42±0.12	2.96±0.01	3.01±0.57	3.16±0.74
	2021년 10월	4.86±0.38	4.26±0.14	3.14±0.11	4.51±0.66	4.29±0.74
	2022년 1월	2.26±0.10	2.09±0.17	2.51±0.22	2.43±0.25	2.33±0.23
	평균±표준편차	3.52±1.10	3.05±0.92	2.78±0.40	3.21±0.92	3.19±0.91
평균±표준편차		2.84±1.39	2.61±1.16	2.29±0.81	2.51±1.16	2.59±1.17

4) 군집분석

○ 출현량 기준 유사도 30.0% 수준에서 총 4개의 정점군(A, B, C, D)으로 구분됨

○ 정점군 A는 하계, 추계, 동계, 춘계에 해당되며, 기여종으로 Cryptomonas., *Skeletonema* spp., *P. sulcata*가 출현함

○ 정점군 B는 동계에 해당되며, 기여종으로 Cryptomonas, *P. sulcata*, Skeletonema spp.가 출현함

○ 정점군 C는 추계에 해당되며, 기여종으로 *E. zodiacus*, *C. debilis*, Cryptomonas가 출현함

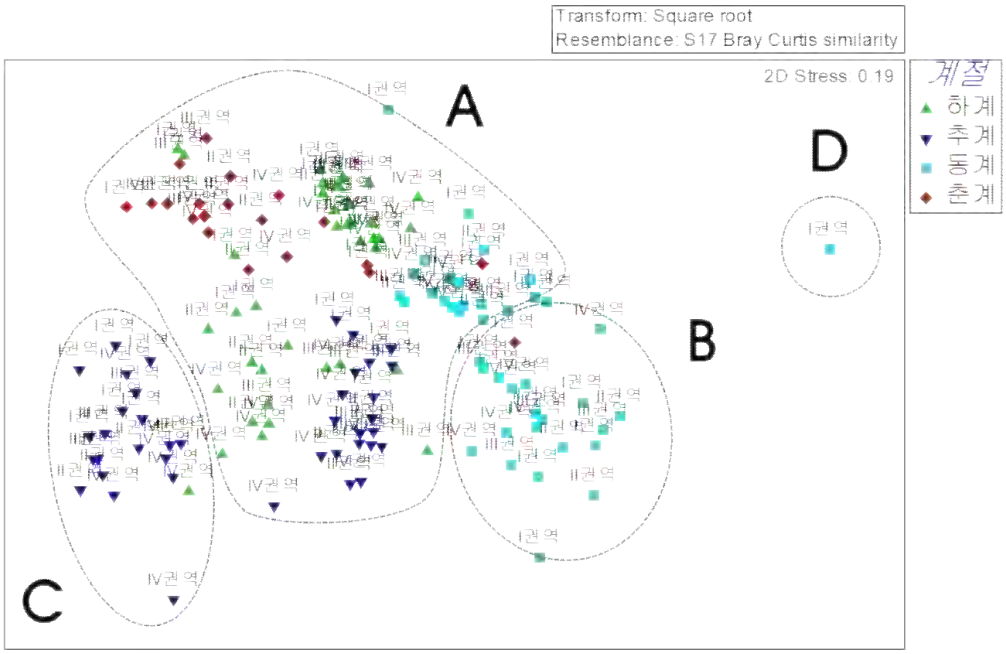
○ 정점군 D는 동계 Ⅰ권역 한개 정점만 해당되며, 기여종은 정점수 부족으로 산출이 불가능함

○ 식물플랑크톤 군집은 계절에 구분되었으며, 수층(표층, 저층)과 권역 간 유사한 생물상을 보임

○ ANOSIM 분석 결과, 계절 간 통계적으로 유의미한 차이를 보임(계절별, Global R=0.540, p<0.01; 수층별, Global R=-0.008, p>0.05; 권역별, Global R=0.008, p>0.05)

<표 Ⅱ-2.3.2-22> 식물플랑크톤 군집별 기여종 및 ANOSIM 결과

구분	A	B	C	D
계절	하계, 추계, 동계, 춘계	동계	추계	동계(Ⅰ권역)
기여종 (기여도 %)	Cryptomonas(31.2%)	Cryptomonas(38.8%)	*Eucampia zodiacus*(34.2%)	-
	Skeletonema spp.(14.1%)	*Paralia sulcata*(22.3%)	*Chaetoceros debilis*(26.0%)	-
	Paralia sulcata(8.0%)	*Skeletonema* spp.(10.1%)	Cryptomonas(5.9%)	-
계절(동계, 춘계, 하계, 추계)			Global R : 0.540, p<0.01	
수층(표층, 저층)			Global R : -0.008, p>0.05	
권역 간(Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역)			Global R : 0.008, p>0.05	



(그림 Ⅱ-2.3.2-21) 식물플랑크톤 출현량 기준 MDS

5) 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 식물플랑크톤 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015~2019년에 수행한 공공기관 자료인『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계, 해양수산부』를 검토하였으며 표층에 대한 식물플랑크톤 권역별 출현종수, 현존량, 우점종 및 군집 변동 양상을 시기별로 파악하여 제시함

가) 단변량

○ 식물플랑크톤 장기변동의 평균 출현종수는 17±8종으로 동계에 17±10종, 춘계에 17±6종, 하계에 16±6종, 추계에 19±8종으로 계절간 유사하였으며, 계절별로 규조류가 주요 분류군으로 출현함

○ 상자그림 분석 결과, 동계와 춘계에서 이상치가 집중되었으며, 권역 중 Ⅰ권역과 Ⅱ권역에서 이상치가 집중됨

○ 권역별로 살펴본 결과, Ⅰ권역 평균 출현종수는 동계에 13±4종, 춘계에 18±8종, 하계에 19±8종, 추계에 22±9종으로 추계에 높고, 이상치는 출현하지 않음

○ Ⅱ권역 평균 출현종수는 동계에 20±12종, 춘계에 17±6종, 하계에 14±5종, 추계에 18±9종으로 하계에 낮고, 규조류에 속하는 다양한 종들의 출현으로 2017년 동계와 2018년 하계에 이상치가 출현함

○ Ⅲ권역 평균 출현종수는 동계에 17±10종, 춘계에 18±7종, 하계에 14±7종, 추계에 16±5종으로 하계에 낮고, 2017년 동계에 이상치가 나타났으며, 규조류에 속하는 다양한 종들의 출현으로 동계에 이상치가 출현함

○ Ⅳ권역 평균 출현종수는 동계에 15±8종, 춘계에 14±6종, 하계에 17±5종, 추계에 21±8종으로 추계에 높고, 규조류에 속하는 다양한 종들의 출현으로 2016년, 2017년, 2019년과 2020년 동계에 이상치가 출현함

○ 규조류의 출현 유무에 따라 계절별 출현종수 차이를 보였으며, 동계에 이상치가 집중되는 것으로 판단됨

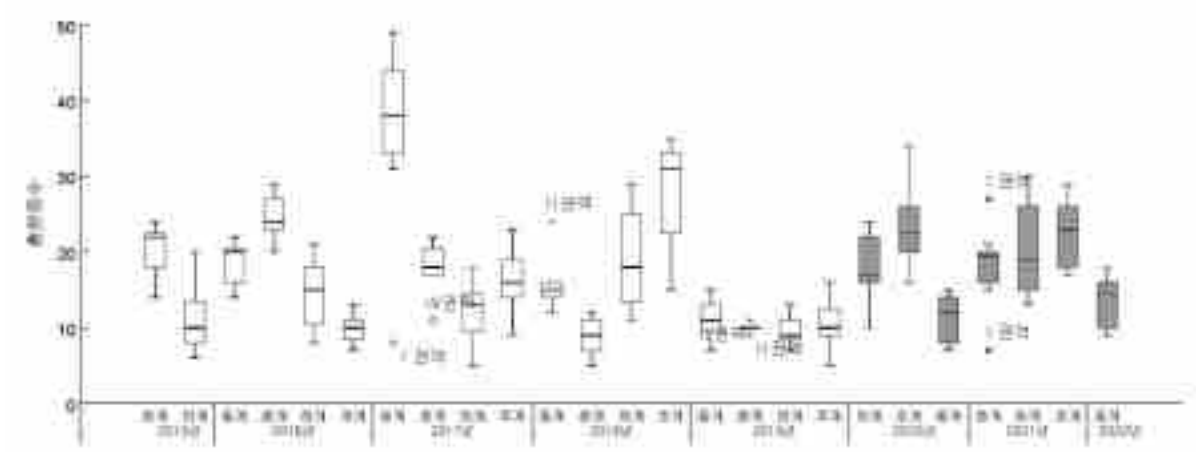
○ 식물플랑크톤 장기변동의 평균 현존량은 1,096±4,293 cells/㎖으로 동계에 2,886±8,357 cells/㎖, 춘계에 677±1,203 cells/㎖, 하계에 547±759 cells/㎖, 추계에 328±455 cells/㎖로 동계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 동계에는 *Thalassiosira* spp., 춘계에는 은편모조류 Cryptomonads가 높은 현존량을 보여, Ⅲ권역에 이상치가 집중됨

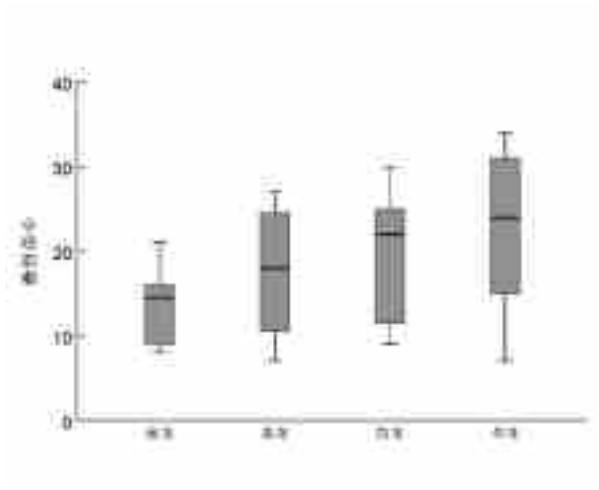
○ Ⅰ권역 평균 현존량은 동계에 4,664±13,704 cells/㎖, 춘계에 569±884 cells/㎖, 하계에 717±848 cells/㎖, 추계에 565±742 cells/㎖로 동계에 높고, 동계에 *Thalassiosira* spp.가 높은 현존량을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 동계에 *Thalassiosira* spp., 은편모조류 Cryptomonads, 춘계와 하계에 *Skeletonema* spp.가 높은 현존량을 보여, 2019년과 2022년 동계, 2021년 춘계와 하계에 이상치가 출현함

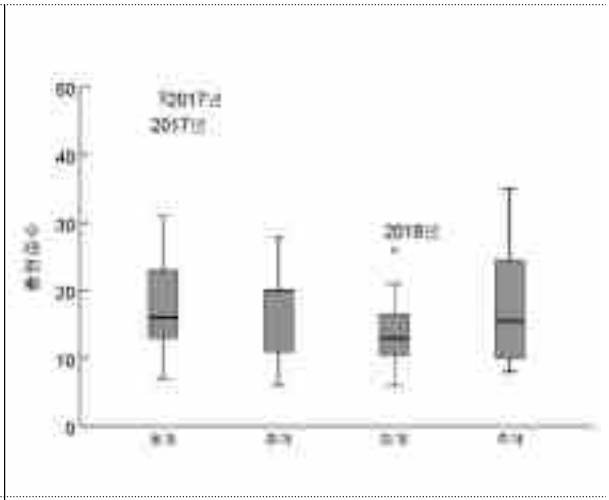
- Ⅱ권역 평균 현존량은 동계에 3,949±8,437 cells/㎖, 춘계에 474±636 cells/㎖, 하계에 428±572 cells/㎖, 추계에 260±394 cells/㎖으로 동계에 높고, 동계에 *Thalassiosira* spp.가 높은 현존량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 동계에 *Thalassiosira eccentrica*, 하계에 *Asterionellopsis glacialis*, 추계에 *Chaetoceros debilis*가 높은 현존량을 보여, 2015년 하계, 2019년 동계, 2020년 추계에 이상치가 출현함
- Ⅲ권역 평균 현존량은 동계에 2,133±6,026 cells/㎖, 춘계에 1,099±2,045 cells/㎖, 하계에 484±603 cells/㎖, 추계에 240±343 cells/㎖으로 동계에 높고, 동계에 *Thalassiosira* spp.가 높은 현존량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 동계에 *Thalassiosira* spp., 춘계에 Cryptomonads, 추계에 *E. zodiacus*가 높은 현존량을 보여, 2016년 춘계, 2019년 동계, 2020년 추계에서 이상치가 출현함
- Ⅳ권역 평균 현존량은 동계에 308±493 cells/㎖, 춘계에 583±626 cells/㎖, 하계에 663±1,118 cells/㎖, 추계에 308±221 cells/㎖으로 하계에 높고, 하계에 *E. zodiacus*가 높은 현존량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 동계에 *Thalassiosira* spp.가 높은 현존량을 보여, 2019년 동계에 이상치가 출현함
- 식물플랑크톤 현존량은 *Thalassiosira* spp., Cryptomonads 및 *E. zodiacus*의 현존량에 따라 계절 특성을 보이며, 권역별로 2019년 동계에 이상치가 집중됨
- 평균 엽록소-*a* 농도는 2.63±3.42㎍/L으로 동계에 1.17±0.98㎍/L, 춘계에 2.25±3.29㎍/L, 하계에 3.95±3.78㎍/L, 추계에 3.16±4.07㎍/L로 하계와 춘계에 높음
- 상자그림 분석 결과, 동계에 2018년 Ⅲ권역, 2020년 Ⅲ권역, 2022년 Ⅰ권역에서, 춘계에 2017년 Ⅲ권역, 2019년 Ⅱ권역에서, 하계에 2015년 Ⅳ권역, 2020년 Ⅲ권역에서 이상치가 출현함
- Ⅰ권역 평균 엽록소-*a* 농도는 동계에 1.75±1.18㎍/L, 춘계에 4.95±6.34㎍/L, 하계에 4.16±5.74㎍/L, 추계에 5.41±8.17㎍/L로 추계에 높음
- 상자그림 분석 결과, 2019년 동계, 2021년 춘계와 하계, 2022년 동계에 이상치가 출현함
- Ⅱ권역 평균 엽록소-*a* 농도는 동계에 1.06±1.09㎍/L, 춘계에 1.74±1.54㎍/L, 하계에 4.11±3.32㎍/L, 추계에 2.30±1.70㎍/L로 하계에 높음
- 상자그림 분석 결과, 2015년 하계, 2019년 동계, 2020년 추계에 이상치가 출현함



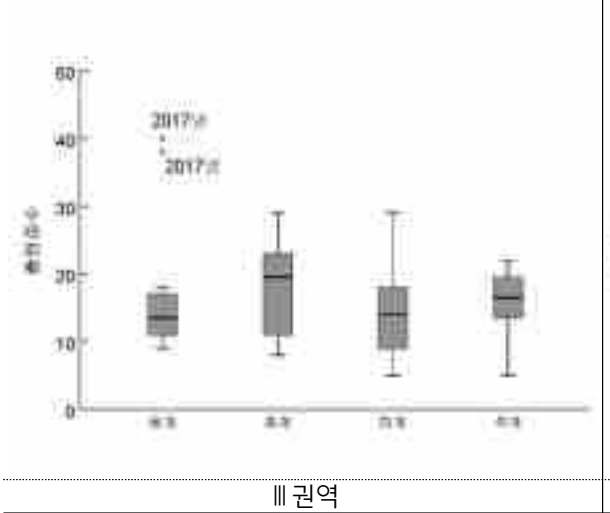
전체



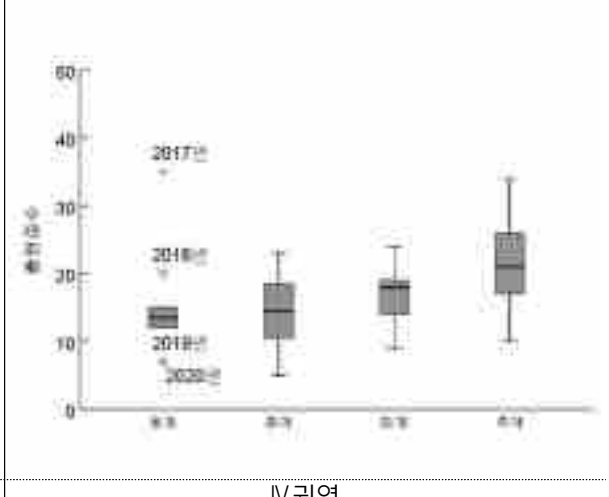
Ⅰ권역



Ⅱ권역

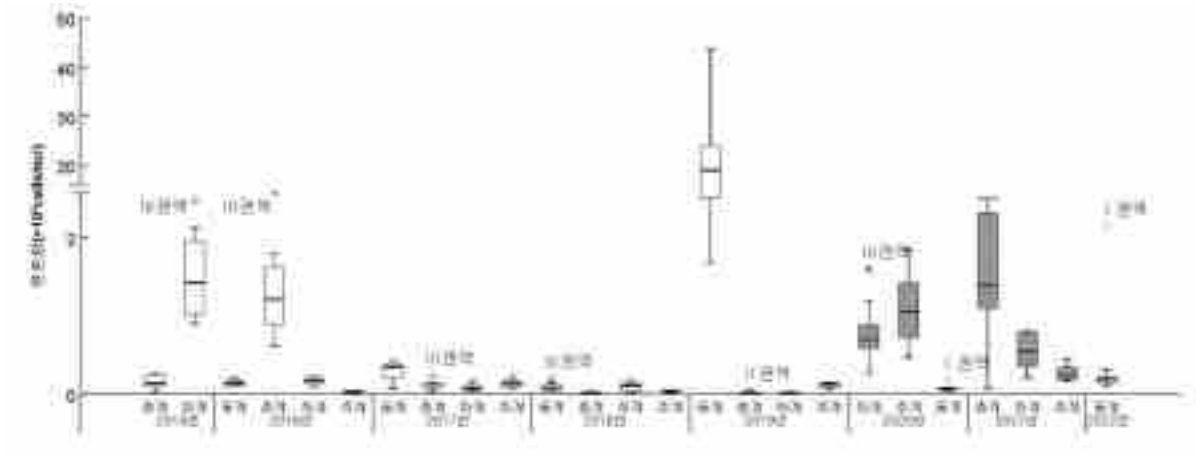


Ⅲ권역

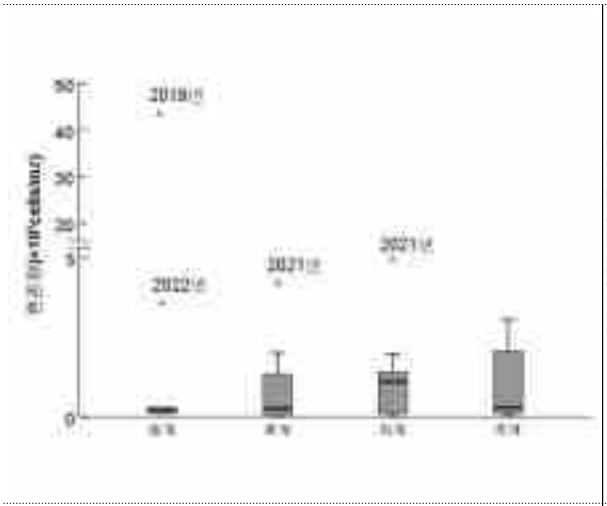


Ⅳ권역

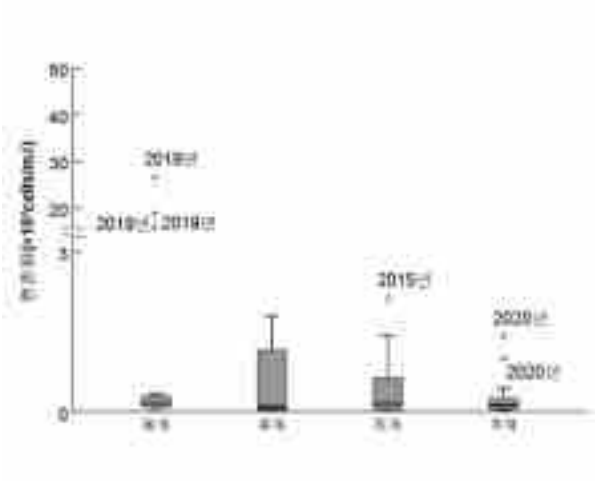
(그림 Ⅱ-2.3.2-22) 권역 및 계절별 식물플랑크톤 출현종수 변동양상



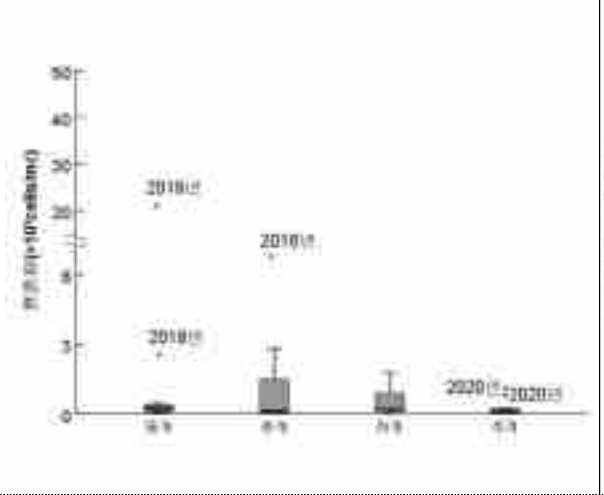
전체



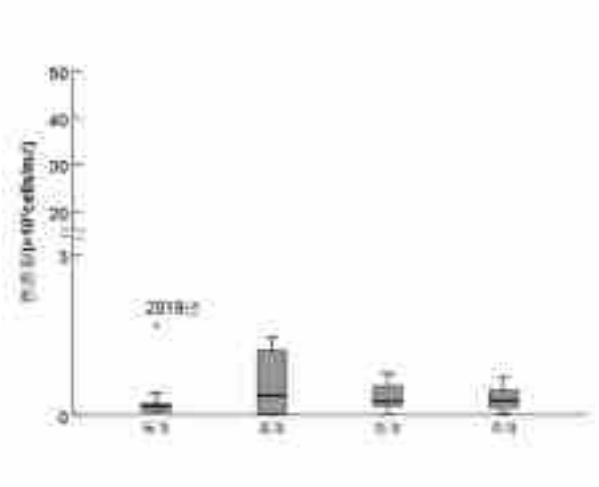
Ⅰ권역



Ⅱ권역

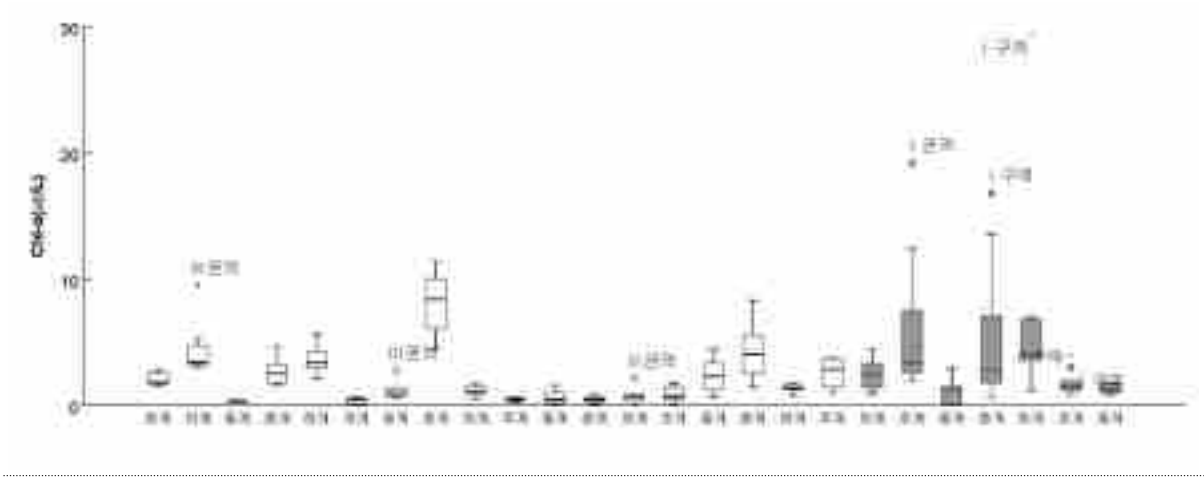


Ⅲ권역

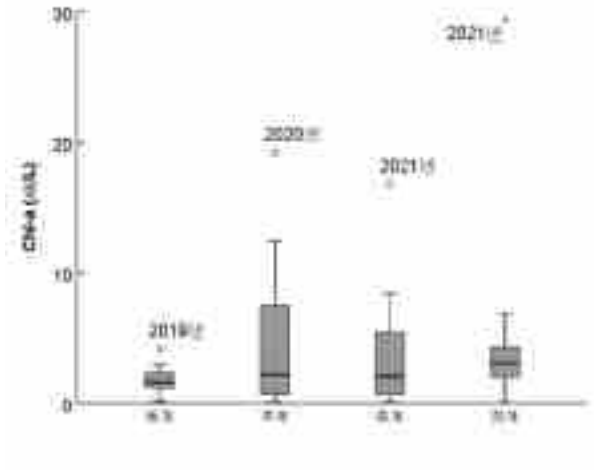


Ⅳ권역

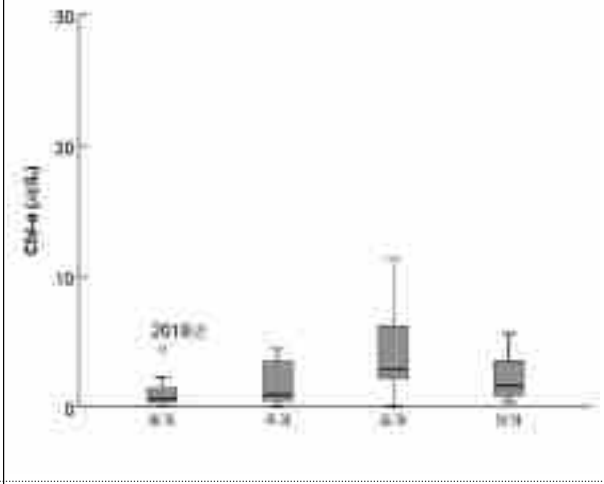
(그림 Ⅱ-2.3.2-23) 권역 및 계절별 식물플랑크톤 현존량 변동양상



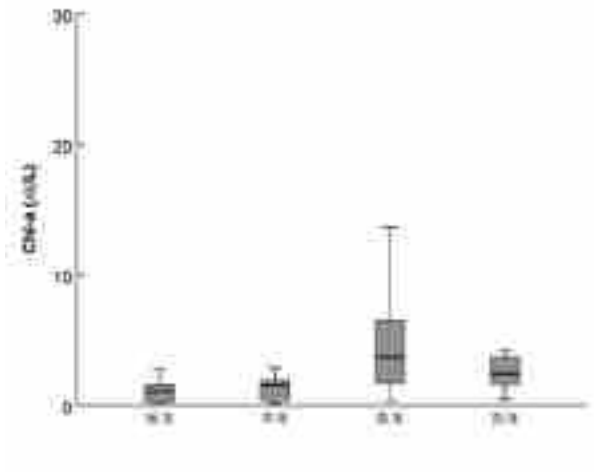
전체



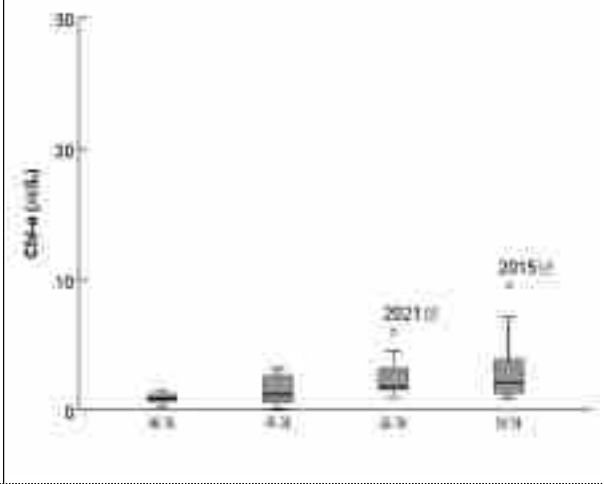
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-24) 권역 및 계절별 엽록소-*a* 변동양상

○ Ⅲ권역 평균 엽록소-*a* 농도는 동계에 1.05±0.93㎍/L, 춘계에 1.35±0.91㎍/L, 하계에 4.55±4.04㎍/L, 추계에 2.54±1.24㎍/L로 하계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 2016년 춘계, 2019년 동계, 2020년 추계에 이상치가 출현함

○ Ⅳ권역 평균 엽록소-*a* 농도는 동계에 0.92±0.35㎍/L, 춘계에 1.44±1.05㎍/L, 하계에 2.51±1.77㎍/L, 추계에 3.16±2.86㎍/L로 추계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 2019년 동계에 이상치가 출현함

○ 엽록소-*a* 농도는 대부분 권역에서 2019년 동계에 이상치가 집중됨

나) 우점종

○ 식물플랑크톤 현존량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정함

<표 Ⅱ-2.3.2-23> 권역 및 계절별 식물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
동계	*Thalassiosira* spp. (84.0%)	*Thalassiosira* spp. (51.4%)	*Thalassiosira* spp. (83.7%)	*Thalassiosira* spp. (37.2%)	*Thalassiosira* spp. (68.0%)
	Paralia sulcata (7.2%)	*Thalassiosira eccentrica* (40.1%)	*Paralia sulcata* (3.0%)	*Paralia sulcata* (17.4%)	*Thalassiosira eccentrica* (18.3%)
	Cryptomonas spp. (3.8%)	*Paralia sulcata* (2.9%)	Cryptomonas (2.3%)	Cryptomonas spp. (14.2%)	*Paralia sulcata* (4.7%)
춘계	*Skeletonema* spp. (53.1%)	Cryptomonas (27.3%)	Cryptomonas (39.3%)	*Skeletonema* spp. (65.8%)	*Skeletonema* spp. (36.1%)
	Cryptomonas (16.4%)	*Skeletonema* spp. (23.4%)	*Skeletonema* spp. (27.5%)	Cryptomonas (8.5%)	Cryptomonas (28.0%)
	Skeletonema costatum (9.2%)	*Pseudo-nitzschia delicatissima* (9.5%)	*Pseudo-nitzschia delicatissima* (11.1%)	*Chaetoceros debilis* (5.4%)	*Pseudo-nitzschia delicatissima* (7.5%)
하계	*Skeletonema* spp. (32.8%)	*Eucampia zodiacus* (46.3%)	*Eucampia zodiacus* (32.9%)	*Eucampia zodiacus* (47.8%)	*Eucampia zodiacus* (34.2%)
	Cryptomonas spp. (27.8%)	Cryptomonas spp. (14.9%)	Cryptomonas spp. (22.5%)	Cryptomonas spp. (21.1%)	Cryptomonas spp. (21.5%)
	Eucampia zodiacus (10.4%)	*Chaetoceros debilis* (7.7%)	*Ditylum brightwellii* (12.3%)	*Chaetoceros debilis* (3.0%)	*Skeletonema* spp. (10.8%)
추계	*Eucampia zodiacus* (47.3%)	*Eucampia zodiacus* (30.6%)	*Eucampia zodiacus* (42.1%)	*Chaetoceros debilis* (25.5%)	*Eucampia zodiacus* (36.4%)
	Chaetoceros debilis (17.2%)	*Chaetoceros debilis* (20.3%)	*Chaetoceros debilis* (20.5%)	*Eucampia zodiacus* (18.7%)	*Chaetoceros debilis* (20.3%)
	Skeletonema spp. (11.3%)	*Paralia sulcata* (10.1%)	*Paralia sulcata* (6.8%)	*Leptocylindrus* spp. (15.7%)	*Leptocylindrus* spp. (6.3%)

○ 동계에는 *Thalassiosira* spp.가 35.0% 이상의 점유율로 모든 권역에서 최우점하였으며, 춘계에는 *Skeletonema* spp.가 Ⅰ권역과 Ⅳ권역에서 50.0% 이상, 하계와 추계는 *E. zodiacus*가 Ⅰ권역 하계(10.4%)와 Ⅳ권역 추계(18.7%)를 제외한 모든 권역에서 30.0% 이상의 점유율을 나타냄

○ *Thalassiosira* spp.는 주로 동계에 연안에서 우점하는 종으로(Smayda, 1957, Yi et al., 2005) 모든 권역에서 동계에 출현하였으며, 특히 Ⅰ권역과 Ⅲ권역은 83.0% 이상의 높은 점유율을 보임

○ *Skeletonema* spp.는 춘계와 하계에 우점하는 종으로 알려져 있으며(Park et al., 2008; Lim and Baek, 2018), 춘계에 모든 권역에서 출현하였으며, Ⅰ권역에서 53.1%, Ⅵ권역에서 65.8%로 높은 점유율을 보임

○ *E. zodiacus*는 주로 수온이 낮아지는 시기(Yoon, 2017) 또는 하계에 우점하는 종으로(Yoon et al., 2019; Kim et al., 2020) 하계와 추계에 모든 권역에서 출현하였으며, 특히 Ⅱ권역과 Ⅳ권역 하계, Ⅰ권역 추계에서 46.0% 이상의 높은 점유율을 보임

○ 상위 우점종으로 출현한 *E. zodiacus, Thalassiosira* spp., *Skeletonema* spp.는 우리나 해역에서 흔히 우점하는 종들로 모든 권역에서 높은 출현빈도를 보였고 계절에 따라 뚜렷한 변동성이 관찰되었으며, 권역 간 유사한 출현양상을 나타냄

나. 동물플랑크톤

1) 단변량

가) 출현종수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장에서 출현한 동물플랑크톤 평균 출현종수는 17±5종으로 2020년 6월은 14±3종, 9월은 22±4종, 12월에는 13±5종이 출현하여 9월이 가장 높고, 대부분 시기에서 요각류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 14±4(10~17종), Ⅱ권역은 14±2종(12~15종), Ⅲ권역은 17±3종(15~19종), Ⅳ권역은 13±3종(11~17종)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 19±4종(15~23종), Ⅱ권역은 20±4종(17~23종), Ⅲ권역은 26±1종(25~26종), Ⅳ권역은 24±3종(21~26종)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 9±5종(3~13종), Ⅱ권역은 14±3종(12~16종), Ⅲ권역은 20±1종(19~21종), Ⅳ권역은 13±3종(10~15종)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장에서 출현한 동물플랑크톤 평균 출현종수는 17±7종으로 2021년 4월은 13±3종, 7월은 22±4종, 10월에는 23±4종, 2022년 1월에는 11±4종이 출현하여 7월과 10월이 높고, 대부분 시기에서 요각류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 9±3(7~12종), Ⅱ권역은 14±3종(12~16종), Ⅲ권역은 17±1종(16~18종), Ⅳ권역은 13±1종(12~14종)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 19±2종(17~20종), Ⅱ권역은 19±1종(18~20종), Ⅲ권역은 25±1종(24~26종), Ⅳ권역은 25±6종(18~28종)으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높음

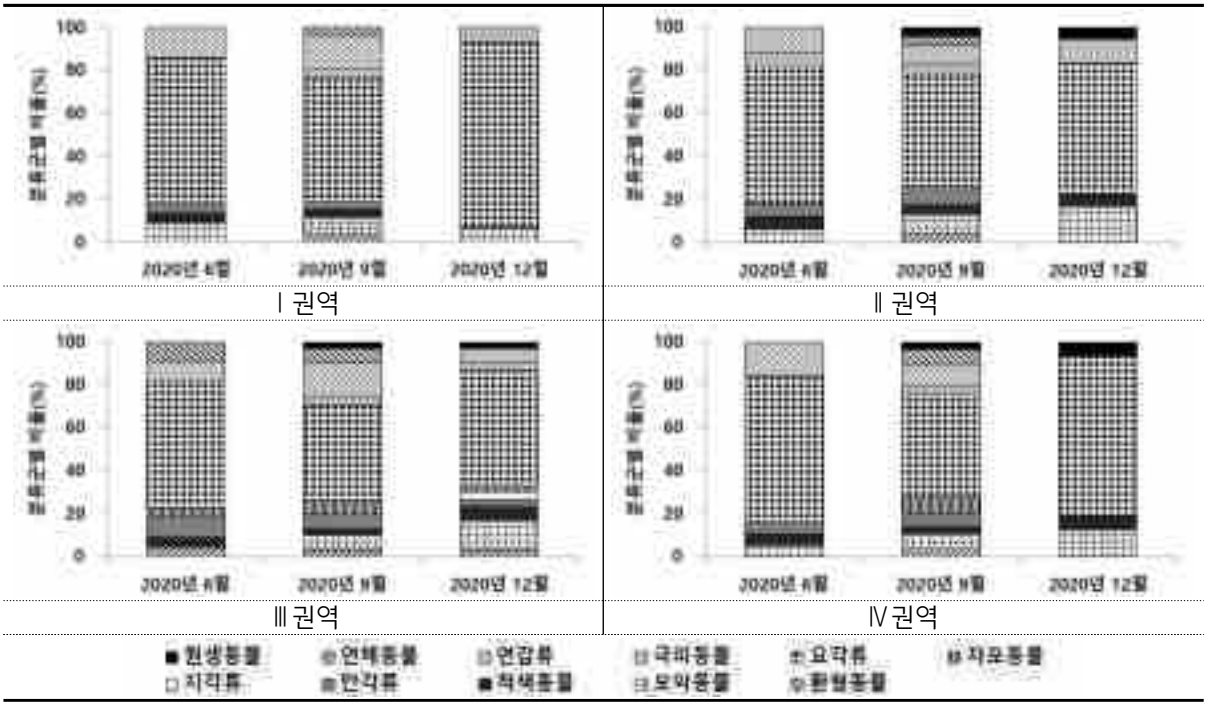
○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 18±2종(15~19종), Ⅱ권역은 26±1종(25~26종), Ⅲ권역은 28±1종(27~28종), Ⅳ권역은 24±2종(22~26종)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 8±5종(2~12종), Ⅱ권역은 15±2종(13~16종), Ⅲ권역은 12±0종(12종), Ⅳ권역은 11±2종(8~12종)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

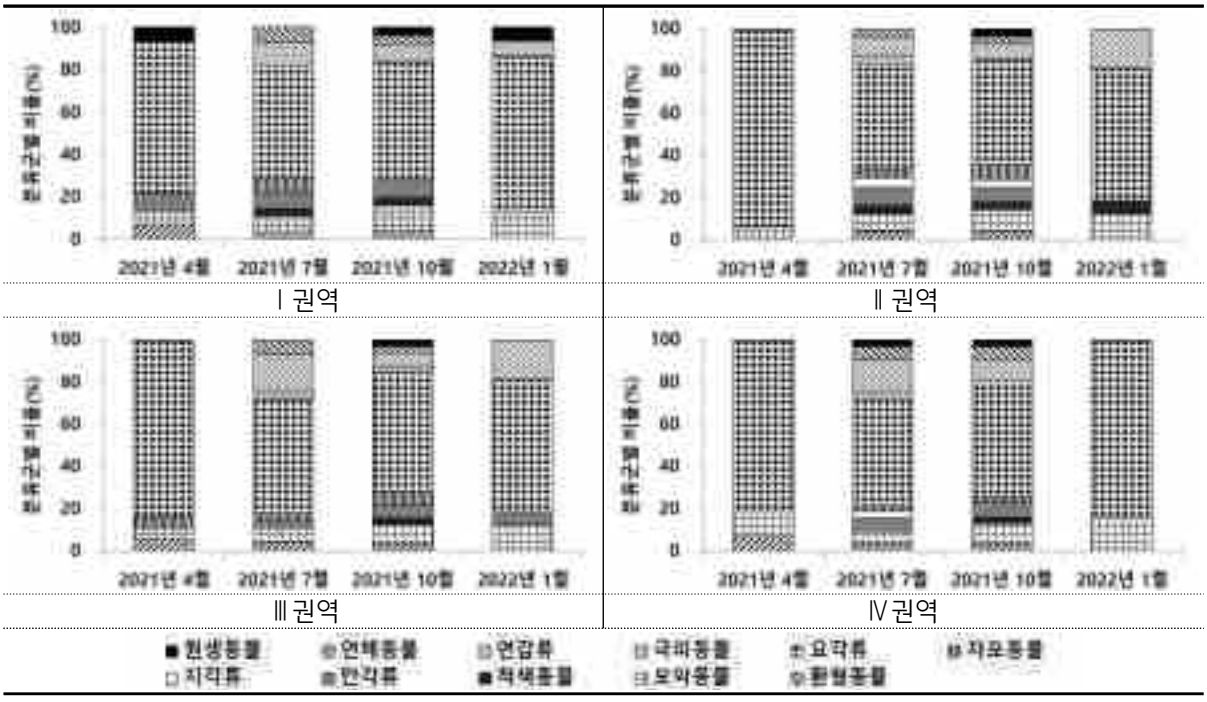
(3) 요약

○ 출현종수는 Ⅲ권역에서 높았으며, 추계(9월, 10월)에 요각류가 주요 분류군으로 출현하여 높은 수준을 나타냄

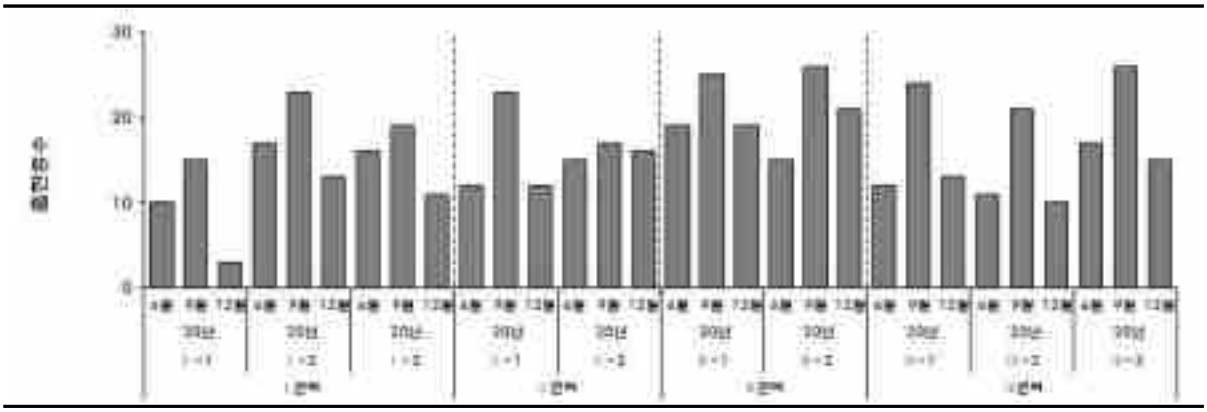
- 1차년도와 2차년도 모두 9월과 10월 추계에 출현종수가 높은 유사한 경향을 나타냄



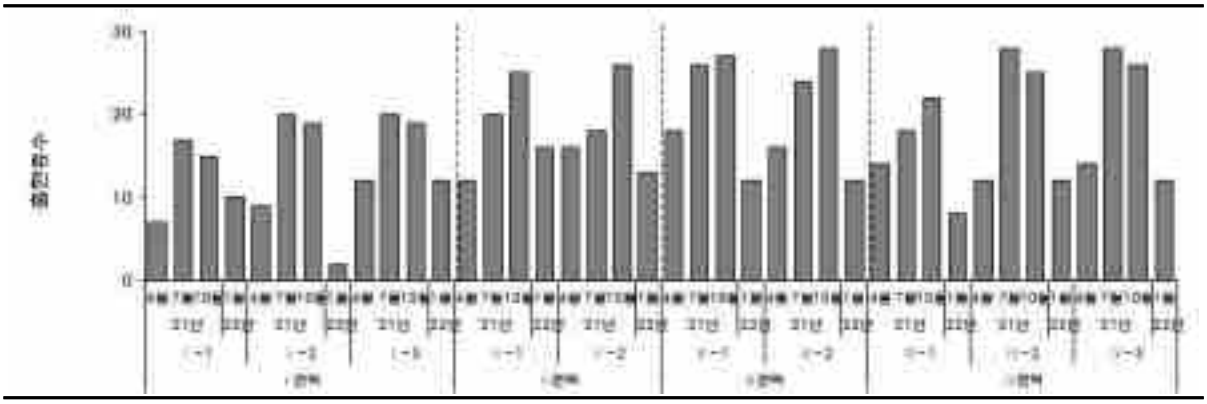
(그림 Ⅱ-2.3.2-25) 1차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현종수 점유율



(그림 Ⅱ-2.3.2-26) 2차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현종수 점유율



(그림 Ⅱ-2.3.2-27) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅱ-2.3.2-28) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현종수

<표 Ⅱ-2.3.2-24> 권역별 동물플랑크톤 출현종수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	14±4	14±2	17±3	13±3	14±3
	2020년 9월	19±4	20±4	26±1	24±3	22±4
	2020년 12월	9±5	14±3	20±1	13±3	13±5
	평균±표준편차	14±6	16±4	21±4	17±6	17±5
2차 년도	2021년 4월	9±3	14±3	17±1	13±1	13±3
	2021년 7월	19±2	19±1	25±1	25±6	22±4
	2021년 10월	18±2	26±1	28±1	24±2	23±4
	2022년 1월	8±5	15±2	12±0	11±2	11±4
	평균±표준편차	14±6	18±5	20±7	18±7	17±7
평균±표준편차		14±6	17±5	21±6	18±7	17±6

나) 출현량

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장에서 출현한 평균 출현량은 586±593 개체/㎥로 2020년 6월은 989±732 개체/㎥, 9월은 583±357 개체/㎥, 12월에는 186±335 개체/㎥로 시기 간 큰

편차를 보이며, 6월에 가장 높은 출현량을 나타내었으며, 대부분 시기에서 요각류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1,430±399 개체/㎥(1,046 ~ 1,842 개체/㎥), Ⅱ권역은 383±404 개체/㎥(97 ~ 668 개체/㎥), Ⅲ권역은 1,610±1,056 개체/㎥(863 ~ 2,356 개체/㎥), Ⅳ권역은 537±514 개체/㎥(194 ~ 1,128 개체/㎥)으로 Ⅰ권역과 Ⅲ권역 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 408±158 개체/㎥(285 ~ 586 개체/㎥), Ⅱ권역은 316±47 개체/㎥(283 ~ 349 개체/㎥), Ⅲ권역은 1,045±428 개체/㎥(742 ~ 1347 개체/㎥), Ⅳ권역은 628±350 개체/㎥(250 ~ 940 개체/㎥)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 126±87 개체/㎥(28 ~ 192 개체/㎥), Ⅱ권역은 58±12 개체/㎥(49 ~ 66 개체/㎥), Ⅲ권역은 623±709 개체/㎥(121 ~ 1124 개체/㎥), Ⅳ권역은 39±13 개체/㎥(26 ~ 52개체/)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장에서 출현한 평균 출현량은 1,479±3,429 개체/㎥로 2021년 4월은 728±809 개체/㎥, 7월은 3,753±6,386개체/㎥, 10월은 1,329±1,002 개체/㎥, 2022년 1월은 105±110 개체/㎥로 시기 간 큰 편차를 보이며, 7월에 가장 높은 출현량을 나타내었으며, 대부분 시기에서 요각류가 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1,238±1,505 개체/㎥(261 ~ 2,971 개체/㎥), Ⅱ권역은 553±488 개체/㎥(208 ~ 898 개체/㎥), Ⅲ권역은 497±15 개체/㎥(486 ~ 507 개체/㎥), Ⅳ권역은 487±47 개체/㎥(457 ~ 541 개체/㎥)으로 Ⅰ권역이 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 1,469±558 개체/㎥(1,004 ~ 2,088 개체/㎥), Ⅱ권역은 11,939±14,016 개체/㎥(2,028 ~ 21,850 개체/㎥), Ⅲ권역은 2,035±177 개체/㎥(1,910 ~ 2,160 개체/㎥), Ⅳ권역은 1,724±999 개체/㎥(987 ~ 2,861 개체/㎥)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 681±334 개체/㎥(436 ~ 1,061 개체/㎥), Ⅱ권역은 1,554±427 개체/㎥(1,252 ~ 1,856 개체/㎥), Ⅲ권역은 3,000±371 개체/㎥(2,738 ~ 3,262 개체/㎥), Ⅳ권역은 714±455 개체/㎥(420 ~ 1,238개체/㎥)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

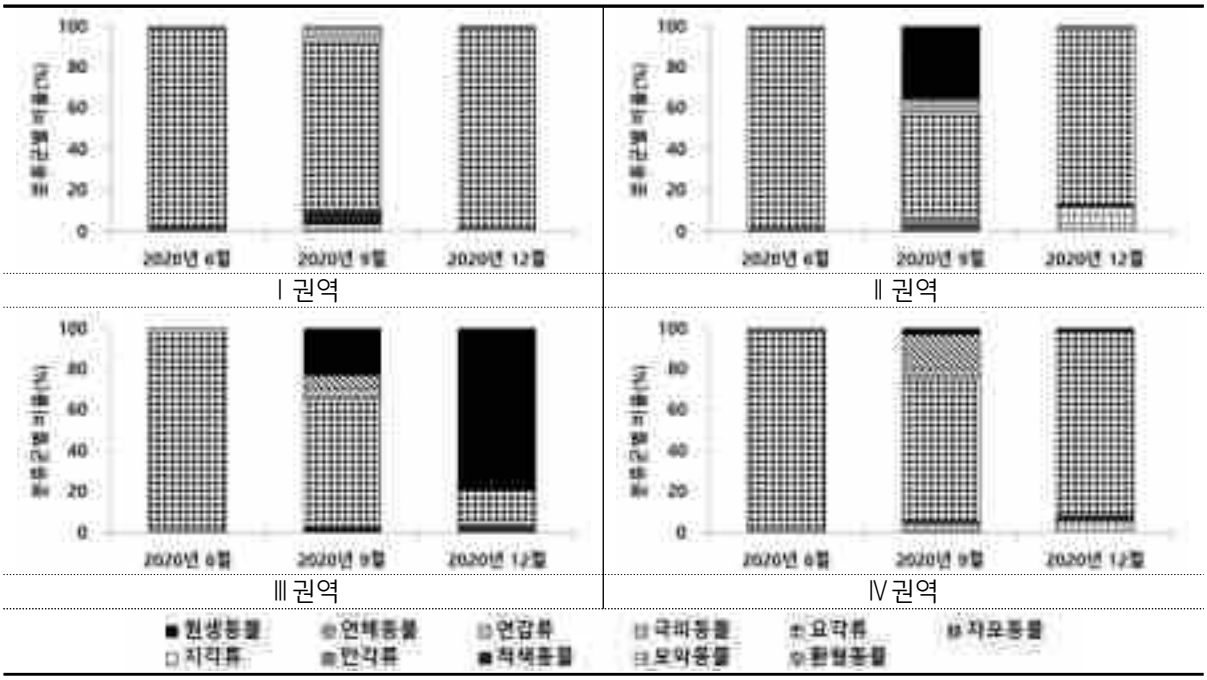
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 65±61 개체/㎥(12 ~ 131 개체/㎥), Ⅱ권역은 44±11 개체/㎥(36 ~ 51 개체/㎥), Ⅲ권역은 300±62 개체/㎥(256 ~ 343 개체/㎥), Ⅳ권역은 56±30 개체/㎥(35 ~ 90개체/㎥)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

<표 Ⅱ-2.3.2-25> 권역별 동물플랑크톤 출현량(개체/㎥)

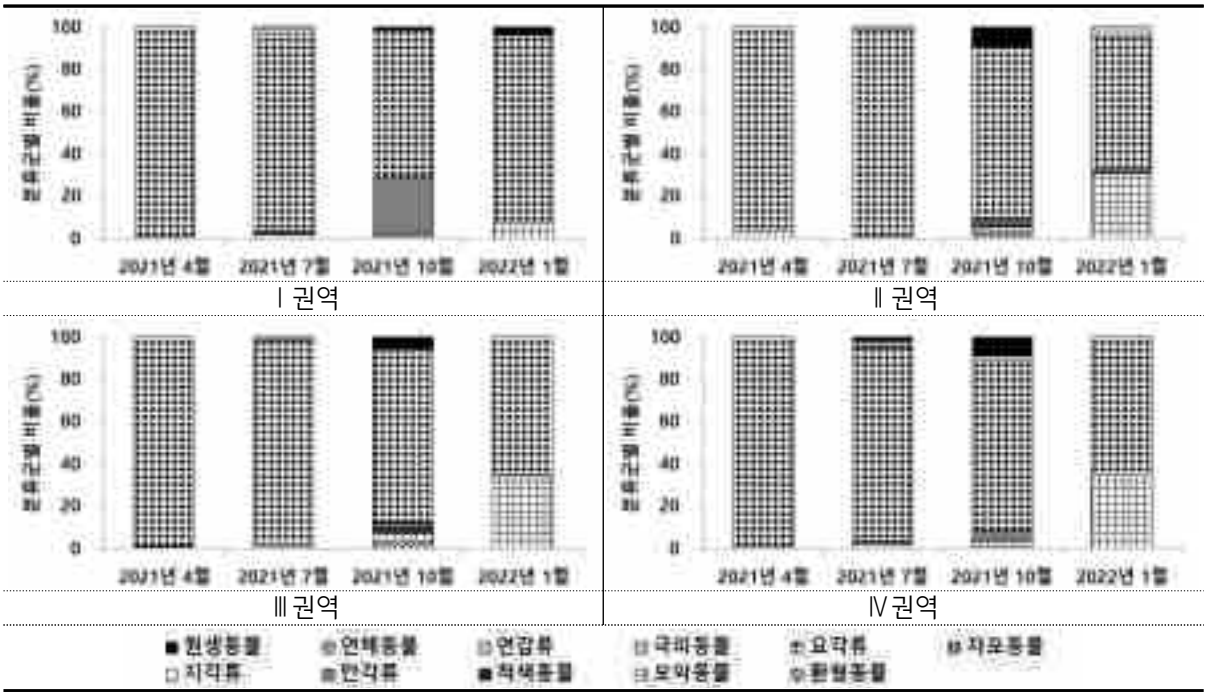
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1,430±399	383±404	1,610±1,056	537±514	989±732
	2020년 9월	408±158	316±47	1,045±428	628±350	583±357
	2020년 12월	126±87	58±12	623±709	39±13	186±335
	평균±표준편차	655±633	252±238	1,092±746	402±415	586±593
2차 년도	2021년 4월	1,238±1,505	553±488	497±15	487±47	728±809
	2021년 7월	1,469±558	11,939±14,016	2,035±177	1,724±999	3,753±6,386
	2021년 10월	681±334	1,554±427	3,000±371	714±455	1,329±1,002
	2022년 1월	65±61	44±11	300±62	56±30	105±110
	평균±표준편차	863±900	3,522±7,446	1,458±1,203	745±793	1,479±3,429
평균±표준편차		774±786	2,121±5,718	1,301±1014	598±667	1,096±2,644

(3) 요약

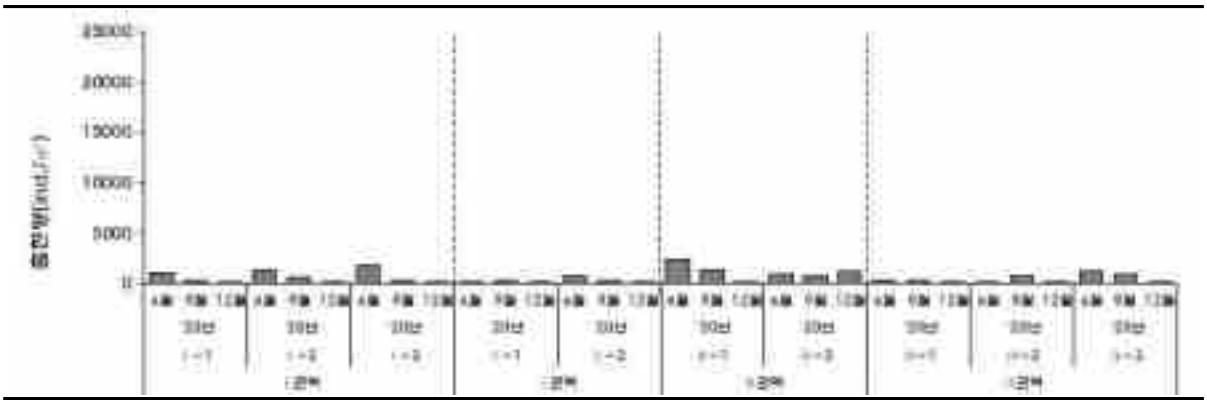
○ 출현량은 2차년도 하계(7월)에 요각류로 인해 가장 높은 출현량을 나타냄



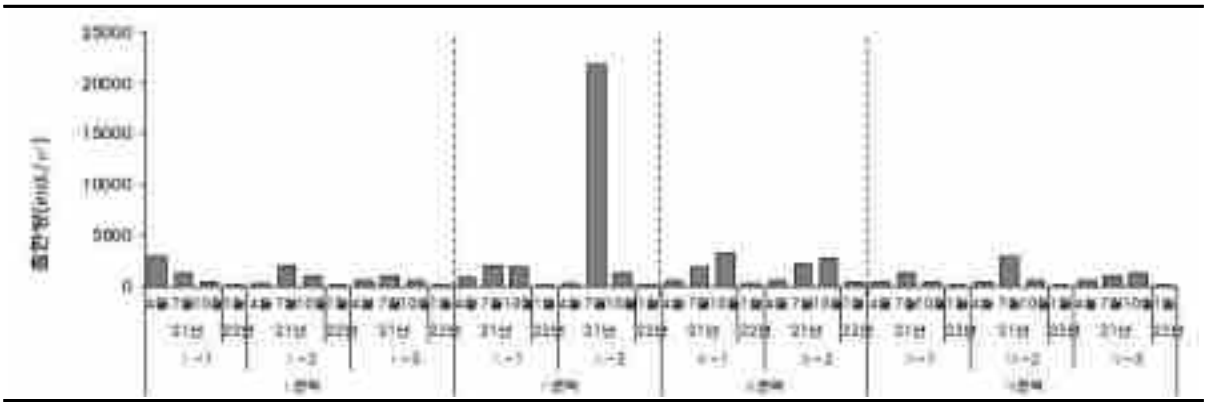
(그림 Ⅱ-2.3.2-29) 1차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현량 점유율



(그림 Ⅱ-2.3.2-30) 2차년도 권역별 동물플랑크톤 분류군별 출현량 점유율



(그림 Ⅱ-2.3.2-31) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현량



(그림 Ⅱ-2.3.2-32) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 출현량

2) 우점종

○ 인천연안어장 동물플랑크톤 출현량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정함

가) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 우점종은 요각류에 속하는 *Acartia hongi*가 39.9%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *Paracalanus parvus* s.l.가 16.2%, 원생동물에 속하는 *Noctiluca scintillans*가 9.9%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2020년 6월에 *A. hongi*, 9월에 *P. parvus* s.l., 12월에 *N. scintillans*가 높은 점유율을 차지하며 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-26> 1차년도 조사시기별 동물플랑크톤 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Acartia hongi (66.9%)	*Paracalanus parvus* s.l. (29.0%)	*Noctiluca scintillans* (53.0%)	*Acartia hongi* (39.9%)
Copepodite *Acartia* (11.3%)	*Noctiluca scintillans* (13.0%)	*Acartia hongi* (18.8%)	*Paracalanus parvus* s.l. (16.2%)
Paracalanus parvus s.l. (10.3%)	*Tortanus spinicaudatus* (9.4%)	*Paracalanus parvus* s.l. (7.5%)	*Noctiluca scintillans* (9.9%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *A. hongi*가 63.7%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *P. parvus* s.l.가 15.2%, Copepodite *Acartia*가 11.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 요각류인 *A. hongi*가 51.0%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *P. parvus* s.l.가 23.1%, Copepodite *Acartia*가 13.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 요각류인 *A. hongi*가 75.6%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Acartia*가 11.1%, *P. parvus* s.l.가 4.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 요각류인 *A. hongi*가 65.4%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Acartia*가 11.0%, *Calanus sinicus*가 6.2%의 점유율을 나타냄

○ 요각류인 *A. hongi*가 모든 권역에서 최우점하였고, 요각류인 *P. parvus* s.l.와 Copepodite *Acartia*가 차우점종으로 나타났으며, Ⅳ권역에서는 다른 권역과는 다르게 요각류인 *C. sinicus*가 우점종으로 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-27> 2020년 6월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Acartia hongi (63.7%)	*Acartia hongi* (51.0%)	*Acartia hongi* (75.6%)	*Acartia hongi* (65.4%)
Paracalanus parvus s.l. (15.2%)	*Paracalanus parvus* s.l. (23.1%)	Copepodite *Acartia* (11.1%)	Copepodite *Acartia* (11.0%)
Copepodite *Acartia* (11.2%)	Copepodite *Acartia* (13.7%)	*Paracalanus parvus* s.l. (4.4%)	*Calanus sinicus* (6.2%)

- 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *Tortanus spinicaudatus*가 35.8%의 점유율을 차지하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Tortanus*가 14.7%, *P. parvus* s.l.가 9.3%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 원생동물인 *N. scintillans*가 35.3%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Labidocera*가 13.6%, *P. parvus* s.l.가 12.3%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 35.2%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 원생동물인 *N. scintillans*가 22.9%, 요각류인 Copepodite *Labidocera*가 9.0%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 40.6%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 연체동물인 Bivalvia larvae가 15.6%, 요각류인 Copepodite *Paracalanus*가 7.9%의 점유율을 나타냄
- 모든 권역에서 요각류인 *P. parvus* s.l.가 상위 우점종으로 출현하였으며, Ⅲ권역과 Ⅳ권역에서 점유율 35.0% 이상으로 최상위 우점종으로 나타남

<표 Ⅱ-2.3.2-28> 2020년 9월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Tortanus spinicaudatus (35.8%)	*Noctiluca scintillans* (35.3%)	*Paracalanus parvus* s.l. (35.2%)	*Paracalanus parvus* s.l. (40.6%)
Copepodite *Tortanus* (14.7%)	Copepodite *Labidocera* (13.6%)	*Noctiluca scintillans* (22.9%)	Bivalvia larvae (15.6%)
Paracalanus parvus s.l. (9.3%)	*Paracalanus parvus* s.l. (12.3%)	Copepodite *Labidocera* (9.0%)	Copepodite *Paracalanus* (7.9%)

- 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *A. hongi*가 68.5%의 점유율을 차지하였고, 다음으로 요각류인 *P. parvus* s.l.가 9.8%, Copepodite *Acartia*가 9.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 요각류인 *A. hongi*가 29.6%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *P. parvus* s.l.가 24.3%, 모악동물인 *Sagitta crassa*가 9.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 원생동물인 *N. scintillans*가 78.7%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *P. parvus* s.l.가 4.5%, *Corycaeus affinis*가 4.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 요각류인 *A. hongi*가 28.0%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *C. affinis*가 18.6%, *P. parvus* s.l.가 15.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역에서 원생동물인 *N. scintillans*가 점유율 78.7%의 높은 점유율을 나타내었으나, 다른 권역에서는 요각류가 주로 우점하는 경향을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-29> 2020년 12월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Acartia hongi (68.5%)	*Acartia hongi* (29.6%)	*Noctiluca scintillans* (78.7%)	*Acartia hongi* (28.0%)
Paracalanus parvus s.l. (9.8%)	*Paracalanus parvus* s.l. (24.3%)	*Paracalanus parvus* s.l. (4.5%)	*Corycaeus affinis* (18.6%)
Copepodite *Acartia* (9.0%)	*Sagitta crassa* (9.6%)	*Corycaeus affinis* (4.1%)	*Paracalanus parvus* s.l. (15.3%)

나) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 우점종은 요각류에 속하는 *P. parvus* s.l.가 31.2%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 *A. hongi*가 23.3%, Copepodite *Paracalanus*가 8.6%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2021년 4월에 *A. hongi*, 7월에 *P. parvus* s.l., 10월에 *C. affinis,* 2022년 1월에 *S. crassa*가 높은 점유율을 차지하며 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-30> 2차년도 조사시기별 동물플랑크톤 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
Acartia hongi (66.8%)	*Paracalanus parvus* s.l. (46.4%)	*Corycaeus affinis* (29.6%)	*Sagitta crassa* (24.5%)	*Paracalanus parvus* s.l. (31.2%)
Copepodite *Acartia* (16.7%)	*Acartia hongi* (14.4%)	*Paracalanus parvus* s.l. (24.9%)	*Acartia hongi* (23.5%)	*Acartia hongi* (23.3%)
Paracalanus parvus s.l. (3.3%)	Copepodite *Paracalanus* (14.0%)	Copepodite *Corycaeus* (7.8%)	*Paracalanus parvus* s.l. (13.2%)	Copepodite *Paracalanus* (8.6%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *A. hongi*가 82.4%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Acartia*가 14.2%, *Labidocera euchaeta*가 0.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-31> 2021년 4월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Acartia hongi (82.4%)	*Acartia hongi* (46.4%)	*Acartia hongi* (48.1%)	*Acartia hongi* (53.8%)
Copepodite *Acartia* (14.2%)	Copepodite *Acartia* (19.6%)	Copepodite *Acartia* (22.0%)	Copepodite *Acartia* (17.1%)
Labidocera euchaeta (0.7%)	*Paracalanus parvus* s.l. (6.5%)	Copepodite *Calanus* (6.0%)	Copepodite *Calanus* (8.3%)

- Ⅱ권역은 요각류인 *A. hongi*가 46.4%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite Acartia가 19.6%, *P. parvus* s.l.가 6.5%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 요각류인 *A. hongi*가 48.1%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Acartia*가 22.0%, Copepodite *Calanus*가 6.0%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 요각류인 *A. hongi*가 53.8%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Acartia*가 17.1%, Copepodite *Calanus*가 8.3%의 점유율을 나타냄
- 요각류인 *A. hongi*가 모든 권역에서 최우점하였고, 요각류인 Copepodite *Acartia*가 차우점종으로 나타났으며, 상기 우점종은 모든 권역에서 65.0% 이상의 점유율을 차지함
- 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 23.5%의 점유율을 차지하였고, 다음으로 요각류인 *Paracalanus crassirostris*가 12.5%, Copepodite *Labidocera*가 11.9%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 53.1%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 Copepodite *Paracalanus*가 18.1%, *A. hongi*가 16.1%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 42.7%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 *A. hongi*가 21.0%, *Corycaeus affinis*가 9.3%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 38.4%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 *Corycaeus affinis*가 15.9%, Copepodite *Labidocera*가 11.2%의 점유율을 나타냄
- 모든 권역에서 요각류인 *P. parvus* s.l.가 상위 우점종으로 출현하였으며, Ⅱ권역과 Ⅲ권역에서 점유율 40.0% 이상으로 최상위 우점종으로 나타남

<표 Ⅱ-2.3.2-32> 2021년 7월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Paracalanus parvus s.l. (23.5%)	*Paracalanus parvus* s.l. (53.1%)	*Paracalanus parvus* s.l. (42.7%)	*Paracalanus parvus* s.l. (38.4%)
Paracalanus crassirostris (12.5%)	Copepodite *Paracalanus* (18.1%)	*Acartia hongi* (21.0%)	*Corycaeus affinis* (15.9%)
Copepodite *Labidocera* (11.9%)	*Acartia hongi* (16.1%)	*Corycaeus affinis* (9.3%)	Copepodite *Labidocera* (11.2%)

- 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *C. affinis*가 41.6%의 점유율을 차지하였고, 다음으로 만각류인 Cirriped nauplius가 26.3%, Copepodite *Corycaeus*가 7.8%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 요각류인 *C. affinis*가 33.3%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 *P. parvus* s.l.가 17.9%, Copepodite *Corycaeus*가 10.8%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 33.5%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 *C. affinis*가 25.4%, 원생동물인 *N. scintillans*가 5.9%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 요각류인 *P. parvus* s.l.가 27.1%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 *C. affinis*가 23.3%, Copepodite *Corycaeus*가 8.6%의 점유율을 나타냄
- 모든 권역에서 요각류인 *C. affinis*와 *P. parvus* s.l.가 높은 점유율을 나타내었으며, Ⅲ권역에서는 다른 권역과 달리 원생동물인 *N. scintillans*가 우점종으로 출현함

<표 Ⅱ-2.3.2-33> 2021년 10월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Corycaeus affinis (41.6%)	*Corycaeus affinis* (33.3%)	*Paracalanus parvus* s.l. (33.5%)	*Paracalanus parvus* s.l. (27.1%)
Cirriped nauplius (26.3%)	*Paracalanus parvus* s.l. (17.9%)	*Corycaeus affinis* (25.4%)	*Corycaeus affinis* (23.3%)
Copepodite *Corycaeus* (7.8%)	Copepodite *Corycaeus* (10.8%)	*Noctiluca scintillans* (5.9%)	Copepodite *Corycaeus* (8.6%)

- 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 요각류인 *A. hongi*가 55.9%의 점유율을 차지하였고, 다음으로 요각류인 Copepodite *Acartia*가 16.7%, Copepodite *Calanus*가 7.2%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 모악동물인 *S. crassa*가 29.4%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *A. hongi*가 14.9%, *L. euchaeta*가 11.5%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 모악동물인 *S. crassa*가 29.4%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *P. parvus* s.l.가 17.7%, *A. hongi*가 16.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 모악동물인 *S. crassa*가 28.0%의 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 요각류인 *A. hongi*가 17.3%, *L. euchaeta*가 16.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-34> 2021년 1월 조사 시 권역별 동물플랑크톤 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Acartia hongi (55.9%)	*Sagitta crassa* (26.4%)	*Sagitta crassa* (29.4%)	*Sagitta crassa* (28.0%)
Copepodite *Acartia* (12.3%)	*Acartia hongi* (14.9%)	*Paracalanus parvus* s.l. (17.7%)	*Acartia hongi* (17.3%)
Copepodite *Calanus* (7.2%)	*Labidocera euchaeta* (11.5%)	*Acartia hongi* (16.0%)	*Labidocera euchaeta* (16.7%)

(3) 요약

○ 1차년도와 2차년도 모두 요각류 *A. hongi*와 *P. parvus* s.l.가 주요 우점종으로 출현하는 양상을 보였으며, 1차년도 Ⅰ권역에서 *A. hongi*가 80.0 % 이상의 점유율을 나타냄

다) 주요 우점종 생태학적 특징

○ *Acartia* 속(genus)에 속하는 *Acartia hongi*는 서해에 연중 출현하고 특히 춘계에 높은 출현량과 점유율을 나타내는 종(Yoon and Choi, 2003; Yoo, 2001; 유 등, 2006)으로, 4월과 6월은 모든 권역에서 우점하였으며, 66.8~66.9%의 높은 점유율을 나타냄

○ *Paracalanus* 속(genus)에 속하는 *Paracalanus parvus* s.l.는 서해안의 연안해역과 기수역에 연중 우점하는 종(심 등, 1988; 황과 최 1993; 국토해양부 2009; Han et al., 1995; Park et al., 2002; Lee et al., 2006)으로 7월에 모든 권역에서 우점하였으며, 특히 Ⅱ권역에 53.1%로 높은 점유율을 보임

○ *Noctiluca scintillans*는 우리나라 연안해역과 내만에서 대발생하는 종(Umani et al., 2004)으로 이러한 대발생은 일반적으로 규조류의 대증식(Huang and Qi 1997; Dela-Cruz et al., 2003), 수온과 염분 그리고 안정한 수괴에 의해 영향을 받는 종(Miyaguchi et al., 2006)으로 12월에 높은 점유율을 나타내 우점하였으며, 특히 12월에 Ⅲ권역에 78.7%로 높은 점유율을 나타냄

○ *Tortanus spinicaudatus*는 수온이 높을 때 서식하는 저서성 요각류로(Youn and Choi 2008), 9월 우점종으로 출현하였으며, 특히 9월 Ⅰ권역에서 35.8%의 높은 점유율을 보임

○ *Calanus* 속(genus)에 속하는 *Calanus sinicus*는 여름철 표층의 수온이 상승하면 이를

피해 저층 냉수괴로 이동하는 종(Wang et al., 2003)으로 6월 Ⅳ권역에서만 우점함

- ○ *Corycaeus* 속(genus)에 속하는 *C. affinis*는 대표적인 서해 연안에 서식하는 종으로(임 등, 2009), 10월 Ⅰ권역에서 41.6%로 높은 우점율을 보임
- ○ *Labidocera* 속(genus)에 속하는 *Labidocera euchaeta*는 국내에서는 외양성 종으로 알려져 있으며, 경기만의 북부해역에서 특별하게 우점하여 출현하며(서, 2010), 4월 Ⅰ권역에서만 우점함
- ○ *Paracalanus crassirostris*는 저수온기에는 소량의 개체수만이 출현하다가 높은 수온이 형성되는 하계에 내만 수역에서 급격히 개체수가 증가하는 양상을 보이며(윤 등, 2003), 7월 Ⅰ권역에서만 우점함
- ○ Cirriped nauplius는 주로 수온이 높고 염분이 낮은 여름과 가을에 높은 출현빈도를 나타내며(Choi et al., 2015), 10월에 Ⅰ권역에서만 우점함
- ○ 본 조사 시 출현한 우점종인 *Acartia hongi, Paracalanus parvus* s.l., *Calanus affinis, Noctiluca scintillans, Tortanus spinicaudatus*는 우리나라 연안해역에 대표적으로 출현하는 종으로 보고됨(Seo et al., 2018)

3) 생태학적 제지수

가) 종다양도지수

(1) 1차년도

- ○ 1차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 평균 종다양도지수는 1.65±0.58로 2020년 6월에 1.20±0.30, 9월에 2.10±0.36, 12월에 1.66±0.63으로 2020년 9월에 가장 높음
- ○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1.16±0.32(0.80~1.41), Ⅱ권역은 1.39±0.00 (1.39~1.39), Ⅲ권역은 1.02±0.07(0.97~1.07), Ⅳ권역은 1.22±0.47(0.71~1.62)의 범위를 나타냄
- ○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 2.03±0.52(1.44~2.39), Ⅱ권역은 2.10±0.64 (1.64~2.55), Ⅲ권역은 2.05±0.14(1.95~2.15), Ⅳ권역은 2.22±0.28(1.92~2.47)의 범위를 나타냄
- ○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1.07±0.38(0.67~1.42), Ⅱ권역은 2.05±0.07 (2.00~2.10), Ⅲ권역은 1.41±1.01(0.70~2.13), Ⅳ권역은 2.15±0.21(1.90~2.28)로 Ⅱ권역과 Ⅳ권역에서 높은 값을 나타냄

(2) 2차년도

- ○ 2차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 평균 종다양도지수는 1.81±0.45로 2021년 4월에 1.47±0.51, 7월에 1.95±0.29, 10월에 2.05±0.25, 2022년 1월에 1.81±0.49으로 2021년

10월에 가장 높음

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.86±0.35(0.46~1.11), Ⅱ권역은 1.97±0.48(1.64~2.31), Ⅲ권역은 1.73±0.26(1.55~1.91), Ⅳ권역은 1.57±0.11(1.47~1.69)로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 2.15±0.23(1.88~2.31), Ⅱ권역은 1.73±0.51 (1.37~2.10), Ⅲ권역은 1.80±0.32(1.58~2.03), Ⅳ권역은 2.00±0.08(1.91~2.07)로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 1.83±0.30(1.49~2.05), Ⅱ권역은 2.18±0.01(2.17~2.18), Ⅲ권역은 2.17±0.05(2.13~2.21), Ⅳ권역은 2.11±0.30(1.80~2.41)로 Ⅰ권역이 가장 낮음

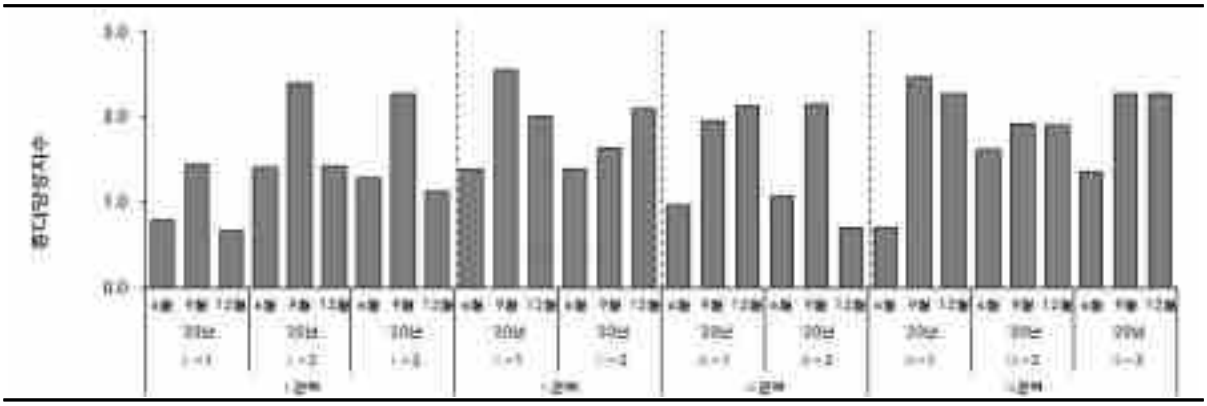
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 1.29±0.60(0.64~1.82), Ⅱ권역은 2.25±0.22 (2.09~2.40), Ⅲ권역은 2.00±0.07(1.95~2.06), Ⅳ권역은 1.89±0.22(1.66~2.09)로 Ⅱ권역이 가장 높음

(3) 요약

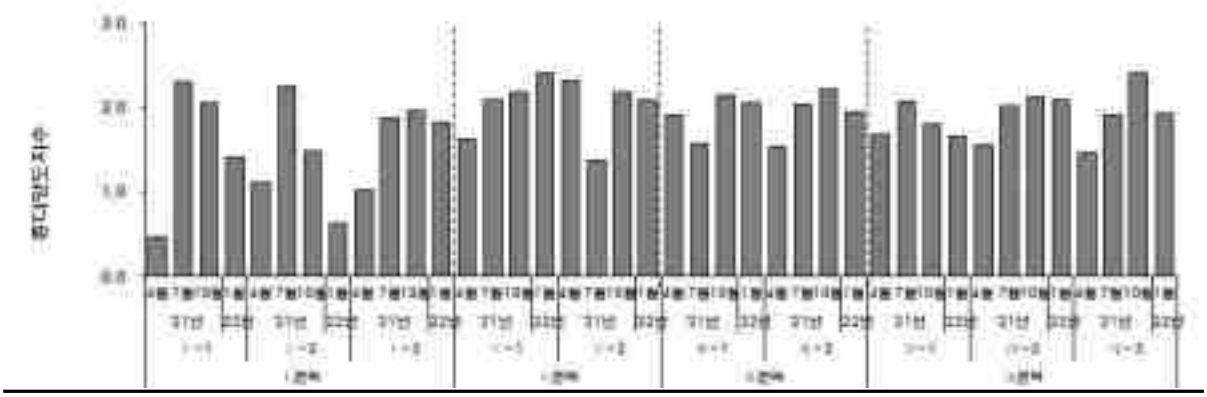
○ 종다양성지수는 1차년도 추계(9월)에 가장 높은 값을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-35> 권역별 동물플랑크톤 종다양도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1.16±0.32	1.39±0.00	1.02±0.07	1.22±0.47	1.20±0.30
	2020년 9월	2.03±0.52	2.10±0.64	2.05±0.14	2.22±0.28	2.10±0.36
	2020년 12월	1.07±0.38	2.05±0.07	1.41±1.01	2.15±0.21	1.66±0.63
	평균±표준편차	1.42±0.58	1.85±0.46	1.49±0.65	1.86±0.56	1.65±0.58
2차 년도	2021년 4월	0.86±0.35	1.97±0.48	1.73±0.26	1.57±0.11	1.47±0.51
	2021년 7월	2.15±0.23	1.73±0.51	1.80±0.32	2.00±0.08	1.95±0.29
	2021년 10월	1.83±0.30	2.18±0.01	2.17±0.05	2.11±0.30	2.05±0.25
	2022년 1월	1.29±0.60	2.25±0.22	2.00±0.07	1.89±0.22	1.81±0.49
	평균±표준편차	1.53±0.62	2.03±0.35	1.93±0.25	1.89±0.27	1.82±0.45
평균±표준편차		1.49±0.59	1.95±0.39	1.74±0.50	1.88±0.41	1.75±0.51



(그림 Ⅱ-2.3.2-33) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-34) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종다양도지수

나) 종균등도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 평균 종균등도지수는 0.60±0.18로 2020년 6월에 0.45±0.12, 9월에 0.68±0.10, 2020년 12월에 0.67±0.21로 9월과 12에 높은 값을 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 0.44±0.08(0.35~0.50), Ⅱ권역은 0.54±0.03 (0.51~0.56), Ⅲ권역은 0.36±0.05(0.33~0.39), Ⅳ권역은 0.48±0.20 (0.28~0.67)의 범위를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.69±0.14(0.53~0.77), Ⅱ권역은 0.70±0.17 (0.58~0.81), Ⅲ권역은 0.63±0.04(0.60~0.66), Ⅳ권역은 0.70±0.07 (0.63~0.78)로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.54±0.07(0.47~0.61), Ⅱ권역은 0.78±0.03 (0.76~0.80), Ⅲ권역은 0.48±0.35(0.23~0.72), Ⅳ권역은 0.85±0.03(0.83~0.88)으로 Ⅱ권역과 Ⅳ권역에서 높은 값을 나타냄

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 평균 종균등도지수는 0.67±0.14로 2021년 4월에 0.57±0.16, 7월에 0.64±0.11, 10월에 0.66±0.07, 2022년 1월에 0.80±0.08로 1월에 높은 값을 보임

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.38±0.13(0.24~0.50), Ⅱ권역은 0.75±0.13 (0.66~0.83), Ⅲ권역은 0.61±0.07(0.56~0.66), Ⅳ권역은 0.61±0.04 (0.56~0.64)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.73±0.09(0.63~0.81), Ⅱ권역은 0.59±0.16 (0.47~0.70), Ⅲ권역은 0.56±0.11(0.48~0.64), Ⅳ권역은 0.63±0.08 (0.57~0.72)로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.64±0.13(0.51~0.76), Ⅱ권역은 0.67±0.00 (0.67~0.68), Ⅲ권역은 0.66±0.01(0.65~0.66), Ⅳ권역은 0.66±0.08(0.58~0.74)으로 권역 간 유사함

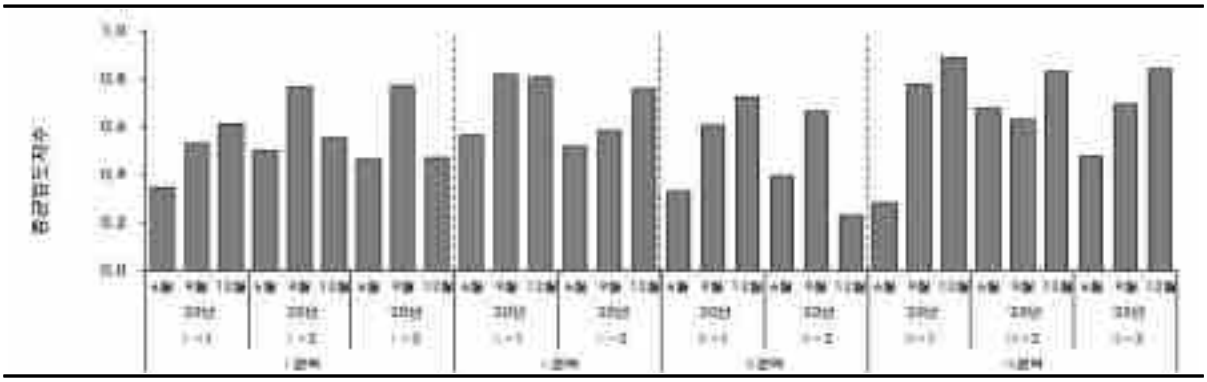
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.75±0.15(0.61~0.92), Ⅱ권역은 0.84±0.04 (0.81~0.87), Ⅲ권역은 0.81±0.03(0.79~0.83), Ⅳ권역은 0.81±0.03(0.78~0.84)의 범위를 나타냄

(3) 요약

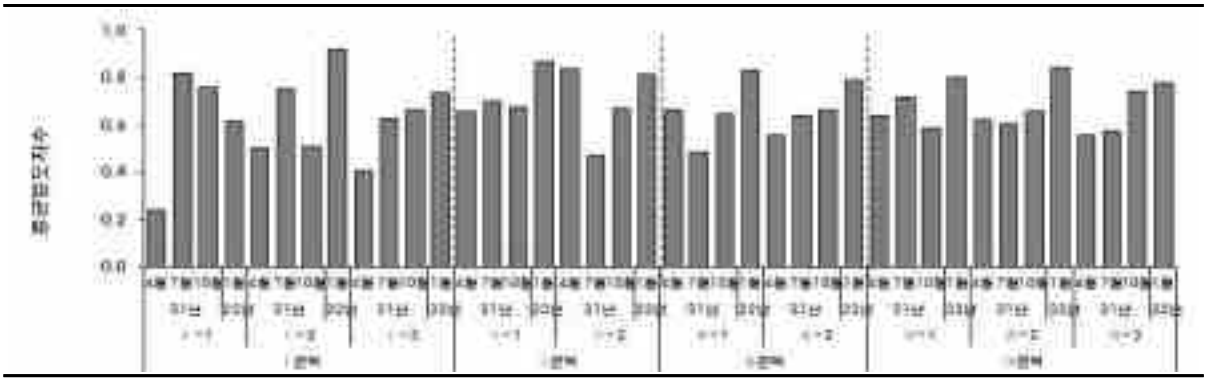
○ 종균등도지수는 1차년도 동계 Ⅱ권역, Ⅳ권역, 2차년도 동계 Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역에서 높은 값을 보이는 것으로 분석됨

<표 Ⅱ-2.3.2-36> 권역별 동물플랑크톤 종균등도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.44±0.08	0.54±0.03	0.36±0.05	0.48±0.20	0.45±0.12
	2020년 9월	0.69±0.14	0.70±0.17	0.63±0.04	0.70±0.07	0.68±0.10
	2020년 12월	0.54±0.07	0.78±0.03	0.48±0.35	0.85±0.03	0.67±0.21
	평균±표준편차	0.56±0.14	0.67±0.13	0.49±0.20	0.68±0.19	0.60±0.18
2차 년도	2021년 4월	0.38±0.13	0.75±0.13	0.61±0.07	0.61±0.04	0.57±0.16
	2021년 7월	0.73±0.09	0.59±0.16	0.56±0.11	0.63±0.08	0.64±0.11
	2021년 10월	0.64±0.13	0.67±0.00	0.66±0.01	0.66±0.08	0.66±0.07
	2022년 1월	0.75±0.15	0.84±0.04	0.81±0.03	0.81±0.03	0.80±0.08
	평균±표준편차	0.63±0.19	0.71±0.13	0.66±0.11	0.68±0.10	0.67±0.14
평균±표준편차		0.60±0.17	0.69±0.13	0.59±0.17	0.68±0.14	0.64±0.16



(그림 Ⅱ-2.3.2-35) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-36) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종균등도지수

다) 종풍부도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 평균 종풍부도지수는 2.72±0.84로 2020년 6월에 2.06±0.32, 9월에 3.36±0.52, 12월에 2.75±0.99로 9월에 가장 높음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1.83±0.48(1.29~2.21), Ⅱ권역은 2.28±0.18 (2.15~2.40), Ⅲ권역은 2.19±0.17(2.07~2.32), Ⅳ권역은 2.04±0.21(1.90~2.28)의 범위를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3.01±0.56(2.39~3.45), Ⅱ권역은 3.30±0.65 (2.83~3.76), Ⅲ권역은 3.56±0.32(3.33~3.78), Ⅳ권역은 3.63±0.55(3.06~4.17)로 모든 권역에서 3이상의 값을 보임

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1.62±0.92(0.60~2.37), Ⅱ권역은 3.20±0.53 (2.83~3.58), Ⅲ권역은 3.30±0.64(2.85~3.75), Ⅳ권역은 3.22±0.68(2.44~3.68)로 Ⅰ권역에서 가장 낮음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 동물플랑크톤 평균 종풍부도지수는 2.56±0.82로 2021년 4월에 1.95±0.62, 7월에 2.76±0.65, 10월에 3.19±0.48, 2022년 1월에 2.35±0.97로 10월에 가장 높음

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1.32±0.52(0.75~1.78), Ⅱ권역은 2.21±0.84 (1.62~2.81), Ⅲ권역은 2.58±0.21(2.43~2.73), Ⅳ권역은 1.99±0.17(1.80~2.12)의 범위를 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 2.49±0.26(2.23~2.75), Ⅱ권역은 2.10±0.56 (1.70~2.50), Ⅲ권역은 3.15±0.22(3.00~3.31), Ⅳ권역은 3.22±0.79(2.37~3.92)로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역에서 높은 값을 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 2.58±0.28(2.3~2.86), Ⅱ권역은 3.35±0.22(3.19~3.51), Ⅲ권역은 3.31±0.14(3.21~3.41), Ⅳ권역은 3.62±0.23(3.48~3.88)의 범위를 나타냄

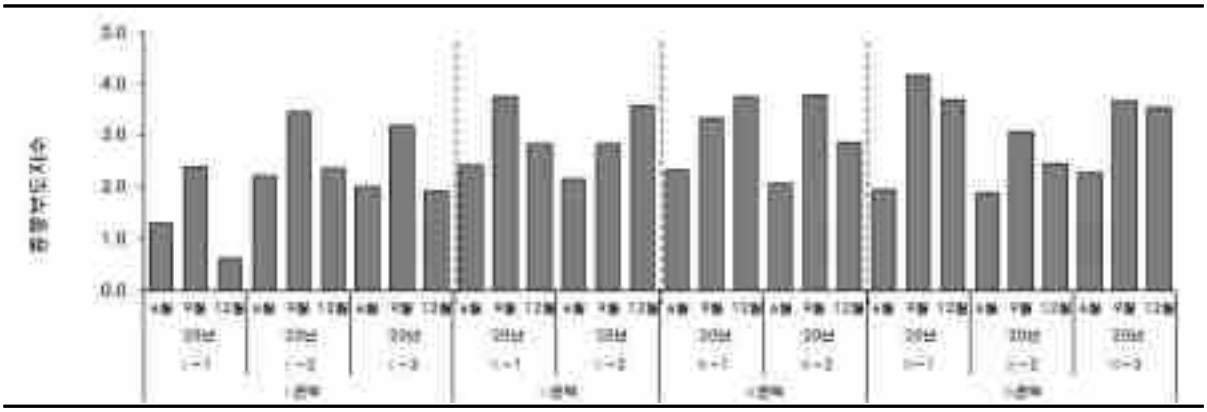
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 1.68±1.20(0.40~2.78), Ⅱ권역은 3.58±0.33 (3.35~3.82), Ⅲ권역은 1.93±0.07(1.88~1.98), Ⅳ권역은 2.47±0.62(1.86~3.09)로 Ⅱ권역에서 가장 높음

(3) 요약

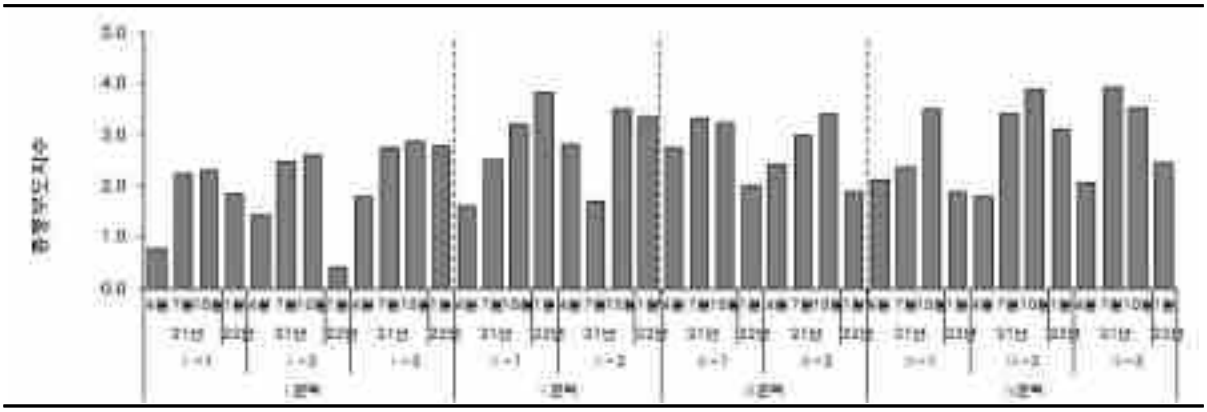
○ 종균등도지수는 추계(9월, 10월)에 높은 수준을 나타내는 것으로 분석됨

<표 Ⅱ-2.3.2-37> 권역별 동물플랑크톤 종풍부도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1.83±0.48	2.28±0.18	2.19±0.17	2.04±0.21	2.06±0.32
	2020년 9월	3.01±0.56	3.30±0.65	3.56±0.32	3.63±0.55	3.36±0.52
	2020년 12월	1.62±0.92	3.20±0.53	3.30±0.64	3.22±0.68	2.75±0.99
	평균±표준편차	2.15±0.87	2.93±0.63	3.02±0.73	2.96±0.84	2.72±0.84
2차 년도	2021년 4월	1.32±0.52	2.21±0.84	2.58±0.21	1.99±0.17	1.95±0.62
	2021년 7월	2.49±0.26	2.10±0.56	3.15±0.22	3.22±0.79	2.76±0.65
	2021년 10월	2.58±0.28	3.35±0.22	3.31±0.14	3.62±0.23	3.19±0.48
	2022년 1월	1.68±1.20	3.58±0.33	1.93±0.07	2.47±0.62	2.35±0.97
	평균±표준편차	2.02±0.81	2.81±0.82	2.74±0.59	2.83±0.80	2.56±0.82
평균±표준편차		2.08±0.82	2.86±0.72	2.86±0.64	2.88±0.80	2.63±0.83



(그림 Ⅱ-2.3.2-37) 1차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-38) 2차년도 동물플랑크톤 권역 및 정점별 종풍부도지수

4) 군집분석

○ 출현량 기준 유사도 28.0% 수준에서 총 3개의 정점군(A, B, C)으로 구분됨

○ 정점군 A에서 동계, 춘계, 하계가 해당되며, 기여종으로 *Acartia hongi*, Copepodite *Acartia*, *Paracalanus parvus* s.l.가 출현함

○ 정점군 B에서 추계, 하계가 해당되며, 기여종으로 *Paracalanus parvus* s.l., *Corycaeus affinis*, Copepodite *Paracalanus*가 출현함

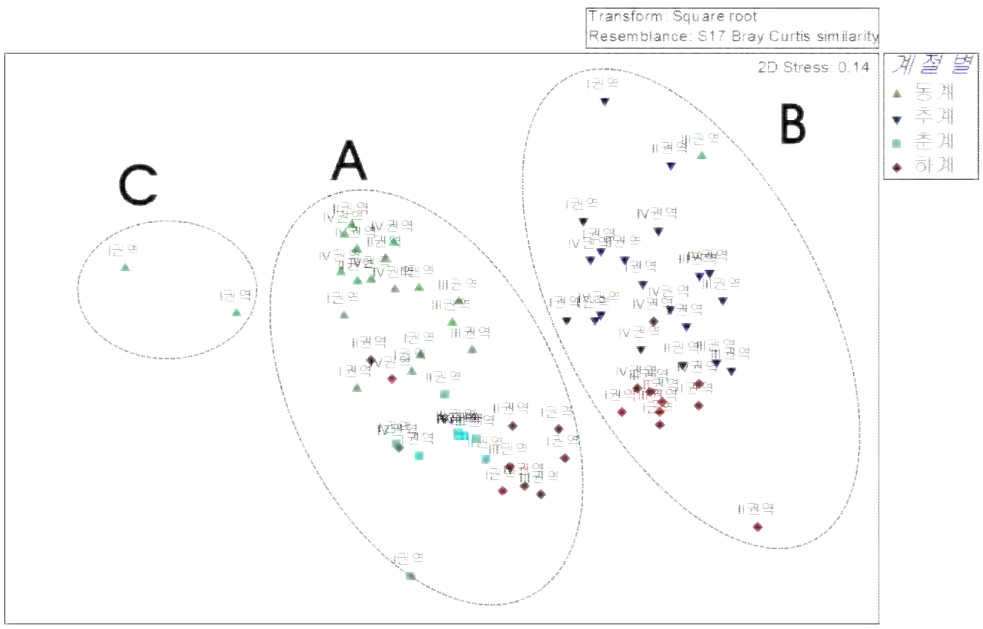
○ 정점군 C에서 동계 Ⅰ권역이 해당되며, 기여종으로 *Acartia hongi*가 출현함

○ 동물플랑크톤 군집은 계절에 따라 구분되었으며, 권역 간 유사한 생물상을 보임

○ ANOSIM 분석 결과에서도 계절 간 통계적으로 유의한 차이를 보임(계절별, Global R=0.589, p<0.01; 권역별, Global R=0.007, p<0.01)

<표 Ⅱ-2.3.2-38> 동물플랑크톤 군집별 기여종 및 ANOSIM 결과

구분	A	B	C
계절	동계, 춘계, 하계	추계, 하계	동계(Ⅰ권역)
기여종 (기여도 %)	*Acartia hongi*(29.9%)	*Paracalanus parvus* s.l.(17.3%)	*Acartia hongi*(100.0%)
	Copepodite *Acartia*(14.3%)	*Corycaeus affinis*(10.9%)	-
	Paracalanus parvus s.l.(13.6%)	Copepodite *Paracalanus*(7.8%)	-
계절(동계, 춘계, 하계, 추계)		Global R : 0.589, p<0.01	
권역 간(Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역)		Global R : 0.007, p>0.05	



(그림 Ⅱ-2.3.2-39) 동물플랑크톤 출현량 기준 MDS

5) 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 동물플랑크톤 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015~2019년에 수행한 문헌자료『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계, 해양수산부』를 검토하였으며 권역별 출현종수, 출현량, 우점종 및 군집 변동 양상을 시기별로 파악하여 제시함

가) 단변량

○ 동물플랑크톤 평균 출현종수는 16±5종으로 동계에 12±4종, 춘계에 16±4종, 하계에 18±4종, 추계에 18±6종으로 계절간 유사하였으며, 절지동물에 속하는 요각류가 주요 분류군으로 출현함

○ 상자그림 분석 결과, 2016~2019년은 동계와 춘계에서 이상치가 집중되었으며, 권역 중 Ⅰ권역과 Ⅱ권역에서 이상치가 집중됨

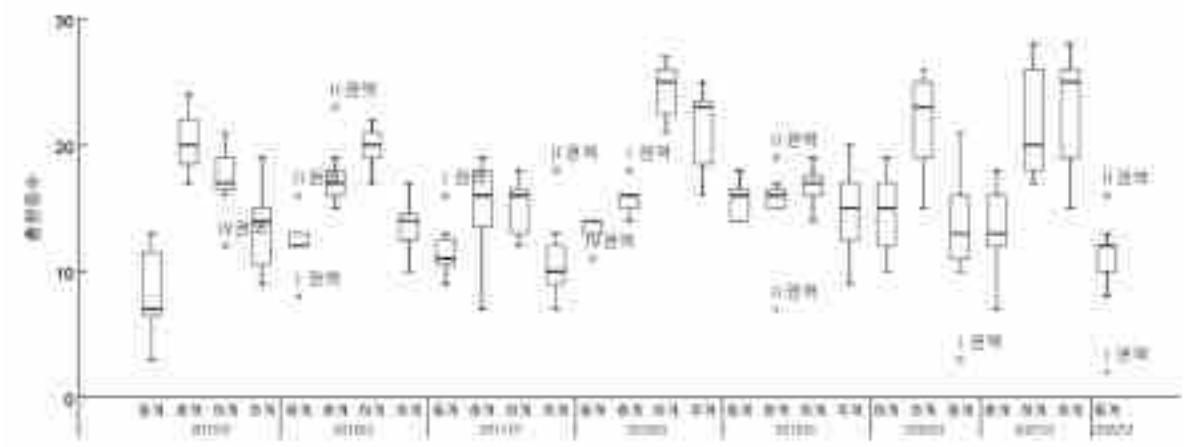
○ 권역별로 살펴본 결과, Ⅰ권역에서 평균 출현종수는 동계에 10±5종, 춘계에 15±5종, 하계에 18±4종, 추계에 16±5종으로 하계에 높고, 2018년과 2020년 하계에 이상치가 출현함

○ Ⅱ권역에서 평균 출현종수는 동계에 13±3종, 춘계에 16±5종, 하계에 18±3종, 추계에 17±5종으로 하계에 높고, 2015년 동계, 2017년과 2019년 춘계, 2021년 추계에 이상치가 출현함

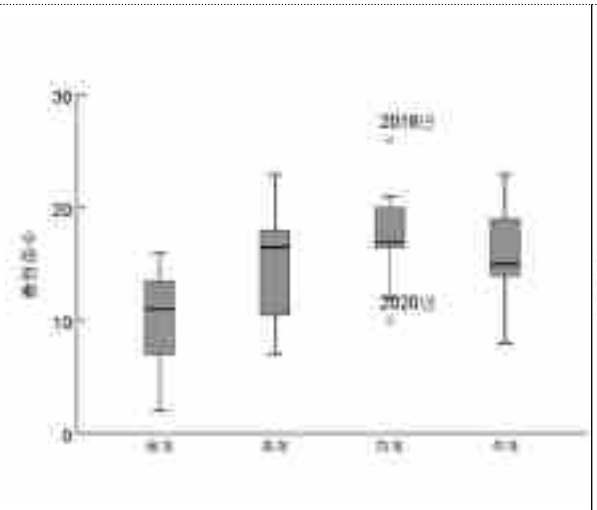
○ Ⅲ권역에서 평균 출현 종수는 동계에 13±4종, 춘계에 16±2종, 하계에 19±4종, 추계에 19±7종으로 하계와 추계에 높고, 2015년과 2020년 동계에 이상치가 출현함

○ Ⅳ권역에서 평균 출현 종수는 동계에 12±3종, 춘계에 16±3종, 하계에 19±6종, 추계에 19±6종으로 하계와 추계에 높고, 2019년 동계, 2015년 춘계에 이상치가 출현함

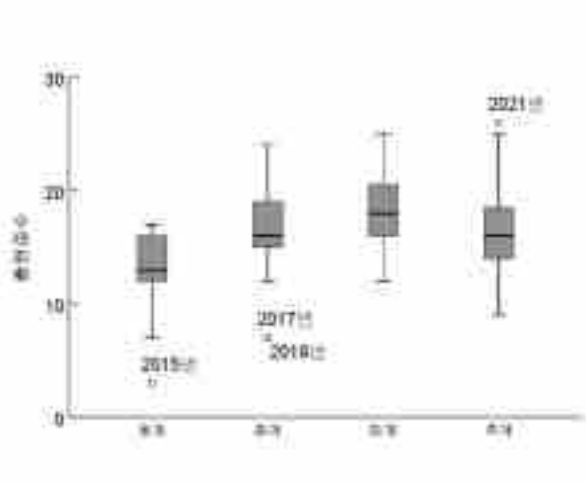
○ 요각류의 출현에 따라 출현 종수가 계절별 차이를 보였으며, 주로 동계와 춘계에 이상치가 집중되는 것으로 판단됨



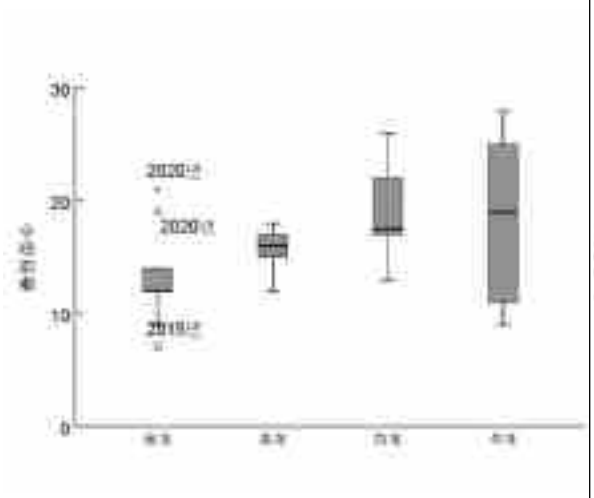
전체



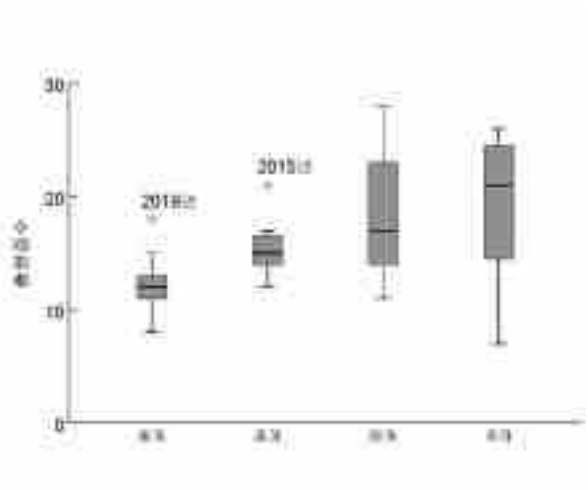
Ⅰ권역



Ⅱ권역



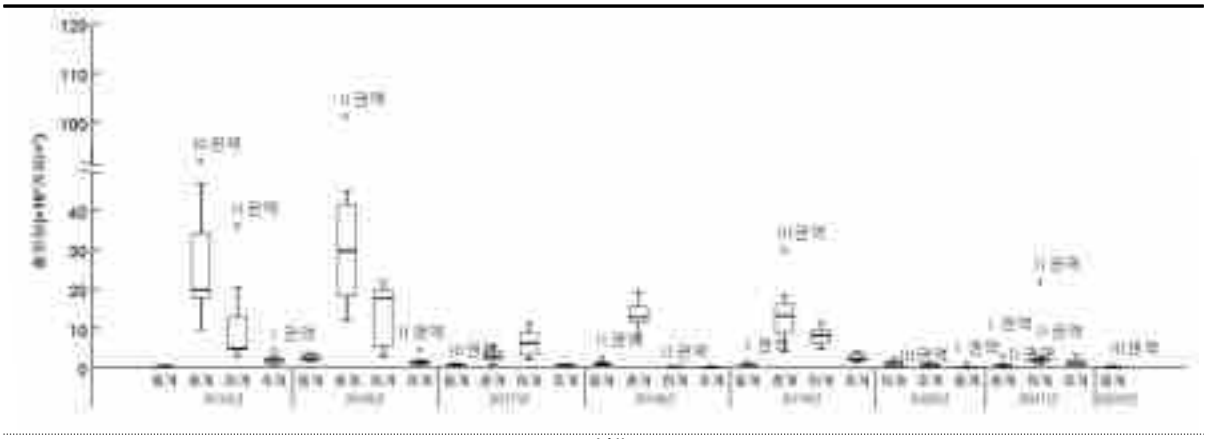
Ⅲ권역



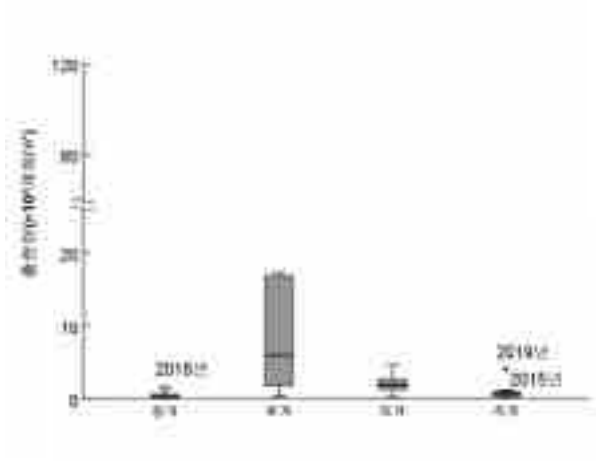
Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-40) 권역 및 계절별 동물플랑크톤 출현종수 변동양상

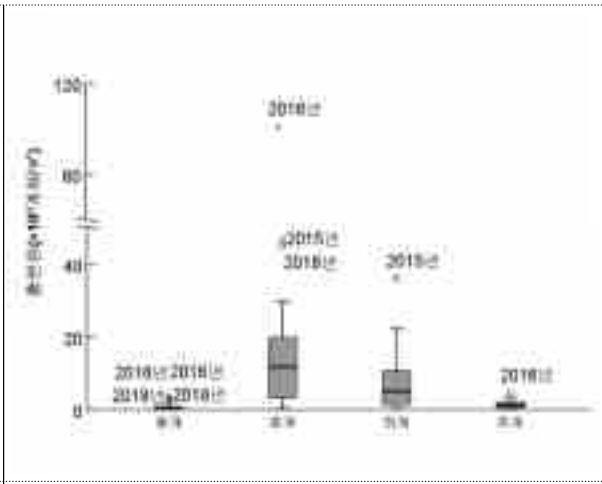
- 동물플랑크톤 장기변동의 평균 출현량은 5,405±11,945개체/㎥으로 동계에 727±884개체/㎥, 춘계에 15,737±21,176개체/㎥, 하계에 5,828±7,447개체/㎥, 추계에 1,206±1,127개체/㎥으로 춘계에 높음
- 동계와 춘계에는 절지동물에 속하는 요각류 *A. hongi*가 높은 출현량을 보여, 동계와 춘계에 Ⅱ권역과 Ⅲ권역에 이상치가 집중됨
- Ⅰ권역에서 평균 출현량은 동계에 455±528개체/㎥, 춘계에 8,340±7,511개체/㎥, 하계에 2,123±1,452개체/㎥, 추계에 1,120±1,443개체/㎥로 춘계에 높고, 춘계에 *A. hongi*가 높은 출현량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 2016년 동계에 *P. parvus* s.l., 2015년 추계에 Copepoda copepodites, 2019년 추계에는 원생동물에 속하는 *N. scintillans*가 높은 출현량으로 인해 이상치를 보임
- Ⅱ권역에서 평균 출현량은 동계에 944±1,081개체/㎥, 춘계에 19,672±25,445개체/㎥, 하계에 8,517±9,712개체/㎥, 추계에 1,413±1,154개체/㎥로 춘계에 높고, 춘계에 *A. hongi*가 높은 출현량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계와 하계에 원생동물에 속하는 *N. scintillans*, 2016년 동계, 춘계, 추계, 2018년 동계에 *A. hongi*가 높은 출현량으로 인해 이상치를 나타냄
- Ⅲ권역에서 평균 출현량은 동계에 871±910개체/㎥, 춘계에 19,822±25,469개체/㎥, 하계에 5,059±5,017개체/㎥, 추계에 1,369±1,138개체/㎥으로 춘계에 높고, 춘계에 *N. scintillans*가 높은 출현량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계에 *N. scintillans*, 2016년 동계는 *A. hongi*, 2016년 하계는 *P. parvus* s.l.가 높은 출현량으로 인해 이상치를 나타냄
- Ⅳ권역에서 평균 출현량은 동계에 441±688개체/㎥, 춘계에 8,645±8,767개체/㎥, 하계에 5,870±8,073개체/㎥, 추계에 727±560개체/㎥으로 춘계에 높고, 춘계에 *A. hongi*가 높은 출현량을 나타냄
- 상자그림 분석 결과, 2015년 하계에 *N. scintillans*, 2016년 동계에 *A. hongi*, 2016년 하계에 *P. parvus* s.l.가 높은 출현량으로 인해 이상치를 나타냄
- 동물플랑크톤 출현량은 *N. scintillans*, *A. hongi*, *P. parvus* s.l.의 출현량에 의해 좌우되는 것으로 분석되었으며, 권역 및 시기별 이상치 또한 특정 종의 출현량에 의해 나타나는 것으로 판단됨



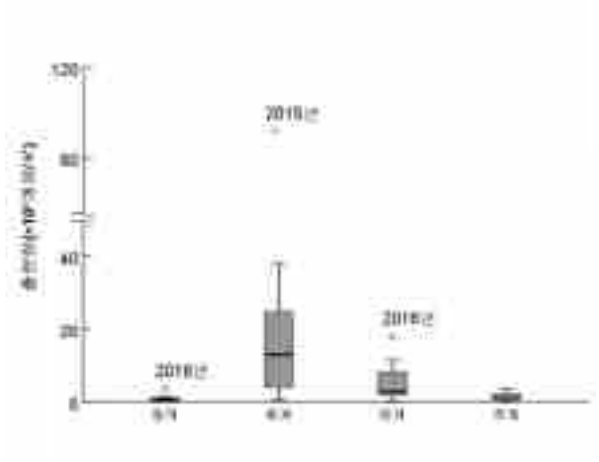
전체



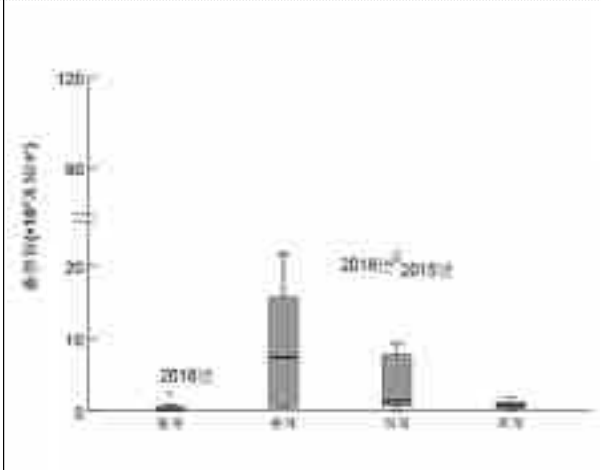
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-41) 권역 및 계절별 동물플랑크톤 출현량 변동양상

나) 우점종

○ 동물플랑크톤 출현량 기준 상위 3종을 우점종으로 선정함

○ 계절별로 동계와 춘계에 *A. hongi*가 45.0% 이상의 높은 점유율로 모든 권역에서

우점하였으며, 하계와 추계에서 *P. parvus* s.l.이 Ⅰ권역 추계(13.2%)를 제외한 모든 권역에서 29.0% 이상의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-39> 권역 및 계절별 동물플랑크톤 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
동계	*Acartia hongi* (47.4%)	*Acartia hongi* (44.4%)	*Acartia hongi* (42.4%)	*Acartia hongi* (43.7%)	*Acartia hongi* (44.1%)
	Paracalanus parvus s.l. (18.3%)	*Paracalanus parvus* s.l. (15.2%)	*Paracalanus parvus* s.l. (11%)	*Paracalanus parvus* s.l. (13.8%)	*Paracalanus parvus* s.l. (14.1%)
	Copepoda copepodites (8.6%)	Copepoda copepodites (12.0%)	Copepoda copepodites (9.7%)	*Labidocera euchaeta* (10.8%)	Copepoda copepodites (10.7%)
춘계	*Acartia hongi* (68.0%)	*Acartia hongi* (49.9%)	*Noctiluca scintillans* (46.2%)	*Acartia hongi* (44.6%)	*Acartia hongi* (46.1%)
	Noctiluca scintillans (12.9%)	*Noctiluca scintillans* (19.0%)	*Acartia hongi* (35.1%)	*Noctiluca scintillans* (27.8%)	*Noctiluca scintillans* (28.4%)
	Copepoda copepodites (7.4%)	*Calanus sinicus* (12.2%)	*Calanus sinicus* (5.4%)	*Calanus sinicus* (7.4%)	*Calanus sinicus* (8.3%)
하계	*Paracalanus parvus* s.l. (29.0%)	*Paracalanus parvus* s.l. (30.0%)	*Paracalanus parvus* s.l. (32.7%)	*Noctiluca scintillans* (31.2%)	*Paracalanus parvus* s.l. (30.3%)
	Acartia hongi (23.3%)	*Noctiluca scintillans* (22.9%)	*Acartia hongi* (23%)	*Paracalanus parvus* s.l. (28.8%)	*Noctiluca scintillans* (19.1%)
	Copepoda copepodites (8.2%)	*Acartia hongi* (13.8%)	Copepoda copepodites (13.8%)	Copepoda copepodites (11.9%)	*Acartia hongi* (15.3%)
추계	Copepoda copepodites (15.2%)	*Paracalanus parvus* s.l. (36.4%)	*Paracalanus parvus* s.l. (32.7%)	*Paracalanus parvus* s.l. (41.1%)	*Paracalanus parvus* s.l. (31.6%)
	Noctiluca scintillans (14.6%)	*Noctiluca scintillans* (12.2%)	*Noctiluca scintillans* (17.1%)	*Noctiluca scintillans* (8.8%)	*Noctiluca scintillans* (13.7%)
	Paracalanus parvus s.l. (13.2%)	Copepoda copepodites (11.4%)	*Corycaeus affinis* (9.1%)	*Corycaeus affinis* (7.6%)	Copepoda copepodites (10.2%)

- *A. hongi*는 기수역과 연안해역에서 주로 출현하여 동계 또는 춘계에 우점하는 종(Seo et al., 2018; Youn et al., 2012)으로 Ⅰ권역~Ⅳ권역에서 모두 출현하였고 특히 Ⅰ권역 춘계에서 68.0%로 가장 높은 점유율을 보임
- *N. scintillans*의 출현량은 주로 연안에 유입되는 영양염에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(Yoo et al., 2006), 춘계에 모든 권역에서 우점하였고 특히 Ⅲ권역 춘계에 46.2%로 가장 높은 점유율을 보임
- Moon et al. (2012)은 추계 동물플랑크톤 군집에 *P. parvus* s.l.가 주요 분류군으로 기여한다고 하였으며, Ⅰ권역을 제외한 모든 권역에서 추계에 최상위 우점종으로 출현하였고 특히 Ⅳ권역에서 41.1%로 가장 높은 점유율을 보임
- 상위 우점종으로 출현한 *A. hongi*, *P. parvus s.l.*, *N. scintillans*는 인천 연안에서 연중 출현하는 종으로(Suh et al., 1991; Youn and Choi, 2003; Yoo et al., 2006) 모든 권역에서 높은 출현빈도를 보이며, 계절에 따라 뚜렷한 변동성이 관찰됨

다. 어란 및 자치어

1) 어란

가) 단변량

(1) 출현종수

(가) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장에서 멸치(*Engraulis japonicus*)와 미동정(Unidentified spp.) 어란이 출현함

○ 어란의 평균 출현종수는 0.9±0.9종으로 2020년 6월은 2.0±0.0종, 9월은 0.5±0.5종, 12월에는 0.1±0.3종으로 낮은 종조성을 나타냄

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ~Ⅳ권역 각각 2.0±0.0종으로 모든 권역 및 정점에서 2종의 출현종수를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.3±0.6종(0~1종), Ⅱ권역은 1.0±0.0종(1종), Ⅲ권역은 1.0±0.0종(1종)을 나타내었으며, Ⅳ권역은 어란이 관찰되지 않음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅲ권역에서만 0.5±0.7종(0~1종)을 나타내었으며, 다른 권역에서는 어란이 관찰되지 않음

(나) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장에서 멸치(*E. japonicus*)와 미동정(Unidentified spp.) 어란이 출현함

○ 어란의 평균 출현종수는 0.1±0.5종의 출현종수를 나타내었고, 2021년 7월은 0.4±0.8종, 10월에는 0.1±0.3종, 2021년 4월과 2022년 1월은 미출현하여 모든 조사 시기에 낮은 종조성을 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅲ권역에서만 2.0±0.0종(2종)을 나타내었으며, 다른 권역에서는 어란이 관찰되지 않음

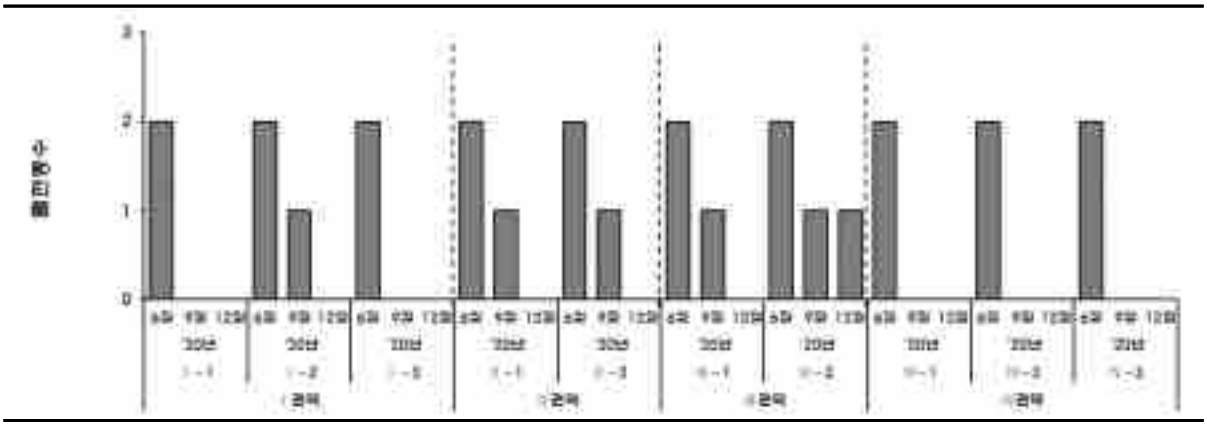
○ 2021년 10월 조사 시 Ⅲ권역에서만 0.5±0.7종(0~1종)을 나타내었으며, 다른 권역에서는 어란이 관찰되지 않음

(다) 요약

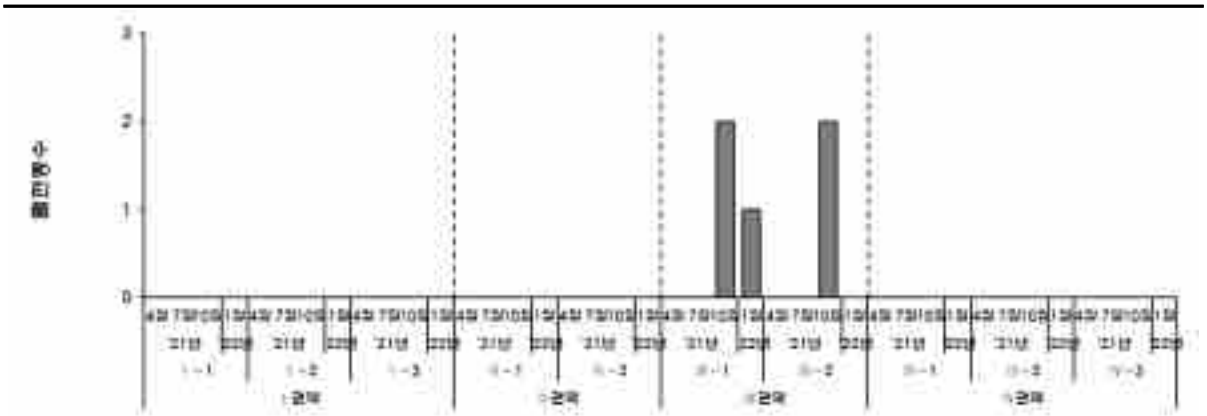
○ 어란 출현종수는 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란 2종만이 출현하여, 권역별 변동 폭이 크지 않고 낮은 종조성을 보이는 것으로 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-40> 권역별 어란 출현종수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.0
	2020년 9월	0.3±0.6	1.0±0.0	1.0±0.0	-	0.5±0.5
	2020년 12월	-	-	0.5±0.7	-	0.1±0.3
	평균±표준편차	0.8±1.0	1.0±0.9	1.2±0.8	0.7±1.0	0.9±0.9
2차 년도	2021년 4월	-	-	-	-	-
	2021년 7월	-	-	2.0±0.0	-	0.4±0.8
	2021년 10월	-	-	0.5±0.7	-	0.1±0.3
	2022년 1월	-	-	-	-	-
	평균±표준편차	-	-	0.6±0.9	-	0.1±0.5
평균±표준편차		0.3±0.7	0.4±0.8	0.9±0.9	0.3±0.7	0.4±0.8



(그림 Ⅱ-2.3.2-42) 1차년도 어란 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅱ-2.3.2-43) 2차년도 어란 권역 및 정점별 출현종수

(2) 출현량

(가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장에서 출현한 어란의 평균 출현량은 5,106±13,720 개체/1,000㎥로 2020년 6월은 14,888±21,106 개체/1,000㎥, 9월은 42±107 개체/1,000㎥, 12월에는 387±1,224 개체/1,000㎥으로 시기 간 큰 편차를 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 7,678±4,550 개체/1,000㎥(0~11,728 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 52,064±20,783 개체/1,000㎥(0~66,760 개체/1,000㎥), Ⅲ권역은 2,724±1,001 개체/1,000㎥(0~3,872 개체/1,000㎥), Ⅳ권역은 5,423±5,011 개체/1,000㎥(0~10,680 개체/1,000㎥)으로 Ⅱ권역에서 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란이 높은 출현량을 나타내어 조사 권역 중 가장 높은 값을 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 115±199 개체/1,000㎥(0~345 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 17±7 개체/1,000㎥(12~22 개체/1,000㎥), Ⅲ권역은 18±7 개체/1,000㎥(13~23 개체/1,000㎥)을 나타내었으며, Ⅳ권역은 어란이 관찰되지 않음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅲ권역에서만 1,936±2,738 개체/1,000㎥(0~3,872 개체/1,000㎥)을 나타내었으며, 다른 권역에서는 어란이 관찰되지 않음

(나) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장에서 출현한 어란의 평균 출현량은 4±18 개체/1,000㎥으로 2021년 7월은 13±33 개체/1,000㎥, 10월에는 4±11 개체/1,000㎥, 2021년 4월과 2022년 1월은 어란이 관찰되지 않음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅲ권역에서만 65±55 개체/1,000㎥(26~104 개체/1,000㎥)을 나타내었으며, 다른 권역에서는 어란이 관찰되지 않음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅲ권역에서만 18±25 개체/1,000㎥(0~35 개체/1,000㎥)을 나타내었으며, 다른 권역에서는 어란이 관찰되지 않음

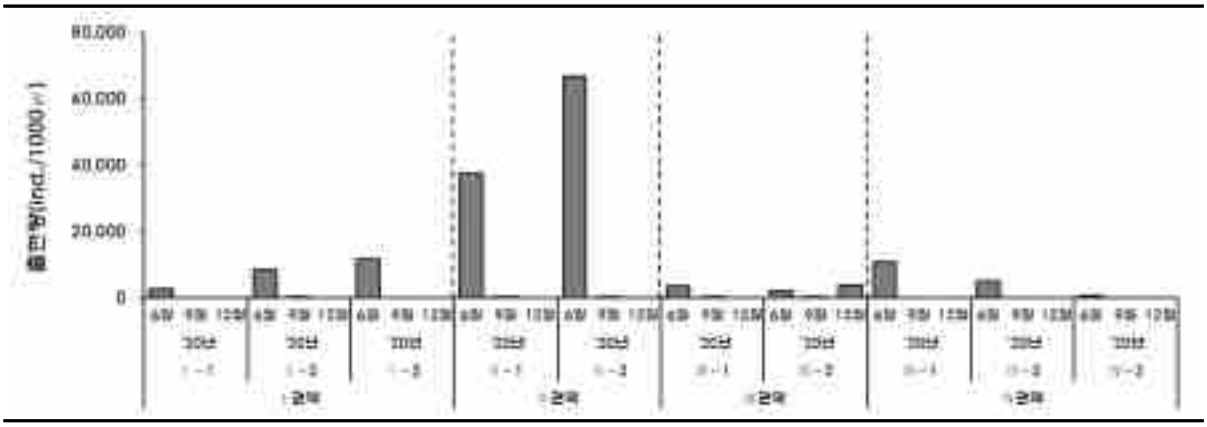
(다) 요약

○ 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란 출현량에 따라 조사시기 및 권역 간 차이를 보임

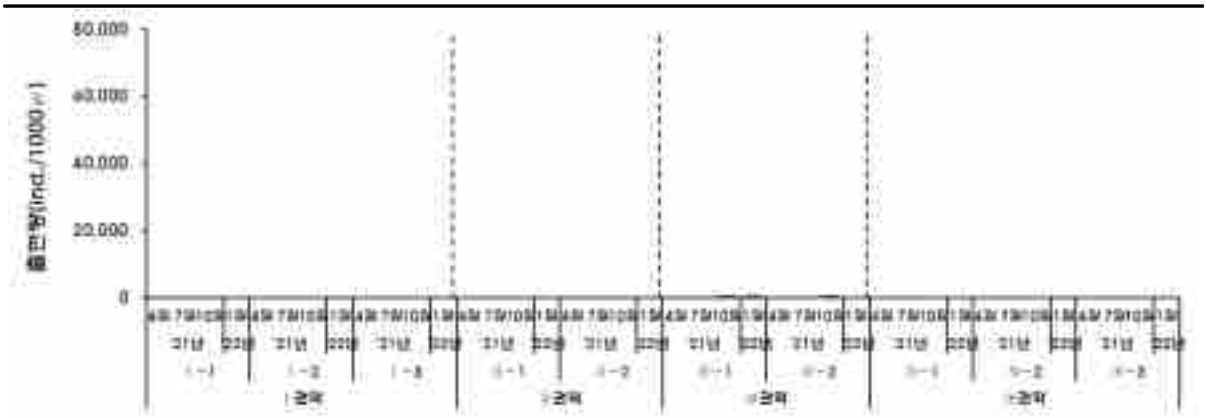
○ 권역 중 Ⅲ권역에서 어란이 꾸준하게 출현함

<표 Ⅱ-2.3.2-41> 권역별 어란 출현량(개체/1,000㎥)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	7,678±4,550	52,064±20,783	2,724±1,001	5,423±5,011	14,888±21,106
	2020년 9월	115±199	17±7	18±7	-	42±107
	2020년 12월	-	-	1,936±2,738	-	387±1,224
	평균±표준편차	2,598±4,439	17,360±28,443	1,559±1,803	1,808±3,692	5,106±13,720
2차 년도	2021년 4월	-	-	-	-	-
	2021년 7월	-	-	65±55	-	13±33
	2021년 10월	-	-	18±25	-	4±11
	2022년 1월	-	-	-	-	-
	평균±표준편차	-	-	21±36	-	4±18
평균±표준편차		1,113±3,101	7,440±19,765	680±1,369	774±2,509	2,190±9,251



(그림 Ⅱ-2.3.2-44) 1차년도 어란 권역 및 정점별 출현량



(그림 Ⅱ-2.3.2-45) 2차년도 어란 권역 및 정점별 출현량

나) 우점종

○ 인천 연안어장에서 출현한 어란 출현량을 기준으로 상위 2종을 우점종으로 선정하였으며, 3종 이하의 출현종수를 나타내어 단순한 군집조성을 나타낸 시기 및 권역에서는 출현한 모든 종이 우점종으로 선정됨

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 어란 우점종은 멸치(*E. japonicus*) 어란이 53.6% 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 46.4% 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2020년 6월에 멸치(*E. japonicus*) 어란, 9월과 12월에 미동정(Unidentified spp.) 어란이 높은 점유율을 차지함

<표 Ⅱ-2.3.2-42> 1차년도 조사시기별 어란 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Engraulis japonicus (55.1%)	Unidentified spp. (91.3%)	Unidentified spp. (100.0%)	*Engraulis japonicus* (53.6%)
Unidentified spp. (44.9%)	*Engraulis japonicus* (8.7%)	-	Unidentified spp. (46.4%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 미동정(Unidentified spp.) 어란이 70.6% 점유율을 차지하였고, 다음으로 멸치(*E. japonicus*) 어란이 29.4% 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 멸치(*E. japonicus*) 어란이 55.8% 점유율을 차지하였고, 다음으로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 44.2% 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 멸치(*E. japonicus*) 어란이 57.8% 점유율을 차지하였고, 다음으로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 42.2% 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 멸치(*E. japonicus*) 어란이 86.8% 점유율을 차지하였고, 다음으로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 13.2% 점유율을 나타냄

○ 모든 권역에서 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란이 출현함

<표 Ⅱ-2.3.2-43> 2020년 6월 조사 시 권역별 어란 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Unidentified spp. (70.6%)	*Engraulis japonicus* (55.8%)	*Engraulis japonicus* (57.8%)	*Engraulis japonicus* (86.8%)
Engraulis japonicus (29.4%)	Unidentified spp. (44.2%)	Unidentified spp. (42.2%)	Unidentified spp. (13.2%)

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 미동정(Unidentified spp.) 어란 단일종이 출현하여, 100.0% 점유율을 차지함

○ Ⅱ권역은 미동정(Unidentified spp.) 어란이 64.7% 점유율을 차지하였고, 다음으로 멸치(*E. japonicus*) 어란이 35.3% 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 멸치(*E. japonicus*) 어란 단일종이 출현하여, 100.0% 점유율을 차지함

○ Ⅳ권역은 어란이 관찰되지 않음

<표 Ⅱ-2.3.2-44> 2020년 9월 조사 시 권역별 어란의 출현량 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Unidentified spp. (100.0%)	Unidentified spp. (64.7%)	*Engraulis japonicus* (100.0%)	-
-	*Engraulis japonicus* (35.3%)	-	-

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅳ권역은 어란이 관찰되지 않음

○ Ⅲ권역은 미동정(Unidentified spp.) 어란 단일종이 출현하여, 100.0% 점유율을 차지함

<표 Ⅱ-2.3.2-45> 2020년 12월 조사 시 권역별 어란 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
-	-	Unidentified spp. (100.0%)	-

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 어란 우점종은 멸치(*E. japonicus*) 어란이 55.2% 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 44.8% 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2021년 7월에 멸치(*E. japonicus*) 어란, 10월에 미동정(Unidentified spp.) 어란이 높은 점유율을 차지하였으며, 2021년 4월과 2022년 1월에는 어란이 관찰되지 않았음

<표 Ⅱ-2.3.2-46> 2차년도 조사시기별 어란 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
-	*Engraulis japonicus* (70.0%)	Unidentified spp. (100.0%)	-	*Engraulis japonicus* (55.2%)
-	Unidentified spp. (30.0%)	-	-	Unidentified spp. (44.8%)

○ 2021년 4월 조사 시 어란이 관찰되지 않음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅳ권역은 어란이 관찰되지 않음

○ Ⅲ권역은 멸치(*E. japonicus*) 어란이 70.0% 점유율을 차지하였고, 다음으로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 30.0% 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-47> 2021년 7월 조사 시 권역별 어란의 출현량 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
-	-	*Engraulis japonicus* (70.0%)	-
-	-	Unidentified spp. (30.0%)	-

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅳ권역은 어란이 관찰되지 않음

○ Ⅲ권역은 미동정(Unidentified spp.) 어란 단일종이 출현하여, 100.0% 점유율을 차지함

<표 Ⅱ-2.3.2-48> 2021년 10월 조사 시 권역별 어란 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
-	-	Unidentified spp. (100.0%)	-

○ 2022년 1월 조사 시 어란이 관찰되지 않음

(3) 요약

○ 인천 연안어장 해역에서 출현한 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란이 주요 우점종으로 나타났으며, 멸치(*E. japonicus*) 어란은 수온이 상승하는 시기에 높은 빈도를 보이는 것으로 알려져 있으며(Lim et al., 1970), 본 조사 또한 수온이 상승하는 시기인 6월에 가장 높은 출현량을 나타내며 우점함

다) 생태학적 제지수

○ 군집의 종다양성은 종 풍부도와 종 균등도를 포괄한 개념으로 종 풍부도가 해당 지역에 서식하는 종의 수를 의미한다면, 종 균등도는 각 종이 얼마나 균일하게 풍부한지를 뜻하는 것으로 종 풍부도와 균등도가 높을수록 해당 군집의 다양성이 높다는 것을 의미함(해양생물학, 1997)

○ 어란 종조성은 생태학적 제지수를 이용하여 군집을 분석하기에 단순한 군집조성을 나타내고 있어 통계를 이용한 생태학적 제지수를 산출하지 않음

라) 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 어란 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015년~2019년에 수행한 문헌자료『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계, 해양수산부』를 검토하였으며 권역별 출현종수, 출현량, 우점종 및 군집 변동 양상을 시기별로 파악하여 제시함

(1) 단변량

○ 어란 장기변동의 평균 출현종수는 1.1±1.3종으로 동계에 0.1±0.3종, 춘계에 1.3±0.9종, 하계에 1.9±1.7종, 추계에 0.5±0.6종으로 낮은 출현종수를 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 2017년과 2018년 하계에 6종 이상의 출현종수를 나타내었고, 그 외 조사시기는 4종 미만의 낮은 종조성을 나타냄

○ Ⅰ권역에서 평균 출현종수는 춘계에 1.1±1.1종, 하계에 1.5±1.6종, 추계에 0.3±0.5종으로 나타났으며, 동계에는 어란이 관찰되지 않음

○ Ⅱ권역에서 평균 출현종수는 동계에 0.3±0.5종, 춘계에 1.5±0.8종, 하계에 2.1±2.0종, 추계에 0.6±0.5종으로, 2017년과 2018년 하계에 각각 6종, 8종이 출현하여 이상치가 나타남

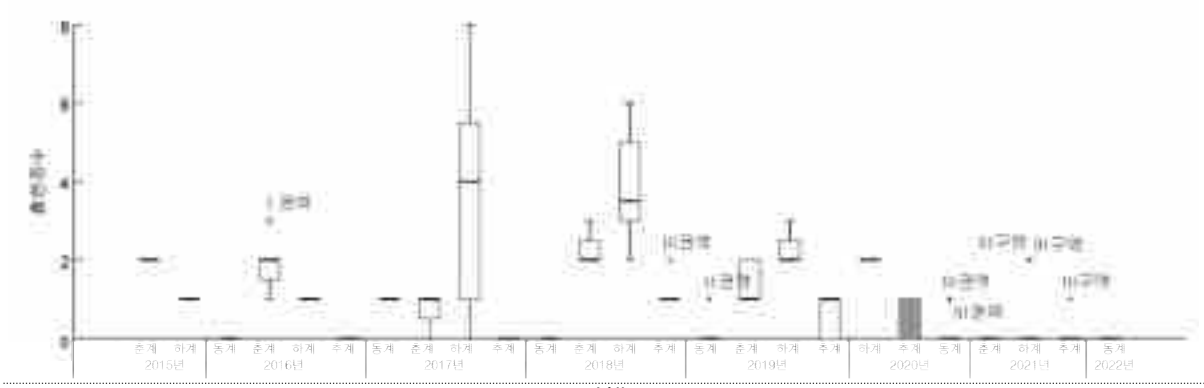
○ Ⅲ권역에서 평균 출현종수는 동계에 0.2±0.4종, 춘계에 1.3±0.9종, 하계에 2.2±1.1종, 추계에 0.9±0.6종으로, 2017년과 2018년 하계에 각각 4종씩 출현하여 이상치가 나타남

○ Ⅳ권역에서 평균 출현종수는 춘계에 1.1±1.1종, 하계에 1.8±1.9종, 추계에 0.3±0.5종, 동계에는 어란이 관찰되지 않았으며, 2017년 하계에 7종이 출현하여 이상치가 나타남

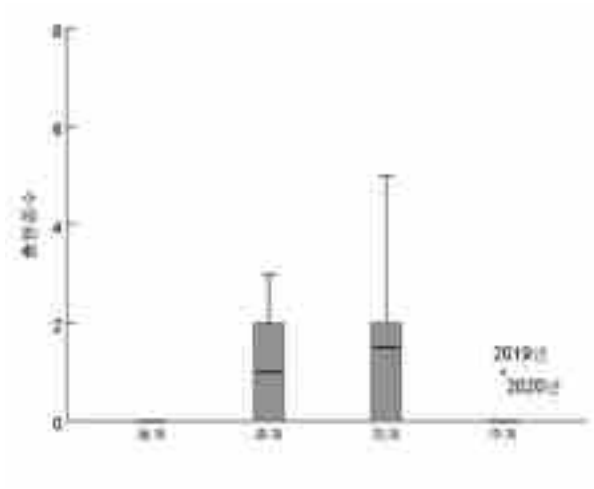
○ 출현종수는 주로 하계에 높은 수준을 보였으며, 하계 조사시 권역별로는 Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역에서 이상치가 나타나 상대적으로 다양한 종조성을 나타냄

○ 우리나라 주변해역에서 어류의 산란은 크게 하계 산란군과 동계 산란군으로 구분되며, 대부분의 어종은 부화자어의 먹이생물이 풍부하고 성장에 적합한 봄철과 여름철에 산란하며, 이 후 수온이 하강하는 가을철 및 겨울철에는 산란하는 종이 극히 드물고, 출현량 또한 낮게 나타남

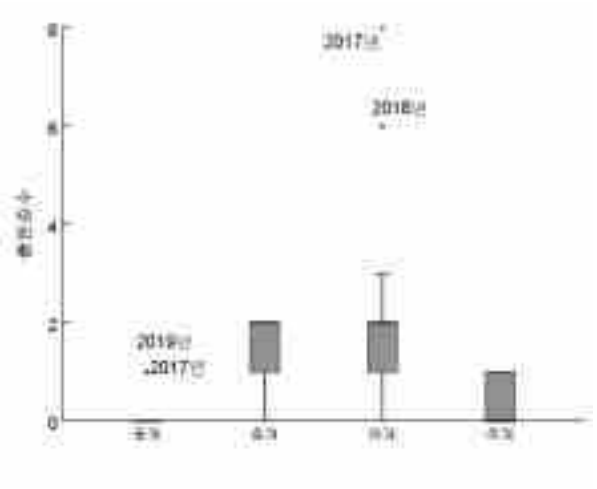
○ 이러한 생태 특성으로 인하여, 본 해역에서도 하계에 높은 출현종수를 나타낸 것으로 판단됨



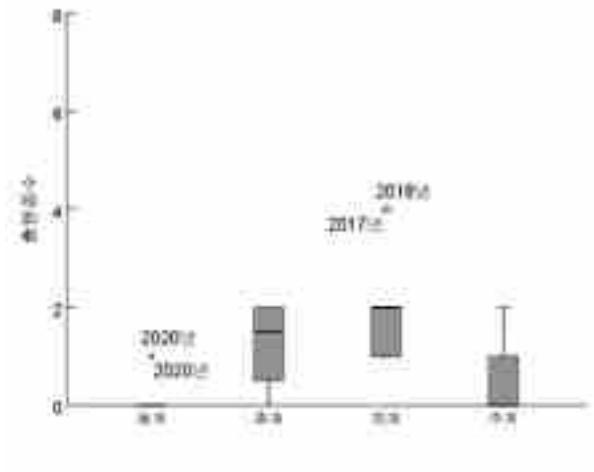
전체



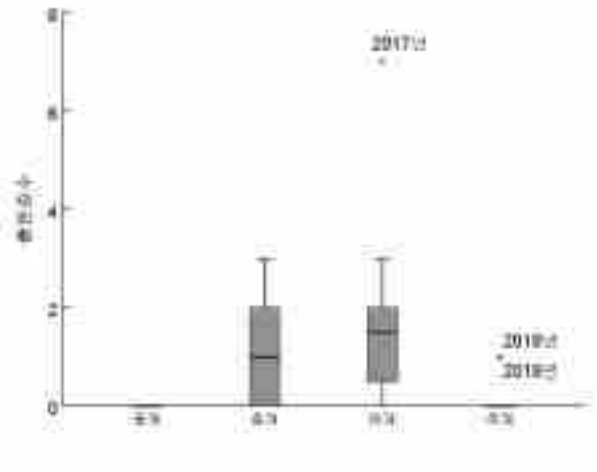
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-46) 권역 및 계절별 어란 출현종수 변동양상

○ 어란 장기변동의 평균 출현량은 14,988±116,416개체/1,000㎥으로 동계에 139±732개체/1,000㎥, 춘계에 47,454±215,033개체/1,000㎥, 하계에 3,975±10,401개체/1,000㎥, 추계에 20±60개체/1,000㎥으로 멸치(*E. japonicus*) 어란의 출현으로 춘계에 높은 출현량을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란의 출현량에 따라 이상치가 나타남

○ Ⅰ권역에서 평균 출현량은 춘계에 1,592±3,958개체/1,000㎥, 하계에 3,235±4,078개체/1,000㎥, 추계에 51±130개체/1,000㎥로 동계에는 관찰되지 않았고, 하계에 높은 수준을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계, 2019년과 2020년 추계에 이상치가 나타났으며, 춘계에는 멸치(*E. japonicus*) 어란, 하계와 추계에는 미동정(Unidentified spp.) 어란의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

○ Ⅱ권역에서 평균 출현량은 동계에 1±2개체/1,000㎥, 춘계에 107,380±348,620개체/1,000㎥, 하계에 7,627±17,092개체/1,000㎥, 추계에 13±13개체/1,000㎥으로 춘계와 하계에 높은 출현량을 나타냄

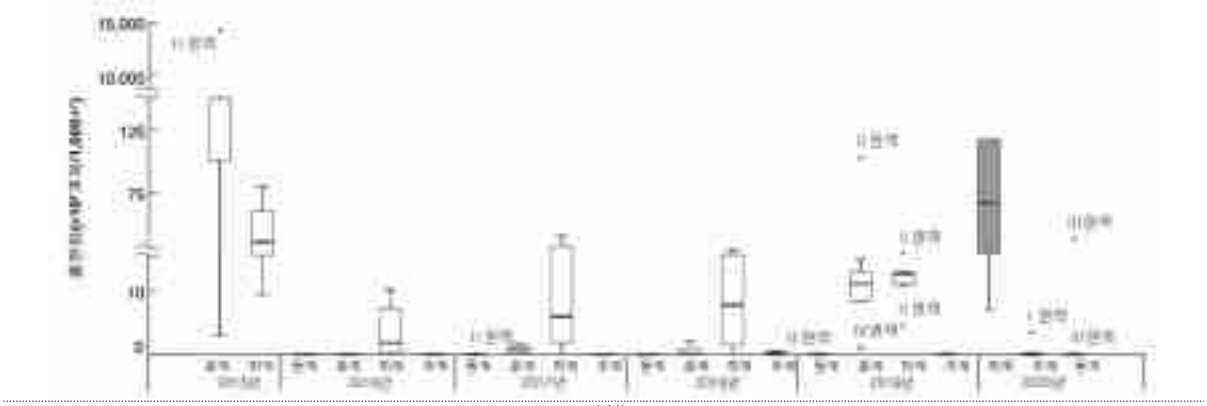
○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계, 2017년 동계, 2018년 추계, 2019년 동계, 2020년 하계에 이상치가 나타났으며, 동계, 추계에 미동정(Unidentified spp.) 어란, 춘계에 멸치(*E. japonicus*) 어란, 하계에 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

○ Ⅲ권역에서 평균 출현량은 동계에 645±1,581개체/1,000㎥, 춘계에 21,459±52,838개체/1,000㎥, 하계에 1,265±1,079개체/1,000㎥, 추계에 19±15개체/1,000㎥으로 춘계에 높은 출현량을 나타냄

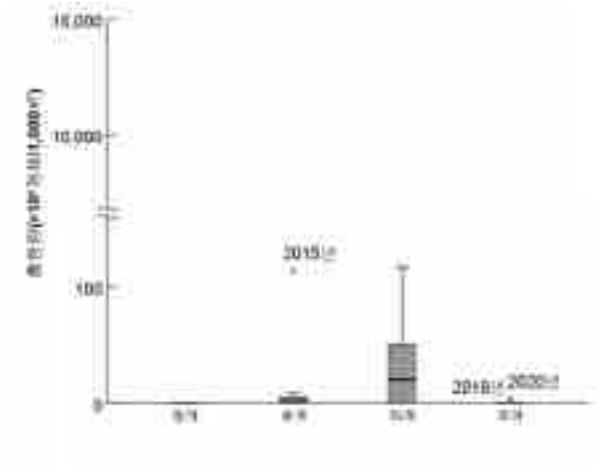
○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계와 2020년 동계에 이상치가 나타났으며, 동계에는 미동정(Unidentified spp.) 어란, 춘계에는 멸치(*E. japonicus*) 어란의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

○ Ⅳ권역에서 평균 출현량은 춘계에 9,685±28,621개체/1,000㎥, 하계에 2,048±3,167개체/1,000㎥, 추계에 3±7개체/1,000㎥로 동계에는 관찰되지 않았고, 춘계에 높은 출현량을 나타냄

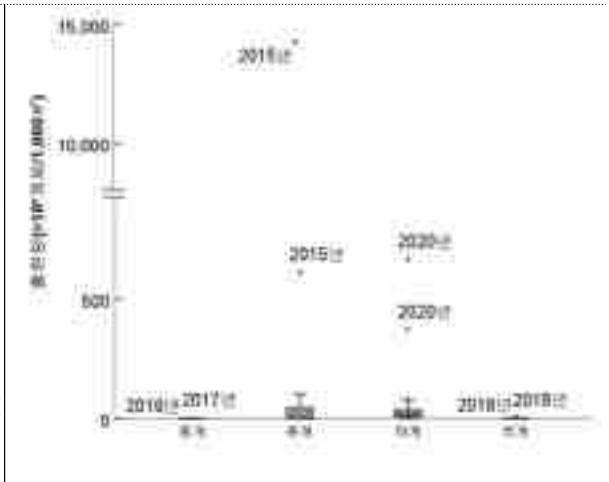
○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계, 2018년과 2019년 추계, 2020년 하계에 이상치가 나타났으며, 춘계와 추계에는 미동정(Unidentified spp.) 어란, 하계에는 멸치(*E. japonicus*) 어란의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨



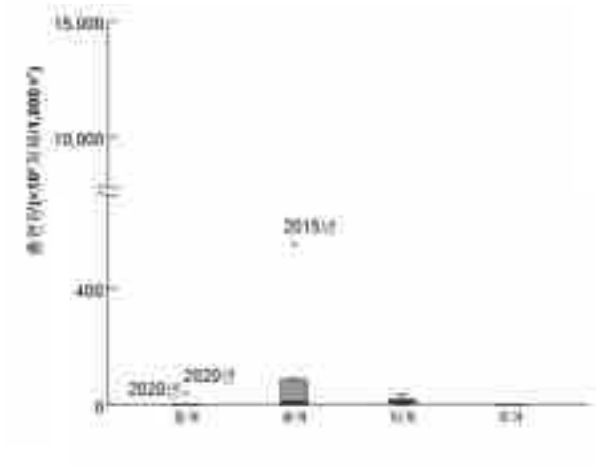
전체



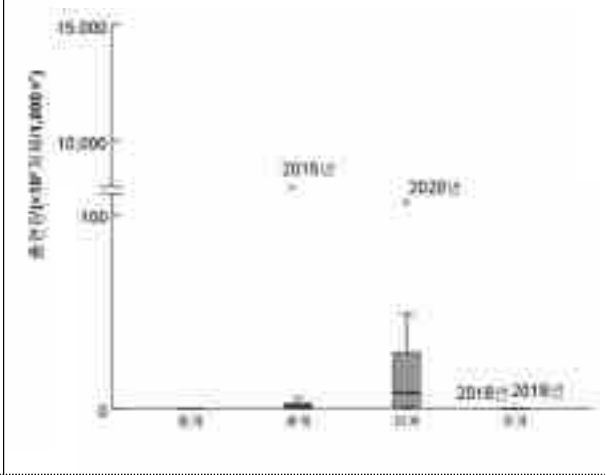
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-47) 권역 및 계절별 어란 출현량 변동양상

○ 멸치(*E. japonicus*) 어란과 미동정(Unidentified spp.) 어란의 출현량은 조사시기 및 권역에 따라 큰 차이를 나타내었으며, 상대적으로 춘계와 하계에 높은 출현량을 나타냄

○ 어류의 산란은 계절적이거나 정해진 주기를 갖으며 환경의 주기적 변화와 무관하지 않기

때문에 계절별 채집은 채집 시기에 따라 부유성 어란 출현량이 과소 또는 과대평가 될 가능성이 있음

○ 본 조사 결과 또한 각 해역에 따른 조사결과 계절별로 출현량 차이가 크게 나타나, 어란의 전형적인 불균형 분포 패턴이 관찰됨

(2) 우점종

○ 인천 연안어장 어란의 출현량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정하였으며, 3종 이하의 출현종수를 나타내어 단순한 군집조성을 나타낸 시기 및 권역에서는 출현한 모든 종이 우점종으로 선정됨

○ 계절별로 미동정(Unidentified spp.) 어란이 모두 출현하여 Ⅱ권역과 Ⅲ권역 동계에서 100.0% 점유율로 최우점하였으며, 춘계에 멸치(*E. japonicus*)는 Ⅳ권역(19.1%)을 제외한 모든 권역에서 78.0% 이상의 점유율을 나타냄

○ 권역별로는 Ⅰ권역과 Ⅳ권역에서 미동정(Unidentified spp.) 어란, Ⅱ권역과 Ⅲ권역에서 멸치(*E. japonicus*)가 높은 점유율을 차지하며, 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 나타냄

○ 멸치(*E. japonicus*)는 주로 춘계에 산란하여 대부분의 연안에서 분포하는 종으로(Kang et al., 2014; Youn et al., 2019) 동계를 제외하고는 모든 계절에서 출현하였으며, Ⅱ권역 춘계에 97.7%로 가장 높은 점유율을 보임

○ 농어(*Lateolabrax japonicus*)는 수온이 낮아지는 시기에 산란하는 종으로(Kim et al., 2015) Ⅱ권역 추계에서 41.8%로 가장 높은 점유율을 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-49> 권역 및 계절별 어란 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
동계	-	Unidentified spp. (100.0%)	Unidentified spp. (100.0%)	-	Unidentified spp. (100.0%)
춘계	*Engraulis japonicus* (84.4%)	*Engraulis japonicus* (97.7%)	*Engraulis japonicus* (78.2%)	Unidentified spp. (80.7%)	*Engraulis japonicus* (92.2%)
	Unidentified spp. (13.8%)	Unidentified spp. (2.3%)	Unidentified spp. (21.6%)	*Engraulis japonicus* (19.1%)	Unidentified spp. (7.8%)
	Planiliza haematocheilus (1.6%)	Cynoglossidae (<0.1%)	Cynoglossidae (0.1%)	*Planiliza haematocheilus* (0.1%)	Cynoglossidae (<0.1%)
하계	Unidentified spp. (69.9%)	Unidentified spp. (51.7%)	Unidentified spp. (67.0%)	*Engraulis japonicus* (59.1%)	Unidentified spp. (52.5%)
	Engraulis japoncus (20.9%)	*Engraulis japonicus* (42.3%)	*Engraulis japonicus* (21.7%)	Unidentified spp. (24.7%)	*Engraulis japonicus* (39.4%)
	Cynoglossus joyneri (3.5%)	*Thryssa kammalensis* (2.4%)	*Konosirus punctatus* (6.3%)	*Sillago japonica* (5.1%)	*Thryssa kammalensis* (2.0%)
추계	Unidentified spp. (100.0%)	Unidentified spp. (48.6%)	*Lateolabrax japonicus* (39.2%)	Unidentified spp. (68.0%)	Unidentified spp. (75.4%)
	-	*Lateolabrax japonicus* (41.8%)	Unidentified spp. (38.4%)	*Lateolabrax japonicus* (32.0%)	*Lateolabrax japonicus* (17.9%)
	-	*Engraulis japonicus* (9.5%)	*Engraulis japonicus* (16.2%)	*Engraulis japonicus* (<0.1%)	*Engraulis japonicus* (5.4%)

2) 자치어

가) 단변량

(1) 출현종수

(가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장에서 멸치(*Engraulis japonicus*), 망둑어과(Gobiidae spp.), 흰베도라치(*Pholis fangi*), 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 미끈망둑(*Luciogobius guttatus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 돛양태(*Platycephalus indicus*), 황해볼락(*Sebastes koreanus*), 웅어(*Coilia nasus*), 쏨뱅이속(*Sebastiscus* spp.)을 포함한 11종의 자치어가 출현함

○ 평균 출현종수는 1.3±1.4종으로 2020년 6월은 2.4±1.5종, 9월은 0.1±0.3종, 12월에는 1.3±0.9종의 범위를 나타냄

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 4.3±0.6종(4~5종), Ⅱ권역은 1.5±0.7종(1~2종), Ⅲ권역은 2.0±1.4종(1~3종), Ⅳ권역은 1.3±0.6종(1~2종)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.3±0.6종(0~1종)을 나타내었으며, Ⅱ권역~Ⅳ권역은 자치어가 관찰되지 않음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.7±1.2종(0~2종), Ⅱ권역은 1.5±0.7종(1~2종), Ⅲ권역은 1.0±1.4종(0~2종), Ⅳ권역은 2.0±0.0종(2종)의 범위를 나타냄

(나) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장에서 멸치(*E. japonicus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 청베도라치(*Parablennius* spp.), 흰베도라치(*Pholis fangi*)를 포함한 11종의 자치어가 출현함

○ 평균 출현종수는 0.5±0.6종으로 2021년 4월은 0.5±0.5종, 7월은 0.7±0.5종, 10월은 0.1±0.3종, 2022년 1월은 0.7±0.7종의 범위를 나타냄

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1.0±0.0종(1종), Ⅱ권역은 0.5±0.7종(0~1종), Ⅳ권역은 0.3±0.6종(0~1종)을 나타내었으며, Ⅲ권역은 자치어가 관찰되지 않음

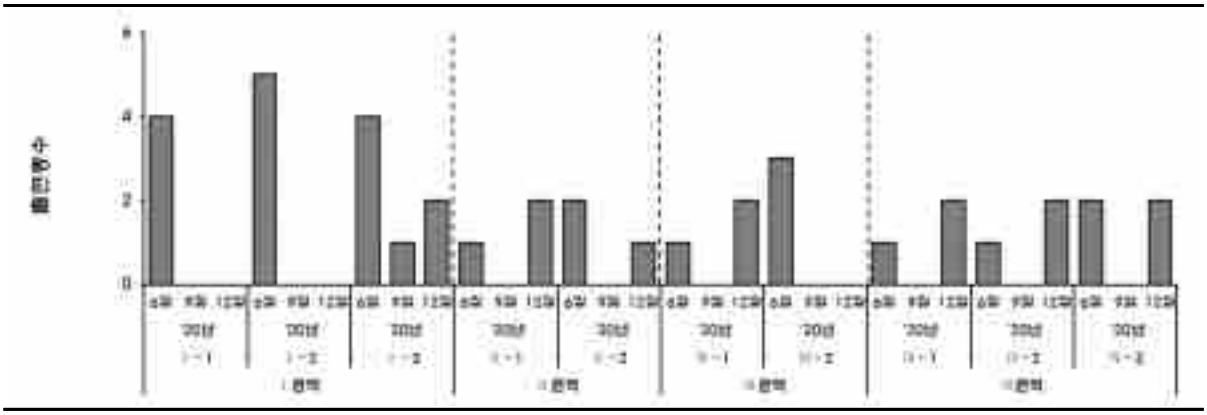
○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역과 Ⅱ권역은 각각 1.0±0.0종(1종), Ⅲ권역은 0.5±0.7종(0~1종), Ⅳ권역은 0.3±0.6종(0~1종)의 범위를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 권역은 Ⅳ권역은 0.3±0.6종(0~1종)을 나타내었으며, Ⅰ권역~Ⅲ권역은 자치어가 관찰되지 않음

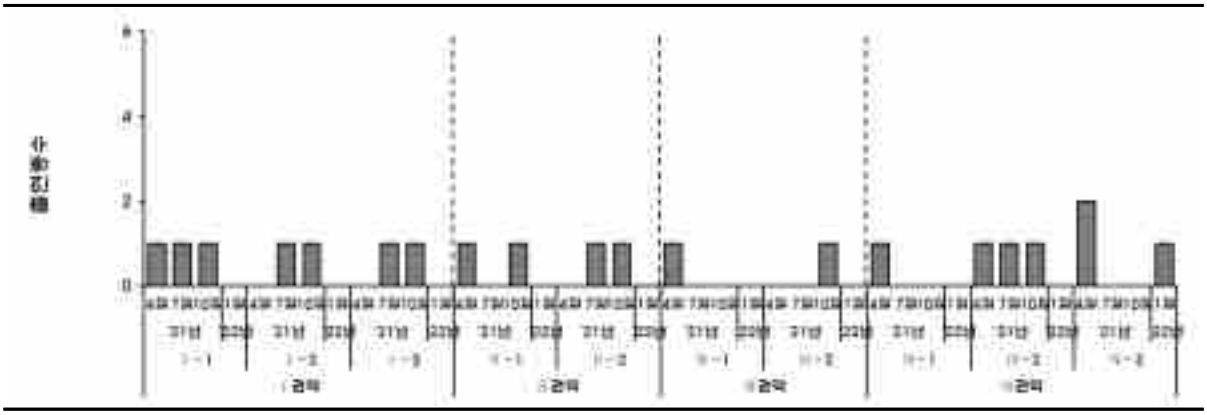
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.3±0.6종(0~1종), Ⅱ권역과 Ⅲ권역은 각각 0.5±0.7종(0~1종), Ⅳ권역은 1.3±0.6종(1~2종)의 범위를 나타냄

(다) 요약

○ 2020년 6월에 높은 출현종수를 나타냄



(그림 Ⅱ-2.3.2-48) 1차년도 자치어 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅱ-2.3.2-49) 2차년도 자치어 권역 및 정점별 출현종수

<표 Ⅱ-2.3.2-50> 권역별 자치어 출현종수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	4.3±0.6	1.5±0.7	2.0±1.4	1.3±0.6	2.4±1.5
	2020년 9월	0.3±0.6	-	-	-	0.1±0.3
	2020년 12월	0.7±1.2	1.5±0.7	1.0±1.4	2.0±0.0	1.3±0.9
	평균±표준편차	1.8±2.0	1.0±0.9	1.0±1.3	1.1±0.9	1.3±1.4
2차 년도	2021년 4월	1.0±0.0	0.5±0.7	-	0.3±0.6	0.5±0.5
	2021년 7월	1.0±0.0	1.0±0.0	0.5±0.7	0.3±0.6	0.7±0.5
	2021년 10월	-	-	-	0.3±0.6	0.1±0.3
	2022년 1월	0.3±0.6	0.5±0.7	0.5±0.7	1.3±0.6	0.7±0.7
	평균±표준편차	0.6±0.5	0.5±0.5	0.3±0.5	0.6±0.7	0.5±0.6
평균±표준편차		1.1±1.5	0.7±0.7	0.6±0.9	0.8±0.8	0.8±1.1

(2) 출현량

(가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 자치어 평균 출현량은 442±1,048 개체/1,000㎥으로 2020년 6월은 1,307±1,514 개체/1,000㎥, 9월은 2±6 개체/1,000㎥, 12월에는 16±26 개체/1,000㎥로 6월에 멸치(*E. japonicus*)와 망둑어과(Gobiidae spp.)가 높은 출현량을 나타내어, 가장 높은 출현량을 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 2,304±2,286개체/1,000㎥(944 ~ 4,943 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 1,094±1,406 개체/1,000㎥(100 ~ 2,088 개체/1,000㎥), Ⅲ권역은 1,855±153 개체/1,000㎥(1,746 ~ 1,963 개체/1,000㎥), Ⅳ권역은 85±109 개체/1,000㎥(15 ~ 210 개체/1,000㎥)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 6±10 개체/1,000㎥(0 ~ 18 개체/1,000㎥)를 나타내었으며, Ⅱ권역 ~ Ⅳ권역은 자치어가 관찰되지 않음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1±2 개체/1,000㎥(0 ~ 3 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 6±7 개체/1,000㎥(2 ~ 11 개체/1,000㎥), Ⅲ권역은 3±5 개체/1,000㎥(0 ~ 7 개체/1,000㎥), Ⅳ권역은 47±29 개체/1,000㎥(24 ~ 80 개체/1,000㎥)의 범위를 나타냄

(나) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 자치어 평균 출현량은 26±45 개체/1,000㎥으로 2021년 4월은 30±60 개체/1,000㎥, 7월은 23±25 개체/1,000㎥, 10월에는 10±32 개체/1,000㎥, 2022년 1월은 40±53 개체/1,000㎥으로 4월에 흰베도라치(*P. fangi*)와 7월에 멸치(*E. japonicus*)가 높은 출현량을 나타냄

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 89±93 개체/1,000㎥(26 ~ 195 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 5±6 개체/1,000㎥(0 ~ 9 개체/1,000㎥), Ⅳ권역은 7±12 개체/1,000㎥(0 ~ 20 개체/1,000㎥)를 나타내었으며, Ⅲ권역은 자치어가 관찰되지 않음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 50±27 개체/1,000㎥(30 ~ 81 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 19±4 개체/1,000㎥(16 ~ 21 개체/1,000㎥), Ⅲ권역은 7±9 개체/1,000㎥(0 ~ 13 개체/1,000㎥), Ⅳ권역은 11±20 개체/1,000㎥(0 ~ 34 개체/1,000㎥)의 범위를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅳ권역은 33±58 개체/1,000㎥(0 ~ 100 개체/1,000㎥)를 나타내었으며, Ⅰ권역 ~ Ⅲ권역은 자치어가 관찰되지 않음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 4±8 개체/1,000㎥(0 ~ 13 개체/1,000㎥), Ⅱ권역은 6±8 개체/1,000㎥(0 ~ 12 개체/1,000㎥), Ⅲ권역은 13±18 개체/1,000㎥(0 ~ 26 개체/1,000㎥),

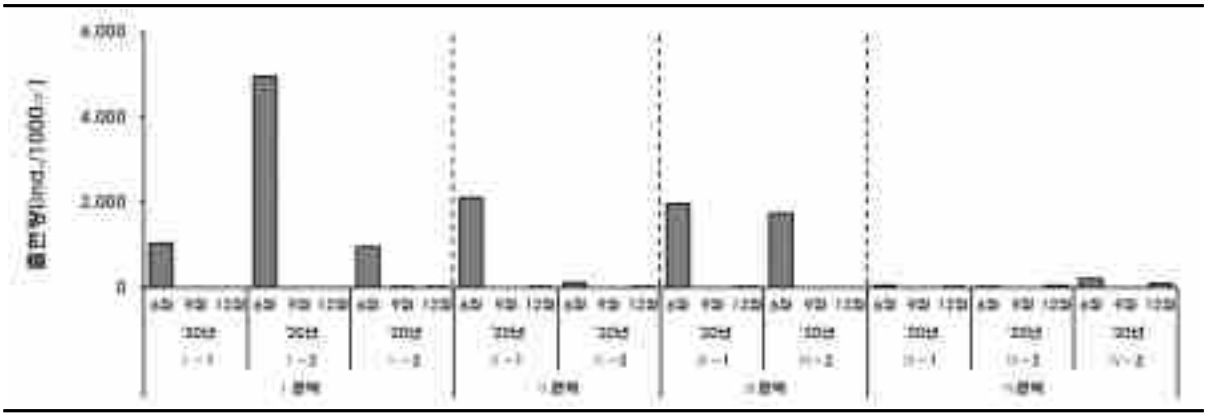
Ⅳ권역은 116±4 개체/1,000㎥(112 ~ 120 개체/1,000㎥)으로 Ⅳ권역이 가장 높음

(다) 요약

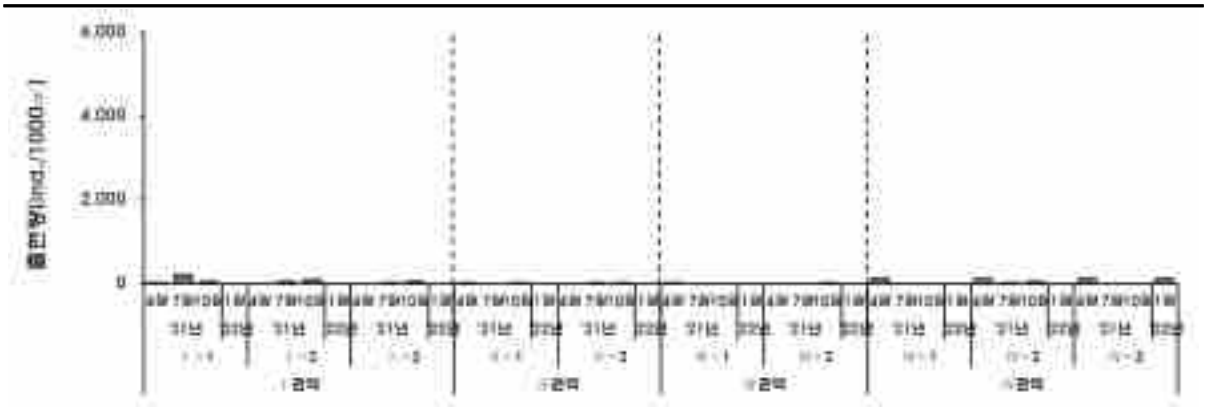
○ 2020년 6월에 멸치(*E. japonicus*)와 망둑어과(Gobiidae spp.)의 높은 출현량으로 가장 높은 출현량을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-51> 권역별 자치어 출현량(개체/1,000㎥)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	2,304±2,286	1,094±1,406	1,855±153	85±109	1,307±1,514
	2020년 9월	6±10	-	-	-	2±6
	2020년 12월	1±2	6±7	3±5	47±29	16±26
	평균±표준편차	770±1,622	367±844	619±959	44±67	442±1,048
2차 년도	2021년 4월	89±93	5±6	-	7±12	30±60
	2021년 7월	50±27	19±4	7±9	11±20	23±25
	2021년 10월	-	-	-	33±58	10±32
	2022년 1월	4±8	6±8	13±18	116±4	40±53
	평균±표준편차	36±56	7±8	5±10	42±53	26±45
평균±표준편차		351±1,092	161±555	268±673	43±58	204±711



(그림 Ⅱ-2.3.2-50) 1차년도 자치어 권역 및 정점별 출현량



(그림 Ⅱ-2.3.2-51) 2차년도 자치어 권역 및 정점별 출현량

나) 우점종

○ 인천 연안어장 자치어 출현량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정하였으며, 3종 이하의 출현종수를 나타내어 단순한 군집조성을 나타낸 시기 및 권역에서는 출현한 모든 종이 우점종으로 선정됨

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 자치어 전체 상위 우점종으로 멸치(*E. japonicus*)가 59.1% 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 망둑어과(Gobiidae spp.)가 30.2%, 흰베도라치(*P. fangi*)가 5.9 % 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2020년 6월에 멸치(*E. japonicus*), 9월에 웅어(*C. nasus*), 12월에 흰베도라치(*P. fangi*)가 높은 점유율을 차지하며 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-52> 1차년도 조사시기별 자치어 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Engraulis japonicus (59.9%)	*Coilia nasus* (100.0%)	*Pholis fangi* (75.9%)	*Engraulis japonicus* (59.1%)
Gobiidae spp. (30.7%)	-	*Hexagrammos otakii* (24.1%)	Gobiidae spp. (30.2%)
Sebastes schlegelii (6.0%)	-	-	*Sebastes schlegelii* (5.9%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 망둑어과(Gobiidae spp.)가 54.2% 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 멸치(*E. japonicus*)가 28.7%, 조피볼락(*S. schlegelii*)이 11.4% 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 멸치(*E. japonicus*)가 99.5% 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 망둑어과(Gobiidae spp.)가 0.5% 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 멸치(*E. japonicus*)가 92.7% 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 망둑어과(Gobiidae spp.)가 6.8%, 황해볼락(*S. koreanus*)이 0.5% 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 멸치(*E. japonicus*)가 90.2% 점유율을 차지하여 우점하였고, 다음으로 쏨뱅이속(*Sebastiscus* spp.)이 5.9%, 양태(*P. indicus*)가 3.9% 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-53> 2020년 6월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Gobiidae spp. (54.2%)	*Engraulis japonicus* (99.5%)	*Engraulis japonicus* (92.7%)	*Engraulis japonicus* (90.2%)
Engraulis japonicus (28.7%)	Gobiidae spp. (0.5%)	Gobiidae spp. (6.8%)	*Sebastiscus* spp. (5.9%)
Sebastes schlegelii (11.4%)	-	*Sebastes koreanus* (0.5%)	*Platycephalus indicus* (3.9%)

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 웅어(*C. nasus*)가 100.0% 점유율을 차지하였으며, Ⅱ권역~Ⅳ권역은 자치어가 관찰되지 않음

<표 Ⅱ-2.3.2-54> 2020년 9월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Coilia nasus(100.0%)	-	-	-

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 쥐노래미(*H. otakii*)와 흰베도라치(*P. fangi*)가 각각 50.0%씩 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 쥐노래미(*H. otakii*)가 78.0% 점유율을 차지하였고, 다음으로 흰베도라치(*P. fangi*)가 22.0% 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 쥐노래미(*H. otakii*)가 60.0% 점유율을 차지하였고, 다음으로 흰베도라치(*P. fangi*)가 40.0% 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 흰베도라치(*P. fangi*)가 82.9% 점유율을 차지하였고, 다음으로 쥐노래미(*H. otakii*)가 17.1% 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-55> 2020년 12월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Hexagrammos otakii (50.0%)	*Hexagrammos otakii* (78.0%)	*Hexagrammos otakii* (60.0%)	*Pholis fangi* (82.9%)
Pholis fangi (50.0%)	*Pholis fangi* (22.0%)	*Pholis fangi* (40.0%)	*Hexagrammos otakii* (17.1%)

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 자치어 전체 상위 우점종으로 쥐노래미(*H. otakii*)가 36.3% 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 흰베도라치(*P. fangi*)가 31.3%, 멸치(*E. japonicus*)가 29.1% 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2021년 4월에 흰베도라치(*P. fangi*), 7월과 10월에 멸치(*E. japonicus*), 2022년 1월에 쥐노래미(*H. otakii*)가 높은 점유율을 차지하며 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-56> 2차년도 조사시기별 자치어 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
Pholis fangi (100.0%)	*Engraulis japonicus* (85.4%)	*Engraulis japonicus* (100.0%)	*Hexagrammos otakii* (93.3%)	*Hexagrammos otakii* (36.3%)
-	*Parablennius* spp. (14.6)	-	*Pholis fangi* (6.8%)	*Pholis fangi* (31.3%)
-	-	-	-	*Engraulis japonicus* (29.1%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역과 Ⅱ권역은 흰베도라치(*P. fangi*)가 100.0% 점유율을 차지하여 우점하였으며, Ⅳ권역은 자치어가 관찰되지 않음

<표 Ⅱ-2.3.2-57> 2021년 4월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Pholis fangi (100.0%)	*Pholis fangi* (100.0%)	*Pholis fangi* (100.0%)	-

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역~Ⅲ권역은 멸치(*E. japonicus*)가 100.0% 점유율을 차지하였으며, Ⅳ권역은 청베도라치(*Parablennius* spp.)가 100.0% 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-58> 2021년 7월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Engraulis japonicus (100.0%)	*Engraulis japonicus* (100.0%)	*Engraulis japonicus* (100.0%)	*Parablennius* spp. (100.0%)

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅳ권역은 멸치(*E. japonicus*)가 100.0% 점유율을 차지하였으며, Ⅰ권역~Ⅲ권역은 자치어가 관찰되지 않음

<표 Ⅱ-2.3.2-59> 2021년 10월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
-	-	-	*Engraulis japonicus* (100.0%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 흰베도라치(*P. fangi*)가 100.0%, Ⅱ권역과 Ⅲ권역은 쥐노래미(*H. otakii*)가 100.0% 점유율을 차지하며 우점하였으며, Ⅳ권역은 쥐노래미(*H. otakii*)가 96.0% 점유율을 차지하였고, 다음으로 흰베도라치(*P. fangi*)가 4.0% 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-60> 2022년 1월 조사 시 권역별 자치어 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Pholis fangi (100.0%)	*Hexagrammos otakii* (100.0%)	*Hexagrammos otakii* (100.0%)	*Hexagrammos otakii* (96.0%)
-	-	-	*Pholis fangi* (4.0%)

(3) 요약

○ 웅어(*C. nasus*)는 담수와 해수가 만나는 기수지역에 주로 서식하는 종으로(Kim and Kang, 1993), 2020년 9월에 Ⅰ권역에서 높은 점유율로 출현함

○ 멸치(*E. japonicus*)와 망둑어과(Gobiidae spp.)는 수온이 상승하는 시기에 주로 산란하는 종으로(Chyung, 1977; NFRDI, 2004; Kim et al., 2005; Baeck et al., 2011), 본 조사 해역에서도 수온이 상승하는 2020년 6월 조사 시 모든 권역에서 높은 출현량과 점유율을 보임

○ 쥐노래미(*H. otakii*)와 흰베도라치(*P. fangi*)는 수온이 낮아지는 시기에 산란하는 종으로(Yoo et al., 1995; Kang et al., 2011), 본 조사 또한 수온이 낮아지는 2020년 12월, 2022년 1월 조사시 모든 권역에서 높은 점유율로 출현함

다) 생태학적 제지수

○ 군집의 종 다양성은 종 풍부도와 종 균등도를 포괄한 개념으로 종 풍부도가 해당 지역에 서식하는 종의 수를 의미한다면, 종 균등도는 각 종이 얼마나 균일하게 풍부한지를 뜻하는 것으로 종 풍부도와 균등도가 높을수록 해당 군집의 다양성이 높다는 것을 의미함(해양생물학, 1997).

○ 자치어 종조성은 생태학적 제지수를 이용하여 군집을 분석하기에 단순한 군집조성을 나타내고 있어 통계를 이용한 생태학적 제지수를 산출하지 않음

라) 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 자치어 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015년~2019년에 수행한 문헌자료『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계, 해양수산부』를 검토하였으며 권역별 출현종수, 출현량, 우점종 및 군집 변동 양상을 시기별로 파악하여 제시함

(1) 단변량

○ 자치어 평균 출현종수는 1.5±1.5종으로 동계에 1.0±0.7종, 춘계에 2.0±1.7종, 하계에 2.3±1.7종, 추계에 0.5±0.6종으로 낮은 출현종수를 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 출현종수는 춘계와 하계가 추계와 동계에 비해 상대적으로 높은 수준을 보였으며, 춘계와 하계에 이상치가 나타남

○ Ⅰ권역에서 평균 출현종수는 동계에 0.6±0.8종, 춘계에 2.6±1.7종, 하계에 2.6±1.5종, 추계에 0.4±0.5종으로 나타났으며, 이상치가 나타나지 않음

○ Ⅱ권역에서 평균 출현종수는 동계에 1.2±0.6종, 춘계에 2.5±1.8종, 하계에 2.8±2.0종, 추계에 0.7±0.7종으로 나타났으며, 2016년, 2020년 2022년 동계와 2015년 춘계에 이상치를 나타냄

○ Ⅲ권역에서 평균 출현종수는 동계에 0.8±0.7종, 춘계에 1.8±1.4종, 하계에 2.2±1.5종, 추계에 0.4±0.5종으로 나타났으며, 2018년 춘계에 이상치를 나타냄

○ Ⅳ권역에서 평균 출현종수는 동계에 1.4±0.7종, 춘계에 0.9±1.1종, 하계에 1.4±1.3종, 추계에 0.3±0.5종으로 나타났으며, 2019년 하계에 이상치를 나타냄

○ 출현종수는 생대적으로 춘계와 하계에 높은 값을 나타내었으며, 모든 조사시기 및 권역에서 10종 미만의 낮은 출현종수를 나타내어 이상치로 나타난 값 또한 낮은 값을 나타내어 정상범주에서 크게 벗어난 값 데이터(이상치)로의 의미를 가지지 않는 것으로 판단됨

○ 우리나라 주변해역에서 어류의 산란은 크게 하계 산란군과 동계 산란군으로 구분되며, 대부분의 어종은 부화자어의 먹이생물이 풍부하고 성장에 적합한 봄철과 여름철에 산란하며, 이 후 수온이 하강하는 가을철 및 겨울철에는 산란하는 종이 극히 드물고, 출현량 또한 낮게 나타나기 때문에 본 조사해역 또한, 하계 조사에서 높은 출현종수를 나타낸 것으로 판단됨

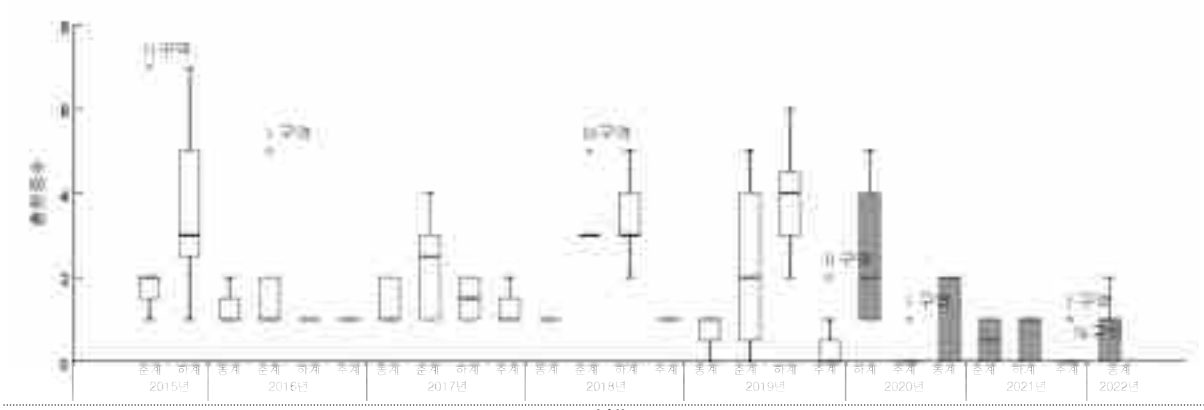
○ 자치어 장기변동의 평균 출현량은 343±1,866개체/1,000㎥으로 동계에 22±33 개체/1,000㎥, 춘계에 842±3,564개체/1,000㎥, 하계에 405±904개체/1,000㎥, 추계에 7±17개체/1,000㎥으로 춘계에 멸치가 높은 출현량을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 춘계와 하계에 멸치(*E. japonicus*), 추계에 멸치(*E. japonicus*)와 망둑어과(Gobiidae spp.) 등이 높은 출현량을 보여, 춘계와 하계에 Ⅰ권역, Ⅱ권역, 추계 Ⅱ권역에서 이상치가 나타남

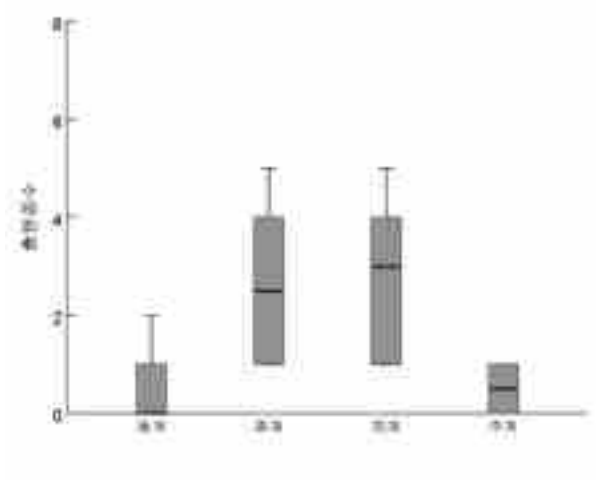
○ Ⅰ권역에서 평균 출현량은 동계에 7±13개체/1,000㎥, 춘계에 788±1,704 개체/1,000㎥, 하계에 781±1,508개체/1,000㎥, 추계에 3±6개체/1,000㎥로 춘계와 하계에 높은 출현량을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 2016년 춘계, 2020년 하계와 추계에 이상치가 나타났으며, 춘계에 멸치(*E. japonicus*)하계에 망둑어과(Gobiidae spp.), 추계에 웅어(*C. nasus*)의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

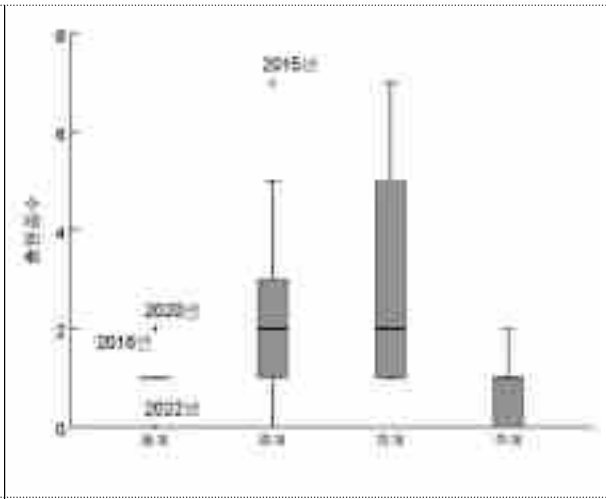
○ Ⅱ권역에서 평균 출현량은 동계에 15±18개체/1,000㎥, 춘계에 1,635±5,845개체/1,000㎥, 하계에 312±680개체/1,000㎥, 추계에 8±9개체/1,000㎥으로 하계에 높은 출현량을 나타냄



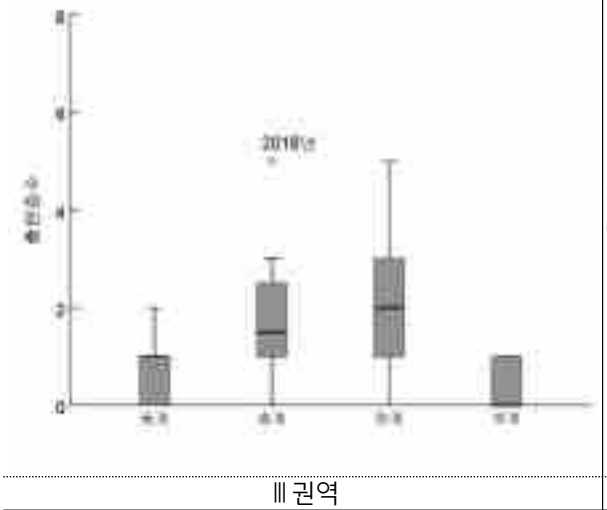
전체



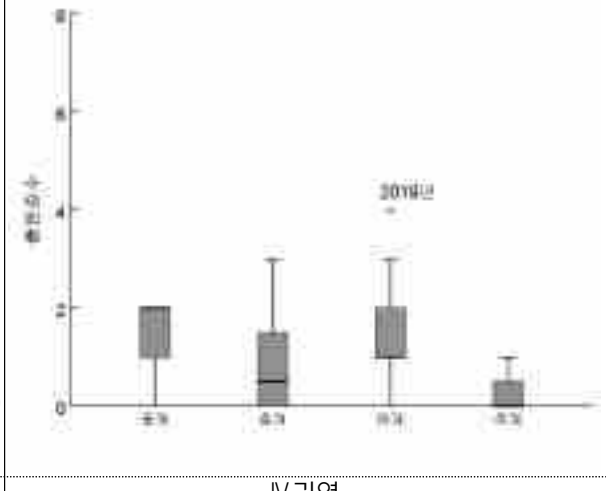
Ⅰ권역



Ⅱ권역

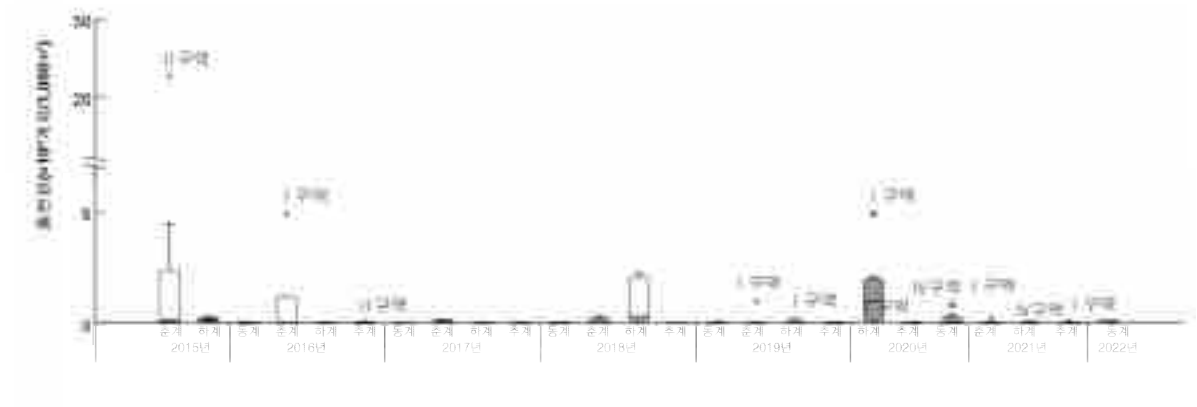


Ⅲ권역

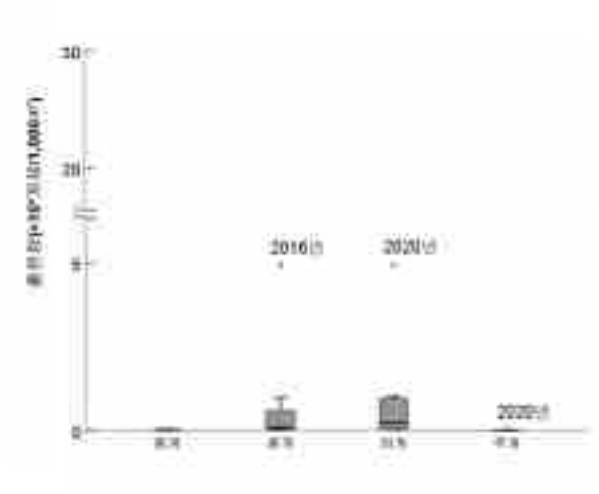


Ⅳ권역

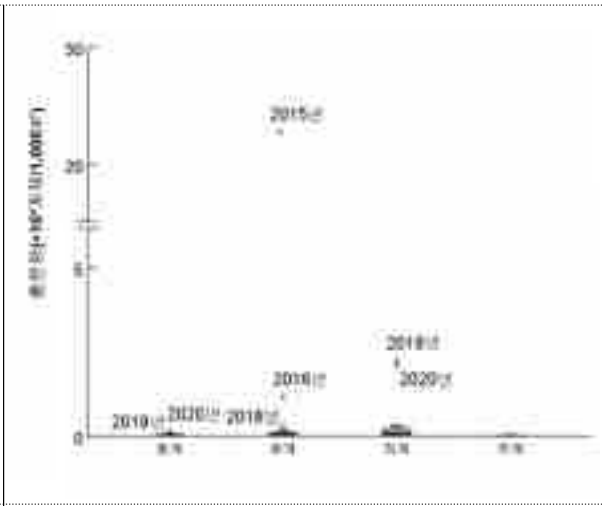
(그림 Ⅱ-2.3.2-52) 권역 및 계절별 자치어 출현종수 변동양상



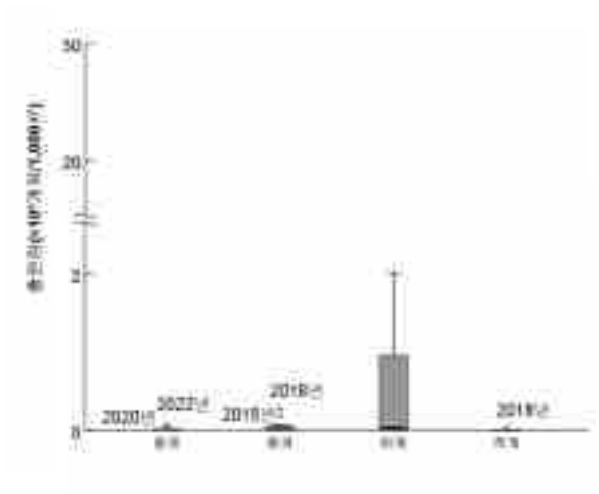
전체



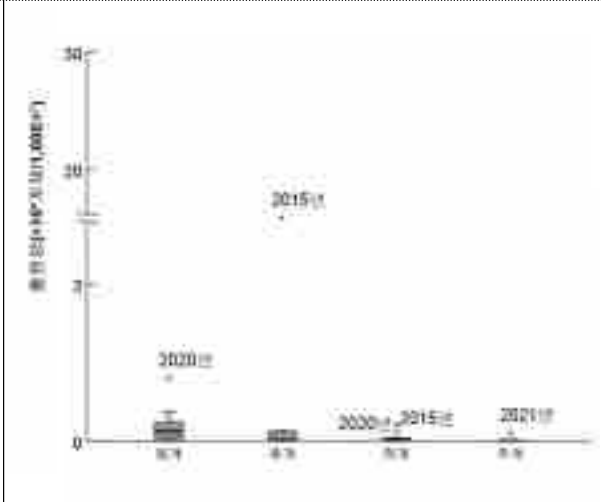
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-53) 권역 및 계절별 자치어 출현량 변동양상

○ 상자그림 분석 결과, 2019년과 2020년 동계, 2015년, 2016년, 2018년 춘계, 2018년과 2020년 하계에 이상치가 나타났으며, 동계에 베도라치(*P. nebulosa*), 흰베도라치(*P. fangi*), 춘계에 멸치(*E. japonicus*), 망둑어과(Gobiidae spp.), 꼼치(*Liparis tanakae*), 하계에 멸치(*E. japonicus*), 청보리멸(*Sillago japonica*)의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

○ Ⅲ권역에서 평균 출현량은 동계에 7±8개체/1,000㎥, 춘계에 53±88개체/1,000㎥, 하계에 547±878개체/1,000㎥, 추계에 4±10개체/1,000㎥으로 하계에 높은 출현량을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계, 2018년 춘계와 추계, 2020년 동계에서 이상치가 나타났으며, 동계에 흰베도라치(*P. fangi*), 쥐노래미(*H. otakii*), 춘계에 멸치(*E. japonicus*), 꼼치(*L. tanakae*), 추계에 미끈망둑(*Luciogobius guttatus*)의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

○ Ⅳ권역에서 평균 출현량은 동계에 56±51개체/1,000㎥, 춘계에 593±1571개체/1,000㎥, 하계에 43±68개체/1,000㎥, 추계에 16±37개체/1,000㎥으로 동계에 높은 출현량을 나타냄

○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계와 하계, 2020년 동계와 하계, 2021년 추계에 이상치가 나타났으며, 춘계와 추계에 멸치(*E. japonicus*), 하계에 멸치(*E. japonicus*), 문절망둑류(*Acanthogobius* spp.)의 높은 출현량 때문인 것으로 분석됨

○ 전체적으로 출현량은 각 조사시기별 우점종에 의해 출현량이 좌우되는 것으로 분석되었으며, 하계에 높은 출현량을 나타내는 것으로 분석됨

○ 어류의 산란은 계절적이거나 정해진 주기를 갖으며 환경의 주기적 변화와 무관하지 않기 때문에 계절별 채집은 채집 시기에 따라 자치어 출현량이 과소 또는 과대평가 될 가능성이 있음

○ 본 조사 결과, 계절별로 출현량이 크게 나타나, 자치어의 전형적인 불균형 분포 패턴이 관찰됨

(2) 우점종

○ 인천 연안어장 자치어의 출현량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정하였으며, 3종 이하의 출현종수를 나타내어 단순한 군집조성을 나타낸 시기 및 권역에서는 출현한 모든 종이 우점종으로 선정됨

○ 동계에 쥐노래미(*H. otakii*)가 Ⅲ권역과 Ⅳ권역에 높은 점유율을 차지하였으며, 동계를 제외한 모든 계절에 멸치(*E. japonicus*)가 모든 권역에서 20% 이상의 점유율을 나타냄

○ 권역별로는 Ⅰ권역에서 베도라치(*Pholis nebulosa*), Ⅱ권역에서 베도라치(*P. nebulosa*)와 멸치(*E. japonicus*), Ⅲ권역에서 미끈망둑(*Luciogobius guttatus*)과 멸치(*E. japonicus*),

Ⅳ권역에서 멸치(*E. japonicus*)가 높은 점유율을 차지함

- 멸치(*E. japonicus*)는 플랑크톤은 섭식하기 위해 주로 연안에서 무리를 지어 서식하는 종으로(Kang et al., 2014; Youn et al., 2019) 동계를 제외한 모든 계절에서 출현하였으며, Ⅳ권역 추계에 89.3%로 가장 높은 점유율을 보임
- 흰베도라치(*P. fangi*)는 연안에 분포하며, 주로 동계에 산란하는 종으로(Hwang and Lee, 2001) 동계에 모든 권역에서 출현하였으며, Ⅰ권역과 Ⅱ권역 동계에 27.8%로 가장 높은 점유율을 보임
- 미끈망둑(*L. guttatus*)은 연안 또는 기수역에서 서식하는 종으로(Kim et al., 2015) 추계에 Ⅱ권역과 Ⅲ권역에서 출현하였으며, Ⅲ권역 추계에 76.5%로 가장 높은 점유율을 보임
- 망둑어과(Gobiidae spp.)는 주로 수온이 높아지는 시기에 산란하는 것으로 알려져 있으며(Kim et al., 2015), 동계를 제외한 모든 계절에 모든 권역에서 출현하였으며, Ⅰ권역 하계에 47.9%로 가장 높은 점유율을 보임
- 인천 연안에서 멸치(*E. japonicus*)는 동계를 제외한 모든 계절에 출현하였으며, 쥐노래미(*H. otakii*), 미끈망둑(*L. guttatus*), 베도라치(*Pholis nebulosa*)는 각각의 권역에서 가장 높은 점유율을 차지하며 최우점하는 것으로 파악됨

<표 Ⅱ-2.3.2-61> 권역 및 계절별 자치어 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
동계	*Pholis nebulosa* (69.5%)	*Pholis nebulosa* (58.9%)	*Hexagrammos otakii* (47.2%)	*Hexagrammos otakii* (71.0%)	*Hexagrammos otakii* (50.2%)
	Pholis fangi (27.8%)	*Pholis fangi* (27.8%)	*Ammodytes personatus* (16.4%)	*Pholis fangi* (26.8%)	*Pholis fangi* (25.4%)
	Hexagrammos otakii (2.7%)	*Hexagrammos otakii* (10.9%)	*Liparis tanakae* (16.3%)	*Ammodytes personatus* (1.7%)	*Pholis nebulosa* (18.8%)
춘계	*Acanthogobius* (40.3%)	*Engraulis japonicus* (39.8%)	*Engraulis japonicus* (33.9%)	*Engraulis japonicus* (87.5%)	*Engraulis japonicus* (42.9%)
	Engraulis japonicus (22.6%)	Gobiidae spp. (39.5%)	*Liparis tanakae* (27.6%)	*Konosirus punctatus* (6.9%)	Gobiidae spp. (28.5%)
	Pholis fangi (17.4%)	*Acentrogobius pflaumi* (10.1%)	*Pholis fangi* (16.7%)	*Pseudopleuronectes yokohamae*(2.5%)	*Acanthogobius* spp. (7.0%)
하계	Gobiidae spp. (47.9%)	*Engraulis japonicus* (48.6%)	*Engraulis japonicus* (58.4%)	*Engraulis japonicus* (54.0%)	*Engraulis japonicus* (44.7%)
	Engraulis japonicus (30.8%)	*Sillago japonica* (39.8%)	*Repomucenus valenciennei*(32.6%)	*Acanthogobius* (11.1%)	Gobiidae spp. (20.2%)
	Sebastes schlegelii (10.1%)	*Pennahia argentata* (2.6%)	Gobiidae spp. (4.2%)	Gobiidae spp. (8.9%)	*Sillago japonica* (13.0%)
추계	*Coilia nasus* (60.6%)	*Luciogobius guttatus* (27.7%)	*Luciogobius guttatus* (76.5%)	*Engraulis japonicus* (89.3%)	*Engraulis japonicus* (46.2%)
	Engraulis japonicus (23.3%)	*Engraulis japonicus* (25.4%)	Gobiidae spp. (11.3%)	Gobiidae spp. (10.7%)	*Luciogobius guttatus* (21.1%)
	Lateolabrax spp. (12.8%)	*Periophthalmus modestus* (14.3%)	*Chaenogobius* spp. (9.8%)	-	Gobiidae spp. (9.3%)

라. 조하대 대형저서동물

1) 단변량

가) 출현종수

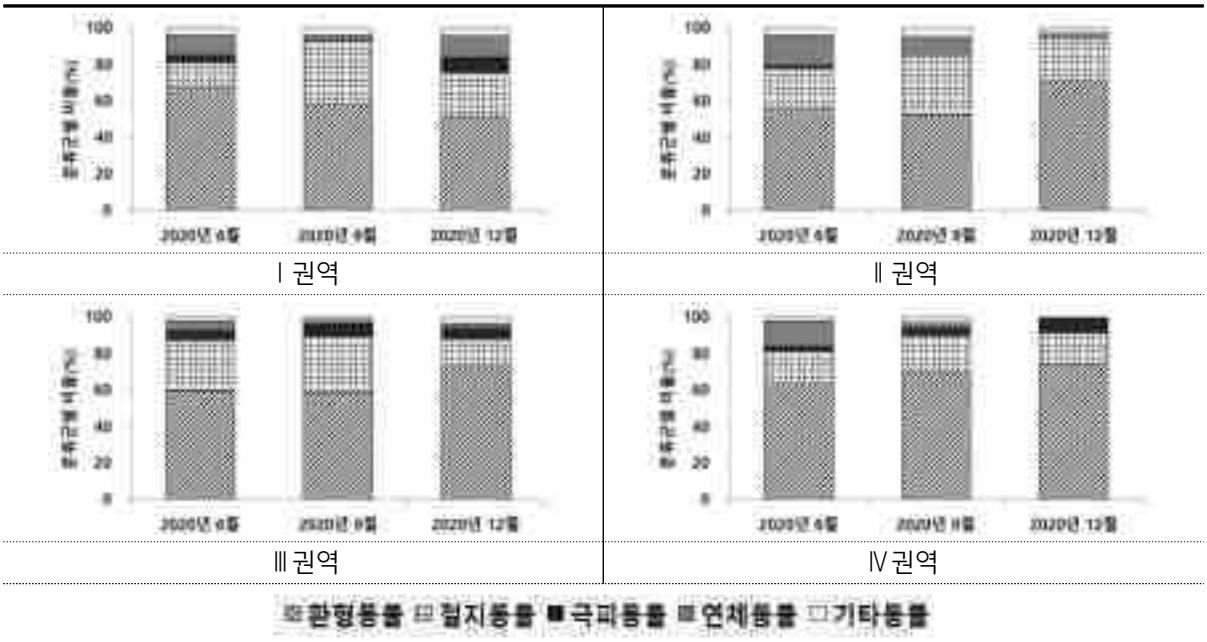
(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 평균 출현종수는 22±20 종/0.2㎡으로 2020년 6월 29±23 종/0.2㎡, 9월 26±19 종/0.2㎡, 12월 12±9 종/0.2㎡가 출현하여 6월과 9월에 높은 출현종수를 보였으며, 대부분 시기에서 환형동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 10±6 종/0.2㎡(5~18 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 30±10 종/0.2㎡(20~39 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 68±2 종/0.2㎡(66~70 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 21±14 종/0.2㎡(4~39 종/0.2㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 12±7 종/0.2㎡(6~22 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 24±9 종/0.2㎡(15~33 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 43±23 종/0.2㎡(20~65 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 30±21 종/0.2㎡(7~57 종/0.2㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 9±9 종/0.2㎡(2~21 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 21±1 종/0.2㎡(20~21 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 18±10 종/0.2㎡(8~27 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 5±3 종/0.2㎡(1~7 종/0.2㎡)으로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음



(그림 Ⅱ-2.3.2-54) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 출현종수 점유율

(2) 2차년도

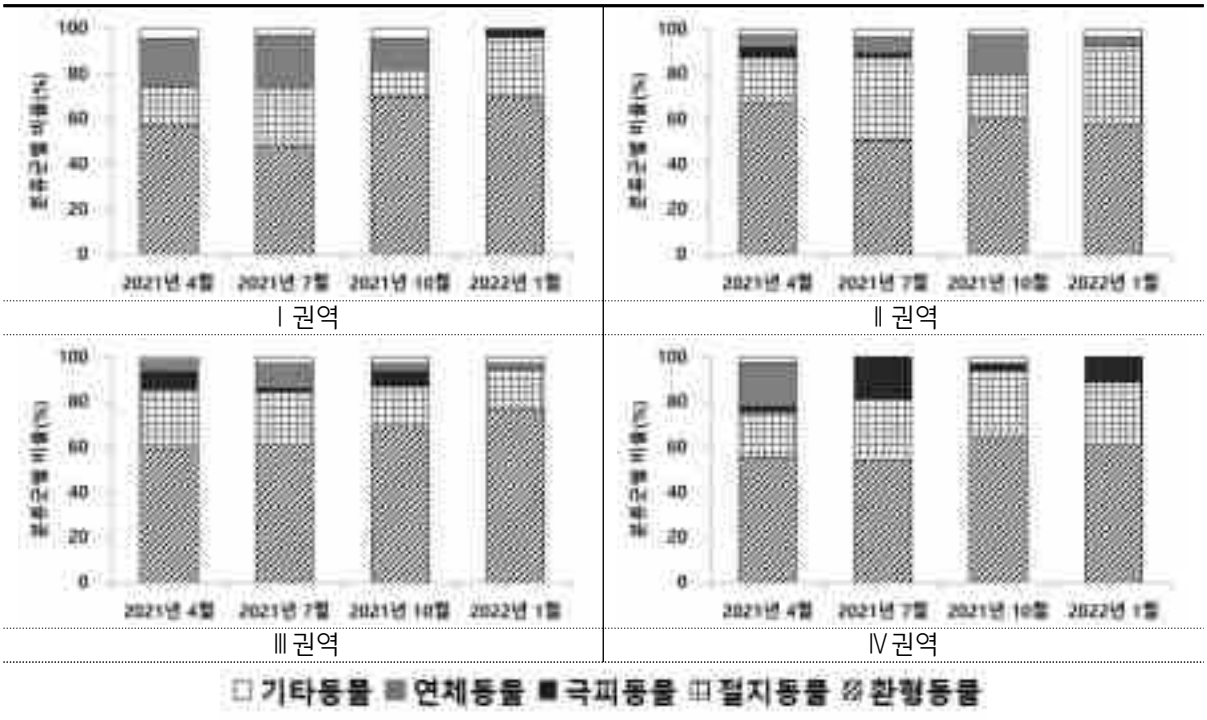
○ 2차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 평균 출현종수는 20±17 종/0.2㎡으로 2021년 4월 24±20 종/0.2㎡, 7월 22±18 종/0.2㎡, 10월 21±20 종/0.2㎡, 2022년 1월 13±9 종/0.2㎡가 출현하여 1월에 낮은 출현종수를 보였으며, 대부분 시기에서 환형동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 9±6 종/0.2㎡(4~16 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 46±6 종/0.2㎡(42~50 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 37±32 종/0.2㎡(14~59 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 17±16 종/0.2㎡(4~35 종/0.2㎡)으로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역에서 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 14±7 종/0.2㎡(10~22 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 30±30 종/0.2㎡(9~51 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 44±10 종/0.2㎡(37~51 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 10±4 종/0.2㎡(6~14 종/0.2㎡)으로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역에서 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 8±10 종/0.2㎡(1~20 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 18±11 종/0.2㎡(10~26 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 56±13 종/0.2㎡(46~65 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 14±6 종/0.2㎡(9~21 종/0.2㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 10±12 종/0.2㎡(2~24 종/0.2㎡), Ⅱ권역은 15±5 종/0.2㎡(11~18 종/0.2㎡), Ⅲ권역은 23±3 종/0.2㎡(21~25 종/0.2㎡), Ⅳ권역은 8±4 종/0.2㎡(4~12 종/0.2㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음



(그림 Ⅱ-2.3.2-55) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 출현종수 점유율

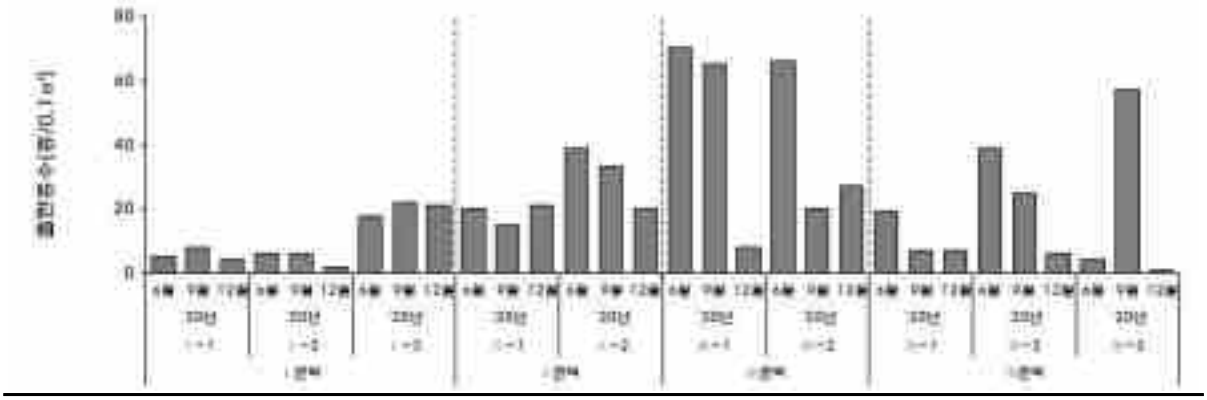
(3) 요약

○ 출현종수는 Ⅲ권역에서 높았으며, 춘계(4월)와 하계(6월, 7월)에 환형동물이 주요 동물군으로 출현하며 높은 수준을 나타냄

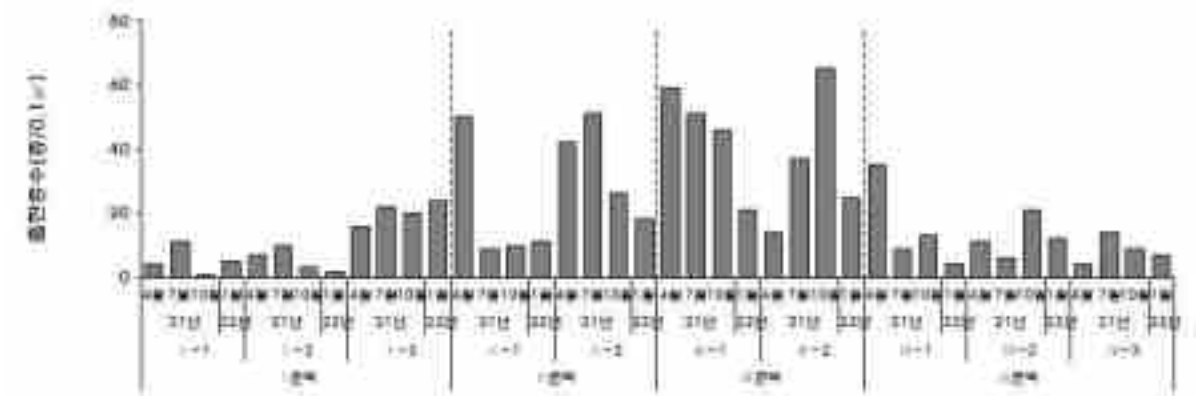
○ 1차년도와 2차년도 모두 출현종수가 수온이 상승하는 시기에 높은 값을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-62> 권역별 조하대 대형저서동물 출현종수(종/0.2㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	10±6	30±10	68±2	21±14	29±23
	2020년 9월	12±7	24±9	43±23	30±21	26±19
	2020년 12월	9±9	21±1	18±10	5±3	12±9
	평균±표준편차	10±8	25±9	43±27	18±19	22±20
2차 년도	2021년 4월	9±6	46±6	37±32	17±16	24±20
	2021년 7월	14±7	30±30	44±10	10±4	22±18
	2021년 10월	8±10	18±11	56±13	14±6	21±20
	2022년 1월	10±12	15±5	23±3	8±4	13±9
	평균±표준편차	10±8	27±18	40±19	12±9	20±17
평균±표준편차		10±8	26±14	41±22	15±14	21±18



(그림 Ⅱ-2.3.2-56) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅱ-2.3.2-57) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 출현종수

나) 서식밀도

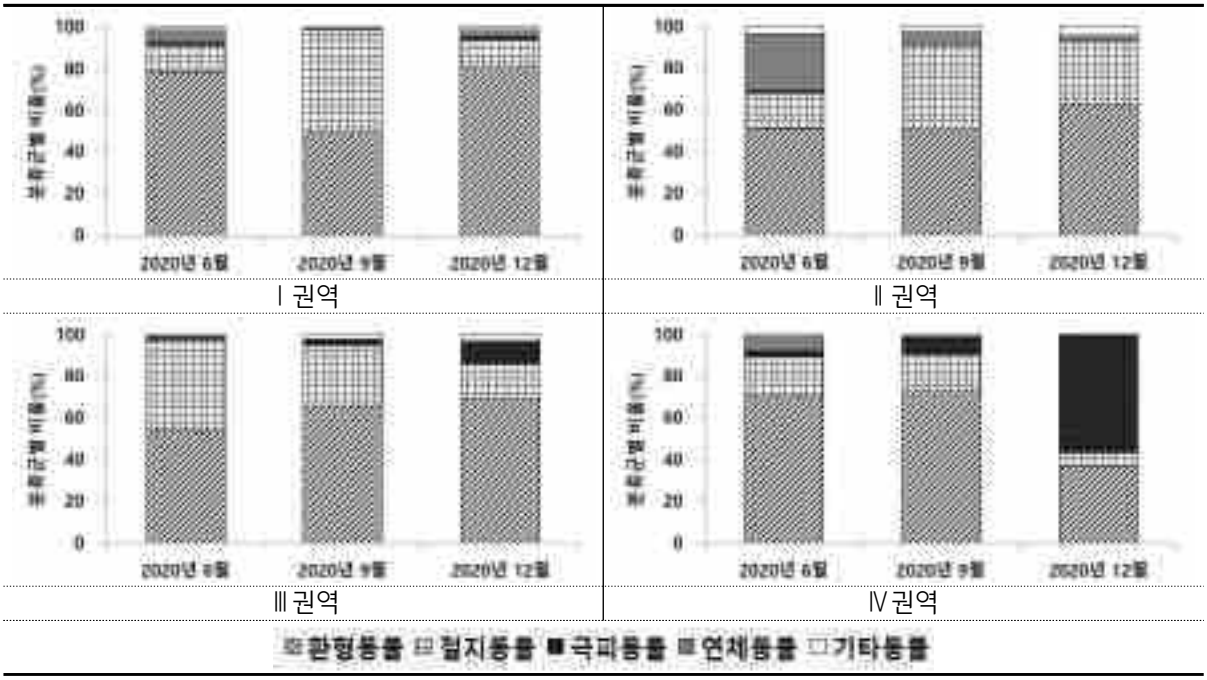
(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 평균 서식밀도는 613±920 개체/㎡으로 2020년 6월 1,012±1,389 개체/㎡, 9월 640±475 개체/㎡, 12월 188±211 개체/㎡로 시기간 큰 편차를 보이며, 6월에 가장 높은 서식밀도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 환형동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 268±284 개체/㎡(65~670 개체/㎡), Ⅱ권역은 433±178 개체/㎡(255~610 개체/㎡), Ⅲ권역은 3,723±333 개체/㎡(3,390~4,055 개체/㎡), Ⅳ권역은 333±341 개체/㎡(30~810 개체/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 627±380 개체/㎡(110~1,015 개체/㎡), Ⅱ권역은 303±173 개체/㎡(130~475 개체/㎡), Ⅲ권역은 805±595 개체/㎡(210~1,400 개체/㎡), Ⅳ권역은 768±490 개체/㎡(75~1,115 개체/㎡)으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 235±304 개체/㎡(10~665 개체/㎡), Ⅱ권역은 235±30 개체/㎡(205~265 개체/㎡), Ⅲ권역은 278±198 개체/㎡(80~475 개체/㎡), Ⅳ권역은 50±41 개체/㎡(5~105 개체/㎡)으로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음



(그림 Ⅱ-2.3.2-58) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 서식밀도 점유율

(2) 2차년도

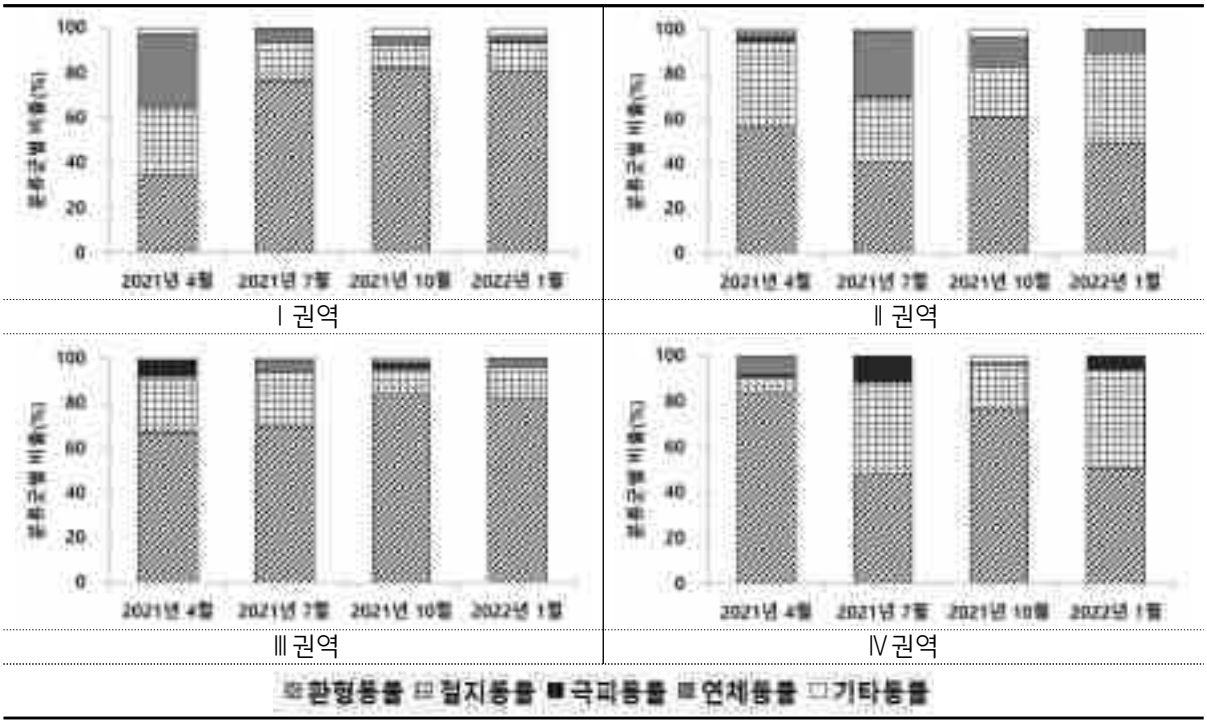
○ 2차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 평균 서식밀도는 440±573 개체/㎡으로 2021년 4월 548±665 개체/㎡, 7월 587±623 개체/㎡, 10월 414±638 개체/㎡, 2022년 1월 213±302 개체/㎡로 2021년 4월과 7월에 높은 서식밀도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 환형동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 128±47 개체/㎡(75~165 개체/㎡), Ⅱ권역은 798±166 개체/㎡(680~915 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,135±1,344 개체/㎡(185~2,085 개체/㎡), Ⅳ권역은 410±611 개체/㎡(40~1,115 개체/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 538±658 개체/㎡(100~1,295 개체/㎡), Ⅱ권역은 743±951 개체/㎡(70~1,415 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,253±173 개체/㎡(1,130~1,375 개체/㎡), Ⅳ권역은 87±38 개체/㎡(50~125 개체/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 130±186 개체/㎡(15~345 개체/㎡), Ⅱ권역은 223±95 개체/㎡(155~290 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,388±1,092 개체/㎡(615~2,160 개체/㎡), Ⅳ권역은 175±58 개체/㎡(110~220 개체/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

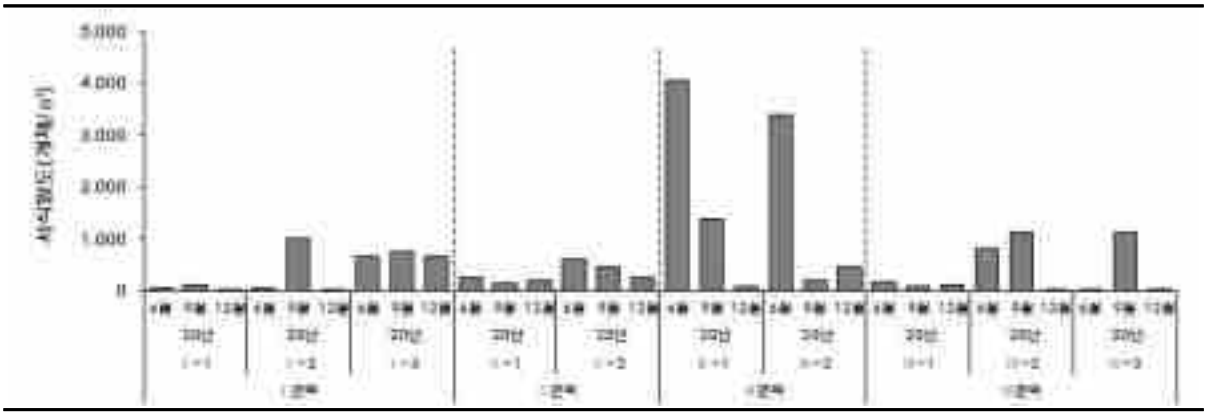
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 380±569 개체/㎡(10~1,035 개체/㎡), Ⅱ권역은 143±46 개체/㎡(110~175 개체/㎡), Ⅲ권역은 265±7 개체/㎡(260~270 개체/㎡), Ⅳ권역은 57±18 개체/㎡(40~75 개체/㎡)으로 Ⅰ권역과 Ⅲ권역이 높음



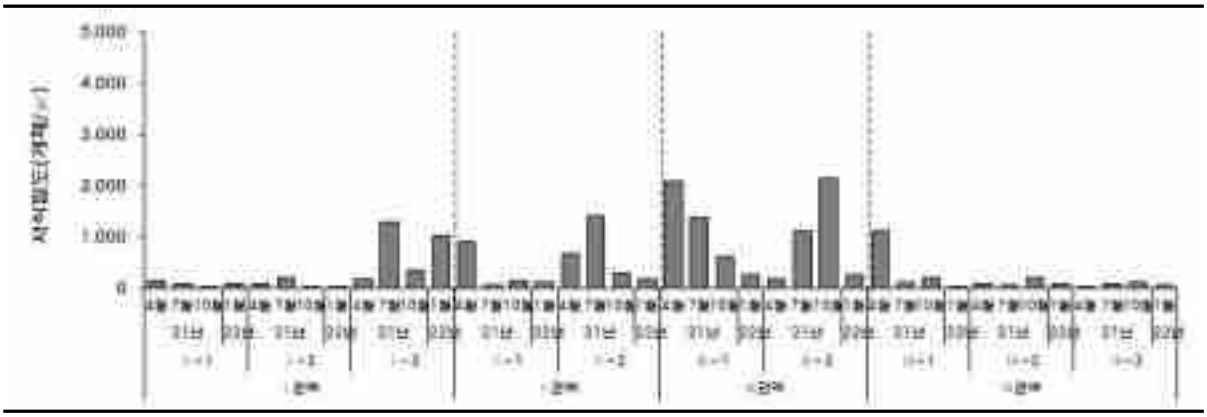
(그림 Ⅱ-2.3.2-59) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 서식밀도 점유율

<표 Ⅱ-2.3.2-63> 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	268±284	433±178	3,723±333	333±341	1,012±1,389
	2020년 9월	627±380	303±173	805±595	768±490	640±475
	2020년 12월	235±304	235±30	278±198	50±41	188±211
	평균±표준편차	377±393	323±181	1,602±1,719	384±482	613±936
2차 년도	2021년 4월	128±47	798±166	1,135±1,344	410±611	548±665
	2021년 7월	538±658	743±951	1,253±173	87±38	587±623
	2021년 10월	130±186	223±95	1,388±1,092	175±58	414±638
	2022년 1월	380±569	143±46	265±7	57±18	213±302
	평균±표준편차	294±421	476±484	1,010±808	182±300	440±573
평균±표준편차		330±401	411±381	1,264±1,257	269±391	514±749



(그림 Ⅱ-2.3.2-60) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도



(그림 Ⅱ-2.3.2-61) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도

(3) 요약

○ 서식밀도는 Ⅲ권역에서 높은 수준을 보였으며, 하계(6월, 7월)에 환형동물의 출현량으로 높은 서식밀도를 보임

○ 1차년도 하계(6월)에 서식밀도가 가장 높은 수준을 보였고, 정점 Ⅲ-1에서 환형동물이 높은 서식밀도를 나타냄

다) 생체량

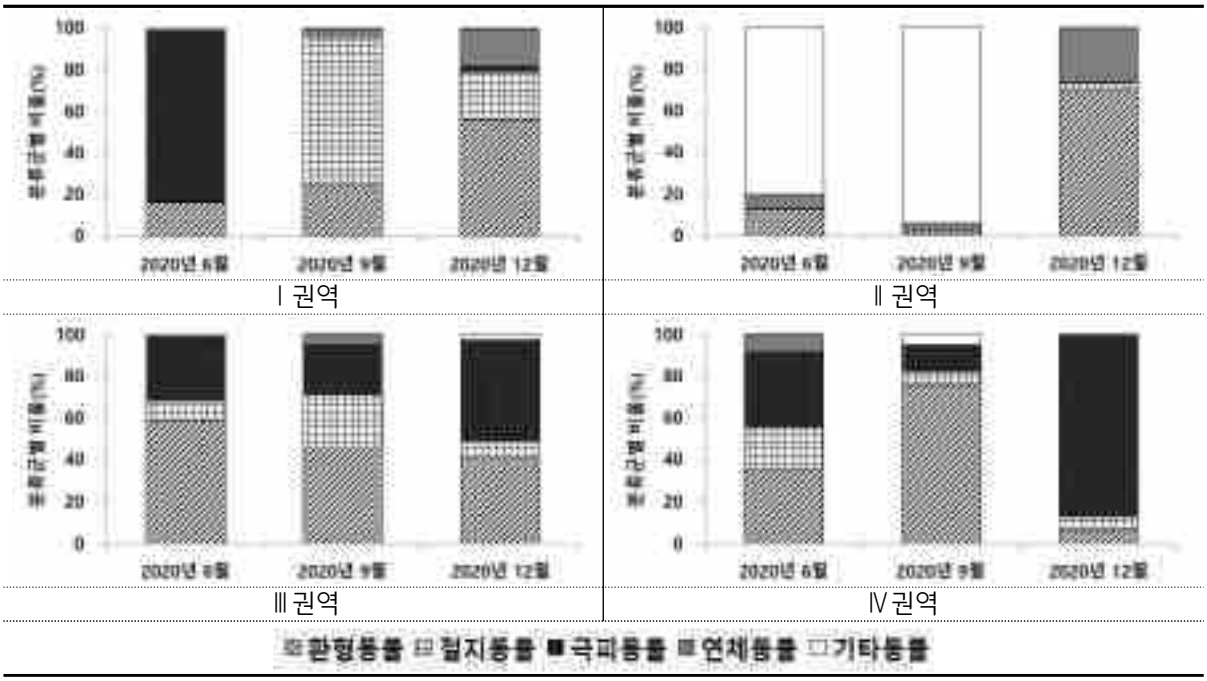
(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물의 평균 생체량은 23.9±43.8 g/㎡으로 2020년 6월 44.7±58.3 g/㎡, 9월 21.9±39.2 g/㎡, 12월 5.1±6.0 g/㎡로 시기 간 큰 편차를 보이며, 2020년 6월에 높은 생체량을 보였으며, 환형동물, 절지동물 및 극피동물이 권역 및 시기마다 주요 동물군으로 달리 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 13.1±18.3 g/㎡(0.2 ~ 39.0 g/㎡), Ⅱ권역은 88.8±77.2 g/㎡(11.6 ~ 166.0 g/㎡), Ⅲ권역은 105.5±33.7 g/㎡(71.8 ~ 139.2 g/㎡), Ⅳ권역은 6.2±4.5 g/㎡(0.1 ~ 10.6 g/㎡)으로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 9.3±9.7 g/㎡(1.7 ~ 23.0 g/㎡, Ⅱ권역은 71.1±66.2 g/㎡(4.9 ~ 137.3 g/㎡), Ⅲ권역은 12.8±5.7 g/㎡(7.1 ~ 18.4 g/㎡), Ⅳ권역은 7.7±6.9 g/㎡(0.3 ~ 16.9 g/㎡)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1.9±1.8 g/㎡(0.0 ~ 4.2 g/㎡), Ⅱ권역은 15.1±6.1 g/㎡(9.0 ~ 21.2 g/㎡), Ⅲ권역은 3.9±0.7 g/㎡(3.1 ~ 4.6 g/㎡), Ⅳ권역은 2.5±2.4 g/㎡ (0.3 ~ 5.8 g/㎡)으로 Ⅱ권역이 가장 높음



(그림 Ⅱ-2.3.2-62) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 생체량 점유율

(2) 2차년도

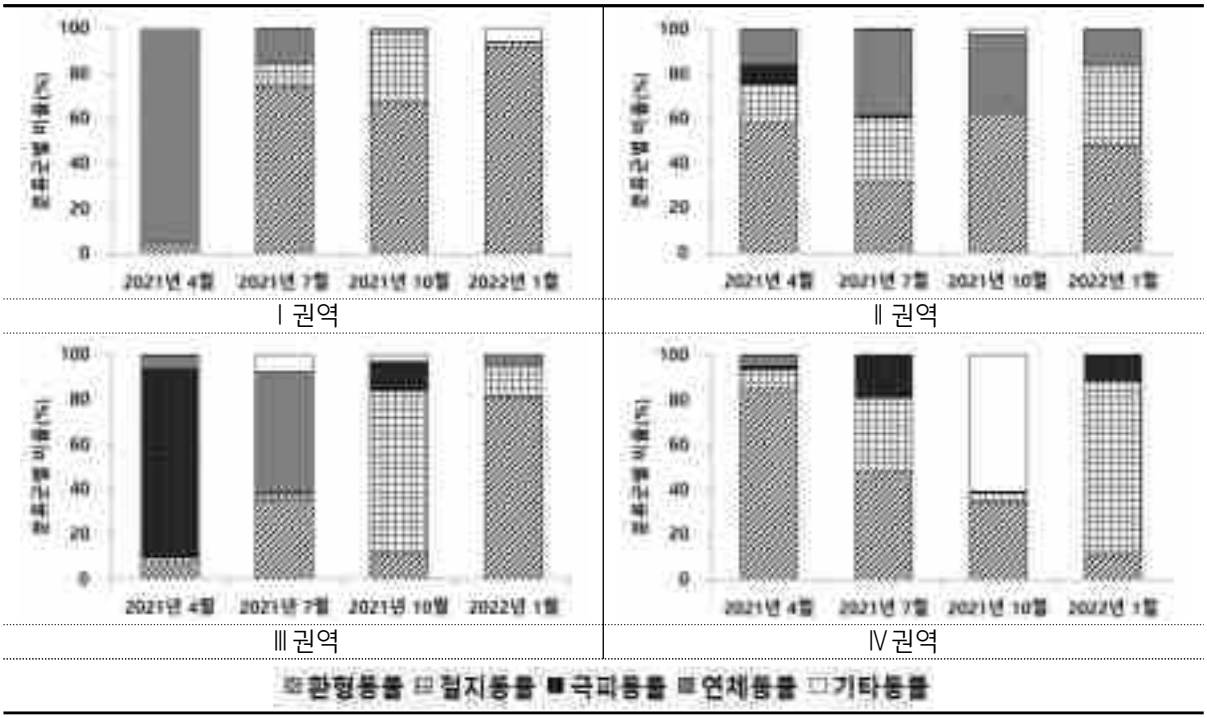
○ 2차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물의 평균 생체량은 20.0±46.8 g/㎡으로 2021년 4월 26.6±40.2 g/㎡, 7월 10.4±20.0 g/㎡, 10월 36.9±82.1 g/㎡, 2022년 1월 6.2±8.3 g/㎡로 시기 간 큰 편차를 보이며, 2021년 10월에 높은 생체량을 보였으며, 환형동물, 절지동물 및 극피동물이 권역 및 시기마다 주요 동물군으로 달리 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 10.4±16.8 g/㎡(0.4~29.7 g/㎡), Ⅱ권역은 17.0±7.4 g/㎡(11.8~22.2 g/㎡), Ⅲ권역은 65.9±82.6 g/㎡(7.4~124.3 g/㎡), Ⅳ권역은 23.0±38.6 g/㎡(0.7~67.5 g/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 2.5±3.4 g/㎡(0.3~6.4 g/㎡, Ⅱ권역은 4.0±5.5 g/㎡(0.1~7.8 g/㎡), Ⅲ권역은 41.9±32.4 g/㎡(19.0~64.8 g/㎡), Ⅳ권역은 1.6±1.9 g/㎡(0.3~3.7 g/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 2.0±3.3 g/㎡(0.0~5.9 g/㎡), Ⅱ권역은 10.0±11.1 g/㎡(2.2~17.9 g/㎡), Ⅲ권역은 168.5±131.0 g/㎡(75.9~261.1 g/㎡), Ⅳ권역은 1.9±1.9 g/㎡(0.4~4.0 g/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 8.9±14.9 g/㎡(0.1~26.2 g/㎡), Ⅱ권역은 2.9±0.9 g/㎡(2.3~3.6 g/㎡), Ⅲ권역은 11.6±1.0 g/㎡(10.9~12.3 g/㎡), Ⅳ권역은 2.0±2.5 g/㎡(0.1~4.8 g/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음



(그림 Ⅱ-2.3.2-63) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 동물군별 생체량 점유율

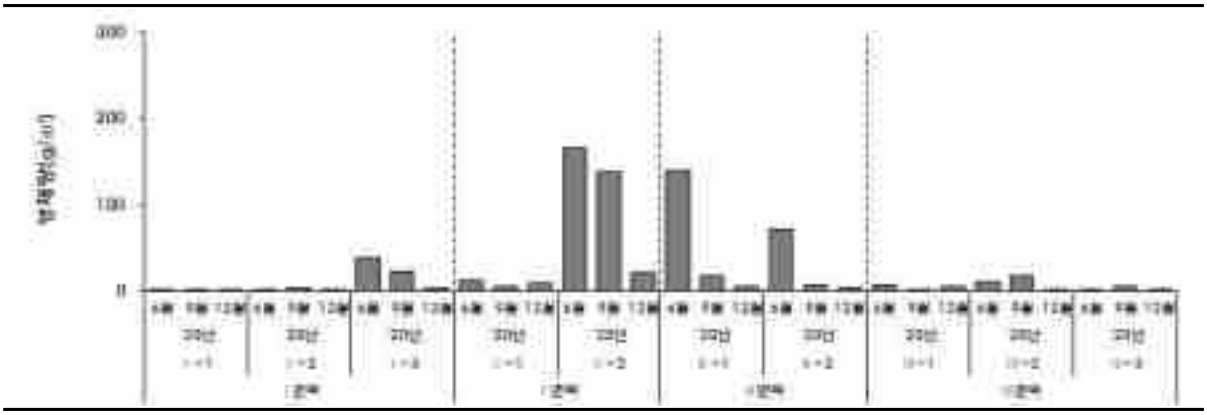
(3) 요약

○ 생체량은 Ⅲ권역에서 높은 수준을 보였으며, 하계(6월)와 추계(10월)에 환형동물과 절지동물의 영향으로 판단됨

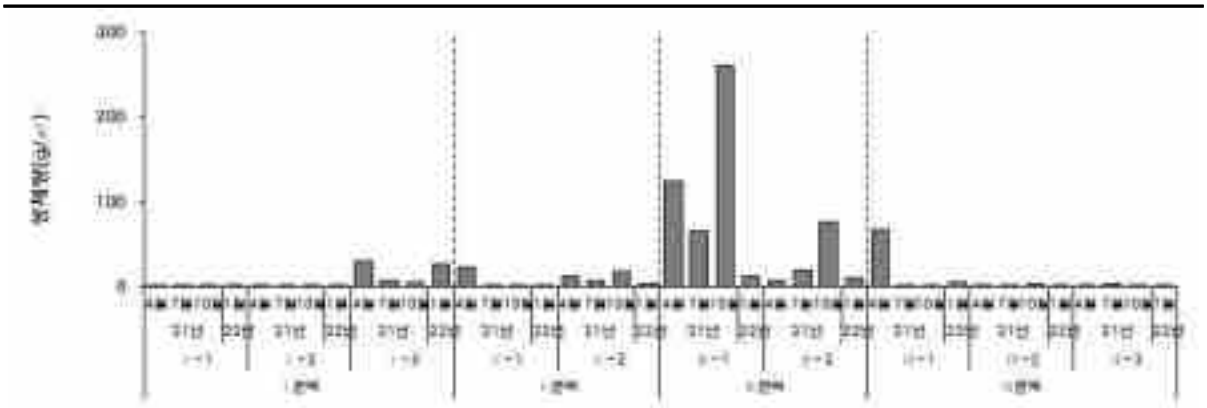
○ 2차년도 추계(10월)에 생체량이 가장 높은 수준을 보였고, 정점 Ⅲ-1에서 절지동물이 높은 생체량을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-64> 권역별 조하대 대형저서동물 생체량(g/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	13.1±18.3	88.8±77.2	105.5±33.7	6.2±4.5	44.7±58.3
	2020년 9월	9.3±9.7	71.1±66.2	12.8±5.7	7.7±6.9	21.9±39.2
	2020년 12월	1.9±1.8	15.1±6.1	3.9±0.7	2.5±2.4	5.1±6.0
	평균±표준편차	8.1±13.6	58.3±73.0	40.7±54.8	5.5±5.7	23.9±44.6
2차 년도	2021년 4월	10.4±16.8	17.0±7.4	65.9±82.6	23.0±38.6	26.6±40.2
	2021년 7월	2.5±3.4	4.0±5.5	41.9±32.4	1.6±1.9	10.4±20.0
	2021년 10월	2.0±3.3	10.0±11.1	168.5±131.0	1.9±1.9	36.9±82.1
	2022년 1월	8.9±14.9	2.9±0.9	11.6±1.0	2.0±2.5	6.2±8.3
	평균±표준편차	5.9±10.5	8.5±8.1	72.0±86.9	7.1±19.1	20.0±46.8
평균±표준편차		6.9±11.7	29.9±52.4	58.6±74.0	6.4±14.6	21.7±45.6



(그림 Ⅱ-2.3.2-64) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량



(그림 Ⅱ-2.3.2-65) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량

2) 우점종

가) 서식밀도

○ 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정함

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 우점종은 절지동물에 속하는 옆새우류(Gammaridae spp.)가 12.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류인 버들갯지렁이류(*Mediomastus californiensis*)가 5.6%, 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)가 5.2%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2020년 6월에 옆새우류(Gammaridae spp.), 9월에 가는버들갯지렁이(*Notomastus latericeus*), 12월에 짧은가시송곳갯지렁이(*Lumbrineris cruzensis*)가 높은 점유율을 차지하여 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-65> 1차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Gammaridae spp. (20.6%)	*Notomastus latericeus* (11.0%)	*Lumbrineris cruzensis* (15.7%)	Gammaridae spp. (12.6%)
Terebellidae spp. (9.0%)	*Urothoe* spp. (8.2%)	*Cirrophorus furcatus* (6.1%)	*Mediomastus californiensis* (5.6%)
Ampharete arctica (6.6%)	*Pseudopolydora kempi* (7.1%)	*Heteromastus filiformis* (5.6%)	Terebellidae spp. (5.2%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류 짧은가시송곳갯지렁이(*L. cruzensis*)는 16.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)와 실타래갯지렁이류(*Tharyx* sp.)가 각각 11.8%씩 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 연체동물에 속하는 이매패류 꼬마보라맛조개(*Siliqua pulchella*)가 13.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 가는버들갯지렁이(*N. latericeus*)는 11.0%, 연체동물에 속하는 이매패류 아기반투명조개(*Theora lata*)가 5.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 절지동물에 속하는 옆새우류(Gammaridae spp.)가 27.1%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)는 12.2%, 작은사슴갯지렁이(*Ampharete arctica*)은 8.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 예쁜얼굴갯지렁이류(*Prionospio paradisea*)가 11.5%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)는 11.0%, 예쁜얼굴갯지렁이류(*Prionospio membranacea*)은 7.5%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-66> 2020년 6월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Lumbrineris cruzensis (16.8%)	*Siliqua pulchella* (13.3%)	Gammaridae spp. (27.1%)	*Prionospio paradisea* (11.5%)
Mediomastus californiensis (11.8%)	*Notomastus latericeus* (11.0%)	Terebellidae spp. (12.2%)	*Mediomastus californiensis* (11.0%)
Tharyx spp. (11.8%)	*Theora lata* (5.8%)	*Ampharete arctica* (8.9%)	*Prionospio Membranacea* (7.5%)

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 절지동물에 속하는 단각류 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)는 26.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 두점박이선녀얼굴갯지렁이(*Pseudopolydora kempi*)가 24.2%, 절지동물에 속하는 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)가 13.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 안경옆새우류(*Ampelisca* spp.)가 13.2%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 은갯지렁이(*Paralacydonia paradoxa*)는 8.3%, 솜털바퀴실타래갯지렁이(*Chaetozone setosa*)는 5.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 14.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 옆새우류(Gammaridae spp.)가 12.7%, 환형동물에 속하는 다모류 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*)는 6.5%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 가는버들갯지렁이(*N. latericeus*)가 29.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 곤쟁이류(Mysidacea spp.)는 9.8%, 환형동물에 속하는 다모류 민코별난가시갯지렁이(*Cirrophorus armatus*)는 8.9%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-67> 2020년 9월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Urothoe spp. (26.3%)	*Ampelisca* spp. (13.2%)	*Mediomastus californiensis* (14.9%)	*Notomastus latericeus* (29.3%)
Pseudopolydora kempi (24.2%)	*Paralacydonia paradoxa* (8.3%)	Gammaridae spp. (12.7%)	Mysidacea spp. (9.8%)
Macrophthalmus japonicus (13.6%)	*Chaetozone setosa* (5.0%)	*Ampharete arctica* (6.5%)	*Cirrophorus armatus* (8.9%)

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류 짧은가시송곳갯지렁이(*L. cruzensis*)는 39.7%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 14.2%, 절지동물에 속하는 긴꼬리올챙이새우류(*Diastylis* spp.)가 7.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 단각류 안경옆새우류(*Ampelisca* spp.)가 8.5%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 민코별난가시갯지렁이(*C. armatus*)와 남방백금갯지렁이(*Nephtys polybranchia*)는 각각 7.4%씩 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류 민코별난가시갯지렁이(*C. armatus*)와 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 각각 12.6%씩 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)는 7.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*Ophiuroglypha kinbergi*)가 56.7%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)는 10.0%, 납작백금갯지렁이(*A. sinensis*)는 3.3%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-68> 2020년 12월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Lumbrineris cruzensis (39.7%)	*Ampelisca* spp. (8.5%)	*Cirrophorus armatus* (12.6%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (56.7%)
Heteromastus filiformis (14.2%)	*Cirrophorus armatus* (7.4%)	*Mediomastus californiensis* (12.6%)	*Aonides oxycephala* (10.0%)
Diastylis spp. (7.1%)	*Nephtys polybranchia* (7.4%)	*Nephtys polybranchia* (7.2%)	*Aglaophamus sinensis* (3.3%)

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 우점종은 환형동물에 속하는 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 11.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 선녀얼굴갯지렁이류(*Pseudopolydora achaeta*)가 7.0%, 큰사슴갯지렁이(*Amphicteis gunneri*)가 6.4%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2021년 4월에 꼬리다리옆새우류(*Photis* spp.), 7월에 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*), 10월에 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*), 2022년 1월에 오뚜기갯지렁이(*Sternaspis scutata*)가 높은 점유율을 차지하여 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-69> 2차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
Photis spp. (12.0%)	*Heteromastus filiformis* (15.9%)	*Amphicteis gunneri* (14.5%)	*Sternaspis scutata* (24.7%)	*Heteromastus filiformis* (11.8%)
Notomastus latericeus (11.7%)	*Mediomastus californiensis* (9.9%)	*Mediomastus californiensis* (9.3%)	*Heteromastus filiformis* (12.2%)	*Pseudopolydora achaeta* (7.0%)
Pseudopolydora achaeta (10.1%)	*Raetellops pulchella* (5.5%)	*Paralacydonia paradoxa* (4.5%)	*Lumbrineris cruzensis* (6.6%)	*Amphicteis gunneri* (6.4%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류 쇄방사늑조개(*Potamocorbula amurensis*)는 23.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 단각류 긴뿔옆새우류(*Mandibulophoxus* spp.)가 20.8%, 환형동물에 속하는 다모류 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 11.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 단각류 꼬리다리옆새우류(*Photis* spp.)가 20.7%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 두갈래별난가시갯지렁이(*Cirrophorus furcatus*)가 5.3%, 절지동물에 속하는 단각류 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 4.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류 선녀얼굴갯지렁이류(*P. achaeta*)가 24.4%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 단각류 꼬리다리옆새우류(*Photis* spp.)가 15.0%, 환형동물에 속하는 다모류 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 5.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 가는버들갯지렁이(*N. latericeus*)가 51.4%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 두갈래별난가시갯지렁이(*C. furcatus*)가 6.1%, 투구갯지렁이(*Sigambra tentaculata*)가 5.3%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-70> 2021년 4월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Potamocorbula amurensis (23.3%)	*Photis* spp. (20.7%)	*Pseudopolydora achaeta* (24.4%)	*Notomastus latericeus* (51.4%)
Mandibulophoxus spp. (20.8%)	*Cirrophorus furcatus* (5.3%)	*Photis* spp. (15.0%)	*Cirrophorus furcatus* (6.1%)
Heteromastus filiformis (13.0%)	Corophiidae spp. (4.1%)	*Mediomastus californiensis* (5.9%)	*Sigambra tentaculata* (5.3%)

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 52.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 12.7%, 절지동물에 속하는 단각류 모래무지옆새우류(*Eohaustorius* spp.)가 5.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 연체동물에 속하는 이매패류 쇄개량조개(*Raetellops pulchella*)가 19.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 단각류 안경옆새우류(*Ampelisca* spp.)가 10.8%, 환형동물에 속하는 다모류 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 8.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류 작은사슴갯지렁이류(*A. arctica*)가 10.4%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 10.0%,

모자예쁜얼굴갯지렁이류(*Minuspio pulchra*)는 7.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 절지동물에 속하는 단각류 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)가 17.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 달걀얼굴갯지렁이류(*Spio martinensis*)는 13.5%, 절지동물에 속하는 단각류 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)는 11.5%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-71> 2021년 7월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Heteromastus filiformis (52.8%)	*Raetellops pulchella* (19.9%)	*Ampharete arctica* (10.4%)	*Urothoe* spp. (17.8%)
Mediomastus californiensis (12.7%)	*Ampelisca* spp. (10.8%)	*Mediomastus californiensis* (10.0%)	*Spio martinensis* (13.5%)
Eohaustorius spp. (5.9%)	*Mediomastus californiensis* (8.4%)	*Minuspio pulchra* (7.4%)	Corophiidae spp. (11.5%)

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류 짧은가시송곳갯지렁이(*L. cruzensis*)는 26.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 헛고리갯지렁이류(*Glycinde gurjanovae*)와 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 각각 11.5%씩 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 환형동물에 속하는 다모류 양손갯지렁이류(*Magelona* spp.)가 11.7%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 은갯지렁이(*P. paradoxa*)가 9.0%, 절지동물에 속하는 단각류 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)가 7.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)가 21.1%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 12.3%, 은갯지렁이(*P. paradoxa*)가 4.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)가 11.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 예쁜얼굴갯지렁이류(*P. paradisea*)가 11.8%, 달걀얼굴갯지렁이류(*S. martinensis*)가 7.6%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-72> 2021년 10월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Lumbrineris cruzensis (26.8%)	*Magelona* spp. (11.7%)	*Amphicteis gunneri* (21.1%)	*Aonides oxycephala* (11.8%)
Glycinde gurjanovae (11.5%)	*Paralacydonia paradoxa* (9.0%)	*Mediomastus californiensis* (12.3%)	*Prionospio paradisea* (11.8%)
Sternaspis scutata (11.5%)	*Urothoe* spp. (7.9%)	*Paralacydonia paradoxa* (4.7%)	*Spio martinensis* (7.6%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)는 39.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 13.6%, 짧은가시송곳갯지렁이(*L. cruzensis*)가 11.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 긴뿔옆새우류(*Mandibulophoxus* spp.)가 14.0%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 은갯지렁이(*P. paradoxa*)가 10.5%, 연체동물에 속하는 이매패류 쇄개량조개(*R. pulchella*)가 7.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 18.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 9.4%, 은갯지렁이(*P. paradoxa*)가 8.5%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류인 달걀얼굴갯지렁이류(*S. martinensis*)가 17.6%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 단각류 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 14.7%, 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)가 11.8%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-73> 2022년 1월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Sternaspis scutata (39.9%)	*Mandibulophoxus* spp. (14.0%)	*Heteromastus filiformis* (18.9%)	*Spio martinensis* (17.6%)
Heteromastus filiformis (13.6%)	*Paralacydonia paradoxa* (10.5%)	*Sternaspis scutata* (9.4%)	Corophiidae spp. (14.7%)
Lumbrineris cruzensis (11.4%)	*Raetellops pulchella* (7.0%)	*Paralacydonia paradoxa* (8.5%)	*Urothoe* spp. (11.8%)

(3) 요약

○ 1차년도와 2차년도 모두 환형동물(*H. filiformis*, *M. californiensis*)과 절지동물(Gammaridae spp., *Photis* spp.)이 우점하여 출현하는 양상을 보였으며, 2차년도 Ⅰ권역에서 *H. filiformis*는 50.0%이상의 점유율을 나타냄

(4) 주요 우점종 생태학적 특징

○ 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)와 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)는 펄함량이 높은 해역에서 주로 출현하는 종으로(Seo et al., 2009; Jung et al., 2014; Yang et al., 2021) 대부분의 권역에서 관찰되었으며, 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 2021년 7월 Ⅰ권역, 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)는 2020년 9월 Ⅲ권역에서 높은 점유율을 보임

○ 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)와 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)는 주로 펄함량이 높은 해역에서 서식하는 종으로(Lee et al., 2021), 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)는 2021년 4월

Ⅲ권역, 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)는 2020년 6월 Ⅲ권역에서 높은 점유율을 보임

○ 선녀얼굴갯지렁이류(*P. achaeta*)은 퇴적물에 있는 유기물과 미생물을 섭취하는 종으로 알려져 있으며(Koo et al., 2005), 2021년 4월에 높은 점유율을 보임

○ 옆새우류(Gammaridae spp.)는 2020년 6월과 9월에 Ⅲ권역에서 높은 점유율을 보임

나) 생체량

○ 인천연안어장 조하대 대형저서동물 생체량 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정함

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 우점종은 자포동물에 속하는 바다선인장(*Cavemularia obesa*)이 38.4%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)가 11.4%, 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)가 6.9%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-74> 1차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Cavernularia obesa (31.8%)	*Cavernularia obesa* (61.0%)	*Glycera chirori* (25.4%)	*Cavernularia obesa* (38.4%)
Ophiuroglypha kinbergi (15.2%)	*Macrophthalmus*(*Mareotis*) *japonicus* (8.1%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (19.9%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (11.4%)
Terebellidae spp. (10.8%)	*Notomastus latericeus* (5.3%)	*Siliqua pulchella* (15.1%)	Terebellidae spp. (6.9%)

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2020년 6월과 9월에 바다선인장(*C. obesa*), 12월에 환형동물에 속하는 다모류 치로리미갑갯지렁이(*Glycera chirori*)가 높은 점유율을 차지하여 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 극피동물에 속하는 가시닻해삼(*Protankyra bidentata*)은 81.5%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 6.7%, 실타래갯지렁이류(*Tharyx* spp.)가 3.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 자포동물에 속하는 산호충류 바다선인장(*C. obesa*)이 79.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류 꼬마보라맛조개(*S. pulchella*) 5.8%, 환형동물에 속하는 다모류 바위털갯지렁이(*Marphysa sanguinea*)가 4.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)가 28.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)는 22.8%, 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)는 16.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)가 36.2%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 오각밤게류(*Nursia* spp.)는 16.9%, 요정갯지렁이류(*Ophelia* spp.)는 13.4%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-75> 2020년 6월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Protankyra bidentata (81.5%)	*Cavernularia obesa* (79.9%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (28.9%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (36.2%)
Sternaspis scutata (6.7%)	*Siliqua pulchella* (5.8%)	Terebellidae spp. (22.8%)	*Nursia* spp. (16.9%)
Tharyx spp. (3.8%)	*Marphysa sanguinea* (4.8%)	*Amphicteis gunneri* (16.7%)	*Ophelia* spp. (13.4%)

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 절지동물에 속하는 칠게(*M. japonicus*)가 63.6%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 두점박이선녀얼굴갯지렁이(*P. kempi*)가 9.9%, 긴다리송곳갯지렁이 (*L. heteropoda*)가 7.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 자포동물에 속하는 산호충류 바다선인장(*C. obesa*)이 93.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류 꼬마보라맛조개(*S. pulchella*)가 2.3%, 환형동물에 속하는 다모류 유령갯지렁이류(*Amaeana occidentalis*)는 0.5%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-76> 2020년 9월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Macrophthalmus japonicus (63.6%)	*Cavernularia obesa* (93.9%)	*Phyllophorus* spp. (18.3%)	*Notomastus latericeus* (48.9%)
Pseudopolydora kempi (9.9%)	*Siliqua pulchella* (2.3%)	*Leptodius exaratus* (14.8%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (12.2%)
Lumbrineris heteropoda (7.2%)	*Amaeana occidentalis* (0.5%)	*Laonice cirrata* (6.7%)	Nemertinea spp. (4.6%)

○ Ⅲ권역은 극피동물에 속하는 잎사귀해삼류(*Phllophorus* spp.)가 18.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 부채게(*Leptodius exaratus*)가 14.8%, 환형동물에 속하는 다모류인 납작얼굴갯지렁이(*Laonice cirrata*)는 6.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 가는버들갯지렁이(*N. latericeus*)가 48.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)는 12.2%, 유형동물에 속하는 유형동물류(Nemertinea spp.)는 4.6%의 점유율을 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류 분홍접시조개(*Moerella jedoensis*)가 16.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 넓적발참갯지렁이(*Nectoneanthes uchiwa*)가 14.5%, 짧은가시송곳갯지렁이(*L. cruzensis*)가 13.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 환형동물에 속하는 다모류 치로리미갑갯지렁이(*G. chirori*)가 42.9%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류 꼬마보라맛조개(*S. pulchella*)가 25.5%, 환형동물에 속하는 다모류인 긴다리송곳갯지렁이(*L. heteropoda*)가 22.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)가 48.1%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 삼각모자갯지렁이 (*Scoloplos armiger*)가 6.2%, 다발아가미미갑갯지렁이(*Glycera dentribranchia*)가 5.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)가 86.7%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 모래옆새우류(*Haustorioides* spp.)는 6.5%, 환형동물에 속하는 다모류인 납작백금갯지렁이(*A. sinensis*)는 3.0%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-77> 2020년 12월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Moerella jedoensis (16.3%)	*Glycera chirori* (42.9%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (48.1%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (86.7%)
Nectoneanthes uchiwa (14.5%)	*Siliqua pulchella* (25.5%)	*Scoloplos armiger* (6.2%)	*Haustorioides* spp. (6.5%)
Lumbrineris cruzensis (13.7%)	*Lumbrineris heteropoda* (22.3%)	*Glycera dentribranchia* (5.2%)	*Aglaophamus sinensis* (3.0%)

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 우점종은 환형동물에 속하는 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)이 11.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 선녀얼굴갯지렁이류(*P. achaeta*)가 7.0%, 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)가 6.4%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면, 2021년 4월에 짧은가시거미불가사리(*Ophiothrix exigua*), 7월에

감생이고둥(*Sydaphera spengleriana*), 10월에 민꽃게(*Charybdis japonicus*), 2022년 1월에 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 높은 점유율을 차지하여 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-78> 2차년도 조사시기별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
Ophiothrix exigua (30.7%)	*Sydaphera spengleriana* (42.7%)	*Charybdis japonicus* (65.7%)	*Sternaspis scutata* (35.4%)	*Charybdis japonicus* (29.8%)
Notomastus latericeus (20.0%)	*Lumbrineris heteropoda* (14.0%)	*Temnopleurus toreumaticus* (7.6%)	*Heteromastus filiformis* (18.3%)	*Ophiothrix exigua* (11.3%)
Temnopleurus toreumaticus (11.1%)	Hormathiidae spp. (5.7%)	*Amphicteis gunneri* (5.8%)	*Mutata planipes* (7.2%)	*Temnopleurus toreumaticus* (7.2%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 복족류 갯노랑우렁이류(*Lunatia gilva*)는 91.6%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 넓적발참갯지렁이(*Nectoneanthes uchiwa*)가 2.4%, 연체동물에 속하는 복족류 민챙이(*Bullacta exarata*)가 1.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 연갑류 아케우스게(*Acheus japonicus*)가 10.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 집갯지렁이류(*Diopatra* spp.)가 8.7%, 민숭백금갯지렁이(*Inermonephtys* spp.)가 7.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 극피동물에 속하는 짧은가시거미불가사리(*O. exigua*)가 59.4%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 분지성게(*Temnopleurus toreumaticus*)가 22.4%, 연체동물에 속하는 이미패류 꼬마보라맛조개(*S. pulchella*)가 3.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 가는버들갯지렁이(*N. latericeus*)가 76.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 큰손딱총새우(*Alpheus digitalis*)가 8.4%, 환형동물에 속하는 다모류 민숭백금갯지렁이류(*Inermonephtys* spp.)가 3.2%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-79> 2021년 4월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Lunatia gilva (91.6%)	*Acheus japonicus* (10.8%)	*Ophiothrix exigua* (59.4%)	*Notomastus latericeus* (76.8%)
Nectoneanthes uchiwa (2.4%)	*Diopatra* spp. (8.7%)	*Temnopleurus toreumaticus* (22.4%)	*Alpheus digitalis* (8.4%)
Bullacta exarata (1.3%)	*Inermonephtys* spp. (7.1%)	*Siliqua pulchella* (3.6%)	*Inermonephtys* spp. (3.2%)

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 44.2%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 삼각모자갯지렁이(*S.*

armiger)가 8.9%, 연체동물에 속하는 이매패류 쇄방사늑조개(*P. amurensis*)가 7.1%의 점유율을 나타냄

- ○ Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 돗대기새우(*Leptochela gracilis*)가 18.5%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류 진주접시조개(*Nitidotellina minuta*)가 17.3%, 환형동물에 속하는 다모류 긴자락송곳갯지렁이(*Lumbrineris longifolia*)는 10.7%의 점유율을 나타냄
- ○ Ⅲ권역은 연체동물에 속하는 감생이고둥(*S. spengleriana*)이 52.1%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 긴다리송곳갯지렁이(*L. heteropoda*)가 16.8%, 자포동물에 속하는 끈말미잘류(Hormathiidae spp.)는 7.0%의 점유율을 나타냄
- ○ Ⅳ권역은 환형동물에 속하는 다모류 북방백금갯지렁이(*N. caeca*)가 30.6%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 모래무지벌레류(Cirolanidae spp.)가 29.4%, 환형동물에 속하는 다모류 매끈백금갯지렁이(*Nephtys californiensis*)가 15.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-80> 2021년 7월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Heteromastus filiformis (44.2%)	*Leptochela gracilis* (18.5%)	*Sydaphera spengleriana* (52.1%)	*Nephtys caeca* (30.6%)
Scoloplos armiger (8.9%)	*Nitidotellina minuta* (17.3%)	*Lumbrineris heteropoda* (16.8%)	Cirolanidae spp. (29.4%)
Potamocorbula amurensis (7.1%)	*Lumbrineris longifolia* (10.7%)	Hormathiidae spp. (7%)	*Nephtys californiensis* (15.7%)

- ○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 절지동물에 속하는 칠게(*M. japonicus*)가 32.1%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 치로리미갑갯지렁이(*G. chirori*)가 30.2%, 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 22.1%의 점유율을 나타냄
- ○ Ⅱ권역은 환형동물에 속하는 다모류 민숭백금갯지렁이류(*Inermonephtys* spp.)가 23.6%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 연갈색언청이고둥류(*Inquisitor* spp.)가 19.9%, 환형동물에 속하는 다모류 긴다리송곳갯지렁이(*L. heteropoda*)가 19.1%의 점유율을 나타냄
- ○ Ⅲ권역은 절지동물에 속하는 민꽃게(*C. japonicus*)가 71.3%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 극피동물에 속하는 분지성게(*T. toreumaticus*)가 8.3%, 환형동물에 속하는 다모류 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)가 6.3%의 점유율을 나타냄
- ○ Ⅳ권역은 유형동물에 속하는 유형동물류(Nemertinea spp.)가 60.6%의 점유율을 차지하며

우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류 유령갯지렁이류(*A. occidentalis*)는 6.7%, 솜털별난가시갯지렁이(*Aricidea assimilis*)는 6.0%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-81> 2021년 10월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Macrophthalmus japonicus (32.1%)	*Inermonephtys* spp. (23.6%)	*Charybdis japonicus* (71.3%)	Nemertinea spp. (60.6%)
Glycera chirori (30.2%)	*Inquisitor* spp. (19.9%)	*Temnopleurus toreumaticus* (8.3%)	*Amaeana occidentalis* (6.7%)
Sternaspis scutata (22.1%)	*Lumbrineris heteropoda* (19.1%)	*Amphicteis gunneri* (6.3%)	*Aricidea assimilis* (6.0%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 환형동물에 속하는 다모류인 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 62.6%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 18.9%, 유형동물류(Nemertinea spp.)가 6.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 환형동물에 속하는 다모류 납작백금갯지렁이(*A. sinensis*)가 34.1%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 쏙(*Upogebia major*)이 33.3%, 연체동물에 속하는 이매패류인 진주접시조개(*N. minuta*)가 12.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 26.8%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 20.5%, 절지동물에 속하는 큰손딱총새우(*A. digitalis*)가 14.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 절지동물에 속하는 그물무늬금게(*Mutata planipes*)가 75.5%의 점유율을 차지하며 우점하였고, 다음으로 극피동물에 속하는 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)는 7.2%, 환형동물에 속하는 다모류인 큰사슴갯지렁이(*A. gunneri*)는 6.9%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-82> 2022년 1월 조사 시 권역별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Sternaspis scutata (62.6%)	*Aglaophamus sinensis* (34.1%)	*Heteromastus filiformis* (26.8%)	*Mutata planipes* (75.5%)
Heteromastus filiformis (18.9%)	*Upogebia major* (33.3%)	*Sternaspis scutata* (20.5%)	*Ophiura kinbergi* (7.2%)
Nemertinea spp. (6.1%)	*Nitidotellina minuta* (12.2%)	*Alpheus digitalis* (14.1%)	*Amphicteis gunneri* (6.9%)

(3) 요약

○ 1차년도와 2차년도 모두 극피동물(*O. exigua*, *O. kinbergi*)이 주요 우점하여 출현하는 양상을 보였으며, Ⅰ권역에서 각각 15.0%이상의 점유율을 나타냄

(4) 주요 우점종 생태학적 특징

○ 바다선인장(*C. obesa*)은 모래 함량이 높은 해역에서 우점하며, Ⅱ권역에서 2020년 6월과 9월에 높은 점유율을 보임

○ 짧은가시거미불가사리(*O. exigua*)와 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)는 모래 함량이 높은 해역에서 우점하는 종으로 알려져 있으며(Seo et al., 2009), 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*)는 2020년 6월 Ⅲ권역과 Ⅳ권역에서, 짧은가시거미불가사리(*O. exigua*)는 2021년 4월 Ⅲ권역에서 높은 점유율을 보임

○ 유령갯지렁이류(Terebellidae spp.)는 주로 펄함량이 높은 해역에서 서식하는 종으로(Lee et al., 2021), 2020년 6월 Ⅲ권역에서 높은 점유율을 보임

○ 분지성게는 모래와 펄이 혼합된 퇴적환경에서 주로 서식하는 종으로 2021년 4월 Ⅲ권역에서 높은 점유율을 보임

3) 생태학적 제지수

가) 종다양도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 평균 종다양도지수는 2.14±0.84로 2020년 6월에 2.35±0.74, 9월에 2.34±0.74, 12월에 1.73±0.90으로 2020년 12월에 낮음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1.67±0.50(1.18~2.36), Ⅱ권역은 2.76±0.52(2.24~3.28), Ⅲ권역은 2.85±0.09(2.76~2.94), Ⅳ권역은 2.42±0.78(1.33~3.13)로 Ⅰ권역이 가장 낮음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 1.73±0.50(1.09~2.31), Ⅱ권역은 2.85±0.27(2.58~3.13), Ⅲ권역은 2.98±0.36(2.61~3.34), Ⅳ권역은 2.18±0.75(1.62~3.25)로 Ⅰ권역이 가장 낮음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1.39±0.60(0.69~2.16), Ⅱ권역은 2.77±0.05(2.72~2.83), Ⅲ권역은 2.31±0.56(1.75~2.87), Ⅳ권역은 0.99±0.72(0.00~1.67)로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 평균 종다양도지수는 2.21±0.75로 2021년 4월에 2.22±0.83, 7월에 2.27±0.64, 10월에 2.44±0.80, 2022년 1월에 1.93±0.73로 조사시기 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1.66±0.76(0.91~2.43), Ⅱ권역은 3.26±0.20(3.12~3.40), Ⅲ권역은 2.64±0.48(2.30~2.99), Ⅳ권역은 1.81±0.65(1.07~2.30)로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 1.76±0.31(1.46~2.08), Ⅱ권역은 2.60±0.75(2.07~3.13), Ⅲ권역은 3.06±0.12(2.98~3.15), Ⅳ권역은 2.03±0.46(1.70~2.56)로 Ⅰ권역이 가장 낮음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 1.65±1.10(0.87~2.43), Ⅱ권역은 2.49±0.76(1.95~3.03), Ⅲ권역은 3.32±0.23(3.16~3.48), Ⅳ권역은 2.33±0.45(1.96~2.84)로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 1.28±0.66(0.69~2.00), Ⅱ권역은 2.36±0.43(2.06~2.66), Ⅲ권역은 2.70±0.38(2.44~2.97), Ⅳ권역은 1.78±0.60(1.26~2.43)로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

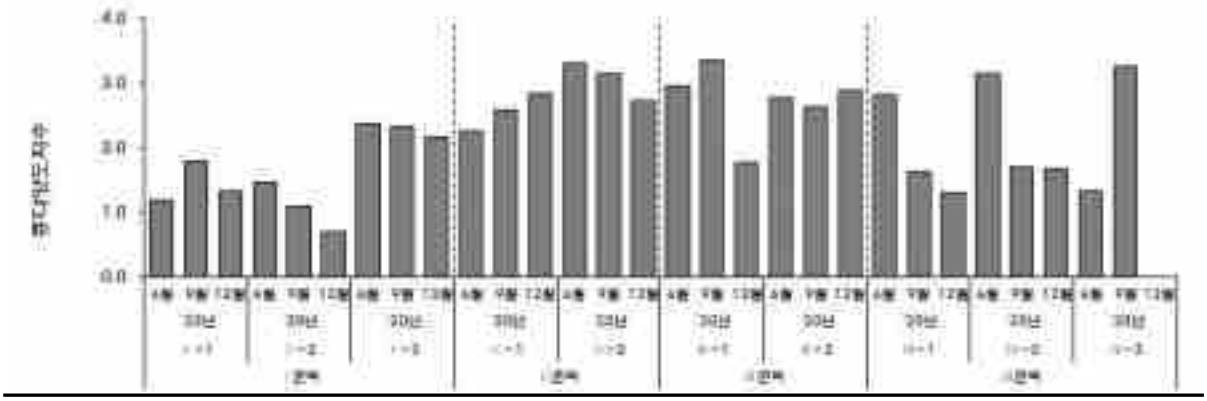
(3) 요약

○ 종다양도지수는 Ⅲ권역에서 높았으며, 추계(9월, 10월)에 높은 수준을 보임

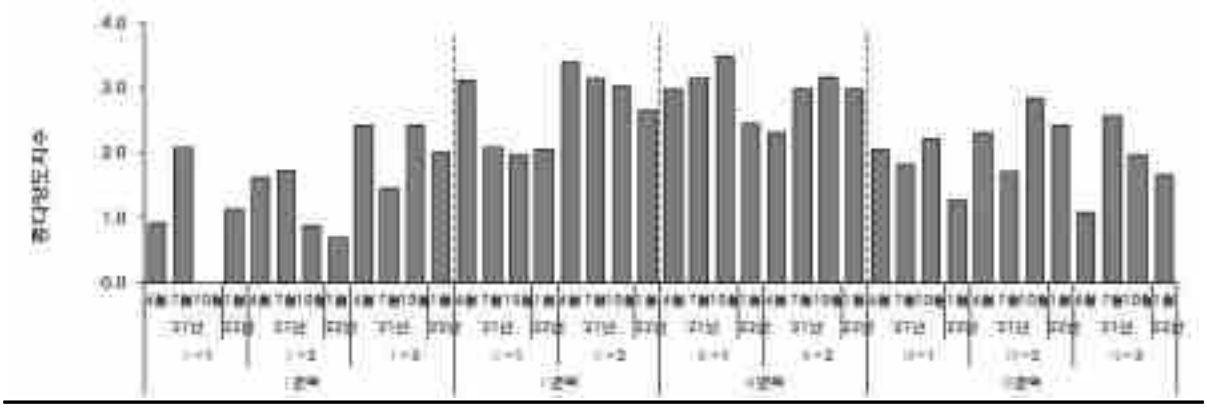
○ 1차년도(Ⅲ권역), 2차년도(Ⅲ권역) 모두 추계(9월, 10월)에 높은 수준을 보이며 유사한 경향을 나타냄

<표 Ⅱ-2.3.2-83> 권역별 조하대 대형저서동물 종다양도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1.67±0.50	2.76±0.52	2.85±0.09	2.42±0.78	2.35±0.74
	2020년 9월	1.73±0.50	2.85±0.27	2.98±0.36	2.18±0.75	2.34±0.74
	2020년 12월	1.39±0.60	2.77±0.05	2.31±0.56	0.99±0.72	1.73±0.90
	평균±표준편차	1.60±0.59	2.80±0.38	2.71±0.53	2.10±0.82	2.21±0.77
2차 년도	2021년 4월	1.66±0.76	3.26±0.20	2.64±0.48	1.81±0.65	2.22±0.83
	2021년 7월	1.76±0.31	2.60±0.75	3.06±0.12	2.03±0.46	2.27±0.64
	2021년 10월	1.65±1.10	2.49±0.76	3.32±0.23	2.33±0.45	2.44±0.80
	2022년 1월	1.28±0.66	2.36±0.43	2.70±0.38	1.78±0.60	1.93±0.73
	평균±표준편차	1.58±0.62	2.68±0.58	2.93±0.39	1.99±0.52	2.21±0.75
평균±표준편차		1.59±0.59	2.73±0.49	2.84±0.45	2.03±0.64	2.21±0.75



(그림 Ⅱ-2.3.2-66) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-67) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수

나) 종균등도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 평균 종균등도지수는 0.82±0.12로 2020년 6월에 0.81±0.10, 9월에 0.79±0.12, 12월에 0.87±0.11로 조사시기 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 0.79±0.04(0.73~0.82), Ⅱ권역은 0.82±0.07(0.75~0.90), Ⅲ권역은 0.68±0.02(0.66~0.69), Ⅳ권역은 0.92±0.05(0.85~0.96)로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.74±0.10(0.61~0.86), Ⅱ권역은 0.92±0.03(0.89~0.95), Ⅲ권역은 0.84±0.04(0.80~0.87), Ⅳ권역은 0.72±0.14(0.52~0.83)로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.89±0.13(0.71~1.00), Ⅱ권역은 0.92±0.01(0.91~0.93), Ⅲ권역은 0.86±0.01(0.84~0.87), Ⅳ권역은 0.80±0.13(0.67~0.93)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물 평균 종균등도지수는 0.83±0.11로 2021년 4월에 0.80±0.12, 7월에 0.82±0.14, 10월에 0.86±0.06, 2022년 1월에 0.86±0.12으로 조사시기 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.79±0.12(0.66~0.88), Ⅱ권역은 0.85±0.08(0.80~0.91), Ⅲ권역은 0.80±0.10(0.73~0.87), Ⅳ권역은 0.77±0.19(0.58~0.96)로 권역간 유사함

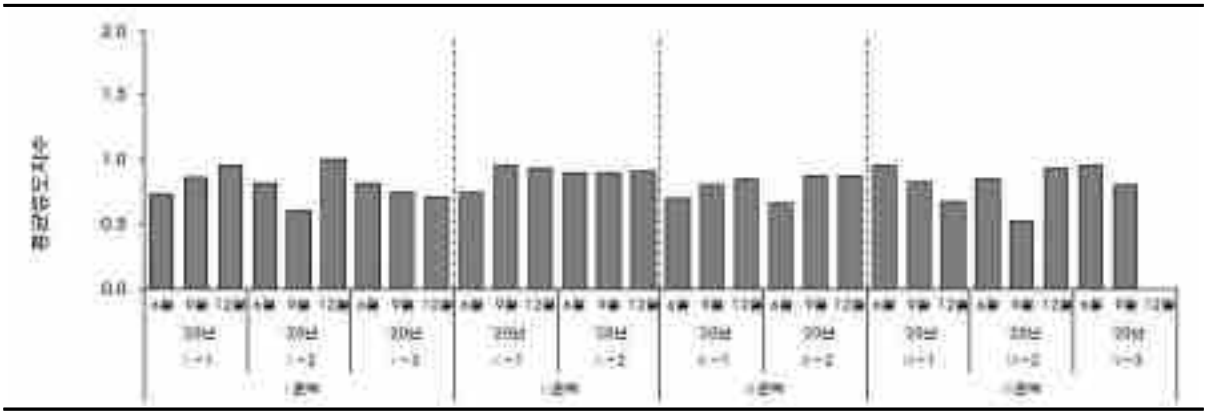
○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.70±0.20(0.47~0.87), Ⅱ권역은 0.87±0.10(0.80~0.94), Ⅲ권역은 0.81±0.02(0.80~0.82), Ⅳ권역은 0.92±0.07(0.83~0.97)로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.80±0.01(0.79~0.81), Ⅱ권역은 0.89±0.06(0.85~0.93), Ⅲ권역은 0.83±0.11(0.76~0.91), Ⅳ권역은 0.89±0.03(0.86~0.93)으로 권역간 유사함

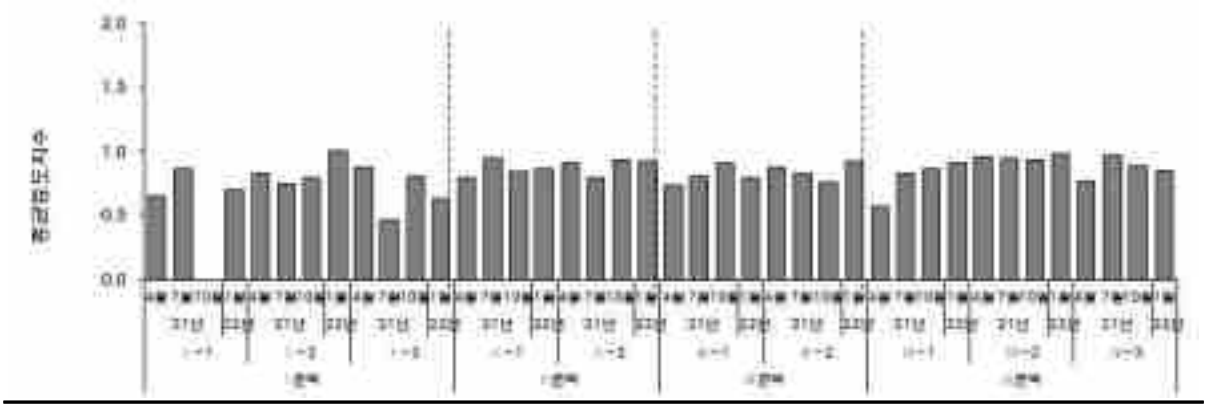
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.78±0.20(0.63~1.00), Ⅱ권역은 0.89±0.04(0.86~0.92), Ⅲ권역은 0.86±0.09(0.80~0.92), Ⅳ권역은 0.91±0.06(0.86~0.98)으로 Ⅳ권역이 가장 높음

<표 Ⅱ-2.3.2-84> 권역별 조하대 대형저서동물 종균등도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.79±0.04	0.82±0.07	0.68±0.02	0.92±0.05	0.81±0.10
	2020년 9월	0.74±0.10	0.92±0.03	0.84±0.04	0.72±0.14	0.79±0.12
	2020년 12월	0.89±0.13	0.92±0.01	0.86±0.01	0.80±0.13	0.87±0.11
	평균±표준편차	0.81±0.12	0.89±0.07	0.79±0.09	0.82±0.15	0.82±0.12
2차 년도	2021년 4월	0.79±0.12	0.85±0.08	0.80±0.10	0.77±0.19	0.80±0.12
	2021년 7월	0.70±0.20	0.87±0.10	0.81±0.02	0.92±0.07	0.82±0.14
	2021년 10월	0.80±0.01	0.89±0.06	0.83±0.11	0.89±0.03	0.86±0.06
	2022년 1월	0.78±0.20	0.89±0.04	0.86±0.09	0.91±0.06	0.86±0.12
	평균±표준편차	0.76±0.14	0.88±0.06	0.83±0.07	0.87±0.11	0.83±0.11
평균±표준편차		0.78±0.13	0.88±0.06	0.81±0.08	0.85±0.13	0.83±0.11



(그림 Ⅱ-2.3.2-68) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-69) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수

(3) 요약

○ 종균등도지수는 Ⅱ권역에서 높았으며, 동계(12월, 1월)에 높은 수준을 보임

○ 1차년도(Ⅱ권역), 2차년도(Ⅳ권역) 모두 동계(12월, 1월)에 높은 값을 나타냄

다) 종풍부도지수

(1) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물의 평균 종풍부도지수는 3.30±2.47로 2020년 6월에 4.05±2.65, 9월에 3.86±2.58, 12월에 2.00±1.41로 2020년 6월에 가장 높음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1.58±0.73(0.96~2.61), Ⅱ권역은 4.68±1.25(3.43~5.93), Ⅲ권역은 8.15±0.16(8.00~8.31), Ⅳ권역은 3.37±1.96(0.88~5.67)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 1.79±1.02(0.72~3.17), Ⅱ권역은 4.03±1.16(2.88~5.19), Ⅲ권역은 6.19±2.64(3.55~8.84), Ⅳ권역은 4.26±2.76(1.39~7.98)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1.46±1.15(0.43~3.08), Ⅱ권역은 3.58±0.18(3.41~3.76), Ⅲ권역은 2.91±1.31(1.60~4.22), Ⅳ권역은 0.88±0.62(0.00~1.36)로 Ⅱ권역이 가장 높음

(2) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 조하대 대형저서동물의 평균 종풍부도지수는 3.23±2.21로 2021년 4월에 3.65±2.63, 7월에 3.34±2.17, 10월에 3.68±2.57, 2022년 1월에 2.28±1.34로 2022년 1월에 가장 낮음

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1.64±1.19(0.60~2.94), Ⅱ권역은 6.74±0.64(6.29~7.19), Ⅲ권역은 5.04±3.61(2.49~7.59), Ⅳ권역은 2.66±2.04(0.81~4.85)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

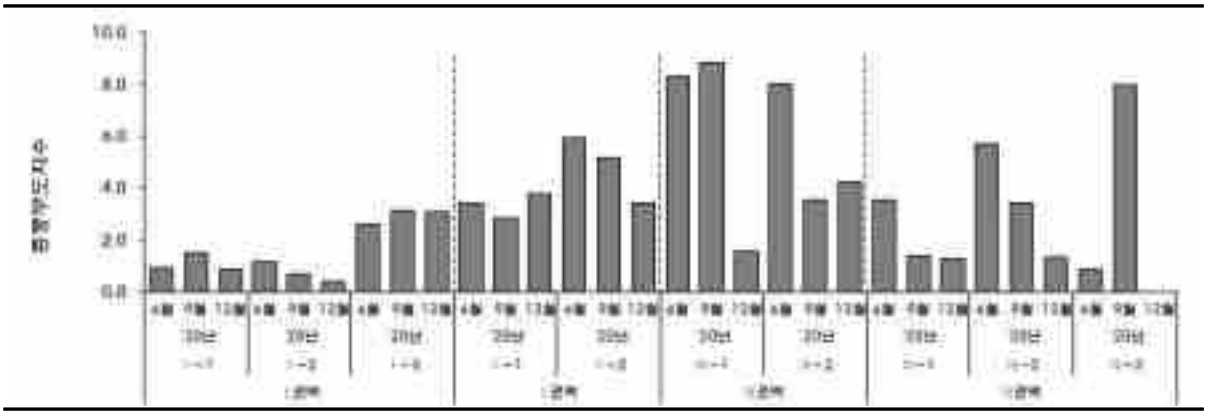
○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 2.26±0.63(1.67~2.93), Ⅱ권역은 4.39±3.54(1.88~6.89), Ⅲ권역은 6.02±1.27(5.12~6.92), Ⅳ권역은 1.95±0.86(1.28~2.93)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 1.92±1.88(0.59~3.25), Ⅱ권역은 3.10±1.86(1.79~4.41), Ⅲ권역은 7.67±0.94(7.01~8.34), Ⅳ권역은 2.57±1.09(1.70~3.79)로 Ⅲ권역이 가장 높음

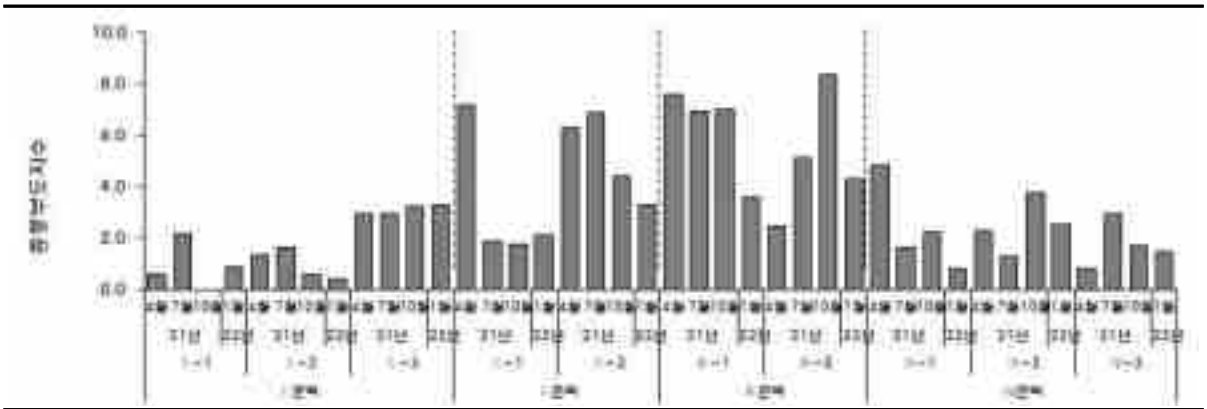
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 1.54±1.55(0.43~3.31), Ⅱ권역은 2.71±0.82(2.13~3.29), Ⅲ권역은 3.94±0.53(3.57~4.32), Ⅳ권역은 1.62±0.87(0.81~2.55)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

<표 Ⅱ-2.3.2-85> 권역별 조하대 대형저서동물 종풍부도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1.58±0.73	4.68±1.25	8.15±0.16	3.37±1.96	4.05±2.65
	2020년 9월	1.79±1.02	4.03±1.16	6.19±2.64	4.26±2.76	3.86±2.58
	2020년 12월	1.46±1.15	3.58±0.18	2.91±1.31	0.88±0.62	2.00±1.41
	평균±표준편차	1.61±1.06	4.10±1.19	5.75±3.02	3.19±2.53	3.42±2.47
2차 년도	2021년 4월	1.64±1.19	6.74±0.64	5.04±3.61	2.66±2.04	3.65±2.63
	2021년 7월	2.26±0.63	4.39±3.54	6.02±1.27	1.95±0.86	3.34±2.17
	2021년 10월	1.92±1.88	3.10±1.86	7.67±0.94	2.57±1.09	3.68±2.57
	2022년 1월	1.54±1.55	2.71±0.82	3.94±0.53	1.62±0.87	2.28±1.34
	평균±표준편차	1.83±1.14	4.23±2.30	5.67±2.10	2.20±1.20	3.23±2.21
평균±표준편차		1.73±1.08	4.17±1.84	5.70±2.42	2.60±1.86	3.31±2.31



(그림 Ⅱ-2.3.2-70) 1차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수



(그림 Ⅱ-2.3.2-71) 2차년도 조하대 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수

(3) 요약

○ 종풍부도지수는 Ⅲ권역에서 높았으며, 하계(6월)에 높은 수준을 보임

○ 1차년도 하계(6월)에 가장 높은 수준을 보였고, 정점 Ⅲ-1과 Ⅲ-2에서 모두 높게 나타남

4) 건강도 지수(ISEP)

가) 1차년도

○ 1차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 건강도 지수(ISEP)는 전체 3등급(좋음)으로 2020년 6월 3등급, 9월 3등급, 12월 4등급의 범위로 “좋음”에서 “보통”까지 평가됨

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 3등급, Ⅱ권역은 2등급, Ⅲ권역은 4등급, Ⅳ권역은 4등급으로 Ⅱ권역이 가장 좋음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3등급, Ⅱ권역은 2등급, Ⅲ권역은 4등급, Ⅳ권역은 5등급으로 Ⅱ권역이 가장 좋음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 5등급, Ⅱ권역은 2등급, Ⅲ권역은 4등급, Ⅳ권역은 4등급으로 Ⅱ권역이 가장 좋음

나) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 조하대 대형저서동물 건강도 지수(ISEP)는 전체 3등급(좋음)으로 2021년 4월 3등급, 7월 4등급, 10월 3등급, 2022년 1월 3등급의 범위로 “좋음”에서 “보통”까지 평가됨

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 3등급, Ⅱ권역은 5등급, Ⅲ권역은 3등급, Ⅳ권역은 3등급으로 Ⅱ권역을 제외한 모든 권역이 3등급이었음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 5등급, Ⅱ권역은 5등급, Ⅲ권역은 3등급, Ⅳ권역은 3등급으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 Ⅰ권역과 Ⅱ권역에 비해 상대적으로 좋음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 6등급, Ⅱ권역은 4등급, Ⅲ권역은 2등급, Ⅳ권역은 3등급으로 Ⅲ권역이 가장 좋음

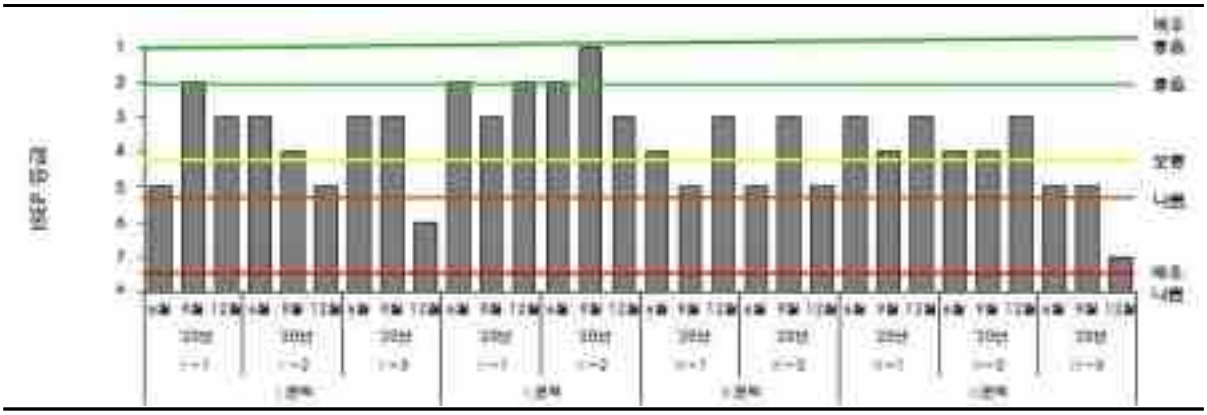
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 4등급, Ⅱ권역은 3등급, Ⅲ권역은 4등급, Ⅳ권역은 3등급으로 Ⅰ권역과 Ⅲ권역이 Ⅱ권역과 Ⅳ권역에 비해 상대적으로 좋음

다) 요약

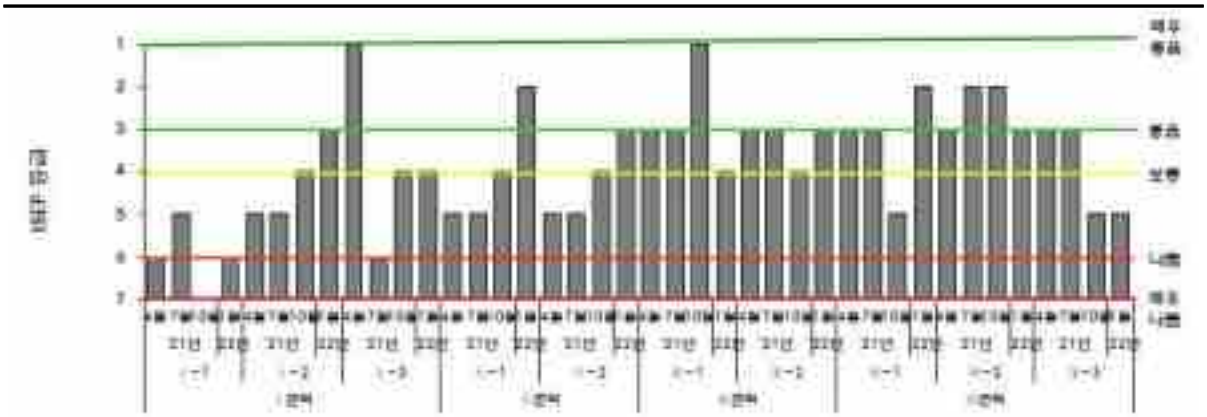
○ 권역 내 정점 간 건강도 등급이 큰 차이를 나타냈으며, 대부분의 정점들이 2~6등급으로 우리나라 해역 기준(Yoo et al., 2010)으로 “좋음”에서 “나쁨”에 해당되는 건강상태를 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-86> 권역별 조하대 대형저서동물 건강도 지수 등급

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	3등급 (좋음)	2등급 (좋음)	4등급 (보통)	4등급 (보통)	3등급 (좋음)
	2020년 9월	3등급 (좋음)	2등급 (좋음)	4등급 (보통)	5등급 (나쁨)	3등급 (좋음)
	2020년 12월	5등급 (나쁨)	2등급 (좋음)	4등급 (보통)	4등급 (보통)	4등급 (보통)
	전체	3등급 (좋음)	2등급 (좋음)	4등급 (보통)	4등급 (보통)	3등급 (좋음)
2차 년도	2021년 4월	3등급 (좋음)	5등급 (나쁨)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)
	2021년 7월	5등급 (나쁨)	5등급 (나쁨)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)	4등급 (보통)
	2021년 10월	6등급 (나쁨)	4등급 (보통)	2등급 (좋음)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)
	2022년 1월	4등급 (보통)	3등급 (좋음)	4등급 (보통)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)
	전체	4등급 (보통)	4등급 (보통)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)
전체		4등급 (보통)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)	3등급 (좋음)



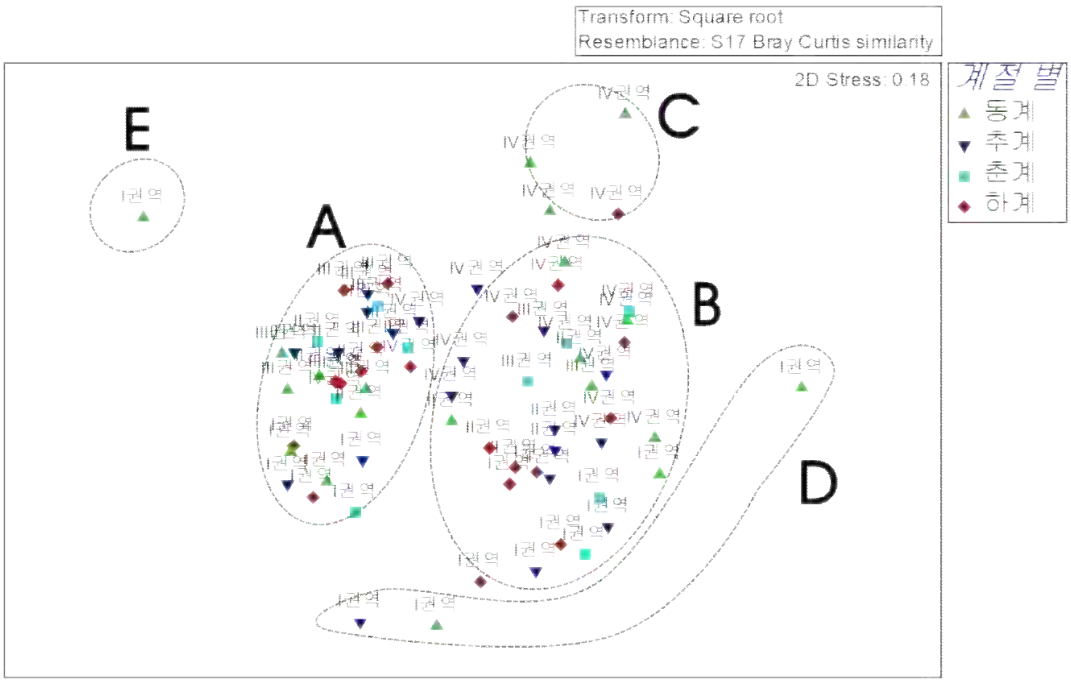
(그림 Ⅱ-2.3.2-72) 1차년도 권역별 조하대 대형저서동물 건강도(ISEP) 등급



(그림 Ⅱ-2.3.2-73) 2차년도 권역별 조하대 대형저서동물 건강도(ISEP) 등급

4) 군집분석

- 출현량 기준 유사도 9.0% 수준에서 총 5개의 정점군(A, B, C, D, E)으로 구분됨
- 정점군 A는 Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ권역이 해당되며, 기여종으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*), 은갯지렁이(*P. paradoxa*), 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 출현함
- 정점군 B는 Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ권역이 해당되며, 기여종으로 긴뿔옆새우류(*Mandibulophoxus* spp.), 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.), 달걀얼굴갯지렁이류(*Spio martinensis*)가 출현함
- 정점군 C는 Ⅳ권역이 해당되며, 기여종으로 빗살거미불가사리(*O. kinbergi*), 고랑비늘갯지렁이류(Sigalionidae spp.)가 출현함
- 정점군 D는 Ⅰ권역이 해당되며, 기여종으로 유형동물(Nemertinea spp.), 긴뿔옆새우류(Phoxocephalidae spp.)가 출현함
- 정점군 E는 Ⅰ권역 한개 정점만 해당되며, 기여종은 정점수 부족으로 산출이 불가능함
- 조하대 대형저서동물 군집은 구분되었으며, 대부분 계절 및 권역 간 유사한 생물상을 보였지만, Ⅰ권역과 Ⅳ권역 일부 시기에서 독립된 생물상이 관찰됨
- ANOSIM 분석 결과, 계절 간 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않음(계절별, Global R=0.026, p>0.05; 권역별, Global R=0.235, p<0.01)



(그림 Ⅱ-2.3.2-74) 조하대 대형저서동물 출현량 기준 MDS

<표 Ⅱ-2.3.2-87> 조하대 대형저서동물 군집별 기여종 및 ANOSIM 결과

구분	A	B	C	D	E
권역	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ권역	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ권역	Ⅳ권역	Ⅰ권역	Ⅰ권역
기여종 (기여도 %)	*Mediomastus californiensis* (29.9%)	*Mandibulophoxus* spp. (29.9%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (29.9%)	Nemertinea spp. (29.9%)	-
	Paralacydonia paradoxa (14.3%)	*Urothoe spp.* (29.9%)	Sigalionidae spp. (29.9%)	Phoxocephalidae spp. (29.9%)	-
	Heteromastus filiformis (13.6%)	*Spio martinensis* (29.9%)	-	-	-
계절(동계, 춘계, 하계, 추계)			Global R : 0.026, p>0.05		
권역 간(Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역)			Global R : 0.235, p<0.01		

6) 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 조하대 대형저서동물 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015~2019년에 수행한 문헌자료 『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계, 해양수산부』를 검토하였으며 권역별 출현종수, 서식밀도, 생체량, 우점종 및 군집 변동 양상을 시기별로 파악하여 제시함

가) 단변량

○ 대형저서동물 장기 변동의 평균 출현종수는 29±20 종으로 동계에 24±20 종, 춘계에 31±21 종, 하계에 34±22 종, 추계에 27±17 종으로 춘계와 하계에 높고 계절별로 환형동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 상자그림 분석 결과, 2015년과 2016년은 동계, 2017년은 춘계와 하계, 2018년은 동계와 추계, 2021년 추계에 이상치가 나타났으며, 권역 중 Ⅱ권역에 집중되어 나타남

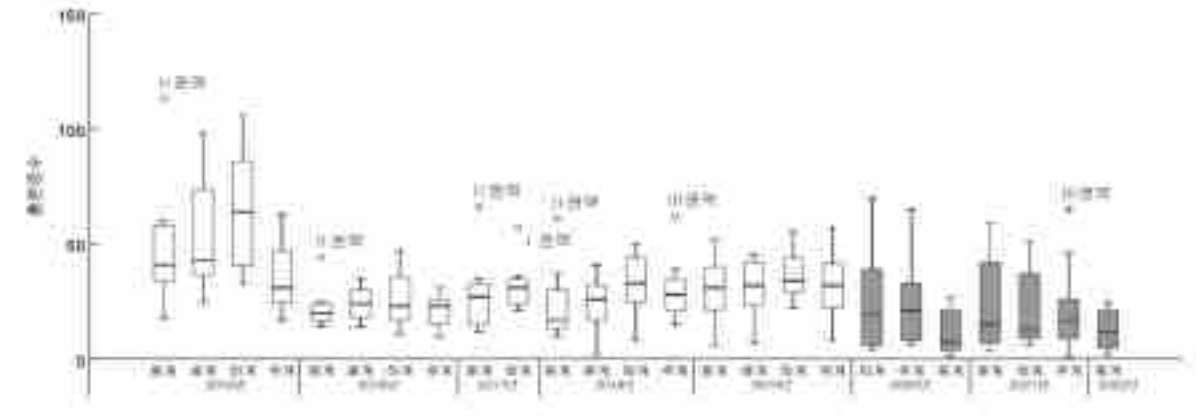
○ Ⅰ권역에서 평균 출현종수는 동계에 11±8 종, 춘계에 20±32 종, 하계에 28±29 종, 추계에 16±15 종으로 하계에 높고, 2015년 춘계, 하계, 추계에 이상치가 출현함

○ Ⅱ권역에서 평균 출현종수는 동계에 36±26 종, 춘계에 39±21 종, 하계에 42±22 종, 추계에 31±14 종으로 하계에 높고 2015년 동계, 춘계, 하계, 추계, 2019년 추계에 이상치가 출현함

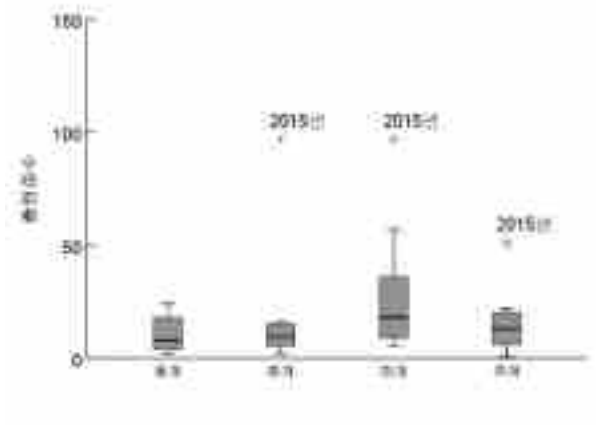
○ Ⅲ권역에서 평균 출현종수는 동계에 28±13 종, 춘계에 31±12 종, 하계에 36±17 종, 추계에 38±19 종으로 하계와 추계에 높고, 2015년 동계, 2020년 하계, 2021년 춘계에 이상치가 출현함

○ Ⅳ권역에서 평균 출현종수는 동계에 12±11 종, 춘계에 24±13 종, 하계에 23±15 종, 추계에 21±14 종으로 춘계와 하계에 높고, 2015년 동계, 2020년 추계에 이상치가 출현함

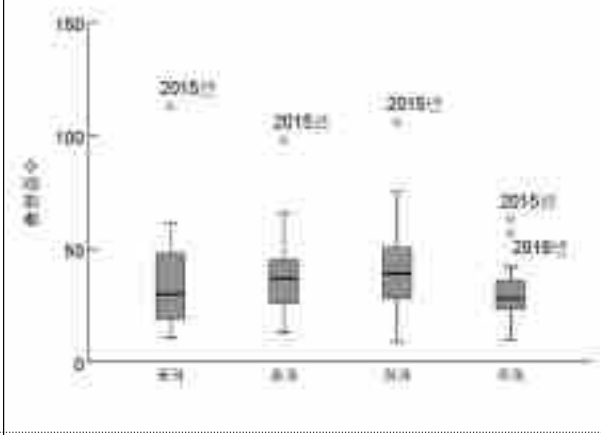
○ 환형동물의 출현에 따라 출현 종수가 계절별 차이를 보였으며, 주로 추계에 이상치가 집중되는 것으로 판단됨



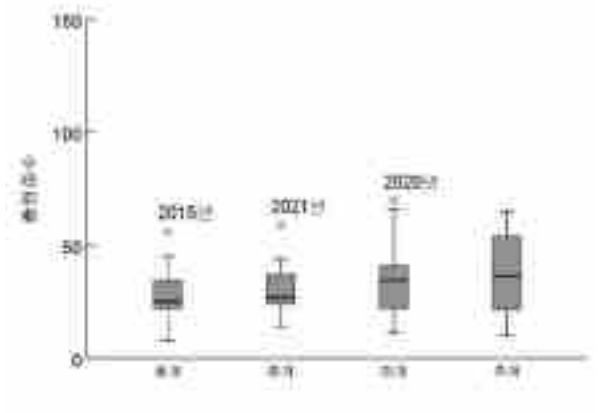
전체



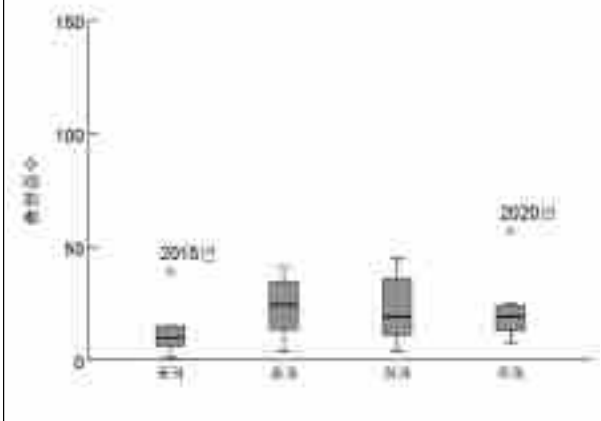
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-75) 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 출현종수 변동 양상

○ 대형저서동물 장기 변동의 평균 서식밀도는 2,317±3,975 개체/㎡으로 동계에 2,476±4,511 개체/㎡, 춘계에 2,428±3,455 개체/㎡, 하계에 2,111±2,295 개체/㎡, 추계에 2,289±5,282 개체/㎡으로 표준편차가 평균보다 커 동일 시기라 하더라도 정점 간 편차가 큰 것으로 판단됨

○ 상자그림 분석 결과, 동계에는 오뚜기갯지렁이(*Sternaspis scutata*), 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*), 얼굴갯지렁이류(*Dispio oculata*), 춘계에는 작은사슴갯지렁이(*Ampharete arctica*), 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*) 얼굴갯지렁이류(*Aonides oxycephala*)가 높은 서식밀도를 보여, 동계와 춘계에서 Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역에 이상치가 집중됨

○ Ⅰ권역에서 평균 서식밀도는 동계에 286±337 개체/㎡, 춘계에 1,236±2,850 개체/㎡, 하계에 2,035±3,052 개체/㎡, 추계에 527±531 개체/㎡으로 하계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계에는 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 2016년 하계에는 고목유령갯지렁이류(*Terebella* spp.), 2022년 동계에는 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)가 높은 서식밀도를 보여, 동일한 시기에 이상치가 집중됨

○ Ⅱ권역에서 평균 서식밀도는 동계에 3,158±3,793 개체/㎡, 춘계에 2,215±1,991 개체/㎡, 하계에 2,559±1,515 개체/㎡, 추계에 1,949±2,098 개체/㎡으로 동계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 동계에는 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)와 길쭉둥근울타리갯지렁이(*S. ishikawai*), 춘계와 추계에는 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 높은 서식밀도를 보여 상기 종들이 출현한 2015년과 2019년 동계, 2015년~2017년 춘계, 2018년과 2019년 추계에 이상치가 집중됨

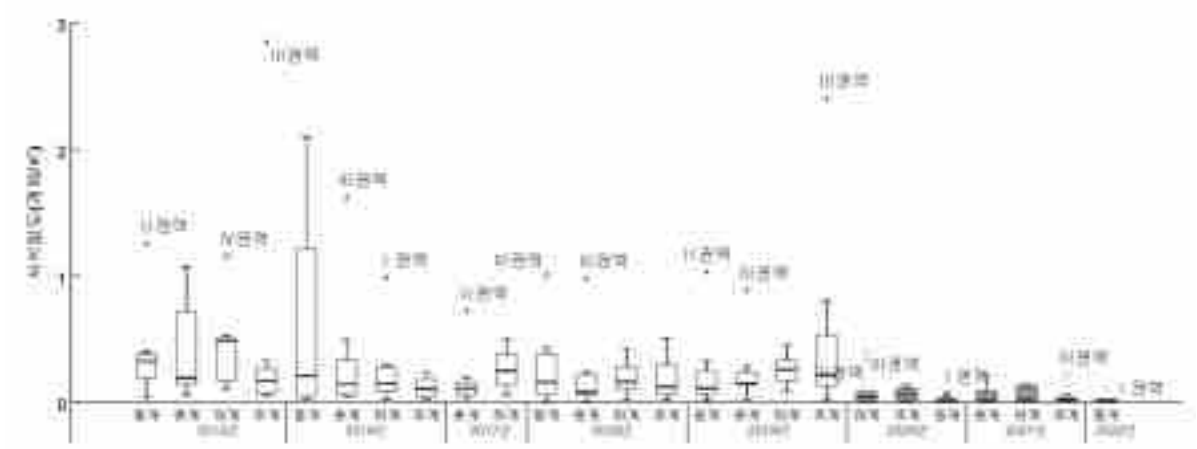
○ Ⅲ권역에서 평균 서식밀도는 동계에 4,914±7,167 개체/㎡, 춘계에 3,775±5,045 개체/㎡, 하계에 1,856±1,465 개체/㎡, 추계에 5,509±9,797 개체/㎡으로 추계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 추계에는 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)와 올챙이새우류(Cumacea spp.), 동계와 춘계에는 얼굴갯지렁이류(*D. oculata*)가 높은 서식밀도를 보여 상기 종들이 출현한 2016년 동계와, 춘계, 2015년 추계, 2019년 추계에서 이상치가 출현함

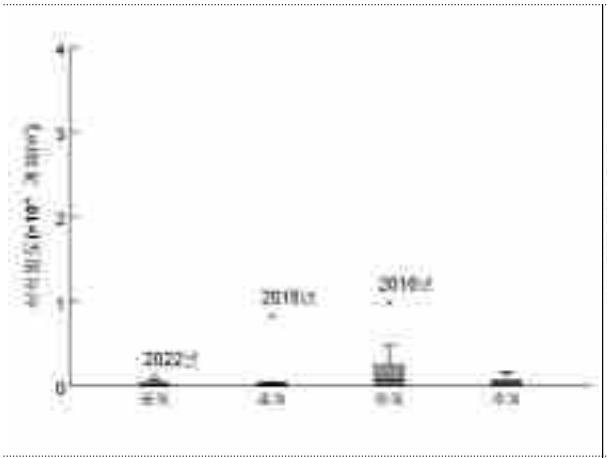
○ Ⅳ권역에서 평균 서식밀도는 동계에 647±1,274 개체/㎡, 춘계에 2,055±3,584 개체/㎡, 하계에 1,736±3,401 개체/㎡, 추계에 731±764 개체/㎡으로 춘계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 동계에 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)와 애호두조개(*Ennucula niponica*), 춘계에 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*), 하계에 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*), 추계에 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)가 높은 서식밀도를 보여 상기 종들이 출현한 2015년 동계, 춘계, 하계, 2018년 동계, 2019년 추계에 이상치가 출현함

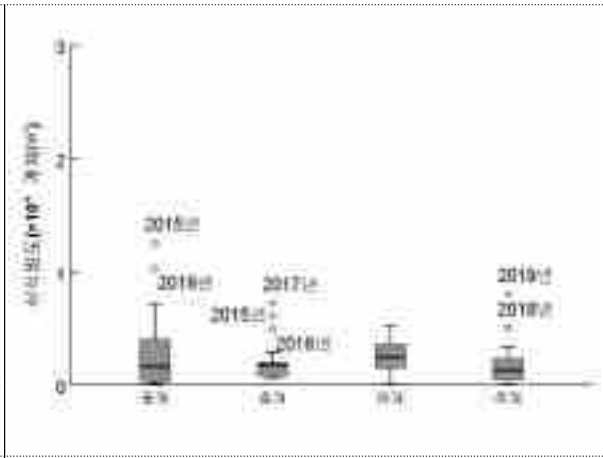
○ 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)와 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)의 서식밀도에 따라 뚜렷한 변동성을 보였으며, 이상치가 동계와 춘계에 주로 나타난 것으로 판단됨



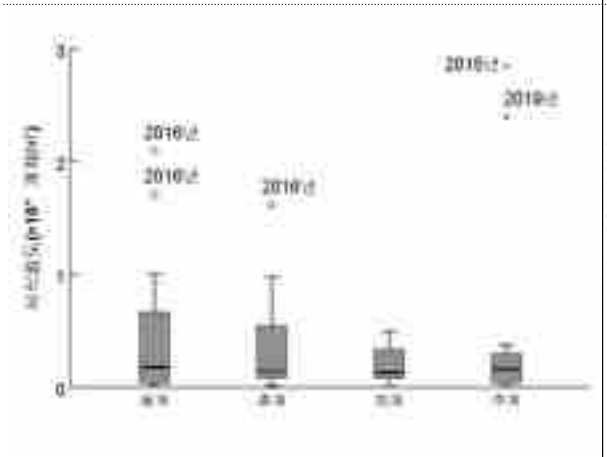
전체



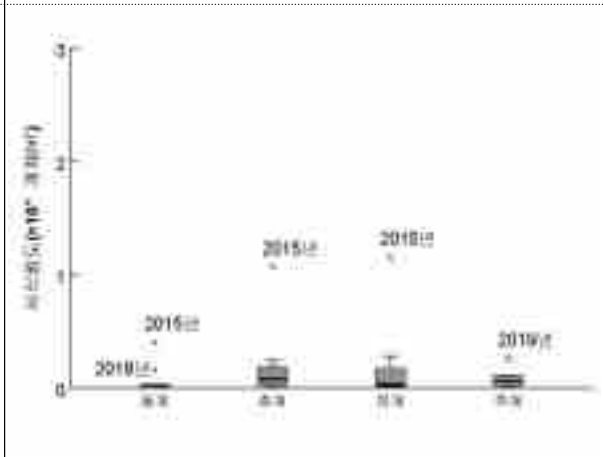
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-76) 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 서식밀도 변동양상

○ 대형저서동물 장기 변동의 평균 생체량은 124.3±354.5 g/㎡으로 동계에 168.3±464.5 g/㎡, 춘계에 101.8±154.4 g/㎡, 하계에 141.8±482.8 g/㎡, 추계에 81.2±103.6 g/㎡으로 표준편차가 평균보다 커 동일 시기라 하더라도 정점 간 편차가 큰 것으로 판단됨

○ 상자그림 분석 결과, Ⅱ권역은 동계에 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 춘계에 극피동물에 속하는 가시닻해삼(*Protankyra bidentata*), Ⅲ권역은 동계와 하계에 둥글레조개(*B. davidi*)가 높은 생체량을 보여, Ⅱ권역은 대부분의 동계와 춘계에, Ⅲ권역은 동계와 하계에서 이상치가 집중됨

○ Ⅰ권역에서 평균 생체량은 동계에 6.4±8.9 g/㎡, 춘계에 39.9±80.8 g/㎡, 하계에 47.2±62.8 g/㎡, 추계에 12.5±17.2 g/㎡으로 하계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 2015년 춘계에는 극피동물에 속하는 일본깃갯고사리(*Anneissia japonica*)가 높은 생체량을 보여, 2015년 춘계에 이상치가 집중됨

○ Ⅱ권역에서 평균 생체량은 동계에 318.5±556.6 g/㎡, 춘계에 155.6±168.5 g/㎡, 하계에 133.9±124.3 g/㎡, 추계에 140.9±110.5 g/㎡으로 동계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 동계에는 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 춘계에는 가시닻해삼(*P. bidentata*)가 높은 생체량을 보여, 상기 종들이 출현한 2015년 동계, 2016년, 2017년 및 2019년 춘계에 이상치가 집중됨

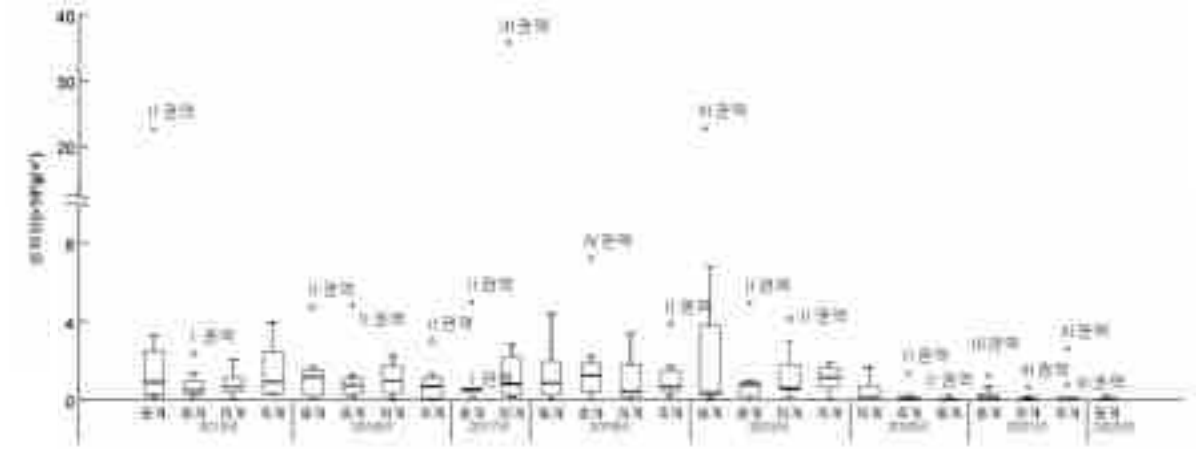
○ Ⅲ권역에서 평균 생체량은 동계에 228.8±645.7 g/㎡, 춘계에 57.9±41.0 g/㎡, 하계에 307.2±945.3 g/㎡, 추계에 108.0±121.5 g/㎡으로 하계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 추계에 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 해삼류(*Holothuria* spp.), 하계와 동계에 둥글레조개(*B. davidi*)가 높은 생체량을 보여, 상기 종들이 출현한 2015년과 2016년 추계, 2017년 하계, 2019년 동계에 이상치가 집중됨

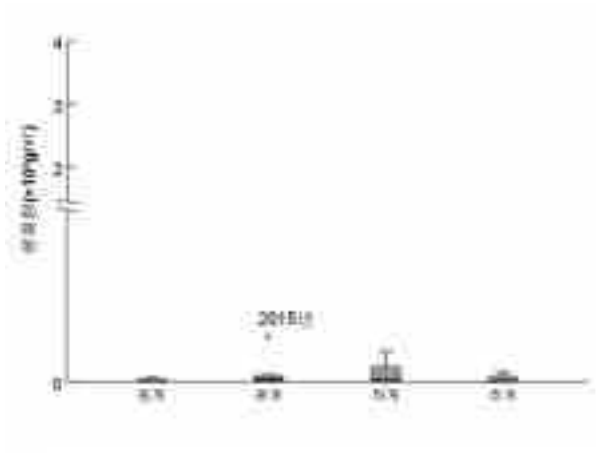
○ Ⅳ권역에서 평균 생체량은 동계에 17.4±33.2 g/㎡, 춘계에 115.4±246.7 g/㎡, 하계에 39.5±76.0 g/㎡, 추계에 22.2±30.8 g/㎡으로 춘계에 높음

○ 상자그림 분석 결과, 동계에 유령갯지렁이류(*Amaeana occidentalis*)와 올빼미군소붙이(*Pleurobranchaea japonica*), 춘계에 해삼류(Holothuroidea spp.), 하계에 분지성게(*Temnopleurus torumaticus*), 추계에 가는버들갯지렁이(*Notomastus latericeus*)와 가시닻해삼(*P. bidentata*)가 높은 생체량을 보여, 상기 종들이 출현한 2015년 동계, 2018년 동계, 춘계, 하계, 추계, 2019년 추계에서 이상치가 집중됨

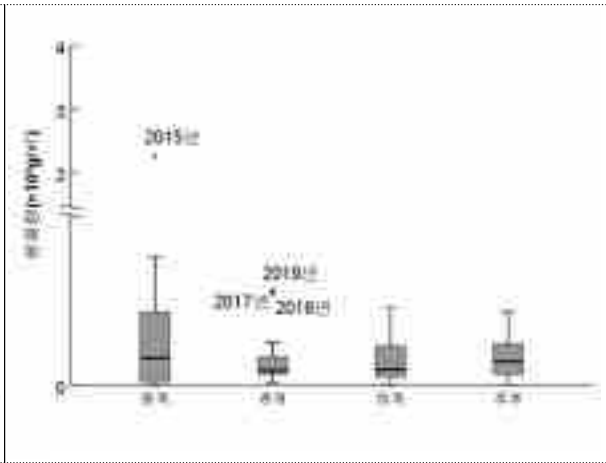
○ 가시닻해삼(*P. bidentata*)의 출현 유무에 따라 생체량이 계절별 차이를 보였고, 이상치가 춘계에 주로 나타난 것으로 판단됨



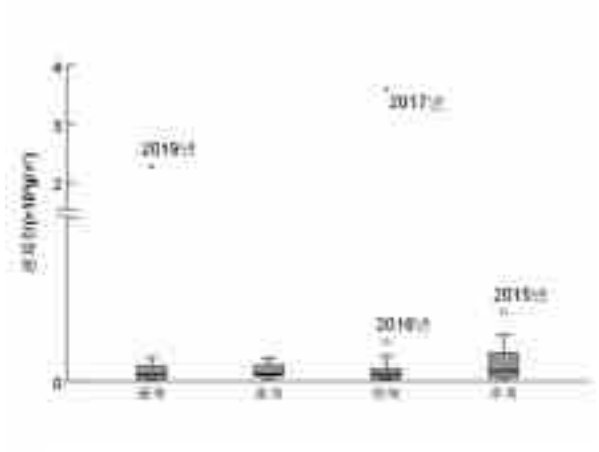
전체



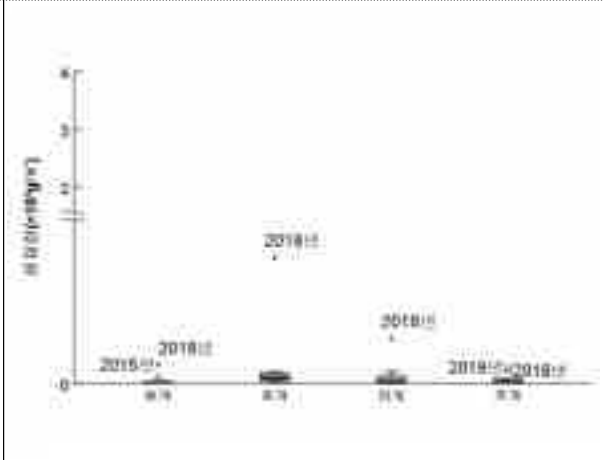
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅱ-2.3.2-77) 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 생체량 변동 양상

나) 우점종

○ 대형저서동물 서식밀도 기준으로 상위 3종을 우점종으로 선정함

○ 계절별로 동계에 얼굴갯지렁이류(*D. oculata*)가 Ⅲ권역에서 60.3%로 최우점하였으며, 춘계와 추계에 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*), 하계에 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 높은 점유율을 나타냄

○ 권역별로는 Ⅰ권역에서 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), Ⅱ권역에서 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*), Ⅲ권역과 Ⅳ권역에서 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)가 높은 점유율을 차지하며, 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 나타냄

○ 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)와 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*)는 주로 펄함량이 높은 퇴적물에서 유기물을 섭취하는 종으로 알려져 있으며(Shin et al., 2004; Lee, 2021), 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*)는 춘계에 Ⅰ권역(21.2%)에서, 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 Ⅱ권역에서 모든 계절에 22.2~41.2%로 높은 점유율을 보임

○ 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*, *D. oculata*)는 퇴적물 표면의 유기물이나 미생물을 섭취하는 종으로(Koo et al., 2005) Ⅲ권역과 Ⅳ권역에서 우점하였으며, 특히 Ⅲ권역에서는 각각 동계(*D. oculata*, 60.3%)와 추계(*A. oxycephala*, 58.6%)에 가장 높은 점유율을 보임

<표 Ⅱ-2.3.2-88> 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 서식밀도 기준 상위 우점종

구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
동계	*Sternaspis scutata* (15.9%)	*Heteromastus filiformis* (41.2%)	*Dispio oculata* (60.3%)	*Aonides oxycephala* (19.3%)	*Dispio oculata* (30.0%)
	Lumbrineris cruzensis (14.4%)	*Sabellaria ishikawai* (12.5%)	*Aonides oxycephala* (17.7%)	*Prionospio paradisea* (14.9%)	*Heteromastus filiformis* (18.4%)
	Heteromastus filiformis (13.1%)	*Mediomastus californiensis* (1.9%)	*Lumbrineris longifolia* (1.7%)	*Ennucula niponica* (12.5%)	*Aonides oxycephala* (9.9%)
춘계	*Ampharete arctica* (21.2%)	*Heteromastus filiformis* (31.3%)	*Aonides oxycephala* (36.8%)	*Aonides oxycephala* (52.3%)	*Aonides oxycephala* (23.2%)
	Heteromastus filiformis (9.4%)	*Mediomastus californiensis* (4.2%)	*Dispio oculata* (33.8%)	*Cirrophorus furcatus* (3.9%)	*Dispio oculata* (14.2%)
	Mediomastus californiensis (3.8%)	*Glycinde gurjanovae* (2.7%)	*Aricidea* (*Acmira*) *cerrutii* (2.7%)	*Notomastus latericeus* (3.9%)	*Heteromastus filiformis* (12.4%)
하계	*Terebella* spp. (15.1%)	*Heteromastus filiformis* (22.2%)	*Aonides oxycephala* (9.8%)	*Aonides oxycephala* (46.1%)	*Heteromastus filiformis* (13.5%)
	Heteromastus filiformis (12.6%)	*Sternaspis scutata* (5.2%)	*Scoletoma longifolia* (8.5%)	*Polydora* spp. (4.8%)	*Aonides oxycephala* (10%)
	Amphicteis gunneri (8.8%)	*Mediomastus californiensis* (3.6%)	Gammaridae spp. (8.1%)	*Prionospio paradisea* (4.1%)	*Mediomastus californiensis* (3.2%)
추계	*Urothoe* spp. (9.4%)	*Heteromastus filiformis* (33.6%)	*Aonides oxycephala* (58.6%)	*Notomastus latericeus* (19.1%)	*Aonides oxycephala* (36.2%)
	Pseudopolydora kempi (9.4%)	*Chaetozone setosa* (5.3%)	Cumacea spp. (15.8%)	*Aonides oxycephala* (13.8%)	*Heteromastus filiformis* (10.7%)
	Heteromastus filiformis (7.9%)	*Notomastus latericeus* (4.5%)	*Mediomastus californiensis* (2.8%)	*Amaeana occidentalis* (7.3%)	Cumacea spp. (9.5%)

- 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 각각의 권역에서 높은 점유율 뿐만 아니라 모든 권역에서 출현하였으며, 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*, *D. oculata*)는 Ⅲ권역과 Ⅳ권역에서, 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*)는 Ⅰ권역에서 주로 우점하는 것으로 파악됨
- 대형저서동물의 생체량 기준으로 상위 3종을 우점종을 선정함
- 계절별로 동계와 하계에 둥글레조개(*B. davidi*)가 Ⅲ권역에서 각각 78.1%, 81.9%로 최우점하였으며, 춘계와 추계에 가시닻해삼(*P. bidentata*)이 Ⅱ권역에서 각각 49.6%, 31.2%로 높은 점유율을 나타냄
- 권역별로는 Ⅰ권역에서 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*), Ⅱ권역에서 가시닻해삼(*P. bidentata*), Ⅲ권역에서 둥글레조개(*B. davidi*), Ⅳ권역에서 해삼류(Holothuroide spp.)가 높은 점유율을 차지하며, 종별로 계절 간 출현 양상을 달리 나타냄
- 가시닻해삼(*P. bidentata*)은 펄 함량이 높은 외해에 주로 출현하는 종으로(Eun and Seo, 2006) Ⅱ권역에서 모든 계절에 출현하였으며, 특히 Ⅱ권역 춘계에 49.6%로 가장 높은 점유율을 보임
- 둥글레조개(*B. davidi*)는 모래가 섞인 펄에서 서식하는 종으로 Ⅲ권역에서 동계와 하계에 각각 78.1%, 81.9%로 가장 높은 점유율을 보임
- 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*)는 펄 함량이 높은 퇴적물에 주로 분포하는 종으로 Ⅰ권역 동계에 26.3%로 가장 높은 점유율을 보임
- 해삼류(Holothuroide spp.)는 단일개체 당 생체량이 높은 극피동물로 Ⅳ권역 춘계에 70.5%로 가장 높은 점유율을 보임
- 오뚜기갯지렁이(*S. scutata*), 둥글레조개(*B. davidi*), 가시닻해삼(*P. bidentata*), 해삼류(Holothuroide spp.)는 계절별에 따른 생체량 점유율의 증감은 파악되지 않았으며, 각각의 권역에서 가장 높은 점유율을 차지하여 최우점하는 것으로 파악됨

<표 Ⅱ-2.3.2-89> 권역 및 계절별 조하대 대형저서동물 생체량 기준 상위 우점종

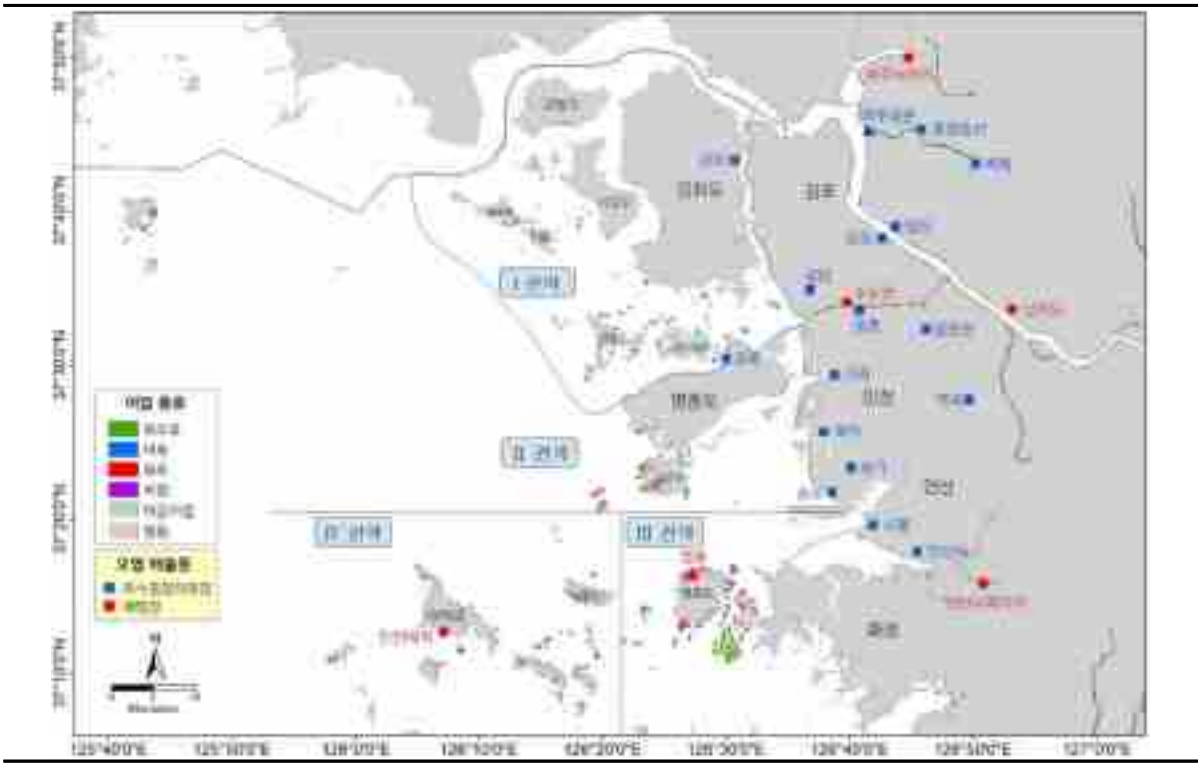
구분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
동계	*Sternaspis scutata* (26.3%)	*Ampharete arctica* (39.7%)	*Barnea davidi* (78.1%)	*Pleurobranchaea japonica* (38.7%)	*Barnea davidi* (26.5%)
	Travisia japonica (21.4%)	*Protankyra bidentata* (22.2%)	*Echinocardium cordatum* (3.5%)	*Ammodytes personatus* (15.0%)	*Ampharete arctica* (25.1%)
	Travisia pupa (20.4%)	*Heteromastus filiformis* (7.0%)	*Aonides oxycephala* (3.2%)	*Amaeana occidentalis* (8.9%)	*Protankyra bidentata* (15%)
춘계	*Anneissia japonica* (21.5%)	*Protankyra bidentata* (49.6%)	*Aonides oxycephala* (17.2%)	Holothuroidea spp. (70.5%)	*Protankyra bidentata* (29.1%)
	Diopatra sugokai (11.3%)	*Heteromastus filiformis* (5.1%)	*Ophiothrix (Ophiothrix) exigua* (11.2%)	*Notomastus latericeus* (5.8%)	Holothuroidea spp. (14.2%)
	Euspira gilva (8.9%)	*Asthenognathus inaequipes* (3.7%)	*Aglaophamus sinensis* (9.8%)	*Oratosquilla oratoria* (4.4%)	*Heteromastus filiformis* (3.3%)
하계	*Hemicentrotus pulcherrimus* (11.7%)	*Protankyra bidentata* (43.2%)	*Barnea davidi* (81.9%)	*Termopleurus toreumaticus* (49.7%)	*Barnea davidi* (45.2%)
	Diopatra sugokai (10.7%)	*Heteromastus filiformis* (5.9%)	Cnidaria spp. (4.6%)	*Aonides oxycephala* (7.5%)	*Protankyra bidentata* (14.5%)
	Anneissia japonica (6.5%)	*Cavernularia obesa* (5.6%)	*Ophiuroglypha kinbergi* (1.4%)	*Inermonephtys* spp. (4.5%)	*Termopleurus toreumaticus* (2.8%)
추계	*Aglaophamus sinensis* (19.1%)	*Protankyra bidentata* (31.2%)	*Aonides oxycephala* (29.4%)	*Notomastus latericeus* (21.2%)	*Protankyra bidentata* (18.9%)
	Macrophthalmus (Mareotis) japonicus (15.9%)	Actiniaria spp. (7.3%)	*Charybdis (Charybdis) japonica* (18.4%)	*Inermonephtys* spp. (13.7%)	*Aonides oxycephala* (9.9%)
	Actiniaria spp. (11.3%)	*Neverita didyma* (6.8%)	*Holothuria* spp. (7.9%)	*Amaeana occidentalis* (12.9%)	*Charybdis (Charybdis) japonica* (6.1%)

3. 오염원 현황

3.1 오염원 현황

3.1.1 개요 및 분석방법

○ 인천연안으로 유입되는 육상오염원 중 17개소의 하수종말처리시설의 방류량 및 오염물질 농도를 파악하기 위해 2010년~2019년 국립환경과학원 전국오염원조사에서 제시된 시설별 일평균 방류량 및 오염물질 농도에 대한 분석을 수행함



(그림 Ⅱ.3.1.1-1) 하수종말처리시설 위치도

○ 하수종말처리시설 17개소의 일별 유입량, 방류량 및 농도를 기준으로 미처리(Bypass)된 양을 추산하고 처리된 최종 방류량 및 방류된 오염물질 농도를 계산함

- 유입량과 방류량이 같을 경우 방류량 및 농도를 그대로 적용하고 유입량과 방류량이 다른 경우 미처리(Bypass)양을 계산한 후 유입농도를 적용하여 질량에 비례하게 최종 방류농도를 추산함(최종 농도 = (처리량X처리농도+미처리량X유입농도)X1,000/1,000X총방류량)
- 계산된 일별 자료를 바탕으로 시설별 월, 년별 일 평균방류량 및 오염물질(BOD, COD, SS, TN, TP) 별 방류농도를 통계분석함
- 분석결과는 오염물질 확산실험의 기초자료로 활용함

3.1.2 분석결과

○ 인천연안으로 유입되는 육상오염원 중 하수종말처리시설 17개소의 과거 10년간(2010~2019년) 일평균 방류량은 134,141㎥/day, 일 최대 방류량은 1,783,899㎥/day임

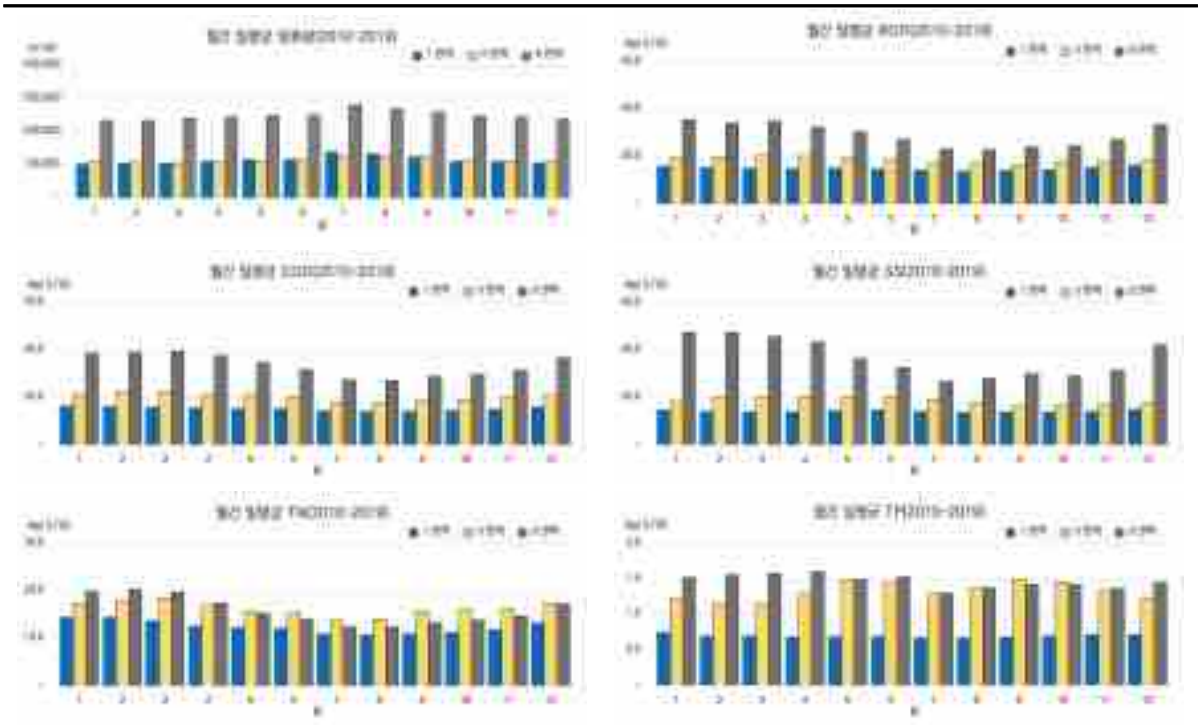
○ 권역별 오염물질 유입현황 분석 결과, 일평균 방류량은 Ⅰ권역(11개소)에서 107,832㎥/day, Ⅱ권역(3개소)에서 115,220㎥/day, Ⅲ권역(3개소)에서 249,528㎥/day로 Ⅲ권역의 일평균 방류량이 상대적으로 높게 나타났으나 일평균 총 방류량은 처리시설이 많고 한강을 따라 유입되는 Ⅰ권역에서 1,186,153㎥/day로 전체(2,280,397㎥/day)의 약 52%를 차지함

○ 오염물질 BOD, COD, SS, TN, TP의 평균농도는 Ⅰ권역에서 각각 14.1, 13.6, 13.7, 13.086, 0.793㎎/ℓ/day, Ⅱ권역에서 각각 24.5, 26.8, 22.8, 21.948, 1.688㎎/ℓ/day, Ⅲ권역에서 각각 27.0, 32.3, 33.7, 15.410, 1.403㎎/ℓ/day로 Ⅱ, Ⅲ권역에서 높은 농도를 나타냄

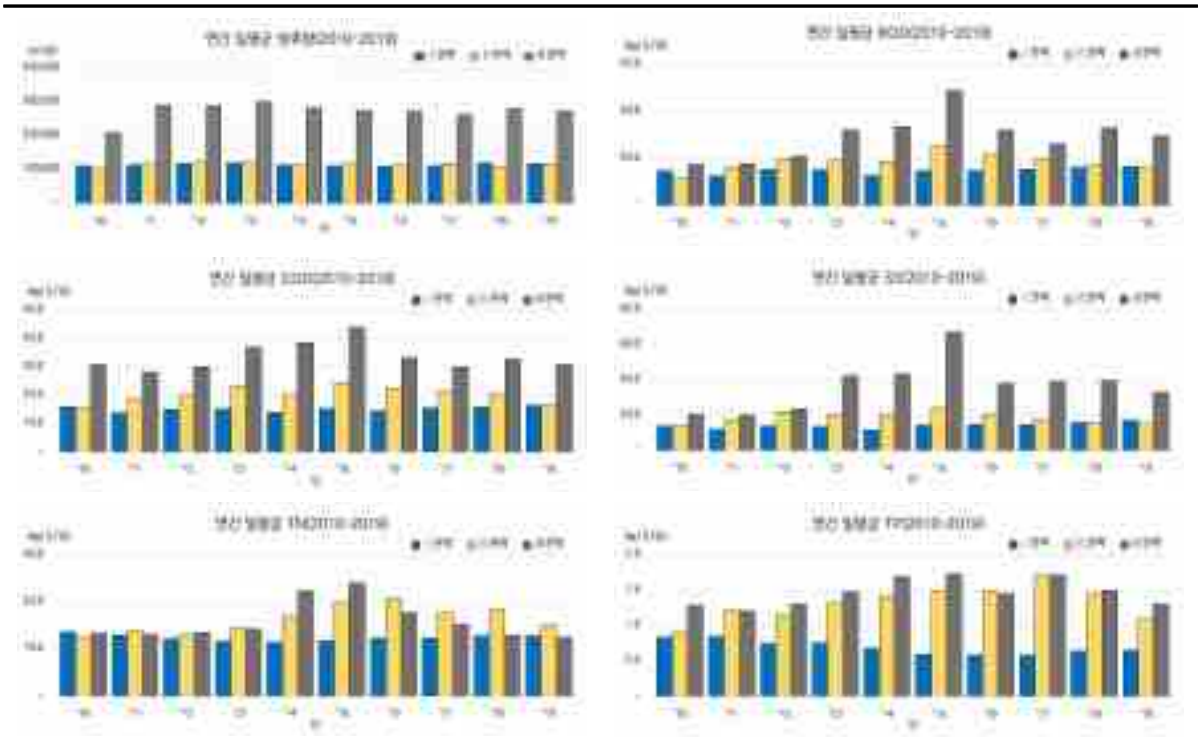
- 월간 분석 결과, Ⅰ,Ⅱ, Ⅲ권역 모두 7월과 8월에 방류량이 많았고, BOD와 COD는 12월~4월 상대적으로 높게 나타남
- SS는 Ⅰ, Ⅱ권역의 경우 20.0㎎/ℓ/day 이하로 월간 편차가 크지 않았고, Ⅲ권역에서 12월~4월에 40.0㎎/ℓ/day 이상 높은 농도를 나타냄
- TN은 Ⅰ~Ⅲ권역 모두 12월~3월에 높았고, TP는 1월~5월 Ⅲ권역에서 상대적으로 높은 1.5㎎/ℓ/day 이상의 농도를 나타냄
- 연간 분석 결과, 전체 권역의 일평균 방류량은 2013년(약 148,000㎥/day), 2012년(약 144,000㎥/day), 2011년(142,000㎥/day) 순으로 2013년에 가장 많았으며, BOD와 COD는 2015년에 각각 26.4㎎/ℓ/day(Ⅲ권역 49.0㎎/ℓ/day), 25.8㎎/ℓ/day(Ⅲ권역 44.0㎎/ℓ/day)로 가장 높은 것으로 나타남
- SS는 Ⅲ권역에서 2013년 이후 증가추세를 나타내고 있으며 2015년 66.8㎎/ℓ/day로 최대 농도를 보임
- TN과 TP 역시 2014~2015년 Ⅱ, Ⅲ권역에서 상대적으로 높았으며, 2014년 이후 증가추세가 지속되고 있는 것으로 분석됨

<표 Ⅱ.3.1.2-1> 권역별 일평균 방류량 및 오염물질 농도(2010~2019년)

권역	시설명	방류량(㎥/day)		BOD(㎎/ℓ)		COD(㎎/ℓ)		SS(㎎/ℓ)		TN(㎎/ℓ)		TP(㎎/ℓ)	
		평균	최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대
Ⅰ 권역	강화	7,106	17,136	15.8	176.7	15.0	105.8	16.1	151.4	7.412	35.945	0.818	3.288
	파주 금촌	24,230	42,343	13.9	135.9	16.4	75.8	11.9	114.8	13.887	43.676	0.524	3.578
	통일 동산	16,087	33,039	13.8	157.5	13.7	108.5	14.1	169.9	11.011	36.333	0.477	3.548
	벽제	27,023	98,103	12.7	92.1	13.7	86.1	12.7	271.3	11.676	37.212	0.493	3.517
	일산	194,290	451,545	13.4	274.6	13.1	191.1	12.4	726.8	13.907	121.797	0.635	11.959
	김포	60,286	140,818	17.4	117.4	14.8	67.8	16.8	106.2	13.119	24.843	0.526	2.105
	검단	35,124	77,188	10.9	85.8	16.4	68.9	10.9	114.1	14.811	58.456	0.761	3.846
	운북	5,964	13,321	22.0	117.2	18.9	94.1	19.5	209.2	13.190	35.890	1.187	3.464
	공촌	41,124	64,603	15.7	118.9	16.4	121.4	14.2	116.7	11.673	38.220	0.642	3.787
	굴포	739,767	1,783,899	14.2	75.5	13.3	44.8	14.0	135.8	13.120	21.401	0.900	2.824
	역곡	35,153	70,107	10.4	36.2	11.9	24.6	11.8	34.3	10.330	20.665	0.564	1.387
	소계	**107,832**	**1,783,899**	**14.1**	**274.6**	**13.6**	**191.1**	**13.7**	**726.8**	**13.086**	**121.797**	**0.793**	**11.959**
Ⅱ 권역	가좌	235,275	572,786	30.0	135.2	33.6	137.7	27.0	262.6	27.187	107.752	2.042	17.138
	남항 (학익)	87,611	154,442	12.7	85.2	11.5	54.3	13.5	221.0	10.680	36.023	0.903	4.065
	송도	22,775	41,032	13.4	54.5	15.9	39.6	16.3	121.1	11.179	19.959	1.048	2.056
	소계	**115,220**	**572,786**	**24.5**	**135.2**	**26.8**	**137.7**	**22.8**	**262.6**	**21.948**	**107.752**	**1.688**	**17.138**
Ⅲ 권역	승기	224,205	434,071	32.4	261.1	32.0	149.9	26.1	454.9	24.573	108.643	2.091	17.798
	시흥	220,455	370,330	46.4	349.8	46.3	365.9	74.9	1,350.5	12.266	49.721	1.486	13.871
	안산	303,922	643,901	8.9	37.4	22.4	41.8	9.4	37.4	10.931	19.581	0.835	1.819
	소계	**249,528**	**643,901**	**27.0**	**349.8**	**32.3**	**365.9**	**33.7**	**1,350.5**	**15.410**	**108.643**	**1.403**	**17.798**
전체		**134,141**	**1,783,899**	**19.9**	**349.8**	**21.8**	**365.9**	**21.6**	**1,350.5**	**15.192**	**121.797**	**1.129**	**17.798**



(그림 Ⅱ.3.1.2-1) 월별 하수종말처리시설 분석결과



(그림 Ⅱ.3.1.2-2) 연도별 하수종말처리시설 분석결과

3.2 오염원 별 현장 조사

3.2.1 조사 및 분석방법

○ 오염원 파악 필요성

- 면허어업 중 주요 품종인 참굴 및 바지락 폐사 및 생산량 변화의 주요 원인은 수온, 염분과 같은 환경적 요인과 중금속, 유기물질 등 유해물질로 인한 영향, 기생충, 바이러스 등 생물학적 영향 등 다양한 요인이 존재함
- 권역 별 주요 오염원을 파악하기 위하여 육상오염원과 해상오염원으로 구분하여 오염원을 분석하는 것이 필요하며, 일반적으로 현장 내 존재하는 오염물질 농도에 비례하여 생태독성이 발현(Di Toro et al., 1991)하기 때문에 생태독성시험 전 오염원별 농도를 파악하는 것이 필요함

○ 주요 수산생물(참굴, 바지락)의 서식 환경 및 폐사 원인 규명을 위하여 인천 연안으로 유입되는 육상오염원에 대한 정점과 실제로 참굴과 바지락 폐사가 빈번히 발생하는 해역을 해상오염원 정점으로 선정해 각 오염원에 대한 분석과 생태독성시험(Ⅳ. 참굴 및 바지락 생산량 저하 요인 규명 편에 기술)을 통해 기준치를 초과하는 물질이 있는지와 생태독성 발현 정점이 있는지 분석하여 오염원 원인 물질을 규명하는 것이 필요함

- 육상오염원은 인천 연안으로 유입되는 하천과 하수처리 사업소의 수질 자료, 유량, 배출경로 등을 검토하여 인천 연안어장에 영향을 미칠 수 있는 주요 유입하천 및 하수처리시설 정점을 선정함
- 해상오염원은 수산생물의 폐사가 빈번히 발생하는 지역에 대한 문헌검토를 통하여 정점을 선정함

가. 육상오염원 조사 및 분석 개요

○ 조사목적: 인천 연안어장 환경에 영향을 미칠 수 있는 육상오염원에 대한 화학분석을 통해 생물에게 미칠 수 있는 영향 요인을 파악함

○ 조사내용: 인천 연안으로 유입되는 육상오염원에 대한 문헌 및 현장 조사(일반수질 항목, 화학분석)

○ 육상오염원 정점 선정

- 육상오염원 정점을 선정하기 위하여 인천 연안으로 유입되는 하천과 하수처리 사업소의 총인(T-P), 총질소(T-N), 화학적산소요구량(COD), 중금속 등 수질 자료와 하수처리시설 방류수 유량, 배출경로 등 자료를 파악함



(그림 Ⅱ-3.2.1-1) 인천 연안 해역에 위치한 하수처리 사업소 및 주요 하천

○ 하수처리 사업소 선정

- 주요 하수처리 사업소의 배출수 내 T-P, T-N, COD 농도를 공공하수처리시설의 배출허용기준과 비교 결과, 가좌 하수처리 사업소의 T-N 평균값은 26.4㎎/L로 배출허용기준인 20.0㎎/L를 1.3배 초과함
- 하수처리 사업소 별 유량은 가좌와 승기 하수처리 사업소가 많은 것으로 나타남
- 가좌 하수처리 사업소의 T-N 평균값을 제외한 모든 하수처리시설의 T-P, T-N, COD 평균 농도는 배출허용기준 이하임
- 주요 하수처리 사업소의 방류량과 배출 농도를 고려하였을 때 가좌(F1), 승기(F2) 하수처리 사업소를 육상오염원 정점으로 선정하는 것이 타당할 것으로 판단함

○ 주요 하천 선정

- 주요 유입하천의 2019년 T-P, COD 농도는 가좌천에서 세 항목 모두 최고치를 보였고 이는 생활환경기준과 비교할 때 '매우나쁨'에 해당함
- COD 수질은 승기천의 경우 '나쁨'에 해당하고 아라천의 경우 '약간나쁨'의 상태로 나타남
- 승기천 T-P, T-N, COD 농도는 아라천에 비해 높은 농도를 나타냈지만, 위치적으로 승기 하수처리 사업소가 정점으로 포함되었기 때문에 정점으로 선정하지 않음
- 주요 유입하천에 대한 T-P, T-N, COD 화학적 자료 및 배출경로를 전반적으로 고려하였을 때 가좌천(F3), 아라천(F4) 2개 정점을 주요 유입하천 정점으로 선정함

○ 조사 정점: 주요 하수처리 사업소 및 하천을 포함한 4개 정점

- 하수처리 사업소: 가좌 하수처리 사업소(F1), 승기 하수처리 사업소(F2)
- 하천: 아라천(F3), 가좌천(F4)

<표 Ⅱ-3.2.1-1> 주요 하수처리 사업소 방류량 및 화학분석 자료(전국오염원조사, 2018)

순위	구 분	유량(㎥/day)		총인(T-P) (㎎/L·day)		총질소(T-N) (㎎/L·day)		COD(㎎/L·day)	
		최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대	평균
1	가좌	335,417	113,135	8.7	1.8	71.3	26.4	34.8	15.9
2	승기	278,188	95,654	6.5	1.5	45.2	10.6	21.8	11.5
3	검단	66,449	26,146	3.8	1.0	38.3	18.9	39.8	19.6
4	송도	37,136	11,258	2.0	0.9	15.9	8.1	16.7	9.3
5	운북	9,859	4,693	1.4	0.7	12.8	7.1	9.4	6.6
6	강화	12,456	5,069	1.9	0.4	6.3	3.2	13	7.6
7	공촌	57,688	32,830	1.7	0.3	16.3	7.7	18.4	7.3
8	안산	212,351	42,790	-	-	2.0	0.6	8.5	3.5
9	시흥	2,833	1,391	-	-	2.0	0.6	9.9	5.2

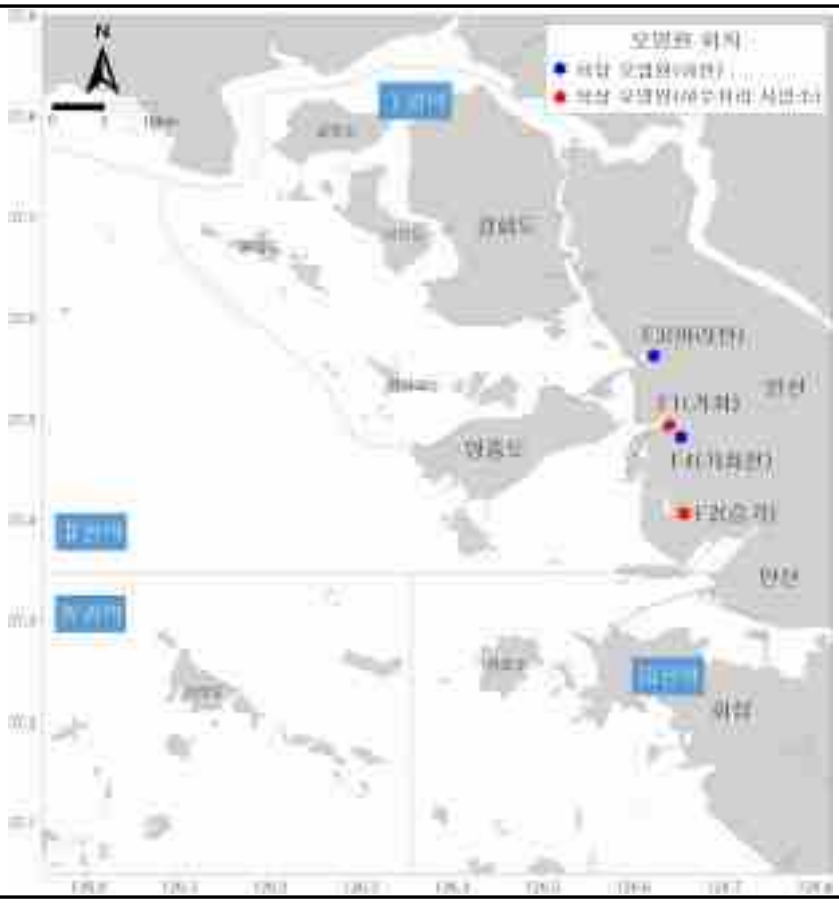
<표 Ⅱ-3.2.1-2> 주요 유입 하천의 수질자료(물환경정보시스템, 2019)

순위	주요 유입 하천	수질자료		
		COD(㎎/L)	T-N(㎎/L)	T-P(㎎/L)
1	가좌천	99.1	81.1	5.3
2	승기천	10.2	4.7	0.2
3	아라천	7.6	4.3	0.1
4	공촌천	4.9	5.7	0.1
5	검단천	-	-	-
6	심곡천	-	-	-

※ 검단천, 심곡천의 경우 수질측정망 정점에 포함되지 않음

<표 Ⅱ-3.2.1-3> 육상오염원 정점 및 위경도

정점	구분	위경도	
		위도	경도
F1	가좌 하수처리 사업소	37° 29' 41.8"	126° 38' 38.6"
F2	승기 하수처리 사업소	37° 23' 41.1"	126° 39' 54.0"
F3	아라천	37° 34' 09.4"	126° 38' 03.4"
F4	가좌천	37° 29' 30.8"	126° 38' 52.9"



(그림 Ⅱ-3.2.1-2) 인천 연안으로 유입되는 육상오염원을 파악하기 위한 정점도

○ 조사시기: 총 2회

- 우기에 하천 인근의 공장, 도로 등 육상의 오염물질이 하천으로 유입되어 수질 변화의 가능성이 매우 높아 우기 전·후로 구분하여 조사 수행
- 1차 조사(우기 전): 2020년 5월 20일
- 2차 조사(우기 후): 2020년 8월 19일

○ 수행내용: 선정된 정점을 대상으로 일반수질, 수질 분석 수행

<표 Ⅱ-3.2.1-4> 육상오염원 분석항목 및 내용

분석항목	분석내용	조사정점	조사횟수
일반항목	수온, 용존산소(DO), pH, 염분	4 정점	우기 전후 각각 1회, 총 2회
수질분석	총인 (T-P), 총질소(T-N), 화학적 산소요구량 (COD), 중금속(As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)		

나. 해상오염원 조사 및 분석 개요

○ 조사목적: 인천 연안어장 해상오염원에 대한 퇴적물 분석, 생물분석(체내 중금속)을 통해 생물에게 미치는 영향 요인 파악

○ 조사내용: 인천 연안어장 해상오염원과 관련된 문헌 및 현장 조사(일반수질 항목, 퇴적물 분석, 생물분석(체내 중금속))

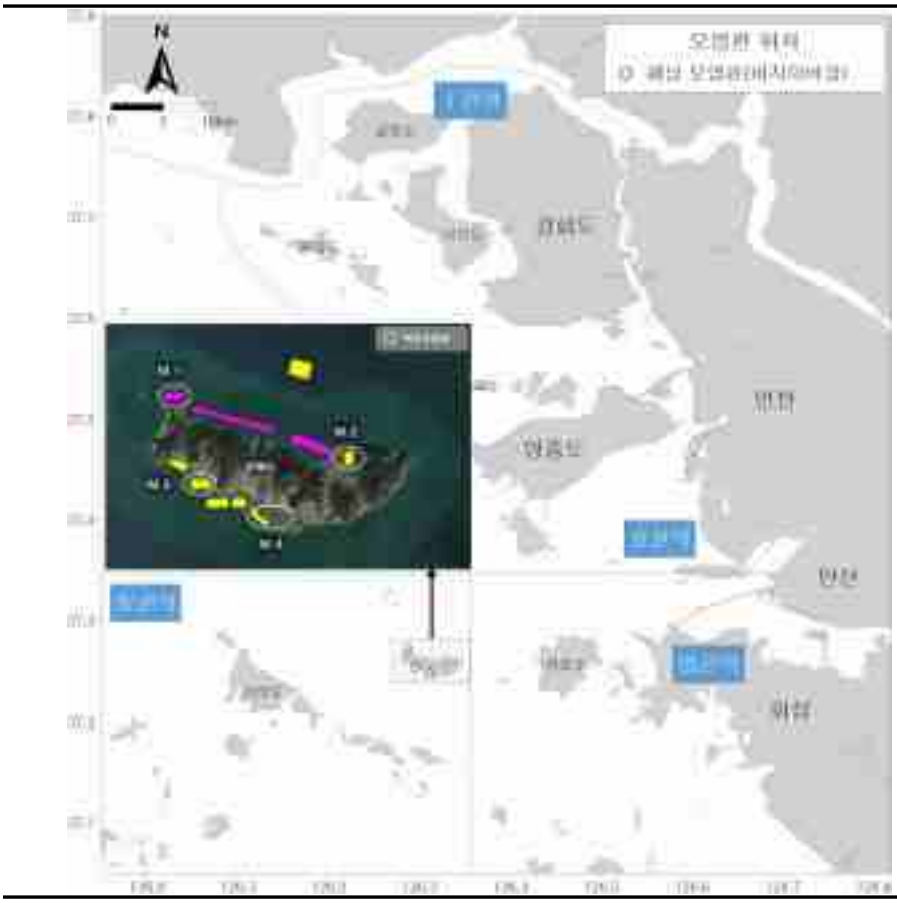
○ 해상오염원 정점 선정

- 해상오염원 정점은 문헌자료를 검토하여 선정
- 자월도에 지정된 어장관리해역은 바지락 양식을 하는 12.1ha에 대해 지정되었으며, 매년 바지락 폐사가 발생하여 어장환경개선을 위한 지속적 어장 관리가 필요한 지역임(Kang et al., 2017)
- 자월도 해역에서 2010년 2월과 2012년 10월에 참굴이 대량 폐사(NFRDI, 2010; NFRDI, 2012)한 사례가 보고됨
- 자월도 해역 수질은 DIN이 0.666㎎/L로 옹진군 해역 내 장봉도, 영흥도에 비해 상대적으로 높은 농도를 보이며(Kim et al., 2013), 평균 DIN농도는 측정 기간 중 2016년 8월을 제외한 2016년 2, 4, 6, 10, 12월에 어장환경관리 기준(DIN≤0.14㎎/L)을 초과함(Kang et al., 2017)
- 자월도 해역에서 유용 패류의 대량 폐사가 빈번히 일어남을 확인하였고, 자월도 주변의 수질 결과는 총질소를 제외하면 어장환경기준을 부합하고 있음
- 하지만 자월도 지역의 퇴적물 중금속 분석을 포함한 오염도 조사가 부재하여 대상 지역에 대한 세부적이고 명확한 조사가 필요하여 조사 해역으로 선정함

○ 정점 선정: 인천 자월도 내 참굴 및 바지락 어장을 중심으로 4개 정점(M1, M2, M3, M4)을 선정함

<표 Ⅱ-3.2.1-5> 해상오염원 조사정점 및 위경도

정점	위경도	
	위도	경도
M1	37° 16’ 04.9”	126° 17’ 22.4”
M2	37° 15’ 24.1”	126° 19’ 56.7”
M3	37° 15’ 18.0”	126° 17’ 33.1”
M4	37° 14’ 53.7”	126° 18’ 41.6”



(그림 Ⅱ-3.2.1-3) 인천 연안 어장 해상오염원을 파악하기 위한 정점도

○ 조사시기: 총 2회

- 우기시 담수와 함께 유입되는 오염물질로 인해 염분, T-N, T-P 등 수질 변화의 가능성이 높아 우기 전·후로 구분하여 조사 수행
- 1차 조사(우기 전): 2020년 5월 20일
- 2차 조사(우기 후): 2020년 8월 19일

<표 Ⅱ-3.2.1-6> 해상오염원 분석항목 및 내용

분석항목	분석내용	조사정점	조사횟수
일반항목	수온, 용존산소(DO), pH, 염분	4정점	우기 전후 각각 1회, 총 2회
퇴적물분석	함수율, 완전연소가능량, 산휘발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD), 입도, 총유 탄소(TOC), 총질소(T-N), 퇴적물 중금속(As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), Li		
생물분석	참굴, 바지락 체내 중금속(As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)		

○ 수행내용: 선정된 정점을 대상으로 일반수질 항목, 화학분석 및 참굴 및 바지락 체내 중금속 분석

다. 분석방법

○ 육상오염원 수질분석을 위한 시료 전처리 및 분석방법은 '수질오염 공정시험기준'(국립환경과학원 고시 제2019-63호, 2019.12.24.)을 준하여 분석함

○ 해상오염원 퇴적물분석을 위한 시료 전처리 및 분석방법은 '해양환경공정시험기준'(해양수산부 고시 제2018-143호, 2018.12.5.)을 준하여 분석함

<표 Ⅱ-3.3.1-7> 육상 및 해상오염원 화학분석 항목과 방법

구분	분석항목	분석방법
육상 오염원	총인(T-P)	• 수질오염 공정시험기준(ES 04362.2b)
	총질소(T-N)	• 수질오염 공정시험기준(ES 04363.4c)
	화학적 산소 요구량(COD)	• 수질오염 공정시험기준(ES 04315.1b)
	중금속(As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	• 수질오염 공정시험기준(ES 04400.0)
해상 오염원	함수율	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 함수율
	완전연소가능량	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 완전연소가능량
	산휘발성황화물(AVS)	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 산휘발성황화물-황검지관법
	화학적 산소요구량	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 화학적 산소요구량
	입도	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 입도
	총 유기 탄소(TOC) 및 총질소(T-N)	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 유기탄소량
	퇴적물 중금속 (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), Li	• 해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 중금속
	생물분석 중금속 (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	• 해양생물공정시험기준 중 해양생물공정시험기준의 중금속

1) 육상오염원

가) 총인

○ 총인 분석법은 '수질오염 공정시험기준(ES 04362.2b)'에 따라 분석함

- 자동분석기를 이용하여 시료 중 유기물 화합물 형태의 인을 산화 분해하여 모든 인 화합물을 인산염(PO_4^{3-}) 형태로 변화시킴

- 이후 몰리브덴산암모늄과 반응하여 생성된 몰리브덴산암모늄을 아스코르빈산으로 환원

- 생성된 몰리브덴산 등의 흡광도를 880㎚ 또는 기기의 정해진 파장에서 측정하여 총인 양을 분석하는 방법임

- 시료 농도는 표준용액의 피크 높이에 대한 시료 높이를 비교하여 계산함

$$총인(mg/L) = (y-b)/a \times I$$

여기서, y: 시료 피크 높이, b: 검정 곡선 절편, a: 검정 곡선 기울기, I: 시료 희석배수

나) 총질소

○ 총질소 분석법은 '수질오염 공정시험기준(ES 04363.4c)'에 따라 분석함

- 자동분석기를 이용하여 시료 중 모든 질소화합물을 산화분해하여 질산성질소(NO_3^-) 형태로 변화시킨 후, 카드뮴-구리 환원 칼럼을 통과시켜 아질산성 질소의 양을 550㎚ 또는 기기에서 정해진 파장에서 측정하는 방법임

- 시료 농도는 표준용액 피크 높이에 대한 시료 높이를 비교하여 계산함

$$총질소(mg/L) = (y-b)/a \times I$$

여기서, y: 시료 정점 높이, b: 검정 곡선 절편, a: 검정 곡선 기울기, I: 시료 희석배수

다) 화학적산소요구량(COD)

○ 화학적산소요구량 분석법은 '수질오염 공정시험기준(ES 04315.1b)'에 따라 분석함

- 시료에 황산(1+2) 10mL를 넣고, 황산은 분말을 넣고, 수 분간 방치 후, 과망간산칼륨용액(0.005M) 10mL를 넣고 30분간 중탕기에서 가열함

- 옥살산나트륨용액(0.0125M) 10mL를 넣고, 과망간산칼륨용액을 사용하여 엷은 홍색을 나타낼 때까지 적정함

- 화학적산소요구량 계산은 사용한 시료량과 소비된 과망간산칼륨용액으로부터 계산함

$$화학적산소요구량(\mathrm{mg/L}) = (\mathrm{b}-\mathrm{a}) \times \mathrm{f} \times \frac{1000}{\mathrm{V}} \times 0.2$$

여기서, a: 바탕 시험 적정에 소비된 과망간산칼륨용액(0.005M) 양(㎖), b: 시료의 적정에 소비된 과망간산칼륨용액(0.005M) 양(㎖)
f: 과망간산칼륨용액(0.005M) 농도계수(factor), V: 시료 양(㎖)

라) 중금속

○ 중금속 분석법은'수질오염 공정시험기준(ES 04400.0)'에 따라 분석함

- 채수된 배출/하천수 시료에 고순도 질산을 첨가하여 pH 2 이하로 맞춘 뒤, 중금속 8종 원소인 비소(As), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 수은(Hg), 니켈(Ni), 납(Pb), 아연(Zn)을 ICP-MS 장비(Perkin-Elmer 사의 ELAN DRC model)로 분석함

- 수은(Hg)은 고순도 질산을 첨가하여 pH 2 이하로 맞춘 뒤, 염화브롬액을 첨가하여 시료에

존재하는 수은을 산화시킨 후 24시간 이내에 CV-AFS 장비(NeoEnBiz사의 NOMA-1000 model)로 분석함

- 하천/배출수 중금속 농도 단위는 ㎍/L로서 1L 수용액 안에 존재하는 중금속 무게(㎍)로 표현함

2) 해상오염원

가) 함수율

○ 함수율은 '해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 함수율'에 따라 분석함

- 시료를 용기에 담고 무게를 측정한 후 110℃에서 24시간 동안 건조하여 무게를 측정한 후 다시 12시간 이상 건조시킨 후 항량으로 될 때까지 건조하여 무게를 측정함

$$함수율(\%) = \frac{(건조전시료무게 - 건조후시료무게)}{건조전시료무게} \times 100$$

나) 완전연소가능량

○ 완전연소가능량은 '해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 완전연소가능량'에 따라 분석함

- 도가니를 항량으로 될 때까지 건조한 후 무게를 측정함. 시료 약 5g의 무게를 정확히 측정 후 도가니에 담고 110℃에서 항량으로 될 때까지 건조하여 550℃의 온도로 2시간 동안 가열 후 도가니를 식히고 도가니의 무게를 측정함

$$강열감량(\%) = \frac{(가열전시료무게 - 가열후시료무게)}{가열전시료무게} \times 100$$

다) 산휘발성황화물(AVS)

○ 산휘발성황화물은 '해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 산휘발성황화물-황검지관법'에 따라 분석함

- 습시료 약 2g의 무게를 정확히 측정 후 검지관의 시료 주입구에 넣고, 증류수를 첨가 후 뚜껑을 닫은 후 기체발생관에 황산 2mL를 첨가함

- 2~3초 기다린 후 펌프를 서서히 당겨 발생하는 황화수소가 검지관에 흡수되도록 하며 색이 더 이상 변하지 않을 때 눈금을 읽어 황화물량을 계산함

$$황화물량(\mathrm{mg\ S/g \cdot dry}) = \frac{검지관눈금}{(시료의무게(\mathrm{g}) \times \frac{(100 - 함수율(\%))}{100})} \times 100$$

라) 화학적산소요구량(COD)

○ 화학적산소요구량은 '해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 화학적 산소요구량'에 따라 분석함

- 습시료 약 1g 무게를 정확히 취하여 0.1N 과망간산칼륨용액 100mL와 10% 수산화나트륨 용액 5mL를 넣어 잘 섞은 후 1시간 동안 중탕함
- 실온으로 식힌 후 10% 요오드화칼륨용액 10mL와 4% 아지드나트륨용액을 한 방울 넣고, 증류수를 가해 500mL로 만듦
- 유리섬유 여과지로 여과한 후 여과 용액 중 100mL 취하여 30% 황산 용액 2mL를 넣고 섞은 뒤 0.1N 티오황산나트륨용액으로 적정하여 화학적 산소요구량을 계산함

$$\text{화학적산소요구량}(mg\ O_2/kg \bullet dry) = 0.8 \times (\mathrm{A}-\mathrm{B}) \times \mathrm{f} \times \frac{500}{100} \times \frac{1000}{\mathrm{M}} \div (1 - \frac{\mathrm{W}(\%)}{100})$$

여기서, A: 공시료 적정시 소요된 양(㎖), B: 시료 적정에 소요된 양(㎖), M: 시료의 무게(g), W: 함수율, f: 역가

마) 입도

○ 입도는'해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 입도'에 따라 분석함

- 퇴적물 습시료 약 20~30g을 비커에 취하여 과산화수소를 이용하여 유기물을 분해한 후, 90℃로 가열함
- 실온으로 식힌 후 상등액을 주의해서 버리고, 증류수로 다시 채워 시료를 가라앉힌 후 상등액을 따라내는 과정을 3회 반복함
- 이후 4φ 표준체를 이용하여 습식체질하고, 4φ 표준체를 통과하지 못한 시료는 건조기에 넣고 잘 말려서 건식체질하고 4φ 표준체를 통과한 뻘 시료는 피펫팅방법을 이용하여 처리한 다음 건조기에 잘 말려 무게를 측정하고 이후 'Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957)'의 방법에 따라 평균 입도와 분급도, 입도 구성 비율을 계산함

바) 총유기탄소 및 총질소

○ 총유기탄소 및 총질소는'해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준의 유기탄소량'에 따라 분석함

- 총유기탄소와 총질소는 동결건조한 시료를 분마한 후 0.1N 염산을 첨가하여 탄산염을 제거하고 60℃에서 24시간 이상 건조함
- 미리 무게를 알고 있는 전처리된 시료 약 20㎎을 주석 박막으로 밀봉한 후 CHN 원소분석기(Thermo, FLASH 2000)를 이용하여 분석함

사) 퇴적물 중금속

○ 해역퇴적물 중금속 분석법은'해양환경공정시험기준 중 퇴적물 공정시험기준'에 따라 분석함

- 시료는 미리 산으로 세척된 플라스틱 광구 시료 병에 담아 동결건조하였고, 시료의 조가비 및 자갈 등을 제거 후 분쇄기(PULVERISETTE)로 분마된 퇴적물을 일정량 취하여 산분해법으로 전처리 후 중금속 8종 원소인 비소(As), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 수은(Hg), 니켈(Ni), 납(Pb), 아연(Zn)와 리튬(Li)을 ICP-MS 장비(Perkin-Elmer 사의 ELAN DRC model)로 분석함
- 퇴적물 중금속 농도 단위는 ㎎/㎏으로서 퇴적물 1㎏ 안에 존재하는 중금속의 무게(㎎)로 표현함
- 퇴적물 중 수은(Hg)은 고순도 질산을 첨가하여 pH 2 이하로 맞춘 뒤, 염화브롬액을 첨가하여 시료에 존재하는 수은을 산화시킨 후 24시간 이내에 CV-AFS 장비(NeoEnBiz사의 NOMA-1000 model)로 분석함

아) 생물분석

○ 바지락 및 참굴 체내 중금속 분석은'해양생물공정시험기준 중 해양생물공정시험기준'에 따라 분석함

- 시료에 고순도 질산을 첨가하여 pH 2 이하로 맞춘 뒤, 중금속 8종 원소인 비소(As), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 수은(Hg), 니켈(Ni), 납(Pb), 아연(Zn)을 ICP-MS 장비(Perkin-Elmer 사의 ELAN DRC model)로 분석함
- 수은(Hg)은 고순도 질산을 첨가하여 pH 2 이하로 맞춘 뒤, 염화브롬액을 첨가하여 시료에 존재하는 수은을 산화시킨 후 24시간 이내에 CV-AFS 장비(NeoEnBiz사의 NOMA-1000 model)로 분석함
- 생물을 여과시킨 현장 해수로 씻으며, 생물체 장(gut)내에 있는 퇴적물이나 기타 섭취물질 때문에 오차가 발생하므로 생물을 여과시킨 현장 해수로 약 24시간 동안 탈장을 진행함
- 동결건조 시킨 생물 시료 0.1~0.4g을 취하여 20mL 바이알 용기에 넣고 진한 질산 5mL를 가하여 3시간 이상 실온에서 반응시킨 후 뚜껑을 닫아 가열판 온도를 130~150℃까지 증가시켜 약 24시간 반응 후 마개를 열어 시료와 산이 완전히 건조될 때까지 재가열함
- 완전히 분해된 시료에 희석질산 용액을 이용하여 용출시킨 후 검액으로 하여 분석함

3.2.2 분석 결과

가. 육상오염원

○ 육상오염원 월별 수질 자료 문헌 조사(공공기관 자료)

- 인천 연안으로 유입되는 육상오염원의 2020년 월별 수질 자료(T-P, T-N, COD)를 조사하여 해당 수질 기준과 비교함
- 하수처리 사업소 배출수(F1, F2)의 T-P, T-N, COD 수질 자료는 인천환경공단의 월별 수질 현황(2020년 1~12월)을 이용하였고, 하천수(F3, F4) 수질 자료는 물 환경정보시스템의 수질 측정망 자료(2020년 1~11월)를 조사함
- 조사된 월별 수질 자료는 해당 수질 기준과 비교함
- 하수처리 사업소의 방류수 수질 기준은 1일 하수처리용량 500㎥ 이상 중 Ⅳ지역에 해당하여 해당 방류수 수질 기준과 비교하고, 하천수 수질 기준은 하천의 생활환경 기준과 비교함

<표 Ⅱ-3.2.2-1> 공공하수처리시설의 방류수 수질 기준(하수도법 시행규칙, 2020)

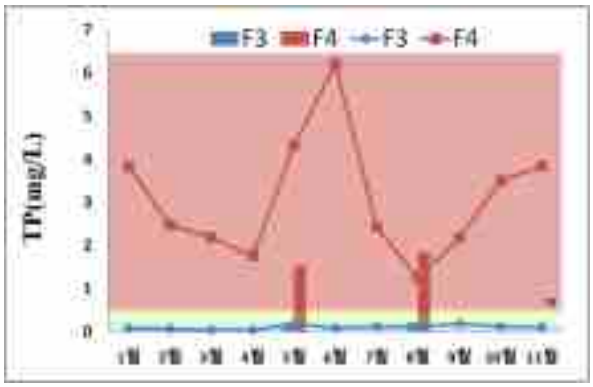
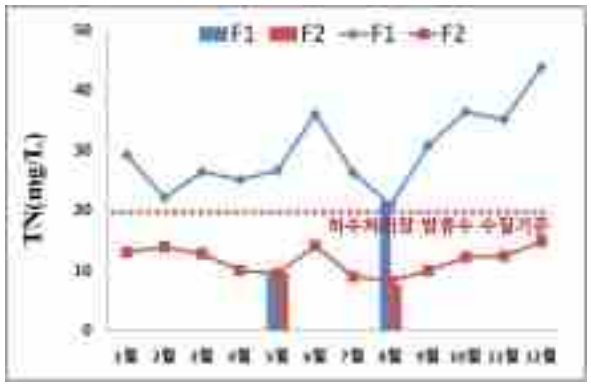
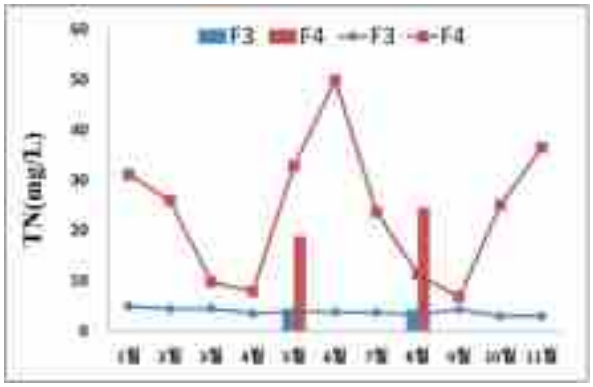
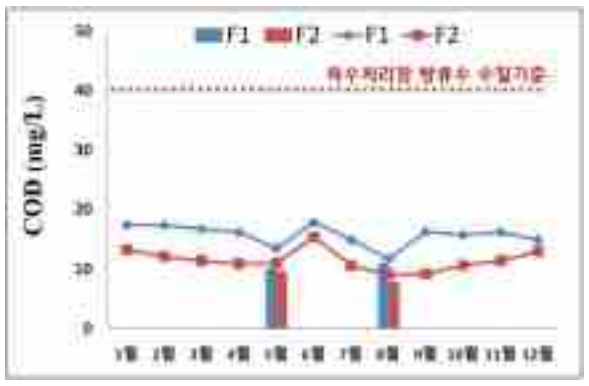
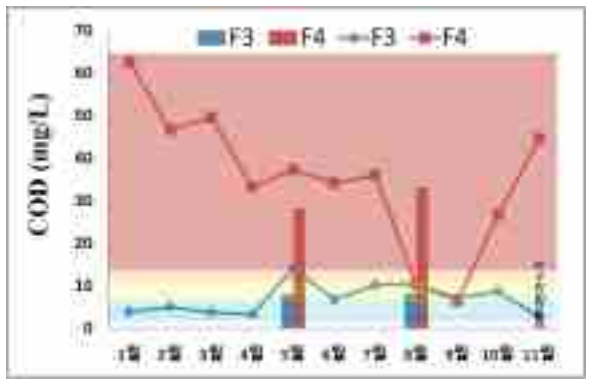
구 분		총인(T-P) (㎎/L)	총질소(T-N) (㎎/L)	화학적 산소 요구량(COD) (㎎/L)
1일 하수 처리용량 500㎥ 이상	Ⅰ지역	0.2 이하	20 이하	20 이하
	Ⅱ지역	0.3 이하	20 이하	20 이하
	Ⅲ지역	0.5 이하	20 이하	40 이하
	Ⅳ지역	2.0 이하	20 이하	40 이하

<표 Ⅱ-3.2.2-2> 하천의 생활환경 기준(환경정책기본법시행령)

등급		기준	
		T-P(㎎/L)	COD(㎎/L)
매우 좋음	Ia	0.02 이하	2 이하
좋음	Ib	0.04 이하	4 이하
약간 좋음	II	0.10 이하	5 이하
보통	III	0.20 이하	7 이하
약간 나쁨	IV	0.30 이하	9 이하
나쁨	V	0.50 이하	11 이하
매우 나쁨	VI	0.50 초과	11 초과

○ 가좌 하수처리 사업소(F1) 방류수는 T-N 수질 기준인 20㎎/L를 지속적으로 초과함

○ 가좌천(F4)은 8월과 9월을 제외하고 COD 수질 기준 '매우 나쁨' 상태를 보였고, T-P 수질 기준은 지속적으로 '매우 나쁨' 상태를 나타냄

하수처리 사업소 F1: 가좌 하수처리 사업소, F2: 승기 하수처리 사업소	하천수 F3: 아라천, F4: 가좌천
	
총인(T-P)	
	
총질소(T-N)	
	
화학적 산소요구량(COD)	

(그림 Ⅱ-3.2.2-1) 육상오염원 지점 별 문헌 및 현장 결과와 해당 수질 기준 비교

○ 현장 일반항목 측정결과

- 하수처리 사업소 및 하천수 시료를 현장에서 채취할 때 동시에 일반수질 항목을 수질다항목측정기(YSI operation)와 pH 측정기를 이용하여 수온, 용존산소(DO), pH, 염분과 같은 일반수질 항목을 측정함
- 육상오염원 배출/하천수에 대한 일반수질 항목 측정결과는 다음과 같음
- 1차(우기 전) 조사의 수온, DO, pH, 염분의 범위는 수온 19.8~20.5℃, DO 1.98~7.60㎎/L, pH 6.61~7.29, 염분 0.0~7.8psu를 보임
- 2차(우기 후) 조사의 수온, DO, pH, 염분의 범위는 수온 25.5~29.9℃, DO 4.12~8.65㎎/L, pH 6.99~8.33, 염분 0.3~0.7psu를 보임
- 우기 전 1차 조사의 현장 일반수질 항목은 우기 후 2차 조사보다 상대적으로 수온과 pH가 낮은 것으로 측정됨

<표 Ⅱ-3.2.2-3> 하수처리 사업소 및 하천수 일반수질 항목 측정결과

구 분	정 점	수온(℃)	DO(㎎/L)	pH	염분(psu)
1차 (우기 전)	F1(가좌 하수처리 사업소)	20.3	7.44	6.61	0.6
	F2(승기 하수처리 사업소)	20.1	4.98	6.56	0.0
	F3(아라천)	20.5	7.60	7.12	7.8
	F4(가좌천)	19.8	1.98	7.29	0.7
2차 (우기 후)	F1(가좌 하수처리 사업소)	26.2	5.49	6.99	0.6
	F2(승기 하수처리 사업소)	25.5	4.39	7.02	0.6
	F3(아라천)	28.4	8.65	8.33	0.3
	F4(가좌천)	29.9	4.12	7.07	0.7

○ 현장 수질 항목 측정결과

- 총인(TP) 분석 결과, 1·2차 모두 F4(가좌천)에서 1.54, 1.85㎎/L로 가장 높았고, 1차는 F3(아라천)에서 0.14㎎/L로 가장 낮았으며, 2차는 F2(승기 하수처리 사업소)에서 0.20㎎/L로 가장 낮은 농도 값을 보임
- 총질소(TN) 분석 결과, 1·2차 모두 F4(가좌천)에서 18.9, 24.5㎎/L로 가장 높았고, 2차 F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 21.6㎎/L로 1차에 비해 2배 이상 증가한 농도를 보임
- 화학적산소요구량(COD) 분석 결과, 1·2차 모두 F4(가좌천)에서 28.2, 33.2㎎/L로 가장 높은 농도를 보임
- 비소(As) 분석 결과, 1차 F1(가좌 하수처리 사업소)에서 높은 농도를 나타냄

- 카드뮴(Cd) 분석 결과, 2차 F1(가좌 하수처리 사업소)에서 높은 농도를 나타냄
- 크롬(Cr) 분석 결과, 2차 F1(가좌 하수처리 사업소)에서 높은 농도를 나타냄
- 구리(Cu) 분석 결과, 2차 F4(가좌천)에서 높은 농도를 나타냄
- 수은(Hg) 분석 결과, 1·2차 모두 F4(가좌천)에서 높은 농도를 나타냄
- 니켈(Ni), 납(Pb) 및 아연(Zn) 분석 결과, 1차 F1(가좌 하수처리 사업소)과 F4(가좌천)에서 높은 농도를 나타냄

<표 Ⅱ-3.2.2-4> 육상오염원 화학분석 결과

구분	조사 항목		조사 시기	F1	F2	F3	F4
화학 분석	총인(㎎/L)		1차(우기 전)	0.44	0.21	0.14	1.54
			2차(우기 후)	1.27	0.20	0.21	1.85
	총질소(㎎/L)		1차(우기 전)	9.9	9.6	4.4	18.9
			2차(우기 후)	21.6	7.7	4.3	24.5
	화학적산소요구량 (㎎/L)		1차(우기 전)	10.2	9.7	8.0	28.2
			2차(우기 후)	11.0	7.8	8.2	33.2
	중금속 (㎍/L)	As	1차(우기 전)	17.8	2.3	5.3	2.4
			2차(우기 후)	2.1	1.7	1.4	2.3
		Cd	1차(우기 전)	0.18	0.05	0.04	0.81
			2차(우기 후)	0.34	0.05	0.03	0.09
		Cr	1차(우기 전)	7.6	3.5	1.3	10.5
			2차(우기 후)	26.2	3.6	1.2	6.2
		Cu	1차(우기 전)	6.9	2.8	13.7	39.6
			2차(우기 후)	9.2	4.0	2.4	14.6
		Hg	1차(우기 전)	0.004	0.001	0.002	0.012
			2차(우기 후)	0.005	0.002	0.004	0.015
		Ni	1차(우기 전)	187.0	89.6	5.8	133.3
			2차(우기 후)	93.6	74.3	4.1	60.5
		Pb	1차(우기 전)	2.7	0.9	0.8	1.9
			2차(우기 후)	0.4	0.2	0.2	0.5
		Zn	1차(우기 전)	217.2	18.5	17.4	258.6
			2차(우기 후)	134.2	32.9	7.6	89.3

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

○ 기준 비교

- 하수처리 사업소 및 하천수는 각각 '공공하수처리시설의 방류수 수질 기준(하수도법 시행규칙 제3조)' 및 '하천의 생활환경 기준(환경정책기본법 시행령 제2조)'과 비교함
- 2차 F1(가좌하수처리 사업소)에서 총질소(T-N) 농도가 21.6㎎/L로 공공폐수처리시설의 방류수 수질 기준인 20㎎/L을 초과하며, 조사된 문헌 조사 결과와 동일하게 가좌하수처리 사업소에서 T-N의 농도가 배출허용기준을 초과하고 있음을 확인함
- 1·2차 총인(T-P), 총질소(T-N), 화학적산소요구량(COD) 분석 결과는 F4(가좌천)에서 다른 정점에 비해 상대적으로 높은 농도를 보이며, F3(아라천)에서 COD는 '약간 나쁨', T-P는 '보통'수준이고, F4(가좌천)는 COD, T-P 모두 '매우 나쁨'의 상태를 보임

<표 Ⅱ-3.2.2-5> 공공폐수처리시설의 방류수 수질 기준(IV 지역)

구분	T-P(㎎/L)	T-N(㎎/L)	COD(㎎/L)
법정 기준치	2 이하	20 이하	40 이하

<표 Ⅱ-3.2.2-6> 하천의 생활환경 기준

등급		T-P(㎎/L)	COD(㎎/L)
매우 좋음	Ia	0.02 이하	2 이하
좋음	Ib	0.04 이하	4 이하
약간 좋음	II	0.10 이하	5 이하
보통	III	0.20 이하	7 이하
약간 나쁨	IV	0.30 이하	9 이하
나쁨	V	0.50 이하	11 이하
매우 나쁨	VI	0.50 초과	11 초과

나. 해상오염원

○ 현장 일반항목 측정결과

- 해상오염원 시료를 현장에서 채취할 때 동시에 일반수질 항목을 수질다항목측정기(YSI operation)와 pH 측정기를 이용하여 수온, 염분, 용존산소(DO), pH와 같은 일반수질 항목을 측정함
- 해상오염원 대한 일반수질 항목 측정결과는 다음과 같음
- 1차(우기 전) 조사의 수온, DO, pH, 염분의 범위는 수온 21.7~25.2℃, DO 6.55~8.20㎎/L, pH 8.19~8.37, 염분 31.5~32.6psu를 보임

- 2차(우기 후) 조사의 수온, DO, pH, 염분의 범위는 수온 25.3~31.4℃, DO 4.52~8.08㎎/L, pH 7.42~7.84, 염분 12.5~30.0psu를 보임
- 우기 전 1차 조사의 현장 일반수질 항목은 우기 후 2차 조사보다 상대적으로 수온이 낮고, pH와 염분은 높은 것으로 측정됨

<표 Ⅱ-3.2.2-7> 해상오염원 일반수질 항목 측정결과

조사시기	정점	수온(℃)	DO(㎎/L)	pH	염분(psu)
1차 (우기 전)	M1	22.6	6.82	8.20	32.3
	M2	21.7	6.55	8.19	31.5
	M3	25.2	6.64	8.37	32.0
	M4	23.8	8.20	8.22	32.6
2차 (우기 후)	M1	25.3	6.10	7.84	30.0
	M2	30.2	8.08	7.76	28.3
	M3	25.4	4.52	7.42	12.5
	M4	31.4	5.15	7.70	21.0

○ 현장 퇴적물 항목 측정결과

- 함수율 분석 결과, 1차에서는 23.1~35.6%이며, 2차에서는 15.0~20.7% 범위를 보임
- 완전연소가능량 분석 결과, 1차에서는 1.1~2.5%이며, 2차에서는 1.2~2.0%로 유사한 수준을 보임
- 산휘발성황화물(AVS) 분석 결과, 1차에서는 M4 정점에서 0.01㎎ S/g·dry, 2차에서는 M3과 M4에서 각각 0.08㎎ S/g·dry, 0.05㎎ S/g·dry이었으며, 1차 M1, M2, M3과 2차 M1, M2에서는 검출되지 않음
- 화학적산소요구량(COD) 분석 결과, 1차에서는 1,960~7,599㎎ O2/㎏·dry, 2차에서는 2,489~2,915㎎ O2/㎏·dry로 모두 M4에서 가장 높은 농도를 나타냄
- 입도 분석 결과, 1차에서 평균 입도(Mz, mean grain size) 범위는 1.02~4.11φ, 2차에서는 1.65~ 3.25φ 범위로 모든 정점에서 모래 함량이 50% 이상을 차지함

<표 Ⅱ-3.2.2-8> 정점별 입도 구성 비율

구 분	조사시기	자갈(%)	모래(%)	실트(%)	점토(%)
M1	1차(우기 전)	0.1	98.2	1.1	0.6
	2차(우기 후)	0.0	86.4	9.8	3.9
M2	1차(우기 전)	0.0	96.5	1.8	1.7
	2차(우기 후)	1.6	91.1	5.3	2.1
M3	1차(우기 전)	2.6	57.9	27.9	11.6
	2차(우기 후)	7.2	80.8	8.0	4.1
M4	1차(우기 전)	0.1	76.8	18.3	4.9
	2차(우기 후)	0.4	71.0	22.7	6.0

<표 Ⅱ-3.2.2-9> 해상오염원 정점 별 퇴적물 결과

구분	조사 항목		조사시기	M1	M2	M3	M4
화학 분석	함수율(%)		1차(우기 전)	30.0	23.1	35.6	24.4
			2차(우기 후)	20.7	17.9	15.0	16.6
	완전연소가능량(%)		1차(우기 전)	1.1	1.6	2.5	1.7
			2차(우기 후)	2.0	1.4	1.2	1.7
	산휘발성황화물 (㎎ S/g·dry)		1차(우기 전)	0.00	0.00	0.00	0.01
			2차(우기 후)	0.00	0.00	0.08	0.05
	화학적산소요구량 (㎎ O_2/㎏·dry)		1차(우기 전)	1,960	2,582	3,660	7,599
			2차(우기 후)	2,489	2,549	2,560	2,915
	평균입도(phi)		1차(우기 전)	1.02	1.76	4.11	2.68
			2차(우기 후)	2.23	1.82	1.65	3.25
	총유기탄소(㎎/g·dry)		1차(우기 전)	1.70	1.95	6.93	2.61
			2차(우기 후)	2.03	2.30	2.43	3.96
	총질소(㎎/g·dry)		1차(우기 전)	0.18	0.19	0.72	0.33
			2차(우기 후)	0.28	0.39	0.34	0.56
	퇴적물 중금속 (㎎/㎏)	As	1차(우기 전)	3.0	3.3	2.8	3.6
			2차(우기 후)	8.4	8.8	6.9	8.3
		Cd	1차(우기 전)	0.05	0.06	0.15	0.10
			2차(우기 후)	0.17	0.15	0.10	0.10
		Cr	1차(우기 전)	56.8	39.5	50.4	37.3
			2차(우기 후)	114.9	68.7	44.9	47.3
		Cu	1차(우기 전)	7.2	6.7	16.7	21.1
			2차(우기 후)	10.5	11.5	19.4	13.2
		Hg	1차(우기 전)	0.003	0.005	0.015	0.011
			2차(우기 후)	0.014	0.104	0.006	0.011
		Ni	1차(우기 전)	12.6	11.0	14.6	11.9
			2차(우기 후)	21.8	15.7	8.7	13.1
		Pb	1차(우기 전)	29.2	29.7	25.8	24.2
			2차(우기 후)	26.7	28.8	18.7	20.1
		Zn	1차(우기 전)	39.1	45.1	98.2	117.3
			2차(우기 후)	83.7	96.2	60.7	72.3

- 총유기탄소(TOC) 분석 결과, 1차에서는 1.70~6.93㎎/g·dry, 2차에서는 2.03~3.96㎎/g·dry의 범위를 나타냄
- 총질소(TN) 분석 결과, 1차에서는 0.18~0.72㎎/g·dry, 2차에서는 0.28~0.56㎎/g·dry의 범위를 나타냄
- 비소(As) 분석 결과, 2차 조사에서 상대적으로 높은 농도를 나타냄
- 카드뮴(Cd) 분석 결과, 1차 M3과 2차 M1, M2에서 높은 농도를 나타냄
- 크롬(Cr) 분석 결과, 2차 M1에서 높은 농도를 나타냄
- 구리(Cu) 분석 결과, 2차 M4에서 높은 농도를 나타냄
- 수은(Hg) 분석 결과, 2차 M2에서 높은 농도를 나타냄

- 니켈(Ni) 분석 결과, 2차 M1에서 높은 농도를 나타냄
- 납(Pb) 분석 결과, 모든 조사 및 정점에서 유사한 농도를 나타냄
- 아연(Zn) 분석 결과, 1차 M3, M4와 2차 M1, M2, M4에서 높은 농도를 나타냄

○ 기준 비교

- 퇴적물의 산휘발성황화물의 오염도를 평가하기 위하여 수산생물 서식 어장환경 기준과 비교한 결과, 자월도 내 퇴적물 4개 정점 모두 산휘발성황화물 기준을 초과하지 않음
- 퇴적물의 총유기탄소의 오염도를 평가하기 위하여 수산생물 서식 어장환경 기준과 비교한 결과, 자월도 내 퇴적물 4개 정점 모두 총유기탄소 기준을 초과하지 않음

<표 Ⅱ-3.2.2-10> 수산생물 서식 어장환경 기준

구 분	해저 수질				해저 퇴적물	
항목	수소이온농도	용존산소 (㎎/L)	용존무기질소 (㎎/L)	용존무기인 (㎎/L)	총유기탄소 (㎎/g·dry)	산휘발성황화물 (㎎/g·dry)
기준	7.8~8.2	3.0 이상	0.14 이하	0.04 이하	20 이하	0.5 이하

- 해역퇴적물의 오염도를 평가하기 위하여 표층 퇴적물 중금속 농도와 해양환경 기준인 주의기준(TEL), 관리기준(PEL)과 비교함(구리와 아연은 리튬농도로 입도를 보정하여 비교함
- 모든 정점에서 퇴적물 중금속 농도 관리기준(PEL)을 초과한 정점은 없었고, 일부 정점에서 구리(Cu), 아연(Zn)이 주의기준(TEL)을 초과하여 이들 중금속의 경우에는 잠재적인 오염 가능성을 보여주고 있음
- 구리(Cu)는 1차 M4, 아연(Zn)은 1차 M3, M4와 2차 M1, M2, M4에서 해양환경 주의기준(TEL)을 초과하는 것으로 분석됨

<표 Ⅱ-3.2.2-11> 해저 퇴적물의 해양환경 기준인 주의기준(TEL), 관리기준(PEL)(해양수산부 고시, 2018)(㎎/㎏)

구분	As	Cd	Cr	Cu_{Li*}	Hg	Ni	Pb	Zn_{Li*}
해양환경 기준 주의기준(TEL)	14.5	0.75	116	20.6	0.11	47.2	44	68.4
해양환경 기준 관리기준(PEL)	75.5	2.72	181	64.4	0.62	80.5	119	157

※ 주의기준(Threshold Effects Level, TEL): 부정적인 생태 영향이 일부 발현될 개연성이 있을 것으로 예측되는 농도
※ 관리기준(Probable Effects Level, PEL): 부정적인 생태 영향이 발현될 개연성이 매우 높은 농도
※ 적용 방법: 금속 농도가 입자 크기에 따라 변화하므로 입자 크기의 변화를 나타낼 수 있는 금속(Li)을 사용하여 보정된 금속 농도를 사용
- As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb는 시료와 각 기준 농도를 직접 비교
- Cu, Zn은 시료의 Li로 측정 농도를 입도 보정하여 기준 농도와 비교
- 만일 시료의 Li이 21.2 ppm 이하이거나 입도 보정 농도가 음의 값을 보이면 별도의 입도 보정 없이 주의기준과 관리기준에 직접 비교

○ 주요 수산생물(참굴 및 바지락) 체내 중금속 분석

- 참굴 체내 중금속 분석 결과
- 비소(As) 분석 결과, 1차에서 3.3~3.7㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 2.1~2.7㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 카드뮴(Cd) 분석 결과, 1차에서 1.2~1.3㎎/㎏㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 1.2~1.5㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 크롬(Cr) 분석 결과, 1차에서 0.3㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.2~0.3㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 구리(Cu) 분석 결과, 1차에서 31.6~36.6㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 41.8~59.3㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 수은(Hg) 분석 결과, 1차에서 0.03~0.04㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.02㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 니켈(Ni) 분석 결과, 1차에서 0.1~0.2㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.2~0.3㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 납(Pb) 분석 결과, 1차에서 0.2㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.1㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 아연(Zn) 분석 결과, 1차에서 99.8~172.8㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 100.9~138.6㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 바지락 체내 중금속 분석 결과
- 비소(As) 분석 결과, 1차에서 4.4~8.0㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 4.6~7.4㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 카드뮴(Cd) 분석 결과, 1차에서 0.2~0.4㎎/㎏㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.2~0.3㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 크롬(Cr) 분석 결과, 1차에서 0.3㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.2~0.6㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 구리(Cu) 분석 결과, 1차에서 1.5~2.6㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 1.5~2.0㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 수은(Hg) 분석 결과, 1차에서 0.03~0.06㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.01~0.03㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 니켈(Ni) 분석 결과, 1차에서 0.6~0.8㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 0.5~0.8㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 납(Pb) 분석 결과, 1·2차에서 모두 0.1㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 아연(Zn) 분석 결과, 1차에서 15.0~16.4㎎/㎏㎎/㎏, 2차에서 12.2~14.1㎎/㎏의 농도를 나타냄
- 참굴 및 바지락 체내 중금속 분석 결과, 모든 정점에서 카드뮴, 수은, 납의 패류 중금속 기준(식품의약품안전처)을 초과하지 않음

<표 Ⅱ-3.2.2-12> 패류 중금속 기준(식품의약품안전처)

항목(㎎/㎏)	카드뮴	수은	납
식품의 패류 중금속 기준	2.0	0.5	2.0

<표 Ⅱ-3.2.2-13> 참굴 및 바지락 체내 중금속 분석 결과

구분	조사 항목		조사시기	M1	M2	M3	M4
생물 분석	참굴 중금속 (㎎/㎏)	As	1차(우기 전)	생물 없음	3.3	3.7	3.4
			2차(우기 후)		2.7	2.3	2.1
		Cd	1차(우기 전)		1.2	1.2	1.3
			2차(우기 후)		1.5	1.2	1.2
		Cr	1차(우기 전)		0.3	0.3	0.3
			2차(우기 후)		0.2	0.2	0.3
		Cu	1차(우기 전)		36.6	31.6	34.4
			2차(우기 후)		59.3	53.1	41.8
		Hg	1차(우기 전)		0.03	0.04	0.04
			2차(우기 후)		0.02	0.02	0.02
		Ni	1차(우기 전)		0.2	0.1	0.2
			2차(우기 후)		0.2	0.2	0.3
		Pb	1차(우기 전)		0.2	0.2	0.2
			2차(우기 후)		0.1	0.1	0.1
		Zn	1차(우기 전)		172.8	141.1	99.8
			2차(우기 후)		138.6	115.8	100.9
	바지락 중금속 (㎎/㎏)	As	1차(우기 전)	4.4	8.0	5.6	4.6
			2차(우기 후)	5.7	7.4	6.0	4.6
		Cd	1차(우기 전)	0.2	0.4	0.3	0.3
			2차(우기 후)	0.2	0.3	0.2	0.3
		Cr	1차(우기 전)	0.3	0.3	0.3	0.3
			2차(우기 후)	0.2	0.3	0.6	0.2
		Cu	1차(우기 전)	1.5	2.6	1.9	1.8
			2차(우기 후)	1.5	1.9	2.0	1.7
		Hg	1차(우기 전)	0.03	0.06	0.04	0.03
			2차(우기 후)	0.02	0.03	0.02	0.01
		Ni	1차(우기 전)	0.7	0.8	0.8	0.6
			2차(우기 후)	0.6	0.8	0.5	0.5
		Pb	1차(우기 전)	0.1	0.1	0.1	0.1
			2차(우기 후)	0.1	0.1	0.1	0.1
		Zn	1차(우기 전)	15.2	16.4	16.1	15.0
			2차(우기 후)	13.1	14.1	12.5	12.2

4. 요약

4.1 조하대 해양환경정보

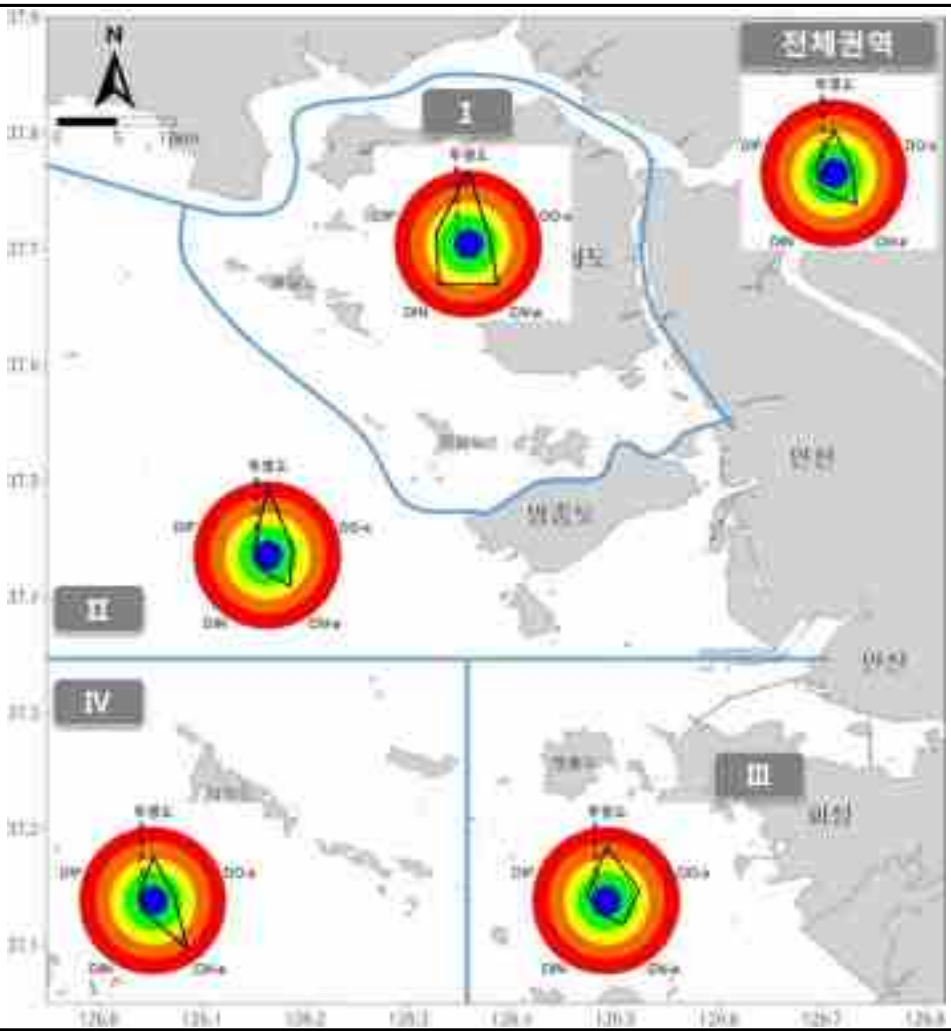
○ 한강하구에 인접한 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 수온의 변동 범위가 크고, 염분이 상대적으로 낮음

○ 생태기반 해수수질 기준 결과, 전체 권역의 평균적인 해수수질 등급은 Ⅱ등급(좋음)으로 조사됨

○ 각 권역별 해수수질 등급은 Ⅰ권역의 경우 Ⅱ등급(좋음)~Ⅳ등급(나쁨), Ⅱ권역은 Ⅰ등급(매우좋음)~Ⅳ등급(나쁨), Ⅲ, Ⅳ권역은 Ⅰ등급(매우좋음)~Ⅲ등급(보통)의 범위로 조사됨

○ 각 권역별 해수수질 등급의 출현 빈도는 Ⅰ권역의 경우 Ⅳ등급(나쁨), Ⅱ~Ⅳ권역은 Ⅱ등급(좋음)이 가장 높게 나타냄

- 나쁜 수질 등급의 주요 원인 항목은 투명도와 Chl-a이며, Ⅰ권역은 DIN, Ⅲ권역은 저층 DO포화도 또한 원인 항목으로 조사됨



(그림 Ⅱ-4.1-1) 권역별 해수 수질기준에 영향을 미치는 원인 항목

<표 Ⅱ-4.1-1> 해양수질 권역별 특성

항목 및 등급	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
수온	1.9~32.8℃ (평균 14.9℃)	4.2~24.4℃ (평균 14.5℃)	3.4~24.8℃ (평균 14.5℃)	3.2~23.3℃ (평균 14.1℃)
	조사 시기에 따른 차이를 보임			
염분	21.0~29.8psu (평균 26.4psu)	26.9~31.6psu (평균 29.7psu)	26.9~31.7psu (평균 29.6psu)	27.4~34.2psu (평균 30.3psu)
	Ⅰ권역에서 상대적으로 낮음			
Ⅰ(매우좋음)	-	3회	1회	6회
Ⅱ(좋음)	2회	6회	10회	13회
Ⅲ(보통)	8회	4회	3회	2회
Ⅳ(나쁨)	11회	1회	-	-
Ⅴ(아주나쁨)	-	-	-	-
가장 나쁜 수질 등급	Ⅳ등급: 하계, 동계	Ⅲ등급: 동계, 추계	Ⅲ등급: 동계, 하계	Ⅲ등급: 동계, 하계
주요요인	투명도, Chl-*a*, DIN	투명도, Chl-*a*,	투명도, Chl-*a*, DO포화도	투명도, Chl-*a*,

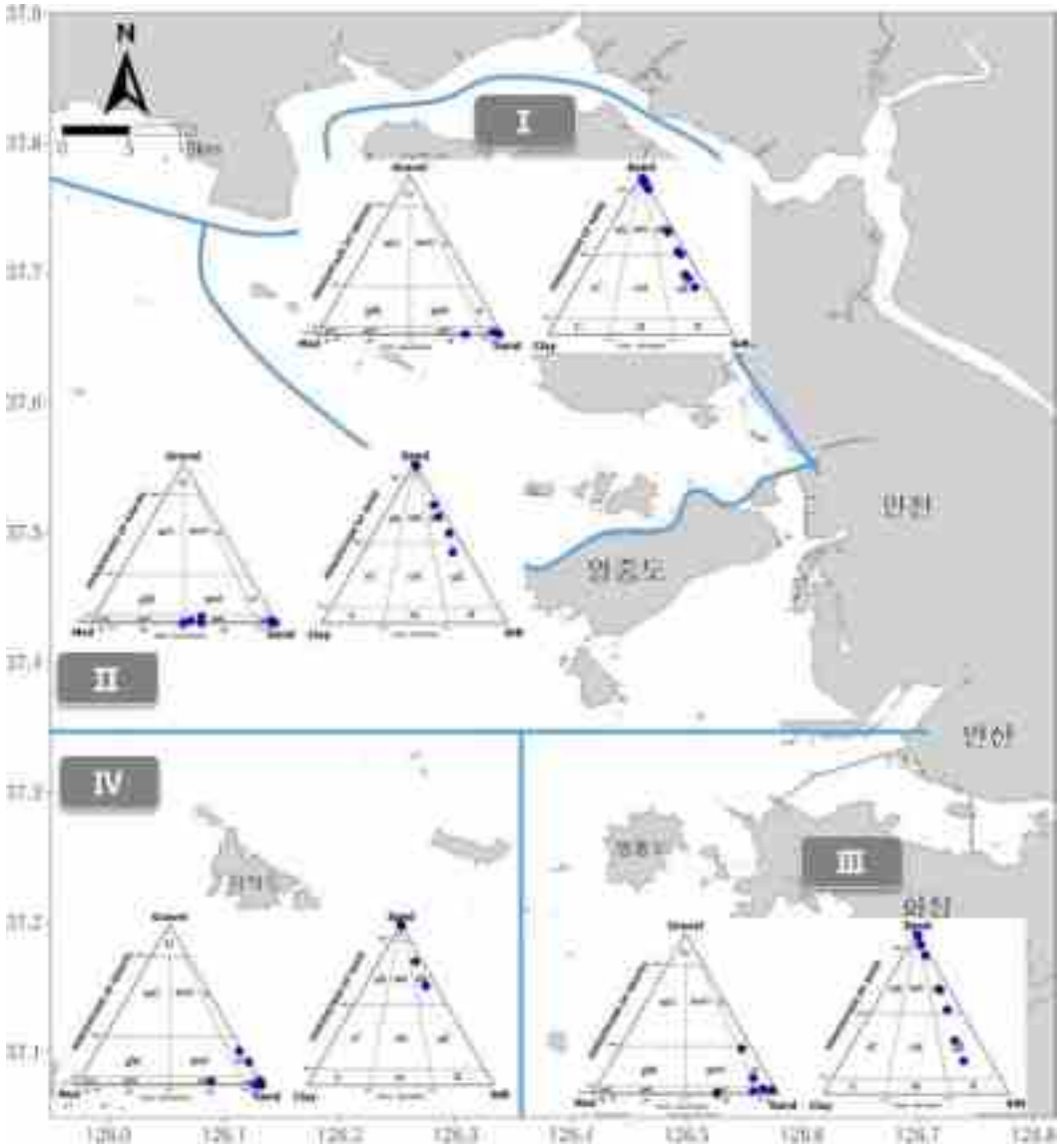
○ 해양퇴적물은 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 세립하고, Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 상대적으로 조립한 퇴적환경을 보임

○ 총유기탄소는 모든 권역에서 수산생물서식어장환경기준(20㎎/g-dry) 만족함

○ 강열감량은 Ⅳ권역에서 상대적으로 낮고, 나머지 권역은 유사한 변동 범위를 보임

<표 Ⅱ-4.1-2> 해양퇴적물 권역별 특성

항목	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
평균입도	1.10~5.35Φ (평균 3.37Φ)	1.14~4.96Φ (평균 3.12Φ)	0.71~5.78Φ (평균 2.82Φ)	0.45~4.35Φ (평균 1.74Φ)
	Ⅰ, Ⅱ권역에 비해 Ⅲ, Ⅳ권역이 상대적으로 조립			
총유기탄소	수산생물서식어장환경기준(20㎎/g-dry) 만족			
강열감량	Ⅳ권역에서 상대적으로 낮고, 나머지 권역은 유사한 변동 범위			



(그림 Ⅱ-4.1-2) 권역별 삼각다이어 그램

○ 해양동·식물상은 권역 간 큰 차이가 없으며, 주요 우점종으로 우리나라 연안에서 흔히 관찰되는 종들이 우점하며, 계절에 따른 분포특성을 보임

- 식물플랑크톤 주요종: 규조류, 은편모조류
- 동물플랑크톤 주요종: 홍작은노벌레, 요각류
- 어란 주요종: 멸치
- 자치어 주요종: 멸치
- 대형저서동물 주요종: 고리버들갯지렁이, 얼굴갯지렁이류

4.2 오염원 현황

○ 육상오염원 중 하수처리시설(17개소)은 Ⅳ권역을 제외한 Ⅰ권역에 11개소, Ⅱ권역에 3개소, Ⅲ권역에 3개소가 위치함

- 2010~2019년 국립환경과학원 전국오염원조사 자료를 분석한 결과, 전체 시설의 일평균 방류량은 134,141㎥/day, 일간 총 방류량은 2,280,397㎥/day이고 이중 Ⅰ권역에 해당하는 굴포 하수처리장에서 일평균 방류량이 739,767㎥/day로 가장 많음



(그림 Ⅱ.4.2-1) 권역별 하수처리시설 및 일평균 방류량

○ 오염물질 평균농도의 권역별 분석 결과, BOD는 Ⅲ권역 27.0㎎/ℓ/day, Ⅱ권역 24.5㎎/ℓ/day, Ⅰ권역 14.1㎎/ℓ/day, COD는 Ⅲ권역 32.3㎎/ℓ/day, Ⅱ권역 26.8㎎/ℓ/day, Ⅰ권역 13.6㎎/ℓ/day, SS는 Ⅲ권역 33.7㎎/ℓ/day, Ⅱ권역 22.8㎎/ℓ/day, Ⅰ권역 13.7㎎/ℓ/day 순으로 Ⅲ권역에서 가장 높으며, TN의 경우 Ⅱ권역 21.948㎎/ℓ/day, Ⅲ권역 15.410㎎/ℓ/day, Ⅰ권역 13.086㎎/ℓ/day, TP는 Ⅱ권역 1.688㎎/ℓ/day, Ⅲ권역 1.403㎎/ℓ/day, Ⅰ권역 0.793㎎/ℓ/day로 Ⅱ권역이 높음

○ 모든 시설에 대한 월간 분석 결과, BOD와 COD의 경우 12월~4월, SS는 1월~4월, TN은 12월~3월, TP는 1월~5월에 평균대비 높게 나타났고, 연도별 분석 결과, BOD, COD, SS, TN 모두 2015년에 다소 높으며, 권역별로는 Ⅲ권역이 가장 높은 것으로 분석됨

<표 Ⅱ.4.2-1> 권역별 오염원 현황(2010~2019년)

권역	방류량 (㎥/day)		일평균농도 (㎎/ℓ/day)			최대농도 발생현황					
						월별(월)			년별(년)		
	평균	총	COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD	TN	TP
Ⅰ	107,832	1,186,153	13.6	13.086	0.793	12~4	12~3	5~10	2015	2011	2011
Ⅱ	115,220	345,661	26.8	21.948	1.688	1~5	12~4	5~10	2015	2016	2017
Ⅲ	249,528	748,583	32.3	15.410	1.403	12~3	1~3	1~6	2019	2015	2015
전체	134,141	2,280,397	21.8	15.192	1.129	12~4	12~4	4,9,10	2015	2015	2015

○ 인천 연안어장 환경에 영향을 미칠 수 있는 육상오염원 정점은 문헌 자료 검토를 통해 2개의 하수처리 사업소와 2개의 주요 하천을 포함한 총 4개의 정점을 선정함

- 하수처리 사업소: 가좌 하수처리 사업소(F1), 승기 하수처리 사업소(F2)
- 주요 하천: 아라천(F3), 가좌천(F4)

○ 현장 조사는 우기 전·후로 구분하여 2회 수행함

<표 Ⅱ-4.2-2> 육상오염원 조사정점 및 정점도

정점	구분	정점도
F1	가좌 하수처리 사업소	
F2	승기 하수처리 사업소	
F3	아라천	
F4	가좌천	

○ 1차(우기 전) 시료에서는 수질 기준을 초과하지 않았으나 2차(우기 후) Ⅱ권역인 가좌 하수처리 사업소(F1)와 가좌천(F4)에서 총질소(T-N) 농도가 각각 21.6, 24.5㎎/L로 방류수 수질 기준인 20㎎/L을 초과함

○ 문헌 조사에서도 가좌 하수처리 사업소의 T-N의 농도가 지속해서 배출허용기준을 초과하고 있으며, Ⅱ권역인 가좌천(F4)에서 COD, T-P 모두 '매우 나쁨' 상태를 보여 Ⅰ권역인 아라천(F3)보다 수질 상태가 좋지 않은 상태임

○ Ⅱ권역 가좌천(F4)에서 우기 전·후 결과, 우수로 인해 인근 도로, 공장 등에서 잔류되어있는 오염물질이 하천으로 유입되어 수질에 영향을 준 것으로 판단되며, Ⅰ권역인 아라천(F3)은 상대적으로 우수로 인한 영향이 적은 것으로 판단됨

○ 해상오염원 조사정점은 기존 문헌 자료를 검토하여 자월도 내 패류양식장을 기준으로 해상오염원 4개 지역을 조사정점(M1 ~ M4)으로 선정함

<표 Ⅱ-4.2-3> 해상오염원 조사정점 및 정점도

정점	정점도
M1	
M2	
M3	
M4	

○ 해상오염원 정점의 퇴적물에서 총유기탄소(TOC) 및 산휘발성황화물(AVS)은 수산생물 서식 어장환경 기준을 만족함

○ 중금속 농도는 모든 정점에서 관리기준(PEL)을 초과한 정점은 없으며, 일부 정점에서 구리(Cu) 및 아연(Zn)이 주의기준(TEL)을 초과하여 잠재적인 오염 가능성이 있음을 나타냄

○ 바지락 및 참굴 체내 중금속의 농도 결과는 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 납(Pb)의 패류 중금속 기준(식품의약품안전처)을 만족함

III

인천 연안어장 중
바지락 및 참굴 어장 현황

1. 어장 사전 조사
2. 바지락 어장 현황
3. 참굴 어장 현황
4. 요약

Ⅲ. 인천 연안어장 중 바지락 및 참굴 어장 현황

1. 어장 사전 조사

1.1 조사 개요

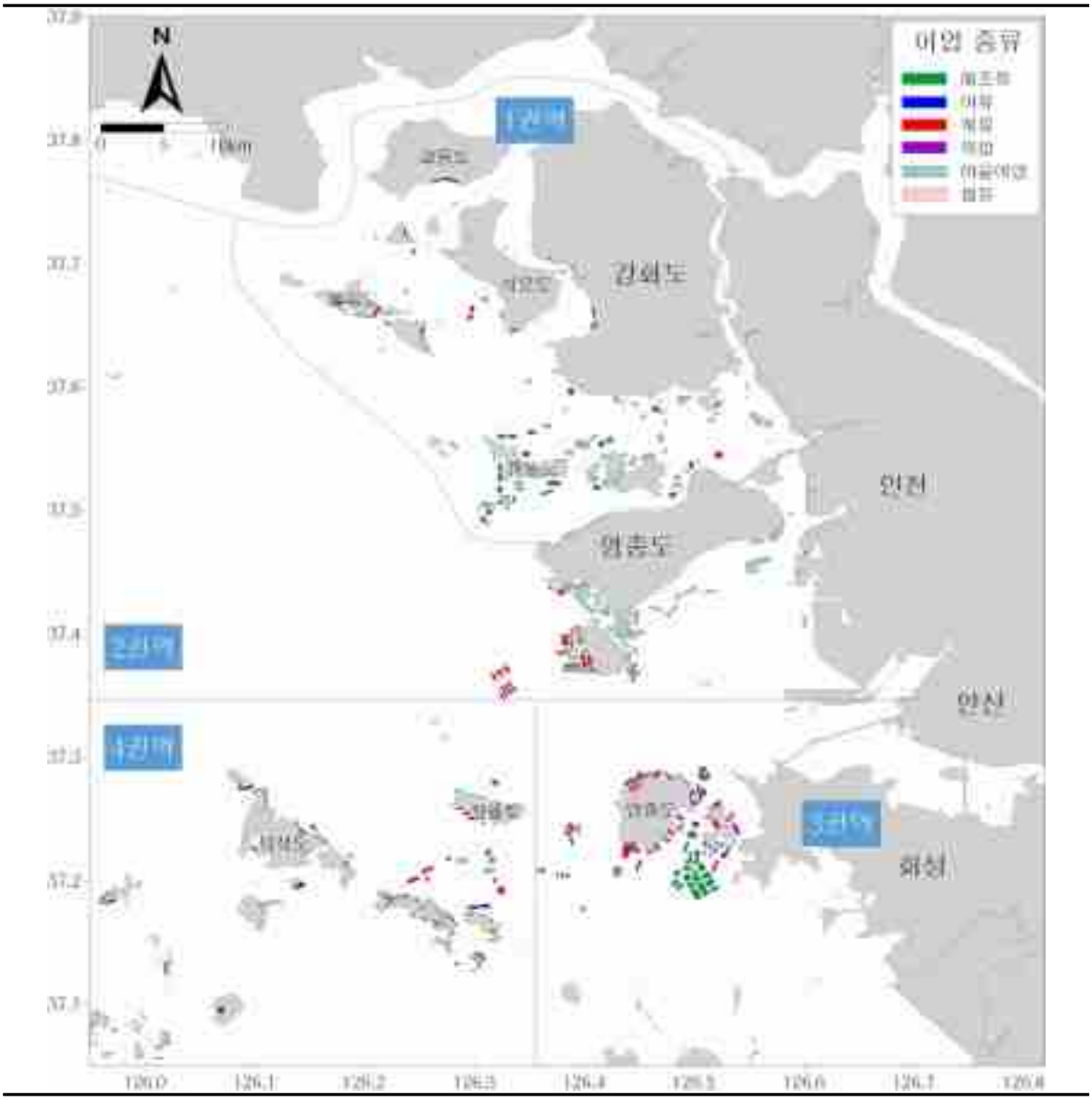
○ 인천 연안어장의 주요 어업은 면허어업 형태로 넓은 갯벌에서 굴, 바지락 등을 채취하는 패류 어업이 대부분을 차지함

- 인천광역시 면허어업 건수 및 면적은 총 348건, 3,445 ha이며, 마을어업이 각각 총 146건(42.0%), 1,691 ha(49.1%)로 가장 높음
- 일반면허 건수 및 면적은 총 286건, 2,465 ha이며, 패류 면허어업이 각각 총 110건(38.5%), 999 ha(40.5%)로 가장 높음
- 패류 면허어업 중 굴과 바지락은 총 54건(49.1%), 370 ha(37.0%)로 높은 비율을 차지함
- 굴과 바지락 어업은 옹진군에서 가장 많은 어업권과 가장 넓은 면적을 가짐
- 또한, 면허어업 중 가장 높은 건수와 면적을 차지하는 마을어업의 특성상 굴과 바지락의 면허어업 건수 및 면적은 좀 더 높을 것으로 판단됨

<표 Ⅲ-1.1-1> 인천광역시 행정권역 별 면허어업 건수 및 면적

구 분			중구		강화		옹진		합계	
			건수 (건)	면적 (ha)	건수 (건)	면적 (ha)	건수 (건)	면적 (ha)	건수 (건)	면적 (ha)
일반면허	해조류		3	68	-	-	10	98	13	166
	패류	굴	5	76	-	-	21	93	26	169
		바지락	-	-	-	-	28	201	28	201
		피조개	5	94	-	-	6	90	11	184
		가무락	4	54	3	50	1	10	8	114
		백합	-	-	2	30	4	23	6	53
		전복	-	-	-	-	22	109	22	109
		기타	2	40	-	-	7	129	9	169
		소계	16	264	5	80	89	655	110	999
	어류 등		-	-	28	91	25	210	53	301
복합양식어업			2	30	-	-	21	233	23	263
협동양식어업			-	-	-	-	3	25	3	25
마을어업			7	115	9	96	130	1,480	146	1,691
합계			28	477	42	267	278	2,701	348	3,445

※ 인천광역시 홈페이지 참조(https://www.incheon.go.kr/ocean/OC020104)



(그림 Ⅲ-1.1-1) 인천광역시 면허어업 현황도

○ 인천 연안해역에서 면허어업 중 마을어업과 패류 면허어업의 건수 및 면적이 높고, 패류 면허어업의 주요 품종은 굴과 바지락으로서 사전조사를 통하여 권역 별 바지락, 굴 어장을 선정하고 주기적으로 현황을 파악하는 것으로 계획함

1.2 어장 선정

1.2.1 바지락 및 참굴 어장 사전 현장조사

○ 권역별 이해당사자 면담 및 현장 상황 파악하여, 발주처 및 이해당사자 의견을 반영한 면허어장을 선정하였으며, 이후 세부적인 조사 정점을 확정함

- 사전 현장조사 기간: 2020년 4월 7일~4월 17일
- 사전 현장조사 지역: 권역별 참굴 및 바지락 면허어장
- 1차년도 최종보고회 의견을 수렴하여 2차년도에는 영흥도 내리 지역에 바지락 및 참굴 어장을 추가로 선정하여 조사를 수행함



(그림 Ⅲ-1.2.1-1) 인천 연안어장 사전 현장조사 흐름도

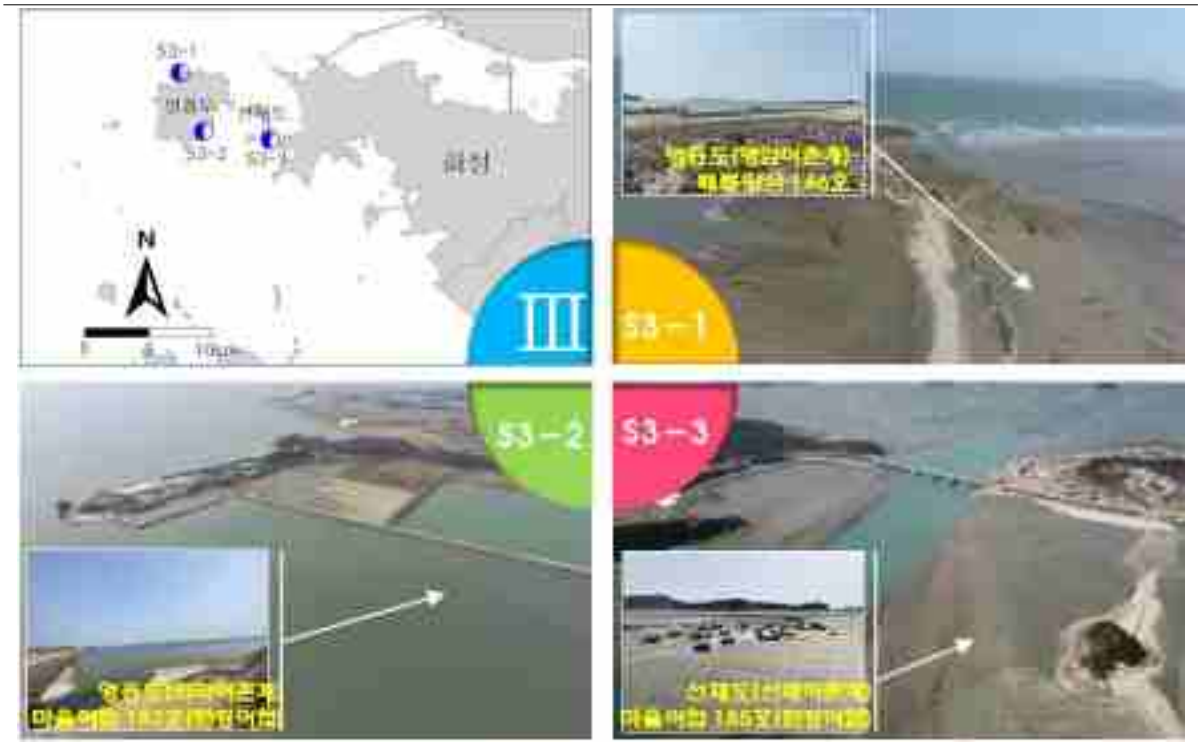


바지락 면허어장 - 장봉도/신도/시도(Ⅰ권역)

(그림 Ⅲ-1.2.1-2) 사전 현장조사를 통한 바지락 어장 선정지역 사진

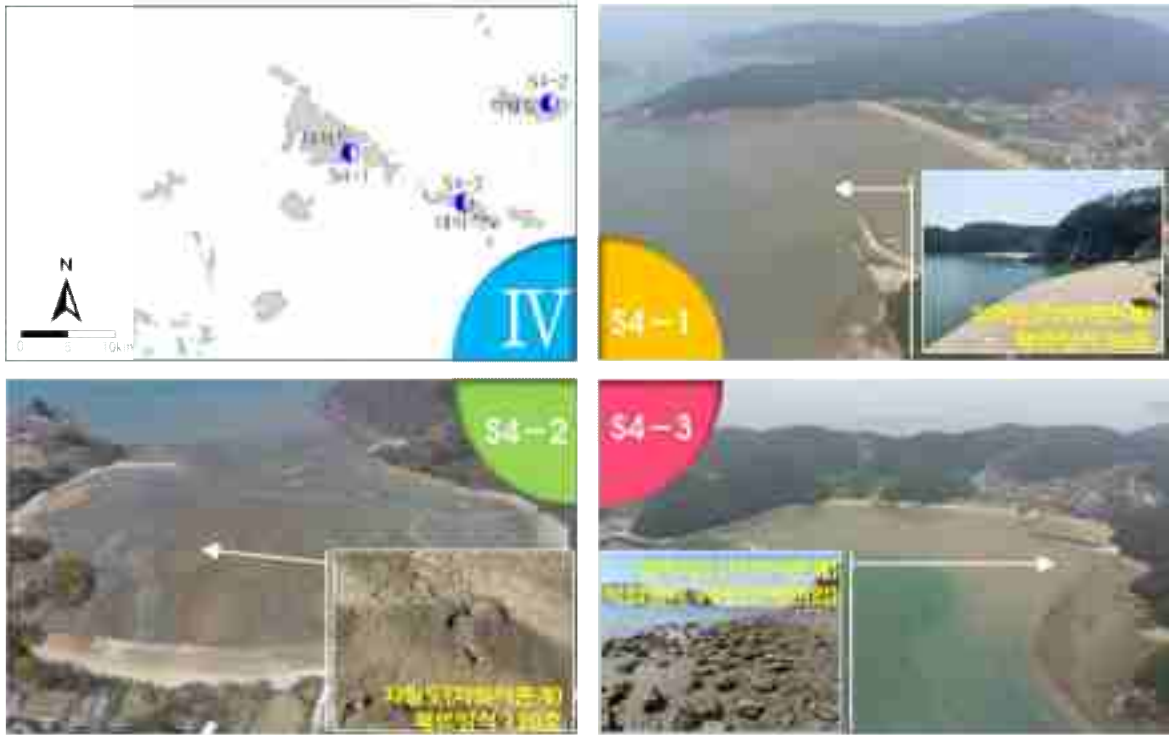


바지락 면허어장 - 무의도/실미도(Ⅱ권역)



바지락 면허어장 - 영흥도/선재도(Ⅲ권역)

(그림 Ⅲ-1.2.1-2) 계속



바지락 면허어장 - 덕적도/자월도/대이작도(Ⅳ권역)

(그림 Ⅲ-1.2.1-2) 계속



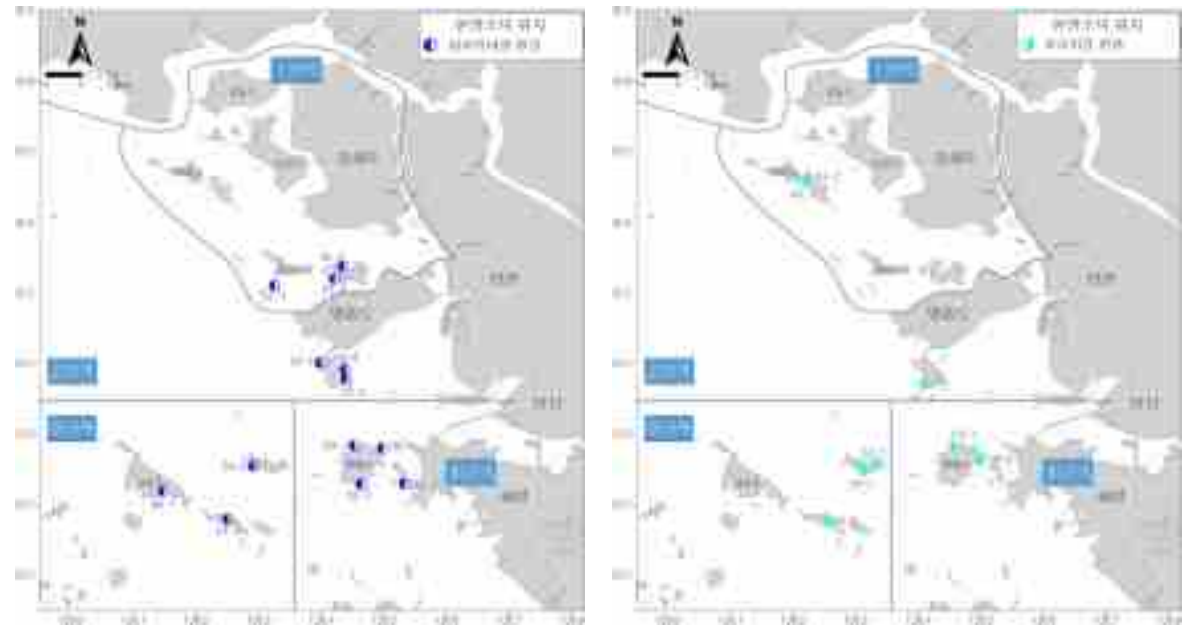
참굴 면허어장(참굴 실험 포함) 권역 별 정점

(그림 Ⅲ-1.2.1-3) 사전 현장조사를 통한 권역별 참굴 어장 선정지역 사진

1.3 어장 현장조사 위치도

○ 바지락 어장 현장 조사는 1차년도에 권역별 3개 지점을 선정하여 총 12개 지점에 대하여 조사를 수행하고, 2차년도에 Ⅲ권역에 위치한 영흥도 내리 지역을 추가로 선정하여 총 13개 지점에 대하여 조사를 수행함

○ 참굴 어장 현장 조사는 1차년도에 Ⅰ권역 2지점, Ⅱ권역 1지점, Ⅲ권역 1지점, Ⅳ권역 3지점을 선정하여 총 7개 지점에 대하여 조사를 수행하고, 2차년도에 Ⅲ권역에 위치한 영흥도 내리 지역을 추가로 선정하여 총 8개 지점에 대하여 조사를 수행함



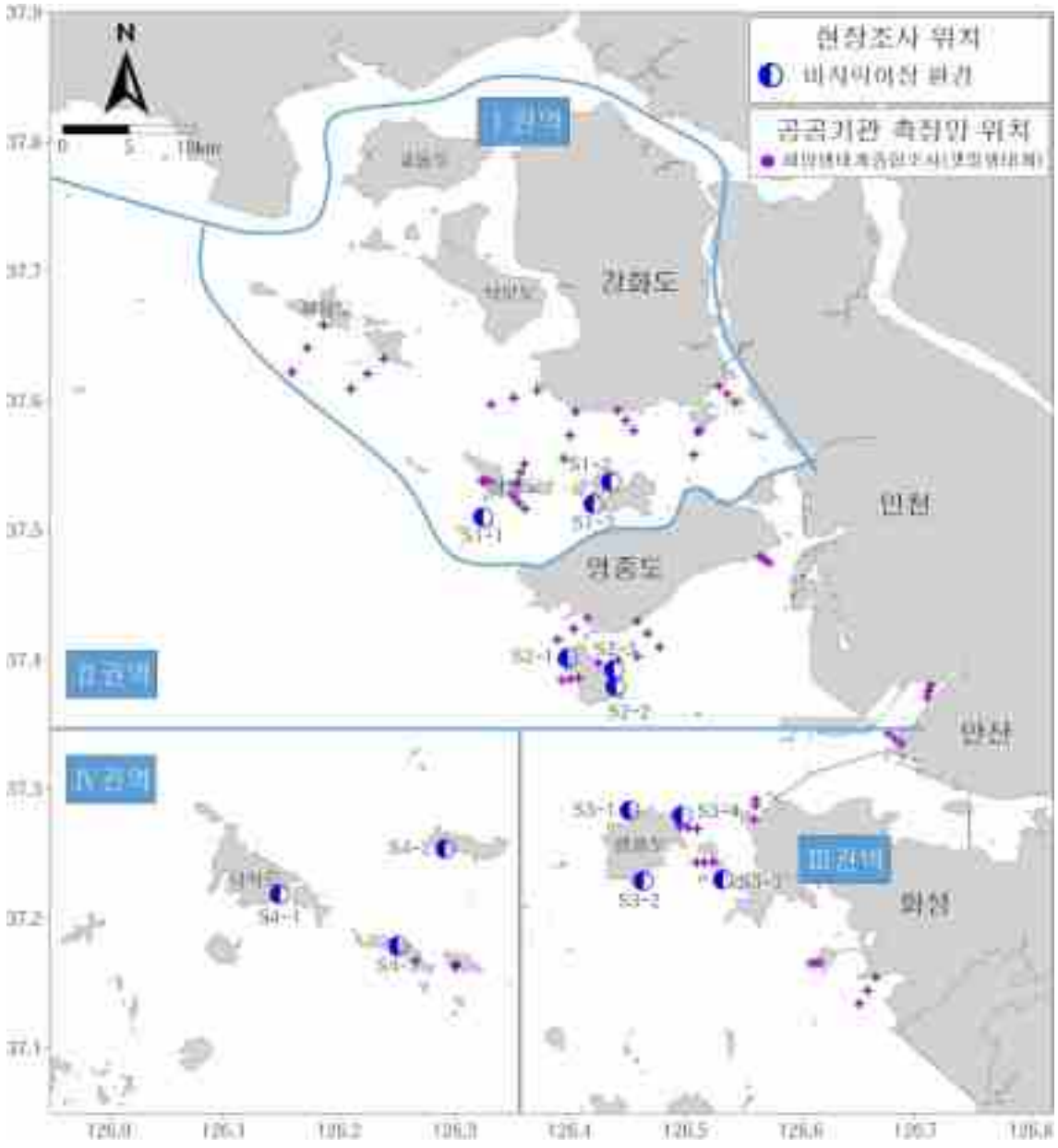
바지락 어장 환경 조사 위치도 | 참굴 어장 환경 조사 위치도

(그림 Ⅲ-1.3-1) 바지락 및 참굴 어장 환경 조사 위치도

2. 바지락 어장 현황

○ 바지락 어장 환경 조사 개요 및 현장조사 위치도를 제시함

○ 해역 특성에 따라 4개의 세부권역(Ⅰ~Ⅳ권역)으로 구분하였으며, 모든 권역에서 조사 정점(면허어장)은 3~4개로 구성



(그림 Ⅲ-2-1) 연성조간대 공공기관 위치도 및 현장조사(바지락 면허어장) 위치도

<표 Ⅲ-2-1> 바지락 어장 환경 조사 개요

구분	정점	조사항목	조사 시기	
Ⅰ권역	S1-1, S1-2, S1-3	● 퇴적환경 ● 대형저서동물 ● 바지락 개체특성	1차년도 (2020년)	● 1차 : 6월 8~12일 ● 2차 : 9월 16~23일 ● 3차 : 12월 14~18일
Ⅱ권역	S2-1, S2-2, S2-3			
Ⅲ권역	S3-1, S3-2, S3-3, S3-4※		2차년도 (2021년)	● 1차 : 4월 26~30일 ● 2차 : 7월 23~28일 ● 3차 : 10월 5~22일
Ⅳ권역	S4-1, S4-2, S4-3		2차년도 (2022년)	● 4차 : 01월 3~7일

※S3-4: 영흥도 내리 지역에 위치한 어장으로 2차년도부터 추가로 조사한 지역임

2.1 조사 및 분석방법

○ 퇴적환경 현장조사 및 실험실 내 분석은 「국가해양생태계 종합조사 조사지침서 (해양수산부, 2019)」 및 「해양환경공정시험기준(국립수산과학원, 2021)」에 따라 분석함

○ 해양생태계 현장조사 및 실험실 내 분석은 기본적으로 「국가해양생태계 종합조사 조사지침서(해양수산부, 2019)」에 따라 수행함

2.1.1 조사방법

가. 바지락 어장 내 퇴적환경

○ 퇴적물은 바지락 어장 내에 위치한 각 정점에 도보로 접근한 후 플라스틱 스푼을 이용하여 표면하 3cm 이내의 퇴적물 시료를 채취하여 시료 봉투에 담은 후 시료의 변질을 막기 위해 냉동 보관하여 실험실로 운반함

○ 중금속 분석을 위해 퇴적물 시료 중 일부를 분취하여 분석 전 동결건조법으로 건조함

나. 바지락 어장 내 대형저서동물

○ 바지락 어장 대형저서동물은 퇴적물 채집 위치와 동일한 각 정점에서 도보로 접근한 후 표면적 0.1㎡이 되도록 상자형 코어 채취기를 이용하여 반복 채집함

○ 채집된 퇴적물은 현장에서 1㎜ 망목의 체로 걸러내어 대형저서동물을 분리한 후, 10% 포르말린 용액으로 고정하여 실험실로 운반함

○ 실험실에서는 생물을 골라내는 선별작업을 거친 후, 해부 현미경과 고배율 현미경을 이용하여 기본적으로 외부 형태에 기인하였으며, 해부학적 형질, 생식기관의 구조 및 각 분류군별 주요 형질을 비교 관찰하여 가능한 종 수준까지 동정함

○ 동정에 사용된 문헌은 자포동물의 경우 노(1977)의 도감을 이용하였고, 연체동물은 유(1976), 최(1992), 권 등(1993), 환형동물은 백(1989), 절지동물 가운데 십각류는 김(1973, 1977), Kim (1985)을 참고하였으며, 각 종에 대한 국명과 체계는 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)을 기준으로 작성함

○ 동정된 각각의 종들에 대하여 개체수를 계수하고 생체량(습중량 gWWt., 이후 g로 표기)을 측정하였으며, 이 값들을 단위 면적(㎡)으로 환산하여 대형저서동물 군집의 생태학적 분석에 이용함

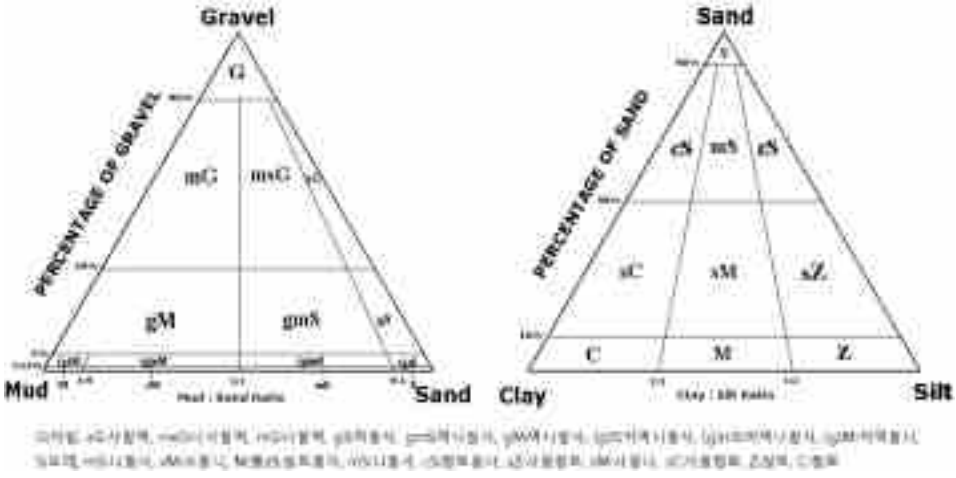
2.1.2 분석방법

가. 바지락 어장 내 퇴적환경

○ 바지락 어장 내 퇴적환경의 세부 조사 방법은 다음과 같음

<표 Ⅲ-2.1.2-1> 바지락 어장 내 퇴적환경 분석방법

구분	측정기기	분석 및 측정방법
입도	자동입도분석기 (Mastersizer 2000, Malvern, UK)	• 시료를 탄산염, 유기물 및 염분을 제거한 후, 4Φ체를 이용하여 조립질 시료와 세립질 시료로 구분하여, 조립질 시료는 진탕기, 세립질 시료는 자동 입도분석기를 이용하여 각각 1Φ 간격으로 분석함 • 입도 자료는 Folk and Ward (1957)에 따라 퇴적물의 조직변수를 산출하였고, 입도환산표와 조직 표준치의 산정공식 및 언어표기 척도를 제시하였으며, Folk (1974)에 따른 퇴적물 유형 분류를 제시함
함수율	건조기	• 시료 20~30 g을 시료병에 담아 110℃로 24시간 이상 건조 시킨 후 무게 차이로 계산
강열감량	전기로	• 건조된 시료 5 g을 도가니에 담아 muffle furnace에서 550℃ 2시간 가열하여 가열 전 무게와 가열 후 무게 차이로 계산
COD	자동적정기	• 시료에 과망간산칼륨 일정과량을 넣고 수욕상에서 가열 반응시킨 다음, 소비된 과망간산 칼륨량으로부터 이에 상응 하는 산소의 양을 측정
TOC	CHN analyzer (Flash SMART, Thermo)	• 건조된 시료 2 g을 취하여 1M 염산(HCl)으로 탄산염을 제거 후 분석
산휘발성 황화물	황검지관	• 시료 2 g에 황산 2ml를 넣어 발생하는 황화수소를 황검지관으로 측정



(그림 Ⅲ-2.1.2-1) 자갈, 모래 및 펄(실트 및 점토) 함량비에 의한 퇴적물 유형 분류

<표 Ⅲ-2.1.2-2> 지수별 퇴적물 입도 환산표

Diameter(mm)	phi Scale(Φ)	Wentworth Size Class	
4096 (2^{12})	-12	Boulder(-12~-8)	gravel
2048 (2^{11})	-11		
1024 (2^{10})	-10		
512 (2^{9})	-9		
256 (2^{8})	-8	Cobble(-8~-6)	
128 (2^{7})	-7		
64 (2^{6})	-6	Pebble(-6~-2)	
32 (2^{5})	-5		
16 (2^{4})	-4		
8 (2^{3})	-3		
4 (2^{2})	-2	granule	
2 (2^{1})	-1	Very Coarse Sand	Sand
1 (2^{0})	0	Coarse Sand	
0.5 (2^{-1})	1	Medium Sand	
0.25 (2^{-2})	2	Fine Sand	
0.125 (2^{-3})	3	Very Fine Sand	
0.063 (2^{-4})	4	Coarse Silt	Mud
0.031 (2^{-5})	5	Medium Silt	
0.016 (2^{-6})	6	Fine Silt	
0.008 (2^{-7})	7	Very Fine Silt	
0.004 (2^{-8})	8	Clay	
0.002 (2^{-9})	9		
0.00098(2^{-10})	10		
0.00049(2^{-11})	11		
0.00024(2^{-12})	12		

<표 Ⅲ-2.1.2-3> 조직 표준치의 산정공식 및 언어표기 척도(Verbal scale)

graphic mean(평균입도) : $M_Z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$

Inclusive graphic Standard Deviation(분급도(입도의 균일성)) : $\sigma_I(\phi) = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$

0.35 >	Very well sorted	극양호분급
0.35 ~ 0.50	Well sorted	양호분급
0.50 ~ 0.71	Moderately well sorted	중간양호분급
0.71 ~ 1.00	Moderately sorted	중간분급
1.00 ~ 2.00	Poorly sorted	불량분급
2.00 ~ 4.00	Very poorly sorted	극불량분급
4.00 <	Extermely pooly sorted	최극불량분급

Inclusive graphic Skewness(왜도(입도의 대칭성))

$$Sk_I = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

$$= \frac{\phi_{84} - \phi_{50}}{\phi_{84} - \phi_{16}} - \frac{\phi_{50} - \phi_5}{\phi_{95} - \phi_5} \text{ (Warren, 1974)}$$

0.3 <	Stron gly fine-skewed	최극양호왜도
0.1 ~ 0.3	Fine-skewed	양호왜도
-0.1 ~ 0.1	Near-symmetrical	대칭왜도
-0.3 ~ -0.1	Coarse-skewed	불량왜도
-0.3 >	Stron gly coarse-skewed	최극불량왜도

graphic Kurtosis(첨도(입도의 편평성)) : $K_r = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$

0.67 >	Very platykurtic	매우저첨
0.67 ~ 0.90	Platykurtic	저첨
0.90 ~ 1.11	Mesokurtic	중첨
1.11 ~ 1.50	Leptokurtic	극첨
1.50 ~ 3.00	Very leptokurtic	매우극첨
3.00 <	Extremely leptokurtic	최극첨

나. 바지락 어장 내 대형저서동물

1) 생태학적 제지수

○ 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1963): 군집의 종 풍부정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타냄

○ 종균등도지수(Pielou, 1969): 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 됨

○ 종풍부도지수(Margalef, 1958): 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 됨

○ 생태학적 제지수 산출 시 출현하지 않거나 단일 종이 출현한 경우 분석에서 제외함

종다양도지수 $H' = -\sum_{i=0}^{S} P_i \times \ln(P_i)$ (Shannon and Weaver, 1963)

종균등도지수 $J = \frac{H'}{\ln(S)}$ (Pielou, 1969)

종풍부도지수 $R = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$ (Mar galef, 1958)

여기서, Pi : i번째 종의 점유율, S : 출현종수, N : 출현개체수

2) 군집분석

○ 군집의 시·공간적인 분포 특성을 요약하기 위해 다변량 분석 기법인 집괴분석(Cluster analysis)과 다차원척도법(non-metric multi-dimensional scaling)을 실시함

○ 종별 서식밀도를 변환하여 이를 바탕으로 정점 간 유사도를 측정(Bray-Curtis similarity) 후, 유사도 지수 행렬로부터 각 그룹을 연결(group avera ge method)함

○ 구분되어진 정점군의 특징종을 파악하기 위해서 SIMPER(similarity percenta ge) 분석을 실시함(Clarke, 1993)

○ 구분된 각 군집의 유의성 검증은 one-way ANOSIM(Analysis of similarities) 분석을 이용하였으며, R값(R statistic)은 -1 ~ 1 의 범위를 가지며, 양수는 군집 내 유사성이 군집 간 유사성보다 크다는 것을 의미하며, 음수는 군집 내 보다 군집 간 유사성이 높음(생태적으로 발생할 가능성이 적음)을 의미하고, R값이 1에 가까워질수록 군집 간 유사성 차이가 커지며, 0에 가까울수록 군집 내와 군집 간 유사성 차이가 없음을 의미함

다. 바지락 분포특성

1) 개체군 현황

○ 바지락 어장에서 채집된 대형저서동물 시료 내에 바지락만을 선별하여, 각장, 각고와 각폭을 디지털 캘리퍼스를 이용하여 소수점 이하 둘째자리(㎜단위)까지 측정하였으며, 전중량을 측정한 후 육중량은 개각하여 습중량으로, 패각 중량은 상온에서 건조시킨 후 전자저울로 소수점 첫째자리(g 단위)까지 측정함

2) 비만도

○ 바지락 개체 특성 자료를 바탕으로 비만도지수(Condition Index, CI)를 다음과 같은 식으로 산출함

비만도(CI) = 체조직 습중량 / 패각 건중량

3) 바지락 분포 특성과 환경인자 간 상관성 분석

○ 퇴적환경에 따른 바지락 분포특성을 파악하기 위해 바지락 개체수와 퇴적환경인자(평균입도, 모래 함량, 분급도, 유기물 함량 등)간 상관관계를 비모수통계 분석인 Spearman rank correlation을 실시함

○ 상관분석은 SPSS 25 통계프로그램을 이용하여 분석을 수행함

라. 어장환경평가

○ 권역 별 바지락 어장환경평가를 위해 어장환경평가 방법을 사용함(어장관리법 시행규칙 제3조의2제1항, 제4항, 제5항)

- 어장관리법에서 규정하고 있는 어장환경평가의 대상은 어류를 양식하는 가두리양식업 어장으로 하고 있으나, 인천 연안에 위치하고 있는 바지락 어장에 대한 객관적인 평가를 진행하기 위해 시범적으로 적용함

- 어장환경평가 항목은 퇴적물의 총유기탄소량(TOC:Total Or ganic Carbon)과 저서동물지수를 이용하여 저장의 등급을 1등급부터 4등급까지 구분함

○ 총유기탄소량은 수중에 존재하는 유기물의 주된 구성 물질인 용존성 유기 탄소량과 입자성 유기 탄소의 합을 의미함

○ 대형저서동물지수는 대형저서동물 중 다모류를 대상으로 퇴적물 유기물농도 반응 정도에 따라 4개 그룹으로 구분하여 건강도를 평가하는 지수임(국립수산과학원, 2010)

- 지수값이 높아질수록 환경 상태가 양호하며 낮을수록 환경 교란이 심한 지역으로 평가됨

$$BHI = 100 - 33.3\left(\frac{0N_1 + 1N_2 + 2N_3 + 3N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}\right)$$

·그룹 1 : 낮은 유기물농도에서 높은 밀도로 출현 또는 출현빈도와 밀도가 낮은 종
·그룹 2 : 유기물 농도와 상관없이 고른 분포를 하는 종
·그룹 3 : 비교적 높은 유기물농도에서 높은 밀도로 출현하는 종
·그룹 4 : 계절적으로 무생물역이 발생하는 해역에서 높은 밀도로 출현하거나
높은 유기물 농도에서 출현하는 종

○ 어장환경평가 등급에 따라 어업면허·양식면허 유효기간 연장 허가 기간 및 어장환경개선을 위한 조치사항이 결정되며, 시장 · 군수 · 구청장은 어업면허·양식면허를 받은 자에게 등급에 따른 조치를 권고해야 함(어장관리법 시행규칙 제3조의3제1항)

<표 Ⅲ-2.1.2-4> 어장환경평가 항목 및 점수 산정 기준(어장관리법 시행규칙 [별표1])

구분		1점	2점	3점	4점
평가항목	총유기탄소량 (mg/g dry)	10.00 이하	10.01 ~ 17.00	17.01 ~ 25.00	25.01 이상
	대형저서동물지수 (BHI)	71 이상	51 ~ 70	26 ~ 50	25 이하

<표 Ⅲ-2.1.2-5> 어장환경평가에 따른 조치(어장관리법 시행규칙 제3조의3제1항)

어장환경평가등급	조치사항
1등급(2 ~ 3점)	• 10년의 범위에서 어업면허·양식면허 유효기간 연장 허가
2등급(4 ~ 5점)	• 10년의 범위에서 어업면허·양식면허 유효기간 연장 허가 - 어장환경 개선 권고
3등급(6 ~ 7점)	• 5년의 범위에서 어업면허·양식면허 유효기간 연장 허가 - 어장환경 개선 및 어장 내 시설물의 위치 이동을 지시
4등급(8점)	• 어장환경 개선 노력 정도를 고려하여 4년의 범위에서 어업면허·양식면허 유효기간 연장 허가 - 어장환경 개선 및 어장 내 시설물의 위치 이동을 지시 - 2회 이상 4등급 판정을 받은 경우, 어장 바닥의 퇴적물을 준설하거나 어장위치를 조정하는 방안을 강구하도록 권고

2.2 분석 결과

2.2.1 바지락 어장 내 퇴적환경

가. 입도

1) 해양퇴적물 구성비 및 퇴적상

가) 1차년도

- 2020년 6월 조사 시 자갈은 0.0~32.2%(평균 10.0%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄
- 모래는 42.7~97.0%(평균 72.4%), 실트는 2.3~41.0%(평균 15.6%), 점토는 0.2~5.1%(평균 2.0%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사(gmS), 역질사(gS), 약역질사((g)S), 약역니질사((g)mS), 모래(S), 실트질사(zS)로 조사됨
- 2020년 9월 조사 시 자갈은 0.0~39.9%(평균 10.6%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄
- 모래는 42.6~96.5%(평균 72.8%), 실트는 2.2~37.0%(평균 14.8%), 점토는 0.2~4.4%(평균 1.7%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사(gmS), 약역질사((g)S), 약역니질사((g)mS), 모래(S)로 조사됨
- 2020년 12월 조사 시 자갈은 0.0~31.9%(평균 8.6%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄
- 모래는 51.0~97.0%(평균 73.0%), 실트는 2.9~36.2%(평균 16.9%), 점토는 0.1~3.6%(평균 1.4%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사(gmS), 약역니질사((g)mS), 모래(S), 실트질사(zS)로 조사됨

나) 2차년도

- 2021년 4월 조사 시 자갈은 0.0~70.2%(평균 9.4%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄
- 모래는 16.0~97.2%(평균 68.8%), 실트는 5.1~53.0%(평균 19.3%), 점토는 0.2~8.2%(평균 2.4%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사 (gmS), 약역질사((g)S), 약역니질사((g)mS), 약역사질니((g)sM), 모래(S), 실트질사(zS)로 조사됨
- 2021년 7월 조사 시 자갈은 0.0~65.4%(평균 12.5%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄
- 모래는 25.4~96.3%(평균 70.8%), 실트는 1.0~40.9%(평균 14.6%), 점토는 0.1~6.4%(평균 2.1%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사 (gmS), 약역질사((g)S), 약역니질사((g)mS), 모래(S), 실트질사(zS), 역질니(gM), 역질사(gS)로 조사됨
- 2021년 10월 조사 시 자갈은 0.0~60.4%(평균 14.1%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄

○ 모래는 23.5~96.8%(평균 63.8%), 실트는 2.8~62.4%(평균 19.1%), 점토는 0.3~12.9%(평균 3.0%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사 (gmS), 약역니질사((g)mS), 약역사질니((g)sM), 약역질사((g)S), 역질니(gM), 사질역(sG), 모래(S), 실트질사(zS)로 조사됨

○ 2022년 1월 조사 시 자갈은 0.0~63.0%(평균 13.0%)의 범위로 모든 권역에서 나타냄

○ 모래는 21.6~98.0%(평균 68.6%), 실트는 0.5~41.5%(평균 16.8%), 점토는 0.1~3.6%(평균 1.6%)의 범위를 보였으며, 퇴적상은 니사질역(msg), 역니질사(gmS), 약역니질사((g)mS), 역질니(gM), 역질사(gS), 모래(S), 실트질사(zS)로 조사됨

다) 요약

○ 대상 해역의 조간대 퇴적물은 대체로 모래, 펄, 자갈의 함량이 각각 약 70, 20, 10%로 모래가 우세하며, 모래함량은 상대적으로 Ⅰ권역에서 낮고, Ⅳ권역에서 높음

○ 1차년도에 비해 2차년도의 자갈함량이 높았으나, 이는 2차년도에 새로 추가된 Ⅲ권역의 정점에서 60% 이상으로 높은 함량을 보인 결과임

구분	자갈 범위	모래 범위	펄 범위	요약
1차년도	0.0~39.9% (9.7%)	42.6~97.0% (72.8%)	2.3~46.2% (17.5%)	대체로 모래가 우세하며, 모래 함량은 Ⅰ권역에서 낮고, Ⅳ권역에서 높음
2차년도	0.0~70.2% (12.3%)	16.0~98.0% (68.0%)	0.5~75.3% (19.8%)	

2) 조직변수

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 평균입도는 0.58~3.99Φ, 분급도는 0.47~3.35Φ의 범위로 양호분급(Well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.21~0.37의 범위로 불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.72~2.57의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨 (Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2020년 9월 조사 시 평균입도는 0.56~3.71Φ, 분급도는 0.68~3.25Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.31~0.66의 범위로 최극불량왜도(Stron gly Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.66~2.29의 범위로 매우저첨(Very platykurtic) 에서 매우극첨(Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2020년 12월 조사 시 평균입도는 0.81~3.74Φ, 분급도는 0.63~2.75Φ의 범위로

중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.28~0.52의 범위로 불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.68~1.63의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨 (Very leptokurtic)으로 조사됨

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 평균입도는 -0.16~4.61Φ, 분급도는 0.45~3.02Φ의 범위로 양호분급(Well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.23~0.71의 범위로 불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.76~1.87의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨 (Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2021년 7월 조사 시 평균입도는 -0.76~3.27Φ, 분급도는 0.57~3.19Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.44~0.59의 범위로 최극불량왜도(Stron gly Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.84~2.54의 범위로 매우저첨 (Very platykurtic)에서 매우극첨(Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2021년 10월 조사 시 평균입도는 -0.38~3.74Φ, 분급도는 0.61~3.42Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.24~0.60의 범위로 불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.73~1.69의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨 (Very leptokurtic)으로 조사됨

○ 2022년 1월 조사 시 평균입도는 -0.11~3.84Φ, 분급도는 0.64~3.17Φ의 범위로 중간양호분급(Moderately well sorted)에서 극불량분급(Very poorly sorted)으로 나타남

○ 왜도는 -0.32~0.72의 범위로 최극불량왜도(Coarse-skewed)에서 최극양호왜도(Ston gly fine-skewed)이며, 첨도는 0.78~2.81의 범위로 저첨(Platykurtic)에서 매우극첨 (Very leptokurtic)으로 조사됨

다) 요약

○ 조사 시기 및 권역별 퇴적상은 모래가 우세하였으나, 대부분의 정점에서 검출된 자갈로 인하여, 자갈이 포함된 퇴적상이 나타났으며, 펄의 함량 차이에 따라 퇴적상의 변화를 나타냄

구분	평균입경 범위	요약
1차년도	0.56~3.99Φ(2.30Φ)	전반적으로 모래가 우세한 퇴적상을 보였으나, 자갈과 펄의 함량에 따라 퇴적상의 차이를 나타냄
2차년도	-0.76~5.51Φ(2.15Φ)	

나. 함수율

○ 해저퇴적물은 항상 해수와 접촉하고 있으므로 퇴적물을 구성하는 입자 사이의 공간은 해수로 채워져 있음

○ 퇴적물 내에 포함된 해수의 비율인 함수율은 퇴적물의 공극률과 함수관계를 가짐

1) 1차년도

○ 함수율은 2020년 6월 조사 시 13.7~36.2%(평균 23.7%), 9월은 17.7~24.8%(평균 21.4%), 12월은 15.0~29.0%(평균 21.4%)의 범위를 나타냄

2) 2차년도

○ 함수율은 2021년 4월 조사 시 17.9~41.9%(평균 26.7%), 7월은 15.7~37.8%(평균 23.6%), 10월은 14.4~49.5%(평균 24.5%), 2022년 1월은 16.1~27.5%(평균 21.4%)의 범위를 나타냄

3) 요약

○ 함수율은 평균입도와 양호한 상관성을 보여 대체로 세립한 퇴적상을 보인 권역의 정점에서 상대적으로 높은 함량을 보임

구분	범위	요약
1차년도	13.7~36.2%(22.2%)	함수율은 평균입경과 양호한 상관성을 나타냄
2차년도	14.4~49.5%(24.0%)	

다. 유기물 항목

1) 강열감량(I gnition Loss)

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 2.0~8.1%(평균 4.2%), 9월은 1.1~6.0%(평균 3.1%), 12월은 1.5~6.0%(평균 2.8%)의 범위로 2020년 6월이 다른 조사 시기에 비해 상대적으로 높은 경향을 보임

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 1.1~5.5%(평균 3.3%), 7월은 1.4~6.8%(평균 3.9%), 10월은 1.5~8.0%(평균 3.9%), 2022년 1월은 0.7~6.6%(평균 3.2%)의 범위를 나타냄

다) 요약

○ 강열감량은 전반적으로 Ⅰ, Ⅲ권역이 Ⅱ, Ⅳ권역에 비해 상대적으로 높은 경향을 보임

구분	범위	요약
1차년도	1.1~8.1%(3.4%)	Ⅰ, Ⅲ권역에서 상대적으로 높음
2차년도	0.7~8.0%(3.6%)	

2) 화학적산소요구량(COD)

가) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 0.52~6.15㎎/g(평균 2.48㎎/g), 9월은 0.97~8.03㎎/g(평균 2.94㎎/g), 12월은 0.97~4.65㎎/g(평균 2.59㎎/g)의 범위를 나타냄

나) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 0.88~9.53㎎/g(평균 3.59㎎/g), 7월은 1.20~6.69㎎/g(평균 2.96㎎/g), 10월은 0.17~10.13㎎/g(평균 2.92㎎/g), 2022년 1월은 0.18~4.70㎎/g (평균 2.30㎎/g)의 범위를 나타냄

다) 요약

○ 화학적산소요구량은 상대적으로 높은 농도를 보인 2차년도 Ⅲ권역의 정점 S3-1(7월, 10월)과 S3-4(4월, 10월)를 제외하면 다른 권역에 비해 상대적으로 낮은 경향을 보임

○ 시기별로 농도의 변동은 있었으나 조사 시기에 따른 뚜렷한 변화 양상을 보이지 않음

구분	범위	요약
1차년도	0.52~8.03㎎/g(2.67㎎/g)	시기별 농도의 변동은 있지만 뚜렷한 양상은 나타나지 않음
2차년도	0.17~10.13㎎/g(2.94㎎/g)	

3) 총유기탄소(TOC)

가) 1차년도

○ 총유기탄소는 2020년 6월 조사 시 0.11~0.43%(평균 0.24%), 9월은 0.09~0.46%(평균 0.24%), 12월은 0.13~0.56%(평균 0.27%)의 범위를 나타냄

나) 2차년도

○ 총유기탄소는 2021년 4월 조사 시 0.14~0.86%(평균 0.36%), 7월은 0.16~0.99%(평균 0.35%), 10월은 0.13~1.17%(평균 0.29%), 2022년 1월은 0.09~0.41%(평균 2.30%)의 범위를 나타냄

다) 요약

○ 시기별로 농도의 변동은 있었으나 조사 시기에 따른 뚜렷한 변화 양상을 보이지는 않음

구분	범위	요약
1차년도	0.09~0.56%(0.25%)	시기별 농도의 변동은 있지만 뚜렷한 양상은 나타나지 않음
2차년도	0.09~1.17%(0.31%)	

4) 유기물 분포 특성

○ 조간대 퇴적물의 유기물 항목은 조하대 퇴적물과는 달리 평균입도와 상관성이 낮아 입자의 크기가 아닌 다른 요인(외부 유입 등)에 의해 농도가 조절될 가능성이 있는 것으로 조사됨

○ 권역별 평균입도와의 상관성 결과, 외측에 위치한 Ⅳ권역의 경우 다른 권역과는 다르게 평균입도와 양호한 상관성을 보여 입자 크기에 의해 농도가 조절되는 것으로 조사됨

라. 산휘발성황화물(AVS)

○ 해저퇴적물 내 산휘발성황화물(이하 황화물)이 높다는 것은 퇴적물 내 산소의 고갈 및 결핍을 의미하며, 이는 저층 수질 및 저서 생태계에 나쁜 영향을 줄 뿐 아니라 환경을 평가하는데 있어서 중요한 의미를 가짐

○ 산휘발성황화물이 0.2㎎/ｇ 이상의 농도를 보이면, 이는 퇴적물에서 유기물의 유입과 분해의 작용으로 산소가 고갈되고 황화수소가 발생하는 환경을 보이고 있다는 것을 지시함(Yokoyama, 2000)

1) 1차년도

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅱ권역 정점 S2-2와 S2-3에서 0.01㎎/g, Ⅳ권역 정점 S4-3에서 0.02㎎/g, 9월 조사 시 Ⅰ권역 정점 S1-3과 Ⅱ권역 정점 S2-1에서 0.01㎎/g, 12월 조사 시 Ⅳ권역 정점 S4-3에서 0.01㎎/g으로 조사 시기별 일부 정점에서만 검출됨

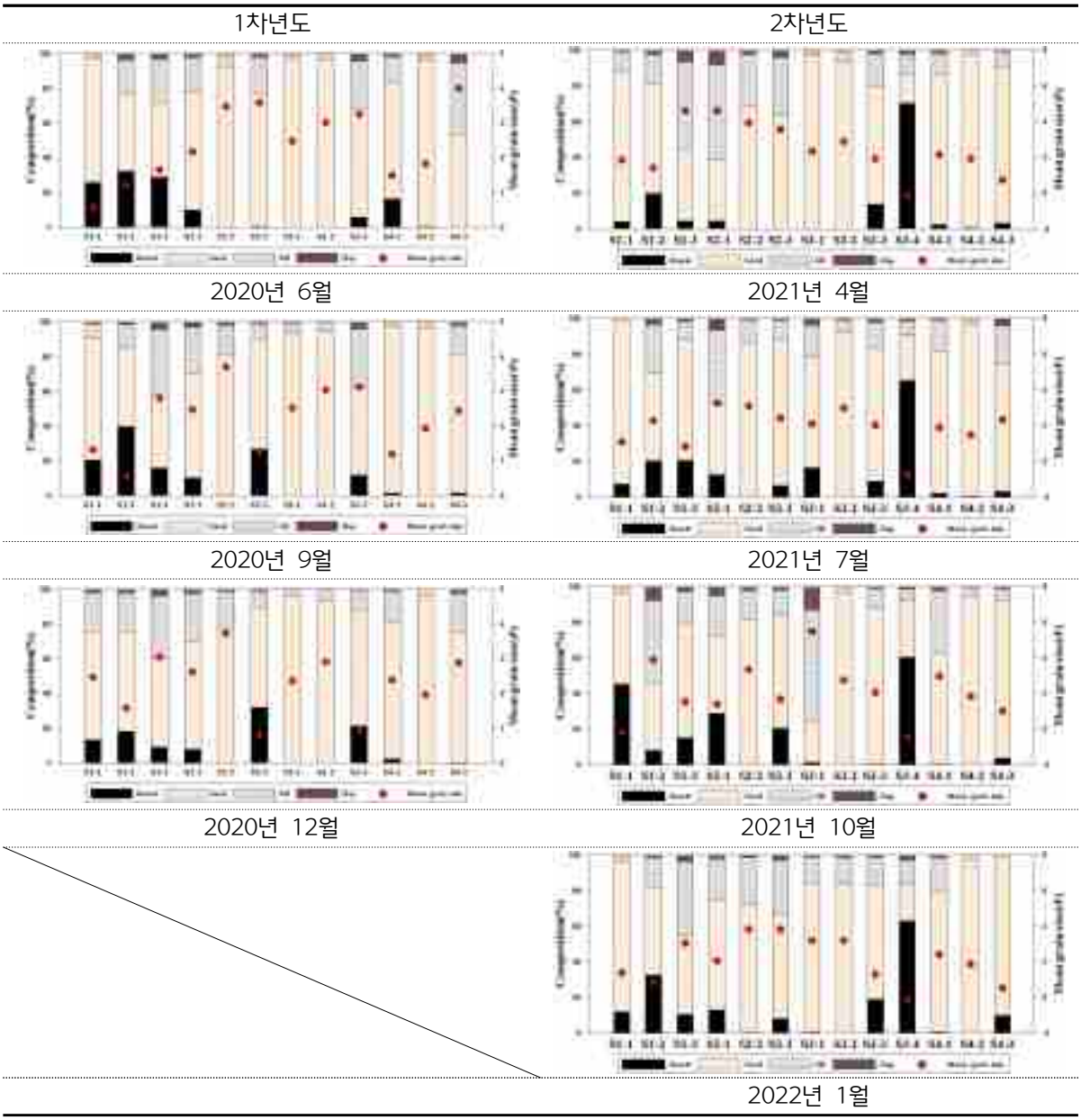
2) 2차년도

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역의 정점 S1-3에서 0.01㎎/g, Ⅱ권역의 정점 S2-1, S2-2, S2-3에서 각각 0.01㎎/g, 0.13㎎/g, 0.05㎎/g, Ⅲ권역의 정점 S3-4에서 0.01㎎/g, 7월 조사 시 Ⅳ권역의 정점 S4-3에서 0.03㎎/g, 10월 조사 시 Ⅱ권역의 정점 S2-3과 Ⅲ권역의 정점 S3-1에서 0.01㎎/g, 2022년 1월 조사 시 Ⅱ권역의 정점 S-2에서 0.02㎎/g으로 조사 시기별 일부 정점에서만 검출됨

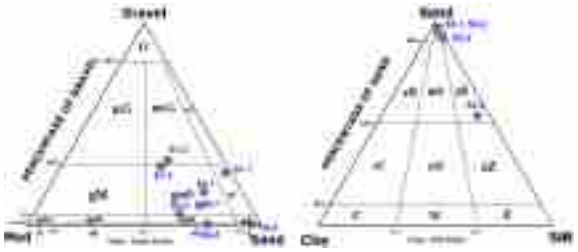
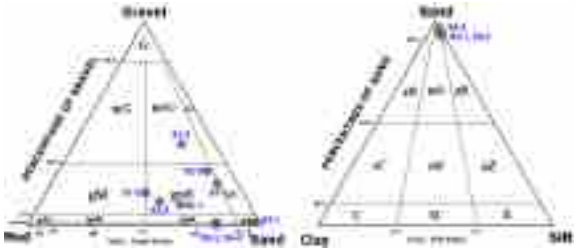
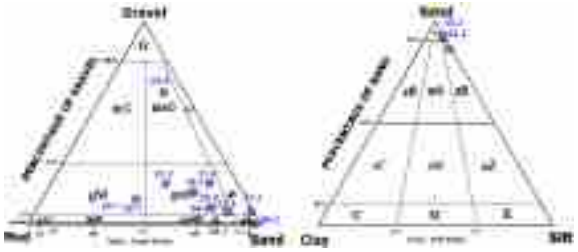
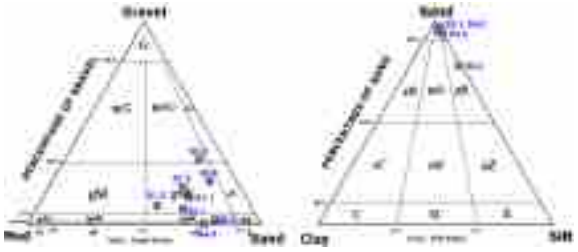
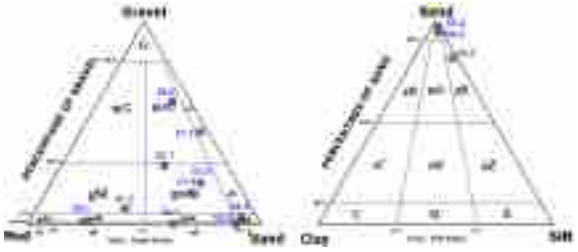
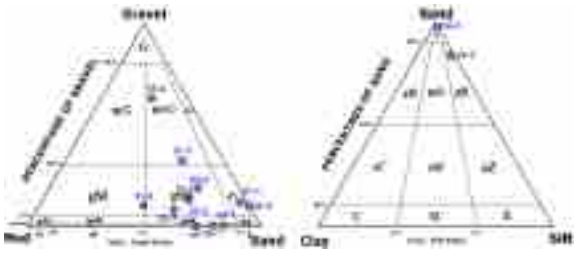
3) 요약

○ 산휘발성황화물이 검출된 모든 정점에서 0.2㎎/g 이하로 조사됨

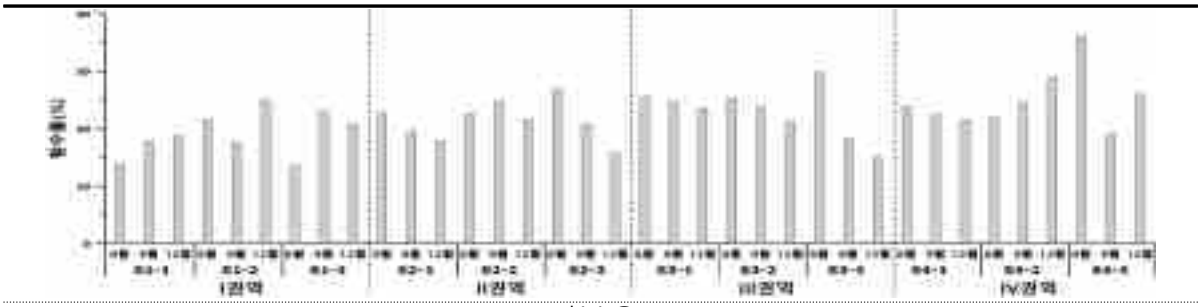
구분	범위	요약
1차년도	0.01~0.02㎎/g(0.01㎎/g)	검출된 모든 정점에서 0.2㎎/g 이하임
2차년도	0.01~0.13㎎/g(0.04㎎/g)	



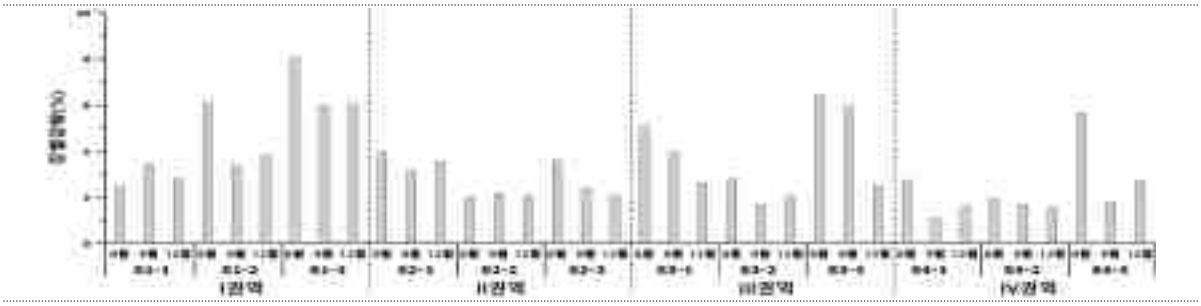
(그림 Ⅲ-2.2.1-1) 퇴적물 구성비에 따른 퇴적상 분포 특성

1차년도	2차년도
	
2020년 6월	2021년 4월
	
2020년 9월	2021년 7월
	
2020년 12월	2021년 10월
	
	2022년 1월

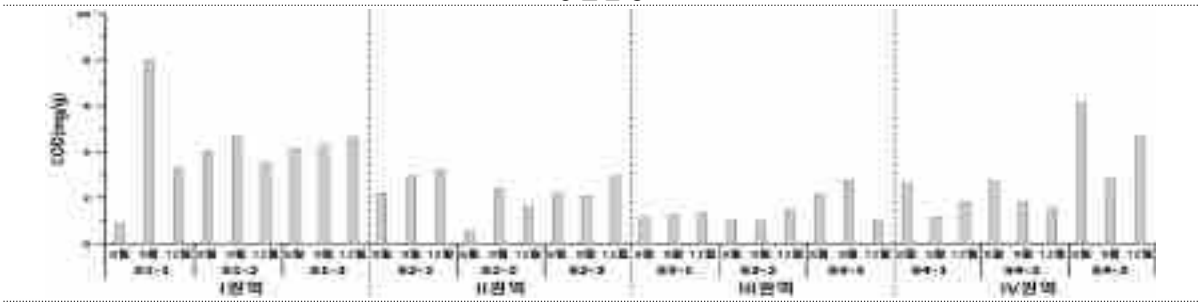
(그림 Ⅲ-2.2.1-2) 삼각다이어그램에 의한 퇴적상 분포



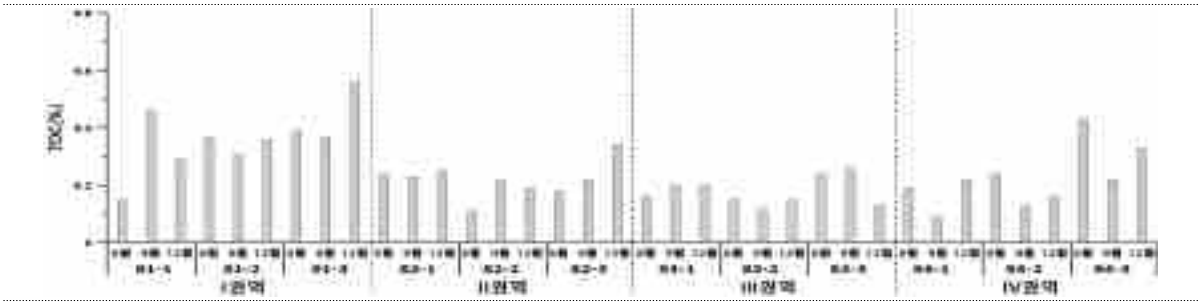
함수율



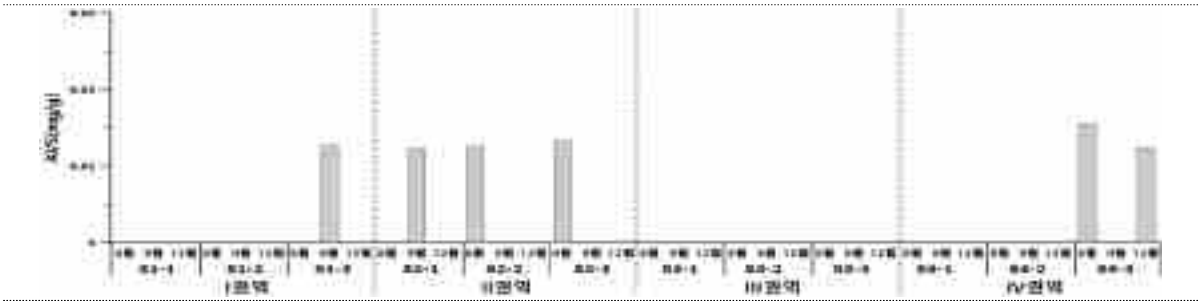
강열감량



COD

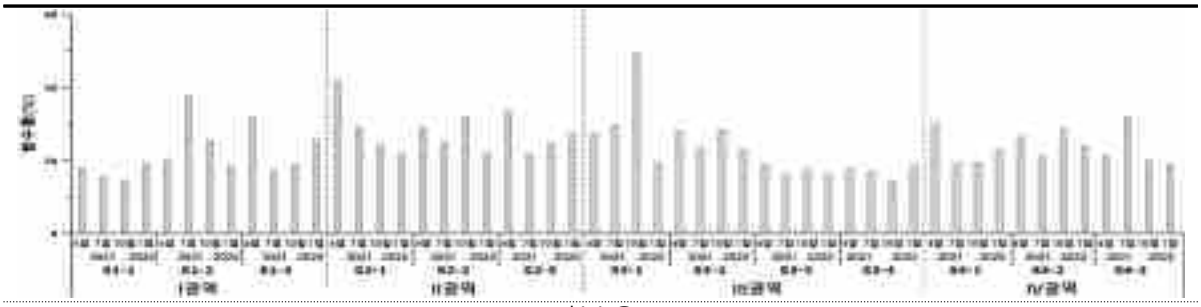


TOC

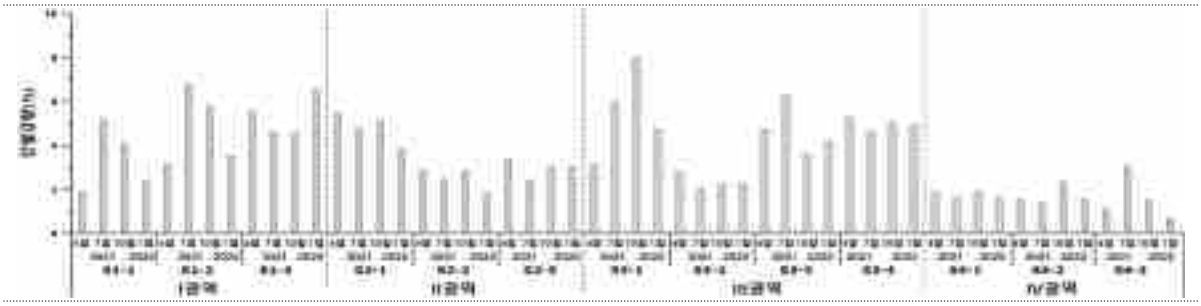


AVS

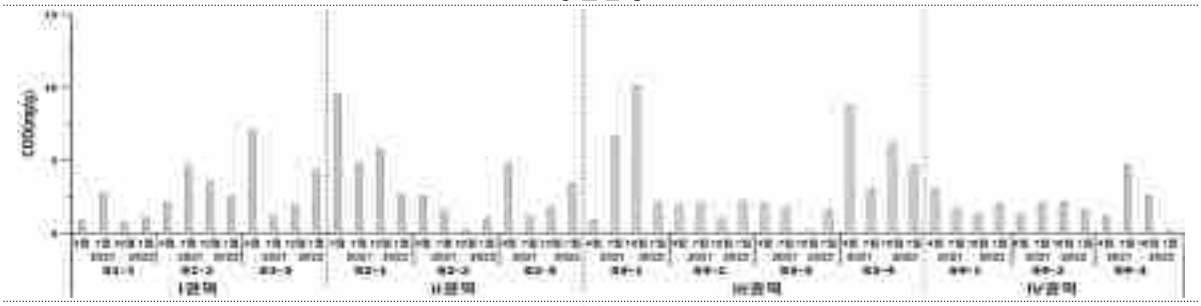
(그림 Ⅲ-2.2.1-3) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS 권역별 분포(1차년도)



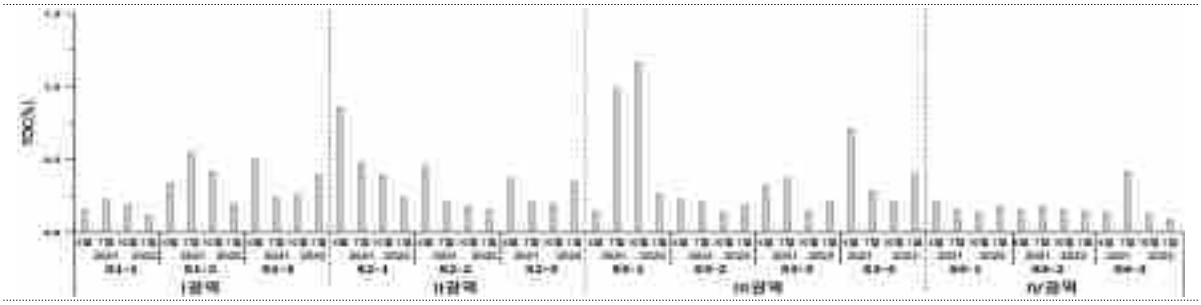
함수율



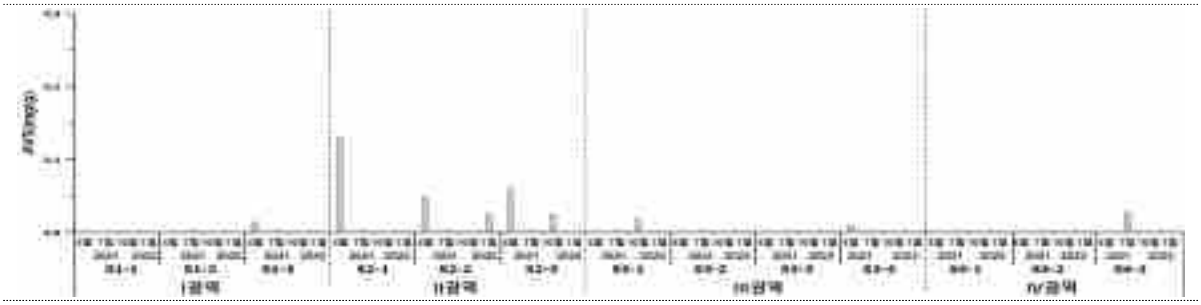
강열감량



COD

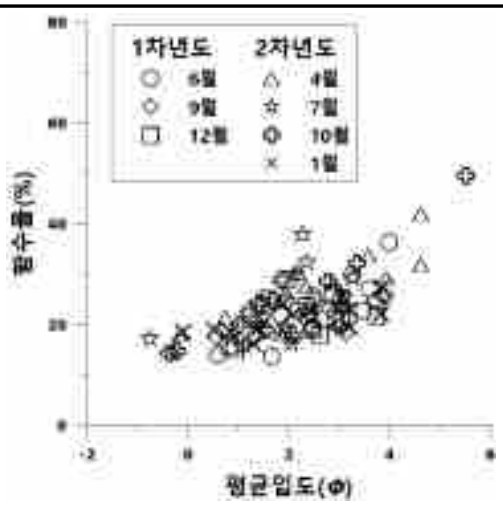


TOC

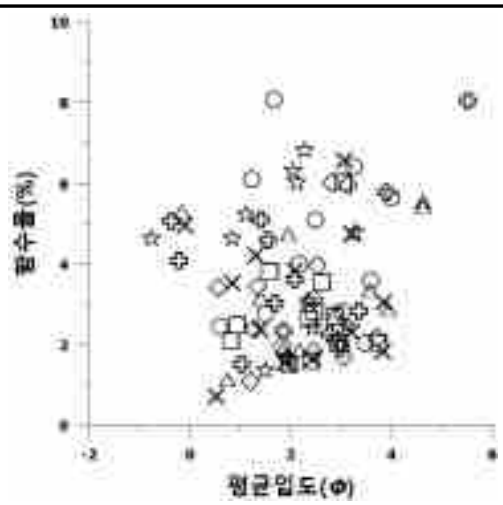


AVS

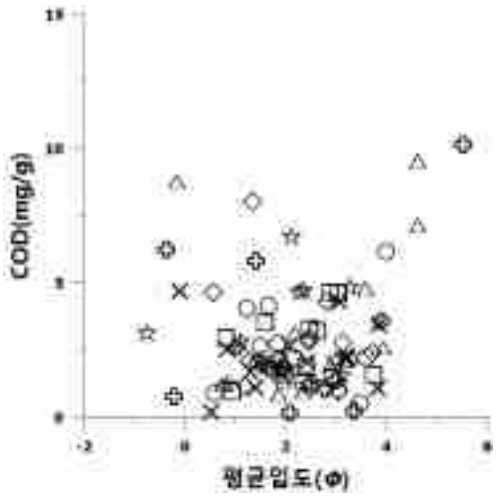
(그림 Ⅲ-2.2.1-4) 함수율, 강열감량, COD, TOC 및 AVS 권역별 분포(2차년도)



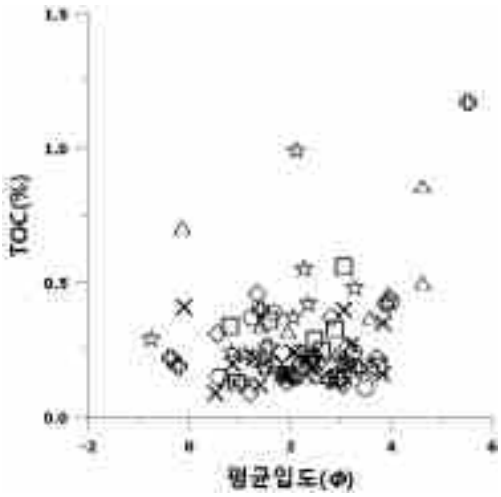
함수율(Water Content)



강열감량(I gnition Loss)

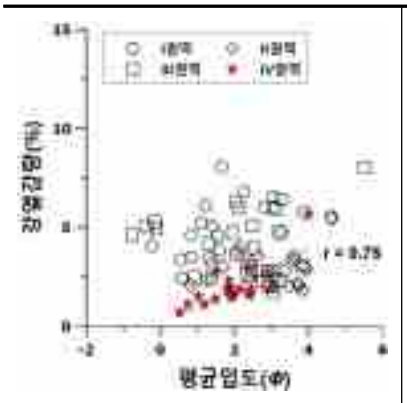


화학적산소요구량(COD)

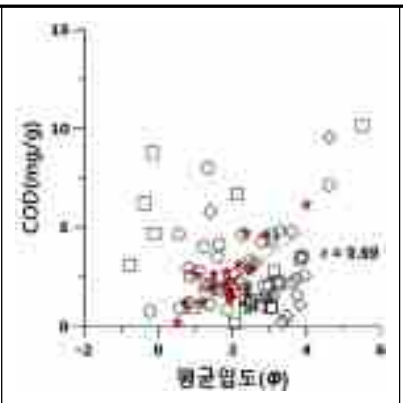


총유기탄소(TOC)

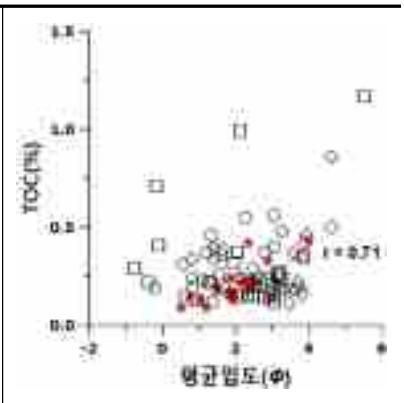
(그림 Ⅲ-2.2.1-5) 평균입도와 일반항목 상관성



강열감량(I gnition Loss)



화학적산소요구량(COD)



총유기탄소(TOC)

(그림 Ⅲ-2.2.1-6) 권역별 평균입도와 일반항목 상관성

<표 Ⅲ-2.2.1-1> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2020. 6.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	25.8	71.7	2.3	0.2	0.58	2.08	-0.21	0.81	gS
	S1-2	32.2	44.0	20.0	3.7	1.22	3.30	0.23	0.79	msg
	S1-3	28.9	42.7	25.3	3.1	1.65	3.35	-0.10	0.72	gmS
Ⅱ	S2-1	9.8	68.6	19.5	2.1	2.17	2.45	0.03	1.25	gmS
	S2-2	0.0	92.6	6.9	0.5	3.47	0.52	-0.01	1.35	S
	S2-3	0.4	76.7	20.7	2.2	3.59	1.20	0.25	2.13	(g)mS
Ⅲ	S3-1	0.0	96.8	2.7	0.4	2.48	0.47	-0.03	1.23	S
	S3-2	0.0	97.0	2.8	0.3	3.02	0.64	0.01	0.74	S
	S3-3	5.7	62.2	28.0	4.2	3.25	2.69	0.01	1.08	gmS
Ⅳ	S4-1	16.3	67.4	14.5	1.8	1.49	2.66	0.06	2.57	gmS
	S4-2	0.4	95.5	3.5	0.6	1.83	0.73	0.37	1.16	(g)S
	S4-3	0.0	53.8	41.0	5.1	3.99	2.27	0.24	0.76	zS
최소		0.0	42.7	2.3	0.2	0.58	0.47	-0.21	0.72	
최대		32.2	97.0	41.0	5.1	3.99	3.35	0.37	2.57	
평균		10.0	72.4	15.6	2.0	2.40	1.86	0.07	1.22	

<표 Ⅲ-2.2.1-2> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2020. 9.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	20.5	70.7	7.7	1.1	1.33	2.41	-0.31	0.91	gmS
	S1-2	39.9	45.8	12.8	1.5	0.56	2.78	0.35	0.75	msg
	S1-3	15.9	42.6	37.0	4.4	2.80	3.25	-0.28	1.04	gmS
Ⅱ	S2-1	10.2	60.0	26.9	2.9	2.47	2.74	-0.01	1.10	gmS
	S2-2	0.1	80.5	17.4	2.0	3.71	0.86	0.47	2.29	(g)mS
	S2-3	26.7	63.4	8.9	1.0	1.26	2.51	-0.17	0.66	gmS
Ⅲ	S3-1	0.0	93.2	6.0	0.8	2.52	0.69	0.16	1.90	S
	S3-2	0.0	94.4	5.4	0.2	3.05	0.68	0.03	0.79	S
	S3-3	11.7	50.7	33.6	4.0	3.12	2.82	-0.17	1.23	gmS
Ⅳ	S4-1	1.2	96.3	2.2	0.2	1.19	0.85	-0.26	1.52	(g)S
	S4-2	0.0	96.5	3.4	0.2	1.94	0.72	0.29	0.94	S
	S4-3	1.5	79.8	16.6	2.1	2.45	1.63	0.66	1.15	(g)mS
최소		0.0	42.6	2.2	0.2	0.56	0.68	-0.31	0.66	
최대		39.9	96.5	37.0	4.4	3.71	3.25	0.66	2.29	
평균		10.6	72.8	14.8	1.7	2.20	1.83	0.06	1.19	

<표 Ⅲ-2.2.1-3> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2020. 12.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	13.2	62.4	22.5	1.9	2.47	2.55	-0.28	1.51	gmS
	S1-2	18.3	57.2	22.5	2.0	1.59	2.75	0.21	0.78	gmS
	S1-3	9.2	51.0	36.2	3.6	3.05	2.75	-0.20	1.36	gmS
Ⅱ	S2-1	7.7	62.7	27.1	2.5	2.63	2.40	-0.03	1.16	gmS
	S2-2	0.0	77.7	21.3	1.1	3.74	0.71	0.40	1.63	zS
	S2-3	31.9	57.5	9.6	1.1	0.81	2.60	0.19	0.68	msg
Ⅲ	S3-1	0.0	96.5	3.3	0.2	2.36	0.63	-0.06	1.41	S
	S3-2	0.0	93.4	6.3	0.3	2.92	0.78	0.15	0.96	S
	S3-3	21.2	67.3	11.0	0.5	0.93	2.62	-0.13	1.09	gmS
Ⅳ	S4-1	2.2	78.7	18.1	1.0	2.39	1.58	0.52	1.15	(g)mS
	S4-2	0.0	97.0	2.9	0.1	1.96	0.75	0.27	0.95	S
	S4-3	0.1	75.1	22.3	2.4	2.88	1.92	0.28	1.17	(g)mS
최소		0.0	51.0	2.9	0.1	0.81	0.63	-0.28	0.68	
최대		31.9	97.0	36.2	3.6	3.74	2.75	0.52	1.63	
평균		8.6	73.0	16.9	1.4	2.31	1.84	0.11	1.15	

<표 Ⅲ-2.2.1-4> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2021. 4.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	4.2	83.7	11.4	0.7	1.85	1.79	0.10	1.02	(g)mS
	S1-2	19.7	61.0	16.9	2.5	1.40	2.84	0.21	0.94	gmS
	S1-3	4.4	40.5	48.5	6.7	4.61	2.29	0.12	1.65	(g)sM
Ⅱ	S2-1	4.3	34.5	53.0	8.2	4.61	2.71	-0.06	1.09	(g)sM
	S2-2	0.0	69.2	28.5	2.3	3.93	1.01	0.52	1.60	zS
	S2-3	0.0	63.2	33.0	3.8	3.58	1.69	0.64	1.01	zS
Ⅲ	S3-1	0.0	97.1	2.7	0.3	2.34	0.54	-0.23	1.08	S
	S3-2	0.0	93.3	6.1	0.6	2.88	0.74	0.31	0.96	S
	S3-3	13.7	66.8	17.6	1.9	1.94	2.55	0.12	1.21	gmS
	S3-4	70.2	16.0	11.8	2.0	-0.16	3.02	0.71	1.87	msG
Ⅳ	S4-1	2.3	83.8	12.2	1.8	2.18	1.42	0.45	1.76	(g)mS
	S4-2	0.5	97.2	2.1	0.2	1.93	0.65	0.17	0.76	(g)S
	S4-3	3.0	88.4	7.9	0.8	0.73	1.46	0.27	1.68	(g)S
최소		0.0	16.0	2.1	0.2	-0.16	0.54	-0.23	0.76	
최대		70.2	97.2	53.0	8.2	4.61	3.02	0.71	1.87	
평균		9.4	68.8	19.3	2.4	2.45	1.75	0.26	1.28	

<표 Ⅲ-2.2.1-5> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2021. 7.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	7.1	91.8	1.0	0.1	1.10	1.27	-0.27	1.23	gS
	S1-2	20.3	48.9	27.3	3.5	2.27	3.18	-0.18	0.84	gmS
	S1-3	20.7	67.6	10.2	1.6	0.83	2.31	0.27	1.04	gmS
Ⅱ	S2-1	12.6	40.1	40.9	6.4	3.27	3.19	-0.18	1.17	gM
	S2-2	0.0	86.4	12.6	0.9	3.09	0.84	0.21	0.97	zS
	S2-3	6.4	82.2	10.3	1.1	2.43	1.86	-0.44	1.69	gmS
Ⅲ	S3-1	16.3	63.2	17.0	3.6	2.12	3.02	-0.18	2.54	gmS
	S3-2	0.0	92.3	7.0	0.7	2.99	0.75	0.25	0.94	S
	S3-3	8.7	74.3	15.0	2.0	2.04	2.19	0.15	1.15	gmS
	S3-4	65.4	25.4	7.6	1.6	-0.76	2.31	0.59	2.31	msG
Ⅳ	S4-1	2.0	79.5	17.4	1.0	1.91	1.99	0.28	0.93	(g)mS
	S4-2	0.5	96.3	2.9	0.3	1.49	0.57	0.04	1.55	(g)S
	S4-3	3.1	71.8	21.1	4.0	2.35	2.50	0.49	1.01	(g)mS
최소		0.0	25.4	1.0	0.1	-0.76	0.57	-0.44	0.84	
최대		65.4	96.3	40.9	6.4	3.27	3.19	0.59	2.54	
평균		12.5	70.8	14.6	2.1	1.93	2.00	0.08	1.34	

<표 Ⅲ-2.2.1-6> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2021. 10.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	45.4	51.1	3.2	0.3	-0.22	2.11	0.31	0.75	sG
	S1-2	7.9	38.0	46.3	7.8	3.89	3.06	-0.14	1.50	gM
	S1-3	15.2	63.8	18.6	2.5	1.54	2.73	0.33	0.92	gmS
Ⅱ	S2-1	29.0	43.9	22.3	4.9	1.40	3.42	0.44	0.78	gmS
	S2-2	0.0	81.7	16.1	2.2	3.35	1.19	0.27	1.69	zS
	S2-3	20.4	63.9	13.7	2.0	1.69	2.61	-0.24	0.86	gmS
Ⅲ	S3-1	1.3	23.5	62.4	12.9	5.51	2.29	-0.08	0.95	(g)sM
	S3-2	0.0	96.8	2.8	0.4	2.77	0.61	0.28	1.01	S
	S3-3	0.2	88.7	9.9	1.2	2.07	1.47	0.45	1.09	(g)mS
	S3-4	60.4	31.7	6.6	1.3	-0.38	2.54	0.60	1.14	msG
Ⅳ	S4-1	0.1	62.3	35.6	2.0	2.98	1.76	0.16	0.73	(g)mS
	S4-2	0.0	94.5	5.0	0.5	1.84	0.82	0.46	1.58	S
	S4-3	3.7	89.4	5.9	1.1	1.02	1.33	0.10	1.67	(g)S
최소		0.0	23.5	2.8	0.3	-0.38	0.61	-0.24	0.73	
최대		60.4	96.8	62.4	12.9	5.51	3.42	0.60	1.69	
평균		14.1	63.8	19.1	3.0	2.11	2.00	0.23	1.13	

<표 Ⅲ-2.2.1-7> 바지락 어장 내 퇴적물 입도 조사 결과(2022. 1.)

권역	정점	구성비				조직변수				퇴적상
		자갈	모래	실트	점토	평균입도	분급도	왜도	첨도	
		(%)				(Φ)		-	-	-
Ⅰ	S1-1	11.9	84.8	3.1	0.2	1.39	1.66	-0.32	1.12	gS
	S1-2	32.4	49.8	16.1	1.6	0.84	2.80	0.32	0.80	msG
	S1-3	10.3	44.6	41.5	3.6	3.05	2.69	-0.31	1.57	gM
Ⅱ	S2-1	13.1	62.4	22.3	2.2	2.07	2.59	-0.05	0.91	gmS
	S2-2	0.3	71.9	26.4	1.4	3.82	0.77	0.43	1.44	(g)mS
	S2-3	8.1	58.6	30.3	3.0	3.84	1.75	0.04	2.81	gmS
Ⅲ	S3-1	0.4	83.9	14.5	1.1	3.20	0.94	0.12	1.21	(g)mS
	S3-2	0.0	83.8	14.6	1.6	3.20	0.97	0.19	1.26	zS
	S3-3	18.9	63.7	16.1	1.4	1.30	2.51	0.24	0.78	gmS
	S3-4	63.0	21.6	12.5	3.0	-0.11	3.17	0.72	1.00	msG
Ⅳ	S4-1	0.4	79.2	18.8	1.6	2.41	1.56	0.65	1.15	(g)mS
	S4-2	0.0	98.0	1.9	0.1	1.88	0.64	0.23	0.81	S
	S4-3	9.9	89.6	0.5	0.1	0.51	1.12	-0.21	1.13	gS
최소		0.0	21.6	0.5	0.1	-0.11	0.64	-0.32	0.78	
최대		63.0	98.0	41.5	3.6	3.84	3.17	0.72	2.81	
평균		13.0	68.6	16.8	1.6	2.11	1.78	0.16	1.23	

<표 Ⅲ-2.2.1-8> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2020. 6.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	13.9	2.5	0.15	0.89	N/D*
	S1-2	21.7	6.1	0.37	4.04	N/D
	S1-3	13.7	8.1	0.39	4.14	N/D
Ⅱ	S2-1	22.9	4.0	0.24	2.21	N/D
	S2-2	22.6	2.0	0.11	0.52	0.01
	S2-3	27.0	3.6	0.18	2.21	0.01
Ⅲ	S3-1	25.6	5.1	0.16	1.13	N/D
	S3-2	25.4	2.8	0.15	1.01	N/D
	S3-3	29.9	6.4	0.24	2.14	N/D
Ⅳ	S4-1	24.0	2.8	0.19	2.63	N/D
	S4-2	22.1	2.0	0.24	2.74	N/D
	S4-3	36.2	5.6	0.43	6.15	0.02
최소		13.7	2.0	0.11	0.52	0.01
최대		36.2	8.1	0.43	6.15	0.02
평균		23.7	4.2	0.24	2.48	0.01

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

<표 Ⅲ-2.2.1-9> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2020. 9.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	17.8	3.4	0.46	8.03	N/D*
	S1-2	17.7	3.4	0.31	4.65	N/D
	S1-3	23.1	6.0	0.37	4.30	0.01
Ⅱ	S2-1	19.5	3.1	0.23	2.96	0.01
	S2-2	24.8	2.2	0.22	2.40	N/D
	S2-3	20.8	2.4	0.22	2.09	N/D
Ⅲ	S3-1	24.8	4.0	0.20	1.27	N/D
	S3-2	23.8	1.7	0.12	0.97	N/D
	S3-3	18.5	5.9	0.26	2.77	N/D
Ⅳ	S4-1	22.5	1.1	0.09	1.17	N/D
	S4-2	24.6	1.7	0.13	1.81	N/D
	S4-3	19.1	1.8	0.22	2.81	N/D
최소		17.7	1.1	0.09	0.97	0.01
최대		24.8	6.0	0.46	8.03	0.01
평균		21.4	3.1	0.24	2.94	0.01

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

<표 Ⅲ-2.2.1-10> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2020. 12.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	18.8	2.8	0.29	3.28	N/D*
	S1-2	25.1	3.8	0.36	3.53	N/D
	S1-3	20.8	6.0	0.56	4.62	N/D
Ⅱ	S2-1	17.9	3.5	0.25	3.22	N/D
	S2-2	21.7	2.1	0.19	1.60	N/D
	S2-3	15.8	2.1	0.34	2.94	N/D
Ⅲ	S3-1	23.6	2.6	0.20	1.35	N/D
	S3-2	21.3	2.1	0.15	1.49	N/D
	S3-3	15.0	2.5	0.13	0.97	N/D
Ⅳ	S4-1	21.7	1.6	0.22	1.85	N/D
	S4-2	29.0	1.5	0.16	1.55	N/D
	S4-3	26.0	2.7	0.33	4.65	0.01
최소		15.0	1.5	0.13	0.97	0.01
최대		29.0	6.0	0.56	4.65	0.01
평균		21.4	2.8	0.27	2.59	0.01

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

<표 Ⅲ-2.2.1-11> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2021. 4.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	18.2	1.9	0.16	0.88	N/D*
	S1-2	20.6	3.2	0.34	2.16	N/D
	S1-3	31.9	5.5	0.50	7.14	0.01
Ⅱ	S2-1	41.9	5.4	0.86	9.53	0.13
	S2-2	29.2	2.9	0.46	2.58	0.05
	S2-3	33.8	3.3	0.37	4.80	0.06
Ⅲ	S3-1	27.6	3.1	0.15	0.98	N/D
	S3-2	28.4	2.8	0.23	1.94	N/D
	S3-3	18.8	4.7	0.32	2.11	N/D
	S3-4	17.9	5.3	0.71	8.79	0.01
Ⅳ	S4-1	30.3	1.9	0.22	3.14	N/D
	S4-2	26.5	1.5	0.16	1.37	N/D
	S4-3	21.5	1.1	0.14	1.20	N/D
최소		17.9	1.1	0.14	0.27	0.01
최대		41.9	5.5	0.86	0.27	0.13
평균		26.7	3.3	0.36	9.53	0.05

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

<표 Ⅲ-2.2.1-12> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2021. 7.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	15.7	5.2	0.23	2.80	N/D*
	S1-2	37.8	6.8	0.55	4.63	N/D
	S1-3	17.2	4.6	0.24	1.21	N/D
Ⅱ	S2-1	29.2	4.8	0.48	4.82	N/D
	S2-2	25.3	2.4	0.21	1.55	N/D
	S2-3	21.9	2.4	0.21	1.20	N/D
Ⅲ	S3-1	29.9	6.0	0.99	6.69	N/D
	S3-2	23.4	2.0	0.21	2.13	N/D
	S3-3	16.2	6.3	0.37	1.80	N/D
	S3-4	17.1	4.6	0.29	3.11	N/D
Ⅳ	S4-1	19.3	1.7	0.16	1.74	N/D
	S4-2	21.3	1.4	0.18	2.12	N/D
	S4-3	32.2	3.1	0.42	4.72	0.03
최소		15.7	1.4	0.16	1.20	0.03
최대		37.8	6.8	0.99	6.69	0.03
평균		23.6	3.9	0.35	2.96	0.03

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

<표 Ⅲ-2.2.1-13> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2021. 10.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	14.6	4.1	0.19	0.77	N/D*
	S1-2	25.6	5.8	0.42	3.59	N/D
	S1-3	18.7	4.6	0.26	1.94	N/D
Ⅱ	S2-1	24.3	5.1	0.40	5.81	N/D
	S2-2	32.2	2.8	0.18	0.25	N/D
	S2-3	24.8	3.0	0.20	1.84	0.02
Ⅲ	S3-1	49.5	8.0	1.17	10.13	0.02
	S3-2	28.5	2.3	0.14	1.06	N/D
	S3-3	17.8	3.6	0.15	0.17	N/D
	S3-4	14.4	5.1	0.22	6.24	N/D
Ⅳ	S4-1	19.6	1.9	0.14	1.36	N/D
	S4-2	28.8	2.3	0.16	2.20	N/D
	S4-3	20.0	1.5	0.13	2.61	N/D
최소		14.4	1.5	0.13	0.17	0.02
최대		49.5	8.0	1.17	10.13	0.02
평균		24.5	3.9	0.29	2.92	0.02

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

<표 Ⅲ-2.2.1-14> 바지락 어장 내 퇴적물 일반항목 조사 결과(2022. 1.)

권역	정점	함수율	강열감량	TOC	COD	AVS
		(%)			(㎎/g)	
Ⅰ	S1-1	19.3	2.4	0.12	1.09	N/D*
	S1-2	18.5	3.5	0.20	2.55	N/D
	S1-3	25.6	6.6	0.40	4.32	N/D
Ⅱ	S2-1	22.0	3.8	0.24	2.65	N/D
	S2-2	22.2	1.8	0.16	1.09	0.03
	S2-3	27.5	3.0	0.35	3.44	N/D
Ⅲ	S3-1	19.5	4.7	0.27	2.15	N/D
	S3-2	23.0	2.3	0.19	2.28	N/D
	S3-3	16.1	4.2	0.22	1.71	N/D
	S3-4	18.6	4.9	0.41	4.70	N/D
Ⅳ	S4-1	22.9	1.6	0.18	2.06	N/D
	S4-2	24.0	1.5	0.15	1.67	N/D
	S4-3	19.0	0.7	0.09	0.18	N/D
최소		16.1	0.7	0.09	0.18	0.03
최대		27.5	6.6	0.41	4.70	0.03
평균		21.4	3.2	0.23	2.30	0.03

* : Not Detected, 검출한계: 0.01㎎/g

마. 장기변동

○ 본 사업과 관련하여 인근 해역의 바지락 어장 퇴적환경 변화 추이를 분석하기 위해서 인근 해역에서 2015~2020년에 수행한 문헌자료『국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅰ.갯벌생태계, 해양수산부』를 검토하였으며 권역별 퇴적환경을 시기별로 파악하여 제시함

1) 평균입도

○ 평균입도는 문헌조사 결과의 경우 조사 시기에 따른 차이가 작았고, 본 조사는 권역별로 시기적인 차이를 나타냄

○ 전체 권역에서 평균입도의 이상치는 강화도 인근 정점(Ⅰ권역)에서 나타냄

○ 권역별로는 Ⅰ권역에서만 나타났으며, 강화도 동막리와 동검도 정점에서 상대적으로 세립하였고, 강화도 인근 정점에서 조립한 퇴적상을 보임

○ 본 조사 결과는 Ⅳ권역을 제외하면 문헌조사 결과보다 상대적으로 조립함

2) 총유기탄소(TOC)

○ 총유기탄소는 Ⅲ권역을 제외하면 문헌조사 및 본 조사 모두 조사 시기에 따른 차이가 작으며, Ⅲ권역은 2018년과 2019년 2분기, 본 2차년도가 상대적으로 높은 범위를 보임

○ 총유기탄소의 이상치는 전체 권역과 권역별로 구분한 결과 모두 Ⅲ권역의 송도 인근 정점으로 육상에 인접한 정점에서 이상치를 나타냄

○ 문헌조사와 본조사 모두 수산생물 서식 어장환경기준(20㎎/g-dry, 2%)이하로 조사됨

○ 본 조사 결과는 모든 권역에서 기존 문헌 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

3) 강열감량

○ 강열감량은 조사 시기에 따른 변동성이 나타났으며, 상대적으로 Ⅰ,Ⅲ권역에서 높고, Ⅱ, Ⅳ권역에서 낮음

○ 강열감량의 이상치는 전체 권역 및 권역별 결과 모두에서 나타나지 않음

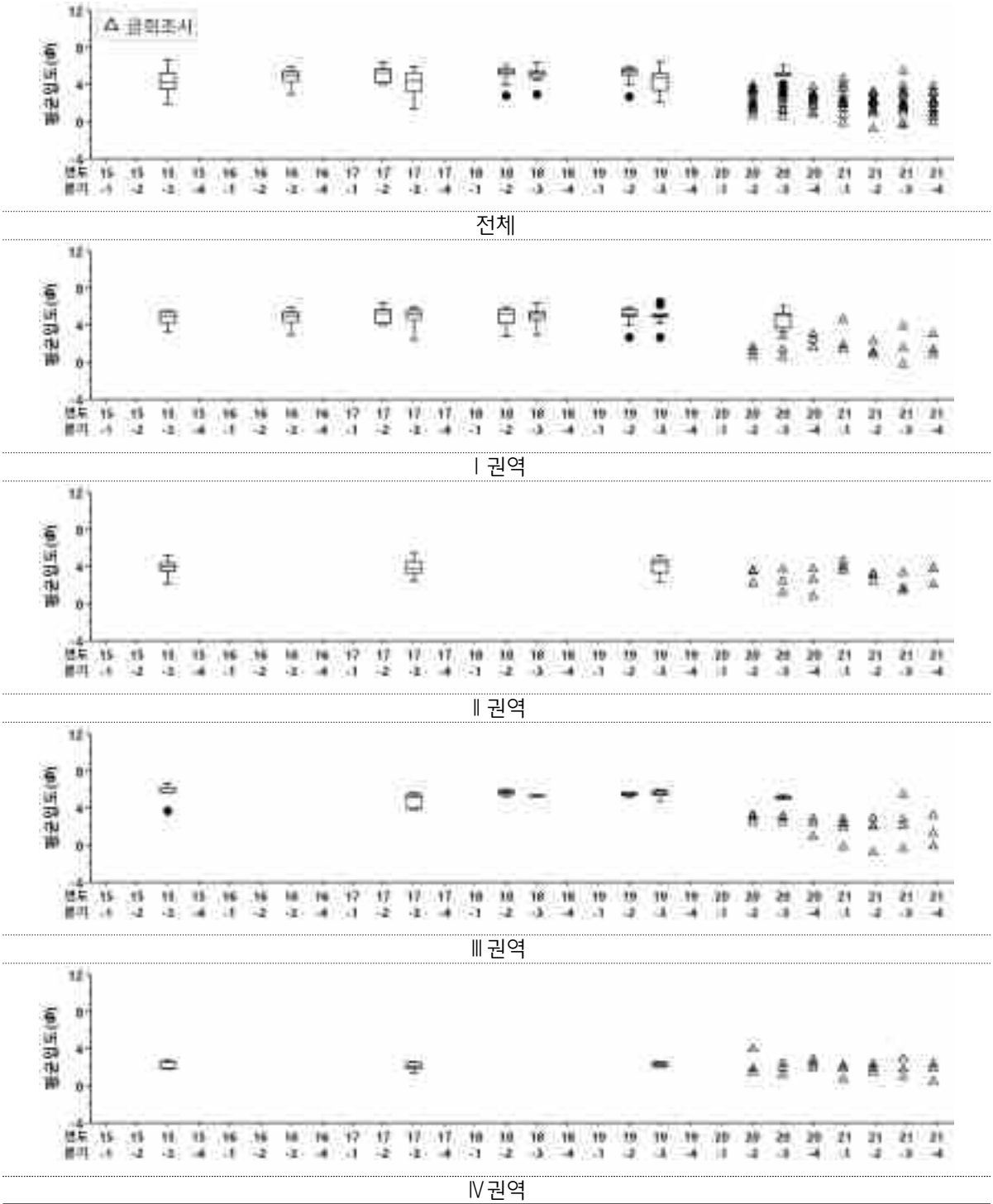
○ 본 조사 결과는 문헌조사 결과보다 상대적으로 높음

4) 화학적산소요구량(COD)

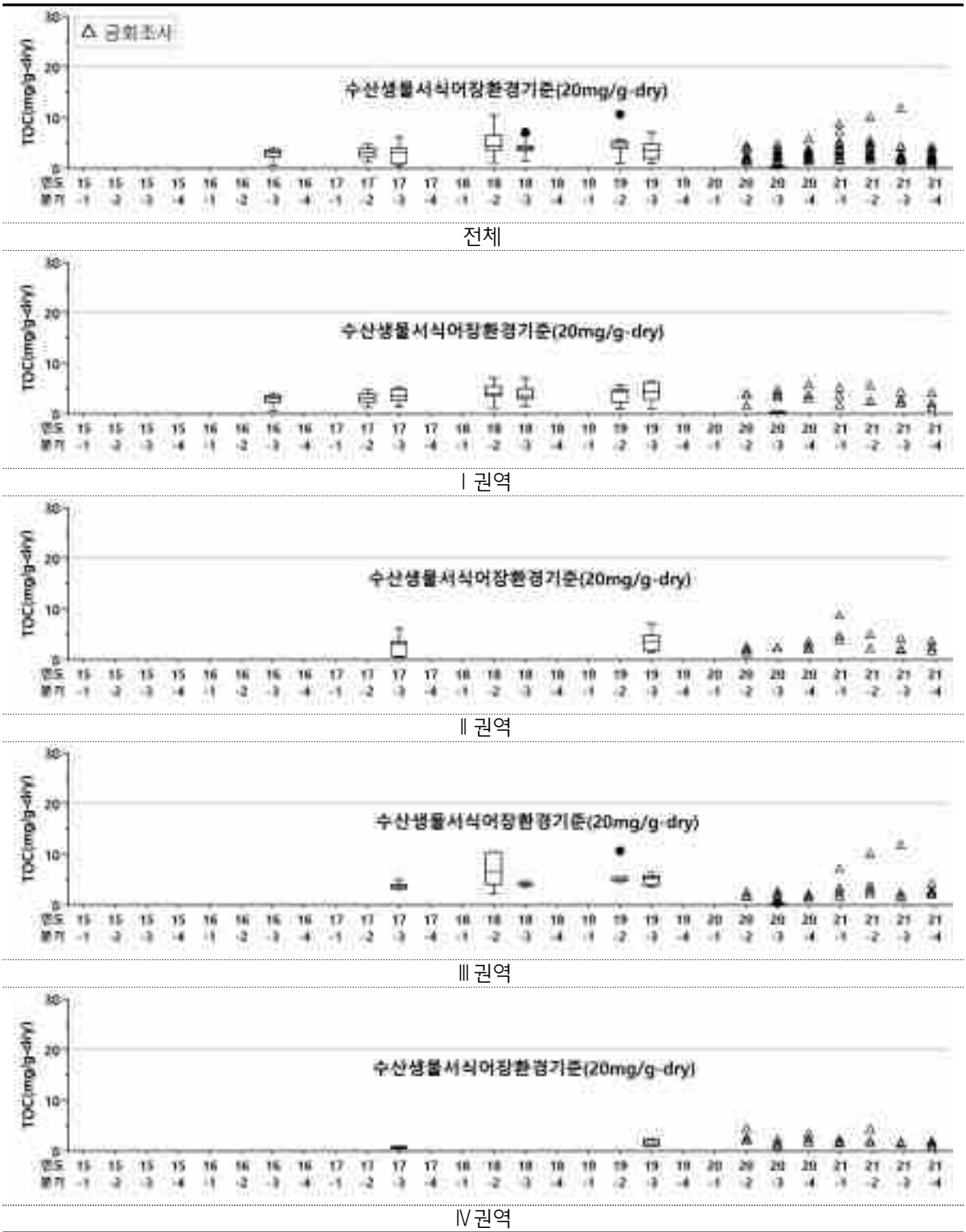
○ 화학적산소요구량은 본 조사 2차년도의 Ⅱ, Ⅲ권역에 속하는 일부 정점에서 상대적으로 높았으며, 이를 제외하면 전반적으로 Ⅰ권역에서 높음

○ 화학적산소요구량의 이상치는 전체 권역 및 권역별 결과 모두에서 나타나지 않음

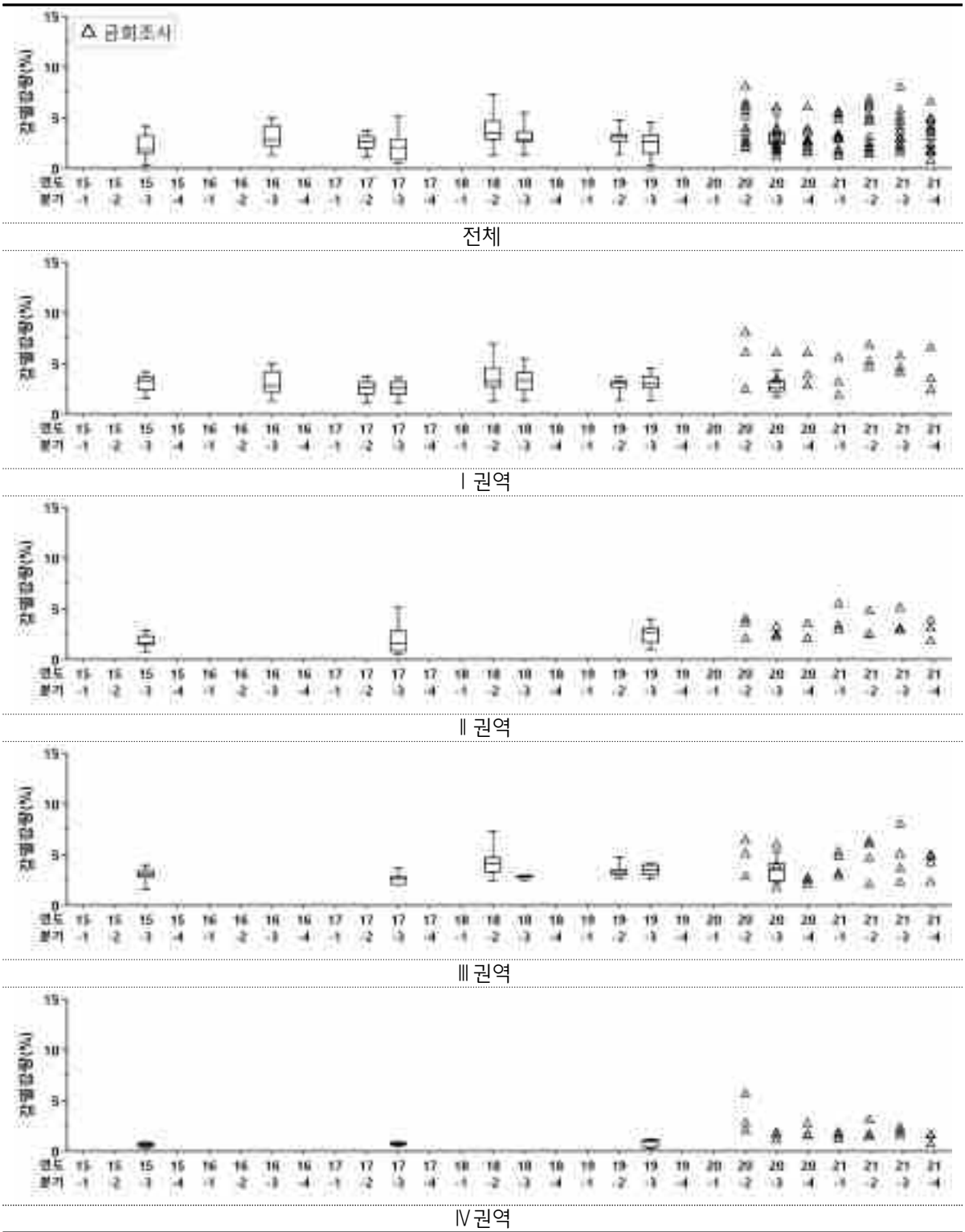
○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 기존 문헌 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨



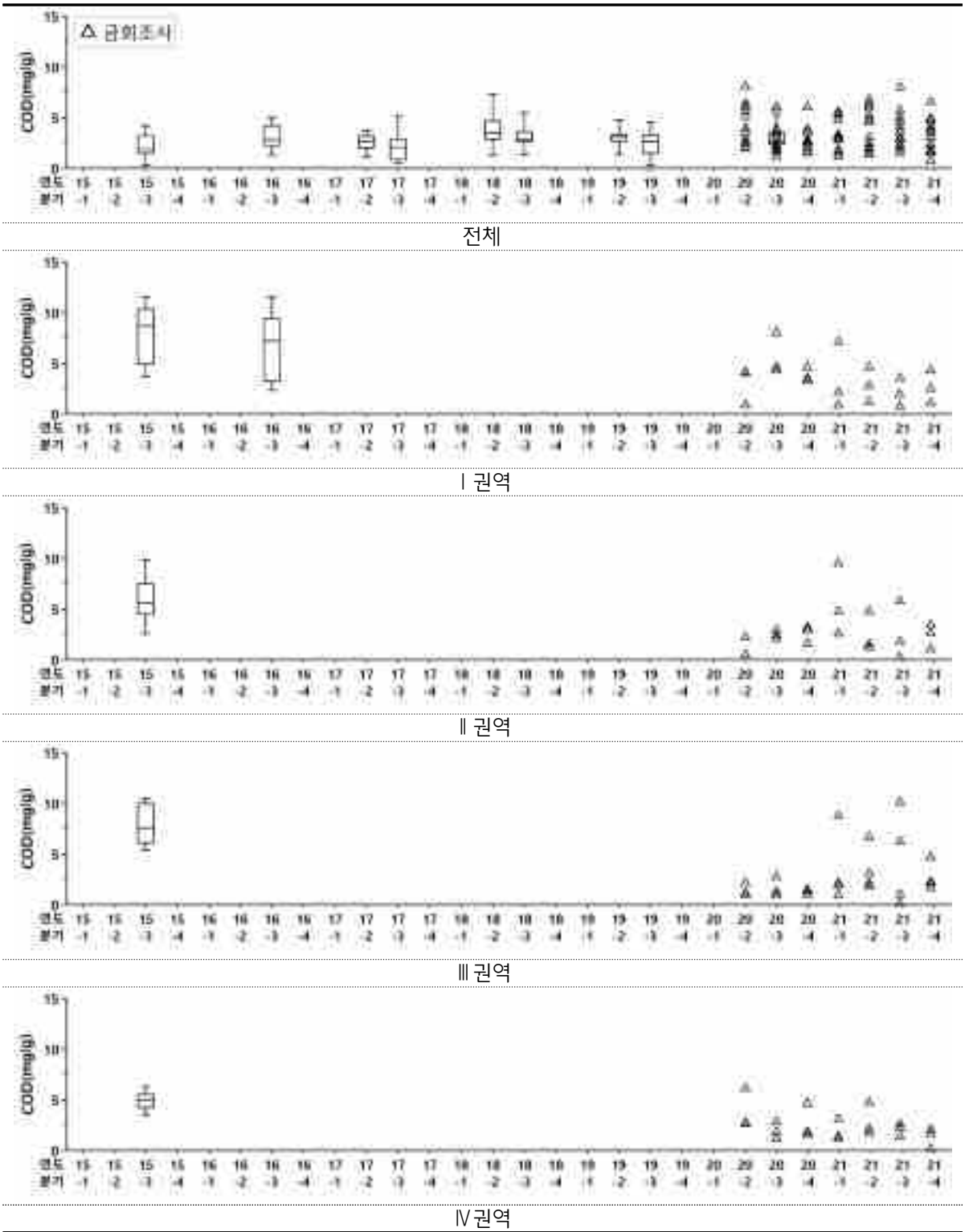
(그림 Ⅲ-2.2.1-7) 해양수산부 자료와 본 조사 평균입도 시계열 분포



(그림 Ⅲ-2.2.1-8) 해양수산부 자료와 본 조사 TOC 시계열 분포



(그림 Ⅲ-2.2.1-9) 해양수산부 자료와 본 조사 강열감량 시계열 분포



전체

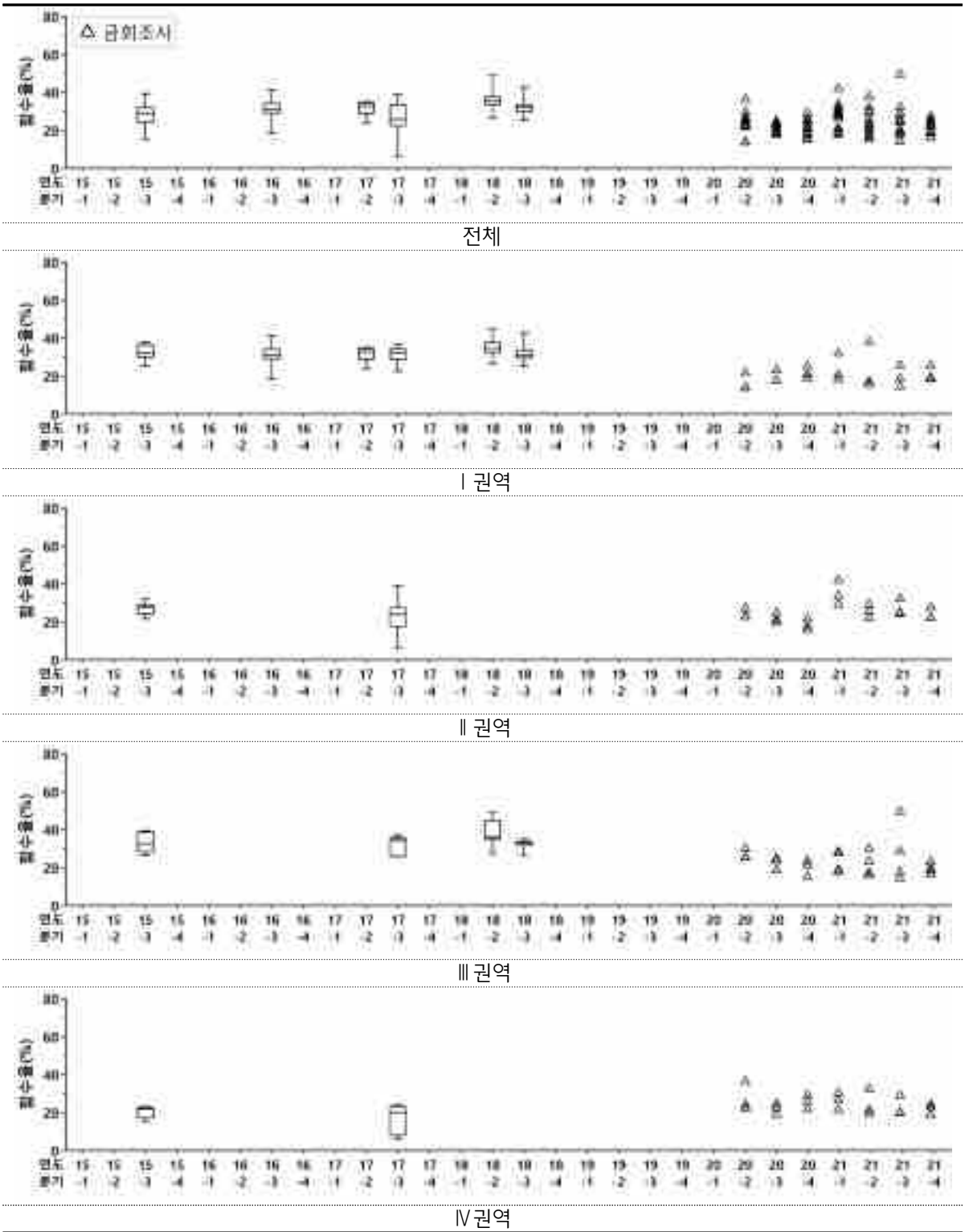
Ⅰ권역

Ⅱ권역

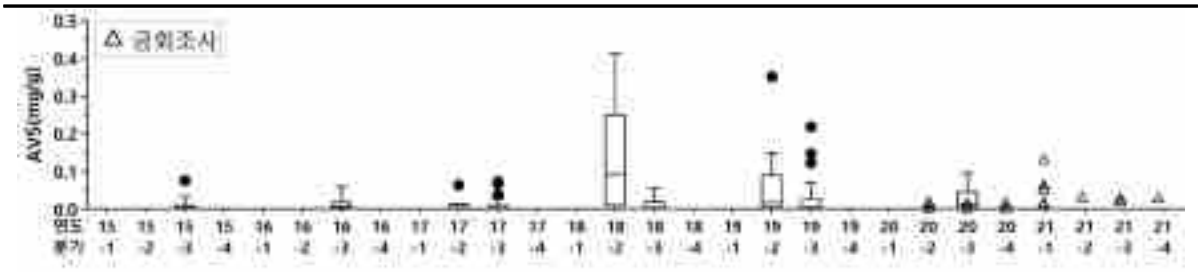
Ⅲ권역

Ⅳ권역

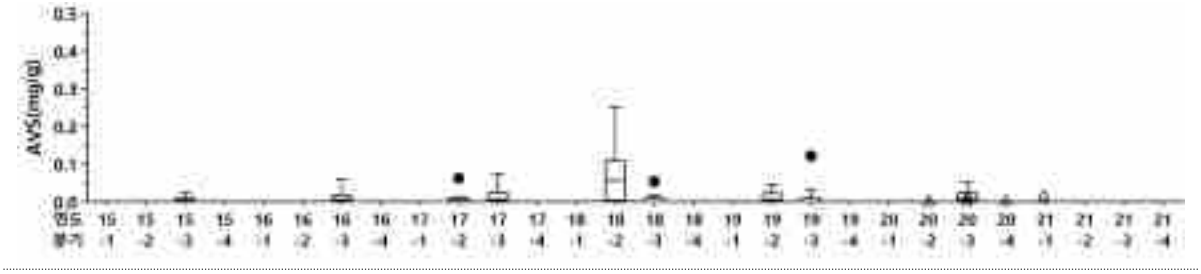
(그림 Ⅲ-2.2.1-10) 해양수산부 자료와 본 조사 COD 시계열 분포



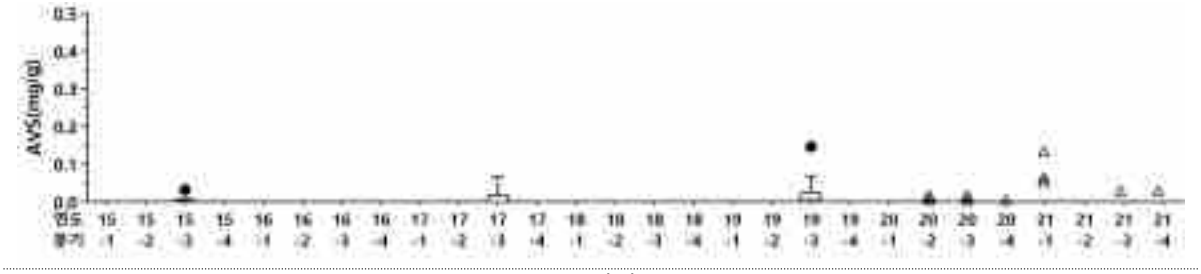
(그림 Ⅲ-2.2.1-11) 해양수산부 자료와 본 조사 함수율 시계열 분포



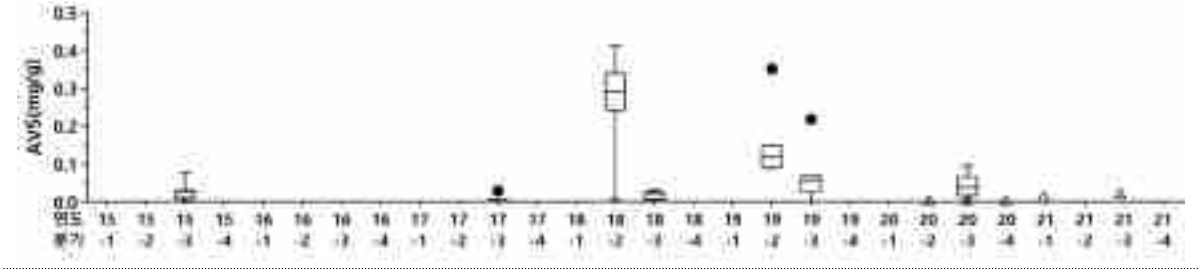
전체



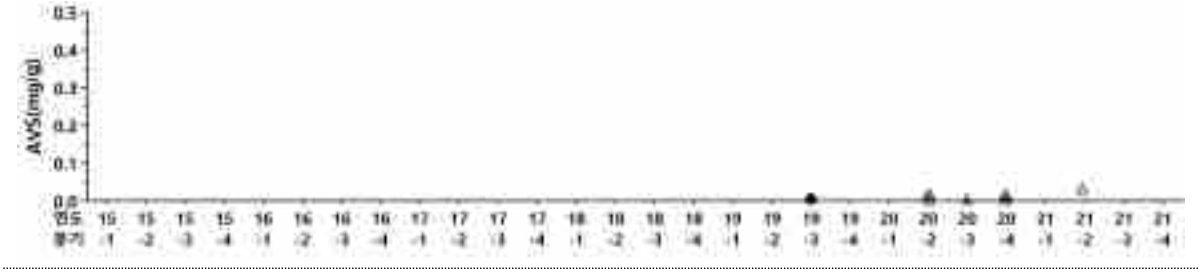
Ⅰ권역



Ⅱ권역



Ⅲ권역



Ⅳ권역

(그림 Ⅲ-2.2.1-12) 해양수산부 자료와 본 조사 AVS 시계열 분포

5) 함수율

○ 함수율은 조사 시기 및 권역별 유사한 변동범위를 보임

○ 함수율의 이상치는 전체 권역 및 권역별 결과 모두에서 나타나지 않음

○ 본 조사 결과, 모든 권역에서 문헌조사의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

6) 산휘발성황화물(AVS)

○ 산휘발성황화물은 문헌조사 결과에서 조사 시기에 따른 변동 범위가 크게 나타났고, 본 조사는 조사 시기 및 권역별 차이가 작음

○ 산휘발성황화물은 Ⅰ권역의 강화도 동막리와 동검도 정점, Ⅲ권역의 고잔동과 송도 동부 정점에서 0.2㎎/g을 초과하는 것으로 조사됨

○ 본 조사 결과, 모든 시기 및 정점에서 0.2㎎/g이하로 조사되었으며, 모든 권역에서 기존 문헌 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사됨

2.2.2 바지락 어장 내 대형저서동물

가. 단변량

1) 출현종수

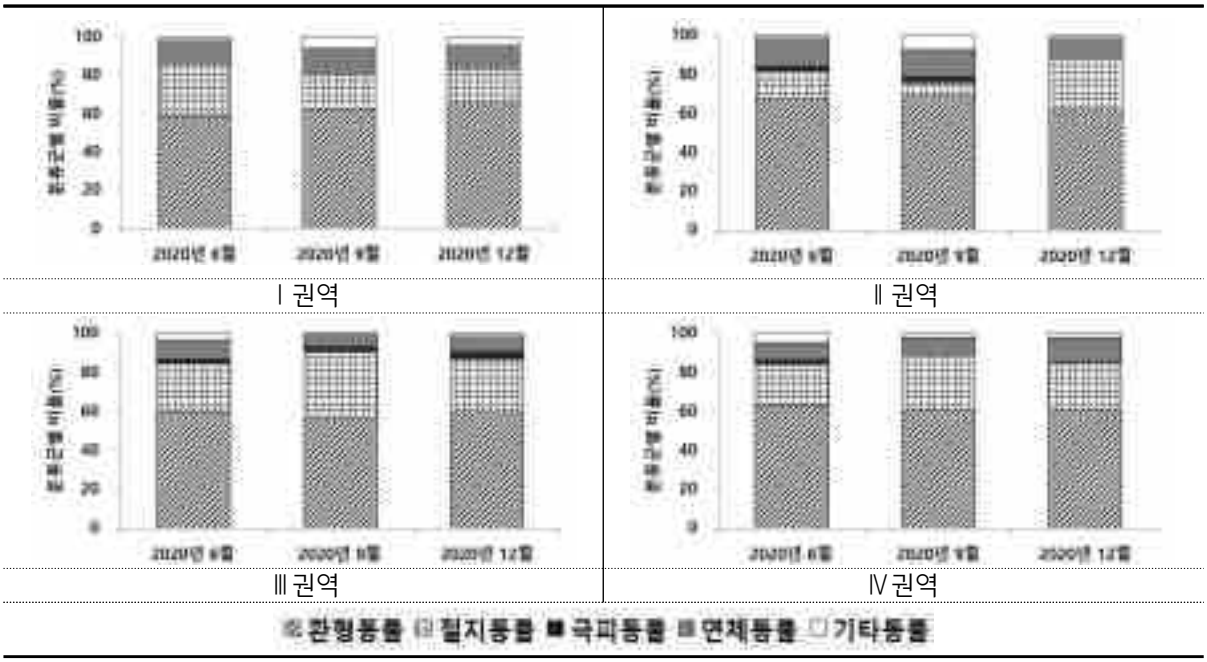
가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 출현종수는 23±6 종/0.1㎡으로 2020년 6월 25±5 종/0.1㎡, 9월 22±7 종/0.1㎡, 12월 22±7 종/0.1㎡로 시기 간 유사한 출현종수를 보였으며, 모든 조사에서 환형동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 23±3 종/0.1㎡(20~26 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 25±4 종/0.1㎡(21~28 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 30±8 종/0.1㎡(21~36 종/0.1㎡), Ⅳ권역은 24±3 종/0.1㎡(21~26 종/0.1㎡)의 범위를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 27±10 종/0.1㎡(16~36 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 21±3 종/0.1㎡(19~25 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 18±8 종/0.1㎡(9~24 종/0.1㎡), Ⅳ권역은 22±3 종/0.1㎡(20~25 종/0.1㎡)의 범위를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 22±10 종/0.1㎡(13~32 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 24±8 종/0.1㎡(15~29 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 25±7 종/0.1㎡(19~32 종/0.1㎡), Ⅳ권역은 18±5 종/0.1㎡(19~32 종/0.1㎡)의 범위를 나타냄



(그림 Ⅲ-2.2.2-1) 1차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 출현종수 점유율

나) 2차년도

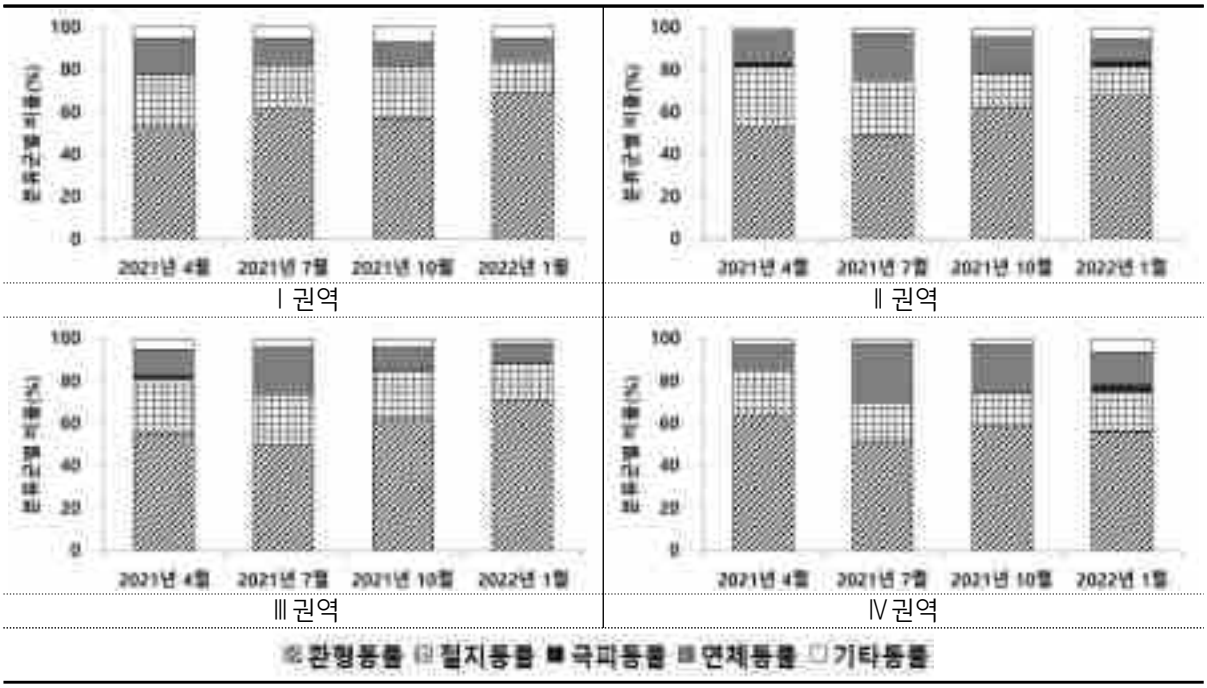
○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 출현종수는 19±6 종/0.1㎡으로 2021년 4월 20±6 종/0.1㎡, 7월 19±5 종/0.1㎡, 10월 20±7 종/0.1㎡, 2022년 1월 18±7 종/0.1㎡로 시기 간 유사한 출현종수를 보였으며, 모든 조사에서 환형동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 18±12 종/0.1㎡(9~32 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 21±6 종/0.1㎡(15~27 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 20±5 종/0.1㎡(14~23종/0.1㎡), Ⅳ권역은 21±5 종/0.1㎡(14~25 종/0.1㎡)으로 권역간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 19±6 종/0.1㎡(12~23 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 14±2 종/0.1㎡(13~17 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 20±5 종/0.1㎡(13~24 종/0.1㎡), Ⅳ권역은 21±2 종/0.1㎡(20~24 종/0.1㎡)의 범위를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 22±8 종/0.1㎡(14~30 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 21±8 종/0.1㎡(13~28 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 20±9 종/0.1㎡(9~30 종/0.1㎡), Ⅳ권역은 17±5 종/0.1㎡(12~21 종/0.1㎡)의 범위를 나타냄

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 18±13 종/0.1㎡(11~33 종/0.1㎡), Ⅱ권역은 16±2 종/0.1㎡(14~18 종/0.1㎡), Ⅲ권역은 20±9 종/0.1㎡(7~24 종/0.1㎡), Ⅳ권역은 16±3 종/0.1㎡(13~19 종/0.1㎡)의 범위를 나타냄



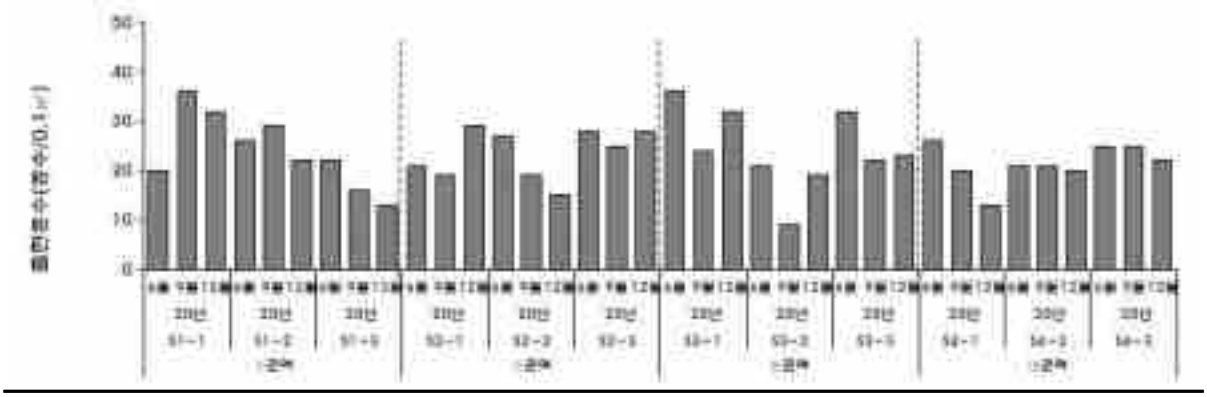
(그림 Ⅲ-2.2.2-2) 2차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 출현종수 점유율

다) 요약

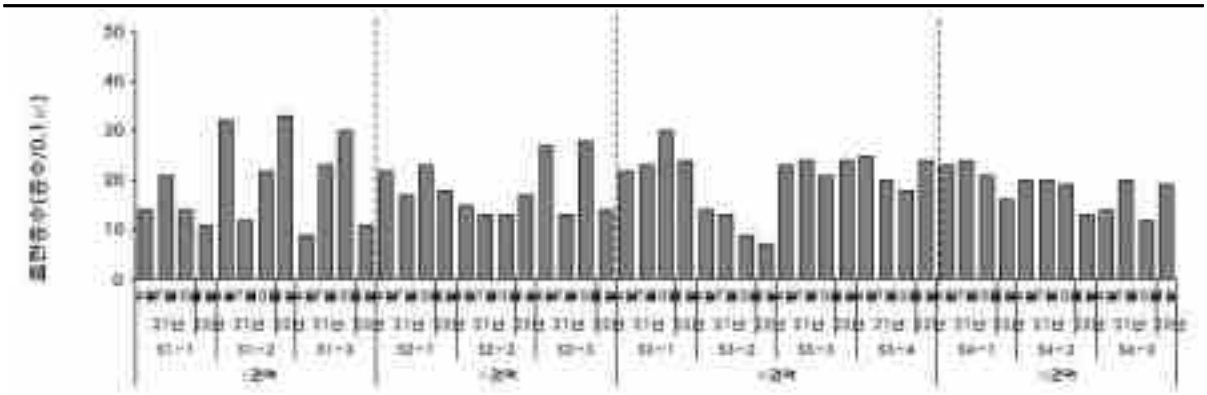
○ 환형동물이 모든 시기 및 권역에서 주요 분류군으로 출현하였으며, 권역 간 유사한 출현종수를 보이며, 뚜렷한 계절성을 관찰되지 않음

<표 Ⅲ-2.2.2-1> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 출현종수(종/0.1㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	23±3	25±4	30±8	24±3	25±5
	2020년 9월	27±10	21±3	18±8	22±3	22±7
	2020년 12월	22±10	24±8	25±7	18±5	22±7
	평균±표준편차	24±7	23±5	24±8	21±4	23±6
2차 년도	2021년 4월	18±12	21±6	20±5	21±5	20±6
	2021년 7월	19±6	14±2	20±5	21±2	19±5
	2021년 10월	22±8	21±8	20±9	17±5	20±7
	2022년 1월	18±13	16±2	20±9	16±3	18±7
	평균±표준편차	19±9	18±5	20±6	18±4	19±6
평균±표준편차		21±8	21±6	22±7	20±4	21±6



(그림 Ⅲ-2.2.2-3) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물의 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅲ-2.2.2-4) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물의 권역 및 정점별 출현종수

2) 서식밀도

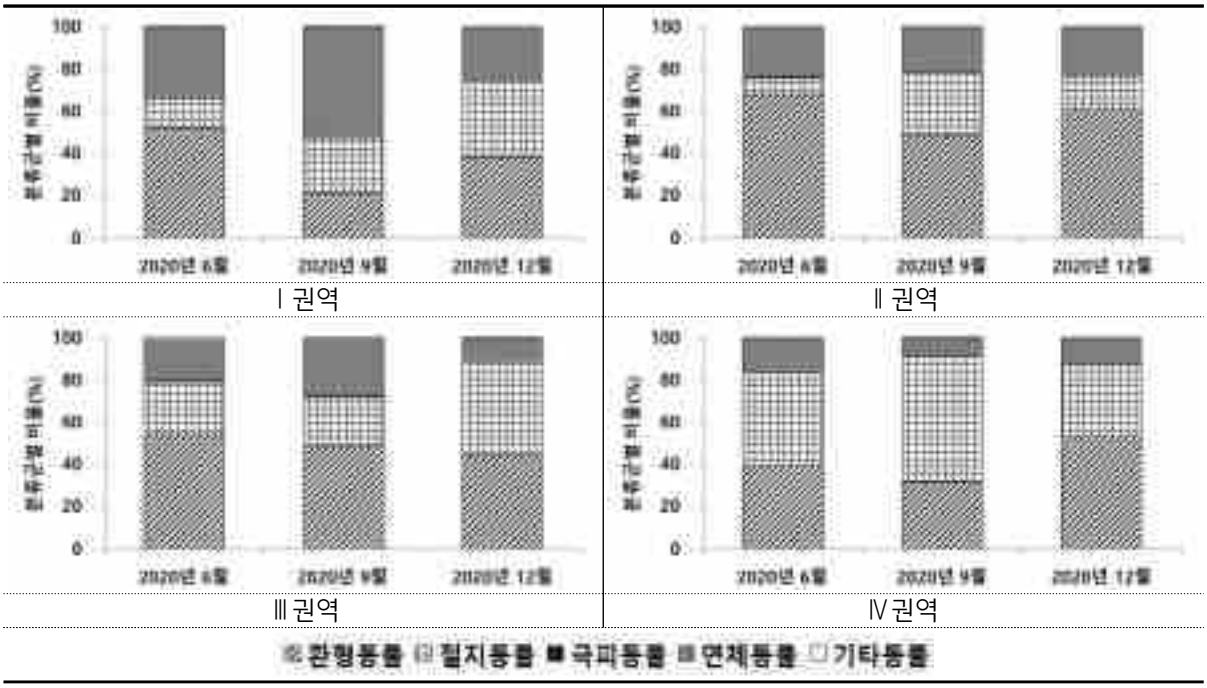
가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 서식밀도는 2,008±1,973 개체/㎡으로 2020년 6월 2,081±699 개체/㎡, 9월 2,299±3,154 개체/㎡, 12월 1,645±1,305 개체/㎡의 범위를 나타내며, 대부분 시기에서 환형동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1,970±312 개체/㎡(1,610~2,170 개체/㎡), Ⅱ권역은 2,067±194 개체/㎡(1,900~2,280 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,887±645 개체/㎡(1,150~2,350 개체/㎡), Ⅳ권역은 2,400±1,383 개체/㎡(1,480~3,990 개체/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 5,057±5,806 개체/㎡(1,590~11,760 개체/㎡), Ⅱ권역은 1,503±695 개체/㎡(810~2,200 개체/㎡), Ⅲ권역은 697±476 개체/㎡(270~1,210 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,940±1,969 개체/㎡(690~4,210 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1,960±375 개체/㎡(1,580~2,330 개체/㎡), Ⅱ권역은 1,600±1,395 개체/㎡(310~3,080 개체/㎡), Ⅲ권역은 2,153±2,347 개체/㎡(570~4,850 개체/㎡), Ⅳ권역은 867±575 개체/㎡(440~1,520 개체/㎡)의 범위를 나타냄



(그림 Ⅲ-2.2.2-5) 1차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 서식밀도 점유율

나) 2차년도

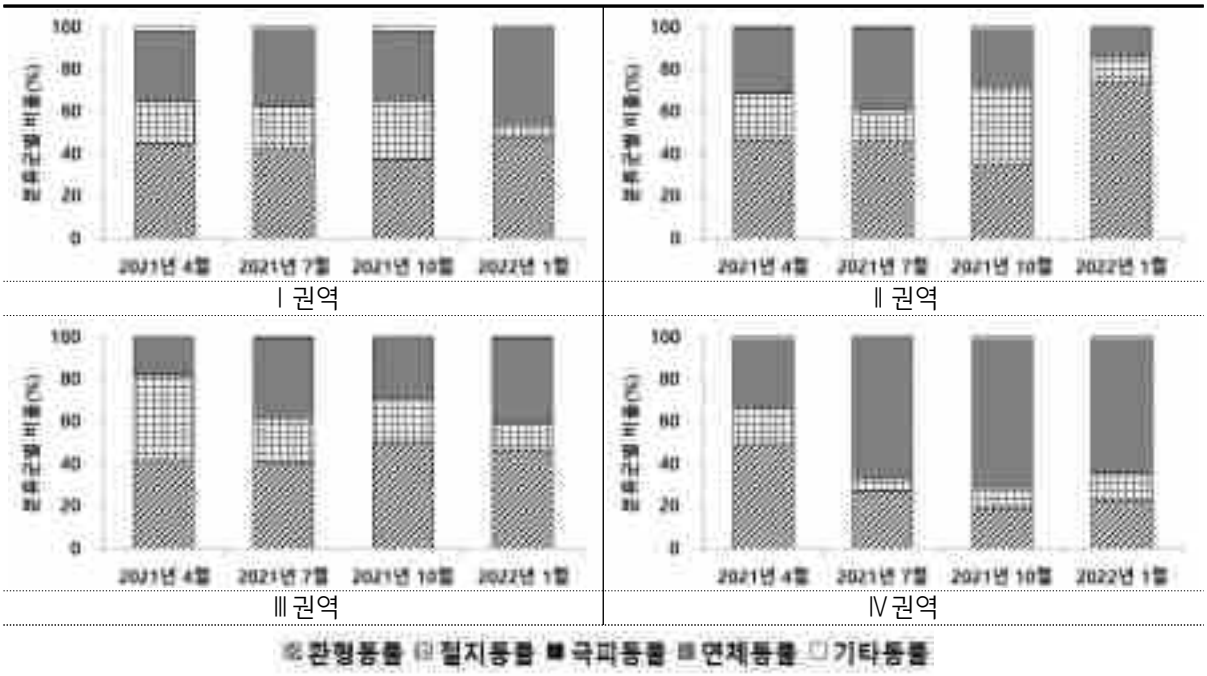
○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 서식밀도는 1,236±785 개체/㎡으로 2021년 4월 1,229±834 개체/㎡, 7월 1,278±782 개체/㎡, 10월 1,492±886 개체/㎡, 2022년 1월 946±605 개체/㎡의 범위를 나타내며, 대부분 시기에서 환형동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1,080±853 개체/㎡(500 ~ 2,060 개체/㎡), Ⅱ권역은 1,307±833 개체/㎡(640 ~ 2,240 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,337±1264 개체/㎡ (490 ~ 2,790 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,203±852 개체/㎡(670 ~ 2,470 개체/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 1,227±311 개체/㎡(880 ~ 1,480 개체/㎡), Ⅱ권역은 577±352 개체/㎡(330 ~ 980 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,453±1,210 개체/㎡(340 ~ 3,170 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,797±210 개체/㎡(1,590 ~ 2,010 개체/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 1,687±491 개체/㎡(1,120 ~ 1,980 개체/㎡), Ⅱ권역은 1,587±1,112 개체/㎡(360 ~ 2,530 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,530±1,388 개체/㎡(100 ~ 3,430 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,150±306 개체/㎡(830 ~ 1,440 개체/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 1,033±890 개체/㎡(490 ~ 2,060 개체/㎡), Ⅱ권역은 707±662 개체/㎡(300 ~ 1,470 개체/㎡), Ⅲ권역은 1,035±709 개체/㎡(70 ~ 1,740 개체/㎡), Ⅳ권역은 980±314 개체/㎡(640 ~ 1,260 개체/㎡)의 범위를 나타냄



(그림 Ⅲ-2.2.2-6) 2차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 서식밀도 점유율

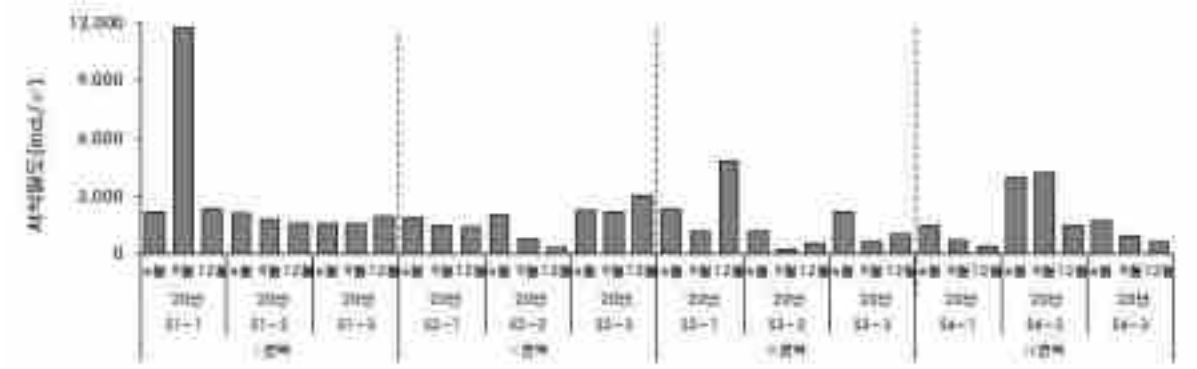
다) 요약

○ 환형동물이 대부분 주요 분류군으로 출현하였으며, Ⅳ권역은 연체동물이 2021년 하계(7월)부터 주요 분류군으로 출현함

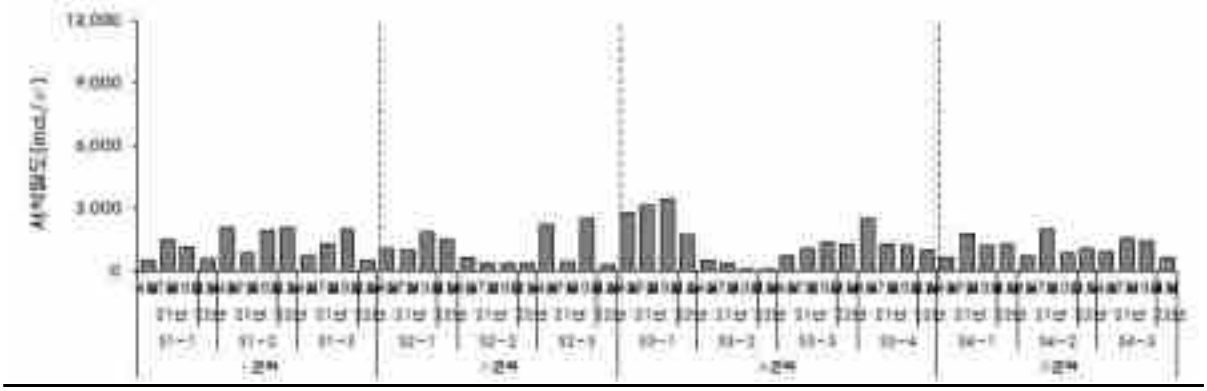
- Ⅰ권역 중 정점 S1-1에서 연체동물에 속하는 이매패류인 종밋(*Arcuatula senhousia*)이 9월에 대량 출현하여, 정점 중 가장 높은 서식밀도를 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-2> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1,970±312	2,067±194	1,887±645	2,400±1,383	2,081±699
	2020년 9월	5,057±5,806	1,503±695	697±476	1,940±1,969	2,299±3,154
	2020년 12월	1,960±375	1,600±1,395	2,153±2,347	867±575	1,645±1,305
	평균±표준편차	2,995±3,298	1,723±827	1,579±1,410	1,736±1,412	2,008±1,973
2차 년도	2021년 4월	1,080±853	1,307±833	1,337±1,264	1,203±852	1,229±834
	2021년 7월	1,227±311	577±352	1,453±1,210	1,797±210	1,278±782
	2021년 10월	1,687±491	1,587±1,112	1,530±1,388	1,150±306	1,492±886
	2022년 1월	1,033±890	707±662	1,035±709	980±314	946±605
	평균±표준편차	1,257±641	1,044±802	1,409±1,053	1,177±453	1,236±785
평균±표준편차		2,002±2,314	1,335±864	1,470±1,168	1,416±995	1,552±1,440



(그림 Ⅲ-2.2.2-7) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도



(그림 Ⅲ-2.2.2-8) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 서식밀도

3) 생체량

가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 생체량은 1,565.4±1,195.0 g/㎡으로 2020년 6월 1,886.1±1,367.0 g/㎡, 9월 1,248.3±872.1 g/㎡, 12월 1,561.9±1,301.0 g/㎡의 범위를 나타내며, 모든 시기에서 연체동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1,690.3±1,051.6 g/㎡(1,004.7~2,901.1 g/㎡), Ⅱ권역은 1,654.9±1,436.1 g/㎡(290.1~3,153.0 g/㎡), Ⅲ권역은 1,807.2±2,401.9 g/㎡(78.5~4,549.8 g/㎡), Ⅳ권역은 2,392.1±899.7 g/㎡(1,592.0~3,365.9 g/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 1,652.5±915.9 g/㎡(643.7~2,432.1 g/㎡), Ⅱ권역은 1,231.1±1,054.9 g/㎡(303.0~2,378.4 g/㎡), Ⅲ권역은 1,066.8±1,080.6 g/㎡(16.9 ~2,175.7 g/㎡), Ⅳ권역은 1,042.9±840.1 g/㎡(150.5~1,818.5 g/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 1,744.1±447.8 g/㎡(1,238.5~2,090.5 g/㎡), Ⅱ권역은 2,674.9±1,942.1 g/㎡(1,505.0~4,916.8 g/㎡), Ⅲ권역은 1,362.3±1,208.8 g/㎡(52.0~2,434.1 g/㎡), Ⅳ권역은 466.2±327.3 g/㎡(237.6~841.1 g/㎡)의 범위를 나타냄

나) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 생체량은 1,483.5±1,221.6 g/㎡으로 2021년 4월 1,548.8±1,402.3 g/㎡, 7월 1,723.7±1,523.2 g/㎡, 10월 1,542.9±917.9 g/㎡, 2022년 1월 1,118.5±999.1 g/㎡의 범위를 나타내며, 모든 시기에서 연체동물이 주요 분류군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1,525.8±1,414.6 g/㎡(583.9 ~ 3,152.4 g/㎡), Ⅱ권역은 1,845.2±1,574.2 g/㎡(535.5 ~ 3,591.6 g/㎡), Ⅲ권역은 415.7±333.2 g/㎡(31.5 ~ 625.0 g/㎡), Ⅳ권역은 2,193.5±1,697.0 g/㎡(567.1 ~ 4,135.3 g/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 1,462.2±1,111.0 g/㎡(790.0 ~ 2,744.6 g/㎡), Ⅱ권역은 899.8±615.6 g/㎡(527.2 ~ 1,610.3 g/㎡), Ⅲ권역은 2,512.6±2,333.3 g/㎡(108.3 ~ 5,602.6 g/㎡), Ⅳ권역은 1,757.3±1,331.7 g/㎡(973.4 ~ 3,294.9 g/㎡)의 범위를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 1,574.1±789.5 g/㎡(718.2 ~ 2,274.0 g/㎡), Ⅱ권역은 1,801.8±576.2 g/㎡(1,263.9 ~ 2,409.8 g/㎡), Ⅲ권역은 1,551.2±1,596.3 g/㎡(13.1 ~ 3,596.0 g/㎡), Ⅳ권역은 1,241.5±196.7 g/㎡(1,082.3 ~ 1,461.4 g/㎡)의 범위를 나타냄

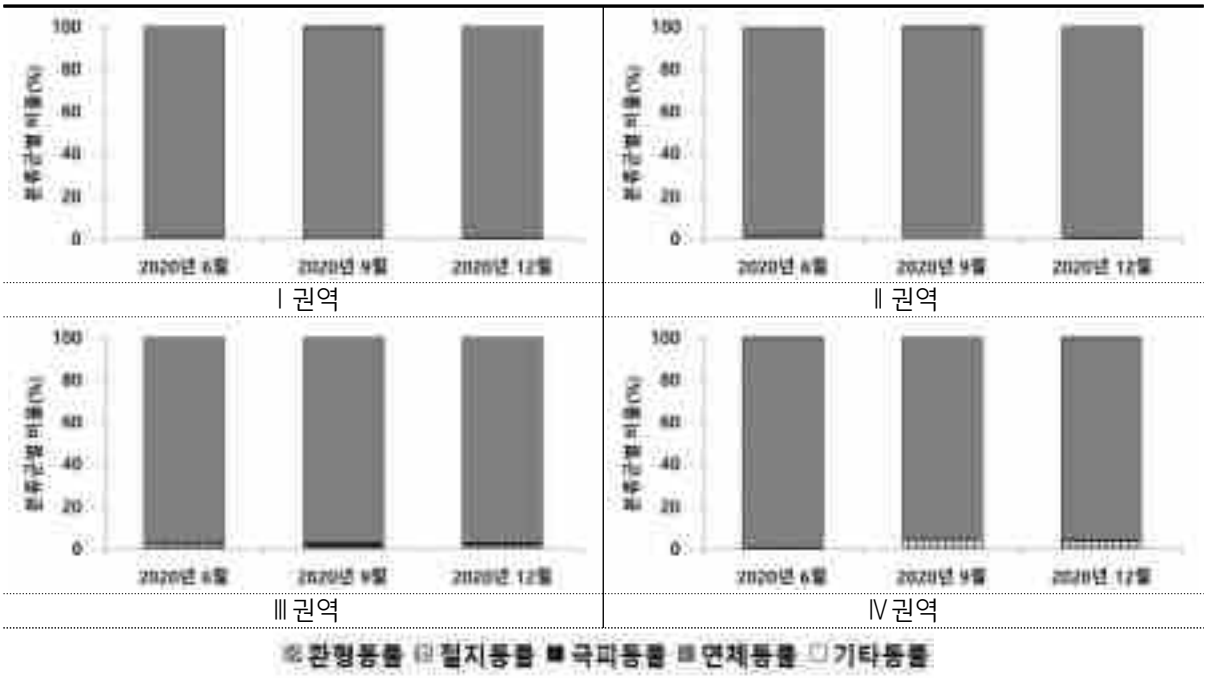
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 1,414.7±1,009.9 g/㎡(595.2 ~ 2,543.0 g/㎡), Ⅱ권역은 441.8±391.8 g/㎡(29.5 ~ 809.3 g/㎡), Ⅲ권역은 1,153.4±1,383.8 g/㎡(13.0 ~ 3,144.0 g/㎡), Ⅳ권역은 1,452.6±977.1 g/㎡(328.2 ~ 2,095.2 g/㎡)의 범위를 나타냄

다) 요약

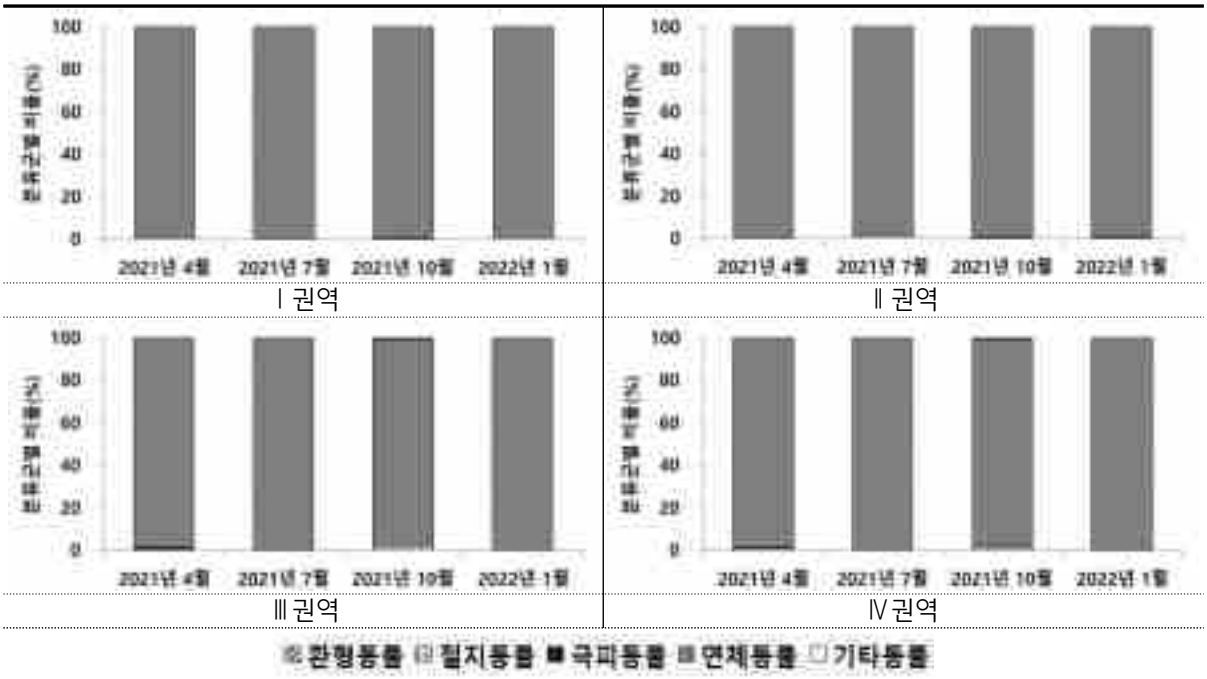
○ 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*Ruditapes philippinarum*)이 대량 출현하여, 연체동물이 모든 권역에서 90% 이상 높은 비율을 나타내며, 바지락(*R. philippinarum*) 서식밀도에 의해 생체량이 결정되는 경향성이 관찰됨

<표 Ⅲ-2.2.2-3> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량(g/㎡)

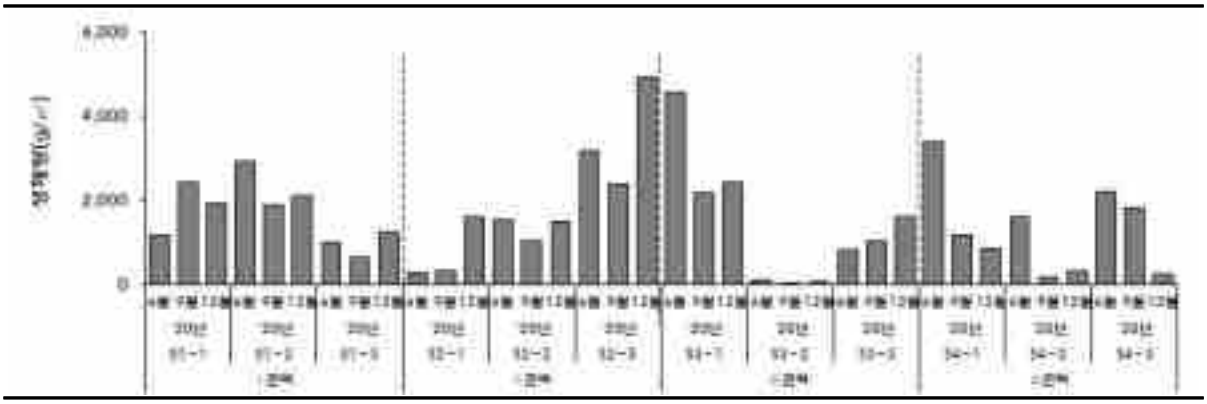
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1,690.3±1,051.6	1,654.9±1,436.1	1,807.2±2,401.9	2,392.1±899.7	1,886.1±1,367.0
	2020년 9월	1,652.5±915.9	1,231.1±1,054.9	1,066.8±1,080.6	1,042.9±840.1	1,248.3±872.1
	2020년 12월	1,744.1±447.8	2,674.9±1,942.1	1,362.3±1,208.8	466.2±327.3	1,561.9±1,301.0
	평균±표준편차	1,695.7±733.0	1,853.7±1,466.2	1,412.1±1,484.5	1,300.4±1,066.9	1,565.4±1,195.0
2차 년도	2021년 4월	1,525.8±1,414.6	1,845.2±1,574.2	415.7±333.2	2,193.5±1,697.0	1,548.8±1,402.3
	2021년 7월	1,462.2±1,111.0	899.8±615.6	2,512.6±2,333.3	1,757.3±1,331.7	1,723.7±1,523.2
	2021년 10월	1,574.1±789.5	1,801.8±576.2	1,551.2±1,596.3	1,241.5±196.7	1,542.9±917.9
	2022년 1월	1,414.7±1,009.9	441.8±391.8	1,153.4±1,383.8	1,452.6±977.1	1,118.5±999.1
	평균±표준편차	1,494.2±944.0	1,247.1±999.5	1,640.7±1,726.1	1,499.4±932.2	1,483.5±1,221.6
평균±표준편차		1,580.5±846.0	1,507.1±1,226.4	1,558.4±1,615.3	1,414.1±971.3	1,517.0±1,204.6



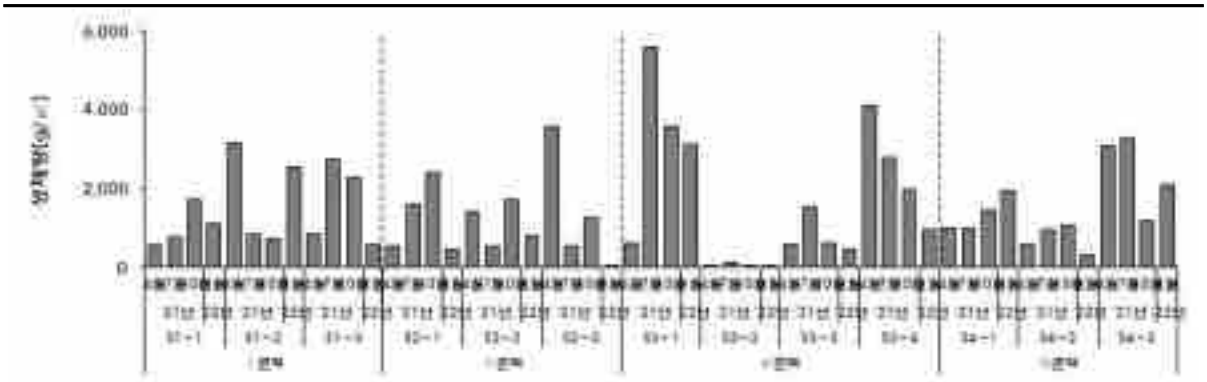
(그림 Ⅲ-2.2.2-9) 1차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 생체량 점유율



(그림 Ⅲ-2.2.2-10) 2차년도 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 분류군별 생체량 점유율



(그림 Ⅲ-2.2.2-11) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량



(그림 Ⅲ-2.2.2-12) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 생체량

나. 우점종

1) 서식밀도

○ 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물 서식밀도 기준으로 권역별로 상위 3종을 우점종으로 선정함

가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물 우점종은 바지락(*R. philippinarum*)이 13.5%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 종밋(*A. senhousia*)이 8.9%, 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 8.2%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면 2020년 6월과 12월에 바지락(*R. philippinarum*), 9월에 종밋(*A. senhousia*)이 높은 점유율을 차지하며, 바지락이 꾸준하게 높은 점유율을 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-4> 1차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Ruditapes philippinarum (17.8%)	*Arcuatula senhousia* (23.3%)	*Ruditapes philippinarum* (14.0%)	*Ruditapes philippinarum* (13.5%)
Heteromastus filiformis (9.2%)	*Hemigrapsus penicillatus* (11.4%)	Corophiidae spp. (11.0%)	*Arcuatula senhousia* (8.9%)
Corophiidae spp. (9.1%)	*Ruditapes philippinarum* (9.4%)	*Mediomastus californiensis* (8.5%)	Corophiidae spp. (8.2%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 26.6%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*Heteromastus filiformis*)가 14.2%, 얼굴갯지렁이류(*Aonides oxycephala*)가 13.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 환형동물에 속하는 다모류인 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)가 18.7%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*Mediomastus californiensis*)가 15.5%, 바지락(*R. philippinarum*)이 14.5%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 18.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 집게류인 쏙(*Upogebia major*)이 14.3%, 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 8.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 절지동물에 속하는 단각류인 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 31.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 바지락(*R. philippinarum*)이 12.9%, 환형동물에 속하는 다모류인 남방백금갯지렁이(*Nephtys polybranchia*)가 7.1%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-5> 2020년 6월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (26.6%)	*Ma gelona japonica* (18.7%)	*Ruditapes philippinarum* (18.4%)	Corophiidae spp. (31.4%)
Heteromastus filiformis (14.2%)	*Mediomastus californiensis* (15.5%)	*Upo gebia major* (14.3%)	*Ruditapes philippinarum* (12.9%)
Aonides oxycephala (13.9%)	*Ruditapes philippinarum* (14.5%)	*Heteromastus filiformis* (8.7%)	*Nephtys polybranchia* (7.1%)

- 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 종밋(*A. senhousia*)이 42.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 게류인 풀게(*Hemi grapsus penicillatus*)가 16.7%, 바지락(*R. philippinarum*)이 7.2%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 절지동물에 속하는 게류인 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)가 19.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 양손갯지렁이(*M. japonica*)가 13.7%, 바지락(*R. philippinarum*)이 11.3%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 25.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 11.5%, 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)가 8.1%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 절지동물에 속하는 단각류인 볼록손모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)가 27.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 24.7%, 바지락(*R. philippinarum*)이 7.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-6> 2020년 9월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Arcuatula senhousia (42.5%)	*Macrophthalmus japonicus* (19.1%)	*Ruditapes philippinarum* (25.8%)	*Urothoe* spp. (27.3%)
Hemi grapsus penicillatus (16.7%)	*Ma gelona japonica* (13.7%)	*Heteromastus filiformis* (11.5%)	Corophiidae spp. (24.7%)
Ruditapes philippinarum (7.2%)	*Ruditapes philippinarum* (11.3%)	*Aonides oxycephala* (8.1%)	*Ruditapes philippinarum* (7.7%)

- 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)과 풀게(*H. penicillatus*)가 각각 18.0%씩 최우점하였고, 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 8.0%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 20.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 바지락(*R. philippinarum*)이 19.6%, 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)가 11.9%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 32.2%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 바지락(*R. philippinarum*)이 9.4%, 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)가 6.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)가 16.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)와 절지동물에 속하는 단각류인 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)가 각각 8.8%씩 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-7> 2020년 12월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (18.0%)	*Mediomastus californiensis* (20.4%)	Corophiidae spp. (32.2%)	*Aonides oxycephala* (16.5%)
Hemi grapsus penicillatus (18.0%)	*Ruditapes philippinarum* (19.6%)	*Ruditapes philippinarum* (9.4%)	*Nephtys polybranchia* (8.8%)
Heteromastus filiformis (8.0%)	*Nephtys polybranchia* (11.9%)	*Nephtys polybranchia* (6.8%)	*Urothoe* spp. (8.8%)

나) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물 우점종은 바지락(*R. philippinarum*)이 28.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 풀게(*H. penicillatus*)이 7.6%, 버들갯지렁이류(*H. filiformis*)가 6.9%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면 모든 조사 시기에 바지락(*R. philippinarum*)이 높은 점유율을 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-8> 2차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
Ruditapes philippinarum (18.0%)	*Ruditapes philippinarum* (31.0%)	*Ruditapes philippinarum* (26.5%)	*Ruditapes philippinarum* (40.6%)	*Ruditapes philippinarum* (28.8%)
Heteromastus filiformis (8.5%)	*Batillaria cumingii* (10.2%)	*Hemigrapsus penicillatus* (18.2%)	*Mediomastus californiensis* (6.1%)	*Hemigrapsus penicillatus* (7.6%)
Hemigrapsus penicillatus (6.8%)	Melitidae spp. (7.3%)	*Batillaria cumingii* (7.1%)	*Heteromastus filiformis* (5.6%)	*Heteromastus filiformis* (6.9%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 21.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 게류인 풀게(*H. penicillatus*)가 15.4%, 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 14.2%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-9> 2021년 4월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (21.3%)	*Ruditapes philippinarum* (16.8%)	*Urothoe* spp. (14.5%)	*Ruditapes philippinarum* (26.5%)
Hemigrapsus penicillatus (15.4%)	*Nephtys polybranchia* (12.8%)	*Ruditapes philippinarum* (14.0%)	*Nephtys polybranchia* (10.3%)
Heteromastus filiformis (14.2%)	*Kamaka* spp. (9.9%)	Corophiidae spp. (11.0%)	*Aonides oxycephala* (6.8%)

- Ⅱ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 21.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류인 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)가 12.8%, 절지동물에 속하는 단각류(*Kamaka* spp.)가 9.9%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 절지동물에 속하는 단각류인 넓적다리모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)가 14.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 14.0%, 절지동물에 속하는 단각류인 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 11.0%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 26.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류인 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)가 10.3%, 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*)가 6.8%의 점유율을 나타냄
- 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 26.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 14.1%, 침보석요정갯지렁이(*Armandia lanceolata*)가 10.1%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 17.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*Heteromastus filiformis*)가 12.7%, 남방백금갯지렁이(*Nephtys polybranchia*)가 10.4%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 33.6%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 단각류인 멜리타옆새우류(Melitidae spp.)가 15.8%, 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 7.6%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 35.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 댕가리(*B. cumingii*)가 14.5%, 환형동물에 속하는 다모류인 삼각모자갯지렁이(*S. armiger*)가 5.8%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-10> 2021년 7월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (26.9%)	*Ruditapes philippinarum* (17.3%)	*Ruditapes philippinarum* (33.6%)	*Ruditapes philippinarum* (35.4%)
Heteromastus filiformis (14.1%)	*Heteromastus filiformis* (12.7%)	Melitidae spp. (15.8%)	*Batillaria cumingii* (24.5%)
Armandia lanceolata (10.1%)	*Nephtys polybranchia* (10.4%)	*Heteromastus filiformis* (7.6%)	*Scoloplos armiger* (5.8%)

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 24.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 절지동물에 속하는 게류인 풀게(*H. penicillatus*)가 21.1%, 환형동물에 속하는 다모류인 붉은집참갯지렁이(*Simplisetia erythraeensis*)가 8.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 풀게(*H. penicillatus*)가 28.6%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 바지락(*R. philippinarum*)이 17.2%, 환형동물에 속하는 다모류인 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 7.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 24.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 풀게(*H. penicillatus*)가 14.9%, 환형동물에 속하는 다모류인 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 9.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 45.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 댕가리(*B. cumingii*)가 21.4%, 풀게(*H. penicillatus*)가 5.2%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-11> 2021년 10월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (24.5%)	*Hemigrapsus penicillatus* (28.6%)	*Ruditapes philippinarum* (24.3%)	*Ruditapes philippinarum* (45.8%)
Hemigrapsus penicillatus (21.1%)	*Ruditapes philippinarum* (17.2%)	*Hemigrapsus penicillatus* (14.9%)	*Batillaria cumingii* (21.4%)
Simplisetia erythraeensis (8.1%)	*Mediomastus californiensis* (7.6%)	*Heteromastus filiformis* (9.8%)	*Hemigrapsus penicillatus* (5.2%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 42.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 9.4%, 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 5.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)가 26.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 12.1%, 바지락(*R. philippinarum*)이 10.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 38.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)가 10.7%, 긴뿔옆새우류 (Phoxocephalidae spp.)가 6.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 56.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)와 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)가 각각 6.8%씩 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-12> 2022년 1월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 서식밀도 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (42.9%)	*Magelona japonica* (26.9%)	*Ruditapes philippinarum* (38.8%)	*Ruditapes philippinarum* (56.9%)
Heteromastus filiformis (9.4%)	*Heteromastus filiformis* (12.1%)	*Mediomastus californiensis* (10.7%)	Corophiidae spp. (6.8%)
Mediomastus californiensis (5.8%)	*Ruditapes philippinarum* (10.3%)	Phoxocephalidae spp. (6.8%)	*Nephtys polybranchia* (6.8%)

다) 주요 우점종 생태학적 특징

○ 모래 함량이 높은 환경을 선호하는 바지락(*R. philippinarum*)이 모든 권역에서 꾸준하게 상위 우점종으로 출현하였으며, 한강 하구역의 대표종인 얼굴갯지렁이류(*A. oxycephala*), 남방백금갯지렁이(*N. polybranchia*)와 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 모든 권역에서 관찰됨

○ 펄 함량이 높은 해역에서 주로 출현하는 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)와 버들갯지렁이류(*M. californiensis*)는 모든 권역에서 관찰되었으며, 특히 Ⅰ권역, Ⅱ권역과 Ⅲ권역에서 상위 우점종으로 관찰됨

○ 수심이 얕은 담수와 해수가 교차하는 기수역에 서식하는 풀게(*H. penicillatus*)가 권역 중 Ⅰ권역에서 높은 점유율로 출현함

○ 종밋(*A. senhousia*)은 유기물 오염 지표종(An et al., 2006)으로 우리나라 해역에서 빈산소 내성이 강한 종으로 알려져 있으며, 짧은 생활사와 높은 번식력으로 인해 짧은 시간 동안에 서식밀도가 대량 증식이 가능함(Hon g et al., 1997)

○ 종밋(*A. senhousia*)은 Ⅰ권역에서 2020년 9월에 42.5%의 높은 점유율로 일시적으로 출현하였으며, 정점 S1-1에서 집중됨

○ 단각류인 모래무지옆새우사촌류(*Urothoe* spp.)와 육질꼬리옆새우류(Corophiidae spp.)가 권역 중 Ⅳ권역에서 높은 출현빈도와 점유율을 나타냄

2) 생체량

○ 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물 생체량 기준으로 권역별로 상위 3종을 우점종으로 선정함

가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물 우점종은 바지락(*R. philippinarum*)이 89.8%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 종밋(*A. senhousia*)이 1.8%, 떡조개(*Dosinia japonica*)가 1.5%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면 2020년 6월, 9월 및 12월 모두 바지락(*R. philippinarum*)이 높은 점유율을 차지하며, 계절 간 유사한 출현 양상을 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-13> 1차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전 체
Ruditapes philippinarum (92.9%)	*Ruditapes philippinarum* (79.9%)	*Ruditapes philippinarum* (94.2%)	*Ruditapes philippinarum* (89.8%)
Dosinia japonica (1.9%)	*Arcuatula senhousia* (6.9%)	*Cyclina sinensis* (1.2%)	*Arcuatula senhousia* (1.8%)
Batillaria cumingii (0.9%)	*Dosinia japonica* (2.7%)	*Euspira gilva* (1.1%)	*Dosinia japonica* (1.5%)

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 95.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 댕가리(*B. cumingii*)가 1.5%, 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*)이 0.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 87.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류인 가무락조개(*Cyclina sinensis*)가 2.6%, 동죽(*Mactra quadrangularis*)이 2.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 97.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 게류인 길게(*Macrophthalmus abbreviatus*)가 0.8%, 풀게(*H. penicillatus*)가 0.4%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-14> 2020년 6월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (95.9%)	*Ruditapes philippinarum* (87.4%)	*Ruditapes philippinarum* (97.1%)	*Ruditapes philippinarum* (91.3%)
Batillaria cumingii (1.5%)	*Cyclina sinensis* (2.6%)	*Macrophthalmus abbreviatus* (0.8%)	*Dosinia japonica* (6.0%)
Reticunassa festiva (0.7%)	*Mactra quadrangularis* (2.3%)	*Hemigrapsus penicillatus* (0.4%)	*Batillaria cumingii* (1.4%)

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 91.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류인 떡조개(*D. japonica*)가 6.0%, 댕가리(*B. cumingii*)가 1.4%의 점유율을 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 73.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 종밋(*A. senhousia*)이 20.8%, 댕가리(*B. cumingii*)가 1.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 72.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 동죽(*M. quadrangularis*)이 10.5%, 가무락조개(*C. sinensis*)가 8.7%의 점유율을 나타냄

- Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 96.2%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 극피동물에 속하는 해삼류인 가시닻해삼(*Protankyra bidentata*)이 1.7%, 왕좁쌀무늬고둥(*R. festiva*)이 0.5%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 81.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 떡조개(*D. japonica*)가 12.8%, 길게(*M. abbreviatus*)가 1.6%의 점유율을 나타냄
- 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 95.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 민챙이(*Bullacta caurina*)가 1.9%, 댕가리(*B. cumingii*)가 1.0%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 92.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 가무락조개(*C. sinensis*)가 2.9%, 연체동물에 속하는 복족류인 갯노랑우렁이류(*Euspira gilva*)가 2.7%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 96.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 가시닻해삼(*P. bidentata*)이 0.8%, 환형동물에 속하는 다모류인 바위털갯지렁이(*Marphysa san guinea*)가 0.7%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 89.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 5.4%, 절지동물에 속하는 게류인 칠게(*M. japonicus*)가 1.6%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-15> 2020년 9월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (73.8%)	*Ruditapes philippinarum* (72.8%)	*Ruditapes philippinarum* (96.2%)	*Ruditapes philippinarum* (81.3%)
Arcuatula senhousia (20.8%)	*Mactra quadran gularis* (10.5%)	*Protankyra bidentata* (1.7%)	*Dosinia japonica* (12.8%)
Batillaria cumin gii (1.4%)	*Cyclina sinensis* (8.7%)	*Reticunassa festiva* (0.5%)	*Macrophthalmus abbreviatus* (1.6%)

<표 Ⅲ-2.2.2-16> 2020년 12월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (95.8%)	*Ruditapes philippinarum* (92.9%)	*Ruditapes philippinarum* (96.1%)	*Ruditapes philippinarum* (89.5%)
Bullacta caurina (1.9%)	*Cyclina sinensis* (2.9%)	*Protankyra bidentata* (0.8%)	*Batillaria cumin gii* (5.4%)
Batillaria cumin gii (1.0%)	*Euspira gilva* (2.7%)	*Marphysa san guinea* (0.7%)	*Macrophthalmus japonicus* (1.6%)

나) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물 우점종은 바지락(*R. philippinarum*)이 93.6%의 점유율을 차지하여 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 2.0%, 가무락조개(*C. sinensis*)가 1.2%의 점유율을 나타냄

○ 조사 시기별로 살펴보면 모든 조사 시기에서 바지락(*R. philippinarum*)이 높은 점유율을 차지하며, 계절 간 유사한 출현 양상을 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-17> 2차년도 조사시기별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전 체
Ruditapes philippinarum (92.2%)	*Ruditapes philippinarum* (92.9%)	*Ruditapes philippinarum* (89.1%)	*Ruditapes philippinarum* (98.5%)	*Ruditapes philippinarum* (93.6%)
Macoma spp. (2.5%)	*Batillaria cumingii* (3.0%)	*Batillaria cumingii* (4.4%)	*Anadara kagoshimensis* (0.3%)	*Batillaria cumingii* (2.0%)
Cyclina sinensis (1.7%)	*Mactra quadrangularis* (2.0%)	*Cyclina sinensis* (3.7%)	*Reticunassa festiva* (0.2%)	*Cyclina sinensis* (1.2%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 94.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 댕가리(*B. cumingii*)가 3.7%, 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 0.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 89.2%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류인 가무락조개(*C. sinensis*)가 6.4%, 연체동물에 속하는 복족류인 왕좁쌀무늬고둥(*R. festiva*)이 2.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 93.7%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류인 대양조개류(*Macoma* spp.)가 4.7%, 절지동물에 속하는 집게류(*Pagurus* spp.)가 0.3%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-18> 2021년 4월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (94.9%)	*Ruditapes philippinarum* (89.2%)	*Ruditapes philippinarum* (93.7%)	*Ruditapes philippinarum* (91.3%)
Batillaria cumingii (3.7%)	*Cyclina sinensis* (6.4%)	*Macoma* spp. (4.7%)	*Macoma* spp. (5.4%)
Hemigrapsus penicillatus (0.6%)	*Reticunassa festiva* (2.0%)	*Pagurus* spp. (0.3%)	*Euspira gilva* (1.1%)

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 91.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이매패류인 대양조개류(*Macoma* spp.)가 5.4%, 연체동물에 속하는 복족류인 갯노랑우렁이류(*E. gilva*)가 1.1%의 점유율을 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 95.7%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 3.2%, 환형동물에 속하는 다모류인 치로리미갑갯지렁이(*Glycera chirori*)가 0.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 83.2%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 이미패류인 동죽(*M. quadrangularis*)이 10.5%, 민띠접시조개(*Moerella rutila*)가 2.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 98.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 게류인 길게(*M. abbreviatus*)가 0.4%, 연체동물에 속하는 복족류인 황해비단고둥(*Umbonium thomasi*)이 0.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 85.0%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 8.8%, 동죽(*M. quadrangularis*)이 3.0%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-19> 2021년 7월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (95.7%)	*Ruditapes philippinarum* (83.2%)	*Ruditapes philippinarum* (98.4%)	*Ruditapes philippinarum* (85.0%)
Batillaria cumingii (3.2%)	*Mactra quadrangularis* (10.5%)	*Macrophthalmus abbreviatus* (0.4%)	*Batillaria cumingii* (8.8%)
Glycera chirori (0.2%)	*Moerella rutila* (2.2%)	*Umbonium thomasi* (0.3%)	*Mactra quadrangularis* (3.0%)

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 93.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 4.8%, 풀게(*H. penicillatus*)가 0.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 80.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 가무락조개(*C. sinensis*)가 13.6%, 댕가리(*B. cumingii*)가 3.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 96.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 풀게(*H. penicillatus*)가 1.3%, 왕좁쌀무늬고둥(*R. festiva*)이 0.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 83.2%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 12.4%, 연체동물에 속하는 복족류인 민챙이(*B. caurina*)가 0.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-20> 2021년 10월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (93.4%)	*Ruditapes philippinarum* (80.5%)	*Ruditapes philippinarum* (96.8%)	*Ruditapes philippinarum* (83.2%)
Batillaria cumingii (4.8%)	*Cyclina sinensis* (13.6%)	*Hemigrapsus penicillatus* (1.3%)	*Batillaria cumingii* (12.4%)
Hemigrapsus penicillatus (0.7%)	*Batillaria cumingii* (3.3%)	*Reticunassa festiva* (0.6%)	*Bullacta caurina* (0.7%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 99.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 댕가리(*B. cumingii*)가 0.4%, 붉은집참갯지렁이(*S. erythraeensis*)가 0.1% 미만의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 95.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 민챙이(*B. caurina*)가 1.5%, 동죽(*M. quadrangularis*)이 1.2%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 99.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 왕좁쌀무늬고둥(*R. festiva*)이 0.2%, 집게류(*Pagurus* spp.)가 0.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 바지락(*R. philippinarum*)이 97.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 새꼬막(*Anadara kagoshimensis*)이 1.1%, 황해비단고둥(*U. thomasi*)이 0.6%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-2.2.2-21> 2022년 1월 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 생체량 기준 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Ruditapes philippinarum (99.4%)	*Ruditapes philippinarum* (95.9%)	*Ruditapes philippinarum* (99.4%)	*Ruditapes philippinarum* (97.3%)
Batillaria cumingii (0.4%)	*Bullacta caurina* (1.5%)	*Reticunassa festiva* (0.2%)	*Anadara kagoshimensis* (1.1%)
Simplisetia erythraeensis (<0.1%)	*Mactra quadrangularis* (1.2%)	*Pagurus* spp. (0.1%)	*Umbonium thomasi* (0.6%)

다) 주요 우점종 생태학적 특징

○ 단일개체 당 생체량이 높은 연체동물, 절지동물 및 극피동물이 모든 권역에서 상위 우점종으로 출현하였으며, 이 중 연체동물에 속하는 이매패류인 바지락(*R. philippinarum*)이 72.8~99.4% 범위로 모든 권역에서 극우점함

○ 우리나라 서해안과 남해안 조간대에서 흔히 관찰되는 길게(*M. dilatatus*), 칠게(*M. japonicus*), 민챙이(*B. caurina*), 동죽(*M. quadrangularis*), 가무락조개(*C. sinensis*) 등이 모든 권역에서 상위 우점종으로 관찰됨

다. 생태학적 제지수

1) 종다양도지수

가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 종다양도지수는 2.27±0.32로 2020년 6월 2.27±0.32, 9월 2.17±0.32, 12월 2.37±0.31로 계절 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 2.20±0.19(1.98~2.34), Ⅱ권역은 2.25±0.48 (1.78~2.73), Ⅲ권역은 2.46±0.08(2.37~2.52), Ⅳ권역은 2.19±0.46(1.68~2.59)으로 권역 간 유사함

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 2.04±0.30(1.81~2.38), Ⅱ권역은 2.11±0.26 (1.82~2.28), Ⅲ권역은 2.22±0.43(1.75~2.59), Ⅳ권역은 2.29±0.41(1.82~2.61)로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 2.37±0.50(1.92~2.90), Ⅱ권역은 2.44±0.23 (2.24~2.70), Ⅲ권역은 2.50±0.21(2.26~2.64), Ⅳ권역은 2.19±0.33(1.84~2.49)으로 권역 간 유사함

○ 권역 간 유사한 수준을 보였으며, 권역 내 정점별로 조사 시기에 따라 증감 현상을 달리 보임

나) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 종다양도지수는 2.15±0.35로 2021년 4월 2.26±0.32, 7월 2.07±0.31, 10월 2.10±0.35, 2022년 1월 2.16±0.41로 계절 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1.99±0.42(1.59~2.43), Ⅱ권역은 2.40±0.05 (2.35~2.44), Ⅲ권역은 2.34±0.28(2.15~2.66), Ⅳ권역은 2.29±0.38(1.76~2.58)으로 권역 간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 2.09±0.25(1.59~2.43), Ⅱ권역은 2.16±0.19 (2.00~2.37), Ⅲ권역은 2.24±0.31(1.80~2.53), Ⅳ권역은 1.72±0.31(1.50~2.08)로 권역 간 유사함

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 2.09±0.55(1.6~2.69), Ⅱ권역은 2.32±0.13 (2.23~2.47), Ⅲ권역은 2.26±0.15(2.10~2.40), Ⅳ권역은 1.69±0.12(1.56~1.80)로 권역 간 유사함

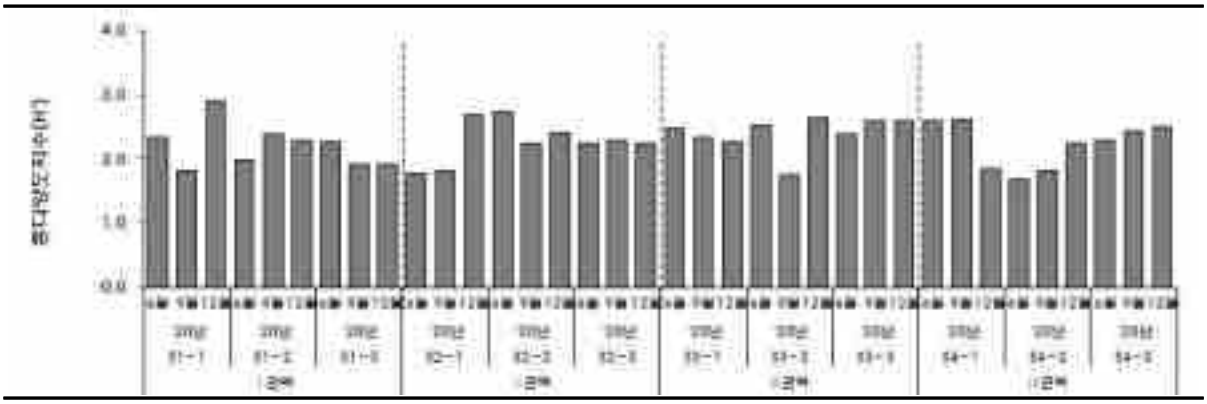
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 2.15±0.52(1.70~2.73), Ⅱ권역은 2.24±0.29 (2.05~2.57), Ⅲ권역은 2.35±0.37(1.95~2.71), Ⅳ권역은 1.81±0.44(1.31~2.12)로 권역 간 유사함

다) 요약

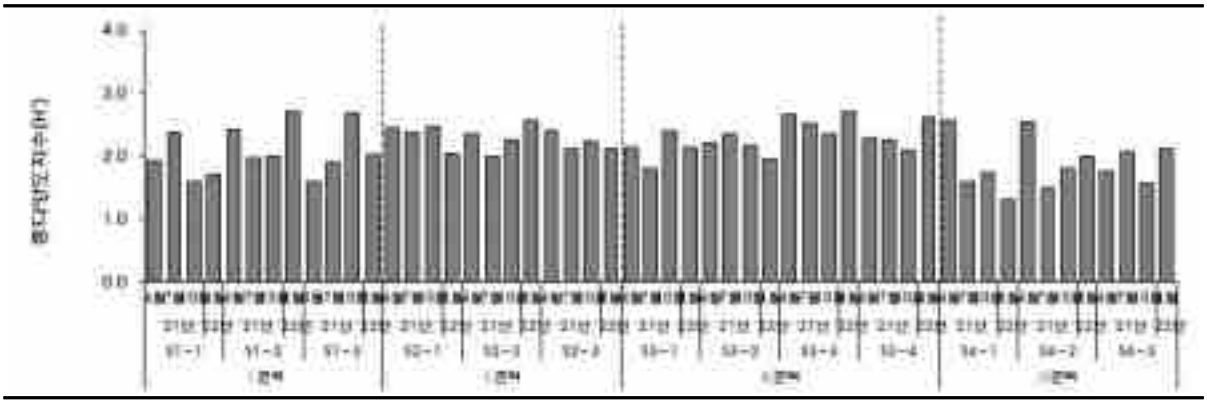
○ 종다양도지수는 권역 간 유사한 수준을 보였으며, 권역 내 정점별로 조사 시기에 따라 증감 현상을 달리 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-22> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 종다양도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	2.20±0.19	2.25±0.48	2.46±0.08	2.19±0.46	2.27±0.32
	2020년 9월	2.04±0.30	2.11±0.26	2.22±0.43	2.29±0.41	2.17±0.32
	2020년 12월	2.37±0.50	2.44±0.23	2.50±0.21	2.19±0.33	2.37±0.31
	평균±표준편차	2.20±0.34	2.27±0.33	2.39±0.27	2.22±0.36	2.27±0.32
2차 년도	2021년 4월	1.99±0.42	2.40±0.05	2.34±0.28	2.29±0.38	2.26±0.32
	2021년 7월	2.09±0.25	2.16±0.19	2.24±0.31	1.72±0.31	2.07±0.31
	2021년 10월	2.09±0.55	2.32±0.13	2.26±0.15	1.69±0.12	2.10±0.35
	2022년 1월	2.15±0.52	2.24±0.29	2.35±0.37	1.81±0.44	2.16±0.41
	평균±표준편차	2.08±0.39	2.28±0.18	2.29±0.25	1.88±0.40	2.15±0.35
평균±표준편차		2.13±0.36	2.28±0.25	2.33±0.26	2.03±0.41	2.2±0.34



(그림 Ⅲ-2.2.2-13) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수



(그림 Ⅲ-2.2.2-14) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종다양도지수

2) 종균등도지수

가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 종균등도지수는 0.73±0.09로 2020년 6월 0.71±0.09, 9월 0.72±0.10, 12월 0.78±0.08로 계절 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 0.71±0.09(0.61~0.78), Ⅱ권역은 0.70±0.12 (0.58~0.83), Ⅲ권역은 0.74±0.08(0.68~0.83), Ⅳ권역은 0.69±0.12(0.55~0.80)로 권역 간 유사함

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.64±0.11(0.51~0.71), Ⅱ권역은 0.70±0.07 (0.62~0.76), Ⅲ권역은 0.79±0.05(0.74~0.84), Ⅳ권역은 0.74±0.14(0.60~0.87)로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.77±0.05(0.74~0.84), Ⅱ권역은 0.79±0.11 (0.67~0.89), Ⅲ권역은 0.79±0.13(0.65~0.90), Ⅳ권역은 0.76±0.05(0.72~0.81)로 권역 간 유사함

○ 권역 간 유사한 수준을 보였으며, 권역 내 정점별로 조사 시기에 따라 증감 현상을 달리 보임

나) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 종균등도지수는 0.75±0.12로 2021년 4월 0.77±0.07, 7월 0.72±0.13, 10월 0.72±0.12, 2022년 1월 0.77±0.13으로 계절 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.72±0.02(0.70~0.73), Ⅱ권역은 0.79±0.07(0.73~0.87), Ⅲ권역은 0.79±0.09(0.69~0.85), Ⅳ권역은 0.76±0.09(0.67~0.85)로 권역 간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.73±0.10(0.61~0.80), Ⅱ권역은 0.81±0.03 (0.78~0.84), Ⅲ권역은 0.76±0.14(0.57~0.92), Ⅳ권역은 0.56±0.11(0.50~0.69)로 권역 간 유사함

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.68±0.10(0.61~0.79), Ⅱ권역은 0.78±0.10 (0.67~0.88), Ⅲ권역은 0.80±0.13(0.70~0.98), Ⅳ권역은 0.60±0.03(0.57~0.63)으로 권역 간 유사함

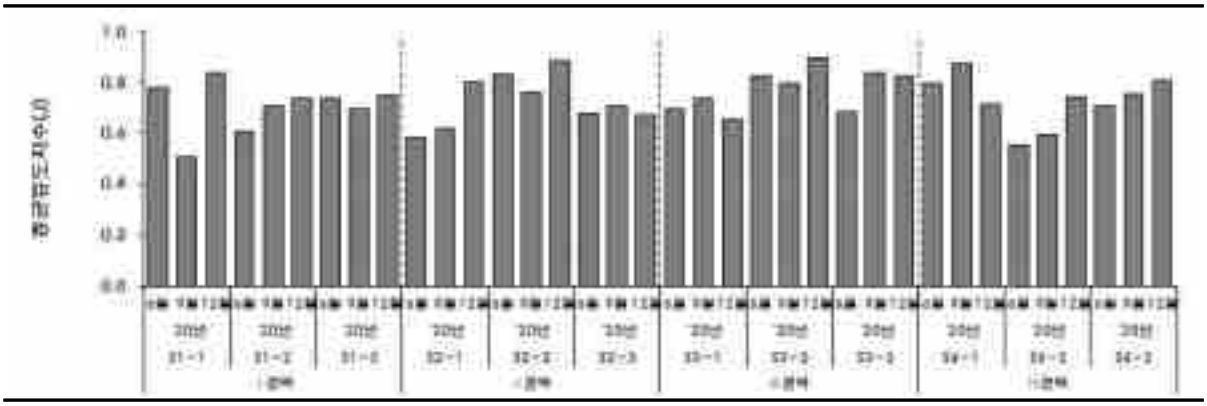
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.78±0.07(0.71~0.84), Ⅱ권역은 0.81±0.10 (0.71~0.91), Ⅲ권역은 0.84±0.13(0.67~1.00), Ⅳ권역은 0.66±0.17(0.47~0.78)로 권역 간 유사함

다) 요약

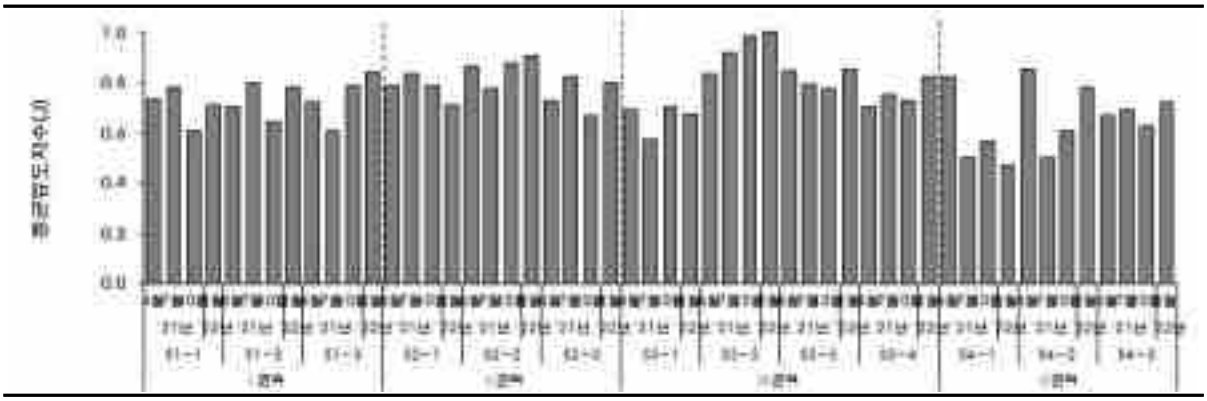
○ 종균등도지수는 권역 간 유사한 수준을 보였으며, 권역 내 정점별로 조사 시기에 따라 증감 현상을 달리 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-23> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 종균등도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.71±0.09	0.70±0.12	0.74±0.08	0.69±0.12	0.71±0.09
	2020년 9월	0.64±0.11	0.70±0.07	0.79±0.05	0.74±0.14	0.72±0.10
	2020년 12월	0.77±0.05	0.79±0.11	0.79±0.13	0.76±0.05	0.78±0.08
	평균±표준편차	0.71±0.10	0.73±0.10	0.77±0.08	0.73±0.10	0.73±0.09
2차 년도	2021년 4월	0.72±0.02	0.79±0.07	0.79±0.09	0.76±0.09	0.77±0.07
	2021년 7월	0.73±0.10	0.81±0.03	0.76±0.14	0.56±0.11	0.72±0.13
	2021년 10월	0.68±0.10	0.78±0.10	0.80±0.13	0.60±0.03	0.72±0.12
	2022년 1월	0.78±0.07	0.81±0.10	0.84±0.13	0.66±0.17	0.77±0.13
	평균±표준편차	0.73±0.08	0.80±0.07	0.79±0.12	0.65±0.13	0.75±0.12
평균±표준편차		0.72±0.08	0.77±0.09	0.78±0.10	0.68±0.12	0.74±0.11



(그림 Ⅲ-2.2.2-15) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수



(그림 Ⅲ-2.2.2-16) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종균등도지수

3) 종풍부도지수

가) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 종풍부도지수는 3.02±0.69로 2020년 6월 3.21±0.63, 9월 2.88±0.70, 12월 2.96±0.74로 계절 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 2.86±0.39(2.47~3.26), Ⅱ권역은 3.19±0.47 (2.65~3.49), Ⅲ권역은 3.80±0.86(2.84~4.51), Ⅳ권역은 3.02±0.54(2.41~3.43)로 권역 간 유사함

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3.17±0.98(2.04~3.73), Ⅱ권역은 2.76±0.33 (2.46~3.12), Ⅲ권역은 2.65±1.06(1.43~3.27), Ⅳ권역은 2.94±0.56(2.40~3.52)으로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 2.81±1.21(1.58~4.00), Ⅱ권역은 3.22±0.72 (2.44~3.86), Ⅲ권역은 3.22±0.41(2.84~3.65), Ⅳ권역은 2.60±0.64(1.97~3.25)로 권역 간 유사함

○ 권역 간 유사한 수준을 보였으며, 권역 내 정점별로 조사 시기에 따라 증감현상을 달리 보임

나) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 대형저서동물의 평균 종풍부도지수는 2.59±0.70로 2021년 4월 2.71±0.78, 7월 2.52±0.49, 10월 2.64±0.72, 2022년 1월 2.49±0.82로 계절 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 2.46±1.45(1.23~4.06), Ⅱ권역은 2.85±0.62 (1.99~2.32), Ⅲ권역은 2.69±0.62(2.10~3.34), Ⅳ권역은 2.81±0.64(1.90~3.38)로 권역 간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 2.47±0.76(1.62~3.06), Ⅱ권역은 2.13±0.18 (1.99~2.32), Ⅲ권역은 2.69±0.51(2.06~3.31), Ⅳ권역은 2.72±0.31(2.50~3.07)로 권역 간 유사함

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 2.81±0.98(1.85~3.82), Ⅱ권역은 2.80±0.71 (2.04~3.45), Ⅲ권역은 2.62±0.76(1.74~3.56), Ⅳ권역은 2.34±0.72(1.51~2.83)로 권역 간 유사함

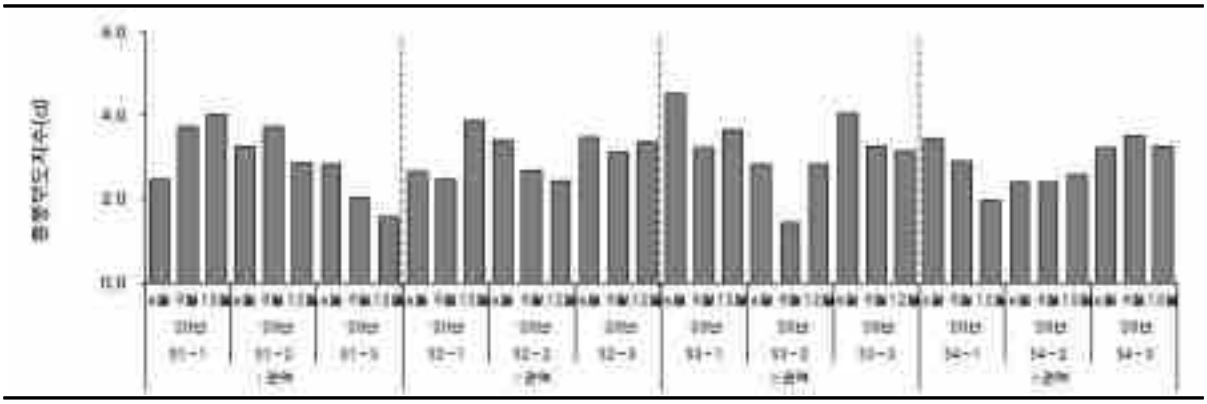
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 2.46±1.50(1.59~4.19), Ⅱ권역은 2.45±0.25 (2.28~2.73), Ⅲ권역은 2.76±0.90(1.41~3.33), Ⅳ권역은 2.20±0.54(1.73~2.79)로 권역 간 유사함

다) 요약

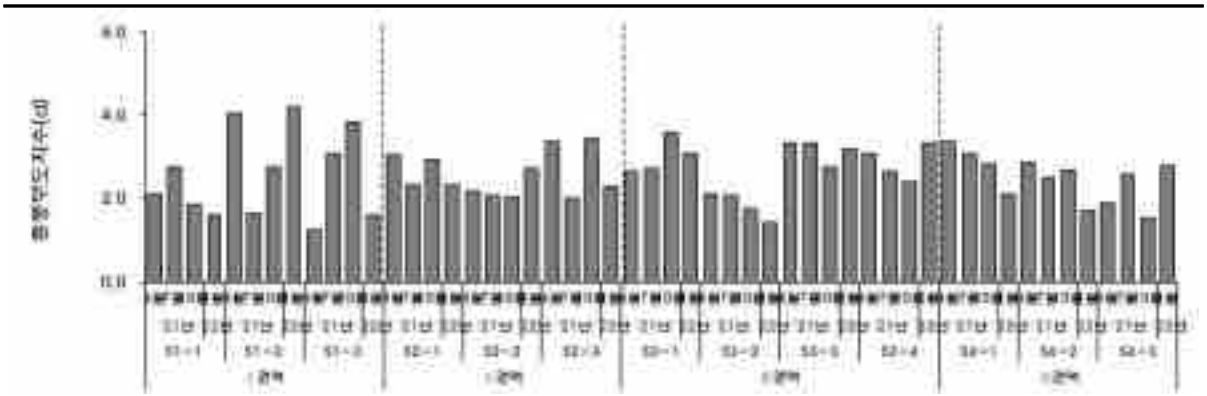
○ 종풍부도지수는 권역 간 유사한 수준을 보였으며, 권역 내 정점별로 조사 시기에 따라 증감현상을 달리 보임

<표 Ⅲ-2.2.2-24> 권역별 바지락 어장 내 대형저서동물 종풍부도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	2.86±0.39	3.19±0.47	3.80±0.86	3.02±0.54	3.21±0.63
	2020년 9월	3.17±0.98	2.76±0.33	2.65±1.06	2.94±0.56	2.88±0.70
	2020년 12월	2.81±1.21	3.22±0.72	3.22±0.41	2.60±0.64	2.96±0.74
	평균±표준편차	2.95±0.82	3.05±0.51	3.22±0.87	2.85±0.54	3.02±0.69
2차 년도	2021년 4월	2.46±1.45	2.85±0.62	2.69±0.62	2.81±0.64	2.71±0.78
	2021년 7월	2.47±0.76	2.13±0.18	2.69±0.51	2.72±0.31	2.52±0.49
	2021년 10월	2.81±0.98	2.80±0.71	2.62±0.76	2.34±0.72	2.64±0.72
	2022년 1월	2.46±1.50	2.45±0.25	2.76±0.90	2.20±0.54	2.49±0.82
	평균±표준편차	2.55±1.05	2.56±0.52	2.71±0.63	2.49±0.57	2.59±0.70
평균±표준편차		2.72±0.95	2.77±0.56	2.90±0.75	2.65±0.57	2.77±0.72



(그림 Ⅲ-2.2.2-17) 1차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수



(그림 Ⅲ-2.2.2-18) 2차년도 바지락 어장 내 대형저서동물 권역 및 정점별 종풍부도지수

2.2.3 바지락 분포 특성

가. 서식밀도

1) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 서식밀도는 287±270 개체/㎡으로 2020년 6월 404±351 개체/㎡, 9월 206±202 개체/㎡, 12월 251±212 개체/㎡가 출현하여 조사 시기간 큰 편차를 보이며, 6월에 가장 높음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 523±483 개체/㎡(210~1,080 개체/㎡), Ⅱ권역은 300±392 개체/㎡(30~750 개체/㎡), Ⅲ권역은 520±552 개체/㎡(130~910 개체/㎡), Ⅳ권역은 310±111 개체/㎡(210~430 개체/㎡)으로 Ⅰ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 357±181 개체/㎡(190~550 개체/㎡), Ⅱ권역은 170±260 개체/㎡(10~470 개체/㎡), Ⅲ권역은 270±226 개체/㎡(110~430 개체/㎡), Ⅳ권역은 50±26 개체/㎡(30~80 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 353±61 개체/㎡(300~420 개체/㎡), Ⅱ권역은 313±345 개체/㎡(80~710 개체/㎡), Ⅲ권역은 305±177 개체/㎡(180~430 개체/㎡), Ⅳ권역은 50±36 개체/㎡(20~90 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 권역 중 Ⅰ권역이 가장 높은 서식밀도를 보였으며, Ⅲ권역 중 S3-2가 모든 시기에서 바지락이 관찰되지 않음

○ 모든 권역에서 바지락 서식밀도가 2020년 6월에 가장 높은 경향성을 보임

2) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 서식밀도는 345±327 개체/㎡으로 2021년 4월 236±243 개체/㎡, 7월 429±443 개체/㎡, 10월 428±293 개체/㎡, 2022년 1월 283±285 개체/㎡가 출현하여 조사 시기간 큰 편차를 보이며, 7월과 10월이 4월과 12월보다 상대적으로 높음

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 230±210 개체/㎡(80~470 개체/㎡), Ⅱ권역은 213±240 개체/㎡(60~490 개체/㎡), Ⅲ권역은 303±404 개체/㎡(60~770 개체/㎡), Ⅳ권역은 197±223 개체/㎡(30~450 개체/㎡)으로 권역 간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 330±234 개체/㎡(180~600 개체/㎡), Ⅱ권역은 100±85 개체/㎡(20~190 개체/㎡), Ⅲ권역은 650±632 개체/㎡(150~1,360 개체/㎡), Ⅳ권역은 637±550 개체/㎡(80~1,180 개체/㎡)으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 413±176 개체/㎡(250~600 개체/㎡), Ⅱ권역은 273±176 개체/㎡(70~380 개체/㎡), Ⅲ권역은 497±440 개체/㎡(60~940 개체/㎡), Ⅳ권역은 527±396 개체/㎡(70~780 개체/㎡)으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 280±195 개체/㎡(130~500 개체/㎡), Ⅱ권역은 55±7 개체/㎡(50~60 개체/㎡), Ⅲ권역은 330±359 개체/㎡(70~740 개체/㎡), Ⅳ권역은 390±409 개체/㎡(40~840 개체/㎡)으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 권역 중 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높은 서식밀도를 보였으며, Ⅲ권역 중 S3-2가 모든 시기에서 바지락이 관찰되지 않음

○ 모든 권역에서 바지락 서식밀도가 2021년 7월과 10월에 높은 경향성을 보임

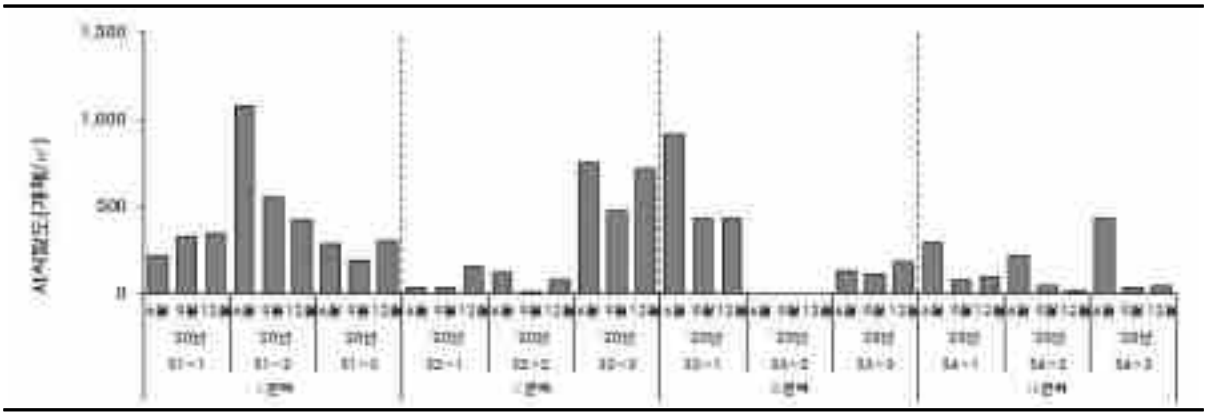
3) 요약

○ 바지락 서식밀도가 1차년도는 Ⅰ권역, 2차년도는 Ⅳ권역에서 높고, 조사 시기 중 하계(6월, 7월)와 추계(10월)에 높은 경향성을 보이는 계절성을 관찰됨

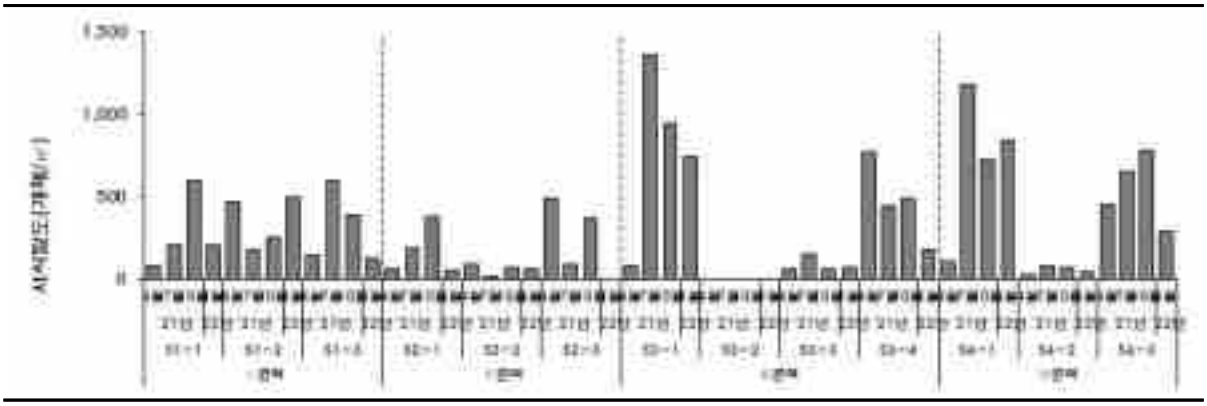
- 모든 조사 시기에서 Ⅲ권역 중 정점 S3-2에서 바지락이 꾸준하게 관찰되지 않음

<표 Ⅲ-2.2.3-1> 권역별 바지락 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	523±483	300±392	520±552	310±111	404±351
	2020년 9월	357±181	170±260	270±226	50±26	206±202
	2020년 12월	353±61	313±345	305±177	50±36	251±212
	평균±표준편차	411±273	261±300	365±303	137±143	287±270
2차 년도	2021년 4월	230±210	213±240	303±404	197±223	236±243
	2021년 7월	330±234	100±85	650±632	637±550	429±443
	2021년 10월	413±176	273±176	497±440	527±396	428±293
	2022년 1월	280±195	55±7	330±359	390±409	283±285
	평균±표준편차	313±189	170±165	445±427	438±391	345±327
평균±표준편차		355±228	211±233	418±383	309±340	321±304



(그림 Ⅲ-2.2.3-1) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 서식밀도



(그림 Ⅲ-2.2.3-2) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 서식밀도

나. 각장, 각폭, 각고

1) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 각장은 27.5±8.2 ㎜로 2020년 6월 25.8±9.0 ㎜, 9월 27.1±7.8 ㎜, 12월 30.7±5.8 ㎜로 12월에 가장 큰 크기를 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 20.1±10.8 ㎜(4.6~40.1 ㎜), Ⅱ권역은 27.6±5.7 ㎜(5.7~43.0 ㎜), Ⅲ권역은 27.8±5.9 ㎜(5.7~39.2 ㎜), Ⅳ권역은 31.3±5.5 ㎜(16.4~41.5 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각장 크기를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 24.0±8.2 ㎜(5.9~39.7 ㎜), Ⅱ권역은 29.8±5.7 ㎜(13.3~38.4 ㎜), Ⅲ권역은 30.2±4.2 ㎜(19.5~41.1 ㎜), Ⅳ권역은 28.7±11.7 ㎜(5.9~39.0 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각장 크기를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 27.4±6.1 ㎜(9.4~41.5 ㎜), Ⅱ권역은 33.7±4.3 ㎜(23.0~44.8 ㎜), Ⅲ권역은 30.8±4.2 ㎜(18.7~39.1 ㎜), Ⅳ권역은 34.4±5.3 ㎜ (21.3~40.7 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각장 크기를 나타냄

○ 바지락 각장의 시기별 빈도 분포를 보면, Ⅱ권역, Ⅲ권역과 Ⅳ권역은 모든 조사 시기에 30.0~40.0 ㎜ 크기의 개체 출현빈도가 높고, Ⅰ권역은 30.0 ㎜ 이하 크기 개체가 다른 권역에 비해 높음

○ Ⅰ권역에서 치패에 해당되는 15.0 ㎜ 이하 크기 개체가 높은 출현빈도를 나타내어, 다른 권역에 비해 상대적으로 낮은 평균 각장을 보임

○ 바지락 평균 각폭은 12.7±4.0 ㎜로 2020년 6월 11.9±4.4 ㎜, 9월 12.4±3.8 ㎜, 12월 14.2±3.1 ㎜로 12월에 가장 큰 크기를 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 9.1±5.1 ㎜(2.0~19.1 ㎜), Ⅱ권역은 12.8±2.9 ㎜(2.8~22.4 ㎜), Ⅲ권역은 13.0±3.0 ㎜(2.7~20.1 ㎜), Ⅳ권역은 14.4±3.1 ㎜(6.6~21.4 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각폭 크기를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 10.9±3.9 ㎜(2.1~19.8 ㎜), Ⅱ권역은 13.6±2.8 ㎜(5.6~17.9 ㎜), Ⅲ권역은 14.1±2.2 ㎜(8.1~20.0 ㎜), Ⅳ권역은 13.8±5.8 ㎜(2.6~19.0 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각폭 크기를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 12.5±3.1 ㎜(4.2~20.9 ㎜), Ⅱ권역은 15.7±2.6 ㎜(10.3~23.5 ㎜), Ⅲ권역은 14.5±1.9 ㎜(9.5~18.7 ㎜), Ⅳ권역은 15.5±3.4 ㎜(9.3~21.3 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각폭 크기를 나타냄

○ 바지락 평균 각고는 19.4±5.6 ㎜로 2020년 6월 18.4±6.2 ㎜, 9월 19.0±5.3 ㎜, 12월 21.5±3.9 ㎜로 12월에 가장 큰 크기를 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 14.8±7.6 ㎜(3.3~28.8 ㎜), Ⅱ권역은 19.8±4.1 ㎜(4.6~32.4 ㎜), Ⅲ권역은 19.7±4.1 ㎜(4.9~28 ㎜), Ⅳ권역은 21.7±3.9 ㎜(11.4~32.3 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각고 크기를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 17.1±5.5 ㎜(4.8~28.1 ㎜), Ⅱ권역은 20.5±4.6 ㎜(2.3~26.6 ㎜), Ⅲ권역은 21.0±2.8 ㎜(13.9~28.8 ㎜), Ⅳ권역은 20.3±8.0 ㎜(4.7~27.4 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각고 크기를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 19.6±4.2 ㎜(7.8~29.4 ㎜), Ⅱ권역은 23.4±3.3 ㎜(16.4~31.9 ㎜), Ⅲ권역은 21.4±2.6 ㎜(14.6~27.0 ㎜), Ⅳ권역은 21.4±2.6 ㎜(15.1~27.6 ㎜)로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 각고 크기를 나타냄

2) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 각장은 25.8±8.4 ㎜로 2021년 4월 31.5±4.6 ㎜, 7월 24.4±9.5 ㎜, 10월 23.6±8.1 ㎜, 2022년 1월 26.4±7.1 ㎜로 2021년 4월에 가장 큰 크기를 보임

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 30.6±5.0 ㎜(20.2~42.3 ㎜), Ⅱ권역은 33.6±4.1 ㎜(20.4~45.4 ㎜), Ⅲ권역은 29.6±4.2 ㎜(19.6~41.0 ㎜), Ⅳ권역은 33.3±3.3 ㎜(21.6~40.3 ㎜)로 권역간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 25.5±8.6 ㎜(7.6~38.3 ㎜), Ⅱ권역은 31.7±8.2 ㎜(1.4~45.1 ㎜), Ⅲ권역은 28.8±5.1 ㎜(9.7~42.6 ㎜), Ⅳ권역은 18.2±10.1 ㎜(4.6~40.0 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각장 크기를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 23.8±8.1 ㎜(9.6~39.0 ㎜), Ⅱ권역은 27.8±7.7 ㎜(13.1~42.8 ㎜), Ⅲ권역은 26.4±6.1 ㎜(11.7~40.1 ㎜), Ⅳ권역은 18.8±7.6 ㎜(5.7~45.7 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각장 크기를 나타냄

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 27.5±6.6 ㎜(10.5~38.2 ㎜), Ⅱ권역은 35.8±4.9 ㎜(25.4~41.6 ㎜), Ⅲ권역은 27.1±6.7 ㎜(10.0~43.6 ㎜), Ⅳ권역은 24.1±7.0 ㎜(12.5~38.8 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각장 크기를 나타냄

○ 바지락 각장의 시기별 빈도 분포를 보면, Ⅰ권역, Ⅱ권역과 Ⅲ권역은 모든 조사 시기에 30.0~40.0 ㎜ 크기의 개체 출현빈도가 높고, Ⅳ권역은 30.0 ㎜ 이하 크기 개체가 다른 권역에 비해 높음

○ Ⅳ권역에서 치패에 해당되는 15.0 ㎜ 이하 크기 개체가 높은 출현빈도를 나타내어, 다른 권역에 비해 상대적으로 낮은 평균 각장을 보임

○ 바지락 평균 각폭은 11.8±4.9 ㎜로 2021년 4월 14.5±2.6 ㎜, 7월 11.4±6.5 ㎜, 10월 10.6±4.1 ㎜, 2022년 1월 12.1±3.7 ㎜로 2021년 4월에 가장 큰 크기를 보임

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 14.2±2.7 ㎜(8.6~20.9 ㎜), Ⅱ권역은 15.6±2.2 ㎜(8.9~21.0 ㎜), Ⅲ권역은 13.6±2.5 ㎜(5.3~19.5 ㎜), Ⅳ권역은 15.1±2.6 ㎜(1.5~19.8 ㎜)의 범위를 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 11.7±4.1 ㎜(3.5~19.7 ㎜), Ⅱ권역은 15.3±3.5 ㎜(5.3~23.6 ㎜), Ⅲ권역은 13.8±7.7 ㎜(4.2~113.3 ㎜), Ⅳ권역은 8.1±4.8 ㎜(2.2~21.3 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각폭 크기를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 10.9±4.0 ㎜(3.4~20.6 ㎜), Ⅱ권역은 12.9±4.2 ㎜(5.5~22.1 ㎜), Ⅲ권역은 11.9±3.1 ㎜(5.3~19.2 ㎜), Ⅳ권역은 8.1±3.8 ㎜(1.8~21.9 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각폭 크기를 나타냄

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 12.8±3.5 ㎜(4.6~19.4 ㎜), Ⅱ권역은 17.6±2.6 ㎜(11.6~21.2 ㎜), Ⅲ권역은 12.3±3.4 ㎜(4.1~20.4 ㎜), Ⅳ권역은 10.8±3.6 ㎜(5.8~19.1 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각폭 크기를 나타냄

- 바지락 평균 각고는 18.6±9.7 ㎜로 2021년 4월 22.1±3.1 ㎜, 7월 17.7±12.1 ㎜, 10월 17.0±7.9 ㎜, 2022년 1월 19.5±11.0 ㎜로 2021년 4월에 가장 큰 크기를 보임
- 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 21.8±3.4 ㎜(14.5 ~ 29.4 ㎜), Ⅱ권역은 23.5±3.0 ㎜(14.7 ~ 32.0 ㎜), Ⅲ권역은 20.9±3.1 ㎜(13.4 ~ 28.4 ㎜), Ⅳ권역은 22.7±2.2 ㎜(14.6 ~ 28.1 ㎜)의 범위를 나타냄
- 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 18.5±5.9 ㎜(6.1 ~ 28.2 ㎜), Ⅱ권역은 30.7±41.4 ㎜(9.2 ~ 248.1 ㎜), Ⅲ권역은 19.8±3.7 ㎜(7.5 ~ 29.7 ㎜), Ⅳ권역은 13.2±7.0 ㎜(3.7 ~ 30.7 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각고 크기를 나타냄
- 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 17.5±5.7 ㎜(7.3 ~ 27.7 ㎜), Ⅱ권역은 19.8±5.4 ㎜(9.9 ~ 30.8 ㎜), Ⅲ권역은 18.3±4.4 ㎜(2.7 ~ 29.3 ㎜), Ⅳ권역은 14.0±11.4 ㎜(4.3 ~ 141.1 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각고 크기를 나타냄
- 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 19.7±4.5 ㎜(8.1 ~ 27.4 ㎜), Ⅱ권역은 25.3±4.2 ㎜(18.2 ~ 29.9 ㎜), Ⅲ권역은 21.9±17.9 ㎜(1.1 ~ 143.2 ㎜), Ⅳ권역은 16.9±4.8 ㎜(9.9 ~ 27.1 ㎜)로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 각고 크기를 나타냄



(그림 Ⅲ-2.2.3-3) 권역 및 시기별 바지락 각장에 대한 빈도분포도(1차년도, 2차년도)

<표 Ⅲ-2.2.3-2> 권역별 바지락 각장(㎜)

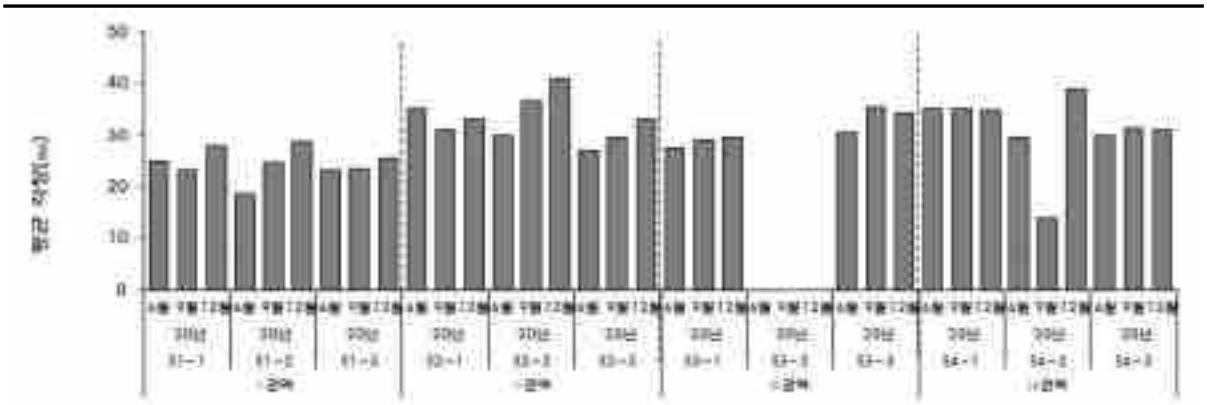
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	20.1±10.8	27.6±5.7	27.8±5.9	31.3±5.5	25.8±9.0
	2020년 9월	24.0±8.2	29.8±5.7	30.2±4.2	28.7±11.7	27.1±7.8
	2020년 12월	27.4±6.1	33.7±4.3	30.8±4.2	34.4±5.3	30.7±5.8
	평균±표준편차	23.3±9.4	30.5±5.8	29.2±5.2	31.4±6.6	27.5±8.2
2차 년도	2021년 4월	30.6±5.0	33.6±4.1	29.6±4.2	33.3±3.3	31.5±4.6
	2021년 7월	25.5±8.6	31.7±8.2	28.8±5.1	18.2±10.1	24.4±9.5
	2021년 10월	23.8±8.1	27.8±7.7	26.4±6.1	18.8±7.6	23.6±8.1
	2022년 1월	27.5±6.6	35.8±4.9	27.1±6.7	24.1±7.0	26.4±7.1
	평균±표준편차	26.3±7.8	30.9±7.2	27.9±5.7	21.4±9.5	25.8±8.4
평균±표준편차		24.8±8.8	30.7±6.5	28.3±5.6	23.3±9.8	26.4±8.4

<표 Ⅲ-2.2.3-3> 권역별 바지락 각폭(㎜)

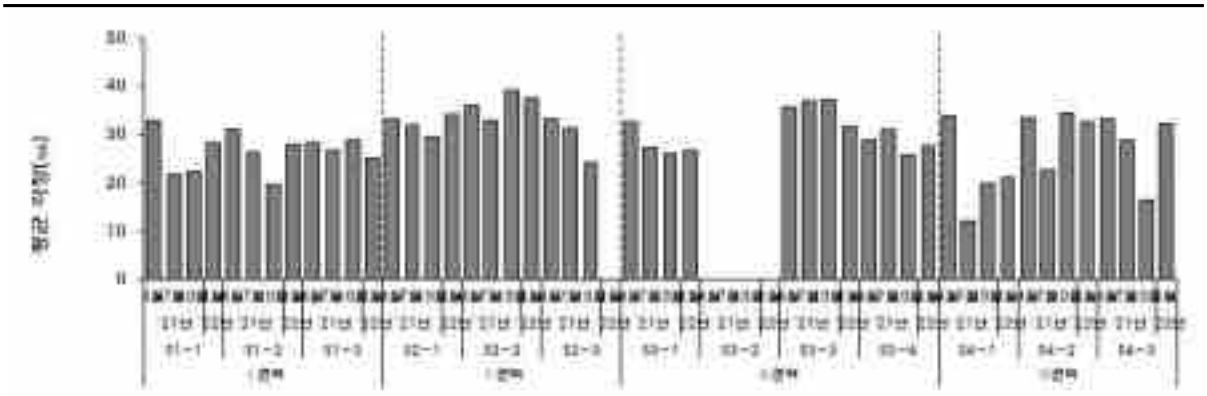
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	9.1±5.1	12.8±2.9	13.0±3.0	14.4±3.1	11.9±4.4
	2020년 9월	10.9±3.9	13.6±2.8	14.1±2.2	13.8±5.8	12.4±3.8
	2020년 12월	12.5±3.1	15.7±2.6	14.5±1.9	15.5±3.4	14.2±3.1
	평균±표준편차	10.6±4.5	14.1±3.0	13.7±2.6	14.5±3.6	12.7±4.0
2차 년도	2021년 4월	14.2±2.7	15.6±2.2	13.6±2.5	15.1±2.6	14.5±2.6
	2021년 7월	11.7±4.1	15.3±3.5	13.8±7.7	8.1±4.8	11.4±6.5
	2021년 10월	10.9±4.0	12.9±4.2	11.9±3.1	8.1±3.8	10.6±4.1
	2022년 1월	12.8±3.5	17.6±2.6	12.3±3.4	10.8±3.6	12.1±3.7
	평균±표준편차	12.1±3.9	14.5±3.7	12.9±5.3	9.5±4.6	11.8±4.9
평균±표준편차		11.4±4.3	14.3±3.4	13.2±4.7	10.4±4.9	12.1±4.6

<표 Ⅲ-2.2.3-4> 권역별 바지락 각고(㎜)

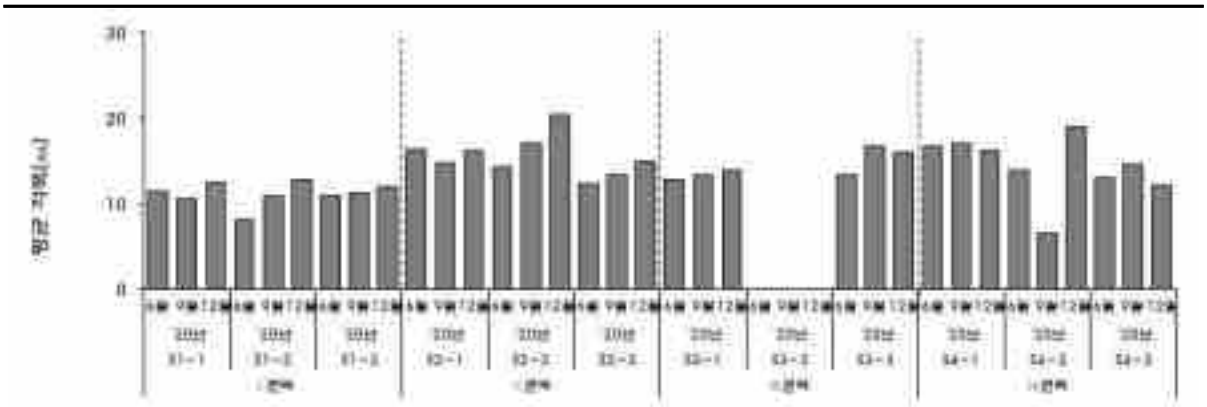
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	14.8±7.6	19.8±4.1	19.7±4.1	21.7±3.9	18.4±6.2
	2020년 9월	17.1±5.5	20.5±4.6	21.0±2.8	20.3±8.0	19.0±5.3
	2020년 12월	19.6±4.2	23.4±3.3	21.4±2.6	23.5±3.3	21.5±3.9
	평균±표준편차	16.8±6.5	21.4±4.3	20.5±3.5	21.7±4.6	19.4±5.6
2차 년도	2021년 4월	21.8±3.4	23.5±3.0	20.9±3.1	22.7±2.2	22.1±3.1
	2021년 7월	18.5±5.9	30.7±41.4	19.8±3.7	13.2±7.0	17.7±12.1
	2021년 10월	17.5±5.7	19.8±5.4	18.3±4.4	14.0±11.4	17.0±7.9
	2022년 1월	19.7±4.5	25.3±4.2	21.9±17.9	16.9±4.8	19.5±11.0
	평균±표준편차	19.1±5.4	23.1±17.3	20.0±8.5	15.3±8.4	18.6±9.7
평균±표준편차		18.0±6.1	22.2±11.9	20.1±7.4	16.5±8.2	18.9±8.4



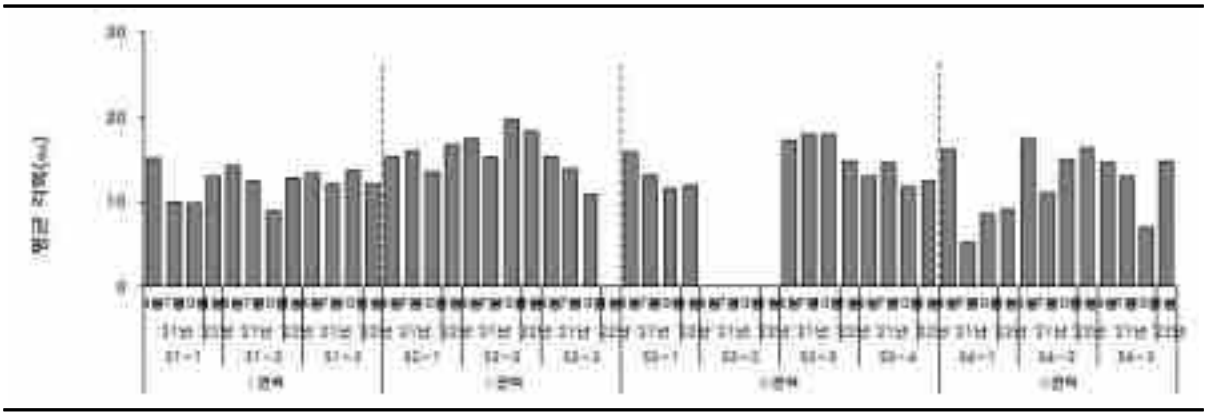
(그림 Ⅲ-2.2.3-4) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 각장



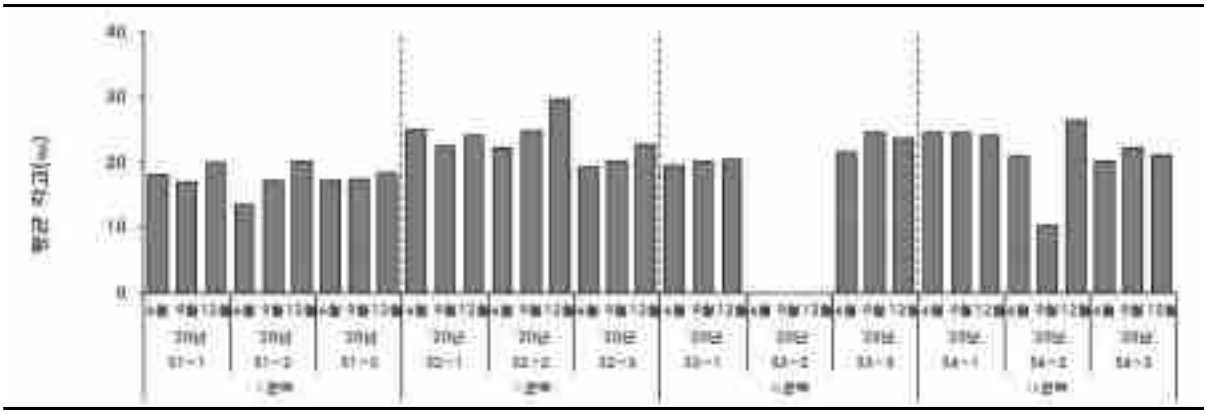
(그림 Ⅲ-2.2.3-5) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 각장



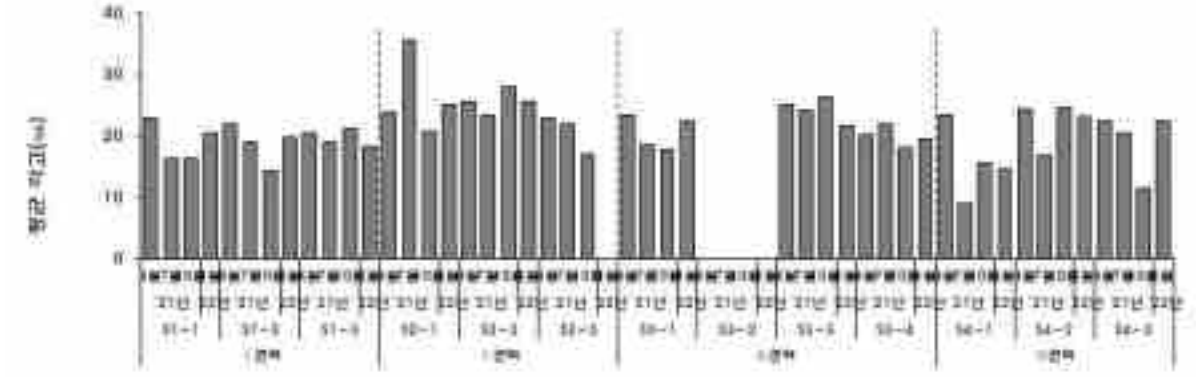
(그림 Ⅲ-2.2.3-6) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 각폭



(그림 Ⅲ-2.2.3-7) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 각폭



(그림 Ⅲ-2.2.3-8) 1차년도 권역 및 정점별 바지락 각고



(그림 Ⅲ-2.2.3-9) 2차년도 권역 및 정점별 바지락 각고

3) 요약

○ 모든 권역에서 조사 시기가 지남에 따라 바지락이 성장하는 경향을 나타내며, 권역 중 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 유사한 크기를 보인 반면, Ⅰ권역과 Ⅳ권역은 15.0㎜ 이하 치패의 출현빈도가 높아 다른 권역들이 비해 상대적으로 작은 크기를 보임

○ 권역 내에서도 조사 정점 또는 조사 시기에 따라 바지락 크기의 편차를 나타냄

○ Ⅰ권역은 꾸준하게 치패의 출현빈도가 높게 관찰됨

다. 전중량

1) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 전중량은 5.2±3.5 g으로 2020년 6월 4.7±3.5 g, 9월 4.6±3.0 g, 12월 6.4±3.4 g으로 12월에 가장 높음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 3.1±3.3 g(0.0~13.8 g), Ⅱ권역은 4.8±3.2 g(0.0~21.4 g), Ⅲ권역은 5.1±2.4 g(0.1~13.1 g), Ⅳ권역은 7.0±3.8 g(0.8~18.1 g)으로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3.4±2.9 g(0.0~12.4 g), Ⅱ권역은 5.3±2.6 g(0.4~11.1 g), Ⅲ권역은 5.7±2.4 g(1.4~14.4 g), Ⅳ권역은 6.7±4.0 g(0.1~12.5 g)으로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 4.7±2.8 g(0.2~14.8 g), Ⅱ권역은 7.9±3.7 g(2.3~21.2 g), Ⅲ권역은 6.4±2.3 g(1.8~12.5 g), Ⅳ권역은 8.3±4.0 g(1.8~15.3 g)으로 Ⅰ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

2) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 전중량은 4.4±3.5 g으로 2021년 4월 6.6±2.9 g, 7월 4.0±3.4 g, 10월 3.5±3.4 g, 2022년 1월 4.5±3.5 g으로 2021년 4월에 가장 높음

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 6.3±3.1 g(2.0~16.4 g), Ⅱ권역은 7.7±3.1 g(1.6~19.9 g), Ⅲ권역은 5.5±2.6 g(1.4~14.9 g), Ⅳ권역은 7.2±2.3 g(1.5~14.8 g)으로 Ⅲ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 4.2±3.0 g(0.1~13.2 g), Ⅱ권역은 7.5±3.8 g(0.4~20.4 g), Ⅲ권역은 5.1±2.8 g(0.2~14.7 g), Ⅳ권역은 2.3±3.2 g(0.0~17.4 g)으로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 3.6±3.0 g(0.2~13.2 g), Ⅱ권역은 5.3±4.4 g(0.5~18.8 g), Ⅲ권역은 4.0±2.6 g(0.3~12.9 g), Ⅳ권역은 2.0±3.1 g(0.1~20.4 g)으로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

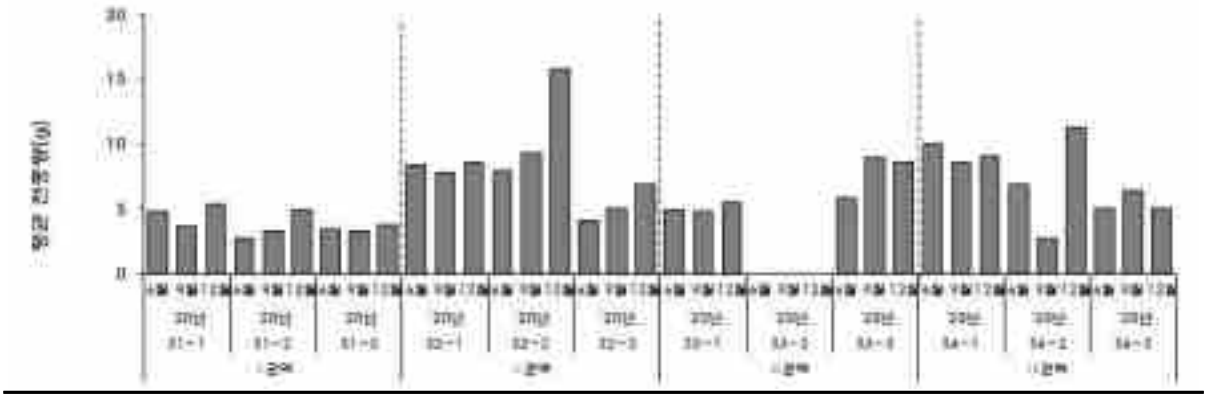
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 5.0±3.0 g(0.2~12.2 g), Ⅱ권역은 11.1±4.1 g(3.1~16.7 g), Ⅲ권역은 4.6±3.2 g(0.2~16.7 g), Ⅳ권역은 3.5±3.3 g(0.4~12.9 g)으로 Ⅳ권역에서 가장 낮은 전중량을 나타냄

3) 요약

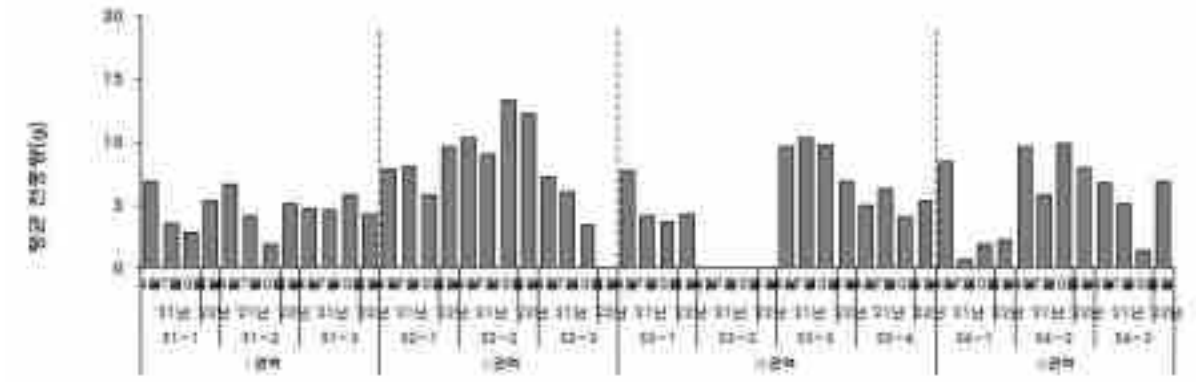
○ 바지락 전중량은 권역 중 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 유사한 수준의 전중량을 보이며, Ⅰ권역 및 2차년도 Ⅳ권역은 치패의 출현빈도가 높아 낮은 수준을 보임

<표 Ⅲ-2.2.3-5> 권역별 바지락 전중량(g)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	3.1±3.3	4.8±3.2	5.1±2.4	7.0±3.8	4.7±3.5
	2020년 9월	3.4±2.9	5.3±2.6	5.7±2.4	6.7±4.0	4.6±3.0
	2020년 12월	4.7±2.8	7.9±3.7	6.4±2.3	8.3±4.0	6.4±3.4
	평균±표준편차	3.7±3.1	6.2±3.6	5.6±2.5	7.2±3.9	5.2±3.5
2차 년도	2021년 4월	6.3±3.1	7.7±3.1	5.5±2.6	7.2±2.3	6.6±2.9
	2021년 7월	4.2±3.0	7.5±3.8	5.1±2.8	2.3±3.2	4.0±3.4
	2021년 10월	3.6±3.0	5.3±4.4	4.0±2.6	2.0±3.1	3.5±3.4
	2022년 1월	5.0±3.0	11.1±4.1	4.6±3.2	3.5±3.3	4.5±3.5
	평균±표준편차	4.6±3.2	6.8±4.1	4.8±2.8	3.0±3.5	4.4±3.5
평균±표준편차		4.1±3.2	6.5±3.9	5.0±2.7	3.8±3.9	4.7±3.5



(그림 Ⅲ-2.2.3-10) 1차년도 바지락 권역 및 정점별 전중량



(그림 Ⅲ-2.2.3-11) 2차년도 바지락 권역 및 정점별 전중량

라. 비만도

1) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 비만도는 0.46±0.16으로 2020년 6월 0.48±0.20, 9월 0.47±0.15, 12월 0.44±0.10으로 시기 간 유사함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 0.43±0.26(0.01~0.93), Ⅱ권역은 0.61±0.14(0.10~0.91), Ⅲ권역은 0.48±0.13(0.01~0.68), Ⅳ권역은 0.45±0.10(0.22~0.69)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.52±0.14(0.10~0.95), Ⅱ권역은 0.51±0.13(0.13~0.92), Ⅲ권역은 0.35±0.06(0.20~0.51), Ⅳ권역은 0.39±0.18(0.10~0.65)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.46±0.10(0.10~0.74), Ⅱ권역은 0.46±0.08(0.17~0.59), Ⅲ권역은 0.37±0.07(0.13~0.50), Ⅳ권역은 0.39±0.11(0.20~0.51)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역은 6월에 비만도가 높고, Ⅰ권역은 9월에 높은 수준을 보임

2) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장에서 출현한 바지락 평균 비만도는 0.40±0.15로 2021년 4월 0.56±0.14, 7월 0.32±0.13, 10월 0.40±0.13, 2022년 1월 0.38±0.10의 범위를 나타냄

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.50±0.16(0.17~0.99), Ⅱ권역은 0.58±0.11(0.23~0.81), Ⅲ권역은 0.59±0.16(0.20~0.92), Ⅳ권역은 0.57±0.10(0.36~0.82)으로 권역 간 유사함

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.25±0.12(0.02~0.75), Ⅱ권역은 0.31±0.10(0.10~0.50), Ⅲ권역은 0.39±0.10(0.10~0.680), Ⅳ권역은 0.28±0.13(0.02~0.75)로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.36±0.11(0.09~0.78), Ⅱ권역은 0.45±0.13(0.16~0.91), Ⅲ권역은 0.44±0.11(0.20~0.84), Ⅳ권역은 0.38±0.16(0.01~0.94)로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.35±0.09(0.15~0.70), Ⅱ권역은 0.38±0.06(0.27~0.47), Ⅲ권역은 0.39±0.10(0.11~0.83), Ⅳ권역은 0.38±0.10(0.13~0.72)로 권역 간 유사함

○ 모든 권역에서 4월에 가장 높은 비만도를 나타냄

3) 요약

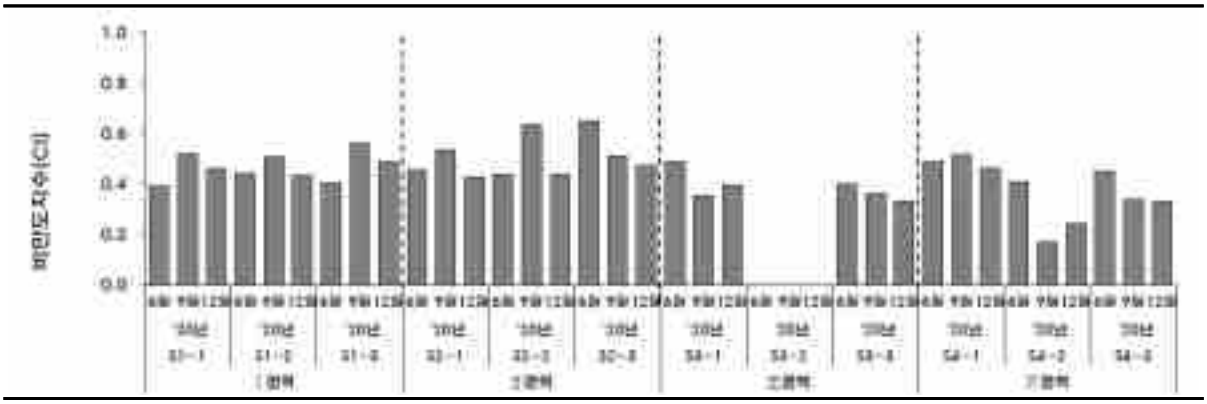
○ 바지락 산란 시기는 비만도가 가장 높은 시기부터 급격히 감소하는 기간까지 산란 시기로 추정하고 있으며(Kim, 2012, Parkand Choi, 2004, Uddin, 2010), 인천 선재도와 부안

곰소만의 경우 6월부터 10월 사이에 산란이 발생되며, 7월부터 9월 사이가 주요 산란 시기로 추정됨(Kim, 2012; Chun g et al., 1994)

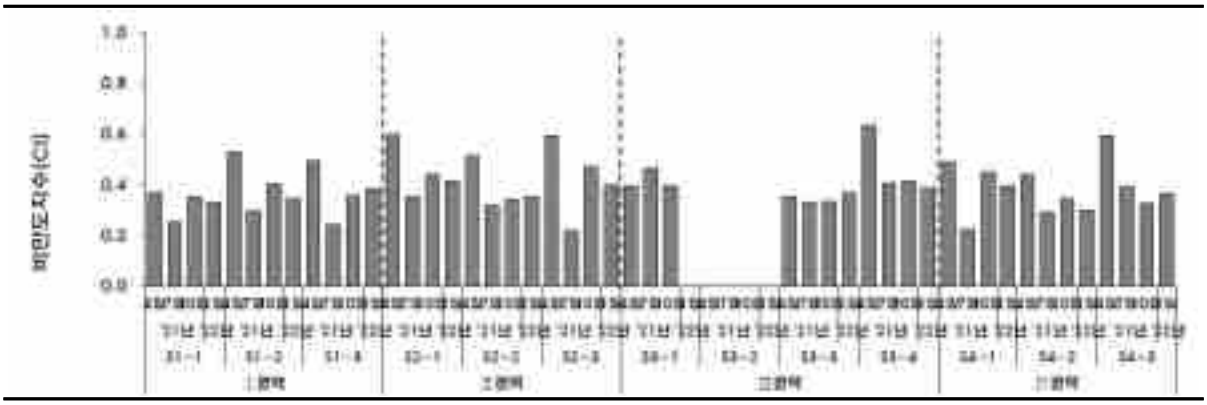
○ 인천 연안어장 시기에 따른 권역별 비만도를 살펴본 결과, 대부분 비만도가 증가한 후 감소하는 4~9월 사이가 산란 시기로 추정되나, 정확한 산란 시기는 향후 모니터링 자료를 통해 가능함

<표 Ⅲ-2.2.3-6> 권역별 바지락 비만도(g)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.43±0.26	0.61±0.14	0.48±0.13	0.45±0.10	0.48±0.20
	2020년 9월	0.52±0.14	0.51±0.13	0.35±0.06	0.39±0.18	0.47±0.15
	2020년 12월	0.46±0.10	0.46±0.08	0.37±0.07	0.39±0.11	0.44±0.10
	평균±표준편차	0.46±0.20	0.53±0.14	0.42±0.12	0.43±0.12	0.46±0.16
2차 년도	2021년 4월	0.50±0.16	0.58±0.11	0.59±0.16	0.57±0.10	0.56±0.14
	2021년 7월	0.25±0.12	0.31±0.10	0.39±0.10	0.28±0.13	0.32±0.13
	2021년 10월	0.36±0.11	0.45±0.13	0.44±0.11	0.38±0.16	0.40±0.13
	2022년 1월	0.35±0.09	0.38±0.06	0.39±0.10	0.38±0.10	0.38±0.10
	평균±표준편차	0.36±0.15	0.47±0.15	0.44±0.14	0.37±0.15	0.40±0.15
평균±표준편차		0.41±0.18	0.50±0.14	0.43±0.13	0.38±0.15	0.42±0.16



(그림 Ⅲ-2.2.3-12) 1차년도 바지락 권역 및 정점별 비만도



(그림 Ⅲ-2.2.3-13) 2차년도 바지락 권역 및 정점별 비만도

마) 바지락 분포 특성과 퇴적환경 요인간의 상관관계

○ 퇴적물 속에 서식하는 바지락은 퇴적환경 조건에 따라 생존율, 생리 및 성장 등이 직·간접적으로 영향을 받음

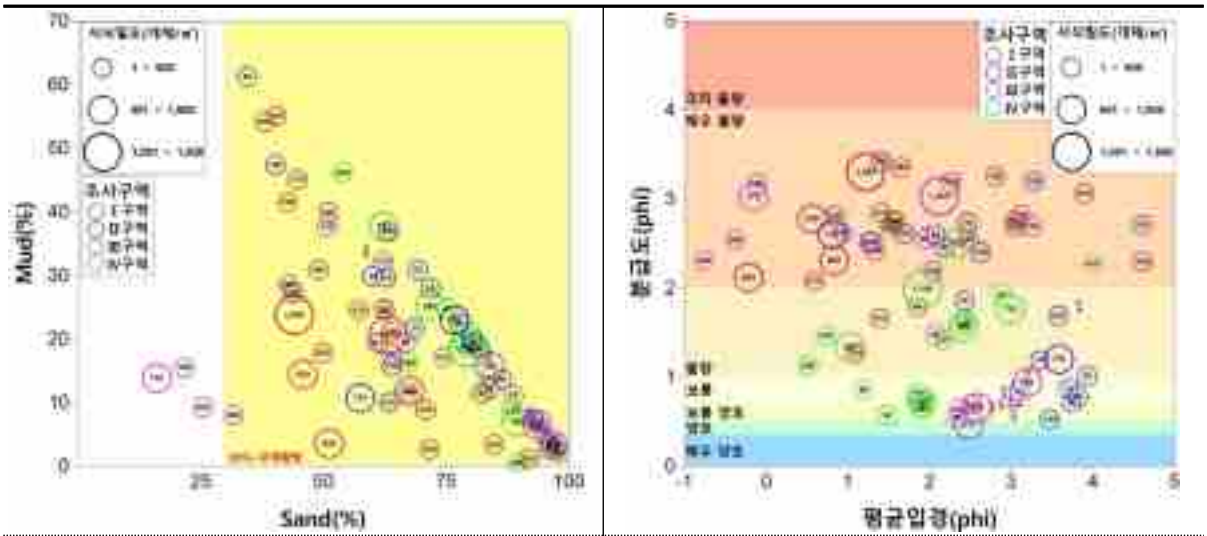
○ 퇴적물의 평균입도 및 경도는 바지락 잠입활동(城戶 *et al.,* 1996; 阿久津 *et al.,* 1995) 및 서식처 기질 유동의 변화를 일으키고(柿野, 2005), 또한 부유유생 정착에 있어 착저 기질 선택과 그에 따른 분포 양상에 영향을 미침(Kim, 2012)

○ 인천 연안에서 바지락이 출현한 지역의 퇴적 환경은 평균 자갈함량 12.3±16.2%, 모래 함량 68.1±20.9%, 펄 함량 19.7±15.2%, 평균입도 2.1±1.2Φ, 분급도 2.0±0.9로 바지락의 주요 분포대가 모래 함량이 30.0% 이상이며, 다양한 크기의 입자들로 구성된 조립한 퇴적 환경에서 형성됨

○ 인천 연안어장 내 바지락이 출현하지 않은 지역은 평균 자갈함량 1.0±2.9%, 모래 함량 88.7±12.8%, 펄 함량 10.3±10.2%, 평균입도 3.1±0.3Φ, 분급도 0.9±0.4Φ로 바지락 출현 지역보다 펄 함량이 낮고, 균일한 크기의 입자들로 구성된 퇴적 환경을 보임

<표 Ⅲ-2.2.3-7> 인천 연안 바지락 어장 퇴적환경

구 분		자갈함량	모래 함량	*펄 함량*	평균입도	분급도
		%			Φ	
바지락 서식 여부	출현	12.3±16.2	68.1±20.9	19.7±15.2	2.1±1.2	2.0±0.9
	미출현	1.0±2.9	88.7±12.8	10.3±10.2	3.1±0.3	0.9±0.4



펄과 모래 함량 | 분급도와 평균입도

(그림 Ⅲ-2.2.3-14) 바지락과 퇴적물간 분포특성

○ 바지락에게 적합한 저질은 모래 함량이 60~70% 비율로 섞인 곳으로(해양수산부, 2013), 서해안의 바지락 양식장에서 종패가 많이 생산되는 지역은 평균 입도와 분급도가 각각

1.0 ~ 4.0Φ, 2.2 ~ 3.3Φ이며(Park *et al.,* 2013), 태안군 갯벌 중 평균 입도가 3.5Φ, 모래 함량이 55.0% 이상 그리고 펄 함량이 25%인 지역에서 바지락 생산성이 높음(Lee, 2016)

○ 이러한 연구결과를 종합해 보면, 바지락 서식에 적합한 퇴적환경은 크기가 다양한 입자들이 섞인 불량한 조립질인 것으로 판단됨

○ 모래와 실트가 적합하게 혼합될 경우, 지반 움직임이 안정되고, 바지락의 먹이원이 되는 유기물도 풍부하며, 불량한 분급으로 인하여 바지락의 부유유생이 착저하기 유리한 와류가 형성됨에 따라 종패의 생산량 증대를 기대할 수 있음(Park *et al.,* 2013)

○ 인천 연안 바지락 어장의 퇴적 환경은 바지락 서식에 적합한 조건을 지닌 것으로 판단되며, 바지락이 출현하지 않은 Ⅲ권역 중 정점 S3-2는 바지락 서식 적정 퇴적 환경보다 상대적으로 고른 퇴적물 조성을 보이는 것으로 분석됨

바) 바지락 서식 유해생물(쏙) 분포 현황

○ 쏙(*Upogebia major*)은 갑각류에 속하는 종으로(Haan, 1841) 우리나라 조간대 상부 갯벌에 주로 분포하며(Hong, 2013), 펄 속에 Y자 모양의 굴을 파고 그 안에 서식함

○ 이러한 서식 형태로 인하여 쏙은 바지락과 공간경쟁을 하며, 바지락 서식처를 침해하는 유해생물로 알려짐(Hong, 2013)

○ 바지락 어장을 대상으로 쏙 현황조사 결과, 평균 10±81개체/㎡(10 ~ 760개체/㎡)로, Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역에서 관찰되었으며, 특히 Ⅲ권역 중 S3-3(선재도)에서 가장 높음

○ 문헌 조사결과, 인천광역시 옹진군 선재도 앞어장이나 불섬 등지에서는 위치에 따라 300~400개체/㎡로 높은 밀도 분포를 보이는 것으로 조사됨(Hong, 2013)

○ 본 현황 조사결과에서도 Ⅲ권역 중 선재도에 위치한 어장에서 쏙 서식밀도가 다른 권역에 비해 상대적으로 높아, 바지락 서식 조건에 있어 유해생물인 쏙으로 인해 불리한 환경인 것으로 판단됨



(그림 Ⅲ-2.2.3-15) 권역 및 정점별 쏙 서식밀도

4) 바지락 어장 어장환경평가

○ 어장관리법에서 규정하고 있는 어장환경평가의 대상은 어류를 양식하는 가두리양식업 어장으로 하고 있으나, 인천 연안에 위치하고 있는 바지락 어장에 대한 객관적인 평가를 진행하기 위해 시범적으로 적용함

가) 총유기탄소량

(1) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장의 평균 TOC는 2.46±1.08 ㎎/g dry로 2020년 6월 2.38±1.05 ㎎/g dry, 9월 2.36±1.05 ㎎/g dry, 12월 2.65±1.21 ㎎/g dry로 시기간 유사한 수준을 나타내었으며, 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 3.03±1.33 ㎎/g dry(1.5~3.9 ㎎/g dry), Ⅱ권역은 1.77±0.65 ㎎/g dry(1.1~2.4 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 1.83±0.49 ㎎/g dry(1.5~2.4 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 2.87±1.27 ㎎/g dry(1.9~4.3 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3.80±0.75 ㎎/g dry(3.1~4.6 ㎎/g dry), Ⅱ권역은 2.23±0.06 ㎎/g dry(2.2~2.3 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 1.93±0.70 ㎎/g dry(1.2~2.6 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 1.47±0.67 ㎎/g dry(00.9~2.2 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 4.03±1.40 ㎎/g dry(2.9~5.6 ㎎/g dry), Ⅱ권역은 2.60±0.75 ㎎/g dry(1.9~3.4 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 1.60±0.36 ㎎/g dry(1.3~2.0 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 2.37±0.86 ㎎/g dry(1.6~3.3 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

(2) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장의 평균 TOC는 3.06±2.19 ㎎/g dry로 2021년 4월 3.55±2.26 ㎎/g dry, 7월 3.49±2.28 ㎎/g dry, 10월 2.89±2.81 ㎎/g dry, 2022년 1월 2.29±1.02 ㎎/g dry로 시기간 유사한 수준을 나타내었으며, 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 3.33±1.70 ㎎/g dry(1.6~5.00㎎/g dry), Ⅱ권역은 5.63±2.61 ㎎/g dry(3.7~8.6 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 3.53±2.48 ㎎/g dry(1.5~7.1 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 1.73±0.42 ㎎/g dry(1.4~2.2 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 3.40±1.82 ㎎/g dry(2.3~5.5 ㎎/g dry), Ⅱ권역은

3.00±1.56 ㎎/g dry(2.1~4.8 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 4.65±3.56 ㎎/g dry(2.1~9.9 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 2.53±1.45 ㎎/g dry(1.6~4.2 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 2.9±1.18 ㎎/g dry(1.9~4.2 ㎎/g dry), Ⅱ권역은 2.6±1.22 ㎎/g dry(1.8~4.0 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 4.2±5.01 ㎎/g dry(1.4~11.7 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 1.43±0.15 ㎎/g dry(1.3~1.6 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 2.40±1.44 ㎎/g dry(1.2~4.0 ㎎/g dry), Ⅱ권역은 2.50±0.95 ㎎/g dry(1.6~3.5 ㎎/g dry), Ⅲ권역은 2.73±0.97 ㎎/g dry(1.9~4.1 ㎎/g dry), Ⅳ권역은 1.40±0.46 ㎎/g dry(0.9~1.8 ㎎/g dry)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

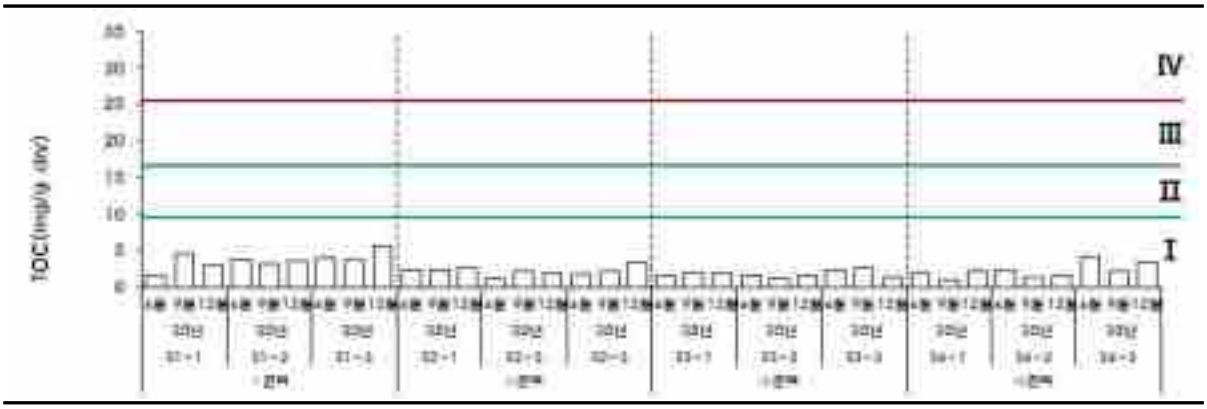
(3) 요약

○ 권역별 바지락 어장 조사결과, 총유기탄소량 어장환경평가 기준으로 가장 우수한 1점에 해당되는 수준으로 평가됨

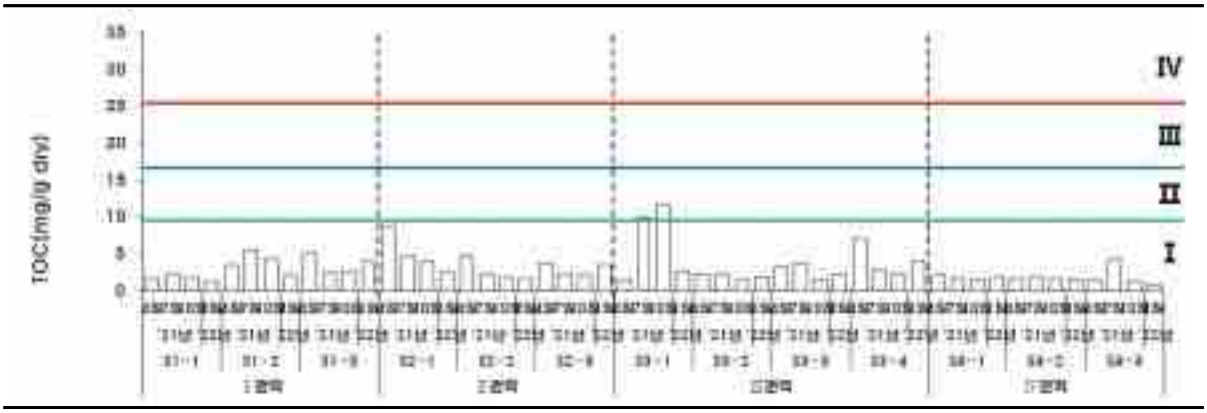
- 권역별 지점 중 2022년 10월에 Ⅲ권역 중 정점 S3-1에서 2점에 해당되는 총유기탄소량 값을 보임

<표 Ⅲ-2.2.3-8> 권역별 바지락 어장 총유기탄소량과 어장환경 점수(㎎/g dry)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	3.03±1.33	1.77±0.65	1.83±0.49	2.87±1.27	2.38±1.05
		1점	1점	1점	1점	1점
	2020년 9월	3.80±0.75	2.23±0.06	1.93±0.70	1.47±0.67	2.36±1.05
		1점	1점	1점	1점	1점
	2020년 12월	4.03±1.40	2.60±0.75	1.60±0.36	2.37±0.86	2.65±1.21
		1점	1점	1점	1점	1점
	평균±표준편차	3.62±1.13	2.20±0.62	1.79±0.49	2.23±1.04	2.46±1.08
		1점	1점	1점	1점	1점
2차 년도	2021년 4월	3.33±1.70	5.63±2.61	3.53±2.48	1.73±0.42	3.55±2.26
		1점	1점	1점	1점	1점
	2021년 7월	3.40±1.82	3.00±1.56	4.65±3.56	2.53±1.45	3.49±2.28
		1점	1점	1점	1점	1점
	2021년 10월	2.90±1.18	2.60±1.22	4.20±5.01	1.43±0.15	2.89±2.81
		1점	1점	1점	1점	1점
	2022년 1월	2.40±1.44	2.50±0.95	2.73±0.97	1.40±0.46	2.29±1.02
		1점	1점	1점	1점	1점
	평균±표준편차	3.01±1.39	3.43±1.98	3.78±3.09	1.78±0.83	3.06±2.19
		1점	1점	1점	1점	1점
평균±표준편차		3.27±1.29	2.90±1.64	3.06±2.64	1.97±0.93	2.81±1.84
		1점	1점	1점	1점	1점



(그림 Ⅲ-2.2.3-16) 1차년도 바지락 어장 권역별 총유기탄소량과 어장환경평가 등급



(그림 Ⅲ-2.2.3-17) 2차년도 바지락 어장 권역별 총유기탄소량과 어장환경평가 등급

나) 대형저서동물지수(BHI)

(1) 1차년도

○ 1차년도 바지락 어장의 평균 대형저서동물지수는 83±8로 2020년 6월 82±9, 9월 83±7, 12월 84±7로 시기간 80 이상으로 유사한 수준을 나타내었으며, 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 83±12(72~96), Ⅱ권역은 83±9(73~88), Ⅲ권역은 83±10(73~91), Ⅳ권역은 78±11(65~85)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 86±7(78~93), Ⅱ권역은 81±8(72~87), Ⅲ권역은 87±7(79~93), Ⅳ권역은 79±5(73~82)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 82±10(71~90), Ⅱ권역은 82±5(76~86), Ⅲ권역은 85±8(76~92), Ⅳ권역은 85±9(76~93)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

(2) 2차년도

○ 2차년도 바지락 어장의 평균 대형저서동물지수는 82±10로 2021년 4월 84±8, 7월 85±11, 10월 82±10, 2022년 1월 79±11로 시기간 유사한 수준을 나타내었으며, 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 86±15(71~100), Ⅱ권역은 83±6(79~91), Ⅲ권역은 86±7(80~92), Ⅳ권역은 78±3(74~81)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

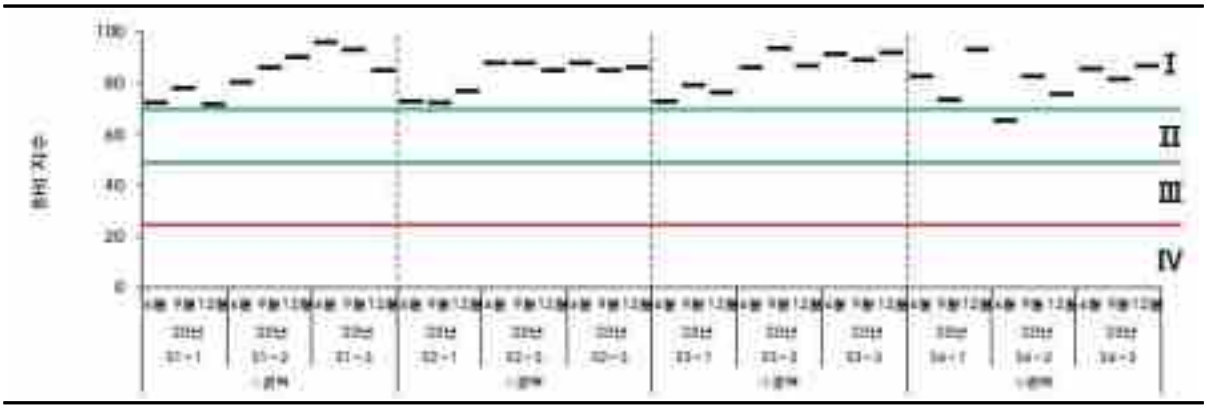
○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 86±7(56~96), Ⅱ권역은 81±8(79~95), Ⅲ권역은 87±7(75~92), Ⅳ권역은 79±5(87~93)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 83±4(78~86), Ⅱ권역은 88±6(82~95), Ⅲ권역은 85±9(74~93), Ⅳ권역은 73±14(57~84)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

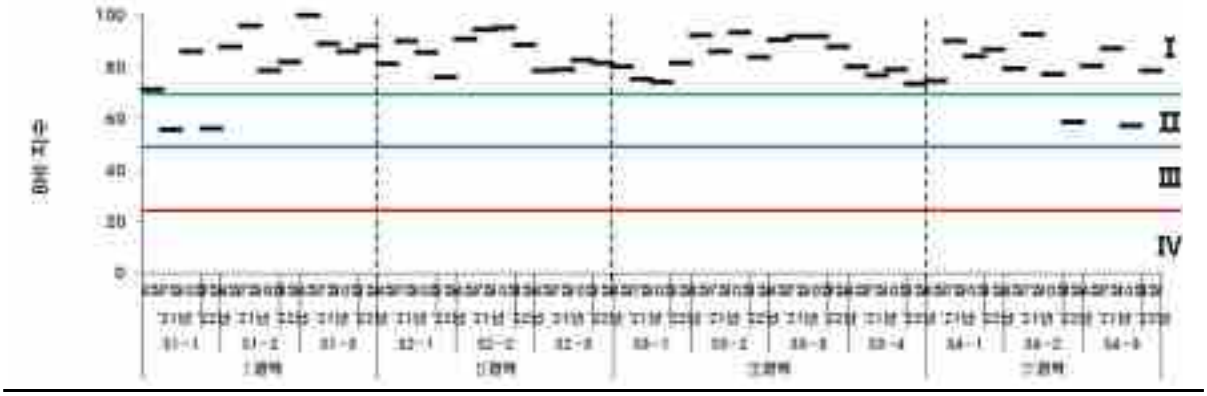
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 75±17(56~88), Ⅱ권역은 82±6(76~88), Ⅲ권역은 81±6(73~88), Ⅳ권역은 75±14(59~87)로 모든 권역에서 어장환경평가 기준으로 1점에 해당됨

<표 Ⅲ-2.2.3-9> 권역별 바지락 어장 대형저서동물지수 어장환경 점수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	83±12	83±9	83±10	78±11	82±9
		1점	1점	1점	1점	1점
	2020년 9월	86±7	81±8	87±7	79±5	83±7
		1점	1점	1점	1점	1점
	2020년 12월	82±10	82±5	85±8	85±9	84±7
		1점	1점	1점	1점	1점
	평균±표준편차	83±9	82±7	85±7	81±8	83±8
		1점	1점	1점	1점	1점
2차 년도	2021년 4월	86±15	83±6	86±7	78±3	84±8
		1점	1점	1점	1점	1점
	2021년 7월	80±22	88±8	82±8	90±3	85±11
		1점	1점	1점	1점	1점
	2021년 10월	83±4	88±6	85±9	73±14	82±10
		1점	1점	1점	1점	1점
	2022년 1월	75±17	82±6	81±6	75±14	79±11
		1점	1점	1점	1점	1점
	평균±표준편차	81±14	85±6	83±7	79±11	82±10
		1점	1점	1점	1점	1점
평균±표준편차		82±12	84±6	84±7	80±10	82±9
		1점	1점	1점	1점	1점



(그림 Ⅲ-2.2.3-18) 1차년도 바지락 어장 권역별 대형저서동물지수 어장환경평가 등급



(그림 Ⅲ-2.2.3-19) 2차년도 바지락 어장 권역별 대형저서동물지수 어장환경평가 등급

(3) 요약

○ 권역별 바지락 어장환경평가 결과, 어장환경평가 기준으로 가장 우수한 1점에 해당되는 수준으로 평가됨

- 권역별 지점 중 2020년 6월과 2022년 1월에 Ⅳ권역 중 정점 S4-2, 2021년 7월과 2022년 1월에 Ⅰ권역 중 정점 S1-1, 2021년 10월에 Ⅳ권역 중 정점 S4-3에서 비교적 높은 유기물 농도에서 높은 밀도로 출현하는 종들의 점유율이 높아 어장환경 기준 2점에 해당되는 대형저서동물지수 56~65로 평가됨

다) 어장환경평가

○ 어장관리법에서 규정하고 있는 어장환경평가의 대상은 어류를 양식하는 가두리양식업 어장으로 하고 있으나, 인천 연안에 위치하고 있는 바지락 어장에 대한 객관적인 평가를 진행하기 위해 시범적으로 적용한 결과, 권역별 13개 바지락 어장에서 어장환경평가 기준 1등급에 해당되어 안정적인 어장환경을 지닌 것으로 평가됨

○ 현재 적용한 어장환경평가 결과를 직접적으로 활용할 수는 없으나, 인천 연안에 위치하고

있는 어장에 대한 객관적인 평가지표를 개발하여 어장환경을 진단하고, 평가에 따라 어장환경을 저해시키는 환경인자를 지속적으로 제거하는 노력이 필요할 것으로 판단됨

다. 고찰

○ 조사시기에 따른 바지락 어장별 퇴적물 구성비 차이는 크지 않았으며, 전반적으로 모든 권역에서 모래가 우세한 퇴적상을 보임

○ 함수율은 평균입도와 양호한 상관성을 보여 세립한 퇴적상을 보인 권역의 정점에서 상대적으로 높음

○ 유기물 항목(강열감량, 화학적산소요구량 및 총유기탄소)은 본 조사결과 모든 권역에서 기존 문헌 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사되었으며, 총유기탄소(TOC)는 수산생물 서식 어장환경기준(20㎎/g-dry, 2%)을 만족함

○ 산휘발성황화물(AVS)은 수산생물 서식 어장환경 기준(0.5㎎/ g)을 만족함

<표 Ⅲ-2.2.3-10> 바지락 어장 환경 조건

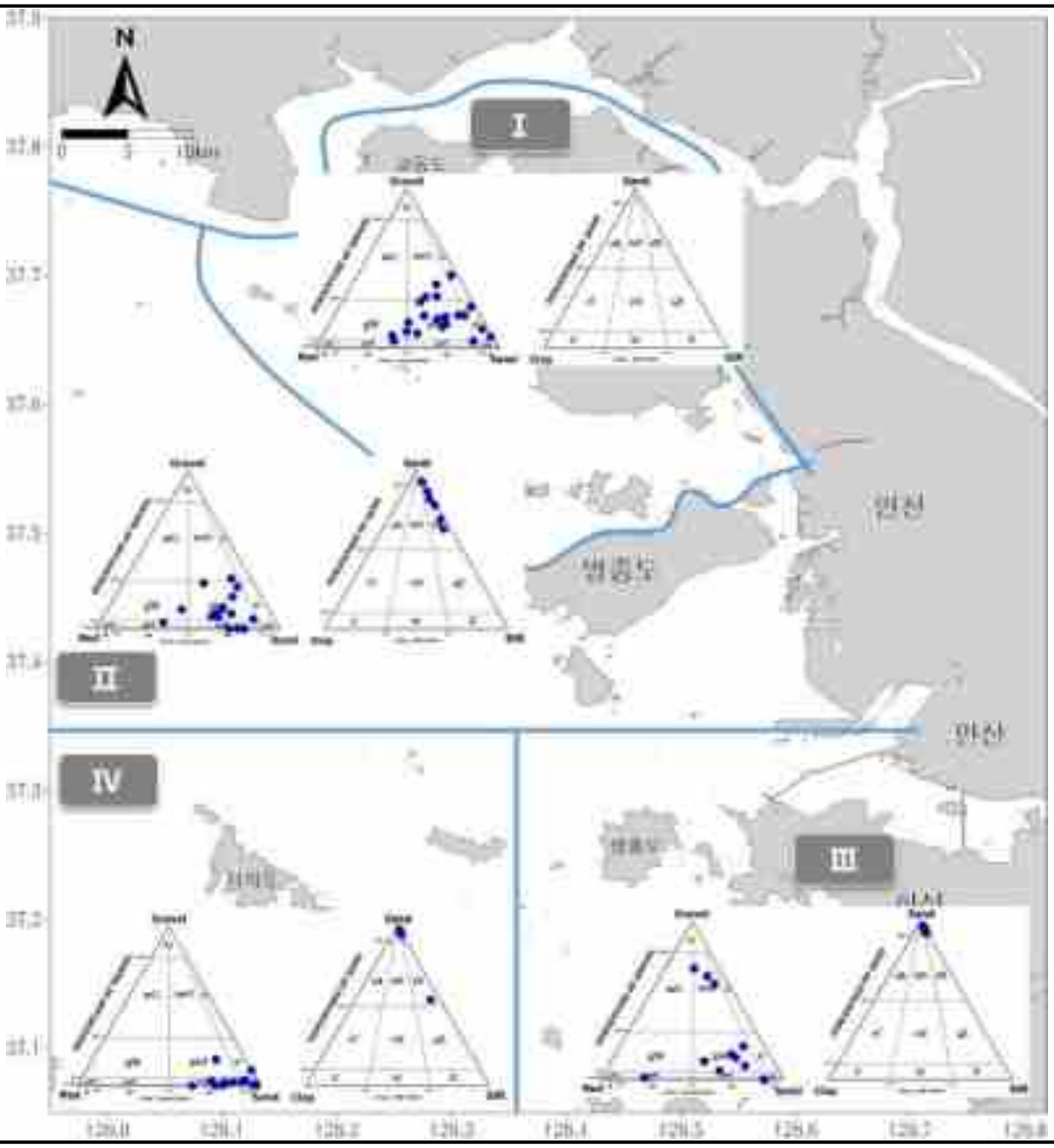
항목	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
평균입도	-0.22~4.61Φ (평균 1.80Φ)	0.81~4.61Φ (평균 2.90Φ)	-0.76~5.51Φ (평균 2.18Φ)	0.51~3.99Φ (평균 1.97Φ)
	모래가 우세한 조립한 퇴적상			
총유기탄소	수산생물서식어장환경기준(20㎎/g-dry) 만족			
강열감량	Ⅰ, Ⅲ권역이 Ⅱ, Ⅳ권역 보다 높음			
COD	대체로 Ⅰ권역에서 상대적으로 높음			
함수율	시기 및 권역별 유사한 변동			
AVS	수산생물 서식 어장환경 기준(0.5㎎/g) 이하			

○ 바지락 어장 내 대형저서동물은 우리나라 서해안과 남해안 조간대에서 흔히 관찰되는 길게(*M. dilatatus*), 칠게(*M. japonicus*), 민챙이(*B. caurina*), 동죽(*M. quadran gularis*), 가무락조개(*C. sinensis*) 등이 모든 권역에서 상위 우점종으로 출현함

○ 바지락 서식밀도는 권역 중 Ⅰ권역이 가장 많고, Ⅳ권역이 가장 적으며, 어장별로 살펴보면, 신도, 포내, 영암 어촌계가 많고, 외리 어촌계는 바지락이 출현하지 않음

○ 바지락 각장 크기는 시기에 따라 성장하는 경향성을 보이며, Ⅰ권역(장봉도, 신도, 시도)에서 치패(15 ㎜이하) 출현빈도가 높음

○ 인천 연안에서 바지락이 출현한 지역의 퇴적환경은 평균 자갈함량 12.3±16.2%, 모래 함량 68.1±20.9%, 펄 함량 19.7±15.2%, 평균입도 2.1±1.2Φ(극세립사), 분급도 2.0±0.9(불량)로 바지락의 주요 분포대가 모래 함량이 30.0% 이상이며, 다양한 크기의 입자들로 구성된 조립한 퇴적환경을 선호하는 것으로 분석됨

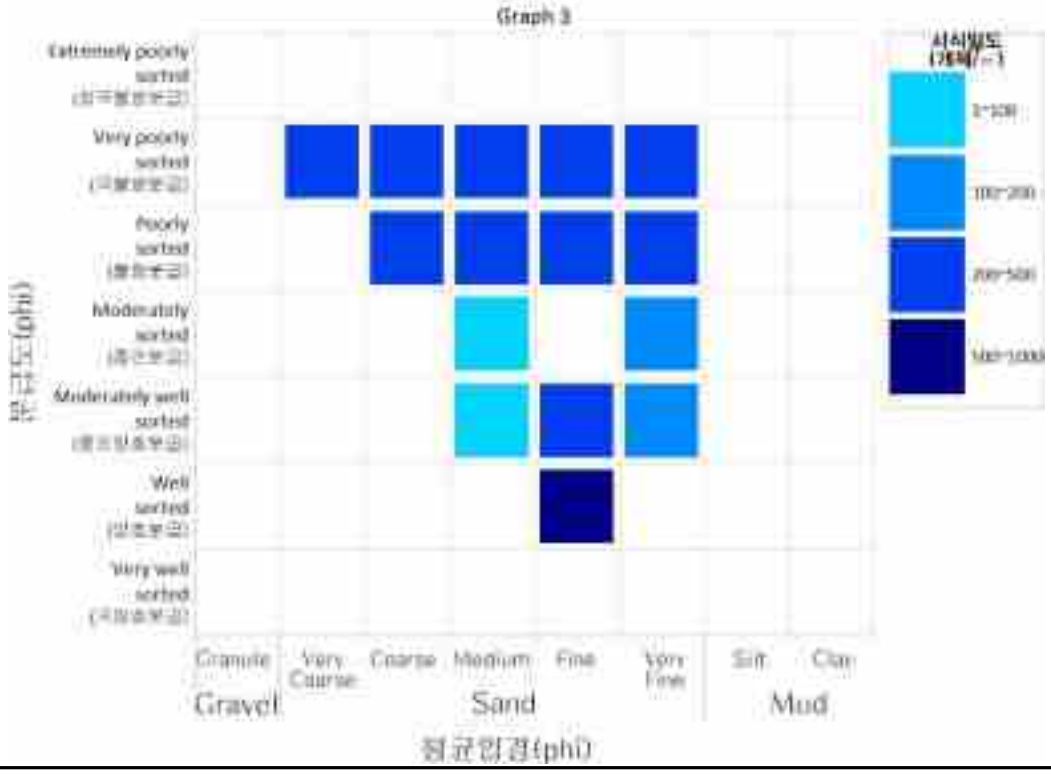


(그림 Ⅲ-2.2.3-20) 권역별 삼각다이어그램

○ 인천 바지락 어장 중 Ⅲ권역에 속하는 선재도에 위치한 어장에서 쏙 서식밀도가 다른 권역에 비해 상대적으로 높아, 바지락 서식에 있어 유해생물인 쏙으로 인해 불리한 환경 조건인 것으로 판단됨

○ 어장환경평가 방법(어장관리법 시행규칙 [별표1])을 통한 인천 연안 바지락 어장 환경 평가 결과, 13개 바지락 면허어장이 1등급에 해당되어 안정적인 어장환경을 지닌 것으로 평가됨

○ 인천 바지락 어장을 퇴적학적, 생물학적, 어장환경평가등급으로 평가한 결과, Ⅰ권역이 바지락 치패량이 많고 바지락 서식 유해생물이 적어, 바지락 서식에 좋은 환경인 것으로 평가됨



(그림 Ⅲ-2.2.3-21) 퇴적환경에 따른 바지락 서식밀도 분포특성

<표 Ⅲ-2.2.3-11> 바지락 어장 환경 조건

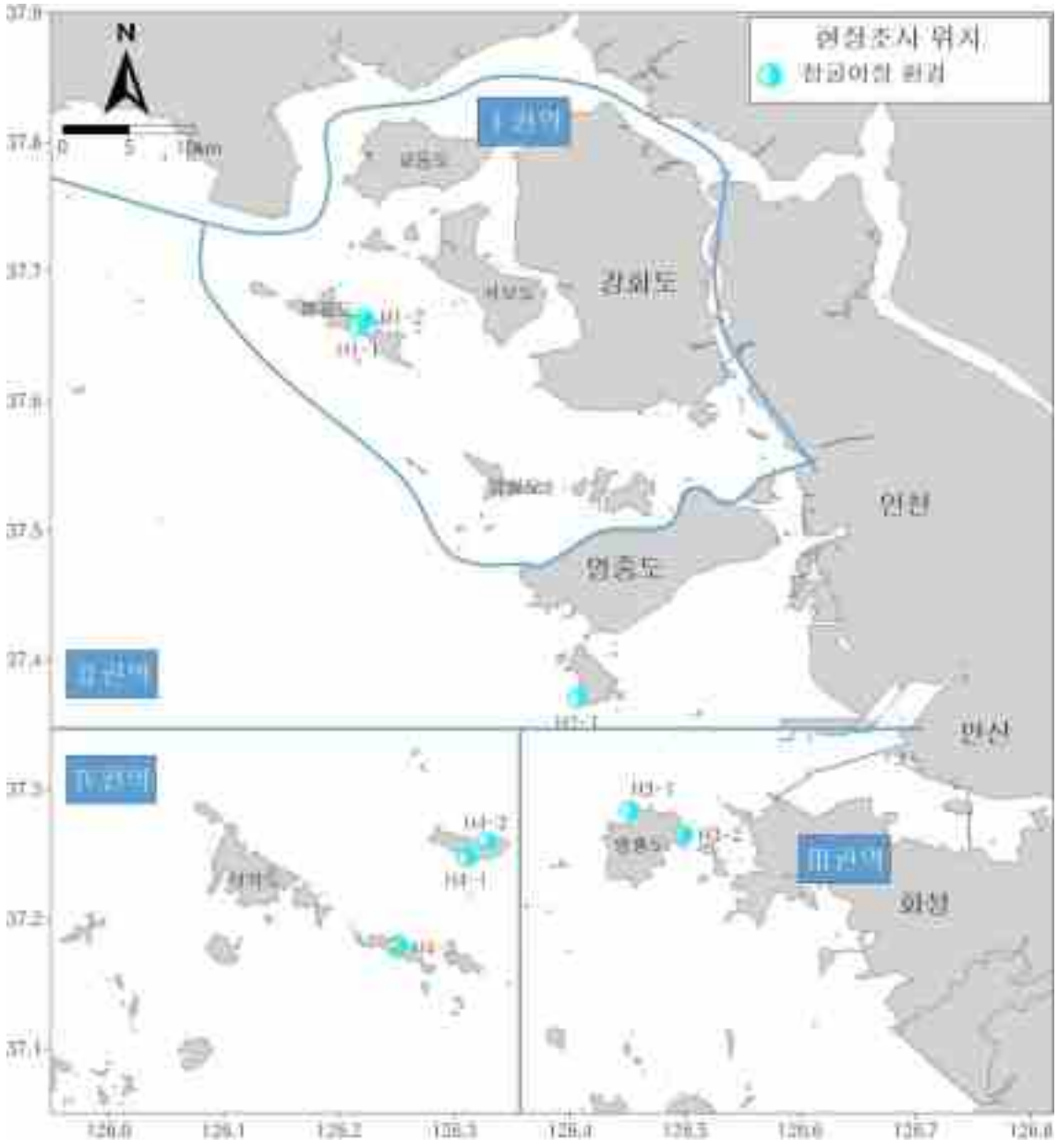
구 분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
퇴적환경	적합	적합	어장별 적합	적합
치패량	●	▲	▲	▲
유해생물(쏙)	▲	▲	●	X
어장환경평가등급	Ⅰ등급	Ⅰ등급	Ⅰ등급	Ⅰ등급

●: 상대적으로 많음, ▲: 상대적으로 적음, X: 상대적으로 없음

3. 참굴 어장 현황

○ 참굴 어장 환경 조사 개요 및 현장조사 위치도를 제시함

○ 해역 특성에 따라 4개의 세부권역(Ⅰ~Ⅳ권역)으로 구분하였으며, 모든 권역에서 조사 정점(면허어장)은 1~3개로 구성



(그림 Ⅲ-3-1) 현장조사(참굴 어장) 위치도

<표 Ⅲ-3-1> 참굴 어장 환경 조사 개요

구분	정점	조사항목	조사 시기	
Ⅰ권역	H1-1, H1-2	• 부착생물 • 참굴 개체특성	1차년도 (2020년)	• 1차 : 6월 8~12일 • 2차 : 9월 16~23일 • 3차 : 12월 14~18일
Ⅱ권역	H2-1			
Ⅲ권역	H3-1, H3-2※		2차년도 (2021년)	• 1차 : 4월 26~30일 • 2차 : 7월 23~28일 • 3차 : 10월 5~22일
Ⅳ권역	H4-1, H4-2, H4-3		2차년도 (2022년)	• 4차 : 1월 3~7일

※S3-4: Ⅲ권역 내리 지역에 위치한 어장으로 2차년도부터 추가로 조사한 지역임

3.1 조사 및 분석방법

○ 해양생태계 현장조사 및 실험실 내 분석은 기본적으로 「국가해양생태계 종합조사 조사지침서(해양수산부, 2019)」에 따라 수행함

3.1.1 조사방법

○ 참굴 어장 내 위치한 각 정점별로 참굴 주요 분포대를 중심으로 10X10㎝ 크기로 세분된 50X50㎝ 방형구를 수평으로 이동하며 3회 반복 채집하였으며, 방형구 내 부착 서식하는 대형저서동물 개체들을 끌칼 또는 핀셋 등의 도구를 이용하여 현장 계수 및 채집함

○ 동시에 각 조사지점에서 간조 시 생육지 환경 및 주변 생물상의 파악을 위한 자료수집 일환으로 사진 촬영을 병행함

○ 동정된 각각의 종들에 대하여 개체수를 단위 면적(㎡)으로 환산하여 저서동물 군집의 생태학적 분석에 이용함

○ 조간대 저서동물의 동정 및 분류는 최(1992), 권 등(1993), 신과 노(1996), 김(1998), 홍 등(2006) 등의 자료를 이용함

3.1.2 분석방법

가. 참굴 어장 부착생물

1) 생태학적 제지수

○ 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1963): 군집의 종 풍부정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타냄

○ 종균등도지수(Pielou, 1969): 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 됨

○ 종풍부도지수(Margalef, 1958): 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 됨

○ 생태학적 제지수 산출 시 부착생물이 출현하지 않거나 단일 종이 출현한 경우 분석에서 제외함

종다양도지수 $H' = -\sum_{i=0}^{S} P_i \times \ln(P_i)$ (Shannon and Weaver, 1963)

종균등도지수 $J = \frac{H'}{\ln(S)}$ (Pielou, 1969)

종풍부도지수 $R = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$ (Margalef, 1958)

여기서, Pi : i번째 종의 점유율, S : 출현종수, N : 출현개체수

2) 참굴 어장 분포 특성

○ 참굴 어장에서 채집된 저서동물 시료 내에 참굴을 선별하여 각고를 디지털 캘리퍼스를 이용하여 소수점 이하 둘째자리까지 ㎜단위까지 측정 후 출현개체를 단위 면적(㎡)으로 환산함

3.2 분석 결과

3.2.1 참굴 어장 부착생물

가. 단변량

1) 출현종수

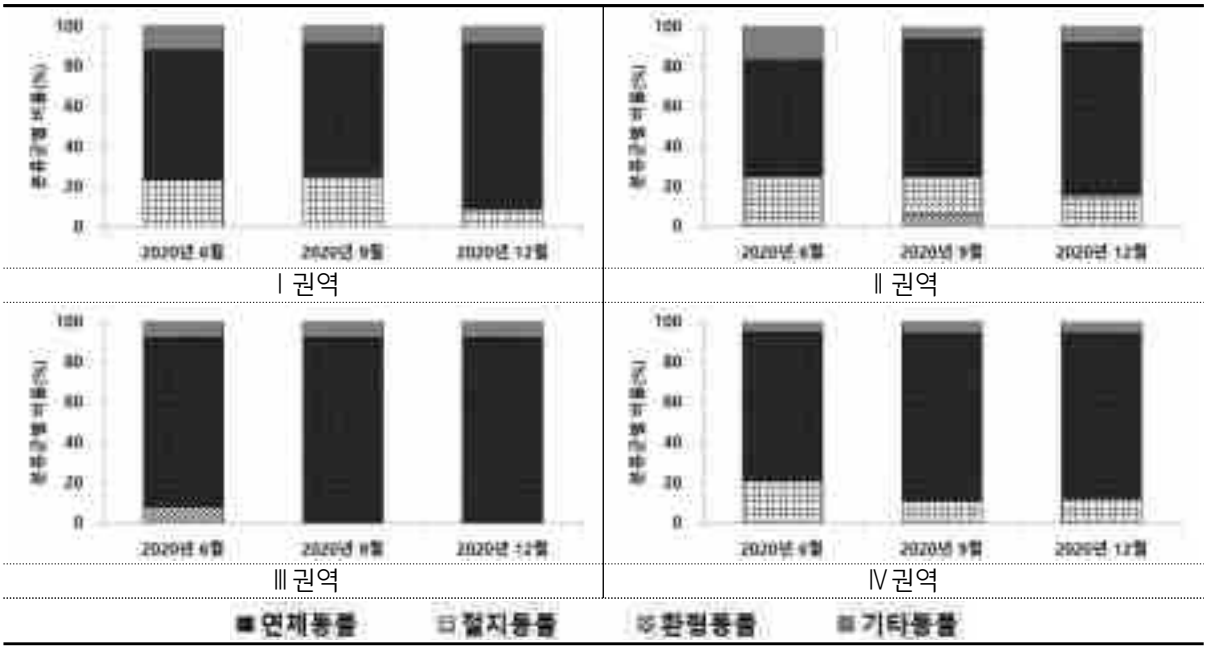
가) 1차년도

○ 참굴 어장 부착생물의 총 출현종수는 38종/15.00㎡, 평균 출현종수는 12±3종/0.75㎡으로 2020년 6월 13±1종/0.75㎡, 9월 11±4종/0.75㎡, 12월 11±3종/0.75㎡이 출현하여 시기 간 유사하였으며, 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 13±2종/0.75㎡(11~14종/0.75㎡), Ⅱ권역은 12종/0.75㎡, Ⅲ권역은 13종/0.75㎡, Ⅳ권역은 15±0종/0.75㎡(15종/0.75㎡)으로 권역 간 유사함

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 8±3종/0.75㎡(5~11종/0.75㎡), Ⅱ권역은 16종/0.75㎡, Ⅲ권역은 13종/0.75㎡, Ⅳ권역은 11±3종/0.75㎡(7~15종/0.75㎡)의 범위를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 9±1종/0.75㎡(8~10종/0.75㎡), Ⅱ권역은 13종/0.75㎡, Ⅲ권역은 13종/0.75㎡, Ⅳ권역은 10±3종/0.75㎡(6~13종/0.75㎡) 으로 권역 간 유사함



(그림 Ⅲ-3.2.1-1) 1차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 출현종수 점유율

나) 2차년도

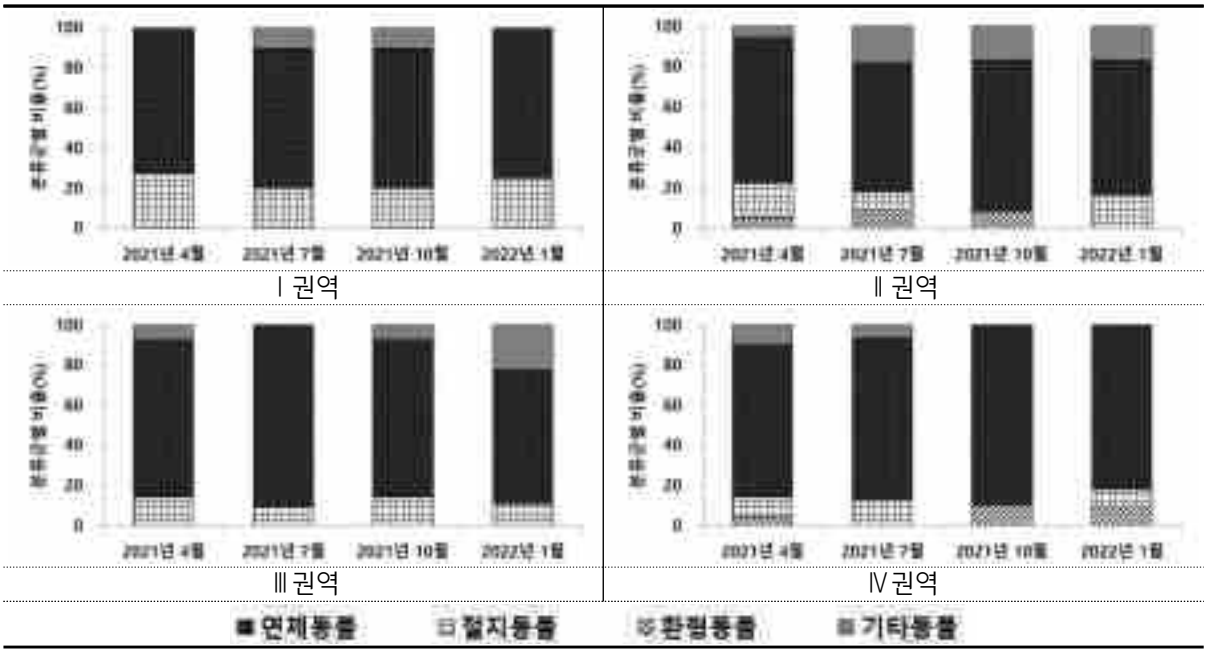
○ 참굴 어장 부착생물의 총 출현종수는 30종/15.00㎡, 평균 출현종수는 9±3종/0.75㎡으로 2021년 4월 11±4종/0.75㎡, 7월 8±3종/0.75㎡, 10월 8±3종/0.75㎡, 2022년 1월 6±1종/0.75㎡의 범위를 나타내었으며, 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 8±2종/0.75㎡(6~9종/0.75㎡), Ⅱ권역은 18종/0.75㎡, Ⅲ권역은 11±2종/0.75㎡(9~12종/0.75㎡), Ⅳ권역은 12±2종/0.75㎡(10~14종/0.75㎡)으로 Ⅱ권역 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 7±2종/0.75㎡(5~8종/0.75㎡), Ⅱ권역은 11종/0.75㎡, Ⅲ권역은 7±0종/0.75㎡(7종/0.75㎡), Ⅳ권역은 10±4종/0.75㎡(6~13종/0.75㎡)으로 권역 간 유사함

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 7±0종/0.75㎡(7종/0.75㎡), Ⅱ권역은 12종/0.75㎡, Ⅲ권역은 10±1종/0.75㎡(9~11종/0.75㎡), Ⅳ권역은 7±3종/0.75㎡ (5~10종/0.75㎡)으로 권역 간 유사함

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 6±0종/0.75㎡(6종/0.75㎡), Ⅱ권역은 6종/0.75㎡, Ⅲ권역은 6±1종/0.75㎡(5~7종/0.75㎡), Ⅳ권역은 7±1종/0.75㎡ (6~7종/0.75㎡)으로 권역 간 유사함



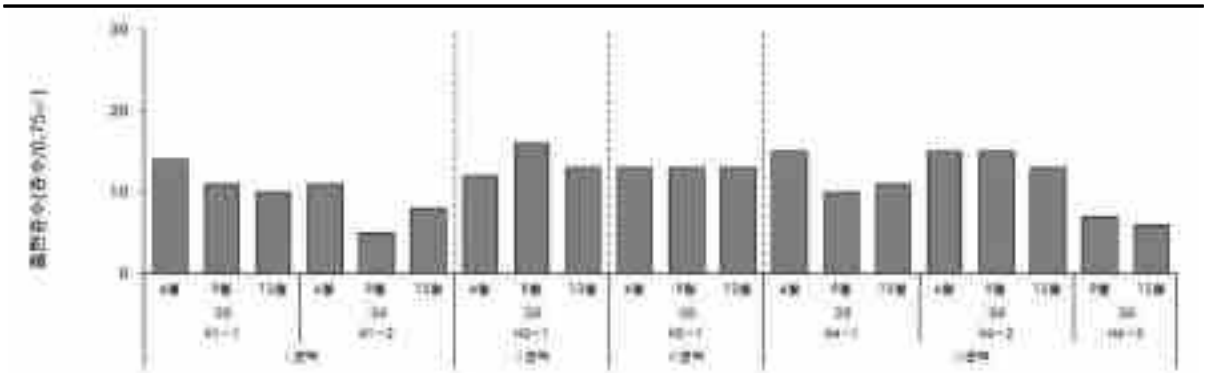
(그림 Ⅲ-3.2.1-2) 2차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 출현종수 점유율

다) 요약

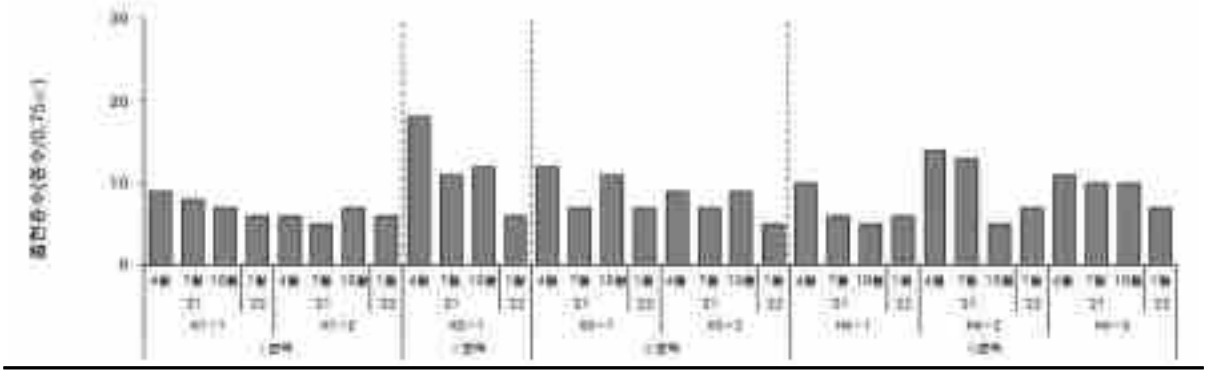
○ 참굴 어장 부착생물은 시기별로 권역간 유사한 출현종수를 보였으며, 연체동물이 모든 권역에서 주요 동물군으로 출현함

<표 Ⅲ-3.2.1-1> 권역별 참굴 어장 부착생물 출현종수(종/0.75㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	13±2	12	13	15±0	13±1
	2020년 9월	8±3	16	13	11±3	11±4
	2020년 12월	9±1	13	13	10±3	11±3
	평균±표준편차	10±3	14±2	13±0	12±3	12±3
2차 년도	2021년 4월	8±2	18	11±2	12±2	11±4
	2021년 7월	7±2	11	7±0	10±4	8±3
	2021년 10월	7±0	12	10±1	7±3	8±3
	2022년 1월	6±0	6	6±1	7±1	6±1
	평균±표준편차	7±1	12±5	8±2	9±3	9±3
평균±표준편차		8±3	13±4	10±3	10±4	10±3



(그림 Ⅲ-3.2.1-3) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 출현종수



(그림 Ⅲ-3.2.1-4) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 출현종수

2) 서식밀도

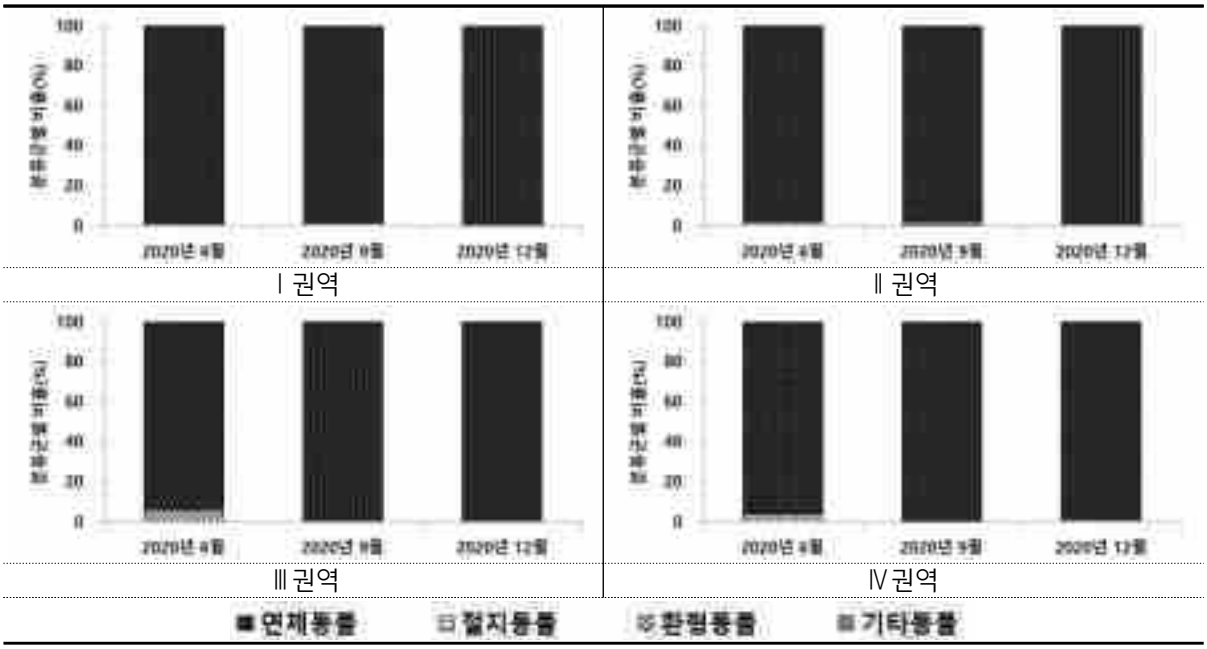
가) 1차년도

○ 참굴 어장 부착생물의 평균 서식밀도는 3,990±2,940개체/㎡으로 2020년 6월 2,279±527개체/㎡, 9월 5,401±3,337개체/㎡, 12월 4,046±2,970개체/㎡으로 시기 간 큰 편차를 가지며, 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 2,160±472개체/㎡(1,688~2,632개체/㎡), Ⅱ권역은 2,096개체/㎡, Ⅲ권역은 3,196개체/㎡, Ⅳ권역은 2,030±310개체/㎡(1,720~2,340개체/㎡)으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3,892±1,936개체/㎡(1,956~5,828개체/㎡), Ⅱ권역은 10,860개체/㎡, Ⅲ권역은 3,140개체/㎡, Ⅳ권역은 5,341±3,213개체/㎡(2,696~9,864개체/㎡)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 7,014±4,094개체/㎡(2,920~11,108개체/㎡), Ⅱ권역은 4,140개체/㎡, Ⅲ권역은 2,236개체/㎡, Ⅳ권역은 2,639±680개체/㎡(1,824~3,488개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음



(그림 Ⅲ-3.2.1-5) 1차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 서식밀도 점유율

나) 2차년도

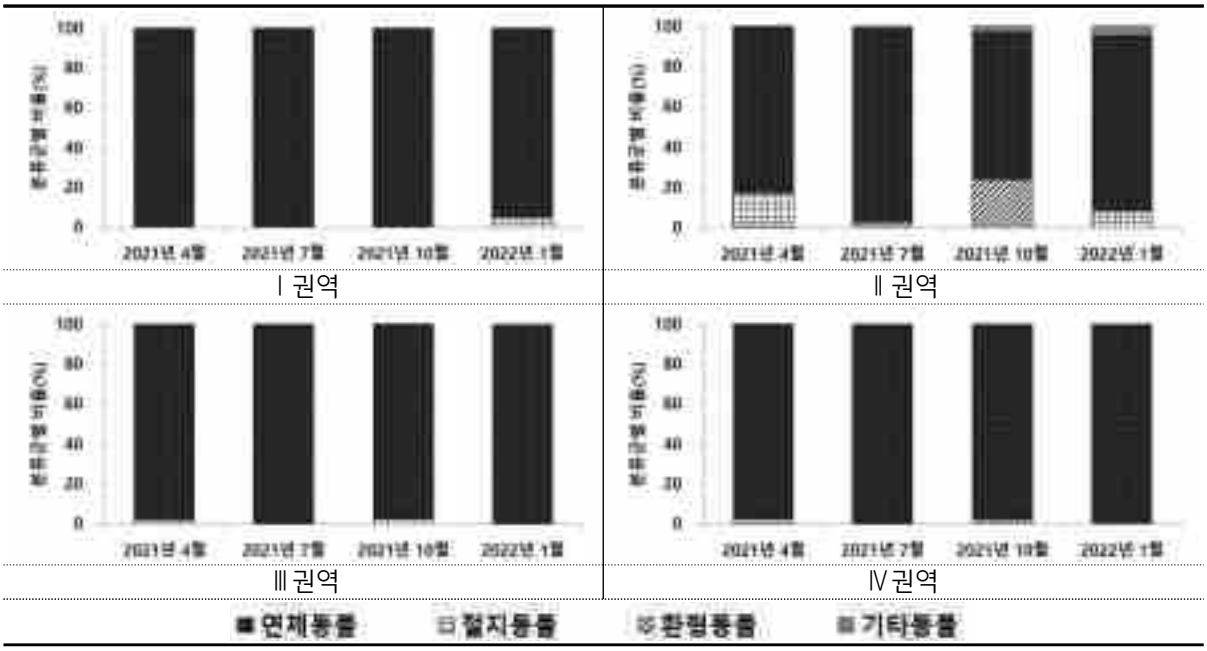
○ 참굴 어장 부착생물의 평균 서식밀도는 5,386±9,162개체/㎡으로 2021년 4월 3,869±5,300개체/㎡, 7월 10,582±15,461개체/㎡, 10월 4,606±7,259개체/㎡, 2022년 1월 2,485±2,852개체/㎡으로 시기 간 큰 편차를 가지며, 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 8,689±11,409개체/㎡(621 ~ 16,756개체/㎡), Ⅱ권역은 1,858개체/㎡, Ⅲ권역은 1,797±71개체/㎡(1,747 ~ 1,847개체/㎡), Ⅳ권역은 2,708±1,283개체/㎡(1,276 ~ 3,752개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 33,766±15,254개체/㎡(22,980 ~ 44,552개체/㎡), Ⅱ권역은 2,305개체/㎡, Ⅲ권역은 2,220±760개체/㎡(1,682 ~ 2,757개체/㎡), Ⅳ권역은 3,460±1,491개체/㎡(1,749 ~ 4,480개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 14,256±10,954개체/㎡(6,510 ~ 22,001개체/㎡), Ⅱ권역은 982개체/㎡, Ⅲ권역은 1,426±99개체/㎡(1,356 ~ 1,496개체/㎡), Ⅳ권역은 1,501±393개체/㎡(1,216 ~ 1,949개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 6,854±2,051개체/㎡(5,403 ~ 8,304개체/㎡), Ⅱ권역은 624개체/㎡, Ⅲ권역은 1,730±547개체/㎡(1,343 ~ 2,116개체/㎡), Ⅳ권역은 696±170개체/㎡(596 ~ 893개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음



(그림 Ⅲ-3.2.1-6) 2차년도 참굴 어장 부착생물 동물군별 서식밀도 점유율

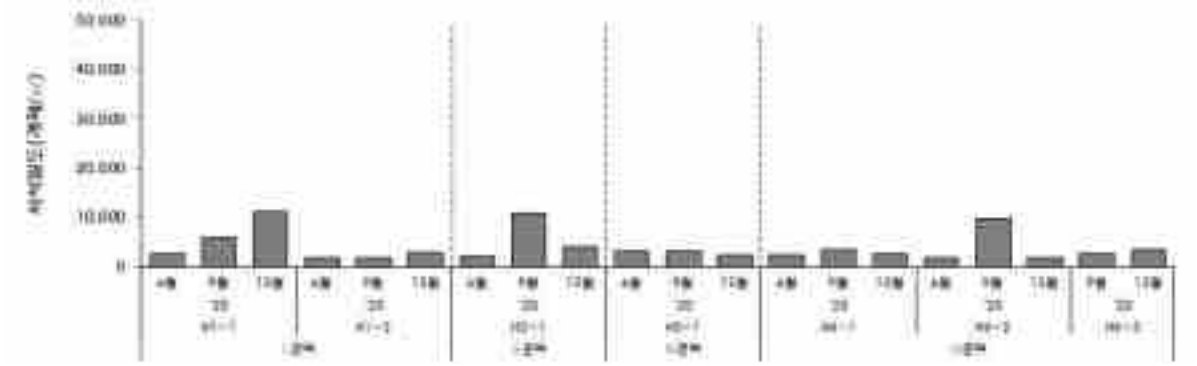
다) 요약

○ 연체동물이 전체 90% 이상 점유율로 주요 동물군으로 출현하였으며, 시기별로 권역 간 큰 편차를 가지며, 연체동물에 속하는 이매패류인 참굴(*Crassostrea gigas*) 출현량에 따라 서식밀도 변화 양상이 결정됨

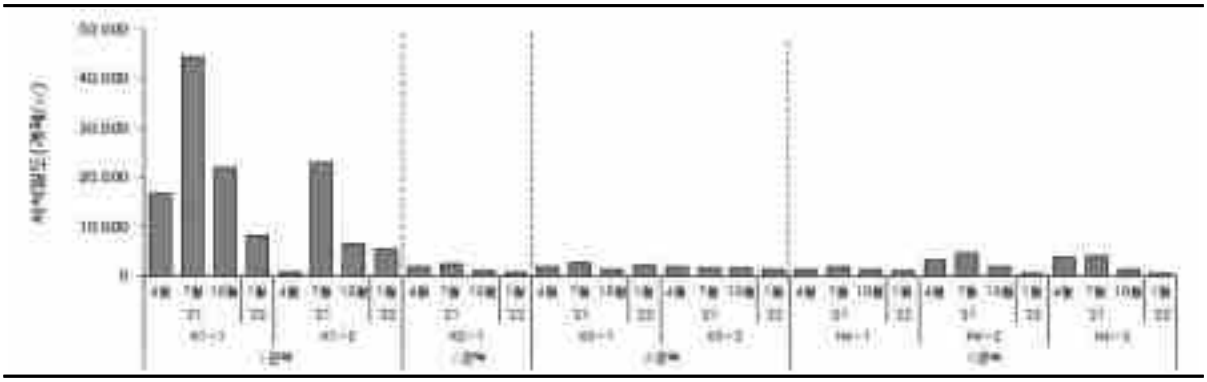
○ 특히 2차년도에는 Ⅰ권역 참굴 출현량이 많아, 권역 중 가장 높은 서식밀도를 보임

<표 Ⅲ-3.2.1-2> 권역별 참굴 어장 부착생물 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	2,160±472	2,096	3,196	2,030±310	2,279±527
	2020년 9월	3,892±1,936	10,860	3,140	5,341±3,213	5,401±3,337
	2020년 12월	7,014±4,094	4,140	2,236	2,639±680	4,046±2,970
	평균±표준편차	4,355±3,308	5,699±3,744	2,857±440	3,500±2,482	3,990±2,940
2차 년도	2021년 4월	8,689±11,409	1,858	1,797±71	2,708±1,283	3,869±5,300
	2021년 7월	33,766±15,254	2,305	2,220±760	3,460±1,491	10,582±15,461
	2021년 10월	14,256±10,954	982	1,426±99	1,501±393	4,606±7,259
	2022년 1월	6,854±2,051	624	1,730±547	696±170	2,485±2,852
	평균±표준편차	15,891±14,135	1,442±774	1,793±468	2,091±1,406	5,386±9,162
평균±표준편차		10,941±12,159	3,266±3,533	2,083±677	2,655±2,059	4,847±7,409



(그림 Ⅲ-3.2.1-7) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도



(그림 Ⅲ-3.2.1-8) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도

나. 우점종

1) 서식밀도

가) 1차년도

○ 참굴 어장 부착생물의 상위 우점종은 서식밀도 기준으로 시기별 또는 권역별로 상위 3종을 선정함

○ 참굴 어장 부착생물의 전체 서식밀도 기준으로 참굴(*C. gigas*)이 점유율 85.8%로 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 총알고둥(*Littorina brevicula*)과 두드럭배말(*Lottia dorsuosa*)이 10.0% 미만의 점유율을 보임

<표 Ⅲ-3.2.1-3> 1차년도 참굴 어장 부착생물 시기별 서식밀도 기준 상위 우점종

2020년 6월	2020년 9월	2020년 12월	전체
Crassostrea gigas (74.3%)	*Crassostrea gigas* (85.1%)	*Crassostrea gigas* (92.3%)	*Crassostrea gigas* (85.8%)
Littorina brevicula (5.7%)	*Littorina brevicula* (6.3%)	*Littorina brevicula* (1.8%)	*Littorina brevicula* (4.6%)
Patellidae spp. (5.4%)	*Lottia dorsuosa* (2.7%)	*Lottia dorsuosa* (1.0%)	*Lottia dorsuosa* (2.1%)

○ 조사 시기별 상위 우점종인 굴(*C. gigas*)과 총알고둥(*L. brevicula*)이 모든 시기에서 상위 우점종으로 꾸준하게 관찰되었으며, 특히 굴(*C. gigas*)은 70.0% 이상 점유율을 나타냄

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 83.0%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 5.4%, 연체동물에 속하는 고둥류인 대수리(*Reishia clavigera*)가 3.1%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 91.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 2.7%, 절지동물에 속하는 만각류인 따개비류(Sessilia spp.)가 2.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 참굴(*C. gigas*)이 44.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 삿갓조개류(Patellidae spp.)가 20.7%, 두드럭배말(*L. dorsuosa*)이 10.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 79.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 10.5%, 절지동물에 속하는 만각류인 조무래기따개비(*Chthamalus challengeri*)가 2.5%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-4> 2020년 6월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (83.0%)	*Crassostrea gigas* (91.8%)	*Crassostrea gigas* (44.9%)	*Crassostrea gigas* (79.3%)
Littorina brevicula (5.4%)	*Littorina brevicula* (2.7%)	Patellidae spp. (20.7%)	*Littorina brevicula* (10.5%)
Reishia clavigera (3.1%)	Sessilia spp. (2.3%)	*Lottia dorsuosa* (10.8%)	*Chthamalus challengeri* (2.5%)

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 89.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 5.8%, 절지동물에 속하는 만각류인 고랑따개비(*Fistulobalanus albicostatus*)가 1.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 93.9%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 고랑따개비(*F. albicostatus*)가 2.0%, 연체동물에 속하는 복족류인 애기두드럭배말(*Lottia kogamogai*)이 1.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 참굴(*C. gigas*)이 82.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 9.6%, 연체동물에 속하는 복족류인 보리무륵(*Mitrella bicincta*)이 2.4%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 77.7%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 10.1%, 두드럭배말(*L. dorsuosa*)이 5.6%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-5> 2020년 9월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (89.1%)	*Crassostrea gigas* (93.9%)	*Crassostrea gigas* (82.8%)	*Crassostrea gigas* (77.7%)
Littorina brevicula (5.8%)	*Fistulobalanus albicostatus* (2.0%)	*Littorina brevicula* (9.6%)	*Littorina brevicula* (10.1%)
Fistulobalanus albicostatus (1.7%)	*Lottia kogamogai* (1.3%)	*Mitrella bicincta* (2.4%)	*Lottia dorsuosa* (5.6%)

- 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 95.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 1.3%, 애기두드럭배말(*L. kogamogai*)이 1.2%의 점유율을 나타냄
- Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 93.0%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 2.8%, 보리무릭(*M. bicincta*)이 0.9%의 점유율을 나타냄
- Ⅲ권역은 참굴*(C. gigas*)이 89.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 두드럭배말(*L. dorsuosa*)과 연체동물에 속하는 복족류인 배무래기(*Nipponacmea schrenckii*)가 각각 2.1%의 점유율을 나타냄
- Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 87.8%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥*(L. brevicula*)과 두드럭배말(*L. dorsuosa*)이 각각 2.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-6> 2020년 12월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (95.1%)	*Crassostrea gigas* (93.0%)	*Crassostrea gigas* (89.3%)	*Crassostrea gigas* (87.8%)
Littorina brevicula (1.3%)	*Littorina brevicula* (2.8%)	*Lottia dorsuosa* (2.1%)	*Littorina brevicula* (2.7%)
Lottia kogamogai (1.2%)	*Mitrella bicincta* (0.9%)	*Nipponacmea schrenckii* (2.1%)	*Lottia dorsuosa* (2.7%)

나) 2차년도

- 참굴 어장 부착생물의 전체 서식밀도 기준으로 참굴(*C. gigas*)이 점유율 90.8%로 최우점하였고, 다음으로 연체동물에 속하는 복족류인 총알고둥(*Littorina brevicula*)과 고둥류인 대수리(*Reishia clavigera*)가 10.0% 미만의 점유율을 보임
- 조사 시기별 상위 우점종인 굴(*C. gigas*)과 총알고둥(*L. brevicula*)이 모든 시기에서 상위 우점종으로 꾸준하게 관찰되었으며, 특히 굴(*C. gigas*)은 85.0% 이상 점유율로 출현함

<표 Ⅲ-3.2.1-7> 2차년도 참굴 어장 부착생물 시기별 서식밀도 기준 상위 우점종

2021년 4월	2021년 7월	2021년 10월	2022년 1월	전체
Crassostrea gigas (90.7%)	*Crassostrea gigas* (92.8%)	*Crassostrea gigas* (88.7%)	*Crassostrea gigas* (86.3%)	*Crassostrea gigas* (90.8%)
Littorina brevicula (3.6%)	*Littorina brevicula* (3.4%)	*Littorina brevicula* (6.4%)	*Littorina brevicula* (4.7%)	*Littorina brevicula* (4.2%)
Fistulobalanus albicostatus (1.4%)	*Reishia clavigera* (1.4%)	*Lottia dorsuosa* (1.1%)	*Fistulobalanus albicostatus* (3.7%)	*Reishia clavigera* (1.3%)

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 97.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 1.1%, 대수리(*R. clavigera*)가 0.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 73.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 절지동물에 속하는 만각류인 조무래기따개비(*Chthamalus challengeri*)가 9.5%, 고랑따개비(*Fistulobalanus albicostatus*)가 6.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 참굴(*C. gigas*)이 90.1%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 2.7%, 고랑따개비(*F. albicostatus*)가 1.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 80.6%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 9.5%, 고랑따개비(*F. albicostatus*)가 2.5%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-8> 2021년 4월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (97.4%)	*Crassostrea gigas* (73.1%)	*Crassostrea gigas* (90.1%)	*Crassostrea gigas* (80.6%)
Littorina brevicula (1.1%)	*Chthamalus challengeri* (9.5%)	*Littorina brevicula* (2.7%)	*Littorina brevicula* (9.5%)
Reishia clavigera (0.6%)	*Fistulobalanus albicostatus* (6.9%)	*Fistulobalanus albicostatus* (1.8%)	*Fistulobalanus albicostatus* (2.5%)

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 98.0%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 1.1%, 연체동물에 속하는 복족류인 기수우렁이류(Assimineidae spp.)가 0.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 66.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 대수리(*R. clavigera*)가 26.0%, 환형동물에 속하는 다모류인 석회관갯지렁이류(Serpulidae spp.)가 2.8%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 참굴(*C. gigas*)이 80.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 대수리(*R. clavigera*)가 9.8%, 총알고둥(*L. brevicula*)이 4.5%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 69.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 18.7%, 두드럭배말(*L. dorsuosa*)이 7.7%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-9> 2021년 7월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (98.0%)	*Crassostrea gigas* (66.5%)	*Crassostrea gigas* (80.5%)	*Crassostrea gigas* (69.5%)
Littorina brevicula (1.1%)	*Reishia clavigera* (26.0%)	*Reishia clavigera* (9.8%)	*Littorina brevicula* (18.7%)
Assimineidae spp. (0.3%)	Serpulidae spp. (2.8%)	*Littorina brevicula* (4.5%)	*Lottia dorsuosa* (7.7%)

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 95.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 3.4%, 대수리(*R. clavigera*)가 0.6%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 56.0%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 석회관갯지렁이류(Serpulidae spp.)가 24.0%, 보리무륵(*M. bicincta*)이 5.7%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 참굴(*C. gigas*)이 83.3%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 4.2%, 대수리(*R. clavigera*)가 2.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 57.2%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 27.8%, 두드럭배말(*L. dorsuosa*)이 7.5%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-10> 2021년 10월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (95.3%)	*Crassostrea gigas* (56.0%)	*Crassostrea gigas* (83.3%)	*Crassostrea gigas* (57.2%)
Littorina brevicula (3.4%)	Serpulidae spp. (24.0%)	*Littorina brevicula* (4.2%)	*Littorina brevicula* (27.8%)
Reishia clavigera (0.6%)	*Mitrella bicincta* (5.7%)	*Reishia clavigera* (2.9%)	*Lottia dorsuosa* (7.5%)

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 참굴(*C. gigas*)이 89.5%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 고랑따개비(*F. albicostatus*)가 1.3%, 총알고둥(*L. brevicula*)이 2.9%의 점유율을 나타냄

○ Ⅱ권역은 참굴(*C. gigas*)이 65.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 두드럭배말(*L. dorsuosa*)이 10.3%, 고랑따개비(*F. albicostatus*)가 8.3%의 점유율을 나타냄

○ Ⅲ권역은 참굴(*C. gigas*)이 86.0%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 5.9%, 대수리(*R. clavigera*)가 5.0%의 점유율을 나타냄

○ Ⅳ권역은 참굴(*C. gigas*)이 72.4%의 점유율을 차지하며 최우점하였고, 다음으로 총알고둥(*L. brevicula*)이 15.5%, 대수리(*R. clavigera*)가 5.2%의 점유율을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-11> 2022년 1월 조사 시 참굴 어장 부착생물 서식밀도 기준 상위 우점종

Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
Crassostrea gigas (89.5%)	*Crassostrea gigas* (65.4%)	*Crassostrea gigas* (86.0%)	*Crassostrea gigas* (72.4%)
Fistulobalanus albicostatus (5.0%)	*Lottia dorsuosa* (10.3%)	*Littorina brevicula* (5.9%)	*Littorina brevicula* (15.5%)
Littorina brevicula (2.9%)	*Fistulobalanus albicostatus* (8.3%)	*Reishia clavigera* (5.0%)	*Reishia clavigera* (5.2%)

다) 요약

○ 모든 권역 및 시기에 높은 점유율을 차지한 참굴(*C. gigas*)은 서해 암반 조간대에서 일반적으로 서식하는 종으로, 대기 중 노출에 따른 건조, 극심한 염분 및 온도 변화가 있는 암반조간대에 분포하는 종임(Ingle *et al.,* 1971, Quick 1971)

○ 또한 삿갓조개류(Patellidae spp.), 총알고둥(*L. brevicula*), 조무래기따개비(*C. challengeri*)와 고랑따개비(*Fistulobalanus albicostatus*)는 암반조간대에서 모든 시기에 관찰되는 종임(이와 윤. 2014)

○ 인천연안 참굴 어장의 부착생물은 참굴(*C. gigas*)이 가장 높은 점유율로 꾸준하게 출현하며, 일반적인 암반조간대에서 관찰되는 종들이 분포함

다. 생태학적 제지수

1) 종다양도지수

가) 1차년도

○ 1차년도 참굴 어장 저서동물의 평균 종다양도지수는 0.65±0.37로 2020년 6월 0.85±0.49, 9월 0.59±0.20, 12월 0.53±0.32를 나타내어 1만의 값을 나타냄

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 0.65±0.32(0.33~0.97), Ⅱ권역은 0.43, Ⅲ권역은 1.68, Ⅳ권역은 0.85±0.38(0.47~1.22)로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.41±0.12(0.28~0.53), Ⅱ권역은 0.35, Ⅲ권역은 0.73, Ⅳ권역은 0.75±0.09(0.63~0.84)로 1만의 값을 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.37±0.17(0.20~0.54), Ⅱ권역은 0.39, Ⅲ권역은 0.57, Ⅳ권역은 0.68±0.41(0.22~1.23)로 1만의 값을 나타냄

나) 2차년도

○ 2차년도 참굴 어장 저서동물의 평균 종다양도지수는 0.71±0.37로 2021년 4월 0.66±0.31, 7월 0.65±0.35, 10월 0.81±0.50, 2022년 1월 0.74±0.32를 나타내어, 시기 간 유사함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.36±0.31(0.14~0.58), Ⅱ권역은 1.12, Ⅲ권역은 0.50±0.06(0.46~0.54), Ⅳ권역은 0.81±0.17(0.63~0.96)로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.12±0.02(0.11~0.14), Ⅱ권역은 0.95, Ⅲ권역은 0.68±0.12(0.59~0.76), Ⅳ권역은 0.87±0.18(0.67~1.02)로 1만의 값을 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.22±0.01(0.21~0.23), Ⅱ권역은 1.39, Ⅲ권역은 0.76±0.18(0.63~0.89), Ⅳ권역은 1.05±0.50(0.53~1.53)로 Ⅱ권역과 Ⅳ권역이 높음

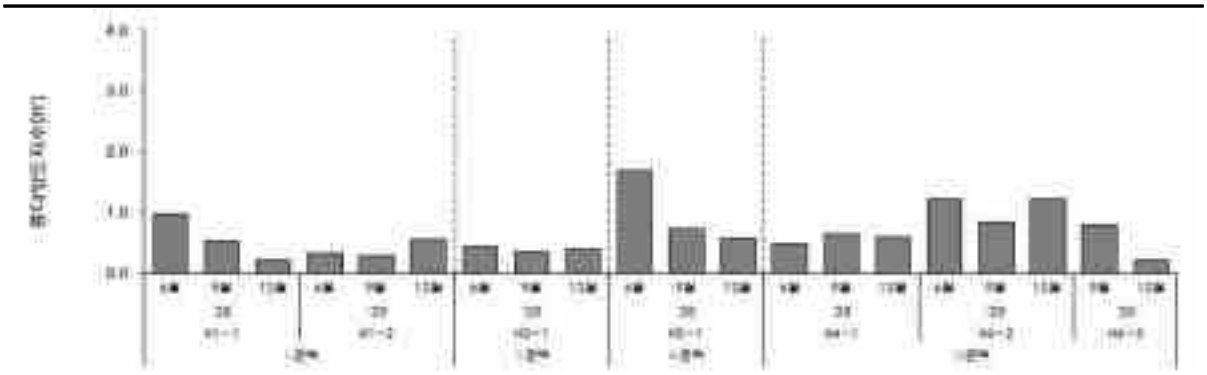
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.43±0.00(0.43), Ⅱ권역은 1.19, Ⅲ권역은 0.54±0.14(0.44~0.64), Ⅳ권역은 0.94±0.25(0.66~1.13)로 Ⅱ권역이 가장 높음

다) 요약

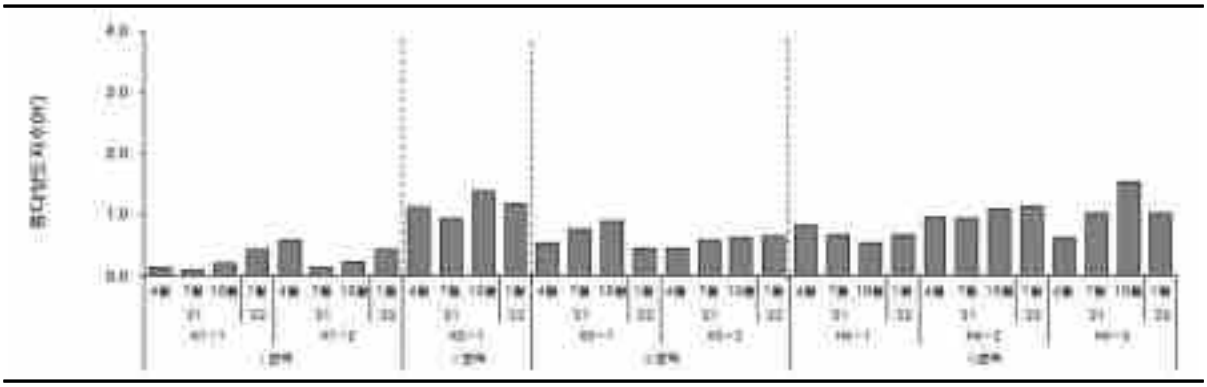
○ 인천연안 참굴 어장의 종다양도지수는 전체적으로 낮은 수준을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-12> 참굴 어장 부착생물 종다양도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.65±0.32	0.43	1.68	0.85±0.38	0.85±0.49
	2020년 9월	0.41±0.12	0.35	0.73	0.75±0.09	0.59±0.20
	2020년 12월	0.37±0.17	0.39	0.57	0.68±0.41	0.53±0.32
	평균±표준편차	0.48±0.25	0.39±0.03	0.99±0.49	0.75±0.33	0.65±0.37
2차 년도	2021년 4월	0.36±0.31	1.12	0.50±0.06	0.81±0.17	0.66±0.31
	2021년 7월	0.12±0.02	0.95	0.68±0.12	0.87±0.18	0.65±0.35
	2021년 10월	0.22±0.01	1.39	0.76±0.18	1.05±0.50	0.81±0.50
	2022년 1월	0.43±0.00	1.19	0.54±0.14	0.94±0.25	0.74±0.32
	평균±표준편차	0.28±0.17	1.16±0.18	0.62±0.15	0.92±0.28	0.71±0.37
평균±표준편차		0.36±0.22	0.83±0.43	0.72±0.34	0.85±0.31	0.69±0.37



(그림 Ⅲ-3.2.1-9) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종다양도지수



(그림 Ⅲ-3.2.1-10) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종다양도지수

2) 종균등도지수

가) 1차년도

○ 1차년도 참굴 어장 저서동물 평균 종균등도지수는 0.27±0.14로 2020년 6월 0.33±0.18, 9월 0.26±0.08, 12월 0.22±0.12를 나타내어, 시기 간 낮은 값을 나타냄

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 0.26±0.11(0.14~0.37), Ⅱ권역은 0.17, Ⅲ권역은 0.66, Ⅳ권역은 0.31±0.14(0.18~0.45)로 모든 권역에서 낮은 값을 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.20±0.02(0.18~0.22), Ⅱ권역은 0.13, Ⅲ권역은 0.28, Ⅳ권역은 0.33±0.06(0.27~0.41)으로 모든 권역에서 낮은 값을 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.17±0.09(0.09~0.26), Ⅱ권역은 0.15, Ⅲ권역은 0.22, Ⅳ권역은 0.28±0.15(0.12~0.48)로 모든 권역에서 낮은 값을 나타냄

나) 2차년도

○ 2차년도 참굴 어장 저서동물 평균 종균등도지수는 0.34±0.17로 2021년 4월 0.27±0.11, 7월 0.30±0.15, 10월 0.39±0.22, 2022년 1월 0.41±0.17을 나타내어, 권역 간 낮은 값을 나타냄

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.19±0.18(0.06~0.32), Ⅱ권역은 0.39, Ⅲ권역은 0.21±0.01(0.21~0.22), Ⅳ권역은 0.33±0.06(0.26~0.37)으로 권역 간 낮은 값을 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.07±0.03(0.05~0.09), Ⅱ권역은 0.39, Ⅲ권역은 0.35±0.06(0.30~0.39), Ⅳ권역은 0.39±0.04(0.36~0.44)로 권역 간 낮은 값을 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.11±0.01(0.11~0.12), Ⅱ권역은 0.56, Ⅲ권역은 0.33±0.06(0.29~0.37), Ⅳ권역은 0.56±0.20(0.33~0.68)으로 권역 간 낮은 값을 나타냄

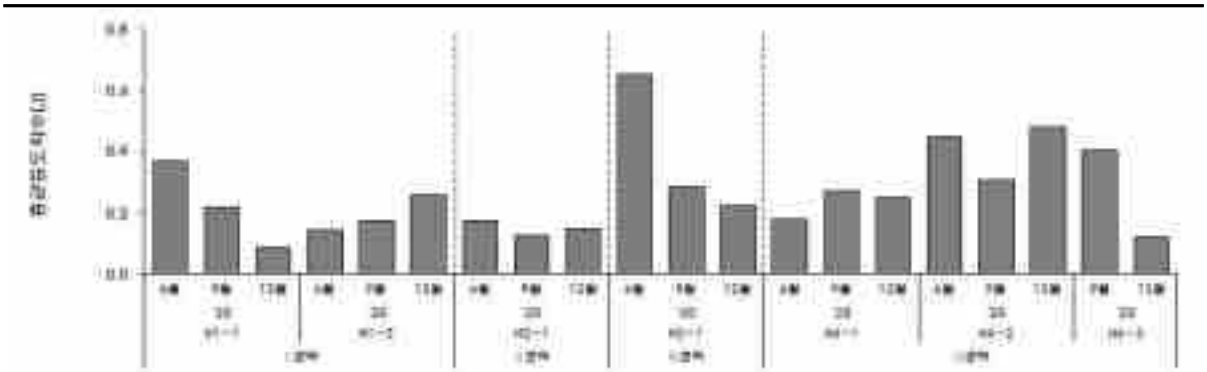
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.24±0.00(0.24), Ⅱ권역은 0.66, Ⅲ권역은 0.31±0.12(0.23~0.40), Ⅳ권역은 0.49±0.11(0.37~0.58)로 권역 간 낮은 값을 나타냄

다) 요약

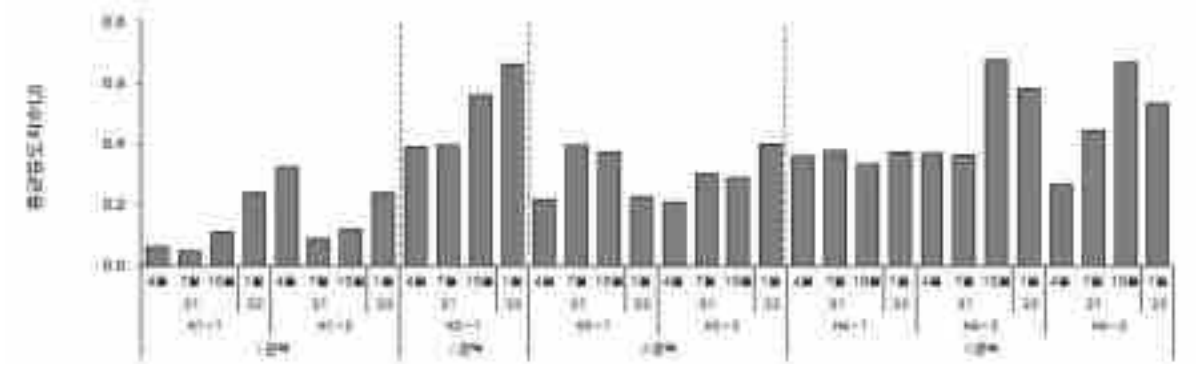
○ 인천연안 참굴 어장의 종균등도지수는 시기별로 권역 간 낮은 수준을 나타냄

<표 Ⅲ-3.2.1-13> 참굴 어장 부착생물 종균등도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.26±0.11	0.17	0.66	0.31±0.14	0.33±0.18
	2020년 9월	0.20±0.02	0.13	0.28	0.33±0.06	0.26±0.08
	2020년 12월	0.17±0.09	0.15	0.22	0.28±0.15	0.22±0.12
	평균±표준편차	0.21±0.09	0.15±0.02	0.39±0.19	0.31±0.12	0.27±0.14
2차 년도	2021년 4월	0.19±0.18	0.39	0.21±0.01	0.33±0.06	0.27±0.11
	2021년 7월	0.07±0.03	0.39	0.35±0.06	0.39±0.04	0.30±0.15
	2021년 10월	0.11±0.01	0.56	0.33±0.06	0.56±0.20	0.39±0.22
	2022년 1월	0.24±0.00	0.66	0.31±0.12	0.49±0.11	0.41±0.17
	평균±표준편차	0.15±0.10	0.50±0.13	0.30±0.08	0.44±0.14	0.34±0.17
평균±표준편차		0.17±0.10	0.35±0.21	0.32±0.13	0.39±0.15	0.31±0.16



(그림 Ⅲ-3.2.1-11) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종균등도지수



(그림 Ⅲ-3.2.1-12) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종균등도지수

3) 종풍부도지수

가) 1차년도

○ 1차년도 참굴 어장 저서동물의 평균 종풍부도지수는 1.29±0.37로 2020년 6월 1.56±0.21, 9월 1.17±0.38, 12월 1.19±0.35를 나타내어, 시기 간 유사한 수준을 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1.43±0.22(1.21~1.65), Ⅱ권역은 1.44, Ⅲ권역은 1.49, Ⅳ권역은 1.78±0.10(1.68~1.88)의 범위를 나타냄

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 0.84±0.31(0.53~1.15), Ⅱ권역은 1.61, Ⅲ권역은 1.49, Ⅳ권역은 1.13±0.31(0.76~1.52)의 범위를 나타냄

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 0.92±0.04(0.88~0.97), Ⅱ권역은 1.44, Ⅲ권역은 1.56, Ⅳ권역은 1.16±0.41(0.61~1.60)의 범위를 나타냄

나) 2차년도

○ 2차년도 참굴 어장 저서동물의 평균 종풍부도지수는 0.97±0.41로 2021년 4월 1.31±0.48, 7월 0.89±0.35, 10월 0.96±0.42, 2022년 1월 0.73±0.16의 범위를 나타냄

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 0.80±0.03(0.78~0.82), Ⅱ권역은 2.26, Ⅲ권역은 1.27±0.29(1.06~1.47), Ⅳ권역은 1.36±0.22(1.22~1.62)의 범위를 나타냄

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 0.53±0.18(0.40~0.65), Ⅱ권역은 1.29, Ⅲ권역은 0.78±0.04(0.76~0.81), Ⅳ권역은 1.06±0.38(0.67~1.43)의 범위를 나타냄

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 0.64±0.06(0.60~0.68), Ⅱ권역은 1.60, Ⅲ권역은 1.24±0.21(1.09~1.39), Ⅳ권역은 0.78±0.42(0.53~1.27)의 범위를 나타냄

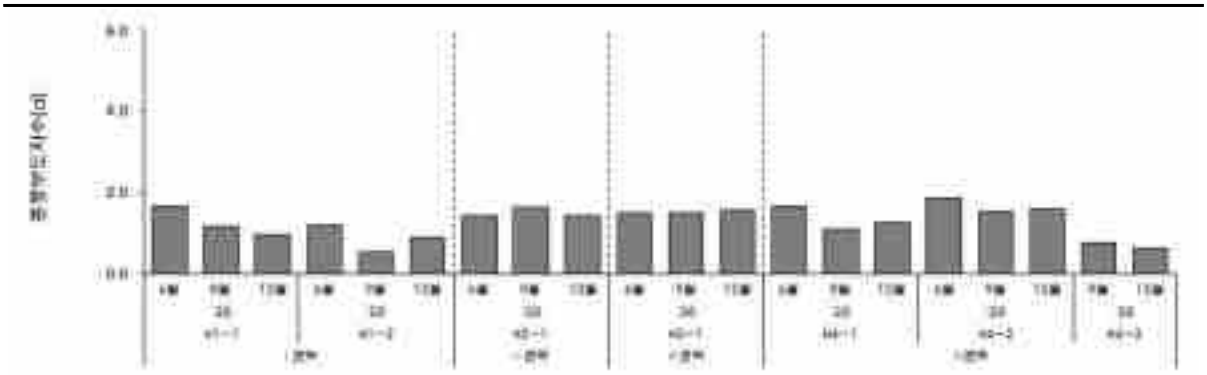
○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 0.57±0.02(0.55~0.58), Ⅱ권역은 0.78, Ⅲ권역은 0.67±0.16(0.56~0.78), Ⅳ권역은 0.87±0.12(0.74~0.94)의 범위를 나타냄

다) 요약

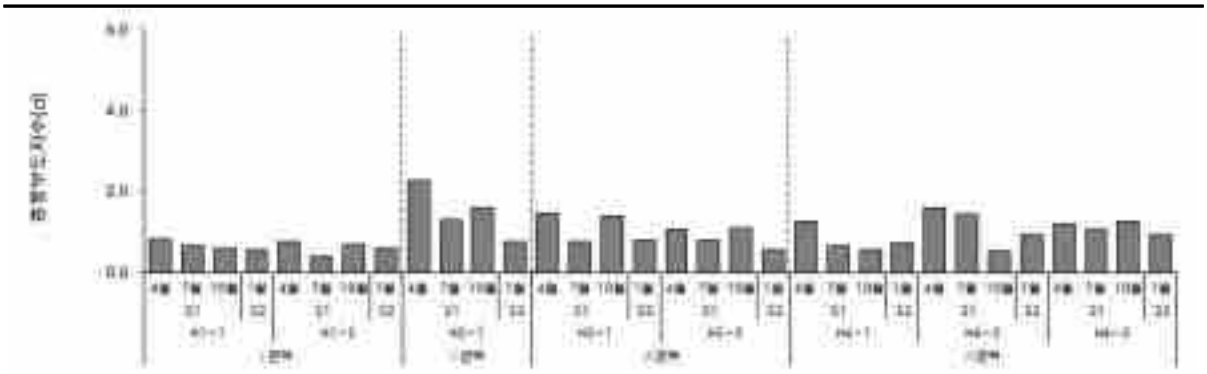
○ 인천연안 참굴 어장의 종풍부도지수는 시기 간 유사한 수준을 보임

<표 Ⅲ-3.2.1-14> 참굴 어장 부착생물 종풍부도지수

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1.43±0.22	1.44	1.49	1.78±0.10	1.56±0.21
	2020년 9월	0.84±0.31	1.61	1.49	1.13±0.31	1.17±0.38
	2020년 12월	0.92±0.04	1.44	1.56	1.16±0.41	1.19±0.35
	평균±표준편차	1.06±0.34	1.50±0.08	1.51±0.03	1.30±0.42	1.29±0.37
2차 년도	2021년 4월	0.80±0.03	2.26	1.27±0.29	1.36±0.22	1.31±0.48
	2021년 7월	0.53±0.18	1.29	0.78±0.04	1.06±0.38	0.89±0.35
	2021년 10월	0.64±0.06	1.60	1.24±0.21	0.78±0.42	0.96±0.42
	2022년 1월	0.57±0.02	0.78	0.67±0.16	0.87±0.12	0.73±0.16
	평균±표준편차	0.63±0.13	1.48±0.62	0.99±0.32	1.02±0.35	0.97±0.41
평균±표준편차		0.83±0.35	1.49±0.44	1.13±0.36	1.14±0.42	1.10±0.43



(그림 Ⅲ-3.2.1-13) 1차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종풍부도지수



(그림 Ⅲ-3.2.1-14) 2차년도 참굴 어장 부착생물 권역 및 정점별 종풍부도지수

3.2.2 참굴 현황

가. 서식밀도

1) 1차년도

○ 인천 연안어장의 참굴 평균 서식밀도는 3,424±2,827개체/㎡으로 2020년 6월 1,694±388개체/㎡, 9월 4,598±3,190개체/㎡, 12월 3,733±3,208개체/㎡가 출현하여 조사 시기 간 큰 편차를 보이며, 9월과 12월에 높음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 1,792±283개체/㎡(1,592~1,992개체/㎡), Ⅱ권역은 1,924개체/㎡, Ⅲ권역은 1,436개체/㎡, Ⅳ권역은 1,610±721개체/㎡ (1,100~2,120개체/㎡)으로 권역 간 유사한 수준을 보임

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 3,468±2,308개체/㎡(1,836~5,100개체/㎡), Ⅱ권역은 10,200개체/㎡, Ⅲ권역은 2,600개체/㎡, Ⅳ권역은 4,151±2,931개체/㎡ (2,052~7,500개체/㎡)으로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 6,668±5,776개체/㎡(2,584~10,752개체/㎡), Ⅱ권역은 3,852개체/㎡, Ⅲ권역은 1,996개체/㎡, Ⅳ권역은 2,316±1,024개체/㎡ (1,300~3,348개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

2) 2차년도

○ 인천 연안어장의 참굴 평균 서식밀도는 4,888±9,058개체/㎡으로 2021년 4월 3,508±5,272개체/㎡, 7월 9,816±15,481개체/㎡, 10월 4,084±7,065개체/㎡, 2022년 1월 2,145±2,602개체/㎡가 출현하여 조사 시기 간 큰 편차를 보이며, 7월에 가장 높음

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 8,463±11,225개체/㎡(525~16,400개체/㎡), Ⅱ권역은 1,358개체/㎡, Ⅲ권역은 1,619±80개체/㎡(1,563~1,675개체/㎡), Ⅳ권역은 2,181±1,091개체/㎡ (1,000~3,152개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 33,100±15,132개체/㎡(22,400~43,800개체/㎡), Ⅱ권역은 1,533개체/㎡, Ⅲ권역은 1,788±477개체/㎡(1,450~2,125개체/㎡), Ⅳ권역은 2,406±945개체/㎡ (1,417~3,300개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 13,588±10,389개체/㎡(6,242~20,933개체/㎡), Ⅱ권역은 550개체/㎡, Ⅲ권역은 1,188±141개체/㎡(1,088~1,288개체/㎡), Ⅳ권역은 858±395개체/㎡ (408~1,150개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 6,133±1,791개체/㎡(4,867~7,400개체/㎡), Ⅱ권역은 408개체/㎡, Ⅲ권역은 1,488±583개체/㎡(1,075~1,900개체/㎡), Ⅳ권역은 504±191개체/㎡(388~725개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

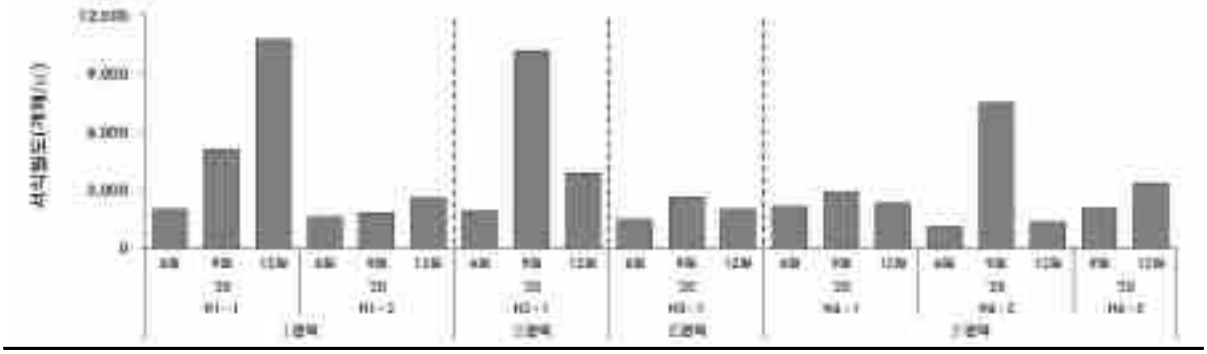
3) 요약

○ 권역 내 시기적인 큰 편차를 가지며, 대부분 2020년 9월, 12월과 2021년 7월에 서식밀도가 높고, 권역 중 1차년도에는 Ⅱ권역, 2차년도에는 Ⅰ권역이 높은 서식밀도를 기록함

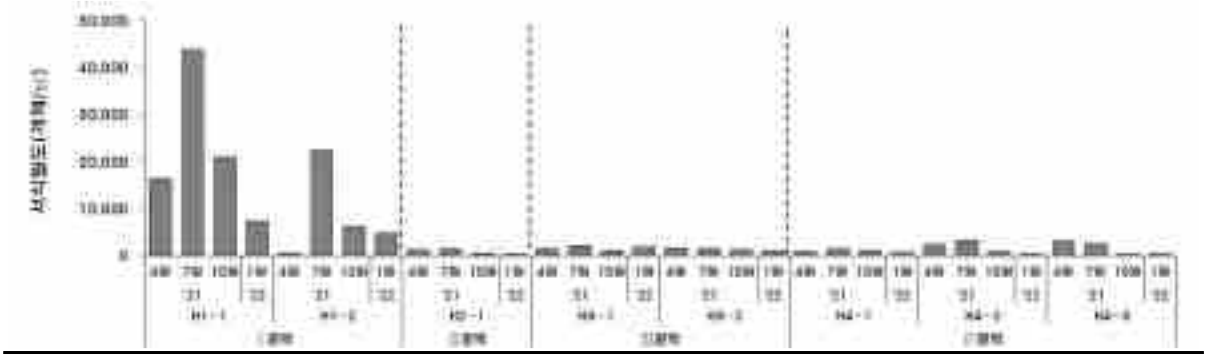
○ 일반적으로 참굴 서식밀도는 가입량, 자연사망, 기생충 감염, 어획량 등으로 변동됨에 따라, 인천 연안 참굴의 서식밀도 역시 이러한 복합적인 요인으로 인하여 권역 및 시기간 변동폭을 보이는 것으로 판단됨

<표 Ⅲ-3.2.2-1> 권역별 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	1,792±283	1,924	1,436	1,610±721	1,694±388
	2020년 9월	3,468±2,308	10,200	2,600	4,151±2,931	4,598±3,190
	2020년 12월	6,668±5,776	3,852	1,996	2,316±1,024	3,733±3,208
	평균±표준편차	3,976±3,558	5,325±4,330	2,011±582	2,828±2,029	3,424±2,827
2차 년도	2021년 4월	8,463±11,225	1,358	1,619±80	2,181±1,091	3,508±5,272
	2021년 7월	33,100±15,132	1,533	1,788±477	2,406±945	9,816±15,481
	2021년 10월	13,588±10,389	550	1,188±141	858±395	4,084±7,065
	2022년 1월	6,133±1,791	408	1,488±583	504±191	2,145±2,602
	평균±표준편차	15,321±13,976	962±566	1,520±374	1,487±1,071	4,888±9,058
평균±표준편차		10,459±11,999	2,832±3,442	1,654±467	2,023±1,623	4,325±7,305



(그림 Ⅲ-3.2.2-1) 1차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 서식밀도



(그림 Ⅲ-3.2.2-2) 2차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 서식밀도

나. 각고

1) 1차년도

○ 참굴 어장의 참굴 평균 각고는 27.7±12.7㎜로 2020년 6월 23.4±9.1㎜, 9월 28.6±10.9㎜, 12월 29.1±14.8㎜로 조사 시기에 따라 성장하는 것으로 나타남

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 15.0±9.9㎜(2.7~37.2㎜), Ⅱ권역은 25.3±5.6㎜(14.5~37.8㎜), Ⅲ권역은 15.8±4.5㎜(8.6~28.2㎜), Ⅳ권역은 28.8±5.3㎜(9.4~42.8㎜)로 Ⅱ권역과 Ⅳ권역이 큼

○ 2020년 9월 조사 시 Ⅰ권역은 24.1±10.0㎜(8.8~44.7㎜), Ⅱ권역은 36.6±12.2㎜(16.8~79.5㎜), Ⅲ권역은 29.5±14.6㎜(9.8~79.5㎜), Ⅳ권역은 29.8±5.3㎜(21.0~46.0㎜)로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 20.8±12.5㎜(6.7~65.5㎜), Ⅱ권역은 26.0±13.5㎜(9.4~72.1㎜), Ⅲ권역은 32.6±15.0㎜(7.5~73.2㎜), Ⅳ권역은 33.8±13.9㎜(9.9~75.1㎜)로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 큼

2) 2차년도

○ 참굴 어장의 참굴 평균 각고는 25.0±17.0㎜로 2021년 4월 28.8±17.9㎜, 7월 14.4±14.7㎜, 10월 26.6±16.6㎜, 2022년 1월 25.9±15.3㎜로 조사 시기에 따라 성장하는 것으로 나타남

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 13.8±2.9㎜(7.1~22.9㎜), Ⅱ권역은 41.3±14.5㎜(12.4~82.2㎜), Ⅲ권역은 37.0±22.0㎜(10.7~97.1㎜), Ⅳ권역은 37.9±11.1㎜(14.9~69.2㎜)로 Ⅱ권역, Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 큼

○ 2021년 7월 조사 시 Ⅰ권역은 9.4±10.4㎜(1.1~39.3㎜), Ⅱ권역은 18.2±17.3㎜(1.6~54.7㎜), Ⅲ권역은 20.8±18.2㎜(2.3~89.8㎜), Ⅳ권역은 11.8±10.3㎜(1.3~56.7㎜)로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 큼

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 13.4±7.3㎜(3.7~36.6㎜), Ⅱ권역은 36.5±23.1㎜(5.2~75.2㎜), Ⅲ권역은 36.2±17.7㎜(9.7~93.3㎜), Ⅳ권역은 27.9±12.2㎜(9.2~63.6㎜)로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 큼

○ 2022년 1월 조사 시 Ⅰ권역은 24.6±11.5㎜(4.3~56.0㎜), Ⅱ권역은 23.7±15.8㎜(3.6~98.9㎜), Ⅲ권역은 40.0±16.7㎜(10.4~82.5㎜), Ⅳ권역은 21.0±10.9㎜(1.4~68.3㎜)로 Ⅲ권역이 큼

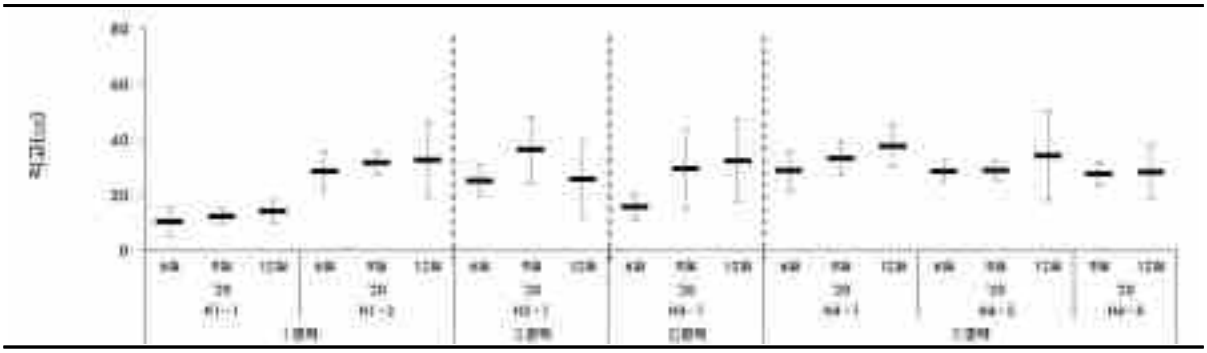
3) 요약

○ 조사 시기가 지남에 따라 참굴의 각고 크기가 성장하며, 점차 각고 크기 별로 고른 분포를 보이며, 2020년 6월과 2021년 7월에 참굴 가입이 관찰됨

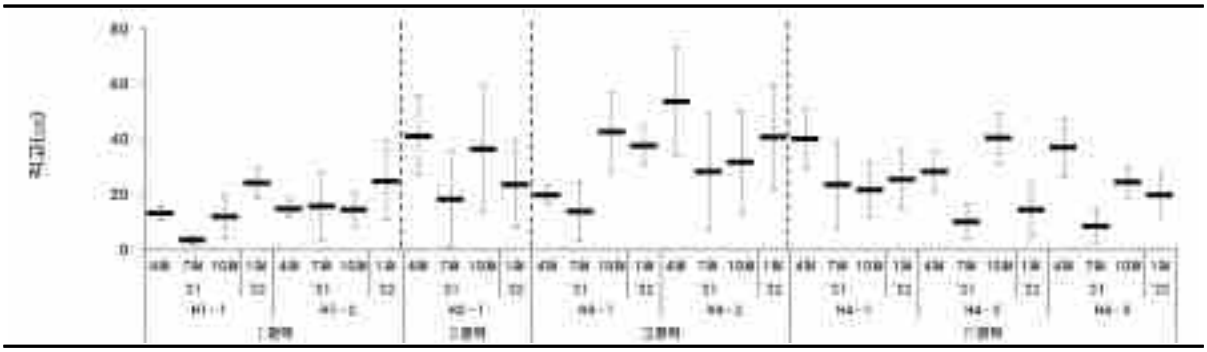
○ Ⅰ권역(아차도)은 작은 크기의 참굴 출현빈도가 높고, 40㎜ 이상 개체는 거의 관찰되지 않은 반면, Ⅲ권역 내리 어장은 큰 크기 출현빈도가 높고, 고른 분포를 보임

<표 Ⅲ-3.2.2-2> 권역별 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고(㎜)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	15.0±9.9	25.3±5.6	15.8±4.5	28.8±5.3	23.4±9.1
	2020년 9월	24.1±10.0	36.6±12.2	29.5±14.6	29.8±5.3	28.6±10.9
	2020년 12월	20.8±12.5	26.0±13.5	32.6±15.0	33.8±13.9	29.1±14.8
	평균±표준편차	21.1±11.6	29.1±13.2	28.8±14.8	31.2±10.1	27.7±12.7
2차 년도	2021년 4월	13.8±2.9	41.3±14.5	37.0±22.0	37.9±11.1	28.8±17.9
	2021년 7월	9.4±10.4	18.2±17.3	20.8±18.2	11.8±10.3	14.4±14.7
	2021년 10월	13.4±7.3	36.5±23.1	36.2±17.7	27.9±12.2	26.6±16.6
	2022년 1월	24.6±11.5	23.7±15.8	40.0±16.7	21.0±10.9	25.9±15.3
	평균±표준편차	15.6±9.6	28.1±18.4	34.0±20.2	26.2±14.4	25.0±17.0
평균±표준편차		17.2±10.5	28.3±17.4	32.4±18.9	28.3±13.0	25.9±15.8



(그림 Ⅲ-3.2.2-3) 1차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고



(그림 Ⅲ-3.2.2-4) 2차년도 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고

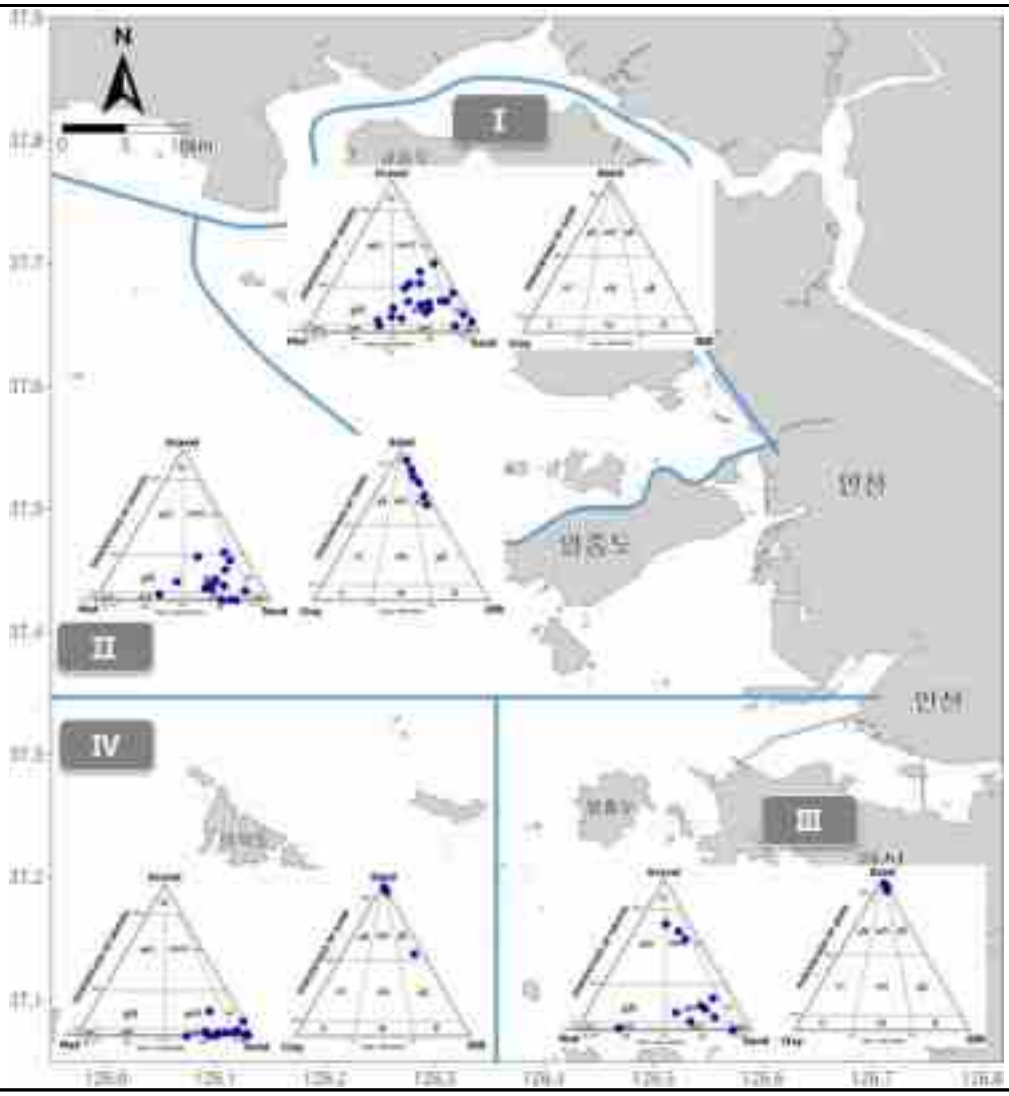


(그림 Ⅲ-3.2.2-5) 참굴 어장 권역 및 정점별 참굴 각고 빈도 분포도

4. 요약

4.1 바지락 어장 현황

- 조사시기에 따른 바지락어장별 퇴적물 구성비 차이는 크지 않았으며, 전반적으로 모든 권역에서 모래가 우세한 퇴적상을 보임
- 함수율은 평균입도와 양호한 상관성을 보여 세립한 퇴적상을 보인 권역의 정점에서 상대적으로 높음
- 유기물 항목(강열감량, 화학적산소요구량 및 총유기탄소)은 본 조사결과 모든 권역에서 기존 문헌 결과의 변동 범위 내 수준으로 조사되었으며, 총유기탄소(TOC)는 수산생물 서식 어장환경기준(20㎎/g-dry, 2%)을 만족함
- 산휘발성황화물(AVS)은 수산생물 서식 어장환경 기준(0.5㎎/ g)을 만족함



(그림 Ⅲ-4.1-1) 권역별 삼각다이어그램

<표 Ⅲ-4.1-1> 바지락 어장 환경 조건

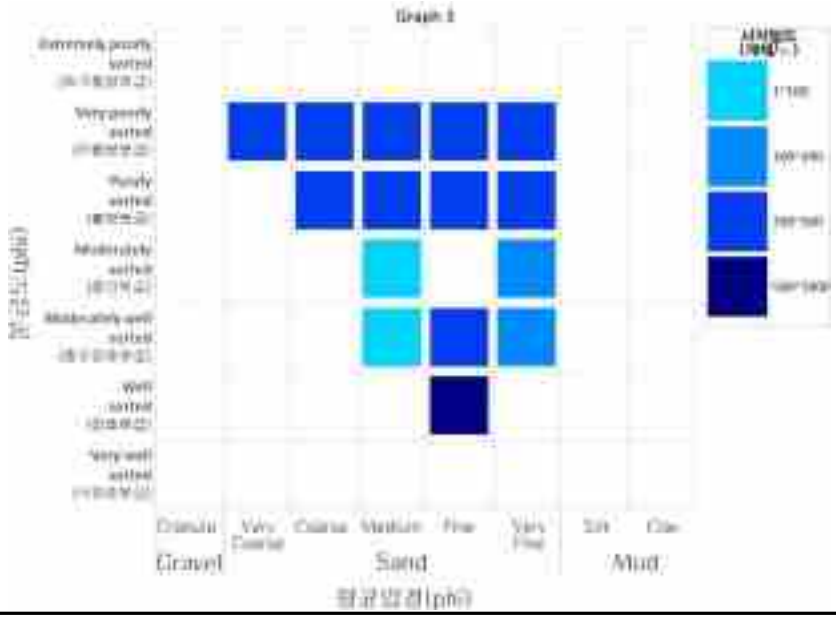
항목	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
평균입도	-0.22~4.61Φ (평균 1.80Φ)	0.81~4.61Φ (평균 2.90Φ)	-0.76~5.51Φ (평균 2.18Φ)	0.51~3.99Φ (평균 1.97Φ)
	모래가 우세한 조립한 퇴적상			
총유기탄소	수산생물서식어장환경기준(20㎎/g-dry) 만족			
강열감량	Ⅰ, Ⅲ권역이 Ⅱ, Ⅳ권역 보다 높음			
COD	대체로 Ⅰ권역에서 상대적으로 높음			
함수율	시기 및 권역별 유사한 변동			
AVS	수산생물 서식 어장환경 기준(0.5㎎/g) 이하			

○ 바지락어장 내 대형저서동물은 우리나라 서해안과 남해안 조간대에서 흔히 관찰되는 길게(*M. dilatatus*), 칠게(*M. japonicus*), 민챙이(*B. caurina*), 동죽(*M. quadran gularis*), 가무락조개(*C. sinensis*) 등이 모든 권역에서 상위 우점종으로 출현함

○ 바지락 서식밀도는 권역 중 Ⅰ권역이 가장 많고, Ⅳ권역이 가장 적으며, 어장별로 살펴보면, 신도, 포내, 영암 어촌계가 많고, 외리 어촌계는 바지락이 출현하지 않음

○ 바지락 각장 크기는 시기에 따라 성장하는 경향성을 보이며, Ⅰ권역(장봉도, 신도, 시도)에서 치패(15 ㎜이하) 출현빈도가 높음

○ 인천 연안에서 바지락이 출현한 지역의 퇴적환경은 평균 자갈함량 12.3±16.2%, 모래 함량 68.1±20.9%, 펄 함량 19.7±15.2%, 평균입도 2.1±1.2Φ(극세립사), 분급도 2.0±0.9(불량)로 바지락의 주요 분포대가 모래 함량이 30% 이상이며, 다양한 크기의 입자들로 구성된 조립한 퇴적환경을 선호하는 것으로 분석됨



(그림 Ⅲ-4.1-2) 퇴적환경에 따른 바지락 서식밀도 분포특성

○ 바지락 어장 중 Ⅲ권역에 속하는 선재도에 위치한 어장에서 쏙 서식밀도가 다른 권역에 비해 상대적으로 높아, 바지락 서식에 있어 유해생물인 쏙으로 인해 불리한 환경 조건인 것으로 판단됨

○ 어장환경평가 방법(어장관리법 시행규칙 [별표1])을 통한 인천 연안 바지락 어장환경평가 결과, 13개 바지락 어장이 1등급에 해당되어 안정적인 어장환경을 지닌 것으로 평가됨

- 어장관리법에서 규정하고 있는 어장환경평가의 대상은 어류를 양식하는 가두리양식업 어장으로 하고 있어, 본 과업에 적용한 어장환경평가 결과를 직접적으로 활용하기 보다는 인천 연안에 위치하고 있는 어장에 대한 객관적인 평가지표를 개발하여 어장환경을 진단하고, 평가에 따라 어장환경을 저해시키는 환경인자를 지속적으로 제거하는 노력이 필요할 것으로 판단됨

○ 권역별 바지락 어장 환경 조건을 요약한 결과, Ⅰ권역이 바지락 치패량이 많고 바지락 서식에 유해한 생물이 적어, 상대적으로 바지락 서식에 좋은 환경인 것으로 판단됨

<표 Ⅲ-4.1-2> 바지락 어장 환경 조건

구 분	Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역
퇴적환경	적합	적합	어장별 적합	적합
치패량	●	▲	▲	▲
유해생물(쏙)	▲	▲	●	X
어장환경평가등급	Ⅰ등급	Ⅰ등급	Ⅰ등급	Ⅰ등급

●: 상대적으로 많음, ▲: 상대적으로 적음, X: 상대적으로 없음

4.2 참굴 어장 현황

○ 참굴 어장 내 부착생물(대형저서동물)은 우리나라 서해 암반 조간대에서 일반적으로 서식하는 참굴(*C. gigas*), 삿갓조개류(Patellidae spp.), 총알고둥(*L. brevicula*), 조무래기따개비(*C. challenger*i)와 고랑따개비(*F. albicostatus*)가 상위 우점종으로 출현함

○ 모든 조사 시기 및 권역에서 참굴(*C. gigas*)이 가장 높은 점유율로 꾸준하게 출현하며, 참굴 출현량에 따라 서식밀도 변화 양상이 결정되며, 낮은 생태학적 제지수를 보임

○ 참굴 서식밀도는 대부분 2020년 9월과 2021년 7월에 서식밀도가 높고, 1차년도에는 Ⅱ권역(무의도), 2차년도에는 Ⅰ권역(아차도)이 높음

○ 참굴 각고 크기는 조사 시기가 지남에 따라 크기가 성장하며, 점차 각고 크기 별로 고른 분포를 보이며, 2020년 6월과 2021년 7월에 참굴 가입이 관찰됨

○ 권역 중 Ⅰ권역 아차도는 작은 각고 크기의 참굴 출현빈도가 높고, 40㎜ 이상 개체는 거의

관찰되지 않은 반면, Ⅲ권역은 큰 크기 출현빈도가 높고, 고른 분포를 보임

○ 시기 별 참굴 서식밀도와 각고 자료를 종합한 결과, Ⅰ권역 아차도는 가입된 참굴이 다른 권역에 비해 상대적으로 성장이 늦어, 개체 간 공간경쟁률이 낮아, 시기적으로 꾸준하게 높은 서식밀도를 보임

○ 반면, Ⅲ권역 영흥도 내리 어장은 권역 중 상대적으로 큰 크기 개체 출현빈도가 높고, 성장에 따른 개체 간 공간경쟁이 심해, 낮은 서식밀도를 보임

○ 인천 참굴 어장을 참굴 개체 특성으로 평가한 결과, Ⅲ권역 영흥도 내리 어장이 참굴 가입 후 큰 성장 크기를 꾸준하게 보여, 참굴 서식에 좋은 환경인 것으로 평가됨

<표 Ⅲ-4.2-1> 참굴 어장 내 참굴 개체 특성

구 분	Ⅰ권역(아차도)	Ⅱ권역(무의도)	Ⅲ권역(영흥도)	Ⅳ권역(자월도)
가입시기	6월~7월			
서식밀도	●	▲	▲	▲
성장크기	▲	■	●(내리)	■

●: 상대적으로 많음(높음), ■: 보통(중간), ▲: 상대적으로 적음(낮음)

Ⅳ

바지락 및 참굴 생산량 저하 요인 규명

1. 오염원 생태독성 시험
2. 오염물질 확산 실험
3. 참굴 대상 현장 실험
4. 참굴 대상 실내 시험
5. 생산량 저하 해양환경 요인 분석
6. 요약

Ⅳ. 바지락 및 참굴 생산량 저하 요인 규명

1. 오염원 생태독성 시험

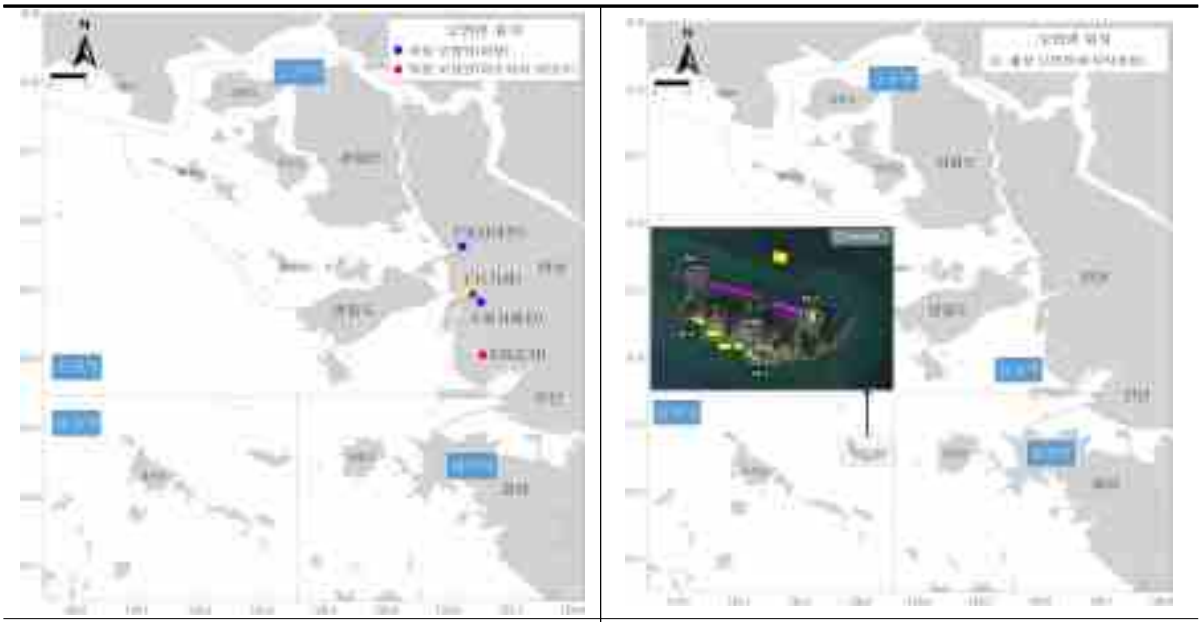
○ 오염원에 대한 생물의 생태독성 영향은 오염물질의 절대적 농도보다는 생물이용도, 퇴적물의 특성, 수질의 이화학적 특성에 따라 다르게 나타날 수 있음

- 예를 들면 퇴적물에 존재하는 황화물(Acid Volatile Sulfide, AVS)의 농도가 높으면 중금속에 대한 생물의 이용도가 낮아짐(Di Toro et al., 1990; Berry et al., 1996)
- 퇴적물의 입자 크기가 작아질수록 표면적이 넓어져 더 많은 물질을 흡착할 수 있고 이온교환능이 커져 용존금속이 더 쉽게 퇴적물에 흡착될 수 있음(Cho et al., 1999)

○ 이와 같이 화학분석에 분석된 물질의 농도와 생태독성 결과가 상보적인 역할을 하고 있으므로 오염원에 대한 자료 해석을 위해서는 화학분석(Ⅱ. 인천 연안어장 해양환경정보 현황 편에 기술)과 생태 독성실험 두 가지 방법 모두 이용하는 것이 결과 자료에 대한 신뢰성을 확보할 수 있음

1.1 분석방법

○ 육상오염원과 해상오염원 생태독성 시험을 위한 시료는 오염원 현장조사시 수행한 지점에서 채취함



육상오염원 시료 채집 위치도	해상오염원 시료 채집 위치도

(그림 Ⅳ-1.1-1) 생태독성 시험을 위한 육상 및 해상오염원 시료 채집 위치도

1.1.1 육상오염원 생태독성 시험

○ 해상으로 유입되는 하천에 의해 해상오염 및 해양 생물에게 영향이 있는지 파악하기 위해 육상오염원 생태독성 시험을 수행함

○ 생태독성 시험은 총 3회 수행하였으며, 1차년도 우기 전(2020년 5월)·후(2020년 8월), 2차년도 우기 후(2021년 9월)에 시험을 진행함

○ 하수처리 사업소 및 하천수 시료를 대상으로 생물 8종(물벼룩, 발광박테리아, 해산 규조류, 해산 로티퍼, 성게, 참굴, 바지락, 다시마)을 선정하여 진행함

○ 육상오염원 시료 분석을 위한 전처리 및 분석방법과 절차는 '수질오염공정시험기준'(국립환경과학원 고시 제2019-63호, 2019. 12. 24)과 '신윤경 등(2013)', '성찬경 등(2016)'에 준하여 분석

○ 하수처리 사업소 및 하천수 시료를 대상생물 중 해양에 서식하는 7종(발광박테리아, 해산 규조류, 해산 로티퍼, 성게, 참굴, 바지락, 다시마)에 대한 생태독성 시험 시 염분 보정을 위해 인공염을 사용하여 pH가 6.0~8.5, 염분이 29.0~31.0psu의 범위 내로 조절하여 시험에 사용함

○ 생태독성 최종측정치 평가결과는 통계프로그램 SPSS(ver.18.0)를 이용하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하여 유의수준 0.05로 검증한 후, 유의한 수준의 차이를 보일 경우 Dunnett의 사후검증을 실시함

○ 생태독성 시험의 독성 판정은 대조구에서 관찰된 최종 측정값과 시료에서 관찰된 최종 측정값을 비교함

- 대조구와 통계적인 차이가 없는 경우($p>0.05$)는 독성이 없는 것으로 판정함
- 대조구와 통계적인 차이($p<0.05$)는 있지만, 영향을 받은 정도가 20% 미만인 경우 또한 독성이 없는 것으로 판정함

			
시험생물 준비	시험생물 노출	시험생물 노출	시험 종료

(그림 Ⅳ-1.1.1-1) 육상오염원 생태 독성시험 수행과정

<표 Ⅳ-1.1.1-1> 육상오염원 생태 독성시험생물, 시험방법 및 시험 일정

분류군	종	시험방법	최종측정치(%)	시험 일정
물벼룩 (Water flea)	*Daphnia magna*	수질오염공정시험기준	생존율	2020.05.21(1차) 2020.08.20(2차) 2021.09.27(3차)
박테리아 (Bacteria)	*Vibrio fischeri*	해양환경공정시험기준	발광률	2020.05.28(1차) 2020.09.04(2차) 2021.09.27(3차)
해산 규조류 (Diatom)	*Skeletonema costatum*	해양환경공정시험기준	상대성장률	2020.06.23(1차) 2020.10.19(2차) 2021.09.27(3차)
해산 로티퍼 (Rotifera)	*Brachionus plicatilis*	해양환경공정시험기준	생존율	2020.07.17(1차) 2020.10.14(2차) 2021.09.30(3차)
패류 (Shellfish)	*Crassostrea gigas* (참굴)	해양환경공정시험기준	D형 유생 발생률	2020.07.05(1차) 2020.08.24(2차) 2021.09.28(3차)
	Ruditapes philippinarum (바지락)	신윤경 et al., (2013), 성찬경 et al., (2016)	생존율	2020.10.29(1차) 2020.10.29(2차)
성게 (Sea urchin)	*Strongylocentrotus nudus* (둥근성게)	해양환경공정시험기준	수정률	2020.08.04(1차) 2020.08.25(2차) 2021.09.29(3차)
해조류 (seaweed)	*Saccharina japonica* (다시마)	해양환경공정시험기준	발아율	2020.12.09(1차) 2020.12.09(2차)

물벼룩	발광박테리아	해산 규조류	해산 로티퍼
Daphnia magna	*Vibrio fischeri*	*Skeletonema costatum*	*Brachionus plicatilis*
			
성게류(둥근 성게)	**해조류(다시마)**	**패류(참굴)**	**패류(바지락)**
Strongylocentrotus nudus	*Saccharina japonica*	*Crassostrea gigas*	*Ruditapes philippinarum*
			

(그림 Ⅳ-1.1.1-2) 육상오염원 생태독성 시험에 이용한 시험생물

<표 Ⅳ-1.1.1-2> 육상오염원 생태 독성시험 생물 시험방법 요약

항 목	시 험 조 건		
시험생물	물벼룩 *Daphnia magna*	발광박테리아 *Vibrio fischeri*	해산 규조류 *Skeletonema costatum*
시험기간	24시간	30분	96시간
수온	20.0±2.0℃	15.0℃	20.0±1.0℃
염분	0psu	30.0±1.0psu	30.0±5.0psu
반복수	4개	4개	3개
최종측정치	생존율(%)	발광율(%)	상대성장률(%)
참고시험법	수질오염공정시험기준	해양환경공정시험기준	해양환경공정시험기준

시험생물	해산 로티퍼 *Brachions plicatilis*	참굴 *Crassostrea gigas*	둥근 성게 *Strongylocentrotus nudus*
시험기간	24시간	30시간	10분
수온	25.0±1.0℃	25.0±0.5℃	20.0±0.5℃
염분	30.0±1.0psu	30.0±1.0psu	30.0±1.0psu
반복수	6개	3개	3개
최종측정치	생존율(%)	D형 발생률(%)	수정률(%)
참고시험법	해양환경공정시험기준	해양환경공정시험기준	해양환경공정시험기준

시험생물	바지락 *Ruditapes philippinarum*	다시마 *Saccharina japonica*
시험기간	96시간	24시간
수온	23~24℃	15.0±0.5℃
염분	32.0±1.0psu	30.0±1.0psu
반복수	4개	3개
최종측정치	생존율(%)	발아율(%)
참고시험법	신윤경 등(2013) 성찬경 등(2016)	해양환경공정시험기준

가. 물벼룩(*Daphnia magna*)

○ 물벼룩 독성시험방법은 '수질오염 공정시험기준 (ES 04704.1b) 물벼룩을 이용한 급성 독성시험법'에 준용하여 시험함

- 시험생물은 대조구 및 시료에 태어난 지 24시간 미만의 어린 개체 5마리씩을 투입하고 24시간 후의 생존 및 사망 개체 수를 계수함
- 최종측정치는 생존율로 다음의 식으로 계산함

$$\text{생존율}(\%) = \left(\frac{\text{시험종료 후 생존 물벼룩 수}}{\text{초기 투입 물벼룩 수}}\right) \times 100$$

나. 발광박테리아(*Vibrio fischeri*)

○ 발광박테리아 발광률 시험은 '해양환경공정시험기준 중 발광박테리아를 이용한 해양배출 폐기물 생태 독성 시험기준'에 준용하여 시험함

- 동결건조 제품 또는 배양 중인 생물을 대조구 및 시료에 30분 동안 노출한 후 노출 전·후 발광량의 변화를 측정함으로써 발광률을 평가하는 시험임
- 최종측정치는 상대 발광률(%)이며, 대조구의 발광량을 기준으로 다음의 식으로 계산함

$$상대발광률(\%) = 100 - \left\{ \frac{(대조구의\ 평균\ 발광량 - 시료의\ 평균\ 발광량)}{대조구의\ 평균\ 발광량} \times 100 \right\}$$

다) 해산 규조류(*Skeletonema costatum*)

○ 해산 규조류 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 해산 규조류를 이용한 해양생태 독성 시험기준'에 준용하여 시험함

- 시험생물은 자연해수를 사용하여 충분한 성장이 이루어지도록 배양을 진행함
- 50mL 시험관에 시험수 30mL씩 분주를 하며 시험생물을 시험관에 5,000~15,000cells/mL의 농도로 접종한 뒤 형광 광도계를 사용하여 340~500㎚ excitation, 680㎚ 영역대의 초기 형광량을 측정하고, 온도 20±1.0℃, 광량 7,000~9,000lux, 광주기 10Light:14Dark, 백색형광등의 항온배양기에서 96시간 배양을 진행 후 시험을 종료함
- 각 시험구와 대조구의 개체군 성장률 평균값을 이용하여 상대성장률을 계산함

$$상대성장률(\%) = 100 - \left\{ \frac{(대조구의\ 평균\ 개체군\ 성장률 - 시료의\ 평균\ 개체군\ 성장률)}{대조구의\ 평균\ 개체군\ 성장률} \times 100 \right\}$$

라. 해산 로티퍼(*Brachionus plicatilis*)

○ 해산 로티퍼 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 로티퍼를 이용한 해양생태 독성 시험방법'에 준용하여 시험함

- 시험생물은 자연 해수를 사용하여 충분한 성장이 이루어지도록 배양을 진행함
- 시험 1~2일 전 시험생물의 먹이를 충분히 공급하며 시험 시작 2시간 전에 포란한 성체를 분리하고 2시간 방치하여 새로운 신생개체를 가지고 시험 진행함
- 시험용액은 well plate에 1mL씩 분주하며 대조구를 포함하여 6개 이상의 반복구를 설정함
- 신생개체를 well plate의 각 well 당 5개체씩 넣은 뒤 온도는 25±0.5℃, 암조건으로 항온배양기에서 24시간 배양을 진행하며 24시간 후에 현미경으로 관찰하여 생존한 개체수를 계수함

$$생존율\,(\%) = \frac{a}{5} \times 100$$

여기서 a : 생존한 개체 수

마. 참굴(*Crassostrea gigas*)

○ 이매패류 참굴 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 참굴을 이용한 해양배출 시험방법'에 준용하여 시험함

- 시험법은 참굴의 D형 발생률을 이용하여 해양환경을 판단하는 기준으로 사용함
- 시험생물을 여과 해수로 간단히 씻어낸 뒤, 절개법으로 정자와 난자를 받으므로 조심히 패각을 분리함
- 커버글라스로 몸통의 생식소에 상처를 낸 후, 정자와 난자를 현미경으로 확인하여 해수를 담은 비커에 나누어 담아 정자와 난자 방출을 유도하며 난자에 정자를 섞어 수정시키고 1분 이내 20㎛ sieve를 이용하여 거른 후에 난자만 수거함
- 20㎛ sieve를 이용하여 거른 후 난자를 3회 여과 해수로 세척하여 남아 있는 정자를 제거함
- 정상 수정된 수정란을 well plate의 각 well 당 100~150개씩 넣은 뒤, 온도는 25±0.5℃, 광주기는 16Light:8Dark로 항온배양기에서 26시간 30분~30시간 배양함
- 최대 30시간 후, 3% 포르말린 용액으로 고정하고 현미경으로 100개체를 무작위로 관찰하여 수정란이 정상 D형 유생 및 미발달 수정란의 개체 수를 계수하여 정상 D형 유생 발생률을 산출함

$$D형\ 발생률(\%) = (\frac{d}{d+e+f}) \times 100$$

여기서, d : 정상 D형 유생, e : 수정란, f : 비정상 D형 유생

바. 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*)

○ 성게 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 성게를 이용한 해양생태 독성 시험방법'에 준용하여 시험함

- 시험법은 성게의 수정률을 이용하여 환경을 판단하는 기준으로 사용함
- 둥근성게의 방란·방정 유도를 위해 주사기를 사용하여 0.5M KCl을 1~2mL를 성게 체강 내로 주입한 뒤, 항문이 위로 향하도록 바닥에 내려놓고 성게의 정자와 난자가 나오는지 확인 후 비커에 여과 해수를 담아 둥근성게를 항문이 아래로 향하도록 뒤집어 올려놓고 30분간 정자와 난자를 수거함
- 방란·방정 시켜 얻은 정자는 1회, 난자는 3회 여과 해수로 세척하고 적정한 정자 접종을 위하여 정자는 2,000~2,500배 희석하며 현미경으로 정자의 운동성과 난자의 물리적인 모양이 정상적인지 확인함

- well plate에 시험수 10mL씩 분주하고 각 well 당 정자 1μ L을 넣어 30분 노출시킨 후, 정자가 주입된 각 well 당 난자 100~150개를 투입하며 10분 후 대조구의 수정막 형성 유·무를 확인하여 수정막이 제대로 형성되었을 때 3% 포르말린 용액으로 고정하고 정상 수정된 수정란을 계수하여 수정률을 산출함

$$수정률(\%) = (\frac{a}{a+b+c}) \times 100$$

여기서, a : 정상 수정란, b : 수정이 안 된 난자, c : 비정상 수정란

사. 바지락(*Ruditapes philippinarum*)

○ 이매패류 바지락 독성시험은 '신윤경 등(2013)', '성찬경 등(2016)'의 시험방법에 준용하여 시험함

- 시험생물을 96시간 동안 노출시킨 후 생존율을 평가함
- 시험생물을 염분 31~33psu, 수온 23~24℃ 조건에서 일주일간 순치 후 준비된 시험구에 각 10마리씩 투입 후 수온 23~24℃ 조건에서 96시간 시험을 진행함
- 시험 24시간마다 생존 개체수를 계수하고 사망한 개체를 제거하며 시험 종료 96시간 후 생존 개체수에 근거하여 아래의 식으로 계산함
- 사망 여부는 패각을 벌리고 있는 개체 가운데 인위적인 자극을 가하여 반응이 없는 개체를 사망 개체로 판단함

$$생존율(\%) = (\frac{N_f}{N_0}) \times 100$$

여기서, Nf : 최종 생존 개체 수, N0 : 초기투입 개체 수

아. 다시마(*Saccharina japonica*)

○ 해조류 다시마 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 다시마를 이용한 해양생태 독성 시험방법'에 준용하여 시험함

- 시험생물을 24시간 동안 노출시킨 후 발아율을 평가함
- 유주자가 부착되어있는 커버글라스를 사용하며 well plate에 시험수 10mL씩 분주하고 15.0±0.5℃의 항온배양기에 넣어 보관함
- 24시간 후, 3% 포르말린으로 고정하고 100개체를 무작위로 관찰하여 현미경으로 발아한 유주자와 발아하지 않은 유주자를 계수하여 발아율을 계산함

$$발아율(\%) = \left(\frac{a}{a+b}\right) \times 100$$

여기서, a : 정상 발아한 유주자, b : 발아하지 않은 유주자

○ 시료 전처리

- 시험 시작 12~24시간 전에 보관 중인 시험생물에서 자낭반(다세포 조류에서 포자낭이 뭉쳐진 부분에 나타나는 짙은 얼룩) 형성 여부를 기준으로 성숙한 개체를 선별 후 부드러운 천으로 표면의 이물질 또는 부착생물을 닦아내고, 여과된 해수로 깨끗이 세척함
- 표면의 수분을 제거하고 은박지에 싸서 15℃ 암상태에서 12~24시간 음건시킨 후 여과된 해수에 넣고 천천히 저어서 포자 방출을 유도함
- 트레이에 필요한 만큼의 커버글라스를 겹치지 않게 두고 방출된 유주자를 넣은 후 60분 정도 방치하여 커버글라스에 유주자가 부착되도록 함
- 60분 후 현미경으로 유주자가 잘 부착되었는지를 확인함

1.1.2 해상오염원 생태독성 시험

○ 유용 패류 생산량 감소가 어장 오염으로 인한 것인지 파악하기 위하여 해상오염원 생태독성 시험을 수행함

○ 생태독성 시험은 총 2회 수행하였으며, 1차년도 우기 전(2020년 5월)·후(2020년 8월)에 시험을 진행함

○ 해상오염원 퇴적물 시료를 대상으로 생물 4종(발광박테리아, 성게, 참굴, 바지락)을 선정하여 진행함

발광박테리아	단각류	패류(참굴)	패류(바지락)
Vibrio fischeri	*Monocorophium acherusicum*	*Crassostrea gigas*	*Ruditapes philippinarum*
			

(그림 Ⅳ-1.1.2-1) 해상오염원 생태 독성시험 수행 시험생물

○ 해상오염원 생태 독성시험을 위한 시료 전처리 및 분석방법과 절차는 '해양환경공정시험기준'(해양수산부 고시 제2018-143호, 2018.12.5.)과 '신윤경 등(2013)', '성찬경 등(2016)'을 준하여 분석함

○ 생태독성 최종측정치 평가결과는 통계프로그램 SPSS(ver.18.0)를 이용하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하여 유의수준 0.05로 검증한 후, 유의한 수준의 차이를 보일 경우 Dunnett의 사후검증을 실시함

○ 생태독성 시험의 독성 판정은 대조구에서 관찰된 최종 측정값과 시료에서 관찰된 최종 측정값을 비교함

- 대조구와 통계적인 차이가 없는 경우(p>0.05)는 독성이 없는 것으로 판정함
- 대조구와 통계적인 차이(p<0.05)는 있지만, 영향을 받은 정도가 20% 미만인 경우 또한 독성이 없는 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.1.2-1> 인천 연안 어장 해상오염원 생태 독성시험 항목, 시험방법 및 시험 일정

분류군	종	시험방법	최종측정치(%)	시험 일정
박테리아 (Bacteria)	*Vibrio fischeri*	해양환경공정시험기준	발광률	2020.05.20(1차) 2020.10.08(2차)
단각류 (Amphipod)	*Monocorophium acherusicum*	해양환경공정시험기준	생존율	2020.05.29(1차) 2020.09.21(2차)
패류 (Shellfish)	*Crassostrea gigas*(참굴)	해양환경공정시험기준	D형 유생 발생률	2020.07.05(1차) 2020.08.24(2차)
	Ruditapes philippinarum(바지락)	신윤경 등(2013) 성찬경 등(2016)	생존율	2020.10.29(1차) 2020.10.29(2차)

가. 발광박테리아(*Vibrio fischeri*)

○ 발광박테리아 발광률 시험은 '해양환경공정시험기준 중 발광박테리아를 이용한 해양배출 폐기물 생태 독성시험기준'에 준용하여 시험함

- 동결건조 제품 또는 배양 중인 생물을 대조구 및 시료에 30분 동안 노출한 후 노출 전·후 발광량의 변화를 측정함으로써 발광률을 평가하는 시험임
- 최종측정치는 상대 발광률(%)이며, 대조구의 발광량을 기준으로 다음의 식으로 계산함

$$상대발광률(\%) = 100 - \left\{ \frac{(대조구의\ 평균\ 발광량 - 시료의\ 평균\ 발광량)}{대조구의\ 평균\ 발광량} \times 100 \right\}$$

○ 시료 전처리

- 퇴적물 시료는 오염되지 않은 여과 해수 1:10(W:V 또는 V:V)의 비로 1,000mL 분액여두에 넣어 혼합하며 진탕기를 사용하여 6시간 연속 진탕한 다음 상등액을 1.0㎛의 유리섬유 여과지로 여과하여 사용함

나. 단각류(*Monocorophium acherusicum*)

○ 저서성 단각류 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 저서성 단각류를 이용한 해양배출 폐기물 생태 독성 시험기준'에 준용하여 시험함

- 단각류 독성시험을 위한 용기로는 1L 유리 비커를 사용하며 각 유리 비커에 시료를 각각 175mL씩 넣고 멸균 해수 800mL를 투입함

- 시험생물의 크기는 500㎛ 표준체를 통과하고 300㎛ 표준체는 통과하지 못하는 건강한 개체를 골라 비커에 20개체씩 투입함
- 10일 동안 배양기에서 폭기를 지속하며, 염분이 1psu 이상 증가할 때는 증류수를 첨가하여 시험 시작 시점의 염분으로 조절함
- 시험 종료 후 회수된 생존 개체를 계수하여 비커별 생존율을 계산하고 이를 평균하여 시험구별 생존율로 제시함

$$생존율(\%) = \frac{최종\ 생존\ 개체수}{초기\ 투입\ 개체수} \times 100$$

○ 시료 전처리

- 퇴적물 시료에 여과 해수를 부어 24시간 동안 폭기를 하며 24시간 이후에 해수 중의 암모니아 농도가 1mM 이상이면, 다시 24시간 동안 폭기하며 암모니아의 농도가 1mM 미만이 될 때까지 이 과정을 반복함

다. 참굴(*Crassostrea gigas*)

○ 이매패류 참굴 독성시험은 '해양환경공정시험기준 중 참굴을 이용한 해양배출 시험방법'에 준용하여 시험함

- 시험법은 참굴의 D형 발생률을 이용하여 해양환경을 판단하는 기준으로 사용함
- 정상 수정된 수정란을 well plate의 각 well 당 100~150개씩 넣은 뒤, 온도는 25±0.5℃, 광주기는 16Light:8Dark로 항온배양기에서 26시간 30분~30시간 배양함
- 최대 30시간 후, 3% 포르말린 용액으로 고정하고 현미경으로 100개체를 무작위로 관찰하여 수정란이 정상 D형 유생 및 미발달 수정란의 개체수를 계수하여 정상 D형 유생 발생률을 산출함

$$D형\ 발생률(\%) = (\frac{d}{d+e+f}) \times 100$$

여기서, d : 정상 D형 유생, e : 수정란, f : 비정상 D형 유생

○ 시료 전처리

- 시험생물을 여과 해수로 간단히 씻어낸 뒤, 절개법으로 정자와 난자를 받으므로 조심히 패각을 분리함
- 커버글라스로 몸통의 생식소에 상처를 낸 후, 정자와 난자를 현미경으로 확인하여 해수를 담은 비커에 나누어 담아 정자와 난자 방출을 유도하며 난자에 정자를 섞어 수정시키고 1분 이내 20㎛ sieve를 이용하여 거른 후에 난자만 수거함
- 20㎛ sieve 거른 후 난자를 3회 여과 해수로 세척하여 남아 있는 정자를 제거함

라. 바지락(*Ruditapes philippinarum*)

○ 이매패류 바지락 독성시험은 '신윤경 et al.,(2013)', '성찬경 et al.,(2016)'의 시험방법을 준용하여 시험함

- 시험생물을 시료에 6일 동안 노출시킨 후 생존율을 평가함
- 시험생물은 염분 31~33psu, 수온 23~24℃ 조건에서 일주일간 순치 후 작은 개체를 사용하며 준비된 시료에 바지락을 각 시험구별로 10마리씩 투입 후 수온 23~24℃ 조건에서 6일 시험 진행함
- 시험 24시간마다 생존 개체수를 계수하고 사망한 개체를 제거하며 시험 종료 6일 후 생존 개체수에 근거하여 아래의 식으로 계산함
- 사망 여부는 패각을 벌리고 있는 개체 가운데 인위적인 자극을 가하여 반응이 없는 개체를 사망 개체로 판단함

$$생존율(\%) = (\frac{N_f}{N_0}) \times 100$$

여기서, Nf : 최종 생존 개체 수, N0 : 초기투입 개체 수

○ 시료 전처리

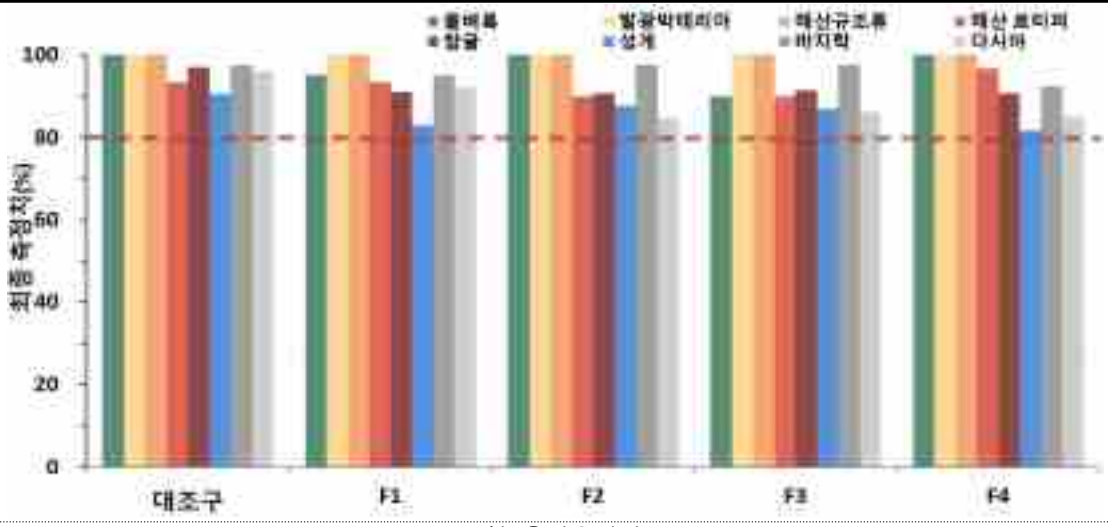
- 퇴적물 시료에 여과 해수를 부어 24시간 동안 폭기를 하며 24시간 이후에 해수 중의 암모니아 농도가 1mM 이상이면, 다시 24시간 동안 폭기하며 암모니아의 농도가 1mM 미만이 될 때까지 이 과정을 반복함

1.2 분석 결과

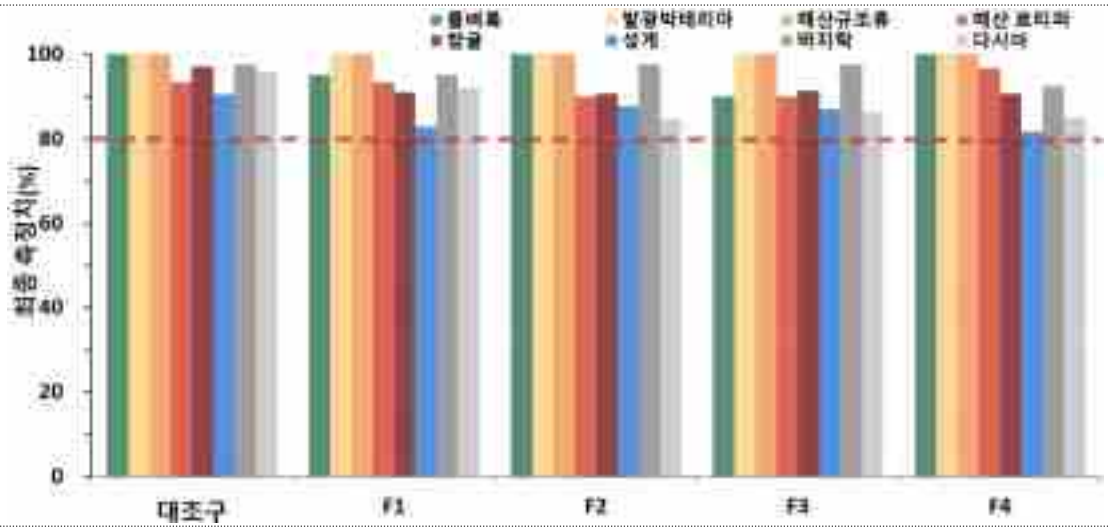
1.2.1 육상오염원 생태독성 시험

○ 육상오염원 생태독성 시험은 총 4개 정점을 선정하여 시험을 수행함

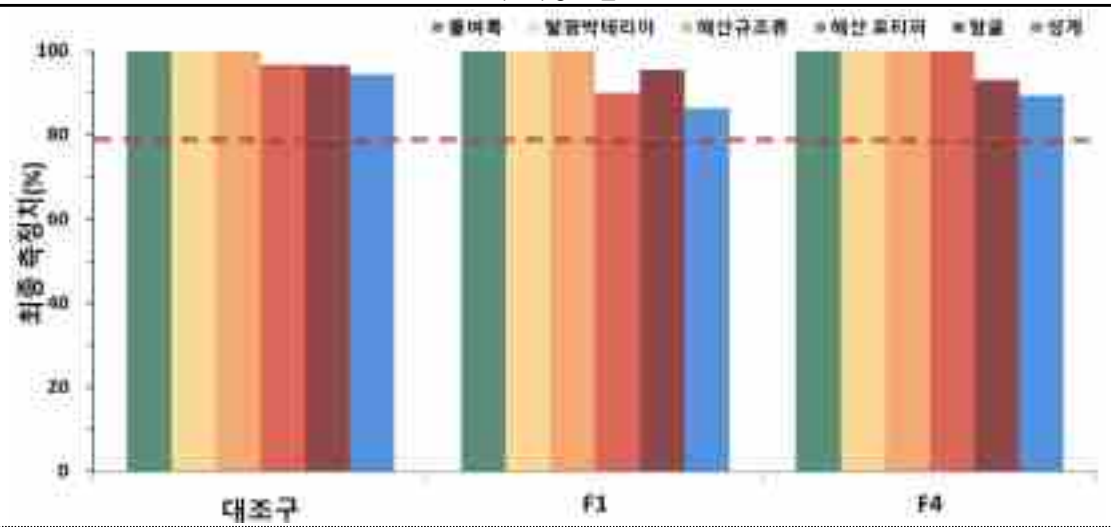
○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)·3회(우기 후)에 걸친 육상오염원 생태독성 시험 결과, 8종(물벼룩, 발광박테리아, 해산 규조류, 해산 로티퍼, 성게, 참굴, 바지락, 다시마)에 대한 생태독성 시험 최종측정치는 대조구와 시험구에서 차이가 20% 미만으로 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함



1차 육상오염원



2차 육상오염원



3차 육상오염원

(그림 Ⅳ-1.2.1-1) 육상오염원 생태 독성시험 결과

가. 물벼룩(*Daphnia magna*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)·3차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 모두 100.0% 생존율을 보였고, 1·2·3차 F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 각각 95.0%, 90.0%, 100.0% 1차 F3(아라천)에서 90.0%를 제외한 모든 정점에서는 100.0% 생존율을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 생존율이 대조구 대비 80% 이상으로 생태독성 영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-1> 물벼룩(*Daphnia magna*) 생태 독성시험 결과

구 분	정점명	생존율(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	95.0	10.0	0.693	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	90.0	11.5	0.165	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무
2차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	90.0	11.5	0.049	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무
3차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

나. 발광박테리아(*Vibrio fischeri*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 모두 100.0% 생존율을 보였고, 2회차 F4(가좌천)에서 83.0%를 제외한 모든 정점에서는 100.0% 생존율을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 발광률이 대조구의 발광률 대비 20% 미만으로 생태독성 영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-2> 발광박테리아(*Vibrio fischeri*) 상대 발광률 시험 결과

구 분	정점명	발광률(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무
2차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	100.0	0.0	1.000	무
	F4	83.0	2.4	0.000	무
3차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

다. 해산 규조류(*Skeletonema costatum*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)·3차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구 성장률은 100.0%이고, 시험구 성장률은 모든 정점에서 100.0% 이상으로 나타남

○ 모든 정점에서 시험생물 성장률이 대조구의 성장률 대비 80% 이상이며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-3> 해산 규조류(*Skeletonema costatum*) 상대성장률 시험 결과

구 분	정점명	성장률(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무
2차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F2	100.0	0.0	1.000	무
	F3	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무
3차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	F1	100.0	0.0	1.000	무
	F4	100.0	0.0	1.000	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

라. 해산 로티퍼(*Brachionus plicatilis*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)·3차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 모두 90.0% 이상의 생존율을 보였고, 1·2·3차 F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 각각 93.3%, 96.7%, 90.0%, F2(승기 하수처리 사업소)에서는 모두 90.0%, F3(아라천)에서는 각각 90.0%, 93.3%, F4(가좌천)에서는 각각 96.7% 83.3%, 100.0% 생존율을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 생존율이 대조구의 생존율 대비 80% 이상이며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-4> 해산 로티퍼(*Brachionus plicatilis*) 생존율 시험 결과

구 분	정점명	생존율(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	93.3	10.3	-	-
	F1	93.3	10.3	1.000	무
	F2	90.0	11.0	0.944	무
	F3	90.0	11.0	0.944	무
	F4	96.7	8.2	0.944	무
2차 (우기 후)	대조구	93.3	10.3	-	-
	F1	96.7	8.2	0.934	무
	F2	90.0	11.0	0.934	무
	F3	93.3	10.3	1.000	무
	F4	83.3	8.2	0.244	무
3차 (우기 후)	대조구	96.7	8.2	-	-
	F1	90.0	11.0	0.335	무
	F4	100.0	0.0	0.749	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

마. 참굴(*Crassostrea gigas*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)·3차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 각각 97.0%, 96.0%, 96.6% 발생률을 보였고, F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 각각 91.0%, 89.7%, 95.6% F2(승기 하수처리 사업소)에서는 각각 90.7%, 88.3%, F3(아라천)에서는 각각 91.3%, 88.7%, F4(가좌천)에서는 각각 90.7%, 82.7% 93.1% 발생률을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 D형 발생률이 대조구 대비 80% 이상으로 생태독성 영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-5> 참굴(*Crassostrea gigas*) D형 유생 발생률 시험 결과

구 분	정점명	발생률(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	97.0	1.0	-	-
	F1	91.0	2.0	0.001	무
	F2	90.7	1.2	0.001	무
	F3	91.3	1.5	0.002	무
	F4	90.7	1.2	0.001	무
2차 (우기 후)	대조구	96.0	2.6	-	-
	F1	89.7	4.7	0.266	무
	F2	88.3	4.9	0.149	무
	F3	88.7	5.5	0.173	무
	F4	82.7	2.5	0.011	무
3차 (우기 후)	대조구	96.6	1.2	-	-
	F1	95.6	0.6	0.623	무
	F4	93.1	2.6	0.136	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

바. 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)·3차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 각각 90.5%, 90.6%, 93.8% 수정률을 보였고, F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 각각 82.9%, 84.3%, 86.4%, F2(승기 하수처리 사업소)에서는 각각 87.6%, 87.8%, F3(아라천)에서는 각각 87.0%, 87.9%, F4(가좌천)에서는 각각 81.6%, 84.4% 89.5% 수정률을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 수정률이 대조구의 수정률 대비 80% 이상으로 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-6> 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*) 수정률 시험 결과

구 분	정점명	수정률(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	90.5	1.2	-	-
	F1	82.9	1.4	0.001	무
	F2	87.6	1.4	0.184	무
	F3	87.0	2.6	0.094	무
	F4	81.6	1.4	0.000	무
2차 (우기 후)	대조구	90.6	0.2	-	-
	F1	84.3	0.7	0.000	무
	F2	87.8	0.6	0.002	무
	F3	87.9	0.6	0.002	무
	F4	84.4	0.9	0.000	무
3차 (우기 후)	대조구	93.8	1.7	-	-
	F1	86.4	2.1	0.003	무
	F4	89.5	1.1	0.026	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

사. 바지락(*Ruditapes philippinarum*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 모두 97.5% 생존율을 보였고, F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 모두 95.0%, F2(승기 하수처리 사업소)에서는 모두 97.5%, F3(아라천)에서는 모두 97.5%, F4(가좌천)에서는 모두 92.5% 생존율을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 생존율이 대조구의 생존율 대비 20% 미만이며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-7> 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 생존율 시험 결과

구 분	정점명	생존율(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	97.5	5.0	-	-
	F1	95.0	5.8	0.897	무
	F2	97.5	5.0	1.000	무
	F3	97.5	5.0	1.000	무
	F4	92.5	5.0	0.476	무
2차 (우기 후)	대조구	97.5	5.0	-	-
	F1	95.0	5.8	0.946	무
	F2	97.5	5.0	1.000	무
	F3	97.5	5.0	1.000	무
	F4	92.5	9.6	0.638	무

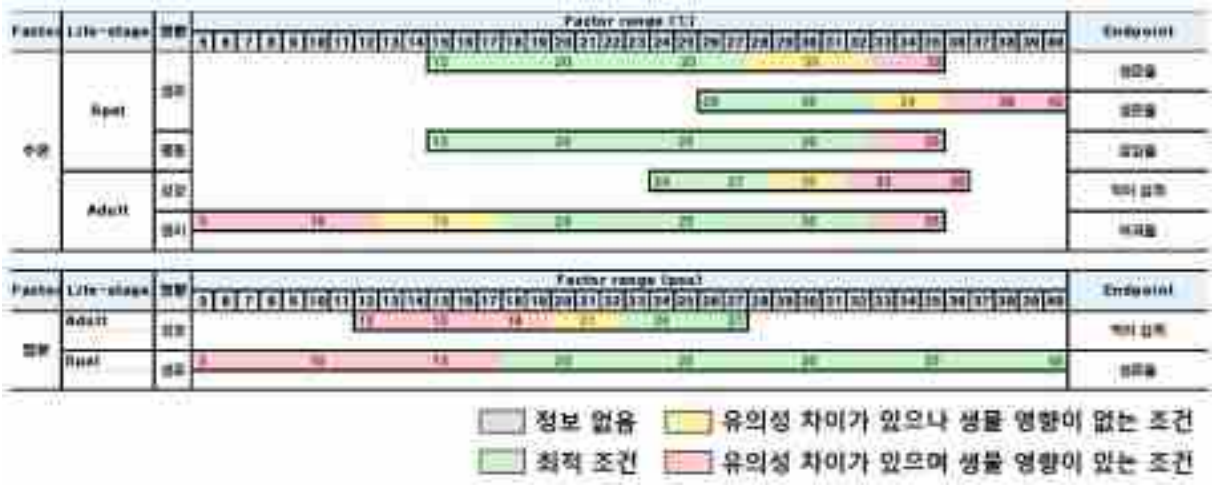
※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

○ 유용수산 패류 중 단일실험 및 복합실험을 진행하지 않은 바지락 치패 및 성패에 대하여 수온, 염분에 대한 영향을 파악하기 위하여 문헌 분석을 수행함

- 치패의 최적 수온 범위는 15~25℃, 성패는 20~30℃임
- 치패의 최적 염분 범위는 20~40psu, 성패는 24~27psu임

<표 Ⅳ-1.2.1-8> 바지락 치패 및 성패의 수온·염분 조건에 대한 문헌 조사 결과

환경요인	최종측정치	시험기간	최적 수온조건(℃)	최적 염분조건(psu)	저해 수온조건(℃)	저해 염분조건(psu)	참고문헌
수온, 염분	섭식률	24시간	24~27	21~27	36	12	김철원 2004
수온	생존율	5일, 91일	15~25	-	35	-	민광식 2004
수온, 염분	생존율	5일	15~30	30~35	35	0~5	이승주 2005
수온, 염분	섭식률	24시간, 48시간	20~25	25~35	5	15	신현출 2003
수온, 염분	생존율	7일	26~30	7.24~21.69	42	0	최상 1966
수온, 염분	발생률	15일	28	25~35	10	5	안경진 2001
수온, 염분	-	56일, 72일	20.6	29.4	-	-	이희중 2014



(그림 Ⅳ-1.2.1-2) 수온, 염분에 대한 바지락 생활사 단계별 영향 범위 문헌 조사 결과

아. 다시마(*Saccharina japonica*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 모두 96.0% 발아율을 보였고, F1(가좌 하수처리 사업소)에서는 각각 92.0%, 87.0%, F2(승기 하수처리 사업소)에서는 각각 84.7%, 85.7%, F3(아라천)에서는 각각 86.3%, 83.3%, F4(가좌천)에서는 각각 85.0%, 81.3% 발아율을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 발아율이 대조구 발아율 대비 20% 미만으로 생태독성 영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.1-9> 다시마(*Saccharina japonica*) 발아율 시험 결과

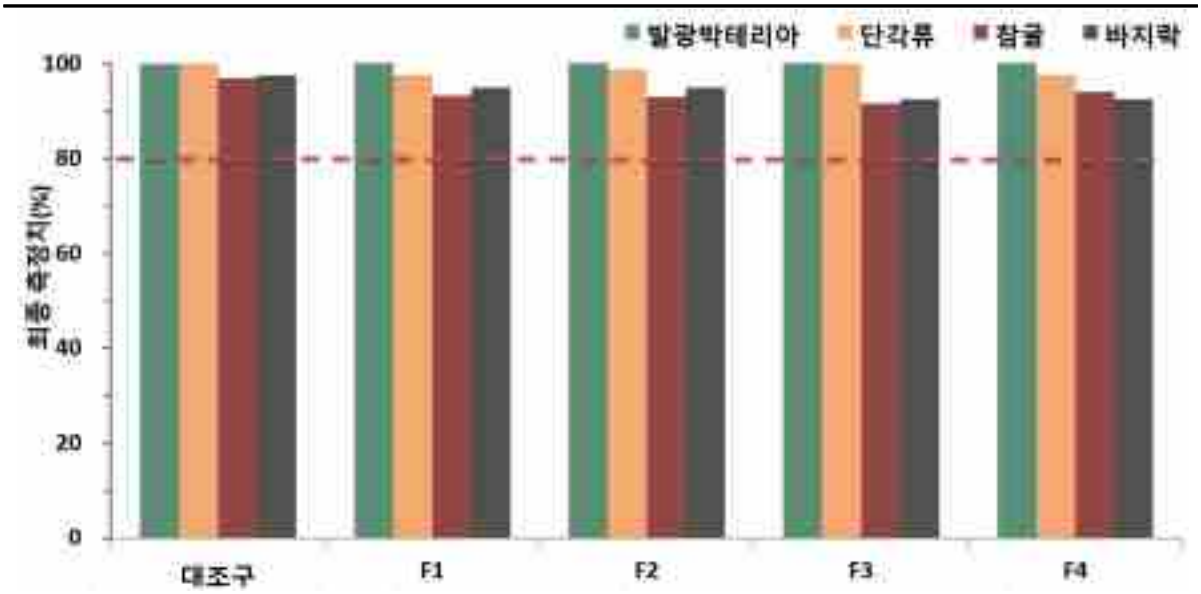
회차	정점명	발아율(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	96.0	2.6	-	-
	F1	92.0	1.7	0.061	무
	F2	84.7	1.5	0.000	무
	F3	86.3	1.5	0.000	무
	F4	85.0	1.0	0.000	무
2차 (우기 후)	대조구	96.0	2.6	-	-
	F1	87.0	1.0	0.001	무
	F2	85.7	2.1	0.000	무
	F3	83.3	2.3	0.000	무
	F4	81.3	1.2	0.000	무

※ F1 : 가좌하수처리 사업소, F2 : 승기하수처리 사업소, F3 : 아라천, F4 : 가좌천

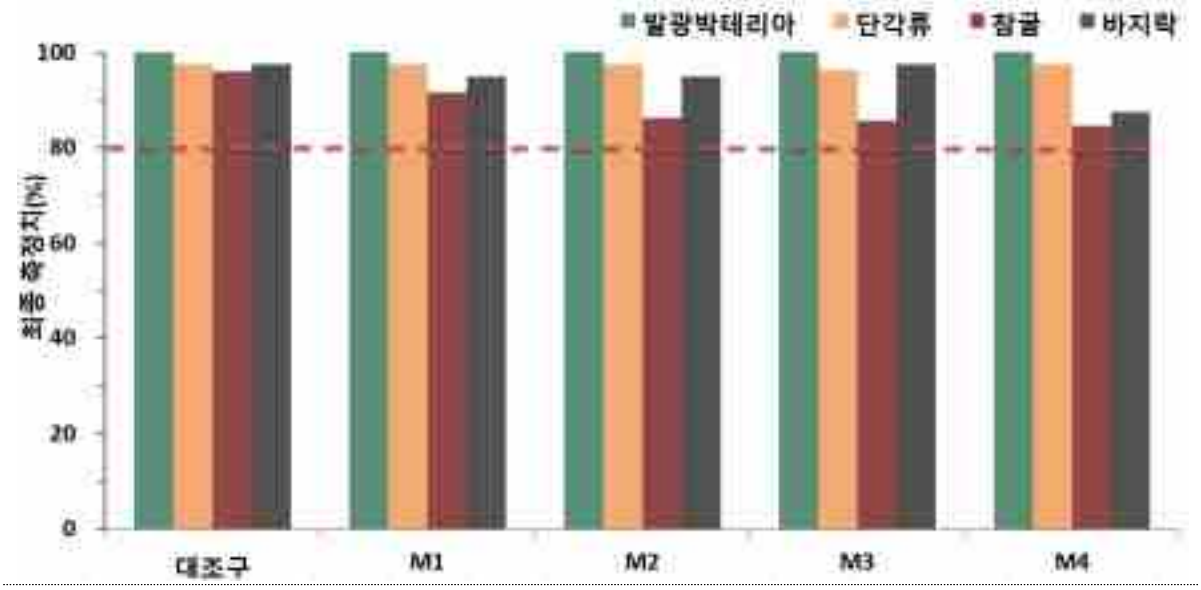
1.2.2. 해상오염원 생태독성 시험

○ 해상오염원 생태독성 시험은 자월도 면허어업 어장 내 총 4개 정점을 선정하여 시험을 수행함

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후)에 걸친 해상오염원 생태독성 시험 결과, 4종(발광박테리아, 단각류, 참굴, 바지락)에 대한 생태독성 시험 최종측정치는 대조구와 시험구에서 차이가 20% 미만으로 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함



1차 해상오염원



2차 해상오염원

(그림 Ⅳ-1.2.2-1) 해상오염원 생태독성 시험 결과

가. 발광박테리아(*Vibrio fischeri*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 발광률 시험 결과, 대조구는 모두 100.0%를 발광률을 보였고, 시험구 발광률은 모든 정점에서 100.0% 이상으로 나타남

○ 모든 정점에서 시험생물 발광률이 대조구 대비 80% 이상이며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.2-1> 발광박테리아(*Vibrio fischeri*) 발광률 시험 결과

구 분	정점명	발광률(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	100.0	0.0	-	-
	M1	100.0	0.0	1.000	무
	M2	100.0	0.0	1.000	무
	M3	100.0	0.0	1.000	무
	M4	100.0	0.0	1.000	무
2차 (우기 후)	대조구	100.0	0.0	-	-
	M1	100.0	0.0	1.000	무
	M2	100.0	0.0	1.000	무
	M3	100.0	0.0	1.000	무
	M4	100.0	0.0	1.000	무

나. 단각류(*Monocorophium acherusicum*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 각각 100.0%, 97.5% 생존율을 보였고, M1에서는 모두 97.5%, M2에서는 각각 98.8%, 97.5%, M3에서는 각각 100.0%, 96.3%, M4에서는 모두 97.5% 생존율을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 생존율이 대조구 대비 80% 이상이며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.2-2> 단각류(*Monocorophium acherusicum*) 생존율 시험 결과

구 분	정점명	생존율(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	100.0	0.0	-	-
	M1	97.5	2.9	0.322	무
	M2	98.8	2.5	0.824	무
	M3	100.0	0.0	1.000	무
	M4	97.5	2.9	0.322	무
2차 (우기 후)	대조구	97.5	2.9	-	-
	M1	97.5	2.9	1.000	무
	M2	97.5	2.9	1.000	무
	M3	96.3	4.8	0.955	무
	M4	97.5	2.9	1.000	무

다. 참굴(*Crassostrea gigas*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 각각 97.0%, 96.0% 발생률을 보였고, M1에서는 각각 93.3%, 91.7%, M2에서는 각각 93.0%, 86.3%, M3에서는 각각 91.7%, 85.7%, M4에서는 각각 94.0%, 84.7% 발생률을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 D형 발생률이 대조구 대비 80% 이상으로 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.2-3> 참굴(*Crassostrea gigas*) D형 유생 발생률 시험 결과

구 분	정점명	발생률(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	97.0	1.0	-	-
	M1	93.3	1.5	0.056	무
	M2	93.0	1.0	0.037	무
	M3	91.7	2.1	0.007	무
	M4	94.0	2.0	0.128	무
2차 (우기 후)	대조구	96.0	2.6	-	-
	M1	91.7	2.5	0.118	무
	M2	86.3	2.1	0.001	무
	M3	85.7	2.5	0.001	무
	M4	84.7	1.2	0.000	무

라. 바지락(*Ruditapes philippinarum*)

○ 1차(우기 전)·2차(우기 후) 독성시험 결과, 대조구는 모두 97.5% 생존율을 보였고, M1에서는 모두 95.0%, M2에서는 모두 95.0%, M3에서는 각각 92.5%, 97.5%, M4에서는 각각 92.5%, 87.5% 발생률을 보임

○ 모든 정점에서 시험생물 생존율이 대조구 대비 80% 이상이며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 생태 독성영향이 발현되지 않은 것으로 판정함

<표 Ⅳ-1.2.2-4> 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 생존율 시험 결과

구 분	정점명	생존율(%)	표준편차	유의확률	독성 유무
1차 (우기 전)	대조구	97.5	5.0	-	-
	M1	95.0	5.8	0.968	무
	M2	95.0	5.8	0.968	무
	M3	92.5	9.6	0.746	무
	M4	92.5	9.6	0.746	무
2차 (우기 후)	대조구	97.5	5.0	-	-
	M1	95.0	5.8	0.949	무
	M2	95.0	5.8	0.949	무
	M3	97.5	5.0	1.000	무
	M4	87.5	9.6	0.134	무

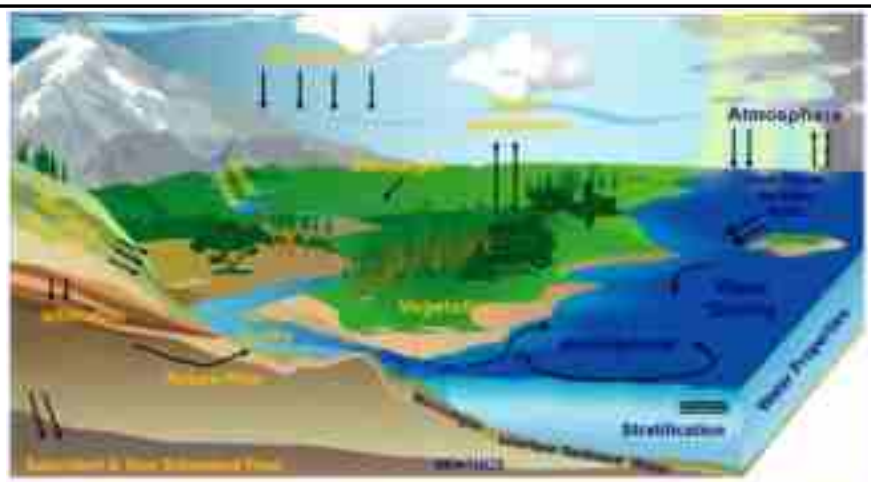
2. 오염물질 확산 실험

2.1 분석방법

2.1.1 모델(MOHID) 개요

○ 본 연구에서 사용된 MOHID 모델은 포루투갈 리스본 대학 소속의 IST(Instituto Superior Técnico)의 MARETEC(Marine and Environmental Technology Research Center)에서 1985년부터 개발되어진 모델임

- 해양과 호소 등에서 1, 2, 3차원의 적용이 가능하며, 기본적으로 조석 및 해일과 같은 연안 및 하구역에서의 물리적 작용을 계산함
- 유체특성(수온, 염분 등), 오일러리안 물질이동, 라그랑지안 물질 이동, 난류(tubulence), 퇴적물의 이동, 침식과 퇴적, 기상 및 파랑조건 고려, 수질 및 생태, 유류확산 등을 계산할 수 있는 60개 이상의 모듈로 구성됨
- 네스팅(nesting) 기법을 적용하여 보다 정밀하게 관심지역의 해황을 재현할 수 있음



(그림 Ⅳ-2.1.1-1) 수치모델(MOHID) 개념도

○ MOHID 모델은 수평적으로 직교(cartesian) 또는 직교곡선(orthogonal curvilinear) 격자체계를 사용하며, 수직적으로 시그마좌표계와 Z-level 좌표계를 개별 또는 혼합 사용할 수 있는 GVC(general vertical coordinate) 시스템의 적용이 가능함

- 공간적으로 유한체적법(finite volume technique, Martins et al., 1999, 2000)을 사용하여, 시간적으로는 반음해(semi-implicit) ADI(Alternate Direction Implicit) 알고리즘을 사용하여 계산상의 안정성 제약을 최소화하며, 이동경계 처리가 가능하고, 조간대가 넓게 분포한 우리나라의 지형에 필수적인 조간대 처리가 가능함

○ MOHID 모델은 공간적으로 격자검사체적(cell control volume)을 이용하여 방정식을 차분하는 유한체적법을 사용하며(Chippada et al., 1998), 검사체적 Ω와 생성항 Q를 가지는 스칼라항 U에 대한 일반 보존법칙(general conservation law)은 다음과 같음

$$\partial_t \int_{\Omega} U d\Omega + \oint_S \vec{F} d\vec{S} = \int_{\Omega} Q d\Omega$$

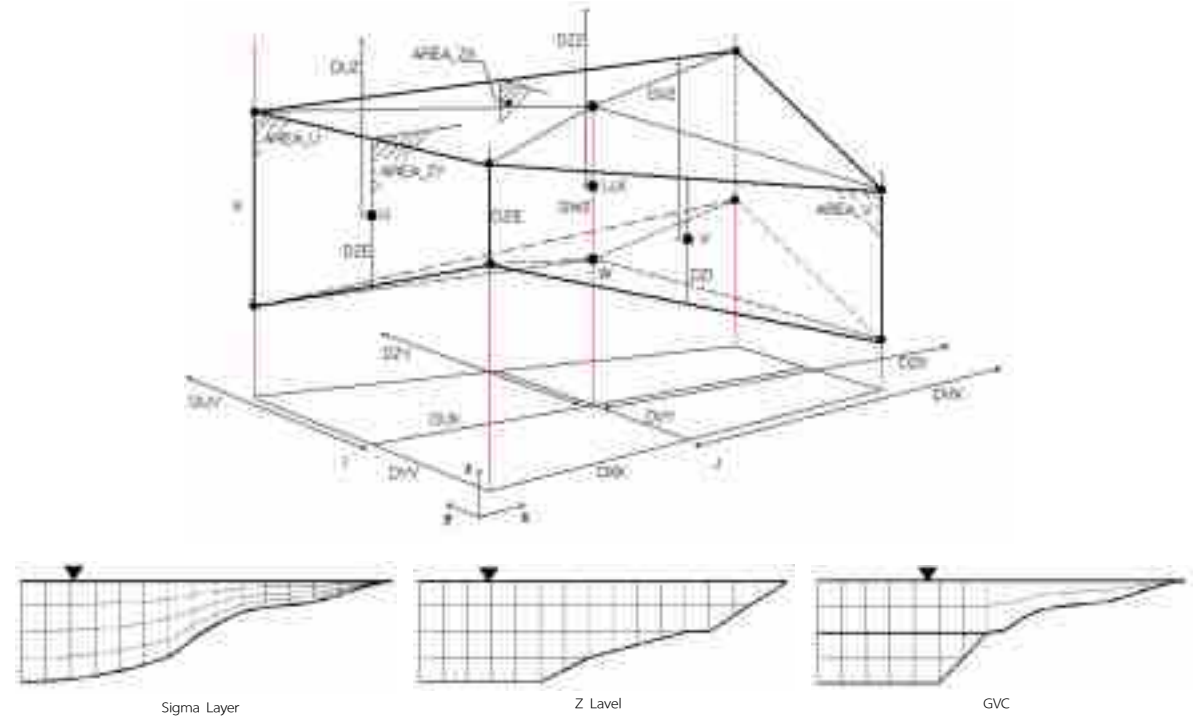
여기서, F는 검사면 S를 통한 스칼라항의 플럭스(flux이며, 위 식을 차분하면 다음과 같이 Ω_j와 U_j를 얻을 수 있음

$$\partial_t (U_j \Omega_j) + \sum_{faces} \vec{F} \cdot \vec{S} = Q_j \Omega_j$$

○ 이 방법은 격자구조(cell geometry)와는 독립적으로 방정식을 계산하므로, 물리적 변수들과 격자구조를 분리하여 계산할 수 있음

○ 이러한 공간 좌표계의 독립성은 어떤 형태의 격자구조도 적용할 수 있도록 허용하므로, 모델은 수평적으로 직교나 직교곡선격자체계, 그리고 수직적으로 GVC 격자체계를 채택하여 계산의 효율성을 증대할 수 있음

○ 모델에 적용된 수평·수직격자 체계는 아래 그림과 같음



(그림 Ⅳ-2.1.1-2) 수평, 수직 격자 체계

가. 해수유동(Hydrodynamic Module)

○ MOHID 모델은 삼차원 비압축성 유체에 대한 방정식을 계산하며, 정수압가정은 브시네스크(Boussinesq)와 레이놀드(Reynolds) 근사를 가정함

○ 직교좌표계에서 모델의 x, y방향의 운동방정식, 연속방정식, 정수압 방정식은 각각 다음과 같이 정의됨

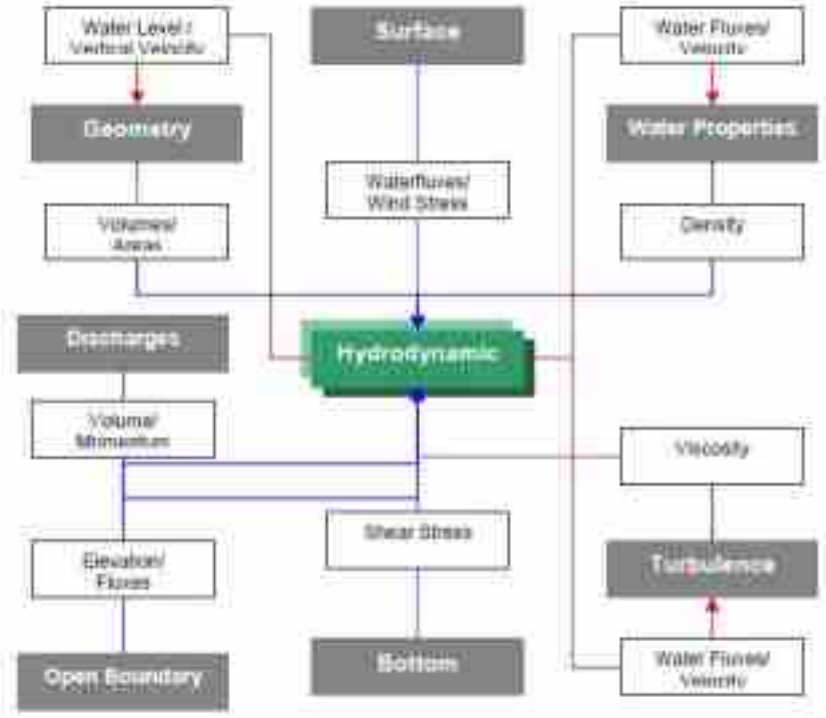
$$\partial_x u + \partial_y v + \partial_z w = 0$$

$$\begin{aligned}\partial_t u &= -\partial_x(uu) - \partial_y(uv) - \partial_z(uw) + fv - \frac{1}{\rho_0}\partial_x P \\ &\quad + \partial_x((v_H + v))\partial_x u) + \partial_y((v_H + v))\partial_y u) + \partial_z((v_t + v))\partial_z u)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\partial_t v &= -\partial_x(vu) - \partial_y(vv) - \partial_z(vw) - fu - \frac{1}{\rho_0}\partial_y P \\ &\quad + \partial_x((v_H + v))\partial_x v) + \partial_y((v_H + v))\partial_y v) + \partial_z((v_t + v))\partial_z v)\end{aligned}$$

$$\partial_z P + g\rho = 0$$

여기서, u, v, w는 각각 x, y, z방향으로의 속도벡터 성분, f는 코리올리 파라미터, ν_H, ν_t는 수평 및 수직 방향에서의 난류점성(turbulence viscosity), ν는 분자동점성 molecular kinematic viscosity), P는 압력, g는 중력가속도, ρ_0는 기준밀도 상수, ρ는 밀도



(그림 Ⅳ-2.1.1-3) 수치모델(MOHID) 해수유동 모듈의 계산흐름도

○ 모델에서 공간에 대한 차분은 유한체적법을 사용하며, 시간에 대한 차분은 Arakawa-C Grid Type에 대하여 정의된 ADI(alternate direction Implicit) 방법을 적용

○ 난류(turbulence)모델은 다음과 같이 다양한 모델을 적용할 수 있으며 기본적으로 k-ε 모델과 Mellor-Yamada 2차 오더 난류마감모델(turbulent close model)이 포함되어 있음

수평난류 : 상수(constant), Smagorinsky(1963), 유속과 수심의 비

수직난류 : 상수(constant), Nihoul(1984), Leendertse and Liu(1978), Backhaus and Hainbucher(1987), Pacanowski and Philander(1981), GOTM(Burchard et al, 1999)

○ 모델에서 운동량(Momentum), 물질(mass and heat)의 이동항은 1, 2, 3차 오더(order)의 전방차분법과 중앙차분법 그리고 TVD(Total Variation Diminishing) 방법을 적용하여 계산할 수 있고, 이류(advection)항은 양해, 반음해, 음해법을 사용하여 계산할 수 있음

○ 모델에서 해수면을 가로지르는 이류흐름(adcvective flux)은 없으며, 운동량의 확산은 다음의 quadratic friction law를 사용하여 계산된 바람응력(wind stress)을 입력하여 고려함

$$\nu \frac{\partial \overline{\nu_H}}{\partial z}\Big|_{surface} = \vec{\tau}\omega \quad , \quad \vec{\tau}w = C_D \rho_a \overrightarrow{W}|\overrightarrow{W}|$$

여기서, C_D는 응력계수(drag coefficient)로 풍속의 함수이며, ρ_a는 대기밀도, W는 해면상 10m지역에서의 풍속

○ 모델에서 해저면을 가로지르는 이류흐름(adcvective flux)은 없으며, 운동량의 확산은 다음과 같은 quadratic law를 이용한 non-slip 방법으로 계산된 해저마찰을 고려함

$$v \frac{\partial \overrightarrow{v_H}}{\partial z}\Big|_{bottom} = C_D \overrightarrow{v_H}|\overrightarrow{v_H}| \quad , \quad C_D = \left(\frac{\kappa}{\log\left(\frac{z + z_o^b}{z_o^b} \right)} \right)^2$$

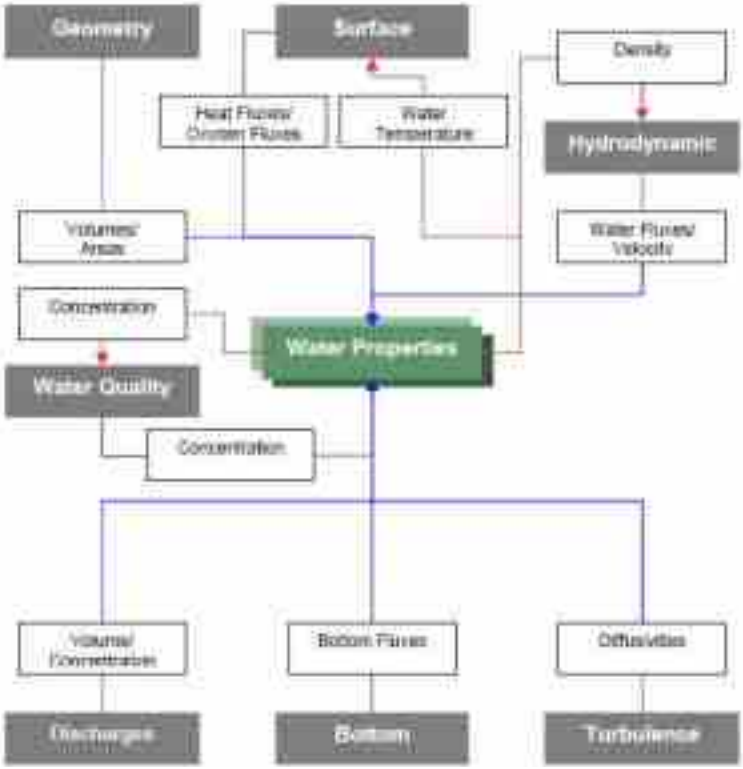
○ 여기서, C_D는 바닥응력계수(bottom drag coefficient), κ는 von Karman 상수, z_o^b 는 조도계수(bottom roughness length)

○ 모델에서 육지를 가로지르는 흐름은 없으며, 개방경계에서 조위, 유속 등을 부여할 수 있으며 Baroclinic radiation 경계조건은 Orlansky, Constant, Oey & Chen 의 방법을 적용할 수 있음

나. 물질확산(Water Properties Module)

○ MOHID 모델에서 물질의 이동은 오일러리안(Eulerian) 방법을 적용하여, 이류 및 확산, 하천 혹은 인위적인 유량, 해저면(sediment fluxes) 및 해수면(heat and oxygen fluxes) 물질 교환, 입자성 물질의 침강 및 내부의 물질 생성 소멸(water quality)에 의한 물질의 이동을 계산함

- 실제적으로 MOHID 모델은 수온, 염분을 포함하는 24개의 상태변수(부유물질, 용존산소, 플랑크톤, 인, 질소, 규소 등)를 모의할 수 있음



(그림 Ⅳ-2.1.1-4) 수치모델(MOHID) 오일러리안 물질이동 모듈의 계산흐름도

○ 이류 및 확산에 의한 물질의 이동은 다음의 질량보존 방정식을 이용하여 계산함

○ 이류와 확산에 의한 물리적 수송 작용은 모든 수질 상태변수들에 대해 수학적으로 같은 형태를 취함

○ 즉, 물리적 수송 작용은 수송하는 물질의 성질에 의하여 영향을 받지 않음

$$\partial_t A = -\partial_x(uA) - \partial_y(vA) - \partial_z(wA) + \partial_x(\nu'_H \partial_x A) + \partial_y(\nu'_H \partial_y A) + \partial_z((\nu_t + \nu'_A))\partial_z A) + (Source - Sink)$$

여기서, u, v, w는 각각 x, y, z방향으로의 속도벡터 성분, ν'_H, ν'_t 는 수평 및 수직 방향에서의 난류확산(eddy diffusivity), ν'_A 분자확산(molecular diffusivity)

○ 해수면에서 열속(heat flux)은 태양 단파복사(solar shortwave radiation), 대기 장파복사(air longwave radiation), 해수 장파복사(water longwave radiation), 현열속(sensible heat flux) 및 잠열속(latent heat flux)으로 나눌 수 있으며, 이러한 열속은 복사방법에 따라 복사 열속(단파복사, 대기 장파복사, 해수 장파복사)과 비복사 열속(현열속, 잠열속), 수온에 독립적인 열속(단파복사, 대기 장파복사)과 수온의 함수인 열속(해수 장파복사, 현열속, 잠열속)으로 구분지을 수 있음

○ 단파복사(solar shortwave radiation, Q)는 다음과 같이 계산됨

$$Q = Q_o A_t (1 - 0.65 C_n^2)(1 - R_s)$$

여기서, Q_o는 대기 표층에서 태양단파복사(W/m^2), A_t는 대기투과 계수, C_n은 운량, R_s는 알베도(albedo, 0.055)이며, 대기 표층에서의 태양단파복사, Q_o는 다음과 같이 정의됨

$$Q_o = \frac{I_o}{r^2} senz$$

여기서, I_0는 태양상수(1353 W/m^2, Brock(1981)), r은 동경벡터(radius vector), z는 태양고도(solar hight)

○ 장파복사(longwave radiation flux)는 Stefan-Boltzman law을 사용

$$R_{br} = \epsilon * \sigma * (273.15 + T_w)^4$$

여기서, ϵ는 물의 복사능(0.97)이며, T_w는 수온, σ는 Stefan-Boltzman 상수 ($5.669 * 10^{-08} W/m^2/K^4$)

○ 잠열속(latent hear flux)은 증발열의 양으로 표현되며, MOHID 모델은 다음과 같이 Dalton's law를 사용

$$H_L = (19.0 + 0.95 U_w^2) * (e_{s,w} - r_h * e_{s,a})$$

여기서, $e_{s,w}$는 물의 포화압력(water pressure of saturation, mmHg), r_h는 상대습도(relative humidity), $e_{s,a}$는 대기의 포화압력(air pressure of saturation)임

○ 모델에서 대기와 해양의 온도차에 따른 현열속(sensible hear flux)은 다음과 같이 Bowen's law를 사용하여 계산

$$H_s = C_b (19.0 + 0.95 U_w^2) * (T_w - T_a)$$

여기서, C_b는 Bowen 상수(0.47mmHg/K), U_w는 해면 10m 상공에서의 풍속, T_w는 수온, T_a는 대기온도(K)

다. 라그랑지안 입자추적(Lagrangian Particle Tracking Module)

○ 모델에서 표류 입자의 이동은 라그랑지안(Lagrangian) 방법을 적용함

○ 입자의 이동은 해수의 유속, 해양-대기 경계의 바람 및 무작위 행보(Random Walk)에 의해 영향을 받으며, 모델에서 입자의 위치는 다음과 같이 계산됨

$$\frac{dx_i}{dt} = u_{ci}(x_i,t) + u_{wi}(x_i,t)$$

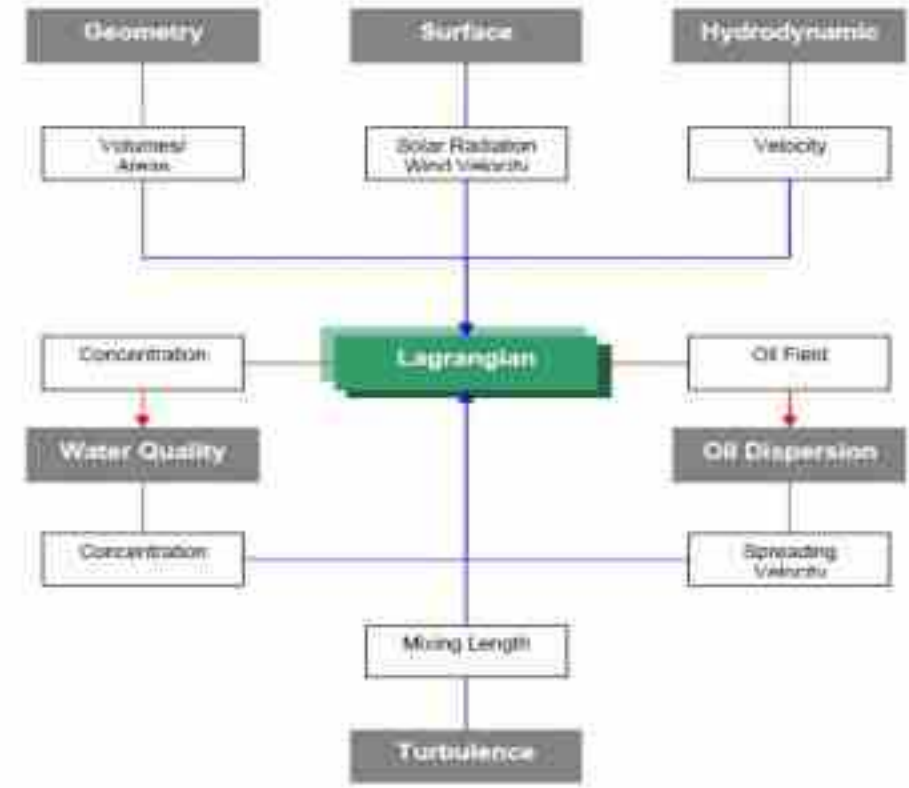
여기서, u_c , u_w는 각각 해수의 유속과 풍속이며 x는 입자의 위치

○ 위 식은 각 외력 조건(유속, 풍속)에 대하여 다음과 같이 양해법으로 계산됨

$$x_i^{t+\triangle t} = x_i^t + \triangle t \bullet u_i^t$$

○ 계산의 정확도를 높이기 위하여 Monteiro(1995)가 제안한 2차 오더(order) 방법을 적용하고, 공간상의 모든 지점에서 속도(유속, 풍속 등)는 모델 격자에 설정된 속도를 이용하여 선형 보간법을 사용하여 계산됨

○ 난류 이동은 확산에 관계되고 무작위 움직임(Random movement)으로 표현되며, 혼합 길이(Mixing length)와 난류 유속의 편차를 이용해서 계산하는 Allen(1982)의 방법을 적용함



(그림 Ⅳ-2.1.1-5) 수치모델(MOHID) 라그랑지안 입자추적 모듈의 계산흐름도

2.1.2. 모델 수립

가. 격자구성

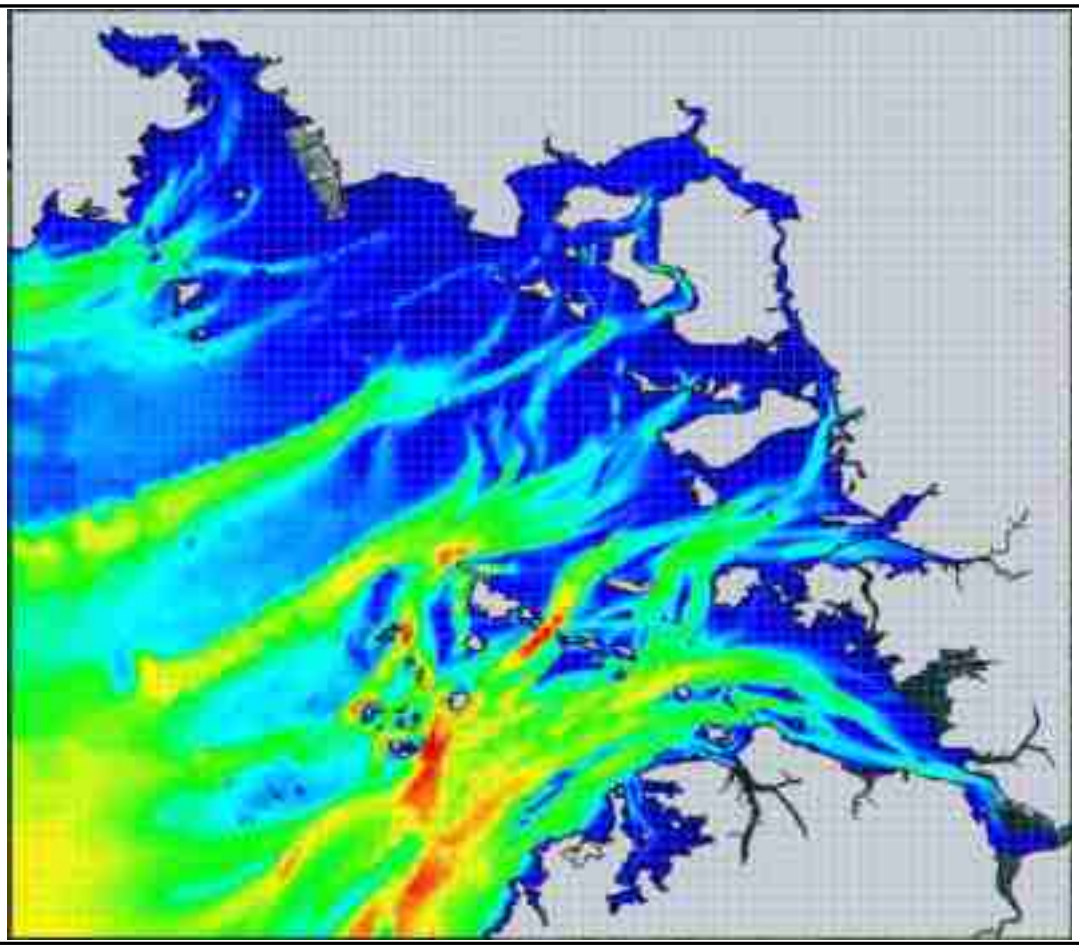
○ 실험을 위한 모델의 영역은 조석의 전파 양상을 충분히 포함할 수 있도록 태안~황해도 해주 영역에 대하여 대상지역 인근 해역의 해안선의 재현성을 극대화함

○ 모델 격자의 크기는 약 200m로 구성하고, 적용된 격자수는 56,000(800X700)개로 구성함

나. 수심 및 지형

○ 모델 내의 입력수심은 수집 가능한 국립해양조사원의 발행 수치해도(No.306, No.307, No.308, No.311, W312, No.322, No.323, No.331, No.338, No.361 등)와 관측 수심을 이용하여 구성함

○ 각 격자에 입력된 수심의 분포도는 그림으로 제시하였으며 가시성을 위하여 격자선은 10개마다 1개의 선으로 표현함



(그림 Ⅳ-2.1.2-1) 수치모델 격자 구성도 및 모델 입력 수심 분포도

다. 경계조건

○ 수치모형 실험은 수심과 지형을 이용하여 구축된 수치모델에 조석, 기상, 해저질, 수질 관측자료를 초기조건 및 개방경계 조건으로 입력하여 수행함

○ 해수유동을 재현하기 위한 초기조건은 해수유동 및 해수면의 차이가 없는 것(cold start)으로 설정하였으며, 해수유동의 폐경계조건(closed boundary condition)으로 육지경계면을 가로지르는 흐름은 없는 것으로 설정

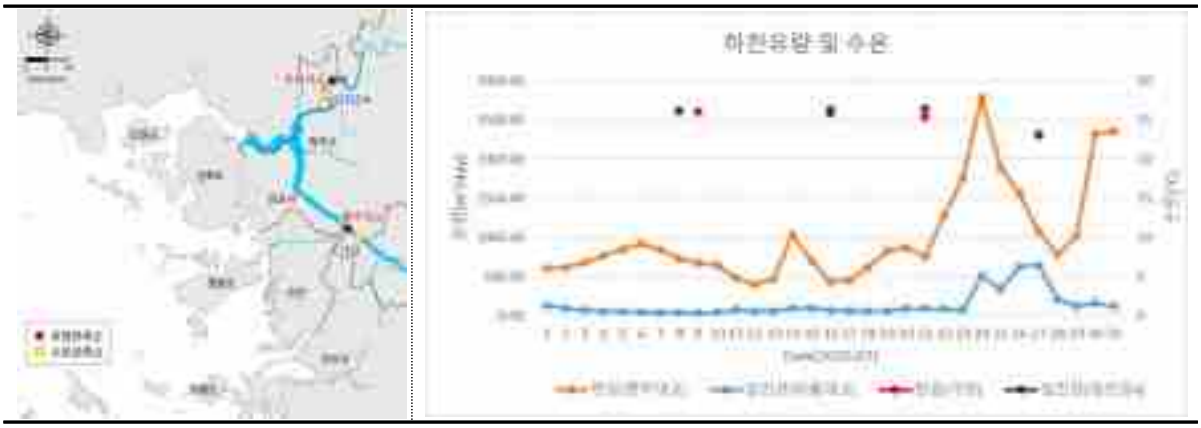
○ 모델의 계산시간간격은 20초를 적용하여 실험을 실시함

1) 조석

○ 실험을 위한 조석조건은 NAO 조석자료로부터 얻어진 8개 분조(M_2, S_2, K_1, O_1, N_2, K_2, Q_1, $2N_2$)의 조화상수를 모델의 개방경계에 적용함

2) 하천유량

○ 모델에 입력된 하천유량 자료는 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)에서 제공하는 한강(행주대교) 및 임진강(비룡대교) 일유량 자료를 이용하였으며, 수온은 물환경정보시스템(www.koreawqi.go.kr)에서 한강(가양)과 임진강(임진강4)에서 월 4회 관측한 자료를 이용함



(그림 Ⅳ-2.1.2-2) 하천유량 입력 위치, 유량 및 수온 시계열(검증기간: 2020년07월)

2.1.3. 모델 검증

○ 모델의 신뢰성을 확보하기 위하여 수치모델에서 계산된 값과 현장 관측 자료를 비교하는 방법으로 모델 검증을 수행함

○ 검증은 관측된 자료와 모델 결과를 비교하는 방법을 사용함

2.1.4. 오염물질 확산 실험

○ 오염물질 확산 실험은 2010년부터 2020년까지 기간 중 한강 방류량이 가장 많은 2011년 여름철을 홍수기로 설정하고, 평수기는 2011년 5월, 갈수기는 2011년 12월을 실험 대상 기간으로 설정

○ 오염물질 확산 실험의 배경농도는 2010년부터 2020년까지 보건환경연구원(인천광역시), 어장환경모니터링(국립수산과학원) 및 해양환경측정망(해양환경공단)에서 관측된 수질 측정값(COD, TN, TP)의 평균(1.627, 0.453, 0.043 ㎎/ℓ)으로 설정함

○ 인천 연안으로 유입되는 오염물질(COD, TN, TP)의 유입원을 하천(한강, 임진강: 물환경정보시스템)과 하수처리장(16개 지점: 국립환경과학원)으로 구분하고 각 지점에서 측정된 유량 및 수질 자료를 입력함

○ 오염물질 확산 실험안의 개요는 다음과 같음

<표 Ⅳ-2.1.4-1> 오염물질 확산 실험안

항목		실험 내용								
실험기간		평수기(Case1) (2011.04.30. ~ 05.31)			홍수기(Case2) (2011.07.24. ~ 08.26)			갈수기(Case3) (2011.11.30. ~ 12.31)		
오염원		배경 농도	한강	하수 처리장	배경 농도	한강	하수 처리장	배경 농도	한강	하수 처리장
세부 실험안	1	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	2		●	●		●	●		●	●
	3		●			●			●	
	4			●			●			●



(그림 Ⅳ-2.1.4-1) 인천 연안으로 유입되는 하수종말처리장 위치도

2.1.5. 라그랑지안 입자 역추적 실험

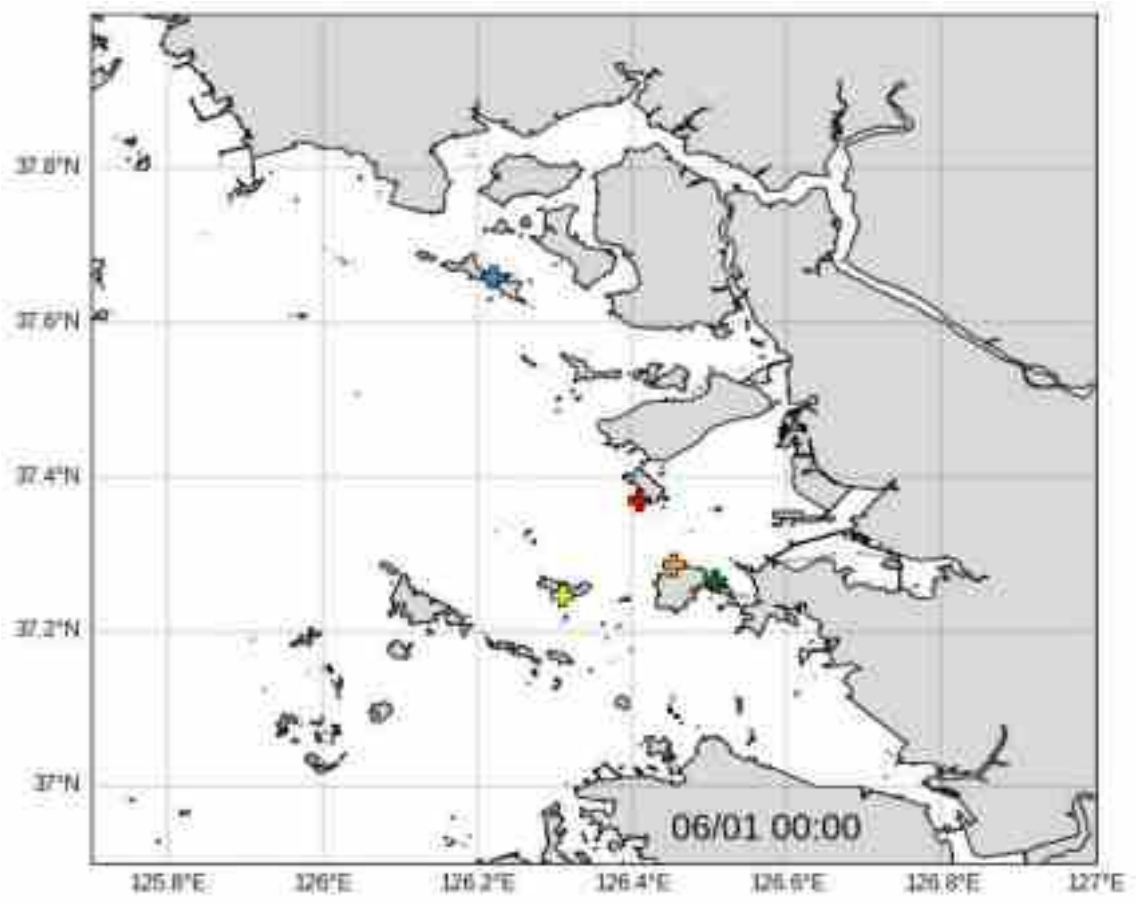
○ 입자 역추적 실험은 시 · 공간별 수위, 3차원 유속, 수온, 염분은 3차원 해수유동 실험 결과를 이용

○ 일정 시간 전 각 입자의 위치($X_t - \triangle t$)는 다음의 식과 같이 현재 위치(X_t), 해수과 대기의 흐름(U), 확산계수(k_h), 랜덤변수(R)로 표현됨

$$X^{t-\triangle t} = x^t - U\triangle t + R\sqrt{2k_h\triangle t}$$

○ 본 연구에서 인천 주요 연안어장(아차도, 무의도, 영흥도-영암, 영흥도-내리)에서 초기 입자를 투하하여 입자가 주어진 해양환경(수위, 유향, 유속, 수온, 염분)에서 시간을 거슬러 최초 유입되는 오염원 위치를 추정하는 방식을 사용함

○ 실험 기간은 오염물질확산 실험과 동일한 기간(홍수기, 평수기, 갈수기)으로 설정



(그림 Ⅳ-2.1.5-1) 역추적 모델 초기 입자 위치

2.2 분석결과

2.2.1 모델검증

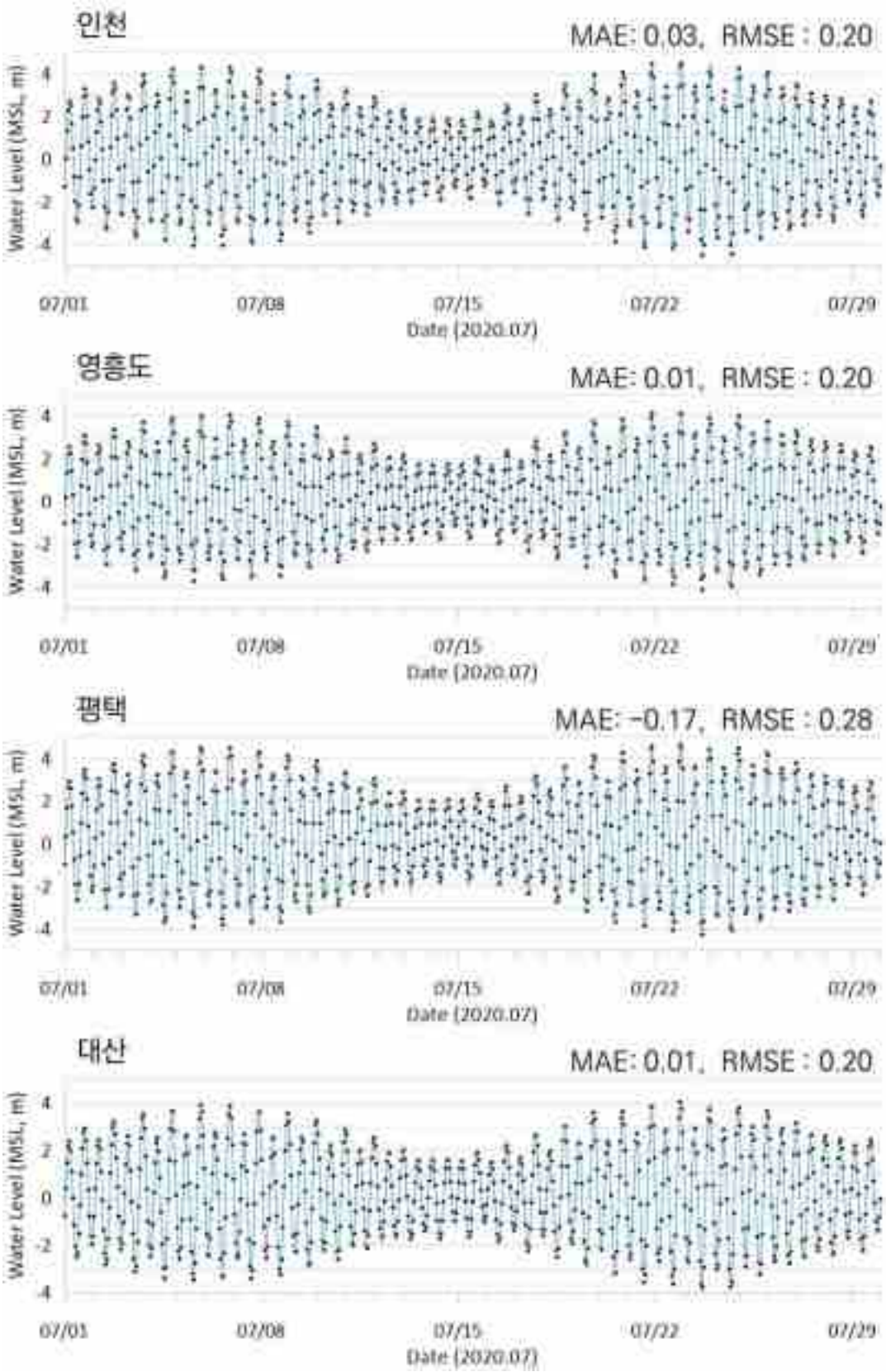
○ 모델 검증은 2020년 7월을 대상기간으로 설정하였으며, 국립해양조사원에서 운영하는 조위관측소와 해양 부이에서 관측된 조위, 조류, 수온 자료를 이용하여 수치모델에서 계산된 값과 비교함

○ 모델 검증에 이용된 관측 자료의 위치는 아래 그림과 같음

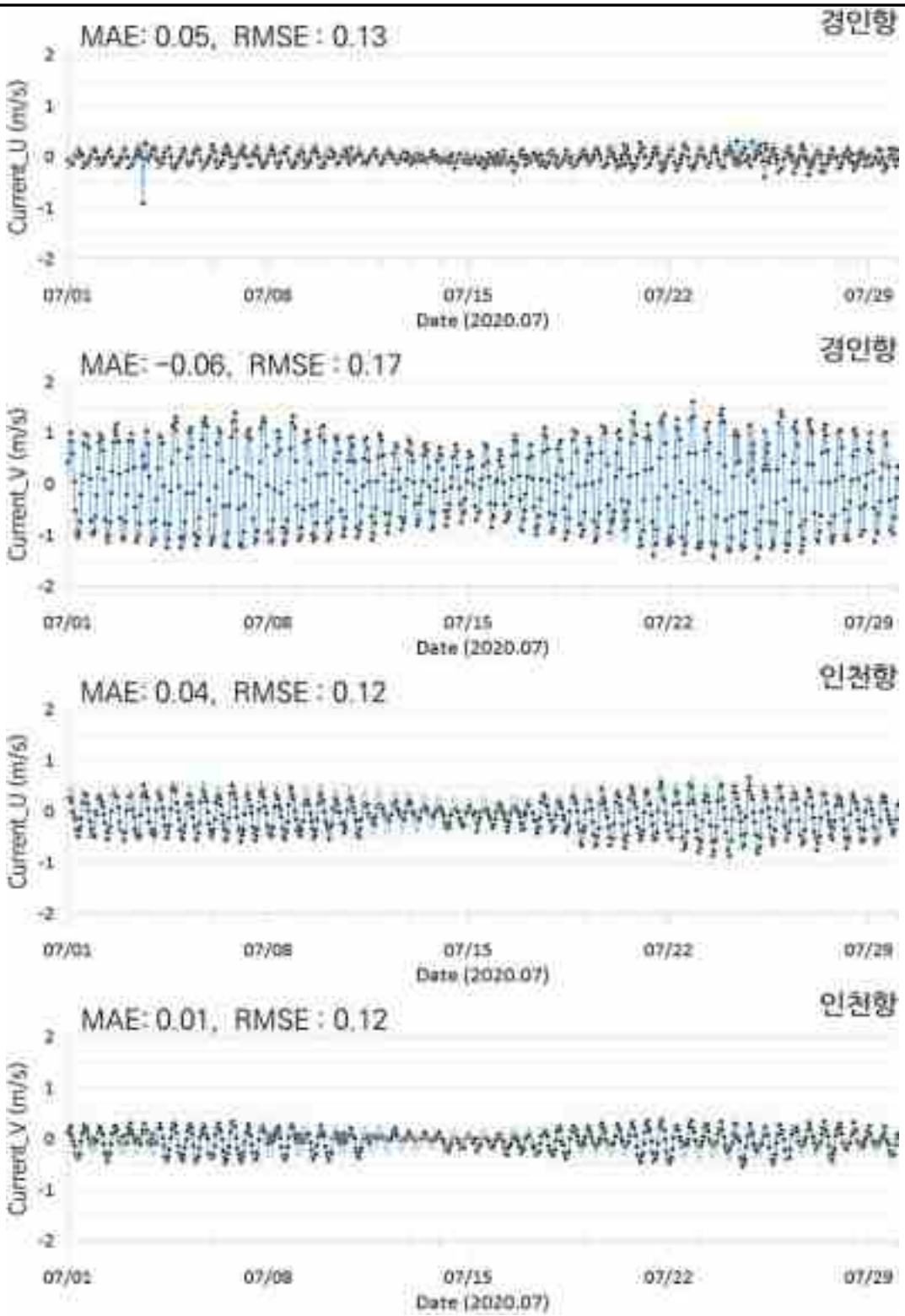


(그림 Ⅳ-2.2.1-1) 관측소 및 검증지점 위치

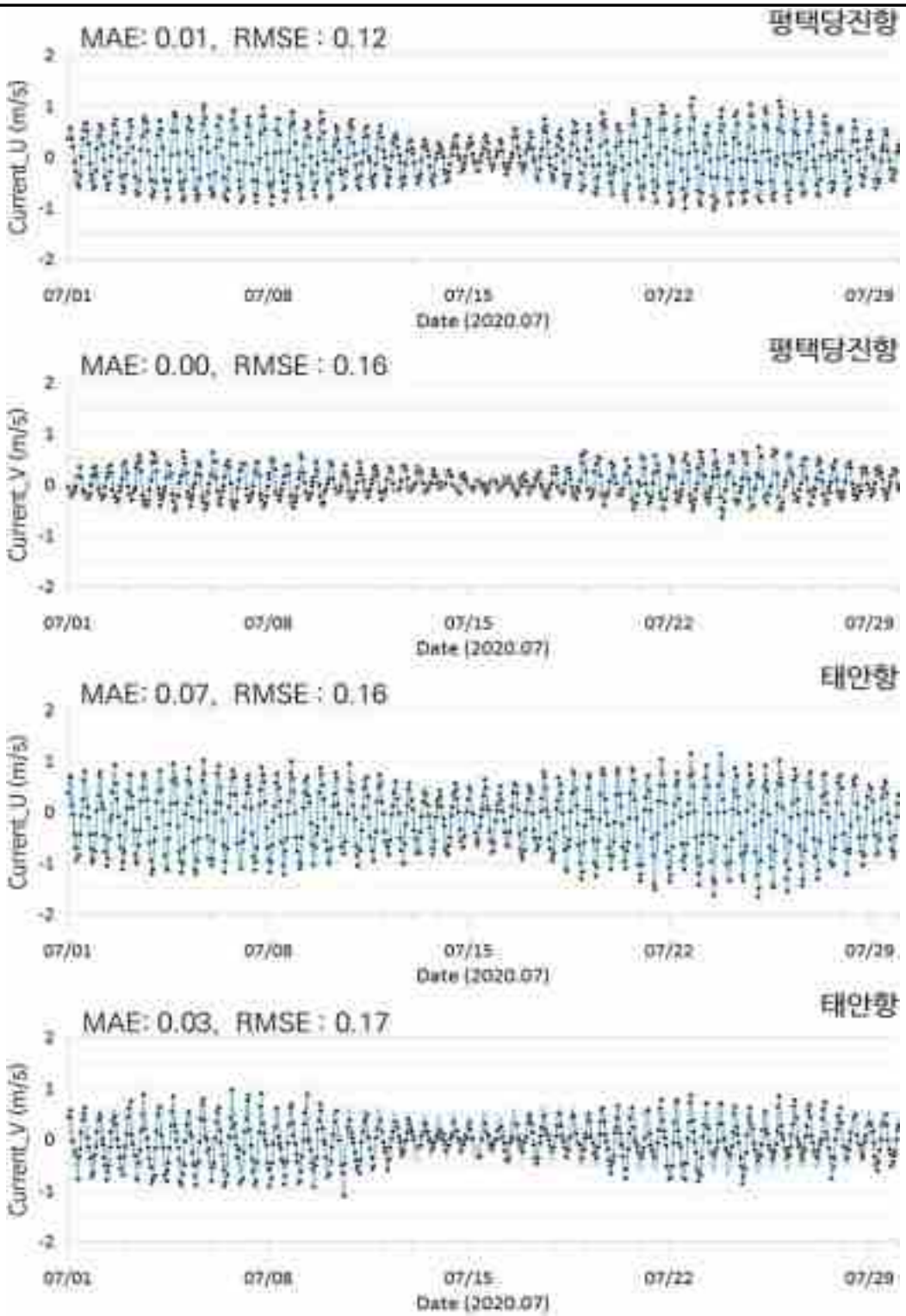
○ 대상 기간의 조위, 조류 및 수온 관측 자료와 모델에서 계산된 조위, 조류 및 수온 계산치를 시계열로 비교한 결과, 조석은 전파양상과 크기가 잘 일치하고, 해양관측부이에서 관측된 조류의 크기와 방향 및 수온의 변화 경향성과 모델 결과가 잘 일치하는 것으로 나타나 대상해역의 해수유동 현상을 잘 재현하고 있는 것으로 판단됨



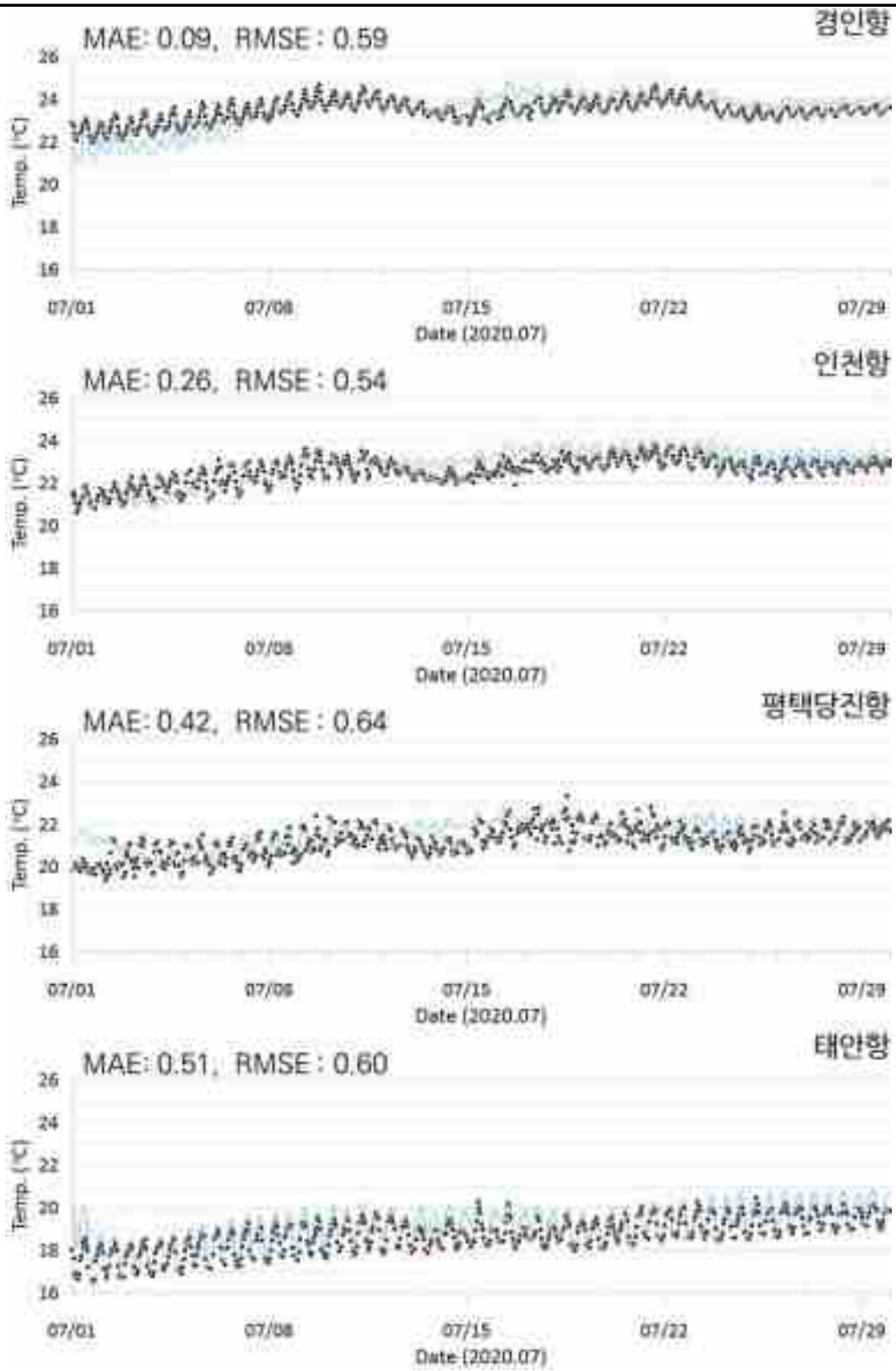
(그림 Ⅳ-2.2.1-2) 조위 검증결과



(그림 Ⅳ-2.2.1-3) 조류 검증결과(해양관측부이)


평택당진항
MAE: 0.01, RMSE : 0.12
Current_U (m/s)
07/01
07/08
07/15
07/22
07/29
Date (2020.07)
평택당진항
MAE: 0.00, RMSE : 0.16
Current_V (m/s)
07/01
07/08
07/15
07/22
07/29
Date (2020.07)
태안항
MAE: 0.07, RMSE : 0.16
Current_U (m/s)
07/01
07/08
07/15
07/22
07/29
Date (2020.07)
태안항
MAE: 0.03, RMSE : 0.17
Current_V (m/s)
07/01
07/08
07/15
07/22
07/29
Date (2020.07)

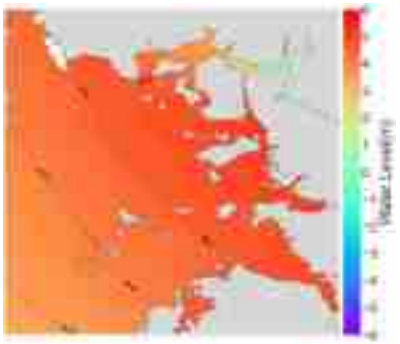
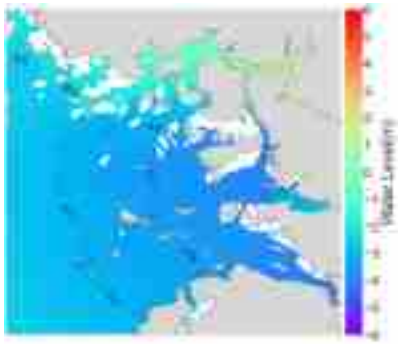
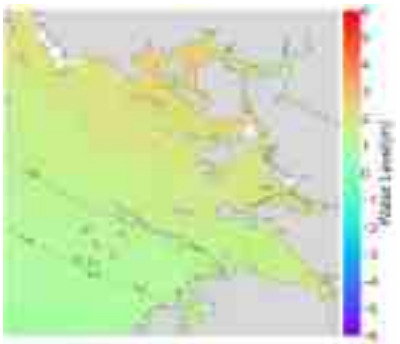
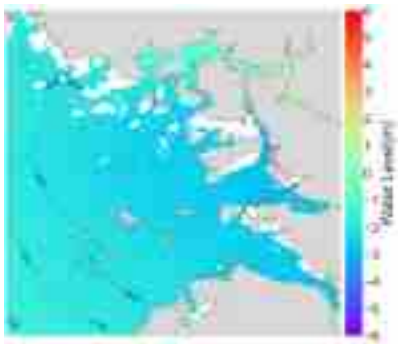
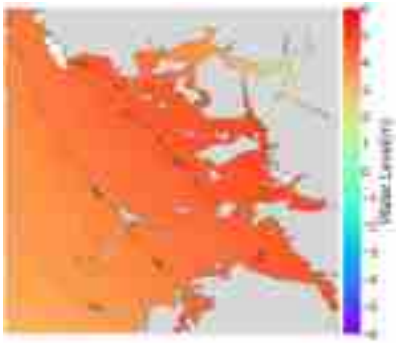
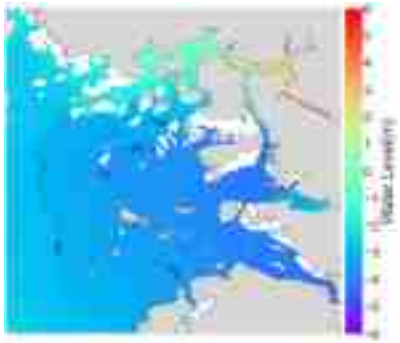
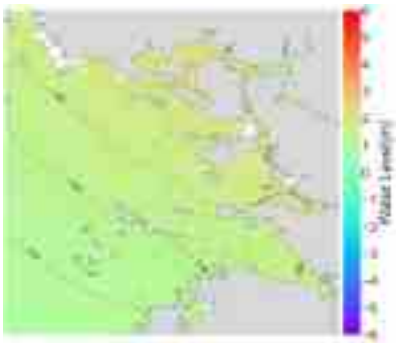
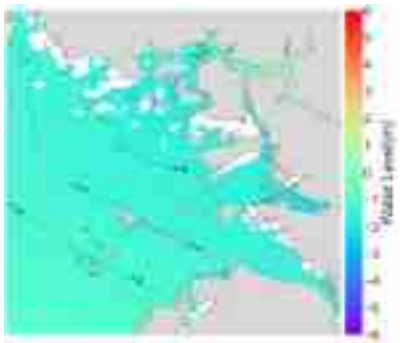
(그림 Ⅳ-2.2.1-3) 계 속



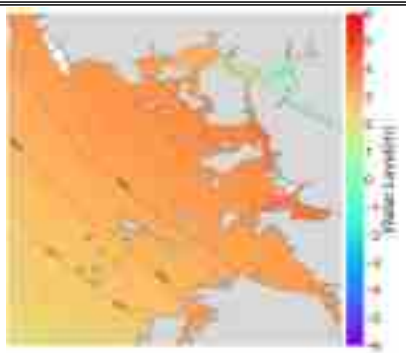
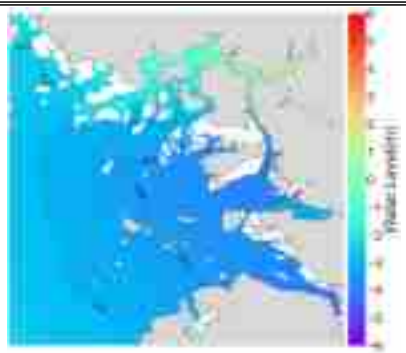
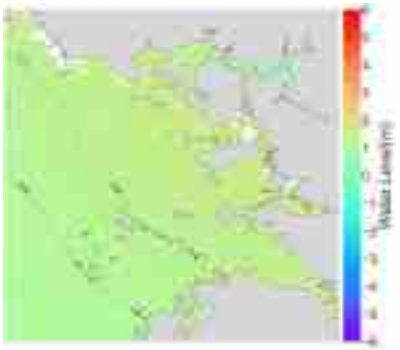
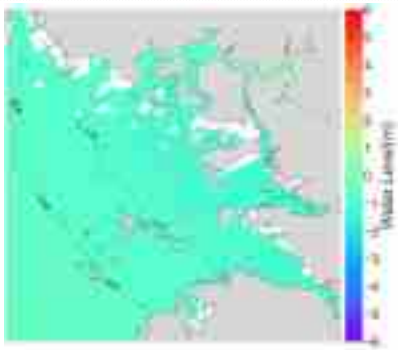
(그림 Ⅳ-2.2.1-4) 수온 검증결과(해양관측부이)

2.2.2 해수유동

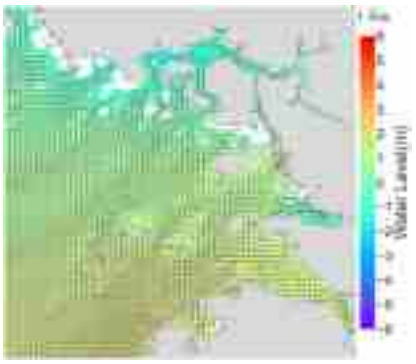
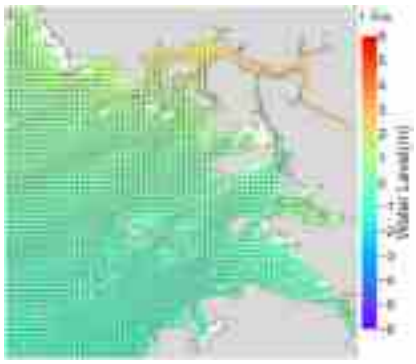
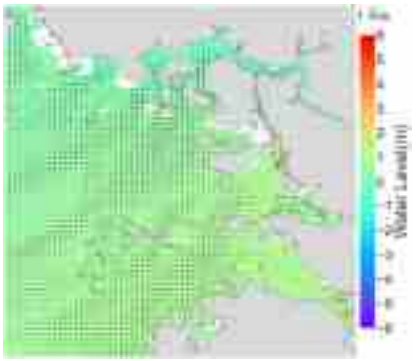
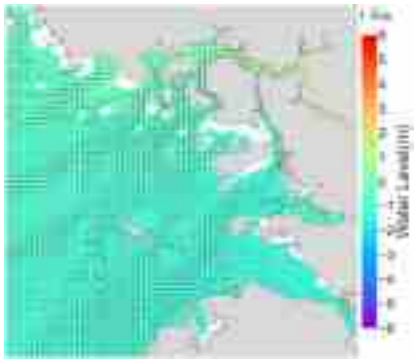
○ 2011년을 대상으로 한 평수기(Case1), 홍수기(Case2), 갈수기(Case3) 각 Case별 한 조위 및 조석에 대한 실험결과의 최대분포를 그림으로 제시함

구 분		고조	저조
평수기	대조		
	소조		
홍수기	대조		
	소조		

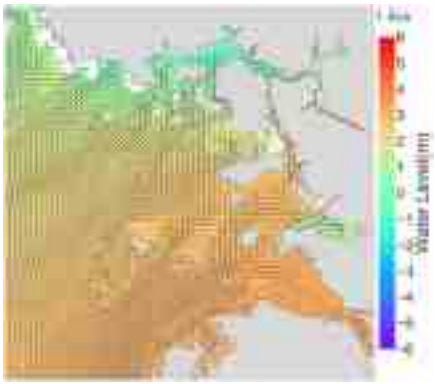
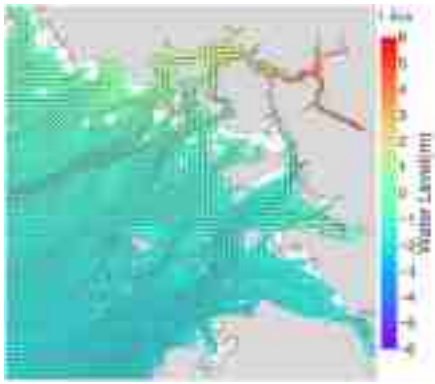
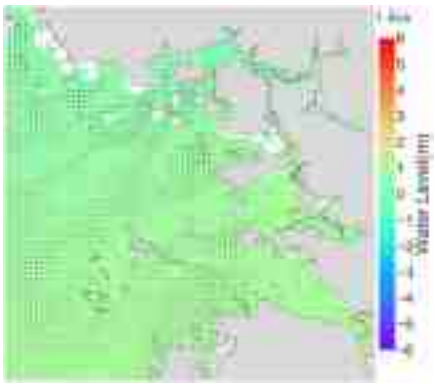
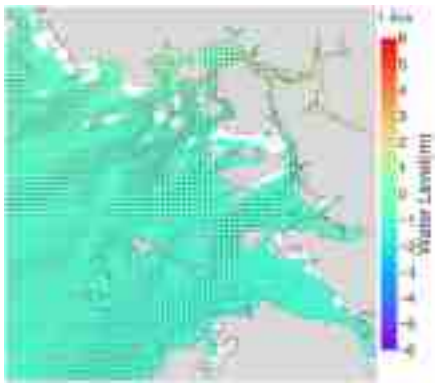
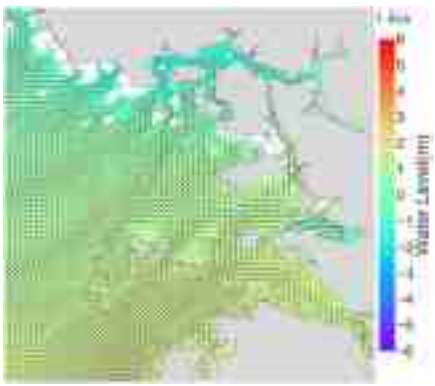
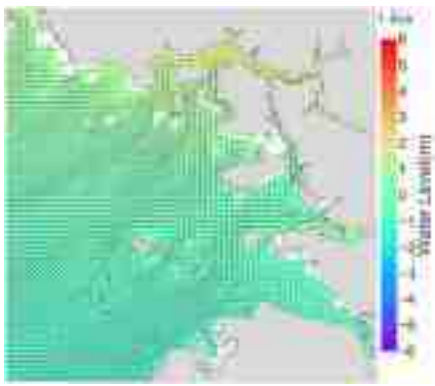
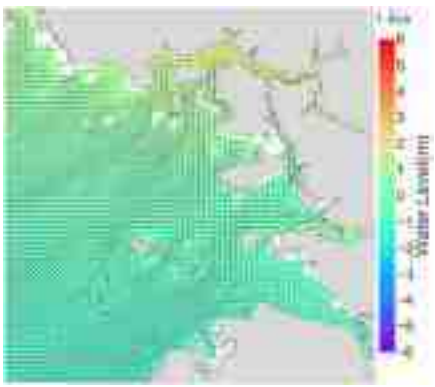
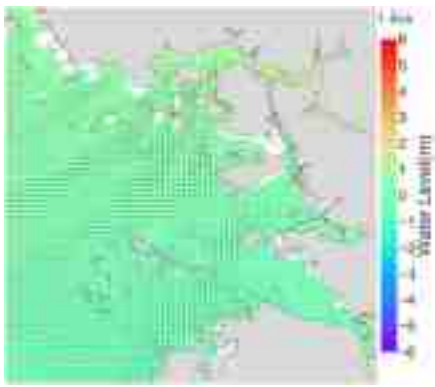
(그림 Ⅳ-2.2.2-1) 조위 분포도

구 분		고조	저조
갈수기	대조		
	소조		

(그림 Ⅳ-2.2.2-1) 계 속

구 분		창조	낙조
평수기	대조		
	소조		

(그림 Ⅳ-2.2.2-2) 조류 분포도

구 분		창조	낙조
홍수기	대조		
	소조		
갈수기	대조		
	소조		

(그림 Ⅳ-2.2.2-2) 계 속

○ 2011년을 대상으로 한 평수기(Case1), 홍수기(Case2), 갈수기(Case3) 각 Case별 수온 및 염분에 대한 실험결과의 최대값 분포도를 도시함

구 분	수온	염분
평수기		
홍수기		
갈수기		

(그림 Ⅳ-2.2.2-3) Case별 수온 및 염분 분포

2.2.3 오염물질 확산실험

가. 관측 및 실험농도 비교

○ 실험안별 결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 권역 내 관측(2010~2020년) 자료의 관측지점별 최댓값과 실험안 중 확산범위 및 농도가 최대를 보인 Case2-1(홍수기, 배경농도+한강+하수처리)을 대상으로 Ⅰ~Ⅲ권역에 위치한 관측 정점별 최대농도(관측 값)와 정점인근 실험결과농도를 비교함

○ 비교 분포도 작성 기준은 관측 값의 범위를 포함하는 COD 1.00㎎/ℓ, TN 0.40㎎/ℓ, TP 0.03㎎/ℓ 로 적용하였으며, 비교 결과 다음과 같이 대체로 유사한 농도를 보임



(그림 Ⅳ-2.2.3-1) 정점별 관측최대농도와 모델결과(홍수기) 비교

나. 실험결과

○ 2011년 대상으로 평수기(Case1), 홍수기(Case2), 갈수기(Case3)의 각 Case별 유입원 구분(1안: 배경농도+한강+하수처리장, 2안: 한강+하수처리장 3안: 한강, 4안: 하수처리장)에 따른 오염원(COD, TN, TP) 확산실험 결과의 최대값을 분포도로 제시함

○ 각 오염원별 분포도 작성 기준 농도는 환경정책기본법 시행령 [별표1]에서 제시한 호소 생활환경기준 중 약간 좋음(II) 등급(COD 4.0㎎/ℓ, TN 0.4㎎/ℓ, TP 0.03㎎/ℓ)을 적용하여 제시함

- 물환경 목표기준 평가 규정(환경부고시 제2021-296호) 제2조 2항에서 “좋은물”이란 「환경정책기본법 시행령」 별표 1에 따른 수질 및 수생태계 환경기준에서 하천 및 호소의 생활환경기준 등급 중 “매우 좋음”, “좋음”, “약간 좋음”에 해당하는 물을 말하는 것으로 규정함

- 환경정책기본법 시행령[별표1] 중 하천 생활환경기준에는 총질소 등급이 없으며, 하천 생활기준의 “약간 좋음(II) 등급”보다 엄격하게 적용하고 있는 호소 생활환경기준의 “약간 좋음(II) 등급”을 적용하여 제시함

<표 Ⅳ-2.2.3-1> 호소 생활환경기준 중 등급별 COD, TN, TP 농도(환경정책기본법 시행령[별표1])

등급		화학적산소요구량(COD) (㎎/L)	총질소(TN) (㎎/L)	총인(TP) (㎎/L)
매우 좋음	Ia	2 이하	0.2 이하	0.01 이하
좋음	Ib	3 이하	0.3 이하	0.02 이하
약간 좋음	II	4 이하	0.4 이하	0.03 이하
보통	III	5 이하	0.6 이하	0.05 이하
약간 나쁨	IV	8 이하	1.0 이하	0.10 이하
나쁨	V	10 이하	1.5 이하	0.15 이하
매우 나쁨	VI	10 초과	1.5 초과	0.15 초과

1) 평수기(Case1)

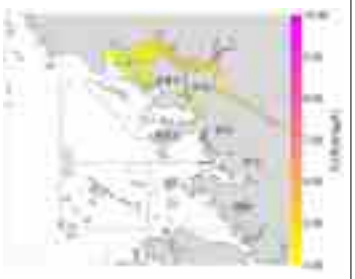
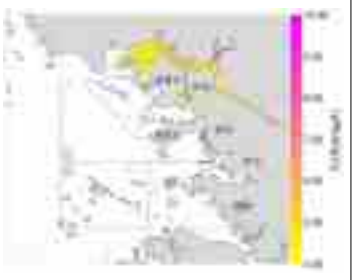
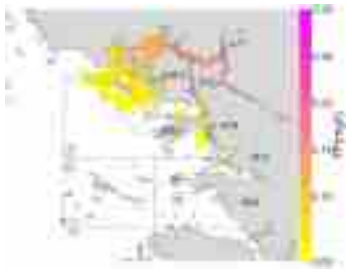
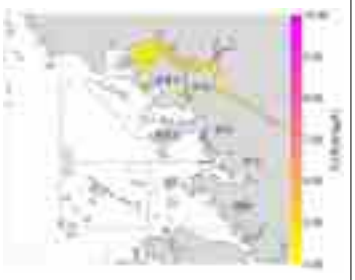
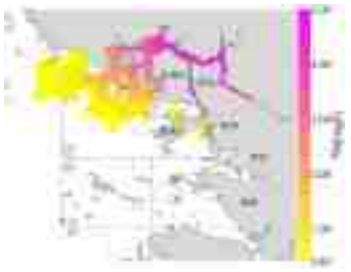
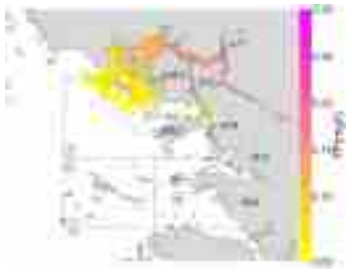
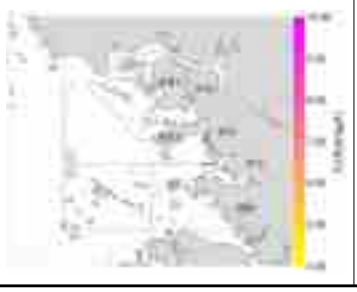
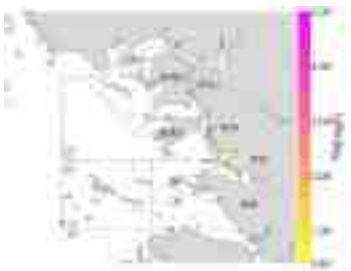
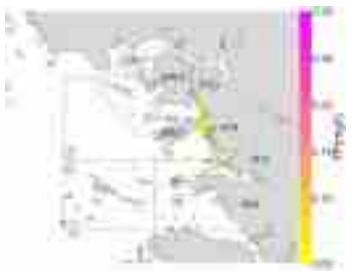
○ 2011년 5월 1일~5월 31일 평수기를 대상으로 오염원 유입에 따른 확산실험 수행결과, 배경농도를 포함한 Case1-1은 TN, TP의 경우 권역별 전체범위, COD는 Ⅰ권역에서 약 27% 범위로 분포도 작성 기준 농도를 초과하였으며, 평균농도는 COD, TN, TP 모두 Ⅰ권역에서 각각 4.53, 2.20, 0.09㎎/ℓ로 높게 나타남(단, 1% 미만 범위는 하수처리 방류지점 인근에 국한되어 '영향 없음'으로 분류함)

<표 Ⅳ-2.2.3-2> 평수기 오염물질 확산실험 결과

권역 (면적) (㎢)	항목	Case1-1 배경농도+한강+하수처리			Case1-2 한강+하수처리			Case1-3 한강			Case1-4 하수처리		
		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)	
			평균	최대		평균	최대		평균	최대		평균	최대
Ⅰ (627)	COD	167	4.53	8.90	470	2.84	7.73	464	2.83	5.02	1	3.03	7.05
	TN	627	2.20	4.65	541	2.05	4.65	531	2.05	4.63	2	0.86	3.68
	TP	627	0.09	0.48	468	0.07	0.45	442	0.07	0.14	25	0.04	0.43
Ⅱ (1,395)	COD	1	4.05	4.27	100	1.39	3.37	84	1.33	3.10	2	1.33	2.49
	TN	1,395	0.95	2.75	398	0.69	2.50	347	0.68	2.29	4	0.64	1.82
	TP	1,395	0.07	0.29	94	0.04	0.24	38	0.04	0.07	31	0.04	0.24
Ⅲ (724)	COD	2	7.17	19.51	14	1.93	18.70	-	-	-	14	1.93	18.70
	TN	724	0.73	9.26	11	0.76	8.98	-	-	-	11	0.76	8.98
	TP	724	0.06	1.25	18	0.08	1.23	-	-	-	18	0.08	1.23
Ⅳ (1,139)	COD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TN	1,139	0.69	0.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TP	1,139	0.06	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○ Case1-2, Case1-3의 결과에서는 확산 범위 및 농도의 차이가 크지 않았으며, Case1-4의 하수처리장 유입환경에서는 방류지점과 인접한 일부 범위의 확산이 미약하게 나타남

○ 배경농도를 배제한 경우 하수처리시설 보다는 한강유역의 오염원 유입에 의한 영향이 큰 것으로 분석되며 Ⅰ권역이 영향 범위가 넓고 높은 농도를 보임

평수기	COD	TN	TP
1			
2			
3			
4			

※ 실험안 구분
1: 배경농도+한강+하수처리시설, 2: 한강+하수처리시설, 3: 한강, 4: 하수처리시설

(그림 Ⅳ-2.2.3-2) 평수기 오염물질 확산실험 결과

2) 홍수기(Case2)

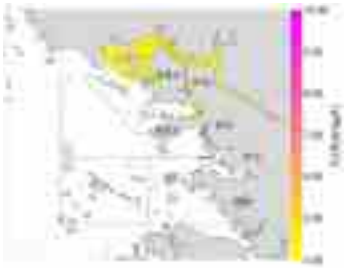
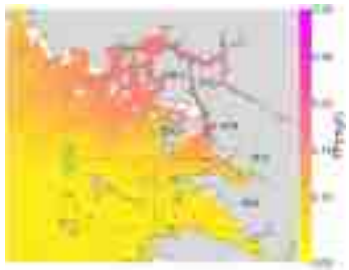
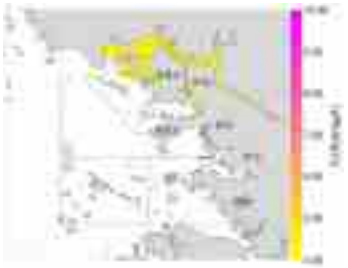
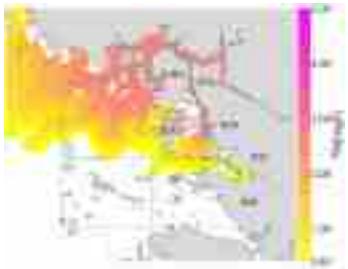
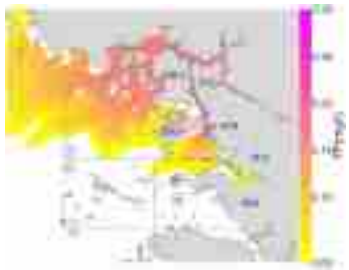
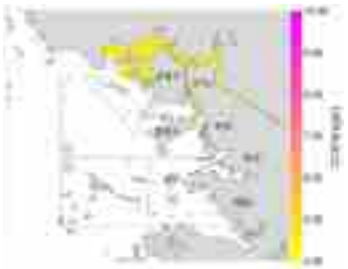
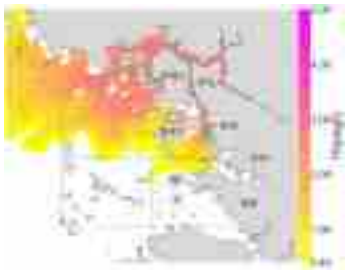
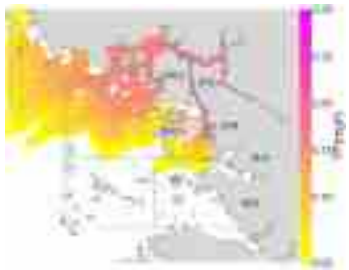
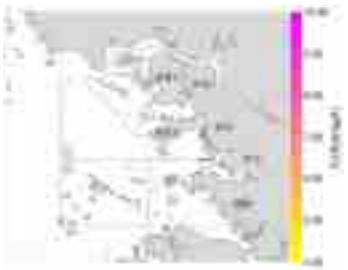
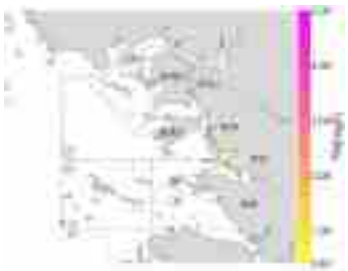
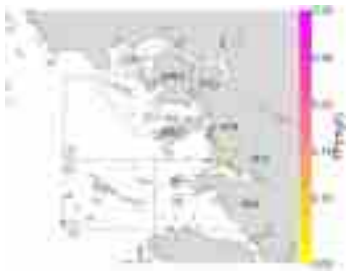
○ 2011년 7월 25일~8월 24일 홍수기 대상 실험 결과, 배경농도를 포함한 Case2-1의 경우 TN, TP는 권역별 전체범위, COD는 1권역에서 약 33% 범위로 분포도 작성 기준 농도를 초과하였으며, 평균농도는 Ⅰ권역에서 COD, TN, TP 각각 4.39, 2.39, 0.15㎎/ℓ로 가장 높게 나타남(단, 1% 미만 범위는 하수처리 방류지점 인근에 국한되어 '영향 없음'으로 분류함)

○ Case2-2, Case2-3의 결과, TN, TP의 실험안별 확산 범위 및 농도의 차이가 크지 않았으나 평수기와 갈수기에 비해 확산 범위 및 농도가 상대적으로 크게 나타났으며, Case2-4의 하수처리시설 단독 오염원 유입환경에서는 반대로 평수기와 갈수기에 비해 확산 범위 및 농도가 다소 낮았고 Ⅲ권역에서 방류지점과 인접한 일부 범위에서 약한 확산이 나타남

○ 배경농도를 배제한 경우 하수처리시설 보다는 한강유역의 오염원 유입에 의한 영향이 큰 것으로 분석되었고 Ⅰ권역과 Ⅱ권역 및 Ⅲ권역이 영향권에 있으며, 그 중 Ⅰ권역이 영향 범위가 가장 넓고 높은 농도를 보임

<표 Ⅳ-2.2.3-3> 홍수기 오염물질 확산실험 결과

권역 (면적) (㎢)	항목	Case2-1 배경농도+한강+하수처리			Case2-2 한강+하수처리			Case2-3 한강			Case2-4 하수처리		
		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)	
			평균	최대		평균	최대		평균	최대		평균	최대
Ⅰ (627)	COD	205	4.39	10.79	190	4.41	10.60	186	4.40	4.68	1	6.03	8.45
	TN	627	2.39	5.72	627	2.31	5.65	627	2.30	2.70	1	1.42	4.12
	TP	627	0.15	0.58	627	0.14	0.57	627	0.14	0.17	2	0.10	0.48
Ⅱ (1,395)	COD	6	4.06	4.20	3	4.03	4.12	1	4.01	4.02	-	-	-
	TN	1,395	1.61	2.84	1,169	1.44	2.84	1,159	1.43	2.61	2	0.60	1.64
	TP	1,395	0.11	0.25	1,089	0.09	0.21	1,077	0.09	0.16	5	0.06	0.18
Ⅲ (724)	COD	1	5.53	15.79	1	6.82	15.18	-	-	-	1	6.88	15.15
	TN	724	0.87	7.03	161	0.69	6.85	135	0.64	1.26	10	0.74	6.84
	TP	724	0.07	0.65	152	0.05	0.63	107	0.04	0.08	16	0.06	0.63
Ⅳ (1,139)	COD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TN	1,139	0.74	1.13	10	0.49	0.58	9	0.47	0.54	-	-	-
	TP	1,139	0.06	0.09	8	0.03	0.04	4	0.03	0.03	-	-	-

홍수기	COD	TN	TP
1			
2			
3			
4			

※ 실험안 구분
1: 배경농도+한강+하수처리시설, 2: 한강+하수처리시설, 3: 한강, 4: 하수처리시설

(그림 Ⅳ-2.2.3-3) 홍수기 오염물질 확산실험 결과

3) 갈수기(Case3)

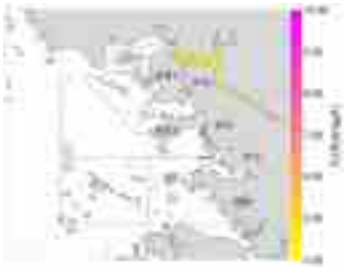
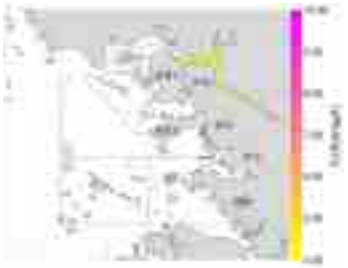
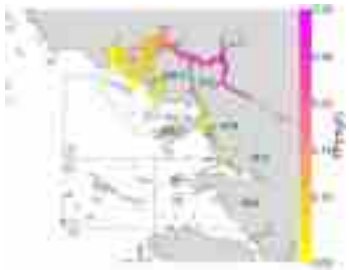
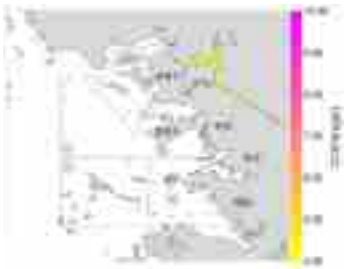
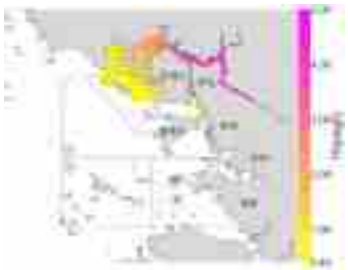
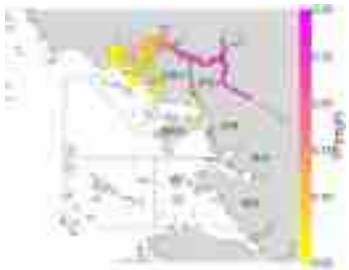
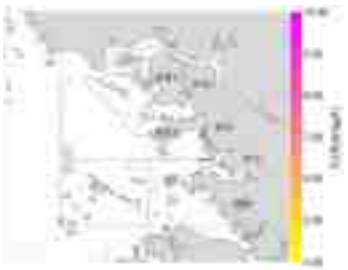
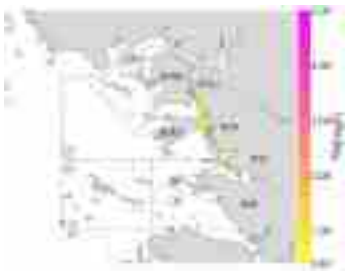
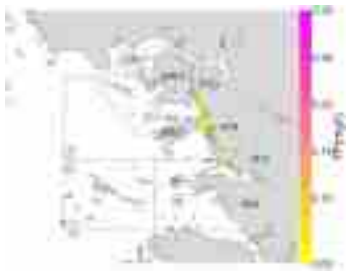
○ 2011년 12월 1일~2월 31일 평수기를 대상으로 오염원 유입에 따른 확산실험 수행결과, 배경농도를 포함한 Case3-1은 TN, TP의 경우 권역별 전체범위, COD는 1권역에서 약 2% 범위로 분포도 작성 기준 농도를 초과하였으며, 평균농도는 COD, TN, TP 모두 Ⅰ권역에서 각각 4.13, 1.34, 0.09㎎/ℓ로 높게 나타남(단, 1% 미만 범위는 하수처리 방류지점 인근에 국한되어 있고 분포 범위도 작아 '영향 없음' 으로 분류함)

○ Case3-2, Case3-3의 결과, 실험안별 확산 범위 및 농도의 차이가 크지 않았으며, Case3-4의 하수처리시설 단독 오염원 유입환경에서는 평수기와 유사한 분포를 보임

○ Ⅰ권역은 하수처리시설 보다는 한강유역의 오염원 유입에 의한 영향이 큰 것으로 분석되었고 TN, TP의 농도가 상대적으로 높았으나 평수기 보다 확산 범위는 작았으며, Ⅱ~Ⅲ권역의 경우 하수처리 방류지점 인근에서 일부 확산을 보여 하수처리시설에 의한 영향이 큰 것으로 나타남

<표 Ⅳ-2.2.3-4> 갈수기 오염물질 확산실험 결과

권역 (면적) (㎢)	항목	Case3-1 배경농도+한강+하수처리			Case3-2 한강+하수처리			Case3-3 한강			Case3-4 하수처리		
		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)		범위 (㎢)	농도(㎎/ℓ)	
			평균	최대		평균	최대		평균	최대		평균	최대
Ⅰ (627)	COD	10	4.13	5.60	1	4.03	4.07	1	4.01	4.02	-	-	-
	TN	627	1.34	4.09	356	1.24	3.97	341	1.23	3.92	24	0.50	3.19
	TP	627	0.09	0.31	238	0.08	0.27	220	0.08	0.22	27	0.04	0.26
Ⅱ (1,395)	COD	1	4.60	4.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TN	1,395	0.75	2.50	28	0.67	1.91	5	0.54	0.71	20	0.50	1.91
	TP	1,395	0.06	0.24	27	0.05	0.19	-	-	-	24	0.04	0.19
Ⅲ (724)	COD	1	8.28	22.09	1	8.40	21.14	-	-	-	1	8.40	21.14
	TN	724	0.73	13.57	13	0.91	13.25	-	-	-	13	0.91	13.25
	TP	724	0.06	1.00	15	0.07	0.97	-	-	-	15	0.07	0.97
Ⅳ (1,139)	COD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TN	1,139	0.69	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TP	1,139	0.06	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-

갈수기	COD	TN	TP
1			
2			
3			
4			

※ 실험안 구분
1: 배경농도+한강+하수처리시설, 2: 한강+하수처리시설, 3: 한강, 4: 하수처리시설

(그림 Ⅳ-2.2.3-4) 갈수기 오염물질 확산실험 결과

2.2.4 라그랑지안 입자 역추적 실험

○ 인천연안어장 환경에 영향을 미치는 오염원의 기원을 추정하기 위하여 권역별 참굴현장실험 어장(아차도, 무의도, 영흥도, 자월도)을 초기 지점으로 설정하여 라그랑지안 입자 역추적 실험을 수행함

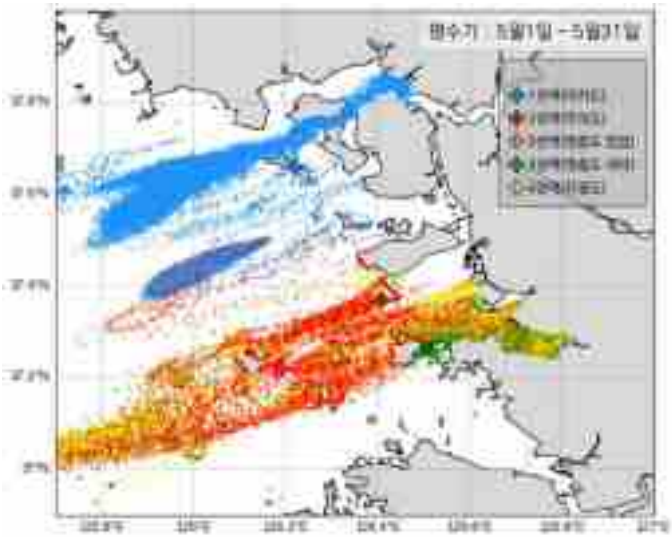
○ 실험 기간은 오염물질 확산 실험 기간과 동일하게 설정하였으며, 평수기(5월), 홍수기(7월~8월), 갈수기(12월)를 대상으로 실험한 결과를 입자이동 누적 분포도와 조시별(대조기, 중조기, 소조기) 최강 창·낙조 시 입자 분포도로 구분하여 제시함

○ 각 권역별 어장(초기 지점)에 영향을 미치는 오염원의 기원을 역추적한 결과를 각 권역별로 살펴보면 다음과 같음

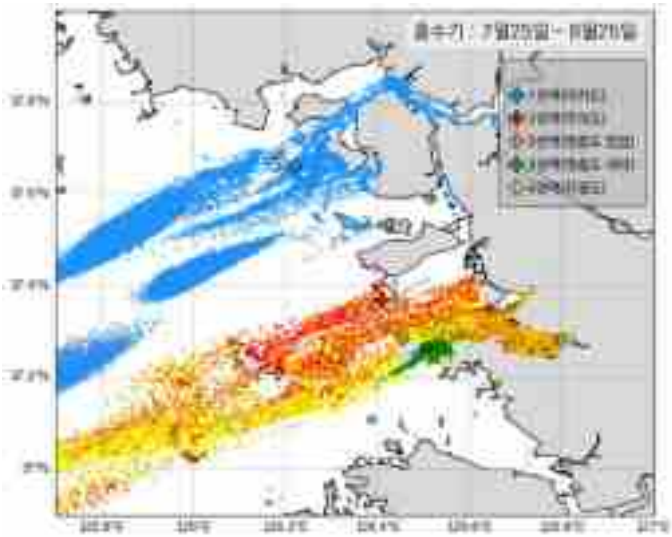
- Ⅰ권역(아차도)은 한강 및 경기만 서측 해역에서 발생되거나 정체된 가상 오염원의 영향을 받을 수 있음을 나타내고 있으며, 한강 유량이 많은 홍수기에는 한강에서 유입되는 가상 오염원의 영향이 상대적으로 크게 나타나며, 한강 유량이 적은 갈수기에는 경기만 서측 해역에서 유입되는 가상 오염원의 영향이 크게 나타남
- Ⅱ권역(무의도)은 상대적으로 한강의 영향보다는 경기만 내측(영종도 남측)의 가상 오염원에 노출되어 있는 것으로 나타나며, 홍수기에는 상대적으로 영종도 남측의 가상 오염원의 영향이 크고, 평수기 및 갈수기에는 상대적으로 광범위한 경기만 중앙 및 남측 해역의 가상 오염원의 영향을 받는 것으로 나타남
- Ⅲ권역(영흥도)은 한강 및 경기만 외해의 영향은 거의 나타나지 않으며 주로 인근에 위치한 시화호 및 영흥도 인근해역에서 발생되는 가상 오염원에 의한 영향이 크게 나타나는 것으로 나타남
- Ⅳ권역(자월도)은 주로 시화호 입구 및 외해에서 발생되는 가상 오염원에 의한 영향을 받는 것으로 나타나며 평수기 및 갈수기에는 경기만 중앙(영종도 서측)까지도 영향을 미칠 수 있는 범위로 나타남

○ 라그랑지안 입자 역추적 실험을 통해 인천 연안어장 환경에 영향을 미칠 수 있는 영향 물질의 기원을 추정한 결과, 외해, 한강 및 시화호 주변 해역이 주로 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 인천 연안으로 유입된 영향 물질은 강한 조류의 영향으로 경기만 전체에 광범위하게 확산되고 상당기간 인천 연안어장 환경에 영향을 미칠 수 있음을 시사함

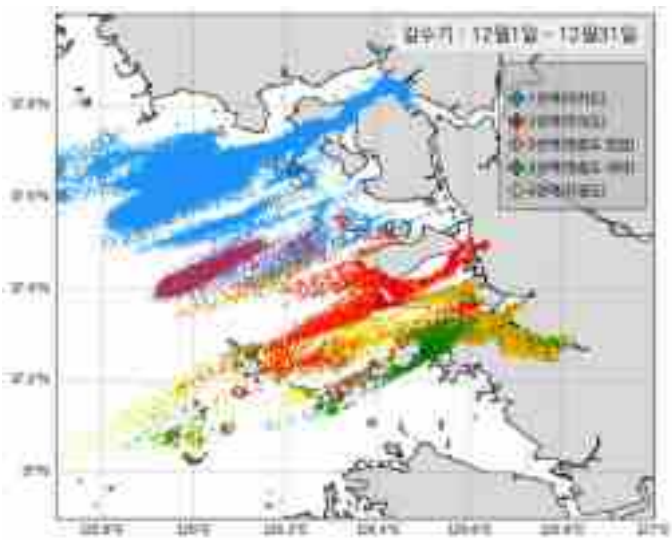
평수기



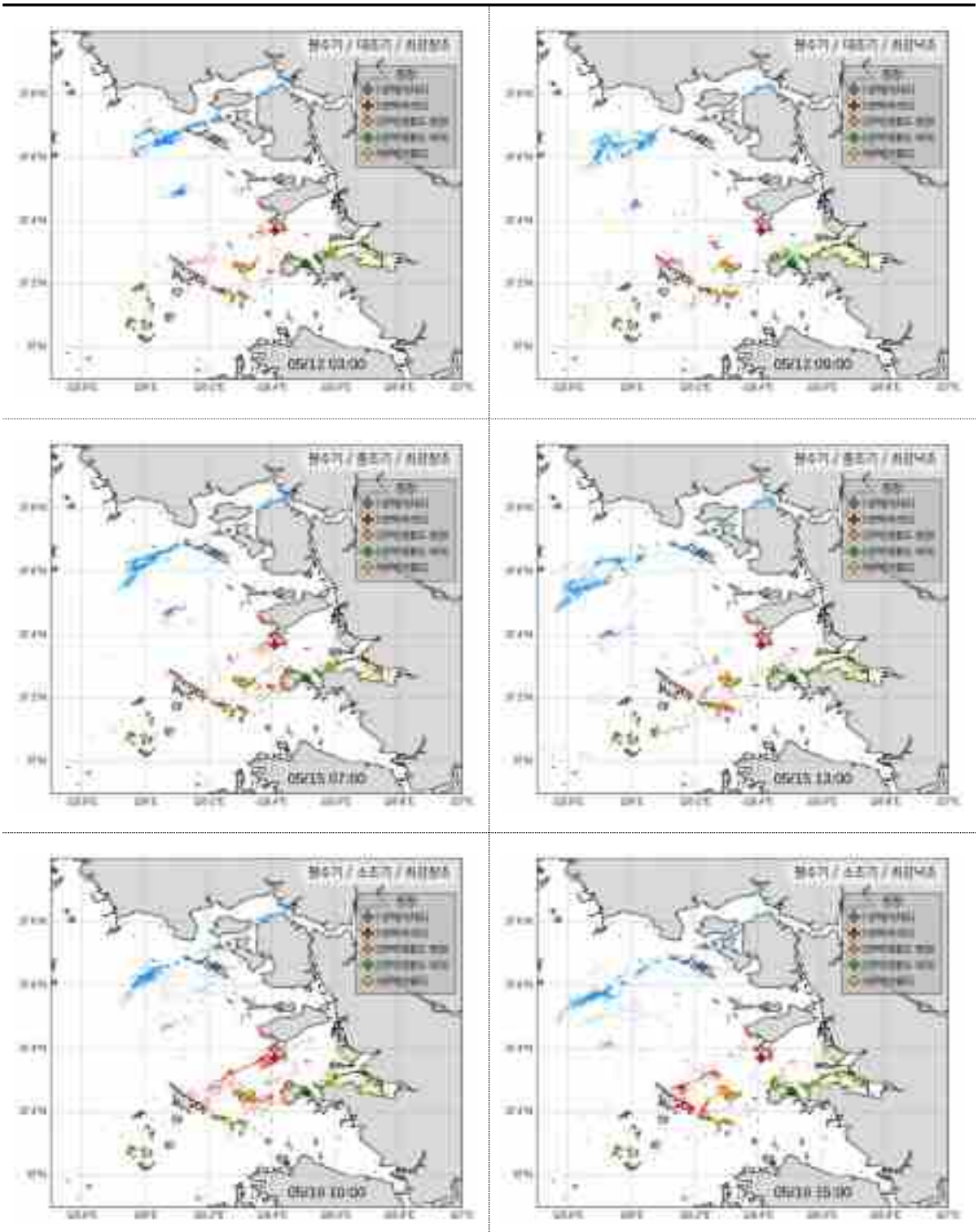
홍수기



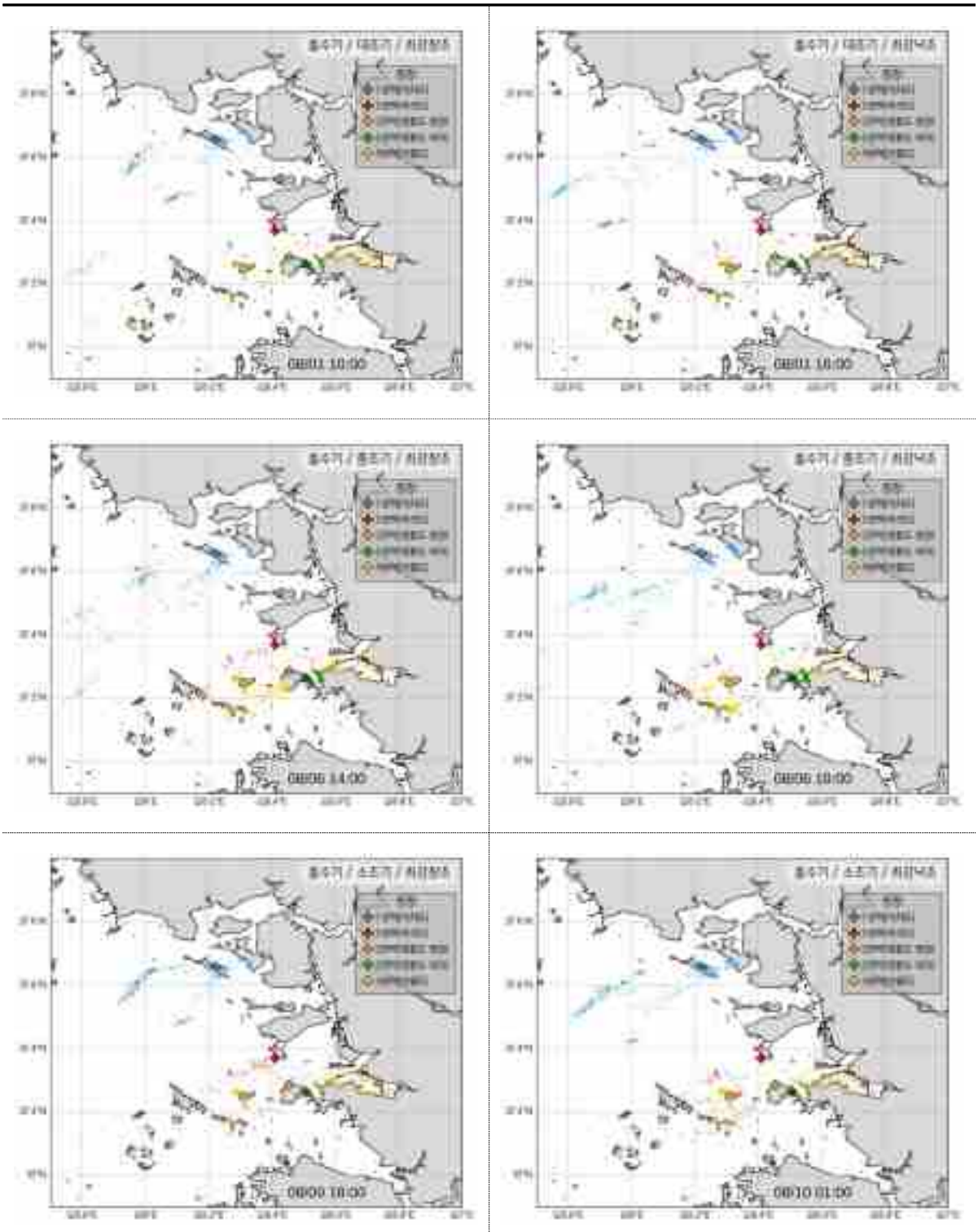
갈수기



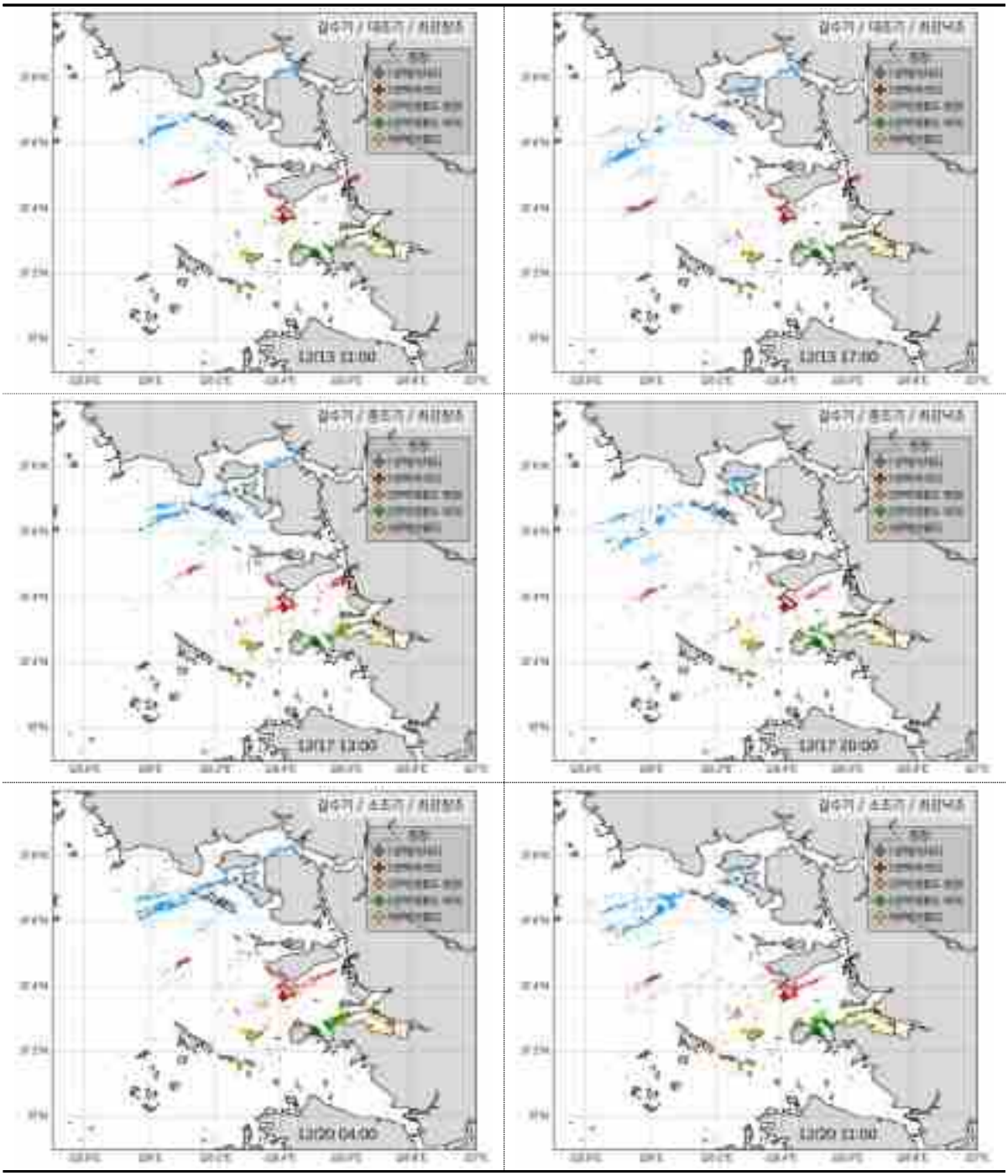
(그림 Ⅳ-2.2.4-1) 입자 이동 누적 분포도



(그림 Ⅳ-2.2.4-2) 평수기 조석에 따른 창/낙조 시 입자 이동 분포도



(그림 Ⅳ-2.2.4-3) 홍수기 조석에 따른 창/낙조 시 입자 이동 분포도



(그림 Ⅳ-2.2.4-4) 갈수기 조석에 따른 창/낙조 시 입자 이동 분포도

3. 참굴 대상 현장 실험

3.1 실험 개요

○ 이매패류의 성장에 영향을 미치는 중요한 환경요인으로 기온, 수온, 먹이생물, 이식으로 알려져 있음(PotterandHill, 1982; Kim, 1995; Brown et al., 1988; Park et al, 2013)

○ 수온은 이매패류의 먹이섭취와 대사활동에 큰 영향을 미치고 5℃ 이하면 성장이 둔화되거나 정지하고 28℃ 이상이면 성장이 정지하거나 폐사율이 높아진다고 보고됨(Quayle, 1988; Soletchnik et al., 2005; Shin et al., 2008)

○ 기온의 경우, 하계 직사광선에 노출된 굴의 각내 온도는 기온에 비해 현저하게 상승할 수 있으며(PotterandHill, 1982), 하계 기온에 의한 스트레스는 굴 폐사의 주요한 원인이 될 수 있음

○ 참굴 대상 실험은 크게 3가지로 구분하여 현장 실험을 수행함

- 첫 번째로 물리적 환경(수온, 기온, 노출시간)
- 두 번째로 수질환경(먹이 농도, 대장균군, 영양염)
- 세 번째로 물리적 환경과 수질 환경을 기반한 권역별 참굴 가입 형태(공간 경쟁, 성장 등)

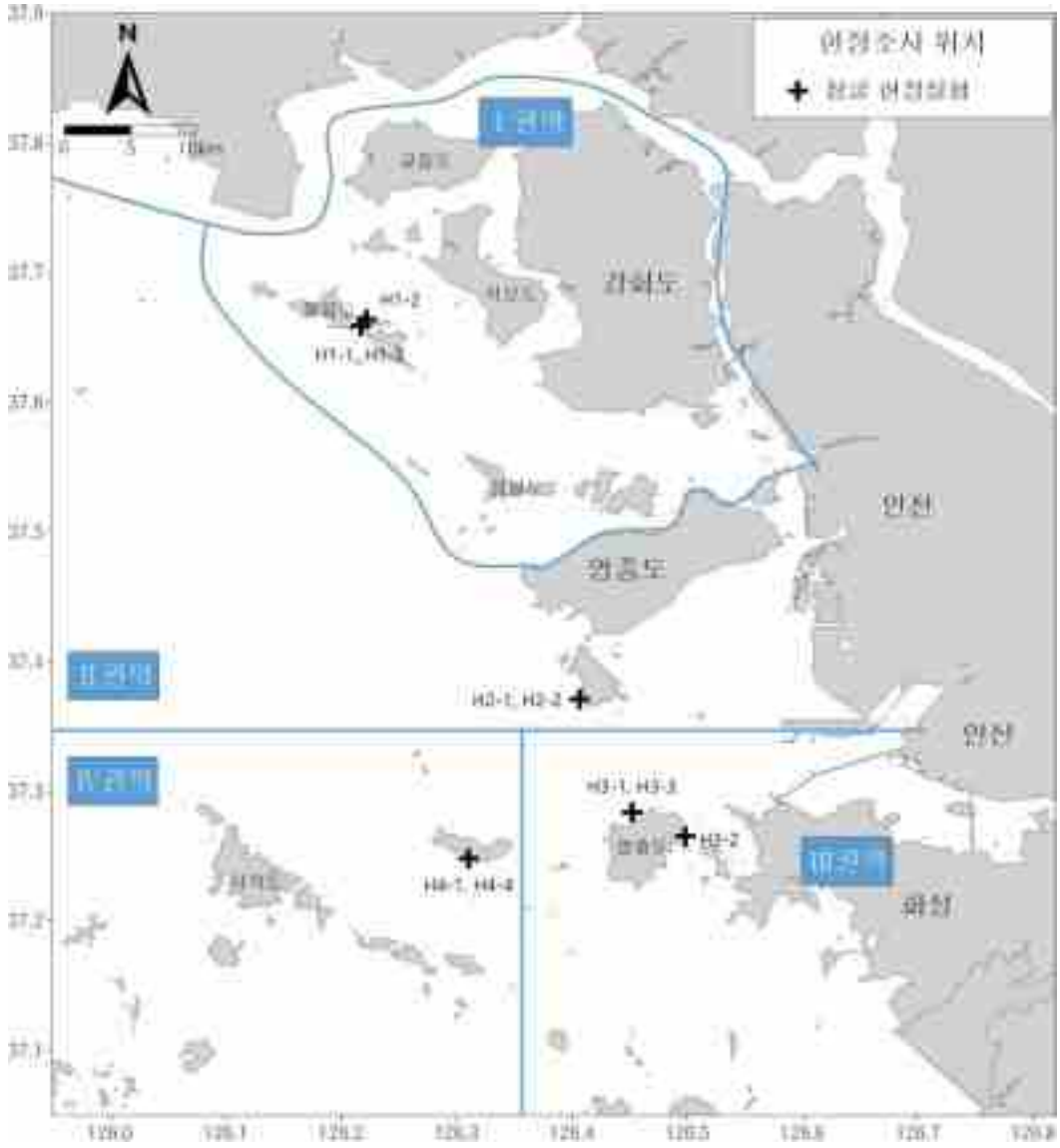
○ 참굴 실험구 설치 전 참굴 면허어업 어장을 대상으로 사전 현장답사를 통해 설치 지점별 어장환경 특성을 파악하고 관련 어촌계장과 면담과 유관회의를 통해 설치 지역을 확정함

○ 참굴 현장실험 지역은 해역 특성에 따라 4개의 세부권역(Ⅰ~Ⅳ권역)으로 구분하였으며, 참굴 면허어업 어장을 대상으로 권역별로 1~3개소씩 선정하고, 폐사가 발생한 지역으로 언급된 아차도(Ⅰ권역)와 자월도(Ⅳ권역)를 포함

<표 Ⅳ-3.1-1> 참굴 현장실험 조사 개요

구분	정점	조사항목	조사 시기			
Ⅰ권역	H1-1, H1-2, H1-3※	• 물리환경 -온도, 조위 • 수질환경 -영양염, 엽록소-*a* -총대장균군 • 부착생물 • 참굴 가입 및 개체특성	1차년도	1차	2020년	6월
				2차		8월
				3차		10월
Ⅱ권역	H2-1, H2-2※			4차		12월
				5차	2021년	2월
Ⅲ권역	H3-1, H3-2※, H3-3※		2차년도	6차	2021년	4월
				7차		6월
				8차		8월
Ⅳ권역	H4-1, H4-4※			9차		10월
				10차		12월
				11차	2022년	2월

※ 2차년도부터 추가로 참굴 현장실험구 설치 및 조사한 지역임



(그림 Ⅳ-3.1-1) 현장조사(참굴 현장실험) 위치도

3.2 조사 방법

3.2.1 참굴 실험구 설치

○ 권역별 참굴어장에 자연 굴이 서식하는 조위와 동일한 위치를 선정하여, 참굴이 쉽게 가입될 수 있는 자연 암반과 유사한 재질의 부착판(25㎝X25㎝)을 실험구마다 6~8개씩 반복 설치함

3.2.2 물리적 환경

○ 참굴 폐사에 미치는 기온 및 수온의 영향 유무를 파악하고 독성실험 중 폐사 임계수온에 대한 정보 제공하기 위해 권역별(1~Ⅳ권역)각 1개 정점에 자기수온계(HOBO water Temp Pro v2

Logger)를 참굴 현장실험 장비 상부에 설치하여 매 5분 간격으로 연속적으로 비노출(수온)과 노출(기온) 온도 관측을 수행함

- 매월 1회 정기점검을 통한 온도 데이터 백업 및 장비유지 관리를 수행함

○ 권역별 참굴 현장실험 지역의 노출시간을 정확히 파악하기 위하여 GPS(HI-TARGET)를 이용하여 표고 측량을 수행함(2021년 4월)



(그림 Ⅳ-3.2.1-1) 참굴 현장 실험구 및 수온계 설치사진

<표 Ⅳ-3.2.2-1> 수온계 제원

측기명	제원		
HOBO water Temp Pro v2 Logger	관측범위	대기	-40℃ ~ 70℃
		수온	-40℃ ~ 50℃
	정확도		± 0.21℃
	해상도		25℃에서 0.02℃
	메모리		42,000 기록수
	규격		직경: 3.0cm, 길이: 11.4cm

<표 Ⅳ-3.2.2-2> GPS 제원

측기명	제원	
V100(HI-TARGET)	신호채널	- GPS : L1C/A, L2C, L2E, L5 - GLONASS : L1C/A, L1P, L2C/A, L2P - SBAS : L1C/A, L5
	정밀도	- 정지측량, 신속정지측량 정밀도 수평:±2.5mm+1ppm, 수직:±5mm+1ppm - RTK 정밀도 수평:±8mm+1ppm , 수직:±15mm+1ppm



(그림 Ⅳ-3.2.2-1) 측량(좌: 표고, 우: 기본수준점) 사진

○ 관측이 시작된 2020년 6월부터 2022년 1월까지 수집된 자료를 이용하여 분석을 수행함

- Ⅱ권역(무의도)은 관측 초기 장비유실로 인해 7월부터 분석하였고, Ⅲ권역(영흥도) 중 내리 지점은 2차년도 추가로 설치하여 2021년 5월부터 분석을 수행함

○ 현장에서 관측된 자료는 인근 국가관측망(기상청, AWS)의 관측기온을 이용하여 시계열 분석을 통한 관측기온과 현장에서 측정한 기온에 대해 비교·분석함

○ 권역별 환경특성을 고려한 노출/비노출 구분의 정확도 향상을 위해 표고 측량결과를 이용한 지점별 기준조위를 산정하였으며, 기준조위 값은 수온 관측 장비가 위치한 표고(EL) 값에 지역평균해면(LMSL) 값을 더하여 산출하고 결과를 제시함

<표 Ⅳ-3.2.2-3> 표고측량으로 산출된 적용 조위(m)

권역(지점)		표고 (EL기준)	지역평균해면* (LMSL)	기준조위** (산출값)	적용조위
Ⅰ권역(아차도)		-1.532	4.523	2.991	3.00
Ⅱ권역(무의도)		-2.687	4.441	1.754	1.80
Ⅲ권역 (영흥도)	영암	-2.334	4.334	2.000	2.00
	내리	-1.194	4.334	3.140	3.20
Ⅳ권역(자월도)		-1.830	4.256	2.426	2.50

* 지역평균해면: 관측지점 인근 기본수준점 성과표 이용(국립해양조사원)

** 기준조위: 지역조위(LDL) = 표고(EL) + 지역평균해면(LMSL)

○ 권역(지점)별 관측 장비(수온계)를 통해 수집된 자료의 이상자료 유무를 파악하고 1차 처리 후 권역별 기준조위를 적용하여 노출과 비노출로 구분함

- 구분된 데이터를 기준으로 1조석 주기의 출현시간 및 온도를 산출함

○ 권역별 노출시간(1조석 주기)을 산출하여 노출 스트레스 정도를 파악하고, 노출시 최고온도(동계는 최저온도)와 비노출시 평균온도의 편차를 이용해 온도차를 산출함

- 산출된 노출/비노출 시간 및 온도차 등을 활용하여 권역(지점)별 물리적 환경특성을 파악함

○ 통계분석을 통한 권역별, 월별, 계절별 환경특성 및 전년 대비 연간변화를 파악하고 이상기온(폭염, 한파) 출현빈도를 분석함

3.2.3 수질 환경

○ 해양 수질 시료는 참굴 현장실험 인근 표층 해수를 2021년 4월을 시작으로 2개월 간격으로 채수함

- 총대장균군은 2차년도 착수보고회 의견을 반영하여 Ⅱ권역 무의도 어장에서 2021년 5월과 8월에 조사를 수행함

○ 해양수질 시료는 니스킨(Niskin-X)을 이용하여 채수하였으며, 채수한 시료는 분석항목에 따라 미리 10% 염산(HCl)으로 세척한 채수병에 담아 냉장 또는 냉동 보관하여 실험실로 운반함

○ 항목별 분석방법은 해양환경공정시험기준(국립수산과학원, 2021)에 의거 분석함

<표 Ⅳ-3.2.3-1> 해양수질 분석방법

구분	측정기기	분석 및 측정방법
엽록소-*a*	형광광도계 (Turner Designs, 10-AU)	[형광광도법] 현장에서 GF/F로 여과한 여과지를 냉동 상태로 실험실로 운반하여 90% 아세톤으로 추출 후 형광광도계로 측정
NH_4-N	Quaatro SFA Analyzer (Seal Analytical)	[인도페놀법] 시료에 EDTA와 sodium nitro-prusside의 혼합 용액 및 alkaline-phenol과 dichloroisocyanic acid 용액을 가하여 발색시킨 후 파장 630nm에서 측정
NO_2-N		[디아조화법] 시료에 Sulfanilamide와 naphtylethylenediamine 용액을 가하여 발색시킨 후 파장 520nm에서 측정
NO_3-N	Quaatro SFA Analyzer (Seal Analytical)	[카드뮴-구리환원법] 시료를 Cu-Cd column에 통과시켜서 아질산성 질소로 환원시킨 다음 sulfanilamide와 naphtylethylenediamine 용액을 가하여 발색 시킨 후 파장 550nm에서 측정
PO_4-P		[아스크로빈산환원법] 시료에 sodium molybdate, 황산, antimony potassium tartrat의 혼합시약을 가하고, ascorbic acid로 환원시켜 발색시킨 후 파장 880㎚에서 측정
총대장균군	건조필름배지 (페트리필름)	[건조필름법] 시료 일정량을 건조필름에 접종하여, 일정한 온도/시간 배양 후 모든 집락을 개수

3.2.4 참굴 가입 형태

○ 참굴 가입 형태 현장조사는 2020년 6월을 시작으로 2022년 2월까지 2개월 간격으로 총 11회 수행함

가. 부착생물 종 조성 및 공간점유율

○ 부착판에 서식하는 생물은 방형구를 통해 1㎝X1㎝로 구획한 후, 출현하는 종의 빈도와 피도를 분석을 통해 출현 종별 분포양상을 도식화함

- 피도(C) = (출현종 i가 차지하는 면적 / 방형구의 면적)X100
- 빈도(F) = (출현종 i가 있는 소방형구의 수/세분된 소방형구의 수)X100

나. 참굴 가입 시기 및 크기

○ 참굴 개체가 가입된 시기를 기록하였으며, 사진으로 식별이 용이한 참굴에 대한 각고를 측정함

- 개체 성장에 따라 식별이 어려운 참굴은 각장 측정에서 제외함

○ 현장에서 채집된 참굴은 각고 부분을 디지털 캘리퍼스를 이용하여 소수점 이하 둘째자리까지 측정(단위: ㎜)함

3.3 분석 결과

3.3.1 물리적 환경

가. 현장 및 국가관측망 관측자료 비교 시계열

○ 2020년 06월 01일부터 2022년 01월31일까지(무의도 수온계 분실에 따른 6월 자료 없음) 현장 관측 온도와 인근 AWS(기상청, 자동기상관측소)의 관측기온 및 국립해양조사원의 예측조위를 이용하여 전체기간에 대한 시계열 분석결과를 그림으로 제시함

○ 시계열 분석결과, 현장 관측 온도(붉은색)는 AWS(파란색)보다 더 높게 나타나는 경향을 보였고, 권역별 온도차(현장 관측 온도-AWS 관측 온도)는 Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역 순으로 2.2, 1.8, 1.4, 1.6℃로 모든 권역에서 현장 관측온도가 더 높게 나타남

- 특히 조차가 큰 대조기에 온도차가 더 큰 것으로 나타남
- 권역별 노출시간을 결정하는 가장 큰 차이는 기준조위로 아차도와 자월도의 기준조위는 각각 3.0m, 2.5m로 무의도(1.8m)와 영흥도(2.0m)보다 높게 관측됨
- 기준조위가 높을 경우 대기 중 노출 시간이 길어질 수 있고, 이에 따라 지열 및 복사열의 영향으로 현장 노출온도 증가를 가중시킬 수 있음

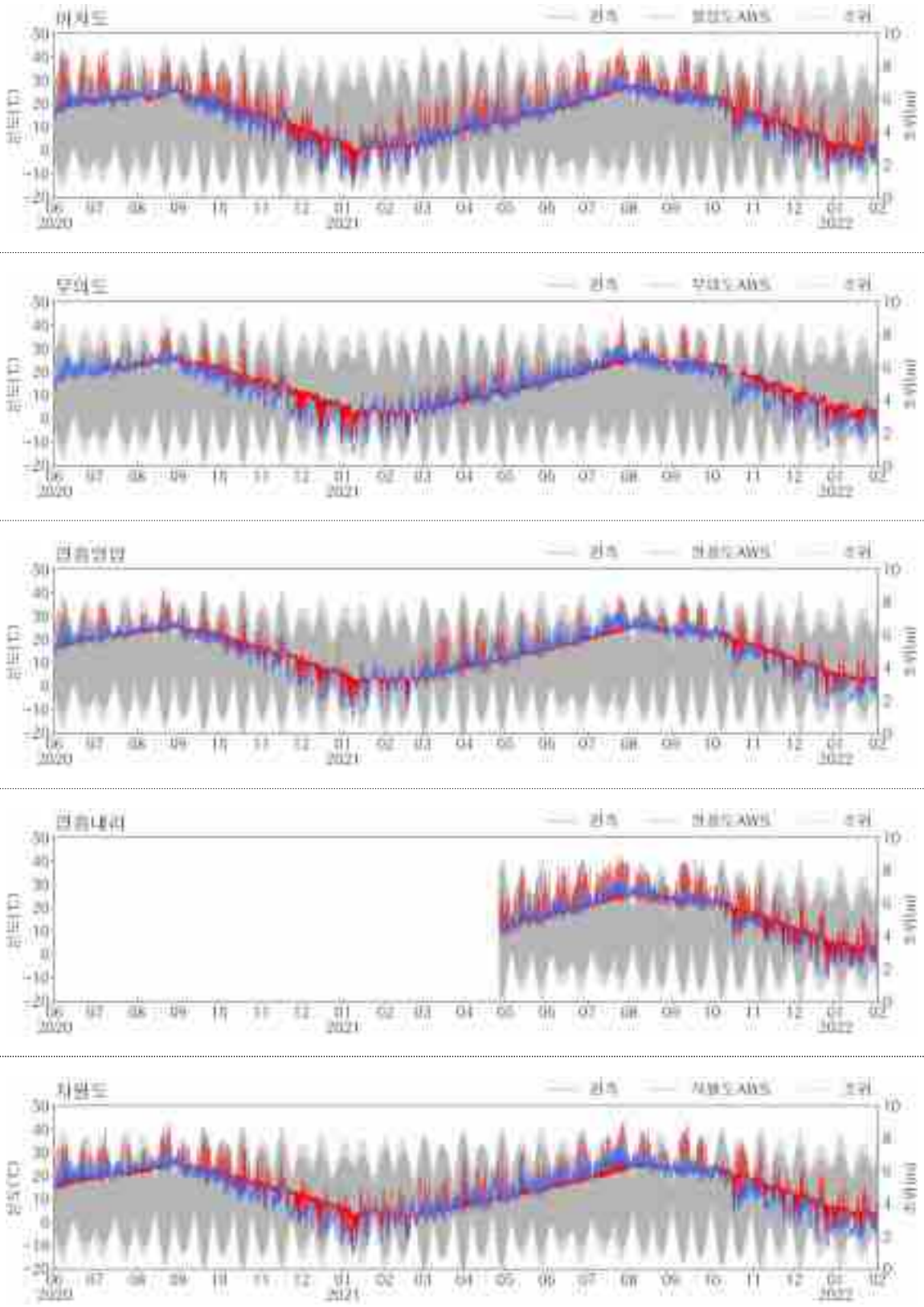
○ 각 권역별 현장 및 국가관측망 자료를 비교한 시계열 자료는 2개월 단위로 세분화하여 제시함

- 현장 관측 온도를 기준 조위에 따라 대기중 노출(붉은색)과 비노출(파란색)로 구분함
- 또한 참굴 성장에 영향을 미치는 이상기온 출현현황을 파악하기 위해 기상청 폭염기준인 33℃ 이상과 한파기준인 -13℃ 이하를 이상기온으로 구분하고 점선으로 표기함
- 현장 관측 온도가 AWS 온도 보다 더 높게 나타나는 구간은 노출시간대로 확인됨

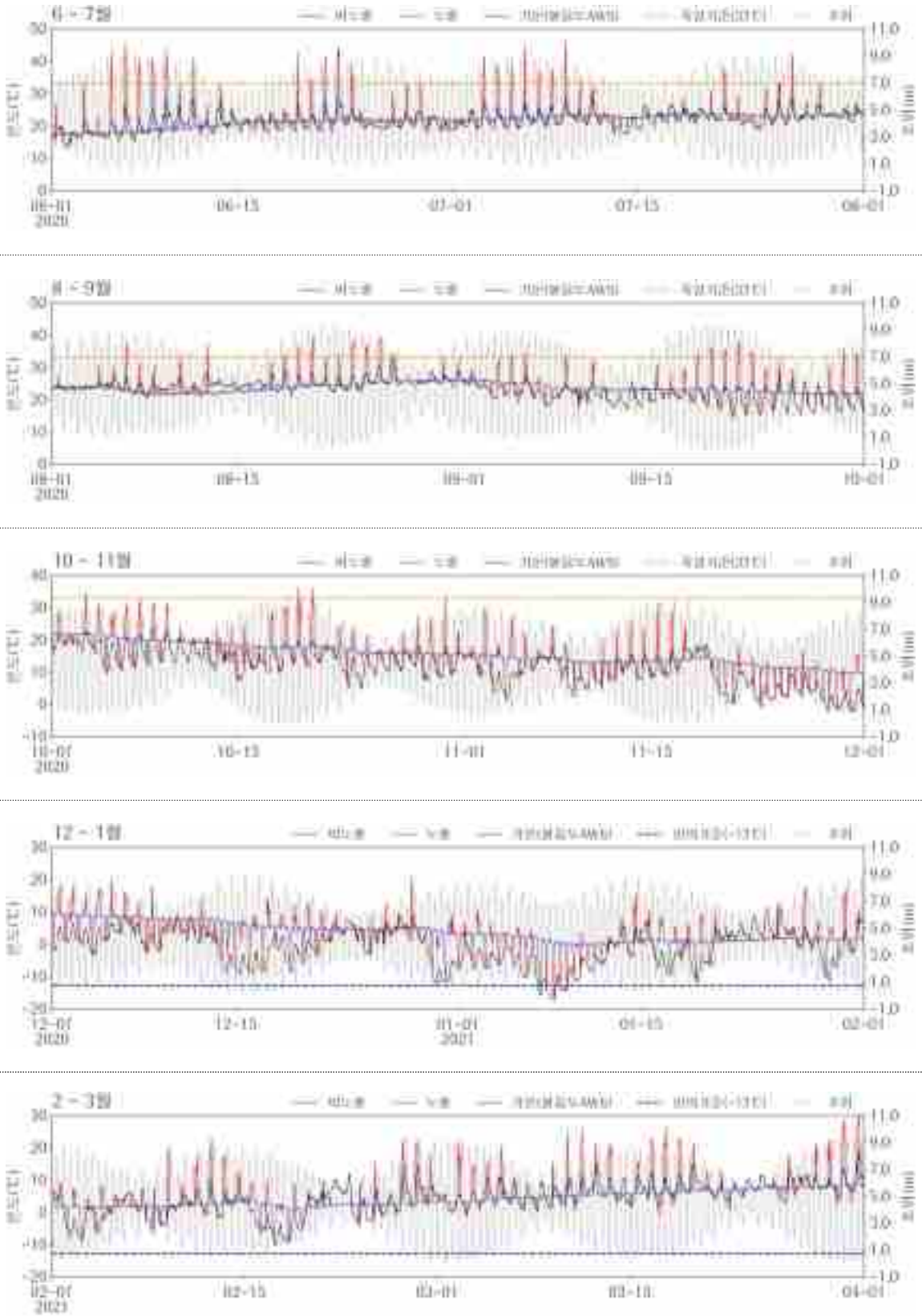
- 노출시간 중 권역별 온도차(노출시 현장 관측 온도-AWS 관측 온도)는 Ⅰ권역, Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역 순으로 2.6, 1.0, 1.1, 1.8℃로 모든 권역에서 현장 관측온도가 더 높게 나타남
- 특히, 대조기 주간 노출 시 온도가 높게 나타났으며, 하계(6월~10월)에 이상기온(폭염 33℃ 이상)이 주로 출현함

○ 일부 온도차 크게 나타나는 노출/비노출 전환 구간에서 비노출로 분류된 경우가 있으며, 이는 노출 시 온도가 급격히 상승·유지된 상태에서 비노출(창조 시)로 전환되어 바닷물에 장비가 반응하는 시점부터 완전히 잠길 때 까지 온도가 느리게 감소하기 때문으로 판단됨

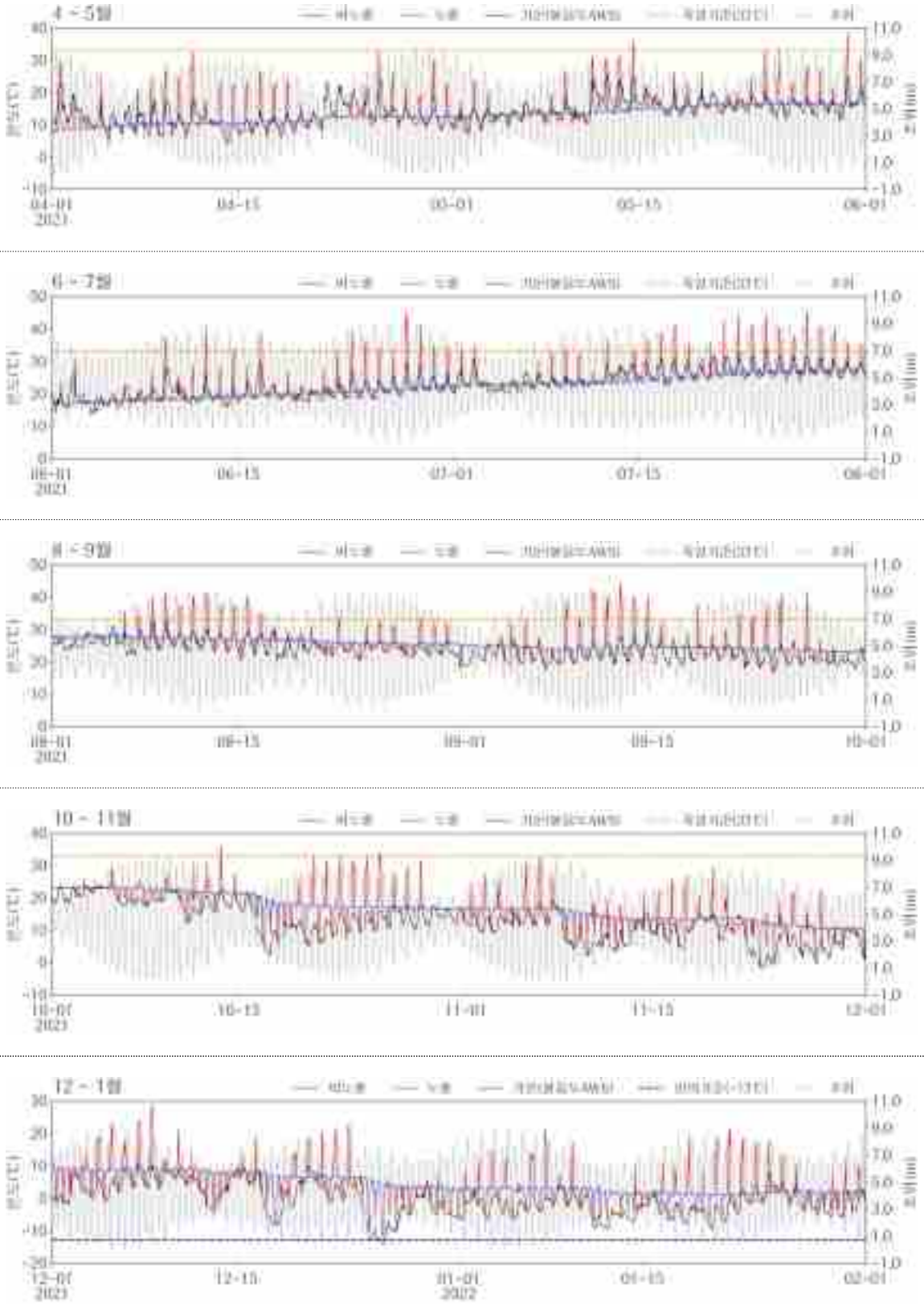
○ 시계열 분석결과를 토대로 현장 관측온도에 영향을 미치는 노출 시간 및 노출 시 온도 등을 정량적으로 파악하기 위해 권역별·월별로 통계분석을 수행하고 결과를 제시함



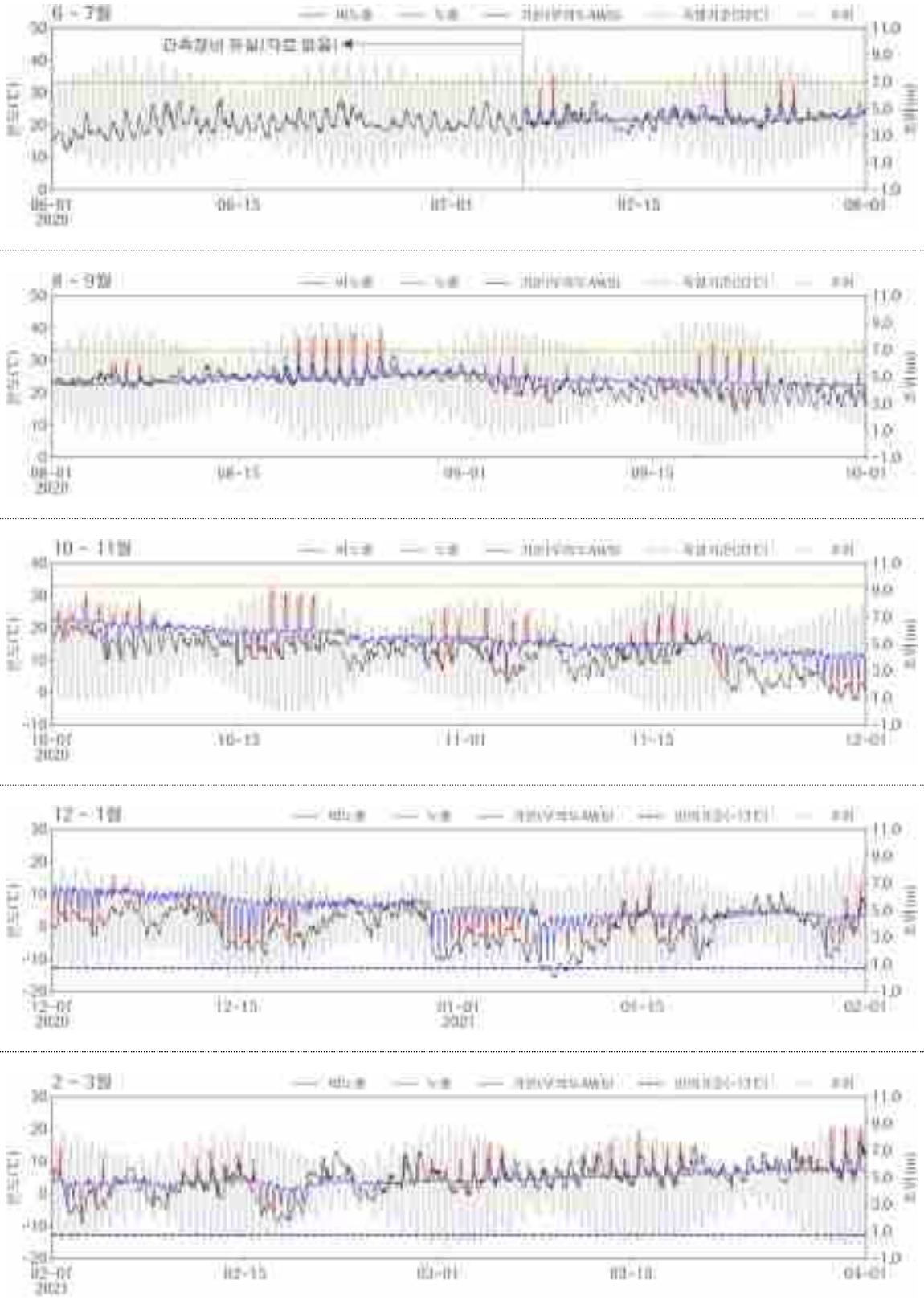
(그림 Ⅳ-3.3.1-1) 관측결과 시계열(2020.06.01 ~ 2022.01.31.)



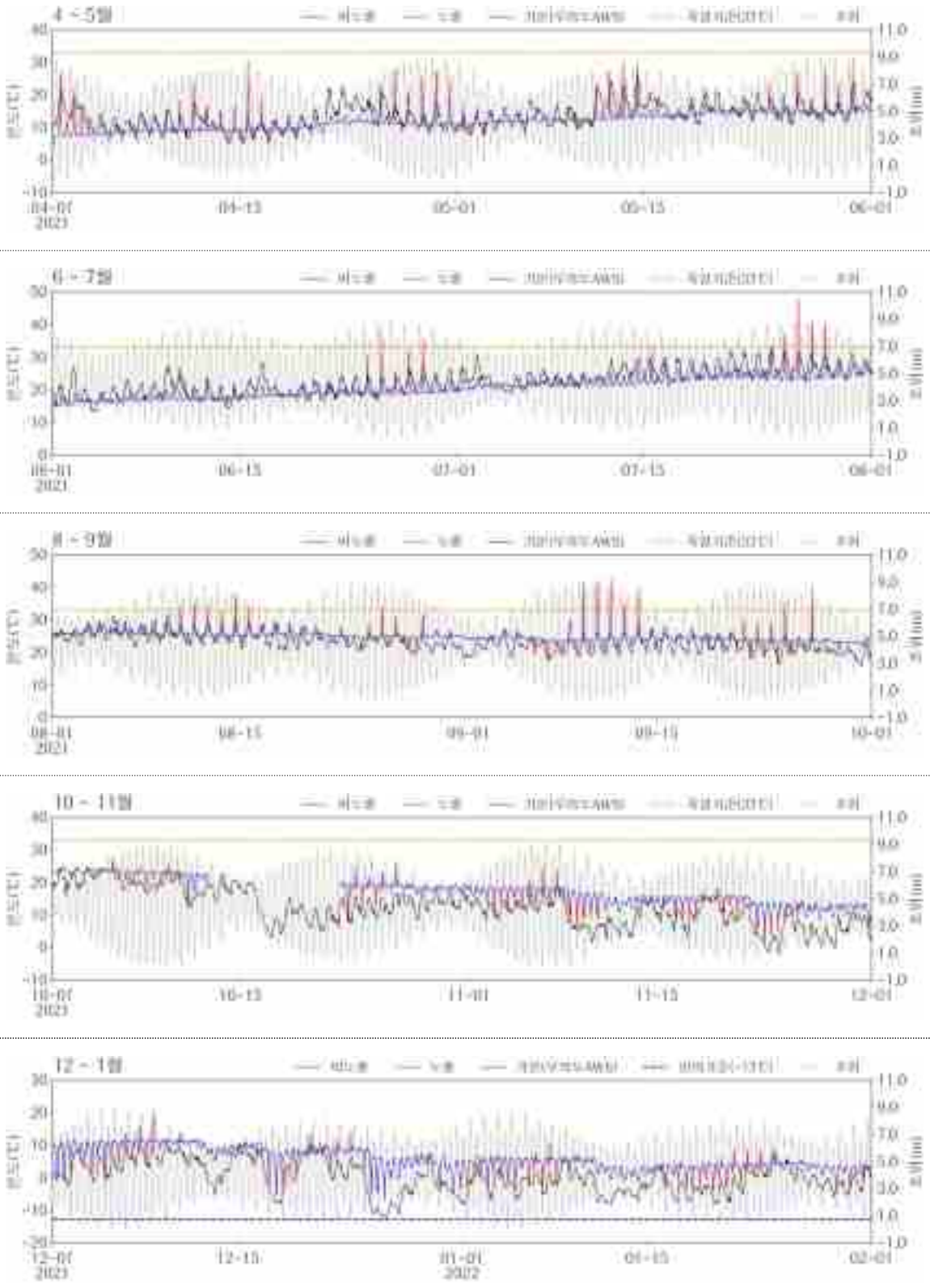
(그림 Ⅳ-3.3.1-2) Ⅰ권역(아차도) 현장/인근관측소 관측결과 비교



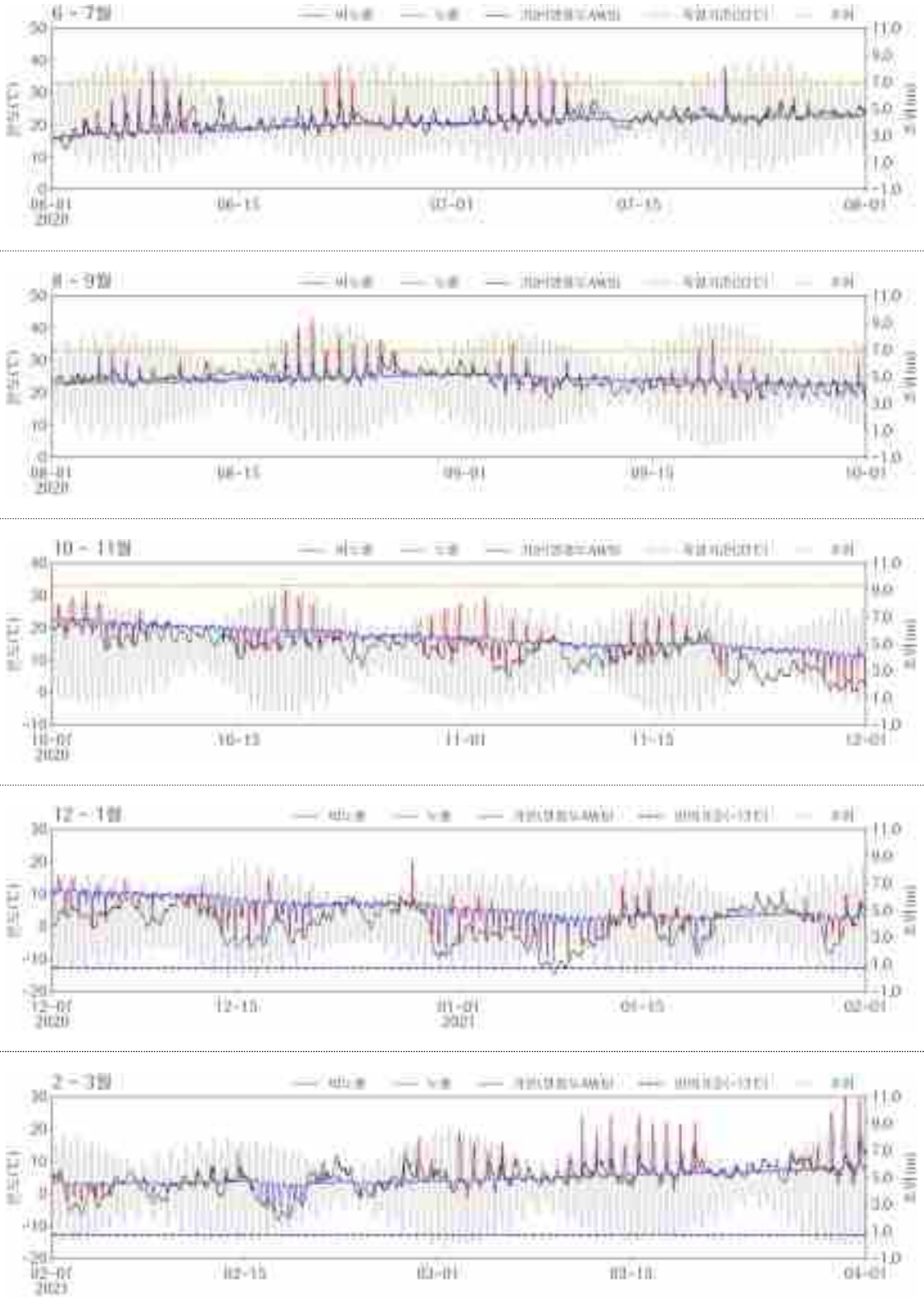
(그림 Ⅳ-3.3.1-2) 계 속



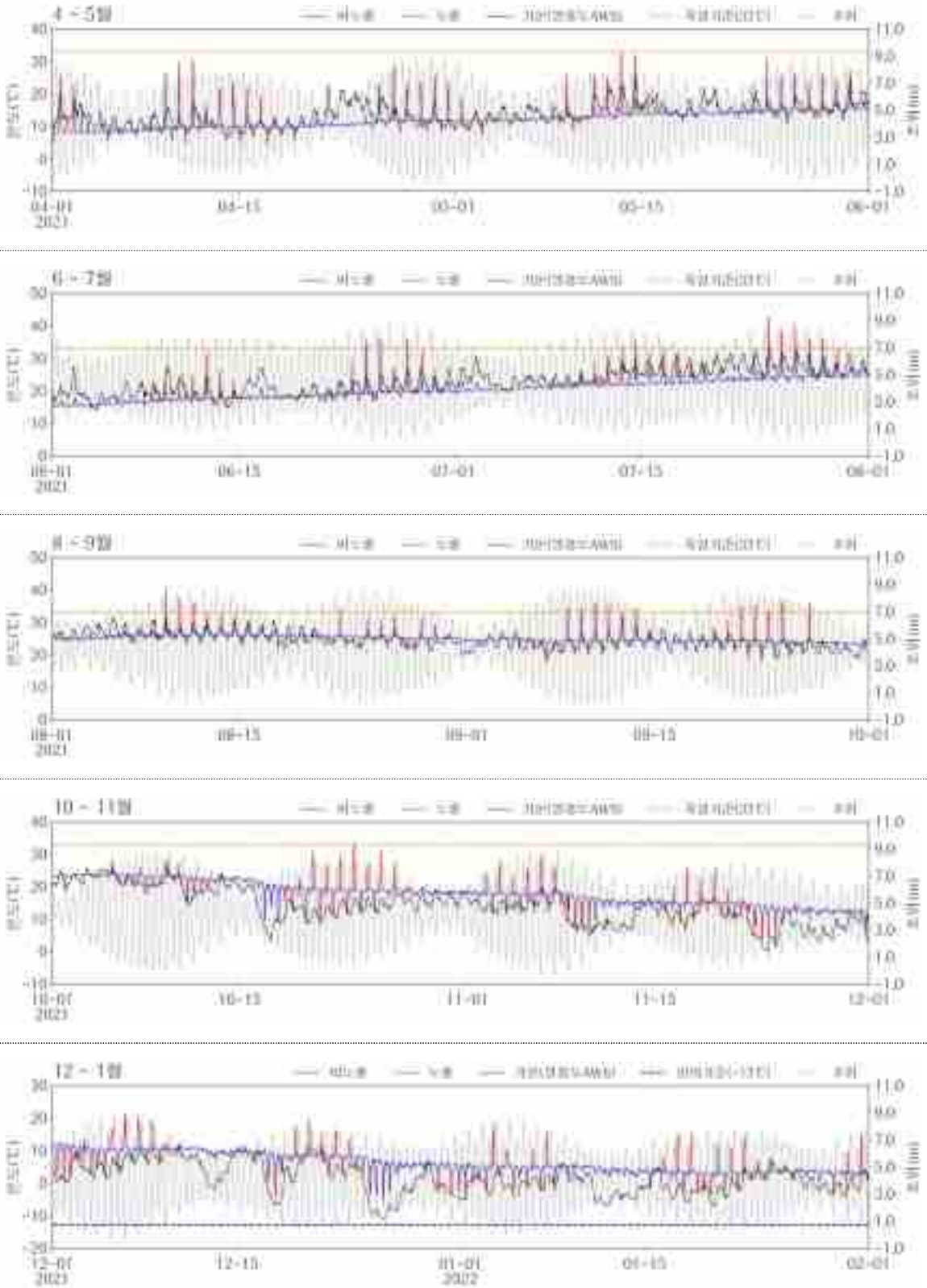
(그림 Ⅳ-3.3.1-3) Ⅱ권역(무의도) 현장/인근관측소 관측결과 비교



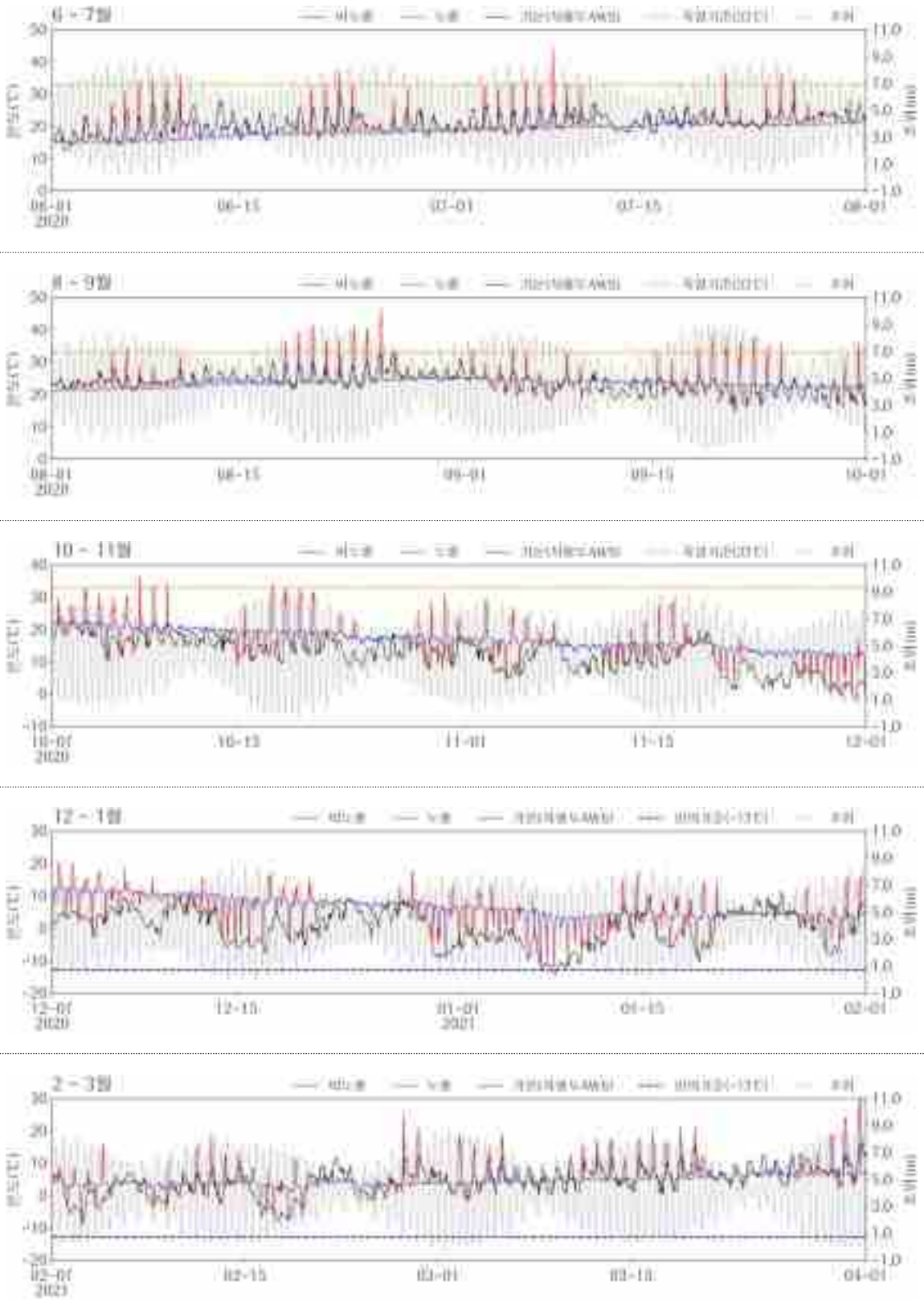
(그림 Ⅳ-3.3.1-3) 계 속



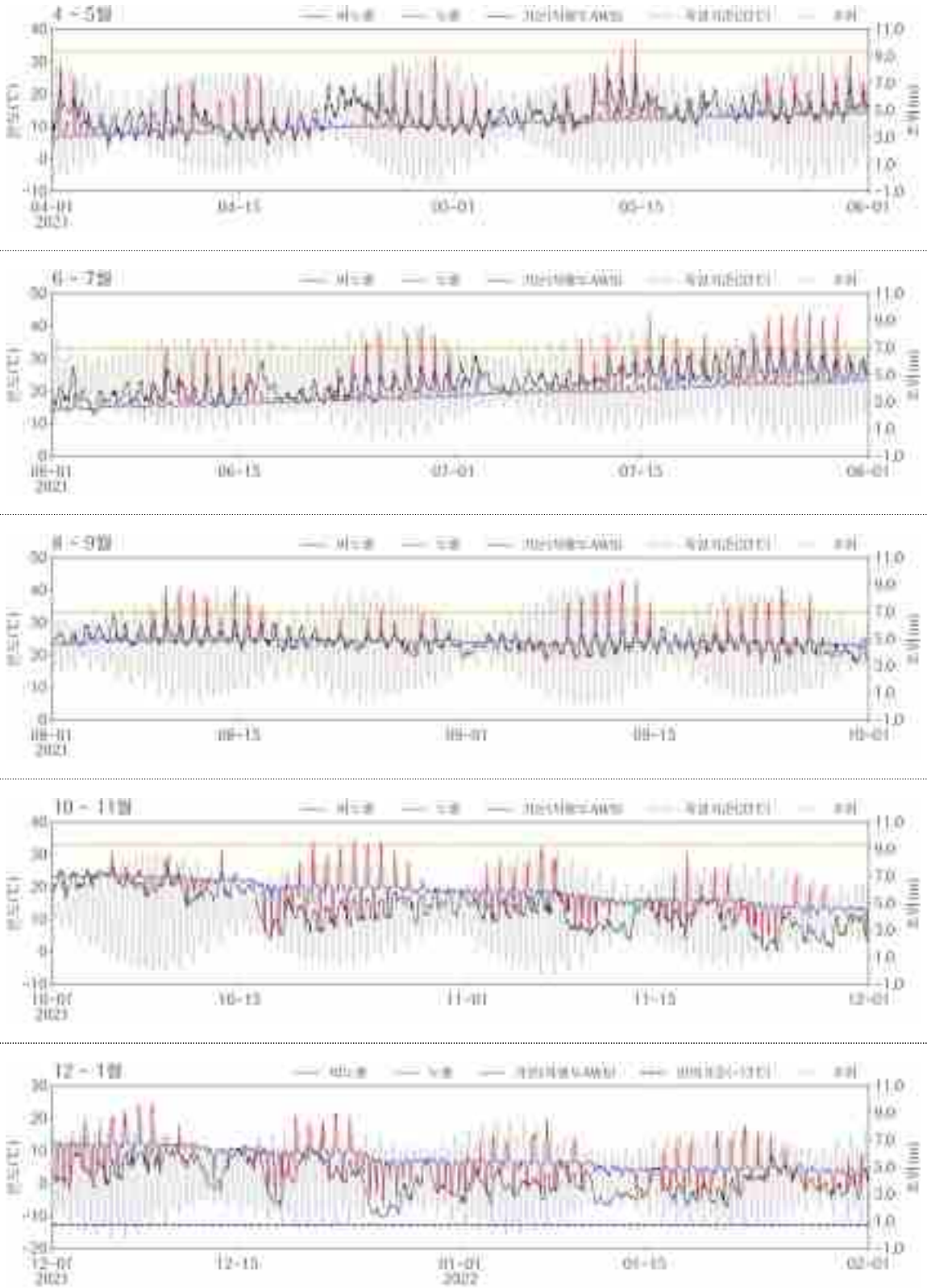
(그림 Ⅳ-3.3.1-4) Ⅲ권역(영흥도 영암) 현장/인근관측소 관측결과 비교



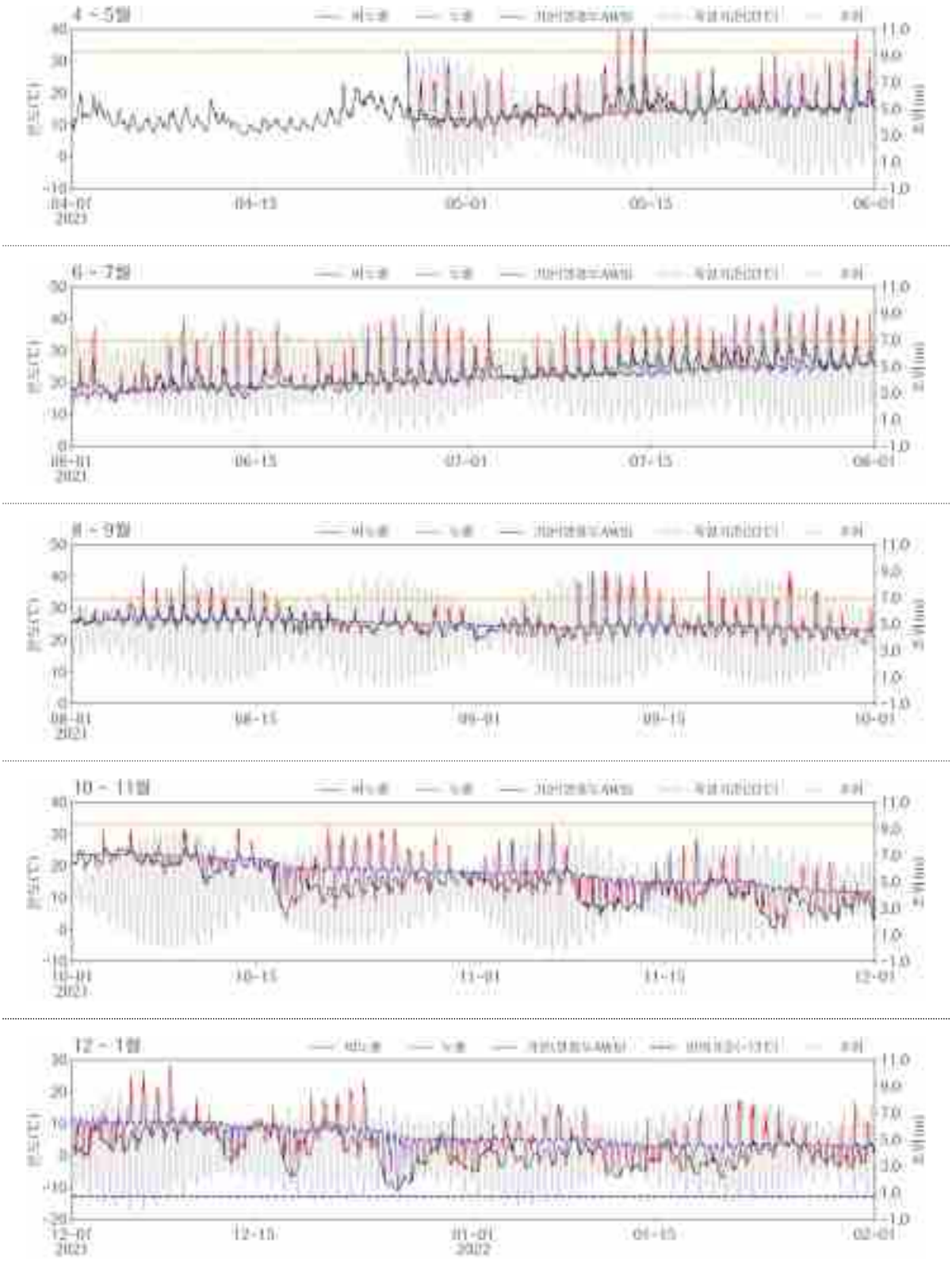
(그림 Ⅳ-3.3.1-4) 계 속



(그림 Ⅳ-3.3.1-5) Ⅳ권역(자월도) 현장/인근관측소 관측결과 비교



(그림 Ⅳ-3.3.1-5) 계 속



(그림 Ⅳ-3.3.1-6) Ⅲ권역(영흥도 내리(신규)) 현장/인근관측소 관측결과 비교

나. 권역 및 월별 노출시간 및 온도 분석

○ 권역 및 월별 노출시간과 온도 분포를 그림과 표로 제시함

○ 평균 노출시간(1조석 주기)의 권역별 비교결과

- 기준조위가 높은 Ⅰ권역(아차도)과 Ⅳ권역(자월도)의 평균 노출시간이 각각 3.6시간, 2.7시간으로 길고, 기준조위가 낮은 Ⅱ권역(무의도)와 Ⅲ권역(영흥도)의 경우 약 1.5시간과 1.9시간으로 상대적으로 짧게 나타남

- 특히, Ⅱ권역(무의도)과 Ⅲ권역(영흥도)은 표준편차가 각각 1.1시간과 1.2시간으로 평균 노출시간에 비해 크고 매월 노출시간이 0시간으로 대기 중 노출되지 않는 경우도 관측됨

- 월별 분석결과 대체로 하계(6월~9월)에 노출시간이 짧은 것으로 나타남

○ 노출시 평균 온도

- Ⅰ권역(아차도)에서 15.7℃로 가장 높게 나타났고, Ⅳ권역(자월도), Ⅲ권역(영흥도), Ⅱ권역(무의도) 순으로 각각 15.4℃, 15.1℃, 14.0℃로 나타남

- 온도차(노출시 최고온도-비노출시 평균 온도)는 Ⅰ권역(아차도)에서 8.0℃로 가장 높게 나타났고, Ⅳ권역(자월도), Ⅲ권역(영흥도), Ⅱ권역(무의도) 순으로 7.0℃ 5.4℃, 4.7℃로 나타남

○ 2021년 05월 추가관측이 시작된 Ⅲ권역의 영흥도 내리 지점은 2021년 5월~2022년 01월 통계 자료를 별도로 제시하였으며, 평균 노출시간은 2.8시간, 노출시 평균 온도는 16.7℃, 온도차는 7.3℃으로 나타남

<표 Ⅳ-3.3.1-1> 권역(지점)별·월별 분석 결과

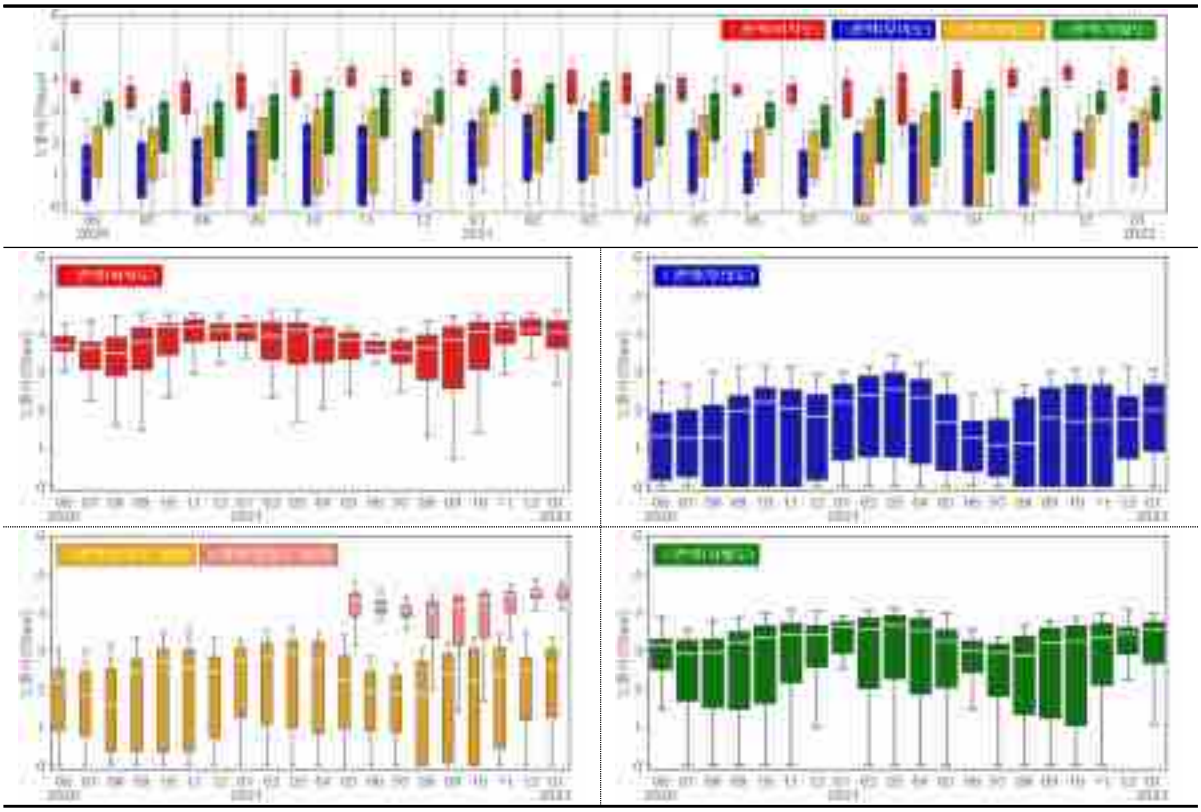
년	월	권역(지점)	노출시간 (h)	노출온도(℃)			온도차(℃)
				평균	최고	최저	절대값
2020	6	Ⅰ권역	3.53	23.01	45.75	14.65	25.47
		Ⅱ권역	1.28	-	-	-	-
		Ⅲ권역(영암)	1.76	20.50	38.12	14.12	19.28
		Ⅳ권역	2.72	19.75	37.62	13.91	20.49
	7	Ⅰ권역	3.35	24.49	45.78	18.39	22.91
		Ⅱ권역	1.21	22.80	36.44	18.34	14.57
		Ⅲ권역(영암)	1.62	22.97	37.56	17.51	15.64
		Ⅳ권역	2.51	22.62	44.20	16.99	23.91
	8	Ⅰ권역	3.25	25.99	39.66	20.63	16.04
		Ⅱ권역	1.28	26.45	39.77	21.68	15.48
		Ⅲ권역(영암)	1.60	26.58	43.31	21.68	19.12
		Ⅳ권역	2.44	26.00	46.23	20.91	22.93

<표 Ⅳ-3.3.1-1> 계 속

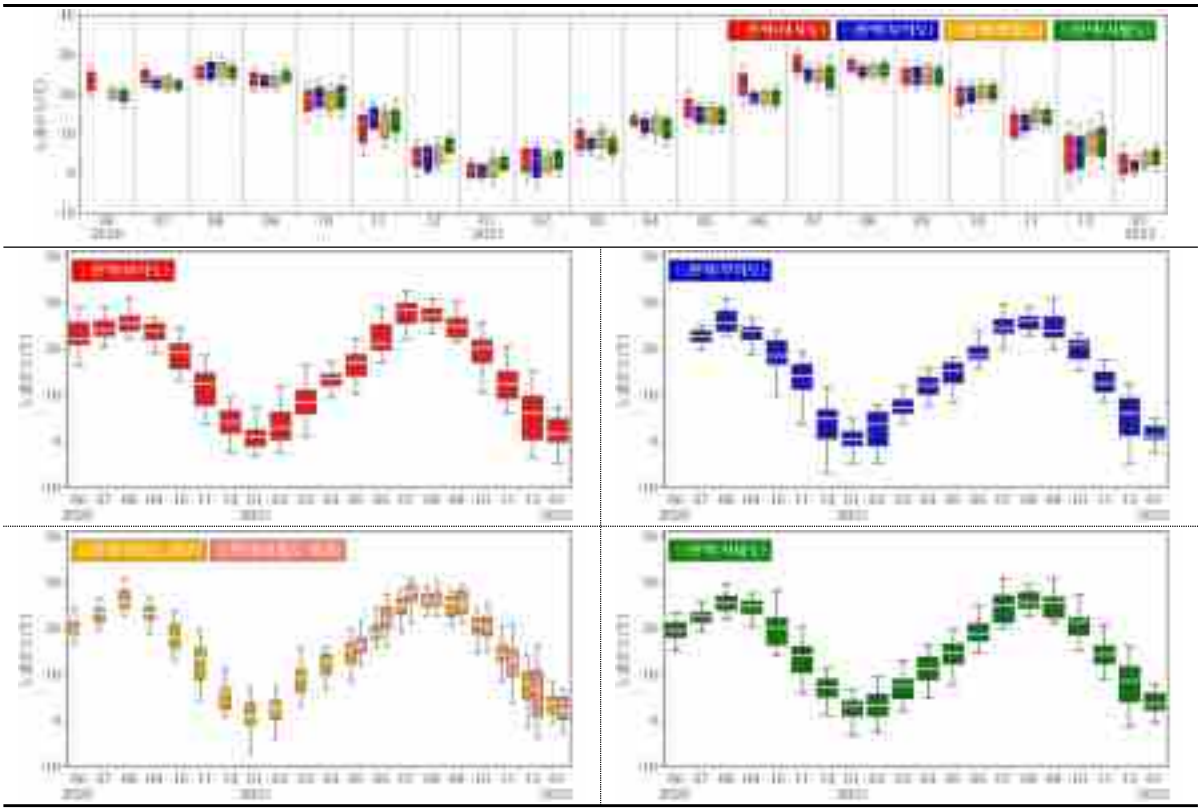
년	월	권역(지점)	노출시간 (h)	노출온도(℃)			온도차(℃)
				평균	최고	최저	절대값
2020	9	Ⅰ권역	3.38	23.94	38.09	13.86	14.94
		Ⅱ권역	1.49	23.50	35.37	15.72	11.79
		Ⅲ권역(영암)	1.80	23.68	36.74	16.68	12.89
		Ⅳ권역	2.51	24.53	38.56	15.51	15.06
	10	Ⅰ권역	3.67	18.59	35.80	6.74	17.50
		Ⅱ권역	1.63	18.93	32.15	7.70	13.33
		Ⅲ권역(영암)	1.96	18.74	31.87	8.77	12.51
		Ⅳ권역	2.65	19.72	36.12	8.14	16.80
	11	Ⅰ권역	3.93	11.59	31.18	-2.39	18.32
		Ⅱ권역	1.54	13.28	27.19	-0.56	13.58
		Ⅲ권역(영암)	1.94	13.12	29.46	1.13	15.34
		Ⅳ권역	2.79	13.28	29.34	-0.12	14.82
	12	Ⅰ권역	3.96	4.15	20.63	-10.27	16.47
		Ⅱ권역	1.50	2.15	15.70	-8.86	16.80
		Ⅲ권역(영암)	1.91	4.82	20.03	-7.25	15.29
		Ⅳ권역	2.95	6.54	20.41	-8.70	17.76
2021	1	Ⅰ권역	3.83	0.03	17.58	-16.33	17.49
		Ⅱ권역	1.74	0.86	13.38	-10.79	13.82
		Ⅲ권역(영암)	2.13	1.33	12.36	-11.47	14.51
		Ⅳ권역	3.10	2.29	17.01	-12.64	16.81
	2	Ⅰ권역	3.60	3.76	22.99	-8.80	10.83
		Ⅱ권역	1.77	3.03	14.34	-8.73	11.72
		Ⅲ권역(영암)	2.12	2.32	17.25	-6.48	9.54
		Ⅳ권역	2.95	3.72	24.73	-8.10	11.60
	3	Ⅰ권역	3.55	9.11	36.50	-1.58	30.55
		Ⅱ권역	1.95	7.96	21.06	-0.62	15.34
		Ⅲ권역(영암)	2.24	9.50	31.23	-1.47	25.38
		Ⅳ권역	3.02	8.03	31.92	-1.78	26.56
	4	Ⅰ권역	3.50	13.83	32.61	3.85	21.63
		Ⅱ권역	1.81	12.46	30.50	4.43	20.66
		Ⅲ권역(영암)	2.10	12.98	30.77	4.06	20.78
		Ⅳ권역	2.84	11.98	31.23	3.30	22.37

<표 Ⅳ-3.3.1-1> 계 속

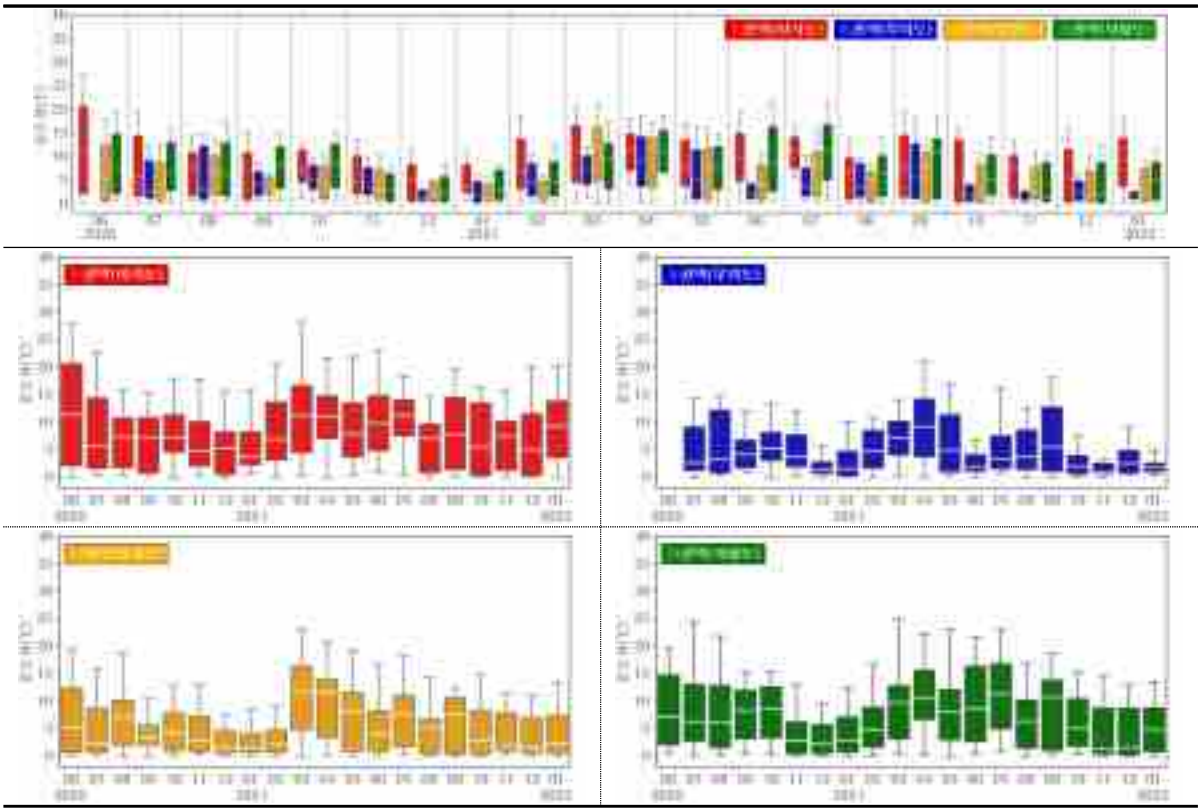
년	월	권역(지점)	노출시간 (h)	노출온도(℃)			온도차(℃)
				평균	최고	최저	절대값
2021	5	Ⅰ권역	3.55	16.9	38.25	7.84	23.40
		Ⅱ권역	1.51	15.01	31.36	7.52	17.87
		Ⅲ권역(영암)	1.89	15.48	32.95	7.37	19.31
		Ⅲ권역(내리)	4.15	16.71	40.95	6.69	26.80
		Ⅳ권역	2.75	14.97	35.5	6.13	23.09
	6	Ⅰ권역	3.54	22.16	44.5	15.13	25.08
		Ⅱ권역	1.18	19.68	38.73	14.70	20.68
		Ⅲ권역(영암)	1.64	19.79	36.61	14.84	18.74
		Ⅲ권역(내리)	4.11	22.22	42.15	13.30	23.44
		Ⅳ권역	2.71	19.74	39.86	13.67	23.52
	7	Ⅰ권역	3.40	27.95	44.94	19.77	20.25
		Ⅱ권역	1.10	25.57	47.58	20.01	24.63
		Ⅲ권역(영암)	1.56	25.25	42.44	18.53	19.88
		Ⅲ권역(내리)	3.96	27.42	44.04	18.20	20.53
		Ⅳ권역	2.53	25.48	43.92	17.75	23.08
	8	Ⅰ권역	3.22	27.28	41.91	19.58	15.27
		Ⅱ권역	1.23	25.8	37.78	21.25	12.23
		Ⅲ권역(영암)	1.56	26.07	40.2	21.08	14.63
		Ⅲ권역(내리)	3.65	26.07	42.83	19.65	16.88
		Ⅳ권역	2.36	26.10	40.89	20.94	16.63
	9	Ⅰ권역	3.28	25.43	44.01	16.46	19.90
		Ⅱ권역	1.43	24.92	42.33	17.34	18.33
		Ⅲ권역(영암)	1.73	25.24	36.36	17.68	12.15
		Ⅲ권역(내리)	3.61	25.71	41.91	17.82	17.69
		Ⅳ권역	2.41	25.54	42.59	17.06	18.91
	10	Ⅰ권역	3.43	19.35	35.32	5.05	15.45
		Ⅱ권역	1.47	20.03	27.38	8.00	6.44
		Ⅲ권역(영암)	1.77	20.28	33.52	8.12	12.69
		Ⅲ권역(내리)	3.67	19.98	32.38	6.33	11.69
		Ⅳ권역	2.40	20.32	34.94	4.89	13.85
	11	Ⅰ권역	3.98	12.6	32.25	-1.1	18.6
		Ⅱ권역	1.54	12.99	24.7	1.07	10.16
		Ⅲ권역(영암)	1.89	14.62	29.29	2.8	14.29
		Ⅲ권역(내리)	4.22	12.7	32.59	0.02	17.79
		Ⅳ권역	2.77	14.59	32.2	1.51	16.59
	12	Ⅰ권역	4.08	5.28	28.92	-12.38	22.11
		Ⅱ권역	1.57	5.88	20.32	-5.17	12.36
		Ⅲ권역(영암)	2.02	7.7	21.46	-5.33	12.93
		Ⅲ권역(내리)	4.45	5.81	28.44	-10.79	20.21
		Ⅳ권역	3.15	7.76	24.92	-6.23	15.3
2022	1	Ⅰ권역	3.85	2.42	21.65	-7.35	19.77
		Ⅱ권역	1.74	1.7	10.64	-4.38	7.07
		Ⅲ권역(영암)	2.18	3.89	18.27	-3.69	14.43
		Ⅲ권역(내리)	4.44	2.57	17.23	-6.52	13.65
		Ⅳ권역	3.13	4.17	19.58	-3.81	14.72



(그림 Ⅳ-3.3.1-7) 권역별 노출 시간 분석 결과(2020.06.01.~2022.01.31.)



(그림 Ⅳ-3.3.1-8) 권역별 일 평균 노출 온도(2020.06.01.~2022.01.31.)



(그림 Ⅳ-3.3.1-9) 권역별 노출 온도차 분석 결과(2020.06.01.~2022.01.31.)

<표 Ⅳ-3.3.1-2> 권역(지점)별 통계분석 결과(2020.06.01.~2022.01.31.)

구 분	Ⅰ권역 (아차도)	Ⅱ권역 (무의도)	Ⅲ권역 (영흥도 영암)	Ⅲ권역 (영흥도 내리)*	Ⅳ권역 (자월도)
평균 노출시간 (h)	3.6±0.8 (0.0~4.6)	1.5±1.1 (0.0~3.4)	1.9±1.2 (0.0~3.6)	2.8±1.5 (0.0~4.9)	2.7±1.2 (0.0~4.1)
평균 온도 차 (℃)	7.9±6.3 (0.0~28.1)	4.7±4.7 (0.1~23.7)	5.4±5.3 (0.0~23.2)	7.3±6.0 (0~26.6)	7.0±6.0 (0.0~24.9)
하계(6~8월) 평균 온도차 (℃)	9.0±6.7 (0.0~27.7)	5.0±5.2 (0.0~23.7)	6.0±5.5 (0.0~19.4)	11.0±6.1 (0.0~21.9)	8.6±6.7 (0.0~24.3)

*영흥도 내리는 2021년 05월 신설된 지점으로, 2021년 05월~2022년 01월 데이터 사용

다. 이상기온 출현빈도

○ 이상기온은 이상고온(폭염)과 이상저온(한파)로 구분하였으며, 출현빈도 분석은 관측온도가 높은 5~10월 자료를 사용함

○ 월 평균 이상고온(폭염) 발생일수는 Ⅰ권역(아차도)와 Ⅳ권역(자월도)에서 각각 10.7일, 8.3일로 상대적으로 길었으며, Ⅱ권역(무의도)와 Ⅲ권역(영흥도)에서 각각 3.3일과 4.7일로 분석됨

○ 이상고온(폭염) 최다 연속 출현일 수는 Ⅰ권역(아차도)에서 2021년 7월에 12일간, Ⅱ권역(무의도)는 2020년 8월에 7일간, Ⅲ권역(영흥도)는 2020년 8월에 8일간, Ⅳ권역(자월도)는 2020년 8월에 9일간 발생하였으며, 이상저온(한파)은 2021년 1월에 Ⅰ권역(아차도)에서만 2일간 연속 관측됨

○ 이상고온(폭염) 발생 시 평균 지속시간은 Ⅰ권역(아차도)에서 1.6시간으로 가장 높게 나타났고, Ⅱ권역(무의도), Ⅲ권역(영흥도), Ⅳ권역(자월도)에서는 각각 1.0~1.2시간으로 유사하게 나타남

○ 이상고온(폭염) 발생 시 평균 온도는 모든 권역에서 34.7~35.4℃의 분포를 보이며, 최고 47.6℃(무의도, 2021년 7월)의 고온이 관측됨

○ 2021년 5월 신규로 추가된 Ⅲ권역 내 영흥도 내리지점의 월 평균 이상기온 출현일은 11.2일로 상대적으로 길고 특히, 2021년 7월 모든 정점 중 가장 긴 24일 동안 연속출현이 관측됨

- 이상고온 발생 시 평균온도 또한 35.9℃로 상대적으로 높았으며, 최대 온도는 44℃로 나타남

<표 Ⅳ-3.3.1-3> 이상기온 출현 현황

년	월	권역(지점)	출현 빈도(일)		지속시간(h)		온도	
			총 출현 (일)	연속출현 (최장)	평균	최대	평균	최고
2020	6	Ⅰ권역	14	5	1.97	3.33	37.09	45.75
		Ⅱ권역	-	-	-	-	-	-
		Ⅲ권역(영암)	5	3	0.83	1.25	34.42	38.12
		Ⅳ권역	6	4	0.60	0.92	34.23	37.62
	7	Ⅰ권역	11	8	1.92	2.92	36.82	45.78
		Ⅱ권역	3	1	0.47	0.67	34.28	36.44
		Ⅲ권역(영암)	7	5	0.90	1.58	35.19	37.56
		Ⅳ권역	7	2	0.87	1.75	34.67	44.20
	8	Ⅰ권역	11	5	1.73	3.58	35.11	39.66
		Ⅱ권역	7	7	1.74	2.58	35.68	39.77
		Ⅲ권역(영암)	9	8	1.50	2.67	35.17	43.31
		Ⅳ권역	11	9	1.70	3.25	36.08	46.23

<표 Ⅳ-3.3.1-3> 계 속

년	월	권역(지점)	출현 빈도(일)		지속시간(h)		온도	
			총 출현 (일)	연속출현 (최장)	평균	최대	평균	최고
2020	9	Ⅰ권역	10	5	1.79	3.42	34.14	38.09
		Ⅱ권역	2	1	1.12	2.17	33.58	35.37
		Ⅲ권역(영암)	3	2	2.00	2.25	34.19	36.74
		Ⅳ권역	11	7	1.29	3.50	34.40	38.56
	10	Ⅰ권역	3	2	1.14	1.42	34.05	35.80
		Ⅱ권역	-	-	-	-	-	-
		Ⅲ권역(영암)	-	-	-	-	-	-
		Ⅳ권역	5	3	0.40	1.00	33.71	36.12
2021	5	Ⅰ권역	4	2	0.81	1.75	34.19	38.25
		Ⅱ권역	-	-	-	-	-	-
		Ⅲ권역(영암)	-	-	-	-	-	-
		Ⅲ권역(내리)	4	3	2.46	3.33	36.31	40.95
		Ⅳ권역	2	2	0.29	0.33	34.16	35.50
	6	Ⅰ권역	12	8	1.63	2.92	35.72	44.50
		Ⅱ권역	2	0	0.29	0.33	35.34	38.73
		Ⅲ권역(영암)	3	2	1.08	1.17	34.76	36.61
		Ⅲ권역(내리)	15	8	1.77	3.33	35.92	42.15
		Ⅳ권역	8	4	1.16	2.17	34.86	39.86
	7	Ⅰ권역	21	12	2.01	3.33	36.62	44.94
		Ⅱ권역	6	5	0.97	1.67	36.63	47.58
		Ⅲ권역(영암)	7	5	1.26	1.83	35.98	42.44
		Ⅲ권역(내리)	26	15	2.48	3.67	36.22	44.04
		Ⅳ권역	15	8	1.62	2.58	36.86	43.92
	8	Ⅰ권역	14	11	2.08	3.42	35.81	41.91
		Ⅱ권역	6	3	0.71	1.33	34.19	37.78
		Ⅲ권역(영암)	6	5	0.82	1.67	34.76	40.20
		Ⅲ권역(내리)	9	7	1.99	2.92	35.02	42.83
		Ⅳ권역	9	5	1.71	2.50	35.85	40.89
	9	Ⅰ권역	14	8	2.30	4.08	36.32	44.01
		Ⅱ권역	7	5	1.54	2.58	36.52	42.33
		Ⅲ권역(영암)	11	6	1.50	2.25	34.11	36.36
		Ⅲ권역(내리)	13	8	2.76	4.33	36.01	41.91
		Ⅳ권역	13	7	2.06	3.67	36.14	42.59
	10	Ⅰ권역	4	0	0.42	1.00	33.55	35.32
		Ⅱ권역	0	-	-	-	-	-
		Ⅲ권역(영암)	1	0	0.50	0.50	33.37	33.52
		Ⅲ권역(내리)	0	-	-	-	-	-
		Ⅳ권역	4	3	0.48	0.75	33.47	34.94

라. 연간 관측 자료 비교 (전년 대비)

○ 연간 변화를 파악하기 위해 관측데이터가 모두 존재하는 2020년 6~12월, 2021년 1월, 6월~12월, 2022년 1월 자료를 사용함

○ 1월, 11월, 12월 자료의 경우 2021년 1월 Ⅰ권역(아차도)을 제외하면 이상기온이 나타나지 않아, 이상기온 관련 분석에서는 6월~10월 자료만 사용함

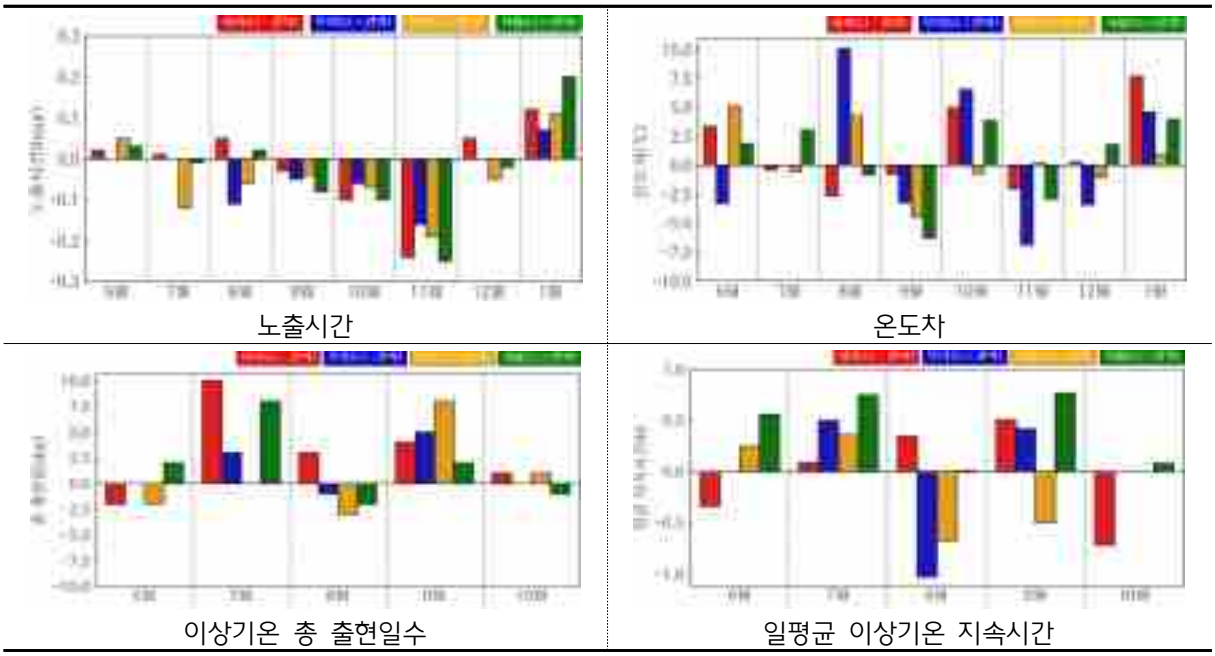
- 무의도의 경우 2020년 6월 관측장비 유실에 따른 데이터 손실로 6월은 분석에서 제외하였고, 양(+)의 값은 2020년 대비 2021년 증가, 음(-)의 값은 감소를 의미하며, 1조석 주기를 노출 분석기준으로 정의함

○ 모든 지점의 평균 노출시간은 2020년과 2021년 각각 2.44시간과 2.37시간으로 약 3% 감소하였으며 지점 및 월별 편차는 최대 0.25시간(15분)로 분석됨

○ 모든 지점에 대한 온도차(노출최대-비노출평균)의 평균은 2020년과 2021년 각각 15.7, 16.6℃로 약 0.9℃ 증가하였고, 월별로는 1월, 6월, 7월, 9월, 12월 각각 평균 1.8, 0.3, 2.7, 3.7, 4.3℃ 증가, 8월 10월, 11월 각각 3.7, 2.9, 0.6℃ 감소하였으며, 편차의 범위는 -6.9~+10.0℃로 권역 및 월별로 편차가 상이하게 나타남

○ 이상기온의 총 출현일수는 2020년과 2021년 각각 평균 6.6, 8.4일로 약 1.8일 증가하였고 특히, 전 지점에서 7월(5.3일), 9월(4.8일) 크게 증가함

○ 이상기온 평균 지속시간(1조석 주기)은 모든 지점에서 2020년과 2021년 각각 1.29, 1.37시간으로 약 6.2% 증가하였으며, 노출일수가 증가한 7월과 8월 지속시간도 함께 증가하였고 특히, 자월도의 지속시간이 상대적으로 증가함



(그림 Ⅳ-3.3.1-10) 연간변화(전년 대비)

<표 Ⅳ-3.3.1-4> 관측자료 비교

월	권역	평균노출시간 (h)		평균노출온도 (℃)		이상기온					
						총출현(일)		지속시간(h)		지속온도(℃)	
		20년	21년	20년	21년	20년	21년	20년	21년	20년	21년
6	Ⅰ권역	3.53	3.54	23.01	22.16	14	12	2.0	1.6	37.1	35.7
	Ⅱ권역	1.28	1.18	-	19.68	-	2	-	0.3	-	35.3
	Ⅲ권역	1.76	1.64	20.50	19.79	5	3	0.8	1.1	34.4	34.8
	Ⅳ권역	2.72	2.71	19.75	19.74	6	8	0.6	1.2	34.2	34.9
7	Ⅰ권역	3.35	3.4	24.49	27.95	11	21	1.9	2.0	36.8	36.6
	Ⅱ권역	1.21	1.1	22.80	25.57	3	6	0.5	1.0	34.3	36.6
	Ⅲ권역	1.62	1.56	22.97	25.25	7	7	0.9	1.3	35.2	36.0
	Ⅳ권역	2.51	2.53	22.62	25.48	7	15	0.9	1.6	34.7	36.9
8	Ⅰ권역	3.25	3.22	25.99	27.28	11	14	1.7	2.1	35.1	35.8
	Ⅱ권역	1.28	1.23	26.45	25.8	7	6	1.7	0.7	35.7	34.2
	Ⅲ권역	1.60	1.56	26.58	26.07	9	6	1.5	0.8	35.2	34.8
	Ⅳ권역	2.44	2.36	26.00	26.1	11	9	1.7	1.7	36.1	35.9
9	Ⅰ권역	3.38	3.28	23.94	25.43	10	14	1.8	2.3	34.1	36.3
	Ⅱ권역	1.49	1.43	23.50	24.92	2	7	1.1	1.5	33.6	36.5
	Ⅲ권역	1.80	1.73	23.68	25.24	3	11	2.0	1.5	34.2	34.1
	Ⅳ권역	2.51	2.41	24.53	25.54	11	13	1.3	2.1	34.4	36.1
10	Ⅰ권역	3.67	3.43	18.59	19.35	3	4	1.1	0.4	34.1	33.6
	Ⅱ권역	1.63	1.47	18.93	20.03	-	-	-	-	-	-
	Ⅲ권역	1.96	1.77	18.74	20.28	-	1	-	0.5	-	33.4
	Ⅳ권역	2.65	2.40	19.72	20.32	5	4	0.4	0.5	33.7	33.5
11	Ⅰ권역	3.93	3.98	18.32	18.6	-	-	-	-	-	-
	Ⅱ권역	1.54	1.54	13.58	10.16	-	-	-	-	-	-
	Ⅲ권역	1.94	1.89	15.34	14.29	-	-	-	-	-	-
	Ⅳ권역	2.79	2.77	14.82	16.59	-	-	-	-	-	-
12	Ⅰ권역	3.96	4.08	14.43	22.11	-	-	-	-	-	-
	Ⅱ권역	1.50	1.57	7.76	12.36	-	-	-	-	-	-
	Ⅲ권역	1.91	2.02	11.99	12.93	-	-	-	-	-	-
	Ⅳ권역	2.95	3.15	11.35	15.3	-	-	-	-	-	-
1*	Ⅰ권역	3.83	3.85	16.42	19.77	2	-	2.58	-	2.25	-
	Ⅱ권역	1.74	1.74	10.35	7.07	-	-	-	-	-	-
	Ⅲ권역	2.13	2.18	9.32	14.43	-	-	-	-	-	-
	Ⅳ권역	3.10	3.13	12.84	14.72	-	-	-	-	-	-

*1월은 2021, 2022년 자료를 비교

3.3.2 수질 환경

가. 영양염

○ 참굴 현장실험 용존무기질소(DIN)는 0.015~0.598㎎/L(평균 0.223±0.173㎎/L)로, Ⅰ권역은 0.017~0.534㎎/L(평균 0.248±0.186㎎/L), Ⅱ권역은 0.018~0.598㎎/L(평균 0.288±0.210㎎/L), Ⅲ권역은 0.033~0.352㎎/L(평균 0.178±0.116㎎/L), Ⅳ권역은 0.015~0.598㎎/L(평균 0.198±0.221㎎/L)로 권역 간 유사함

○ 참굴 현장실험 용존무기인(DIP)은 0.001~0.055㎎/L(평균 0.019±0.015㎎/L)로, Ⅰ권역은 0.002~0.034㎎/L(평균 0.015±0.012㎎/L), Ⅱ권역은 0.003~0.055㎎/L(평균 0.025±0.019㎎/L), Ⅲ권역은 0.004~0.049㎎/L(평균 0.021±0.017㎎/L), Ⅳ권역은 0.001~0.034㎎/L(평균 0.017±0.014㎎/L)로 권역 간 유사함

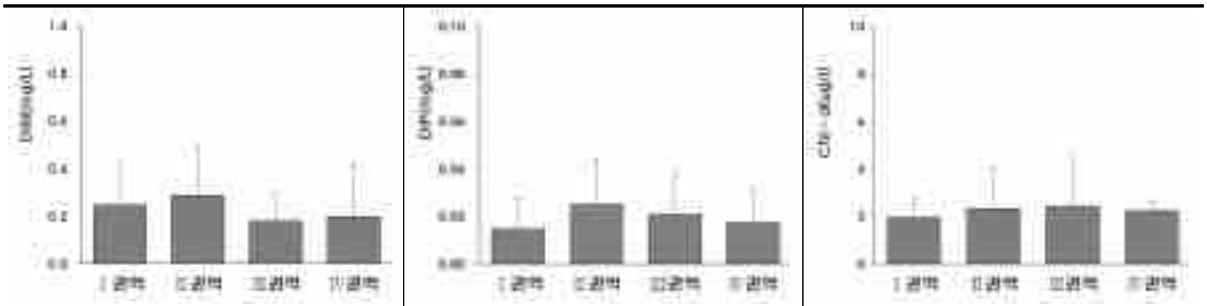
나. 엽록소-*a*(Chl-*a*)

○ 엽록소-a 농도가 높다고 참굴 먹이생물이 많다는 것을 의미하는 것은 아니며, 참굴 먹이원으로 활용할 수 있는 식물플랑크톤이 많다라는 의미로 해석하는 것이 적절함

○ 참굴 현장실험 엽록소-*a*는 0.67~7.86㎍/L(평균 2.22±1.42㎍/L)로, Ⅰ권역은 0.98~3.65㎍/L(평균 1.95±0.76㎍/L), Ⅱ권역은 0.77~5.10㎎/L(평균 2.33±1.76㎍/L), Ⅲ권역은 0.67~7.86㎍/L(평균 2.43±2.06㎍/L), Ⅳ권역은 1.80~2.92㎎/L(평균 2.23±0.40㎍/L)로 권역 간 유사함

다. 총대장균군

○ Ⅱ권역 무의도 참굴 현장실험 총대장균 분석결과, 2021년 5월과 8월 모두 미검출됨



용존무기질소(DIN) | 용존무기인(DIP) | 엽록소-*a*

(그림 Ⅳ-3.3.2-1) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 해역 수질 환경

라. 요약

○ 참굴 현장실험 수질환경 중 영양염(용존무기질소, 용존무기인)과 참굴 먹이원을 간접적으로

유추할 수 있는 엽록소-*a*는 권역 간 유사함

○ Ⅱ권역에서만 측정한 총대장균군 분석 결과, 2021년 5월과 8월 모두 불검출됨

3.3.3 참굴 가입 형태

가. 부착생물 현황

1) 종조성 및 서식밀도

가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 부착생물 평균 서식밀도는 17,394±21,398 개체/㎡으로 2020년 6월 21,342±35,090 개체/㎡, 8월 39,718±19,635 개체/㎡, 10월 14,334±9,855 개체/㎡, 12월 7,938±4,043 개체/㎡, 2021년 2월 3,639±3,828 개체/㎡로 시기 간 큰 편차를 보이며, 6월과 8월에 높은 서식밀도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 미출현, Ⅱ권역은 25,861 개체/㎡, Ⅲ권역은 80,832 개체/㎡, Ⅳ권역은 16 개체/㎡으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 38,384±18,057 개체/㎡(25,616 ~ 51,152 개체/㎡), Ⅱ권역은 12,300 개체/㎡, Ⅲ권역은 52,720 개체/㎡, Ⅳ권역은 56,800 개체/㎡으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2020년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 13,822±5,626 개체/㎡(9,844 ~ 17,800 개체/㎡), Ⅱ권역은 4,616 개체/㎡, Ⅲ권역은 29,808 개체/㎡, Ⅳ권역은 9,600 개체/㎡으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 10,282±2,594 개체/㎡(8,448 ~ 12,116 개체/㎡), Ⅱ권역은 1,228 개체/㎡, Ⅲ권역은 8,400 개체/㎡, Ⅳ권역은 9,500 개체/㎡으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 3,190±1,004 개체/㎡(2,480 ~ 3,900 개체/㎡), Ⅱ권역은 368 개체/㎡, Ⅲ권역은 1,376 개체/㎡, Ⅳ권역은 10,072 개체/㎡으로 Ⅳ권역이 가장 높음

나) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 부착생물 평균 서식밀도는 10,857±17,265 개체/㎡으로 2021년 4월 2,410±2,711 개체/㎡, 6월 982±1,687 개체/㎡, 8월 38,007±26,081 개체/㎡, 10월 7,738±4,973 개체/㎡, 12월 7,000±5,214 개체/㎡, 2022년 2월 4,784±3,863 개체/㎡로 시기 간 큰 편차를 보이며, 8월에 가장 높은 서식밀도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1,528±916 개체/㎡(880 ~ 2,176 개체/㎡), Ⅱ권역은 464

개체/㎡, Ⅲ권역은 1,408 개체/㎡, Ⅳ권역은 7,124 개체/㎡으로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2021년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 747±690 개체/㎡(0~1,360 개체/㎡), Ⅱ권역은 304±430 개체/㎡(0~608 개체/㎡), Ⅲ권역은 496±859 개체/㎡(0~1,488 개체/㎡), Ⅳ권역은 2,740±3,875 개체/㎡(0~5,480 개체/㎡)으로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2021년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 48,292±19,969 개체/㎡(33,300~70,960 개체/㎡), Ⅱ권역은 44,366±36,252 개체/㎡(18,732~70,000 개체/㎡), Ⅲ권역은 40,992±32,269 개체/㎡(4,048~63,664 개체/㎡), Ⅳ권역은 11,744±11,110 개체/㎡(3,888~19,600 개체/㎡)으로 Ⅳ권역 가장 낮음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 13,159±4,332 개체/㎡(10,348~18,148 개체/㎡), Ⅱ권역은 8,258±365 개체/㎡(8,000~8,516 개체/㎡), Ⅲ권역은 5,667±3,259 개체/㎡(3,392~9,400 개체/㎡), Ⅳ권역은 2,192±747 개체/㎡(1,664~2,720 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 10,744±5,107 개체/㎡(5,800~16,000 개체/㎡), Ⅱ권역은 6,984±238 개체/㎡(6,816~7,152 개체/㎡), Ⅲ권역은 6,913±6,705 개체/㎡(2,264~14,600 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,528±758 개체/㎡(992~2,064 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2022년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 6,500±4,095 개체/㎡(2,800~10,900 개체/㎡), Ⅱ권역은 4,472±741 개체/㎡(3,948~4,996 개체/㎡), Ⅲ권역은 5,515±5,762 개체/㎡(1,400~12,100 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,424±769 개체/㎡(880~1,968 개체/㎡)으로 Ⅳ권역 가장 낮음

다) 요약

○ 참굴 현장실험 실험구에 부착한 생물은 연체동물에 속하는 참굴, 고둥류 및 삿갓조개류, 절지동물에 속하는 따개비류, 자포동물에 속하는 말미잘류, 녹조류에 속하는 파래류가 관찰됨

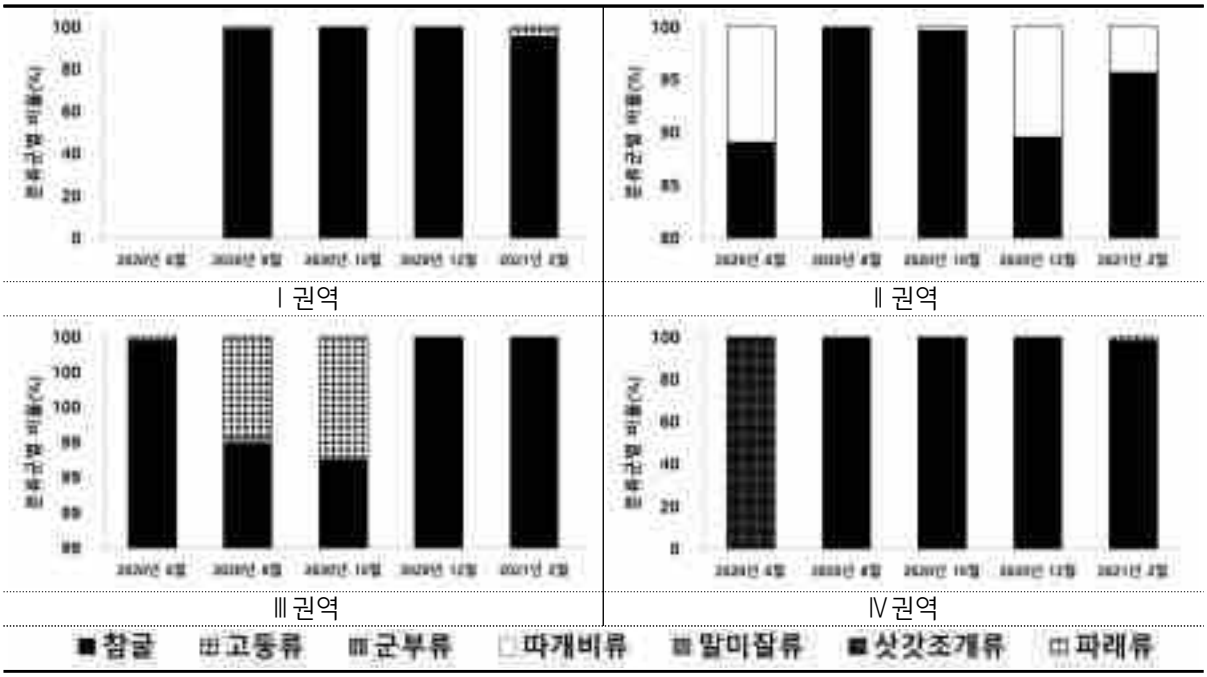
○ 파래류는 개체파악이 불가능하여, 종별 서식밀도 분석에서 제외함

○ 참굴 현장실험 부착생물은 생물이 가입된 시기를 기점으로 서식밀도가 점차 감소하는 경향성을 보이며, 모든 권역에서 참굴이 우점함

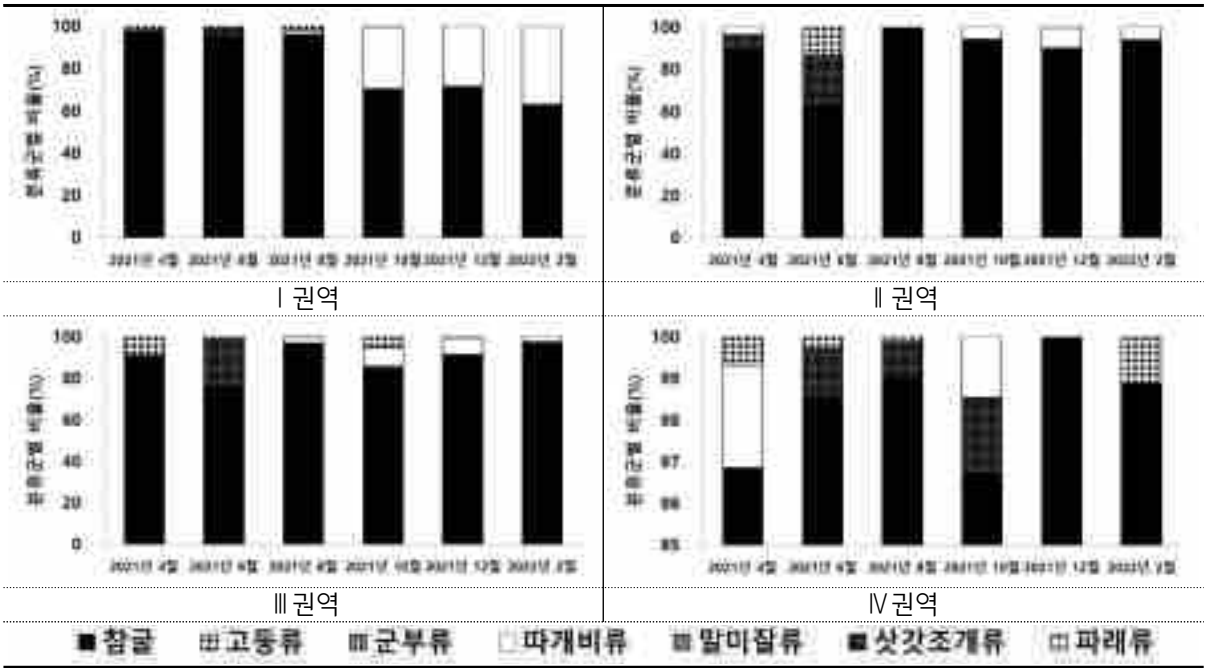
○ 가입 초기(2020년)에 Ⅰ권역 아차도와 Ⅲ권역 영흥도에서 참굴이 90% 이상의 비율을 보인 반면, 무의도와 자월도는 따개비류, 고둥류로 인하여, 참굴 비율이 상대적으로 낮음

○ 부착생물 가입 초기 분류군으로 Ⅰ권역(아차도)은 참굴, 삿갓조개류와 따개비류, Ⅱ권역(무의도)은 참굴, 삿갓조개류, 따개비류와 파래류, Ⅲ권역(영흥도)은 참굴, 삿갓조개류와 고둥류, Ⅳ권역(자월도)은 삿갓조개류와 고둥류가 출현함

○ 부착생물 서식밀도는 참굴 서식밀도에 따라 조사 시기 및 권역별 변동 폭을 보임



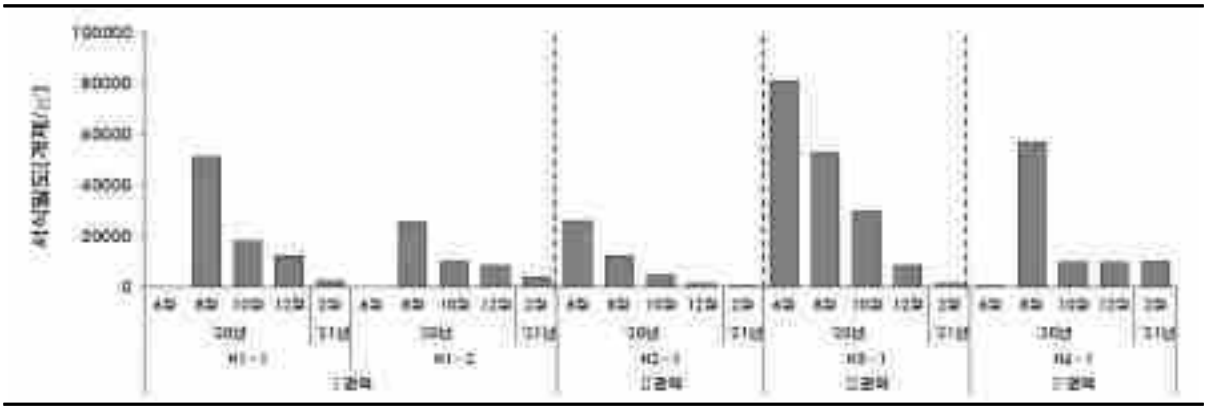
(그림 Ⅳ-3.3.3-1) 1차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 서식밀도 점유율



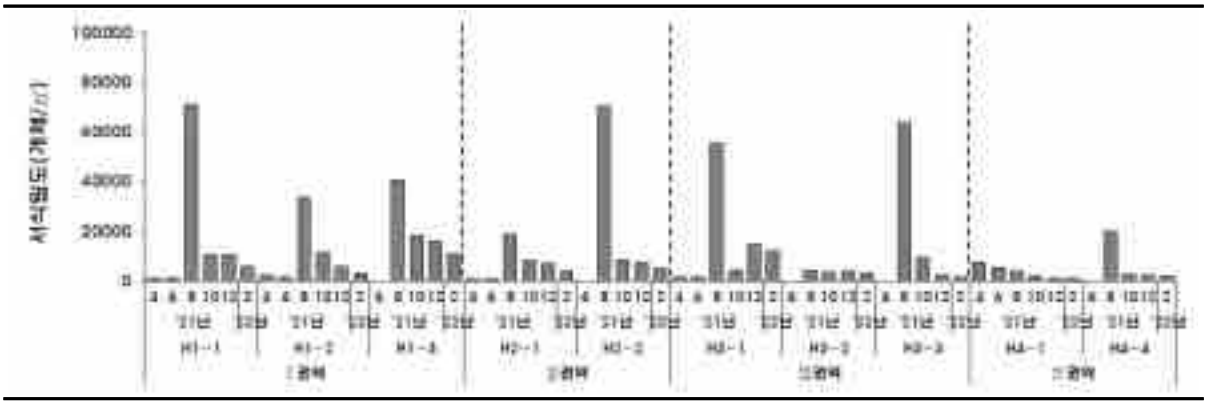
(그림 Ⅳ-3.3.3-2) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 서식밀도 점유율

<표 Ⅳ-3.3.3-1> 권역별 참굴 현장실험 부착생물 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0	25,861	80,832	16	21,342±35,090
	2020년 8월	38,384±18,057	12,300	52,720	56,800	39,718±19,635
	2020년 10월	13,822±5,626	4,616	29,808	9,600	14,334±9,855
	2020년 12월	10,282±2,594	1,228	8,400	9,500	7,938±4,043
	2021년 2월	3,190±1,004	368	1,376	10,072	3,639±3,828
	평균±표준편차	13,136±15,637	8,875±10,598	34,627±32,707	17,198±22,535	17,394±21,398
2차 년도	2021년 4월	1,528±916	464	1,408	7,124	2,410±2,711
	2021년 6월	747±690	304±430	496±859	2,740±3,875	982±1,687
	2021년 8월	48,292±19,969	44,366±36,252	40,992±32,269	11,744±11,110	38,007±26,081
	2021년 10월	13,159±4,332	8,258±365	5,667±3,259	2,192±747	7,738±4,973
	2021년 12월	10,744±5,107	6,984±238	6,913±6,705	1,528±758	7,000±5,214
	2022년 2월	6,500±4,095	4,472±741	5,515±5,762	1,424±769	4,784±3,863
	평균±표준편차	14,199±18,524	11,748±20,020	11,260±19,335	4,216±5,519	10,857±17,265
평균±표준편차		13,805±17,207	10,850±17,293	16,823±24,461	8,273±13,941	12,900±18,766



(그림 Ⅳ-3.3.3-3) 1차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도



(그림 Ⅳ-3.3.3-4) 2차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 서식밀도

2) 피도

가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 부착생물 평균 피도율은 44.7±41.1 %로 2020년 6월 15.6±30.3 %, 8월 41.4±52.3 %, 10월 79.3±19.8 %, 12월 57.7±46.3 %, 2021년 2월 29.6±29.2 %로 10월에 가장 높은 피도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

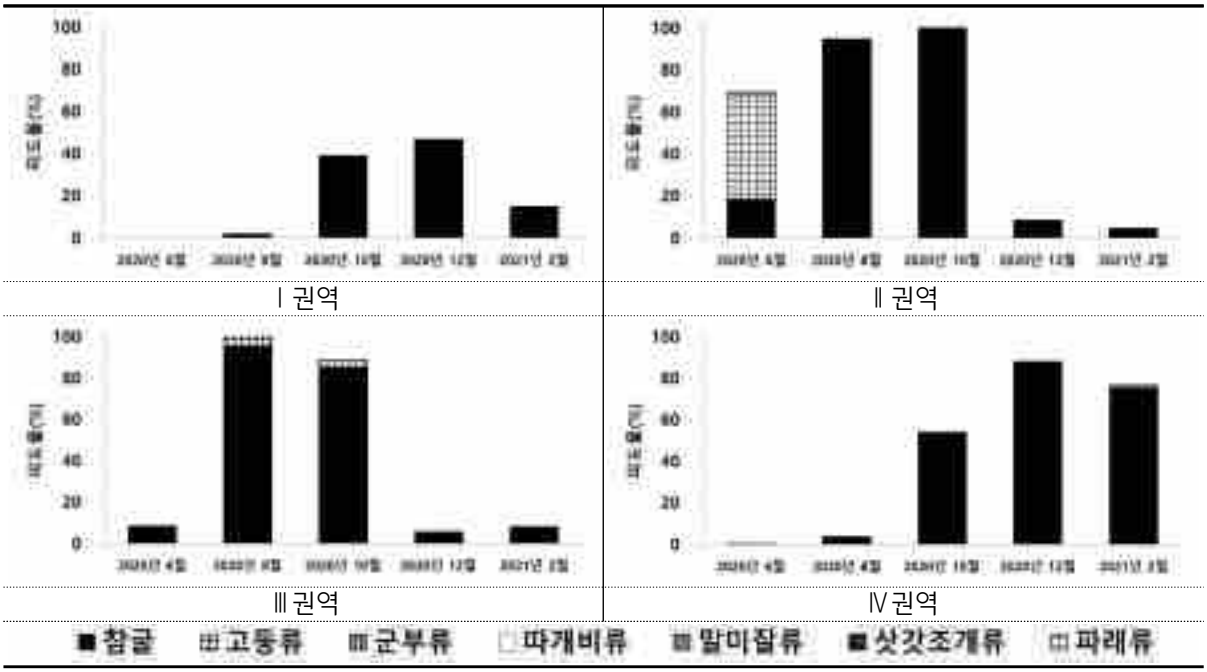
○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 미출현, Ⅱ권역은 69.5 %, Ⅲ권역은 8.2 %, Ⅳ권역은 0.2 %로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2020년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 3.1±0.8 %(2.5~3.7 %), Ⅱ권역은 94.8 %, Ⅲ권역은 100.0 %, Ⅳ권역은 3.7 %로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2020년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 77.1±20.2 %(62.9~91.4 %), Ⅱ권역은 100.0 %, Ⅲ권역은 88.4 %, Ⅳ권역은 53.9 %로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 93.0±4.8 %(89.6~96.4 %), Ⅱ권역은 8.4 %, Ⅲ권역은 5.8 %, Ⅳ권역은 88.1 %로 Ⅰ권역과 Ⅳ권역이 높음

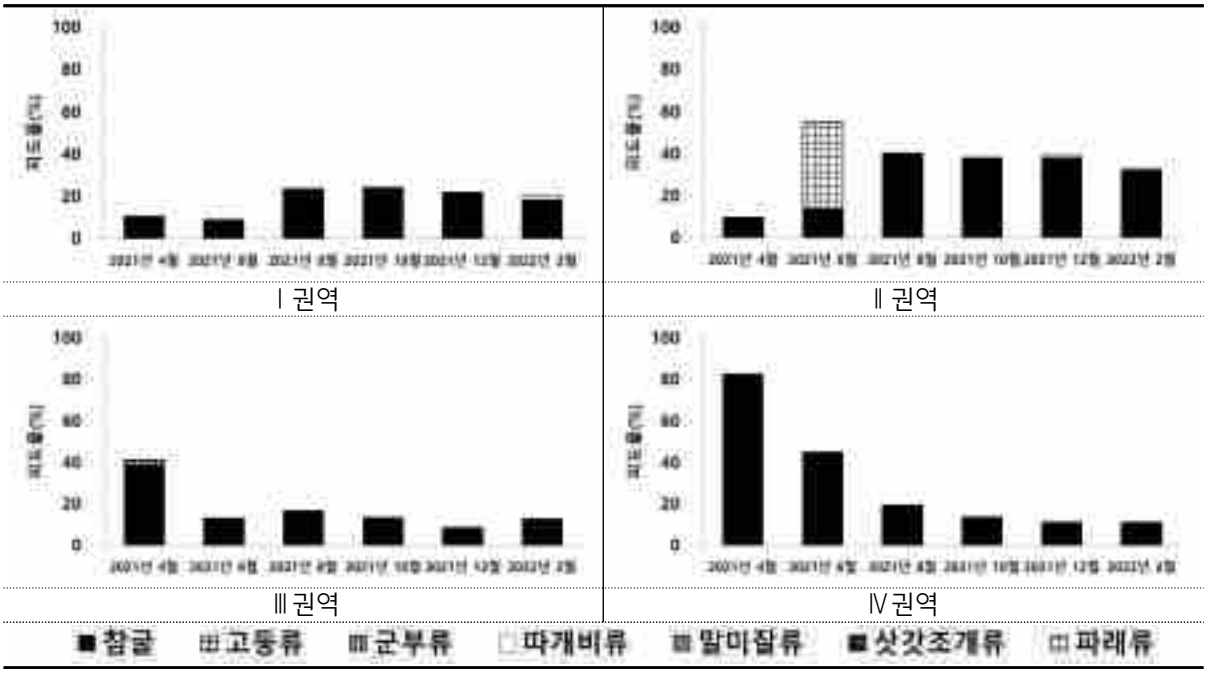
○ 2021년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 29.3±10.6 %(21.8~36.8 %), Ⅱ권역은 4.6 %, Ⅲ권역은 8.2 %, Ⅳ권역은 76.7 %로 Ⅳ권역이 가장 높음



(그림 Ⅳ-3.3.3-5) 1차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 피도율

나) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 부착생물 평균 피도율은 45.4±31.0 %로 2021년 4월 34.8±30.5 %, 6월 28.8±33.8 %, 8월 58.8±36.0 %, 10월 53.0±33.2 %, 12월 46.5±28.7 %, 2022년 2월 45.4±18.5 %로 6월에 낮은 피도율을 나타내었으며, 대부분 시기에서 연체동물이 주요 동물군으로 출현함



(그림 Ⅳ-3.3.3-6) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 피도율

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 20.2±18.6 %(7.0~33.4 %), Ⅱ권역은 9.8 %, Ⅲ권역은 41.3 %, Ⅳ권역은 82.6 %로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2021년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 17.0±20.3 %(0.0~39.5 %), Ⅱ권역은 54.9±38.2 %(27.9~81.9 %), Ⅲ권역은 12.6±21.8 %(0.0~37.7 %), Ⅳ권역은 44.7±63.2 %(0.0~89.4 %)로 Ⅱ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 2021년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 69.5±37.2 %(27.7~99.20 %), Ⅱ권역은 80.0±16.7 %(68.1~91.8 %), Ⅲ권역은 47.9±41.1 %(2.0~81.3 %), Ⅳ권역은 37.9±52.8 %(0.5~75.2 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 70.9±25.3 %(53.8~100 %), Ⅱ권역은 75.2±0.4 %(74.9~75.5 %), Ⅲ권역은 38.2±43.3 %(10.0~88.1 %), Ⅳ권역은 26.3±28.9 %(5.9~46.8 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2021년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 64.6±22.5 %(47.6 ~ 90.1 %), Ⅱ권역은 75.9±17.4 %(63.7 ~ 88.2 %), Ⅲ권역은 25.0±15.8 %(7.0 ~ 36.9 %), Ⅳ권역은 22.0±17.5 %(9.7 ~ 34.4 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2022년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 56.4±5.6 %(52.0 ~ 62.8 %), Ⅱ권역은 65.3±19.1 %(51.8 ~ 78.8 %), Ⅲ권역은 37.2±6.0 %(33.3 ~ 44.1 %), Ⅳ권역은 21.5±9.2 %(15.0 ~ 28.0 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

<표 Ⅳ-3.3.3-2> 권역별 참굴 현장실험 부착생물 피도율(%)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.0	69.5	8.2	0.2	15.6±30.3
	2020년 8월	3.1±0.8	94.8	100.0	3.7	41.4±52.3
	2020년 10월	77.1±20.2	100.0	88.4	53.9	79.3±19.8
	2020년 12월	93.0±4.8	8.4	5.8	88.1	57.7±46.3
	2021년 2월	29.3±10.6	4.6	8.2	76.7	29.6±29.2
	평균±표준편차	40.5±40.9	55.5±46.2	42.6±48.5	44.5±40.8	44.7±41.1
2차 년도	2021년 4월	20.2±18.6	9.8	41.3	82.6	34.8±30.5
	2021년 6월	17.0±20.3	54.9±38.2	12.6±21.8	44.7±63.2	28.8±33.8
	2021년 8월	69.5±37.2	80.0±16.7	47.9±41.1	37.9±52.8	58.8±36.0
	2021년 10월	70.9±25.3	75.2±0.4	38.2±43.3	26.3±28.9	53.0±33.2
	2021년 12월	64.6±22.5	75.9±17.4	25.0±15.8	22.0±17.5	46.5±28.7
	2022년 2월	56.4±5.6	65.3±19.1	37.2±6.0	21.5±9.2	45.4±18.5
	평균±표준편차	51.5±30.1	64.8±25.6	32.7±27.0	35.2±33.7	45.4±31.0
평균±표준편차		47.4±34.2	61.8±32.0	35.1±32.2	38.1±34.9	45.2±34.2

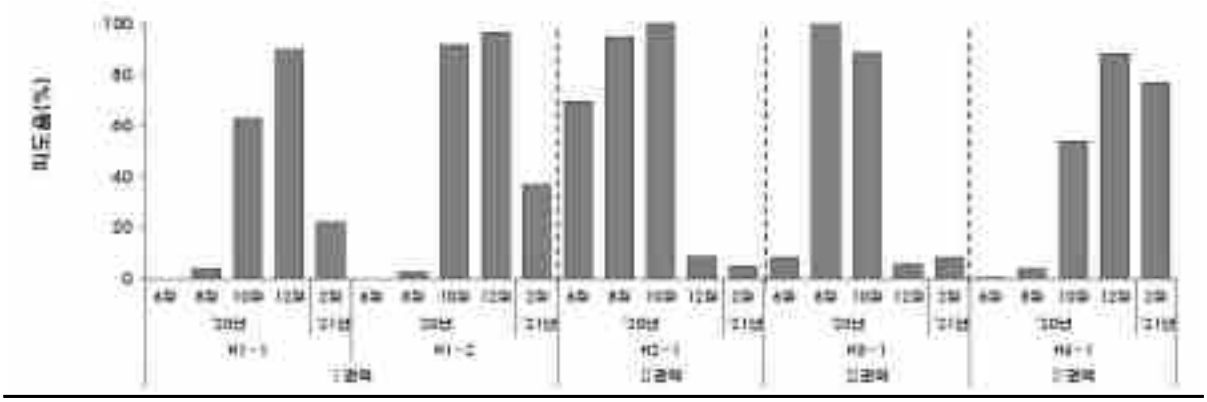
다) 요약

○ 참굴 현장실험 실험구에 부착한 생물의 분류군별 피도는 생물이 가입된 시기를 기점으로 피도가 점차 증가하는 경향성을 보이며, 분류군 중 참굴 피도가 가장 높음

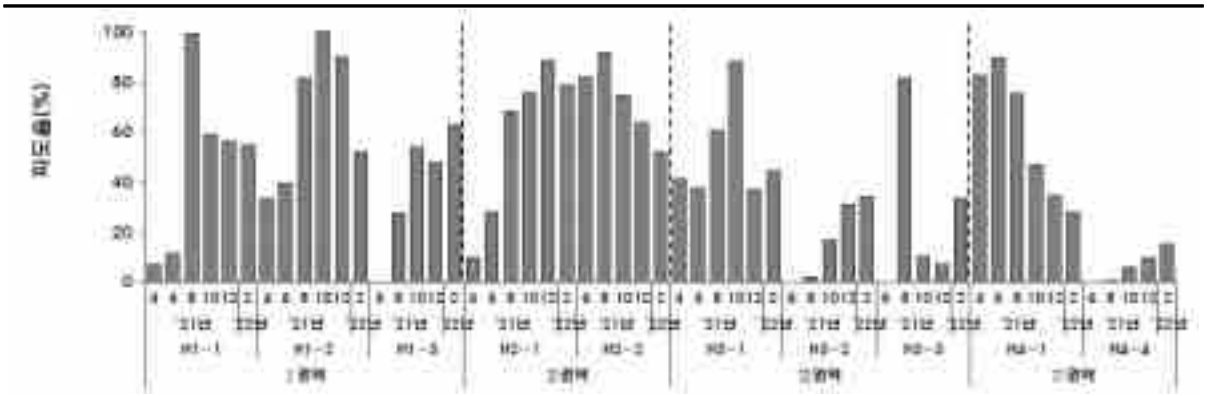
○ 부착생물 가입 이후에 참굴 개체 크기가 성장함에 따라 피도도 함께 증가하는 경향성을 보이며, 피도는 부착생물 가입 직후에 큰 증가 폭을 보임

○ Ⅱ권역 무의도에서 매년(1차년도, 2차년도) 6월에 일시적으로 우점한 파래류는 연안해역의 부영양화로 인하여 대발생하는 기회성 해조류로 알려져 있어(최와 김, 2002), 다른 권역들에 비해 참굴 어장으로 유입되는 해수 내 영양염이 상대적으로 풍부한 것으로 판단됨

○ 부착생물 중 참굴이 가장 높은 피도를 차지하지만, 권역별로 가입되는 분류군에 따라 시·공간적인 피도 증감을 달리함



(그림 Ⅳ-3.3.3-7) 1차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 피도율



(그림 Ⅳ-3.3.3-8) 2차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 피도율

3) 빈도

가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 부착생물 평균 빈도는 62.0±43.0 %로 2020년 6월 40.0±54.7 %, 8월 54.9±41.9 %, 10월 98.0±23.0 %, 12월 82.8±35.1 %, 2021년 2월 34.3±36.5 %로 10월과 12월에 높은 빈도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

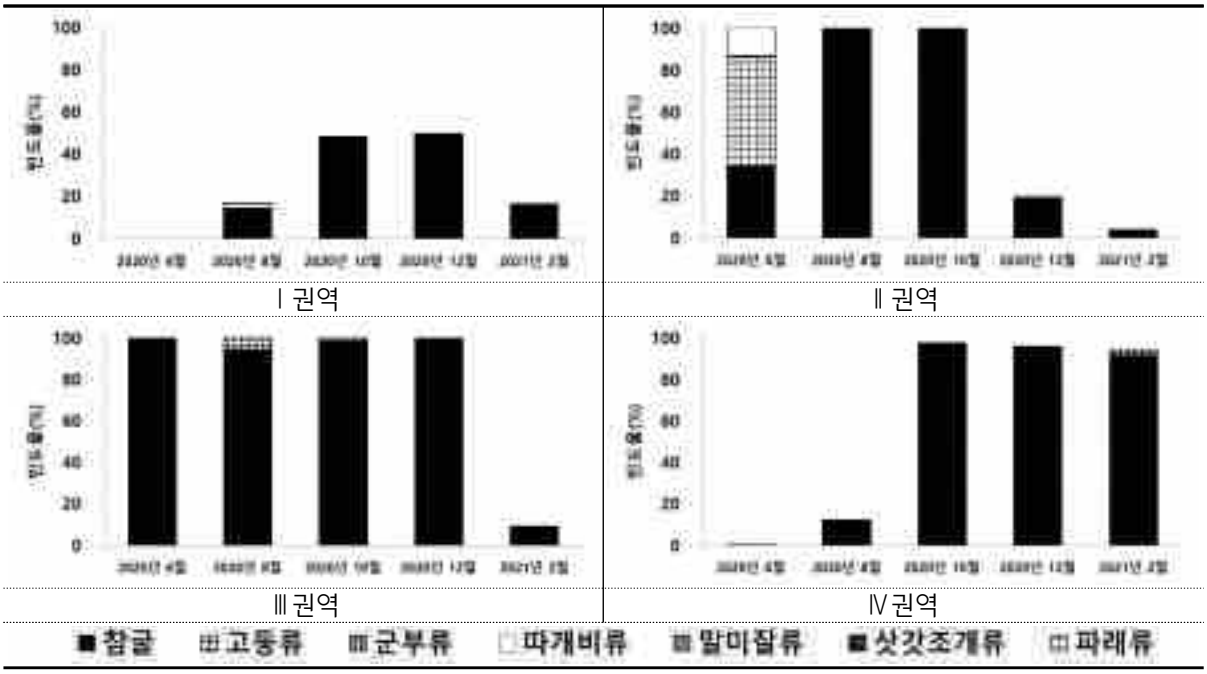
○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 미출현, Ⅱ권역은 100.0 %, Ⅲ권역은 100.0 %, Ⅳ권역은 0.2 %로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2020년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 31.3±4.9 %(27.8 ~ 34.7 %), Ⅱ권역은 100.0 %, Ⅲ권역은 100.0 %, Ⅳ권역은 12.2 %로 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음

○ 2020년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 96.2±2.5%(94.4 ~ 97.9 %), Ⅱ권역은 100.0 %, Ⅲ권역은 100.0 %, Ⅳ권역은 97.6 %로 권역 간 유사함

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 99.1±1.2 %(98.2~100.0 %), Ⅱ권역은 20.2 %, Ⅲ권역은 100.0 %, Ⅳ권역은 95.8 %로 Ⅰ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 2021년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 32.2±14.8 %(21.8~42.7 %), Ⅱ권역은 3.8 %, Ⅲ권역은 9.3 %, Ⅳ권역은 93.9 %로 Ⅳ권역이 가장 높음



(그림 Ⅳ-3.3.3-9) 1차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 빈도율

나) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 부착생물 평균 빈도는 55.5±32.7 %로 2021년 4월 35.7±33.0 %, 6월 30.8±35.6 %, 8월 79.6±29.0 %, 10월 71.9±27.7 %, 12월 51.8±27.5 %, 2022년 2월 53.6±21.0 %로 8월과 10월에 가장 높은 빈도를 나타내었으며, 대부분 시기에서 연체동물이 주요 동물군으로 출현함

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 20.8±16.3 %(9.3~32.3 %), Ⅱ권역은 8.0 %, Ⅲ권역은 39.5 %, Ⅳ권역은 89.3 %로 Ⅳ권역이 가장 높음

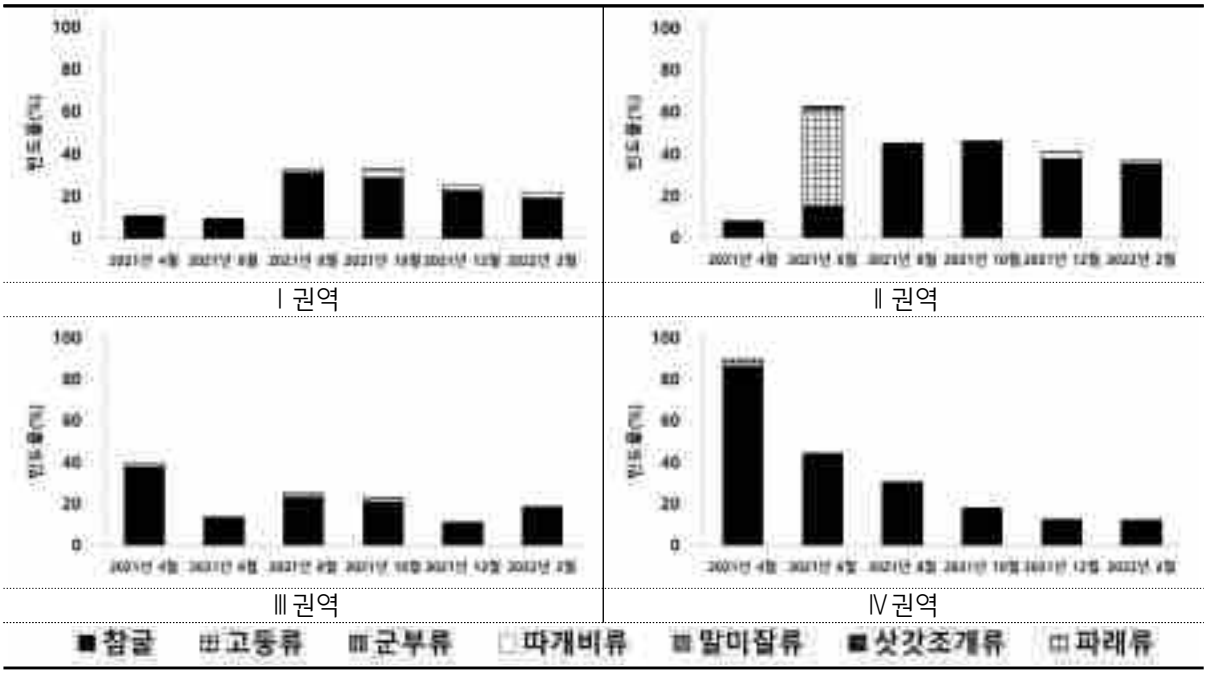
○ 2021년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 18.2±21.4 %(0.0~41.8 %), Ⅱ권역은 62.4±42.1 %(32.6~92.2 %), Ⅲ권역은 13.3±23.1 %(0.0~40.0 %), Ⅳ권역은 44.2±62.5 %(0.0~88.3 %)로 Ⅱ권역이 가장 높음

○ 2021년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 94.5±4.8 %(89.4~990 %), Ⅱ권역은 89.7±14.6 %(79.4~100 %), Ⅲ권역은 70.9±46.1 %(17.8~100 %), Ⅳ권역은 60.1±34.5 %(35.7~84.5 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 90.5±12.5 %(76.3 ~ 100.0 %), Ⅱ권역은 91.7±5.7 %(87.7 ~ 95.7 %), Ⅲ권역은 64.5±28.5 %(32.2 ~ 85.8 %), Ⅳ권역은 35.4±17.5 %(23.0 ~ 47.8 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2021년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 71.8±15.1 %(62.4 ~ 89.3 %), Ⅱ권역은 78.1±16.5 %(66.4 ~ 89.8 %), Ⅲ권역은 32.3±20.9 %(8.6 ~ 48.2 %), Ⅳ권역은 25.0±6.8 %(20.2 ~ 29.8 %)로 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 높음

○ 2022년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 59.5±14.7 %(43.2 ~ 71.8 %), Ⅱ권역은 73.3±19.7 %(59.4 ~ 87.2 %), Ⅲ권역은 54.3±15.0 %(39.0 ~ 69.1 %), Ⅳ권역은 23.8±4.6 %(20.5 ~ 27.0 %)로 Ⅱ권역이 가장 높음



(그림 Ⅳ-3.3.3-10) 2차년도 권역별 참굴 현장실험 부착생물 빈도율

다) 요약

○ 참굴 현장실험구에 부착된 생물의 분류군별 빈도는 참굴 빈도가 가장 높았으며, 생물 가입 이후에 빈도가 증가하는 경향을 보임

○ Ⅱ권역 무의도에서 일정 시기(6월)에 극우점하는 현상이 매년 관찰됨

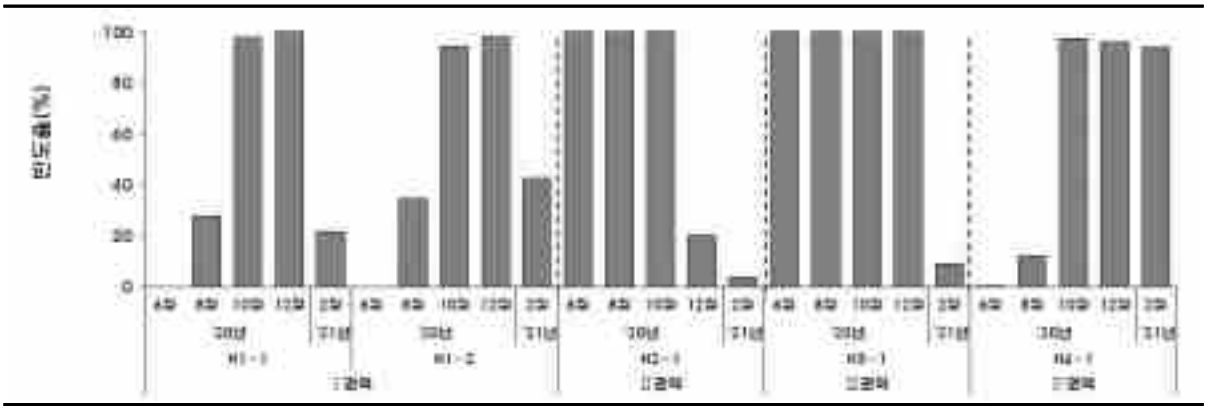
○ 무의도에서 참굴, 파래류와 따개비류 모두 초기 가입에 성공하였지만, 시기가 지날수록 종간 공간경쟁 또는 환경 변화로 인하여, 최종적으로 참굴 빈도가 증가하는 현상을 보임

○ 빈도가 30% 이상 큰 폭으로 감소된 이유는, 가입된 참굴 개체의 사망 또는 부착판 탈락 개체 증가에 따른 결과인 것으로 판단됨

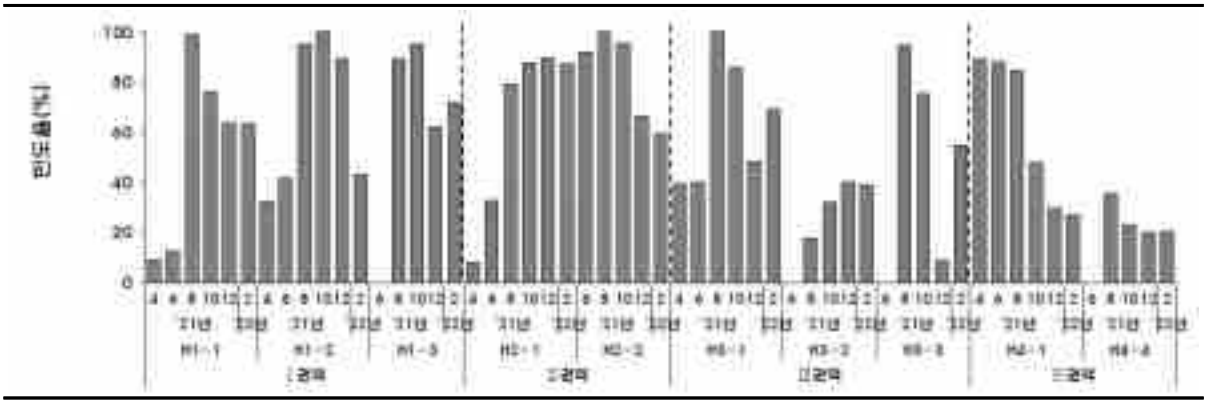
○ 부착생물 중 참굴이 가장 높은 빈도율을 차지하지만, 권역별로 가입되는 분류군에 따라 시·공간적인 빈도율 증감을 달리함

<표 Ⅳ-3.3.3-3> 권역별 참굴 현장실험 부착생물 빈도율(%)

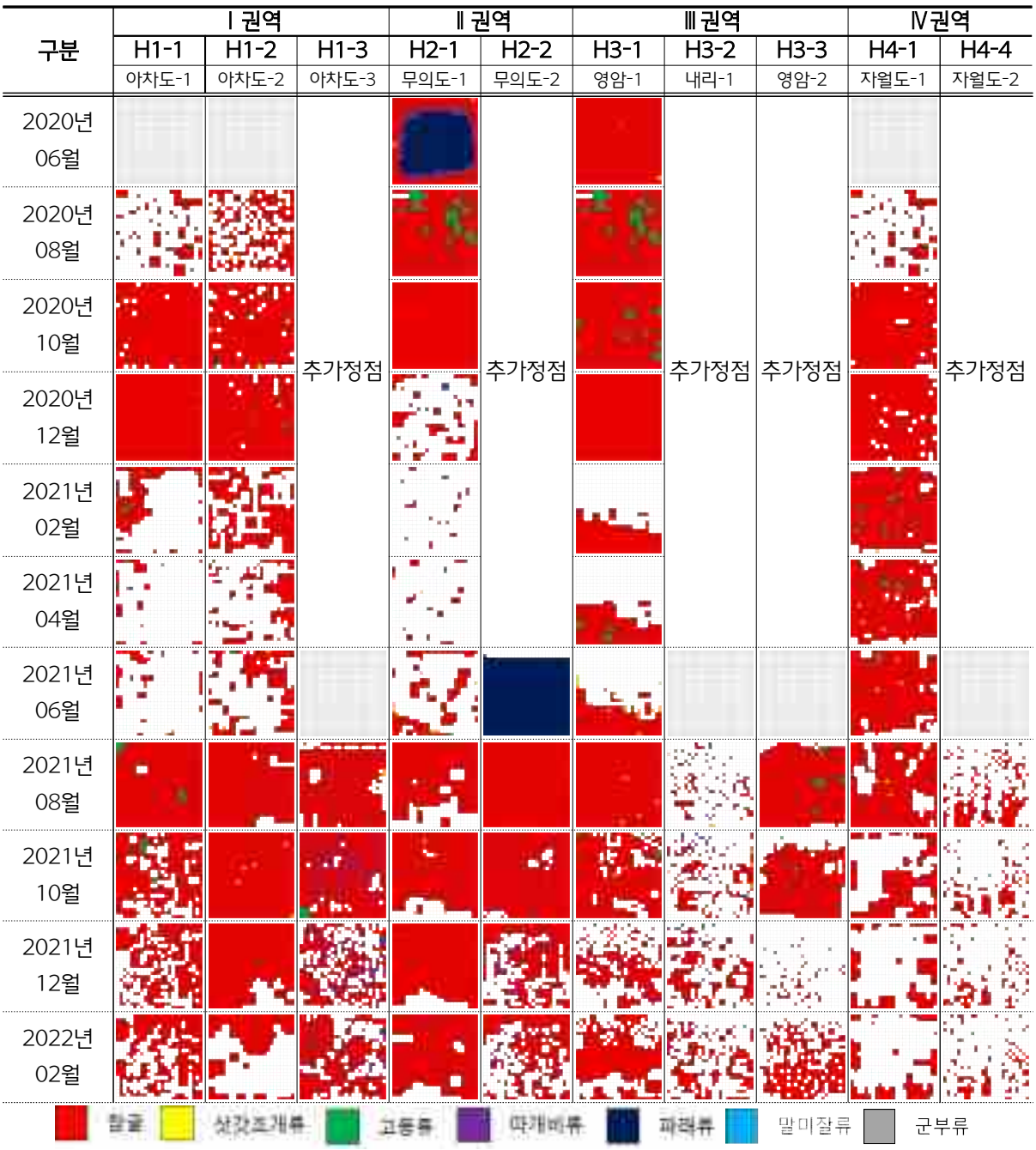
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0.0	100.0	100.0	0.2	40.0±54.7
	2020년 8월	31.3±4.9	100.0	100.0	12.2	54.9±41.9
	2020년 10월	96.2±2.5	100.0	100.0	97.6	98.0±23.0
	2020년 12월	99.1±1.2	20.2	100.0	95.8	82.8±35.1
	2021년 2월	32.2±14.8	3.8	9.3	93.9	34.3±36.5
	평균±표준편차	51.8±41.7	64.8±48.5	81.9±40.6	59.9±49.3	62.0±43.0
2차 년도	2021년 4월	20.8±16.3	8.0	39.5	89.3	35.7±33.0
	2021년 6월	18.2±21.4	62.4±42.1	13.3±23.1	44.2±62.5	30.8±35.6
	2021년 8월	94.5±4.8	89.7±14.6	70.9±46.1	60.1±34.5	79.6±29.0
	2021년 10월	90.5±12.5	91.7±5.7	64.5±28.5	35.4±17.5	71.9±27.7
	2021년 12월	71.8±15.1	78.1±16.5	32.3±20.9	25.0±6.8	51.8±27.5
	2022년 2월	59.5±14.7	73.3±19.7	54.3±15.0	23.8±4.6	53.6±21.0
	평균±표준편차	61.5±33.1	72.6±29	46.6±31.8	42.4±31.1	55.5±32.7
평균±표준편차		57.9±36.0	70.1±34.7	55±36.4	47.9±36.9	57.6±36.1



(그림 Ⅳ-3.3.3-11) 1차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 빈도율



(그림 Ⅳ-3.3.3-12) 2차년도 참굴 현장실험 부착생물 권역 및 정점별 빈도율



(그림 Ⅳ-3.3.3-13) 시기에 따른 참굴 현장실험구에 부착된 생물군 별 빈도

나. 참굴 현황

1) 참굴 가입 및 개체수 변화

가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 현장 실험구에 부착된 참굴 평균 서식밀도는 17,594±21,888 개체/㎡으로 2020년 6월 34,600±41,630 개체/㎡, 8월 34,460±26,299 개체/㎡, 10월

14,260±9,794 개체/㎡, 12월 7,900±4,091 개체/㎡, 2021년 2월 33,553±3,729 개체/㎡로 시기 간 큰 편차를 보이며, 6월과 8월에 높은 서식밀도를 보임

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 미출현, Ⅱ권역은 23,000 개체/㎡, Ⅲ권역은 80,800 개체/㎡, Ⅳ권역은 미출현하여, Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 25,400±35,921 개체/㎡(0~50,800 개체/㎡), Ⅱ권역은 12,300 개체/㎡, Ⅲ권역은 52,400 개체/㎡, Ⅳ권역은 56,800 개체/㎡으로 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 높음

○ 2020년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 13,750±5,728 개체/㎡(9,700~17,800 개체/㎡), Ⅱ권역은 4,600 개체/㎡, Ⅲ권역은 29,600 개체/㎡, Ⅳ권역은 9,600 개체/㎡으로 Ⅲ권역이 가장 높음

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 10,250±2,616 개체/㎡(8,400~12,100 개체/㎡), Ⅱ권역은 1,100 개체/㎡, Ⅲ권역은 8,400 개체/㎡, Ⅳ권역은 9,500 개체/㎡으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 3,118±1,106 개체/㎡(2,336~3,900 개체/㎡), Ⅱ권역은 352 개체/㎡, Ⅲ권역은 1,376 개체/㎡, Ⅳ권역은 9,800 개체/㎡으로 Ⅳ권역이 가장 높음

나) 2차년도

○ 2차년도 인천 연안어장 현장 실험구에 부착된 참굴 평균 서식밀도는 10,395±17,181 개체/㎡으로 2021년 4월 2,324±2,636 개체/㎡, 6월 905±1,659 개체/㎡, 8월 37,568±26,276 개체/㎡, 10월 7,028±4,035 개체/㎡, 12월 6,116±4,162 개체/㎡, 2022년 2월 4,393±3,410 개체/㎡로 시기 간 큰 편차를 보이며, 8월에 가장 높은 서식밀도를 보임

○ 2021년 4월 조사 시 Ⅰ권역은 1,512±894 개체/㎡(880~2,144 개체/㎡), Ⅱ권역은 416 개체/㎡, Ⅲ권역은 1,280 개체/㎡, Ⅳ권역은 6,900 개체/㎡으로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2021년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 709±657 개체/㎡(0~1,296 개체/㎡), Ⅱ권역은 192±272 개체/㎡(0~384 개체/㎡), Ⅲ권역은 379±656 개체/㎡(0~1,136 개체/㎡), Ⅳ권역은 2,700±3,818 개체/㎡(0~5,400 개체/㎡)으로 Ⅳ권역이 가장 높음

○ 2021년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 47,333±20,713 개체/㎡(31,600~70,800 개체/㎡), Ⅱ권역은 44,350±36,275 개체/㎡(18,700~70,000 개체/㎡), Ⅲ권역은 40,533±32,947 개체/㎡(2,800~63,600 개체/㎡), Ⅳ권역은 11,688±11,189 개체/㎡(3,776~19,600 개체/㎡)으로 Ⅳ권역 가장 낮음

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 11,500±1,587 개체/㎡(10,300~13,300 개체/㎡), Ⅱ권역은 7,950±71 개체/㎡(7,900~8,000 개체/㎡), Ⅲ권역은 5,201±3,268 개체/㎡(2,704~8,900 개체/㎡), Ⅳ권역은 2,136±735 개체/㎡(1,616~2,656 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2021년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 8,467±2,312 개체/㎡(5,800~9,900 개체/㎡), Ⅱ권역은 6,600±283 개체/㎡(6,400~6,800 개체/㎡), Ⅲ권역은 6,500±6,518 개체/㎡(2,200~14,000 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,528±758 개체/㎡(992~2,064 개체/㎡)으로 Ⅰ권역이 가장 높음

○ 2022년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 5,433±2,470 개체/㎡(2,800~7,700 개체/㎡), Ⅱ권역은 4,200±424 개체/㎡(3,900~4,500 개체/㎡), Ⅲ권역은 5,467±5,793 개체/㎡(1,400~12,100 개체/㎡), Ⅳ권역은 1,416±781 개체/㎡(864~1,968 개체/㎡)으로 Ⅳ권역이 가장 낮음

<표 Ⅳ-3.3.3-4> 권역별 참굴 현장실험 참굴 서식밀도(개체/㎡)

구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	0	23,000	80,800	0	34,600±41,630
	2020년 8월	25,400±35,921	12,300	52,400	56,800	34,460±26,299
	2020년 10월	13,750±5,728	4,600	29,600	9,600	14,260±9,794
	2020년 12월	10,250±2,616	1,100	8,400	9,500	7,900±4,091
	2021년 2월	3,118±1,106	352	1,376	9,800	3,553±3,729
	평균±표준편차	13,130±16,257	8,270±9,497	34,515±32,659	17,140±22,560	17,594±21,888
2차 년도	2021년 4월	1,512±894	416	1,280	6,900	2,324±2,636
	2021년 6월	709±657	192±272	379±656	2,700±3,818	905±1,659
	2021년 8월	47,333±20,713	44,350±36,275	40,533±32,947	11,688±11,189	37,568±26,276
	2021년 10월	11,500±1,587	7,950±71	5,201±3,268	2,136±735	7,028±4,035
	2021년 12월	8,467±2,312	6,600±283	6,500±6,518	1,528±758	6,116±4,162
	2022년 2월	5,433±2,470	4,200±424	5,467±5,793	1,416±781	4,393±3,410
	평균±표준편차	13,138±18,339	11,545±20,082	10,970±19,405	4,167±5,511	10,395±17,181
평균±표준편차		13,136±17,358	10,522±17,186	16,576±24,522	8,221±13,948	12,518±18,837

다) 요약

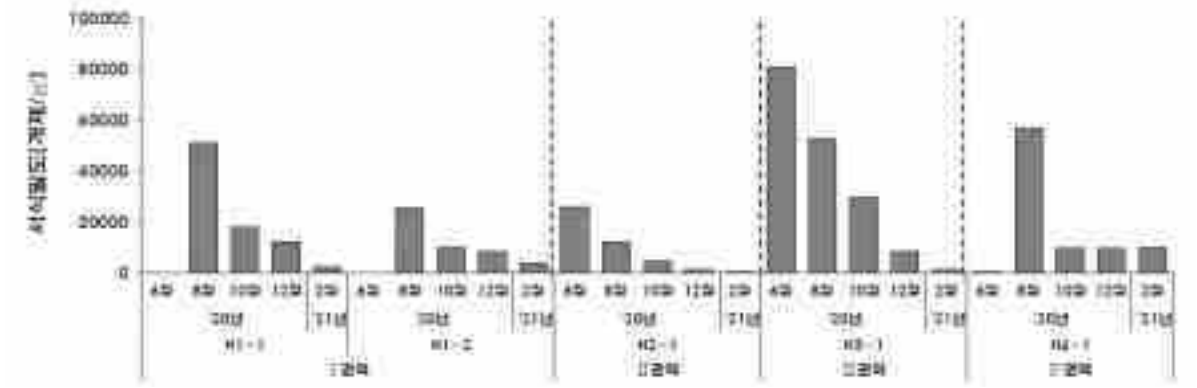
○ 참굴 현장실험 결과, 참굴 서식밀도는 가입 이후에 시간이 지날수록 서식밀도가 감소함

○ 권역별 참굴 가입 시기를 살펴보면, 6~8월 중에 가입되는 것으로 추정되며, Ⅲ권역 영암(H3-2)과 내리 어장(H3-3)에서 동일시기 참굴 가입량 차이를 보임

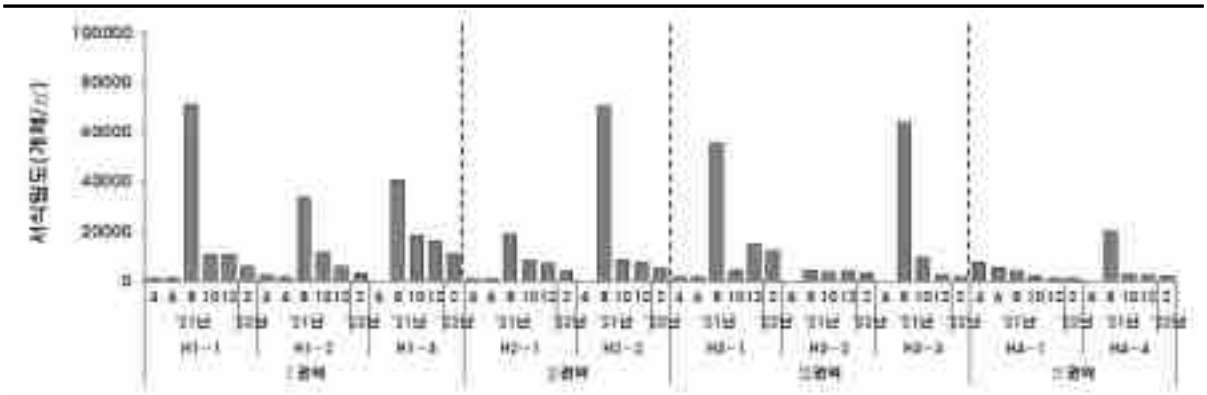
○ 일반적으로 참굴 가입은 부착 기질의 표면상태, 조위, 경사도, 파도나 조류의 영향 등 다양한 환경조건에 따라 달라지며(Fuentes et al., 1998; Hadfield et al., 2001; Dankers et al., 2004), 또한 부착생물 간의 공간경쟁 또는 해수 중에 존재하는 참굴 유생 양이 참굴 가입량에 영향을 미침

○ 권역간 참굴 가입 시기 및 가입량 차이를 보인 이유는 참굴 실험구 재질 및 설치 시기를 고려할 때, 착저 기질의 차이보다는 권역별 조위 차와 해황 특성, 참굴 유생 유입 시기 및 양에 따른 결과로 판단됨

○ 특히 Ⅱ권역 무의도(H2-1)의 경우, 초기 가입 시기 동안 파래류가 높은 공간 점유율(빈도, 피도)을 나타내며 참굴이 부착할 수 공간이 상대적으로 줄어들어, 참굴 초기 가입량에 영향을 미친 것으로 판단됨



(그림 Ⅳ-3.3.3-14) 1차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 서식밀도



(그림 Ⅳ-3.3.3-15) 2차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 서식밀도

2) 참굴 각고 현황

가) 1차년도

○ 1차년도 인천 연안어장 참굴 현장실험 참굴 평균 각고는 9.8±10.7 ㎜로 2020년 6월 1.8±0.9 ㎜, 8월 4.0±4.4 ㎜, 10월 11.9±9.5 ㎜, 12월 20.5±13.1 ㎜, 2021년 2월 10.3±4.6 ㎜로 6월에 가장 작음

○ 2020년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 미출현, Ⅱ권역은 2.5±0.9 ㎜(0.8~6.5 ㎜), Ⅲ권역은 1.2±0.5 ㎜(0.5~3.0 ㎜), Ⅳ권역은 미출현하여, Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 크기가 유사함

○ 2020년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 1.9±1.4 ㎜(0.1~4.9 ㎜), Ⅱ권역은 12.6±3.8 ㎜(4.5~20.8 ㎜), Ⅲ권역은 4.4±1.2 ㎜(1.3~7.1 ㎜), Ⅳ권역은 1.8±0.8 ㎜(0.8~5.5 ㎜)로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2020년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 9.6±3.3 ㎜(3.9~18.4 ㎜), Ⅱ권역은 35.0±7.3 ㎜(23.7~46.5 ㎜), Ⅲ권역은 5.1±1.1 ㎜(3.1~7.1 ㎜), Ⅳ권역은 8.7±4.0 ㎜(3.7~20.3 ㎜)로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2020년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 13.6±3.8 ㎜(6.5~24.5 ㎜), Ⅱ권역은 38.8±8.2 ㎜(21.0~56.5 ㎜), Ⅲ권역은 6.5±1.2 ㎜(4.6~9.6 ㎜), Ⅳ권역은 26.7±11.2 ㎜(4.6~56.3 ㎜)로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2021년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 12.0±4.2 ㎜(4.0~23.2 ㎜), Ⅱ권역은 12.7±3.5 ㎜(6.1~18.0 ㎜), Ⅲ권역은 4.6±1.5 ㎜(2.6~8.5 ㎜), Ⅳ권역은 8.9±3.8 ㎜(4.5~19.4 ㎜)로 권역 간 크기가 유사함

나) 2차년도

○ 2차년도 인천연안어장 참굴 현장실험 참굴 평균 각고는 10.2±10.4 ㎜로 2021년 4월 14.8±8.7 ㎜, 6월 26.1±12.2 ㎜, 8월 4.4±5.7 ㎜, 10월 10.8±10.0 ㎜, 12월 13.9±13.1 ㎜, 2022년 2월 11.9±8.2 ㎜로 6월에 가장 큼

○ 2021년 6월 조사 시 Ⅰ권역은 23.4±6.0 ㎜(10.8~37.8 ㎜), Ⅱ권역은 42.6±11.7 ㎜(22.9~65.0 ㎜), Ⅲ권역은 17.3±4.1 ㎜(9.8~22 ㎜), Ⅳ권역은 18.2±4.2 ㎜(10.4~29.0 ㎜)으로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2021년 8월 조사 시 Ⅰ권역은 4.6±3.9 ㎜(1.0~30.9 ㎜), Ⅱ권역은 40.0±5.2 ㎜(0.9~51.3 ㎜), Ⅲ권역은 2.9±2.6 ㎜(0.4~30.0 ㎜), Ⅳ권역은 6.7±9.5 ㎜(0.3~36.6 ㎜)으로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2021년 10월 조사 시 Ⅰ권역은 10.9±8.0 ㎜(1.4~36.7 ㎜), Ⅱ권역은 20.0±14.5 ㎜(4.3~80.0 ㎜), Ⅲ권역은 4.6±2.3 ㎜(1.2~13.8 ㎜), Ⅳ권역은 10.6±7.3 ㎜(1.8~34.4 ㎜)으로 Ⅱ권역이 가장 큼

○ 2021년 12월 조사 시 Ⅰ권역은 16.1±17.4 ㎜(2.7~63.2 ㎜), Ⅱ권역은 15.8±7.1 ㎜(4.7~38.5 ㎜), Ⅲ권역은 6.4±4.1 ㎜(1.5~18.8 ㎜), Ⅳ권역은 18.1±13.4 ㎜(3.7~48.7 ㎜)으로 Ⅲ권역 가장 작음

○ 2022년 2월 조사 시 Ⅰ권역은 12.9±9.0 ㎜(2.6~47.6 ㎜), Ⅱ권역은 13.5±7.0 ㎜(4.3~40.50 ㎜), Ⅲ권역은 7.5±4.4 ㎜(1.8~19.3 ㎜), Ⅳ권역은 15.9±9.9 ㎜(2.1~42.7 ㎜)으로 Ⅲ권역 가장 작음

다) 요약

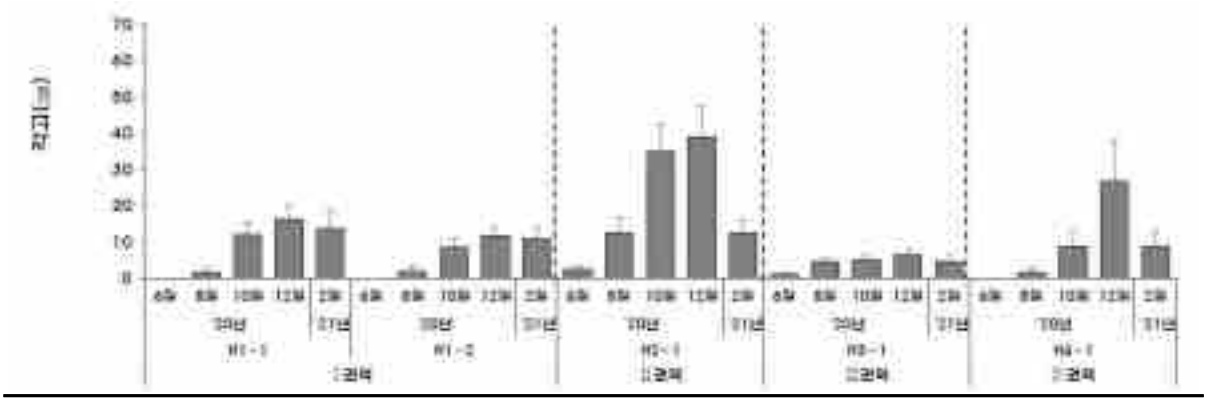
○ 대부분 권역에서 참굴이 가입된 6~8월에 가장 작은 크기를 보였으며, 이후 12월까지 크기가 성장하는 경향을 보임

○ 권역 및 정점별 참굴 각고에 대한 빈도분포도를 살펴본 결과, Ⅰ권역 아차도와 Ⅲ권역 영암에서 참굴이 가입한 후 각고 크기 성장이 다른 참굴 어장들에 비해 늦음

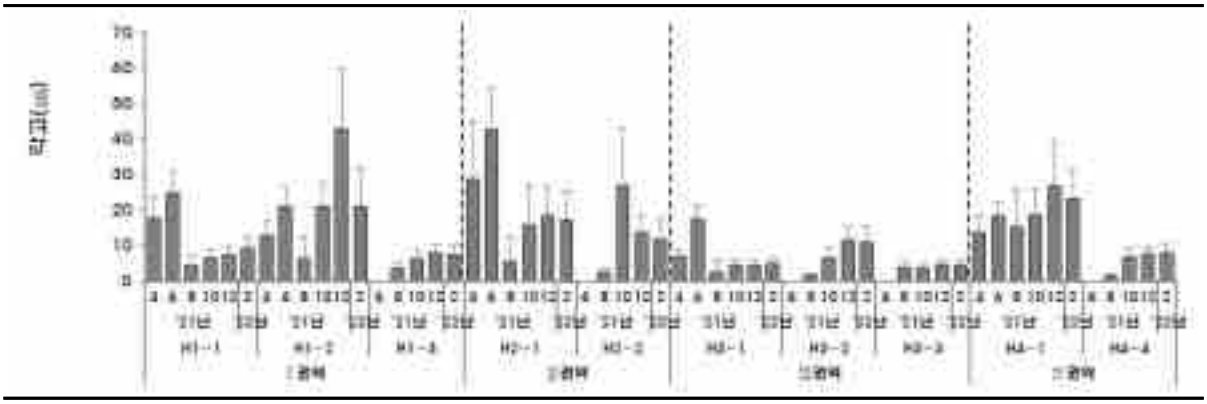
○ 참굴 각고 크기는 권역 중 Ⅱ권역 무의도가 크며, Ⅲ권역 영암이 가장 작음

<표 Ⅳ-3.3.3-5> 권역별 참굴 현장실험 참굴 각고(㎜)

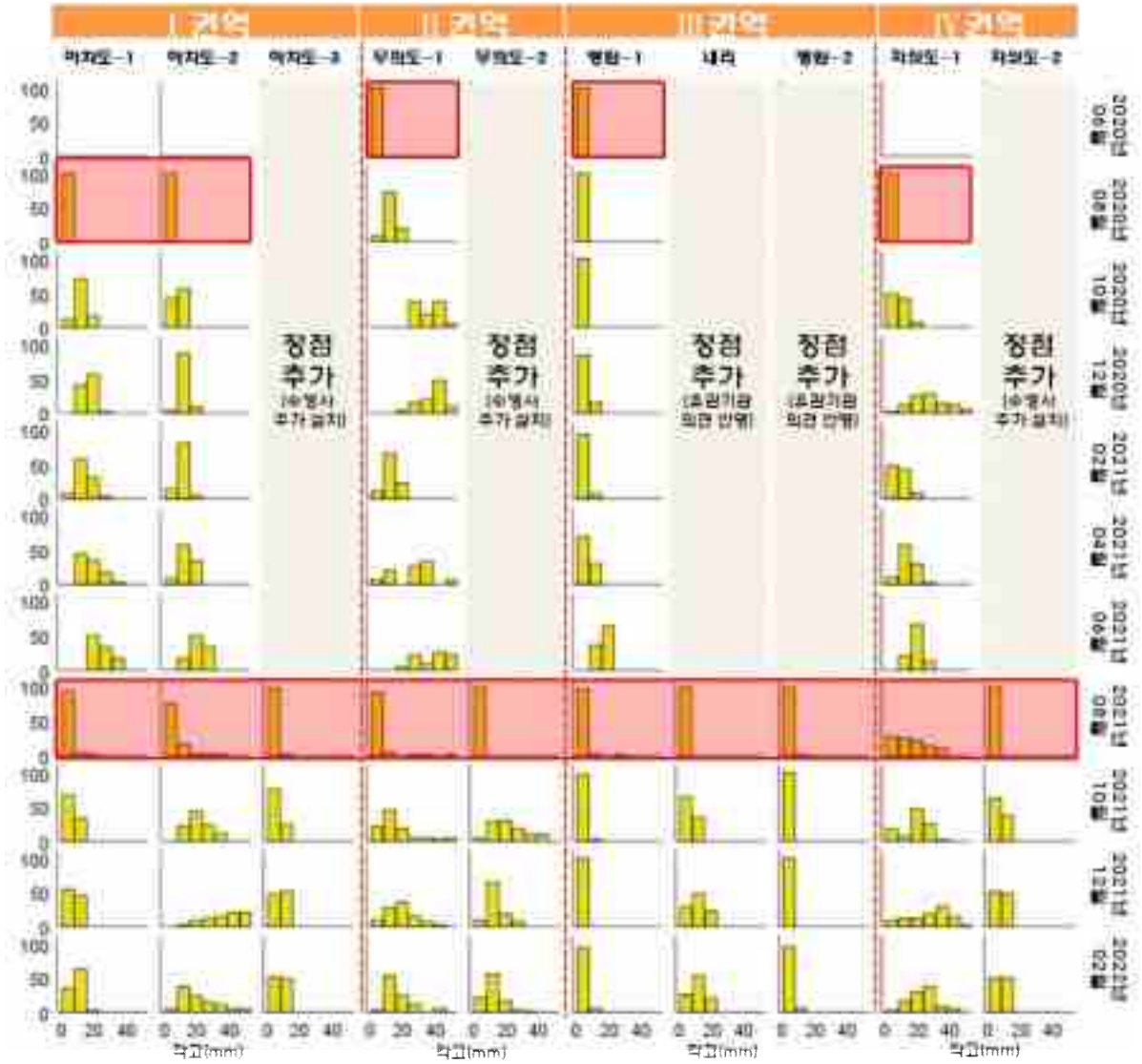
구 분		Ⅰ권역	Ⅱ권역	Ⅲ권역	Ⅳ권역	전체
1차 년도	2020년 6월	-	2.5±0.9	1.2±0.5	-	1.8±0.9
	2020년 8월	1.9±1.4	12.6±3.8	4.4±1.2	1.8±0.8	4.0±4.4
	2020년 10월	9.6±3.3	35.0±7.3	5.1±1.1	8.7±4.0	11.9±9.5
	2020년 12월	13.6±3.8	38.8±8.2	6.5±1.2	26.7±11.2	20.5±13.1
	2021년 2월	12.0±4.2	12.7±3.5	4.6±1.5	8.9±3.8	10.3±4.6
	평균±표준편차	8.8±5.8	180.±16.4	3.3±2.3	10.4±11.2	9.8±10.7
2차 년도	2021년 4월	15.2±5.6	28.5±16.1	6.7±1.7	13.5±4.6	14.8±8.7
	2021년 6월	23.4±6.0	42.6±11.7	17.3±4.1	18.2±4.2	26.1±12.2
	2021년 8월	4.6±3.9	40.0±5.2	2.9±2.6	6.7±9.5	4.4±5.7
	2021년 10월	10.9±8.0	20.0±14.5	4.6±2.3	10.6±7.3	10.8±10.0
	2021년 12월	16.1±17.4	15.8±7.1	6.4±4.1	18.1±13.4	13.9±13.1
	2022년 2월	12.9±9.0	13.5±7.0	7.5±4.4	15.9±9.9	11.9±8.2
	평균±표준편차	11.2±10.7	13.9±13.2	5.2±4.0	11.8±10.3	10.2±10.4
평균±표준편차		10.4±9.4	15.1±14.3	4.7±3.7	11.4±10.5	10.1±10.5



(그림 Ⅳ-3.3.3-16) 1차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 각고



(그림 Ⅳ-3.3.3-17) 2차년도 참굴 현장실험 참굴 권역 및 정점별 각고



(그림 Ⅳ-3.3.3-18) 참굴 현장실험 권역 및 정점별 참굴 각고에 대한 빈도 분포도
(붉은상자: 참굴 가입 추정시기)

4. 참굴 대상 실내 시험

4.1 개요 및 방법

4.1.1 시험개요

○ 인천 연안어장 내 유용패류인 참굴(*Crassostrea gigas*)의 폐사 원인 규명을 위해 기존 문헌 자료조사와 주요 환경요인(수온, 염분, 대기 노출 온도 및 시간)에 대한 생태독성 시험을 통해 각 환경요인에 대한 내성 범위를 파악함

가. 참굴 분류 및 분포

○ 우리나라 서해안 및 남해안에서 가장 흔히 관찰할 수 있는 굴은 참굴(*Crassostrea gigas*)로서 양식생산량 및 수출 등 상업상 중요한 종임

○ 참굴은 수온에 대한 적응력이 강하기 때문에 광범위하게 서식하고 있으며, 일반적으로 발생 및 성장에 적합한 수온은 20~26℃로서 최적 수온은 23~25℃이고, 최저 15℃, 최고 30℃의 한계를 벗어나면 발육이 정지됨

○ 참굴은 염분의 변화가 다소 있더라도 성장에는 거의 지장이 없을 정도로 적응력이 강하나, 난의 발생 과정은 염분과 매우 깊은 관계가 있으며 최적 염분 조건은 25~30psu이고 염분이 35psu보다 높은 경우 그리고 21psu보다 낮은 경우에는 정상 발생률이 급격히 떨어짐

나. 참굴 산란기

○ 참굴 산란은 20℃이상부터 시작하여 28℃에서도 산란하지만 최적 산란수온은 23~25℃아며, 일반적으로 우리나라 동해안은 8~9월, 남해 서부 해역은 5~6월 중순, 동부해역은 6월 중순~8월 초순, 그리고 서해안은 7~8월이 주 산란기로 알려짐

<표 Ⅳ-4.1.1-1> 지역별 참굴(*Crassostrea gigas*) 산란기

구 분	동해안	남해 동부	남해 서부	서해안
산란기	8~9월	7~9월	5~7월	7~8월

○ 참굴은 방란·방정 후 난할기를 거쳐 표면에 섬모를 가지는 포배가 되어 회전운동을 함

- 낭배와 담륜자(수정 후 6시간)를 거쳐 면반이 발달하고 패각이 만들어져 D형 유생이 됨
- 수정 후 2주간 부유 유생 단계를 거치며, 2~3주 시기에 부착 및 변태하여 부착치패(20일~4주) 단계를 지나 성체로 성장함



(그림 Ⅳ-4.1.1-1) 참굴(*Crassostrea gigas*) 생활사

다. 참굴 먹이생물

○ 참굴 유생, 치패 및 성패는 수중의 먹이생물을 아가미를 이용하여 여과 섭이하며, 주로 입보다 작은 입자를 섭취하므로 먹이생물 크기는 중요한 요소임

- 먹이생물의 크기가 5㎛ 이하일 때 효용성이 높으므로 5㎛ 이하의 먹이생물 확보가 중요함
- 특히 유생 사육 시 공급되는 먹이생물의 크기는 1~5㎛가 적당하고, 편모를 가지고 있는 경우에는 전체크기가 10㎛ 이하가 되어야 함
- 일반적으로 굴 유생의 장내 먹이생물의 크기 조성을 관찰하면 5㎛ 이상의 먹이생물은 관찰되지 않음

○ 참굴 배양 시에 공급되는 먹이생물은 영양 가치와 크기 등을 고려하여 이용함

○ 일반적으로 많이 이용되는 먹이생물의 종류는 황갈색편모조류 *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri*, 규조류 *Chaetoceros calcitrans*, *Chaetoceros gracilis*, *Chaetoceros simplex*, 녹조류 *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis* sp. 등을 많이 이용함

4.1.2 참굴에 관한 문헌연구 및 자료 분석

가. 문헌 조사

○ 인천 연안어장 내 서식하는 참굴 생존 및 생산량 저하에 미치는 환경요인을 파악하기 위하여 문헌 자료를 확인하여 파악함

○ 참굴 성패

- 시험에 사용된 참굴 성체 크기는 각고 약 7cm 이상임
- 참굴 시험 최종측정치는 생리/대사/생식 등 세포 단위의 관찰이 많음
- 참굴 성체의 최적 온도는 15℃, 최적 염분은 30~39psu로 조사됨(단, 생존과 관련된 최적 온도이며 성장에 대한 최적 온도와는 별개임)
- 참굴 저해 온도는 25℃ 이상, 저해 염분은 20psu 이하 및 45psu 이상 구간임

<표 Ⅳ-4.1.2-1> 주요 환경요인에 대한 참굴 성체 영향 문헌조사 결과

환경요인	최종측정치	시험 기간	최적 온도 조건(℃)	최적 염분 조건(psu)	저해 온도 조건(℃)	저해 염분 조건(psu)	참고문헌
수온, 염분	생존율	15~17주	-	30	-	20	Muranaka, M. S., 1984
염분	생리/대사/생식	8, 24시간, 5일	-	-	-	-	Zhang, X., 2017
염분	생리/대사/생식	28, 35일	-	34	-	13	Sun, M., Liu, G.,2018
수온, 염분	생리/대사/생식	2, 4시간	11~35	35	40~60	14, 45	Gagnaire, B., 2006
수온	생리/대사/생식	-	15	-	-	-	Zhang, Z., Li., 2006
염분	행동변화	-	20 ~ 30	-	-	5 ~ 10	Phuvasate, S.,2013
수온, 염분	생리/대사/생식	1시간 24시간	15	39	44	60	Yang, C. Y.,2016
수온	생존율, 성장률, 육중량	6개월	-	-	31.3	-	김철원,2013
수온	산소 소비율	-	15	-	25	-	Yoon, S. J., 2001
수온, 염분	성장률, 육중량, 비만도	12개월	-	-	-	-	배평암, 1998
수온, 염분	행동 변화	8, 12시간	-	-	30	15	문수연, 2017

○ 참굴 유생

- 염분이 21psu보다 낮으면 정상 발생률이 현저히 낮아짐
- 20℃ 이하일 때 정상 발생 개체가 없으며 32℃ 이상에서 정상 발생률이 현저히 낮아짐

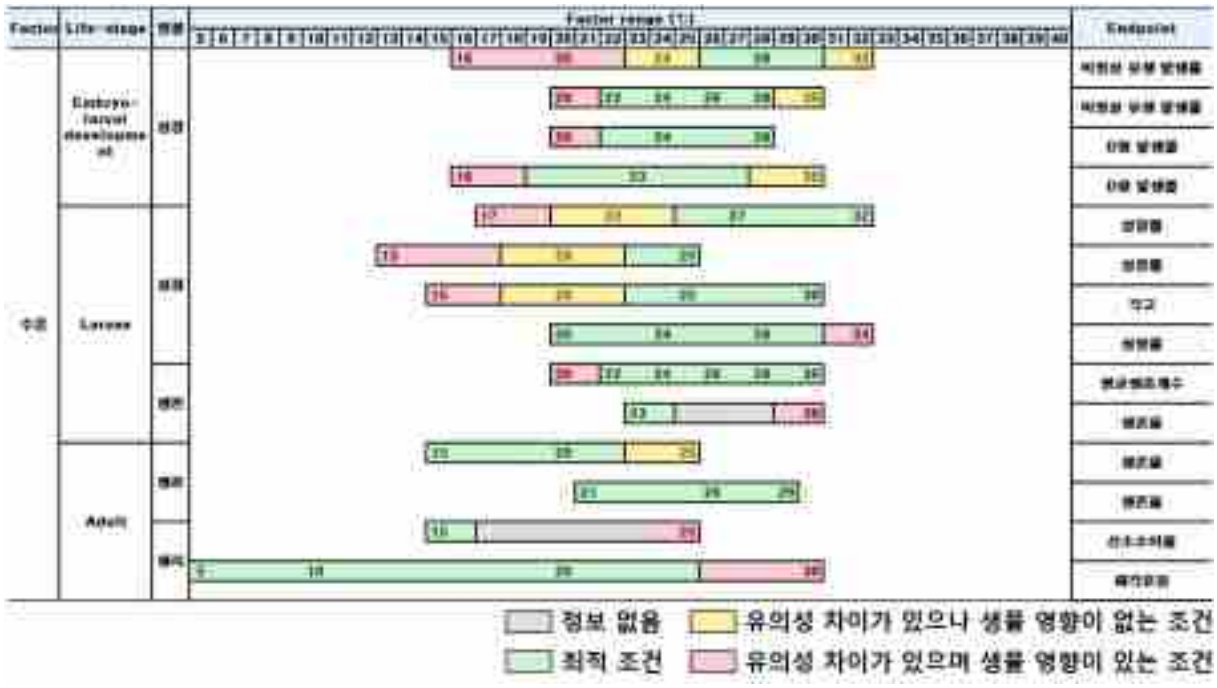
○ 참굴 치패

- 염분이 20psu보다 낮으면 성장 저해
- 25~35psu 구간에서 동일한 수온일 경우 성장률 차이가 나지 않음

<표 Ⅳ-4.1.2-2> 주요 환경요인에 대한 참굴 치패 및 유생 영향 문헌조사 결과

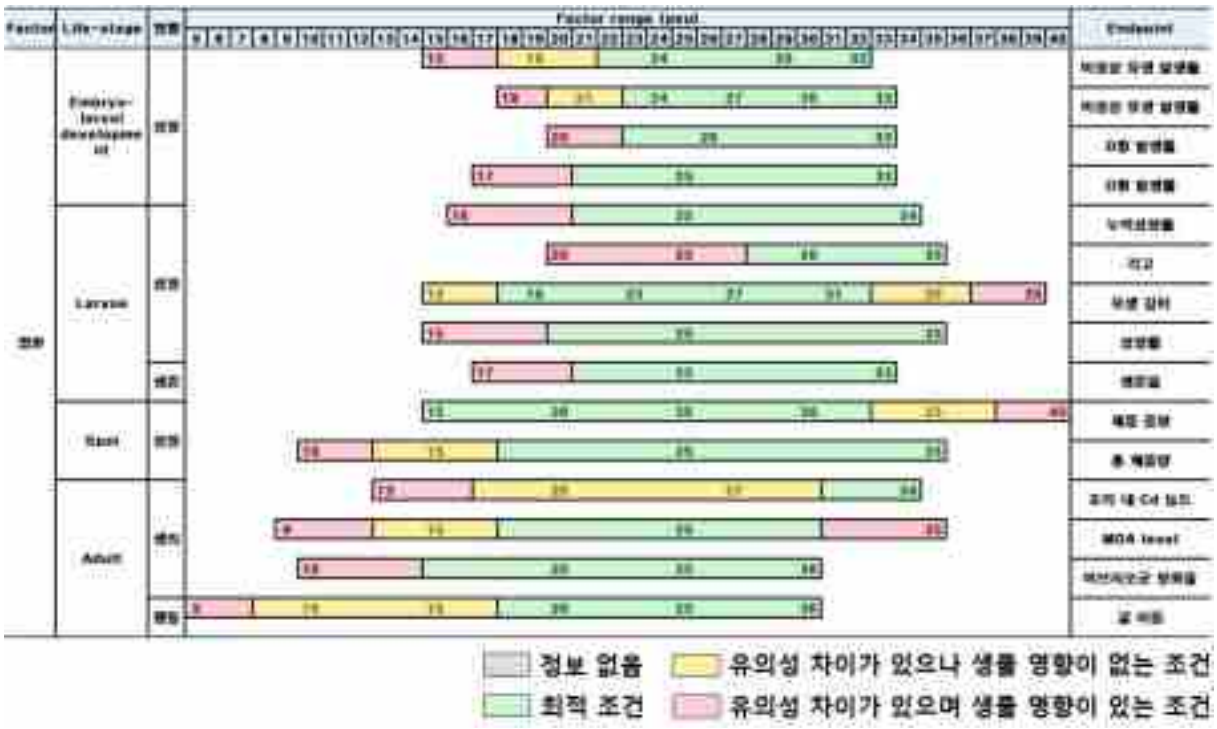
환경요인	최종측정치	시험 기간	최적 온도 조건(℃)	최적 염분 조건(psu)	저해 온도 조건(℃)	저해 염분 조건(psu)	참고문헌
수온, 염분	생존율	-	25~30	25~30	20	35, 17.5	Hofmann, E. E, 2004
수온, 염분	생존율, 성장률	14일	25	30	20, 29	16	Xu, C, 2020
수온, 염분	발생률	24시간	-	-	-	15	Moreira, A. 2018
염분	발생률	24시간	-	33	-	18	Gamain, P. 2016
수온	발생률	28시간	22 ~ 26	-	20, 30	-	Gamain, P. 2017
수온, 염분	성장률	7일	30	30	15	20	His, E. 1989
수온, 염분	발생률	24, 48시간	-	-	20	20	Moreira, A. 2018
수온, 염분	발생률	24, 40시간	-	-	30	17, 33	Han, Z. 2018
수온, 염분	생존율, 성장률	6일, 21일	-	19~27, 25	-	0, 40	Nell, J. 1988
수온	성장률	-	25	-	13	-	Abdel-Hamid, M. 1992
수온, 염분	성장률	10일	28	25	32	-	Helm, M. 1977
수온	생리/대사/생식	23일	27, 32	-	17	-	Kheder, R. B. 2010
수온, 염분	발생률, 생리/대사/생식	58일	24	25	30	15	Ko, G. W. 2014
수온, 염분	채묘율, 부착밀도	14일	29	20, 30	23	40	전창영 2012

○ 참굴 성패는 15~21℃가 최적 사육온도 구간, 치패~수정란 경우는 26~28℃로 파악됨



(그림 Ⅳ-4.1.2-1) 수온에 대한 참굴 생활사 단계별 영향 문헌조사 결과

○ 참굴 문헌 조사 결과, 크기에 관계없이 25~30psu가 최적 사육 염분 구간으로 파악됨



(그림 Ⅳ-4.1.2-2) 염분에 대한 참굴 생활사 단계별 영향 문헌조사 결과

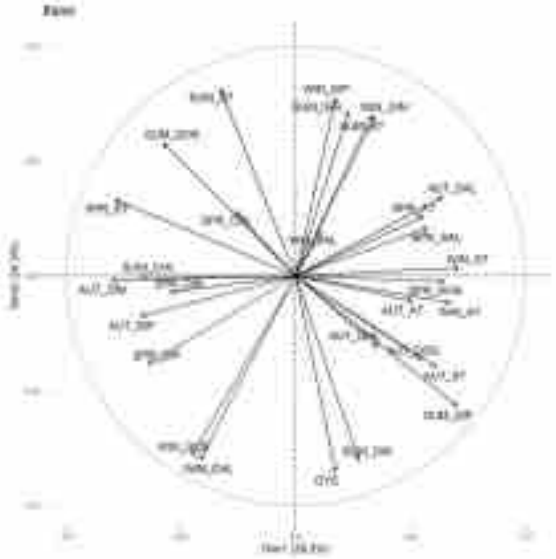
나. 자료 분석

○ 연간 굴 생산량(2011.3~2021.2)과 계절별 환경요인을 주성분 분석한 결과는 아래와 같음

- 봄철 산소포화도, DIN, DIP, 여름철에는 DIN, DIP, 클로로필-*a*, 가을철에는 기온, 수온, 산소포화도, DIN, DIP, 클로로필-*a*, 겨울철에는 기온, 수온, 산소포화도, 클로로필-*a*가 굴 생산량과 양(+)의 상관관계를 보였고, 봄철에는 기온, 수온, 염분, 클로로필-*a*, 여름철에는 기온, 수온, 염분, 산소포화도, 가을철에는 염분, 겨울철에는 DIN과 DIP가 굴 생산량과 음(-)의 상관관계를 보임

<표 Ⅳ-4.1.2-3> 참굴에 대한 주성분 분석 항목 및 결과

변 수	분석항목	기 간	변 수	분석항목	기 간
Oyster 연간 굴 생산량 2011.3~2021.2					
SPR_AT*	봄철 평균 기온	2011~2020년 5월	AUT_AT*	가을철 평균 기온	2011~2020년 11월
SPR_ST	봄철 평균 수온		AUT_ST	가을철 평균 수온	
SPR_SAL	봄철 평균 염분		AUT_SAL	가을철 평균 염분	
SPR_DOS	봄철 평균 DO포화도		AUT_DOS	가을철 평균 DO포화도	
SPR_DIN	봄철 평균 DIN		AUT_DIN	가을철 평균 DIN	
SPR_DIP	봄철 평균 DIP		AUT_DIP	가을철 평균 DIP	
SPR_CHL	봄철 평균 클로로필-*a*		AUT_CHL	가을철 평균 클로로필-*a*	
SUM_AT*	여름철 평균 기온	2011~2020년 8월	WIN_AT*	겨울철 평균 기온	2011~2020년 굴 (익년 2월)
SUM_ST	여름철 평균 수온		WIN_ST	겨울철 평균 수온	
SUM_SAL	여름철 평균 염분		WIN_SAL	겨울철 평균 염분	
SUM_DOS	여름철 평균 DO포화도		WIN_DOS	겨울철 평균 DO포화도	
SUM_DIN	여름철 평균 DIN		WIN_DIN	겨울철 평균 DIN	
SUM_DIP	여름철 평균 DIP		WIN_DIP	겨울철 평균 DIP	
SUM_CHL	여름철 평균 클로로필-*a*		WIN_CHL	겨울철 평균 클로로필-*a*	



※ * : 표층.
※ 기온 : 연속관측 자료의 계절 평균
※ 동일 방향은 양의 상관관계, 반대 방향은 음의 상관관계가 있음.
SPR=Spring, SUM=Summer, AUT=Autumn, WIN=Winter, AT=Average Temperatures, ST=Sea Temperatures, SAL=Salinity, DOS=Dissolved Oxygen Saturation, DIN=Dissolved Inorganic Nitrogen, DIP=Dissolved Inorganic Phosphorus, CHL=Chlorophyll-*a*

○ 이러한 다양한 환경요인 중 수산생물 생산량 저하에 영향을 미치는 요인을 도출하기 위해서는 구성 인자들 간의 상호관계에 대한 명확한 분석과 규명이 필요함

- 참굴 생산량과 음의 상관관계가 있는 요소 중 여름철 수온, 염분, 기온을 요인으로 선정한 후 현장 자료를 기반한 참굴 실내 시험을 수행함

1) 수온 및 기온

○ 대상 지역(4구역)의 특징을 요약한 결과 아래와 같음

- Ⅰ권역(아차도)은 노출시간이 3시간 이상이며, Ⅱ권역(무의도)와 Ⅲ권역(영흥도)의 경우 노출시간은 약 3시간 미만 Ⅰ권역에 비해 상대적으로 짧음

- 모든 권역에서 폭염(33℃이상)이 한파(-13℃이하)보다 출현빈도가 높고, 지속 일수도 높았으며, 특히 Ⅰ권역(아차도)이 폭염 온도, 출현빈도 및 지속 일수가 권역 중 가장 높음

○ 2020과 2021년 6~8월 참굴 현장실험 내 최고수온은 28~29℃ 범위를 나타내고 있으며, 노출시 기온은 40℃를 넘는 있는 것으로 파악되어, 이러한 노출시 기온은 대상 생물에게 큰 영향을 줄 것으로 판단됨

○ 환경요인 중 수온의 단일영향 시험 범위는 현장 자료를 기반하여 최저, 최고 수온 범위 및 문헌 조사 시 악영향을 보인 범위를 포함하여 15℃부터 5℃ 간격으로 35℃까지 5개 시험 구간을 설정함

○ 기온의 노출 범위는 관련된 문헌은 없으며, 현장 자료를 기반으로 여름철 최고수온을 초과한 기온 30℃부터 시작하여 현장 최고기온과 근접한 45℃까지 5℃ 간격으로 4개 시험 구간을 설정함

2) 염분

○ 인천 연안어장 내 염분은 6월에 비해 추계인 9월에 상대적으로 낮은 것으로 조사되었으며, 이러한 결과는 6월 말부터 시작되어 8월 중순까지 계속된 기록적인 장마와 함께 8월 중순부터 9월까지 한반도에 영향을 준 4개의 태풍 영향으로 인하여 육상으로부터 많은 담수가 유입된 결과로 판단됨

○ 9월 중 낮아진 염분은 참굴의 생존율에 영향을 있을 것으로 판단이 되며 관측 값이 없는 7, 8월에도 주기적으로 낮은 염분에 노출되었을 것으로 판단됨

○ 환경요인 중 염분의 단일 노출 시험 범위는 현장 자료를 기반하여 최저, 최고 염분 범위 및 문헌 조사 시 악영향을 보인 저염, 고염 범위를 포함하여 15psu부터 5psu 간격으로 35psu까지 5개 시험 구간을 설정함

<표 Ⅳ-4.1.2-4> 참굴 대상 현장실험에서 관측된 노출 온도 및 수온 결과

년	월	지점	노출 시간 (h)	비노출 시간 (h)	노출 온도(℃)			수온(℃)		
					평균	최고	최저	평균	최고	최저
2020	6	Ⅰ권역(아차도)	3.5	8.5	23.0	45.8	14.7	20.3	28.2	17.0
		Ⅱ권역(무의도)	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ⅲ권역(영흥도)	1.8	10.2	20.5	38.1	14.1	18.8	27.9	14.2
		Ⅳ권역(자월도)	2.7	9.3	19.8	37.6	13.9	17.1	23.2	14.5
	7	Ⅰ권역(아차도)	3.4	8.7	24.5	45.8	18.4	22.9	28.7	20.2
		Ⅱ권역(무의도)	1.2	10.8	22.8	36.4	18.3	21.9	28.4	18.9
		Ⅲ권역(영흥도)	1.6	10.4	23.0	37.6	17.5	21.9	28.3	18.1
		Ⅳ권역(자월도)	2.5	9.5	22.6	44.2	17.0	20.3	27.5	18.3
	8	Ⅰ권역(아차도)	3.3	8.8	26.0	39.7	20.6	23.6	27.4	20.7
		Ⅱ권역(무의도)	1.3	10.7	26.5	39.8	21.7	24.3	28.9	22.0
		Ⅲ권역(영흥도)	1.6	10.4	26.6	43.3	21.7	24.2	28.9	21.7
		Ⅳ권역(자월도)	2.4	9.6	26.0	46.2	20.9	23.3	28.7	21.1
2021	6	Ⅰ권역(아차도)	3.5	8.5	22.2	44.5	15.1	19.4	26.8	15.6
		Ⅱ권역(무의도)	1.2	10.8	19.7	38.7	14.7	18.1	26.2	14.8
		Ⅲ권역(영흥도)	1.6	10.4	19.8	36.6	14.8	17.9	27.8	15.1
		Ⅳ권역(자월도)	2.7	9.3	19.7	39.9	13.7	16.3	27.9	13.7
	7	Ⅰ권역(아차도)	3.4	8.6	28.0	44.9	19.8	24.7	29.0	21.4
		Ⅱ권역(무의도)	1.1	10.9	25.6	47.6	20.0	23.0	28.9	19.5
		Ⅲ권역(영흥도)	1.6	10.4	25.3	42.4	18.5	22.6	28.6	19.6
		Ⅳ권역(자월도)	2.5	9.5	25.5	43.9	17.8	20.8	28.9	18.0
	8	Ⅰ권역(아차도)	3.2	8.8	27.3	41.9	19.6	26.6	28.9	21.0
		Ⅱ권역(무의도)	1.2	10.8	25.8	37.8	21.3	25.6	29.0	22.9
		Ⅲ권역(영흥도)	1.6	10.4	26.1	40.2	21.1	25.6	28.8	21.2
		Ⅳ권역(자월도)	2.4	9.6	26.1	40.9	20.9	24.3	28.9	22.3

<표 Ⅳ-4.1.2-5> 인천 연안어장 실태조사 현장 조사에서 관측된 염분

구 분		6월	9월	12월
표층	최소	27.5	21.0	26.6
	최대	30.3	29.4	30.2
	평균	29.4	26.5	29.1
저층	최소	27.8	21.1	26.6
	최대	30.2	29.4	30.3
	평균	29.5	26.6	29.2
전체	최소	27.5	21.0	26.6
	최대	30.3	29.4	30.3
	평균	29.5	26.5	29.1

4.1.3 시험계획

○ 인천 연안어장 해역 내 서식하는 참굴에 대한 환경요인(수온, 염분)의 내성 범위를 파악하기 위한 목적으로 단일시험을 수행함

가. 참굴 수온·염분 단일시험 시험조건

○ 연간 굴 생산량(2011.3~2021.2)과 계절별 환경요인을 주성분 분석한 결과, 굴 생산량에 영향을 주는 요소는 여름철 수온, 기온으로 파악됨

○ 참굴 서식지의 수온·염분 등 주요 환경요인 정보 파악

○ 폐사가 주로 발생하는 여름철 환경요인에 대한 현장 수온 및 해양환경측정망 염분 범위와 문헌조사 결과를 확인하여 수온, 염분 시험조건을 설정함

○ 시험생물 공급

- 인천 옹진군 영흥면에 있는 내리 어촌계를 통해 공급받음
- 크기는 각고 7cm 이하를 채취하여 수온을 유지하며 실험실로 운반
- 채취는 2021년 7월과 10월에 채취하여 약 30일 순치 후 시험 수행함
- 순치 중 수온은 여름철 평균 수온 자료를 기반으로 21±1℃ 범위, 염분은 현장 자료를 기반으로 28±1psu 범위로 순치함



(그림 Ⅳ-4.1.3-1) 실내시험을 위한 참굴 채취 장소

나. 환경요인(수온, 염분)에 대한 참굴 단일·복합영향 시험

○ 대기 노출이 없이 해수에 잠겨있는 상태에서 수온과 염분 조건에 따른 시험생물 생존 범위 파악

- 시험 개체: 인천 연안어장 내 서식하는 참굴(각고 7.0cm 이하)
- 시험 해수: 서식환경 내 해수를 여과하여 배양 및 시험수 사용
- 순치 과정: 시험 대상 생물은 시험 해수로 3~4주간 순치
- 시험 기간: 30일(수온·염분 단일영향 시험), 40일(수온·염분 복합영향 시험)
- 먹이 공급: 규조류-*Thalossiosira pseudonana*, *Thalossiosira weissflogii*, *Cheatoceros gracilis*, 녹조류- *Tetraselmis* sp., *Tetraselmis suecica* 등
- 생존/사망에 대한 판단 기준: 패각을 벌리고 있는 개체 가운데 인위적인 자극을 가하여 반응이 없는 개체를 사망 개체로 판단함(신윤경 등, 2016)
- 환경요인 중 수온 단일 노출 범위는 현장 자료를 기반하여 최저, 최고 수온 범위 및 문헌 조사 시 악영향을 보인 고온 범위를 포함하여 15℃부터 5℃ 간격으로 35℃까지 5개 시험 구간을 설정함
- 환경요인 중 염분 단일 노출 범위는 현장 자료를 기반하여 최저, 최고 염분 범위 및 문헌 조사 시 악영향을 보인 저염, 고염 범위를 포함하여 15psu부터 5psu 간격으로 35psu까지 5개 시험 구간을 설정함

<표 Ⅳ-4.1.3-1> 참굴의 수온·염분 내성 범위 파악을 위한 시험조건

구분	단일 영향시험		복합 영향시험	
	수온	염분	수온	염분
노출 범위	15~35℃	15~35psu	26, 27, 28, 29℃	25, 28psu
시험 구배	5구간	5구간	수온 4구간 X 염분 2구간	
시험생물	참굴 치패- 각고 7.0cm 이하 개체			
시험 기간	30일		40일	
최종측정치	생존율, 비만도		생존율	
시험방법	자체시험법(SOP)에 의거하여 실시			

- 복합영향 시험의 수온 노출 범위는 단일 영향시험을 기반으로 영향이 없는 구간 중 최고 수온 25℃, 악영향을 보인 최저 수온 30℃를 기준으로 1℃ 간격으로 26, 27, 28, 29℃까지 4개 범위로 시험조건을 설정함
- 복합영향 시험의 염분은 6월, 9월 평균 염분인 28psu, 단일 시험에서 최적 염분으로 선정된 25psu 2구간을 설정하여 시험 수행

다. 기온-대기 노출시간에 대한 참굴 복합영향 시험

○ 조수간만의 차에 의해 시험생물이 대기에 노출될 경우를 가정하여 기온과 대기 노출시간 조건에 따른 생존 범위 파악

- 시험 개체: 인천 연안어장 내 서식하는 참굴(각고 7.0cm 이하)
- 시험 해수: 서식환경 내 해수를 여과하여 배양 및 시험수 사용
- 순치 과정: 시험 대상 생물은 시험 해수로 3~4주간 순치
- 시험 기간: 7일
- 먹이 공급: 규조류-*Thalossiosira pseudonana*, *Thalossiosira weissflogii*, *Cheatoceros gracilis*, 녹조류- *Tetraselmis* sp., *Tetraselmis suecica* 등
- 생존/사망에 대한 판단 기준: 패각을 벌리고 있는 개체 가운데 인위적인 자극을 가하여 반응이 없는 개체를 사망 개체로 판단함(신윤경 등, 2016)
- 기온 노출 범위는 관련된 문헌은 없으며, 현장 자료를 기반으로 여름철 최고 수온을 초과한 기온 30℃부터 시작하여 현장 최고 기온과 근접한 45℃까지 5℃ 간격으로 4개의 시험 구간을 설정함
- 기온 노출 시간은 현장 자료를 기반으로 최단 노출시간, 최장 노출 시간을 포함하여 2시간, 4시간, 6시간으로 3구간으로 설정하여 수행함

<표 Ⅳ-4.1.3-2> 참굴의 대기 노출 온도, 노출 시간 내성 범위 파악을 위한 시험조건

구분	노출 기온 X 노출 시간	
	대기 노출 온도	노출 시간
노출 범위	30, 35, 40, 45℃	1일 2, 4, 6시간
시험 구배	대기 노출 온도 4구간 X 노출 시간 3구간	
시험생물	참굴 치패- 각고 7.0cm 이하 개체	
시험 기간	7일	
최종측정치	생존율	
시험방법	자체시험법(SOP)에 의거하여 실시	

4.2 시험 결과

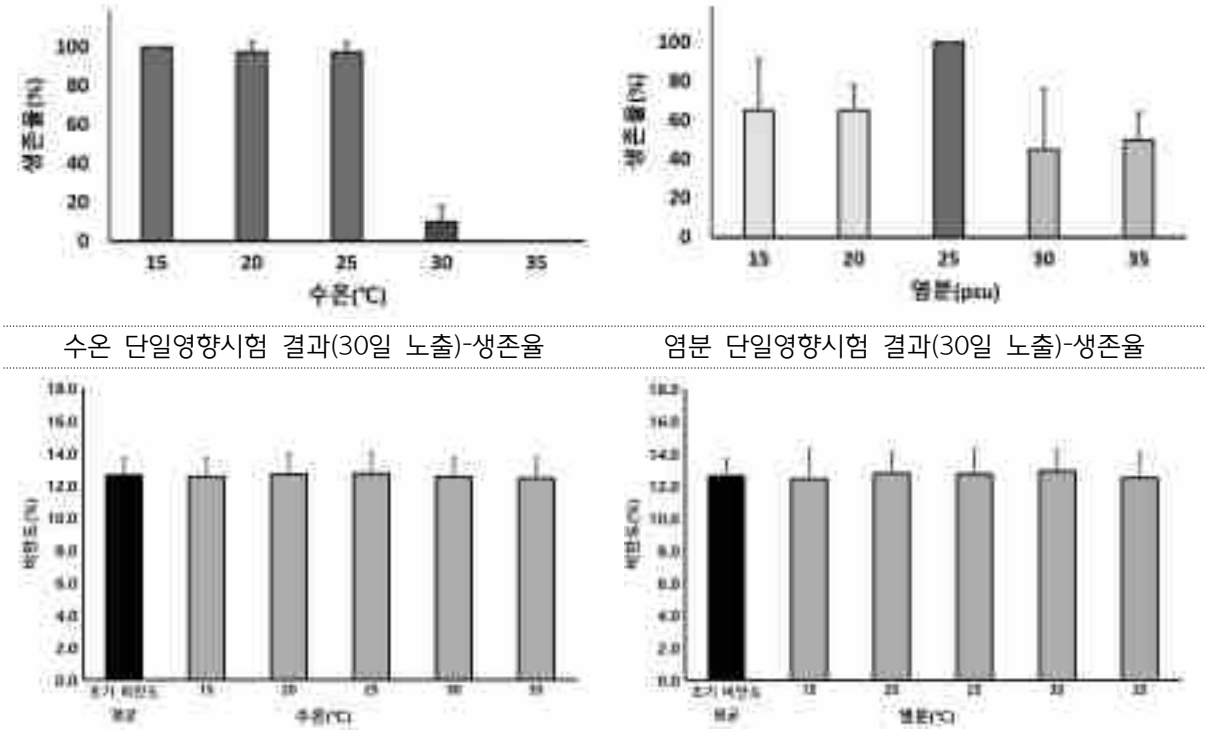
4.2.1 환경요인(수온, 염분)에 대한 참굴 단일 및 복합영향 시험

가. 수온 단일영향 시험

- 수온 25℃ 이하 구간에서는 생존율이 95% 이상이었으며 30℃ 이상에서는 생존율이 급격히 낮아져 10%, 35℃에서는 모든 개체가 사망함
- 30℃ 이상 구간에서는 5일 경과 후 상태가 나빠졌으며 초기에는 반복구간의 편차가 있었으나 시간이 지남에 따라 편차가 줄어듬
- 이는 수온이 30℃ 이상으로 지속해서 유지될 경우 시험생물이 생존하기 어려운 환경이 될 것으로 판단됨
- 시험 결과, 15~25℃ 구간이 생존 최적수온 구간으로 판단되며, 문헌조사 시 참굴 성체의 최적수온(15~21℃) 범위와 유사한 범위를 나타냄
- 하계 현장 최고 수온은 28.6℃로 측정되어 25~30℃ 구간에 대한 실험을 진행하여 기온-대기 노출시간 복합영향 시험 시 필요한 시험조건을 설정함
- 시험 전·후 시험생물 비만도는 유의적인 차이가 없는 것으로 파악됨($p>0.05$)

나. 염분 단일영향 시험

- 염분 25psu 범위에서 시험생물 생존율이 가장 높았으며 25psu를 기준으로 낮은 염분보다 높은 염분에서 생존율이 더 낮은 것을 확인함
- 시험 결과, 염분 최적구간은 25psu였으며, 문헌조사 시 참굴 최적염분 조건(25~30psu)과 유사한 결과를 나타냄
- 시험생물을 순치했던 염분 28psu에서는 사망 개체가 없었으므로 30psu 인근에서 참굴 생존에 영향을 주는 구간이 있을 것으로 판단됨
- 20psu 이하 시험 구간에서도 30psu 이상의 시험 결과와 유사한 생존결과가 확인되었지만, 30psu보다 생존율에 대한 악영향은 적은 것으로 판단됨
- 다만 염분의 경우, 노출 초기(1~5일)에 사망한 후, 시험 종료 시까지 사망 개체가 거의 없는 것으로 보아 노출 5일 이후부터는 시험생물이 염분 조건에 적응한 것으로 보임
- 복합영향 시험 조건은 최적 염분 구간으로 선정된 25psu와 순치 시 적용한 28psu로 구분하여 시험을 수행함
- 시험 전·후 시험생물 비만도는 유의적인 차이가 없는 것으로 파악됨($p>0.05$)



수온 단일영향시험 결과(30일 노출)-생존율 염분 단일영향시험 결과(30일 노출)-생존율

수온 단일영향시험 결과-비만도 염분 단일영향시험 결과-비만도

(그림 Ⅳ-4.2.1-1) 수온, 염분 단일 영향시험 결과

<표 Ⅳ-4.2.1-1> 참굴 수온 단일영향 파악을 위한 30일 연속시험 결과

요인	반복구	생존 개체(마리)							생존율
수온(℃)		0day	1day	5day	10day	15day	20day	30day	평균(%)
15	1	10	10	10	10	10	10	10	100
	2	10	10	10	10	10	10	10	
	3	10	10	10	10	10	10	10	
	4	10	10	10	10	10	10	10	
20	1	10	10	10	10	10	10	10	97.5
	2	10	10	10	10	10	10	10	
	3	10	10	10	10	9	9	9	
	4	10	10	10	10	10	10	10	
25	1	10	10	10	10	10	10	10	97.5
	2	10	10	10	10	10	10	10	
	3	10	10	10	10	10	10	10	
	4	10	10	10	10	9	9	9	
30	1	10	10	10	8	5	5	1	10
	2	10	10	9	8	4	4	1	
	3	10	9	9	3	2	2	0	
	4	10	9	7	5	2	2	2	
35	1	10	6	0	0	0	0	0	0.0
	2	10	2	0	0	0	0	0	
	3	10	5	0	0	0	0	0	
	4	10	7	0	0	0	0	0	

<표 Ⅳ-4.2.1-2> 참굴 염분 단일영향 파악을 위한 30일 연속시험 결과

요인	반복구	생존 개체(마리)							생존율
염분(psu)		0day	1day	5day	10day	15day	20day	30day	평균(%)
15	1	10	10	10	10	10	10	10	65
	2	10	9	8	8	8	8	7	
	3	10	8	6	6	6	6	5	
	4	10	9	6	5	5	5	4	
20	1	10	9	7	7	7	7	6	65
	2	10	9	8	8	8	8	8	
	3	10	10	9	9	9	9	7	
	4	10	9	8	6	5	5	5	
25	1	10	10	10	10	10	10	10	100
	2	10	10	10	10	10	10	10	
	3	10	10	10	10	10	10	10	
	4	10	10	10	10	10	10	10	
30	1	10	10	6	5	5	5	5	45
	2	10	7	1	1	0	0	0	
	3	10	8	7	7	7	7	6	
	4	10	9	8	7	7	7	7	
35	1	10	8	6	5	5	5	5	50
	2	10	9	7	7	7	7	7	
	3	10	8	5	4	4	4	4	
	4	10	10	5	5	5	5	4	

다. 수온·염분 복합영향 시험

○ 단일영향 시험 결과를 토대로 최적수온 구간 중 최고수온인 25℃, 악영향을 보였던 수온 구간 중 가장 낮았던 30℃ 사이에 수온 구간을 1℃ 간격으로 구분하여 시험을 진행함

○ 시험 결과, 26℃에서는 시험생물 생존율에 영향이 없었지만 27℃에서부터 생존율이 낮아지며, 26℃에서 염분 차이에 의한 생존율 차이는 없음

○ 수온 27℃에서는 30일 전후, 28℃에서는 20일 전후, 29℃에서는 15일 전후로 시험생물 생존율이 감소한 것으로 확인되며, 단일시험 결과인 30℃에서 10일 전후로 생존율이 감소한 결과를 포함하면 수온 1℃ 상승에 따라 시험생물 생존율에 많은 영향을 미치는 것으로 판단됨

○ 동일한 수온 구간에서 25psu보다 28psu에서 생존율이 낮아지는 것을 확인하여 염분이 수온 내성에 영향을 미치는 것으로 판단되지만, 염분 차이에 대해 40일 노출 결과를 ANOVA 분석한 결과 유의미한 차이는 보이지 않아($p>0.05$) 염분 차이로 인해 생존율이 감소하였다고 판단하기에는 어려움

○ 염분 조건 생존율을 동일 수온 대상으로 유의확률을 계산한 결과, 참굴 생존율에 영향을 끼치는 요인은 수온으로 판단되며, 계절별 환경요인을 주성분 분석한 결과와 유사한 결과로 여름철 수온이 생산량에 영향을 주는 것으로 확인됨

<표 Ⅳ-4.2.1-3> 염분 조건 생존율을 동일 수온 대상으로 유의확률을 계산한 결과

조건		유의확률(p)(기준: 수온)	유의확률(p)(기준: 염분)
수온(℃)	염분(psu)		
26(A)	25(E)	-	1.000 (E-F 비교)
	28(F)		
27(B)	25(G)	0.001 (A-B 비교)	0.942 (G-H 비교)
	28(H)		
28(C)	25(I)	0.000 (A-C 비교)	0.988 (I-J 비교)
	28(J)		
29(D)	25(K)	0.000 (A-D 비교)	0.840 (K-L 비교)
	28(L)		

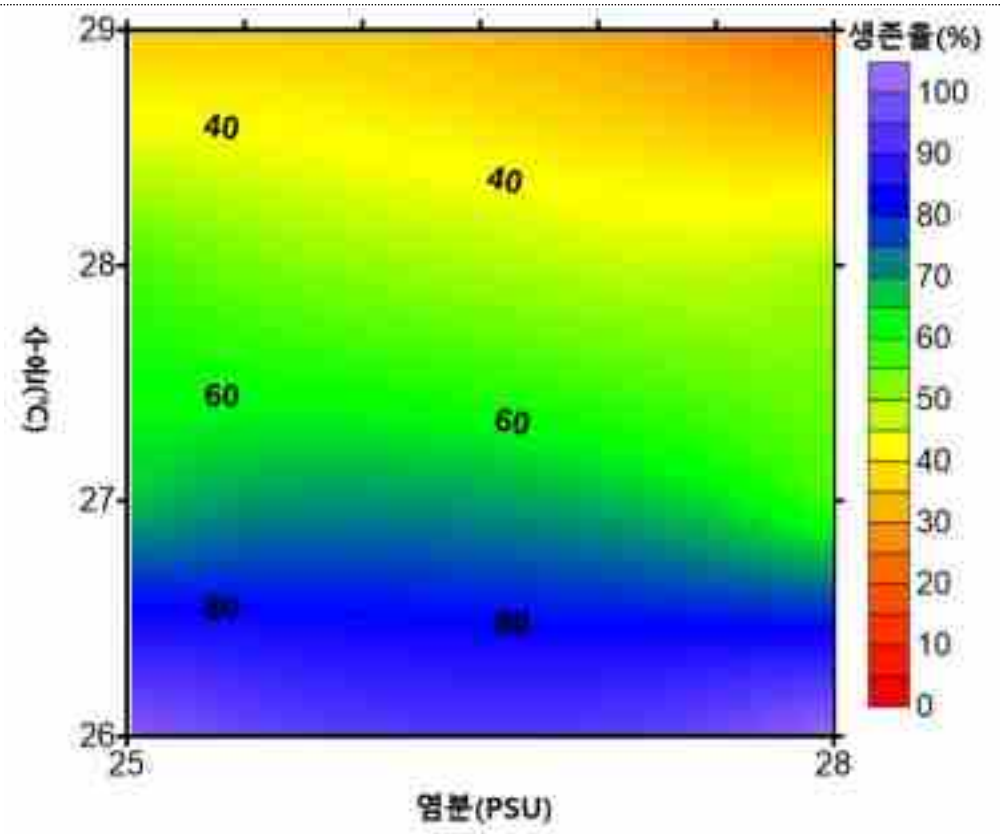
<표 Ⅳ-4.2.1-4> 참굴 수온 및 염분 단일영향 파악을 위한 비만도 측정 결과

조건		반복	개체별 비만도(%)											유의 확률
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균(%)	
시험전		1	13.5	12.3	13.7	12.2	13.4	13.5	12.3	11.7	11.3	14.0	12.6	-
		2	13.4	12.4	12.6	13.8	11.5	11.4	12.4	12.6	11.3	13.0		
		3	12.4	13.4	13.7	13.4	14.6	11.7	11.6	11.2	11.8	14.7		
		4	13.3	10.2	11.2	12.4	12.9	13.0	11.6	12.3	14.1	13.7		
		5	14.2	11.4	13.4	12.1	11.5	11.8	11.7	11.8	13.5	13.3		
수온	15℃	1	14.0	13.5	12.6	12.5	13.6	11.9	13.4	11.6	12.4	10.2	12.5	1.000
		2	11.4	10.5	13.2	13.4	12.5	10.9	13.2	11.2	10.2	13.9		
		3	13.8	10.8	11.8	13.7	11.2	13.2	14.7	14.9	12.0	14.1		
		4	10.1	13.1	12.7	13.6	10.4	11.3	12.3	13.9	14.1	14.0		
	20℃	1	12.3	10.9	12.6	13.3	14.8	12.1	13.2	13.3	11.4	14.8	12.7	1.000
		2	13.2	13.3	13.7	13.6	10.4	13.2	12.3	14.9	12.5	10.7		
		3	12.8	14.9	10.1	14.1	11.5	14.5	14.8	14.2	12.9	12.7		
		4	10.4	14.0	14.4	10.7	13.1	10.7	10.4	10.4	10.6	12.9		
	25℃	1	11.9	12.5	10.8	13.8	12.5	11.0	13.2	14.2	14.7	13.0	12.7	1.000
		2	13.5	13.9	10.6	11.5	13.5	13.3	12.1	13.5	11.5	11.0		
		3	12.2	10.7	13.0	12.6	12.1	12.0	14.6	10.5	14.3	13.3		
		4	14.6	13.6	14.0	11.0	12.5	11.8	11.8	13.7	13.9	13.5		
	30℃	1	13.0	12.1	11.5	11.1	12.9	11.7	14.1	12.9	12.9	10.1	12.5	1.000
		2	12.7	10.7	11.4	14.3	12.7	14.6	10.5	13.7	12.1	11.6		
		3	13.1	12.7	12.4	14.7	14.1	12.8	13.7	10.6	13.3	11.1		
		4	12.5	10.3	14.2	10.3	14.9	10.7	13.3	11.4	14.3	14.2		
	35℃	1	11.4	11.6	12.9	10.5	10.6	13.2	10.9	11.1	14.1	13.6	12.4	0.985
		2	12.7	12.5	13.8	11.1	14.3	14.0	10.1	13.7	10.6	11.6		
		3	14.1	13.5	14.8	10.3	11.9	14.7	14.4	10.1	13.9	10.3		
		4	11.2	10.1	11.5	10.6	12.6	14.6	14.7	14.2	10.6	14.0		
염분	15psu	1	10.1	11.4	14.6	11.2	15.0	13.3	14.1	10.4	12.2	10.9	12.4	0.987
		2	14.8	10.0	11.2	13.7	10.2	10.5	14.4	14.7	11.0	11.6		
		3	11.3	12.8	11.8	12.8	11.9	14.4	14.8	12.7	13.4	10.4		
		4	11.8	12.8	13.8	12.8	10.5	12.8	12.3	11.8	13.5	13.3		
	20psu	1	10.6	13.7	13.5	10.9	12.5	13.4	12.9	14.7	14.1	12.8	12.8	0.988
		2	13.9	14.0	13.8	10.6	13.0	13.3	12.5	14.1	11.2	13.4		
		3	11.6	12.1	11.8	14.7	15.0	12.0	14.1	14.0	12.2	10.5		
		4	11.7	12.8	14.6	13.4	13.8	11.6	11.4	10.1	10.6	14.4		
	25psu	1	15.0	10.3	12.9	14.2	12.5	12.5	11.0	11.0	11.1	13.4	12.7	0.998
		2	14.4	13.1	13.1	10.2	10.4	13.9	14.0	13.3	13.0	13.8		
		3	14.4	14.5	11.4	11.1	14.1	13.2	12.7	11.6	13.5	11.5		
		4	15.0	10.2	11.7	12.1	12.4	12.6	13.6	14.7	11.1	14.5		
	30psu	1	14.8	13.1	13.4	13.4	14.0	12.4	10.6	12.9	11.7	11.4	12.9	0.840
		2	13.3	13.1	13.2	14.0	14.3	13.7	12.2	10.3	12.9	12.6		
		3	10.1	12.2	14.3	12.9	10.2	13.0	12.9	13.5	13.9	12.3		
		4	11.3	14.5	12.6	13.4	13.7	14.8	13.8	12.9	14.2	13.6		
	35psu	1	12.4	12.3	11.4	10.5	14.6	11.3	13.9	13.8	10.2	10.8	12.5	0.999
		2	12.9	12.3	12.0	12.7	12.3	11.0	13.9	13.3	11.4	12.1		
		3	13.2	11.1	12.4	14.0	14.1	14.1	13.4	12.4	13.3	14.0		
		4	11.1	10.5	10.9	14.6	13.2	13.8	12.4	12.4	13.0	10.9		

<표 Ⅳ-4.2.1-5> 참굴 수온·염분 복합영향 파악을 위한 40일 연속시험 결과

조건		반복구	생존 개체(마리)							생존율
수온 (℃)	염분 (psu)		0day	5day	10day	15day	20day	30day	40day	평균(%)
26	25	1	10	10	10	10	10	10	10	97.5
		2	10	10	10	10	10	10	9	
		3	10	10	10	10	10	10	10	
		4	10	10	10	10	10	10	10	
	28	1	10	10	10	10	10	10	10	100
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	10	10	10	10	10	10	
		4	10	10	10	10	10	10	10	
27	25	1	10	10	10	10	9	6	6	65
		2	10	10	10	10	8	8	7	
		3	10	10	10	9	9	7	5	
		4	10	10	10	10	10	9	8	
	28	1	10	10	10	9	8	8	7	55
		2	10	10	10	9	9	7	6	
		3	10	10	9	8	8	7	6	
		4	10	10	10	8	6	4	3	
28	25	1	10	10	10	10	8	6	6	55
		2	10	10	10	10	9	8	7	
		3	10	10	10	10	9	7	4	
		4	10	10	10	10	10	7	5	
	28	1	10	10	10	10	8	7	6	47.5
		2	10	10	10	7	6	3	3	
		3	10	10	10	10	9	6	5	
		4	10	10	10	10	9	7	5	
29	25	1	10	10	10	9	8	6	4	32.5
		2	10	10	10	8	7	5	5	
		3	10	10	9	8	6	3	2	
		4	10	9	9	9	8	5	2	
	28	1	10	9	9	8	6	4	1	20
		2	10	10	9	8	8	4	1	
		3	10	10	9	7	7	3	2	
		4	10	10	9	9	9	6	4	

28psu	100.0%	55.0%	47.5%	20.0%
25psu	97.5%	65.0%	55.0%	32.5%
수온	26℃	27℃	28℃	29℃



(그림 Ⅳ-4.2.1-2) 수온·염분 복합영향 시험 결과

4.2.2 기온·대기 노출시간에 대한 참굴 복합영향 시험

○ 기온·대기 노출시간에 대한 복합 영향시험 결과, 기온이 35℃일 경우 1일 6시간 동안 노출되어도 생존율에 영향이 없었으나, 40℃에서 4시간 노출될 경우 생존율이 급격히 낮아진 것을 확인함

○ 가장 생존율이 낮은 45℃에서는 시험 1일째 4시간부터 영향을 받기 시작하였으며 6시간 경과 시 개체 약 50%가 사망하였으며, 2시간 노출 시험구에서는 시험 2일째부터 생존율에 영향을 준 것으로 확인됨

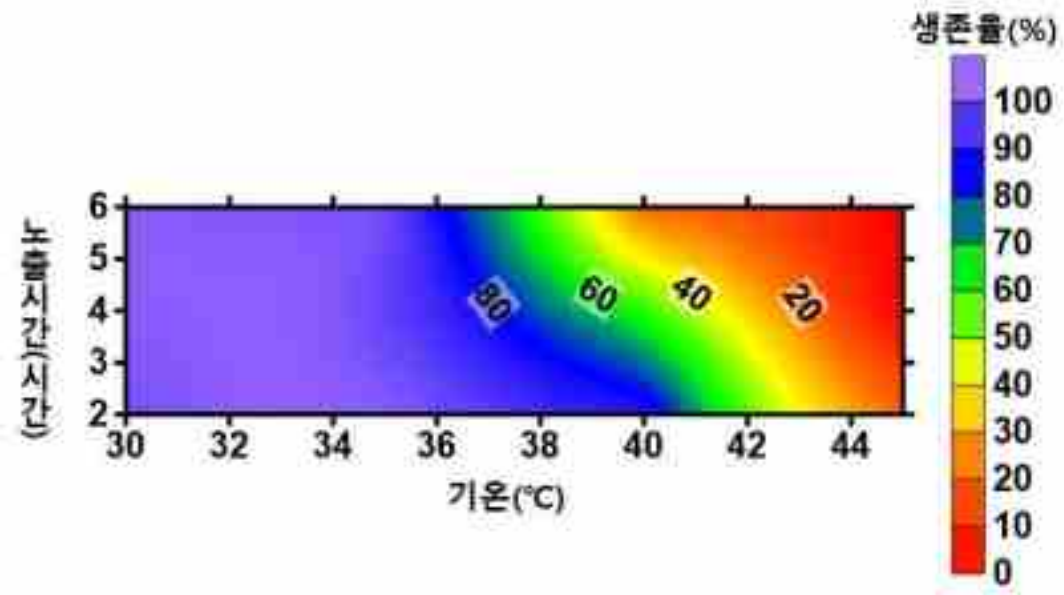
○ 40℃에서는 6시간 노출 시험구에서 시험 2일째부터 생존율에 영향을 주었으며, 4시간 노출 시험구에선 3일째부터 생존율에 악영향이 나타남

○ 시험 결과, 생존율에 영향을 끼치는 요인은 노출시 접하게 되는 기온으로 판단되며, 계절별 환경요인을 주성분 분석 결과와 유사하여 여름철 기온이 참굴 생산량에 영향을 주는 것으로 확인됨

- 참굴 현장실험 대상지역 내 설치한 수온·기온 측정 값 중 하계에 40℃ 이상의 기온이 관측되며 노출시간 또한 이 관찰로 기록되었으며, 권역별 노출 시간은 1.5에서 3.6시간을 나타냄

- 참굴 실내 시험과 현장 수온, 기온 및 대기 노출시간을 파악한 결과, 참굴 생존에 영향을 미치는 요인은 여름철 노출에 따른 기온이라 판단됨

6hr/d	97.5%	95.0%	20.0%	0.0%
4hr/d	97.5%	92.5%	57.5%	0.0%
2hr/d	95.0%	97.5%	85.0%	20.0%
기온	30℃	35℃	40℃	45℃



(그림 Ⅳ-4.2.2-1) 기온·대기 노출시간에 대한 복합영향 시험 결과

<표 Ⅳ-4.2.2-1> 참굴 기온·대기 노출시간 복합영향 파악을 위한 7일 연속시험 결과

조건		반복구	생존 개체(마리)							생존율
기온 (℃)	대기 노출 시간(시간)		1day	2day	3day	4day	5day	6day	7day	평균 (%)
30	2	1	10	10	10	9	9	9	9	95.0
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	10	10	10	10	10	10	
		4	10	10	10	10	9	9	9	
	4	1	10	10	10	10	10	10	10	97.5
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	10	10	10	10	10	10	
		4	10	10	9	9	9	9	9	
	6	1	10	10	10	10	10	10	10	97.5
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	10	10	10	10	10	10	
		4	10	10	9	9	9	9	9	
35	2	1	10	10	10	10	10	10	10	97.5
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	9	9	9	9	9	9	
		4	10	10	10	10	10	10	10	
	4	1	10	10	10	10	9	9	9	92.5
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	9	9	9	9	9	9	
		4	10	9	9	9	9	9	9	
	6	1	10	10	10	10	10	9	9	95.0
		2	10	10	10	10	10	10	10	
		3	10	10	10	9	9	9	9	
		4	10	10	10	10	10	10	10	
40	2	1	10	10	10	9	9	9	9	85.0
		2	10	10	10	10	10	9	8	
		3	10	10	10	10	9	9	9	
		4	10	10	10	10	10	9	8	
	4	1	10	10	10	10	10	8	7	57.5
		2	10	10	8	8	7	6	5	
		3	10	10	10	9	7	7	6	
		4	10	8	8	8	7	6	5	
	6	1	10	7	6	3	3	3	1	20.0
		2	10	9	9	8	7	4	2	
		3	10	9	9	7	5	4	4	
		4	10	8	8	6	4	2	1	
45	2	1	10	10	9	7	5	3	2	20.0
		2	10	9	9	7	4	2	2	
		3	10	10	10	9	6	5	3	
		4	10	8	6	3	3	3	1	
	4	1	9	6	2	0	0	0	0	0.0
		2	8	5	4	3	1	0	0	
		3	8	5	3	2	1	0	0	
		4	6	1	1	0	0	0	0	
	6	1	6	5	3	1	0	0	0	0.0
		2	4	2	2	1	0	0	0	
		3	5	5	4	1	1	0	0	
		4	3	0	0	0	0	0	0	

5. 생산량 저하 해양환경 요인 분석

5.1 개요 및 방법

5.1.1 개요

○ 인천 연안어장의 주요 수산생물인 참굴과 바지락은 높은 상업적인 가치와 생태적 이점(수질 개선, 생물 다양성 확보 등)을 제공함

○ 그러나 기후 변화, 오염 부하량 및 과도한 어획 등으로 인해 참굴과 바지락의 생산량이 급감되고, 집단 폐사를 일으키며, 결국에는 어민들의 소득 감소로 이어짐

○ 이매패류의 성장에 영향을 미치는 주요 환경 요인으로 수온, 먹이생물 및 이식으로 알려져 있음(Kim, 1995, Brown et al., 1988; 박 등, 2013).

○ 해양생태계를 파악하기 위해서는 먹이 사슬로 이어지는 구성 인자 간 상호관계에 대한 명확한 분석과 규명이 필요하며, 이를 위해 주성분 분석(PCA)과 베이지안 네트워크 분석(Bayesian Network)을 활용함

- 주성분 분석은 차원 축소 기법 중 하나로 자료의 변동을 최대한 보존하는 축(주성분)을 찾아 투영하는 방법으로 수행됨
- 주성분은 자료의 분산을 잘 표현하는 성분으로 분산이 가장 큰 방향부터 첫 번째 주성분, 두 번째 주성분 등으로 정의됨
- 동일 주성분에 투영된 정도가 유사할수록 관련이 있는 요소로 구분되며, 본 연구에서는 이 특성을 이용하여 각 환경인자와 참굴과 바지락 생산량과의 인과관계가 성립되는지 판단함
- 복잡한 생태계 모형을 분석하는데 있어 모수에 대한 사전정보와 자료의 정보를 모두 이용하는 베이지안(Bayesian) 기법의 활용이 증가하는 추세임
- 기존의 통계 기법에 비해 불확실성과 복잡성을 고려할 수 있도록 구성되어 생태계 모형에서 다양하고 불완전한 정보를 수용할 수 있고 결과물을 직관적인 그래프 형태로 제공하여 다양한 이해관계자 간 의사소통 및 관리 기관의 과학적 정보에 입각한 의사 결정에 도움이 됨
- 호주, 미국, 유럽 등에서는 베이지안 네트워크(Bayesian network) 분석을 통해 지역적 특성 및 시간적 변동성을 고려한 해양생태계의 위험도 분석 및 평가가 보편화 되었으나(Barton et al., 2008; McDonald et al., 2016; Meagan et al., 2017; John et al., 2019) 국내에서는 이에 대한 연구가 미진한 실정임

○ 본 연구에서는 수산생물 생산량과 환경인자 간의 관계 규명을 위해 주요 수산생물 생산량 및 환경요인에 대한 공공기관 자료를 수집하고, 수집된 자료를 통해 다양한 환경 인자(기온, 수온, 염분, 용존산소, 클로로필a, 용존무기질소(DIN), 용존무기인(DIP) 등)에 대한 기초 분석(시계열)을 수행함

- 수산생물 생산량과 환경인자 간의 관계 규명을 위해 다차원 데이터의 차원 축소를 통해 변수들 간의 상관관계를 알 수 있는 주성분 분석(PCA)을 수행하였으며, 환경 인자와 수산생물 생산량 관계를 베이지안 네트워크 모형(Bayesian Network Structure)으로 제시하여 반복적인 학습과 검증을 통해 생산량 저하에 영향을 미치는 환경 인자를 도출하고자 함

5.1.2 분석방법

가. 자료수집

○ 본 연구에 사용된 연속관측 자료는 기상청의 지상(ASOS·AWS: 기온, 강수량) 및 해양(해양기상부이·파고부이: 수온) 관측 자료와 국립해양조사원의 해양관측자료(수온, 염분)를 이용하였고, 계절 자료는 해양환경측정망 21개 정점, 어장환경 모니터링 4개 정점, 기상청 자동관측망 13개 정점을 대상으로 각각 분석을 수행함

- 분석에 활용된 자료의 관측현황 및 분석요소별 자료현황을 표와 그림으로 제시함

○ 참굴 및 바지락 생산량은 인천시 패류 생산량 자료를 활용하였으며, 연간 생산량 산출은 바지락의 경우 하계와 추계에 수확이 집중되기 때문에 전년도 12월부터 당해년도 11월까지 월 생산량의 합, 참굴은 주로 가을과 겨울에 생산량이 집중되어 당해년도 3월부터 익년도 2월까지 월 생산량의 합으로 설정함

○ 연속관측 자료(기온, 강수량, 수온, 염분)는 시간간격 관측 자료를 일, 월 평균 자료로 산출한 뒤, 계절별(동계: 12~2월, 춘계: 3~5월, 하계: 6~8월, 추계: 9~11월)로 평균값을 산출하고 이를 분석에 사용함

○ 계절 자료는 일 간격의 어장환경 모니터링 및 해양환경 측정망 자료 중 표층 자료를 사용함

- 해양환경측정망의 경우 조사 시기가 2, 4, 6, 8, 10, 12월로 2개월 간격, 어장환경모니터링의 경우 조사 시기가 2, 5, 8, 11월로 3개월 간격으로 수행되어 이를 계절자료로 통일하기 위해 해양환경측정망 조사자료 중 4월과 6월 평균자료를 춘계(5월), 10, 12월 평균 자료를 추계(11월) 자료로 사용함

<표 Ⅳ-5.1.2-1> 분석 방법별 자료현황

분석 방법	분석 목적	패류 생산량	연속관측자료	계절관측자료
-	-	인천광역시 전역	기상청 AWS, ASOS	해양환경측정망 어장환경모니터링
시계열분석	장기 변동 파악	- 2000년~2020년 - 바지락, 굴 - 연간 생산량	- 2000년~2020년 - 기온, 강수량, 수온, 염분 - 연도별 계절 평균	- 2010년~2020년 - 수온, 염분, pH, DO, DIN, DIP, 클로로필-*a* - 연도별 계절 평균
k-평균 군집분석	정점 간 수질환경 유사성 비교			- 2011년~2019년 - 수온, 염분, pH, DO, DIN, DIP, 클로로필-*a* - 정점별 계절 평균
주성분분석 베이지안 네트워크	생산량과 환경인자 간 상관관계 파악	- 2011년~2020년 - 바지락, 굴 - 연간 생산량	- 2011년~2020년 - 기온 - 연도별 계절 평균	- 2011년~2020년 - 수온, 염분, DO포화도, DIN, DIP, 클로로필-*a* - 연도별 계절 평균



연속관측(기상청, 국립해양조사원)



계절관측(해양환경측정망, 어장환경모니터링)

(그림 Ⅳ-5.1.2-1) 공공기관 관측지점 현황

나. 장기해양환경 분석

○ 권역별 기온과 수온의 월간 특성을 파악하기 위해 장기관측 자료(2000~2020년)를 통계 분석함

○ 2000년부터 2020년까지 바지락, 굴 생산량과 환경인자의 시간에 따른 변화의 상관성을 파악하기 위해, 연속관측 자료(기온, 수온, 염분, 강수량)의 연·계절 평균을 산출하고 통계 분석을 수행함

다. k-평균 군집 분석

○ 여러 조사기관에서 수집된 관측자료 간 신뢰도를 확인하기 위해, 상이한 조사 기관의 인접한 정점의 측정값의 유사성을 확인하고 유의한 분석 정점 선정을 위해 정점별 계절 평균을 사용한 k-평균 군집 분석을 수행함

○ k-평균 군집 분석은 주어진 자료를 k개의 군집으로 나누는 기법으로 각 자료로부터 그 자료가 속한 군집 중심까지의 평균 거리를 최소화하도록 알고리즘을 반복 수행함

○ 본 연구에서 사용한 k-평균 군집 분석에서의 거리는 실제 거리가 아닌 수질 인자 벡터 간의 거리로 정의하여 R package 중 하나인 "k-mean"을 사용하여 분석을 수행하고 정점 간 시계열 그래프 비교를 통해 유의미한 정점을 선정함

라. 주성분 분석

○ 주성분 분석은 차원 축소 기법 중 자료의 변동을 최대한 보존하는 축(주성분)을 찾아 투영하는 방법으로 분산이 가장 큰 축부터 첫 번째 주성분, 두 번째 주성분 등으로 정의됨

○ 각 주성분의 신뢰도는 설명력으로 표현되며, 설명력이 큰 주성분 일수록 여러 변수들의 특성을 잘 투영함

○ 동일 주성분에 투영된 정도가 주성분 계수이고 주성분 계수가 유사할수록 관련이 있는 요소로 판단하며, 본 연구에서는 이 성질을 이용하여 각 환경인자가 바지락 및 굴 생산량과 연관성을 판단함

○ 본 연구에서는 R의 PCA package를 활용하여 계절 관측데이터에 대한 주성분 분석을 통한 굴 및 바지락 생산량과 연관성이 높은 환경 인자를 도출함

마. 베이지안 네트워크 분석

○ 베이지안 네트워크(Bayesian network)는 베이즈 정리(Bayes rule)를 기반으로 확률 변수의 집합과 방향성 비순환 그래프를 통하여 그 집합을 조건부 독립으로 표현하는 확률 그래픽 모델로서 확률 변수간의 인과관계를 표현함

○ 방향성 그래프 모델(directed graphical model)이라고도 불리며, 그래프의 링크들이 방향성을 가지게 되어 화살표로 표현됨

○ 베이지안 네트워크에서 각각의 확률변수 (환경인자)들은 노드로 표현되고 링크는 노드 간의 인과관계를 나타냄

○ 확률변수 간 최적 링크를 가진 네트워크 선택을 위해 다양한 알고리즘이 활용됨

○ 본 연구에서는 네트워크 구축을 위해 휴리스틱 탐색법(Heuristic Search) 중 하나인 Hill-climbing Search를 사용하였고 구축된 네트워크를 베이지안 정보 기준(Bayesian Information Criterion, BIC)으로 평가하여 최적의 네트워크를 채택함

○ Hill climbing 기법은 점수 기반의 학습 방법으로 네트워크에서 나타날 수 있는 모든 연결에 점수를 부여하고, 이를 비교하여 가장 높은 점수의 네트워크를 채택함

- Hill climbing 기법은 모든 연결을 비교하기 때문에 가능한 모든 경우의 수를 비교해볼 수 있지만, 매개변수가 많을수록 학습시간이 오래 걸린다는 단점이 있음
- 본 연구에서는 R의 'bnlearn'package를 이용하여 베이지안 네트워크 분석을 수행함.

<표 Ⅳ-5.1.2-2> 주성분 분석 및 베이지안 네트워크 분석항목

변 수	분석항목	기 간	변 수	분석항목	기 간
ManilaClam	연간 바지락 생산량	2010.12 ~2020.11	Oyster	연간 굴 생산량	2011.3 ~2021.2
SPR_AT*	봄철 평균 기온	2011~2020년 5월	AUT_AT*	가을철 평균 기온	2011~2020년 11월
SPR_ST	봄철 평균 수온		AUT_ST	가을철 평균 수온	
SPR_SAL	봄철 평균 염분		AUT_SAL	가을철 평균 염분	
SPR_DOS	봄철 평균 DO포화도		AUT_DOS	가을철 평균 DO포화도	
SPR_DIN	봄철 평균 DIN		AUT_DIN	가을철 평균 DIN	
SPR_DIP	봄철 평균 DIP		AUT_DIP	가을철 평균 DIP	
SPR_CHL	봄철 평균 클로로필-*a*		AUT_CHL	가을철 평균 클로로필-*a*	
SUM_AT*	여름철 평균 기온	2011~2020년 8월	WIN_AT*	겨울철 평균 기온	2011~2020년 바지락 (당해년 2월) 굴 (익년 2월)
SUM_ST	여름철 평균 수온		WIN_ST	겨울철 평균 수온	
SUM_SAL	여름철 평균 염분		WIN_SAL	겨울철 평균 염분	
SUM_DOS	여름철 평균 DO포화도		WIN_DOS	겨울철 평균 DO포화도	
SUM_DIN	여름철 평균 DIN		WIN_DIN	겨울철 평균 DIN	
SUM_DIP	여름철 평균 DIP		WIN_DIP	겨울철 평균 DIP	
SUM_CHL	여름철 평균 클로로필-*a*		WIN_CHL	겨울철 평균 클로로필-*a*	

5.2 분석결과

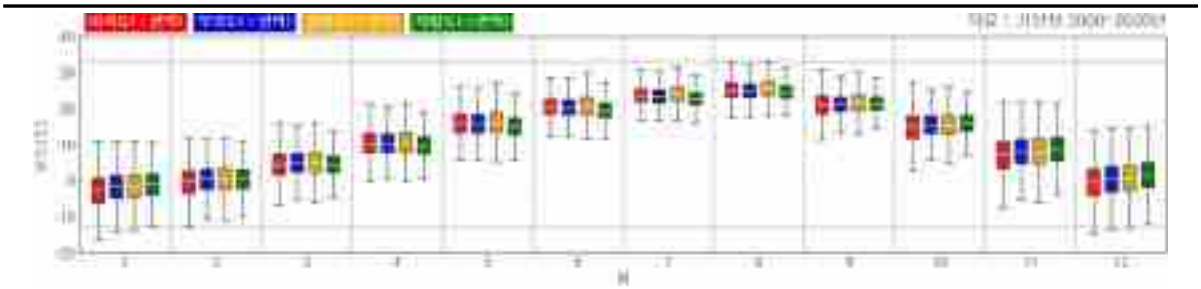
5.2.1 장기해양환경 분석

가. 권역별 환경 분석

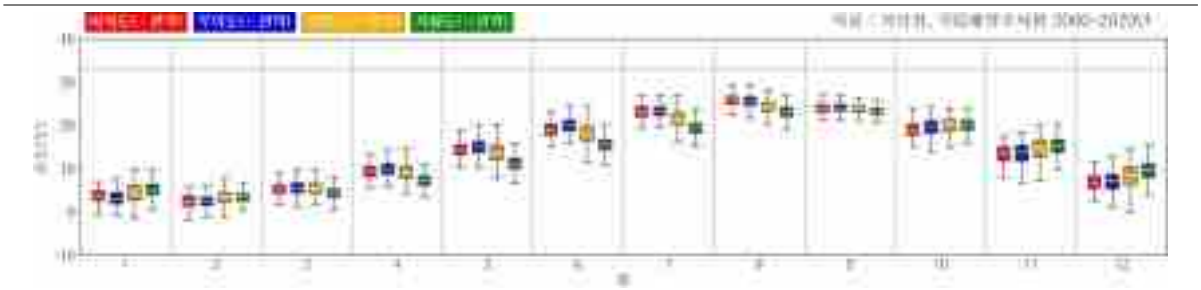
○ 권역별 분석 결과, 월별로 유사한 변화 경향을 보임

- Ⅳ권역인 자월도 인근에서 4월~8월의 기온이 약 1.0℃, 수온이 약 2.2~3.5℃ 정도 낮으며, 계절별 변화 또한 춘계와 하계에 Ⅳ권역인 자월도 인근의 기온과 수온이 상대적으로 낮고 동계에 영흥도와 자월도의 수온이 다소 높게 나타남

○ 수온의 차이가 크게 나타나는 것은 기존 수온 관측지점의 위치(연안, 외해 등)에 따른 차이로 판단됨

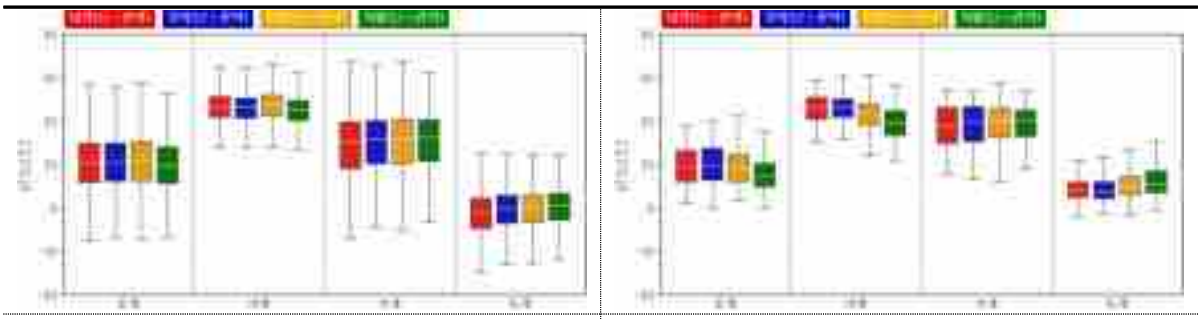


월평균 기온



월평균 수온

(그림 Ⅳ-5.2.1-1) 권역별 월평균 기온 및 수온 분석결과(2000~2020년)



계절평균 기온 | 계절평균 수온

(그림 Ⅳ-5.2.1-2) 권역별 계절 평균 기온 및 수온 분석결과(2000~2020년)

나. 요소별 추세분석

1) 연속관측 자료

○ 과거 21년(2000~2020년)간 기상(기온, 수온, 염분, 강수량) 및 생산량 년/계절 통계분석을 수행하고 변화 추세를 그림으로 제시함

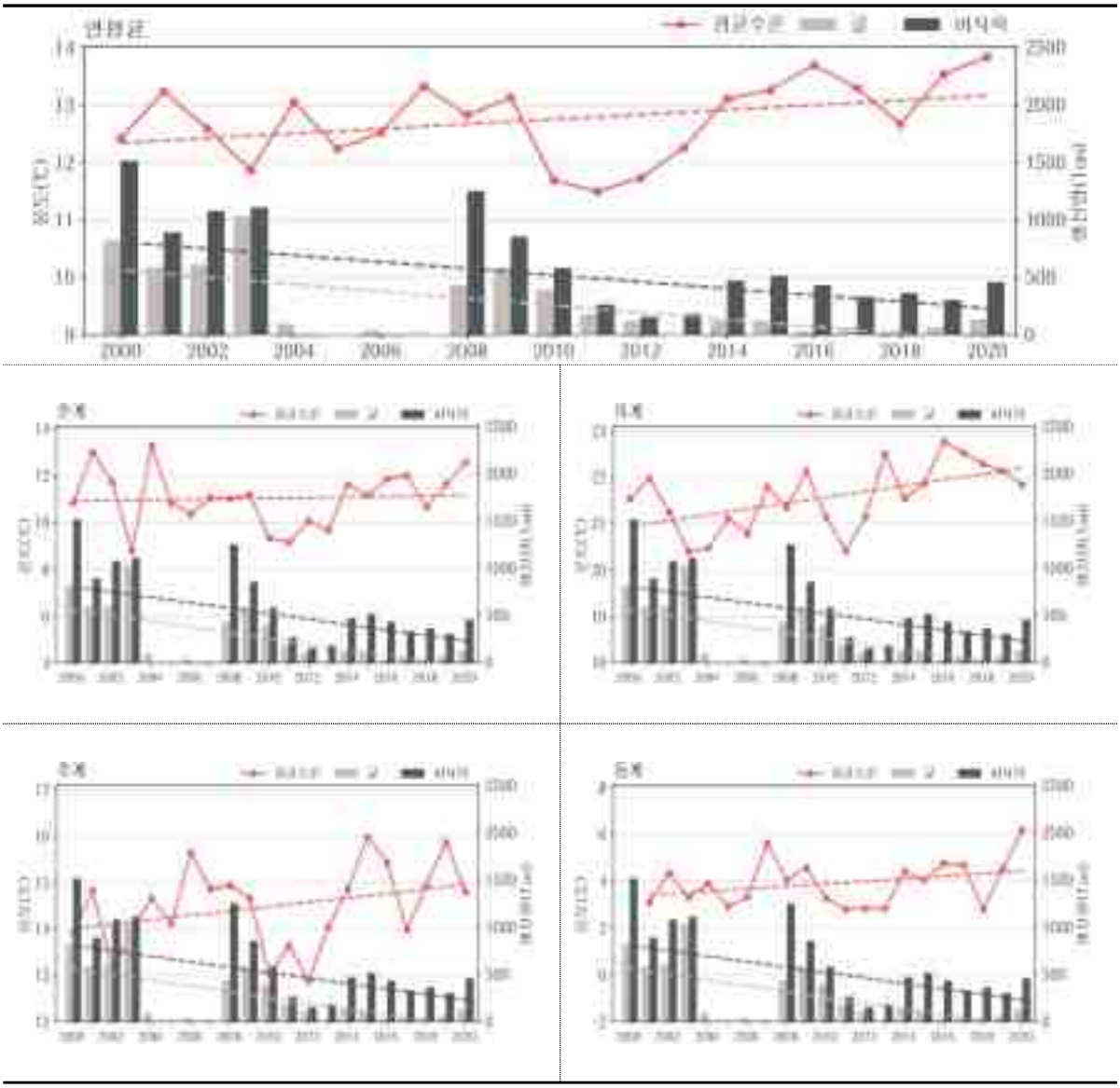
○ 수온은 대부분 지점에서 2010년 이후 관측 개시에 따른 자료 부족으로 추세분석이 불가하여 덕적도(2000~2020년) 지점의 관측 자료만 분석함

○ 인천 연안의 연평균 기온은 12.0℃이고, 춘계 10.5℃, 하계 23.2℃, 추계 14.7℃, 동계 -0.5℃로 21년간 약 0.4℃ 증가함(0.02℃/yr)



(그림 Ⅳ-5.2.1-3) 과거 20년간 연간 기온 변화와 굴/바지락 생산량 비교

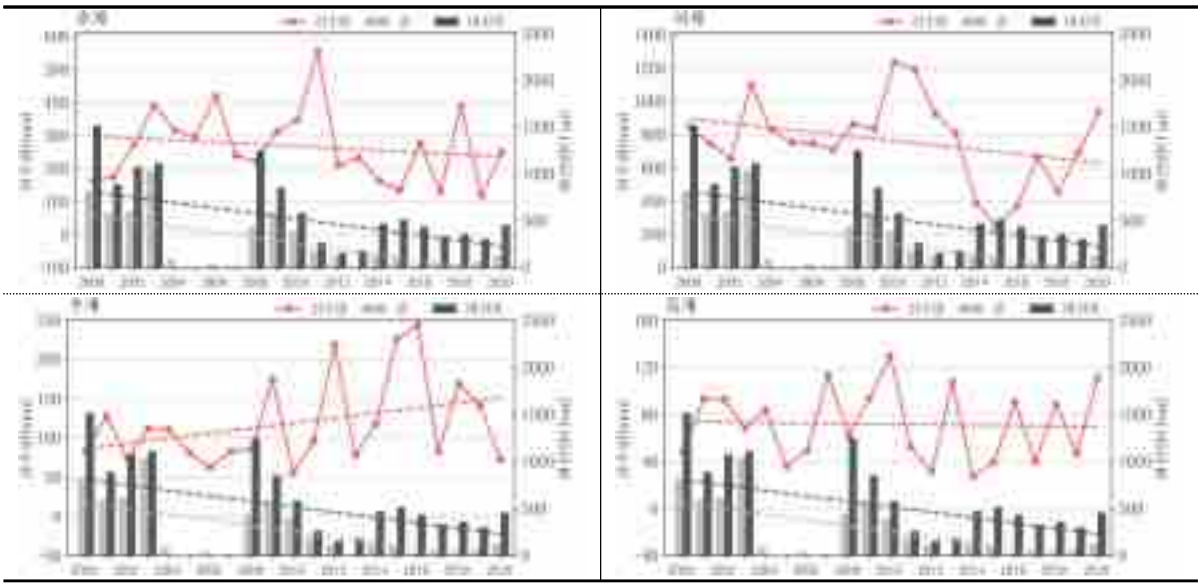
○ 연평균 수온은 12.8℃이고, 춘계 8.8℃, 하계 20.7℃, 추계 19.1℃, 동계 5.0℃이며, 21년간 약 0.8℃ 증가함(0.04℃/yr)



(그림 Ⅳ-5.2.1-4) 계절별 수온 변화(덕적도)와 굴·바지락 생산량 비교

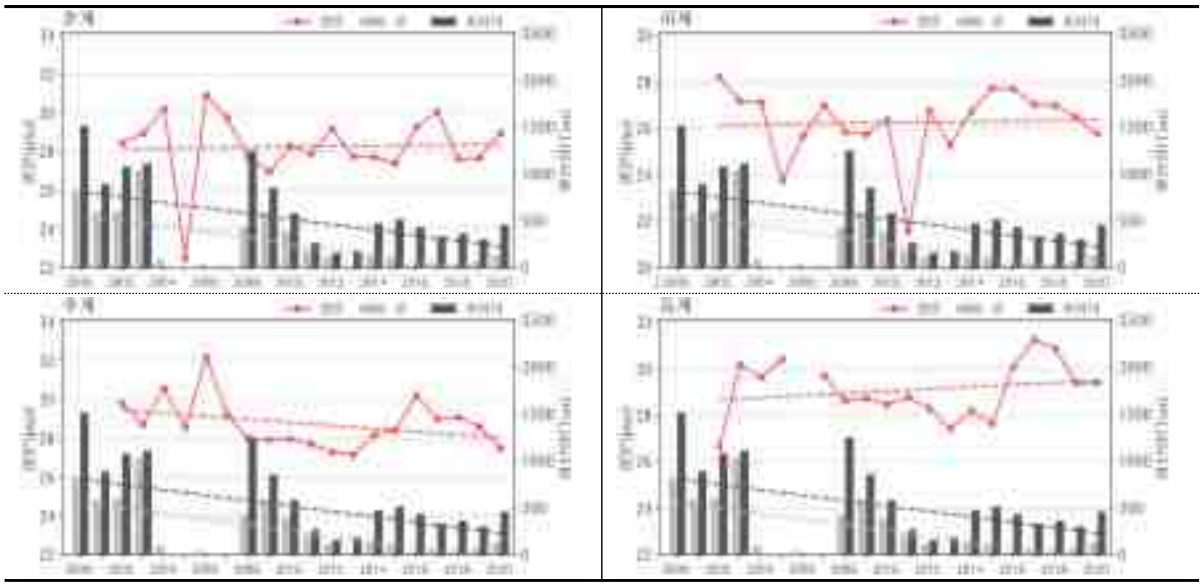
○ 강수량의 경우, 계절 간 편차가 크기 때문에 계절별로 나눠서 분석함

- 인천 연안의 평균 강수량은 춘계 267㎜, 하계 762㎜, 추계 119㎜, 동계 71㎜로 하계에 집중되며, 특히 2010년, 2011년 하계에 각각 1,235㎜와 1,191㎜로 평년보다 많은 강수량을 기록함



(그림 Ⅳ-5.2.1-5) 강수량 계절별 연간변화

○ 인천 연안의 연평균 염분은 28.1psu이고, 춘계 28.3psu, 하계 26.3psu, 추계 28.7psu, 동계 29.1psu로 하계에 특히 낮은 특성을 보이지만, 대부분 인천항 인근 및 연안에 위치해 있어 분석 자료로 사용하기에 적합하지 않은 것으로 판단됨



(그림 Ⅳ-5.2.1-6) 염분 계절별 연간변화

2) 계절관측자료

○ 과거 11년(2010~2020년) 해양관측자료(기온, 수온, 염분, 용존산소, pH, 용존무기질소(DIN), 용존무기인(DIP), 클로로필a) 및 생산량 년/계절 통계분석을 수행하고 변화 추세를 그림으로 제시함

○ 연평균 표층수온은 14.0℃이고, 춘계 13.3℃, 하계 25.2℃, 추계15.3℃, 동계 2.4℃로 11년간 약 1.1℃(0.1℃/yr) 증가함

- 2018년 동계에는 영하(-0.2℃)로 내려가고 2018년 8월에는 27.4℃까지 올라갔으나 일시적인 현상으로 판단됨

○ 연평균 염분은 29.8psu이고, 춘계 30.2psu, 하계 28.0psu, 추계30.2psu, 동계 30.8psu로, 11년간 약 0.88psu 증가함(0.08psu/yr)

○ 연평균 pH은 8.04이고, 춘계 8.10, 하계 7.91, 추계8.06, 동계 8.10으로, 11년간 약 0.0077 증가함(0.0007/yr)

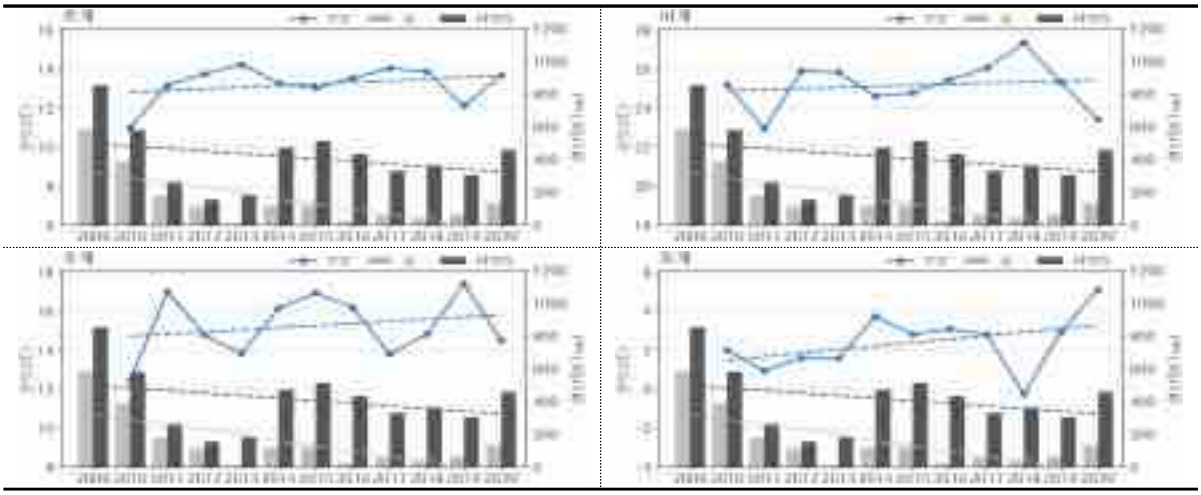
- 2015년 하계에는 pH가 7.60으로 가장 낮게 나타났지만 일시적인 현상으로 보임

○ 연평균 용존산소 농도는 9.0mg/L이고, 춘계 9.1mg/L, 하계 7.1mg/L, 추계 8.3mg/L, 동계 11.4mg/L로, 11년간 약 0.55mg/L 감소함(-0.05mg/L/yr)

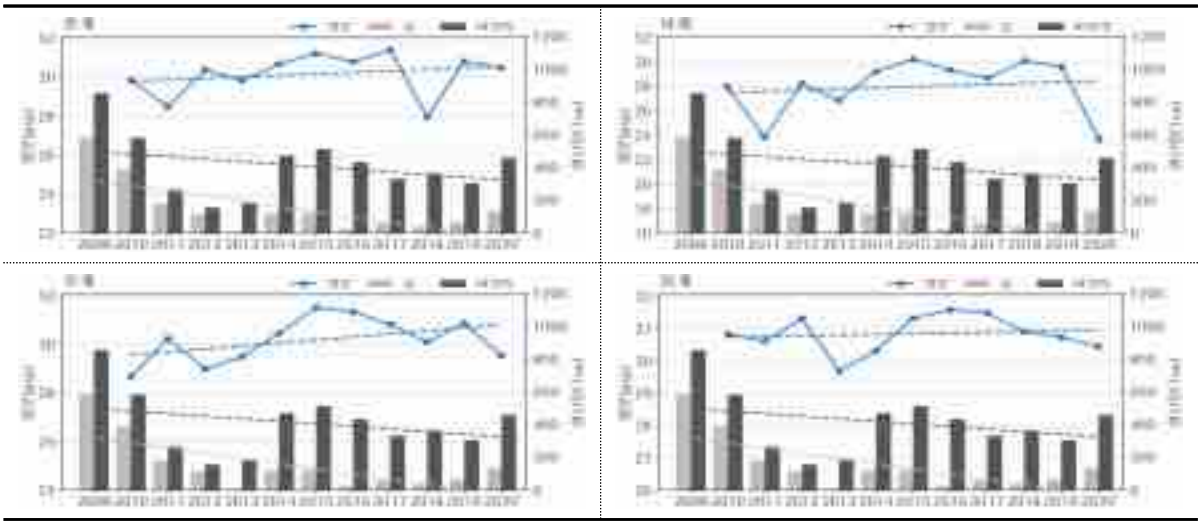
○ 연평균 DIN 농도는 0.34mg/L이고, 춘계 0.28mg/L, 하계 0.36mg/L, 추계 0.32mg/L, 동계 0.40mg/L로 11년간 약 0.022mg/L 증가함(0.002mg/L/yr)

○ 연평균 DIP 농도는 0.027mg/L이고, 춘계 0.013mg/L, 하계 0.032mg/L, 추계 0.035mg/L, 동계 0.027mg/L로, 11년간 약 0.0066mg/L 증가함(0.0006mg/L/yr)

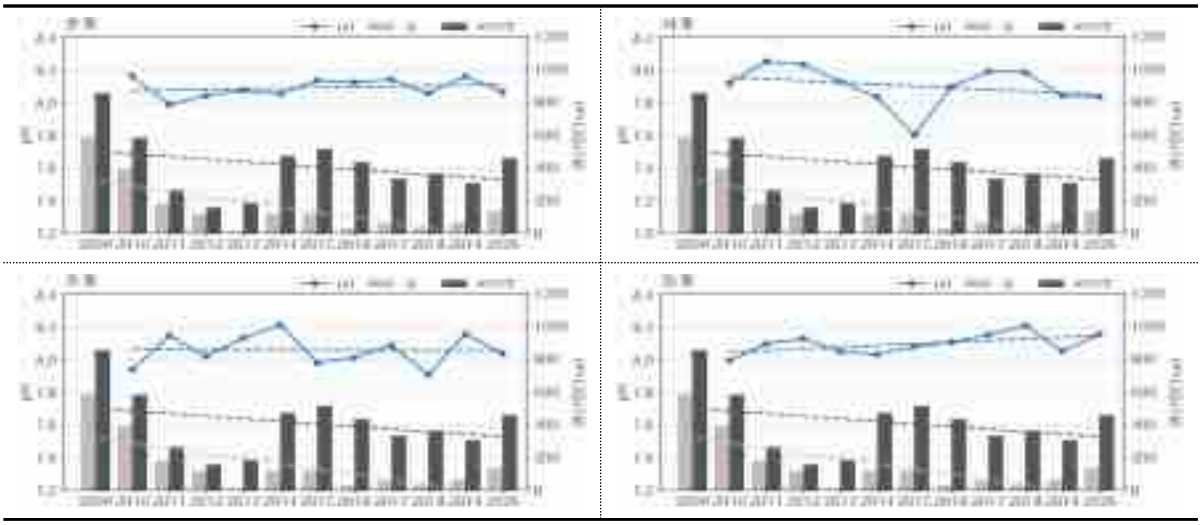
○ 연평균 클로로필-*a* 농도는 2.9㎍/L이고, 춘계 2.74㎍/L, 하계 2.97㎍/L, 추계 1.64㎍/L, 동계 4.27㎍/L로, 11년간 약 1.32㎍/L 감소함(-0.12㎍/L/yr)



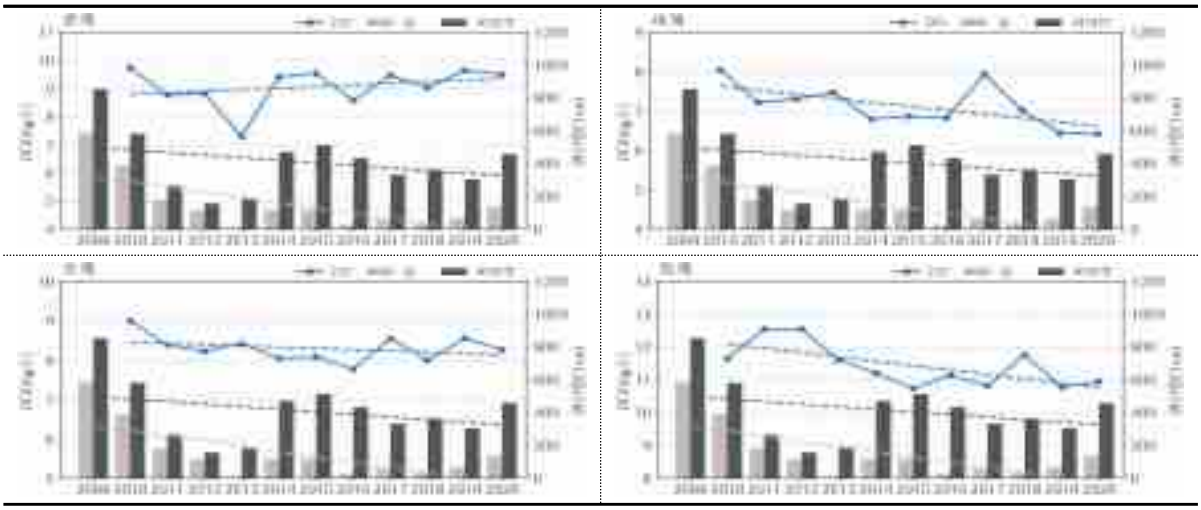
(그림 Ⅳ-5.2.1-7) 표층 수온 계절별 연간변화



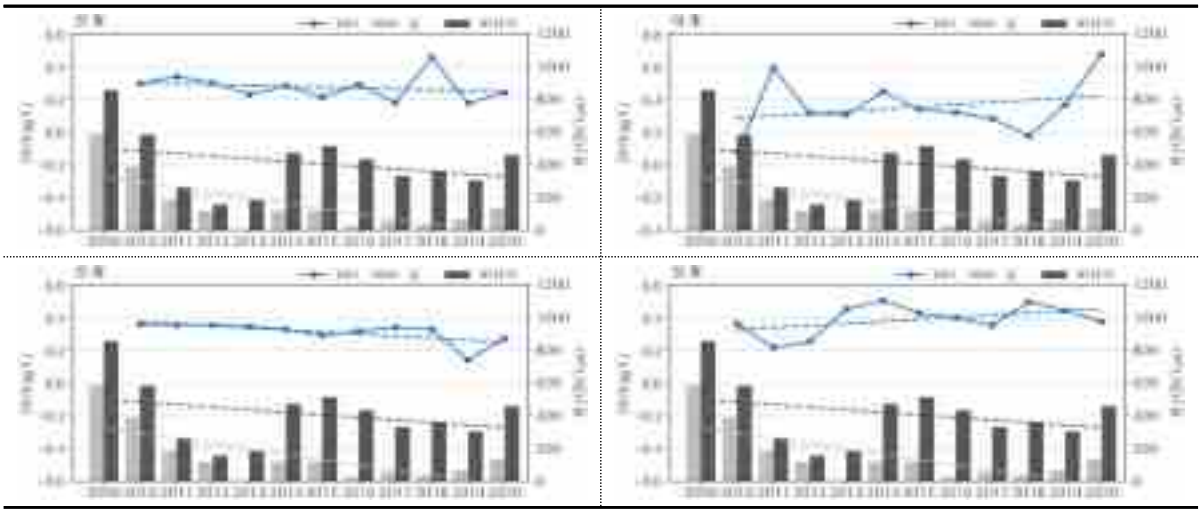
(그림 Ⅳ-5.2.1-8) 표층 염분 계절별 연간변화



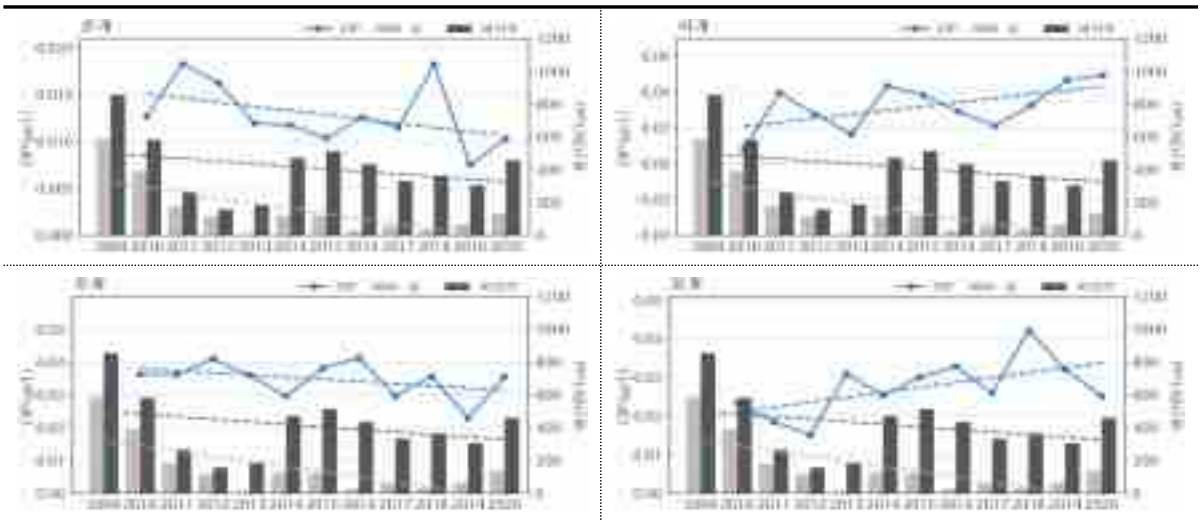
(그림 Ⅳ-5.2.1-9) 표층 pH 계절별 연간변화



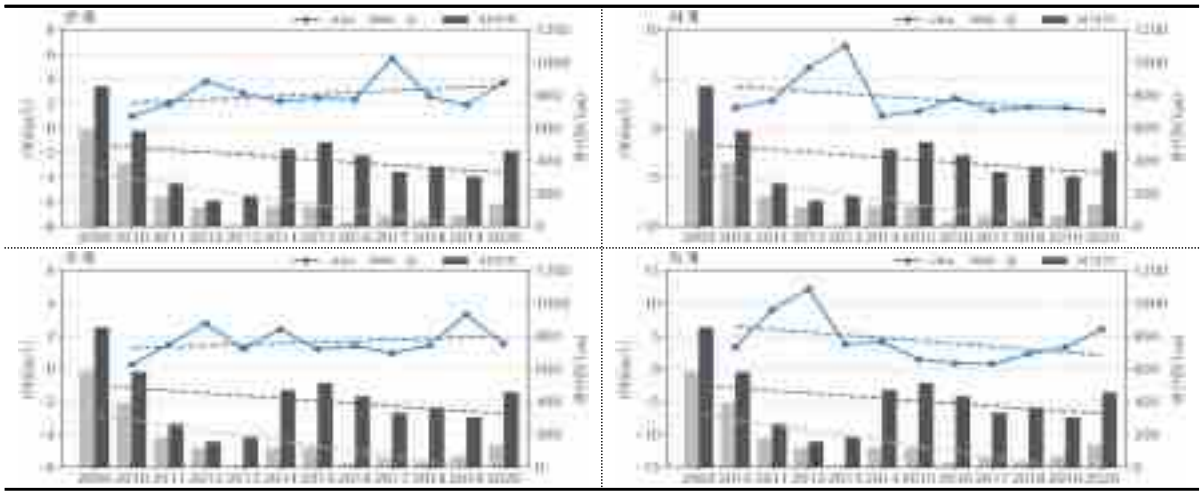
(그림 Ⅳ-5.2.1-10) 표층 용존산소농도 계절별 연간변화



(그림 Ⅳ-5.2.1-11) 표층 DIN 농도 계절별 연간변화



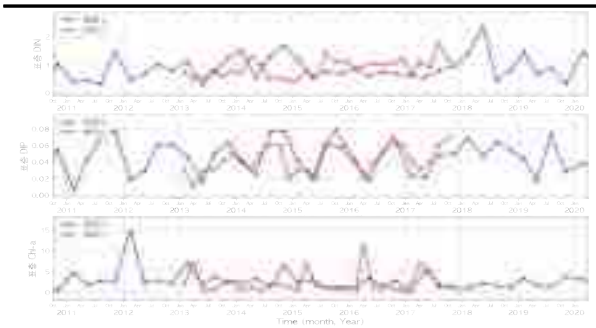
(그림 Ⅳ-5.2.1-12) 표층 DIP 농도 계절별 연간변화



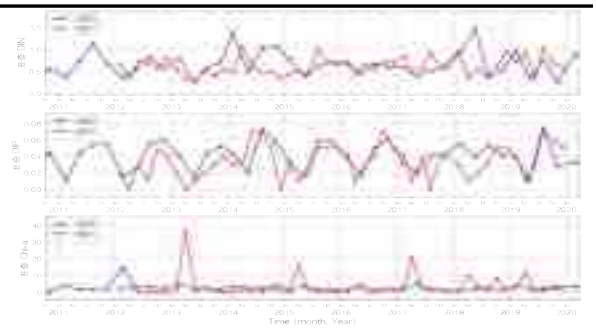
(그림 Ⅳ-5.2.1-13) 표층 클로로필-*a* 농도 계절별 연간변화

5.2.2 k-평균 군집 분석

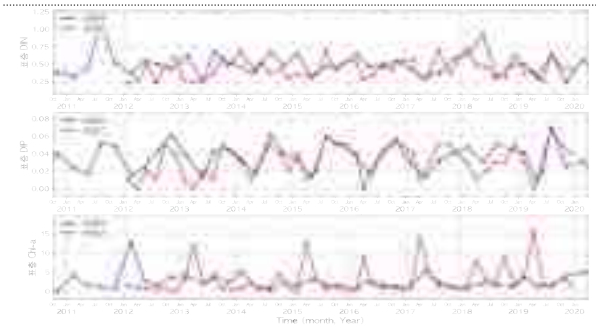
- 수질환경 분석 대상 정점을 선정하기 위해 2011~2019년 데이터를 활용하여 k-평균군집분석을 수행함
- 2km 이내에 인접한 정점 6쌍의 표층 수질 측정값의 그래프를 비교한 결과 DIN, DIP, 클로로필-*a*에서 다소 차이를 보였으며, 각 정점의 계절별 평균값(표층 수질 항목: 수온, 염분, pH, DO포화도, DIN, DIP, 클로로필-*a*)을 이용하여 k-평균 군집 분석을 수행한 결과 인접한 정점의 유사도 또한 낮게 나타남
- 이 결과를 바탕으로 해양환경관측망 21개 정점과 어장환경모니터링 4개 정점을 수질환경 분석 대상 지점으로 선정하였으며, 해당 정점 데이터를 사용하여 주성분 분석 및 베이지안 네트워크 분석을 수행함



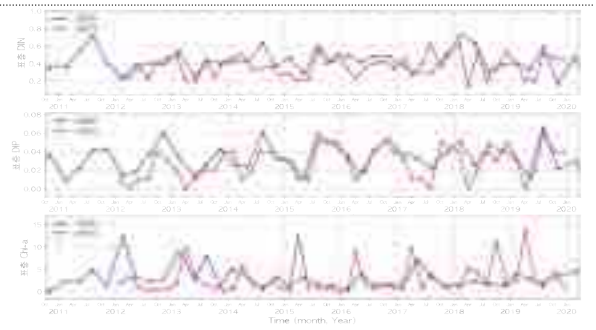
인천1, 하구1, 1.2㎞ 간격



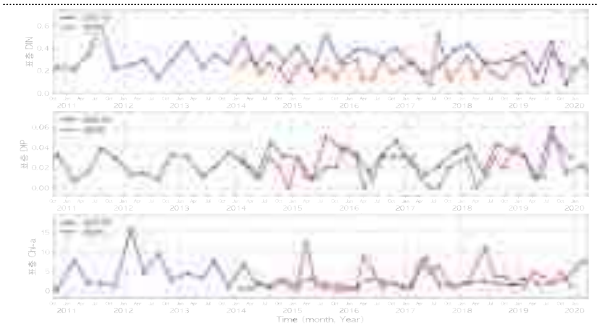
인천2, 연안1, 0.6㎞ 간격



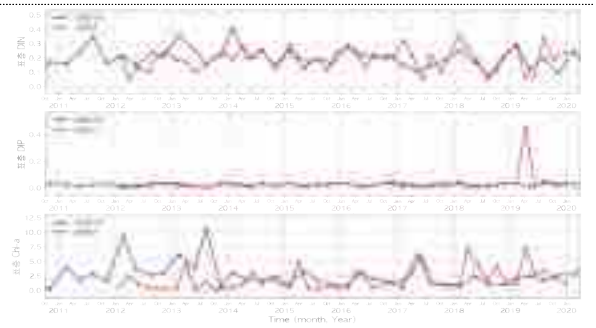
인천4, 연안2, 1.9㎞ 간격



인천5, 연안3, 0.6㎞ 간격



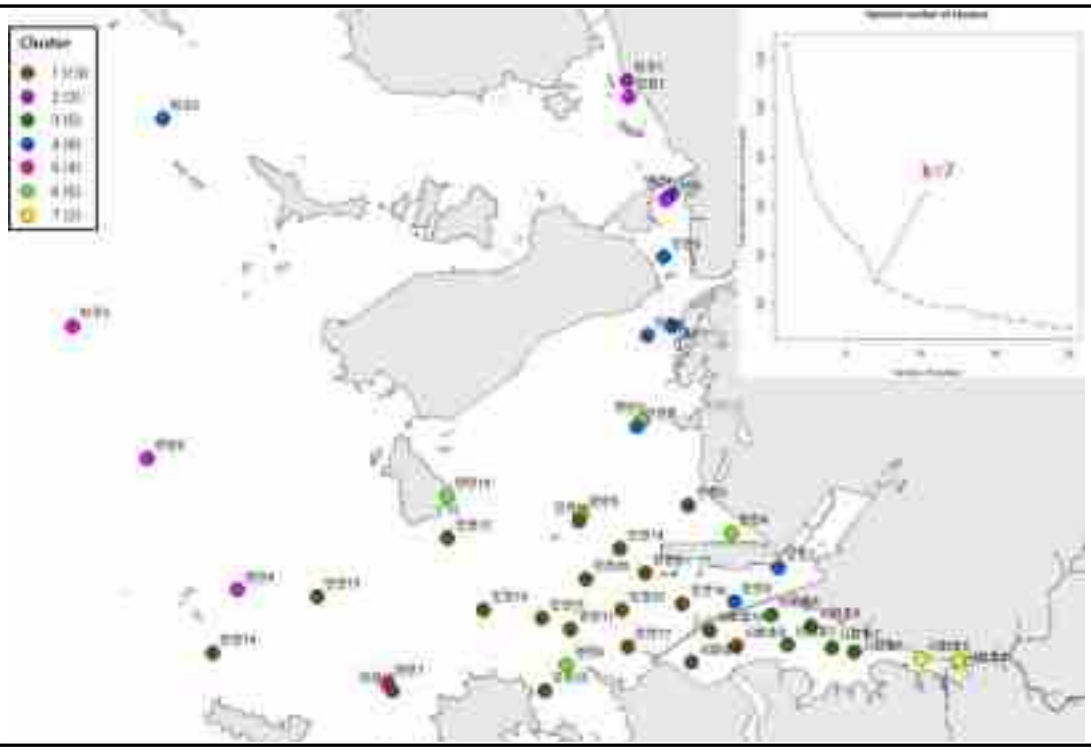
인천10, 연안5, 0.5㎞ 간격



인천15, 연안7, 0.6㎞ 간격

※ 표층 DIN 및 DIP의 단위는 ㎍/ℓ, 표층 엽록소-*a*의 단위는 ㎎/ℓ.

(그림 Ⅳ-5.2.2-1) 인접한 정점에서의 표층 DIN, DIP, Chl-*a* 관측 값 비교



※ 우측 상단의 그림에서 x축은 군집 수, y축은 군집 수에 따른 군집 내 중심과의 거리의 분산.
※ 기울기가 완만해지는 지점을 최적의 군집 수로 선정하는 Elbow 기법에 의해 7개의 군집 수 선정.

(그림 Ⅳ-5.2.2-2) 해양환경측정망과 어장환경모니터링 정점 k-평균 군집 분석



(그림 Ⅳ-5.2.2-3) 그래프 비교와 k-평균 군집 분석을 통한 수질환경 분석 정점 선정

5.2.3 주성분 분석

가. 바지락 생산량

- 바지락 생산량 주성분 분석 결과, 제1주성분 29.68%, 제2주성분 22.04%로 누적 설명력 51.72%로 나타남
- 바지락 생산량의 주성분계수는 제1주성분 0.71, 제2주성분 0.15로 제1주성분에서 높게 나타났으며, 이에 따라 다른 분석항목의 제1주성분 계수가 양수이면서 높을수록 바지락과 강한 양(+)의 상관관계를 보이고, 음수이면서 낮을수록 바지락과 강한 음(-)의 상관관계를 보이는 것으로 나타남
- 주성분 분석결과, 환경인자를 계절별로 살펴보면 봄철에는 기온, 염분, 산소포화도, 여름철에는 기온, 염분, DIN, DIP, 가을철에는 기온, 수온, 염분, 산소포화도, 클로로필-*a*, 겨울철에는 기온, 수온, 염분, DIN, DIP이 양(+)의 상관관계, 봄철 수온, DIN, DIP, 클로로필-*a*, 여름철 수온, 산소포화도, 클로로필-*a*, 가을철 DIN, DIP, 겨울철 산소포화도, 클로로필-*a*는 바지락 생산량과 음(-)의 상관관계를 보임.
- 특히, 바지락의 제1주성분 계수는 0.71로 나타났고, 이와 비슷하게 제1주성분 계수가 0.5 이상인 환경인자는 봄철의 기온, 염분, 산소포화도, 여름철의 DIP, 가을철의 수온과 염분, 겨울철의 수온과 기온이었으며, 이들 인자는 강한 양의 상관관계로 추정됨
- 반대로 봄철 수온, DIN, DIP, 여름철 DOS, 클로로필-*a*, 가을철 DIN, DIP, 겨울철 산소포화도와 클로로필-*a*는 제1주성분 계수가 -0.5 이하로 나타났으며, 이들 인자는 강한 음의 상관관계로 추정됨



(그림 Ⅳ-5.2.3-1) 주성분 분석 결과로 도출된 바지락 생산량과 해양환경인자의 상관관계

나. 굴 생산량

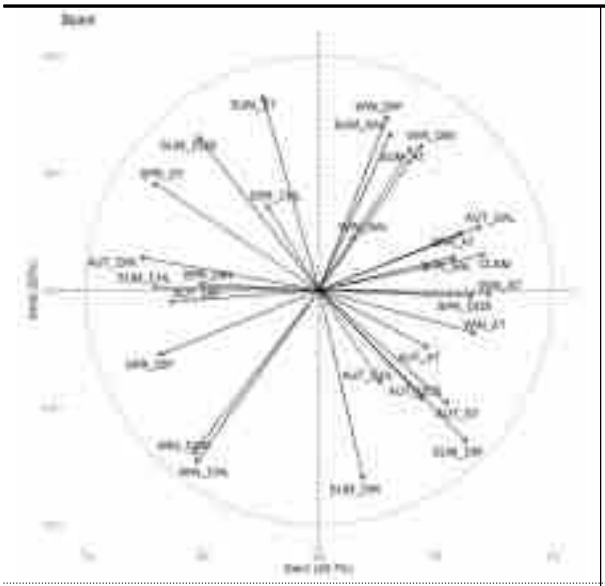
- 굴 생산량 주성분 분석 결과, 제1주성분 28.16%, 제2주성분 24.35%로 누적 설명력 52.51%로 나타남
- 굴의 주성분계수는 제1주성분 0.17, 제2주성분 -0.85로 제2주성분 계수가 낮게 나타났으며, 이에 따라 다른 분석항목의 제2주성분 계수가 음수이면서 낮을수록 굴과 강한 양(+)의 상관관계를 보이고, 양수이면서 높을수록 굴과 강한 음(-)의 상관관계를 보이는 것으로 나타남
- 주성분 분석결과, 환경인자를 계절별로 살펴보면 봄철 산소포화도, DIN, DIP, 여름철에는 DIN, DIP, 클로로필-*a*, 가을철에는 기온, 수온, 산소포화도, DIN, DIP, 클로로필-*a*, 겨울철에는 기온, 수온, 산소포화도, 클로로필-*a*가 굴 생산량과 양(+)의 상관관계를 보였고, 봄철에는 기온, 수온, 염분, 클로로필-*a*, 여름철에는 기온, 수온, 염분, 산소포화도, 가을철에는 염분, 겨울철에는 DIN과 DIP가 굴 생산량과 음(-)의 상관관계를 보임
- 특히, 굴의 제2주성분 계수는 -0.85로 나타났고, 이와 비슷하게 제2주성분 계수가 -0.5 이하인 환경인자는 여름철 DIN과 DIP, 겨울철 산소포화도와 클로로필-*a*이며, 이들 인자는 강한 양(+)의 상관관계로 추정됨
- 반대로 여름철 기온과 수온, 염분, 산소포화도, 겨울철 DIN, DIP는 제1주성분 계수가 0.5 이상으로 분석되어 이들 인자는 강한 음(-)의 상관관계로 추정됨



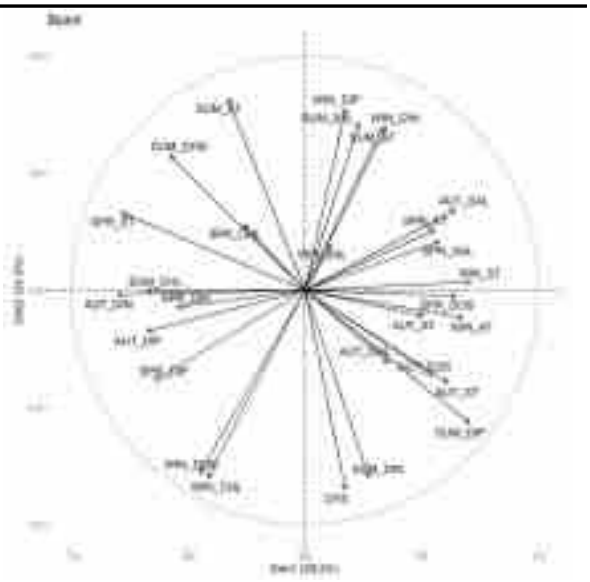
(그림 Ⅳ-5.2.3-2) 주성분 분석 결과로 도출된 굴 생산량과 해양환경인자의 상관관계

<표 Ⅳ-5.2.3-1> 바지락 및 굴 생산량의 주성분 분석 결과

바지락 주성분 분석 결과				굴 주성분 분석 결과			
요약		제1주성분	제2주성분	요약		제1주성분	제2주성분
고유 값		8.61	6.39	고유 값		8.17	7.06
설명력(%)		29.68	22.04	설명력(%)		28.16	24.35
누적 설명력(%)		29.68	51.72	누적 설명력(%)		28.16	52.51
계절	환경인자	제1주성분	제2주성분	계절	환경인자	제1주성분	제2주성분
봄	기온	0.61	0.25	봄	기온	0.55	0.26
	수온	-0.71	0.46		수온	-0.78	0.33
	염분	0.58	0.14		염분	0.57	0.21
	산소포화도	0.66	-0.03		산소포화도	0.65	-0.02
	DIN	-0.51	0.03		DIN	-0.55	-0.07
	DIP	-0.68	-0.28		DIP	-0.64	-0.38
	클로로필-*a*	-0.22	0.37		클로로필-*a*	-0.26	0.28
여름	기온	0.40	0.61	여름	기온	0.33	0.69
	수온	-0.24	0.83		수온	-0.33	0.82
	염분	0.31	0.67		염분	0.23	0.71
	산소포화도	-0.52	0.66		산소포화도	-0.58	0.58
	DIN	0.19	-0.81		DIN	0.27	-0.80
	DIP	0.63	-0.65		DIP	0.70	-0.57
	클로로필-*a*	-0.71	0.01		클로로필-*a*	-0.68	0.00
가을	기온	0.47	-0.25	가을	기온	0.50	-0.11
	수온	0.55	-0.49		수온	0.61	-0.39
	염분	0.69	0.27		염분	0.64	0.34
	산소포화도	0.45	-0.47		산소포화도	0.55	-0.36
	DIN	-0.76	0.14		DIN	-0.80	-0.02
	DIP	-0.64	-0.05		DIP	-0.67	-0.18
	클로로필-*a*	0.27	-0.40		클로로필-*a*	0.36	-0.31
겨울	기온	0.74	-0.02	겨울	기온	0.71	0.03
	수온	0.67	-0.18		수온	0.67	-0.12
	염분	0.15	0.23		염분	0.11	0.19
	산소포화도	-0.54	-0.70		산소포화도	-0.45	-0.78
	DIN	0.44	0.62		DIN	0.35	0.70
	DIP	0.29	0.75		DIP	0.17	0.78
	클로로필-*a*	-0.53	-0.74		클로로필-*a*	-0.41	-0.80
바지락 생산량		0.71	0.15	굴생산량		0.17	-0.85



바지락 주성분 분석 Biplot



굴 주성분 분석 Biplot

※ 제1, 제2 주성분계수를 벡터로 시각화한 그림

※ 동일 방향은 양의 상관관계, 반대 방향은 음의 상관관계가 있음

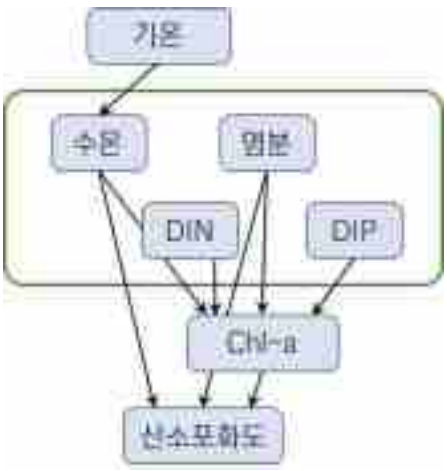
(그림 Ⅳ-5.2.3-3) 바지락 및 굴 주성분 분석 Biplots

5.2.4 베이지안 네트워크 분석

○ 장기해양환경 분석 및 주성분 분석의 결과와 전문가의 의견을 바탕으로 베이지안 네트워크의 분석에 사용될 항목은 기온, 수온, 염분, DIN, DIP, 클로로필-*a*, 산소포화도로 결정하였으며 계절에 따라 개별 항목으로 적용함



네트워크 전체 모식도



각 계절 환경인자 네트워크 모식도

(그림 Ⅳ-5.2.4-1) 베이지안 네트워크 구조

○ 그림에서 화살표는 인과관계를 나타내며 화살표의 굵기는 strength를 시각화한 것이며, 여기서 strength란 입력 자료에 부합하는 정도가 높은 다수의 베이지안 네트워크 중, 해당 연결을 갖는 네트워크의 비율로 연결된 요소들이 입력 자료를 근거로 인과관계를 형성할 확률을 나타냄

- 본 연구에서는 model averaging 기법을 활용하여 strength를 산출함

○ 베이지안 네트워크 분석 결과 춘계 클로로필-*a*, 하계 기온, 하계 수온, 하계 클로로필-*a*는 각각 0.44, 0.53, 0.45, 0.54의 strength를 보이며 바지락 생산량의 주요 영향요인으로 나타남

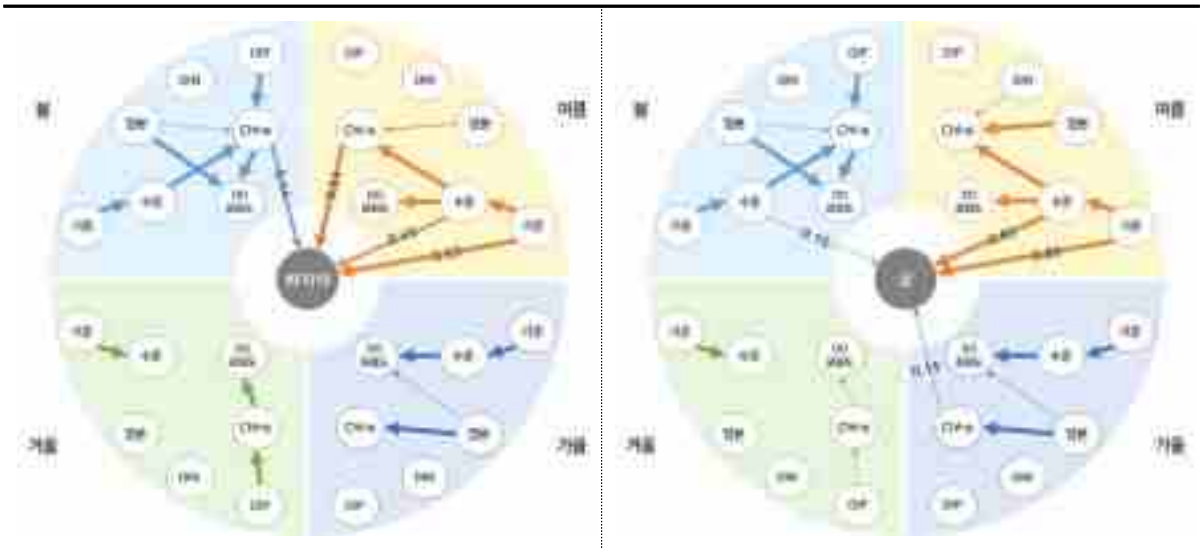
- 베이지안 네트워크에서 주요 영향요인으로 나타난 춘계의 클로로필-*a*와 하계의 기온, 수온, 클로로필-*a*와 바지락 생산량의 상관관계를 분석한 결과, 네 가지 환경요인 모두 바지락 생산량과 음의 상관관계를 보임

- 따라서 바지락 생산량에 영향을 미치는 주요 환경 인자는 먹이원과 연관 있는 춘계와 하계의 클로로필-*a*, 서식환경에 영향을 미치는 하계의 기온과 수온임을 알 수 있음

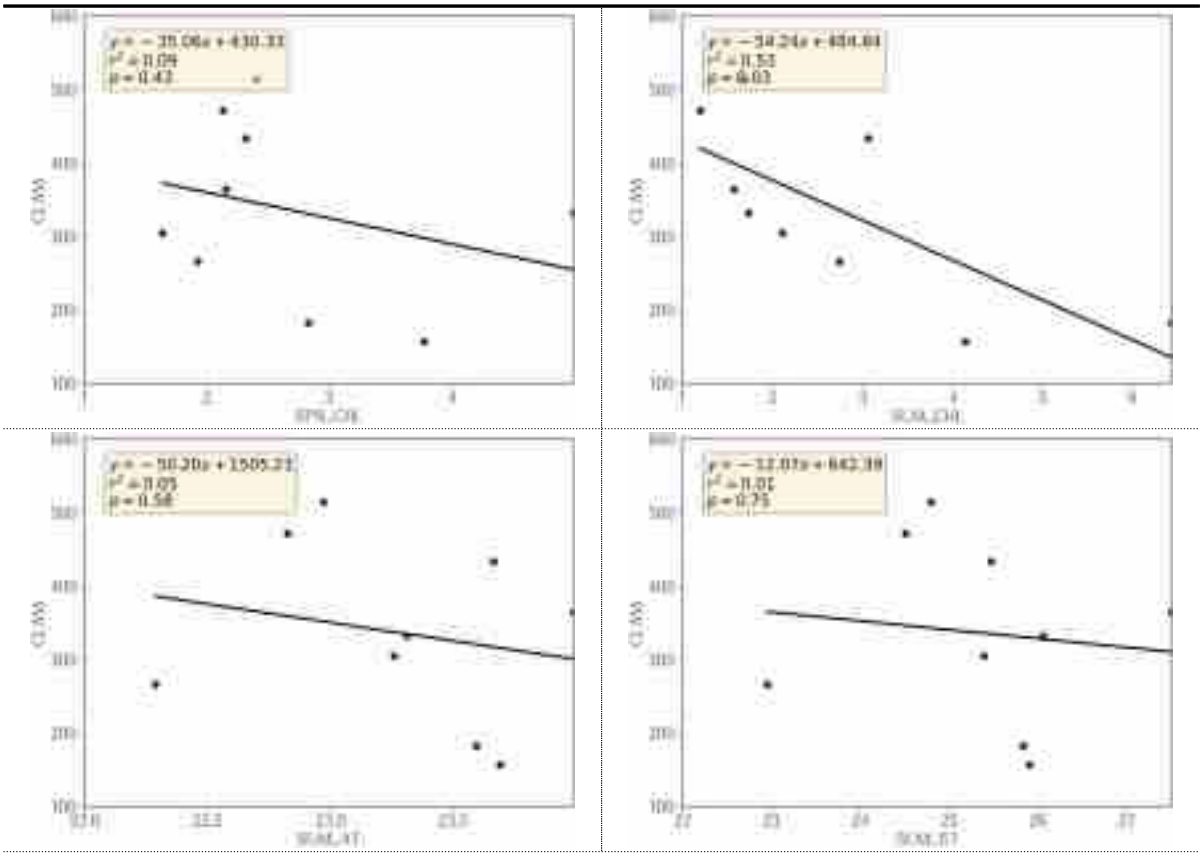
○ 베이지안 네트워크 분석 결과 하계 기온과 수온이 각각 0.80, 0.85의 strength를 보이며 굴 생산량의 주요 영향 요인으로 나타남

- 베이지안 네트워크에서 주요 영향요인으로 나타난 하계의 기온, 수온과 굴 생산량의 상관관계를 분석한 결과, 춘계 기온, 하계 기온과 수온 모두 굴 생산량과 음(-)의 상관관계로 나타남

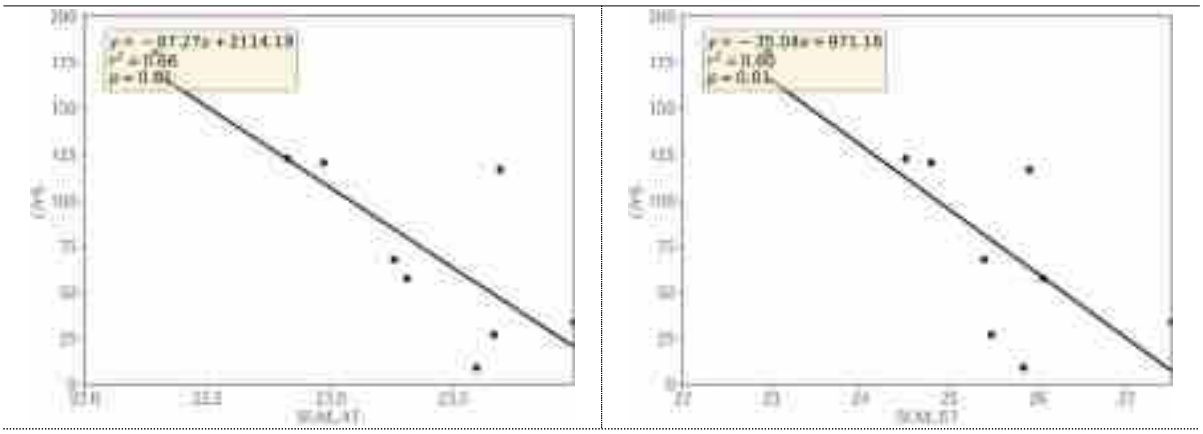
- 따라서 굴 생산량에 영향을 미치는 주요 환경인자는 서식환경에 영향을 미치는 하계의 기온, 수온임을 알 수 있음



(그림 Ⅳ-5.2.4-2) 베이지안 네트워크 결과



바지락



굴

(그림 Ⅳ-5.2.4-3) 바지락·굴 생산량과 주요 환경인자의 상관관계

6. 요약

6.1 오염원 생태독성 시험

○ 육상오염원과 해상오염원을 구분하여 시료를 채취하여 생태독성 시험을 수행함

- 생태독성 시험에 사용한 육상오염원은 1차년도에 우기 전(1차, 2020년 5월)·후(2차, 2020년 8월), 2차년도에 우기 후 약 1달 경과(3차, 2021년 9월)된 시점에 시료를 채취함
- 생태독성 시험에 사용한 해상오염원은 1차년도 우기 전(1차, 2020년 5월)·후(2차, 2020년 8월)에 시료를 채취함

○ 육상오염원 생태독성 시험 대상생물은 물벼룩, 발광박테리아, 해산 규조류, 해산 로티퍼, 성게, 굴, 바지락, 다시마를 포함한 8종, 해상오염원은 발광박테리아, 단각류, 굴, 바지락을 포함한 4종임

○ 생태 독성시험 수행결과, 모든 생물군에서 생태 독성영향이 발현되지 않음

○ 인천 연안어장환경에 영향을 미칠 수 있는 육상오염원과 해상오염원에 대한 화학분석, 생태독성시험, 생물분석 결과를 종합적으로 판단한 결과, 주 오염원 중 육상오염원인 가좌천에서의 배출 농도가 가장 높았으며, 가좌천 인근은 공업단지로 산업활동 중에 발생하는 분진 및 도로 먼지 등의 오염물질이 하천으로 유입될 가능성이 높음

- 육상오염원 대상으로 생태독성 시험 결과, 독성이 발현된 정점은 없어 단기적으로는 생물에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 보이지만, 육상기인 오염원이 지속적으로 유입되어 정체되는 해역 또는 퇴적물에 누적될 경우 영향을 무시할 수 없음
- 따라서 육상기인 오염원에 대한 모니터링 사업 및 하수처리 사업소의 방류 농도를 감시를 통해 오염원 수준을 지속적으로 관측 및 관찰해야할 것으로 판단됨

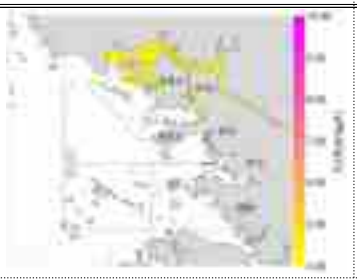
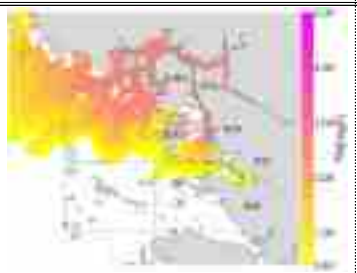
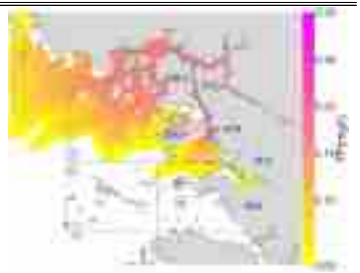
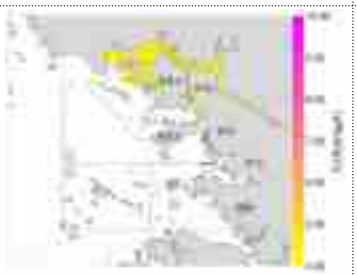
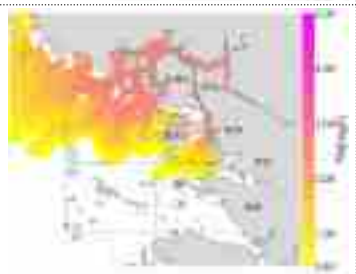
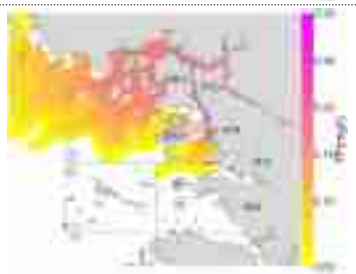
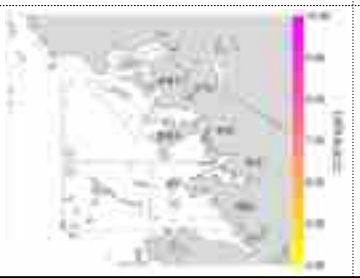
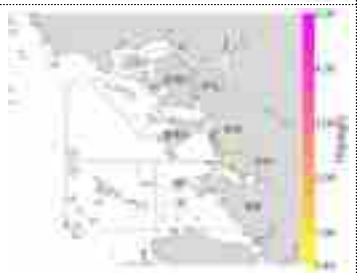
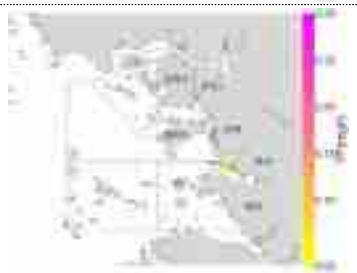
6.2 오염물질 확산실험

○ 평수기(Case1), 홍수기(Case2), 갈수기(Case3)의 각 Case별 오염물질에 대한 확산실험은 유입원을 구분(1안: 배경농도+한강+하수처리장, 2안: 한강+하수처리장 3안: 한강, 4안: 하수처리장)하여 수행함

- 각 오염원별 분포도 작성 기준 농도는 환경정책기본법 시행령 [별표1]에서 제시한 호소 생활환경기준 중 약간 좋음(II) 등급(COD 4.0㎎/ℓ, TN 0.4㎎/ℓ, TP 0.03㎎/ℓ)을 적용하여 제시함

○ 오염물질 확산 범위가 가장 넓은 홍수기 결과를 바탕으로 오염원별 분포도 작성기준 농도에 대한 권역별 면적 대비 영향권 범위 비율을 제시함

- 한강+하수처리장 실험안 결과, Ⅰ권역에서는 COD(30.3%)를 제외한 오염원이 100.0%의 확산범위를 보였으며, Ⅱ권역에서는 COD 0.2%, TN 83.8%, TP 78.1%, Ⅲ권역에서는 COD 0.1%, TN 22.3%, TP 20.9%, Ⅳ권역은 1.0% 미만의 미미한 영향을 나타냄

구 분	COD	TN	TP
한강 + 하수 처리장			
한강			
하수 처리장			

(그림 Ⅳ-6.2-1) 홍수기 실험안별 확산범위(배경농도 제외)

<표 Ⅳ-6.2-1> 홍수기 오염물질 확산실험안별 영향범위

권역	항목	면적 (㎢)	한강+하수처리 영향범위		한강 영향범위		하수처리 영향범위	
			범위(㎢)	비율(%)	범위(㎢)	비율(%)	범위(㎢)	비율(%)
Ⅰ	COD	627	190	30.3	186	29.7	1	0.2
	TN		627	100.0	627	100.0	1	0.2
	TP		627	100.0	627	100.0	2	0.3
Ⅱ	COD	1,395	3	0.2	1	0.1	-	-
	TN		1,169	83.8	1,159	83.1	2	0.2
	TP		1,089	78.1	1,077	77.2	5	0.3
Ⅲ	COD	724	1	0.1	-	-	1	0.1
	TN		161	22.3	135	18.6	10	1.4
	TP		152	20.9	107	14.8	16	2.2
Ⅳ	COD	1,139	-	-	-	-	-	-
	TN		10	0.9	9	0.7	-	-
	TP		8	0.7	4	0.4	-	-

- 한강만을 고려한 실험안 결과, Ⅰ권역에서는 COD(29.7%)를 제외한 오염원이 100.0%의 확산범위를 보였으며, Ⅱ권역에서는 COD 0.1%, TN 83.1%, TP 77.2%, Ⅲ권역에서는 TN 18.6%, TP 14.8%, Ⅳ권역은 1.0% 미만의 미미한 영향을 나타냄
- 하수처리장만을 고려한 실험안 결과, 모든 권역에서 2.5% 미만의 미미한 영향을 나타냄
- 모든 실험안에서 확산범위는 하수처리장 보다는 한강유역 오염원 유입에 의한 영향이 우세하고 Ⅰ~Ⅲ권역이 영향권에 있으며, 지리적으로 한강 하구에 인접한 Ⅰ권역의 영향이 가장 큰 것으로 분석됨

6.3 참굴 어장 현장 실험

○ 참굴 서식 형태 및 환경 조건을 알아보기 위해, 인천 연안 어장 중 참굴 양식장 지역에서 참굴을 대상으로 현장 실험구를 설치하여, 물리적 환경(수온, 기온, 노출시간), 수질환경(먹이농도, 대장균군, 영양염)및 참굴 가입형태를 정기적(2개월 간격)으로 조사함

○ 물리적 환경은 권역별 평균 대기 중 노출시간이 상대적으로 표고가 높은 Ⅰ권역(아차도)와 Ⅳ권역(자월도)이 길고, 표고가 낮은 Ⅱ권역(무의도)와 Ⅲ권역(영흥도)의 경우 상대적으로 짧음

○ 온도차(노출시 최고온도-비노출시 평균 온도)는 Ⅰ권역 에서 평균 8.0℃로 가장 크고 Ⅳ권역, Ⅲ권역, Ⅱ권역 순으로 나타남

○ 이상기온 월평균 출현일수는 Ⅰ권역이 10.7일로 가장 많고, Ⅳ권역, Ⅲ권역, Ⅱ권역 순으로 나타났으며, 이상기온 발생 시 평균 지속시간은 Ⅰ권역 가장 길고 Ⅱ권역, Ⅲ권역, Ⅳ권역이 유사함

<표 Ⅳ-6.3-1> 권역별 물리적 환경 분석 결과(평균)

권역	Ⅰ권역(아차도)	Ⅱ권역(무의도)	Ⅲ권역(영흥도)	Ⅳ권역(자월도)
어장위치(m)	3.0	1.8	2.0	2.5
노출시간(h)	3.6	1.5	1.9	2.7
온도 차(℃)	7.9	4.7	5.4	7.0
폭염빈도(일)	10.7	3.3	4.7	8.3

○ 수질환경의 경우, 참굴 현장실험 수질환경 중 영양염(용존무기질소, 용존무기인)과 참굴 먹이원을 간접적으로 유추할 수 있는 엽록소-a는 권역 간 유사하였으며, 총대장균군 분석 결과(Ⅱ권역), 2021년 5월과 8월 모두 불검출됨

○ 참굴 현장실험 부착생물은 생물이 가입된 시기를 기점으로 서식밀도가 점차 감소하는 경향성을 보이며, 가입 초기(2020년)에 Ⅰ권역과 Ⅲ권역에서 참굴이 90% 이상의 비율을 보인 반면, Ⅱ권역과 Ⅳ권역은 따개비류, 고둥류로 인하여, 참굴 비율이 상대적으로 낮음

- Ⅱ권역 무의도는 1차년도와 2차년도 6월에 일시적으로 파래류가 극 우점함

○ 권역별 참굴 가입 시기는 6~8월 중으로 추정되며, Ⅲ권역 영암(H3-2)과 내리(H3-3)에서 동일시기 참굴 가입량 차이를 보였으며, Ⅱ권역 무의도는 초기 가입 시기 동안 파래류가 높은 공간 점유율 보여, 참굴 초기 가입량에 영향을 미친 것으로 판단됨

○ 참굴 크기는 가입(6~8월)된 후 12월까지 성장하는 경향을 보였으며, Ⅰ권역 아차도와 Ⅲ권역 영암이 다른 참굴 어장들에 비해 성장이 늦음

○ 다양한 환경요인 중 굴의 성장에 가장 큰 영향을 미치는 것은 수온과 염분으로 알려져 있으며, 특히 수온이 5℃ 이하로 내려가면 성장이 둔화되며(Shin et al., 2008), 반대로 수온이 28℃ 이상이면 성장이 정지하거나 폐사율이 증가됨(Soletchnik et al., 2005)

○ 대기 중 노출시간이 길어지면, 여과식자인 참굴의 먹이활동 시간도 함께 줄어들고, 비노출시 온도와 노출시 온도 간 차이가 커져, 참굴 성장을 저해함

○ 또한, 한정된 면적 안에 다양한 종 또는 특정 종이 우점할 경우, 종간 공간경쟁이 심해져, 참굴의 가입 또는 성장을 방해하는 부정적인 요인으로 작용함

○ 본 참굴 현장실험을 통해 참굴 가입 및 성장에 관한 부정적 요인과 긍정적 요인을 파악함

○ 그 결과, Ⅰ권역 아차도는 대기 중 노출시간 시간이 길고, 온도 차가 크며, 이상기온 출현빈도가 많아, 참굴 가입시기 늦고, 성장 크기가 작음

○ Ⅱ권역 무의도는 노출시간이 짧고, 온도 차가 작아 참굴 가입 시기가 빠르고, 성장 크기가 컸지만, 종간 공간경쟁이 심해, 참굴 가입량이 적음

○ Ⅲ권역 영흥도는 어장 위치(영암과 내리)에 따라 차이를 보였으며, 내리는 영암보다 노출시간이 길고 온도 차가 커, 참굴 가입량이 영암보다 상대적으로 적었지만, 참굴 크기는 큼

○ Ⅳ권역 자월도는 아차도보다 노출시간 짧고 온도 차가 작아, 아차도(H1-1)보다 성장 크기가 큼

○ 본 실험 결과, 참굴 가입 및 성장은 노출시간에 따른 물리적 환경조건이 영향력을 미치며, 조석에 따라 1일 2회씩 노출되는 갯벌 조간대 특성으로 한여름 및 한겨울에는 수온과 함께 대기에 의한 극한기온이 영향을 미친 것으로 판단됨

○ 또한, 가입 초기 종간경쟁에 따라 가입량에 영향을 미치는 것으로 판단됨

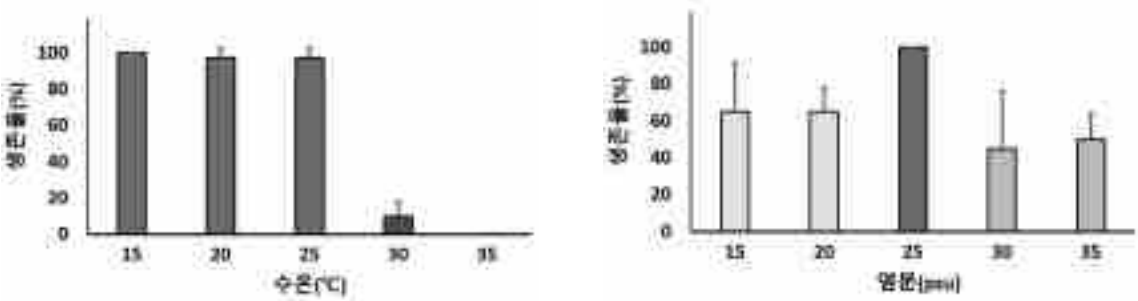
○ 따라서 물리적 환경이 안정될수록 참굴 가입시기가 빠르고, 성장이 좋으며, 종간경쟁이 낮을수록 참굴 가입량이 많음



(그림 Ⅳ-6.3-1) 권역별 환경인자와 참굴 분포 특성

6.4 참굴 대상 실내 실험

○ 참굴의 수온·염분 내성시험 중 단일 영향시험 결과, 수온 30℃ 이상에서 생존에 영향이 있는 것을 확인하였으며, 염분은 25psu 구간을 제외한 모든 구간에서 영향이 있는 것을 확인함

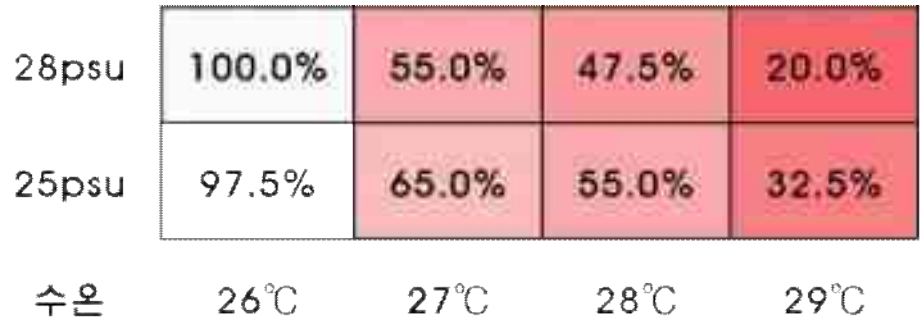


수온 단일 영향시험 결과(30일 노출) 염분 단일 영향시험 결과(30일 노출)

(그림 Ⅳ-6.4-1) 수온·염분 단일 영향시험 결과

○ 수온·염분 복합 영향시험 결과, 수온 26℃에서는 생존율에 영향이 없었지만 27℃ 이상으로 장기간 노출될 경우 참굴 생존율이 낮아지는 것을 확인함

- 수온 27℃에서는 30일 전후, 28℃에서는 20일 전후, 29℃에서는 15일 전후로 시험생물 생존율이 감소한 것으로 확인됨



수온-염분 복합 영향시험 결과(40일 노출 결과)

(그림 Ⅳ-6.4-2) 수온-염분 복합 영향시험 결과

○ 노출 시 접하게 되는 기온-노출시간에 대한 복합 영향시험 결과, 40℃ 기온에 1일 4시간 노출시부터 참굴 생존에 영향이 있는 것을 확인하였으며, 45℃의 기온에 1일 2시간 노출할 경우 참굴의 생존율이 크게 영향을 받는 것으로 분석됨

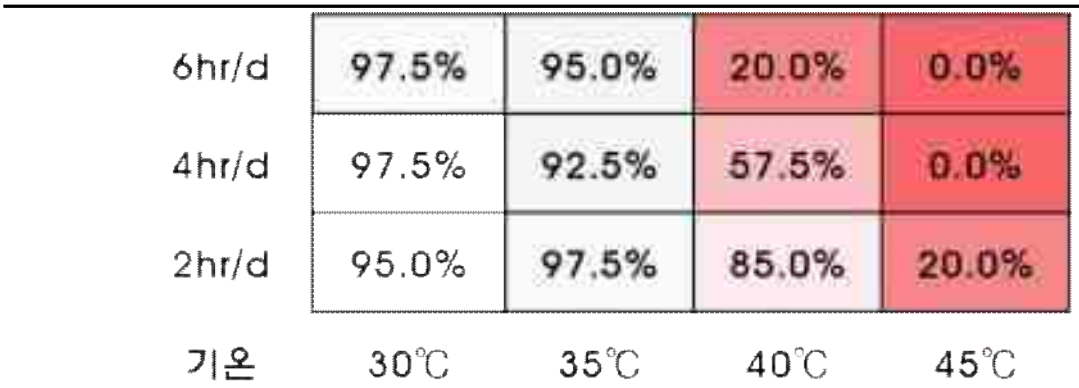
○ 기온-대기 노출시험 결과, 기온 40℃에서 1일 4시간 노출시 5일째부터 생존율이 낮아진 것을 확인하였으며, 45℃는 1일 2시간 노출시 4일째부터, 4시간 노출시 1일째부터 생존에 영향을 주는 것을 확인함

- 참굴 현장실험 대상지역 내 설치한 수온·기온 측정값 중 하계에 40℃ 이상의 기온이 관측되며, 권역별 노출 시간 또한 1.5에서 3.6시간을 나타냄

○ 대기 노출 시험을 통해 여름철 낮, 폭염기간 동안 참굴이 대기로 노출될 경우 생존에 큰 영향을 주는 것을 확인함

○ 시험 및 현장 자료를 기반으로 참굴 생존에 영향을 주는 환경요인 중 여름철 대기 노출 온도 및 시간 요인이 단기간 노출로도 큰 영향이 있는 것으로 보이며, 다음으로는 여름철 수온, 염분 순으로 판단됨

- 따라서 인천 해역에 위치한 발전소에서 방류한 온배수로 인한 영향보다는 여름철 간조시 노출로 인해 접하는 기온에 의한 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타남



기온-대기 노출 시간 복합 영향시험 결과(7일 노출 결과)

(그림 Ⅳ-6.4-3) 기온-대기 노출 시간 복합 영향시험 결과

6.5 생산량 저하 해양환경 요인 분석

- 본 연구에서는 수산생물 생산량과 환경인자 간의 관계 규명을 위해 주요 수산생물 생산량 및 환경요인에 대한 공공기관 자료 수집하고. 수집된 자료를 활용하여 추세 분석(시계열), k-평균 군집분석, 주성분분석(PCA), 베이지안 네트워크 분석을 수행함
- 추세 분석 결과, 굴과 바지락 생산량은 감소추세, 연속관측자료(2000-2020)의 기온(0.4℃), 수온(0.8℃)은 증가, 계절관측자료(2010-2020)의 수온(1.1℃), 염분(0.88psu), pH(0.008), DIN(0.022㎎/ℓ), DIP(0.007㎎/ℓ)은 증가, 용존산소농도 (0.55㎎/ℓ), 클로로필-*a*(1.32㎍/ℓ)는 감소추세를 보임
- k-평균 군집분석 결과를 통해 수집된 자료 중 해양환경관측망 21개 정점, 어장환경 모니터링 4개 정점자료를 분석 정점으로 선정하여, 주성분분석 및 베이지안 네트워크 분석에 사용함
- 주성분 분석결과, 바지락의 제1주성분 계수는 0.71로 나타났고, 이와 비슷하게 제1주성분 계수가 0.5 이상인 환경인자는 봄철의 기온, 염분, 산소포화도, 여름철의 DIP, 가을철의 수온과 염분, 겨울철의 수온과 기온이었으며, 이에 따라 강한 양의 상관관계로 추정됨. 반대로 봄철 수온, DIN, DIP, 여름철 DOS, 클로로필-*a*, 가을철 DIN, DIP, 겨울철 산소포화도와 클로로필-a는 제1주성분 계수가 -0.5 이하로 나타났으며, 이에 따라 강한 음의 상관관계로 추정됨
- 굴의 제2주성분 계수는 -0.85로 나타났고, 이와 비슷하게 제2주성분 계수가 -0.5 이하인 환경인자는 여름철 DIN과 DIP, 겨울철 산소포화도와 클로로필-a이었으며, 이에 따라 강한 양(+)의 상관관계로 추정됨. 반대로 여름철 기온과 수온, 염분, 산소포화도, 겨울철 DIN, DIP는 제1주성분 계수가 0.5 이상으로 나타나, 강한 음(-)의 상관관계로 추정됨

- 베이지안 네트워크 분석 결과, 춘계 클로로필-*a*와 하계 기온, 수온, 클로로필-*a*이 0.44, 0.53, 0.45, 0.54의 strength 나타내며 바지락 생산량의 주요 영향요인으로 나타났으며, 하계 기온과 수온이 각각 0.80, 0.85의 strength를 보이며 굴 생산량의 주요 영향 요인으로 분석됨
- 보다 명확한 영향력 파악을 위해 베이지안 네트워크 결과에서 도출된 기온, 수온, 클로로필-*a*의 변화에 따른 생산량 변화를 민감도 및 생태계 반응 실험으로 추론하는 작업이 요구됨

V

인천 연안어장 소득창출 기본계획(안) 수립

1. 기본계획 개요
2. 동향분석
3. 인천 연안어장 현황 및 여건
4. 시사점

V. 인천 연안어장 소득창출 기본계획(안) 수립

1. 기본계획 개요

1.1. 계획 수립 배경 및 필요성

○ 최근 해양환경오염 및 수산업 및 관련 산업의 다양한 여건변화에 대응하기 위해 국가 및 지자체 수준에서 다양한 정책 추진

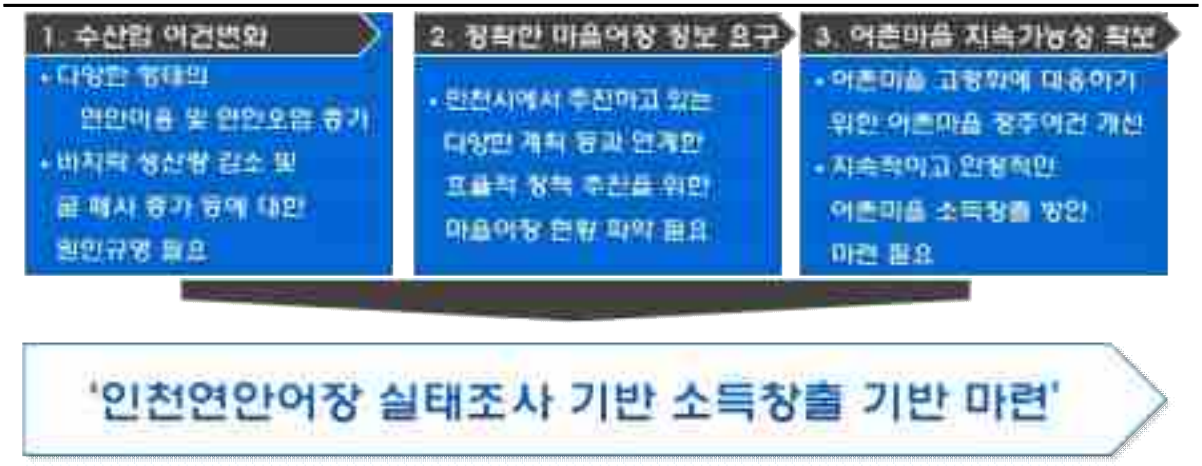
- 수산업·어촌발전기본법에 시행에 따른 제1차 인천광역시 수산업·어촌발전계획 (2019~2023), 어촌뉴딜300사업(2019~2021), 인천형 먹거리 종합계획(2021), 인천 해양친수도시조성 기본계획(2021) 등 지역발전을 위한 종합적인 계획 수립 및 추진

○ 국가정책 및 지역사회 여건을 반영하기 위한 다양한 정책이 추진되고 있으나 인천 연안어장에 대한 정보 부족으로 관련계획과 실행력 있는 연계 어려움

○ 한편 인천 연안 마을어장의 주요 수산물인 바지락 생산량 감소, 일부 지역에서 발생하는 굴 폐사가 지속적으로 발생하고 있어 이에 대한 원인규명 요구 증가

○ 또한 어촌마을 고령화 등으로 인한 어촌마을 유지가 어려워짐에 따라 정주여건개선 및 소득증대를 통해 도시와 격차를 해소하고 지속적인 네트워크 형성을 통한 어촌마을 자립기반 마련이 중요하게 인식

○ 인천연안어장 실태조사를 기반으로 각 권역의 특성에 맞는 新소득창출 및 실효성 있는 소득증대 계획수립을 목적으로 함



(그림 V-1.1-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획 배경 및 목표

1.2. 계획 수립 범위

○ (근거) 수산업·어촌발전기본법 및 제1차 인천광역시 수산업·어촌발전계획

○ (기간) 어장이용을 통한 새로운 소득원 창출 기본계획(2023~2027년, 5년간)

○ (공간) 서해5도를 제외한 인천광역시 관내 어촌 및 어장
(강화군, 옹진군 및 중구에 속한 40여개 어촌마을 대상)

○ (내용) 인천의 권역별 어장 특성을 반영한 이용·정책 방향 등을 포함

- 수산생물 폐사원인에 대응하기 위한 정책방향 및 수산생물 폐사 발생지역의 대체 소득원 개발 등에 관한 사항 및 인천 연안어장 실태조사 결과 활용 및 성과 확산 방안 등을 포함

2. 동향분석

2.1. 수산업 동향

2.1.1. 국내 수산업 일반 동향

가. 어가 및 어가인구

○ 2020년 전국 어가 수는 43,149호로 2019년 대비 15.2%(7,760호)가 감소하였으며 어가인구는 97,062명으로 2019년 대비 16,836명으로 14.8% 감소

○ 어가인구 연령별 구성비는 30세 미만이 전체 어가의 12.4%, 30세 이상 60세 미만의 청장년층은 34.9%, 60세 이상의 장노년층은 52.7%으로 장노년층의 비율 증가 추세

<표 Ⅴ-2.1.1-1> 연도별 어업가구와 어가인구

연도	어업가구(가구)	증감률(%)	어가인구(명)	증감률(%)
1990	121,525	-	496,089	-
2000	81,571	△21.9(5년)	251,349	△27.6(5년)
2005	79,942	△2.0(5년)	221,132	△12.0(5년)
2010	65,775	△17.7(5년)	171,191	△22.6(5년)
2011	63,251	△3.8	159,299	△6.9
2012	61,493	△2.8	153,106	△3.9
2013	60,325	△1.9	147,330	△3.8
2014	58,791	△2.5	141,344	△4.1
2015	54,793	△16.7(5년)	128,352	△15.0(5년)
2016	53,221	△2.9	125,660	△2.1
2017	52,808	△0.8	121,734	△3.1
2018	51,494	△2.5	116,883	△4.1
2019	50,909	△1.1	113,898	△2.6
2020	43,149	△21.3(5년)	97,062	△24.4(5년)

출처: 통계청 농림어업조사·농림어업총조사

나. 어업 총생산

○ 2020년 어업총생산은 약 370만 톤으로 2019년에 비해 15만톤(3.96%)이 감소하였으며 어업생산량 중 양식어업 생산량이 가장 많았으며 다음이 연근해어업, 원양어업, 내수면어업 순으로 조사됨

○ 양식어업 생산량은 2000년 이후 지속적으로 증가하였으나 2020년에는 전년(2019년) 대비 4.2% 감소

<표 V-2.1.1-2> 연도별 어업생산량 및 어업생산액 현황

구분		년도							
		2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
연근해	생산량 (천톤)	1,189	1,133	3,337	3,269	3,725	3,770	3,861	3,771
	생산액 (억원)	23,295	39,117	37,023	36,359	40,141	41,361	39,571	43,672
양식	생산량 (천톤)	653	1,355	1,668	1,872	2,316	2,250	2,410	2,308
	생산액 (억원)	6,839	18,156	21,240	23,455	29,600	28,807	28,053	28,938
내수면	생산량 (천톤)	21	31	33	35	36	35	35	34
	생산액 (억원)	1,234	3,338	4,075	4,175	4,585	4,609	4,848	4,441
원양	생산량 (천톤)	651	592	578	454	446	474	504	437
	생산액 (억원)	9,269	13,648	10,237	10,778	11,343	11,307	11,191	10,442
합계	생산량 (천톤)	2,541	3,111	3,337	3,269	3,725	3,770	3,861	3,711
	생산액 (억원)	40,664	74,256	72,575	74,767	85,669	86,084	83,663	87,493

출처: 통계청 어업생산동향조사

다. 양식어장 현황

○ 우리나라 해면(바다) 양식어장 개발은 1960년대 김, 미역 등 해조류 중심으로 개발되었으며 1970년대에는 굴, 피조개 등 패류양식어업으로 확대

○ 1980년대에는 넙치 등의 어류양식 발전이 주로 이루어졌으며 이후 전복 등 고부가가치 품종을 대상으로 한 양식업 장려에 따라 양식장 면적 및 양식생산량이 모두 증가

○ 최근 양식수산물 과잉생산, 수급문제 발생, 과밀, 노후화된 양식장의 환경수용력 등을 고려하여 신규개발 지양

<표 Ⅴ-2.1.1-3> 품목별·연도별 양식어장 면허면적

구분	2016		2017		2018		2019		2020	
	면적 (ha)	비율 (%)	면적 (ha)	비율 (%)	면적 (ha)	비율 (%)	면적 (ha)	비율 (%)	면적 (ha)	비율 (%)
어류	1,409	0.9	1,354	0.8	1,369	1.0	1,468	1.0	1,502	0.9
패류	51,274	33.4	51,351	32.0	48,362	30.0	47,584	29.4	47,552	29.5
해조류	90,933	56.4	97,330	61.0	98,556	61.1	99,518	61.5	98,893	61.3
기타 수산동물	14,208	9.3	9,974	6.2	12,998	8.1	13,180	8.1	13,481	8.4
합계	153,452	100	160,609	100	161,285	100	161,750	100	161,428	100

출처: 해양수산부 어촌양식정책과

라. 어가소득 현황

○ 우리나라 어가소득은 2010년대 이후 지속적으로 증가하였으나 도시근로자 가구 소득대비 어가 소득 비율은 2017년 82.3% 수준을 보인 후 2020년 현재 77.5%의 수준을 보임

<표 Ⅴ-2.1.1-4> 연도별 어가소득 현황

구분	년도								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
어가소득 (천원)	37,381	38,586	41,015	43,895	47,077	49,016	51,836	48,415	53,187
도시가구근로자 가구소득 대비 어가소득 비율(%)	69.3	69.8	72.0	76.0	80.0	82.3	80.0	73.4	77.5

출처: 2020년 농가 및 어가경제조사 결과(통계청, 2021)

마. 수산식품 및 유통산업 현황

○ 우리나라 수산가공품 생산량은 2014년 234만톤을 생산하여 최고치 기록 후 계속 감소 추세로 2019년에는 109만톤 기록

○ 수산물 단순가공이 차지하는 비중이 낮아지고(2013년 75.9%에서 2019년 기준 60.5%로 감소) 고차가공의 비중이 높아짐(2013년 24.1%에서 2019년 39.5%로 증가)

- 단순가공품은 원형동결 냉동품, 건제품, 염장품, 해조제품, 수산피혁품 등이 포함되며 고차가공품에는 처리동결 냉동품, 통조림, 한천, 연제품, 조미가공품 및 어유분 등이 포함

<표 Ⅴ-2.1.1-5> 연도별 수산식품 및 유통산업 현황

구분	년도						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
단순가공 (톤)	1,292,987	1,939,678	1,387,427	938,257	896,702	910,043	656,331
비중(%)	75.9	83.0	75.9	59.6	69.4	67.1	60.5
고차가공 (톤)	410,284	397,633	441,714	636,693	394,937	446,536	429,192
비중(%)	24.1	17.0	24.1	40.4	30.6	32.9	39.5
합계(톤)	1,703,271	2,337,311	1,829,141	1,574,951	1,291,639	1,356,579	1,085,523

출처: 해양수산통계연보

○ 국내 수산가공품 사업체는 2019년 기준 5,441개소로 2016년(5,358개소) 대비 1.5% 증가

<표 Ⅴ-2.1.1-6> 연도별 수산가공품 사업체 현황

구분	년도			
	2016	2017	2018	2019
단순가공 (톤)	4,114	4,004	3,810	4,161
비중(%)	76.8	75.6	76.2	76.5
고차가공 (톤)	1,244	1,294	1,193	1,280
비중(%)	23.2	24.4	23.8	23.5
합계(톤)	5,358	5,298	5,003	5,441

출처: 해양수산통계연보

2.2. 법·제도 및 정책동향

○ 글로벌 수산물 시장개방 증가 및 경쟁 심화, 어가인구 감소 및 어촌 고령화 등 국내 수산업의 여건변화를 고려하여 다양한 법률이 제정 및 개정 추진 중

○ 특히 안정적인 수산물 생산을 위한 수산자원의 과학적 관리, 소비트렌드 충족을 위한 안전한 수산물 생산·유통, 어촌·어장·어항 공간을 연계한 6차 산업화 등을 통한 정주여건 개선 및 어업인 삶의 질 향상 등을 지원하기 위한 다양한 정책 추진 중

2.2.1. 법·제도 현황

가. 수산업·어촌발전 기본법

○ '수산업·어촌발전 기본법'은 기존 '농어업·농어촌 및 식품산업기본법'과 '수산업법'이 어촌의 특수성, 독자성을 반영하지 못하는 한계를 극복하기 위해 제정('15.06.22.)

- '농어업·농어촌 및 식품산업기본법'은 농업농촌분야에 대한 공동규정으로 수산분야에 특화된 사항의 적용에 한계
- '수산업법'은 허가·면허(1차산업)에 관한 사항이 주요 내용으로 가공·유통 등 전반적인 어촌지원 분야의 세부내용 부재

<표 Ⅴ-2.2.1-1> 수산업·어촌발전 기본법의 주요 내용

구 분	세부내용
목적	• 우리나라 수산업 · 어촌발전에 대한 국가정책 기본방향 제시를 통해 수산업과 어촌의 지속가능한 발전 도모와 국민 삶의 질 향상, 국가 경제 발전 이바지
연혁	• 2015. 06. 22. 제정 ➔ 2015. 12. 23. 시행 ➔ 2020.12.22. 일부개정 ➔ 2021.03.23. 시행
주요내용	• ① 수산업수산인 정의 ② 수산인의 날, ③ 수산업어촌발전 기본계획, ④ 통계조사 및 데이터베이스 구축, ⑤ 수산업 지원 전담기관 지정 및 운영, ⑥ 수산발전기금 설치
관련행정규칙	• 5개의 행정규칙 제정 · 시행 중 ① 수산발전기금운용관리요령(훈령 제565호) ② 수산업어촌발전 기본법에 따른 전담기관의 지정 및 운영 요령(고지 제2019-224호) ③ 어업인 확인서 발급규정(고시 제2020-138호) ④ 수산물 수출통합브랜드 운영지침(고시 제2019-219호) ⑤ 수산물 자급률 목표에 관한 고시(고시 제2018-103호)

○ '수산업·어촌 발전 기본법'은 수산업 관련 부가가치와 고용창출을 위한 수산업 지원 방안 제도화 수산업의 6차 산업화 달성을 위한 제도적 기반 마련

나. 수산업법

○ '수산업법'은 수산분야 법령의 모법(母法)으로, 1953년에 공포되어 지난 70여 년간 우리 바다 수산물의 생산운반유통가공 과정을 규정하고, 양질의 수산물 제공하기 위한 역할 수행

- 수산업·어촌발전 기본법 제정('15.06.22.) 및 양식산업발전법 제정논의 등 다양한 법·제도 환경변화에 따라 2016년에 수산업법에 대한 전면 개정 검토 추진

<표 Ⅴ-2.2.1-2> 수산업법의 주요 내용

구 분	세부내용
목적	• 수산업에 관한 기본제도를 규정하여 수산업의 생산성 향상과 수산업 발전 도모
연혁	• 1953.09.09. 제정 ➔ 1953.12.09. 시행 ➔ 2021.006.15. 일부개정·시행
주요내용	• ① 수산업의 정의 ② 어장이용개발계획, ③ 면허어업 허가·관리, ④ 어업권 취등록·관리, ⑤ 보호구역, 어장·어업관리 등, ⑥ 수산유통 및 산업육성 등
관련행정규칙	• 26개의 행정규칙 및 167개 자치법규 ① 수산업, 어업면허, 어업허가, 어업양식등록, 선박안전조업, 수산업 장려 등 총 26개의 행정규칙 제정·시행 중 ② 각 광역시 · 도 또는 시 · 군의 167개 조례 제정 · 시행 중

다. 양식산업발전법

○ '양식산업발전법'은 지속 가능한 양식업을 위해 양식장의 환경 관리를 강화하고, 신규 인력 및 자본유입 활성화 등을 통해 양식산업의 경쟁력 향상을 위해 제정('19.08.27.)

- 수산물 생산량의 약 60%를 차지하는 양식산업을 지속가능한 미래 식량산업으로 육성하기 위해 별도의 독립된 법률체계 마련, 양식업자의 책임경영 강화 및 체계적 지원기반 구축 등에 관한 사항 포함

- 양식업의 생산성 향상 및 경쟁력 강화를 위해 양식산업 관련 기술개발 지원, 양식전문인력 육성을 위한 시책마련, 양식전문인력 지원에 필요한 사항들을 시행령에 포함

<표 Ⅴ-2.2.1-3> 양식산업발전법의 주요 내용

구 분	세부내용
목적	• 양식산업의 육성·지원 등에 필요한 사항규정으로 양식산업발전과 국민경제 향상에 이바지
연혁	• 2019.08.27. 제정 ➔ 2020.08.28. 시행 ➔ 2020.12.31. 개정 ➔ 2022.01.01. 시행
주요내용	• ① 양식발전 기본계획 수립 · 시행, ② 규제완화, ③ 면허 심사 · 평가제도 도입, ④ 양식산업 육성
관련행정규칙	• 4개의 행정규칙 및 139개 자치법규 ① 양식장어장 표지시설, 불법어업 신고자 등 포상, 어업등록령, 수산사업자금 융자제한에 관한 4개의 행정규칙 제정 · 시행 중 ② 각 광역시 · 도 또는 시 · 군 · 구의 139개 조례 및 규칙 제정 · 시행 중업 발전 도모

라. 수산식품 산업의 육성 및 지원에 관한 법률(수산식품산업법)

○ 수산물은 생산·가공·유통 등에서 농산물과 많은 차이가 있음에도 불구하고 그간 농산물 중심의 '식품산업진흥법'을 근거로 운영되어 수산식품산업의 체계적 육성에 한계

○ 수산식품의 수요 증가에 따른 수산식품산업의 체계적 육성·지원을 위해 '식품산업진흥법'에서 수산식품을 분리한 '수산식품산업법' 제정(2020.12)·시행(2021.02)

○ '수산식품산업법'은 매 5년마다 수산식품산업 기본계획 수립, 수산식품클러스터 조성, 전문인력양성, 수산식품 해외진출 지원 등 수산식품 산업 육성을 위해 필요한 사항과 지원근거를 규정

<표 Ⅴ-2.2.1-4> 수산식품산업법의 주요 내용

구 분	세부내용
목적	• 수산식품산업의 육성 및 지원에 필요한 사항을 규정하여 수산식품산업의 부가가치 향상을 위한 기반마련 및 수산식품산업과 수산업의 지속적인 발전을 도모
연혁	• 2020.12.8. 제정 ➔ 2021.02.19. 시행 ➔ 2021.11.30. 개정 ➔ 2022.01.01. 시행
주요내용	• ① 수산식품육성 기본계획 수립 · 시행 ② 전문인력양성 ③ 수산식품 통계조사 ④ 수산식품클러스터의 지원·육성 ⑤ 수산가공품 생산 등의 지원 ⑥ 우수수산식품, 전통수산식품 등의 인증 등
관련행정규칙	• 1개의 시행령, 시행규칙 및 행정규칙 ① 수산식품의 육성 및 지원에 관한 법률 시행령 ② 수산식품의 육성 및 지원에 관한 법률 시행규칙 ③ 수산전통식품의 품질인증 대상품목 및 표준규격

마. 수산종자산업육성법

○ 종자산업의 발전을 위해 '종자산업법'이 시행되고 있으나, 이는 농작물의 식물종자를 대상으로 하는 법률로서 어류 및 패류 등의 동물종자는 그 대상으로 하지 않을 뿐만 아니라, 농작용 식물종자와는 다른 특성을 가진 수산종자의 생산이나 수산종자산업을 육성 및 지원하는 법률로서 한계

○ 수산종자산업육성법'은 우량 수산종자의 연구 · 개발 및 생산 · 보급을 활성화 할 수 있도록 수산종자산업의 기반조성과 육성지원을 위한 제도적 기반을 마련함으로써 지속가능하며 고부가가치를 창출하는 미래 성장동력산업으로 수산업이 발전할 수 있도록 기여하기 위해 제정

- 수산종자산업의 육성을 위해 전문인력 양성기관 지정, 수산종자 생산 및 연구 시설 등의 현대화 지원, 수출·수입 및 유통 제한 등과 관련된 사항을 시행령에 포함

<표 Ⅴ-2.2.1-5> 수산식품산업법의 주요 내용

구 분	세부내용
목적	• 수산종자의 연구, 보존, 생산 및 유통, 수산종자산업의 육성 및 지원 등에 관한 사항을 규정함으로써 수산종자산업을 고부가가치 산업으로 육성하고 지속가능한 수산업의 발전에 이바지
연혁	• 2015.06.22. 제정 ➔ 2016.06.23. 시행 ➔ 2022.01.04. 개정 ➔ 2022.01.04. 시행
주요내용	• ① 수산종자산업의 기반조성 ② 수산종자산업의 육성 및 지원 ③ 수산종자의 개량 ④ 수산종자의 생산 · 유통 관리
관련행정규칙	• 3개의 행정규칙 및 6개 자치법규 ① 수산종자의 수입적격성심사, 개량대상 수산종자의 범위 및 개량목표 설정 등에 관한 3개의 행정규칙 제정 · 시행 중 ② 강원도, 경상북도, 인천광역시, 전라남도, 전라북도, 충청남도의 조례 제정 · 시행 중

2.2.2. 정부 관련계획 추진 현황

가. 제1차 수산업·어촌발전 기본계획(2016~2020년)

○ 기존 '수산업법'에 의한 수산진흥종합대책, '농어업·농어촌 및 식품산업 기본법'에 의한 어업·어촌발전기본계획을 폐지하고 '수산업·어촌 발전 기본법'(제7조)에 따라 수립되는 법정계획으로 우리나라 수산업·어촌의 발전목표와 정책의 기본방향 제시

○ 제1차 기본계획은 '안정적인 수산물 생산', '안전한 수산식품 공급', '글로벌네트워크 강화', '어촌활력 제고' 및 '미래성장동력 제고' 등 5대 정책목표 제시

- 수산업·어촌의 패러다임 변화에 따른 경쟁력확보, 영세어업인에 대한 균형있는 발전, 신기술 융합 등을 강조



수직연계산업 고부가가치화를 통한 수출형산업구조 생산자의 규모화와 현대화

(그림 Ⅴ-2.2.2-1) 수산업 패러다임 변화의 주요내용(제1차 수산업·어촌발전기본계획)

<표 Ⅴ-2.2.2-1> 제1차 수산업·어촌발전 기본계획 주요 내용

구 분	세부내용
배경	• 기존 수산업과 어촌의 특수성 및 독자성 반영의 한계가 발생으로 새로운 법률을 제정하였고, 이에 수산진흥종합대책과 어업·어촌발전계획을 대체하는 수산업·어촌 발전 기본계획 수립 필요
근거	• 수산업어촌발전 기본법, 수산업법, 어업어촌발전계획 등
위상	• 우리나라의 수산업 관련 최상위 계획
목적	• 기존 대책 및 발전계획을 대체하기 위한 새로운 발전 기본계획 수립
기간	• 제1차 발전 기본계획은 2016년부터 2020년(5년간)
비전	• 꿈이 있는 어촌, 미래를 여는 수산업
목표	• ① 안정적인 수산물 생산, ② 안전한 수산식품 공급, ③ 글로벌 네트워크 강화, ④ 어촌·활력 제고, ⑤ 미래 성장동력 확보 • 수산물 생산, 수산식품 시장규모, 수산물 수출, 어가 소득, 어업부가가치를 대상으로 정략적 달성목표 제시 
추진계획	**(추진계획)** 5대 정책목표에 따른 20대 전략 및 60대 추진과제 설정 (목표1) 자원관리 선진화, 지속가능한 어업생산, 양식산업 규모화 및 첨단화, 해외 생산기반 확대 (목표2) 수산물 생산 안전성 제고, 수산물 수급관리 강화, 수산물 유통 인프라 확충, 수산식품산업 경쟁력 제고 (목표3) 수출 경쟁력 제고, 글로벌 협력 강화, 해외시장 진출 확대, 남북 수산협력 활성화 (목표4) 어촌 산업 활성화, 깨끗하고 안전한 어항 조성, 어촌문화 융성, 어업인 삶의 질 향상 (목표5) 新수산업 육성, 수산업 투자 활성화, 차세대 수산인력 양성, 수산 융복합 산업화

나. 제3차 어촌·어항 발전기본계획(2020~2024)

○ '어촌·어항법'에 따라 매 5년마다 수립되는 법정계획으로 수산업 여건변화에 대응하여 어촌의 지속가능한 성장 및 어항을 체계적 개발을 목적으로 수립

○ 어촌 시군구 74개, 읍면동 492개소, 어항 2,299개 항을 대상으로 어촌·어항의 기초정밀조사, 종합적, 체계적 발전을 위한 중장기 정책방향, 어촌·어항의 연도별 개발 및 관리·운영에 관한 사항, 어촌종합개발사업, 어항개발사업 및 어촌·어항재생사업에 관한 사항 포함

○ 어촌6차산업화 시범사업, 어촌특화지원센터 설립, 어촌종합개발사업, 바다가꿈 프로젝트, 어촌체험휴양마을 지정, 전통어업기술 국가중요어업유산 지정 및 다양한 어항개발 사업 등 추진

○ 제3차 어촌어항기본계획의 비전은 '어촌을 신명나는 삶터로, 어항을 활력있는 경제거점으로'이며 '통합재생과 균형발전, 특화개발과 지역혁신'을 목표로 제시



(그림 Ⅴ-2.2.2-2) 제3차 어촌어항발전기본계획의 기본방향 및 비전·목표

다. 해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 기본계획(2022~2026)

○ 해양수산부는 '해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 법률'에 따른 법정계획인 해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 기본계획의 수립을 통해 해양치유산업 육성을 위한 중장기 비전 및 목표 제시

○ '세계가 주목하는 한국형 해양치유모델 창출'을 비전으로 해양치유자원 검증을 통한 신뢰도 확보, 산업기반 구축을 통한 연안지역 성장, 해양치유를 통한 국민 삶의 질 향상을 목표로 제시

○ 목표달성을 위해 사계절 해양치유 콘텐츠 발굴, 해양치유서비스 인프라 조성, 해양치유산업 생태계 구축 등의 3대 추진전략 10개 세부 추진과제 제시

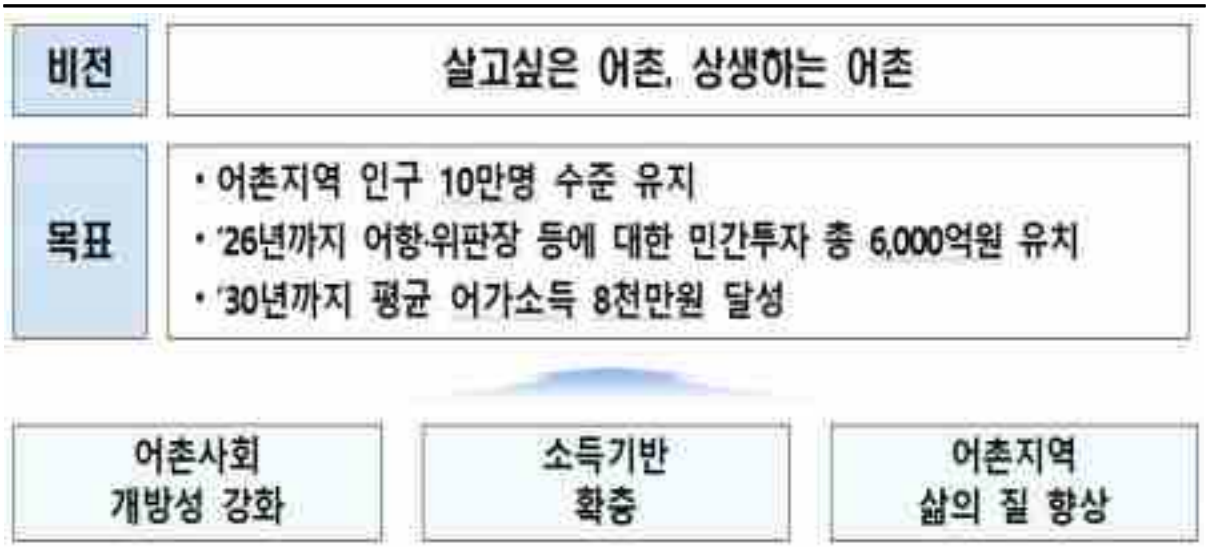


(그림 Ⅴ-2.2.2-3) 해양치유자원의 관리 및 활용에 관한 기본계획의 비전·목표 및 추진전략

라. 어촌지역 활성화 대책(해양수산부, 2021.9)

○ 어가인구 감소 및 고령화 등으로 인한 어촌 고멸위기에 대응하기 위해 신규 인력 유입확대, 일자리 창출 및 삶의 질 개선 등의 대책 제시

○ '살고싶은 어촌, 상생하는 어촌'을 비전으로 어촌지역 인구를 현재 10만명 수준으로 유지하고 2030년까지 평균 어가소득 8천만원을 달성 목표로 추진



(그림 Ⅴ-2.2.2-4) 어촌지역 활성화 대책의 비전·목표(해양수산부, 2021.09)

○ 다양한 공익 기능을 수행하는 어촌마을의 소멸을 방지하고 지역경제 활성화의 중심지로서 역할을 수행하기 위한 어촌활성화 방안 제시

- 기존 어업인 중심의 면허제도, 어촌사회의 높은 진입장벽, 귀어인이 되기 위한 엄격한 조건 등의 폐쇄성을 극복, 양식, 어로 위주의 산업구조로 제한적인 일자리, 신규인력 정착의 어려움, 도농지역에 비해 열악한 생활여건 개선 등을 목표로 추진

○ 어촌사회의 개방성 강화, 어촌지역 소득기반 확충, 어촌지역 삶의 질 형상 등을 3대 중점과제로 제시

- (어촌사회의 개방성강화) 어업, 수산업 등 어촌지역의 진입장벽 완화를 위해 공공임대형 면허 신설, 공공기관 임대 확대, 청년어선 임대 및 어촌자산에 대한 투자펀드 조성 등의 사업 추진
- (소득기반 확충) 국가어항, 위판장 등에 대한 민간투자 확대, 귀어귀촌인 창·취업 지원확대, 어촌관광 활성화 등을 통한 다양한 일자리 창출 등 어촌마을의 안정적 소득창출 방안 마련
- (어촌지역 삶의 질 향상) 어촌지역의 성공적인 귀어를 위한 주거여건 개선 및 어촌마을 생활서비스 최소기준을 마련하고 관련된 인프라 확충 추진



(그림 Ⅴ-2.2.2-5) 어촌지역 활성화 대책의 주요내용(해양수산부, 2021.09)

마. 제3차 수산자원관리기본계획

○ 기후변화에 따른 어장환경 변화, 불법 어업, 과도한 어획 등으로 인한 국내 수산자원의 꾸준한 감소에 대응하기 위해 제3차 수산자원관리 기본계획 수립

- '지속가능한 수산자원, 풍요로운 어장'을 비전으로 연근해 자원량 목표를 2025년 400만 톤, 2030년 503만 톤으로 설정

- 제3차 수산자원관리기본계획의 기본방향은 TAC 중심 수산자원 회복·관리 정책 내실화, 생태계 기반 수산자원 조사 및 환경 조성, 자율과 참여 기반 수산자원 보호로 설정

○ 또한 TAC 기반 자원관리, 감소된 수산자원의 회복, 생태계 기반 수산자원 조사·평가, 연근해 서식·생태환경 개선, 참여형 수산자원 보호문화 확산 등을 5대 주요 추진과제로 제시

- (TAC 기반 자원관리) 연근해 업종 및 어종으로 TAC 관리 대상 확대, 스마트 TAC 관리 인프라 구축 및 관리 역량 강화 등의 사업 추진

- (감소된 수산자원의 회복) 감소·고갈 어종의 단계적 맞춤 관리, 고래 혼획 저감 및 관리 강화, 수산자원회복계획 제도화 등을 통해 수산자원 회복력 강화를 목표로 추진

- (생태계 기반 수산자원 조사·평가) 단일 종 중심 자원평가에서 생태계 기반 통합자원평가로 전환, 첨단기술을 사용한 자원조사로 수산자원조사 인프라 확충 방안 제시

- (연근해 서식·생태환경 개선) 어종별 생태특성 반영한 산란·서식장 조성, 연근해 어장 환경개선, 보호구역 등 체계적 관리를 통한 연근해 서식·생태 환경 개선 추진

- (참여형 수산자원 보호문화 확산) 지속가능한 낚시 등 건강한 레저문화 확립, 소비자 참여 수산자원관리 강화, 자율관리형 수산자원보호 촉진을 통해 참여형 수산자원 보호문화 확산 추진



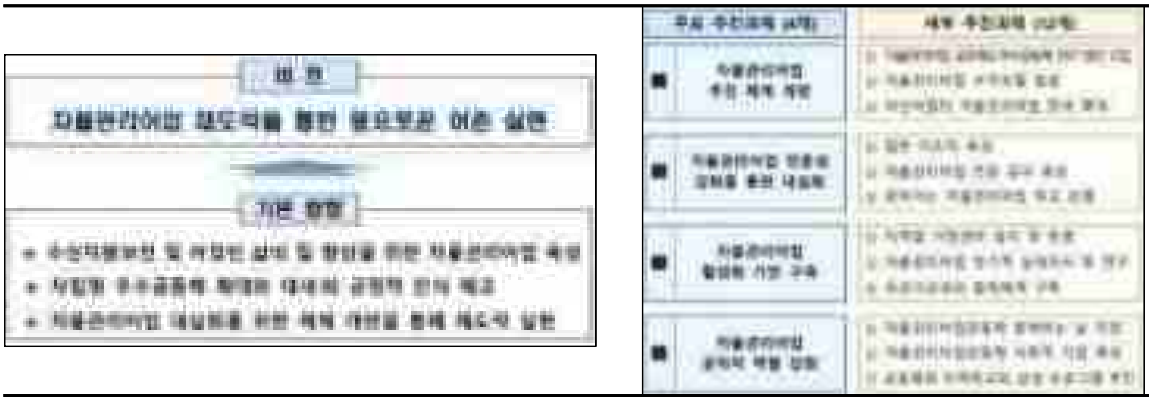
(그림 Ⅴ-2.2.2-6) 제3차 수산자원관리기본계획 정책목표 및 추진방향

바. 제1차 자율관리어업종합계획

○ 어업인 참여 미흡, 불법어업, 경쟁조업 등과 같은 정부주도 어업관리의 한계를 보완하기 위해 2001년부터 자율관리어업육성 사업이 도입되었으며 2021년 2월 19일 자율관리어업의 체계적 육성을 위한 '자율관리어업 육성 및 지원에 관한 법률' 제정·시행

- 기존 훈령으로 규정되어 있는 자율관리 어업의 체계적·정책적 지원이 필요함에 따라 자율관리어업 정책목표 및 기본방향, 지속적·체계적 지원 방안, 조사 및 연구개발에 관한 사항 등을 포함하는 5년 단위(2021년~2025년) '자율관리어업 종합계획' 수립

○ 자율관리어업 추진 체계 개편, 자율관리어업 전문성 강화를 통한 내실화, 자율관리어업 활성화 기반 구축, 자율관리어업 공익적 역할 강화 등 4대 주요 추진과제와 12개의 세부 추진과제가 제시



(그림 Ⅴ-2.2.2-7) 제1차 자율관리어업종합계획 정책목표 및 추진방향

- (자율관리어업 추진 체계 개편) 자율관리 사업 공모제도 및 우수공동체 관리방안 도입, 자율관리어업 수익모델 발굴, 어선어업 자율관리어업 참여 확대 유도를 통한 체계 개편
- (자율관리어업 전문성 강화를 통한 내실화) 젊은 지도자 육성, 자율관리어업 전문 강사 육성, 자율관리어업 학교 운영을 통해 교육의 전문성 확보 추진
- (자율관리어업 활성화 기반 구축) 지역별 거점센터 설치, 정기적 실태조사 및 연구, 유관기관과의 협력체계 구축 등을 통한 자율관리어업 활성화 기반 구축을 목표로 함
- (자율관리어업 공익적 역할 강화) 자율관리어업공동체 함께하는 날 지정, 자율관리 사회적 기업 육성, 공동체 지역학교 상생을 통한 인식 개선 추진

사. 제3차 해양수산발전기본계획(2021~2030)

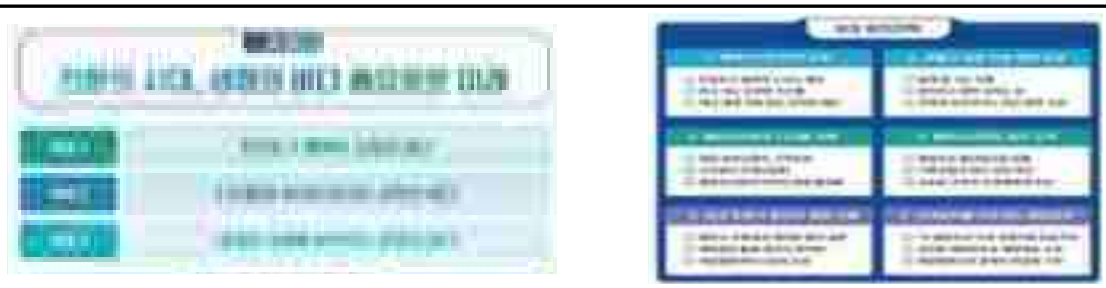
○ 해양수산발전기본법 제6조에 따라 정부는 해양수산발전기본계획을 10년마다 수립하고 있으며, 향후 10년간 해양수산정책방향을 제시하기 위해 '제3차 해양수산발전기본계획(2021-2030)' 수립

○ '제3차 해양수산발전기본계획'은 2013년 해양수산부 재출범 이후 급변하는 정책환경과 정책수요 등을 반영한 새로운 해양수산 정책의 중장기 비전·목표 재정립 및 '제2차 해양수산발전기본계획(2011-2020)'에 미포함된 수산 분야의 반영 요구

- 해양 및 해양자원의 합리적인 관리보전과 개발·이용 및 해양산업의 육성에 관한 정부의 기본구상 및 추진목표, 해양의 관리 및 보전, 해양수산자원의 관리보전개발 및 이용, 해양수산업 육성, 해양수산의 발전기반 및 환경보전의 추진, 해양수산전문인력의 양성 등에 관한 사항을 포함

○ '전환의 시대, 생명의 바다 풍요로운 미래'의 비전으로 3가지 목표와 6대 추진전략을 제시

- 해양수산의 안전 강화, 머물고 싶은 어촌·연안 조성, 해양수산업의 디지털 전환, 해양수산업의 질적 도약, 환경 친화적·합리적 해양 이용, 국제협력을 선도하는 해양강국이라는 6대 추진전략을 기반으로 18대 정책목표, 50대 정책과제, 146개의 세부과제 제시



(그림 Ⅴ-2.2.2-8) 제3차 해양수산발전기본계획 추진방향

아. 제2차 수산업·어촌발전 기본계획

○ '수산업·어촌 발전 기본법' 제정으로 수립된 '제1차 수산업·어촌발전 기본계획'이 종료되었고, 수산업·어촌의 지속가능한 발전과 육성을 위한 중장기 비전·목표 제시 및 향후 5년간 정책이행을 위한 '제2차 수산업·어촌발전 기본계획' 수립

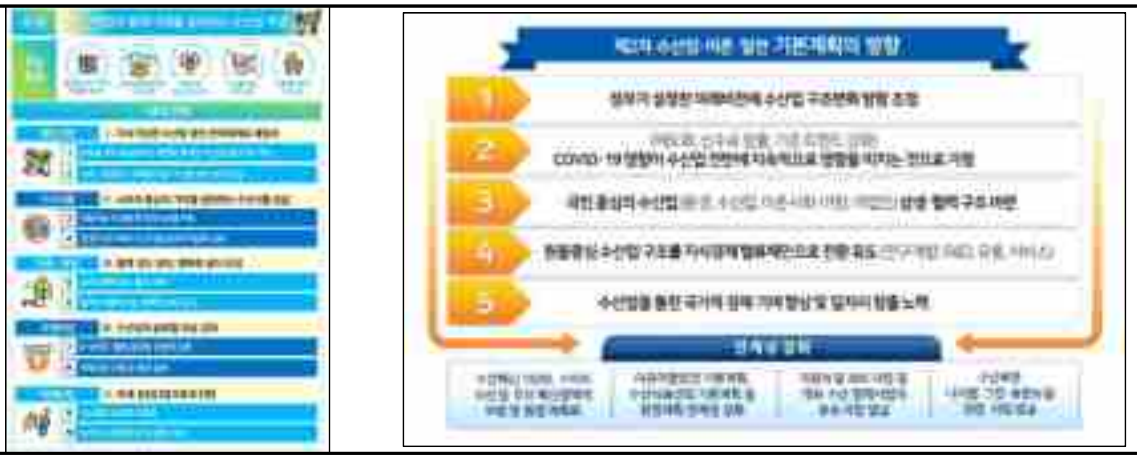
○ '제2차 수산업·어촌발전 기본계획'은 2020년 발생한 코로나19이후 국내외 경제·사회 환경 변화 및 정책 수요를 반영하며, 수산업·어촌의 정책 방향 및 종합적·계획적 발전을 위한 시책을 포괄

- '수산업·어촌 발전 기본법' 제7조에 따라 수산업·어촌의 발전 목표와 정책의 기본방향, 수산자원의 지속가능한 이용 및 자급목표, 수산업·어촌에 관한 시책, 수산업·어촌에 관한 시책을 추진하기 위한 재원의 조달방안, 어장환경 및 어장관리해역 등을 고려한 수산업 생산기반의 정비·보강 및 보전, 그 밖에 수산업·어촌의 종합적·계획적 발전을 추진하기 위하여 필요한 사항 등을 포함

○ 인천시는 '제1차 인천시 수산업·어촌발전 기본계획'의 종료(2023) 및 '제2차 수산업·어촌발전 기본계획 수립)에 따라 '제2차 인천시 수산업·어촌발전 기본계획' 수립 중(2022년 수립예정)

○ '제2차 수산업·어촌발전 기본계획'은 지속가능한 수산업 생산관리체계로 재정비, 소비자 중심의 가치를 실현하는 수산식품 공급, 활력 있는 일터, 행복한 삶터 조성, 수산업의 글로벌 위상 강화, 미래 성장산업으로의 전환 등의 5대 목표 제시

- (지속가능한 수산업 생산관리체계로 재정비) 글로벌 가치사슬 재편에 대비한 수산업 생산구조 개선, 기후·환경위기 극복을 위한 수산업 생산 환경 조성 등과 같은 전략을 포함
- (소비자 중심의 가치를 실현하는 수산식품 공급) 지속가능 수산물 먹거리시스템 구축, 수산식품산업의 적응력 강화 제시
- (활력 있는 일터, 행복한 삶터 조성) 어촌산업 활성화, 안전한 직업환경 조성 및 종사자 고용개선, 어업인 소득·복지 사각지대 해소 등과 같은 활력 있는 일터 마련 전략과 어촌공동체 유지 강화, 지역주도의 어촌·어항 재생, 이용자 중심의 어항시설 확충·개발 등과 같은 더불어 사는 행복한 삶터 조성 전략 포함
- (수산업의 글로벌 위상 강화) k-브랜드 활용 글로벌 경쟁력 강화, 국제규범 이행 및 협력 강화 전략 제시
- (미래 성장산업으로의 전환) 수산업의 스마트 산업화, 수산업 신산업 육성 및 창업 지원 전략 포함



(그림 Ⅴ-2.2.2-9) 제2차 수산업·어촌발전 기본계획의 방향

2.2.3. 인천시 관련계획

가. 제1차 인천광역시 수산업·어촌발전 계획(2019~2023)

○ 기존 인천광역시는 수산업 중·장기 기본계획(2016~2020)을 대체하기 위해 수산업·어촌발전 계획 수립하였으며 이를 통해 수산업의 범위 확대, 어촌 6차산업화 달성을 위한 제도적 기반 마련

<표 Ⅴ-2.2.3-1> 제1차 인천광역시 수산업·어촌발전 계획(2019~2023년, 5년간)

구 분	세부내용
배경	• 수산업·어촌 발전 기본법 시행, 서해 평화수역 실현, 어촌뉴딜 300사업 등 정책사회여건 변화로 수산분야에 차별화된 인천광역시 기분계획 수립 요구
근거	• 수산업어촌 발전 기본법 제7조
목적	• 수산업 관련 부가가치와 고용 창출을 위한 제도적 기반 마련, 수산업 범위 확대 및 산업 종사자 근거 마련 등 전반적 수산업 육성 지원
기간	• 제1차 인천광역시 발전계획은 2019년부터 2023년(5년간)
비전	• 살고 싶은 어촌, 함께 가꾸는 수산업
목표	• ① 지역 맞춤형 수산업 기반 구축, ② 풍요·깨끗·안전한 바다 조성, ③ 미래가 있는 특화된 어촌 개발관광 육성
추진계획	**(추진계획)** 3대 핵심 정책방향에 따른 9대 전략 및 60개 추진과제 설정 (목표1) 수산업 인프라 구축, 어업인 소득복지 강화, 수산물 가공유통안전 시스템 구축 (목표2) 풍요로운 바다 조성 자원의 효율적 이용개발, 안전하고 깨끗한 바다 환경 및 생태계 보호 (목표3) 찾고 싶은 어촌마을 육성, 어촌 6차 산업을 통한 부가가치 증대, 남북평화체제 확립을 위한 수산업 기반 조성

나. 인천광역시 먹거리 종합계획(2022~2026)

○ 인천시는 관내 먹거리를 생산·유통하고 소비하는 모든 과정과 이와 연결된 안전, 영양, 복지, 환경, 일자리 창출 등 다양한 관련 사안을 통합 관리하는 종합먹거리 종합 전략을 수립(2021)

○ 공공급식 통합지원센터 설립, 로컬푸드 직매장 확대, 급식센터 참여 학교 수 확대 등을 목표로 5대 추진전략 및 18개 실천과제 제시

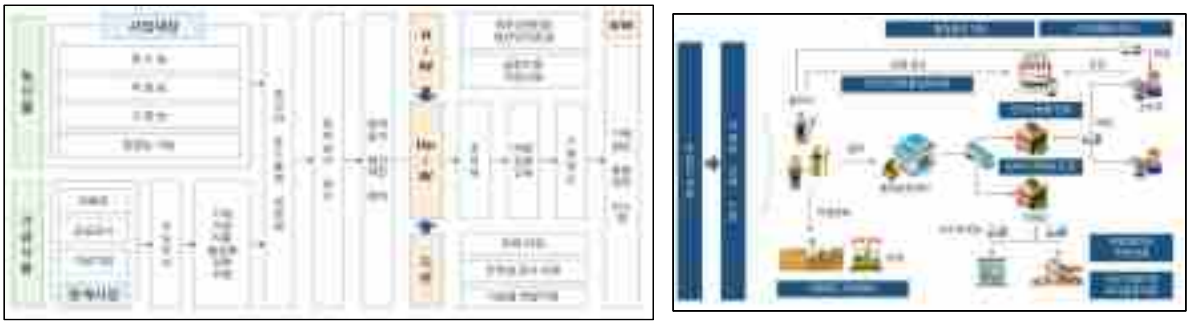


(그림 Ⅴ-2.2.3-1) 인천광역시 먹거리 종합계획의 비전·목표 및 추진전략

○ 5대 추진 전략 중 생산·가공 및 유통·판매, 거버넌스 분야는 지역먹거리 관련된 사항들이 포함되어 있으나 수산업이 제외되어 종합계획의 한계 발생

- (생산·가공 추진체계) 사업대상이 중소농, 여성농, 고령농, 창업농 등 농축산업종사자로 한정,
- (유통·판매 추진체계) 인천시 주 농업생산지인 강화도에 거점통합물류센터를 조성하여 소비지 직매장으로 공급하는 형태로 추진될 예정으로 대상이 농축산물에 한정

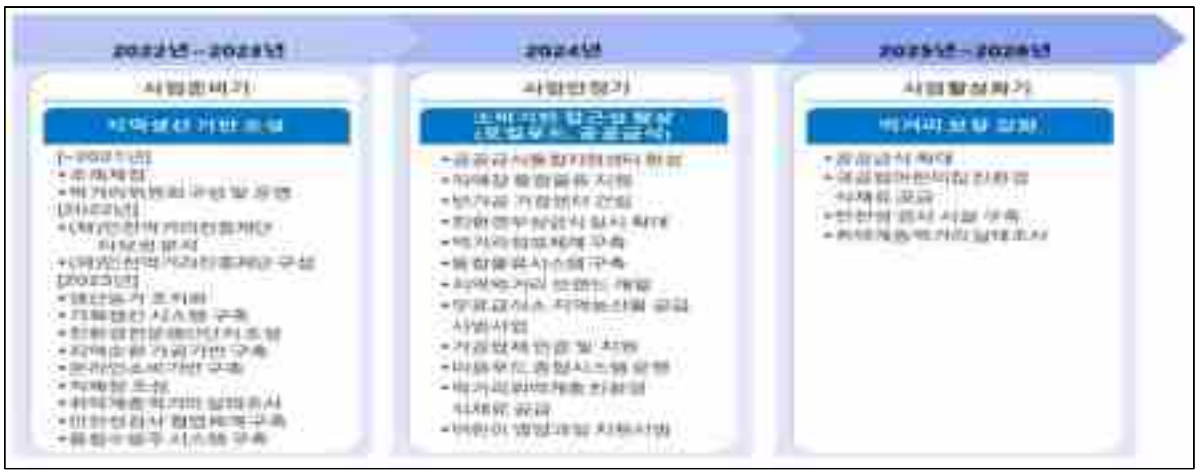
○ 인천시 먹거리 종합계획에는 농업, 축산업뿐만 아니라 수산물, 수산업을 포함하는 제도개선을 통해 정책추진의 효율성 확보 필요



(그림 Ⅴ-2.2.3-2) 생산·가공 및 유통·판매 추진체계

○ 먹거리 종합계획은 단기적으로는 지역생산 및 공공급식 기반을 구축하고 중장기적으로는 먹거리 선순환 구조 및 시민의 먹거리 보장체계 강화를 목표로 제시하고 있으며 사업 준비에서 사업 활성화까지 단계별 계획을 제시

- (사업준비기) 먹거리위원회 구성 및 운영, 인천먹거리진흥재단 구성, 생산농가 조직화, 온라인 소비기반 구축 직매장 조성, 안정성검사 협업체계 구축 등
- (사업안정기) 공공급식통합지원센터 완성, 직매장 통합물류 지원, 먹거리 정보체계 구축, 이음푸드 종합시스템 운영 등
- (사업활성화기) 공공급식 확대, 안정성 검사시설 구축 등

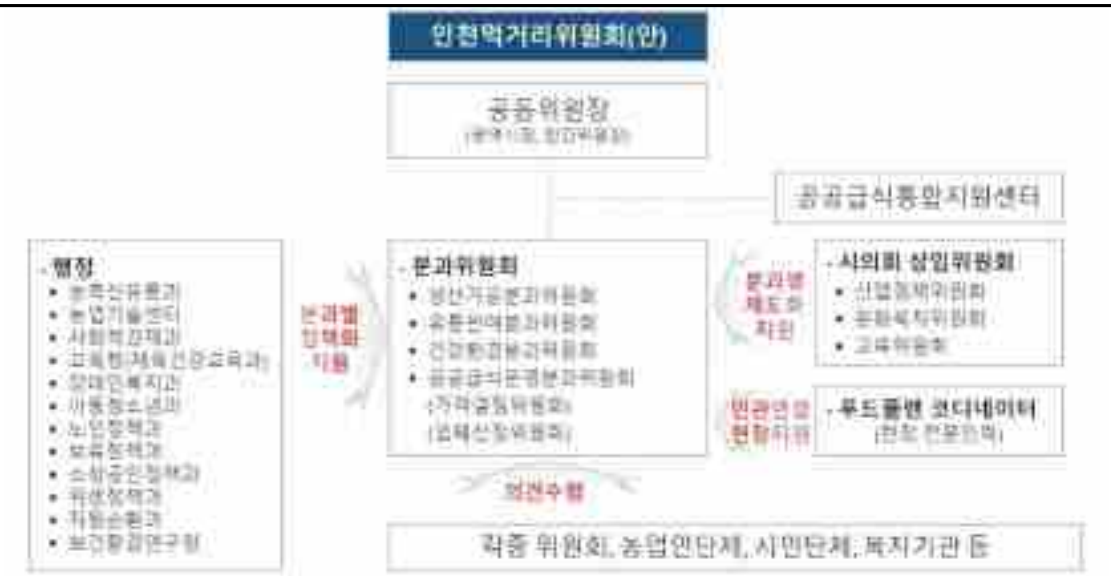


(그림 Ⅴ-2.2.3-3) 인천광역시 먹거리 종합계획 중장기 로드맵

○ 인천먹거리 위원회 구성 및 운영에 관한 사항

- 인천광역시의 먹거리 문제 해결을 위한 민관합동 협의체계 운영 목적을 가지고 (가칭)인천먹거리 기본조례를 바탕으로 먹거리위원회 구성

- 총 4개의 분과위원회 및 2개의 소위원회로 구성되었으며, 먹거리 정책과제 발굴 및 제안, 먹거리종합계획 심의 및 자문, 평가 등의 역할 수행
- 인천먹거리위원회는 각종 위원회, 농업인단체, 시민단체 등으로부터 다양한 의견을 수렴하여 정책을 발굴, 행정은 발굴된 정책에 대한 정책화를 지원하고, 시의회 상임위원회는 제도화 지원을 명시
- 또한 민관소통을 위해 현장 전문인력인 푸드플랜 코디네이터 운영



(그림 Ⅴ-2.2.3-4) 인천광역시 먹거리위원회

○ 인천이음푸드 인증제를 통해 인천 내에서 생산된 농축산물에 대한 인증으로 인증 상품에 대한 소비자 신뢰 형성, 생산자의 품질경쟁력 제고

○ 인천이음푸드 인증은 소비자, 시민, 생산자의 생산-소비 등 총 3단계 기준으로 지역 농산물의 안정성을 관리하는 제도로 단계별 인증신청 기준 및 조건은 상이하며 인증 농산물의 공급가능영역 및 지원도 각각 다르게 구성

- 인증 수준은 1단계 농약허용물질목록관리제도(PLS, Positive List System) 수준 이상, 2단계는 무농약 수준 이상, 3단계는 유기농 수준 이상으로 설정
- 공급가능영역은 1단계 학교 급식, e음몰 온라인 유통, 직매장 납품 가능, 2단계는 공공기관 우선구매, 3단계는 공공기관 의무구매로 구성



(그림 Ⅴ-2.2.3-5) 인천이음푸드 인증 단계

다. 해양친수도시조성 기본계획(2022~2026)

○ 인천시는 2030년까지의 중장기적 해양친수도시 조성을 위한 기본계획 및 구체적인 실행방안 마련을 위한 '해양친수도시조성 기본계획'(2021) 수립



(그림 Ⅴ-2.2.3-6) 인천 해양친수도시조성 기본계획의 비전, 목표 및 추진전략

○ 핵심가치로 '시민과 바다를 잇다', 비전으로 '2030 인천 바다 이음'으로 설정하였으며 5대 목표와 15개 네트워크화 전략 수립

- 해양친수도시 5대 목표를 개방, 재생, 상생, 보전, 국제 등으로 설정하고 목표별 3개 네트워크화 전략 제시



(그림 Ⅴ-2.2.3-7) 인천 해양친수도시 네트워크화 전략

라. 인천시 웰니스 관광활성화 사업(2021)

○ 코로나19이후 환경변화에 따라 웰니스 관광이 포스트 코로나 시대의 주요 관광 정책으로 추진되고 있으며 '관광분야 인천2030 미래이음'(2020.07)에 인천 대표 웰니스 관광지 선정 및 육성사업 반영

○ 인천시는 정부정책에 부합하는 지역 웰니스 관광기반조성 및 활성화를 위해 '2021년 인천 웰니스 관광 활성화 사업' 수립

- 2021년 인천 웰니스 관광지 10개소 서정 및 매년 5개소를 추가 선정하여 2025년까지 총 30개소 발굴·관리를 목표로 추진 중

- 주요 사업으로 인천 웰니스 관광지 발굴·선정, 인천 웰니스 관광지 수용태세 개선 및 역량강화 등의 사업 추진

○ 인천 웰니스관광지 선정공모 결과 뷰티/스파 1개소, 힐링/명상 4개소, 숲/해양치유 3개소, 종합헬스케어 1개소, 푸드테라피 1개소 등 총10개소 선정 완료

<표 Ⅴ-2.2.3-2> 2021년 인천 웰니스 관광지 선정현황

테마	지역	시설명	주요특징
뷰티/스파 (1개소)	중구	더 스파 앳 파라다이스	• 인천국제공항에 인접하고 파라다이스시티 리조트 내 위치한 스파시설 • 문화체육관광부의 추천 웰니스관광지 선정(2021년)
힐링/명상 (4개소)	연수구	경원재 엠배서더 인천	• 송도국제도시 내 위치한 한옥호텔로 다양한 힐링·웰니스 프로그램 운영 • 호텔시설을 활용한 힐링, 웰니스 프로그램, 전통과 웰빙을 결합한 푸드 웰니스 프로그램, 센트럴파크, 한옥마을 연계 레저 웰니스 프로그램 운영
	강화군	전등사	• 문화유산이 산재한 전등사에서 불교문화를 체험하는 템플스테이 운영 • 걷기명상, 참선명상, 호흡, 차담, 발우공양, 108배 등을 포함한 힐링형, 문화체험형, 휴식형 프로그램 운영
	강화군	연등국제선원	• 내외국인을 위한 선원으로 외국인 참여가 높은 템플스테이 우수 운영사찰 • 명상, 산책 스님과 차담, 발우공양, 예불 등을 포함한 휴식형 프로그램 등을 운영, 산하 아침요가 프로그램 등 개발 계획
	강화군	해든뮤지움	• 강화도의 자연과 어우러진 건축설계와 다양한 현대미술작품이 전시된 복합문화시설 • 미술관 명상(전시장, 미러가든), 티테라피 프로그램 개발 계획
숲/해양치유	강화군	마니산 치유의 숲	• 소나무 피톤치드 숲길에서 강화도 체험학습센터와 연계한 마니산 숲치유 프로그램 운영 • 숲해설가 동행 계절별 숲놀이, 숲체험 등 프로그램 운영
	중구	왕산마리나 현대앤코스모스요팅	• 왕산마리나를 거점으로 요트를 활용한 웰니스 해양관광프로그램 개발·운영 • 파워요트를 이용한 웰니스 섬투어, 균형있는 '나' 자신을 위한 여행, 진정한 요트의 의미를 알아가는 헤일링 교육프로그램 등
	중구	팔미도등대 현대마린개발	• 국내최초 등대가 위치한 팔미도의 숲·해양치유 자원을 활용한 웰니스 관광프로그램 개발·운영 • 유람선 탐승, 둘레길(소사나무 군락지) 트레킹, 해양체험 등
종합헬스케어	강화군	약석원	• 강화 약쑥을 사용하여 특허 받은 전통방식의 좌훈요법 체험 프로그램 운영 • 아토피, 염증, 만성피로, 생식기 질환 및 혈액순환 등에 효과가 있는 약쑥좌훈, 온열쑥뜸, 강화 약쑥차 체험 등 포함
푸드테라피	연수구	동국명상원 산들채	• 동국명상원 내 천연 식재료를 사용한 건강식 체험공간으로 다양한 푸드테라피 체험 프로그램 운영 • 디톡스 프로그램, 전통음식 체험, 차·커피 명상 프로그램 등

2.2.4. 관련사업 추진 현황

가. 어촌특화사업 및 어촌6화산업화

○ 해양수산부는 어촌의 유·무형의 자원을 기반으로 어업과 식품, 특산물 제조가공 및 유통판매, 문화, 체험관광, 서비스 등을 연계하여 새로운 부가가치를 창출하기 위한 어촌특화산업을 2014년부터 지속적으로 추진 중

○ 정부는 어촌특화에 필요한 업무를 지원하기 위해 전문기관 또는 단체를 어촌특화지원센터로 지정·운영할수 있으며 현재 전국 10곳에 어촌특화지원센터가 지정·운영 중

- 인천어촌특화지원센터는 2018년부터 한국어촌어항공단에서 위탁 관리·운영 중

○ 현재 어촌 6차산업화 시범사업 대상마을은 총 10곳으로 1단계(2014~2015) 5개소, 2단계(2016~2018) 5개소가 선정되어 다양한 지원사업 추진 중

<표 Ⅴ-2.2.4-1> 어촌 6차산업화 시범사업 대상마을 현황

구분	대상마을	사업내용		
		1차산업	2차산업	3차산업
1단계 (2014~2015)	태안군 대야도 마을	우럭, 바지락, 낙지, 해삼 등	수산물 가공시설 및 레스토랑	우럭 레시피 및 마을 브랜드 개발
	여수시 안포마을	패조개, 바지락 등	수산물 가공시설 및 레스토랑	피조개 활용 요리개발·판매
	해남군 송호중리마을	전복, 낙지, 파래 등	전복분말 활용 전복빵제조시설	전복활용 요리개발·판매
	거제시 해금강마을	돌미역, 톳, 동백열매 등	동백액세서리만들기 체험장	마을 브랜드개발, 액세서리 판매 등
	양양군 남애마을 (바닷속 체험마을)	-	-	바닷속 체험마을 개발을 위한 다이빙포인트 기본시설 다이빙교육 및 체험장비 보관시설, 마을 역량강화
2단계 (2016~2018)	서산시 중왕마을	감태 등	감태가공시설	조미감태 유통망 확보, 체험장 조성 등
	고창군 두어마을	가무락 조개, 장어등	장어엑기스 가공시설	요리체험학습장, 마을 브랜드 개발 등
	고흥군 신평마을	미역 등	건미역 가공시설	전복활용 요리 개발·판매
	남해군 전도마을	파래, 죽방멸치, 쏙 등	멸치액전 가공시설 현대화	어촌체험장 운영
	거제시 계도마을	대구 등 생산	대구스테이크 및 젓갈 가공시설	특화상품 유통망확보

나. 수산양식 박람회(2021.12.13~2022.03.31)

○ 해양수산부는 해양수산양식 산업의 미래 비전을 제시하고 실질적인 양식 수산물 소비촉진을 위한 수산양식 박람회인 'SeaFarm Show' 추진 중

- 수산양식 박람회는 온·오프라인 플랫폼을 활용하여 약 4개월간 진행되며 현재 6회째 진행 중

○ 다양한 국산 수산물을 활용한 요리법 경연대회인 씨푸드레시피 챌린지, 쿠팡특별기획전, 지자체 및 우수식품기업관, 양식수산물 특별기획전 등의 다양한 프로그램 운영

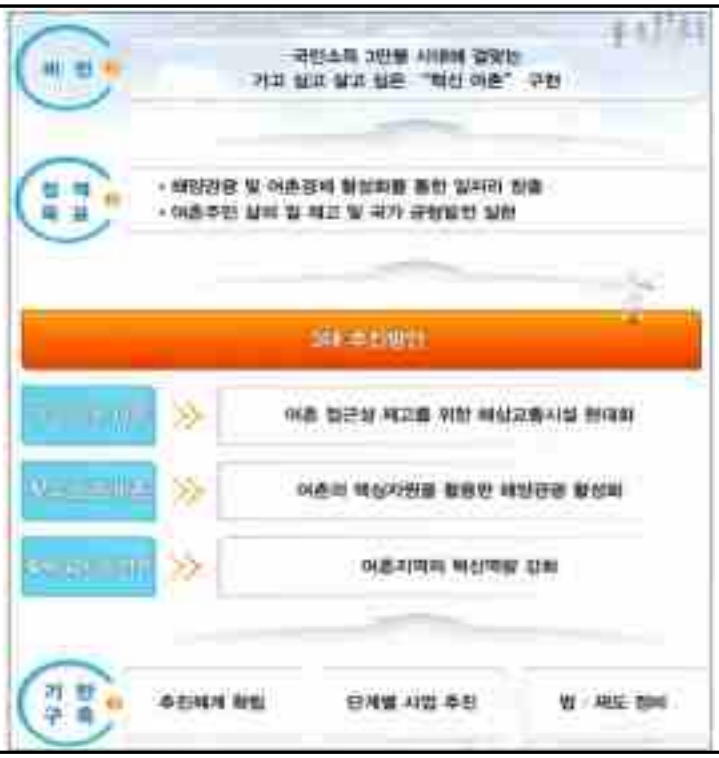


(그림 Ⅴ-2.2.4-1) 해양수산부의 Seafarm 수산양식박람회의 주요 프로그램

다. 어촌뉴딜 300 사업

○ '어촌뉴딜 300' 사업은 전국 어촌·어항 기반시설을 현대화하고 어촌이 보유한 핵심자원을 활용해 차별화된 컨텐츠를 발굴함으로써 어촌지역에 활력을 불어넣고 어촌주민의 삶의 질 향상을 목적으로 추진

- 어촌뉴딜사업의 목표는 해양관광 및 어촌경제 활성화를 통한 일자리 창출, 어촌주민 삶의 질 제고 및 국가 균형발전 실현으로 제시하였으며 추진방안으로 가기 쉬운 어촌, 찾고싶은 어촌, 활력 넘치는 어촌으로 설정하여 추진



(그림 Ⅴ-2.2.4-2) 어촌뉴딜 300사업 추진방안

○ 인천시는 2019~2022 어촌뉴딜 사업에 18개소 선정(' 19년→ 5개소, ' 20년→5개소, ' 21년→3개소, ' 22년→5개소)

○ 2019년 선정된 사업은 총 5개로 2021년 9월 기준 75% 공정률 달성

- 중구 소무의항은 수산특화형 사업으로 총 사업비 4,841백만원을 투입하여 어항기반시설 정비(방파제, 선착장 등), 바다낚시터, 바닷길 조성, 어촌체험마을 개발(리모델링)을 주요 사업내용으로 선정

- 강화군 후포항은 재생기반형 사업으로 총 8,689백만원을 투입하여 부유식방파제, 후포항 진입로 개선, 선착장 어업공간개선, 어항구역 경관정비 등 어항기반시설 정비와 밴댕이 특화거리 조성, 어판장 옥상 리모델링 등을 주요 사업으로 추진

- 옹진군은 복합형 사업으로 야달항, 답동항, 대소이작, 소야리항 등의 항구가 선정되어 총 32,059백만원의 사업비 투입

- 탑동항과 아달항은 수산특화형+국민휴양형으로 방파제, 선착장 등 어항기반시설 정비와 휴게쉼터, 진입로개선, 마을경관, 다목적광장, 동백군락지 소공원 등 복합 휴양공간 조성 추진

- 대이작항의 경우 국민휴양형+해양레저형+재생기반형으로 선정되었으며, 주요 사업내용으로는 어항기반시설 정비와 풀등 해상탐방로, 해양생태체험장 조성 등을 제시

○ 2020년에 선정된 사업은 총 5개로 2021년에 기본계획이 수립되어 2022년에 완공을 목표로 공사 진행 중

- 서구 세어도항은 수산특화형+국민휴양형+재생기반형으로 총 9,568백만원을 투입하여 선착장 확장 등의 어항기반시설 정비와 웰컴센터(대합실) 조성, 마을커뮤니티센터 조성 및 마을 안길 정비 등을 주요 사업내용으로 선정
- 강화군 창후항, 황산도항은 수산특화형+국민휴양형 사업으로 16,493백만원을 투입하여 기반시설 정비, 해안산책로 개선, 복합센터 조성, 해안쓰레기 집하장 및 안내판 설치 등을 선정
- 웅진군은 국민휴향형 사업으로 간이판매 공간, 화장실, 주차장 등 어울림터 조성, 습곡지구 보행로 개선, 소연평항 여객선터미널 신축, 울도항 진입로 개선, 습곡지구 보행로 개선 등의 사업을 위해 총 21,842백만원을 투입

○ 2021년에 선정된 사업은 총 3개소로 현재는 기본계획 용역이 착수되어 진행중이며, 2022년 6월에 사업 추진 예정

- 중구는 총사업비 10,776백만원의 국민휴양형 사업으로 어항시설 확충, 어민작업장 마련, 어민이용 환경개선, 어촌문화 공간 조성 등을 제안
- 강화군은 어촌환경개선형 사업으로 총 8,469백만원을 투입하여 방파제 신설, 선착장 연장, 다목적 공동창고 조성, 어촌뉴딜 커뮤니티센터 조성, 초지광장 조성, 여객선 기항지 개선 사업 등을 주요 사업내용으로 선정
- 옹진군 서포리항은 관광·레저에 초점을 둔 국민휴양형+해양레저형 사업으로 총 사업비 8.750백만원의 선착장 숭상 및 연장, 복합커뮤니티센터 리모델링, 여객선 기항지 개선 사업 등을 주요 사업내용으로 제안

○ 2022년도에 선정된 사업은 총 3개소로 2021년 12월 선정이 완료되었으며 개소당 평균 100억 원의 사업비가 3년간 투입될 예정

- 강화군 외포항은 지역자원을 활용한 어촌특화개발 대표 사례로 선정되어 지역 고유자산을 활용한 차별화된 특화사업을 발굴하여 해양관광·레저 등 어촌의 새로운 소득기반 창출과 어촌경제에 새로운 활력 제고를 예상
- 수산물 직판장 정비와 외포 특화공간 재생으로 수산물 직판장의 단순 방문에서 외포항 체류형 관광지로 도약을 제안

<표 Ⅴ-2.2.4-2> 인천광역시 어촌뉴딜 300사업 선정 어항(2019~2022년)

선정년도	시군구	대상항	사업명	비고
2019년	중구	소무의 항 등	어촌뉴딜300 “아름다운 어촌만들기” 사업	2권역
	옹진군	야달항	야달항 무인도 체험관광개발	1권역
		답동항	답동항 자연생태 탐조관광개발	서해 5도
		대이작항	대소이작항 마리나 해양레저 관광개발	4권역
	강화군	후포항	후포항 밴댕이마을 조성사업	1권역
2020년	강화군	창후항	창후항 어촌뉴딜 사업	1권역
		황산도항	황산도항 어촌뉴딜 사업	1권역
	서구	세어도항	세어도항 어촌뉴딜 사업	1권역
	옹진군	자월2리항	자월2리항 어촌뉴딜 사업	4권역
		장촌항	장촌항 어촌뉴딜 300사업	서해5도
2021년	강화군	초지항	강화도의 바다 관문, 초지항을 열다!	1권역
	옹진군	서포리항	2021 어촌뉴딜300사업(서포리항)	4권역
	중구	삼목항	삼대가 지키고 싶은 삼목항	2권역
2022년	강화군	외포항	강화 외포권역 어촌뉴딜300사업	1권역
	중구	덕교항	다같이 사는, 다가치 파는, 용유도 덕교항	2권역
	옹진군	두무진항	대한민국 최북단 백령도! 일생에 한번은 가봐야 하는 섬 백령도!	서해 5도

라. 수산물 유통구조 개선

○ 수산물 유통이 가지고 있는 복잡한 유통구조, 수산물 생산 불확실성, 계절성 및 유통단계별 인프라 부족 등을 해소하기 위해 ‘수산물 유통혁신 로드맵(’18~’22) 수립

- 수산물 유통혁신 로드맵은 생산자 단체 중심의 4단계 유통경로 확보를 통해 경쟁 촉진, 수산물 안전·위생·물류 환경의 개선을 위해 위판장과 도매시장을 현대화하고 저온유통시스템을 구축하는 등의 인프라 개선 등의 내용 포함

- 수산물 유통혁신 로드맵에 따라 인천, 강릉, 장흥에 수산물 유통센터를 준공하였으며 소비자분산물류센터(FDC) 1개소(인천)를 준공

○ 실효성있는 유통정책 추진을 위해 수산물 생산 및 유통산업 관련 자료를 통합·분석하여 산지에서 소비지까지의 유통경로·비용 등의 실태조사 및 공표(’21.08)

- ‘수산물 유통단계 위생안전 체계구축 사업’을 통해 산지에서 소비자까지 안전한 수산물 공급 기반 마련

○ 유통비용 절감을 위한 직거래 확대를 위해 ‘직거래 등 신유통망 구축방안’(’19.06)을 통해 직거래 확대를 위한 제도적 기반 마련

- 해양수산부는 새로운 유통경로 구축 등을 통해 다양한 소비자 요구에 적극대응하고 직거래 등을 확대함으로서 유통비용 절감을 위해 수산물직거래활성화, 수산물온라인구매시스템(산지위판장 실시간거래시스템, 온라인 입점판매 지원) 등의 사업 추진



(그림 Ⅴ-2.2.4-3) 수산물 유통혁신로드맵의 전략 및 중점추진과제

<표 Ⅴ-2.2.4-3> 직거래 등 신유통망 구축사업

구 분		세부내용
수산물 직거래 활성화		• 로컬매장 등 직매장에 수산부분 입점을 위한 부대비용 및 홍보비 지원
온라인 구매시스템 확충	산지위판장 실시간거래시스템(캠마켓)구축	• '캠'마켓 설치비, 촬영장비, 송출영상 소비자 제공 플랫폼(앱 등) 개발·운영비, 홍보비 등 지원
	온라인 입점 판매 지원	• 전자상거래 및 홈쇼핑 진입희망 업체 모집 • 컨설팅, 판매상품 발굴, 웹페이지제작, 판매수수료 등

마. 수산식품산업 육성

○ 국내 수산물 생산량은 연간 371만톤 규모로 국제적 어업규제, 이상수온, 자원량 감소 등으로 수산물의 생산량의 증가에는 한계

○ 국내 양식(231만톤) 수산물의 비중은 지속적으로 증가하여 전체 수산물 생산의 62.2%를 차지

○ 수산물을 활용한 수산가공식품 생산량은 약 131만톤(2020년 기준) 수준으로 냉동품(43만톤, 28.1%), 해조제품(34만톤, 22.2%), 연제품(19만톤, 12.4%) 순으로 생산됨

○ 정부는 지역별로 풍부한 수산식품자원을 활용한 고품질의 수산식품 개발 및 브랜드화를 통해 지역특화산업을 전략적으로 육성·발전시키기 위해 가공, 연구 ·개발 또는 유통 기능 등을 갖춘 '수산식품 거점단지 조성'사업을 2008년부터 추진 중이며 2020년도에는 총 5개 거점단지 조성을 추진 중

- 정부는 수산식품 거점단지 조성 사업을 통해 현재 전국에 18개소의 수산식품 거점단지 조성을 완료

○ 또한 중소 수산물 수출업체의 글로벌 경쟁력 강화 및 해외 판로 개척을 지원하기 위해 현지 유망상품 개발, 수출기업·조직 육성, 해외물류 인프라 확보, 가공설비 지원 등 수출기반 강화, 해외유통시장 확대 등을 위한 다양한 지원사업 추진 중

- (수출애로사항지원) 해외수산무역지원센터(7개국 10개소) 운영을 통해 수출국 현지 통관 지연 등 수출과정에서 발생할 수 있는 애로사항 지원 중

- (무역거래활성화지원) 온라인수출지원플랫폼(상품 전시·홍보·화상무역상담 등) 구축, 수산무역 지원센터 운영을 통해 상시 바이어 주선 등을 지원

- (홍보마케팅 지원) 수출수산물 대표 프리미엄브랜드 'K-FISH'(수산물수출통합브랜드)의 홍보마케팅 강화, 재외공관, 항공사 및 해외대형문화시설 등을 활용한 다양한 홍보·판촉행사 지원을 통한 우리나라 수산물의 해외 인지도 향상 추진 중

2.3. 국내사례

2.3.1. 타 지자체 해양수산분야 계획 수립 현황

가. (서천군) 2020년 서천군 해양산업 발전 기본계획

○ 서천군의 여건과 현실에 적합한 해양수산 관련 산업, 관광·레저, 수산업 등 각 분야를 산업적 관점에서 포괄하는 중장기 발전계획 수립(충남발전연구원, 2018)

○ 추진전략으로 지식집약형 해양신산업, 가치확산형 수산산업, 생태친화형 해양관광, 미래대응형 역량혁신 등의 전략에 따른 세부사업 제시

<표 Ⅴ-2.3.1-1> 서천군 해양산업 발전기본계획 추진전략 및 세부사업

구분	추진전략	세부사업
지식 집약형 해양 신산업	미래수요 대응 항만·어항개발	• 장항항 해양생명산업 거점항만 육성 • 장항항 어선어업 전용공간 조성 • 홍원 마리나 항만 개발 및 조성 • 비인항 관광·친수공간 조성 등
	해양바이오 R&D 산업기반 구축	• 해양바이오산업 클러스터 조성 • 해양바이오산업화 인큐베이터 유치 • 미세조류 이용 바이오연료 대량생산단지 조성 • 서해안 블루카본 시범단지 조성 등
	미래해양산업의 전략적 육성	• 해양 치유·휴양 헬스케어 산업 육성 • 해양수산 빅데이터센터 설립·유치 • 서해안 재난·재해 관측센터 설립 • 친환경 수산종자·수산기자재 산업 육성
가치확산형 수산산업	친환경 스마트 수산업 육성	• 친환경 원초김 생산직불제 시범운영 • 친환경 스마트 양식단지 조성 • 친환경 원초김 스마트팜 시범운영 • 갯벌의 건강성 복원 및 전략품목 육성 • 유부도 백합 자원관리형 브랜드화 추진 • 내수면 명품어종 복원 프로젝트 추진
	수산물 수출·가공·유통 거점지역 육성	• 수산식품 수출·가공 클러스터 조성 • 연근해 수산물 전용 FPC 설립·운영 • 홍원항 거점형 청정 위판장 조성 • 수산식품산업 거점단지 조성 • 친환경 서래야 김 산업 특구 조성 • 마른김 국제거래소 및 유통단지 개설
	체험·관광 중심 어촌특화 개발	• 어항기반 관광복합형 특화거리 조성 • 테마형 어촌(갯벌) 체험마을 개발 • 명품어촌 테마마을 공모 및 육성 • 어촌뉴딜 300 전략적 대응
생태 친화형 해양관광	다채롭고 색깔있는 명품 해수욕장 육성	• 춘장대 해수욕장 스마트비치 조성 • 가족 중심 다계절 해수욕장 조성 • 젊은 동백정 해수욕장 복원 및 재개발
	수요자 중심 해양레저산업 기반 조성	• 친환경 금강 내수면 마리나 조성 • 홍원항 마리나 배후단지 조성 • 요트쉐어(스테이, 투어) 비즈니스 활성화 • 서천군 명품 치유송림 조성
	지역자원을 활용한 연안관광 활성화	• 유부도 해양 에코뮤지움 조성 • 장항 해양생태마을 조성 • 기벌포 해양역사 전시관 설립 • 세계(국가) 어업유산 발굴 및 등재
미래대응형 역량혁신	해양수산 분야의 주도적 역량강화	• 서천군 수산기술연구센터 설치 및 운영 • 한국 갯벌 유네스코 세계자연유산센터 유치 • 국립 김 산업 연구소 유치 • 서천·옹진 김 산업 남북교류 추진 • 한국해양과학기술원 서해연구소 유치
	해양수산 사회적경제 및 일자리 창출	• 해양수산 창업·직업·진로 체험관 설립 • 사회적기업형 김 가공특화단지 운영 • 해양수산 사회적기업 전략적 육성
	해양수산 거버넌스 체계 구축	• 서천군 해양공간계획 수립 및 제안 • 서천군 해양수산발전협의회 설립·운영 • 서천군 낚시어업 조정협의회 설립·운영

나. (경상남도) 경상남도 어업·어촌 발전계획

○ 경상남도 어업·어촌 현황 분석을 기반으로 연근해어업, 양식어업, 마을어업, 수산식품산업, 어촌개발, 어촌활성화, 어촌복지 및 내수면어업 등 8대 분야별 추진과제 제시

<표 Ⅴ-2.3.1-2> 경상남도 어업·어촌 발전계획 수립

구분	세부사업
연근해어업 발전전략	• 불법어업 감시강화 • 연안어업 구조조정 • 수산자원 조성사업 • 인공어초 시설 및 사후관리 • 자원조성 대상 어종 다양화 • 어업자원 관리를 위한 해양보호구역 적용 • 생태계 기반의 어업관리 강화 • 어선원 어선보험 가입 확대 • 소형어선 유류보관시설 설치 지원 등
양식어업 발전전략	• 양식 굴 품종 개량 지원 • 신성장동력 해삼 집중 육성-해삼씨뿌림 사업, 해삼종묘생산 시설 건립 • 양식어업 구조조정 • 양식어장 환경관리 강화 • 수산종자산업 육성 • 고소득 전략품종 집중양식-참다랑어, 진주조개 등 • 멍게양식 산업화 시설 지원 • 톳 양식 육성 • 외해양식 개발 • 신품종 개발보급 센터 유치 • 친환경 양식 인증 지원 • 적조 우심해역 가두리 어장 시설 현대화 • 적조 우심해역 저질개선 및 품종변경 지원 • 신개념 양식 생산 시스템 보급 • 기능성 양식사료 구입지원 • 양식수산물 재해보험지원 • 굴 패각 친환경 처리 지원 • 어장 정화선 정기수리 • 해파리 식용 가공 및 양식품종 개발 등
마을어업 발전전략 및 세부추진과제	• 어촌계·마을어업 통계작성·관리 • 어촌마을 소득원 창출 • 공동어업 인센티브 지원 • 자율관리어업공동체 육성 • 지역전문가 경영컨설팅 지원 • 해녀대체 인력육성 • 해적생물 구제사업 등

<표 Ⅴ-2.3.1-2> 계 속

구분	세부사업
수산식품산업 발전전략	• 어업의 6차 산업화 지원 • 해삼가공기술센터 건립 • 수산식품산업 거점단지 조성 • 수산물 산지거점 유통센터 건립지원 • 도립 수산물 인터넷 직거래 사업단 운영 • 수산물유통 개선을 위한 시설 건립 지원 • 수산물 가공 산업 육성 • 멍게 가공식품 육성 • 수산가공품 지역특산물 개발 • 경상남도 생산수산물 판매 센터 건립 • 경상남도 수산물 브랜드(청경해) 활용도 제고 • 수산물 수출 해외시장 다변화 추진 • 경상남도 수산물 간식거리 식품개발 지원
어촌개발 발전전략	• 다기능 어항개발, • 어항 계류시설 보수 지원 • 어촌정주어항 시설 개선, • 복합 다기능 부잔교 설치 • 낙도생활 개선, • 오폐수처리장 설치 지원 • 해양수산거버넌스 강화, • 어촌공동생활 시설지원
어촌활성화 발전전략	• 어가 및 어가인구 통계 보완을 위한 지역 어촌 통계 지표 개발 • 바다낚시 캐빈 조성 지원 • 귀어업학교 설립·운영 • 어촌리더 육성 • 상속어업인 교육 • 수산계 고교 특성화 지원 • 어촌체험마을 조성 • 바다낚시, 스쿠버다이빙 활동 활성화 • 어촌체험마을 사무장채용 지원사업 • 귀어 정보센터 운영지원
어촌복지 발전전략	• 저소득마을, 저소득계층을 위한 정책 • 의료 취약 지역 공공의료 보장 대책 마련 • 다문화 어촌 가정 정착 지원 프로그램 개발 • 여성·노인 친화적 어업노동환경 개선 지원 • 어촌 원격 교육체계 구축 • 어촌 인구 노령화에 따른 생활안전시설 강화
내수면어업 발전전략	• 내수면 어도관리 • 외래어종 퇴지 수매 • 내수면 인공 산란장 설치 • 자라양식 육성 • 미꾸라지 친환경농업 보급 지원 • 철갑상어 양식 육성 지원 • 쏘가리 양식 시설 설치 지원 • 하동 재첩 연구개발 지원 • 은어낚시 관광 상품화 • 하동 재첩 연구개발 지원 • 내수면 레저관광복합 산업화 • 관상어(Aqua-pet) 산업 육성

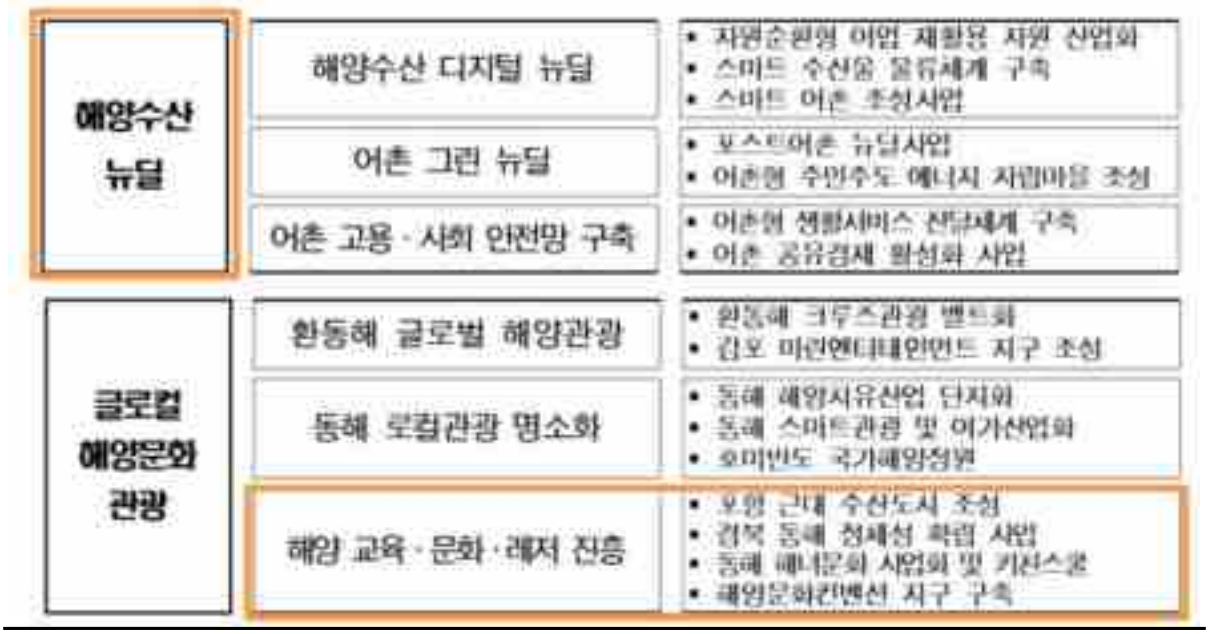
다. (경상북도) 경상북도 해양수산 발전계획

○ 대내외 해양수산분야 변화 대응 및 4차 산업혁명 도래에 따른 신산업 발굴을 위한 경상북도 해양수산발전 기본구상(안) 수립

○ 국내외에서는 IT 등 첨단 기술을 활용한 생산성·효율성 제고 및 친환경화 등 해양수산 사업의 도입 주요 내용

○ 경상북도 해양수산 발전계획의 비전은 '환동해 새 지평을 여는 스마트 해양수산'이며, 첨단기술의 바다, 해양수산뉴딜, 지속가능 고부가가치 수산업, 글로컬 해양문화 관광, 세계 평화 협력의 바다를 기본방향으로 설정

- (해양수산 뉴딜) 해양수산 디지털 뉴딜, 어촌 그린 뉴딜, 어촌 고용·사회 안정망 구축을 포함
- (글로컬 해양문화 관광) 환동해 글로벌 해양관광, 동해 로컬관광 명소화, 해양 교육·문화·레저 진흥 제시



(그림 Ⅴ-2.3.1-1) 경상북도 해양수산 발전계획 실천과제

라. (전라북도) 전라북도 어촌 공간 활용방안

○ 전라북도 어촌의 인적자원과 공간자원 최적화를 통해 어촌공간 활성화를 달성할 수 있는 방안 마련

- 수산업 기지로써의 어장 및 어항활용, 체험마을 중심의 제한적 운영에서 벗어나 어촌의 유휴부지 활용을 통한 공간가치 향상 및 어촌 활성화에 기여

<표 Ⅴ-2.3.1-3> 전라북도 어촌공간 활용방안 주요 추진과제

구분	추진방향 및 전략	세부사업
개방과 도전의 어촌	• 바다청년 창업지원	바다청년창업희망자 상담 바다청년창업계획서 공모전 운영·관리 바다청년창업자와 전문가 매칭 바다청년 창업 희망자 교육·훈련 프로그램 바다청년 창업 성공·실패 사례집 제작
	• 어촌 경영컨설팅 지원단 운영	어촌 경영컨설팅 지원단 구성·운영 바다청년창업자 컨설팅 지원 어촌공동체 사업 컨설팅 어촌 경영컨설팅 지원 사례집 제작
	• 열린 어항공원 조성	아름다운 어항 추진단 조직 폐어구 활용 조형물 제작 어촌벽화마을 조성 어선 깃발 디자인 열린 어항 토요 야시장 운영
참여와 협력의 공동체	• 열린 어촌 공동 업무공간 조성	열린 어촌 공동 업무공간 조성 열린 어촌 공동 업무공간 시범운영
	• 열린 어촌 빈집 리모델링	빈집 소유자 및 어촌 빈집 공유사업 의향조사 열린 어촌 빈집 리모델링 업체 선정 열린 어촌 빈집 정보제공 사이트 제작·운영 열린 어촌 빈집 운영
	• 어촌활성화 공모전	특화 해산물 선정 전라북도 바다 요리사 선정, 바다 메뉴 개발 어촌축제 기획 공모 및 진행
	• 어촌 예술인 공간 조성	어촌 유휴 공간을 창작, 전시, 공연, 교육공간으로 활용 열린 어촌 빈집에 입주를 희망하는 예술인에게 공간 제공 예술인 교육 재능기부 활동 어촌 예술인 마을 조성: 바다문학, 예술, 창작 거주 지원 센터
지속과 보전의 바다	• 열린 어촌 도전의 바다 홍보단 운영	열린 어촌 도전의 바다 홍보단 결성 어촌 공간 활용 프로그램 홍보 어촌공간 활용 체험기 공유 열린 어촌 도전의 바다 홍보단 성과보상
	• 전라북도 바닷가 모니터링	바닷가 모니터링 요원 모집·운영 어촌생태계 모니터링 추진 어촌 해양환경미화원 선발·운영 고군산군도, 부안군 마실길, 고창군 이야깃길 등 생태로 보전
	• 전라북도 어촌자원 발굴단	어촌자원 발굴단 운영 어촌 어르신 구술사업 어촌 유배지 역사, 문학자원 조사

마. (전라남도) 완도군 수산정책

○ 전라남도는 수산자원 조성 관리를 통한 경쟁력확보, 수산전문인력 육성을 통한 어촌발전, 고부가가치 양식품종에 대한 적극적인 지원·육성 등의 정책을 지속 추진 중

<표 V-2.3.1-4> 전라남도 완도군 수산부문 주요 정책 추진 현황

구분	주요 추진 사업 내용
수산자원 조성관리를 통한 양식경쟁력 확보	• 자원관리 첨단 시스템 구축, 발전설비 지원 • 오염원 사전제거(전복패각재원화, 해조류 부산물 재활용 등)
수산전문인력 육성을 통한 어촌발전	• 수산벤처대학 운영 및 귀어가 청년어업인 지원 등 어업인 교육 활성화
고부가가치 양식품종 지원·육성	• 해조류, 광어, 전복을 중심으로 지역 수산물의 생산·유통·소비·수출 영역별 활성화 대책 추진을 추진 • 완도전복주식회사 운영, 온라인 마케팅 지원, 글로벌 시장개척 노력 등 완도 특산물인 전복산업 활성화를 지원사업 추진

○ 완도군은 해조류 양식 등 양식산업이 발달한 완도군에 특화된 수산부문 사업 추진 중

- 해조류 양식산업 활성화, 지속가능한 전복 양식산업 활성화, 어류양식산업 안정화 및 경쟁력 강화, 수산물 가공·유통사업, 완도전복주식회사 설립 및 운영 등의 사업을 지자체 주도 및 지원사업으로 추진 중

○ 완도전복주식회사는 완도군의 조례에 따라 완도군과 민간이 공동 출자하여 설립(2009.4)한 회사로 생산어민, 중앙정부, 지자체(완도군)이 대주주로 참여

- 자본금, 89.7억, 매출액은 2019년 기준 509.5억(2019)이며 직원수는 100명(2019 현재) 규모의 중견기업으로 성장

- 전복 및 가공식품 제조, 유통 및 판매, 생산어가의 품질교육 등을 주요사업으로 추진 중



(그림 V-2.3.1-2) 완도전복주식회사의 사업분야

<표 Ⅴ-2.3.1-5> 전라남도 완도군 수산부문 주요 정책 추진 현황

주요추진 사업	세부추진사업	비고
해조류 양식산업 활성화	• 친환경 부표 보급 지원 • 김 활성화 처리제 지원 • 양식어장 자동화 시설 구축 • 기후변화 적응 우량종자 개발 • ASC-MSC 해조류 양식단지 조성 • 양식어장 환경관리 시스템 운영	해조류 생산기반 조성
전복산업 활성화	• 고수온기 양식어장 차광막 지원 • 수온, DO 측정기 지원 • 전복치패 전용 액화산소 용해기 지원 • 전복 ASC 인증지원 • 전복 대체품종 종자공급 • 수출용 물류센터 건립 • 국내 대형 소비처 발굴 및 상품개발	생산·소비 영역별 활성화 대책
어류양식산업 안정화 및 경쟁력 강화	• 친환경에너지 보급(태양광 발전설비 지원) • 첨단 친환경양식시스템 구축 • 양식장 환경관리 시스템 구축 • 수산동물질병예방 백신, 우량어류백신 및 면역-증강제 공급 • 항생제 잔류검사 • 양식광어 비상품, 폐사어 처리 지원 • 광어양식장 ASC 인증 확대	완도명품광어 브랜드 전략추진 양식시설 자동화, 규모화, 첨단화 전환
ASC 인증 확대 지원	• ASC 인증확대 및 지속가능한 생산시스템 구축 • ASC-MSC 어가별 교육추진 • 희망해역 해양환경조사	ASC 인증확대를 통한 안전한 수산물 공급, 수산물 브랜드 가치 상승 전략
수산물 가공·유통 사업 추진	• 수산시장개설 개선사업 지원 • 마른김 가공용수 정수시설, 수산물 저온저장시설, 소형저온 저장시설 등 지원 • HACCP 시설 업체 지원 • 지리적표시품 관리 지원 • 수산물 생산·유통기반 구축	유통시설 확충 및 지역 수산물 우수성을 활용한 부가가치 창출
완도전복주식회사	• 해외수출시장 강화 • 국내 소비침체 대비 제품 개발 및 시장확대 전략 수립 • 전복가공품 개발, 전복통조림 다변화, 주력상품 개발 등 • 홈쇼핑 및 오프라인 영업	산지유통 구조개선을 통한 국내외 시장개척 및 다양한 가공식품 개발 전복대중화

○ 완도군은 해양치유산업 유치와 함께 완도군의 수산물 및 특산물을 매월 해양치유식품을 선정하여 홍보 추진 중

○ 또한 어업도우미 지원사업, 양식어장 청년창업지원 등을 통해 어업인의 노동환경개선, 청년창업을 통한 귀어가 지원으로 어촌마을 활성화 등을 추진 중



(그림 V-2.3.1-3) 완도군의 이달의 해양치유먹거리(예시)

바. (경상북도) 영덕군 수산정책

○ 영덕군의 수산부문 정책은 어업인 소득안정 지원을 통한 어촌 삶터 조성, 수산자원 보호 및 조성을 통한 지속가능한 수산자원 확보, 고부가가치 수산식품 육성 및 지역특산품 소비 촉진 등의 정책 추진 중

<표 V-2.3.1-6> 경상북도 영덕군 수산부문 주요 정책 추진 현황

구분	주요 추진 사업 내용
어업인 소득안정 지원	• 어촌 인력지원 정보화, 해양수산단체 지원 • 효율적 어업생산 체계 강화사업 등을 통한 어업인의 경영안정 및 희망찬 어촌 삶터 조성 도모
수산자원 보호 및 조성	• 대게자원회복사업, 연안해조장 조성 및 종묘방류 사업 등 추진 • 불법행위 지도·단속
고부가가치 수산식품 산업 육성 및 지역상품 소비촉진	• 로하스 수산식품 거점단지 활성화 사업 • 영덕군 지역특산품, 황금은어, 영덕대게 육성 및 홍보사업을 통한 소비촉진 활성화

○ 영덕군은 로하스 수산식품 거점단지 활성화 사업을 통해 고부가가치 수산식품산업 육성하기 위한 지원 사업과 수산물 유통구조 개선사업, 황금은어, 영덕대게 브랜드강화 및 소비촉진 지원 등의 사업 추진 중

- 영덕군은 고부가가치 수산식품산업 육성 및 지역특화산업의 전략적 육성을 위해 경북바이오산업연구원 영덕센터를 통해 동해안 수산자원을 활용한 고기능성 수산식품산업을 연구하는 사업으로 신제품 제작비, 인증, 특허등록, 마케팅 등을 지원
- 로하스 수산식품 거점단지 활성화 사업은 동해안의 반건조오징어, 청어, 해조류 등 수산식품을 개발하여 해외시장 및 국내시장 마케팅 지원, 고기능성 수산식품제품 연구 검사 및 거점단지 활성화를 위한 기업지원 추진 중
- 영덕군의 로하스 수산식품거점단지는 수산물 가공산업의 육성과 가공업체에 기술 이전 및 활성화를 위해 영덕군이 계획하고 해양수산부와 경상북도의 지원으로 2015년 준공하였으며 경상북도의 출연기관인 (재)경북해양바이오산업연구원이 위탁·운영 중



(그림 Ⅴ-2.3.1-4) 영덕로하스 수산식품 지원센터와 기업지원활동

사. (경상북도) 경북 수산물 전용 안테나숍(Antenna shop)

○ 경상북도는 2018년 우수 수산물 판로확대를 위한 안테나숍을 오픈하여 28개 업체 130여개 제품을 롯데마트에 입점

○ 안테나 숍을 통해 경북도 우수 수산물에 대한 평가 후 제품 개선, 대형유통업체 입점 컨설팅, 소비자 기호를 반영한 제품 생산 유도하기 위해 운영

○ 서울 롯데마트 중계점에 안테나숍 2호점을 개점하였으며 경북의 30개 우수 수산가공업체 180여개소의 우수 수산물과 수산가공품을 전시·판매 중

○ 안테나숍은 농수산물 및 융복합 산업(6차산업)에 대한 소비자의 성향 및 반응을 파악하여 제품기획 및 생산에 반영하기 위하여 운영하는 테스트 공간을 의미

○ 안테나숍은 최근 농촌 및 수산융복합산업 인증제품 등을 소비자에게 알려 인지도를 높이고 소비자 반응을 테스트하여 소비자가 원하는 제품을 생산자가 생산하여 판매할 수 있도록 많은 지자체에서 도입·운영 중

○ 특히 포스트 코로나로 인한 새로운 소비트렌드에 따라 라이브커머스, 온라인 프로모션 등 시범운영을 통해 온라인 소비영역을 발굴하기 위해 안테나숍을 전략적으로 활용하는 등의 사례 증가



(그림 Ⅴ-2.3.1-5) 경상북도의 수산물 전용 안테나 숍(롯데마트 대구 율하점, 서울 중계점)

아. 울산광역시 수산정책

○ 해양수산분야의 새로운 환경변화에 능동적으로 대응하고 해양수산분야를 지역의 새로운 성장 기반으로 육성하기 위해 울산광역시의 여건과 실정에 맞는 미래지향적이고 종합적인 성격의 중장기 발전계획 수립을 목적으로 추진

○ 울산광역시 해양수산발전 종합계획의 비전은 동북아 에너지 허브, 글로벌 북방경제협력 선도도시 울산으로 제시

○ 위와 같은 비전을 바탕으로 글로벌 신해양도시 도약, 해양 신산업 중심도시 도약, 지속가능한 연안도시 도약 등 3대 목표 설정

- (글로벌 신해양도시) 해운·항만(지역특화를 통한 해운·항만 경쟁력 강화)과 에너지·물류(에너지·물류연계 북방협력 선도도시조성)
- (해양신산업 중심도시) 관광·레저(고부가가치 해양관광 인프라 조성), 해양신산업(해양수산 과학기술을 통한 신산업 육성)
- (지속가능한 연안도시) 어촌·어항(재생에 기반한 어촌·어항 정주여건개선), 연안환경·안전(안전하고 쾌적한 연안환경보전)



(그림 Ⅴ-2.3.1-6) 울산 해양수산 비전, 목표 및 추진전략

자. 부산광역시 수산정책

○ 부산광역시 해양수산물류국의 주요 업무계획 중 수산부문은 수산자원 관리·현대화 효율화로 지속 성장 기반 조성, 수산산업 제조·유통·융복합 기반 확대 제시

<표 Ⅴ-2.3.1-7> 부산광역시 수산부문 주요 정책 추진 현황

구분		주요 추진 사업 내용
1	부산 수산업 도약을 위한 미래성장 동력 창출	• 해양수산 중소기업 육성을 위한 창업·투자 지원 • UN FAO 세계수산대학 부산 설립, 유치 추진 • 스마트양식 클러스터 조성 • 수산 기술 융·복합 플랫폼, 스마트 수산 TECH&BIZ 조성 등
	효과적인 수산자원 관리 및 어업 기반 마련	• 대체 어장 자원 동향 조사 • 자율관리어업 우수공동체 육성 • 수산 종자매입 방류 및 지역특화 사업 추진 등
	복지 증진 및 안전한 조업환경 조성	• 수산 공익직불제도 도입 시행 • 어업인 지원을 통한 생활 안정 및 사각지대 해소 • 양식 어장 환경 개선 및 친환경 기술 지원으로 어업 생산성 향상 등
	부산공동어시장 공영화 및 현대화사업 추진	• 부산공동어시장 공영화 및 현대화 추진 등
2	동북아 수산물 유통 선진화 기반 구축	• 수산물 유통 인프라를 수산·관광 복합공간으로 창출 • 비대면 수산물 소비·유통 문화 대응역량 강화 등
	미래수요반영, 차별화된 수산식품산업 육성 기반 마련	• 수산식품산업 지원체계 구축으로 고부가가치 산업화 • 지역 대표 수산식품 경쟁력 지속 확보 등
	어촌어항 재생사업 확대 및 관광자원화	• 도심 내 어촌·어항 특화 개발로 지역 자생기반 마련 • 어업과 관광이 함께 하는 융·복합 어항 조성 등
	수산교류 확대로 국제수산중심도시 도약	• 글로벌 수산도시 간 협력·교류 확대, 동반성장 네트워크 강화 • 비대면 교역환경 대응, 중소기업 수출 판로 확대 등

2.4. 국외사례

2.4.1. EU 스마트빌리지 프로젝트

○ 2016년 유럽의 농어촌 관계자는 코크선언 2.0을 통해 농어촌지역과 도시 간 정보격차를 줄이고 농어촌의 삶의 질 향상을 위해 정책개발 필요성 제기

○ 도시와 농어촌을 연결하고 각 특성을 반영하면서 상호보완 할 수 있는 새로운 접근법 제시

○ 지역경제활성화를 위한 공동농어촌정책(Common Agricultural and Fisheries Policy)과 일자리 창출의 결속정책(Cohesion Policy)을 주요 지원정책으로 제시하였으며 스마트 빌리지 프로젝트 개발을 위한 기술·자금 지원

- 2019년부터 농촌지역에 특화된 스마트빌리지 사업 추진을 위해 별도의 'Smart Rural21' 프로젝트 추진 중

○ 유럽연합의 경제성장과 일자리를 위해 결합정책으로 스마트빌리지 구축을 위한 다양한 프로그램 리소스를 지원하고 공동체주도 지역개발 프로그램 등을 통해 기술 지원



※ 출처: smartrural21.eu

(그림 V-2.4.1-1) EU의 스마트빌리지 사업 추진절차

○ 유럽연합의 스마트빌리지는 지역의 자산과 잠재력을 바탕으로 새로운 비지니스 기회를 창출하려는 공동체로 지역경제 활성화를 위해 새로운 네트워크 기반을 마련하고 ICT와 지식을 활용하여 지역의 서비스가 향상되는 마을로 정의

○ 유럽연합은 스마트빌리지를 디지털혁신과 사회혁신으로 유형화하고 각 유형별 시범사업들은 단순한 ICTs활용에서 벗어난 신기술과 사회변화를 결합한 창의적이고 정형화되지 않은 농어촌 지역개발 시도

- 프랑스 브레타니 지역은 패류양식장의 생산정보를 어업인과 양식위원회에 문자메세지를 이용하여 실시간으로 어획정보 등을 제공하는 디지털 기술 텔레카페체를 어업현장에 도입하여 기술혁신 구현

- 스코틀랜드 에익섬(Isle of Eigg)은 주민주도 지역재단을 마련하고 자체적인 전력수급 조절 시스템을 통해 신재생 에너지를 활용한 에너지자립마을을 운영하고 있으며 섬 소비전력의 95%를 생산
- 독일 라인판트팔츠 지역은 편의시설, 교통접근성, 의료·보건 서비스 취약성을 개선하는 온라인 플랫폼 사업 추진 중



※ 출처: 해양수산개발원(2019)

(그림 Ⅴ-2.4.1-2) 프랑스의 텔레카페체 및 스코틀랜드 에익섬의 에너지자립 마을 사례

2.4.2. EU 지역사회 주도의 통합적 어촌지역개발

○ 지역사회의 공공 및 민간대표로 구성된 어촌공동체인 FLAGs(Fisheries Local Action Groups 주도로 지역의 수요와 잠재력을 고려한 통합적인 어촌지역 개발 전략 수립

○ 유업 어촌지역 네트워크(FARNET, The european fisheries area network)를 통해 국가별 지역 어촌공동체를 대상으로 기술교육 등을 지원·관리 사업 추진 중

○ EU의 공동체 주도형 지역개발정책은 21개국, 178개 지방정부, 312개 권역 및 11,316개 어촌공동체에서 주도적으로 사업 추진 중

○ 지역특산품 홍보, 안전성검사, 체험활동 개발, 어촌마을 소득원 개발 등 어촌지역의 현안문제 해결을 위한 다양한 활동을 추진 중



※ 출처: EU FARNET, Sailing Towards 2020

(그림 Ⅴ-2.4.2-1) Allones 공동체의 바지락바구니 사업(예시) 및 지원체계

<표 V-2.4.2-1> EU FLAGs의 주요 활동

지역	지역문제점	해결책	성과
프랑스 (Opale Coast, Three Esturaries FLAGs)	수산물 소비저하	지역 수산분야 이해관계자 설문조사 수산물 판매 홍보를 위한 컨설팅을 통해 지역 언론에 집중광고 추진	5주 동안 진행된 캠페인으로 현지 해산물을 소개 Covid19로 인한 봉쇄 기간에도 해산물 소비 증가에 도움
이탈리아 (Gargano FLAG)	수산물 유통망부족	수산물 생산자인 어업인과 수요자인 레스토랑 및 소비자 연결 망 확보 어업인 직접 판매 기회제공	어업인 직접판매를 위한 어플리케이션 Pesca Mia앱 개발 레스토랑 및 개인이 어업인으로부터 직접 주문 가능
스페인 (Costa Sostible FLAG)	원산지 증명을 통한 안전성제고	지역 수산물 인증을 통한 수산물 안정성 제고 'KmO Mar Galacia seal'인증을 통해 해산물 원산지 증명	지역 수산물의 위생문제에 대한 인식 전환 계기 마련 안전한 수산물에 대한 홍보와 함께 추진하여 시너지효과 발생
스페인 (Costa Da Morte)	지역 방문객 및 수산물 소비 감소	전문가 컨설팅을 통한 아이디어 구체화 지역 특산물인 바지락 생산어가와 전통바구니 생산자 연계 체험 활동 개발	지역 바지락 협회 및 식당 등이 연계하여 방문객에게 판매 바구니만들기, 종패뿌리기 등 체험 프로그램 개발·운영
폴란드 (Roztocze FLAG)	양식장 경영악화로 소득원 전환	노후양식장 경영악화로 양식업에서 관광 및 레크레이션 센터로 전환 낚시, 레크레이션, 회의, 호텔 및 레스토랑 서비스제공 리조트로 개조	지역의 도로 등 기반시설 확장으로 인한 접근성 개선과 함께 추진되어 지역경제 활성화에 기여 현재 호텔 및 레스토랑 이 외에도 지역의 낚시 및 양식업 교육센터 설립 추진 중
포르투칼 (Sotavento do Algarve FLAG)	친환경경영을 통한 양식업의 지속가능성확보	포르투칼에서 수산양식 생산량이 가장 많은 Culatra섬의 탈탄소 결제활동 지원 양식장의 태양에너지 전환 및 지능형 에너지 관리 시스템(로컬마이크로그리드)구축	태양광발전소 설치, 관광객을 위한 충전지원, 에너지 관리 시스템 구축 등으로 에너지 전환 보조금 신청시 양식업자 경쟁력 강화 섬주민협회(AMIC)와 태양광선박 전문회사(Sunconcept)와 파트너쉽 구축
포르투칼 (Mondego Mar FLAG)	지역민의 고수익 수산물인 성게 양식시스템 개발	염전을 활용한 성게양식 기술개발 순환여과식 성게양식시스템 개발	지역대학과 연계하여 지역 폐염전에서 순환여과방식의 성게양식기술 개발 추진 중 지역 기업에서 시설 및 생산기술 공유 예정

2.4.3. 일본 어항 기능 집중화 및 네트워크화

○ 제3종 어항 중 특히 중요한 어항을 '특정 제3종 어항'으로 지정하여 권역별 거점기능 어항으로 육성·관리 중

- 일본의 어항은 제1종 어장에서 제4종 어항으로 구분하여 관리하고 있으며 특정 제3종어항은

제3종 어항 중 수산업 상 특히 중요한 어항으로서 행정법령으로 지정한 어항으로 현재 일본 전역에 13개소 지정·운영

○ 권역 유형을 유통거점형과 생산거점 및 소규모 어항으로 구분하여 어항 규모 및 성격에 따라 역할 분담 및 네트워크화 추진

○ 어촌 활력을 증진하기 위해 어촌과 도시와의 교류에 중점을 두고 어촌 내부시설 개선과 함께 교통여건 개선, 마케팅, 교육 프로그램 등 발굴 및 지원

2.4.4. 일본 와카야마 현 해양어촌 체험프로그램

○ 일본 혼슈 최남단에 위치한 와카야마 현은 '블루체험-물의 나라'라는 슬로건 아래 어촌마을에서는 해양·어촌 체험관광 프로그램 운영 중

○ 각 어촌마을에서는 각 마을의 자원을 활용한 다양한 어촌체험 상품을 개발하여 운영 중이기 때문에 유사한 체험프로그램 운영으로 인한 내부경쟁 최소화

- 쿠시모토 지역은 카약낚시와 바다낚시, 참치 양식체험 등의 어촌체험으로 특화, 다이지 지역은 고래체험, 시라하마 지역은 해수욕장, 수상스포츠, 온천 등으로 각 마을별로 특화된 체험프로그램 운영 중

<표 Ⅴ-2.4.4-1> 일본 와카야마현 어촌마을 별 체험프로그램

지역	주요 체험프로그램	특징
다이지	- 고래체험, 고래박물관, 해양수족관, 고래먹이주기 등	- 400년 전통의 포경 전통을 체험활동에 활용
쿠시모토	- 스쿠버다이빙, 스노클링, 참치양식장 체험 및 소라 채취 체험 등	- 수중 산호 군락지 장점 활용 - 참치양식장 활용 체험프로그램 개발
시라하마	- 해수욕, 온천, 다이빙 등 수상스포츠 - 구로시오 시장의 참치해체쇼 등	- 넓은 모래 해변 활용, 해양레저 체험 개발 - 온천, 해산물 시장과 연계한 휴양, 체험 프로그램 운영
기타	- 시라하마~쿠시모토 간 해안도로의 자전거 하이킹 - 해안선 자전거 하이킹 코스에서 자전거 대회 개최	- 해안경관과 산악지형을 연계한 하이킹 로드 집중 홍보 - 자전거 방문객 증가에 따라 자전거역, 자전거 대여소 및 숙박·휴식을 위한 자전거 텔 등의 편의시설 증가

2.4.5. 미국 그랜트 사업

○ 미국은 1966년부터 해양수산분야의 지역 현안 문제를 발굴하여 해결하기 위한 Sea Grant 프로그램 추진 중

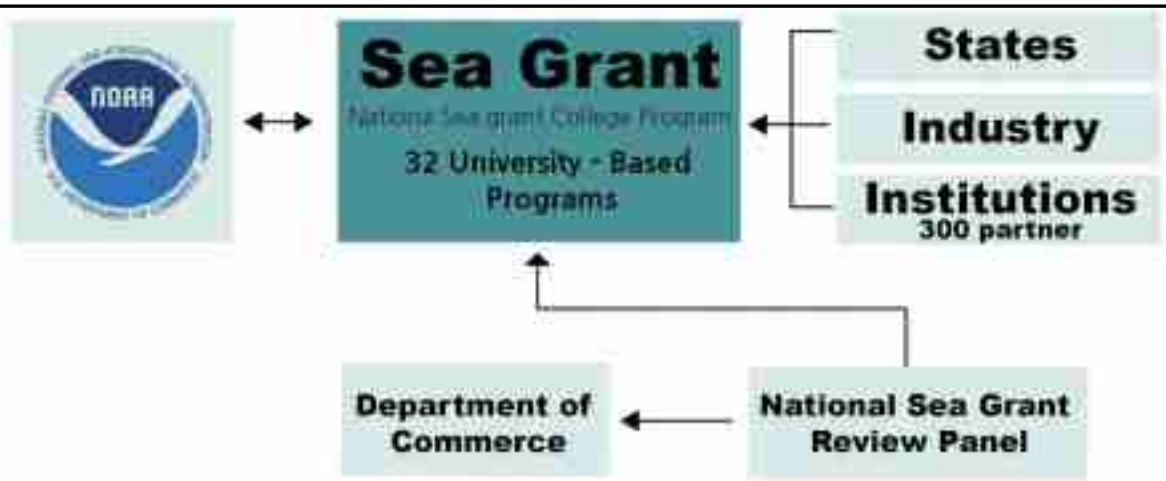
○ 미국 연안 및 5대호 인접 주립대학을 중심으로 시작되어 현재 32개의 SG(Sea Grant) 대학기반 사업단 운영 중

○ SG프로그램의 대민사업 영역에서는 지속 가능한 연안 지역사회 및 생태계와 지속 가능한 수산업을 위하여 실천적인 법률과 정책, 지역사업 개발

○ 최근 제정된 청년어업발전법(2020)에 의해 젊은 어부들을 위한 훈련, 교육, 봉사 활동 및 기술 지원을 제공하는 Young Fishermen's Development Grant Program을 통해 지역사회의 지속적인 어업활동 지원

<표 V-2.4.5-1> 지역별 주요 Sea Grant 프로그램 지원 사업

지역	프로그램	특징
플로리다	Big Bend Shellfish Trail	• 플로리다 Big Bend에서 수확되는 해산물 정보 및 환경정보 제공 • Big Bend 내 조개 판매처, 여행지, 식당 등 관광 정보 제공 • 제공하는 정보를 기반으로 여행코스 추천
사우스 캐롤라이나	Blueways-Greenways	• Berkeley, Charleston, Dorchester의 Blueways와 Greenways를 대상으로 하는 대화형 웹 매핑 어플 개발 • 사용자가 육지 및 해안 산책로, 해안지역, 녹지공간과 같은 지역을 탐색할 수 있도록 관련 정보 제공 • 유적지, 날씨, 풍향, 하천 높이 등 확인 가능
시카고	Chicago Water Walk	• 시카고 주변의 해안 지역 탐색을 위한 웹사이트 • 온라인 투어와 모바일 어플 다운 등을 제공 • 시내 호수와 강변을 탐색하고, 지역과 관련된 역사, 생물학 지식, 이야기 등을 통해 자원의 중요성을 알림
알래스카	Alaska Young Fishermen's Summit	• 상업 어업을 시작하는 청년 어업인을 위한 네트워킹 및 기술 구축 컨퍼런스 • 마케팅. 비즈니스 관리, 수산 규제 프로세스 및 수산물 관리 기술 등 어업 운영과 육성에 기반을 둔 교육을 3일간 진행



※ 출처: www.seagrant.noaa.gov/

(그림 V-2.4.5-1) Sea Grant 프로그램 운영체계

2.4.6. 그린투어리즘

○ 제2차 세계대전 직후 프랑스에서 처음 도입한 관광개념으로 원래 나무라 푸르게 우거진 전원에서 즐기는 관광으로 농촌지역과 농가를 목적지로 하는 관광을 의미

○ 환경의 중요성이 인식되면서 그 영역이 확대되어 농촌뿐만 아니라 산천, 어촌 기타자연환경을 접하고 느낄 수 있는 지역까지 그린투어리즘의 범주에 포함

○ 그린투어리즘은 인간과 자연이 조화를 이루는 관광을 통해 자연환경을 보전하고 다음세대의 필요성을 모두 충족시키는 지속가능한 관광방식으로 에코투어리즘 등과 같은 의미로 사용

○ 주로 자연환경과 생태계를 체험하는 생태관광이 주를 이루고 있으며 농장 및 낚시 등의 체험과 연계한 체류형 여행도 그린투어리즘의 한 형태로 성장 중

○ 미국국제개발처(USAID, US Agency for International Development)는 다양한 해외원조 프로그램 중 관광 분야에 그린투어리즘 도입을 위한 프로그램 개발·보급



※ 출처: www.rmportal.net/

(그림 Ⅴ-2.4.6-1) 미국국제개발기구(USAID)의 그린투어리즘 추진전략

3. 인천 연안어장 현황 및 여건

3.1. 인천 연안어장 해양환경 현황

○ (인천연안 권역별 해양환경 특성) 인천 연안어장 실태조사 결과, Ⅰ권역은 한강 유입으로 인한 담수 영향을 가장 많이 받으며, Ⅰ·Ⅱ·Ⅲ권역은 Ⅳ권역에 비하여 상대적으로 오염원(하수종말처리시설)의 영향을 많이 받는 것으로 조사됨

- 개발압력은 Ⅱ권역과 Ⅲ권역이 높음
- 담수 및 오염원의 영향은 Ⅰ권역에서 가장 높게 나타남
- 굴 폐사가 주로 발생한 지역은 아차도(Ⅰ권역) 및 자월도(Ⅳ권역)으로 조사됨

○ (권역별 수질환경) 전체 권역의 평균적인 해수수질 등급은 Ⅱ등급(좋음)으로 조사됨

- 한강하구에 인접한 Ⅰ권역이 다른 권역에 비해 수온변동 범위가 크고 염분이 낮음
- 각 권역별 해수수질 등급의 출현 빈도는 Ⅰ권역의 경우 Ⅳ등급(나쁨), Ⅱ~Ⅳ권역은 Ⅱ등급(좋음)이 가장 높게 나타냄
- 나쁜 수질 등급의 주요 원인 항목은 투명도와 Chl-a이며, Ⅰ권역은 DIN, Ⅲ권역은 저층 DO포화도 또한 원인 항목으로 조사됨

○ (권역별 퇴적환경) 해양퇴적물은 Ⅰ권역과 Ⅱ권역이 세립하고 Ⅲ권역과 Ⅳ권역이 상대적으로 조립한 퇴적환경을 보이며 총유기탄소(TOC)는 모든 권역에서 수산생물서식어장환경기준을 만족함

○ (바지락 어장환경) 바지락 어장은 전체적으,로 모래가 우세한 퇴적상을 보였으며 총유기탄소(TOC)와 산휘발성황화물(AVS)은 각각 수산생물 서식어장환경기준을 만족함

- 바지락 서식밀도는 Ⅰ권역이 가장 높고 Ⅳ권역이 가장 낮았으며 어장별로는 신도, 포내, 영암어촌계가 많았고 외리 어촌계에서는 바지락이 출현하지 않음
- 바지락 치패의 출현은 Ⅰ권역의 남부지역(장봉, 신도, 시도) 인근 어장에서 출현빈도가 높은 것으로 조사됨

3.2. 인문·사회 경제 현황

3.2.1. 사회·경제 현황

가. 인구현황

○ 사업대상 지역인 중구(영종도 및 무의도)와 강화군, 옹진군(서북5도 제외)의 인구는 전반적으로 증가하는 추세

○ 세대당 인구는 중구 및 강화도는 2.0명/세대 이상으로 나타난 반면, 옹진군은 1.9명/세대으로 조사됨

- 중구와 강화도는 연륙교로 연결되어 인구 유입이 상대적으로 용이한 반면, 옹진군은 영흥면을 제외한 모든 지역이 섬으로 이루어져 있어 접근이 어려움

○ 고령화 비율은 강화군 및 옹진군은 25% 이상으로 높은 수준이나 중구는 9.6%로 고령화 비율이 낮은 것으로 조사됨

<표 Ⅴ-3.2.1-1> 사업대상 지역의 인구현황

지역	2016	2017	2018	2019	2020	세대수	세대당 인구	고령자 비율	연평균 증가율
중구	64,110	68,041	74,157	88,459	94,051	33,870	2.2	9.6%	6.5%
강화군	68,010	68,754	68,896	69,178	69,203	32,556	2.1	30.7%	0.7%
옹진군	11,799	11,989	11,830	11,674	11,732	6,376	1.9	27.6%	0.7%
합계	143,919	148,784	154,883	169,311	174,986	72,802	2.1	20.4%	3.2%

출처: 국가통계포털

나. 인구소멸위험지수

○ 사업대상지역 중 강화군과 옹진군의 인구소멸지수는 2021년 기준 0.5 미만으로 소멸위험진입단계(0.2~0.5)로 나타남

- 강화군과 옹진군의 인구소멸위험지수는 인천에서도 가장 낮은 수준으로 0.2 미만인 고위험구간 진입 예상

<표 Ⅴ-3.2.1-2> 인천시 소멸위험지수 변화

년도	중구	동구	연수구	남동구	부평구	계양구	서구	미추홀구	강화군	옹진군
2013	1.041	0.871	1916	1.741	1.578	2.035	2.091	1.181	0.306	0.430
2017	0.914	0.640	1.686	1.350	1.262	1.517	1.627	0.958	0.255	0.367
2021	0.913	0.420	1.388	0.940	0.884	1.001	1.220	0.751	0.206	0.256

출처: 한국의 지방소멸(이상호, 2018), 통계청(2021)

다. 사업체수

○ 사업대상 지역의 사업체 수는 총 11,697개의 사업체가 운영 중에 있으며, 총 77,968명이 종사

- 이 중 숙박 및 음식점이 전체 사업체 수의 약 34.2%로 가장 많으며, 종사자 수 역시 16.9%로 가장 많이 종사

- 지역별로도 중구, 강화군 모두 숙박 및 음식점업의 사업체 수가 전체 사업체 수의 30% 이상을 차지하여 가장 많으며, 옹진군은 숙박 및 음식점업 사업체 수가 전체 사업체 수의 56.1%로 숙박 및 음식점의 비중이 큰 것으로 나타남

<표 V-3.2.1-3> 사업대상 지역의 사업체 현황

구분	제조업		도매 및 소매업		숙박 및 음식점업		기타		합계	
	사업체 수	종사자 수	사업체 수	종사자 수	사업체 수	종사자 수	사업체 수	종사자 수	사업체 수	종사자 수
중구	66	3,526	729	2,926	1,407	7,583	2,466	38,629	4,668	52,664
강화군	429	2,967	1,277	2,583	1,875	4,144	2,164	10,895	5,745	20,589
옹진군	31	83	172	315	720	1,426	361	2,891	1,284	4,715
합계	526	6,576	2,178	5,824	4,002	13,153	4,991	52,415	11,697	77,968

출처: 인천 중구, 강화군, 옹진군 통계연보(2019)

라. 관리수면 현황

○ 사업대상 지역의 수산자원관리수면은 총 13건 270.3ha로 대부분 옹진군에 위치

- 중구 소무의도 지선 198ha를 제외한 나머지는 옹진군 자월면에 5건(57.3ha), 덕적면 7건(15ha)이 지정됨

<표 V-3.2.1-4> 수산자원관리 수면 현황

지역	개소	면적(ha)	지정사유
중구 무의동(소무의)	1	198	바다목장
옹진군 자월면 대이작도	1	2	인공어초
옹진군 덕적면 서포1리	1	2	인공어초
옹진군 덕적면 진리	1	6	인공어초
옹진군 덕적면 울도리	2	4	인공어초
옹진군 자월면 소이작도	1	2	인공어초
옹진군 덕적면	3	3	바다숲
옹진군 자월면 사승봉도	1	1.5	바다숲
옹진군 자월면	1	27.3	인공어초
옹진군 자월면	1	24.5	인공어초

마. 면허어업 및 허가어업 현황

○ 2019년 인천시 전체 면허어업은 총 551건으로 마을어업이 256건으로 가장 많으며 뒤를 이어 패류 양식어업 134건, 해조류 양식어업 58건, 어류 등 양식어업 54건, 복합 양식어업 46건으로 조사됨

○ 총 551건 중 옹진군이 차지하는 건수가 392건으로 약 71%로 가장 많은 비율을 차지했으며 중구 83건, 강화군 71건 순으로 나타남

- 옹진군은 어류 등 양식어업이 27.0%, 중구는 마을어업이 67.5%, 강화군은 마을어업이 43.7%로 마을어업이 차지하는 비율이 높은 것으로 나타남

<표 Ⅴ-3.2.1-5> 인천지역 면허어업 현황(건)

지역	해조류 양식어업	패류 양식어업	어류 등 양식어업	복합 양식어업	협동 양식어업	마을어업	합계
인천시 전체	58	134	54	46	3	256	551
중구	5	19	-	3	-	56	83
동구	-	-	-	-	-	-	-
연수구	-	-	-	-	-	2	2
서구	-	-	-	-	-	3	3
강화군	-	3	9	28	-	31	71
옹진군	-	50	106	26	43	3	392

자료: 인천시 통계연보(2020년)

○ 2019년 기준 인천시 허가어업은 총 58건으로 강화군 38건, 옹진군 20건으로 조사됨

- 강화군에서는 육상양식어업이 65.8%, 옹진군에서는 육상종묘생산어업이 70%로 나타남

<표 Ⅴ-3.2.1-6> 지역별 허가어업 현황(건)

지역	육상양식어업	육상종묘생산어업	계
인천시 전체	31	27	58
강화군	25	13	38
옹진군	6	14	20

자료: 인천시 통계연보(2020년)

바. 어촌계 현황

○ 사업대상지의 어촌계는 총 41개로 Ⅰ권역에 17개, Ⅱ권역에 8개, Ⅲ권역에 6개, Ⅳ권역 10개로 구성되며 행정구역상으로는 강화군 13개, 서구 1개, 중구 8개, 옹진군 19개의 어촌계가 존재함

<표 Ⅴ-3.2.1-7> 사업대상지 권역별 어촌계 구성

권역	어촌계	행정구역	계
Ⅰ권역 (17개 어촌계)	강후, 내가, 양도, 내리, 동검, 선두, 초지, 흥왕, 매음, 사하동, 아차도, 불음, 서도	강화군	13개 어촌계
	모도, 장봉, 신시	옹진군	3개 어촌계
	세어도	서구	1개 어촌계
Ⅱ권역 (7개 어촌계)	구읍, 송산, 운복, 운서, 신불, 포내, 소무의, 광명	중구	7개 어촌계
Ⅲ 권역 (6개 어촌계)	외리, 용담, 업벌, 선재, 내리, 영암	옹진	6개 어촌계
Ⅳ 권역 (12개 어촌계)	이작, 소이작, 자월, 승봉, 덕적, 울도, 백야, 지도, 문갑, 소야, 모도, 장봉	옹진	12개 어촌계

자료: 해양수산부 수산정책과 전국어촌계 설립현황(2021.04)

<표 Ⅴ-3.2.1-8> 인천시 서구 어촌계 주요현황

지역		어촌계원수 (명)	주요 생산물	생산량 (연간,톤)	방문객수 (연간)	비고
서구	세어도	18	농어, 조개, 숭어, 새우	32.5	6,128	농어낚시,어촌체험마을

<표 Ⅴ-3.2.1-9> 인천시 중구 어촌계 주요현황

지역		어촌계원수 (명)	주요 생산물	생산량 (연간,톤)	방문객수 (연간)	비고
중구	구읍	78	굴, 파래, 바지락, 가무락, 낙지, 새우	30	4,078	학생해양탐구 학습장 운영
	송산	68	바지락, 낙지, 민챙이	19	4,078	-
	운복	107	꽃게, 낙지, 새우, 바지락, 가무락, 동죽	402	20,000	갯벌체험
	운서	172	꽃게, 낙지, 새우, 바지락, 가무락, 동죽	850	15,000	-
	신불	62	바지락, 가무락, 동죽, 참새우, 망둥어, 새우젓, 민챙이, 굴	360	70,000	-
	포내	70	흑모시조개, 굴, 바지락, 가리비, 낙지	220	4,078	어촌체험장
	소무의	28	굴, 바지락, 어패류	100	100,000	어촌체험 프로그램
	광명	38	새우, 바지락, 동죽	10	-	유어장 체험프로그램
	큰무리	93	바지락, 동죽, 굴, 낙지	130	100,000	어촌체험장, 갯벌체험장
	남북	128	대합, 동죽, 바지락	24	9,000	-
	을왕	320	꽃게, 낙지, 동죽 등	10	100,000	어촌체험장, 갯벌체험장
	덕교	87	바지락, 굴, 낙지 등	80	10,000	갯벌체험장
	마시안	52	동죽, 백합, 가무락	20	100,000	어촌체험장

<표 Ⅴ-3.2.1-10> 옹진군 어촌계 주요현황

지역		어촌계원수 (명)	주요 생산물	생산량 (연간,톤)	방문객수 (연간)	비고
옹진군	이작	84	꽃게, 주꾸미, 간재미, 우럭, 키조개, 굴양식	204	10,000	풀등 생태탐방
	소이작	95	꽃게, 우럭, 간재미	111	6,000	관광패키지 (낚시, 체험)
	자월	105	꽃게, 주꾸미, 우럭, 키조개, 굴양식, 해삼	170	30,000	큰말해변 체험장
	승봉	89	꽃게, 소라, 해삼, 우럭, 광어, 주꾸미	210	40,000	선상어선체험 패키지
	덕적	123	꽃게, 새우, 우럭, 바지락, 키조개,해삼	490	100.000	-
	울도	31	장어, 우럭, 굴	11	-	-
	백아	25	우럭, 장어, 바지락, 굴, 홍합	4	-	선상낚시 체험프로그램
	지도	13	우럭, 아나고, 간재미	2	400	바다낚시 체험프로그램
	문갑	45	간재미, 꽃게, 우럭, 바지락, 굴	4	-	-
	소야	82	꽃게, 소라, 광어, 우럭, 굴, 바지락, 해삼	50	-	갯벌체험, 갯바위 바다낚시
	모도	42	굴, 바지락	15	-	바다낚시체험, 갯벌체험 등
	장봉	223	김, 농어, 우럭, 바지락, 백합, 동죽	470	120,000	바다낚시체험, 갯벌체험 운영
	신시	171	바지락, 굴, 넙치, 새우, 망둥어	60	35,000	신시어촌계체험어장 운영
	외리	48	동죽, 가무락, 백합	-	30,000	어촌체험장
	용담	30	굴, 바지락	300	4,000	어촌갯벌체험마을
	업벌	24	동죽, 백합	3	30,000	어촌체험장 운영
	선재	259	굴, 바지락	200	30,000	어촌체험장 운영
	내리	460	굴, 바지락	160	10,000	영흥체험어장 운영
	영암	113	굴, 바지락	110	-	갯벌조개잡이체험장 운영

<표 V-3.2.1-11> 강화군 어촌계 주요현황

지역		어촌계원수 (명)	주요 생산물	생산량 (연간,톤)	방문객수 (연간)	비고
강화군	강후	30	새우젓, 건새우, 숭어, 농어, 황복, 밴댕이	800	15,000	-
	내가	19	새우, 꽃게, 주꾸미, 왕새우, 굴	91	100,000	강화새우젓축제(가을),
	양도	12	꽃게, 낙지, 소라, 왕새우	150.5	4,078	갯벌체험 (건평항)
	내리	16	꽃게, 낙지, 소라, 왕새우, 대하, 장어, 굴	101	4,078	갯벌탐방로 운영 예정
	동검	37	새우젓, 건새우, 숭어, 농어, 황복, 밴댕이	12	10.000	갯벌체험 프로그램
	선두	83	꽃게, 새우젓, 주꾸미, 농어	128	10,000	-
	초지	40	꽃게, 새우젓, 주꾸미, 농어 가무락	128	-	황산도어촌전시관
	홍왕	37	숭어, 농어, 우럭, 낙지	15	3000	강화갯벌센터
	매음	44	꽃게, 새우, 숭어, 주꾸미, 밴댕이, 굴, 대합	21	30,000	어촌체험장
	사하동	42	바지락, 소라, 굴, 낙지, 농어, 숭어, 우럭, 새우젓	42.4	60,000	어촌체험장
	아차도	31	농어, 새우, 백합, 굴, 소라	20	75,000	갯벌체험장
	볼음	36	농어, 돌게, 동죽, 망둥어, 백합, 밴댕이, 병어, 소라 숭어	112	8,500	저어새 생태마을
	서도	32	우럭, 망둥어, 숭어, 밴댕이, 농어, 백합, 조개	178.5	8,500	어촌체험장

사. 주요 관광자원 현황

○ 사업대상 지역에는 역사문화자원과 관광자원, 그리고 해변가 등 다수의 관광자원이 분포하고 연중 많은 관광객들이 방문

<표 V-3.2.1-12> 관광자원 분포 현황

구분	역사문화자원	관광자원	해변
중구	2	10	5
강화군	126	17	1
옹진군	3	20	22
합계	131	47	28

출처: 각 군구 문화관광 홈페이지(2020)

○ 또한 사업대상 지역에는 15개의 유어장 및 26개의 낚시터가 운영 중에 있으며 많은 관광객이 방문

<표 Ⅴ-3.2.1-13> 유어장 분포 현황

구분	유어장	낚시터	합계
강화군	-	20	20
중구	6	2	8
옹진군	9	4	13
합계	15	26	41

출처: 인천광역시(2019), 제1차 인천광역시 수산업·어촌 발전계획

3.2.2. 관광자원 보유 현황

가. 문화자원

○ 인천시의 지정문화재는 국가지정문화재 68점, 시지정문화재 165점, 등록문화재 8점 및 문화재자료 28점으로 총 267점의 문화재 보유(2020. 03. 기준)

- (국가지정문화재) 초조본 유가사지론 권53이 국보 제276호로 지정되어 있으며 전등사 대웅전(보물 제178호), 약사전(보물 제179호), 철종(보물 제93호) 등 보물 29점 보유

<표 Ⅴ-3.2.2-1> 국내 주요 어촌체험휴양마을 체험객 수와 주요 체험프로그램

구분	시·군·구	마을명	방문객수(명)	주요체험프로그램	비고
인천	중구	마시안	41,977	갯벌체험, 맨손고기잡이 체험 등	
	중구	포내	11,920	갯벌체험, 건강망체험 등	
	옹진군	선재	59,202	갯벌체험 낚시 체험 등	
경기	화성시	백미리	46,516	갯벌체험, 망등어낚시, 카약타기, 굴체험 등	
	시흥시	오이도	27,051	갯벌체험	
전북	군산시	신시도	125,980	갯벌체험, 개매기체험	
제주	서귀포시	법환	122,340	해녀물질 체험	
전남	함평군	돌머리	56,784	갯벌체험, 개매기체험, 장어잡기, 새우잡기 체험	생산량감소, 갯벌침식
경남	거제시	계도	35,131	낚시체험	
	거제시	다대	26,482	갯벌체험, 통발체험, 선상낚시, 석방렴체험	
충남	태안군	대야도	25,372	갯벌체험	생산량감소

출처: 어촌체험휴양마을 체험객 수(해양수산부, 2021.08)

3.2.3. 사업대상지 관할 군·구의 소득창출 관련 사업 수요

가. 인천광역시 옹진군

○ 생산 후 중간유통 단계를 거치기 때문에 수산물 판매로 인한 소득은 낮은 수준을 유지하고 있으며 유통·판매를 위한 지원 등의 필요성 증대

- 유통판매를 위한 거점은 옹진군에 설치 또는 다른 군·구를 활용하는 방안 등 다양한 방안의 검토 필요성을 제기하였으며 부지확보 및 수협 등 관계기관과의 협의 추진을 요청

○ 전복, 해삼 등 수산물 채취에 관한 문제(영흥, 덕적, 자월 등)는 현재 합법적 수단을 통해 지속적인 채취 어려움

- 법적인 사항을 고려한 효율적 채취방법 등에 관한 사항 검토 요청

○ 어업인구 증가 및 어업활성화 방안으로 신안군의 어선임대사업 등 사례 검토 후 옹진군의 낙도지역에 적용하기 위한 방안 등의 검토 요청

○ 덕적도 등 섬지역 낚시터 설치, 해루질로 인한 어업인-비어업인 갈등 심화, 어촌계장 등 필수인원에 대한 수당 및 인센티브 지급 등을 통한 지원 등에 관한 사항 요청

<표 V-3.2.3-1> 옹진군의 소득창출 기본계획 반영을 위한 사업 수요

구분	협 의 내 용	비고
수산물 생산량 고부가가치화	• 생산-유통 이원화로 어업인 낮은 소득 유지	
	• 잠수기 등을 이용한 전복, 해삼 등을 채취하는 지속가능한 방안 마련	
	• 굴, 바지락 등 주요 생산물에 대한 생산량 증대 및 고부가가치화 방안	
어업인구 증가 및 활성화	• 어선임대 사업을 통한 청년유입 방안 마련	신안군 어선임대사업
관광 분야	• 덕적도 등 섬지역 낚시터 설치 등에 관한 사항	
수산자원관리	• 비어업인의 해루질 등으로 어업인과의 갈등심화	
어촌계 지원	• 어촌계장 등 필수인원에 대한 수당 및 인센티브 지급 등을 통한 지원방안 마련	

나. 인천광역시 중구

○ 중구는 이미 많은 관광객이 방문하고 있는 지역으로 생산량 증대보다 고부가가치를 통한 수익 증대가 중요한 문제로 지적

- 중구는 가공시설 및 산지 가공시설이 거의 없으며 가공시설을 통한 상품, 브랜드화 등 고부가가치를 창출 할 수 있는 방안 필요

- 고부가가치화를 위해서는 브랜드화, 인증 등을 통한 안전 및 청정 이미지 제고를 위한 방안 마련 필요

○ 중구의 체험관광객의 유입이 많은 만큼 다양한 레저활동을 도입·운영방안 등에 대한 검토 필요

- 특히 수산자원관리공단에서 추진 중인 인공어초 낚시터의 조성 등을 검토 요청

<표 Ⅴ-3.2.3-2> 인천광역시 중구의 소득창출 기본계획 반영을 위한 사업 수요

구분	협 의 내 용	비고
수산물 생산량 고부가가치화	• 가공시설, 산지가공시설을 통한 고부가가치 창출 필요	
	• 브랜드화, 인증 등을 통한 이미지 제고	로고, 패키지 디자인 등 필요
관광 분야	• 레저활동 등의 도입방안 검토 인공어초 낚시터 등 조성 검토	
수산자원관리	• 비어업인의 해루질 등으로 어업인과의 갈등심화	

다. 인천광역시 강화군

○ 수산물 직불제에 따른 현안문제 해결방안 마련

- 어업인이 아닌 사람이 직불금을 받아가는 문제가 있어 지역 갈등의 원인이 되고 있으며 지자체 수준에서 관리수단 마련이 필요함

○ 어촌마을 역량강화는 어판장 어업인의 조직력 등을 활용하여 우선추진 하여 지역 활성화 거점으로 어판장 활용

○ 온라인 유통을 통한 활성화 방안 검토

○ 현재 젓새우의 판매방식 및 유통망 확대를 통한 고부가가치화 전략

○ 어촌계간의 소득격차 해소, 유통망 확대, 수협의 관리 범위 및 참여확대 방안 등에 대한 검토 필요

<표 Ⅴ-3.2.3-3> 인천광역시 강화군의 사업 수요

구분	협 의 내 용	비고
수산물 생산량 고부가가치화	• 젓새우 판매방식 및 유통망 확대를 통한 고부가 가치화 전략	
	• 양식품종 전환(축제식양식) • 내수면 양식 활성화 방안	내수면 면허 약 30여개 존재
어업인 역량강화	• 어판장 중심의 어업인 중심으로 추선 추진 • 온라인 유통 활성화 방안	
기타	• 어촌계간의 소득격차 해소 • 수산직불금의 어업인 외 수령으로 인한 갈등 해소	

4. 시사점

4.1. 인천 연안어장 실태조사 결과

○ 인천 연안어장은 권역별로 해양환경에 주목할 만한 위협요소는 관찰되지 않았으며, 권역별로 서해안에서 관찰되는 전형적인 특징을 잘 보여주고 있음

○ 관측망 및 현장 관측 조사 결과에서 대부분 수산생물 서식어장환경 기준, 패류 중금속기준을 만족하는 것으로 조사됨

○ 바지락 생산량 감소는 명확하지는 않으나 장기추세를 고려할 때 다양한 요인이 복합적으로 작용한 것으로 추정

- 장기간의 바지락 생산량 감소 추세는 생산량 통계를 통해 명확한 것으로 추정됨에도 불구하고 바지락 생산량 감소의 주된 원인 규명은 바지락의 특성상 명확한 규명은 어려움
- 바지락의 생산량감소는 수온, 염분 및 기온 등의 여러 요인이 복합적으로 작용한 것으로 추정되지만 정확하게 어떤 요인이 생산량 감소에 영향을 미치는지 판단하기는 어려움
- 명확한 원인규명이 어려운 이유는 바지락이 이동성을 가지고 환경변화에 대응하기 위해 잠입이 가능하기 때문으로 여겨지고 있음
- 그러나 권역 및 시기별 바지락 각장에 대한 빈도분포에서 조사대상 바지락 어장의 치패가입에 대한 정보를 수집할 수 있었고 그 결과 장봉도, 신도, 시도 등에서 치패의 가입이 이루어짐을 확인함
- 이러한 결과는 주변지역의 유생이 모이는 지역 또는 어장 내에서 치패의 생산이 이루어지는 지역으로 해석할 수 있으며 바지락 어장관리를 위한 중요한 정보로 활용 가능
- 반면 Ⅱ권역의 큰무리, 광명, 포내, Ⅲ권역의 영흥, 선재도, 내리, Ⅳ권역의 덕적 등에서는 치패의 가입이 매우 드물게 확인되었음에도 불구하고 바지락의 생산량은 높은 것으로 확인되어 대부분 치패의 가입이 종패 살포 등에 의존하는 것으로 추정됨

○ 굴 폐사의 원인은 기온에 의한 것으로 특히 여름철 고온에 장시간 노출이 주요 원인으로 밝혀짐

- (굴 폐사원인규명) 굴 폐사가 발생하는 지역에서 기온 및 수온 모니터링 결과와 온도별 노출시간에 대한 생태독성 시험결과 굴의 폐사에 직접적인 영향을 미친 요인은 여름철 높은 기온에 장시간 노출에 의한 것으로 밝혀짐
- 굴의 경우 이동성이 없고 대부분 조간대 표면에 노출되어 있어 여름철 고온조건에서 장시간 노출이 직접적인 요인으로 작용한 것으로 판명되었기 때문에 이와 관련한 대책마련 필요

4.2. 사회경제 및 정책 추진 현황

○ 세계적인 농어촌마을 인구감소 및 고령화, 도시와 농어촌의 격차해소 등의 문제를 해결하기 위한 다양한 정책 도입

- 글로벌 수준에서 전세계 어촌마을은 우리나라와 마찬가지로 인구감소, 고령화 등을 겪고 있으며 도시-농어촌 격차 발생 등의 문제가 발생하고 있으며 이를 극복하기 위해 ICT기술 도입, 도시-농어촌 교류확대, 네트워크화 등 다양한 지원 정책 추진 중
- 도시-어촌마을의 지속적인 교류를 지원하여 어촌마을과 도시의 격차 해소 추진
- 어촌 마을에 4차 산업기술 도입을 통해 어촌마을의 편의시설, 교통접근성, 의료·보건 서비스 취약성을 개선하는 온라인 플랫폼 사업 추진 중
- 스마트 빌리지 사업을 통해 지역주민 주도의 디지털혁신과 사회혁신으로 유형화하고 ICTs 기술의 단순 활용에서 벗어나 신기술과 사회변화를 결합한 창의적이고 정형화되지 않은 농어촌 지역개발을 시도
- 초고령화 사회로 진입으로 인한 의료비 지출증가와 사회문화적 환경변화로 인한 스트레스 심화 등으로 인하여 자연을 기반으로 한 치유관광이 성장 중임

○ 해양수산부는 어촌마을의 지속가능성 및 경쟁력 강화를 위한 다양한 정책 추진 중

- 해양수산정책은 수산업, 수산양식업, 수산식품산업, 해양치유산업 등 기존 육상기반 산업에서 해양수산분야를 분리하여 전문성 확보 및 체계적인 지원을 위한 체계를 마련
- 수산업은 규모화, 첨단화를 통해 어촌마을의 고령화 등을 극복하고 경쟁력강화 정책 추진 중
- 어업인의 역량강화와 함께 해양수산자원의 지속가능한 이용 및 다면적 활용을 통한 신성장 동력을 확보하기 위한 정책 추진 중

○ 지역별로 지역의 특성에 적합한 해양수산정책을 개발하여 진행 중

- 지역의 해양수산자원을 특화하여 생산 및 서비스 산업과 연계한 6차산업화와 관련한 창업 등 지원 증가
- 어촌고령화에 대응하기 위한 다양한 귀어 지원, 4차산업 기술 도입 등을 통한 정주여건 개선을 위한 사업을 지속 추진 중
- 지역 수산물의 판로 확대를 위한 쇼핑몰 연계 및 안테나 샵 지원, 부가가치 증대를 위한 수산물 가공 산업 지원을 위한 규모화, 기업화 지원이 증가하는 추세
- 어촌뉴딜, 해양치유 등 지역의 자원을 이용하는 새로운 형태의 사업을 위한 투자 증가

○ 인천시는 관련산업 활성화를 위해 인천형 먹거리 종합계획(2021), 웰니스 관광활성화 계획(2021), 인천 해양친수도시 조성 기본계획 수립 등 다양한 계획 추진 중

- 인천시의 다양한 계획에도 불구하고 수산업 및 수산물이 제외 된 계획이 대부분으로 관련계획과 연계를 통한 효율적 계획에는 한계
- 최근 수산업 생산량의 감소는 환경변화에 의한 생물학적 요인과 함께 어가인구 감소에 의한 요인도 발생하고 있는 만큼 어촌마을의 소득원을 수산물 생산에만 의존하기 어려움
- 이러한 어촌의 환경변화를 반영하여 어촌마을이 가진 다양한 자원을 입체적으로 활용하기 위한 어촌뉴딜, 해양치유, 6차산업화 등 제조 및 서비스 산업과 연계하기 위한 다양한 정책을 추진 중이지만 어촌마을의 여건을 제대로 반영하지 못해 정책의 효과에는 한계

4.3. 지역사회 및 관할 군·구 요구사항

○ 생산량 감소 및 폐사에 대한 원인규명 및 대책마련

- 바지락 생산량의 지속적인 감소에 대한 원인분석 및 대책마련 체계 필요
- 폐사발생 직후 조사가 이루어지지 않는 등 현재 시스템을 개선하여 폐사발생 즉시 조사가 이루어질 수 있도록 조사체계 개선

○ 체험프로그램 등 관광수입 증대 방안 요구

- 조사대상 어촌계 설문조사 및 군·구 협의 결과 종패방류 확대, 대체 종 도입 등 수산물 생산과 관련된 사항, 관광객 증대를 위한 인프라 구축 및 체험프로그램 개발 등의 수요가 많음
- 특히 어촌마을 체험프로그램과 관련하여 어촌계별 경쟁적으로 유사한 프로그램을 도입함에 따라 발생하는 내부 경쟁으로 인한 갈등 심화
- 어촌마을별 체험프로그램의 특화 및 상생가능한 컨텐츠 개발을 통해 어촌마을별 상생가능한 구조 마련 요구

○ 수산물 고부가가치화를 통한 소득 증대 방안 마련

- 현재 수산물 판매의 대부분이 세척 후 단순 1차 가공을 통해 판매하는 방식이 대부분으로 낮은 가격에 판매되고 있어 보다 고차가공을 통해 부가가치를 높일 수 있는 방안 모색
- 특히 바지락의 경우 일부 생산량이 많은 어촌계의 경우 부가가치를 높일 수 있는 안정적인 생산이 가능하기 때문에 부가가치를 높이기 위한 다양한 시도가 이루어져 왔으나 기술의 한계, 바지락 수집 등 다양한 문제로 인해 지소적인 추진에는 한계
- 대면판매 위주의 소량판매가 이루어지는 지역의 경우 현재의 포장방법을 개선하여 보다 깨끗하고 안전한 이미지를 줄 수 있는 통일된 형태의 패키징 및 브랜드 개발 요구
- 온라인 판매를 위한 교육, 온라인 판매망 확보 등 어촌마을에서 가능한 온라인판매 유통망 확대 등에 대한 수요 증가

VI

인천 연안어장 소득창출 정책수립

1. 인천 연안어장 이슈분석
2. 대내외 환경분석
3. 사업추진 방향
4. 비전 및 목표
5. 추진전략 및 세부과제
6. 정책제언

Ⅵ. 인천 연안어장 소득창출 정책수립

1. 인천 연안어장 이슈분석

1.1. 과학적기반 연안어장 관리체계 구축 필요

1.1.1. 실태조사 기반의 과학적 어장관리 필요성 증가

○ 인천 연안어장의 실태를 명확히 파악하여 효율적 정책을 추진하기 위해서는 국가주도 및 기존 측정망 정보 외 별도의 실태조사 체계 구축 필요

○ 이번 실태조사 결과 밝혀졌듯이 해양환경 요인과 함께 기후변화 요인도 함께 양식생물에 영향을 주고 있기 때문에 해양환경의 다양한 변화에 능동적으로 대응하기 위한 과학적 기반 관리체계 구축 필요

1.1.2. 인천 연안어장 빅데이터 구축을 진단·분석·활용체계 구축

○ 본 인천 연안어장 실태조사를 통해 지난 10년간 데이터를 표준화하여 축적하였으며 향후 3년간 데이터를 추가로 축적 가능

○ 향후 실태조사를 통해 지속적으로 체계적인 데이터를 축적해나갈 경우 인천 연안어장에 대한 높은 이해와 함께 인천 연안어장에 대한 진단·평가가 가능한 수준으로 활용 가능

○ 또한 축적된 빅데이터의 분석을 통해 향후 경향 분석, 생산량 예측 등 다양한 분야에 활용가능한 AI 기반의 예측 알고리즘 생성 가능

1.2. 인천시 연안어장 수산물 생산량 감소

1.2.1. 바지락 생산량 감소원인 및 대책마련

가. 바지락 생산량 감소 원인

○ 본 실태조사 결과, 인천 연안어장의 바지락 생산량 감소 원인은 명확하게 규명되지 않음

- 바지락 생산량 감소는 다양한 요인에 의해 발생할 수 있으나 이동성이 있고 퇴적물 내로 잠입이 가능한 특성으로 인해 명확한 원인규명을 위해서는 추가 조사 필요

○ 그럼에도 불구하고 이번 조사를 통해 밝혀진 바지락 치패 가입이 이루어지는 지역과 치패가 발견되지 않는 지역이 구분된 점은 앞으로 바지락 어장 관리를 위한 중요한 정보로 활용될 수 있을 것으로 판단됨

나. 실태조사 결과와 어장관리

○ 본 실태조사결과, Ⅰ권역의 가장 남쪽에 위치한 신도, 시도 및 장봉도 인근 해역에서 바지락의 치패 가입이 이루어지는 것을 확인하였고 다른 지역에서 2cm 미만 치패 가입은 원활하지 않은 것으로 확인됨(보통 종패 살포가 이루어지는 치패 크기는 각장 2cm 이상으로 2cm 미만 개체의 출현은 자연적으로 산란한 개체로 볼 수 있음)

○ 특히 선재, 영흥도, 무의도 인근 어장에서는 치패가입이 이루어지고 있지 않음에도 높은 생산량을 유지하고 있을 뿐만 아니라 많은 종패 살포가 이루어지고 있는 점 등으로 볼 때 종패 살포에 의해 생산량이 유지되고 있는 것으로 추정

○ 따라서 인천 연안 바지락 어장은 자연 개체군에 의해 치패 가입이 이루어지는 지역과 치패 가입이 이루어지지 않는 지역으로 구분할 수 있으며 바지락 어장의 지속가능성을 확보하기 위해 어장 특성에 적합한 관리방법이 적용되어야 함

다. 바지락 치패 가입 유무에 따른 어장관리 방안

○ 치패 가입이 이루어지는 어장에 대해서는 지속적인 치패 가입을 위해 일부 개체군을 산란을 위한 개체군으로 지속 관리하여 치패 가입을 유지하기 위해 지속적으로 관리

○ 한편 치패 가입이 이루어지지 않는 지역에 대해서는 치패 가입을 유도하기 위해 일정 기간 일정 면적에 대해 저질개선 등의 서식처 개선 활동 및 성패까지 육성 기간을 가지는 등의 관리 방안 적용

○ 분급도가 양호하지 않은 퇴적상이 바지락 성육에 적합한 것으로 판명된 만큼 양빈 사업시 분급도를 고려한 저질 개선 검토

<표 Ⅵ-1.2.1-1> 바지락 어장 특성별 관리방안

지역	관리방안	비고
신·시도 장봉도	• 지속적인 치패 가입이 이루어질 수 있도록 어장의 일부를 모패 치패 생산을 위한 구역으로 관리 • 갯벌법에 따른 관리구역 지정 등과 연계하여 추진 • 지속적으로 바지락을 채취하는 지역은 생산구역으로, 치패생산을 위한 구역은 휴식구역으로 지정하여 관리	바지락 치패 가입 어장
큰무리, 광명, 포내, 영암, 선재, 내리 등	• 치패가입이 이루어지지 않는 원인 규명 - 미성숙개체 채취, 치패가입에 적절하지 않는 환경 등 • 산란개체군까지 성숙을 위한 별도 공간 확보 및 서식지 환경개선 등 원인에 따른 자연산란 개체군 확보 - 원인에 따라 산란장 및 전문 육성장으로 조성 추진	바지락 치패 미가입 어장

1.2.2. 굴 폐사 원인 및 대책 마련

가. 굴 폐사 원인

○ 아차도 및 자월도에서 발생한 굴의 폐사에 대해 다양한 의견이 있었으나 이번 조사결과 고온에 장시간 노출과 노출시 접하게 되는 고온의 영향으로 밝혀짐

○ 서해안 조간대에 서식하는 굴은 서해안 어촌마을의 주요 수입원으로 어촌마을 소득에서 중요한 부분을 차지하지만 잦은 폐사 발생에도 불구하고 원인 규명이 어려웠으나 이번 실태조사를 결과로 명확하게 원인이 밝혀짐

○ 본 실태조사 결과로 밝혀진 굴 폐사 원인은 굴의 온도 내성과 이동할 수 없는 생태적 특성에 기인한 것으로 다른 지역에 서식하는 굴의 폐사 원인 규명 및 대책 마련에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단됨

나. 실태조사 결과와 어장관리

○ 실태조사 결과 밝혀진 굴 폐사 원인은 오염물질 등에 의한 것이 아니라 기온상승에 의한 것으로 앞으로도 지속적으로 발생할 수 있는 요인으로 굴을 주요 소득원으로 유지하기 어려울 것으로 판단됨

○ 굴 어장의 형성이 자연 채묘에 의해 이루어지는 인천 해역 굴 어장의 특성상 인위적인 노출 시간을 고려한 인위적인 어장조성은 어려울 것으로 판단됨

○ 최근 포내 어촌계 등에서 평년 이상의 굴 어장이 형성되는 등 매년 지역별 굴 생산량에 큰 차이가 발생하고 있는 만큼 어장에 대한 추가적인 모니터링이 선행되어야 할 것으로 판단됨

다. 굴 폐사 지역 어장관리 방안

○ 굴 폐사지역에 대한 어장관리는 노출시 접하게 되는 고온과 노출시간이 폐사원인으로 밝혀진 만큼 앞으로 계속 굴 어장으로 유지하기가 어려울 것으로 판단됨

○ 사업대상지의 폐사가 발생한 굴어장은 대부분 자연적으로 굴 어장이 형성되는 지역으로 대부분 기질의 투입을 통해 어장발생을 유도하기 때문에 보다 노출이 적은 지역을 대상으로 굴 어장 조성 시범사업 우선 실시 추진

○ 대체종 도입은 주변의 저질 특성, 수온 내성, 종패수급 및 주민수요 등 다양한 측면을 고려하여 중장기적으로 추진

- 현재 폐사가 발생하는 지역의 환경이 고온, 혹한의 환경임을 고려하여 대체 종 선정 시 이동성이 있으며 잠입이 가능한 종으로 선정하되 주민의 수익성, 주변 서식지에 서식하는 종에 대한 조사 및 종패수급 등을 고려하여 시범사업 등을 통해 신중히 결정하여야 함

○ 아차도는 굴 생산이 주요 소득원이기 때문에 노출 시간 및 노출로 인한 고온에 접하는 시간 증가로 인해 굴을 통한 수익 창출이 더 이상 불가능할 경우에는 어가의 주 소득원 전환을 위한 다른 산업의 도입을 조기에 추진하여 소득의 공백이 발생하지 않도록 추진

- 아차도는 주민 40여명 정도의 작은 섬으로 주문도, 불음도, 아차도, 말도 등과 함께 청정한 섬으로 알려져 있으며 우수한 풍경을 보유한 만큼 체험 마을 또는 해양치유 등의 프로그램을 개발 보급하는 방법 등을 검토·추진

<표 Ⅵ-1.2.2-1> 폐사발생 굴 어장 관리 방안

지역	관리방안	비고
아차도/자월도	• 굴 폐사지역에 대한 추가 모니터링 실시(굴 어장 지속 유무 판단) • 굴 어장 재배치(노출시간 고려 굴 어장 이동 배치) • 대체품종 도입(중장기) • 체험마을 등 기존 소득을 보완 및 대체할 수 있는 산업(체험마을, 해양치유 등) 도입	굴 폐사 발생 어장

라. 기후변화에 대응한 수산물 지속가능성 확보

○ 본 실태조사를 통해 밝혀진 굴 주요 폐사원인은 혹서기 고온에 의한 것으로 밝혀짐에 따라 기후변화에 대한 중·장기적 대책마련 필요

○ 굴, 바지락 등 폐사는 서해안에서 지속적으로 발생해오고 있음에도 불구하고 원인규명이 어려워 그 간 별도의 대책이 마련되고 있지 않았음

○ 이러한 서해안에서 패류 폐사의 모든 원인이 고온에 의한 것으로 판단하기는 어렵지만 적어도 영향을 줄 수 있는 중요한 원인으로 작용할 수 있는 가능성이 밝혀진 만큼 후속대책 마련 필요

○ 특히 서해안 굴 양식의 경우 갯벌의 암반, 굴초 등을 중심으로 어장이 형성되는 특성상 인위적인 어장형성이 어렵고 다른 대상 종에 비해 쉽지 않을 뿐만 아니라 인공종패를 이용한 인공채묘도 불가능

○ 어장재배치 및 어장 이동은 법적인 문제 및 어업인 간의 갈등, 투입된 예산 등 고려해야 할 부분이 많은 만큼 장기적인 관점에서 검토

○ 이번 실태조사 결과를 기반으로 서해안의 주요 굴 폐사 지역에 대한 조사 확장 및 원인 규명을 통해 중앙정부 차원의 대책마련 요구 필요

- 매년 지방자치단체의 수산 관련 연구소와 수산과학원 간의 워크샵이 연말에 이루어지고 있는 만큼 각 지자체 사례 등을 수집하여 서해안 지역에 적합한 대체종 개발, 대체서식지 마련 등 국가 차원의 연구개발 사업 추진

1.3. 수산분야 여건변화

1.3.1 수산분야 정책 및 사회경제적 여건 변화

가. 어촌사회 초고령화와 급격한 어가인구 감소, 어촌지역의 지속가능성 위협

- 어촌사회의 초고령화 사회 진입, 어가인구 감소로 인한 어촌마을 붕괴 가능성이 높아짐에 따라 어촌마을의 청년 유입, 도시와 격차 해소를 위해 다양한 정책이 추진되고 있음에도 불구하고 현재의 귀어인 대책 등으로는 한계
- 인천 연안어장의 어촌계 마을을 구성하는 대부분 어촌계 역시 빠르게 고령화가 진행되고 있으며 일부 어촌계의 경우 대부분이 65세 이상으로 이루어져 지속적인 어업 활동 유지가 불가능
- 사업대상 지역의 어촌마을은 대부분 수도권에 인접한 지역으로 타 지역에 비해 유동인구가 많고 비교적 소득수준이 높은 어촌계가 다수 임에도 불구하고 지역 내 어촌계 간 소득 불균형, 정주 여건 차이 등으로 전체적으로는 전국 어촌마을과 유사한 경향을 보임
- 이러한 어촌사회 고령화 및 어가인구 감소를 막기 위한 정책으로 EU 등은 도시어촌 격차 해소, ICT 기술도입 등을 추진 중이며 국내 역시 정주 여건 개선 및 소득 창출을 통한 청년 창업 등을 적극적으로 지원 중

나. 수산물 소비는 지속적으로 증가하고 있으나 생산량은 감소

- 우리나라 국민 1인당 수산물 소비량은 세계 1위지만 연근해어업 및 원양어업 생산량은 지속적으로 감소
- 현재 어업생산량 감소는 양식생산량으로 충당하고 있으며 어업인 경쟁력 강화를 위해 양식산업 강화, 자원량 회복 등 다양한 방안 모색
- 인천 연안 어촌마을 양식산업은 마을어업 위주로 이루어지고 있으며 육상양식은 타 지역에 비해 매우 작은 규모로 이루어짐

다. 갯벌에서 이루어지는 체험프로그램 증가에도 불구하고 수산물 채취 위주의 프로그램으로 지속성에 한계

- 전 세계적으로 그린투어리즘을 통한 생태계의 지속가능성을 유지하며 지역의 다양한 체험 등이 여행의 큰 축으로 성장
- 국내 관광 역시 체험관광 비중이 높아지고는 있으나 수산물 채집위주의 단순체험 및 유사 체험프로그램 운영으로 인한 어촌마을 간 내부 경쟁 심화

라. 수산물 소비트렌드 변화에 대응하기 위한 안전기반의 신 유통시장 진입 요구

○ 수산물 안정성에 대한 소비자 인식 증가, 가정식 등 간편식 시장 확대 등 수산물 소비트렌드에 대응하고 고부가가치화를 위한 수산가공식품 개발·생산 기반 마련 필요.

○ 수산물 안전성을 확보하기 위해 수집거점 마련을 통한 규모화, 규모화 이후 안전성 확보 및 신유통시장 진입 등 새롭게 확장 중인 유통시장 진입 필요

마. 수산물 유통망 확보를 위한 인천시와 협업 추진 필요

○ 인천시는 인천형 먹거리종합계획(2021) 수립을 통해 인천시의 먹거리 공급 안정성강화, 유통망 확보 및 로컬푸드 증대 등 농축산물 대상 푸드플랜 수립

○ 수산물 역시 유통망 확보, 인증제를 통한 안전성 확보, 로컬푸드 공급 증대 등 동일한 필요성을 가지고 있음에도 불구하고 농축산물 대상 관련 계획 추진으로 수산물과 연계 부족

○ 현재 수립된 계획 내에 수산물 유통 특성을 고려하여 별도 추진 및 통합 추진이 가능한 부분을 검토하여 인천시 푸드플랜에 수산물을 포함하여 추진하는 방안 검토

바. 수산물 생산량 감소 및 관광트렌드 변화에 따른 다양한 소득원 개발 필요성 증가

○ 기후변화, 다양한 연안역 개발로 인한 오염증가 및 생산인구 감소로 수산물 생산량의 지속적인 감소가 예상됨

○ 따라서 수산물 생산량 감소로 인한 소득감소에 대응하기 위해 어촌마을의 다양한 자원을 활용한 제조, 관광 등 소득원을 다양화하기 위한 전략 필요

1.4. 해양신산업 도입

1.4.1. 해양신산업 도입

가. 웰니스 산업의 도입 및 해양치유

○ 인천시는 웰니스 산업 도입을 위해 인천시 웰니스사업 대상지 10개소를 발표하였으며 매년 5개소씩 추가 예정

○ 한편 해양수산부는 다양한 해양자원을 이용한 활용한 웰니스적 치료법을 산업화하기 위한 해양치유산업을 정책적으로 추진하기 위해 관련 법령의 제정 및 기본 계획 수립 등을 추진

○ 인천연구원 역시 웰니스 관광 육성정책으로 자원발굴, 콘텐츠 육성 및 해양치유 웰니스 관광 특화 육성 등을 제안함(인천연구원, 2021)

○ 해양치유는 지역의 해양치유 자원을 입체적으로 활용할 수 있을 뿐만 아니라 현재 어촌마을의

수산물 소비 확대, 6차 산업 및 어촌뉴딜 사업 등과 연계하여 충분히 시너지 효과를 얻을 수 있는 만큼 연계를 통한 효율성을 확보할 수 있는 방안 미련 필요

1.4.2. 인천형 어촌 생명자원 활성화(치유마을 조성) 모델 개발

가. 해양수산부 해양치유모델은 해양치유센터 중심의 시범사업과 해양치유마을 조성 등 두가지 방향으로 추진 중

○ 현재 해양치유센터 조성 시범사업은 전국 4개소(태안, 완도, 고성, 울진 등)에서 추진 중이며 대규모 예산투입을 통한 산업화 정책

○ 한편 어촌마을 정주여건 개선 및 수산물 수요 증대 및 어촌체험마을을 통한 해양치유산업 확정 목적의 소규모 해양치유마을 조성사업 병행 추진 중

○ 한편 인천시는 관광공사와 함께 리조트, 뷰티, 항노화 등의 웰니스 사업과 연계한 웰니스 중심의 관광계획을 추진 중으로 두 사업을 연계한 인천형 어촌 생명자우너 활성화(해양치유자원) 모델을 개발하여 관련 산업 이니셔티브 확보 추진

- 인천에 특화된 어촌 생명자원(해양치유자원) 개발 및 공유, 수산물을 이용한 건강식단 개발 보급, 뷰티, 바이오 제품의 공유 및 해양치유프로그램 개발 및 강사공유 등 다양한 분야에서 효과적 연계 가능

- 현재 선정된 인천 웰니스 관광 10개소를 거점으로 인천 특화 해양치유 프로그램 개발을 추진하여 수도권 관광객 대상 해양치유수요를 견인하고 이를 통해 안정적인 인천형 해양치유 모델 개발·운영 가능

2. 대내외 환경분석

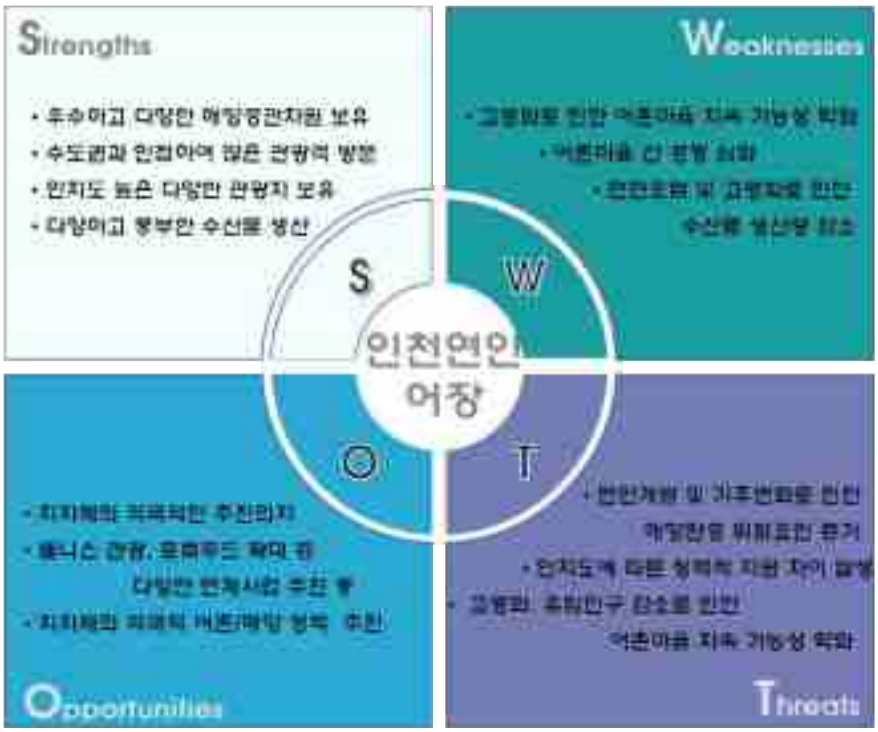
○ 인천 연안어장의 해양환경 및 기후변화 등 다양한 요인에 의한 수산물 생산량 감소

○ 수도권과 인접한 지리적 이점으로 많은 관광객이 방문하는 지역으로 갯벌, 도서지역 등 다양한 해양환경을 기반으로 한 풍부한 수산물과 다양한 해양 관광자원 보유

○ 인천시의 인천형 먹거리 종합계획, 웰니스 관광계획 및 해양수산부의 해양치유산업 육성 등 해양자원의 활용과 관련된 다양한 정책 추진 중

○ 도시화된 지역과 소멸위기에 처한 어촌마을 등 대상 마을별 소득수준 및 인구구조, 방문객 수, 인지도 등이 큰 격차를 보임

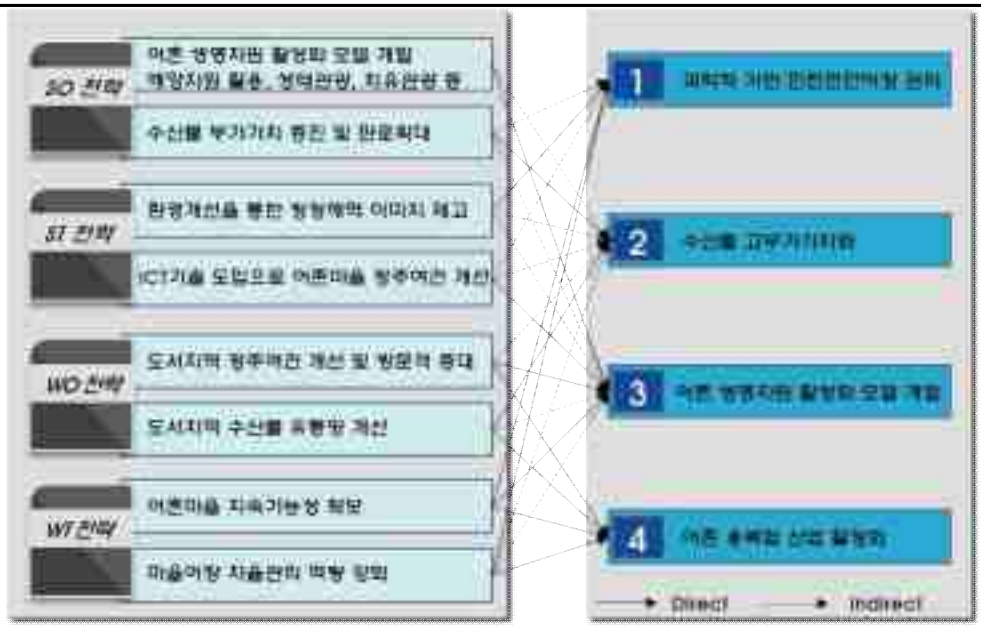
○ 일부 접근성이 취약한 도서지역의 경우 낮은 인지도, 고령화 등으로 정주여건 개선 시급



(그림 Ⅵ-2-1) 대내외 환경분석 결과(SWOT)

3. 사업추진 방향

○ 각 권역별 어촌계 현황 및 시사점, 대내외 환경분석 결과 등을 종합하여 인천광역시 소득창출 기본계획 추진방향 설정



(그림 Ⅵ-3-1) 인천광역시 어촌마을 소득창출 기본계획 추진방향

3.1. 과학적 기반 인천 연안어장 관리

○ 최근 증가하는 바지락 생산량 감소, 굴 폐사 증가 등에 대응하기 위해 기존 측정망 및 국가 주도의 조사체계로는 인천 연안어장의 현황파악 어려움

○ 기존 국가주도의 측정망 및 조사체계를 보완하고 인천 연안어장의 다양한 변화에 대응하기 위한 인천시의 해양환경정보 수집·분석 및 활용체계 구축의 필요성 증가

○ 기존 인천연안에 대한 정보의 수집·표준화를 통해 데이터의 활용도 제고, 지속적인 표준화 데이터 수집체계 구축

○ 측정망 및 기존 자료 외 자료 누락지역에 대한 정기 실태조사 체계 구축, 수집 정보의 통합·진단·평가체계 및 활용 및 공유 시스템 구축을 통한 과학적 인천 연안어장 관리체계 구축

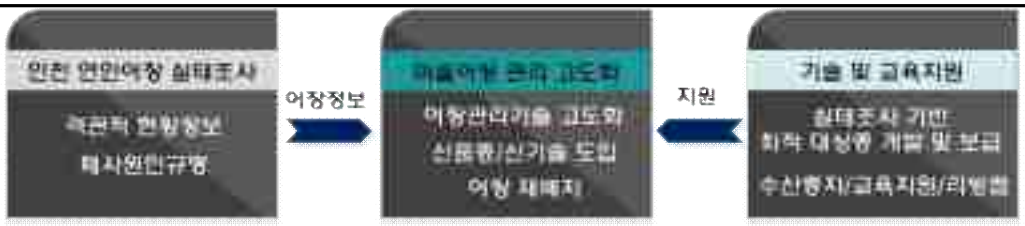


(그림 Ⅵ-3.1-1) 과학적 기반 인천 연안어장 관리체계 구축 개요

3.1.1. 인천 연안어장 실태조사 실시

○ 인천 연안어장 실태조사결과 및 통합환경 DB를 활용하여 지속가능한 소득창출을 위한 마을어장 관리 강화

- 마을어장의 효율적, 체계적 관리를 위한 추진과제, 폐사발생 및 생산량 감소 등을 파악하기 위한 체계 마련, 전략품종 도입 후보 종 및 도입 절차, 효과검증 방안에 관한 사항 포함



(그림 Ⅵ-3.1.1-1) 인천 연안어장 실태조사 및 통합환경 DB활용 방안

3.1.2. 인천 연안어장 통합정보시스템 구축

○ 어촌마을의 소득기반인 연안어장의 현황파악 및 변화에 신속하게 대응하기 위한 과학적 조사·진단·평가 및 활용 체계 구축 추진

○ 기존 해양환경측정망, 어장환경모니터링, 인천해양환경수질측정망 등의 기존 자료 최대 활용, 누락 및 취약지역에 대한 추가 조사(가칭: 인천 연안어장 실태조사)를 통해 인천 연안어장 통합환경 DB 구축 및 활용 체계마련

○ 인천 연안어장의 공간정보, 어촌마을 정보, 관광정보와 연계한 인천 연안어장 통합정보 시스템 구축



(그림 Ⅵ-3.1.2-1) 인천 연안어장 통합정보시스템 구축 개요

3.1.3. 실태조사 결과 활용 마을어장 관리방안 마련

○ 인천 연안어장 실태조사 결과 및 통합환경 DB를 활용하여 지속가능한 소득창출을 위한 마을어장 관리 강화

- 마을어장의 효율적, 체계적 관리를 위한 추진과제, 폐사발생 및 생산량 감소 등을 파악하기 위한 체계 마련, 전략품종 도입 후보 종 및 도입 절차, 효과검증 방안에 관한 사항 포함

○ 실태조사 결과 밝혀진 바지락 치패 가입률이 높은 지역과 낮은 지역으로 구분하여 차별화된 어장관리 추진



(그림 Ⅵ-3.1.3-1) 인천 연안어장 실태조사결과를 활용한 바지락 어장 관리 방안

3.2. 수산물 가치증진 및 공급확대 기반 마련

○ 수도권과 인접한 유리한 입지조건을 가지고 있음에도 불구하고 일부를 제외한 수산물은 대부분 대면판매 또는 원재료 형태의 판매로 이루어지고 있어 낮은 수익성을 개선하기 어려움

○ 안전한 수산물의 지속적이고 안정적인 공급망 확대를 위한 지역별 거점마련을 통한 규모화 및 규모화를 통한 수산물 안전성 확보 필요

○ 주요 수산물인 바지락 등의 가공식품 및 다양한 레시피 개발 등을 통해 간편식 등의 신선식품 시장 진입 전략 수립

○ 안전하고 다양한 수산물의 공급망 확대를 위한 인천지역 로컬푸드 연계, SNS와 연계한 라이브커머스 등의 새로운 온라인 판매 플랫폼 도입 추진 필요



(그림 Ⅵ-3.2-1) 수산물 유통망 개선 및 고부가가치화 개요

3.2.1. 안전한 수산물 공급확대

○ 수산물의 고부가가치화, 유통망 개선 등 선결조건인 수산물 안전성 강화를 위한 수산물 안정 유통망확보, 수산물 수집·가공 거점 마련 등의 사업 추진



(그림 Ⅵ-3.2.1-1) 안전한 수산물 공급을 위한 권역별 거점 구축(안)

○ 수산물 소비패턴 변화에 대응하고 대면판매 방식보다 높은 고부가가치 창출을 위한 패키징, 가공식품 개발 지원 및 판로 확대 등 사업 추진



(그림 Ⅵ-3.2.1-2) 바지락을 활용한 주요 가공식품

3.2.2. 수산물 유통망 확대

○ 지속적이고 안정적인 수산물 판로 확보를 통해 안정적 소득창출 기반 마련

○ 인천 어촌마을의 특성을 고려하여 바지락 등의 대량생산이 가능한 품종 및 생산지역과 소량생산 지역을 구분하여 지원대책 마련



(그림 Ⅵ-3.2.2-1) 수산물 유통망 확대를 위한 권역별 접객거점 구축(안)

3.3. 어촌 생명자원 모델(치유마을 조성)을 통한 어촌마을 활성화

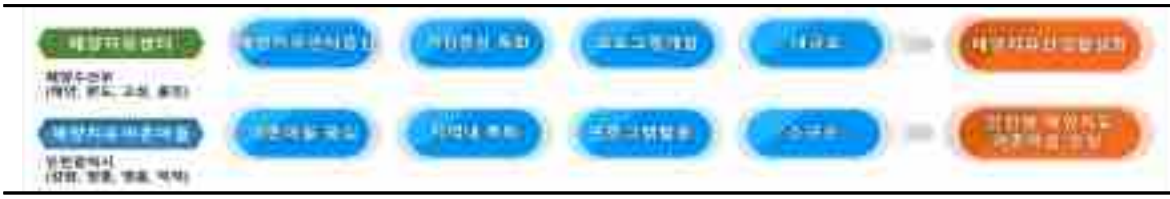
3.3.1. 해양치유산업 도입을 통한 어촌마을 활성화

○ 지속가능한 인천형 해양치유산업 생태계 조성

○ 해양수산부는 '해양치유센터' 위주의 해양치유 산업활성화와 함께 해양치유산업의 확산을 위해 지역단위 해양치유 어촌마을 조성 등 사업계획 수립

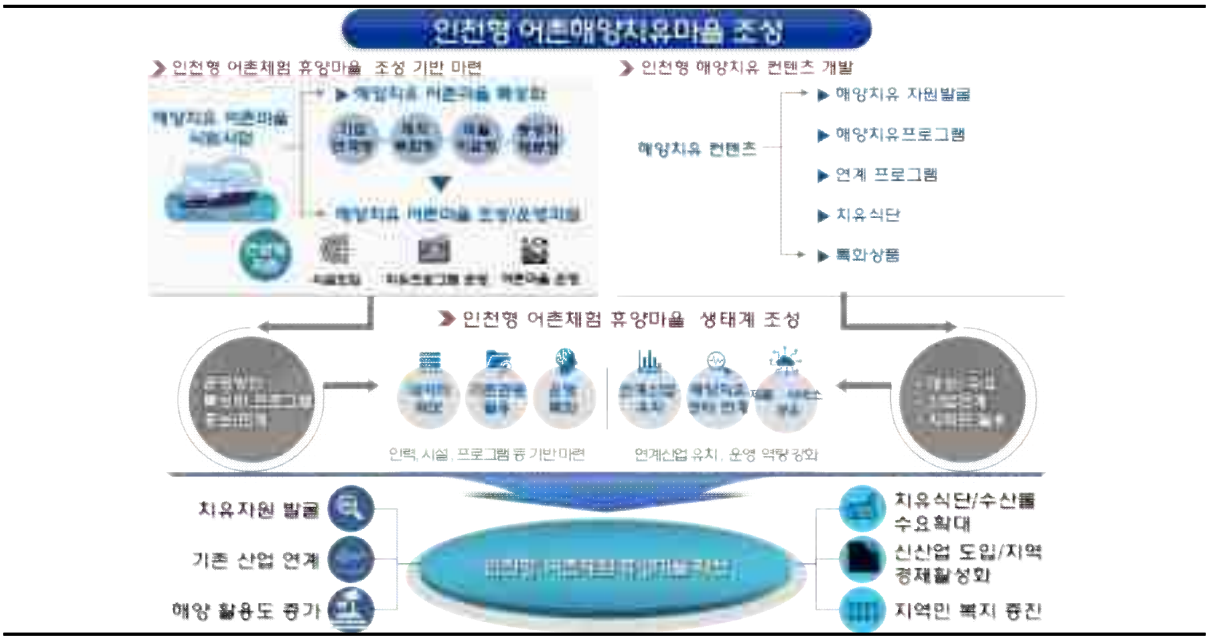
○ 전국 2위 갯벌, 도서 등 다양한 해양자원과 수도권 및 인천국제공항과 인접한 지리적 특성을 활용한 인천형 어촌체험 휴양마을 조성 추진 필요

○ 인천형 해양치유산업은 해양치유센터 중심의 치유산업 도입·활성화가 아닌 지역 어촌마을 중심의 해양치유산업 도입, 적용, 확산을 통한 활성화 추진



(그림 Ⅵ-3.3.1-1) 인천형 어촌마을 조성 방향설정

○ 인천형 어촌체험 휴양마을은 강화(Ⅰ권역), 영종(Ⅱ권역), 영흥(Ⅲ권역), 덕적(Ⅳ권역) 등 권역별 보유자원을 활용·특화하여 치유산업 도입 및 활성화



(그림 Ⅵ-3.3.1-2) 인천형 해양치유마을 활성화 방안

○ 인천형 어촌체험 휴양마을은 강화(Ⅰ권역), 영종(Ⅱ권역), 영흥(Ⅲ권역), 덕적(Ⅳ권역)권 등 권역별 보유자원을 활용·특화하여 치유산업 도입 및 활성화



(그림 Ⅵ-3.3.1-3) 권역별 해양치유 특화방안

○ 현재 인천시에서 추진 중인 웰니스 관광클러스터 조성사업과 연계 추진

- 인천 대표 웰니스 관광지 10개소와 해양치유마을과 연계

○ (기업연계형) 인천시 소재 기업 및 기관간 협약을 통한 수요확보

○ (레저복합형) 인천공항 및 여행사 연계 패키지 개발, 외국인 연수프로그램(KOICA) 등 활용

- 치유농업 사업 등은 연수 등 목적으로 한국을 방문한 외국인 대상 단기 휴양 및 체험 프로그램을 KOICA 등과 연계하여 추진 중

- 외국의 경우 외국인 대상 체험프로그램과 식도락을 연계한 관광프로그램 개발 운영 중

○ (재활치료형) 관내 병원 및 보건소 등과 연계한 재활 프로그램 개발

○ (중장기체류형) 도서지역의 우수한 자연경관활용, 공유숙박 등과 연계 추진

3.4. 융복합산업(6차산업) 육성을 통한 어촌경제 활성화

3.4.1. 어촌융복합산업(6차산업) 육성을 통한 어촌경제 활성화

○ 6차산업은 어촌마을의 유·무형 자원을 기반으로 수산업(1차산업)과 식품, 특산품 제조가공(2차산업) 및 유통·판매, 문화, 체험·관광 서비스산업(3차산업)과 연계하여 새로운 부가가치 창출

○ 어촌마을6차산업은 이미 인천어촌특화지원센터를 통해 다양한 사업이 추진 중

- 따라서 소득창출 기본계획에서는 어촌마을의 1, 2, 3차 산업 및 인천어촌특화지원센터를 지원하기 위한 다양한 세부추진계획 제시



(그림 Ⅵ-3.4.1-1) 어촌마을 융복합 산업 지원 개요

○ 수산물 판매·유통망 증대, 어촌 생명자원 활성화 모델 도입 전략과 연계하여 시너지 효과

○ 지역 특화 수산물에 대한 생산·가공·판매 및 서비스 공급 주체로 지역 어업인이 참여하는 마을기업 발굴, 창업지원 및 육성 추진

4. 비전 및 목표



(그림 Ⅵ-4-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획 비전·목표 및 추진전략

4.1. 전략별 연계

○ 인천 연안어장 소득창출 기본계획의 추진전략은 인천연안 어촌마을의 소득기반인 해양환경에 대한 과학적인 실태조사를 기반으로 안전한 수산물 생산, 어촌 생명자원 활성화 산업(치유마을 조성) 도입, 어촌융복합 산업 활성화를 제시

○ 인천 연안어장에서 생산된 수산물의 안정성 확보를 통한 수산물 품질 제고, 고부가가치화 달성, 어촌 생명자원 활성화 산업(치유마을 조성)을 통한 수산물 수요확대 및 어촌마을 컨텐츠 제공, 어촌융복합 산업을 통해 수산물 제조 및 관련 서비스 제공 등을 달성할 수 있도록 추진전략 구성



(그림 Ⅵ-4.1-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획의 추진전략간 연계

5. 추진전략 및 세부과제

중점분야	세부과제
■ (전략 1) 과학적 기반 인천 연안어장 관리	
1. 실태조사 기반 인천연안 관리체계 구축	① 인천 연안어장 실태조사 실시
	② 인천 연안어장 통합환경 DB 구축
	③ 인천 연안어장 해양환경 통합관리 시스템 구축
2. 주요수산물의 안정적 생산 및 전략 품종 육성	① 맞춤형 수산양식 기술지원
	② 바지락 어장 산란장 조성 시범사업
	③ 어장관리 기술 현대화
3. 체계적 수산물 생산·관리 기반 마련	① 수산양식 통계 작성
	② 전략품종 도입 및 어장재배치
	③ 안정적 수산종자 공급
■ (전략 2) 안전한 수산물 공급확대	
1. 수산물 안전성 강화	① 수산물 수집·가공 거점 마련
	② 수산물 안전 유통망 확보
	③ 우수 수산물 인증 지원
2. 수산물 고부가가치화	① 수산물 가공산업 육성
	② 수산물 브랜드화 추진
	③ 수산물 맞춤형 패키징 지원
3. 수산물 유통망 개선	① 수산물 로컬푸드 공급 확대
	② 지역별 판매 활성화를 위한 접객거점 마련
	③ 신선식품 유통망 연계
■ (전략 3) 어촌 생명자원 활성화 산업(치유마을 조성)	
1. 인천형 해양치유 모델 개발	① 해양치유마을 프로그램 개발
	② 해양치유마을 연계 산업 발굴·지원
	③ 인천형 해양치유마을 모델개발 및 적용
2. 해양치유마을 조성 기반 마련	① 해양치유마을 시범사업
	② 해양치유마을 특성화
	③ 해양치유마을 조성 및 운영 지원
3. 해양치유 어촌마을 지원·관리 체계구축	① 해양치유마을 대상지 확대
	② 해양치유마을 관리체계 마련
	③ 인천 해양치유 네트워크 구축
■ (전략 4) 어촌융복합산업(6차산업) 지원	
1. 어촌마을 생산관리 고도화	① 마을어장 정밀지형도 작성
	② AI기반의 바지락생산 관리 시스템 구축
	③ AI기반의 불법어업감시 시스템 구축
2. 어촌마을 개방 강화	① 어촌마을 공유경제 도입
	② 어업인-비어업인 교류증진
	③ 수산창업 및 귀어 교육강화
3. 도시어촌 교류확대	① 도시어촌 교류위원회 설치
	② 도시-어촌 교류프로그램 개발
	③ 도시-어촌 교류프로그램 시범사업

(추진전략 Ⅰ) 과학적 기반 인천 연안어장 관리

(중점분야) 실태조사 기반 인천연안 관리체계 구축

(세부과제1) 인천 연안어장 실태조사 실시

1) 추진배경

○ 어촌마을의 소득기반인 연안어장의 현황파악 및 변화에 신속하게 대응하기 위한 과학적 조사·진단·평가 및 활용 체계 구축 추진

2) 관련현황

○ 인천 연안어장의 주요 수입원인 바지락, 굴 등 폐사량 증대, 생산량 감소 등 다양한 원인에 의한 수산물 생산량이 감소에 따라 원인규명 등 대책마련을 위한 현황파악 수단 부재

○ 국가해양생태계 종합조사, 어장환경모니터링 등 국가 주도의 조사사업이 이루어지고 있으나 대상지역 및 조사항목이 제한적

○ 충청남도는 충남도 해역 30개 정점에 대한 해양환경(해양수질, 해저퇴적물, 해양생물 등)에 대한 분기별 정기조사 및 중점오염해역에 대한 특별조사 등으로 구성된 서해안 연안환경측정망 모니터링 2단계 사업 추진 중

* 2016~2020년 1단계 정기모니터링 완료, 충남연구원 서해안기후환경연구소 주관, 매년 연구용역 발주를 통한 조사 실시

3) 추진내용

○ 기존 해양환경측정망, 어장환경모니터링, 인천해양환경수질측정망 등의 기존 자료 최대 활용, 누락 및 취약지역에 대한 추가 조사(가칭: 인천 연안어장 실태조사)를 통해 인천 연안어장의 현황파악을 위한 조사체계 마련

4) 추진과제

○ (과제1) 인천 연안어장 실태조사 기본계획 수립

○ (과제2) 인천 연안어장 실태조사 시범사업 실시

○ (과제3) 인천 연안어장 실태조사 체계 구축

5) 추진일정

추진내용	추진일정					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 실태조사 기본계획 수립						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 인천 연안어장 실태조사시범 사업						수산과 (인천수산자원연구소)
3. 인천 연안어장 실태조사 체계 구축						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 실태조사 기본계획 수립	100					100
2. 인천 연안어장 실태조사시범 사업		100	100			200
3. 인천 연안어장 실태조사 체계 구축				150	150	300

7) 추진전략

- 인천 연안어장 실태조사 기본계획을 통해 계획의 범위, 조사항목, 조사주기 및 활용 방안 뿐만 아니라 실태조사 전담조직, 운영방안 등에 대한 중장기 계획 수립
- 시범조사를 통한 실태조사계획 수정 보완 후 정기적인 인천 연안어장 실태조사 실시
- 인천 연안어장 실태조사의 효과적인 활용을 위해 목적에 따라 정기조사, 긴급조사 및 중점조사로 구분하여 실시

(세부과제2) 인천 연안어장 통합환경 DB 구축

1) 추진배경

○ 인천 연안어장에 설치된 국가 및 타기관 측정망정보, 인천 연안어장 실태조사결과 등의 체계적 관리를 위한 통합환경 DB의 구축 및 운영 필요

2) 관련현황

○ 해양환경정보포털 등 해양환경정보를 제공하고 있으나 인천 연안지역의 환경을 파악하기에는 부족한 실정

○ 증가하는 해양의 변화에 대응하기 위해 기존 국가에서 제공하는 정보와 함께 인천 연안어장 실태조사 결과 등을 포함하는 환경정보를 지속적으로 저장, 관리하기 위한 데이터베이스의 구축 필요성 증가

3) 추진내용

○ 본 과제를 통해 구축된 인천 연안어장 통합환경 DB의 분석 및 활용을 위한 서비스 가능한 형태의 DB구축 및 운영

○ 해양환경정보포털(MEIS)와 연계 네트워크 시스템 구축

- 충청남도는 지자체에서 연안환경측정망을 통해 수온, 염분, 수소이온농도 등의 정보를 해양환경정보포털(MEIS)에 제공 중

○ 인천 연안어장 통합환경 DB의 활용도 제고를 위해 데이터표준화를 통해 공공 데이터포털, 해양수산 빅데이터 거래소 등과 연계

4) 추진과제

○ (과제1) 인천 연안어장 통합환경 DB 구축 및 운영

○ (과제2) 데이터 표준화 및 외부 DB 연계 및 분석 방안 마련

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 통합환경 DB 구축 및 운영						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 데이터 표준화 및 외부 DB 연계 및 분석방안 마련						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 통합환경 DB 구축 및 운영	50	50	50	50	50	250
2. 데이터 표준화 및 외부 DB 연계 및 분석방안 마련	50	50	30			130

7) 추진전략

- 인천 연안어장 실태조사결과 구축된 인천 연안어장 통합환경 DB를 지속적으로 관리
- 현재 수집된 DB를 웹기반의 DB로 구축하여 국가 공공 데이터와 연계 서비스 제공할 경우 관련 연구자에 의해 인천연안 관련 연구에 활용
- 데이터 표준화를 통해 수집정보를 빅데이터화하여 환경변화에 따른 다양한 예측 알고리즘 개발 등 다양한 목적으로 활용 가능
- 인천 연안어장 해양환경 통합관리 시스템과 연계하여 지속적인 해양환경 정보 제공

(세부과제3) 인천 연안어장 해양수산정보 통합 시스템 구축

1) 추진배경

○ 인천 연안어장 통합환경 DB 구축과 함께 인천시에 산재한 다양한 해양수산관련 정보를 제공하여 다양한 환경변화에 대응하고 대국민 정보를 제공할 수 있는 서비스 개발 추진

2) 관련현황

○ 인천의 어촌마을 소개를 위한 인천 어촌특화지원센터 등이 운영되고 있으나 관내 어촌마을 특화 등이 중심으로 활성화 어려움

○ 인천시 및 관할 군·구 홈페이지에서 지역 관련 정보를 제공하고 있으나 활용도가 낮음

3) 추진내용

○ 인천시 보유 해양수산정보의 지속적인 수집 및 정보 제공 체계 마련, 지속적인 모니터링 결과를 통해 주요 생물별/어장별 환경요인 추정 및 권역별 예보시스템 구축

○ 인천시 해양수산정보 플랫폼 구축을 통해 해양환경 정보 및 어촌체험마을 정보, 수산물 정보 등 제공

○ 인천시 해양수산정보 포털로 인천시 수산물 판매 등과 연계하여 지역수산물의 온라인 판매를 위한 정보 공급 채널로 활용

4) 추진과제

○ (과제1) 인천 연안어장 통합환경 DB 활용시스템 구축

○ (과제2) 인천 해양수산 정보 수집체계 구축

○ (과제3) 인천 해양수산정보 통합 시스템 구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 통합환경 DB 활용 시스템구축						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 인천 해양수산 정보 수집체계 구축						수산과 (인천수산자원연구소)
3. 인천 해양수산정보 통합시스템 구축						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 통합환경 DB 활용 시스템구축	100	50				150
2. 인천 해양수산 정보 수집체계 구축		50	50	50	50	200
3. 인천 해양수산정보 통합시스템 구축			200	100	100	400

7) 추진전략

○ 인천시 및 관할군구 보유 정보의 지속적인 활용체계 구축

○ 전문 운영사를 통한 위탁운영을 통한 전문성 확보

○ 인천시 및 해양수산부 산하 관련기관과 연계를 통해 각 부서의 SNS 게시물의 지속적인 컨텐츠 제공 등 다양한 활용전략 수립

(중점분야) 주요 수산물의 안정적 생산 및 전략품종 육성

(세부과제1) 맞춤형 수산양식 기술 지원

1) 추진배경

○ 기후변화 및 환경변화에 대응하기 위한 다양한 신기술 및 신품종 도입에 따른 지역주민 대상 수산양식 기술지원 필요성 증가

2) 관련현황

○ 마을어업과 관련된 기술이 개발되어 있음에도 불구하고 현장에서 활용도 낮음

○ 신품종 및 도입품종에 대한 종자 생산 기술 보급 기반 미비

○ 수산양식 산업 기반 약화

3) 추진내용

○ 인천수산자원연구소 등의 전문기관 중심의 지역에서 필요한 기술 발굴 및 어촌계별 맞춤 기술지원 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 발굴

○ (과제2) 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 시범사업

○ (과제3) 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 보급·지원

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 발굴						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 시범사업						수산과 (인천수산자원연구소)
3. 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 보급 지원						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 발굴	30	50	50	50	100	280
2. 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 시범사업			100	100	100	300
3. 인천 연안어장 맞춤형 수산양식 기술 보급 지원					100	100

7) 추진전략

○ 인천 연안어장에 적용가능한 수산양식기술 풀(Pool) 구축을 통해 대상종별 최신 양식기술 리스트 구축

○ 인천수산자원연구소와 같은 전문기관을 중심으로 유망 양식기술에 대한 현장실증 및 시범사업 등을 통해 기술 표준화 및 최적화 추진

(세부과제2) 바지락 어장 산란장 조성 시범사업

1) 추진배경

○ 인천 연안어장 실태조사결과 치패가 발견되는 지역과 발견되지 않는 지역으로 구분되며 지속가능성확보 및 효율적 종자방류(치패살포)를 위해 어장별 차별화된 관리 필요

2) 관련현황

○ 인천 연안어장 실태조사결과 장봉도 인근 해역에서는 바지락 치패의 가입이 원활히 이루어지는 반면 무의도 인근 어장에서 바지락 치패 가입은 거의 이루어지고 있지 않음

3) 추진내용

4) 추진과제

○ (과제1) 바지락 치패 가입어장의 바지락 산란장 조성

○ (과제2) 바지락 치패가 가입되지 않는 어장 개선사업

○ (과제3) 관리어장에 대한 효과검증

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 바지락 치패 가입어장에 대한 산란장조성						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 바지락 치패가 가입되지 않는 어장 개선사업						수산과 (인천수산자원연구소)
3. 바지락 관리어장 효과검증						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 바지락 치패 가입어장에 대한 산란장조성	20		50		50	150
2. 바지락 치패가 가입되지 않는 어장 개선사업		50	50	50		150
3. 바지락 관리어장 효과검증			50	100	100	250

7) 추진전략

○ 실태조사 바지락 가입률이 높은 지역인 장봉도, 신·시도 등의 자연채묘 확대를 위한 바지락 산란장 조성

○ 바지락 치패가입률이 낮은 무의도, 선재도, 덕적도 어장에 대한 저질개선 및 모패 투입을 통한 효과검증 추진

○ 연도별로 산란장 조성 및 저질개선 사업 동시 추진을 통해 효과 검증 추진 후 해마다 1개소씩 확장 추진

(세부과제3) 어장관리 기술 현대화

1) 추진배경

○ 어촌마을의 고령화로 인한 어업생산량 감소, 어업인 노령화로 인한 어장관리 소홀로 인해 관리되고 있지 않은 어장 증가

○ 마을어장의 정확한 생산량 관련 자료 미비로 갯벌 수산자원 관리 공백 발생

○ 중국산 종패 살포로 인한 폐사발생 민원 증가

2) 관련현황

○ 최근 비어업인의 해루질로 인해 어촌계와 지속적인 갈등이 발생하고 있으며 관련 민원지속 발생하고 있으며 인천의 대부, 선재, 무의 등 수도권과 인접한 지역에서 유사 사례 보고

○ 어촌계에서 바지락 종패살포가 이루어지고 있지만 효과성 입증 등의 자원관리는 미비

- 신안군은 정보화사회진흥원(NIA)와 함께 드론을 이용한 낙지자원관리 및 불법어업 감시에 활용하기 위한 기술개발 사업 추진 중

○ 구글코리아 앱시트 사업부는 바지락 사진으로부터 채취량 추정 등을 위한 학습데이터 수집 추진 중

○ 국내 바지락 종패 수급 부족으로 인해 이식승인이 불허된 중국산 종패 살포로 인해 밀수된 불법 중국산 종패 살포 증가

3) 추진내용

○ 최근 비어업인의 해루질로 인해 어촌계와 갈등해소를 위해 비어업인의 어촌계 마을 어장 진입 시 불법어업 안내방송 자동 발생 등의 기능 구현

○ CCTV 기반의 불법어업 탐지 알고리즘 개발로 어업인-비어업인 갈등 완화

○ 인공지능 기반의 바지락 생산량 자동 추정 알고리즘 및 활용기술 개발로 자원 관리기술 고도화 추진

○ 바지락 원산지 구분을 위한 DNA 마커개발, 살포를 위한 바지락 종패 검수 시 바지락 원산지 검사 추가 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 마을어장의 CCTV 기반 불법조업 알림서비스 시범사업

○ (과제2) AI기반의 바지락 자원관리 시스템 구축 시범사업

○ (과제3) 바지락 치패 원산지 판별 시스템 구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. CCTV기반 마을어장 불법조업감시 시범사업						수산과 (인천수산자원연구소)
2. AI 기반의 바지락 자원관리 시스템 구축 시범사업						수산과 (인천수산자원연구소)
3. 바지락 치패 원산지 판별시스템구축						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. CCTV기반 마을어장 불법조업감시 시범사업	50	100	100	50	10	400
2. AI 기반의 바지락 자원관리 시스템 구축 시범사업	50	100	100	50	100	400
3. 바지락 치패 원산지 판별시스템구축	50	50	100	100	100	400

7) 추진전략

○ 정보화사회진흥원 등에서는 농어촌마을의 4차산업 혁명기술 도입을 통한 정주여건 개선 등을 위해 다수의 사업이 추진 중이며 관련사업 공모를 통해 추진 가능

○ 관련 민원이 다수 발생하는 어촌마을 대상 시범사업 후 관련 시스템 보완 후 확장 전략 추진

○ 바지락 자원관리 시스템은 종패방류 사업과 연계 추진을 통해 어업인 수용성 확보(사업참여 어촌계에 종패방류 우선 지원 등 인센티브 제공)

○ 바지락 자원관리 시스템 구축을 위해 학습데이터 수집-알고리즘개발-소프트웨어 및 활용체계구축 등이 필요한 만큼 전문기관과 협업을 통해 추진

(중점분야) 실태조사 기반 인천연안 관리체계 구축

(세부과제1) 수산양식 통계 작성

1) 추진배경

○ 수산관련 통계 작성의 중요성은 강조되어왔으나 이루어지고 있지 않으며 통계 미비로 인한 부정확한 현황작성, 부정확한 현황으로 인한 정책 실패 등의 악순환 발생

2) 관련현황

○ 연안어장 실태조사를 통해 과학적 연안어장 관리기반 마련, 이후 관련정책 추진을 위해 정확한 어촌마을 생산량 통계 작성이 필수적으로 요구됨

○ 현재 인천 어촌마을의 생산량 통계는 수협의 어촌계 분류평정과 인천어촌특화지원센터의 어촌계 현황조사(2018~2019)가 수행되고 있으나 생산량에 대한 정확한 통계는 작성되고 있지 않음

3) 추진내용

○ 인천연안 어촌마을의 주요 바지락 생산 어촌계대상 시범사업 추진

○ 인천연안 어촌마을의 정기적인 통계작성을 위한 전담기관 지정 및 예산확보를 통해 과학적 기반의 체계적 생산관리 기반마련

4) 추진과제

○ (과제1) 수산양식 통계작성 시범사업

○ (과제2) 인천연안 어촌마을 정기 통계작성 사업

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산양식 통계작성 시범사업						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 인천연안 어촌마을 정기 통계작성 사업						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산양식 통계작성 시범사업	50	50				100
2. 인천연안 어촌마을 정기 통계작성 사업			50	50	50	150

7) 추진전략

○ 주요 수산물인 바지락 및 굴 생산 어촌계대상 통계작성 시범사업을 통해 통계생산 주기, 항목 및 소요예산 등에 대한 검토

○ 인천 연안어장 실태조사의 항목으로 추가하여 가용한 예산 범위 내에서 주기와 항목을 선정하여 어촌마을의 통계작성 추진

○ 시범사업은 종패살포 등과 연계 추진을 통해 자원관리의 효율성 검증 등 동시 수행

(세부과제2) 전략품종 도입 및 어장재배치

1) 추진배경

○ 인천 연안어장 실태조사 결과 굴폐사의 원인이 어장환경 악화보다는 여름철 고온환경, 겨울철 저온환경으로 밝혀짐

○ 따라서 해당지역 주민의 대체소득원 개발을 위한 전략품종 도입 또는 어장재배치 등의 어장관리 방안 필요

2) 관련현황

○ 아차도(I권역), 자월도(IV)에서 잦은 굴 폐사 보고

○ 서해안의 가로림만, 태안, 서산 등 굴의 생산량이 높은 지역에서 굴의 집단폐사가 지속적으로 보고됨

3) 추진내용

○ 굴 폐사지역에 대한 모니터링 및 인근지역의 대체 서식지(노출시간 고려) 개발

○ 인근 퇴적상 및 수온, 지역민 수요, 종패 수급 등을 고려한 대체종 선정 및 어장재배치 시범사업 실시

4) 추진과제

○ (과제1) 굴 폐사지역 추가 모니터링

○ (과제2) 대체종 선정 및 어장재비치 시범사업 실시

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 굴 폐사지역 추가 모니터링						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 대체종 선정 및 어장재배치 범사업 실시						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 굴 폐사지역 추가 모니터링	10	10				20
2. 대체종 선정 및 어장재배치 시범사업 실시		20	20	30	30	100

7) 추진전략

○ 추가 모니터링을 통해 굴 양식 지속 및 대체종 투입 결정

○ 추가 모니터링 시 노출 시간 등이 적당한 지역이 있을 경우 대체서식지로 조성 후 효과 확인

○ 대체종 도입 시 주변에 서식하는 고부가가치 패류(가무락, 백합 등)를 우선적으로 선정하되 필요할 경우 도입 타당성 검토를 거쳐 도입종 선정

○ 갯벌에서 굴의 성장은 지형의 영향을 많이 받으며 지속적으로 지형이 변화하기 때문에 그 간의 소요비용, 어민 편의성, 어업인 간 갈등 등을 고려하여 시범사업을 통해 충분한 타당성 검증 후 추진

(세부과제3) 안정적 수산종자 공급체계 구축 기반 마련

1) 추진배경

○ 바지락은 인천 어촌마을의 가장 많은 부분을 차지하는 수산물임에도 불구하고 실태조사결과 자연채묘가 이루어지는 곳은 일부에 불과

2) 관련현황

○ 인천연안에 살포되는 바지락 치패의 대부분은 타지역에서 생산되어 살포되고 있을 뿐만 아니라 대체품종 등의 도입을 위해 안정적인 종자공급 필요

○ 인천지역은 타지역보다 겨울철 수온이 낮을 뿐만 아니라 양식업에 필요한 전후방 산업의 연계부족으로 양식업이 활성화 되어 있지 않음

○ 수산종자산업육성법(2020)에 따라 수산종자를 산업의 대상으로 인지하여 지원하기 위한 관련 정책 추진 중

○ 해양수산부는 양식업 분야에 ICT 기술 도입을 통한 생산성 향상을 위해 전국 주요지역에 스마트양식 클러스터 조성사업 추진 중(현재 부산, 경남 고성, 전남 신안, 강원, 포항 등 5개소 지정)

3) 추진내용

○ 인천지역의 패류 수산종자의 원활한 공급을 위한 관련 인프라 구축

○ 바지락 등 지속적인 수요가 발생하는 종을 대상으로 우선 생산체계 구축, 인천수산자원연구소와 주도로 인천 연안어장에 적합한 대체품종 등의 수산종자 생산으로 확대 추진

○ 패류종묘생산 스마트양식 클러스터 조성 사업 유치 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 인천 연안어장 패류 수산종자 생산 기본계획 수립

○ (과제2) 인천형 패류 스마트양식 클러스터 조성사업 유치

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 패류 수산종자 생산 기본계획 수립						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 인천형 패류 스마트양식 클러스터 조성사업 유치						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천 연안어장 패류 수산종자 생산 기본계획 수립	80					80
2. 인천형 패류 스마트양식 클러스터 조성사업 유치		20	20	30	30	100

7) 추진전략

- 인천 연안어장 패류수산종자 생산 기본계획을 통해 인천 어촌마을에 필요한 패류 수산종자의 수급현황, 유통체계 등을 조사하여 패류수산종자 공급 인프라 구축 등의 타당성 검토
- 현재 해양수산부의 스마트양식 클러스터 조성사업은 지역 특성을 고려하여 지정(현재 동해 2개소, 남해 2개소, 서해 1개소 총 5개소 지정)
- 인천 연안어장 패류수산종자 생산 기본계획 결과를 기반으로 인천 연안의 패류 종자생산의 필요성, 스마트양식 기술 도입으로 인한 지역경제 활성화 효과 등으로 타지역에 비해 경쟁우위를 가질 수 있을 것으로 판단
- 패류종자 산업은 비교적 타 양식산업에 비해 주민 수용성이 높고 친환경적이며 ICT 기술 도입이 용이하지만 종자생산 기술 자체에 대한 진입장벽이 높아 충분한 기술을 보유한 인천시는 경쟁력 보유
- 패류수산종자 생산 기본계획 수립을 통해 스마트양식 클러스터 유치를 위한 기본계획 수립을 통해 인천시 유치 타당성 확보

(추진전략 2) 안전한 수산물 공급확대

(중점분야) 수산물 안전성 강화

(세부과제1) 수산물 수집·가공 거점 마련

1) 추진배경

○ 인천 연안어장에서 생산된 수산물은 대부분 관광객 대상 대면판매를 통해 판매되고 있어 대면판매를 위한 공간확보 및 부가가치 제고를 위한 방안마련과 관련된 수요가 지속적으로 발생

2) 관련현황

○ 현재 인천 연안어장에서 생산된 수산물의 대부분은 연간계약에 의한 도매판매(바지락) 또는 관광객 대상 대면판매(소매) 위주로 이루어지고 있음

○ 일부 어촌계는 대형마트와 연간계약을 통해 세척-살균-포장된 활바지락의 형태로 공급하고 있으나 안정적인 수급이 어려워 지속적인 계약유지 어려움

○ 신선식품 배송, 라이브커머스 및 온라인 판매망 증가 등으로 새로운 유통시장 확대로 새로운 기회 요인 발생

○ 인천마을 어장에서 생산되는 수산물 유통의 가장 큰 문제점은 산재한 마을어장으로 인해 안정적 수급을 위한 규모화가 어려운 단점이 있음

3) 추진내용

○ 새롭게 확대되고 있는 유통시장 진입, 고부가가치 상품개발 등을 위해 우선적으로 수산물 안전성 강화 필요

○ 산재한 인천 연안어장 수산물의 단점을 극복하고 수산물 고부가가치화 및 수산물 공급 확대 전략의 안정적 추진을 위해 수산물 지역별 수산물 수집, 가공 거점 마련 필요

4) 추진과제

○ (과제1) 권역별 인천 마을어장 수산물 수집, 가공 거점 구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산			주관(협조)
	'23	'24	'25	
1. 권역별 인천 마을어장 수산물 수집, 가공, 거점 구축				수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산			합계
	'23	'24	'25	
1. 권역별 인천 마을어장 수산물 수집, 가공, 거점 구축	50	100	100	250

7) 추진전략

- 인천 연안어장에서 안정적인 공급이 가능한 바지락을 우선적으로 거점구축 대상으로 선정하되 향후 다양한 품종으로 확대
- 권역별로 상대적으로 생산량이 많은 지역, 세척, 가공 등의 기본적인 인프라가 구비된 어촌계 대상으로 우선 추진(무의, 선재 등)
- 도서지역(덕적도 등)의 경우 축양시설 등을 포함하여 접객판매 지원 및 수집가공 거점의 기능을 수행하도록 구축
- 인천형 먹거리 푸드플랜(인천형 먹거리 종합계획, 2021)에 수산물 포함 추진 방안 검토

(세부과제2) 수산물 안전 유통망 확보

1) 추진배경

○ 인천 연안어장 수산물 안전성 강화를 위해 인천 마을어장 수산물 수집거점간 안전한 수송을 위한 안전유통망(콜드체인) 구축

2) 관련현황

○ 그간 마을어장의 수산물 이송의 필요성이 없었기 때문에 수송을 위한 냉장차량은 대부분 바지락 가공기업에 의한 대량 수송 외에는 활용도가 낮음

○ 수산물 수집가공거점 구축과 함께 산지-거점, 거점-판매처 이송을 위한 전용 유통망 확보 필요성 증대

○ 인천시는 인천시 농산물의 소비확대 및 안정적인 공급기반 마련을 위해 인천시 먹거리 푸드플랜을 수립(2021)하였으나 수산물은 제외

○ 담당부서(농축산유통과) 의견 청취결과 향후 수산물 포함의 필요성에 대해 공감

3) 추진내용

○ 수산물 안전유통망 구축을 위해 어촌계별 생산량, 주요 거점과 연계한 이동거리, 축양시설 보유현황 및 지역내 수산물 수요 등에 대한 종합정보 생산

○ 수집된 정보를 기반으로 인천시 수산물 안전유통망(콜드체인) 구축 방안 마련

4) 추진과제

○ (과제1) 수산물 안전유통망 확보를 위한 실태조사

○ (과제2) 인천시 수산물 안전유통망 구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산물 안전유통망 실태조사						수산과
2. 인천시 수산물 안전유통망 구축						수산과 (농축산유통과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산물 안전유통망 실태조사	50					50
2. 인천시 수산물 안전유통망 구축		100	100	200	200	600

7) 추진전략

○ 효율적 유통망 확보를 위해 수산물의 종류, 이송차량의 제원, 일 이동거리, 수요 등을 고려한 계획 신선유통망 확보계획 수립

○ 인천시의 먹거리 푸드플랜(2021)과 연계하여 추진

○ 인천시 먹거리 푸드플랜에 따라 제정되는 조례에 수산물을 포함하여 추진하는 방안 검토

○ 인천시에서 생산되는 수산물의 유통현황에 대한 실태조사를 기반으로 인천시 먹거리 푸드플랜의 농축산물 유통기반 확대 계획과 연계를 위한 전략 수립 필요

○ 인천 내 로컬푸드 공급을 위한 거점 구축이 수립되어 있는 만큼 효율적인 수산물 유통망 구축을 위한 체계적 전략 수립 필요

(세부과제3) 우수 수산물 인증 지원

1) 추진배경

○ 지역 수산물의 품질 인증 등을 통한 안전성에 대한 인지도 제고를 통해 수산물 고부가가치화 기반 마련

2) 관련현황

○ 인천시는 인천형 푸드플랜을 통해 인천광역시 농수특산물에 대한 품질인증체계를 계획 중

○ 현재 '인천시장인'이라는 브랜드를 로컬푸드 인증을 위해 운영하고 있으나 19개 기업이 인증을 취득하였으며 이 중 수산물 전문기업은 6개 기업이며 이 중 인천시의 수산물을 취급하는 기업은 2개 기업에 불과

3) 추진내용

○ 수산물의 안전성 확보를 위해 구축예정인 수산물 수집·가공 거점, 안전유통망 등에 대한 안전성 확보를 위한 인프라 구축(HACCP 및 관련 인증을 위한 인프라 구축)

○ 수산물 인증 기준 마련 및 인증 자격 등 우수 수산물 인증을 위한 기준 마련

○ 인증의 실효성 확보를 위한 기업 또는 어촌계 대상 홍보강화, 인증제품에 대한 판로확보 등의 인센티브 등 필요

4) 추진과제

○ (과제1) 우수 수산물 인증 기반 마련

○ (과제2) 우수 수산물 인증 지원체계 구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 우수 수산물 인증 기반 마련						수산과 (농축산유통과)
2. 우수 수산물 인증 지원체계 구축						수산과 (농축산유통과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 우수 수산물 인증 기반 마련	50	100				150
2. 우수 수산물 인증 지원체계 구축		50	50	50	50	200

7) 추진전략

○ 인천지역에서 생산된 수산물에 대한 우수 수산물 인증은 인천형 푸드플랜의 품질인증체계와 연계 추진

○ 인천시 푸드플랜의 인증체계와 연계를 위해 인천 우수 수산물 품질기준 등 제정

(중점분야) 수산물 고부가가치화

(세부과제1) 수산물 가공산업 육성

1) 추진배경

○ 인천의 마을어업을 통해 생산되는 수산물은 대부분 단순 1차 가공으로 낮은 가격에 판매되고 있어 관할 군구를 통해 고부가가치화에 대한 지속적인 수요 제기

2) 관련현황

○ 수산물 가공산업을 육성하기 위해 안정적인 생산량 확보, 가공산업을 위한 기술, 안정적인 운영을 위한 운영주체 등이 필요하지만 어촌마을 수산물의 가공을 위한 인프라는 매우 부족

○ 그럼에도 불구하고 최근 비대면, 비접촉 문화의 확산으로 다양한 종류의 간편식이 개발되고 있고 다양한 경로로 유통되고 있어 지역민의 가공산업 진입에 대한 관심이 높음

3) 추진내용

○ 인천형 수산물 가공산업 육성을 위한 시장조사(실태조사)를 통해 가공산업 진입을 위한 품목 및 가공방법 등에 대한 기초정보 수집 및 분석

○ 수산물 가공산업은 식품 가공기술과 함께 레시피 개발, 홍보, 디자인, 마케팅, 유통 등 다양한 분야의 전문가 수요를 지원하기 위해 지역의 관련 전문가로 구성된 수산물 가공·유통 기술멘토단 구성·운영

○ 수산물 가공산업 육성을 위해 창업준비 단계에서 안정적 운영단계까지 지속적인 지원체계 구축

4) 추진과제

○ (과제 1) 인천형 수산물 가공산업 육성을 위한 실태조사

○ (과제 2) 수산물 가공·유통 기술멘토단 운영

○ (과제 3) 수산물 가공기업 창업·보육 지원

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천형 수산물 가공산업 육성을 위한 실태조사						수산과
2. 수산물 가공·유통 기술멘토단 운영						수산과
3. 수산물 가공기업 창업·보육 지원						수산과

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천형 수산물 가공산업 육성을 위한 실태조사	30					30
2. 수산물 가공·유통 기술멘토단 운영		20	20			40
3. 수산물 가공기업 창업·보육 지원				200	300	500

7) 추진전략

- 해양수산부의 수산창업 콘테스트, 해양수산 크라우드펀딩 지원프로그램 등에 참여 지원 등을 통해 우수 창업 컨텐츠 발굴 및 지원
- 우수 창업컨텐츠 보유 기업에게 창업컨설팅 등 지원 및 전문가 매칭
- 인천시의 청년창업 챌린지 지원사업, 창업마을 드림존, 창업동아리 지원사업 등에 수산분양 창업을 연계 추진 검토
- 인천형 해양치유 산업 유치를 위한 힐링컨텐츠로써 방문객에게 서비스 가능한 건강식 개발 등 타 사업과 연계하여 추진 가능

(세부과제2) 수산물 브랜드화 추진

1) 추진배경

○ 대면접객판매

2) 관련현황

○ 인천시는 '인천해' 등 다양한 인천시 수산물의 브랜드화를 추진한 바 있으나 현재 운영되고 있는 브랜드는 인천광역시장인증 농수특산물 'all ways INCHEON' 운영 중이지만 총 19건의 품질인증이 부여되어 사용 중이며 그 중 수산물은 6종에 불과

3) 추진내용

○ 브랜드 및 패키징을 위한 현장 수요는 대면판매시 일반 포장을 이용하고 있어 이러한 점만 개선할 수 있는 간단한 수준의 브랜드 및 패키징 요구

○ 브랜드의 품질을 유지하기 위해 인증 또는 품질관리체계를 구축하는 것이 일반적이지만 지역주민의 요구를 반영하고 현재의 패키징을 개선 및 활용하기 위한 브랜드화 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 인천형 수산물 소매 전용 브랜드 제정

○ (과제2) 인천시 수산물 소매 브랜드 확산

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천시 수산물 소매 전용 브랜드 제정						수산과
2. 인천시 수산물 소매 브랜드 확산						수산과

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천시 수산물 소매 전용 브랜드 제정	30					30
2. 인천시 수산물 소매 브랜드 확산		20	30	30	30	110

7) 추진전략

○ 대부분 대면판매를 통해 판매하는 수산물은 특성상 안전성, 위생 등이 확보되지 않은 듯한 이미지를 가지고 있어 이를 개선하기 위한 브랜드, 패키징 지원 등의 요구에 반영하기 위해 관할 군구 또는 시단위에서 간단 판매를 위한 소매 전용브랜드를 제정하여 보급

○ 소매 전용 브랜드에 대한 품질인증 등에 관한 기준은 낮추되 안정성 확보를 위해 패키징지원, 접객거점 인프라 구축 등과 연계하여 안정성 확보 방안 마련

○ 해양보호구역 경우 보호구역에서 생산되는 수산물에 한해 해양보호구역 브랜드을 사용할 수록 허용

○ 해양보호구역 브랜드 활용 시 해양보호구역에 대한 청정한 이미지를 활용할 수 있어 브랜드화에 유리

(세부과제3) 수산물 맞춤형 패키징 지원

1) 추진배경

○ 대면접객 판매를 주로 하는 인천 연안어장 어민 대상으로 현재 사용하는 포장지를 대체하여 간편하고 심미성이 좋은 포장재에 대한 수요 증가

2) 관련현황

○ 무안군은 자체 생산 낙지에 대해 낙지 브랜드와 함께 낙지 전용 소형 스트로폼 포장용기 보급 사업 추진

○ 일부 어촌계에서 체험활동 후 세척하여 포장하는 용도로 다양한 포장 용기를 활용하고 있음

3) 추진내용

○ 소규모 대면 판매시 포장단위에 대한 수요 파악 후 기능 및 디자인 편의성 검토, 관할 군·구별로 추진하여 신속성, 빠른 확산성 확보

○ 브랜드화 사업과 함께 추진하여 사업의 효율성 제고

4) 추진과제

○ (과제1) 수산물 패키징 수요 조사

○ (과제2) 수산물 패키징 보급, 확산

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관 (협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산물 패키징 수요조사						수산과 (관할군구)
2. 수산물 패키징 보급, 확산						수산과 (관할군구)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산물 패키징 수요조사	30					30
2. 수산물 패키징 보급, 확산		50	50	50	50	200

7) 추진전략

○ 수산물 패키징에 대한 지역민의 요구사항은 지속적으로 제기되었지만 예산부족 등으로 모두에게 확산 어려움

○ 대면판매 수요가 많은 지역을 대상으로 우선 실시하되 판매되는 수산물 종류 및 판매량 등을 고려하여 보급사업 추진

○ 해양보호구역의 경우 해양보호구역 관리 기본예산에서 어업인 브랜드 및 패키징 지원이 가능하므로 관련 예산을 활용하여 추진

(중점분야) 수산물 유통망 개선

(세부과제1) 수산물 로컬푸드 공급 확대

1) 추진배경

○ 수산물의 안정적인 공급을 위해 지역 로컬푸드 공급망과 연계하여 지속적이고 안정적인 지역내 소비처 확보 필요성 확대

2) 관련현황

○ 지역내 식품산업 육성 및 지역민의 먹거리 안전성 확보의 선순환 구조를 구축하기 위해 국가 푸드플랜, 지역별 푸드플랜 정책 추진 중

○ 인천시도 인천광역시 먹거리푸드플랜(2021)을 수립하여 로컬푸드 확대를 위해 인증제, 유통망확대, 광역운영모델, 공공급식 연계 등 다양한 정책 추진 중

○ 그럼에도 불구하고 수산물은 인천시 먹거리 푸드플랜에서 제외되어 추진 중

3) 추진내용

○ 현재 인천시의 정책으로 추진 중인 먹거리 푸드플랜과 연계를 위해 인천시 생산 수산물과 연계 방안 마련 필요

○ 로컬푸드 확대를 위한 인천이음푸드 인증제에 수산물 도입, 유통망연계 등 로컬푸드 공급을 위한 다양한 기준 및 공급 정책 필요

4) 추진과제

○ (과제1) 인천 먹거리 위원회 참여

○ (과제2) 인천지역 내 로컬푸드로써 수산물 공급대책 마련

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천먹거리 위원회 참여						수산과 (농축산유통과)
2. 인천지역 내 로컬푸드로써 수산물 공급대책 마련						수산과 (농축산유통과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천먹거리 위원회 참여	2					2
2. 인천지역내 로컬푸드로써 수산물 공급대책 마련		50	30			80

7) 추진전략

○ 인천시의 푸드플랜 정책 추진을 위한 '인천먹거리 준비 위원회'에 수산식품분야 전문가 참여

○ 현재 농산물 위주의 푸드플랜에 수산물 공급방안을 추가하여 추진하는 방안 검토

○ 공공급식지원센터 등 로컬푸드 확산을 위해 신설되는 기관에 수산식품 연계를 위한 기준 추가 및 운영지원

○ 공공급식 등의 로컬푸드 공급은 안정적인 수요처 확보, 인근지역에 판매하게 됨으로써 판매자는 물류비용을 절감하고 소비자는 안전한 먹거리를 확보할 수 있는 장점이 있는 반면 높은 품질 및 관리기준을 요구하기 때문에 수산분야의 특성을 고려한 별도의 기준 마련

(세부과제2) 지역별 판매 활성화를 위한 접객거점 마련

1) 추진배경

○ 관광객의 대부분이 주말에 집중되는 수도권 관광지의 특성상 관광객이 집중되는 시기에 판매처가 부족하여 갈등의 원인이 됨

2) 관련현황

○ 평일에는 주차장 일부를 가판대로 활용하는 등의 정책을 운영 중이지만 관광객이 집중되는 시기에는 효과가 없음

○ 어촌계별 판매처를 지정하여 어촌계의 상권을 보호하려는 경우가 있어 지역민 간 갈등의 원인이 되기도 함

○ 공간부족으로 식품 안전성 등의 확보가 어렵고 관련 인프라 구축 역시 어려운 상황

3) 추진내용

○ 권역 단위의 접객거점을 구축·시범운영 및 확대 추진

○ 식품 안전성 확보를 위한 인프라구축

○ 홍보 및 인천시 추진 사업과 연계

4) 추진과제

○ (과제1) 권역 단위 접객거점 구축 시범운영

○ (과제2) 접객 거점 식품안전 인프라구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 권역단위 접객거점 구축 시범운영						수산과 (중구, 옹진군, 강화도)
2. 접객거점 식품안전 인프라구축						수산과 (중구, 옹진군, 강화도)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 권역단위 접객거점 구축 시범운영		50	50		50	150
2. 접객거점 식품안전 인프라구축	50	50	50	50		200

7) 추진전략

○ 권역 단위 접객 거점은 시, 군유지 등을 활용하여 조성하되 지역 특성을 고려하여 선정

○ 5일장 형태, 주말 운영, 이동식 운영 등 다양한 형태로 운영하되 지역 특성 등을 고려하여 선정

○ 수산물 판매의 특성을 고려하여 얼음, 포장재, 살균 해수 등을 공급하여 접객거점 활용 시 다양한 인센티브 제공

○ 해양치유 프로그램등과 연계한 수산물 판매 등 추진

(세부과제3) 신선식품 유통망 연계

1) 추진배경

○ 인천 지역의 수산물 공급확대를 위해 최근 확대되고 있는 신선식품 유통망과 연계 방안 필요

2) 관련현황

○ 최근 신선 식품 배송 산업이 ICT 기술과 융합하여 빠른 속도로 성장 중

○ 인천시의 푸드플랜에서도 근거리 온라인 신선식품 배송 등의 정책 추진 중

○ 신선식품 유통망과 연계할 경우 인천시 수산물의 인지도 제고와 함께 새로운 판매처를 가 보유

3) 추진내용

○ 기존 신선식품 유통망 업체와 연계한 판매시스템 구축 등을 통한 신선식품 온라인 판매 노하우 축적

○ 안정적 판매를 위한 수요처 및 신선 유통망 확보로 새로운 비즈니스 기회 창출

4) 추진과제

○ (과제1) 식선식품 유통망 도입 사전 조사

○ (과제2) 신선식품 온라인 판매 전략 수립

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 신선식품 유통망 도입 사전 조사						수산과 (농축산유통과)
2. 신선식품 온라인 판매 전략 수립						수산과 (농축산유통과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 신선식품 유통망 도입 사전 조사	50					50
2. 신선식품 온라인 판매 전략 수립		50	50			100

7) 추진전략

- 수산가공식품 거점화 등과 연계 추진
- 안정적 생산이 가능한 바지락 등을 우선 추진 후 확장
- 인천시 푸드플랜의 관내 신선식품 유통체계 구축사업과 연계하여 수산물을 포함하는 방안 검토

(추진전략 3) 어촌 생명자원 활성화 산업 도입(치유마을 조성)

(중점분야) 인천형 해양치유마을 모델 개발

(세부과제1) 해양치유자원 발굴

1) 추진배경

○ 인천시는 해양치유 외 웰니스 및 힐링과 관련된 다양한 사업을 추진하고 있으며 사업의 성격상 유사할 뿐만 아니라 인프라 및 기술 공유를 통한 효율적 도입 가능

○ 인천시의 다양한 관광 정책과 연계 및 인천 해양치유마을 조성을 위해 활용가능한 해양치유자원 발굴 필요

2) 관련현황

○ 이미 해양수산부의 해양치유센터 운영을 위해 다양한 해양치유자원에 대한 연구가 이루어졌으며 효능에 관한 정보가 보고됨

○ 산림치유 산업을 통해 다양한 숲에서 활용가능한 치유자원이 보고됨

3) 추진내용

○ 이미 효능이 검증된 해양치유 자원 활용을 위한 자원발굴 조사 추진

○ 해양에어로졸, 해변, 지역 산림 등 해양치유에 활용할 수 있는 자원이 권역 별로 산재해 있을 뿐만 아니라 대상 지역 방문객수 및 특화 가능한 자원 등을 조사하여 지역별 특화 및 전후방 산업 연계에 활용

○ 해양치유를 위해 가장 활동하기 좋은 계절 또는 계절별 도입프로그램 등을 선정하기 위해 지역별 일조량, 습도, 기온 등의 자료를 수집하기 위한 해양치유 환경조사 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 해양치유자원 발굴조사

○ (과제2) 해양치유환경조사

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유자원발굴 조사						수산과 (관광진흥과)
2. 해양치유환경조사						수산과 (관광진흥과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유자원발굴 조사	30	30	50			110
2. 해양치유환경조사			30	30	50	110

7) 추진전략

- 해양치유 마을이 어촌계를 중심으로 운영될 것으로 예상되는 만큼 어촌융복합산업 통계조사와 병행 추진
- 조사를 위한 해양치유자원 리스트 작성 후 현장확인 추진
- 치유자원 조사 결과를 활용하여 후보지 선정 후 기후 특성을 파악하기 위한 환경조사 실시
- 환경조사는 기온, 풍향, 풍속, 습도 광량 등의 기후조건 위주로 조사하되 수집된 데이터는 인천 연안어장 통합환경 DB와 연계하여 관리

(세부과제2) 해양치유마을 연계산업 발굴·지원

1) 추진배경

○ 해양치유 산업은 치유 자원을 기반으로 식품, 의료, 바이오, 화장품 및 서비스 산업으로의 파급효과가 큰 것으로 보고됨

2) 관련 현황

○ 해양수산부에서 추진 중인 해양치유센터는 해양치유센터 건립과 함께 해양치유에 활용가능한 화장품, 건강식품, 건강식단을 포함한 다양한 서비스 산업에 대한 연구 추진 중

3) 추진내용

○ 인천 헬스뷰티 기업협회 및 인천 뷰티산업 클러스터 등 관련 기업체들과 연계를 통해 활용 가능한 상품의 효능 및 품질 검증

○ 치유자원의 활용 및 해양 치유활동을 위한 기존 운영프로그램 검토 및 권역별 운영방안 마련

○ 인천형 해양치유마을 모델을 제시하기 위해 활용 가능한 전후방 산업 및 연계 인프라를 파악하여 인천형 해양치유모델 확정을 위한 기초자료로 활용

4) 추진과제

○ (과제1) 인천시 해양치유 전후방산업 발굴

○ (과제2) 해양치유 제품 검증 및 확산

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천시 해양치유 전후방 산업 발굴						수산과 (관광진흥과)
2. 해양치유 제품 검증 및 확산						수산과 (관광진흥과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 인천시 해양치유 전후방 산업 발굴	50	50	80			180
2. 해양치유 제품 검증 및 확산			100	100	100	300

7) 추진전략

○ 해양치유 전후방 산업에 대한 조사·발굴은 치유산업도입 추진기획단과 함께 추진

○ 관련 기업의 참여를 통해 실제 활용가능한 산업 연계

○ 인천시의 바이오, 화장품 등 웰니스 사업과 연계가능한 제품의 활용가능성을 검증하기 위한 테스트베드로 해양치유어촌마을 활용

○ 제품보완 및 효능검증 등을 거쳐 해양수산부가 추진 중인 해양치유센터와 연계하는 방안 검토

(세부과제3) 인천형 해양치유 마을 모델개발

1) 추진배경

○ 인천형 해양치유마을은 어촌마을 해양치유 도입을 통해 관련된 산업에 대한 저변을 넓히고 지역주민에 대한 치유서비스 제공, 관광객들에게는 해양치유의 경험을 제공하고 어촌마을에는 어촌체험마을 이후 특화된 서비스를 제공할 수 있는 컨텐츠로써 역할을 할 수 있는 모델로 정의

2) 관련현황

○ 현재 중앙정부 및 각 지자체 별로 해양치유, 힐링 또는 웰니스 산업 도입을 위해 다양한 사업을 추진 중

○ 인천은 수도권과 인접한 지리적 이점, 전후방 산업에 대한 연계 효과, 우수한 전문인력 활용의 용이성, 국내 최대 국제공항 보유, 풍부한 유동인구 등 타 지역에 비해 월등한 이점을 가짐

3) 추진내용

○ 인천형 해양치유 마을 모델 개발을 위한 인천시 어촌마을별 치유자원에 대한 종합조사 실시

○ 인천시 치유마을 모델의 정의 및 운영방안 마련

4) 추진과제

○ (과제1) 치유자원 활용 및 운영프로그램 개발

○ (과제2) 인천형 해양치유모델 개발

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유자원 활용 및 운영프로그램 개발						수산과 (인천어촌특화지원센터)
2. 인천형 해양치유모델 개발						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유자원 활용 및 운영프로그램 개발	50	50	800			250
2. 인천형 해양치유모델 개발			50	50	100	200

7) 추진전략

○ 해양치유 어촌마을의 자원으로 활용 가능한 인천시 치유자원에 대한 종합적인 조사 실시

○ 도서지역의 경우 유명한 트래킹코스 등을 포함하는 경우도 많이 존재하고 있기때문에 산림과 관련된 자료도 함께 포함하여 포괄적인 자원조사 추진

○ 어촌계 현황 조사와 연계하여 지역에서 치료 외 전후방 산업과 연계 가능한 자료를 포함하여 조사

○ 발굴된 해양치유자원의 활용을 위한 다양한 치유프로그램 개발

○ 해양 치유프로그램은 해양수산부 연구개발과제 등을 통해 검증된 프로그램 등을 대상 지역의 특성에 적합하게 최적화 추진

○ 권역별 기후자료 등을 활용하여 계절별 운영프로그램 개발 등을 통해 4계절 운영가능한 프로그램 개발

(중점분야) 해양치유마을 조성 기반 마련

(세부과제1) 해양치유마을 시범사업

1) 추진배경

○ 인천형 해양치유모델 개발에 따른 시범사업을 통해 수정·보완 및 특장점을 파악하여 해양치유마을의 확산 기반 마련

2) 관련현황

○ 태안군은 해양치유프로그램 개발을 위해 공무원 및 일반인 대상 장·단기 체험 시범 프로그램을 운영하여 프로그램 최적화 추진

○ 주요 시범운영프로그램은 노르딕워킹 및 머드 체험 등 단기간에 가능한 프로그램과 1박 이상의 기간 동안 체험하는 프로그램 등으로 구분하여 실시

3) 추진내용

○ 인천 연안에 적합하게 조성된 해양치유 프로그램을 어촌마을 주민들이 먼저 체험할 수 있도록 하여 관련 산업의 주민 수용성을 높이도록 추진

○ 공모를 통한 참여자 신청 등을 통해 적극적 참여의사자를 대상으로 체험기회 제공

○ 프로그램 종류를 다양하게 하여 체험객의 호응도 및 선호도를 파악하여 향후 운영에 반영

4) 추진과제

○ (과제1) 주민대상 해양치유 프로그램 운영

○ (과제2) 해양치유마을 시범사업(공모)

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 주민대상 해양치유 프로그램 운영						수산과 (인천어촌특화지원센터)
2. 해양치유마을 시범사업(공모)						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 주민대상 해양치유프로그램 운영	30	30	50			90
2. 해양치유마을 시범사업(공모)			50	50	50	150

7) 추진전략

○ 해양치유산업 시범사업은 주민이 체험할 수 있는 프로그램과 관광객 대상 시범사업으로 구분하여 추진

○ 프로그램 운영시 문제점 보완을 위한 치유프로그램 시범운영 실시

○ 전문강사초빙, 시설 활용 및 지역별 치유자원 현황 등을 고려하여 프로그램 구성

○ 운영프로그램 보완을 거쳐 해양 치유마을 시범사업 추진

○ 해양 치유마을 시범사업 대상지는 1개소를 대상으로 우선 실시하되 공모를 통해 치유자원 보유현황 및 운영 의지 등을 평가하여 선정

○ 시범사업지에 대해 최적 해양치유 운영프로그램 개발 및 운영 지원 및 평가를 통해 권역별로 순차적 확산 추진

○ 시범사업은 처음 1개소 추진 후 지역별 특화를 위해 권역별 1개소를 지정하여 추진

(세부과제2) 해양치유마을 특성화

1) 추진배경

○ 인천형 해양치유마을은 마을별 체험프로그램 및 운영 특화를 통해 중복되는 프로그램을 최소화하고 어촌마을 특성을 최대한 활용한 프로그램 개발 추진

2) 관련 현황

○ 해양 치유마을 자원은 해변, 산책로, 에어로졸, 머드 해양을 구성하는 거의 대부분이 자원으로 사용가능할 만큼 자원활용도가 높음

○ 따라서 다양한 특화 치유자원의 개발이 가능한 곳이라면 기존시설을 최대한 활용하여 해양치유마을 특성화 가능

3) 추진내용

○ 수집된 해양치유자원을 구분하여 관련 서비스 개발

○ 특성화를 위해 인접 마을의 자원과 중복되지 않도록 마을별 특성화 서비스 개발

4) 추진과제

○ (과제1) 해앙치유마을 특성화

○ (과제2) 해양치유마을 특성화를 어촌 마을별 프로그램 운영 최적화

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유마을 특성화						수산과 (인천어촌특화지원센터)
2. 해양치유마을 특성화를 위한 어촌마을별 프로그램 운영최적화						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유마을 특성화	50	50	50	50		200
2. 해양치유마을 특성화를 위한 어촌마을별 프로그램 운영 최적화			30	30	50	90

7) 추진전략

○ 권역별 사업대상지 특성에 따라 특화된 치유서비스 제공

○ Ⅰ권역의 석모도는 온천 등의 특화된 서비스를 보유하고 있어 인천 내 기업과 연계한 서비스로 특화, Ⅱ권역은 레저 중심 힐링, Ⅲ권역은 재활치료 중심으로 특화추진 및 Ⅳ권역은 이동거리가 멀고 섬의 특성을 고려한 중장기 체류형 Stay healing으로 특화하는 방안 검토

○ 각 권역별 해양치유 특성화와 관련하여 주 이용고객을 구분하고 이용시 제공할 수 있는 기관 및 개인에 대한 인센티브 검토

- 인천시에 존재하는 다양한 기업에 대한 지원 및 복지 바우처 사업 등과 연계한 인센티브 제공 검토

(세부과제3) 해양치유마을 조성 및 운영지원

1) 추진배경

○ 인천형 해양치유마을 조성 및 운영을 지원하기 위한 체계를 구성하는 것으로 관할 군·구의 여건에 적합하도록 조성하되 초기에는 어촌체험마을 관련업무와 병행하여 추진

2) 관련현황

○ 현재 어촌체험과 관련된 업무는 인천어촌특화지원센터와 군구의 수산관련 부서에서 나누어 분담하고 있으나 전후방 산업 연계 및 운영 지속성 등을 고려할 때 관할 군구가 담당하고 특화와 관련된 부분, 산업화와 관련된 부분을 어촌특화지원센터에서 담당하는 것이 타당

3) 추진내용

○ 어촌마을을 관할하는 군구에서 담당업무를 지원하되 산업화 및 어촌마을 특화 서비스에 관련된 부분은 인천어촌특화지원센터와 연계하여 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 해양치유마을 조성 및 운영지원체계 구축

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유마을 조성 및 운영체계 구축						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유마을 조성 및 운영체계 구축	20	20	30	40	50	160

7) 추진전략

○ 인천치유산업 도입 위원회 및 전문가 멘토단과 연계하여 전문가 자문을 지속적으로 활용하여 성공가능성 제고

(중점분야) 해양치유마을 지원·관리 체계구축

(세부과제1) 해양치유마을 프로그램 고도화

1) 추진배경

○ 해양치유마을 운영 노하우의 증가에 따라 보다 다양한 프로그램을 통해 해양치유 프로그램을 다양하게 구성하여 운영

2) 관련 현황

○ 현재 어촌마을 체험프로그램은 갯벌체험, 조개잡기 등 1회성 단순 체험으로 이루어져 있어 프로그램의 고도화가 어려움

○ 해양치유 프로그램은 본인의 신체적 요건 및 경험치에 따라 보다 다양한 프로그램의 체험이 가능하고 맞춤형 치유 프로그램 구성 가능

○ 해양치유 커리큘럼 제작으로 초보부터 상급자까지 난이도에 따른 프로그램 구성

○ 인천해양치유 홍보 및 확산을 위한 단체 치유 프로그램 운영

3) 추진내용

○ 관련 프로그램 강사 등에 의한 다양한 커리큘럼 구성으로 다양한 치유경험 제공

4) 추진과제

○ (과제1) 해양치유 과정(커리큘럼 제작)

○ (과제2) 해양치유 프로그램 확산·보급

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유 과정(커리큘럼) 제작						수산과 (인천어촌특화지원센터)
2. 해양치유 프로그램 확산·보급						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유 과정(커리큘럼) 제작	30	20	20			70
2. 해양치유 프로그램 확산·보급			50	50	50	150

7) 추진전략

○ 어촌마을 별 단계별 특화 방안 검토, 대상지역 지형 등을 이용한 프로그램 난이도 조절 등을 추진하여 다양한 치유체험기회 제공

○ 어촌마을 해양치유 시범사업대상지 외 어촌마을에서 활용 가능한 프로그램 개발 및 보급

○ 현재 어촌체험 마을의 체험프로그램에 추가 가능한 치유프로그램 개발로 일반인에 대한 해양치유경험 확산 및 어촌마을 운영 노하우 축적 등 추진

(세부과제2) 해양치유마을 관리 체계 마련

1) 추진배경

○ 해양치유마을 조성 후 프로그램 등이 활성화된 후 관련 산업과의 연계 및 전문성 확보를 위해 해양치유마을의 활성화를 위한 전담기관 필요

2) 관련현황

○ 전문적으로 인천시 해양치유 산업 활성화를 위한 전문 위원회 설립을 통해 인천 치유산업의 통합 및 지원 등에 관한 사항을 결정

○ 인천에서 추진중인 웰니스 및 치유 산업 등과 함께 관련 산업과의 연계 등을 위한 전담조직에 의한 관리 필요

3) 추진내용

○ 인천시 치유산업 전체에 대한 관리 체계를 마련하는 것으로 인천시 치유산업을 지원하고 관리하기 위해 추진

○ 인천시 치유산업에 대한 관련 조례를 제정하고 치유산업에 대한 전문성 강화, 지원을 위한 전문위원회 구성

4) 추진과제

○ (과제1) 치유산업 조례제정

○ (과제2) 인천시 치유산업 관리위원회 구성 및 운영

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 치유산업 조례 제정						수산과
2. 인천시 치유산업 관리위원회 구성 및 운영						수산과

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 치유산업 조례 제정	5	5				10
2. 인천시 치유산업 관리위원회 구성			5	5	5	15

7) 추진전략

○ 조례제정을 통해 인천시 치유산업 지원 근거 마련

○ 인천시 치유산업 관리위원회를 통해 치유산업 관한 사항을 의결하고 관련 산업의 통합 및 중복투자 방지 등을 추진

(세부과제3) 해양치유 네트워크 구축

1) 추진배경

○ 해양치유자원의 특성상 다양한 지역에서 개발된 서비스를 다른 지역에서 약간의 변형을 통해 다양한 활용이 가능한 만큼 전국적 해양치유네트워크를 통해 관련 기술 및 노하우의 공유 체계 구축 추진

○ 우수한 해양치유 관련 제품 개발 시 판매처 확대 등을 통한 산업 활성화가 가능하므로 관련 네트워크 구축을 통해 지속적인 상호 협력체계 구축

2) 관련현황

○ 현재 어촌마을 단위에서 치유산업의 적용을 위한 프로그램이 개발되어 있지 않은 만큼 개발된 프로그램의 최적화를 위한 타 기관과 네트워크 구축 필요

3) 추진내용

○ 인천시의 해양치유 네트워크는 전국 4개 센터 운영 시범사업과 연계하여 관련 기술의 습득 및 수집을 위한 네트워크 및 관련 전문가 풀 구성으로 원활한 운영을 위한 기반 마련

4) 추진과제

○ (과제1) 전국 해양치유네트워크 구성

○ (과제2) 해양지유전문가 네트워크 구성

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유 네트워크 구성						수산과 (관광진흥과)
2. 해양치유 전문가 네트워크 구성						수산과 (관광진흥과)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 해양치유 네트워크 구성	10	10	10	10	10	50
2. 해양치유 전문가 네트워크 구성		10	10	10	20	50

7) 추진전략

○ 해양치유 네트워크 구성을 통해 치유프로그램 및 운영 노하우, 관련 최신기술 등 자료 수집

○ 해양치유산업 관련 전문가 네트워크를 통한 지속적인 기술교류 및 전문가 활용도 제고

○ 정보교류 등을 위한 정기적인 전문가 워크샵, 심포지엄 및 학술행사 등 참여 및 개최

(추진전략 4) 어촌융복합 산업(6차산업) 지원

(중점분야) 어촌마을 생산관리 고도화

(세부과제1) 마을어장 정밀 지형도 지형

1) 추진배경

○ 어촌인구감소, 노령화 등 생산성 감소에 대응하기 위해 4차산업 기술 도입으로 생산성 향상 도모

2) 관련현황

○ 농어촌과 도시 간 디지털 격차를 해소하기 위해 4차산업 혁명 기술을 도입하기 위한 다양한 사업 추진 중

○ 특히 디지털 기술을 활용하여 농어촌 정주여건 개선 및 생산성 향상을 위한 다양한 시도가 이루어짐

○ 인천시 수산기술지원센터는 2020년 양식어장 지형 변화 모니터링을 위해 한국자원공단에 위탁하여 옹진군(선재도) 인근 바지락 양식장을 대상으로 드론을 활용한 항공촬영을 실시하여 시기별 양식장 지형변화 조사

3) 추진내용

○ 드론을 이용한 어장 정밀 지형도 작성으로 관리구역(휴식, 생산, 체험 및 안전구역 등) 지정 및 활용

○ 어촌마을 주민 조업위치 정보를 활용하여 주요 조업지역 관리 및 안전 관련 서비스 제공

○ 과학적 데이터를 기반으로 양식어장 환경변화에 대응하고 어촌현장에 적용하여 지속가능한 갯벌 어업 추진

4) 추진과제

○ (과제1) 어장 정밀 지형도 제작

○ (과제2) 정밀 지형도 기반 서비스 개발

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 어장 정밀 지형도 제작						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 정밀지형도 기반 서비스 개발						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 어장 정밀 지형도 제작	30	30	50	50	50	210
2. 정밀지형도 기반 서비스 개발		30	50	50	100	230

7) 추진전략

○ 바지락 생산량이 많은 어촌마을 대상 시범사업(1개소) 우선 실시

- 바지락 산란장 조성사업 등과 연계하여 추진

○ 드론을 이용한 정밀 지형도(정사영상+디지털표고모델 등) 제작 후 관리구역 설정

○ 사업대상지 어민을 위한 스마트폰 어플리케이션 및 웹페이지 제작

○ 주요 조업구역, 위험구역 및 휴식구역 등 어장 내 관리구역 설정 및 주민 위치정보 연계 서비스 개발

(세부과제2) AI기반 바지락 생산 관리 시스템

1) 추진배경

○ 어촌마을 인구감소, 노동력 부족 등으로 인한 생산성 저하 등에 대응하고 어촌마을 정주여건 개선 등을 위해 4차산업 혁명 기술 도입 필요성 증가

2) 관련 현황

○ 농어촌 정주여건 개선, 노동력 감소 등 현안 문제를 해결하기 위해 다양한 4차산업 기술 도입 및 적용을 위한 기술개발 사업 추진 중

○ 한국인터넷진흥원은 지능형 CCTV를 활용하여 응급상황 판단, 쓰레기 불법투기 감시, 산재사고 예방, 불꽃 및 연기 감지 등 서비스 개발 및 보급 추진 중

3) 추진내용

○ 바지락 생산량 추정 알고리즘 개발을 통해 개인별 생산량 및 어촌마을 생산 통계 작성 체계 구축

○ 바지락 생산량의 지속적인 모니터링을 통해 종패 살포 등 자원관리에 활용

○ 인공지능 기술을 활용하여 바지락 집하장 등에 대한 자동 어획량 측정과 관리

4) 추진과제

○ (과제1) 바지락 생산량 추정 알고리즘 개발

○ (과제2) 바지락 생산량 추정 시스템

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 바지락 생산량 추정 알고리즘 개발						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 바지락 생산량 추정 시스템 개발						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 바지락 생산량 추정 알고리즘 개발	20	30	100			150
2. 바지락 생산량 추정 시스템 개발			50	50	50	150

7) 추진전략

○ 어장 정밀 지형도 제작 등 관련 사업과 연계 추진

○ 어촌마을 통계작성과 연계 추진으로 사업 효율성 제고

○ 바지락 생산량 추정 알고리즘과 함께 수집정보 DB화 등을 통해 체계적 생산량 모니터링 체계 구축

○ 인천 연안어장 해양환경 DB 구축과 연계하여 다양한 대어민 서비스 제공

(세부과제3) AI기반의 불법어업 감시 시스템

1) 추진배경

○ 최근 어촌마을의 해루질 증가 및 어촌계원 외 비어업인에 의한 수산물 채취 행위 증가로 인한 갈등 증가

2) 관련 현황

○ 위치정보 공유, 실시간 정보 전달이 가능한 5G 기술 등을 활용하여 위치정보 기반 다양한 서비스 제공 중

3) 추진내용

○ 스마트폰 위치정보 등을 지도상에 실시간 정보를 제공하고 있어 CCTV 등과 연계하여 마을어장 내 비어촌계원의 어장 내 조업 시 알람 제공

4) 추진과제

○ (과제1) CCTV기반 어민 및 비어민 식별 알고리즘 개발

○ (과제2) 어민위치정보 활용 불법어업 감시 시스템 개발

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. CCTV기반 어민 및 비어민 식별 알고리즘 개발						수산과 (인천수산자원연구소)
2. 어민위치정보 활용 불법어업 감시 시스템 개발						수산과 (인천수산자원연구소)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. CCTV기반 어민 및 비어민 식별 알고리즘 개발	30	50	100			180
2. 어민위치정보 활용 불법어업 감시 시스템 개발		20	30	50	100	200

7) 추진전략

○ 어장 정밀 지형도, 바지락 생산관리 시스템과 함께 통합 서비스 연계 추진

○ 어플리케이션 개발 시 주민수용성 확보를 위한 다양한 인센티브 제공 검토

○ 인천 연안어장 해양환경 DB와 연동하여 지속적인 데이터 수집 추진 및 활용체계 구축

(중점분야) 어촌마을 개방 강화

(세부과제1) 어촌마을 공유경제 도입

1) 추진배경

○ 어촌마을 인구감소 및 노령화로 인한 생산 인력 부족 및 공동화에 대응하기 위해 어촌마을 인구 유입 방안 마련 시급

2) 관련 현황

○ 신안군 등 지자체에서는 지역 어업인 노령화에 대응하기 위해 어선임대 사업 및 빈집 리모델링을 통한 임대 사업 등의 공유경제 기반 다양한 사업 추진 중

○ 충남 보령 무창포 및 태안 중왕어촌계 등은 어장 개방 후 신규 어촌계원이 크게 증가하였으며 발생 수익의 30%를 기존 어촌계원들에게 제공

○ 충남 보령 군헌어촌계는 어촌계 가입비를 기존 200만원에서 30만원으로 인하하고 거주기간 제한 해제 후 어촌 계원수가 2배 증가

3) 추진내용

○ 노동력이 감소하여 생산성이 낮아지는 어장에 대해 비어촌계원 생산을 위한 어장공유 사업 추진

○ 해양치유산업 등과 연계하여 어촌마을 빈집 리모델링을 통한 활용도 제고

4) 추진과제

○ (과제1) 어장공유 사업 추진

○ (과제2) 빈집 리모델링 및 공유사업 추진

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 어장공유 사업 추진						수산과
2. 빈집 리모델링 및 공유사업 추진						수산과 (주택정책과)

6) 소요예산 (단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 어장공유 사업 추진	10	20	30	30	30	120
2. 빈집 리모델링 및 공유사업 추진	30	50	100	100	100	380

7) 추진전략

○ 관련분야 컨설팅을 통해 어장 및 빈집 임대사업 타당성 검토

○ 어장의 일정 면적에 대한 공유사업을 시범 실시 후 확대 추진

○ 빈집 리모델링을 위한 관련 계획 수립 후 특화 사업과 연계하여 추진

○ 기존 어촌계원과의 갈등을 해소하기 위해 합리적 수익배분 등 방안 마련 필요

(세부과제2) 어업인-비어업인 교류증진

1) 추진배경

○ 어촌마을 신규 유입인력 부족으로 마을 내 창업 또는 보유기업의 성장 동력 상실

○ 어촌마을 활력 제고 및 수산업 규모 확대 등 정책적 목표 달성을 위해 비어업인의 수산업에 대한 경험을 제공하고 어업인과 비어업인 갈등 해소

2) 관련현황

○ 우리나라 산업화 구조로 인해 어업인과 비어업인 교류 감소로 상호 이해 부족

○ 귀어인의 수산분야 창업지원 정책을 추진 중에 있으나 수산업에 대한 이해 및 경험 부족으로 안정적인 사업 추진 어려움

3) 추진내용

○ 어촌마을에 관심있는 관련 분야 전문가의 수산업에 대한 경험을 제공하고 어촌마을의 현안 문제를 해결하기 위한 디지털 리빙랩 운영

○ 창업 전 어촌마을 및 수산업에 대한 경험을 제공 및 공유를 위한 온·오프라인 공간인 어촌마을 체험학교 운영

4) 추진과제

○ (과제1) 상호간 이해도 증진 및 갈등 완화를 위한 교류문화 개최

○ (과제2) 어촌마을 체험학교 운영

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 디지털 리빙랩 운영						수산과
2. 어촌마을 체험학교 운영						수산과

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 디지털 리빙랩 운영	50	10	10	10	10	100
2. 어촌마을 체험학교 운영	50	50	50	50	50	250

7) 추진전략

○ 어촌계 진입 장벽을 낮추기 위한 어업인-비어업인 상생 모델 개발

○ 공유경제 도입과 함께 추진하여 공유경제 수요 확보 및 어업경험 기회 제공

○ 디지털 리빙랩은 웹기반 전문가-어업인을 매칭해주는 시스템으로 지식기반 협업방식(Wiki)으로 구성하여 관련지식에 대한 지속적 축적 및 활용 체계 구축

○ 디지털 리빙랩을 통해 관련 분야 전문가 멘토링 체제 구축 및 전문가 어촌마을 체험 기회 제공

○ 디지털 리빙랩을 통해 상시 기술지원 및 지식교류 플랫폼 구축

○ 디지털 리빙랩 활성화를 위해 관련 전문가 참여에 대한 인센티브 제공 고려

(세부과제3) 수산창업 및 귀어 교육 강화

1) 추진배경

○ 성공적인 수산창업 및 귀어 성공 확률을 높이기 위해 수산업 및 어촌마을 대한 이해 필요

2) 관련현황

○ 해양수산부 및 지자체에서는 귀어교육의 필수적인 이수를 권장하고 있으며 규정된 시간은 35시간 이상

○ 수산업 및 어촌마을에 대한 이해 및 경험 부족으로 귀어 및 수산창업 성공률은 낮은 수준

3) 추진내용

○ 어촌마을과 수산업 분야에 대한 이해를 높이고 직접 수산업을 경험할 수 있는 실질적인 기회를 제공하기 위한 수산창업 및 귀어 인턴제 실시

4) 추진과제

○ (과제1) 수산창업 인턴제 운영

○ (과제2) 귀어 인턴제 운영

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산창업 인턴제 운영						수산과 (인천어촌특화지원센터)
2. 귀어 인턴제 운영						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 수산창업 인턴제 운영	50	50	50	50	50	250
2. 귀어 인턴제 운영	50	50	50	50	50	250

7) 추진전략

○ 해양수산부 및 각 지자체에서 운영 중인 귀어 및 창업 지원프로그램과 연계하여 추진하되 어촌마을 및 수산업에 대한 실질적인 경험기회를 제공하고 경험을 공유, 확산을 위한 창업 및 귀어 인턴제 운영

○ 현재 귀어인 관심도에 따라 양식, 가공 등 다양한 분야의 귀어 교육을 실시하고 있으나 기술교육 중심으로 실질적인 경험 제공에는 한계

○ 빈집 리모델링 대여사업, 어장공유 등을 통해 실제 어촌마을의 생활을 경험해볼 수 있는 기회 제공

○ 귀어 교육과 병행하여 시너지 효과 창출

(중점분야) 도시어촌 교류 확대

(세부과제1) 도시어촌 교류위원회 설치

1) 추진배경

○ 어촌마을과 도시 격차는 어촌마을 인구 이탈을 증가시키고 청년층 유입이 증가하지 않는 중요한 원인으로 작용

○ 어촌마을과 도시 격차 해소를 위해 효과적이고 지속적인 교류를 통한 상생 방안 마련 필요

2) 관련현황

○ 해양환경공단은 매년 도시-어촌마을 상생에 기여한 기업을 선정하여 올해의 도시-어촌 교류상을 수여함

○ 기업 이미지 제고 등을 위해 농촌 및 어촌마을과 자매결연을 통해 방문 행사 및 수산물 구매 촉진, 지역 현안문제 해결 등을 추진하고 있으나 규모와 실효성에 한계

3) 추진내용

○ 어촌마을 체험에 관심이 있는 기업 및 개인을 대상으로 지속적인 체험기회를 제공하고 다양한 어촌체험이 가능하도록 프로그램 개발 등을 위한 도시-어촌 교류위원회 설치 및 운영

4) 추진과제

○ (과제1) 도시-어촌 교류위원회 설치 및 운영

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 도시-어촌 교류위원회 설치·운영						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 도시-어촌 교류위원회 설치·운영	20	20	20	20	20	수산과

7) 추진전략

○ 어촌마을, 기업, 수산관련 기관 및 지자체가 참여하는 도시-어촌 교류위원회를 설치하여 관련 서비스 수요를 파악하여 어촌-기업, 어촌-가족 등 매칭 시스템 구축

○ 도시-어촌 교류프로그램 운영의 주체로써 참여자의 수용을 반영한 교류프로그램 개발 및 운영, 관련 사업과 연계 등 역할 수행

○ 도시-어촌마을 참여도를 높일 수 있도록 지속적인 교류프로그램 관리 체계 구축 및 참여기업 및 어촌마을에 대한 인센티브 제공 등 검토

○ 도시-어촌 교류프로그램을 활용하여 디지털 리빙랩 등의 운영에 관련 분야 전문가 참여 확대

(세부과제2) 도시-어촌 교류프로그램 개발

1) 추진배경

○ 기존 기업-어촌마을 개발은 자매결연 및 후원 등 1회성 교류로 지속적인 효과 부족

○ 지속적인 도시-어촌 교류를 위해 상호간 도움이 될 수 있는 지속적 교류프로그램 개발 필요

2) 관련현황

○ 일부지역에서 기업-어촌마을 연계프로그램으로 수산물 직거래장터 개설, 방과 후 학교 지원 사업 등을 추진 중

○ 일부 기업에서 임직원 가족 하계캠프 등의 사업을 추진이지만 기업 중심으로 지속성 부족

3) 추진내용

○ 기업 및 어촌마을 특성을 고려한 교류프로그램 개발 추진

○ 어촌마을 및 기업 수요를 반영한 프로그램 개발

4) 추진과제

○ (과제1) 도시-어촌 교류프로그램 개발

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 도시-어촌 교류 프로그램 개발						수산과 (인천어촌특화지원센터)

6) 소요예산 (단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 도시-어촌 교류 프로그램 개발	10	10	10	10	20	60

7) 추진전략

○ 교류프로그램 개발에 기업 및 어촌마을이 참여하여 참여자 수요 파악

○ 어촌마을은 문화와 복지혜택, 수산물 수요확대 및 경제적 이익, 기업은 어촌마을 휴양문화 및 우수 수산물 구매 등 수요를 충족시킬 수 있는 프로그램 개발 추진

○ 참여기업에 대한 인센티브를 제공하여 기업의 적극적 참여를 유도

○ 교류 지속성, 확장 등을 고려한 프로그램 개발 추진

(세부과제3) 도시-어촌 교류프로그램 시범사업

1) 추진배경

○ 교류위원회에서 개발된 교류프로그램의 시범사업을 통한 현장 실증으로 프로그램 단점을 수정·보완하여 안정적이고 지속적인 교류프로그램 운영 기반 마련

2) 관련현황

○ 현재 도시어촌 교류프로그램은 지속성, 확장성 등을 개선한 지속적이고 안정적인 교류프로그램 운영 필요

3) 추진내용

○ 개발된 프로그램 시범사업을 통해 기업의 요구와 참여 어촌마을의 수요를 충족시킬 수 있는 완성도 높은 서비스 제공

4) 추진과제

○ (과제1) 도시-어촌 교류프로그램 시범사업 추진

5) 추진일정

추진내용	연도별 예산					주관(협조)
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 도시-어촌 교류 프로그램 시범사업 추진						수산과

6) 소요예산(단위: 백만원)

추진내용	연도별 예산					합계
	'23	'24	'25	'26	'27	
1. 도시-어촌 교류 프로그램 시범사업 추진		50	50	50	50	200

7) 추진전략

○ 시범사업 시 리빙랩 등을 운영하여 참여자의 수요를 프로그램 수정·보완시 반영

○ 만족도 조사 등을 통해 지속적 운영 노하우 축적

○ 시범사업을 통해 프로그램 완성도를 높이고 어촌마을 공유경제 도입, 디지털 리빙랩, 해양치유 등 타 사업과 연계를 통한 확산 방안 마련

6. 정책제언

6.1 표준화된 인천연안 환경정보의 지속적 수집 체계 구축

○ 표준화된 인천연안 어장 환경정보 데이터베이스 구축

- 이번 인천 연안어장 실태조사 성과물로 지난 10년간 인천 연안어장의 환경정보가 표준화된 형태로 제공되었으며 향후 3년간 정보를 추가로 제공할 예정
- 기존에 사용하기 어려운 또는 불가능한 형태의 데이터를 가공하여 표준화된 형태로 저장함으로써 인천 연안어장에 대한 빅데이터 구축
- 이러한 표준화된 데이터 축적은 다양한 목적으로 활용성이 크고 최근 발전하고 있는 데이터 과학 및 인공지능 기술과 결합하여 많은 현상을 이해할 수 있는 원동력이 됨
- 4차 산업혁명 기술 적용을 위해서는 활용 가능한 형태의 빅데이터가 필요한 만큼 이번 과제를 통해 구축된 표준화 포맷을 활용하여 추가적인 데이터 지속적 축적 필요

○ 과학적 정책설계 및 결정을 위한 근거 제공

- 데이터 증가와 분석기술 발전은 데이터를 통해 새로운 가치와 가능성을 발견할 수 있게 하는 중요한 재료로 활용 가능
- 경험과 직관이 아닌 데이터 기반 분석결과는 정책설계 과정에서는 중요한 수단과 도구의 의미를 가지며 정책 결정 과정에서 데이터는 정책 추진력을 제공
- 데이터 기반 과학 행정은 수집된 방대하고 다양한 데이터를 연결-통합을 통해 정책과정에서 새로운 형태의 정보를 생성하고 의사결정 및 집행·평가 과정에서 근거로 활용할 수 있을 때 가치를 가짐

○ 지속적인 데이터 수집 체계구축

- 현재 인천 연안어장 환경데이터를 표준화하고 분석에 활용하기 위한 기반을 구축한 것이 이번 과제의 큰 성과라 할 수 있음
- 이제 기반을 구축한 것에 불과하므로 앞으로도 현재의 표준화된 데이터베이스를 기반으로 추가적인 데이터를 지속적으로 축적하는 것이 중요
- 데이터의 지속적인 추가를 위한 향후 계획와 함께 소요예산 확보 및 전담 인원이 요구됨에도 불구하고 필수적인 업무로 인천시에서 지속적으로 추진해야 할 과제로 판단됨
- 향후 인천 연안어장의 환경데이터와 함께 다양한 사회경제적인 데이터가 추가된다면 인천 연안을 중심으로 발생하는 여러 문제에 대해 현명한 대응 가능

6.2 인천시 추진 사업 간 연계 강화

○ 인천시의 다양한 개발 계획 수립 및 추진

- 인천시는 최근 경향을 반영한 다양한 사업을 추진 중이며 그 분야는 관광, 식품, 수산 등 다양한 분야를 포함
- 관광 분야에서는 웰니스 산업도입을 위해 한국관광공사와 협업을 추진하고 있으며 국가 푸드 플랜의 지자체 실행 계획인 인천형 먹거리 종합계획을 수립하여 추진 중
- 또한 연안 친수공간의 활용을 위해 해양친수도시 조성 기본계획을 수립하는 등 다양한 사업을 추진 중에 있음

○ 해양수산분야와의 연계 부족

- 해양수산분야의 특성상 육상의 농축산, 관광 산업과의 연계가 쉽지는 않지만 먹거리종합계획에서 수산식품과 연계하여 계획이 수립되었다면 유통망 확대, 로컬푸드 활성화 등의 사업과 연계할 수 있었을 것으로 판단됨
- 수산물을 인천시 로컬푸드와 연계 또는 새로운 유통망 및 온라인 시장 진입 등을 수산물만으로 계획을 수립하기에는 어렵지만 농축산계획에 포함하여 추진하는 것은 수산물 단독으로 진행하는 것보다 용이하고 예산을 절약하는 효과를 나타냄
- 또한 인천시에서 추진하고 있는 웰니스 산업에 해양경관 활용 및 해양수산부에서 추진 중인 해양치유산업 등과 연계한다면 보다 좋은 결과가 있을 것으로 기대

○ 분야 간 정보공유 및 연계 강화

- 인천 어촌마을 소득 증대 역시 수산업 생산량에만 의존해서는 불가능한 시대가 되었으며 다양한 분야와 융합을 통해 더 나은 서비스를 개발할 수 있으며 그러한 서비스를 통해 높은 부가가치 창출 가능
- 다양한 분야의 사업과 연계를 위해 보다 특수성을 가진 수산업 분야에서 타 분야와의 연계를 고민하지 않으면 다른 분야와 연계는 앞으로도 현재와 다름없이 해양수산분야만의 계획 수립으로 끝날 가능성이 매우 높음
- 따라서 다른 분야의 계획과 연계하기 위해 해양수산분야에서 준비해야 할 사항들은 해양수산분야에서 해결책을 제시하여야 다른 분야와 연계가 가능할 것임
- 앞으로 다양한 분야에서 더 많은 사업들이 계획되고 실행될 것이기 때문에 앞으로 이러한 문제를 해결하기 위해 부서 간 정보공유를 강화하고 해양수산분야 역시 타 분야와의 연계를 위한 다양한 방안 모색 필요

6.3 4차 산업혁명 기술 도입을 통한 어장관리 고도화

○ 제4차 산업혁명의 영향으로 빅데이터, 인공지능(AI)과 같은 과학적 혁신기술 발전은 과거 데이터 활용과는 비교할 수 없을 정도로 데이터 수집, 가공, 분석, 활용 능력을 크게 증대시키고 있으며 데이터의 활용을 통해 새로운 가치가 창출됨

○ 국외 주요국에서는 이미 IoT, 빅데이터, 로봇 등을 활용한 농어업기술이 널리 확산되고 있고 국내에서도 조금씩 도입되고 있지만, 노령화 등의 현실에 의해 어업과 어촌에 있어 4차 산업혁명은 기회일 수도 있고 위협이 될 수도 있음

○ 이러한 문제에 대한 대응책 마련 등을 위해서는 지자체 차원에서 정책 노력을 아끼지 않아야 하고, 더 나아가 민관이 협력할 수 있는 위원회 등의 설립을 통해 어민 의지와 관계없이 몰려오는 4차 산업혁명의 물결에 현명하게 대응하여 위협요소는 줄이고 기회요소는 확대하는 전략 필요

○ 한편, 4차 산업혁명 기술의 전통 어업분야 융합을 통한 전주기 자원관리체계 구축은 무분별한 남획 저감 효과를 달성할 수 있을 뿐만 아니라 과학적인 수산 자원량 산정 및 관리구역 설정 등의 정책 수립을 통해 지역 어촌 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대됨

○ 또한 지속적인 수산 자원량 및 분포도 제공을 통한 어업인구 고령화에 따른 생산성 저하 및 소득감소 문제를 개선하고 어업에 능숙하지 않은 귀어인의 빠른 정착에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대됨

○ 이미 인천시는 과거 10년간의 인천 연안의 환경자료를 빅데이터화 하여 보유하고 있기 때문에 이러한 데이터와 함께 자원량 및 생산량에 대한 정보를 지속적으로 축적한다면 어장별 생산량 예측, 바지락 자원분포 현황 및 예측 등 다양한 서비스가 가능해질 것으로 판단됨

Ⅶ

종 합 결 론

1. 해양환경
2. 주요 수산생물(참굴) 폐사 원인 규명
3. 인천연안어장 소득창출 기본계획 수립

Ⅶ. 종 합 결 론

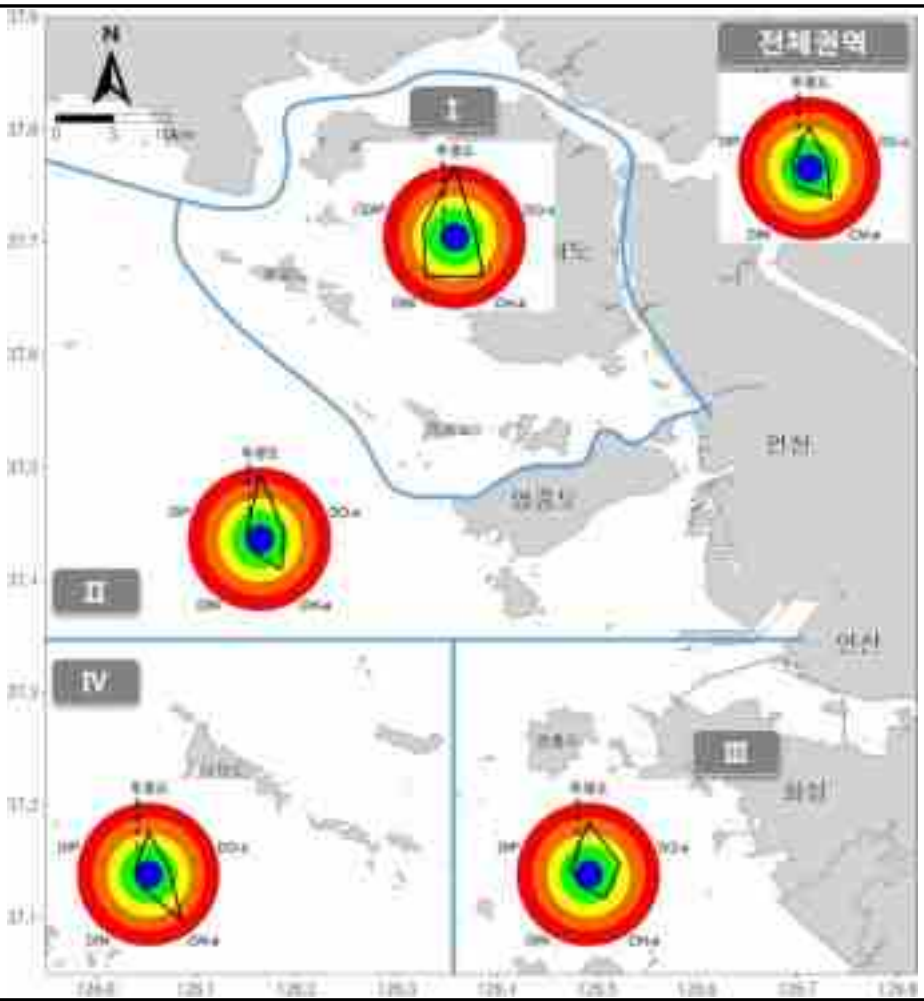
1. 해양환경

○ 각 권역별 해수수질 등급의 출현 빈도는 Ⅰ권역의 경우 Ⅳ등급(나쁨), Ⅱ~Ⅳ권역은 Ⅱ등급(좋음)이 가장 높게 나타남

- 각 권역별로 가장 나쁜 수질 등급은 Ⅰ~Ⅱ권역의 경우 Ⅳ등급(나쁨), Ⅲ~Ⅳ권역은 Ⅲ등급(보통)으로 조사되었으며, 대체로 하계와 동계에 나타남

- 나쁜 수질 등급의 주요 원인 항목은 투명도와 Chl-a이며, Ⅰ권역은 DIN, Ⅲ권역은 저층 DO포화도 또한 원인 항목으로 조사됨

○ 과학적 기반 연안어장 실태에 관한 추가적인 과업 또는 어장관리 중장기 정책 목표 및 방향은 권역별 해양환경 특성을 고려하여 조사망을 구축하거나 진단·평가하는 것이 바람직함



(그림 Ⅶ-1-1) 권역별 해수 수질기준

○ 육상오염원 중 하수처리시설(17개소)은 Ⅳ권역을 제외한 Ⅰ권역에 11개소, Ⅱ권역에 3개소, Ⅲ권역에 3개소가 위치하며, 일 평균 방류량은 Ⅰ권역에서 높고, 육상오염원에 대한 화학분석 결과, 주 오염원 중 육상오염원인 가좌천에서의 배출 농도가 가장 높았으며, 가좌천 인근은 공업단지로 산업활동 중에 발생하는 분진 및 도로 먼지 등의 오염물질이 하천으로 유입될 가능성이 매우 높음

- 육상오염원 대상으로 생태독성 시험 결과, 독성이 발현된 정점은 없어 단기적으로는 생물에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 보이지만, 육상기인 오염원이 지속적으로 유입되어 정체되는 해역 또는 퇴적물에 누적될 경우 영향을 무시할 수 없음
- 따라서 육상기인 오염원에 대한 모니터링 사업 및 하수처리 사업소의 방류 농도를 감시를 통해 오염원 수준을 지속적으로 관측 및 관찰해야할 것으로 판단됨



(그림 Ⅶ-1-2) 권역별 오염원 현황

2. 주요 수산생물(참굴) 폐사 원인 규명

○ 주요 수산생물 중 참굴에 대한 폐사 원인을 규명하기 위하여 현장 조사, 현장 실험 및 실내 시험을 수행하고, 오염물질 확산실험 및 참굴 생산량과 장기자료를 이용한 분석을 통해 폐사 원인을 규명하고자 함

○ 현장실험에서 참굴 가입 및 성장은 노출 시간에 따른 물리적 환경조건이 영향력을 미치며, 조석에 따라 1일 2회씩 노출되는 갯벌 조간대 특성으로 하계 및 동계에는 수온과 함께 대기에 의한 극한기온이 영향을 미친 것으로 판단됨



(그림 Ⅶ-2-1) 권역별 환경인자에 따른 참굴 분포 특성

○ 또한 장기변동 자료를 이용하여 지역적 특성 및 시간적 변동성을 고려할 수 있는 베이지안 네트워크 분석을 통해서 참굴 생산량에 영향을 미치는 주요 환경인자는 하계의 기온, 수온인 것으로 나타남



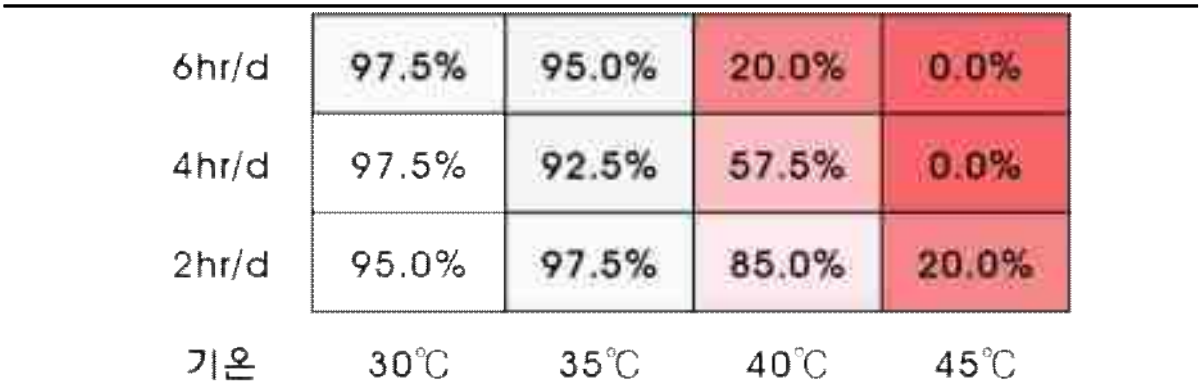
(그림 Ⅶ-2-2) 베이지안 네트워크를 이용한 참굴 생산량에 영향을 미치는 주요 인자(장기 변동)

○ 현장 실험과 장기 변동 분석결과를 검증하기 위하여 하계 기온과 노출시간에 따른 참굴 실내시험결과, 기온 40℃에서 1일 4시간 노출시 5일째부터 생존율이 낮아진 것을 확인하였으며, 45℃는 1일 2시간 노출시 4일째부터, 4시간 노출시 1일째부터 생존에 영향을 주는 것을 확인함

- 참굴 현장실험 대상지역 내 설치한 수온·기온 측정값 중 하계에 40℃ 이상의 기온이 관측되며 노출시간 또한 1.5에서 3.6시간을 나타냄

○ 시험 및 현장 자료를 기반으로 참굴 생존에 영향을 주는 환경요인 중 여름철 대기 노출 온도 및 시간 요인이 단기간 노출로도 큰 영향이 있는 것으로 보이며, 다음으로는 여름철 수온, 염분 순으로 판단됨

- 따라서 인천 해역에 위치한 발전소에서 방류한 온배수로 인한 영향보다는 여름철 간조시 노출로 인해 접하는 기온에 의한 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타남



기온-대기 노출 시간 복합 영향시험 결과(7일 노출 결과)

(그림 Ⅷ-2-3) 기온-대기 노출 시간에 따른 참굴 복합 영향시험 결과

3. 인천연안어장 소득창출 기본계획 수립

○ 인천 연안어장 실태조사를 기반으로 변화하는 해양환경을 고려하여 지속가능한 인천연안 어장 어촌마을의 지속적인 소득창출을 위해 4가지 추진전략을 수립하였으며 추진전략에 따른 각 세부과제를 제시함

3.1. 과학적 인천연안어장 관리 기반 구축

○ 인천 연안어장에 산재한 각 기관 측정망 및 생태계 정보(과거 10년치)를 표준화하여 DB구축 완료

○ 과업 종료 후 3년간 추가적인 자료 정보업데이트를 포함하고 있는 과제인 만큼 향후 지속적인 자료 수집을 통해 과학적인 정책 결정 등에 활용할 수 있는 기반 마련

○ 어장관리 고도화 등을 통해 어장 정밀지형도, 어촌계 통계자료, 생산량 자료 등의 지속적인 수집체계 마련

○ 이러한 다양한 정보는 인천 연안과 관련된 다양한 정책 결정에 활용될 뿐만 아니라 생산량 통계 및 여러 빅데이터와 연계한 다양한 현황 및 예측서비스 제공 가능

3.2. 수산물 고부가가치화

○ 인천지역의 대표적인 수산물은 바지락으로 갯벌 기반 마을어장의 대표적인 양식품종이며 생샨량이 감소 추세임에도 불구 안정적인 생산을 보임

○ 일부 생산량이 많은 어촌계를 제외하고 대부분의 어촌계에서는 대면판매를 통한 소매로 우수한 품질의 바지락임에도 불구하고 낮은 가격으로 판매됨

○ 수산물 고부가가치화에 가장 큰 문제인 산재한 어촌마을 바지락을 수집, 출하하기 위한 어느 정도의 규모를 갖추어야 하는 문제를 해결하기 위해 수집거점 마련 및 신선유통체계 구축 과제를 제시함

○ 구축된 수산물 유통체계는 인천시 먹거리 종합계획의 농축산물 유통체계와 연계하여 로컬푸드 등으로 수요처를 확산 또는 가정용 간편식 시장 등에 진출하기 위한 다양한 방안을 제시함

○ 또한 고부가가치 수산물 수요처로 해양치유산업 건강식단과 연계하여 추가적인 수요처를 확보할 수 있도록 관련 과제를 제시함

○ 이러한 수산물 고부가가치화는 어촌마을 소득 증대뿐만 아니라 지속적인 인구감소 및 노령화에 대응하여 창업, 청년 유입 촉진 등의 부가적인 효과를 창출할 수 있을 것으로 판단됨

3.3. 어촌 생명자원(해양치유마을 조성) 활성화 모델 도입

○ 인천은 수도권에서 가장 가까운 거리에서 바다를 체험할 수 있는 유일한 도시이며 국내 제1의 국제공항을 보유하고 있을 뿐만 아니라 전국 갯벌 면적 2위, 다양한 환경의 섬을 보유하고 있는 특색있는 해양환경 보유

○ 기존 어촌마을 체험은 패류 등의 수산물 채취 위주로 어촌마을별로 차별화된 체험서비스가 부족할 뿐만 아니라 체험객 증가로 어장의 지속성에도 한계

○ 한편 생활 수준 향상에 따라 웰니스, 웰빙 및 헬스케어 등을 포함하는 치유산업이 최근 부상하고 있으며 특히 해양의 다양한 치유자원을 활용한 해양치유 산업을 활성화하기 위한 정책이 추진 중임

○ 인천이 보유한 다양한 치유자원에도 불구하고 그간 활용도가 낮았으며 최근 인천시의

다양한 웰니스 관광산업 정책이 추진되고 있는 점 등은 해양치유산업 도입에 적절한 기회로 판단됨

○ 따라서 인천의 어촌마을에 새로운 컨텐츠를 제공하고 인천이 보유한 다양한 전후방 산업과 연계가능한 해양치유 산업을 도입하기 위한 다양한 사업들을 제시함

3.4. 어촌마을 융복합 산업 지원

○ 인천 어촌마을의 특산물을 특화하여 상품 제조 및 서비스와 연계하는 6차 산업은 이미 인천어촌특화지원센터를 통해 추진 중임

○ 그럼에도 불구하고 인천만이 아니라 전국적으로 성공 사례를 찾아보기 힘들고 지속적으로 유지하고 있는 사례를 찾아보기 어려움

○ 특화산업의 성공 가능성이 낮고 지속성을 유지하기 어려운 이유는 융복합 산업의 근간이 되는 1, 2차 산업이 안정적으로 유지되어야 함에도 불구하고 노동력 부족, 기술력 확보가 어렵기 때문임

○ 따라서 어촌마을 융복합 산업 활성화를 위해 근간이 되는 어촌마을의 건강성을 확보하기 위해 다양한 4차 산업혁명 기술을 도입한 어장관리, 공유경제를 이용한 어촌마을의 진입장벽 완화 등의 관련 사업을 제시함

○ 또한 지속적인 어촌마을 체험기회를 제공하여 도시인에게는 어촌마을 체험의 기회를, 어촌마을에는 지속적인 도시와 교류를 통한 도시-어촌 격차를 해소할 수 있는 다양한 방안을 제시함



(그림 Ⅷ-3-1) 인천 연안어장 소득창출 기본계획 모식도

VIII

부 록

1. 참여연구 인력
2. 인천 해역 어류/해조류 자원 및 개발 현황
3. 회의 개최결과
4. 과업내용 이행현황
5. 현장조사 사진
6. 시험성적서
7. 출현종 목록
8. 참고문헌
9. 용어설명

Ⅷ. 부록

1. 참여연구 인력

1.1 ㈜이엔씨기술

분야별	성 명	참여분야	학위/자격	근무경력
총괄책임자	왕순영	연구용역 총괄	이학박사	16년 2개월
분야별책임자	이순우	해양생태계 분야 책임	해양기술사	15년 5개월
참여기술자	정정호	해양생태계 참여	해양기술사	29년 1개월
참여기술자	이현정	해양생태계 참여	이학석사	14년 9개월
참여기술자	전석진	해양생태계 참여	이학석사	10년 2개월
참여기술자	최성용	해양생태계 참여	이학석사	11년 2개월
참여기술자	오광석	해양생태계 참여	이학석사	14년 3개월
참여기술자	전다빈	해양생태계 참여	이학석사	4년 10개월
참여기술자	김예림	해양생태계 참여	이학사	1년
참여기술자	황진나	해양생태계 참여	이학사	1년 10개월

1.2 ㈜아라종합기술

분야별	성 명	참여분야	학위/자격	근무경력
분야별책임자	김도연	해양물리 분야 책임	해양기술사	23년 5개월
참여기술자	박재문	해양물리 참여	공학박사	9년 1개월
참여기술자	김성은	해양물리 참여	이학석사	24년 10개월
참여기술자	박상훈	해양물리 참여	공학석사	11년 4개월
참여기술자	이재혁	해양물리 참여	공학석사	2년 6개월
참여기술자	김성수	해양물리 참여	이학석사	1년
참여기술자	최재석	해양물리 참여	해양환경기사	12년 11개월

1.3 ㈜네오엔비즈

분야별	성 명	참여분야	학위/자격	근무경력
분야별책임자	이정석	생태독성실험 분야 책임	이학박사	21년 11개월
참여기술자	한영석	생태독성실험 참여	이학박사	21년 10개월
참여기술자	최태섭	생태독성실험 참여	이학박사	22년 11개월
참여기술자	김병모	생태독성실험 참여	이학박사	13년 11개월
참여기술자	문성대	생태독성실험 참여	이학석사	16년 10개월
참여기술자	김남현	생태독성실험 참여	이학석사	9년 5개월
참여기술자	권은미	생태독성실험 참여	이학석사	6년 11개월
참여기술자	정봉근	생태독성실험 참여	이학석사	3년 9개월

1.4 ㈜지오시스템리서치

분야별	성 명	참여분야	학위/자격	근무경력
분야별 책임자	이효진	해양환경 분야 책임	이학박사/기술사	23년 10개월
참여기술자	우준식	해양환경 참여	해양기술사	13년 1개월
참여기술자	김태하	해양환경 참여	이학석사	17년 3개월
참여기술자	최정길	해양환경 참여	이학석사	16년 9개월
참여기술자	최재훈	해양환경 참여	이학석사	16년 1개월
참여기술자	신재혁	해양환경 참여	이학석사	5년 10개월
참여기술자	박종규	해양환경 참여	이학석사	4년 10개월
참여기술자	유현주	해양환경 참여	이학사	9년 6개월
참여기술자	한지홍	해양환경 참여	이학사	2년 10개월

1.5 ㈜해랑기술정책연구소

분야별	성 명	참여분야	학위/자격	근무경력
분야별책임자	백상규	어장환경컨설팅 분야 책임	이학박사	27년 11개월
참여기술자	금지돈	어장환경컨설팅 참여	이학석사	25년 3개월
참여기술자	손대선	어장환경컨설팅 참여	이학박사	12년 11개월
참여기술자	유만호	어장환경컨설팅 참여	이학박사	13년 5개월
참여기술자	최재웅	어장환경컨설팅 참여	이학박사	18년 5개월
참여기술자	어승섭	어장환경컨설팅 참여	경제학석사	13년 2개월
참여기술자	오수	어장환경컨설팅 참여	이학석사	26년 6개월
참여기술자	안홍수	어장환경컨설팅 참여	경영학사	3년 11개월
참여기술자	이현지	어장환경컨설팅 참여	이학석사	3년 8개월

2. 인천 해역 어류/해조류 자원 및 개발 현황

2.1 어류 및 해조류 자원 현황

○ 인천광역시 어류 및 해조류 생산량 현황을 파악하기 위하여, 통계청 어업생산동향조사 중 어업별 품종별 어법별 통계 자료를 취득함(국가통계포털, https://kosis.kr)

- 일반해면과 천해양식에서의 활어 생산량(2008~2021년 계통판매자료)

2.1.1 어류 생산량

<표> 인천광역시 어류 생산량(ton)

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계	비율 (%)
어류	664.0	406.0	307.0	396.0	388.9	374.7	303.8	372.3	374.7	374.4	370.9	355.4	238.2	266.4	5192.7	100.0
홍어류	157.0	16.0	47.0	141.0	187.0	161.0	106.2	146.0	164.0	145.7	102.2	79.2	34.4	40.6	1527.1	29.4
넙치류	105.0	161.0	125.0	44.0	35.5	25.4	34.1	23.0	56.9	89.5	114.6	114.7	81.2	98.5	1108.4	21.3
가자미류	61.0	35.0	18.0	120.0	91.8	100.2	43.3	62.3	19.9	14.6	21.5	6.4	7.5	19.2	620.7	12.0
가오리류	127.0	117.0	46.0	17.0	1.8	12.6	44.4	52.1	3.2	0.1	0.2	0.7	0.2	<0.1	422.3	8.1
복어류	3.0	5.0	6.0	15.0	23.0	29.1	31.6	35.7	25.7	16.6	38.0	63.5	12.2	11.8	316.3	6.1
삼세기	41.0	15.0	10.0	6.0	0.8	0.5	2.7	4.1	28.9	31.7	19.7	25.0	25.2	25.8	236.4	4.6
조피볼락	13.0	23.0	16.0	11.0	22.5	5.9	9.4	12.1	9.1	8.6	15.4	10.7	19.7	20.4	196.8	3.8
붕장어	1.0	9.0	5.0	6.0	8.8	4.5	8.6	16.4	21.4	24.8	8.5	20.0	30.1	12.6	176.7	3.4
농어류	8.0	8.0	15.0	12.0	8.8	8.4	7.9	9.4	8.0	12.4	18.3	12.6	13.0	7.7	149.5	2.9
노래미류	2.0	8.0	3.0	7.0	3.5	3.3	10.3	6.3	6.1	6.7	6.4	14.5	8.8	18.3	104.4	2.0
꼼치류	74.0	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	0.5	1.4	0.3	0.7	0.2	77.0	1.5
서대류	43.0	3.0	-	-	0.6	0.1	-	0.2	3.4	7.1	7.7	0.9	0.4	4.1	70.4	1.4
망둑어류	3.0		2.0	1.0	0.5	10.0	-	1.9	11.4	7.7	1.7	2.9	0.5	2.1	44.6	0.9
기타볼락류	10.0	5.0	5.0	8.0	1.2	8.8	2.6	0.3	1.0	1.0	<0.1	-	0.8	-	43.6	0.8
기타어류	15.0	1.0	-	-	-	-	-	0.4	5.4	4.9	11.5	0.7	<0.1	0.3	39.2	0.8
참홍어	-		9.0	-	0.1	1.4	<0.1		6.6	0.2	-	<0.1	-	-	17.3	0.3
참돔	-	-	-	1.0	<0.1	<0.1	0.9	0.2	2.2	1.4	2.1	1.9	2.5	2.5	14.5	0.3
숭어류	-	-	-	2.0	0.1	0.5	0.8	0.2	0.2	0.3	1.0	0.6	0.3	0.2	6.2	0.1
기타돔류	-	-	-	1.0	0.4	0.4	0.6	1.2	0.3	0.2	0.3	0.8	0.1	0.2	5.5	0.1
전어	-	-	-	3.0	0.5	0.3	<0.1	0.1	<0.1	-	-	-	-	-	3.9	0.1
쥐치류	-	-	-	-	1.0	1.3	0.3	0.1	0.5	0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.4	3.8	0.1
감성돔	-	-	-	-	0.9	0.6	0.2	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.3	0.8	3.2	0.1
갯장어	1.0	-	-	1.0	<0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	<0.1
상어류	-	-	-	-	0.1	0.3	<0.1	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	1.8	<0.1
아귀류	-	-	-	-	<0.1	-	-	0.1	0.2	<0.1	0.1	-	<0.1	-	0.4	<0.1
민어	-	-	-	-	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	-	-	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	<0.1
돌돔	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	<0.1
기타조기류	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1
양태류	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
능성어	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	<0.1	<0.1	-	-	<0.1	<0.1
부세	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
대구	-	-	-	-	-	<0.1	-	-		<0.1		<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1
참조기	-	-	-	-	-		-	-	<0.1	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
삼치류	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
학공치	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
방어류	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	<0.1	<0.1

2.1.2 해조류 생산량

<표> 인천광역시 해조류 생산량(ton)

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계	비율 (%)
해조류	-	-	-	-	-	76	851	351	130	620	2,350	3,858	4,041	5,581	17,857	100.0
김류	-	-	-	-	-	76	851	351	130	620	2,350	3,858	4,041	5,581	17,857	100.0

2.2 인천해역 관내 개발현황

2.2.1 발전소 현황

○ 인천 연안어장 주변지역 및 해역의 개발 현황 중 옹진군 영흥발전소 냉각수 현황파악을 위해, 문헌자료 “영흥화력 5, 6호기 건설사업(재협의) 사후환경영향조사결과 보고서(2019년도 운영시 제5차년도 조사결과) (한국남동발전(주), 2019.12.)”를 참고함



<그림> 사업지구 위치도

가. 온배수 확산 실험

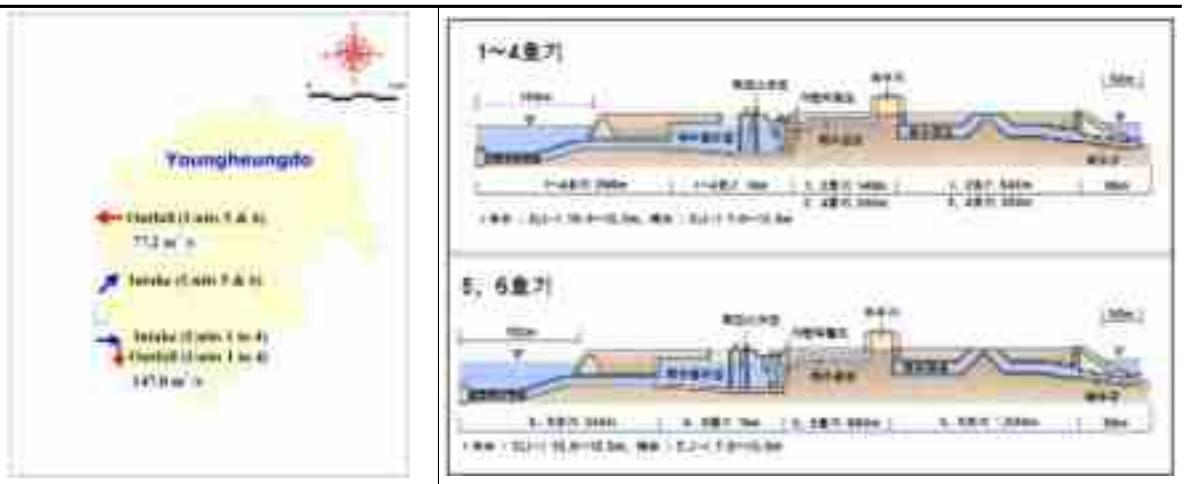
○ 영흥발전소 냉각수로 사용된 온배수 확산 실험은 발전소 가동시 취, 배수량에 따른 온배수 확산범위를 예측하는 것이 목적이므로, 배수시 증가 수온과 채, 배수량을 실험조건으로 설정

○ 주위 수온이 일정한 경우 온배수 방류에 의한 수온 상승치를 이용하여 온배수 확산 범위를 산정하지만, 본 해역에서의 실험과 같이 주위 수온이 시·공간적으로 변동하는 경우 주위 수온과의 수온 편차를 계산하기 어려움

○ 따라서, 본 실험에서는 온배수가 방류되는 조건과 방류되지 않는 조건에 대하여 실험을 실시하여, 두 실험 결과간의 수온차를 이용하여 온배수 확산범위를 산정

<표> 온배수 확산 실험안

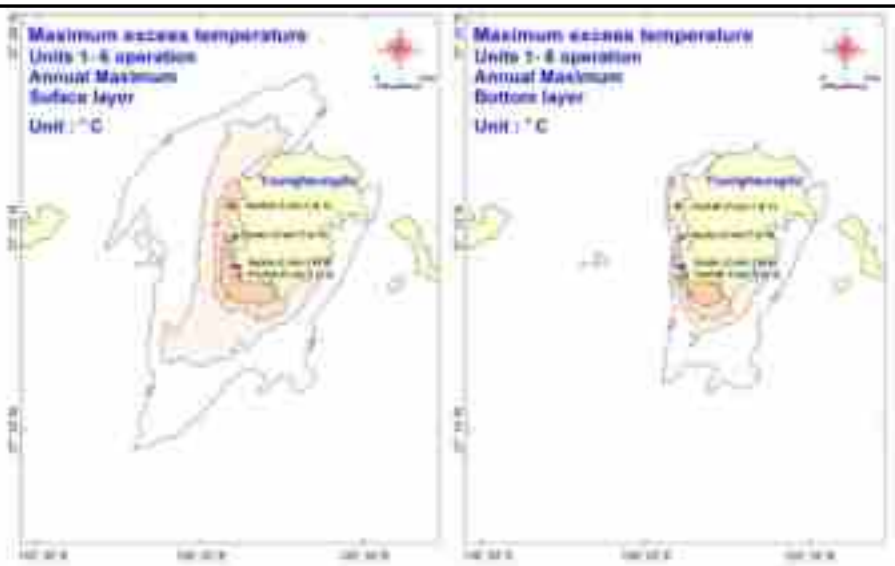
가동 조건	실험 기간	ΔT(℃)	취·배수량(㎥/sec)		
			1~4호기(기존)	5~6호기(신규)	계
비가동시	2005년 동계 2005년 춘계 2005년 하계 2005년 추계	0.0	0.0	0.0	0.0
1~2호기 가동시		6.4	69.8	0.0	69.8
1~4호기 가동시		6.4	147.0	0.0	147.0
1~6호기 가동시		6.4	147.0	77.2	224.2



1~6호기 운영시 취·배수구 위치 | 모델에 적용된 취·배수구 단면도

<그림> 취·배수구 위치 및 모델에 적용된 취, 배수구 단면도

○ 6개 호기 가동시 전 계절을 누적한 초과수온 1.0℃의 최대 확산범위는 북측으로 7.5km, 남측으로 5.1km임



<그림> 6개 호기 가동시 온배수 최대 확산범위(표층 및 저층)

<표> 6개 호기 가동시 온배수 확산 범위

계절	초과수온(℃)	확산 거리(㎞)			
		표층		저층	
		북측	남측	북측	남측
동계	3.0	2.1	1.5	0.3	1.6
	2.0	3.9	2.2	0.4	2.2
	1.0	6.2	4.4	3.8	3.0
	0.5	7.2	6.3	4.6	5.3
춘계	3.0	0.6	0.6	0.1	0.2
	2.0	3.8	1.0	0.2	0.5
	1.0	4.5	2.0	0.3	0.6
	0.5	5.4	4.0	4.4	2.1
하계	3.0	3.6	0.9	0.2	0.5
	2.0	4.5	1.4	0.3	0.6
	1.0	7.2	4.4	4.8	2.2
	0.5	8.8	9.2	5.9	3.5
추계	3.0	3.5	0.7	0.2	0.8
	2.0	4.2	1.2	0.2	1.4
	1.0	7.5	5.1	0.6	2.4
	0.5	9.7	7.3	4.7	3.7
연 최대	3.0	3.6	1.5	0.3	1.6
	2.0	4.5	2.2	0.4	2.2
	1.0	7.5	5.1	4.8	3.0
	0.5	9.7	9.2	5.9	5.3

나. 개발사업 연혁

○ 2006. 12. 12 : 제3차 전력수급기본계획 고시 (산업자원부 공고 제2006-349호)

○ 2006. 12. 26 : 영흥화력 5~8호기 건설사업 환경 및 교통영향평가 용역착수

(2006.12~2007.12)

○ 2007. 08 : 영흥화력 5~8호기 건설사업 사용연료 협의 신청

○ 2007. 11 : 환경영향평가서(초안) 접수

○ 2008. 12. 29 : 영흥화력 5, 6호기 사용연료 협의완료(환경부)

○ 2008. 12 : 제4차 전력수급기본계획 고시 (지식경제부 공고 제2008-377호)

○ 2009. 04 : 환경영향평가서(최종) 접수 및 협의

○ 2009. 07 : 환경영향평가서 보완서 제출

○ 2009. 08 : 환경영향평가서 재보완서 제출

○ 2009. 08. 24 : 영흥화력 5, 6호기 환경영향평가 협의 완료 (환경부 국토환경평가과-1891)

○ 2009. 11. 16 : 영흥화력 5, 6호기 건설사업 착공

○ 2014. 12. 31 : 영흥화력 5, 6호기 건설사업 준공

다. 사후환경영향조사

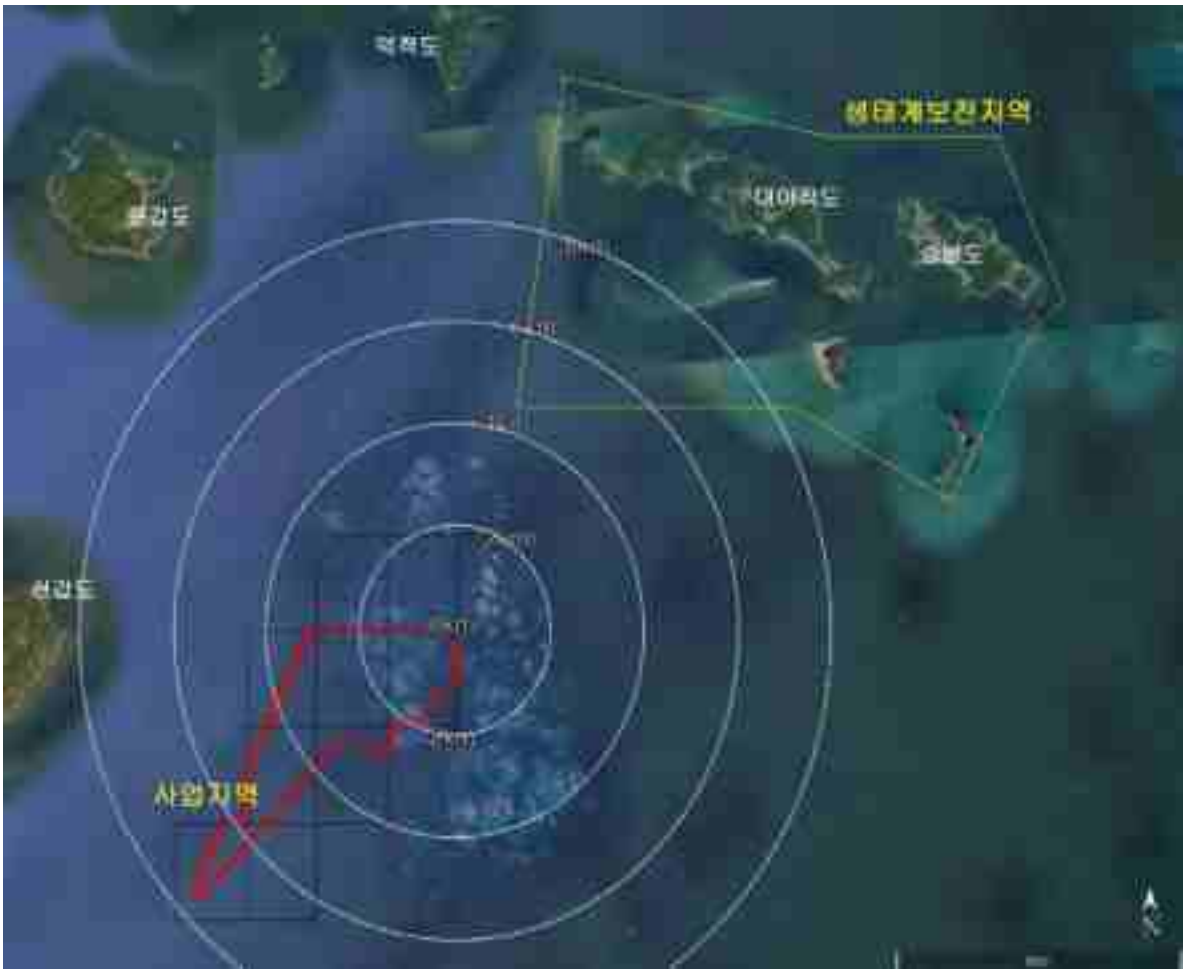
○ 본 개발사업의 협의내용 중 해양환경에 대한 환경영향 저감방안 의견을 살펴 보면, 온배수 배출에 따른 해양생태계 모니터링을 위해, 단순히 조사만을 위한 것이 아닌, 실제 온배수로 인한 영향여부 및 정도에 대한 판단이 가능하도록 철저한 조사계획을 수립하고 지속적인 조사를 실시하도록 함

○ 또한, 온배수, 오염물질 등으로 인해 주변의 어장 및 양식장에 피해가 발생될 경우, 피해 주민과 협의하여 피해영향조사를 실시하는 등 적극 조치하여야 함

○ 사후환경영향조사기간은 “환경영향평가법 제24조제3항 및 시행령 제33조제2항의 [별표3]의 규정에 의거하여 사업 착공(2009년 11월 16일) 시부터 사업준공(2014년 12월 31일) 후 5년(2019년 12월 31일)까지 실시함

2.2.2 골재채취 현황

○ 인천 연안어장 주변지역 및 해역의 개발 현황 중 인천시 관내 모래채취 현황파악을 위해, 문헌자료 “옹진군 관할해역 바다골재채취사업 해역이용영향평가서(본안) (한국골재협회 인천지회, 2019.08.)”를 참고함



<그림> 사업지구 위치도

가. 부유사 확산 실험

○ 부유사 확산 실험은 해사채취시 부유사 확산 면적을 파악하고, 저감방안 수립시 기초자료를 제공하는 목적으로 수행하였으며, 사용모형은 EFDC 퇴적물 모듈임

○ 주위 수온이 일정한 경우 온배수 방류에 의한 수온 상승치를 이용하여 온배수 확산 범위를 산정하지만, 본 해역에서의 실험과 같이 주위 수온이 시·공간적으로 변동하는 경우 주위 수온과의 수온 편차를 계산하기 어려움

○ 따라서, 본 실험에서는 온배수가 방류되는 조건과 방류되지 않는 조건에 대하여 실험을 실시하여, 두 실험 결과간의 수온차를 이용하여 온배수 확산범위를 산정함

<표> 부유사 확산 실험안

구 분	내 용
실험 안1	•Case1 : 7,000,000㎥ 채취시 부유사 확산 •Case2 : 6,000,000㎥ 채취시 부유사 확산 •Case3 : 7,000,000㎥ 채취시 월류수 부유사 확산 •Case4 : 6,000,000㎥ 채취시 월류수 부유사 확산 •Case5 : 7,000,000㎥ 채취시 및 월류수 부유사 확산 •Case6 : 6,000,000㎥ 채취시 및 월류수 부유사 확산
실험 안2	•Case1st : 1차년도 6,000,000㎥ 채취시 부유사 확산 •Case2nd : 2차년도 5,950,000㎥ 채취시 부유사 확산 •Case3rd : 3차년도 5,900,000㎥ 채취시 부유사 확산
실험 안3	•Case5에 대한 동계 부유사 확산 범위

<표> 부유사 확산 실험결과(0.1ppm 농도 최대확산 면적 및 저감효율)

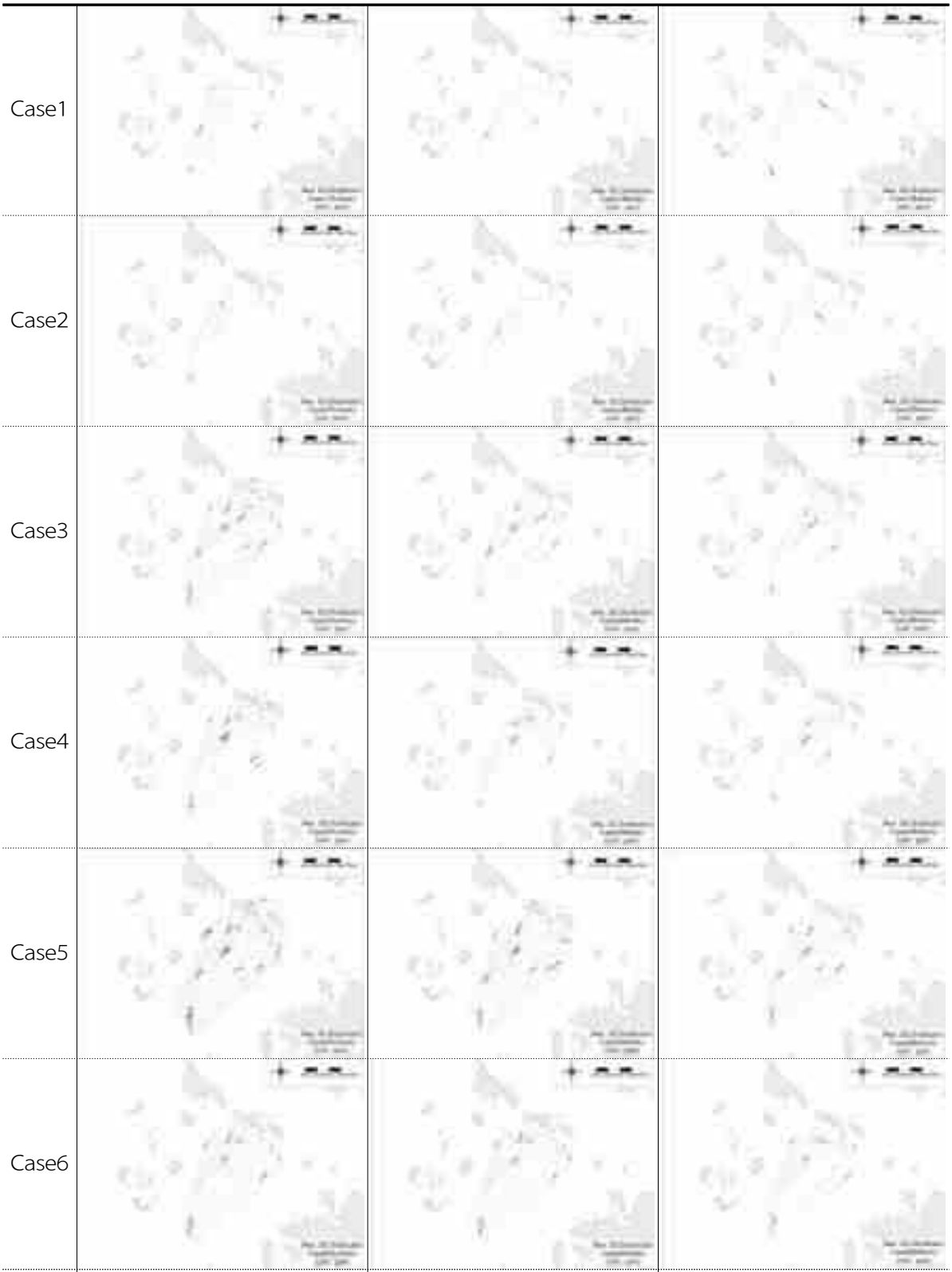
실험 안1	층별	채취시	월류수 확산	채취시 및 월류수 확산
저감 전(7,000,000㎥)	표층	21.1㎢	83.1㎢	105.1㎢
	중층	14.5㎢	71.2㎢	90.2㎢
	저층	-	54.3㎢	58.4㎢
저감 후(6,000,000㎥)	표층	12.4㎢	72.3㎢	89.2㎢
	중층	8.2㎢	63.1㎢	75.1㎢
	저층	-	46.5㎢	50.4㎢
저감 효율(%)	표층	41.2	12.3	15.1
	중층	43.4	11.4	16.7
	저층	-	14.4	13.7

<표> 부유사 확산 실험결과(0.1ppm 농도 최대확산 면적)

실험 안2	층별	채취시
1차년도(6,000,000㎥)	표층	12.8㎢
	중층	8.2㎢
	저층	-
2차년도(5,950,000㎥)	표층	11.6㎢
	중층	7.8㎢
	저층	-
3차년도(5,900,000㎥)	표층	10.2㎢
	중층	7.0㎢
	저층	-

<표> 부유사 확산 실험결과(0.1ppm 농도 최대확산 면적)

실험 안2	층별	동계(채취시 및 월류수)	하계(채취시 및 월류수)
1차년도(6,000,000㎥)	표층	108.5㎢	105.1㎢
	중층	92.8㎢	90.2㎢
	저층	60.1㎢	58.4㎢



<그림> 부유사 최대 확산 범위(실험 안1)

Case 1st			
Case 2nd			
Case 3rd			
	표층	중층	저층

<그림> 부유사 최대 확산 범위(실험 안2)

Case5 동계			
	표층	중층	저층

<그림> 부유사 최대 확산 범위(실험 안3)

나. 개발사업 연혁

○ 2015. 08 : 과업착수

○ 2017. 08 : 인천연안해역 바다골재채취 예정지지정 일반해역이용협의

○ 2017. 11 : 해역이용협의서 1차 보완 제출

○ 2018. 02 : 해역이용협의서 2차 보완 제출

(채취면적 1,575만㎡→1,340만㎡, 채취량 1,000만㎥→700만㎥로 축소)

○ 2018. 07 : 해역이용협의서 3차 보완서 제출(채취량 700만㎥→600만㎥로 축소)

○ 2018. 08 : 해역이용협의 의견 통보

○ 2018. 08 : 해역이용협의 의견 조치계획 제출

(채취면적 13.4㎢→9.5㎢, 채취기간 지정일로부터 5년→예정지 지정 후 허가일로부터 3년으로 축소)

○ 2018. 09 : 골재채취 예정지 지정고시

(인천광역시 고시 제2018-235호, 채취예정량 총 1,785만㎥)

○ 2018. 10 : 옹진군 관할해역 바다골재채취사업 해역이용영향평가서(초안) 제출

○ 2018. 12 : 해역이용영향평가서(초안) 검토의견 수신

(인천지방해양수산청 해양수산환경과-6978)

○ 2019. 08 : 옹진군 관할해역 바다골재채취사업 해역이용영향평가서(본안) 제출

다. 해양환경영향조사

○ 바다골재채취 시 해양환경 및 해양생태계 현황과 저감방안의 지속적인 이행여부 및 해역이용영향평가 단계에서 예측하지 못한 상황의 발생으로 현저한 악영향이 발생될 경우 관련 전문가의 자문을 구한 후 필요한 조치를 취할 수 있도록 하여 그 영향이 최소화 될 수 있도록 해양환경영향조사 계획을 수립·시행할 계획임

○ 또한, 해양환경영향조사 시 본 사업수행으로 인한 대이작도 풀등 지형변화에 미치는 영향을 조사하기 위해 풀등에 대한 입도 등의 퇴적물 분석, 저서생태계 조사, 침퇴적 변화 및 인근 해역의 지형변화에 대한 모니터링을 실시하고, 대상해역 및 풀등 주변의 실제 발생한 현장상황을 감안하여 구체적인 저감방안 및 보완을 수립하여 대이작도 주변해역 해양생태계 보호구역의 보존 및 지속가능한 친환경적 골재채취 방안이 되도록 노력할 계획임

○ 해양환경영향조사 기간은 채취시 3년, 채취 후 3년 시행하며, 조사 항목은 해양물리, 해양화학, 해양 지형·지질, 해양 동·식물상임

3. 회의 개최결과

3.1 1차년도

3.1.1 착수보고회

가. 회의 개요

○ 일 시 : 2020년 7월 2일 목요일 오전 10시 30분~12시 30분

○ 장 소 : 인천광역시 수산자원연구소 2층 회의실

○ 참석자 : 총 13명(발주처, 유관기관, 용역사)

나. 회의 관련 서류 및 사진



(a) 개최공문



(b) 참석자 명단



(c) 회의 사진

3.1.2 중간보고회

가. 회의 개요

○ 일 시 : 2020년 12월 1일 화요일 오전 10시 30분~12시 30분

○ 장 소 : 인천광역시 수산자원연구소 2층 회의실

○ 참석자 : 총 22명(발주처, 유관기관, 자문위원, 용역사)

나. 회의 관련 서류 및 사진



(a) 개최공문



(b) 참석자 명단



(c) 회의 사진

3.1.3 최종보고회

가. 회의 개요

○ 일　시 : 2021년 03월 25일 목요일 오후 02시 00분 ~ 04시 00분

○ 장　소 : 송도스마트밸리지식산업센터 D동 1층 대회의실

○ 참석자 : 총 15명(발주처, 유관기관, 자문위원, 용역사)

나. 회의 관련 서류 및 사진



(a) 개최공문



(b) 참석자 명단



(c) 회의 사진

3.2 2차년도

3.2.1 착수보고회

가. 회의 개요

○ 일 시 : 2021년 4월 14일 수요일 오후 2시~4시

○ 장 소 : 송도스마트밸리지식산업센터 D동 1층 대회의실

○ 참석자 : 총 14명(발주처, 유관기관, 용역사)

나. 회의 관련 서류 및 사진



(a) 개최공문



(b) 참석자 명단



(c) 회의 사진

3.2.2 중간보고회

가. 회의 개요

○ 일 시 : 2021년 9월 28일 수요일 오후 2시~4시

○ 장 소 : 송도스마트밸리지식산업센터 D동 1층 대회의실

○ 참석자 : 총 14명(발주처, 유관기관, 자문위원, 용역사)

나. 회의 관련 서류 및 사진


인천광역시수산자원연구소

(a) 개최공문


참석자 명단

(b) 참석자 명단



(c) 회의 사진

3.2.3 최종보고회

가. 회의 개요

- 일 시 : 2022년 3월 3일 목요일 오후 2시~4시
- 장 소 : 인하대학교 항공우주융합캠퍼스 2층 대회의실
- 참석자 : 총 16명(발주처, 유관기관, 자문위원, 용역사)

나. 회의 관련 서류 및 사진


인천광역시수산자원연구소


참석자 명단

(a) 개최공문 (b) 참석자 명단



(c) 회의 사진

4. 과업내용 이행현황

4.1 현황 파악 및 기본계획 수립에 대한 주요 내용

과업지시서 내용	반영	비고
1. 세부권역(서해5도 제외)별 현황 분석 및 해양환경 정보 구축		
1) 인천광역시(서해5도 제외)에 포함되는 해역을 과학적 근거(지형, 수심, 퇴적물, 담수 영향 등)를 기반으로 세부권역으로 제시	○	pp. 23 ~ 24
① 세부권역 별 조하대 및 조간대 환경 조사 • 조하대: 해양수질, 생태계, 퇴적환경 조사 등 • 조간대: 조간대 대형저서동물, 퇴적환경 조사 등	○	pp. 25 ~ 28 pp. 286
② 권역 별 오염원 유입현황 및 주요 오염원 파악	○	pp. 248 ~ 250
③ 권역 별 마을어업권 등 어장 현황 파악	○	pp. 5 ~ 7
2. 수산생물(특히 유용패류) 생산량 저하에 미치는 환경요인 분석		
1) 수산생물 변화량 분석	○	pp. 7 ~ 9
2) 해양환경 변화 분석 • 인천연안 해양환경 변화 사례(온배수, 오염물질 배출 등)를 조사 및 분석	○	pp. 718 ~ 726
3) 세부권역 별 영양염 배경 농도 제시	○	pp. 442 ~ 448
4) 세부권역 별 오염원 유입에 따른 주요 오염원(T-N, T-P 등)에 대한 정량적 범위 제시 • 오염물질 확산실험을 통한 오염원에 대한 정량적 결과 도출	○	
5) 권역 별 주요 수산생물의 서식지 환경 파악 및 주요 오염원에 대한 생태독성실험 결과 제시 • 하수종말처리장 배출수, 우수(빗물) 등 육상오염원은 반드시 포함	○	pp. 401 ~ 421
3. 어장환경 개선전략 및 정책방향 제시		
1) 수질환경, 퇴적환경, 물리환경 등 환경인자와 생산량 등의 상관성 분석을 통한 권역별 어장 생산량 저하 원인 규명 결론 도출	○	pp. 518 ~ 538
2) 어장환경관리 개선을 위한 체계적이고 효과적인 개선전략 및 정책방향 제시	○	pp. 611 ~ 702
4. 해양환경 변화에 따른 어업인의 새로운 소득원 개발		
1) 주요 수산생물(특히 유용패류)에 대한 서식환경 범위 도출	○	pp. 347 ~ 369 pp. 454 ~ 498
2) 용역 결과를 통한 어장 환경변화에 따른 새로운 소득원을 창출할 수 있는 결과물 도출	○	pp. 549 ~ 702
10. 어장 이용을 통한 새로운 소득원 창출 기본계획 수립		
1) 2022년 기본계획을 수립하여 2023년부터 2027년까지 5년간 실시 할 「어장 이용을 통한 새로운 소득원 창출」기본계획을 수립하여야 함	○	pp. 549 ~ 608
2) 인천의 권역별 어장 특성에 맞게 향후 중장기 계획 수립(2023 ~ 2027년)에 필요한 이용·정책 방향 등이 기본계획에 포함 되어야 함	○	
3) 수산생물의 폐사원인에 대응하기 위한 정책방향 및 수산생물의 폐사가 발생한 지역의 대체 소득원 개발 등의 내용이 포함되어야 함	○	
4) 기본계획의 사업추진 체계, 이용전략 및 사후관리 계획 등을 제시	○	

4.2 현장 조사 및 오염물질 확산실험에 대한 주요 내용

과업지시서 내용	반영	비고
5. 수질환경 조사		
1) 수질조사 항목은 수온, 염분, DO, PH, COD, TOC, 부유물질(SPM), T-N, T-P, 투명도, 용존무기질소 농도(DIN), 용존무기인 농도(DIP), 식물성플랑크톤 농도(Chl-a) 등으로 하며, 그 결과는 항목별 정리 자료와 함께 WQI(생태기반 해수수질 기준)로 제시	○	pp. 29~88
2) 수질환경 조사 항목의 시료채취 및 분석은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2018)에 의거 수행	○	
3) 수질환경 조사 항목 및 정점은 제안서에 제출한 것을 기준으로 발주처와 협의	○	
6. 퇴적환경 조사		
1) 퇴적환경 조사는 입도, 함수율, COD, TOC, 산휘발성황화물(AVS), 강열감량 등의 항목을 분석	○	pp. 89~114
2) 퇴적환경 조사 항목의 시료채취 및 분석은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2018)에 의거 수행	○	
3) 퇴적환경 조사 항목 및 정점은 제안서에 제출한 것을 기준으로 발주처와 협의		
7. 물리환경 및 오염물질 확산 조사		
1) 해수유동 실험	○	pp. 422~453
① 우리나라 연안의 해양 환경영향 평가에 현장 적용성이 입증된 바 있는 3차원 적분 모델을 적용함	○	
② 해수유동 실험을 위한 모델의 범위는 인천 인근해역에 대한 유동 현황을 재현할 수 있도록 충분히 넓은 영역으로 설정함	○	
③ 격자간격은 인천 인근해역의 해수의 유동현상을 정밀하게 재현하도록 최소격자를 정밀하게 구성함	○	
④ 모델의 검증을 위하여 최근에 관측한 조석과 조류자료를 이용함	○	
⑤ 해수유동 실험결과 중 수위와 유속 등의 자료는 오염물질의 확산예측 실험을 위한 입력 자료로 제공함	○	
⑥ 실험대상 조석은 인천항 주요 4개분조(M_2, S_2, K_1, O_1)이상의 조화상수를 이용하여 시행함	○	
⑦ 기타 실험조건은 발주처와 협의하여 수행함	○	
2) 오염물질 확산 실험	○	
① 오염물질이 방류되는 지점에 대한 농도를 분석 함	○	
② 모델은 해수유동에 의한 오염물질의 시·공간적 이동양상을 계산하는 2차원 연직적분 모델을 적용함	○	
③ 모델의 입력 자료인 시·공간별 수위 및 유속은 해수유동 실험결과를 이용함	○	
④ 인천 연안의 향후 오염 부하량을 고려하여 예측 실험을 수행함	○	
⑤ 오염원에 의한 영향권역의 대상해역에서 육상 및 해상 기원 오염물질의 확산을 예측하고 효율적인 오염관리 방안 도출을 위하여 해역의 지형 및 특성을 고려하여 분석함	○	
⑥ 기타 실험조건은 발주처와 협의하여 수행함	○	

과업지시서 내용	반영	비고
8. 해양생태계 조사		
1) 식물플랑크톤은 종조성, 현존량, 엽록소(Chl-*a*), 우점종, 종다양성, 군집구조 등을 분석하여 제시 함	○	pp. 119 ~ 159
2) 동물플랑크톤은 종조성, 현존량, 우점종, 종다양-성, 군집구조 등을 분석하여 제시 함	○	pp. 160 ~ 183
3) 어란 및 자치어는 종조성, 현존량, 우점종, 종다양성지수 등을 분석하여 제시 함	○	pp. 184 ~ 208
4) 대형저서동물은 동물군별 출현종수, 서식밀도, 생체량, 우점종, 종다양성, 군집구조 분석, 건강도지수 등을 분석하여 제시 함	○	pp. 209 ~ 247
5) 조간대 대형저서동물 조사 시 유용패류 서식현황을 병행하여 파악하며, 조사 생물 중 참굴(*Crassostrea gigas*)은 반드시 포함하여야 함	○	pp. 287 ~ 393
6) 해양생태계 조사 항목 및 정점은 제안서에 제출한 것을 기준으로 발주처와 협의하여 조정 함	○	pp. 115 ~ 116
7) 어류자원 조사와 해조류자원 조사는 문헌조사로 수행 가능하며 수행 시 객관적인 자료를 제시하여야 하고 현장조사가 필요할 시 발주처와 협의하여 조정 함	○	pp. 717 ~ 718
9. 생태독성 실험		
1) 생태독성 실험은 현장조사와 실험실내 실험을 수행하여야 하며 인천광역시 관내 지역 중 2곳 이상을 실시하여야함	○	pp. 401 ~ 421
2) 생태독성 실험은 육상오염원(하수종말처리장 배출수, 우수(빗물) 등)과 해상오염원으로 나누어 실시하여야 하며, 육상오염원에 대한 실험은 오염물질의 유입이 많을 것으로 예상되는 시점을 기준으로 전·후 상황을 파악할 수 있도록 조사계획을 수립하여야함	○	
3) 퇴적물 내 중금속 분석항목은 수은(Hg), 구리(Cu), 카드뮴(Cd), 비소(As), 아연(Zn), 크롬(Cr), 납(Pb), 니켈(Ni) 등으로 하며, 시료채취 및 분석은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2018)에 의거 수행 함	○	
4) 실험 대상 종은 권역 내에 서식하는 해양생물을 이용하여 실험하여야 하며 대상 종에 참굴(*Crassostrea gigas*)은 반드시 포함하여야함	○	
5) 실험방법, 실험 대상 종, 정점 등 생태독성 실험부분에 대한 것은 제안서에 제출한 것을 기준으로 발주처와 협의하여 조정 후 수행 함	○	

5. 현장조사 사진

5.1 사전 현장조사

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>면허어장 파악</td><td colspan="2">현장답사</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">지점 위치 기록</td><td>어촌계 및 유관기관 협의</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 정보 수집</td><td>항공 촬영</td><td>Ⅰ권역 어장 전경</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ⅱ권역 어장 전경</td><td>Ⅲ권역 어장 전경</td><td>Ⅳ권역 어장 전경</td></tr>
</table>

5.2 조하대 현황조사

5.2.1 1차년도

가. 2020년 6월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ 권역		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅲ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅲ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅵ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅵ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅵ-3		

나. 2020년 9월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-2		





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-1





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-1





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-3

다. 2020년 12월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-2		





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-1





Ⅲ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-1





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-3

5.2.2 2차년도

가. 2021년 4월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅱ-2



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-1



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-2



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-1



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-2



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-3

나. 2021년 7월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-2		



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-1



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-2



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-1



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-2



해양 수질



부유 생태계



해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-3

다. 2021년 10월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-2		





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-1





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-1





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-3

라. 2022년 1월

		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-2		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅰ-3		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-1		
		
해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물
Ⅱ-2		





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅲ-1





Ⅲ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-1





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-2





해양 수질	부유 생태계	해양 퇴적물 및 저서동물

Ⅵ-3

5.3 바지락 어장 현황조사

5.3.1 1차년도

가. 2020년 6월

			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-1		S1-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-3		S2-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S2-2		S2-3	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-1		S3-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-3		S4-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S4-2		S4-3	

나. 2020년 9월

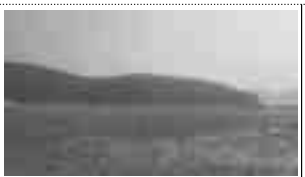
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-1		S1-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-3		S2-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S2-2		S2-3	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-1		S3-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-3		S4-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S4-2		S4-3	

다. 2020년 12월

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S1-1</td><td colspan="2">S1-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S1-3</td><td colspan="2">S2-1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S2-2</td><td colspan="2">S2-3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S3-1</td><td colspan="2">S3-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S4-1</td><td colspan="2">S3-3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S4-2</td><td colspan="2">S4-3</td></tr>
</table>

5.3.2 2차년도

가. 2021년 4월

			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-1		S1-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-3		S2-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S2-2		S2-3	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-1		S3-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-3		S3-4	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S4-1		S4-2	
		-	
어장 환경	퇴적물 및 저서동물		
S4-3			

나. 2021년 7월


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S1-1


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S1-2


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S1-3


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S2-1


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S2-2


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S2-3


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S3-1


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S3-2


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S3-3


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S3-4


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S4-1


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S4-2


어장 환경


퇴적물 및 저서동물

S4-3

-

다. 2021년 10월

			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-1		S1-2	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S1-3		S2-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S2-2		S2-3	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S2-4		S3-1	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S3-2		S3-3	
			
어장 환경	퇴적물 및 저서동물	어장 환경	퇴적물 및 저서동물
S4-1		S4-2	
		-	
어장 환경	퇴적물 및 저서동물		
S4-3			

라. 2022년 1월

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S1-1</td><td colspan="2">S1-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S1-3</td><td colspan="2">S2-1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S2-2</td><td colspan="2">S2-3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S3-1</td><td colspan="2">S3-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S3-3</td><td colspan="2">S3-4</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td></tr>
<tr><td colspan="2">S4-1</td><td colspan="2">S4-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>퇴적물 및 저서동물</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">S4-3</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

5.4 참굴 어장 현황조사

5.4.1 1차년도

가. 2020년 6월

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>부착생물</td><td>어장 환경</td><td>부착생물</td></tr>
<tr><td colspan="2">H1-1</td><td colspan="2">H1-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>부착생물</td><td>어장 환경</td><td>부착생물</td></tr>
<tr><td colspan="2">H2-1</td><td colspan="2">H3-1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>부착생물</td><td>어장 환경</td><td>부착생물</td></tr>
<tr><td colspan="2">H4-1</td><td colspan="2">H4-2</td></tr>
</table>

나. 2020년 9월

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>부착생물</td><td>어장 환경</td><td>부착생물</td></tr>
<tr><td colspan="2">H1-1</td><td colspan="2">H1-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>어장 환경</td><td>부착생물</td><td>어장 환경</td><td>부착생물</td></tr>
<tr><td colspan="2">H2-1</td><td colspan="2">H3-1</td></tr>
</table>


어장 환경


부착생물


어장 환경


부착생물

H4-1 H4-2


어장 환경


부착생물

H4-3

-

다. 2020년 12월


어장 환경


부착생물


어장 환경


부착생물

H1-1 H1-2


어장 환경


부착생물


어장 환경


부착생물

H2-1 H3-1


어장 환경


부착생물


어장 환경


부착생물

H4-1 H4-2


어장 환경


부착생물

H4-3

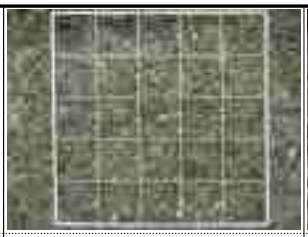
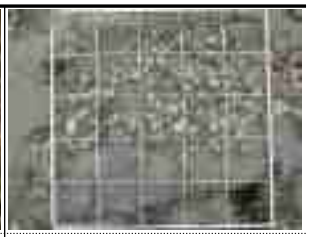
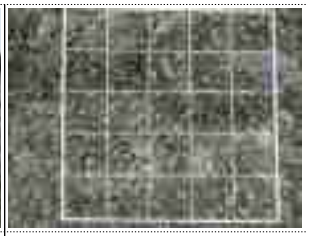
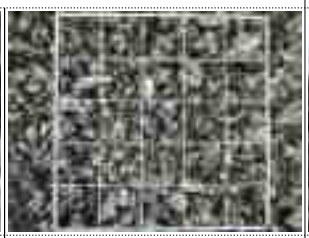
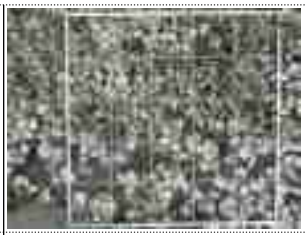
-

5.4.2 2차년도

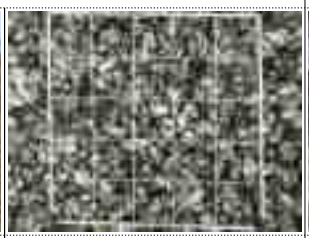
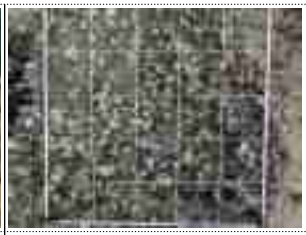
가. 2021년 4월

			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H1-1		H1-2	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H2-1		H3-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H3-2		H4-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H4-2		H4-3	

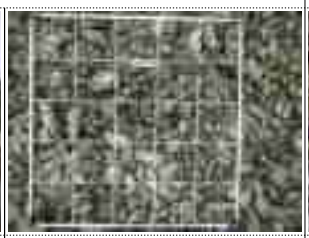
나. 2021년 7월

			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H1-1		H1-2	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H2-1		H3-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H3-2		H4-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H4-2		H4-3	

다. 2021년 10월

			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H1-1		H1-2	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H2-1		H3-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H3-2		H4-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H4-2		H4-3	

라. 2022년 1월

			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H1-1		H1-2	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H2-1		H3-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H3-2		H4-1	
			
어장 환경	부착생물	어장 환경	부착생물
H4-2		H4-3	

5.5 오염원 현황 조사

5.5.1 육상오염원 현황

가. 1차년도

1) 1차(우기 전)



F1 (가좌 하수처리 사업소)



F2 (승기 하수처리 사업소)



F3 (아라천)



F4 (가좌천)

2) 2차(우기 후)



F1 (가좌 하수처리 사업소)



F2 (승기 하수처리 사업소)



F3 (아라천)



F4 (가좌천)

나. 1차년도

1) 1차(우기 후)

	
F1 (가좌 하수처리 사업소)	F2 (승기 하수처리 사업소)

5.5.2 해상오염원 현황

가. 1차년도

1) 1차(우기 전)

	
M1	M2
	
M3	M4

2) 2차(우기 후)

	
M1	M2
	
M3	M4

5.6 오염원 생태독성 실험

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시험생물 탈장</td><td>시험생물 동결건조</td><td>시험생물 크기 측정</td><td>분석 검액</td></tr>
<tr><td colspan="4">참굴, 바지락 체내 중금속 분석 과정</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>물벼룩 배양</td><td>물벼룩 배양수</td><td>물벼룩 어린개체 선별</td><td>시료 농도구배 및 반복구</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">-</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>생물 투입</td><td>항온 배양기</td></tr>
<tr><td colspan="4">물벼룩 독성시험 과정</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>발광박테리아 분석 제품</td><td>발광박테리아 재활성</td><td>시료 희석</td><td>현탁액 투입</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">-</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>시료 투입</td><td>발광량 측정</td></tr>
<tr><td colspan="4">발광박테리아 독성시험 과정</td></tr>
</table>

			
시료 농도 구배	시료 투입	배지 투입	조류 투입
		-	
시험생물 노출	형광값 측정		

해산 규조류 독성시험 과정

			
해산 로티퍼 배양	신생개체 확인	시료 농도구배 및 반복구	생물 투입
		-	
생물 투입	해산 로티퍼 생존율 확인		

해산 로티퍼 독성시험 과정

			
참굴 패각 분리	참굴 생식소 절개법	참굴 정자, 난자 유도	참굴 수정란 확인
		-	
참굴 수정란 투입	시험종료후 포르말린 고정		

참굴 독성시험 과정

			
둥근성게	0.5 M KCl 주입	방란	방정
		-	
수정 확인	정자 및 난자 투입		

성게 독성시험 과정

			
바지락 생물순치 및 배양	바지락 크기선별	시료 준비	생물 투입
		-	
바지락 노출	생물 투입 후 배양		

바지락 독성시험 과정

			
다시마 자낭반 유·무 확인	다시마 세척	다시마 이물질 제거	유주자 방출
		-	
유주자 확인	커버글라스 유주자 부착		

다시마 독성시험 과정

			
생물 배양	퇴적물 시료 투입	멸균 해수 투입	생물 투입후 배양기 투입
		-	
퇴적물 투입 생물 선별	생물 생존 확인		
단각류 독성시험 과정			
			
바지락 생물순치 및 배양	바지락 크기선별	퇴적물 시료	해수 투입
		-	
바지락 투입	생물 투입 후 배양		
바지락 독성시험 과정			

5.7 참굴 대상 실내 실험

5.7.1 수온, 염분 단일 영향시험

<table>
<tr><td> 
참굴 순치</td><td> 
시험 장비</td></tr>
<tr><td> 
참굴 노출</td><td>-</td></tr>
</table>

5.7.2 기온-대기 노출 시간 복합 영향시험

<table>
<tr><td> 
노출 장비</td><td> 
참굴 노출</td></tr>
<tr><td> 
생존 확인</td><td>-</td></tr>
</table>

5.8 참굴 대상 현장 실험

5.8.1 수온계

가. 1차년도

			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2020년 6월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2020년 8월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2020년 10월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2020년 12월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2021년 2월			

나. 2차년도

			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2021년 4월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2021년 6월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2021년 7월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2021년 9월			
			
H1-1	H2-1	H3-1	H4-1
2021년 12월			
			
2022년 2월(회수)			

5.8.2 지반측량



H1-1



H1-2



H2-1



H2-2



H3-1



H3-2



H4-1



H4-4

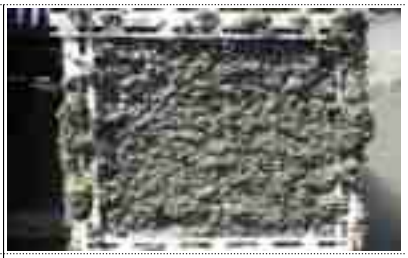
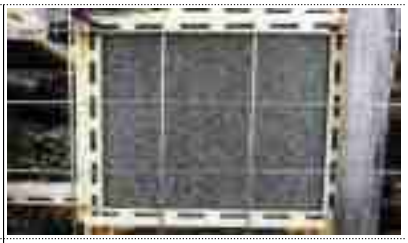
5.8.3 참굴 현장실험

가. 1차년도

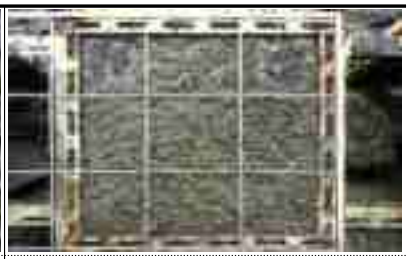
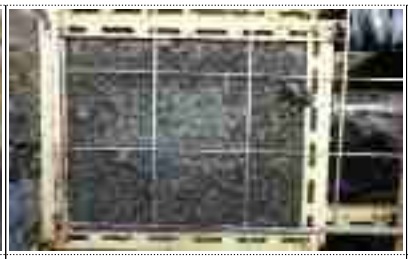
1) 2020년 6월

		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H1-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H1-2		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H2-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H3-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H4-1		

2) 2020년 8월

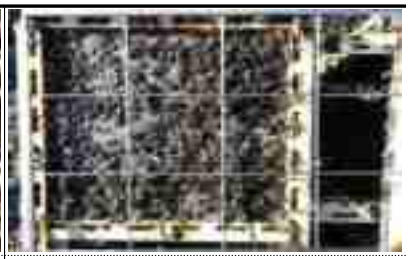
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H1-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H2-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H3-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H4-1		

3) 2020년 10월

		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H1-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H1-2		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H2-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H3-1		
		
참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황
H4-1		

4) 2020년 12월





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H1-1





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H1-2





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H2-1





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H3-1





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H4-1

5) 2021년 2월





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H1-1





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H1-2

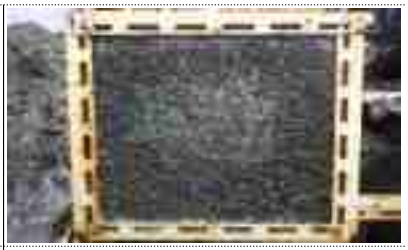




참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H2-1





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H3-1





참굴 현장실험 구조물	부착생물	참굴 현황

H4-1

나. 2차년도

1) 2021년 4월

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>참굴 현황</td><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>참굴 현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">H1-1</td><td colspan="2">H1-2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>어장 환경</td><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>참굴 현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">H1-3</td><td colspan="2">H2-1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>어장 환경</td><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>참굴 현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">H2-2</td><td colspan="2">H3-1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>어장 환경</td><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>어장 환경</td></tr>
<tr><td colspan="2">H3-2</td><td colspan="2">H3-3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>참굴 현황</td><td>참굴 현장실험 구조물</td><td>어장 환경</td></tr>
<tr><td colspan="2">H4-1</td><td colspan="2">H4-4</td></tr>
</table>

2) 2021년 6월


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

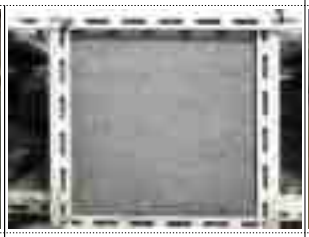
H1-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H1-2


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H1-3


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H2-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

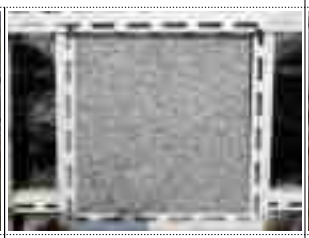
H2-2


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

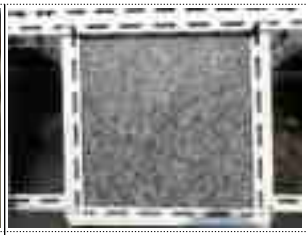
H3-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H3-2


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

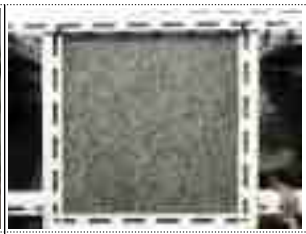
H3-3


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

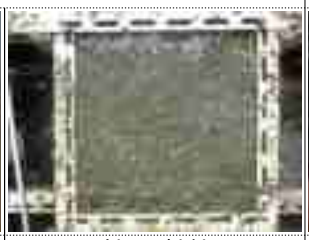
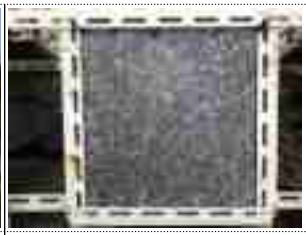
H4-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H4-4

3) 2021년 8월

			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H1-1		H1-2	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H1-3		H2-1	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H2-2		H3-1	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H3-2		H3-3	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H4-1		H4-4	

4) 2021년 10월


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H1-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H1-2


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H1-3


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H2-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H2-2


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

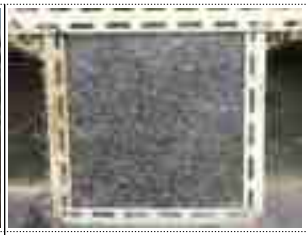
H3-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H3-2


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H3-3


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H4-1


참굴 현장실험 구조물


참굴 현황

H4-4

5) 2021년 12월

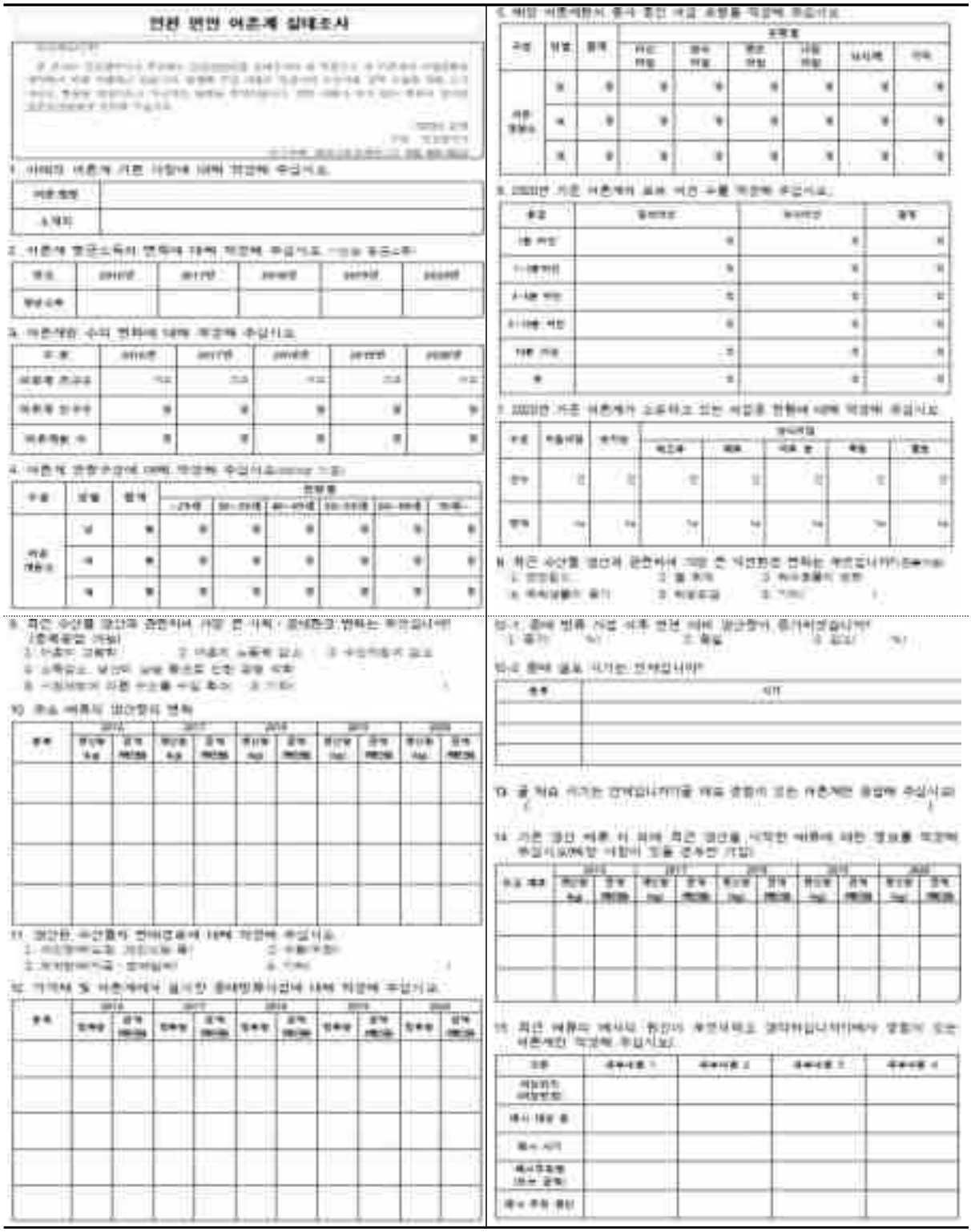
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H1-1		H1-2	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H1-3		H2-1	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H2-2		H3-1	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H3-2		H3-3	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H4-1		H4-4	

6) 2022년 2월

			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H1-1		H1-2	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H1-3		H2-1	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H2-2		H3-1	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H3-2		H3-3	
			
참굴 현장실험 구조물	참굴 현황	참굴 현장실험 구조물	참굴 현황
H4-1		H4-4	

5.9 어촌계 및 유관기관 수요조사

5.9.1 어촌계 설문 조사지



연안 maritime 어촌계 실태조사

1. 어촌계 어촌계 기본 사항에 대해 답변해 주십시오.

어촌 계명	
소재지	

2. 어촌계 평균소득의 변화에 대해 작성해 주십시오 (단위: 원/인/년)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
평균소득					

3. 어촌계원 수의 변화에 대해 작성해 주십시오.

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
세대별 조사수	가구	가구	가구	가구	가구
어촌계 인구수	명	명	명	명	명
어촌계원 수	명	명	명	명	명

4. 어촌계 연령구성에 대해 작성해 주십시오(2016년 기준)

구분	성별	합계	연령별					
			~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60~69세	70세~
어촌계원수	남	명	명	명	명	명	명	명
	여	명	명	명	명	명	명	명
	계	명	명	명	명	명	명	명

5. 최근 수산물 생산과 관련하여 가장 큰 어획 · 생태환경 변화는 무엇입니까? (중복응답 가능)

① 어종의 감소(증가) ② 어종의 노출(부재) 감소 ③ 수산자원의 감소
④ 소득감소, 부산어 실망 등으로 인한 경영 어려
⑤ 어장이용이 자원 수산물 수입 증가 ⑥ 기타( )

6) 주요 어획되는 생산량의 변화

품목	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년	
	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)

11. 생산량, 수산물의 변화(감소)에 대해 작성해 주십시오.

1. 어선장비노후, 기술(어획 등)
2. 어획부진(
3. 기타( )

12. 귀하께서 및 어촌계에서 실시한 종합행정사업에 대해 작성해 주십시오.

품목	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년	
	참여율	금액 (백만원)	참여율	금액 (백만원)	참여율	금액 (백만원)	참여율	금액 (백만원)	참여율	금액 (백만원)

6. 해당 어촌계원의 종사 중인 어업 조합을 작성해 주십시오.

구분	업종	합계	주택보					
			자산 현황	생계 현황	문화 현황	사회 현황	노사계	기타
어촌 생활수	수	명	명	명	명	명	명	명
	계	명	명	명	명	명	명	명
	계	명	명	명	명	명	명	명

8. 2000년 기준 어촌계가 보유 어선 수를 작성해 주십시오.

종별	동력어선	무동력선	합계
1톤 미만	척	척	척
1~3톤미만	척	척	척
3~5톤 미만	척	척	척
5~10톤 미만	척	척	척
10톤 이상	척	척	척
계	척	척	척

9. 2000년 기준 어촌계가 소유하고 있는 어업권 현황에 대해 작성해 주십시오.

구분	어업면허	면허번호	면허기간				
			시작일	종료	시작 일	종료	종료
면적	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡
면적	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡

8. 최근 수산물 생산과 관련하여 가장 큰 어업환경 변화는 무엇입니까?(중복응답 가능)

① 생산량의 감소 ② 물 오염 ③ 해수온도의 상승
④ 해저생물의 증가 ⑤ 해양쓰레기 ⑥ 기타( )

10-1. 올해 영흥 사업 이후 연료 이외 생산량이 증가하였습니까?

① 증가(%) ② 동일 ③ 감소(%)

10-2 증어 감소 시기는 언제입니까?

종류	시기

12. 귀 적요 시기는 언제입니까? (중복응답 가능)

( )

14. 기존 생산 어종 이 외에 최근 생산을 시작한 어종에 대한 정보를 작성해 주십시오(예상 어업이 있을 경우만 기입)

주요 품목	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년	
	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)	생산량 (kg)	금액 (백만원)

15. 최근 어류의 에서식 환경이 우연사태고 생각하십니까?에서 생활이 있는 어촌계만 작성해 주십시오.

구분	주요어종 1	주요어종 2	주요어종 3	주요어종 4
어장위치 어장면적				
에서 채포 종				
에서 시기				
에서주요원 (주요 금액)				
에서 주요 원인				

16. 현재 귀 어촌계에서 생산하기에 시급 적합한 품목(종류)은 무엇이라고 생각하십니까?

(　　)

17. 어업환경개선사업 실시 여부

구분	대상어장	어업배출시설물	기타	효과유무		
어장 정화				상	중	하
오염물질				상	중	하
침적				상	중	하
부식				상	중	하
해 수질시설				상	중	하
기타				상	중	하

18. 어촌체험마을을 운영 중이십니까?

① 운영중이다(→ 문18-1로 이동)　　② 운영하지 않는다(→ 문18-2로 이동)

18-1. 어촌체험마을 운영은 언제부터 시작하였습니까?

(　　)

18-2. 최근 5년간 어촌체험마을 방문객 수 및 체험객 수 그리고 수입현황에 대해 아래 작성해 주십시오(어촌체험 마을을 운영 중인 어촌계만 작성해 주십시오)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
방문객 수					
체험객 수					
체험마을 총수입					

19. 어촌계에서 생각하는 적합한 소득작물 발굴은 무엇이라고 생각하십니까?

(　　)

20. 향후 어촌계의 발전 및 경쟁력향상 대책을 위해 기타사항에 건의하고 싶은 내용을 자유롭게 기술 해주시기 바랍니다.

☺ 이상입니다. 설문에 응답해주셔서 감사합니다 ☺

5.9.2 어촌계 면담

			
흥왕어촌계	동검어촌계	구읍어촌계	신불어촌계
			
을왕어촌계	포내어촌계	남북어촌계	운서어촌계
			
운북어촌계	외리어촌계	업벌어촌계	용담어촌계
			
시도어촌계	내리어촌계	선두어촌계	초지어촌계
			
장봉어촌계	승봉어촌계	덕적어촌계	영암어촌계

6. 시험성적서

6.1 조하대 현황조사 수질

6.1.1 1차년도

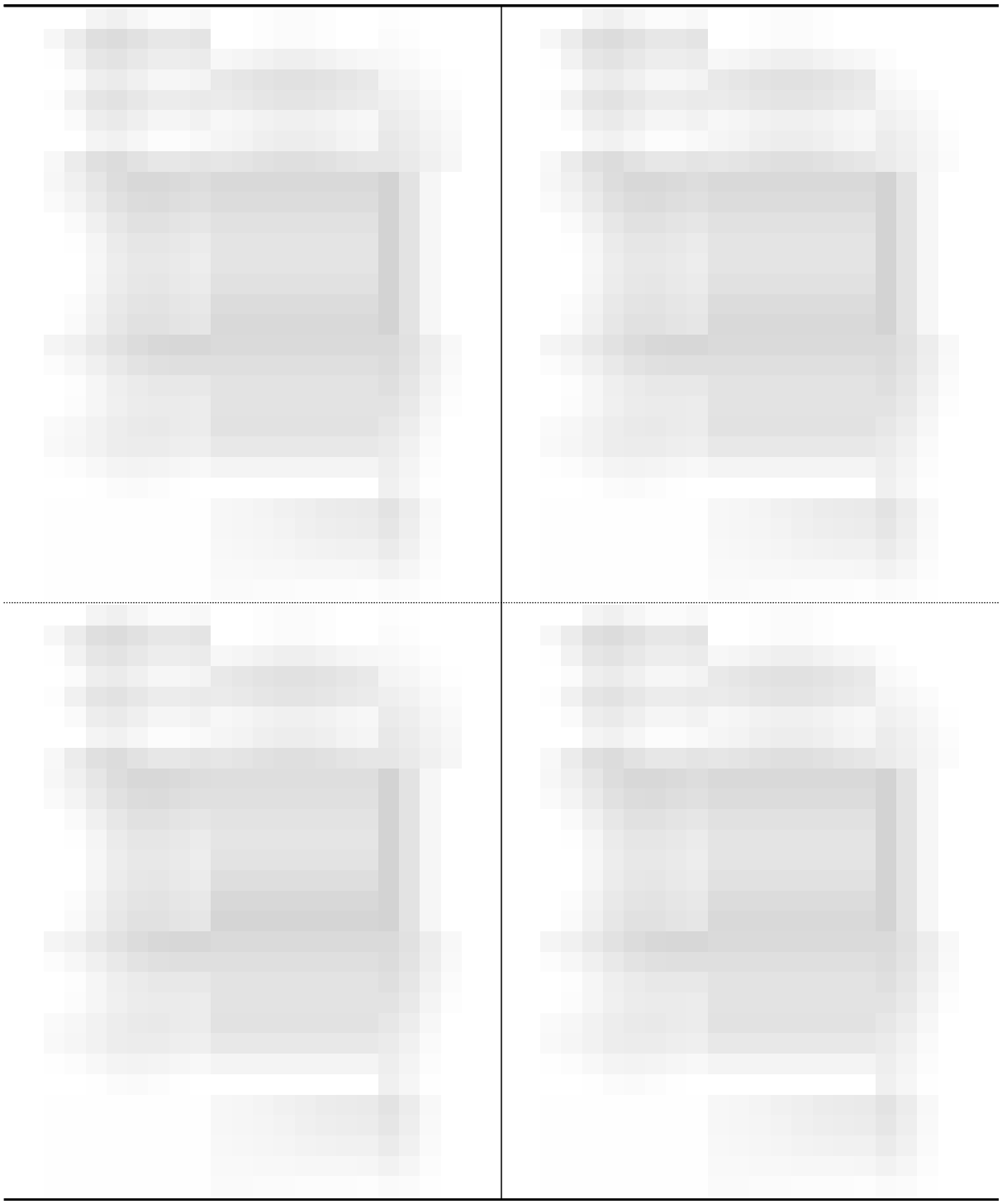






-

6.1.2 2차년도



6.2 조하대 현황조사 퇴적물

6.2.1 1차년도



2020년 6월



2020년 9월


분 석 결 과 서



2020년 12월

6.2.2 2차년도



2021년 4월



2021년 7월



2021년 10월



2022년 1월

7. 출현종 목록

7.1 식물플랑크톤

7.1.1 1차년도

<표> 2020년 6월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Bacillariophyceae	*Bacteriastrum* sp.					3					
	Biddulphia longicruris	16	15	5	8	8	12	2	4	4	4
	Chaetoceros affinis	6									
	Chaetoceros debilis	32	37	46	21	34	31	26	23	23	23
	Chaetoceros decipiens	8	10	7	14	17	12	3	10	10	10
	Chaetoceros didymus	77	47	107	43	34	65	102	66	66	66
	Chaetoceros laciniosus	38	35	20	12	36	42	36	27	27	27
	Chaetoceros lorenzianus		3		2						
	Chaetoceros pseudocrinitus		13	9	8		9				
	Chaetoceros socialis	2	2				5				
	Chaetoceros sp.1	159	123	108	127	60	104	81	98	98	98
	Chaetoceros sp.2	9	65	9	12	30	49	9	23	23	23
	Coscinodiscus sp.	1				1	3				
	Cylindrotheca closterium	22	16	17	10	20	20	21	9	9	9
	Diploneis sp.										
	Eucampia zodiacus		3				2	2			
	Fragilaria sp.	2									
	Guinardia delicatula		1			3					
	Leptocylindrus sp.	7	4	7	5	7	3	10			
	Navicula sp.1			2	1	1	1	1			
	Navicula sp.2	4	1	2	1		3	1	1	1	1
	Nitzschia sp.		1	1				1			
	Pleurosigma sp.1		1								
	Pleurosigma sp.2					1					
	Pseudo-nitzschia spp.	83	102	80	121	132	157	59	53	53	53
	Rhizosolenia sp.1	1									
	Rhizosolenia sp.2						1	1	3	3	3
	Skeletonema spp.	52	88	43	31	75	108	9	5	5	5
	Stauroneis membranacea			1							
	Thalassionema nitzschioides	14	27	20	15	11	10	24	13	13	13
	Thalassiosira rotula					2			1	1	1
	Thalassiosira sp.	5	7	9	4	5	5	4	1	1	1
Chrysophyceae	*Dictyocha speculum*							1			
Cryptophyceae	Cryptomonads	369	264	479	159	371	403	551	440	440	440
Dinophyceae	*Gyrodinium* sp.			3				4	2	2	2
	Katodinium glaucum			2			1		1	1	1
	Oxyphysis sp.			1							
	Prorocentrum micans	3	3	7	3	1	4	6	5	5	5
	Prorocentrum minimum	1	1				2		1	1	1
합계(cells/㎖)		911	869	985	597	852	1,052	954	786	786	786
출현종수		22	24	23	19	21	24	22	20	20	20

<표> 2020년 6월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	1			1		1				
	Amphiprora spp.	1		1	1	3					
	Amphora spp.	1		1		2				2	
	Asterionella kariana	96	459	28	60	34	31	7	131	56	63
	Asterionellopsis glacialis	2	16	1	1	5	3		6	2	3
	Biddulphia spp.					1	2				
	Chaetoceros spp.					2	7				
	Coscinodiscus asteromphalus		1								
	Coscinodiscus spp.	13		7	3	2	3	5	3	2	5
	Cylindrotheca closterium	31	47	32	8	13	16	18	34	26	5
	Cymbella spp.			1							
	Diploneis spp.	1						1			1
	Ditylum brightwellii	46	51	98	134	316	420	198	34	12	17
Bacillariophyceae	*Melosira* spp.	2									
	Navicula spp.	12	12	8	2	9	1		4	4	2
	Nitzschia sigma		1	1							
	Nitzschia spp.	1									
	Odontella spp.				1	4	4	1	2	1	
	Paralia sulcata	24	11	11	2	10	17	8	72	43	14
	Plagiogramma vanheurckii	11	9								4
	Pleurosigma spp.	3	2		2			3	2	1	2
	Pseudo-nitzschia spp.	6	18	10	7	15	7	1	3	3	3
	Rhizosolenia delicatula	3									
	Skeletonema spp.	93	203	149	69	50	145	140		59	92
	Thalassionema nitzschioides	1									1
	Thalassiosira nordenskioeldii	3	11	6	8	15	17	8	9	9	
	Thalassiosira spp.	22	25	20	19	5	12	4	15	8	9
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*	1	1	1	1	1					
Cryptophyceae	Cryptomonas spp.	80	296	176	274	304	561	328	131	313	253
	Gyrodinium spp.	1		1		1	1				
	Prorocentrum micans	3		1		1					
Dinophyceae	*Prorocentrum minimum*			1	1	4	6	4		1	
	Prorocentrum spp.	3	4	3	4	3	4			4	5
	Protoperidinium spp.		3	1	2	1					1
	Tripos furca				1						
Ebryophyceae	*Ebria tripartita*				1						
Euglenophyceae	*Euglena* spp.					1					
합계(cells/㎖)		461	1,170	558	602	802	1,258	726	446	546	480
출현종수		26	18	22	22	24	19	14	13	17	17

<표> 2020년 9월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	1	1	3			1		3	3	2
	Actinoptychus splendens	2		1							
	Asterionella kariana							3			
	Asterionellopsis glacialis	4	2		1					2	4
	Bacteriastrum						6				
	Biddulphia spp.		9						3		
	Chaetoceros danicus		2	3	3			7			
	Chaetoceros debilis	298	607	63	650	184	382	123	235	192	341
	Chaetoceros decipiens					16					
	Chaetoceros didymus	9			6	7				4	6
	Chaetoceros pseudocrinitus	7	6					7			
	Chaetoceros pseudocurvisetus	5					12	4			4
	Chaetoceros socialis		65								
	Chaetoceros spp.	7	4	7	4	9				6	
	Coscinodiscus centralis		1								
	Coscinodiscus marginatus	1									
	Coscinodiscus oculus	3		2					2		
	Coscinodiscus perforatus		1								
	Coscinodiscus spp.	3	2				3				
	Cylindrotheca closterium	3		1	7		3	4	3	4	
	Ditylum brightwellii	2	3		1	1				2	
Bacillariophyceae	*Eucampia zodiacus*	943	1,003	720	626	648	639	575	292	224	56
	Fragilaria spp.	5	5								
	Guinardia flaccida	3	2		11		3	4	7		
	Gyrosigma acuminatum	1	1		1				3		
	Hemiaulus spp.			3							
	Leptocylindrus		4		2	2	5				
	Licmophora spp.						3				
	Melosira spp.	4	3	3	6	20	4		10		8
	Navicula spp.	1	4	1	5	2	2	4	5	2	3
	Nitzschia spp.	1		4	3	6	3	2	1	2	
	Odontella spp.				3		1		2		
	Paralia sulcata		7	7	12				4		
	Pleurosigma spp.	2	3	3	3			3	3		2
	Pseudo-nitzschia spp.	230	65	34	21	13		7		13	
	Rhizosolenia spp.	3		4	2	5	3		5	3	4
	Skeletonema spp.	162	20	360			14	31	114		
	Stephanopyxis spp.	12				15			3		
	Thalassionema frauenfeldii		3				2		4		
	Thalassionema nitzschioides										8
	Thalassiosira condensata	6									
	Thalassiosira nordenskioeldii	9	3	2	3	8			6	1	3
	Thalassiosira pacifica								3		
	Thalassiosira spp.	4	1				5				4
Cryptophyceae	Cryptomonas spp.	21	5	9	40	40	8	8	12	32	9
	Dinophysis spp.				1						
	Gyrodinium fusiforme		3		2	2			3		1
	Gyrodinium spp.					8					2
Dinophyceae	*Prorocentrum minimum*		1								
	Prorocentrum spp.		1	3		3	2	6		3	2
	Protoperidinium spp.			1	2	4	1		3	2	8
	Tripos fusus		2		1				2		
Euglenophyceae	*Phacus* spp.		5								
	합계(cells/㎖)	1,752	1,844	1,234	1,416	993	1,102	788	728	495	467
	출현종수	29	32	21	25	19	21	15	24	16	18

<표> 2020년 9월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	3	1	1	3			2	3	2	
	Actinoptychus splendens									1	
	Asterionella kariana					4					
	Asterionellopsis glacialis		13				3				8
	Biddulphia spp.								3		
	Chaetoceros compressus			7							
	Chaetoceros danicus										2
	Chaetoceros debilis	397	462	253	668	88	145	329	37	166	134
	Chaetoceros decipiens		8		9		7				
	Chaetoceros didymus					11					
	Chaetoceros pseudocurvisetus		11			4					3
	Chaetoceros socialis	11	18		20		28				8
	Chaetoceros spp.		11	10	8	14	3	4			
	Coscinodiscus centralis				1	1	2				
	Coscinodiscus marginatus	1	1	2	1				1		
	Coscinodiscus oculus			1	1	2	1				
	Coscinodiscus perforatus		1		1				1		
	Coscinodiscus spp.				3						
	Cylindrotheca closterium		16		6	3	2	7	3	2	2
	Ditylum brightwellii		5					3			
Bacillariophyceae	*Eucampia zodiacus*	470	1,493	349	619	327	684	444	73	119	218
	Fragilaria spp.					8					
	Guinardia flaccida			3			3			5	
	Gyrosigma acuminatum				1	2		2		2	
	Hemiaulus spp.			3							
	Leptocylindrus			3	2		4	4			
	Melosira spp.	4	3	3	3	4	5	4		10	4
	Navicula membranacea						3				
	Navicula spp.		1	2	5	7	6	4	2	2	
	Nitzschia spp.		3	5	4	3	3	3		10	2
	Odontella spp.	3		2			2			2	
	Paralia sulcata	6	4	7			15	4			4
	Pleurosigma spp.		3	1	2		4	1		5	3
	Pseudo-nitzschia spp.	31	224	5	31	24	5			16	
	Rhizosolenia spp.	6		3			3	1	2		10
	Skeletonema spp.	103	37	52			17	57		8	24
	Stephanopyxis spp.	7	8	4	3		3				
	Thalassionema nitzschioides						3		3		5
	Thalassiosira condensata		3		2						
	Thalassiosira nordenskioeldii		11	3	3	6		3		1	2
	Thalassiosira spp.		7								
Cryptophyceae	Cryptomonas spp.	9	5	6	17	5	28	5	5	14	8
	Ceratium spp.		2								
	Dinophysis spp.						1			1	
	Gyrodinium fusiforme		3		3		2		3	2	
	Gyrodinium spp.				4	3	1		1		
Dinophyceae	*Karenia mikimotoi*		1								
	Prorocentrum minimum										1
	Prorocentrum spp.	3			3		3	3		3	3
	Protoperidinium spp.		3		5		3	3	2		
	Tripos fusus				3						
Ebryophyceae	*Ebria tripartita*						2				
	합계(cells/㎖)	1,054	2,358	725	1,431	516	991	883	139	371	441
	출현종수	14	28	22	28	18	30	19	14	19	18

<표> 2020년 12월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Bacillariophyceae	*Actinoptychus senarius*	1		2	3		1	4	1		
	Actinoptychus splendens	2			2	1			1		
	Amphiprora spp.	1									
	Amphora spp.	1									
	Asterionella kariana									3	
	Asterionellopsis glacialis		5								
	Biddulphia spp.				6						
	Coscinodiscus centralis	2			2				1		
	Coscinodiscus marginatus	1					1			1	
	Coscinodiscus oculus	1	2	1			1	2	1	1	
	Coscinodiscus radiatus									1	
	Coscinodiscus rothii		1								
	Cylindrotheca closterium		1				2		1		2
	Cymbella spp.	1									
	Diploneis spp.				2						
	Ditylum brightwellii						1				
	Fragilaria spp.						4	4			5
	Guinardia delicatula	2									
	Gyrosigma spp.				2						
	Leptocylindrus										1
	Melosira spp.							4			2
	Navicula spp.		1	2		1	1	2	1		1
	Nitzschia spp.	1		1		1	1	2			1
	Odontella spp.					1					
	Paralia sulcata	116	10	14	11	23	15	34	4	27	14
	Pleurosigma spp.		1		4	1			1		1
	Pseudo-nitzschia spp.		1								1
	Rhizosolenia spp.			1				3			
	Skeletonema spp.	32	26	24	6		15	11	4	10	
	Thalassionema nitzschioides								3		
	Thalassiosira nordenskioeldii		1		2		1				2
	Thalassiosira spp.		1				1		2		
Cryptophyceae	Cryptomonas spp.	9	13	38	12	15	24	12	36	17	24
Dinophyceae	*Gyrodinium* spp.	1									
	Katodinium spp.	1									
	Prorocentrum spp.		1		2		1				1
	Protoperidinium spp.		1								
합계(cells/㎖)		172	65	83	54	43	69	78	56	60	55
출현종수		15	14	8	12	7	14	10	12	7	12

<표> 2020년 12월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius		2	1	2	1	2	1	1	1	1
	Actinoptychus splendens	1	1		2	1					
	Bacillaria paxillifer								4		
	Campyloneis spp.				2						
	Chaetoceros debilis										6
	Coscinodiscus asteromphalus						1				
	Coscinodiscus centralis		1	1				1		1	
	Coscinodiscus marginatus	1	1	1			1			1	1
	Coscinodiscus oculus			1	2					1	
	Coscinodiscus spp.									1	1
	Cylindrotheca closterium		1			1		2			2
	Fragilaria spp.	4	3	3			5				
Bacillariophyceae	*Guinardia delicatula*		1								
	Gyrosigma spp.					1					
	Leptocylindrus		3								
	Melosira spp.	3	2								
	Navicula spp.	3			2	2	1	1	3	1	
	Nitzschia spp.						1		2	2	
	Paralia sulcata	13	5	5	36		24	6	14	21	15
	Pleurosigma spp.	1			2	1		1		1	
	Pseudo-nitzschia spp.								10	1	
	Rhizosolenia spp.				2						
	Skeletonema spp.		20	17	6					3	
	Thalassionema nitzschioides								2		1
	Thalassiosira nordenskioeldii						1		1	1	
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*	1									
Cryptophyceae	Cryptomonas spp.	17	8	13	15	27	14	31	29	26	20
	Gyrodinium spp.						1		1		
Dinophyceae	*Prorocentrum* spp.			2	2			2	2		2
	Protoperidinium spp.							1	2		
	Tripos furca								2		
합계(cells/㎖)		44	48	44	73	34	51	46	73	61	49
출현종수		9	12	9	11	7	10	9	13	13	9

7.1.2 2차년도

<표> 2021년 4월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	1		3	1	1	2	10	2	3	2
	Actinoptychus splendens			1	1	1		1	1		3
	Asterionellopsis glacialis							7			
	Asterionellopsis kariana	5		9			13				
	Biddulphia reticulata								8		8
	Campyloneis sp.								2		
	Chaetoceros debilis			85	64	42	63	222	19	43	171
	Chaetoceros pseudocurvisetus					10				8	4
	Chaetoceros socialis			5						4	
	Chaetoceros sp.1			7	4	5	5	10		9	6
	Chaetoceros sp.2				3		8			2	
	Coscinodiscus centralis								4	1	2
	Coscinodiscus marginatus	1		1	1		8		2	1	3
	Coscinodiscus oculus-iridis			1	2					1	3
	Coscinodiscus sp.1				1	2		1			3
	Coscinodiscus sp.2				1						
	Cylindrotheca closterium	2	2	4	6	42			2		
	Ditylum brightwellii			12		3		4	2	4	4
	Leptocylindrus sp.		3								
	Melosira lineata						7				
Bacillariophyceae	*Melosira* sp.1	3					11				4
	Melosira sp.2			6			5				2
	Navicula sp.1	1		1		1	2	2	2		
	Navicula sp.2	1						1			
	Navicula sp.3			1							
	Nitzschia closterium			1							
	Nitzschia sp.	1		4							
	Paralia sulcata	9		31	101				35	7	28
	Pleurosigma sp.1					2					
	Pseudo-nitzschia spp.		1	1	1	3	6	4			
	Rhizosolenia sp.1	2		1			3			3	3
	Rhizosolenia sp.2			2							
	Skeletonema spp.	320	25	2,070	883	1,005	1,962	1,662	939	1,339	790
	Stephanopyxis sp.	2									
	Thalassionema nitzschioides										4
	Thalassiosira condensata			22		5	41	26			
	Thalassiosira eccentrica			11							
	Thalassiosira hyalina	4									
	Thalassiosira nordenskioeldii	1		174	58	190	344	246	30	9	178
	Thalassiosira pacifica			9	3	4	21	11		4	8
	Thalassiosira sp.1	5		19	6	7	7	10	14		3
	Thalassiosira sp.2	2			3	1	4	3			
Cryptophyceae	Cryptomonads	39	47	41	65	108	287	88	37	13	100
	Gyrodinium sp.	1					2				
	Oxyphysis sp.				1						
Dinophyceae	*Prorocentrum* sp.1		1			2		3			
	Prorocentrum sp.2					1					
	Protoperidinium sp.1		1		1			1			
	Protoperidinium sp.2			2							
Euglenophyceae	*Euglena* sp.	1									
	합계(cells/㎖)	401	80	2,524	1,206	1,435	2,801	2,312	1,099	1,451	1,329
	출현종수	19	7	27	20	20	20	19	15	16	21

<표> 2021년 4월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	1	1	1	1	3	4	2	3	1	3
	Actinoptychus splendens			1		2		1	1		
	Asterionellopsis glacialis			4		1		4			6
	Asterionellopsis kariana			10	4		28	29		4	
	Biddulphia reticulata			7		4				10	
	Chaetoceros danicus				2	3					
	Chaetoceros debilis			323	298	4	23	337	38	27	
	Chaetoceros pseudocurvisetus					4					
	Chaetoceros socialis			16				11			
	Chaetoceros sp.1			4		6		8			
	Coscinodiscus centralis		1		3						3
	Coscinodiscus marginatus	1		2	1	3		3	7	3	
	Coscinodiscus oculus-iridis	1	1	1		1		1		1	1
	Coscinodiscus sp.1	1	2		1		1	1	2	3	3
	Cylindrotheca closterium		2	2	3	26	12	7		3	3
	Ditylum brightwellii		4	4	5		8		6	3	7
	Fragilaria sp.								14		
	Leptocylindrus sp.								6		
	Melosira sp.1			2	3		14	4	7	4	
	Melosira sp.2								4		
Bacillariophyceae	*Navicula* sp.1	1	1		1	2	6	3	3	4	1
	Navicula sp.2	1		1	1	1	2	1	1	3	2
	Navicula sp.3			2						1	
	Nitzschia closterium								1		
	Nitzschia sp.		1		2	1		2	1		
	Paralia sulcata	8	24		4					21	29
	Pleurosigma sp.1	1			1	3	3	2	3		1
	Pleurosigma sp.2		1								
	Pseudo-nitzschia spp.		1		7	2		1	4		
	Rhizosolenia sp.1			1						3	
	Rhizosolenia sp.2			1							
	Skeletonema spp.	82	404	1,577	497	1,150	2,008	1,216	967	646	853
	Thalassionema frauenfeldii				1						
	Thalassionema nitzschioides					4					
	Thalassiosira condensata	3		4	4	10	16				
	Thalassiosira eccentrica	3									
	Thalassiosira hyalina			2				7	4		
	Thalassiosira nordenskioeldii	3	4	370	36	181	416	132	66	12	20
	Thalassiosira pacifica				8	10	36	26	7	10	
	Thalassiosira sp.1	1	2	4	4	4	4	19	10	4	3
	Thalassiosira sp.2		4	7				2		6	2
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*				1						
Cryptophyceae	Cryptomonads	19	21	20	123	196	64	191	30	37	64
Cyanophyceae	*Lyngbya* sp.	1									
	Gyrodinium sp.			1	1	1				1	
	Prorocentrum sp.1		3				3			3	6
Dinophyceae	*Prorocentrum* sp.2										3
	Protoperidinium sp.1		1	2		3					
	Protoperidinium sp.2			1		1					
합계(cells/㎖)		127	478	2,370	1,012	1,626	2,648	2,010	1,185	810	1,010
출현종수		15	18	27	25	26	17	24	22	23	18

<표> 2021년 7월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Bacillariophyceae	*Actinoptychus senarius*	1		4		3			3	2	3
	Asterionellopsis glacialis	90	122						2	4	
	Aulacoseira granulata			14							
	Biddulphia sp.	1	5								
	Campyloneis sp.			1							
	Chaetoceros compressus	3									
	Chaetoceros danicus										3
	Chaetoceros debilis	8	9		23	55	27		109	80	
	Chaetoceros didymus	4			5						
	Chaetoceros pseudocurvisetus		4								
	Chaetoceros socialis				18					53	
	Chaetoceros sp.1	4		10	5				4		5
	Chaetoceros sp.2		7		3						
	Coscinodiscus marginatus			6			3	1			
	Coscinodiscus oculus-iridis			2		4	1				
	Coscinodiscus sp.1	1	1								1
	Coscinodiscus sp.2		3			2					
	Cylindrotheca closterium		7	74	2				1	7	
	Ditylum brightwellii	3	11		2				3		
	Eucampia zodiacus	2	5			24			4	108	
	Guinardia delicatula	3	15	3	129	121	81	21	58	56	43
	Guinardia flaccida	2									
	Gyrosigma sp.			4							
	Leptocylindrus sp.			4							
	Melosira sp.1	2	13	40			3				4
	Melosira sp.2	3		11							
	Meuniera membranacea		11		5	9	6		11	7	3
	Navicula sp.1		1	4	6	1	3	3	2	4	3
	Navicula sp.2		1		2			3	1		
	Nitzschia sp.1	1		3	4	3	6	4	3		1
	Nitzschia sp.2		1				3				
	Odontella sp.	3	5								
	Paralia sulcata				6	7		11			9
	Pleurosigma sp.			2		3			2		
	Pseudo-nitzschia spp.	1	3	104	86	5	66	33	2	3	9
	Rhizosolenia sp.1	6	12	12	20	7	3	3	9	80	9
	Rhizosolenia sp.2	3	3		8	2	2		3	8	
	Skeletonema spp.	230	25	1,952	23		21	21			22
	Thalassionema nitzschioides	4	5								
	Thalassiosira nordenskioeldii	3	3	8							4
	Thalassiosira pacifica	5	13	35							
	Thalassiosira sp.1	6		413							
	Thalassiosira sp.2			65							
	Thalassiosira sp.3			45							
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*	2			2						
	Octactis speculum					1					
Cryptophyceae	Cryptomonads	386	195	133	462	330	132	121	348	96	83
Dinophyceae	*Gyrodinium* sp.								3		3
	Oxyphysis sp.										2
	Prorocentrum sp.1	4				3		1	5		
	Prorocentrum sp.2		4			6			2		
	Protoperidinium sp.1	1	2	12	5		1	3		3	2
	Protoperidinium sp.2	2	1	6	2			2			
	Tripos furca	2	2								
	Tripos fusus									3	
합계(cells/㎖)		911	869	985	597	852	1,052	954	786	786	786
출현종수		22	24	23	19	21	24	22	20	20	20

<표> 2021년 7월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	1	2	4			2	2		4	
	Actinoptychus splendens		1				1				
	Amphiprora sp.			2							
	Asterionellopsis glacialis	100	137	4					3		10
	Aulacoseira granulata	4	2				2				
	Biddulphia sp.		2								
	Chaetoceros danicus	2									
	Chaetoceros debilis	16	80	15	52	24			122	38	52
	Chaetoceros pseudocurvisetus	4	2		8						4
	Chaetoceros socialis				23				63		
	Chaetoceros sp.1		3	8				3	4		
	Coscinodiscus marginatus			10							
	Coscinodiscus oculus-iridis	1	2				1				
	Coscinodiscus sp.1							1			
	Coscinodiscus sp.2			3				1			
	Cylindrotheca closterium	4	4	142	6				2	2	
	Ditylum brightwellii	4	8	4		2	2	2			2
	Eucampia zodiacus	2			11	5			59	38	4
	Guinardia delicatula	4	6	12	94	143	59	40	55	65	
	Guinardia flaccida		3							4	3
Bacillariophyceae	*Gyrosigma* sp.		1	1							
	Melosira sp.1	4	3	37			4			11	3
	Melosira sp.2	6				4					
	Meuniera membranacea				8	7	9	11	18	19	4
	Navicula sp.1	1		12		1		3	4	4	3
	Navicula sp.2							2		2	
	Nitzschia sp.1	3				2	2			4	3
	Odontella sp.	7	3								
	Paralia sulcata	16	7			7	8	6	11	11	4
	Pleurosigma sp.	2		4					1		1
	Pseudo-nitzschia spp.	7		166	3	164	55	5	52	19	11
	Rhizosolenia sp.1	9	8		4	11	4	4	78	26	15
	Rhizosolenia sp.2	4	4			3	4	3	3		4
	Skeletonema spp.	40	47	2215	98	38	50	9		7	
	Thalassionema nitzschioides		6	4							
	Thalassiosira condensata			40							
	Thalassiosira nordenskioeldii		4	8					2		3
	Thalassiosira pacifica	3		53							
	Thalassiosira sp.1		3	379	4						
	Thalassiosira sp.2		6	87							
	Thalassiosira sp.3			70							
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*				2						
Cryptophyceae	Cryptomonads	69	202	190	78	189	104	21	86	106	52
	Gyrodinium sp.		1		2						
	Oxyphysis sp.										2
	Prorocentrum sp.1		2			2	5		2		2
Dinophyceae	*Prorocentrum* sp.2						2				
	Protoperidinium sp.1	2	3	19	4	4					1
	Protoperidinium sp.2			4							
	Tripos furca								1		
	Tripos fusus	2					3		2		
Ebryophyceae	*Ebria tripartita*	1			2						
합계(cells/㎖)		318	552	3,493	399	606	317	113	568	360	183
출현종수		27	28	26	16	16	18	15	19	16	20

<표> 2021년 10월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	2			1		1				
	Amphiprora sp.			1						1	1
	Amphora sp.	1	1								
	Asterionellopsis glacialis	10	2	2	4			2		1	
	Asterionellopsis kariana	2				1					
	Bacillaria paxillifer	9			27						
	Bacteriastrum sp.					4					
	Biddulphia sp.		6				1				
	Chaetoceros danicus		3				2				3
	Chaetoceros debilis	4				10		8		4	12
	Chaetoceros decipiens			4							1
	Chaetoceros didymus								2		5
	Chaetoceros lorenzianus	2				3					
	Chaetoceros socialis	8	6	13	4		2				6
	Chaetoceros sp.				2	5	2			9	8
	Coscinodiscus marginatus	1			2	3					2
	Coscinodiscus perforatus				1						
	Coscinodiscus sp.	4	4	4	2	6	2		1		3
	Cylindrotheca closterium	1	3	6	9	4		3	1		2
	Diploneis sp.										1
	Ditylum brightwellii	4	2						1	1	1
Bacillariophyceae	*Eucampia zodiacus*	5	2							1	1
	Guinardia delicatula		5				4			1	3
	Lauderia spp.					1					
	Leptocylindrus sp.	4	5	12	108	204	76	85	277	128	77
	Navicula sp.1	4	3	2		1	3	2	2		
	Navicula sp.2		1								
	Nitzschia sp.			1	2			1		2	2
	Odontella sp.		1								
	Paralia sulcata	18	62	8	4	8	7	19	5	5	
	Pleurosigma sp.	2	3	2	2	2	1	1	3		2
	Pseudo-nitzschia spp.	14	19	5	68	40	31	51	21	26	24
	Rhizosolenia robusta	1			8	5					3
	Rhizosolenia sp.	4	9	4	25	36	8	6	18	8	6
	Skeletonema spp.	73	3	22			4		4	4	17
	Stephanopyxis sp.		1								
	Thalassionema frauenfeldii				4	2					
	Thalassionema nitzschioides			4	1	4		1	1		3
	Thalassiosira gravida		2								
	Thalassiosira hyalina		2								
	Thalassiosira nordenskioeldii	2	3					2			4
	Thalassiosira pacifica	1			1						
	Thalassiosira sp.1	17	12	13	12	3	8	3	9	8	1
	Thalassiosira sp.2			8							
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*	1									
	Octactis speculum								2	1	1
Cryptophyceae	Cryptomonads	73	15	55	48	96	31	34	66	117	3
	Alexandrium fraterculus					2					
	Dinophysis sp.								1		
	Gyrodinium sp.				1	2	2	1	2		
	Katodinium glaucum				1				2	1	1
Dinophyceae	*Prorocentrum minimum*								1		
	Prorocentrum sp.	1	2		1	2	1	6	3	2	1
	Protoperidinium sp.1								1		
	Protoperidinium sp.2						1	1			
	Tripos fusus					1	1		1		1
Ebryophyceae	*Ebria tripartita*	1									
Euglenophyceae	*Euglena* sp.						1				
	합계(cells/㎖)	269	177	166	338	445	189	226	424	320	195
	출현종수	28	26	18	24	24	21	17	22	18	29

<표> 2021년 10월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius	1		1	2					1	
	Actinoptychus splendens	1	1	1						1	
	Amphiprora sp.	1	1					1	1		
	Amphora sp.	1									
	Asterionellopsis glacialis	7	9							3	2
	Bacillaria paxillifer				15						7
	Bacteriastrum sp.				2			1	2		
	Campyloneis sp.								1		
	Chaetoceros compressus				6						
	Chaetoceros debilis								15	9	2
	Chaetoceros decipiens								2		
	Chaetoceros didymus	4			4			3	3		10
	Chaetoceros lorenzianus		2				3				
	Chaetoceros socialis	11	5				3	7		6	4
	Chaetoceros sp.						2		1		
	Coscinodiscus centralis		1								
	Coscinodiscus marginatus	3	1	1	1	1			1	2	5
	Coscinodiscus perforatus										1
	Coscinodiscus sp.	5	9	8	3	7		2	2	2	2
	Cylindrotheca closterium	6	4	2	4	9	1	5	1	1	3
	Diploneis sp.					1					
	Ditylum brightwellii	4	5	1	1	1	1		1	2	2
Bacillariophyceae	*Eucampia zodiacus*	1	3								
	Guinardia delicatula	3	4						2		11
	Gyrosigma sp.							2	2		1
	Lauderia spp.	1			1				1	1	1
	Leptocylindrus sp.	3	5	7	66	150	82	131	230	164	144
	Navicula sp.1	1	4	2		3		2	4		
	Navicula sp.2	2	1	1	1	2			1		
	Nitzschia sigma					1					
	Nitzschia sp.			2		1				2	1
	Odontella sp.		1	1			1				
	Paralia sulcata	21	20	8	10	6	6	6	1	4	19
	Pleurosigma sp.	2	7	1	4	7		3	4	1	2
	Pseudo-nitzschia spp.	22	17	30	66	61	66	48	25	9	42
	Rhizosolenia robusta	6			7	2		2	2	2	1
	Rhizosolenia sp.	6	9	7	50	17	9	22	21	19	10
	Skeletonema spp.		9	9	3	4	17		4		5
	Stephanopyxis sp.				1	1				1	2
	Thalassionema nitzschioides			1	2				2		5
	Thalassiosira gravida		1								
	Thalassiosira hyalina										1
	Thalassiosira nordenskioeldii	2	9	3	4	2					2
	Thalassiosira pacifica			1		1	1	2			
	Thalassiosira sp.1	13	15	1	8	9	10	7	9	4	13
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*	1		1		1				1	1
	Octactis speculum						1		1		1
Cryptophyceae	Cryptomonads	51	83	52	46	33	148	122	65	34	115
	Gyrodinium sp.				1		1		5		1
	Katodinium glaucum					1	2	1	1	1	
	Prorocentrum minimum				1						
Dinophyceae	*Prorocentrum* sp.	4	3			1	2	2	5		
	Protoperidinium sp.1		1								
	Tripos furca				1						1
	Tripos fusus					1		1			
Ebryophyceae	*Ebria tripartita*	1		1			1				
Euglenophyceae	*Euglena* sp.		1								
	합계(cells/㎖)	184	231	142	310	323	357	370	415	270	417
	출현종수	28	28	23	26	25	19	20	30	22	31

<표> 2022년 1월 식물플랑크톤 표층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
	Actinoptychus senarius		17		1	1					1
	Actinoptychus splendens		17								
	Amphiprora sp.									1	
	Amphora sp.					1					
	Asterionellopsis glacialis				7						
	Asterionellopsis kariana		34		10	5	39	24	8	2	7
	Campyloneis sp.				1					1	
	Chaetoceros debilis						5				
	Chaetoceros didymus								1		
	Chaetoceros lorenzianus					4					
	Chaetoceros socialis						5				
	Coscinodiscus centralis						1				
	Coscinodiscus marginatus	4	9		3	7	2	1	1	4	4
	Coscinodiscus sp.	4	51	6	5	8	5	2	3	5	5
	Cylindrotheca closterium	1	17	3	5	1	10	4	3	4	1
	Ditylum brightwellii										2
Bacillariophyceae	*Gyrosigma* sp.		9				2		1		1
	Navicula sp.			1	1	2	3		1	2	
	Odontella sp.						1		1		
	Paralia sulcata	4	153	14	62	37	13	24	13	58	19
	Plagiogrammopsis vanheurckii	11	68	5	17					2	
	Pleurosigma sp.		9			1				1	
	Pseudo-nitzschia spp.	3	9	2	3	6	5	1	5	4	3
	Rhizosolenia robusta		9								
	Skeletonema spp.		119	19		14	23	34	3	14	3
	Stephanopyxis sp.						1				
	Thalassionema frauenfeldii		9								
	Thalassionema nitzschioides								2	1	
	Thalassiosira gravida			2							
	Thalassiosira hyalina		26								
	Thalassiosira nordenskioeldii							4			
	Thalassiosira pacifica				4						
	Thalassiosira sp.	5	51	1	5	3	5	5	3	4	3
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*		9		2	2	1				1
	Octactis speculum					1					
Cryptophyceae	Cryptomonads	68	1530	103	67	18	97	208	105	110	146
Dinophyceae	*Gyrodinium* sp.	1									
Euglenophyceae	*Euglena* sp.				1		1				
합계(cells/㎖)		101	2146	156	194	111	219	307	150	213	196
출현종수		9	18	10	16	16	18	10	14	15	13

<표> 2022년 1월 식물플랑크톤 저층 종 조성 및 현존량(cells/㎖)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Bacillariophyceae	*Actinoptychus senarius*	1		1			1	1		1	
	Actinoptychus splendens	1	1								1
	Amphiprora sp.			1							
	Amphora sp.		1			1			2		
	Asterionellopsis glacialis			4			4	8	5		
	Asterionellopsis kariana			6	4	21	9	10	17	5	
	Bacillaria paxillifer										5
	Campyloneis sp.		2				2				1
	Chaetoceros debilis					7					
	Chaetoceros sp.							12	4		
	Coscinodiscus marginatus	8	5	4	3	1			2	7	4
	Coscinodiscus sp.	19	12	8	5	4	2	4	9	7	8
	Cylindrotheca closterium			3	5	4	7	8	4	5	2
	Diploneis sp.					1					
	Ditylum brightwellii	1	1				1		2		
	Gyrosigma sp.						2		2		1
	Navicula sp.	1				4		3		1	
	Odontella sp.	1									
	Paralia sulcata	63		44	23	8	12	19	31	23	25
	Plagiogrammopsis vanheurckii			4	10		10				1
	Pseudo-nitzschia spp.	1		6	2	9	2	1	7	5	2
	Rhizosolenia robusta									1	
	Skeletonema spp.		36	16	7	6	26	4	29		
	Thalassionema nitzschioides		2							1	
	Thalassiosira eccentrica		1								
	Thalassiosira hyalina	2									
	Thalassiosira nordenskioeldii		4								
	Thalassiosira sp.	2	3			8	3	5	9	1	2
Chrysophyceae	*Dictyocha fibula*							3	2		
	Octactis speculum										1
Cryptophyceae	Cryptomonads	55	93	35	38	155	49	86	103	116	54
Dinophyceae	*Gyrodinium* sp.	2									
	Prorocentrum sp.				1						
합계(cells/㎖)		157	161	132	98	229	130	164	228	173	107
출현종수		13	12	12	10	13	14	13	15	12	13

7.2 동물플랑크톤

7.2.1 1차년도

<표> 2020년 6월 동물플랑크톤 종 조성 및 출현량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Cnidaria	Leptomedusae						1				
Annelida	Polychaeta larvae							1			
Chaetognatha	*Sagitta crassa*		4	1						1	
	Immature Sagitta		2			1					
Copepoda	*Acartia hongi*	815	794	1,122	62	328	1,805	630	241	53	761
	Calanus sinicus		3	4	2	1	43	2	3	82	15
	Centropages abdominalis		1	2	1	7	18	3	1		20
	Paracalanus parvus s.l.	67	254	332	8	169	82	60	2	15	31
	Paracalanus crassirostris			16							
	Labidocera euchaeta	1	15	1			1				
	Tortanus spinicaudatus		5								
	Eurytemora pacifica		2				4	6	1	1	44
	Corycaeus affinis		12	10		6	11	4	5	2	26
	Copepodite *Acartia*	129	161	191	10	95	272	86	30	13	135
	Copepodite *Calanus*			1	1	1	31	6	1	17	5
	Copepodite *Centropages*					4	4		1		18
	Copepodite *Paracalanus*	10	58	80	2	46	13	10		5	10
	Copepodite *Eurytemora*										23
	Copepodite *Tortanus*		3								
	Copepodite *Corycaeus*		3	3		3	3		2		12
	Copepodite *Labidocera*	4	65	2		1	4		2		6
Malacostraca	Decapoda zoea	5	9	18	2	2	39	40			10
	Decapoda alima	1									
	Mycidacea larvae	2					6				5
	Unid. Hyperiidae										1
	Unid. Gammaridae				1	1					
Cirripedia	Cirriped nauplius			36	3		13	6			
	Cypris larvae						4			3	6
Mollusca	Gastropoda larvae							3			
	Bivalvia larvae							2			
Chordata	*Oikpleura* spp.	12	11	23	4	3	2	4	1	2	
Echinodermate	Ophioplutes larvae				1						
합계(개체/㎥)		1,046	1,402	1,842	97	668	2,356	863	290	194	1,128
출현종수		10	17	16	12	15	19	15	12	11	17

<표> 2020년 9월 동물플랑크톤 종 조성 및 출현량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Protozoa	*Noctiluca scintillans*				58	165	450	29	10	18	28
Cnidaria	Leptomedusae						2				2
	Siphonophora						3		2		
Annelida	Polychaeta larvae		2		1	2	8	2	2	2	3
Chaetognatha	*Sagitta crassa*	5	7	19	4	1	8	3	2	11	36
	Immature Sagitta	2	4	4	3		1	2	5	5	11
Copepoda	*Acartia hongi*	2	8	2	10		8	5	10		14
	Acartia ohtsukai	5	18	44	2		2				
	Calanus sinicus		8					2		3	4
	Centropages tenuiremis	4	5	2	4	3	22	36	3	10	9
	Paracalanus parvus s.l.	5	62	47	60	18	425	311	91	297	376
	Labidocera rotunda	7	15	2	38	11	66	37	7	20	9
	Tortanus spinicaudatus	181	180	78	15	15	16	12	8	8	36
	Pseudodiaptomus sp.			1				3	3	2	
	Corycaeus affinis	1	13		12	2	27	4	23	3	39
	Copepodite *Acartia*		9	14	2				2		3
	Copepodite *Calanus*		3								
	Copepodite *Centropages*						9	13	2	4	11
	Copepodite *Paracalanus*		7	21	11	3	55	46	11	71	67
	Copepodite *Tortanus*	102	59	19	8	18	7	4	4	6	17
	Copepodite *Corycaeus*		3		4		11		7		10
	Copepodite *Labidocera*	29	20	8	60	26	149	40	16	57	66
Malacostraca	Decapoda zoea	3	10	4	9	4	11	20		9	5
	Decapoda alima							3			
	Decapoda megalopa							1			
	Mycidacea larvae	4	7	5	6	2		7		6	9
	Euphausiacea larvae	1									
	Porcellana zoea			1			2	25	1	12	7
Cirripedia	Cirriped nauplius		12	2	17	7	14	3			11
	Cypris larvae				3	1	4		4		
Mollusca	Gastropoda larvae							12	7	7	12
	Bivalvia larvae	3	5	9	5		20	115	16	141	137
Chordata	*Oikpleura* spp.		77	3	4	2	8	4	3	2	9
Echinodermate	Ophioplutes larvae		52		13	3	19	3	11		9
합계(개체/㎥)		354	586	285	349	283	1,347	742	250	694	940
출현종수		15	23	19	23	17	25	26	24	21	26

<표> 2020년 9월 동물플랑크톤 종 조성 및 출현량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Protozoa	*Noctiluca scintillans*					1		980			2
Cnidaria	Siphonophora						1	2			
Annelida	Polychaeta larvae							2			
Chaetognatha	*Sagitta crassa*		2	4	6	5	5		1	1	4
	Sagitta enflata					1	3	3			
	Sagitta robusta							1			
	Immature Sagitta				1	1	3				1
Cladocera	*Evadne tergestina*							14			
Copepoda	*Acartia hongi*	22	100	137	18	16	23		6	12	15
	Acartia erythraea							8			
	Calanus sinicus		2	2	2	1	2		1	1	1
	Centropages abdominalis			2			1		1		1
	Paracalanus parvus s.l.	3	17	17	7	21	47	9	4	7	7
	Paracalanus crassirostris		4			1					
	Labidocera euchaeta		3	3	6	1	7				2
	Sinocalanus tenellus		2								
	Pseudodiaptomus sp.		3		2		1		1		1
	Corycaeus affinis		4	3		2	5	46	5	9	8
	Oithona similis							4			
	Oncaea venella							4			
	Macrosetella gracilis							2			
	Copepodite *Acartia*	3	14	17	2	5	3	11	1	2	2
	Copepodite *Calanus*			2	1	2	3		2	1	3
	Copepodite *Paracalanus*		5	4	2	6	10	3	1	2	3
	Copepodite *Corycaeus*							12	1	4	1
	Copepodite *Labidocera*		1	1	1	1	2	7	1		
Malacostraca	Decapoda zoea						1				
	Mycidacea larvae						1	2			
	Unid. Hyperiidae					1					
	Unid. Gammaridae				1						
Cirripedia	Cirriped nauplius							6			
Chordata	*Oikpleura* spp.					1	2	3	1	1	1
	Tadpole larvae							2			
Echinodermate	Ophioplutes larvae		1				1	3			
합계(개체/㎥)		28	158	192	49	66	121	1,124	26	40	52
출현종수		3	13	11	12	16	19	21	13	10	15

7.2.2 2차년도

<표> 2021년 4월 동물플랑크톤 종 조성 및 현존량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	Polychaeta larvae			2			2	1	2		
Chaetognatha	*Immature Sagitta*										1
	Sagitta crassa	9	4	3	29	3	3	1	1		1
Cirripedia	Cirriped nauplius			3							
Cnidaria	*Leptomedusae* spp.						2				
Copepoda	*Acartia hongi*	2569	182	311	454	59	237	239	230	242	317
	Calanus sinicus	3		1	26	9	22	9	20	12	17
	Centropages abdominalis	6	13	3	23	17	5	4	12	5	3
	Copepodite *Acartia*	359	37	131	194	23	81	137	91	82	77
	Copepodite *Calanus*	7		8	32	13	41	19	41	33	47
	Copepodite *Centropages*		9	4	10	19	6	7	4	3	7
	Copepodite *Corycaeus*					4	4	2	3	3	
	Copepodite *Oithona*					2	8				
	Copepodite *Paracalanus*			1	30	8	14	4	10	13	15
	Corycaeus affinis		4		13	7	10	5	9	11	3
	Labidocera euchaeta	18	1	8	4	1	14	13	15	3	9
	Oithona similis					6	11	4			4
	Paracalanus crassirostris				37	10	14	11	8	5	4
	Paracalanus parvus s.l.		5	7	46	26	31	29	18	45	36
	Pseudodiaptomus spp.							1			
	Unidentified Harpacticoida					1	2				
Protozoa	*Noctiluca scintillans*		6								
합계(개체/㎥)		2971	261	482	898	208	507	486	464	457	541
출현종수		7	9	12	12	16	18	16	14	12	14

<표> 2021년 7월 동물플랑크톤 종 조성 및 현존량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	Polychaeta larvae	2		2	3	6	4	4		3	4
Chaetognatha	*Immature Sagitta*	41	10		26	65	23	28	8	12	5
	Sagitta crassa	18	3		28	49	12	22	21	24	10
Chordata	*Oikopleura* spp.	13		4	2						
Cirripedia	Cirriped nauplius			29	7				5	35	5
	Cypris larvae			11	8			5		16	4
Cladocera	*Evadne tergestina*				3					9	
Cnidaria	*Leptomedusae* spp.		3	8							
	Siphonophora spp.		4		2		2			8	8
Copepoda	*Acartia hongi*	287	88	72	357	3494	203	650	155	95	8
	Acartia ohtsukai	17	141	22		26	12	31	18		
	Calanus sinicus									11	2
	Centropages tenuiremis		7		6	233	3	22	16	30	2
	Copepodite *Acartia*	55	53	35	46	536	36	85	43	25	4
	Copepodite *Calanus*									13	4
	Copepodite *Centropages*					43	8	10	27	20	
	Copepodite *Corycaeus*	20	69		247	69	54	128	72	263	69
	Copepodite *Labidocera*	92	423	8	174	532	12	77	364	188	28
	Copepodite *Paracalanus*	37	79	67	205	4125	278	47	82	218	106
	Copepodite *Tortanus*	235	137	22			6	16			
	Corycaeus affinis	55	221		291	190	162	217	130	412	278
	Labidocera rotunda	18	6	4	27	131	4	40	30	24	4
	Paracalanus crassirostris	108	151	291				16			7
	Paracalanus parvus s.l.	104	551	380	545	12076	1055	680	343	1277	369
	Pseudodiaptomus spp.			2			4			5	2
	Tortanus forcipatus					7					
	Tortanus spinicaudatus	209	34	3			2	6			2
Echinodermate	Ophioplutes larvae				4		3	4	3	5	2
Malacostraca	Decapoda megalopa		3				1				
	Decapoda zoea	4	103	18	41	214	14	56	4	75	20
	Mysida larvae		2	3	6	4	2	4	2	17	5
	Porcellana zoea						1	3		2	2
	Unidentified Caprellidae										1
	Unidentified Gammaridae						1		2	1	
Mollusca	*Bivalve larvae*			18		50	6	6		9	4
	Gastropoda larvae			5			2	3		11	3
Protozoa	*Noctiluca scintillans*									53	29
합계(개체/㎥)		1315	2088	1004	2028	21850	1910	2160	1325	2861	987
출현종수		17	20	20	20	18	26	24	18	28	28

<표> 2021년 10월 동물플랑크톤 종 조성 및 현존량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	Polychaeta larvae	6	3	3	39	27	112	97	4	2	6
Chaetognatha	*Immature Sagitta*	5	3	13	13	34	63	62	2	3	15
	Sagitta crassa	6	1	7	29	17	36	35	3	5	19
	Sagitta enflata				8	3	3	3	1	4	8
	Sagitta nagae			1							
Chordata	*Oikopleura* spp.		2		33	12	90	86	2	3	10
Cirripedia	Cirriped nauplius	129	302	106	10	46	47	55	15	27	40
	Cypris larvae	3	1	5	8	3	6	5	4	6	
Cladocera	*Evadne tergestina*					4					
Cnidaria	*Leptomedusae* spp.					1	11	3	1		
	Siphonophora spp.				11	4	20	7			
Copepoda	*Acartia hongi*	48	11	25	88	27	55	46	2	15	38
	Acartia ohtsukai	11	10	4	76	16	14	11	2	12	79
	Calanus sinicus							3		2	8
	Centropages furcatus								1		
	Centropages tenuiremis		2	3	5			18	3		14
	Copepodite *Acartia*	10	20	4	27	12	20	22		5	28
	Copepodite *Calanus*										4
	Copepodite *Corycaeus*	18	109	33	149	187	175	177	67	38	79
	Copepodite *Labidocera*		9		10	36	41	59	12	8	23
	Copepodite *Paracalanus*	16	7	23	105	15	153	169	5	26	103
	Copepodite *Tortanus*				11	18	20	5			
	Corycaeus affinis	123	518	199	583	454	833	688	179	129	191
	Eucalanus subcrassus						3				
	Labidocera euchaeta			1	3		14	25			4
	Oithona similis	5			9	20	20		2	5	17
	Paracalanus crassirostris	21	8	16	29	6	107	75	2	12	34
	Paracalanus parvus s.l.	24	23	93	500	56	1156	887	18	163	395
	Pseudodiaptomus spp.						3			1	2
	Temora discaudata							3			
	Tortanus forcipatus		4	5	38	24	33	22		1	4
	Tortanus spinicaudatus	11									
Echinodermate	Ophioplutes larvae						3				
Malacostraca	Decapoda zoea					2				1	2
	Mysida larvae		1		3	1		3	1	3	32
	Porcellana zoea							3			
	Unidentified Gammaridae			1							
	Unidentified Hyperiidae									1	
Mollusca	Bivalve larvae			3	4	6	20	20	3		4
	Gastropoda larvae									2	
Protozoa	*Noctiluca scintillans*		27		65	221	204	149	91	9	79
합계(개체/㎥)		436	1061	545	1856	1252	3262	2738	420	483	1238
출현종수		15	19	19	25	26	27	28	22	25	26

<표> 2022년 1월 동물플랑크톤 종 조성 및 현존량(개체/㎥)

동물군	학명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Chaetognatha	*Immature Sagitta*	1		1	3	1	8	21	4	4	4
	Sagitta crassa	8		4	9	14	61	115	5	11	31
Chordata	*Oikopleura* spp.				1						
Cirripedia	Cirriped nauplius							2			
Cnidaria	*Leptomedusae* spp.						1				
Copepoda	*Acartia hongi*	78	8	23	10	3	29	67	20	5	4
	Acartia omorii			2							
	Calanus sinicus	9		1	2	3	21	13		1	11
	Centropages abdominalis	1								1	
	Copepodite *Acartia*	14		10	2	1	13	26	3	1	2
	Copepodite *Calanus*	11		3	3	2	7	2		1	2
	Copepodite *Labidocera*				1	1	4	5		1	2
	Copepodite *Paracalanus*			1	2	1	11	18	2		2
	Corycaeus affinis			1						1	1
	Labidocera euchaeta		4	1	7	3	43	18	2	5	21
	Oncaea venella			1							
	Paracalanus crassirostris				1	1					
	Paracalanus parvus s.l.	1		4	6	4	55	51	6	3	8
	Pseudodiaptomus spp.				1	1	3	5	1	1	2
Malacostraca	Decapoda zoea				1						
	Mysida larvae	1									
	Unidentified Gammaridae				1	1					
	Unidentified Hyperiidae				1						
Protozoa	*Noctiluca scintillans*	7									
합계(개체/㎥)		131	12	52	51	36	256	343	43	35	90
출현종수		10	2	12	16	13	12	12	8	12	12

7.3 어란 및 자치어

7.3.1 어란

가. 1차년도

<표> 2020년 6월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Unidentified sp.	미동정종	2,280	6,248	7,744	8,976	37,100	1,885	414	980	1,035	130
Engraulis japonicus	멸치	475	2,304	3,984	28,392	29,660	1,547	1,602	9,700	3,855	570
합계(개체/1,000㎥)		2,755	8,552	7,837	11,728	37,368	66,760	3,432	2,016	10,680	4,890
출현종수		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

<표> 2020년 9월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Engraulis japonicus	멸치	-	-	-	12	-	23	-	-	-	-
Unidentified sp.	미동정	-	345	-	-	22	-	-	-	-	-
합계(개체/1,000㎥)		0	345	0	12	22	23	0	0	0	0
출현종수		0	1	0	1	1	1	0	0	0	0

<표> 2020년 12월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Unidentified spp.	미동정	-	-	-	-	-	13	3,872	-	-	-
합계(개체/1,000㎥)		0	0	0	0	0	13	3,872	0	0	0
출현종수		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

나. 1차년도

<표> 2021년 4월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
미출현											

<표> 2021년 7월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Engraulis japonicus	멸치	-	-	-	-	-	78	13	-	-	-
Unidentified spp.	미동정	-	-	-	-	-	26	13	-	-	-
합계(개체/1,000㎥)		0	0	0	0	0	104	26	0	0	0
출현종수		0	0	0	0	0	2	2	0	0	0

<표> 2021년 10월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Unidentified spp.	미동정	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-
합계(개체/1,000㎥)		0	0	0	0	0	35	0	0	0	0
출현종수		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

<표> 2022년 1월 어란의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
미출현											

7.3.2 자치어

가. 1차년도

<표> 2020년 6월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Engraulis japonicus	멸치	228	136	480	2,088	90	1,963	1,476	30	-	200
Sebastes schlegelii	조피볼락	380	408	-	-	-	-	-	-	-	-
Gobiidae sp.	망둑어과	380	360	336	-	10	-	252	-	-	-
Luciogobius guttatus	미끈망둑	38	-	112	-	-	-	-	-	-	-
Konosirus punctatus	전어	-	112	-	-	-	-	-	-	-	-
Platycephalus indicus	돛양태	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Sebastes koreanus	황해볼락	-	-	16	-	-	-	18	-	-	-
Scorpaeniformes sp.	쏨뱅이목	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
합계(개체/1,000㎥)		1,026	1,016	944	2,088	100	1,963	1,746	30	15	210
출현종수		4	4	4	4	2	1	3	1	1	2

<표> 2020년 9월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Coilia nasus	웅어	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-
합계(개체/1,000㎥)		0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
출현종수		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

<표> 2020년 12월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Hexagrammos otakii	쥐노래미	-	-	14	99	-	39	-	48	135	60
Pholis fangi	흰베도라치	-	-	14	11	17	26	-	192	240	744
합계(개체/1,000㎥)		0	0	28	110	17	65	0	240	375	804
출현종수		0	0	2	2	1	2	0	2	2	2

나. 1차년도

<표> 2021년 4월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Pholis fangi	흰베도라치	195	45	26	-	9	-	-	-	20	-
합계(개체/1,000㎥)		195	45	26	0	9	0	0	0	20	0
출현종수		1	1	1	0	1	0	0	0	1	0

<표> 2021년 7월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Engraulis japonicus	멸치	38	81	30	21	16	-	13	-	-	-
Parablennius spp.	청베도라치	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-
합계(개체/1,000㎥)		38	81	30	21	16	0	13	0	34	0
출현종수		1	1	1	1	1	0	1	0	1	0

<표> 2021년 10월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Engraulis japonicus	멸치	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
합계(개체/1,000㎥)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
출현종수		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<표> 2022년 1월 자치어의 종 조성 및 출현량(개체/1,000㎥)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Hexagrammos otakii	쥐노래미	-	-	-	12	-	26	-	117	120	98
Pholis fangi	흰베도라치	13	-	-	-	-	-	-	-	-	14
합계(개체/1,000㎥)		13	0	0	12	0	26	0	117	120	112
출현종수		1	0	0	1	0	1	0	1	1	2

7.4 조하대 대형저서동물

7.4.1 1차년도

<표> 2020년 6월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류					20		5	5		
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이						505	155		10	
Ampharetidae spp.	사슴갯지렁이류									5	
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						100	320			
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이						20				
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류			5							
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류							45	10	5	
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류					5					
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					25		60		10	
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					5	5			15	
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류				15					5	10
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						35	25			
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					25	60	15			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			30		25				15	
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이							5			
Diopatra sugokai	털보집갯지렁이						10	15			
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류						5	5			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이					5					
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						15	25		20	
Eulalia bilineata	두줄불꽃부채발갯지렁이							10			
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이						40	20			
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			10			25	10		5	
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이						30				
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이								10		
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			60							
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류							10			
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류						5	5	5		
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			75		5				5	
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이							10			
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					5					
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이						5				
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이						5	5			
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						30				
Leodamas rubrus	삼각모자갯지렁이류						5				
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						5	10			
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류				5						
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			135		5	5				
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						45	5			
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					35	10				
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이			5							
Lygdamis giardi	흠을타리갯지렁이							25			
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류			5		5					
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이					5					
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			95		10	225	100		110	
Melinna elisabethae	황금뿔사슴갯지렁이							10			
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이					10					
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이								5		
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이					5					

<표> 2020년 6월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이										
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이		5			5	65		5	40	
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이				5						
Nereis spp.	원참갯지렁이류						35	20		5	
Nicomache spp.	큰대나무갯지렁이류						5				
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이					95		10	10	35	
Oenonidae spp.	털갯지렁이류						15				
Ophelia spp.	요정갯지렁이류								5		
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						30	25	5	45	
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					30	140	20		40	
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				5						
Phyllodoce maculata	네모부채발갯지렁이						5				
Pista cristata	총채유령갯지렁이						30	15			
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류							5		5	
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류					10	80	130			
Praxillella affinis	꼬리대나무갯지렁이							5			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류										
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류			15			15	35		75	
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류						5	15			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류							10	15	95	5
Prionospio spp.	예쁜얼굴갯지렁이류		5		15						
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류						40	55			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류			5							
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이							5		5	
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이						15				
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			5					5		
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이				5			10		10	
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류							40			
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류			5		20	5				
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류										10
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이			75		15	10			5	
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					5					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류						10	30			
Terebellidae spp.	유령갯지렁이류						780	130		5	
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이							5			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류	5		90		15	15	10		20	
Travisia japonica	벌레요정갯지렁이		5								
Trichobranchus bibranchiatus	여섯조름털갯지렁이류								5	5	
Arthropoda	절지동물										
Ampelisca spp.	안경옆새우류					30	5	5			
Ampithoidae spp.	참옆새우류				5						
Anthuridae spp.	마디벌레류					5					
Aoroides spp.	털큰앞손옆새우류						30				
Athanas spp.	꼬마딱총새우류					5					
Bodotria spp.	참올챙이새우류							5			
Bodotriidae spp.	참올챙이새우류				5						
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우			45				45	55		
Caprellidae spp.	바다대벌레류							5			
Charybdis japonica	민꽃게								5		
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				5	25	335	295			
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			35	5	15	45	65			
Eohaustorius spp.	모래무지옆새우류				5				5		
Ericthonius spp.	육질꼬리옆새우붙이류						90	25			
Eucrate crenata	무딘이빨게						5				

<표> 2020년 6월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	**절지동물**										
Gammaridae spp.	옆새우류						760	1,255		70	
Gynodiastylis spp.	코올챙이새우류						10	15			
Haustorioides spp.	모래옆새우류				5				15		
Idoteidae spp.	주걱벌레류						5	10			
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우							10			
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류						5	5		5	
Maera spp.	마에라옆새우류						5				
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류		10		10			5	10	25	5
Melitidae spp.	멜리타옆새우류						10	10		5	
Mysida spp.	곤쟁이류	40	10								
Nursia spp.	오각밤게류									5	
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류	5			15	5	35	20	15	10	
Ostracoda spp.	패충류							5			
Phoxocephalidae	긴뿔옆새우류							65			
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게						10	10			
Pisidia serratifrons	알통게붙이						5				
Podocerus spp.	긴배옆새우류						15				
Stimpsoplax setirostris	가는다리말랑게						5				
Typhlocarcinops canaliculatus	애기털보부채게류						15				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류				10					20	
Cnidaria	**자포동물**										
Cavernularia obesa	바다선인장						5				
Echinodermata	**극피동물**										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류			5		5	5	15	5		
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리							25	5	20	10
Protankyra bidentata	가시닻해삼				10				15		
Sclerodactyla multipes	다족환꼬리해삼							5			
Temnopleurus toreumaticus	분지성게							5			
Mollusca	**연체동물**										
Abra soyoae	납작투명조개류						10	10		5	
Arcuatula senhousia	종밋							5			
Barnea spp.	둥글레조개류									5	
Cylichnidae spp.	둥근관고둥류	5									
Ennucula tenuis	북방호두조개								5		
Gomphina spp.	꼬마대복류		35								
Ischnochitonidae spp.	연두군부류				5						
Leptomya minuta	반투명조개류									10	
Moerella hilaris	분홍접시조개					15	5			20	
Musculus nana	납작꼬마담치						10				
Nitidotellina hokkaidoensis	붉은줄접시조개									15	
Nitidotellina lischkei	진주접시조개					15	5				
Philine orientalis	흰민챙이				5						
Raeta pulchella	쇄개량조개					10					
Semelangulus tokubeii	작은대양조개								5		
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개	10			115						
Theora lata	아기반투명조개					50					
Tiberia pulchella	회오리고둥류					10					
Yoldia spp.	연두맵시조개류					10					
Nemertea	**유형동물**										
Nemertinea spp.	유형동물류			10	10	15	35	15		10	
Platyhelminthes	**편형동물**										
Platyhelminthes spp.	편형동물류						10				
합계(개체/㎡)		65	70	670	255	610	4,055	3,390	160	810	30
출현종수		5	6	18	20	39	70	66	19	39	4

<표> 2020년 6월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류					1.66		0.10	0.06		
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이						2.81	1.14		0.02	
Ampharetidae spp.	사슴갯지렁이류									0.03	
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						9.40	25.88			
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이						0.08				
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류			0.14							
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류							0.35	0.03	0.06	
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류					0.03					
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.65		0.03		0.02	
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					0.03	0.06			0.11	
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류				0.08					0.04	
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						0.33	0.21			
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					0.08	0.14	0.02			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			0.04		0.14				0.05	
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이							3.42			
Diopatra sugokai	털보집갯지렁이						2.60	2.50			
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류						0.01	0.01			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이					0.03					
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						0.01	0.29		0.13	
Eulalia bilineata	두줄불꽃부채발갯지렁이							0.01			
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이						0.51	0.13			
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			0.05			0.41	0.04		0.15	
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이						0.40				
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이								0.05		
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.25							
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류							0.03			
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류						0.01	0.01	0.01		
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			0.81		0.07				0.05	
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이							1.03			
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					0.06					
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이						0.72				
Lagis bocki	잎빗갯지렁이						0.07	0.34			
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						3.81				
Leodamas rubrus	삼각모자갯지렁이류						0.02				
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						0.07	0.25			
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류				0.01						
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.61		0.01	0.02				
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						4.72	1.39			
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					0.54	0.05				
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이			0.02							
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이							2.19			
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류			0.15		0.06					
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이					8.46					
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			0.20		0.04	0.61	0.36		0.21	
Melinna elisabethae	황금볼사슴갯지렁이							0.01			
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이					0.06					
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이								0.02		
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이					2.21					

<표> 2020년 6월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이										
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이		0.02			0.03	0.33		0.02	0.17	
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이				0.08						
Nereis spp.	원참갯지렁이류						0.34	0.22		0.16	
Nicomache spp.	큰대나무갯지렁이류						0.30				
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이					5.82		0.11	0.36	1.17	
Oenonidae spp.	털갯지렁이류						0.06				
Ophelia spp.	요정갯지렁이류								2.51		
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						0.03	0.03	0.01	0.03	
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					0.18	0.29	0.11		0.13	
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				0.55						
Phyllodoce maculata	네모부채발갯지렁이						0.01				
Pista cristata	총채유령갯지렁이						0.57	0.88			
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류							0.05		0.02	
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류					0.36	1.78	1.42			
Praxillella affinis	꼬리대나무갯지렁이							0.09			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류										
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류			0.02			0.02	0.02		0.04	
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류						0.01	0.01			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류							0.05	0.11	0.37	0.02
Prionospio spp.	예쁜얼굴갯지렁이류		0.02		0.02						
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류						0.07	0.08			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류			0.01							
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이							0.01		0.03	
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이						0.06				
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			0.05					0.03		
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이				0.03			0.06		0.14	
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류							0.86			
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류			0.01		0.11	0.01				
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류										0.04
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이			2.64		0.17	0.33			0.06	
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					0.56					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류						0.02	0.13			
Terebellidae spp.	유령갯지렁이류						35.16	12.96		0.15	
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이							0.10			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류	0.01		1.49		0.12	0.05	0.17		0.06	
Travisia japonica	벌레요정갯지렁이		0.01								
Trichobranchus bibranchiatus	여섯조름털갯지렁이류								0.03	0.03	
Arthropoda	절지동물										
Ampelisca spp.	안경옆새우류					0.20	0.04	0.01			
Ampithoidae spp.	참옆새우류				0.01						
Anthuridae spp.	마디벌레류					0.01					
Aoroides spp.	털큰앞손옆새우류						0.01				
Athanas spp.	꼬마딱총새우류					0.10					
Bodotria spp.	참올챙이새우류							0.01			
Bodotriidae spp.	참올챙이새우류				0.14						
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우						0.27	0.26			
Caprellidae spp.	바다대벌레류						0.01				
Charybdis japonica	민꽃게							7.50			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				0.01	0.03	0.33	0.15			
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			0.04	0.01	0.01	0.06	0.07			
Eohaustorius spp.	모래무지옆새우류				0.04				0.01		
Ericthonius spp.	육질꼬리옆새우붙이류						0.12	0.01			
Eucrate crenata	무딘이빨게						4.09				

<표> 2020년 6월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	**절지동물**										
Gammaridae spp.	옆새우류			0.01				1.32	1.69		0.09
Gynodiastylis spp.	코올챙이새우류							0.01	0.01		
Haustorioides spp.	모래옆새우류					0.01				0.07	
Idoteidae spp.	주걱벌레류							0.01	0.41		
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우								0.75		
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류							0.01	0.01		0.21
Maera spp.	마에라옆새우류							0.03			
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류		0.01			0.03			0.01	0.05	0.04
Melitidae spp.	멜리타옆새우류							0.01	0.01		0.03
Mysida spp.	곤쟁이류	0.06	0.01	0.07							
Nursia spp.	오각밤게류										3.16
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류	0.01				0.05	0.01	0.01	0.03	0.06	0.01
Ostracoda spp.	패충류								0.01		
Phoxocephalidae spp.	긴뿔옆새우류			0.01					0.03		
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게							0.42	0.51		
Pisidia serratifrons	알통게붙이							0.02			
Podocerus spp.	긴배옆새우류							0.03			
Stimpsoplax setirostris	가는다리말랑게							0.09			
Typhlocarcinops canaliculatus	애기털보부채게류							3.42			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류					0.04					0.01
Cnidaria	**자포동물**										
Cavernularia obesa	바다선인장						141.86				
Echinodermata	**극피동물**										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류			0.94		0.11	0.01	0.07	0.44		
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리							59.07	1.88	4.23	2.52
Protankyra bidentata	가시닻해삼				32.07				0.54		
Sclerodactyla multipes	다족환꼬리해삼							0.02			
Temnopleurus toreumaticus	분지성게							0.27			
Mollusca	**연체동물**										
Abra soyoae	납작투명조개류							0.97	0.22		0.07
Arcuatula senhousia	종밋								0.01		
Barnea spp.	둥글레조개류										0.09
Cylichnidae spp.	둥근관고둥류	0.01									
Ennucula tenuis	북방호두조개									0.05	
Gomphina spp.	꼬마대복류		0.16								
Ischnochitonidae	연두군부류					0.02					
Leptomya minuta	반투명조개류										0.05
Moerella hilaris	분홍접시조개						0.82	0.44			0.90
Musculus nana	납작꼬마담치							0.57			
Nitidotellina hokkaidoensis	붉은줄접시조개										0.04
Nitidotellina lischkei	진주접시조개						0.11	0.11			
Philine orientalis	흰민챙이					0.01					
Raeta pulchella	쇄개량조개						0.02				
Semelangulus tokubeii	작은대양조개									0.35	
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개	0.10				10.39					
Theora lata	아기반투명조개						0.69				
Tiberia pulchella	회오리고둥류						0.07				
Yoldia spp.	연두맵시조개류						0.51				
Nemertea	**유형동물**										
Nemertinea spp.	유형동물류			0.11	0.39	0.02	0.20	1.25	0.35		0.02
Platyhelminthes	**편형동물**										
Platyhelminthes spp.	편형동물류			0.01				0.03			
합계(g/㎡)		0.18	0.21	2.61	38.96	11.60	166.01	139.20	71.83	8.00	10.58

<표> 2020년 9월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이				5			5			5
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류					20	5	5		35	5
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이						105				10
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이						5				
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류							5		60	5
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이			5						10	
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					25	5				15
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					30	15				20
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류				10					5	
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						5				
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					5	20				15
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			40		15					
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이										5
Diopatra spp.	집갯지렁이류						5				10
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						15				20
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이						10				
Galathowenia oculata	관버섯갯지렁이						5				5
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이								5		
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이						15		5		
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이										5
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이						15				30
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이			20				25		10	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			10							5
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류						5	25		5	5
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	10		120			5				5
Inermonephtys spp.	민숭백금갯지렁이류					10					
Isolda pulchella	유령갯지렁이류						5				
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이			20							
Lagis bocki	잎빗갯지렁이										5
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						10				
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류										20
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류			15							
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			45							
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						10				5
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					5					
Lygdamis giardi	흠울타리갯지렁이						30				
Magelona japonica	양손갯지렁이			10							
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			85		30	240			5	40
Melinna elisabethae	황금뿔사슴갯지렁이						5				
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이										5
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이		10								
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	5		15			25	5		5	
Nereis spp.	원참갯지렁이류						10				
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이			5		15	10			660	15
Onuphis eremita	고리집갯지렁이류										20
Owenia fusiformis	싸리버섯갯지렁이류						5				15
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						10	5		5	200

<표> 2020년 9월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					50	105			5	50
Pherusa plumosa	깃더덕갯지렁이						15				
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				5					5	
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류										15
Pista cristata	총채유령갯지렁이						5				5
Poecilochaetus spp.	사천왕갯지렁이류										5
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류						20				40
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류					15	25			5	
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류									5	25
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류			5							
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류						5				
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류							45		15	5
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					5					
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류	10	445								
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이						15				75
Rhynchospio spp.	얼굴갯지렁이류								5		
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이						5				
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류						5				
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			40						50	
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류										10
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			20	5			5			5
Sigalion spp.	고랑비늘갯지렁이류				10						
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					5				5	20
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류						5	25	10		5
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류					10	5				
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이					10	10				
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					5					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류						35				
Terebellidae spp.	유령갯지렁이류						50				
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이					10					
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류										5
Arthropoda	절지동물										
Alpheus spp.	딱총새우류					20					5
Ampelisca spp.	안경옆새우류					80	35				
Ampithoidae spp.	참옆새우류					5					
Anthuridae spp.	마디벌레류					15					
Asthenognathus inaequipes	납작등게										5
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우						10				
Charybdis japonica	민꽃게							5		5	
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	5			5	15	15				
Cumella spp.	두드럭옆올챙이새우류									5	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			5							
Enoplolambrus validus	각시수염고둥류						5				
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류					5					
Gammaridae spp.	옆새우류					10	205				25
Haustorioides spp.	모래옆새우류				5						
Idoteidae spp.	주걱벌레류						40	5			

<표> 2020년 9월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	절지동물										
Iphinoe spp.	긴허리올챙이새우류							5			
Latreutes planirostris	넓적볼꼬마새우				5		5				
Latreutes spp.	넓적볼꼬마새우류						5				
Leptochela sydniensis	둥근돗대기새우						5				
Leptochelia spp.	주걱벌레붙이류						5				
Leptodius exaratus	부채게류						5				
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류						5				5
Macrophthalmus japonicus	칠게			255							
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류	10	70	5	20			5	10	30	30
Matuta planipes	그물무늬금게				10						
Melitidae spp.	멜리타옆새우류						10				
Mysida spp.	곤쟁이류	25	10		5	10		15	35		190
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			15			10			20	
Ogyrides orientalis	볼눈새우		25								
Paradorippe granulata	옴조개치레						10				5
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게			5			40				
Podocerus spp.	긴배옆새우류										5
Portunus trituberculatus	꽃게	5						5			
Pugettia quadridens	볼물맞이게						5				
Sestrostoma balssi	애기비단게류							5			5
Tanaidacea spp.	주걱벌레붙이류					5					10
Upogebia major	쏙					10					
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류	40	455		15				5	10	
Xenophthalmus pinnotheroides	장님진흙살이게						10				5
Cnidaria	자포동물										
Cavernularia obesa	바다선인장					5					
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류						10				
Ophiactis affinis	유사뱀이거미불가사리						10				
Ophiactis spp.	뱀이거미불가사리류										5
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리							5		140	10
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류						5				10
Phyllophorus spp.	잎사귀해삼류							5			
Mollusca	연체동물										
Dosinia japonica	떡조개					5					
Ischnochitonidae	연두군부류										5
Joannisiella cumingii	노랑볼록조개						10				
Moerella hilaris	분홍접시조개				15						
Philine orientalis	흰민챙이										25
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			10		5	5				
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개				10						
Theora lata	아기반투명조개					5					
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류			5		10	30			10	5
Platyhelminthes	편형동물										
Platyhelminthes spp.	편형동물류										5
합계(개체/㎡)		110	1,015	755	130	475	1,400	210	75	1,115	1,115
출현종수		8	6	22	15	33	65	20	7	25	57

<표> 2020년 9월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이				0.63			0.18			0.02
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류					0.65	0.03	0.09		0.95	0.06
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이						1.51				0.15
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이						0.03				
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류							0.01		0.45	0.03
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이			0.04						0.06	
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.21	0.01				0.01
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					0.08	0.06				0.10
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류				0.06					0.01	
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						0.02				
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					0.01	0.03				0.05
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			0.11		0.04					
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이										0.16
Diopatra spp.	집갯지렁이류						0.18				0.30
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						0.22				0.03
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이						0.04				
Galathowenia oculata	관버섯갯지렁이						0.01				0.01
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이								0.01		
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이						0.15		0.01		
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이										0.55
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이						1.27				0.66
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이			0.30				0.04		0.06	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.04							0.05
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류						0.01	0.03		0.04	0.01
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	0.01		0.32			0.01				0.01
Inermonephtys spp.	민숭백금갯지렁이류					0.43					
Isolda pulchella	유령갯지렁이류						0.03				
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이			2.01							
Lagis bocki	잎빗갯지렁이										0.05
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						1.70				
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류										0.14
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류			0.03							
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.17							
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						1.35				0.06
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					0.05					
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이						0.03				
Magelona japonica	양손갯지렁이			0.03							
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류				0.01		0.01	0.01			0.01
Melinna elisabethae	황금뿔사슴갯지렁이					0.01				0.02	
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이			0.07		0.03	0.38			0.01	0.05
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						0.01				
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이										0.01
Nereis spp.	원참갯지렁이류		0.04								
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	0.02		0.09			0.08	0.02		0.01	
Onuphis eremita	고리집갯지렁이류						0.01				
Owenia fusiformis	싸리버섯갯지렁이류			0.01		0.21	0.06			11.05	0.25
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이										0.26

<표> 2020년 9월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					0.15	0.18			0.02	0.12
Pherusa plumosa	깃더덕갯지렁이						0.31				
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				0.05					0.05	
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류										0.10
Pista cristata	총채유령갯지렁이						0.40				0.02
Poecilochaetus spp.	사천왕갯지렁이류										0.10
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류						0.01				0.03
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류					0.05	0.16			0.01	
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류									0.02	0.02
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류			0.03							
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류						0.01				
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류							0.35		0.05	0.01
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					0.01					
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류	0.02	2.75								
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이						0.01				0.06
Rhynchospio spp.	얼굴갯지렁이류								0.01		
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이						0.01				
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류						0.51				
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			0.69						0.30	
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류										0.02
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			0.05	0.11			0.08			0.05
Sigalion spp.	고랑비늘갯지렁이류				0.06						
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					0.03				0.03	0.06
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류						0.01	0.06	0.06		0.01
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류					0.04	0.02				
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이					0.15	0.13				
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					0.18					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류						0.20				
Terebellidae spp.	유령갯지렁이류						1.46				
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이					0.06					
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류										0.02
Arthropoda	절지동물										
Alpheus spp.	딱총새우류					0.37					0.14
Ampelisca spp.	안경옆새우류					0.34	0.10				
Ampithoidae spp.	참옆새우류					0.01					
Anthuridae spp.	마디벌레류					0.02					
Asthenognathus inaequipes	납작등게										0.03
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우						0.05				
Charybdis japonica	민꽃게							0.02		0.07	
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	0.01			0.01	0.09	0.01				
Cumella spp.	두드럭옆올챙이새우류									0.01	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			0.01							
Enoplolambrus validus	각시수염고둥류						0.09				
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류					0.01					
Gammaridae spp.	옆새우류					0.01	0.29				0.04
Haustorioides spp.	모래옆새우류				0.13						
Idoteidae spp.	주걱벌레류						0.91	0.06			

<표> 2020년 9월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	절지동물										
Iphinoe spp.	긴허리올챙이새우류							0.02			
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우				0.02		0.04				
Latreutes spp.	넓적뿔꼬마새우류						0.01				
Leptochela sydniensis	둥근돗대기새우						0.07				
Leptochelia spp.	주걱벌레붙이류						0.01				
Leptodius exaratus	부채게류						3.77				
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류						0.01				0.01
Macrophthalmus japonicus	칠게			17.83							
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류	0.01	0.07	0.01	0.03			0.02	0.02	0.06	0.06
Matuta planipes	그물무늬금게				0.15						
Melitidae spp.	멜리타옆새우류						0.03				
Mysida spp.	곤쟁이류	0.06	0.05		0.01	0.05		0.05	0.17		0.71
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			0.01			0.01			0.03	
Ogyrides orientalis	볼눈새우		0.29								
Paradorippe granulata	옴조개치레						0.25				0.07
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게			0.03			0.53				
Podocerus spp.	긴배옆새우류										0.01
Portunus trituberculatus	꽃게	1.52						0.18			
Pugettia quadridens	불물맞이게						0.10				
Sestrostoma balssi	애기비단게류							0.08			0.04
Tanaidacea spp.	주걱벌레붙이류					0.02					0.01
Upogebia major	쏙					0.13					
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류	0.06	0.17		0.04				0.01	0.02	
Xenophthalmus pinnotheroides	장님진흙살이게						0.08				0.02
Cnidaria	자포동물										
Cavernularia obesa	바다선인장					133.58					
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류						0.14				
Ophiactis affinis	유사뱀이거미불가사리						0.09				
Ophiactis spp.	뱀이거미불가사리류										0.01
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리							1.15		2.61	0.21
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류						0.01				0.01
Phyllophorus spp.	잎사귀해삼류							4.67			
Mollusca	연체동물										
Dosinia japonica	떡조개					0.03					
Ischnochitonidae spp.	연두군부류										0.02
Joannisiella cumingii	노랑볼록조개						0.93				
Moerella hilaris	분홍접시조개				0.41						
Philine orientalis	흰민챙이										0.16
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			1.01		0.18	0.12				
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개				3.21						
Theora lata	아기반투명조개					0.11					
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류			0.16		0.03	0.12			1.05	0.01
Platyhelminthes	편형동물										
Platyhelminthes spp.	편형동물류										0.01
합계(g/㎡)		1.69	3.36	22.98	4.89	137.30	18.43	7.08	0.27	16.93	5.90

<표> 2020년 12월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이									5	
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이				5						
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이							5			
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류								15		
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					15					
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					20		25			
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					10		20			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			10		35		70			
Cossura spp.	상모갯지렁이류			10							
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류				5						
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이					5					
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이							5			
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이								5		
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			25				5			
Hemipodia yenourensis	반다리미갑갯지렁이									5	
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			100	5						
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이					5	5				
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			280		10		5			
Lygdamis giardi	흠울타리갯지렁이				5						
Magelona japonica	양손갯지렁이			20							
Magelona spp.	양손갯지렁이류					5	5	5			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			20		5		70			
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이							10			
Micronephthys sphaerodirata orientalis	꼬마백금갯지렁이									5	
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이	10									
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이			5			5				
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이			15		35		40			
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이							5	5		
Oenonidae spp.	털갯지렁이류					5					
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이				20						
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이				5	15		20		5	
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				15			5			
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류				5						
Pista cristata	총채유령갯지렁이				5						
Praxillella affinis	꼬리대나무갯지렁이							5			
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류							5			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류			30							
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							5			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류				10		5	5	5		

<표> 2020년 12월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류				5						
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류				5						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			30							
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이					5		15			
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류			15							
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류									5	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					10		25			
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					10		5			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류				5	10		10			
Arthropoda	절지동물										
Ampelisca spp.	안경옆새우류					40		35			
Anomura spp.	집게류				5						
Anthuridae spp.	마디벌레류					15					
Caprellidae spp.	바다대벌레류								5		
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				5	5					
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			50							
Eocuma spp.	납작올챙이새우류				5						
Haustorioides spp.	모래옆새우류						5		5		
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우	5									
Macrophthalmus abbreviatus	길게			5							
Macrophthalmus japonicus	칠게			5							
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류						30				
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			15	20			20			
Photis spp.	꼬리다리옆새우류				25						
Phoxocephalidae spp.	긴뿔옆새우류	10	5								
Upogebia major	쏙					5					
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류				20		5				
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류			5							
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리						20		65	15	5
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류		5					35			
Mollusca	연체동물										
Mactra chinensis	개량조개			5							
Moerella hilaris	분홍접시조개			5							
Philine orientalis	흰민챙이							5			
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개				10						
Truncacteocina coarctata	큰쌀알고둥			10							
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류	5		5	20			15			
합계(개체/㎡)		30	10	665	205	265	80	475	105	40	5
출현종수		4	2	21	21	20	8	27	7	6	1

<표> 2020년 12월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이									0.23	
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이				0.06						
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이							0.01			
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류								0.17		
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.15					
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					0.05		0.06			
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					0.01		0.05			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			0.03		0.11		0.27			
Cossura spp.	상모갯지렁이류			0.01							
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류				0.02						
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이					12.98					
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이							0.40			
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이								0.01		
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.12				0.02			
Hemipodia yenourensis	반다리미갑갯지렁이									0.04	
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			0.31	0.02						
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이					6.76	0.39				
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.77		0.08		0.34			
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이				0.02						
Magelona japonica	양손갯지렁이			0.08							
Magelona spp.	양손갯지렁이류					0.01	0.01	0.21			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			0.02		0.01		0.16			
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이							0.06			
Micronephthys sphaerodirata orientalis	꼬마백금갯지렁이									0.03	
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이	0.81									
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이			0.15			0.01				
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이			0.15		0.07		0.14			
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이							0.03	0.01		
Oenonidae spp.	털갯지렁이류					0.01					
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이				0.02						
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이				0.01	0.06		0.19		0.02	
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				0.61			0.05			
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류				0.01						
Pista cristata	총채유령갯지렁이				0.03						
Praxillella affinis	꼬리대나무갯지렁이							0.01			
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류							0.12			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류			0.26							
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							0.01			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류				0.04		0.01	0.01	0.01		

<표> 2020년 12월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류				0.01						
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류				0.04						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			0.38							
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이					0.02		0.48			
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류			0.07							
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류									0.01	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					0.02		0.04			
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					0.12		0.04			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류				0.02	0.05		0.08			
Arthropoda	절지동물										
Ampelisca spp.	안경옆새우류					0.29		0.16			
Anomura spp.	집게류				0.01						
Anthuridae spp.	마디벌레류					0.01					
Caprellidae spp.	바다대벌레류								0.02		
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				0.01	0.09					
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			0.14							
Eocuma spp.	납작올챙이새우류				0.08						
Haustorioides spp.	모래옆새우류						0.31		0.49		
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우	0.51									
Macrophthalmus abbreviatus	길게			0.44							
Macrophthalmus japonicus	칠게			0.15							
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류						0.15				
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			0.03	0.02			0.02			
Photis spp.	꼬리다리옆새우류				0.01						
Phoxocephalidae spp.	긴뿔옆새우류	0.01	0.02								
Upogebia major	쏙					0.39					
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류				0.12		0.02				
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류			0.15							
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리						3.71		5.12	0.98	0.33
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류		0.01					0.01			
Mollusca	연체동물										
Mactra chinensis	개량조개			0.06							
Moerella hilaris	분홍접시조개			0.92							
Philine orientalis	흰민챙이							0.02			
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개				7.70						
Truncacteocina coarctata	큰쌀알고둥			0.03							
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류	0.02		0.01	0.20			0.20			
합계(g/㎡)		1.34	0.02	4.24	9.03	21.23	4.60	3.12	5.81	1.29	0.33

7.4.2 2차년도

<표> 2021년 4월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이				5		25				
Ampharetidae spp.	사슴갯지렁이류					5					
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이				5		60				
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이				5	20	10		10		
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류				5						
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이					5					
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					20			5		
Bradabyssa villosa	황금더덕갯지렁이								10		
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이		5	5							
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이				5	30	10				
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류								5		5
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						30				
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이				5	55	30		5		
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이				15	70			75		
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이				10						
Diopatra spp.	집갯지렁이류				10						
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류						10				
Eteone longa	작은부채발갯지렁이			5							
Euchone	꽃갯지렁이류						5				
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류				5						
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이				15		50				
Eunice spp.	털갯지렁이류						5				
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이									5	
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이				5		30				
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이				20	5	35	5			
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이							10		15	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			10					5		
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류							15			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			50		15	5				
Hydroides fusicola	석회관갯지렁이					5					
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					10			25		
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						15				
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류				10						
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류			5							
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이				10						
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			5					15		
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						20				
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					25	5				
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이			5							
Lygdamis giardi	흠울타리갯지렁이				30		5				
Magelona spp.	양손갯지렁이류				5		10	10			
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류								5		
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			15	15	30	130	5	25		
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이					10			15		
Micronephthys sphaerocirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이									5	
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이					5	5				
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이	5	5						5		
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이		5								
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이			5	15	35	100		15		
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이				5	10					
Nereis spp.	원참갯지렁이류					5	20				

<표> 2021년 4월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Oenonidae spp.	털갯지렁이류				10						
Onuphis eremita	고리집갯지렁이류				10						
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						10				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이				30	20	90		30		
Pectinaria okudai	곤봉빗갯지렁이						5				
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이				5						
Pista cristata	총채유령갯지렁이				5						
Poecilochaetus spp.	사천왕갯지렁이류					5					
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류				5		110				
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류					15					
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류								10		
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류		5								
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류					5	15				
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류				5		5	40		5	
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					15	535		5		
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이				35	5					
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류				10						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			5							
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류									5	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					25			65		
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류						5	10		10	25
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류						10				
Spiophanes kroyeri	얼굴갯지렁이류						5				
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					15					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류						10				
Terebellidae	유령갯지렁이류				45	10	5				
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이				5	5					
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류				20	10	5				
Trichobranchus bibranchiatus	여섯조름털갯지렁이류				5						
Arthropoda	절지동물										
Achaeus japonicus	아케우스게				5						
Alpheus digitalis	큰손딱총새우								5		
Ampelisca spp.	안경옆새우류				10	45	35		5		
Anthuridae spp.	마디벌레류					5					
Aoroides spp.	털큰앞손옆새우류					5	15				
Arcania globata	가시투성밤게						5				
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우						10				
Caprellidae spp.	바다대벌레류							5			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				40	25	10			5	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류				5						
Ericthonius spp.	육질꼬리옆새우붙이류				25						
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류								35		
Gammaridae spp.	옆새우류						5		5		
Gammaropsis	꼬리다리옆새우류				15		25				
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류					20					
Gynodiastylis spp.	코올챙이새우류						10				
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류									10	
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류	50	30		5			35		5	5
Melitidae spp.	멜리타옆새우류				25		10				
Mysida spp.	곤쟁이류	5									
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			10	10		5	5	5		
Photis spp.	꼬리다리옆새우류				275	40	340				
Phoxocephalidae spp.	긴뿔옆새우류						20				
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게				10						

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	**절지동물**										
Pinnotheres pholadis	섭속살이게						5				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류		20		55		5	5	5		
Xenophthalmus pinnotheroides	장님진흙살이게						15				
Echinodermata	**극피동물**										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류				5	5	20				
Comatulida	바다나리목					5					
Ophiactis affinis	유사뱀이거미불가사리						35				
Ophiothrix exigua	짧은가시거미불가사리						50				
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리				10		5	30		5	5
Temnopleurus toreumaticus	분지성게						5				
Mollusca	**연체동물**										
Abra soyoae	납작투명조개류						5				
Bullacta caurina	민챙이			10							
Eulima bifasciata	바늘고둥류								5		
Euspira gilva	갯노랑우렁이류			5							
Inquisitor spp.	연갈색언청이고둥류					5					
Joannisiella cumingii	노랑볼록조개				5						
Limaria orientalis	가는줄개가리비						5				
Moerella hilaris	분홍접시조개					10			15		
Nitidotellina lischkei	진주접시조개								10		
Philine orientalis	흰민챙이								10		
Potamocorbula amurensis	쇄방사늑조개	85	5								
Raeta pulchella	쇄개량조개					15			20		
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개							5			
Stenothyra edogawensis	흑색반점기수우렁이			15							
Theora lata	아기반투명조개								5		
Tiberia pulchella	회오리고둥류								5		
Truncacteocina coarctata	큰쌀알고둥			5							
Turbonilla candida	세로물결줄회오리고둥								10		
Turbonilla kesennumana	세로줄칸막이회오리고둥								15		
Nemertea	**유형동물**										
Nemertinea spp.	유형동물류			10	20		15	5	5	5	
Platyhelminthes	**편형동물**										
Platyhelminthes spp.	편형동물류					5					
합계(개체/㎡)		145	75	165	915	680	2085	185	1115	75	40
출현종수		4	7	16	50	42	59	14	35	11	4

<표> 2021년 4월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이				0.01		0.07				
Ampharetidae spp.	사슴갯지렁이류					0.03					
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이				0.17		0.73				
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이				0.04	0.05	0.01		0.01		
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류				0.01						
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이					0.03					
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.35			0.05		
Bradabyssa villosa	황금더덕갯지렁이								0.09		
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이		0.01	0.01							
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이				0.07	0.05	0.03				
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류								0.03		0.02
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						0.17				
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이				0.01	0.06	0.03		0.01		
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이				0.06	0.18			0.26		
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이				1.13						
Diopatra spp.	집갯지렁이류				2.98						
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류						0.01				
Eteone longa	작은부채발갯지렁이			0.02							
Euchone	꽃갯지렁이류						0.01				
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류				0.10						
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이				0.03		0.06				
Eunice spp.	털갯지렁이류						0.63				
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이									0.01	
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이				0.11		1.11				
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이				0.63	0.88	0.80	0.01			
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이							0.05		0.03	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.03					0.01		
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류							0.01			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			0.11		0.20	0.01				
Hydroides fusicola	석회관갯지렁이					0.09					
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					2.41			2.23		
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						2.16				
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류				0.14						
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류			0.02							
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이				1.56						
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.01					0.14		
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						0.91				
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					0.26	0.03				
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이			0.09							
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이				1.83		0.03				
Magelona spp.	양손갯지렁이류				0.01		0.04	0.02			
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류								0.01		
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			0.02	0.04	0.05	0.11	0.01	0.04		
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이					0.03			0.08		
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이									0.01	
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이					0.14	0.01				
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이	0.61	0.15						1.92		
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이		0.04								
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이			0.05	0.13	0.10	0.72		0.10		
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이				0.01	0.01					
Nereis spp.	원참갯지렁이류					0.01	0.07				

<표> 2021년 4월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Oenonidae spp.	털갯지렁이류				0.15	0.13	0.01		52.77		
Onuphis eremita	고리집갯지렁이류				0.06						
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이				0.40						
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이						0.01				
Pectinaria okudai	곤봉빗갯지렁이				0.13	0.05	0.22		0.21		
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이						0.06				
Pista cristata	총채유령갯지렁이				0.07						
Poecilochaetus spp.	사천왕갯지렁이류				0.41						
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류					0.02					
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류				0.01		0.07				
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류					0.06					
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류								0.06		
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류		0.01								
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류					0.01	0.01				
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류				0.01		0.01	0.08		0.01	
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이					0.03	1.14		0.01		
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류				0.09	0.01					
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이				0.62						
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			0.08							
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류									0.05	
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					0.03			0.21		
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류						0.04	0.03		0.02	0.06
Spiophanes kroyeri	얼굴갯지렁이류						0.03				
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이						0.15				
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류					0.32					
Terebellidae	유령갯지렁이류						0.12				
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이				1.56	0.66	0.01				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류				0.32	0.20					
Trichobranchus bibranchiatus	여섯조름털갯지렁이류				0.29	0.10	0.01				
Arthropoda	절지동물				0.13						
Achaeus japonicus	아케우스게				3.67						
Alpheus digitalis	큰손딱총새우								5.78		
Ampelisca spp.	안경옆새우류				0.01	0.10	0.11		0.03		
Anthuridae spp.	마디벌레류					0.01					
Aoroides spp.	털큰앞손옆새우류					0.01	0.01				
Arcania globata	가시투성밤게						0.34				
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우						0.14				
Caprellidae spp.	바다대벌레류							0.01			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				0.08	0.13	0.01			0.01	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류				0.01						
Ericthonius spp.	육질꼬리옆새우붙이류				0.01						
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류								0.12		
Gammaridae spp.	옆새우류						0.01		0.01		
Gammaropsis	꼬리다리옆새우류				0.02		0.05				
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류					0.04					
Gynodiastylis spp.	코올챙이새우류						0.01				
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류									0.11	
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류	0.17	0.11		0.01			0.07		0.01	0.01
Melitidae spp.	멜리타옆새우류				0.04		0.01				
Mysida spp.	곤쟁이류	0.05									
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			0.02	0.01		0.01	0.01	0.01		
Photis spp.	꼬리다리옆새우류				0.30	0.05	0.79				
Phoxocephalidae spp.	긴뿔옆새우류						0.01				
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게				1.42						

<표> 2021년 4월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	**절지동물**										
Pinnotheres pholadis	섭속살이게						0.03				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류		0.11		0.03		0.01	0.02	0.01		
Xenophthalmus pinnotheroides	장님진흙살이게						1.30				
Echinodermata	**극피동물**										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류				0.74	0.11	0.25				
Comatulida	바다나리목					0.64					
Ophiactis affinis	유사뱀이거미불가사리						0.24				
Ophiothrix exigua	짧은가시거미불가사리						78.14				
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리				1.49		0.51	2.36		0.44	0.61
Temnopleurus toreumaticus	분지성게						29.55				
Mollusca	**연체동물**										
Abra soyoae	납작투명조개류						1.68				
Bullacta caurina	민챙이			0.39							
Eulima bifasciata	바늘고둥류								0.03		
Euspira gilva	갯노랑우렁이류			28.35							
Inquisitor spp.	연갈색언청이고둥류					2.40					
Joannisiella cumingii	노랑볼록조개				0.92						
Limaria orientalis	가는줄개가리비						0.87				
Moerella hilaris	분홍접시조개					1.19			1.14		
Nitidotellina lischkei	진주접시조개								0.42		
Philine orientalis	흰민챙이								0.11		
Potamocorbula amurensis	쇄방사늑조개	0.13	0.01								
Raeta pulchella	쇄개량조개					0.69			0.91		
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개							4.76			
Stenothyra edogawensis	흑색반점기수우렁이			0.11							
Theora lata	아기반투명조개								0.03		
Tiberia pulchella	회오리고둥류								0.09		
Truncacteocina coarctata	큰쌀알고둥			0.04							
Turbonilla candida	세로물결줄회오리고둥								0.51		
Turbonilla kesennumana	세로줄칸막이회오리고둥								0.12		
Nemertea	**유형동물**										
Nemertinea spp.	유형동물류			0.39	0.24		0.74	0.03	0.06	0.04	
Platyhelminthes	**편형동물**										
Platyhelminthes spp.	편형동물류					0.01					
합계(g/㎡)		0.94	0.42	29.70	22.24	11.84	124.30	7.43	67.50	0.71	0.68

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류					20					
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이						265				
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						25				
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이					20	5	5			
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							10			
Bradabyssa villosa	황금더덕갯지렁이						20				
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					35					
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류					50		30			5
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						5				
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					10	30	15			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			5		10		10			
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이							5			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이	5					5				
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						25				
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이								5		
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			5		5	5				
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이	5	5	10	5						
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			30							
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류									15	
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류					10	10	20			5
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		10	835		10		75			5
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					25					
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이			20				5			
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						5				
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류			5							
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			15		5		10			
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					95		15			
Magelona spp.	양손갯지렁이류						5				
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류					15		15			
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이						5				
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		5	200		125	115	135			
Melinna elisabethae	황금뿔사슴갯지렁이						5				
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이					10		10			
Nephtys caeca	북방백금갯지렁이										5
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이	5							5		5
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이					5	15				
Nereis spp.	원참갯지렁이류					5					
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이					15		25			
Oenonidae spp.	털갯지렁이류							5			
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						80				5
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					50	50	65			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이					15					
Polygordius spp.	-				5		5			10	15
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류							5			
Praxillella affinis	꼬리대나무갯지렁이						5				
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류	10		15							
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류						55	20			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류					10	5	180			
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					20		165			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류			20				30			
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이						10				
Rhynchospio spp.	얼굴갯지렁이류									5	
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			5							
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			15							

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류									5	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					5		55			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					10			25		10
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류						5				
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이					15	10	35			
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이	5						10			
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이						5				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류					5	5	5			
Arthropoda	절지동물										
Alpheus spp.	딱총새우류					5		35			
Ampelisca spp.	안경옆새우류					160	60				
Aoroides spp.	털큰앞손옆새우류					5					
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우				10	5	20				
Cirolanidae spp.	모래무지벌레류										5
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				15	20	50	10	20	10	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류	5				5					5
Eocuma spp.	납작올챙이새우류					10					
Eohaustorius spp.	모래무지옆새우류	5	90								
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류					5					
Gammaridae spp.	옆새우류					20	85				
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류					25	65				
Gynodiastylis spp.	코올챙이새우류						10				
Haustorioides spp.	모래옆새우류		5								
Idoteidae spp.	주걱벌레류						15				
Ilyoplax pingi	펄털콩게			20							
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우					5					
Leptochela gracilis	돗대기새우		15			10	5				
Leptochela spp.	돗대기새우류						35				
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류								5		5
Lysianassidae spp.	긴팔옆새우류					5					
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류	35	30		5		45				
Melitidae spp.	멜리타옆새우류						5	5			
Mysida spp.	곤쟁이류	5			5	30	10	10	10		
Neotrypaea japonica	쏙붙이					5					
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류	5			15	35	10				
Ogyrides orientalis	뿔눈새우					5					
Photis spp.	꼬리다리옆새우류					15	125				
Pycnogonida spp.	바다거미류				5						
Raphidopus ciliatus	털다리게붙이							10			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류	15	50						45		
Xenophthalmus pinnotheroides	장님진흙살이게						5				
Cnidaria	자포동물										
Anthopleura japonica	갈색꽃해변말미잘					5					
Hormathiidae spp.	끈말미잘류						5	5			
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류					5			5		5
Leptosynapta inhaerens	아기닻해삼						5				
Ophiura spp.	빗살거미불가사리류								5		
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리									5	5
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류										5
Mollusca	연체동물										
Abra soyoae	납작투명조개류						5				
Assiminea spp.	기수우렁이류			30							

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Mollusca	연체동물										
Euspira gilva	갯노랑우렁이류		5								
Macoma incongrua	애기대양조개		5								
Moerella hilaris	분홍접시조개				10	5	5				
Nassarius castus	꽃좁쌀무늬고둥		5								
Nitidotellina lischkei	진주접시조개				35	5					
Philine orientalis	흰민챙이						5	10			
Potamocorbula amurensis	쇄방사늑조개		20								
Raeta pulchella	쇄개량조개				290		35				
Semelangulus tokubeii	작은대양조개					5					
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개	5									
Sydaphera spengleriana	감생이고둥					5					
Theora lata	아기반투명조개		15		95		35				
Truncacteocina coarctata	큰쌀알고둥		5								
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류		5	10	5	5	10	10			
합계(개체/㎡)		100	220	1,295	70	1,415	1,375	1,130	125	50	85
출현종수		11	10	22	9	51	51	37	9	6	14

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류					0.07					
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이						1.09				
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						0.55				
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이					0.10	0.02	0.02			
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							0.05			
Bradabyssa villosa	황금더덕갯지렁이						2.48				
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이					0.14					
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류					0.20		0.06			0.01
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이						0.01				
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이					0.03	0.04	0.05			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			0.02		0.06		0.04			
Daylithos parmatus	바늘더덕갯지렁이							0.01			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이	0.01					0.10				
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						0.10				
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이								0.01		
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			0.04		0.09	0.01				
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이	0.09	0.03	0.18	0.01						
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.24							
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류									0.01	
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류					0.05	0.01	0.10			0.01
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		0.02	3.27		0.04		0.73			0.01
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					0.22					
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이			0.44				14.06			
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						0.17				
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류			0.02							
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.05		0.02		0.02			
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이					0.85		0.42			
Magelona spp.	양손갯지렁이류						0.06				
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류					0.03		0.23			
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이						5.70				
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		0.01	0.22		0.12	0.23	0.32			
Melinna elisabethae	황금뿔사슴갯지렁이						0.01				
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이					0.10		0.03			
Nephtys caeca	북방백금갯지렁이										1.46
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이	0.12							0.49		0.26
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이					0.03	0.06				
Nereis spp.	원참갯지렁이류					0.03					
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이					0.03		0.10			
Oenonidae spp.	털갯지렁이류							0.05			
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						0.05				0.01
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					0.11	0.06	0.16			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이					0.06					
Polygordius spp.	-				0.01		0.01			0.01	0.01
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류							0.04			
Praxillella affinis	꼬리대나무갯지렁이						0.15				
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류	0.01		0.04							
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류						0.04	0.01			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류					0.01	0.01	0.16			
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					0.02		0.21			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류			0.04				0.07			
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이						0.03				
Rhynchospio spp.	얼굴갯지렁이류									0.01	
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이			0.02							
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			0.66							

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류									0.01	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					0.01		0.09			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					0.05			0.04		0.02
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류						0.03				
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이					0.10	0.06	0.76			
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이	0.01						0.26			
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이						0.15				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류					0.02	0.01	0.09			
Arthropoda	절지동물										
Alpheus spp.	딱총새우류					0.01		0.48			
Ampelisca spp.	안경옆새우류					0.21	0.06				
Aoroides spp.	털큰앞손옆새우류					0.01					
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우				0.01	0.01	0.11				
Cirolanidae spp.	모래무지벌레류										1.40
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류	0.01				0.01					0.01
Eocuma spp.	납작올챙이새우류					0.02					
Eohaustorius spp.	모래무지옆새우류	0.02	0.16								
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류					0.01					
Gammaridae spp.	옆새우류					0.01	0.03				
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류					0.03	0.09				
Gynodiastylis spp.	코올챙이새우류						0.01				
Haustorioides spp.	모래옆새우류		0.05								
Idoteidae spp.	주걱벌레류						0.04				
Ilyoplax pingi	펄털콩게			0.05							
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우					0.23					
Leptochela gracilis	돗대기새우		0.33			1.50	0.41				
Leptochela spp.	돗대기새우류						0.30				
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류								0.01		0.01
Lysianassidae spp.	긴팔옆새우류					0.01					
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류	0.07	0.02		0.01		0.04				
Melitidae spp.	멜리타옆새우류						0.01	0.01			
Mysida spp.	곤쟁이류	0.01			0.01	0.14	0.08	0.06	0.04		
Neotrypaea japonica	쏙붙이					0.01					
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류	0.01			0.01	0.04	0.01				
Ogyrides orientalis	뽈눈새우					0.01					
Photis spp.	꼬리다리옆새우류					0.01	0.09				
Pycnogonida spp.	바다거미류				0.01						
Raphidopus ciliatus	털다리게붙이							0.03			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류	0.01	0.03						0.07		
Xenophthalmus pinnotheroides	장님진흙살이게						0.73				
Cnidaria	자포동물										
Anthopleura japonica	갈색꽃해변말미잘					0.01					
Hormathiidae spp.	끈말미잘류						5.70	0.20			
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류					0.08			0.01		0.26
Leptosynapta inhaerens	아기닻해삼						0.73				
Ophiura spp.	빗살거미불가사리류								0.01		
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리									0.31	0.32
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류										0.01
Mollusca	연체동물										
Abra soyoae	납작투명조개류						0.27				
Assiminea spp.	기수우렁이류			0.12							

<표> 2021년 7월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Mollusca	연체동물										
Euspira gilva	갯노랑우렁이류			0.35							
Macoma incongrua	애기대양조개			0.08							
Moerella hilaris	분홍접시조개					0.66	0.45	0.07			
Nassarius castus	꽃좁쌀무늬고둥			0.04							
Nitidotellina lischkei	진주접시조개					1.37	0.08				
Philine orientalis	흰민챙이						0.04	0.03			
Potamocorbula amurensis	쇄방사늑조개			0.53							
Raeta pulchella	쇄개량조개					0.78		0.05			
Semelangulus tokubeii	작은대양조개						0.21				
Siliqua pulchella	꼬마보라맛조개		0.02								
Sydaphera spengleriana	감생이고둥						43.81				
Theora lata	아기반투명조개			0.03		0.22		0.02			
Truncacteocina coarctata	큰쌀알고둥			0.01							
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류		0.01	0.03	0.02	0.02	0.36	0.02			
합계(g/㎡)		0.34	0.65	6.42	0.07	7.85	64.76	19.01	0.67	0.34	3.74

<표> 2021년 10월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이				5						
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류								5		
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이							10			
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						10	590			
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이					5	10	5			
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류						10	25	65		
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이					5			15		
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					10		70			
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이							15			
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류				10	5	10		10		10
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이							35		5	
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이						10	25			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이					5					
Cossura spp.	상모갯지렁이류			10							
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류							20			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이							5			
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						5	55			
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이							10			
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이								15		10
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			10			25	30			
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이							5			
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이						25	20		5	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			45							
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류							115			
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류							25	5		
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			15		5					
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이						10				
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					15					
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이					10					
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이			5							
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						10	35		5	
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						5	45			
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		5	100							
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						25	5			
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이						5	5			
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이						15	15			
Magelona japonica	양손갯지렁이			5							
Magelona spp.	양손갯지렁이류		20		50		5	5			
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류					5					
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			10			60	280	15	20	
Myxicola spp.	꽃갯지렁이류							10			
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이						5	10			
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이						5	5			
Nereis spp.	원참갯지렁이류					5		5			
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이							5			
Oenonidae spp.	털갯지렁이류					5					
Onuphis eremita	고리집갯지렁이류									5	
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						25	45			
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					40	75	55		15	
Paraprionospio cordifolia	덮개모자예쁜얼굴갯지렁이					5					
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류									5	
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류						10	10		5	
Polygordius spp.	-								15		

<표> 2021년 10월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류							20			
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류						10	20			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류			10							
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류			5							
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							5			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류						20	20	40	15	10
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류			20							
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					15		15			
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이							15		25	
Rhynchospio spp.	얼굴갯지렁이류										10
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이						5				
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류							5			
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			5							
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			5			5	5			
Sigalion spp.	고랑비늘갯지렁이류				5						
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류							10			5
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					15			15	5	
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류						5				40
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류					10		5			
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이			45		25	5				
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					15	5	5			
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류							30			
Terebellidae	유령갯지렁이류						35	75			
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이						5				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			5			15	30		5	
Trichobranchus bibranchiatus	여섯조름털갯지렁이류							5			
Arthropoda	절지동물										
Ampelisca spp.	안경옆새우류					5	5	10		5	
Anthuridae spp.	마디벌레류									5	
Arcotheres sinensis	굴속살이게									5	
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우							25			
Caprellidae spp.	바다대벌레류								5		
Charybdis japonica	민꽃게						10	10			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				15			15			
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류						5				
Diogenes spp.	넓적왼손집게류								5		
Gammaridae spp.	옆새우류						15			20	
Idoteidae spp.	주걱벌레류							25			
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우						5	60			5
Leptochela gracilis	돗대기새우					10					
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류				5						
Macrophthalmus japonicus	칠게			30							
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류		5		10		5			15	10
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			5		20					
Paradorippe granulata	옴조개치레						5				
Photis spp.	꼬리다리옆새우류						20	50			
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류							10			
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게						15	10			
Pycnogonida spp.	바다거미류									5	
Typhlocarcinops canaliculatus	애기털보부채게류						15				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류				35					15	10

<표> 2021년 10월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Cnidaria	자포동물										
Hormathiidae spp.	곧말미잘류							5			
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류						15	5		5	
Oestergrenia dubia	주걱닻해삼							15			
Ophiactis affinis	유사뱀이거미불가사리							5			
Ophiothrix exigua	짧은가시거미불가사리						10				
Temnopleurus toreumaticus	분지성게							5			
Mollusca	연체동물										
Abra soyoae	납작투명조개류						5	20			
Dosinia japonica	떡조개					5					
Inquisitor spp.	연갈색언청이고둥류					5					
Iravadia spp.	깨고둥붙이류			5							
Moerella hilaris	분홍접시조개					10					
Nitidotellina lischkei	진주접시조개					25	5	5			
Oscilla tricordata	세로줄회오리고둥			5							
Pleurobranchaea japonica	올빼미군소붙이							5			
Semelangulus tokubeii	작은대양조개				5						
Theora lata	아기반투명조개			5		10					
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류	15			15		10	20	10	5	
합계(개체/㎡)		15	30	345	155	290	615	2160	220	195	110
출현종수		1	3	20	10	26	46	65	13	21	9

<표> 2021년 10월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이				1.20						
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류								0.38		
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이							0.09			
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						0.01	21.29			
Amphisamytha japonica	고리사슴갯지렁이					0.01	0.02	0.02			
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류						0.06	0.30	0.14		
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이					0.01			0.34		
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.08		0.07			
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이							0.04			
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류				0.11	0.03	0.05		0.09		0.08
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이							0.13		0.02	
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이						0.01	0.06			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이					0.01					
Cossura spp.	상모갯지렁이류			0.01							
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류							0.06			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이							0.04			
Euclymene oerstedii	대나무갯지렁이류						0.02	0.11			
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이							0.01			
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이								0.10		0.15
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			1.85			0.17	0.35			
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이							0.09			
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이						2.90	1.29		0.01	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.08							
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류							0.24			
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류							0.05	0.02		
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			0.08		0.01					
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이						0.01				
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류					4.64					
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이					3.82					
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이			0.02							
Laonice cirrata	납작얼굴갯지렁이						0.14	0.77		0.03	
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						0.03	0.23			
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		0.03	0.32							
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						1.13	0.41			
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이						0.04	0.11			
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이						0.31	0.47			
Magelona japonica	양손갯지렁이			0.02							
Magelona spp.	양손갯지렁이류		0.17		0.18		0.02	0.02			
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류					0.01					
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			0.01			0.10	0.80	0.03	0.04	
Myxicola spp.	꽃갯지렁이류							2.64			
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이						0.05	0.05			
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이						0.01	0.01			
Nereis spp.	원참갯지렁이류					0.06		0.01			
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이							0.07			
Oenonidae spp.	털갯지렁이류					0.03					
Onuphis eremita	고리집갯지렁이류									0.04	
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이						0.03	0.05			
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이					0.15	0.14	0.10		0.10	
Paraprionospio cordifolia	덮개모자예쁜얼굴갯지렁이					0.17					
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류									0.06	
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류						0.01	0.01		0.01	
Polygordius spp.	-								0.01		

<표> 2021년 10월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류							0.05			
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류						0.02	0.02			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류			0.08							
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류			0.01							
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							0.01			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류						0.05	0.09	0.08	0.05	0.01
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류			0.03							
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류					0.02		0.04			
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이							0.05		0.06	
Rhynchospio spp.	얼굴갯지렁이류										0.01
Sabellaria ishikawai	길쭉둥근울타리갯지렁이						0.03				
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류							0.20			
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			0.03							
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			0.01			0.03	0.03			
Sigalion spp.	고랑비늘갯지렁이류				0.09						
Sigalionidae spp.	고랑비늘갯지렁이류							0.01			0.01
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류					0.06			0.04	0.01	
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류						0.02				0.06
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류					0.02		0.02			
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이			1.35		1.20	0.10				
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					0.50	0.04	0.01			
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류							0.34			
Terebellidae	유령갯지렁이류						0.12	0.25			
Terebellides stroemii	조름털갯지렁이						0.25				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			0.03			0.05	0.08		0.01	
Trichobranchus bibranchiatus	여섯조름털갯지렁이류							0.05			
Arthropoda	절지동물										
Ampelisca spp.	안경옆새우류					0.01	0.01	0.01		0.01	
Anthuridae spp.	마디벌레류									0.01	
Arcotheres sinensis	굴속살이게									0.01	
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우							0.06			
Caprellidae spp.	바다대벌레류								0.01		
Charybdis japonica	민꽃게						238.73	0.06			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류				0.01			0.01			
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류						0.01				
Diogenes spp.	넓적왼손집게류								0.01		
Gammaridae spp.	옆새우류						0.01			0.01	
Idoteidae spp.	주걱벌레류							0.57			
Latreutes planirostris	넓적뿔꼬마새우						0.12	1.27			0.01
Leptochela gracilis	돗대기새우					0.21					
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류				0.01						
Macrophthalmus japonicus	칠게			1.97							
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류		0.01		0.01		0.01			0.01	0.01
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류			0.01		0.03					
Paradorippe granulata	옴조개치레						0.06				
Photis spp.	꼬리다리옆새우류						0.02	0.03			
Phoxocephalidae	긴뿔옆새우류							0.01			
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게						0.51	0.77			
Pycnogonida spp.	바다거미류									0.14	
Typhlocarcinops canaliculatus	애기털보부채게류						3.34				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류				0.05					0.02	0.07

<표> 2021년 10월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Cnidaria	자포동물										
Hormathiidae spp.	곧말미잘류							5.95			
Echinodermata	극피동물										
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류						0.07	0.07		0.01	
Oestergrenia dubia	주걱닻해삼							0.90			
Ophiactis affinis	유사뱀이거미불가사리							0.11			
Ophiothrix exigua	짧은가시거미불가사리						12.30				
Temnopleurus toreumaticus	분지성게							27.94			
Mollusca	연체동물										
Abra soyoae	납작투명조개류						0.02	2.33			
Dosinia japonica	떡조개					0.03					
Inquisitor spp.	연갈색언청이고둥류					3.99					
Iravadia spp.	깨고둥붙이류			0.01							
Moerella hilaris	분홍접시조개					0.22					
Nitidotellina lischkei	진주접시조개					2.57	0.01	0.27			
Oscilla tricordata	세로줄회오리고둥			0.03							
Pleurobranchaea japonica	올빼미군소붙이							0.02			
Semelangulus tokubeii	작은대양조개				0.08						
Theora lata	아기반투명조개			0.01		0.05					
Nemertea	유형동물										
Nemertinea spp.	유형동물류	0.02			0.44		0.09	4.41	0.07	3.37	
합계(g/㎡)		0.02	0.21	5.89	2.16	17.88	261.12	75.86	1.29	3.96	0.39

<표> 2022년 1월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이				5						
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류			5							
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						5			5	
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류										5
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					5		5			
Bradabyssa villosa	황금더덕갯지렁이							5			
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이							10			
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류							10			5
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이							10			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			5			10	5			
Cossura spp.	상모갯지렁이류			5							
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이									5	
Galathowenia oculata	관버섯갯지렁이						5				
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이									5	
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			10			10				
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			75							
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			155		5	100				
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류							5			
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이			5							
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						5			5	
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류					5					
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이			5			5				
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			130				10			
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						5				
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류					5					
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			5		15	15				
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이			5				5			
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이									5	
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이			10							
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이	5									
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이					5					
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이						5				
Oenonidae spp.	털갯지렁이류							10			
Ophelia spp.	요정갯지렁이류		5								
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이			5		30	15	30		5	
Paraprionospio cordifolia	덮개모자예쁜얼굴갯지렁이							20			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이							5			
Polygordius spp.	-										5
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류						5				
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류							5			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류				10					5	5
Prionospio spp.	예쁜얼굴갯지렁이류				15						
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			20	5						
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류						15	25			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류				5					5	25
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이			455		20	15	35			
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					5	5	10			
Terebellidae	유령갯지렁이류						5				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			15		5		5			
Arthropoda	절지동물										
Alpheus digitalis	큰손딱총새우							5			
Ampelisca spp.	안경옆새우류				5	10	5				
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류					15			15	10	

<표> 2022년 1월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	**절지동물**										
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류		5	30		10					
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류			5				15			
Gammaridae spp.	옆새우류			5							
Gammaropsis	꼬리다리옆새우류						25				
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류			15							
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류				5						
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류	25			40					10	5
Matuta planipes	그물무늬금게								5		
Melita spp.	멜리타옆새우류							5			
Mysida spp.	곤쟁이류	5									
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류				5	5					
Photis spp.	꼬리다리옆새우류				5		5	10			
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게						5				
Pycnogonida spp.	바다거미류									10	
Upogebia major	쏙					5					
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류	55			10				15		5
Echinodermata	**극피동물**										
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리									5	
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류	5									
Scaphechinus mirabilis	연잎성게								5		
Mollusca	**연체동물**										
Dosinia japonica	떡조개			5							
Moerella hilaris	분홍접시조개					5		5			
Nitidotellina lischkei	진주접시조개					5		5			
Raeta pulchella	쇄개량조개			20		20					
Theora lata	아기반투명조개			5			5	5			
Nemertea	**유형동물**										
Nemertinea spp.	유형동물류			40							
합계(개체/㎡)		95	10	1035	110	175	270	260	40	75	55
출현종수		5	2	24	11	18	21	25	4	12	7

<표> 2022년 1월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Annelida	환형동물										
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이				2.00						
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류			0.47							
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						0.81			0.41	
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류										0.01
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.01		0.03			
Bradabyssa villosa	황금더덕갯지렁이							0.02			
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이							0.05			
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류							0.03			0.01
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이							0.01			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이			0.05			0.03	0.01			
Cossura spp.	상모갯지렁이류			0.01							
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이									0.01	
Galathowenia oculata	관버섯갯지렁이						0.01				
Glycera capitata	큰머리미갑갯지렁이									0.03	
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이			0.16			1.27				
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.30							
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이			5.08		0.03	6.21				
Inermonephtys	민숭백금갯지렁이류							0.87			
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이			0.11							
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류						0.05			0.04	
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류					0.01					
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이			0.29			1.13				
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.45				0.07			
Lumbrineris japonica	참송곳갯지렁이						0.24				
Maldanidae spp.	대나무갯지렁이류					0.01					
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류			0.01		0.04	0.05				
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이			0.13				0.07			
Micronephthys sphaerodirrata orientalis	꼬마백금갯지렁이									0.02	
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이			0.17							
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이	0.23									
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이					0.01					
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이						1.81				
Oenonidae spp.	털갯지렁이류							0.08			
Ophelia spp.	요정갯지렁이류		0.12								
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이			0.03		0.11	0.03	0.08		0.02	
Paraprionospio cordifolia	덮개모자예쁜얼굴갯지렁이							0.10			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이							0.08			
Polygordius spp.	-										0.01
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류						0.01				
Prionospio bocki	예쁜얼굴갯지렁이류							0.01			
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류				0.03					0.01	0.03
Prionospio spp.	예쁜얼굴갯지렁이류				0.05						
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류			0.20	0.07						
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류						0.04	0.09			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류				0.01					0.01	0.06
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이			16.79		0.33	0.05	4.70			
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이					0.10	0.01	0.38			
Terebellidae	유령갯지렁이류						0.40				
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			0.17		0.01		0.01			
Arthropoda	절지동물										
Alpheus digitalis	큰손딱총새우							3.27			
Ampelisca spp.	안경옆새우류				0.01	0.01	0.01				
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류					0.01			0.01	0.01	

<표> 2022년 1월 조하대 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅰ-3	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅵ-1	Ⅵ-2	Ⅵ-3
Arthropoda	**절지동물**										
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류		0.02	0.09		0.01					
Eriopisella sechellensis	멜리타옆새우류			0.01				0.02			
Gammaridae spp.	옆새우류			0.01							
Gammaropsis	꼬리다리옆새우류						0.02				
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류			0.03							
Liljeborgia spp.	릴예보옆새우류				0.04						
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류	0.04			0.06					0.06	0.01
Matuta planipes	그물무늬금게								4.46		
Melita spp.	멜리타옆새우류							0.01			
Mysida spp.	곤쟁이류	0.06									
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류				0.01	0.01					
Photis spp.	꼬리다리옆새우류				0.01		0.01	0.01			
Pilumnopeus makianus	두드러기네톱니부채게						0.15				
Pycnogonida spp.	바다거미류									0.02	
Upogebia major	쏙					1.96					
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류	0.15			0.02				0.05		0.01
Echinodermata	**극피동물**										
Ophiuroglypha kinbergi	빗살거미불가사리									0.43	
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류	0.01									
Scaphechinus mirabilis	연잎성게								0.24		
Mollusca	**연체동물**										
Dosinia japonica	떡조개			0.02							
Moerella hilaris	분홍접시조개					0.23		0.23			
Nitidotellina lischkei	진주접시조개					0.72		0.71			
Raeta pulchella	쇄개량조개			0.05		0.02					
Theora lata	아기반투명조개			0.01			0.01	0.01			
Nemertea	**유형동물**										
Nemertinea spp.	유형동물류			1.63							
합계(g/㎡)		0.48	0.14	26.19	2.29	3.58	12.30	10.89	4.75	1.04	0.12

7.5 바지락 어장 대형저서동물

7.5.1 1차년도

<표> 2020년 6월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이								10				
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류				10								10
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이		20				70			20			10
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		10				10			10			10
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	810	10				10	50			20	320	30
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류							10					
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이			20	80	80						10	
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					40			150				
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							140	130	70	10		30
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이					50	10	70			10	100	10
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	50	40							30			20
Cirriformia tentaculata	명주실탁래갯지렁이		10				10						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		10		20	60	30	10	10	50	80	10	
Diopatra sugokai	털보집갯지렁이		10				10			10			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이												
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	60	180	40	20		110	90		40	20	10	20
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이							10					
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					20			10				
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			10	20	20	20	10	10	10	10		10
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		10	10			10						
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류										10		30
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류									40			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	50	270	520	220	180	170	150		340	240	10	
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이			10							10		10
Leonnates persicus	둥근가시사자머리잠깨갯지렁이				10								
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류				10								
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		30				10		20	20	10		
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		10	60		40	30	10	40	30	50	10	140
Magelona japonica	양손갯지렁이				1070	90							
Magelona spp.	양손갯지렁이류					10							10
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이		20							10			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	140	80	130	80	370	510	180	60	90	90		
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이							20				10	
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	50			100	110	80	170	200		40	280	
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이			10				10					10

<표> 2020년 6월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**												
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									40			
Perinereis nuntia	눈썹참갯지렁이류												
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류	10							10				
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류				10								
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류	20			20	10		20	80				
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류							30		20			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		20				10	140		10			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류						10						
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이						10						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이				10	210		10					
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이												480
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류								60			60	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류	20		20	40	10	10			10	70	20	20
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	150	60	90			50			280	20		
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					10		10					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류									10			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		30				10				40		50
Arthropoda	**절지동물**												
Ampithoidae spp.	참옆새우류										10		
Arcotheres sinensis	굴속살이게			10						10			
Asthenognathus inaequipes	납작등게							10					
Caprellidae spp.	바다대벌레류							20					
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류							10				2260	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			10		40	200		160	20	190		
Diogenes spp.	넓적왼손집게류							20		10			
Gammaridae spp.	옆새우류		30	20						20	20	10	
Hemigrapsus penicillatus	풀게	60	40	50			10		10	10			
Leuconidae spp.	흰올챙이새우류										30		
Macrophthalmus abbreviatus	길게					10	10	10	20			10	
Macrophthalmus japonicus	칠게				10								30
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류								10				
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	40						20	20	10			
Mysida spp.	곤쟁이류		10										
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					60	80	60	120	10	170	120	
Paguridae spp.	집게류		20	10									

<표> 2020년 6월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**												
Pagurus spp.	참집게류	20		20									
Phoxocephalidae	긴뿔옆새우류	50						10		10			
Pyrhila carinata	양마밤게			10									
Pyrhila pisum	밤게					10							
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	130	80	190					10				
Upogebia major	쏙		10		30		20	50		760			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류											340	
Brachiopoda	**완족동물**												
Lingula unguis	개맛류										10		
Cnidaria	**자포동물**												
Edwardsia japonica	벌레붙이말미잘							10					
Echinodermata	**극피동물**												
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류					10						10	
Protankyra bidentata	가시닻해삼							10					
Mollusca	**연체동물**												
Agriodesma navicula	안쪽인대조개									10			
Batillaria cumingii	댕가리	140		70	70							140	
Bullacta caurina	민챙이					20							
Cyclina sinensis	가무락조개					10							
Doridiidae spp.	갑옷갯민숭달팽이류	20											
Dosinia japonica	떡조개										10		
Lunella correensis	눈알고둥	50											
Mactra quadrangularis	동죽					10							
Mitrella bicincta	보리무륵							10					
Moerella rutila	민띠접시조개					190		10					
Patelloida pygmaea	애기배말							10					
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	90	20	20	10	230		20			10	30	
Ruditapes philippinarum	바지락	210	1,080	280	30	120	750	910		130	290	210	430
Nemertea	**유형동물**												
Nemertinea spp.	유형동물류				30		20	20	10	20	10	20	20
Sipuncula	**성구동물**												
Phascolosoma scolops	상어껍질별벌레		20										
합계(개체/㎡)		2,170	2,130	1,610	1,900	2,020	2,280	2,350	1,150	2,160	1,480	3,990	1,730
출현종수		20	26	22	21	27	28	36	21	32	26	21	25

<표> 2020년 6월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Aglaophamus sinensis	납작백금갯지렁이								0.17				
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류				1.20								0.30
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이		0.02				0.12			0.06			0.02
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		0.02				0.03			0.06			0.06
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	5.80	0.14				0.04	0.30			0.19	3.26	0.17
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류							0.15					
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이			0.02	0.42	0.87						0.08	
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					0.35			0.59				
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							0.12	0.25	0.08	0.01		0.22
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이					0.35	0.05	1.03			0.09	1.07	0.28
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	0.14	0.03							0.02			0.06
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이		0.01				5.27						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		0.01		0.04	0.23	0.11	0.06	0.08	0.11	0.19	0.02	0.07
Diopatra sugokai	털보집갯지렁이		0.38				1.46			1.06			
Eteone longa	작은부채발갯지렁이												0.48
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	0.57	1.78	1.72	0.11		4.53	1.14		0.08	0.71	0.30	5.69
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이							0.24					
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					0.59			0.36				
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.03	0.07	0.23	0.02	0.05	0.07	0.02	0.08		0.06
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		0.10	0.40			0.03						
Goniadidae spp.	고리갯지렁이류										0.01		
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류									0.01			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	0.45	0.80	4.37	0.42	1.48	2.32	2.75		1.57	3.17	0.71	0.30
Lagis bocki	잎빗갯지렁이			0.82							1.24		0.74
Leonnates persicus	둥근가시짧은갯지렁이				0.07								
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류				0.01								
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		0.05				0.04		0.04	0.02	0.06		0.01
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		0.31	2.03		6.14	0.30	0.50	5.36	3.81	4.63	5.71	0.16
Magelona japonica	양손갯지렁이				5.99	0.50							
Magelona spp.	양손갯지렁이류					0.03							
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이		0.83							2.00			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	0.16	0.07	0.12	0.07	1.64	1.03	0.33	0.09	0.11	0.31		0.39
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이							1.15				0.31	
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	0.29			0.42	0.65	0.30	1.02	0.69		0.36	1.24	1.52
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이			0.01				0.38					

<표> 2020년 6월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									0.03			
Perinereis nuntia	눈썹참갯지렁이류												
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류	0.03							0.14				
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류				0.16								
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류	0.02			0.04	0.02		0.05	0.16				
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류							0.03		0.01			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		0.01				0.01	0.16		0.02			0.01
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류						0.07						0.04
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이						0.09						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이				0.01	0.66		0.05					
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이												4.87
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류								5.01			3.77	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류	0.01		0.03	0.09	0.02	0.03			0.01	0.08	0.02	0.08
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	2.75	2.16	5.27			2.37			12.91	0.14		
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					0.12		0.16					
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류									0.01			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		0.10				0.03				0.37		0.14
Arthropoda	절지동물												
Ampithoidae spp.	참옆새우류										0.01		
Arcotheres sinensis	굴속살이게			0.05						0.10			
Asthenognathus inaequipes	납작등게							0.34					
Caprellidae spp.	바다대벌레류							0.01					
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류							0.01				2.35	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류			0.01		0.01	0.18		0.18	0.01	0.01		
Diogenes spp.	넓적왼손집게류							4.71		0.29			
Gammaridae spp.	옆새우류		0.01	0.01						0.01	0.01	0.01	
Hemigrapsus penicillatus	풀게	25.33	1.09	3.79			7.03		22.51	0.96			
Leuconidae spp.	흰올챙이새우류										0.01		
Macrophthalmus abbreviatus	길게					12.35	0.57	0.16	42.46			16.40	
Macrophthalmus japonicus	칠게				0.23								15.79
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류								0.08				
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	0.01						0.05	0.01	0.01			
Mysida spp.	곤쟁이류		0.02										
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					0.06	0.14	0.11	0.21	0.01	0.01	0.10	
Paguridae spp.	집게류		0.06	0.04									

<표> 2020년 6월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**												
Pagurus spp.	참집게류	1.00		0.11									
Phoxocephalidae spp.	긴볼옆새우류	0.01						0.01		0.01			
Pyrhila carinata	양마밤게			4.28									
Pyrhila pisum	밤게					36.28							
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	0.06	0.03	0.09					0.01				
Upogebia major	쏙		0.03		0.09		0.01	0.10		2.11			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류											0.67	
Brachiopoda	**완족동물**												
Lingula unguis	개맛류										2.72		
Cnidaria	**자포동물**												
Edwardsia japonica	벌레붙이말미잘							0.70					
Echinodermata	**극피동물**												
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류					8.66						0.15	
Protankyra bidentata	가시닻해삼							19.62					
Mollusca	**연체동물**												
Agriodesma navicula	안쪽인대조개									0.08			
Batillaria cumingii	댕가리	57.56		19.66	24.29							97.29	
Bullacta caurina	민챙이					82.23							
Cyclina sinensis	가무락조개					130.19							
Doridiidae spp.	갑옷갯민숭달팽이류	0.14											
Dosinia japonica	떡조개										429.31		
Lunella correensis	눈알고둥	27.08											
Mactra quadrangularis	동죽					113.26							
Mitrella bicincta	보리무륵							0.81					
Moerella rutila	민띠접시조개					89.70		4.80					
Patelloida pygmaea	애기배말							0.60					
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	26.85	2.72	4.15	3.14	77.01		12.75			5.60	9.08	
Ruditapes philippinarum	바지락	1,017.00	2,889.80	957.70	252.50	958.00	3,126.80	4,495.30		767.50	2,915.30	1,449.10	2,186.80
Nemertea	**유형동물**												
Nemertinea spp.	유형동물류				0.75		0.03	0.07	0.03	0.15	1.32	0.33	0.05
Sipuncula	**성구동물**												
Phascolosoma scolops	상어껍질별벌레		0.47										
합계(g/㎡)		1,165.26	2,901.05	1,004.71	290.12	1,521.63	3,153.01	4,549.82	78.50	793.24	3,365.94	1,591.97	2,218.31

<표> 2020년 9월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류												20
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이		20										20
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		20				10						
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	970	40	10				160		10		360	20
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류							10					
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이				70		10			20	20		
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					20							
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류	110						30	10		20	180	
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이										50	60	
Boccardia spp.	유령얼굴갯지렁이류							10					
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	20										20	
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이												10
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이		20	10			10						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		20		10			20		30			10
Diopatra spp.	집갯지렁이류								10				10
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류		10										
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	220	80	40	20		70	10		20	10		40
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					10	10					20	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류				20		30	20					
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이	10											10
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	10											
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	70	160	320	90	20	120	110		130	10		40
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이									10			
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이										10		
Lagis bocki	잎빗갯지렁이		30							20			
Leonnates persicus	둥근가시머리참갯지렁이				20								
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이					10							
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		40				50			10	10		10
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이		10										
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		10		20	10	20	10	10	20	50	10	
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이	10	10										
Lysidice collaris	노란솜털갯지렁이		10										
Magelona japonica	양손갯지렁이				620								
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이	10								10			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	60	200	20	10		330	100		10	20	10	10

<표> 2020년 9월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**												
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						10						
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이	30											
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					10						10	
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	40		10	30	40	270	20			10	80	30
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	10											40
Oenonidae spp.	털갯지렁이류									10			
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이											10	
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이					10							
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류				10								
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류	30											
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류	20			10								
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				10								
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류							40					
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류	60					10	10					
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이	10					20						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					50	10					50	
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이						10			10	30	210	110
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류											140	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류			10	10	10				10	30		20
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	310	40	30						90			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류	10				20	30	10	20			10	
Terebellidae	유령갯지렁이류	10	10										
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		10										10
Arthropoda	**절지동물**												
Ampithoidae spp.	참옆새우류	140	10								20		
Asthenognathus inaequipes	납작등게							20					
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우									30			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	10					10				140	1,300	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류							10			10		
Diogenes spp.	넓적왼손집게류			10				10					
Gammaridae spp.	옆새우류	40	10	30									
Hemigrapsus penicillatus	풀게	1,570	370	590			480	100		20			10
Macrophthalmus abbreviatus	길게								30	10	10		
Macrophthalmus japonicus	칠게				440	240	180	30			60		130
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류								60				

<표> 2020년 9월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**												
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	80		120				10					10
Mysida spp.	곤쟁이류												10
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류								110		90	30	
Palaemon spp.	줄새우류									10			
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류	300								10			10
Raphidopus ciliatus	털다리게붙이											10	
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	480	50	170									10
Upogebia major	쑥		10						10				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류								10			1,590	
Brachiopoda	**완족동물**												
Lingula unguis	개맛류				10								
Echinodermata	**극피동물**												
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류					10							
Protankyra bidentata	가시닻해삼							10					
Mollusca	**연체동물**												
Arcuatula senhousia	종밋	6,440											
Batillaria cumingii	댕가리	130	10									20	10
Bullacta caurina	민챙이					10							
Cyclina sinensis	가무락조개					20							
Dosinia japonica	떡조개										10		
Lunella correensis	눈알고둥	60											
Mactra quadrangularis	동죽					20							
Mitrella bicincta	보리무륵	10											
Moerella rutila	민띠접시조개					170	10	10					
Patelloida pygmaea	애기배말	30											
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	50	40	20	60	120	10	20		10			10
Ruditapes philippinarum	바지락	350	550	190	30	10	470	430		110	80	60	310
Nemertea	**유형동물**												
Nemertinea spp.	유형동물류		20	10	10		10					30	
Platyhelminthes	**편형동물**												
Platyhelminthes spp.	편형동물류		30	10			10						
Sipuncula	**성구동물**												
Phascolosoma scolops	상어껍질별벌레			10									
합계(개체/㎡)		11,760	1,820	1,590	1,500	810	2,200	1,210	270	610	690	4,210	920
출현종수		36	29	16	19	19	25	24	9	22	20	21	25

<표> 2020년 9월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Amaeana occidentalis	유령갯지렁이류												0.30
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이		0.37										0.30
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		0.01				0.01						
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	5.55	0.10	0.20				0.93		0.02		2.19	0.12
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류							0.03					
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이				0.15		0.01			0.12	0.14		
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					0.08							
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류	0.03						0.02	0.07		0.03	0.11	
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이										0.45	0.50	
Boccardia spp.	유령얼굴갯지렁이류							0.02					
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	0.01										0.01	
Chaetozone setosa	솜털바퀴실타래갯지렁이												0.02
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이		0.08	0.40			0.15						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		0.02		0.03			0.08		0.07			0.02
Diopatra spp.	집갯지렁이류								4.14				0.97
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류		0.03										
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	19.51	0.42	0.43	0.12		0.95	0.66		0.02	0.85		3.16
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					0.79	0.01					0.05	
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류				0.09		0.02	0.06					
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이	0.27											0.22
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	0.01											
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	0.29	0.74	1.22	0.18	0.08	0.42	1.40		0.55	0.06		0.90
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이									0.21			
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이										11.56		
Lagis bocki	잎빗갯지렁이		0.24							0.23			
Leonnates persicus	둥근가시머리참갯지렁이				0.25								
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이					0.02							
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		0.03				0.06			0.01	0.01		0.01
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이		0.01										
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		4.61		0.04	0.98	3.09	1.00	0.30	0.37	1.11	6.44	
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이	0.01	0.02										
Lysidice collaris	노란솜털갯지렁이		0.01										
Magelona japonica	양손갯지렁이				1.80								
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이	2.00								3.86			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	0.06	0.22	0.02	0.01		0.31	0.24		0.01	0.03	0.01	0.02

<표> 2020년 9월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						0.01						
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이	0.14											
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					1.01						1.53	
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	0.18		0.03	0.04	0.14	0.60	0.06			0.04	0.24	0.14
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	0.04											0.28
Oenonidae spp.	털갯지렁이류									2.84			
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이											0.01	
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이					0.15							
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류				0.05								
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류	0.01											
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류	0.01			0.01								
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				0.01								
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류							0.02					
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류	0.09					0.02	0.03					
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이	0.01					0.01						
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					0.21	0.01					0.14	
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이						0.02			0.06	0.34	18.01	0.35
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류											0.58	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류			0.01	0.02	0.01				0.01	0.06		0.03
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	3.95	0.81	2.22						2.79			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류	0.02				0.03	0.05	0.03	0.07			0.02	
Terebellidae spp.	유령갯지렁이류	0.05	11.92										
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		0.05										0.02
Arthropoda	절지동물												
Ampithoidae spp.	참옆새우류	0.17	0.01								0.02		
Asthenognathus inaequipes	납작등게							0.75					
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우									0.08			
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	0.01					0.01				0.23	0.14	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류							0.01			0.02		
Diogenes spp.	넓적왼손집게류			0.05				0.02					
Gammaridae spp.	옆새우류	0.01	0.01	0.06									
Hemigrapsus penicillatus	풀게	36.71	3.33	3.81			3.24	9.78		0.29			41.05
Macrophthalmus abbreviatus	길게								12.06	0.05	49.22		
Macrophthalmus japonicus	칠게				51.64	2.38	2.29	0.12			0.55		5.95
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류								0.07				

<표> 2020년 9월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**												
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	0.03		0.12				0.01					0.02
Mysida spp.	곤쟁이류												0.01
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류								0.21		0.17	0.02	
Palaemon spp.	줄새우류									0.27			
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류	0.09								0.01			0.01
Raphidopus ciliatus	털다리게붙이											0.21	
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	0.11	0.06	0.11									0.01
Upogebia major	쏙		0.21						0.01				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류								0.01			0.87	
Brachiopoda	**완족동물**												
Lingula unguis	개맛류				3.23								
Echinodermata	**극피동물**												
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류					0.01							
Protankyra bidentata	가시닻해삼							55.47					
Mollusca	**연체동물**												
Arcuatula senhousia	종밋	1,033.00											
Batillaria cumingii	댕가리	55.17	12.10									7.46	20.19
Bullacta caurina	민챙이					36.06							
Cyclina sinensis	가무락조개					319.89							
Dosinia japonica	떡조개										400.53		
Lunella correensis	눈알고둥	47.48											
Mactra quadrangularis	동죽					388.19							
Mitrella bicincta	보리무륵	1.14											
Moerella rutila	민띠접시조개					134.19	4.11	4.50					
Patelloida pygmaea	애기배말	1.39											
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	20.63	13.02	9.21	11.65	34.34	2.39	10.52		5.54			6.96
Ruditapes philippinarum	바지락	1,203.78	1,831.00	625.50	233.40	93.50	2,360.60	2,089.90		990.40	694.40	111.10	1,737.40
Nemertea	**유형동물**												
Nemertinea spp.	유형동물류	0.11	0.05	0.35	0.25		0.01					0.84	
Platyhelminthes	**편형동물**												
Platyhelminthes spp.	편형동물류	0.03	0.09				0.01						
Sipuncula	**성구동물**												
Phascolosoma scolops	상어껍질별벌레		2.08										
합계(g/㎡)		2,432.10	1,881.65	643.74	302.97	1,012.06	2,378.41	2,175.66	16.94	1,007.81	1,159.82	150.48	1,818.46

<표> 2020년 12월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		20										
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	80	10					280				430	
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류							10					10
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이		10		50		10						
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					10			10				
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							240		20		20	
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이						10	140				20	
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	20			10								
Chaetopteridae spp.	날개갯지렁이류							10					
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류												10
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이	10					10						
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이	10								10			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이	10		10	30		40	20	20	30		20	
Dipolydora spp.	민고리얼굴갯지렁이류	10											
Eteone longa	작은부채발갯지렁이				10			10		20			
Glycera alba	짧은아가미미갑갯지렁이												10
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	130	140	90	10		110	90		20		30	
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					10							10
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류				60		20	90	30				
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이				10		20				10		
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	40	350	80	170	10	90	80		210	30	20	100
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이												20
Lagis bocki	잎빗갯지렁이		30							20			10
Leodamas rubrus	삼각모자갯지렁이류		10										
Leonnates persicus	둥근가시짜미발참갯지렁이				10								
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이	10											
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		50		10		30		50	20	10		
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이												10
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		10				10		10	10	10		
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이	40	70										
Magelona japonica	양손갯지렁이				330	10							
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이									10			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	170	210	50	100	10	870	160		90		10	
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이												20
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						10						

<표> 2020년 12월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이						10						
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					10		10					
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	210	30		70	50	450	330	70	40		230	
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	10											20
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이	10											
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이	10						10					20
Pectinaria okudai	곤봉빗갯지렁이												10
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류									10			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류	10		10	40			10					
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				30								
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류							10					
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류	120			10		20	50					
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이						30	10	10			20	
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이					20		10	50	30	20		
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류							10	120			220	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류				10							10	
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	70	20		10		50	20		140			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류	30				20		180	40			10	
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이	30											
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		30		10					20	10		
Arthropoda	절지동물												
Ampelisca spp.	안경옆새우류												100
Arcotheres sinensis	굴속살이게	40											
Asthenognathus inaequipes	납작등게							10					
Caprellidae spp.	바다대벌레류				10						10		
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류		10	10			20	2,080			10	50	
Crangon affinis	자주새우								20				10
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류				10		10				10		
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류	40	30	10	10		90			10			
Harpacticoida spp.	갈고리노벌레류						10						
Haustorioides spp.	모래옆새우류							130				10	10
Hemigrapsus penicillatus	풀게	290	90	680	10		130			50			
Ilyoplax pingi	펄털콩게						10						
Kamaka spp.	카마카옆새우류						260						
Leuconidae spp.	흰올챙이새우류												10

<표> 2020년 12월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**												
Lysianassidae spp.	긴팔옆새우류	60	10										
Macrophthalmus abbreviatus	길게						10		10		200		
Macrophthalmus japonicus	칠게				130						20		170
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류								30				
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	10		240									
Neotrypaea japonica	쏙붙이					10		10	20				
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					10		100	20	10		40	
Paguridae spp.	집게류					20			20				
Phoxocephalidae	긴뿔옆새우류	230								60			
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	120	10	270						10			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류							270				210	20
Echinodermata	**극피동물**												
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류								10				
Protankyra bidentata	가시닻해삼							10					
Hemichordata	**반삭동물**												
Balanoglossus spp.	반삭동물류			10									
Mollusca	**연체동물**												
Arcuatula senhousia	종밋	10											
Batillaria cumingii	댕가리	90										130	
Bullacta caurina	민챙이			210	50								
Cyclina sinensis	가무락조개				10								
Doridiidae spp.	갑옷갯민숭달팽이류										10		
Euspira gilva	갯노랑우렁이류					10							
Mitrella bicincta	보리무륵								20			10	
Moerella rutila	민띠접시조개												10
Nassarius variciferus	언덕좁쌀무늬고둥							10					
Philine orientalis	흰민챙이								10				
Raeta pulchella	쇄개량조개												10
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	40	10		30	30	10						
Ruditapes philippinarum	바지락	340	420	300	150	80	710	430		180	90	20	40
Nemertea	**유형동물**												
Nemertinea spp.	유형동물류	30	10		20		30	20		20		10	10
합계(개체/㎡)		2,330	1,580	1,970	1,410	310	3,080	4,850	570	1,040	440	1,520	640
출현종수		32	22	13	29	15	28	32	19	23	13	20	22

<표> 2020년 12월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		0.02										
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	0.34	0.09					1.27				3.37	
Arctonoinae spp.	비늘갯지렁이류							0.08					0.06
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이		0.05		0.16		0.03						
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					0.10			0.08				
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							0.12		0.02		0.14	
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이						0.02	0.17				0.03	
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	0.01			0.01								
Chaetopteridae spp.	날개갯지렁이류							0.03					
Chaetozone spp.	바퀴실타래갯지렁이류												0.03
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이	1.18					9.70						
Cirrophorus branchiatus	채찍별난가시갯지렁이	0.01								0.02			
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이	0.01		0.02	0.11		0.10	0.06	0.03	0.10		0.05	
Dipolydora spp.	민고리얼굴갯지렁이류	0.01											
Eteone longa	작은부채발갯지렁이				0.05			0.02		0.04			
Glycera alba	짧은아가미미갑갯지렁이												0.10
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	1.07	5.82	0.48	0.09		1.92	0.40		0.09		3.01	
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					1.62							0.06
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류				0.17		0.08	0.29	0.12				
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이				0.27		0.01				0.16		
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이	0.41	1.77	0.18	0.60	0.05	0.60	0.81		0.60	0.30	0.34	1.42
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이												0.83
Lagis bocki spp.	잎빗갯지렁이		0.56							0.37			0.08
Leodamas rubrus	삼각모자갯지렁이류		0.03										
Leonnates persicus	둥근가시짜개발참갯지렁이				0.80								
Loimia medusa	괴물유령갯지렁이	0.31											
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		0.10		0.02		0.10		0.27	0.01	0.01		
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이												0.15
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		0.06				1.40		4.07	5.12	1.03		
Lygdamis giardi	홈울타리갯지렁이	1.34	0.88										
Magelona japonica	양손갯지렁이				0.93	0.09							
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이									28.30			
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	0.25	0.72	0.06	0.05	0.01	1.71	0.21		0.14		0.02	
Micronephthys oligobranchia	광염백금갯지렁이												0.15
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						0.78						

<표> 2020년 12월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물												
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이						0.05						
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					1.56		0.81					
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	0.80	0.23		0.10	0.25	1.73	2.12	0.36	0.36		0.91	
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	0.05											0.76
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이	0.01											
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이	0.01						0.06					0.07
Pectinaria okudai	곤봉빗갯지렁이												0.95
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류									0.08			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류	0.01		0.01	0.08			0.01					
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				0.01								
Prionospio paradisea	예쁜얼굴갯지렁이류							0.01					
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류	0.03			0.01		0.01	0.01					
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이						0.04	0.02	0.06			0.86	
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이					0.57		0.14	1.08	0.16	0.68		
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류							0.30	1.78			6.18	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류				0.01							0.02	
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	0.23	1.47		1.36		3.50	0.03		7.73			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류	0.10				0.18		1.05	0.18			0.04	
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이	0.15											
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		0.02		0.03					0.09	0.18		
Arthropoda	절지동물												
Ampelisca spp.	안경옆새우류												0.43
Arcotheres sinensis	굴속살이게	0.29											
Asthenognathus inaequipes	납작등게							1.23					
Caprellidae spp.	바다대벌레류				0.04						0.02		
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류		0.01	0.01			0.01	0.53			0.01	0.02	
Crangon affinis	자주새우								5.91				2.70
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류				0.02		0.01				0.01		
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류	0.07	0.02	0.01	0.02		0.10			0.03			
Harpacticoida spp.	갈고리노벌레류						0.01						
Haustorioides spp.	모래옆새우류							0.38				0.01	0.02
Hemigrapsus penicillatus	풀게	5.79	1.76	16.93	12.21		1.90			0.83			
Ilyoplax pingi	펄털콩게						0.19						
Kamaka spp.	카마카옆새우류						0.17						
Leuconidae spp.	흰올챙이새우류												0.01

<표> 2020년 12월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**												
Lysianassidae spp.	긴팔옆새우류	0.01	0.01										
Macrophthalmus abbreviatus	길게						0.21		0.86		14.18		
Macrophthalmus japonicus	칠게				17.27						1.93		19.99
Mandibulophoxus spp.	긴뿔옆새우류								0.09				
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	0.01		0.17									
Neotrypaea japonica	쏙붙이					0.96		0.27	3.41				
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					0.02		0.28	0.05	0.04		0.07	
Paguridae spp.	집게류					1.89			17.41				
Phoxocephalidae spp.	긴뿔옆새우류	0.08								0.06			
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	0.04	0.01	0.25						0.03			
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류							0.26				0.19	0.03
Echinodermata	**극피동물**												
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류								6.13				
Protankyra bidentata	가시닻해삼							33.81					
Hemichordata	**반삭동물**												
Balanoglossus spp.	반삭동물류			0.22									
Mollusca	**연체동물**												
Arcuatula senhousia	종밋	1.09											
Batillaria cumingii	댕가리	52.67										76.21	
Bullacta caurina	민챙이			100.44	25.75								
Cyclina sinensis	가무락조개				230.57								
Doridiidae spp.	갑옷갯민숭달팽이류										0.37		
Euspira gilva	갯노랑우렁이류					215.46							
Mitrella bicincta	보리무륵								8.52			2.90	
Moerella rutila	민띠접시조개												0.43
Nassarius variciferus	언덕좁쌀무늬고둥							17.67					
Philine orientalis	흰민챙이								1.62				
Raeta pulchella	쇄개량조개												0.05
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	17.66	4.69		6.09	14.92	5.05						
Ruditapes philippinarum	바지락	1,819.20	2,072.20	1,119.70	1,303.80	1,267.30	4,887.30	2,371.50		1,555.50	822.20	225.50	203.80
Nemertea	**유형동물**												
Nemertinea spp.	유형동물류	0.11	0.02		2.42		0.05	0.14		0.99		0.02	5.43
합계(g/㎡)		1,908.35	2,090.54	1,238.48	1,603.05	1,504.98	4,916.78	2,434.09	52.03	1,600.71	841.08	319.89	237.55

6.5.2 2차년도

<표> 2021년 4월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		10											
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	220	20					80	10		110		70	90
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이				40						30			
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					10			20					
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류	10	10					220				10	10	120
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이							90				10	30	30
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	10										10		
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이						10							40
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		10				10			10				
Dipolydora spp.	민고리얼굴갯지렁이류		10											
Eteone longa	작은부채발갯지렁이											10		
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	40	170				70	20		20	150	10	20	20
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이													20
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이							50	20					
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류		10		20	10	20	40		10	20	20	10	
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		10	10										
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류		20					10		30	30			10
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		360	100	230		80			160	420		10	
Lagis bocki	잎빗갯지렁이				10					10				
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		100				30			50				
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이										20			
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이	10					10		10	40	10	20		
Magelona japonica	양손갯지렁이				270									
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이		10		10									
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		40	20	10		230	10			80	20	20	
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						30							
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이										10			
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이								10					
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이		30		40	30	430	190	50	10	30	130	100	10
Nereididae spp.	참갯지렁이류					10								
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이									10				
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이													10
Owenia fusiformis	싸리버섯갯지렁이류											10		
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이										10			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류				20									
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				20									
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류										10			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류						10				30			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류				30		10	30	10					
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류		10											
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					40		10					10	
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이		10						20	10		20		40
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류				20				140			10	120	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류				10						80			
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	40	130				10			130	30		10	40

<표> 2021년 4월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류		10			40		90				10		10
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류									10				
Thalassema spp.	의충동물류											10		
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		10				10			20		10		
Arthropoda	**절지동물**													
Alpheus brevicristatus	딱총새우		10											
Arcotheres sinensis	굴속살이게		20											
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	10	10				20	710					110	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류					20	10		20			40		
Gammaridae spp.	옆새우류						10				40			
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류		10		70		40			10		10		
Harpacticoida spp.	갈고리노벌레류						30			20				
Haustorioides spp.	모래옆새우류							80					10	
Hemigrapsus penicillatus	풀게	30	420	50	20		100			30	400	30		
Kamaka spp.	카마카옆새우류						390							
Lysianassidae spp.	긴팔옆새우류		20											
Macrophthalmus abbreviatus	길게		10			20	20		90			10	10	
Macrophthalmus japonicus	칠게					30								
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류							40						
Melitidae spp.	멜리타옆새우류				10						20			
Neotrypaea japonica	쏙붙이				10									
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					20		80	60			130	30	
Pagurus spp.	참집게류	10				40			10					
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류		40							30				
Pyrhila carinata	양마밤게						10							
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류			20						20				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류							920	20				10	
Brachiopoda	**완족동물**													
Lingula unguis	개맛류				10									
Cnidaria	**자포동물**													
Anthopleura	해변말미잘류							10						
Echinodermata	**극피동물**													
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류						10							
Protankyra bidentata	가시닻해삼							10						
Mollusca	**연체동물**													
Aglajidae spp.	민챙이아재비류		10					10						
Arcuatula senhousia	종밋	10												
Batillaria cumingii	댕가리	10		310	80						10	20	10	
Bullacta caurina	민챙이				10									
Cyclina sinensis	가무락조개					20								
Euspira gilva	갯노랑우렁이류													10
Lunella correensis	눈알고둥	10												
Macoma spp.	대양조개류										130		100	
Mitrella bicincta	보리무륵										10			
Moerella rutila	민띠접시조개					100								

<표> 2021년 4월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Mollusca	**연체동물**													
Potamocorbula amurensis	쇄방사늑조개						40							
Raeta pulchella	쇄개량조개		30											
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			10	40	160	90			10				
Ruditapes philippinarum	바지락	80	470	140	60	90	510	80		60	770	110	30	480
Thracia spp.	도기조개류										10			
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	10	10	20				10		20	10	10	20	
Platyhelminthes	**편형동물**													
Platyhelminthes	편형동물류		20							10				
합계(개체/㎡)		500	2,060	680	1,040	640	2,240	2,790	490	730	2,470	670	740	930
출현종수		14	32	9	22	15	27	22	14	23	25	23	20	14

<표> 2021년 4월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		0.04											
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	1.70	0.09					0.25	0.09		0.56		0.81	1.46
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이				0.10						0.10			
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					0.04			0.19					
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류	0.01	0.02					0.11				0.01	0.01	0.09
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이							0.14				0.01	0.10	0.14
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이	0.01										0.01		
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이						7.24							5.89
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		0.01				0.01			0.01				
Dipolydora spp.	민고리얼굴갯지렁이류		0.01											
Eteone longa	작은부채발갯지렁이											0.22		
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	3.64	0.84				0.72	0.12		0.02	0.94	2.97	3.03	0.18
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이													0.09
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이							0.29	0.52					
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류		0.01		0.03	0.12	0.06	0.12		0.01	0.03	0.10	0.04	
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		0.04	0.04										
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류		0.03					0.01		0.01	0.03			0.01
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		2.23	0.42	2.00		0.10			0.46	8.39		0.02	
Lagis bocki	잎빗갯지렁이				1.06					0.74				
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		0.14				0.06			0.12				
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이										0.26			
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이	0.74					0.70		0.65	3.93	0.44	0.93		
Magelona japonica	양손갯지렁이				0.57									
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이		0.40		1.40									
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		0.05	0.03	0.01		0.30	0.01			0.18	0.02	0.02	
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이						0.08							
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이										0.07			
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이								1.03					
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이		0.11		0.20	0.16	1.56	0.87	0.19	0.06	0.11	0.60	0.39	0.10
Nereididae spp.	참갯지렁이류					5.31								
Nereiphylla castanea	납작수염부채발갯지렁이									0.02				
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이													0.19
Owenia fusiformis	싸리버섯갯지렁이류											0.80		
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이										0.01			
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류				0.15									
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				0.01									
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류										0.01			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류						0.01				0.02			
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류				0.21		0.01	0.14	0.06					
Sabellidae spp.	꽃갯지렁이류		0.03											
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					0.26		0.06					0.03	
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이		0.02						0.67	0.04		0.94		4.68
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류				0.14				4.61			0.05	2.40	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류				0.01						0.12			
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	0.40	4.46				0.31			3.03	0.10		1.40	0.69

<표> 2021년 4월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류		0.02			0.32		0.67				0.11		0.10
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류									0.01				
Thalassema spp.	의충동물류											11.47		
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		0.06				0.04			0.22		0.05		
Arthropoda	**절지동물**													
Alpheus brevicristatus	딱총새우		1.01											
Arcotheres sinensis	굴속살이게		1.46											
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	0.01	0.01				0.01	0.34					0.10	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류					0.10	0.04		0.10			0.11		
Gammaridae spp.	옆새우류						0.01				0.01			
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류		0.02		0.26		0.22			0.10		0.01		
Harpacticoida spp.	갈고리노벌레류						0.01			0.01				
Haustorioides spp.	모래옆새우류							0.25					0.03	
Hemigrapsus penicillatus	풀게	8.93	9.07	10.67	0.65		1.00			0.30	4.03	8.85		
Kamaka spp.	카마카옆새우류						0.05							
Lysianassidae spp.	긴팔옆새우류		0.01											
Macrophthalmus abbreviatus	길게		0.28			0.41	1.18		7.71			0.26	10.15	
Macrophthalmus japonicus	칠게					3.48								
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류							0.16						
Melitidae spp.	멜리타옆새우류				0.02						0.01			
Neotrypaea japonica	쏙붙이				1.94									
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					0.13		0.40	0.21			0.27	0.04	
Pagurus spp.	참집게류	1.48				5.31			15.39					
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류		0.02							0.04				
Pyrhila carinata	양마밤게						4.84							
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류			0.02						0.07				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류							1.49	0.06				0.02	
Brachiopoda	**완족동물**													
Lingula unguis	개맛류				0.02									
Cnidaria	**자포동물**													
Anthopleura	해변말미잘류							0.12						
Echinodermata	**극피동물**													
Ophiuroidea spp.	거미불가사리류						0.01							
Protankyra bidentata	가시닻해삼							3.78						
Mollusca	**연체동물**													
Aglajidae spp.	민챙이아재비류		0.10					0.47						
Arcuatula senhousia	종밋	2.80												
Batillaria cumingii	댕가리	6.14		161.01	40.69						13.42	32.79	6.30	
Bullacta caurina	민챙이				0.20									
Cyclina sinensis	가무락조개					352.28								
Euspira gilva	갯노랑우렁이류													49.31
Lunella correensis	눈알고둥	10.06												
Macoma spp.	대양조개류										251.98		251.90	
Mitrella bicincta	보리무륵										1.10			
Moerella rutila	민띠접시조개					48.38								

<표> 2021년 4월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Mollusca	연체동물													
Potamocorbula amurensis	쇄방사늑조개						0.04							
Raeta pulchella	쇄개량조개		0.66											
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			3.21	14.89	63.29	32.94			6.78				
Ruditapes philippinarum	바지락	547.90	3131.00	665.60	470.90	928.80	3540.05	615.10		574.70	3853.30	981.30	290.20	3015.54
Thracia spp.	도기조개류										0.01			
Nemertea	유형동물													
Nemertinea spp.	유형동물류	0.04	0.05	0.02				0.06		0.03	0.02	1.19	0.12	
Platyhelminthes	편형동물													
Platyhelminthes	편형동물류		0.11							0.03				
합계(개체/㎡)		583.86	3152.41	841.02	535.46	1408.39	3591.60	624.96	31.48	590.74	4135.25	998.07	567.11	3078.47
출현종수														

<표> 2021년 7월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이							290		10				
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류										10			
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	90		10				10			60		20	160
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이			10				10		20				
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					10						40		220
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이	370											10	
Cabira pilargiformis	투구갯지렁이류							10		10				
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이											10		
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이						10	10						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이									30		20		
Diopatra spp.	집갯지렁이류			10						10				
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이			10										
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	30		70				130			70			
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이													20
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					30			30					
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			20	10		10	10	10	10		10		
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	20	10							20			10	10
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		200	320	200	20		50	10	290	90	30		
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이									10				
Lagis bocki	잎빗갯지렁이											10		
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			40						70	10			10
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이			30		10	10					90		
Lygdamis giardi	흠울타리갯지렁이	10		10										
Magelona japonica	양손갯지렁이				50									
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이			10										
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		20	20	100	10	40	310	30	70	30	90	10	10
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	10			60	20	100		50	10	130	20	10	80
Nereididae spp.	참갯지렁이류	20												
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									10				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이									10				
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류			10										
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류						10							
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류				10									
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류				10									
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류										10			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		10					70			30			10
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류													10
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류			10	20			10		60	60	10	10	120
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					20								
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			10			30		10	20		20	190	100
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류	10		10								10		20
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	90		40						110	10			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류	10					10							30
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이													10
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류												10	
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			20						30				

<표> 2021년 7월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**													
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	10			10								50	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류											10		
Gammaridae spp.	옆새우류			10			10	20			20			
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류				50					10		30	10	60
Harpacticoida spp.	갈고리노벌레류							10						
Hemigrapsus penicillatus	풀게	60	20					10			20			
Hyalidae spp.	해조솜이옆새우류	10	10											
Ilyoplax pingi	펄털콩게						10							
Macrophthalmus abbreviatus	길게						80		50			10		
Macrophthalmus japonicus	칠게			30	20	10								
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류						10							
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	170	90		40			730			190			
Mysida spp.	곤쟁이류													10
Neotrypaea japonica	쏙붙이										10			
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류									10		20		
Photis spp.	꼬리다리옆새우류			10				10						
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류							70		40				
Pyrhila carinata	양마밤게				10									
Scopimera globosa	엽낭게												60	
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	210	130								10			
Upogebia major	쏙							10		10				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류												80	
Mollusca	**연체동물**													
Arcuatula senhousia	종밋								10					10
Batillaria cumingii	댕가리	90	170		80						30	10	1310	
Bullacta caurina	민챙이								10			20		
Gomphina spp.	꼬마대복류								40					
Littorina brevicula	총알고둥	10						10				40	40	
Macoma incongrua	애기대양조개												10	
Mactra quadrangularis	동죽					10			10			10		
Mitrella bicincta	보리무륵				10			10						
Moerella rutila	민띠접시조개					150							30	
Nassarius castus	꽃좁쌀무늬고둥											10		
Patelloida conulus	호룽애기배말		10											
Patelloida pygmaea	애기배말										20			
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	10	30		110			10	30		10	10		
Ruditapes philippinarum	바지락	210	180	600	190	20	90	1360		150	440	1180	80	650
Theora lata	아기반투명조개					10							10	40
Umbonium thomasi	황해비단고둥								50			80	10	
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	20		10		10		10					50	10
Platyhelminthes	**편형동물**													
Platyhelminthes	편형동물류	20								20				
합계(개체/㎡)		1480	880	1320	980	330	420	3170	340	1040	1260	1790	2010	1590
출현종수		21	12	23	17	13	13	23	13	24	20	24	20	20

<표> 2021년 7월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이							2.14		0.05				
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류										0.02			
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	0.17		0.05				0.01			0.20		0.06	1.48
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이			0.01				0.03		0.06				
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류					0.01						0.01		0.07
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이	0.19											0.05	
Cabira pilargiformis	투구갯지렁이류							0.02		0.03				
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이											0.01		
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이						2.80	0.82						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이									0.05		0.06		
Diopatra spp.	집갯지렁이류			1.37						0.04				
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이			0.01										
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	8.12		1.89				2.08			0.35			
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이													1.01
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					0.48			0.99					
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.07	0.01		0.06	0.03	0.16	0.05		0.15		
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	0.01	0.01							0.01			0.01	0.01
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		1.03	1.32	1.34	0.10		0.73	0.12	1.52	0.87	0.63		
Hyboscolex pacificus borealis	민구더기갯지렁이									0.96				
Lagis bocki	잎빗갯지렁이											2.90		
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.03						0.10	0.01			0.01
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이			3.46		0.36	1.31					2.16		
Lygdamis giardi	흠올타리갯지렁이	0.01		0.01										
Magelona japonica	양손갯지렁이				0.09									
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이			6.00										
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		0.02	0.01	0.11	0.01	0.08	0.68	0.09	0.06	0.05	0.30	0.03	0.01
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이	0.01			0.07	0.11	0.06		0.18	0.01	0.05	0.40	0.12	0.41
Nereididae spp.	참갯지렁이류	0.01												
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									0.01				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이									0.03				
Phyllodoce spp.	부채발갯지렁이류			0.01										
Polydora spp.	긴얼굴갯지렁이류						0.01							
Polynoinae spp.	부채발갯지렁이류				0.04									
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류				0.01									
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류										0.01			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		0.01					0.05			0.02			0.01
Pseudopolydora achaeta	선녀얼굴갯지렁이류													0.01
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류			0.01	0.01			0.02		0.04	0.02	0.01	0.01	0.12
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					0.26								
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이			0.04			0.04		0.40	0.22		0.56	2.02	0.07
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류	0.01		0.01								0.01		0.01
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	2.01		1.58						2.64	0.08			
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류	0.01					0.02							0.11
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이													0.02
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류												0.01	
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			0.05						0.15				

<표> 2021년 7월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Arthropoda	**절지동물**													
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류	0.01			0.01								0.01	
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류											0.01		
Gammaridae spp.	옆새우류			0.01			0.01	0.01			0.01			
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류				0.07					0.01		0.01	0.01	0.05
Harpacticoida spp.	갈고리노벌레류							0.01						
Hemigrapsus penicillatus	풀게	2.19	1.38					1.01			1.09			
Hyalidae spp.	해조솜이옆새우류	0.01	0.01											
Ilyoplax pingi	펄털콩게						0.40							
Macrophthalmus abbreviatus	길게						15.61		41.61			1.06		
Macrophthalmus japonicus	칠게			0.05	4.47	0.02								
Mandibulophoxus spp.	긴볼옆새우류						0.01							
Melitidae spp.	멜리타옆새우류	0.04	0.07		0.02			0.68			0.07			
Mysida spp.	곤쟁이류													0.01
Neotrypaea japonica	쏙붙이										0.01			
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류									0.01		0.04		
Photis spp.	꼬리다리옆새우류			0.01				0.01						
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류							0.03		0.01				
Pyrhila carinata	양마밤게				15.78									
Scopimera globosa	엽낭게												12.71	
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류	0.03	0.07								0.01			
Upogebia major	쏙							0.08		0.17				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류												0.10	
Mollusca	**연체동물**													
Arcuatula senhousia	종밋								0.01					0.01
Batillaria cumingii	댕가리	39.22	99.13		44.56						26.88	15.29	451.23	
Bullacta caurina	민챙이								22.48			31.97		
Gomphina spp.	꼬마대복류								0.04					
Littorina brevicula	총알고둥	6.09						1.25				11.20	5.49	
Macoma incongrua	애기대양조개												21.13	
Mactra quadrangularis	동죽					284.45			0.01			157.55		
Mitrella bicincta	보리무륵				2.59			1.24						
Moerella rutila	민띠접시조개					59.89							14.75	
Nassarius castus	꽃좁쌀무늬고둥											4.68		
Patelloida conulus	호룽애기배말		1.18											
Patelloida pygmaea	애기배말										0.01			
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥	3.99	5.85		17.55			5.17	9.58		2.00	6.48		
Ruditapes philippinarum	바지락	727.80	743.30	2728.60	1523.60	180.90	541.40	5586.50		1543.40	2758.00	727.40	460.94	3291.40
Theora lata	아기반투명조개					0.55							0.57	0.06
Umbonium thomasi	황해비단고둥								32.62			40.61	3.79	
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	0.04		0.01		0.02		0.02					0.40	0.03
Platyhelminthes	**편형동물**													
Platyhelminthes	편형동물류	0.04								0.01				
합계(g/㎡)		790.01	852.06	2744.61	1610.33	527.16	561.81	5602.62	108.29	1549.64	2789.76	1003.50	973.44	3294.91

<표> 2021년 10월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이							70						
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						20							
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		10	10										
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	30		50	20			230		50	80		20	20
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					20								
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							10		120		60		
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이	20												30
Boccardiella spp.	얼굴갯지렁이류				10									
Cabira pilargiformis	투구갯지렁이류									10				
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이									10	10			
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이				10									120
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		10	10						10		10		
Diopatra spp.	집갯지렁이류			20										
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	70	60	160	60		50	220		120	70		10	10
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					20			10					
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			20			100	10			20			
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		10	10			10							
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	10								40	10			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		100	300	140		60	160		370	70			
Isolda pulchella	유령갯지렁이류			10										
Lagis bocki	잎빗갯지렁이		10		10		40	30			10		10	
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			150			60			60		20		
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이							10				10		
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		10	30			30		10		10	40	10	
Lygdamis giardi	흠올타리갯지렁이			80										
Magelona japonica	양손갯지렁이				10		10							
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		20	60	60		300	200	20	100	150	30		
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이		30	20			10							
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					10						10		
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이			10	100	10	180	120	10		40	30	20	
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	10												
Oenonidae spp.	털갯지렁이류									10				
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									30				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이										10			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이						30							
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류										10			
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							10						
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		30	10				20						
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류	10			20	10	10				30		10	
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이												10	
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					10								
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이							10		10		50		
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류												10	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류		20		10		10	60		20	60	20		
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	190	10	210	110					270	10			70

<표> 2021년 10월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					50	30							
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류						10	10						
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이							20						
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류	10												20
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			70	10							10		
Arthropoda	**절지동물**													
Alpheus brevicristatus	딱총새우												10	
Alpheus digitalis	큰손딱총새우												10	
Arcotheres sinensis	굴속살이게	20					120	10						
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우			10										
Charybdis japonica	민꽃게			20				10						
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류						10							
Diogenes spp.	넓적왼손집게류			10				10						
Gammaridae spp.	옆새우류	10												
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류			40	60		20							
Hemigrapsus penicillatus	풀게	110	780	180	380	10	970	740	10	30	130	20	20	140
Ilyoplax pingi	펄털콩게							10						
Macrophthalmus abbreviatus	길게					40	10		10			20	40	10
Macrophthalmus japonicus	칠게			20	90	10	10					20	40	
Melitidae spp.	멜리타옆새우류		60	10				240						
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류								10					
Pagurus spp.	참집게류							10						
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류			10				30		10		10		
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류		110		20									
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류								10					
Brachiopoda	**완족동물**													
Lingula unguis	개맛류		10	20	20		20							
Cnidaria	**자포동물**													
Hormathiidae spp.	끈말미잘류									10				
Mollusca	**연체동물**													
Arcuatula senhousia	종밋						10							
Batillaria cumingii	댕가리		390		240			10				50	480	210
Bullacta caurina	민챙이											10		
Cyclina sinensis	가무락조개					20								
Granuliterebra bathyrhaphe	구슬송곳고둥		10											
Lunella correensis	눈알고둥							10						
Macoma incongrua	애기대양조개												10	
Mitrella bicincta	보리무륵		10					140						
Moerella rutila	민띠접시조개					80							10	
Nassarius variciferus	언덕좁쌀무늬고둥											10		
Patelloida conulus	호룽애기배말											10		
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥		10	30	90		20	70	10	10			20	20
Ruditapes philippinarum	바지락	600	250	390	380	70	370	940		60	490	730	70	780
Umbonium thomasi	황해비단고둥				10									
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	10	10	10	10		10	10		20	10	10	20	10
Platyhelminthes	**편형동물**													
Platyhelminthes	편형동물류	20												
합계(개체/㎡)		1,120	1,960	1,980	1,870	360	2,530	3,430	100	1,370	1,220	1,180	830	1,440
출현종수		14	22	30	23	13	28	30	9	21	18	21	19	12

<표> 2021년 10월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Ampharete arctica	작은사슴갯지렁이							1.00						
Amphicteis gunneri	큰사슴갯지렁이						0.02							
Ancistrosyllis groenlandica	투구갯지렁이류		0.10	0.01										
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	0.05		0.12	0.15			0.45		0.09	0.30		0.22	0.12
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					0.14								
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류							0.01		0.06		0.04		
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이	0.04												0.20
Boccardiella spp.	얼굴갯지렁이류				0.03									
Cabira pilargiformis	투구갯지렁이류									0.01				
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이									0.01	0.01			
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이				3.02									15.08
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		0.01	0.01						0.01		0.02		
Diopatra spp.	집갯지렁이류			0.30										
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이	8.14	0.51	3.05	3.50		2.76	4.37		0.30	0.61		1.65	0.25
Glycera subaenea	청동미갑갯지렁이					8.30			0.60					
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류			0.02			0.34	0.01			0.01			
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		0.46	0.17			0.85							
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	0.01								0.01	0.02			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		0.19	0.97	0.56		0.53	1.65		2.64	1.50			
Isolda pulchella	유령갯지렁이류			0.01										
Lagis bocki	잎빗갯지렁이		0.20		0.24		0.78	0.48			0.21		0.12	
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이			0.10			0.18			0.02		0.02		
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이							0.10				0.02		
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		0.09	0.31			0.62		0.30		0.12	4.70	10.37	
Lygdamis giardi	흠올타리갯지렁이			1.32										
Magelona japonica	양손갯지렁이				0.04		0.01							
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류		0.02	0.05	0.05		0.35	0.22	0.01	0.12	0.85	0.03		
Nectoneanthes oxypoda	경남넓적발참갯지렁이		0.02	0.02			0.30							
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					0.43						1.05		
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이			0.08	0.46	0.04	0.41	0.22	0.05		0.08	0.20	0.14	
Notomastus latericeus	가는버들갯지렁이	0.70												
Oenonidae spp.	털갯지렁이류									0.40				
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									0.01				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이										0.03			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이						0.43							
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류										0.01			
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							0.01						
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		0.01	0.01				0.01						
Pseudopolydora kempi	선녀얼굴갯지렁이류	0.02			0.08	0.04	0.02				0.02		0.01	
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이												0.02	
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					0.07								
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이							0.02		0.03		0.32		
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류												1.64	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류		0.01		0.01		0.02	0.03		0.01	0.15	0.03		
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	2.01	0.02	1.27	5.68					3.08	0.19			3.27

<표> 2021년 10월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류					0.33	0.09							
Spiochaetopterus costarum	날개갯지렁이류						0.02	0.01						
Sthenelais fusca	갈색뱀고랑비늘갯지렁이							0.02						
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류	0.01												0.06
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류			0.24	0.03							0.32		
Arthropoda	**절지동물**													
Alpheus brevicristatus	딱총새우												3.00	
Alpheus digitalis	큰손딱총새우												2.06	
Arcotheres sinensis	굴속살이게	0.03					0.08	0.04						
Byblis japonicus	일본비블리스안경옆새우			0.04										
Charybdis japonica	민꽃게			7.75				3.17						
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류						0.01							
Diogenes spp.	넓적왼손집게류			0.26				0.51						
Gammaridae spp.	옆새우류	0.01												
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류			0.09	0.11		0.03							
Hemigrapsus penicillatus	풀게	2.24	27.05	2.15	2.93	9.11	6.61	69.38	4.61	0.32	8.63	4.15	17.13	1.64
Ilyoplax pingi	펄털콩게							1.30						
Macrophthalmus abbreviatus	길게					2.64	3.26		0.03			16.53	5.03	0.34
Macrophthalmus japonicus	칠게			0.02	2.29	1.60	0.04					0.07	2.26	
Melitidae spp.	멜리타옆새우류		0.02	0.03				0.37						
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류								0.01					
Pagurus spp.	참집게류							3.35						
Phoxocephalidae	긴뿔옆새우류			0.01				0.01		0.01		0.01		
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류		0.05		0.01									
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류								0.02					
Brachiopoda	**완족동물**													
Lingula unguis	개맛류		0.01	0.02	0.48		1.34							
Cnidaria	**자포동물**													
Hormathiidae spp.	끈말미잘류									1.67				
Mollusca	**연체동물**													
Arcuatula senhousia	종밋						0.18							
Batillaria cumingii	댕가리		227.04		17.99			5.76				66.74	32.96	72.76
Bullacta caurina	민챙이											26.85		
Cyclina sinensis	가무락조개					73.94								
Granuliterebra bathyrhaphe	구슬송곳고둥		0.77											
Lunella correensis	눈알고둥							16.20						
Macoma incongrua	애기대양조개												7.87	
Mitrella bicincta	보리무륵		2.56					23.82						
Moerella rutila	민띠접시조개					42.53							2.93	
Nassarius variciferus	언덕좁쌀무늬고둥											11.87		
Patelloida conulus	호롱애기배말											1.34		
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥		4.65	15.22	25.57		3.56	26.07	7.49	6.47			11.00	4.77
Ruditapes philippinarum	바지락	171.690	45.440	22.960	21.804	9.296	12.408	34.374		5.551	19.813	13.271	6.891	10.822
Umbonium thomasi	황해비단고둥				4.19									
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	0.02	0.01	0.73	0.03		0.22	0.02		1.41	0.02	0.02	3.76	0.02
Platyhelminthes	**편형동물**													
Platyhelminthes	편형동물류	0.02												
합계(g/㎡)		173.020	71.820	22.739	24.097	17.317	12.638	35.960	13.12	6.017	19.940	14.614	10.827	11.807

<표> 2022년 1월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	100	110		40			60		50	50	10	40	20
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이		10			10					20			
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					40	10							
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류	10			10								10	10
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이	140											200	10
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이			10										
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이									10				
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이	10						10						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		10		20				10			10		
Dipolydora spp.	민고리얼굴갯지렁이류							10						
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류		10											
Eteone longa	작은부채발갯지렁이		40		10									
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이		40											
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이		140	40				140		80	90			20
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이										10			
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이									10	10			
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류		10		40	10		60		10	40	10	30	
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		20											
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	10	10					10		150	20			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		240	130	250	10	10	90		90	50			
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이					10								
Lagis bocki	잎빗갯지렁이				20			10						
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류													10
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류											10		
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		140		20		10			40				40
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이										10			
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		30	20			10		10	10		10		
Lygdamis giardi	홈올타리갯지렁이		10											
Magelona japonica	양손갯지렁이				590	10								
Magelona spp.	양손갯지렁이류						10							
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이		10											
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	10	190	30	20	10	40	250		170	130	30	10	50
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이		30	10										
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					10								
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이		60		70	20	120	120	10		10		260	20
Nereis spp.	원참갯지렁이류										10			
Owenia fusiformis	싸리버섯갯지렁이류											10		10
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									60				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이							10		20				
Perinereis nuntia	눈썹참갯지렁이류										10			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이						10		10					
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류		10		40									
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				60			20		70	10			
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							10		10	10			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		20	10				10			50			

<표> 2022년 1월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이										10			
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					60								
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류				10									
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이						10					10		
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류					10							40	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류		20		20			10		20	20		10	10
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	20	90	30				20		30				
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류													10
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이							10						20
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류									90	10			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		40							10				
Arthropoda	**절지동물**													
Cirolanidae spp.	모래무지벌레류	10												
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류												270	10
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류											20		
Gammaridae spp.	옆새우류						10				10			
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류		10		190					10				
Haustorioides spp.	모래옆새우류													70
Hemigrapsus penicillatus	풀게	20	150	30				20		30	180			
Macrophthalmus japonicus	칠게					20								
Melitidae spp.	멜리타옆새우류							10			10			
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					30			10			30	40	
Pagurus spp.	참집게류					10			10			20		
Photis spp.	꼬리다리옆새우류		10											
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류		10					50		240	60			
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류		30					10		10				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류												70	
Brachiopoda	**완족동물**													
Lingula unguis	개맛류		10											10
Cnidaria	**자포동물**													
Cerianthus filiformis	실꽃말미잘						10							
Echinodermata	**극피동물**													
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류						10							10
Mollusca	**연체동물**													
Anadara kagoshimensis	새고막													10
Arcuatula senhousia	종밋		10											
Batillaria cumingii	댕가리			50								10		
Bullacta caurina	민챙이					10								
Doridiidae spp.	갑옷갯민숭달팽이류		10											
Mactra quadrangularis	동죽					20								
Mitrella bicincta	보리무륵							20						
Pleurobranchaea japonica	올빼미군소붙이								10					
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥						30	40				30		
Ruditapes philippinarum	바지락	210	510	130	50	60	10	740		80	180	840	40	290
Umbonium thomasi	황해비단고둥											200		
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	10	20		10					20		10	20	10
합계(개체/㎡)		550	2060	490	1470	350	300	1740	70	1320	1010	1260	1040	640
출현종수		11	33	11	18	17	14	24	7	24	24	16	13	19

<표> 2022년 1월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	환형동물													
Aonides oxycephala	얼굴갯지렁이류	0.28	0.24		0.17			0.11		0.07	0.35	0.03	0.23	0.07
Aricidea assimilis	솜털별난가시갯지렁이		0.01			0.05					0.15			
Aricidea pacifica	솜털별난가시갯지렁이					0.10	0.05							
Aricidea spp.	긴코별난가시갯지렁이류	0.01			0.03								0.01	0.01
Armandia lanceolata	침보석요정갯지렁이	0.09											0.58	0.06
Capitella capitata	등가시버들갯지렁이			0.01										
Chone infundibuliformis	빛꽃갯지렁이									0.04				
Cirriformia tentaculata	명주실타래갯지렁이	0.01						2.10						
Cirrophorus furcatus	두갈래별난가시갯지렁이		0.02		0.03				0.03			0.02		
Dipolydora spp.	민고리얼굴갯지렁이류							0.02						
Dorvilleidae spp.	구슬수염갯지렁이류		0.01											
Eteone longa	작은부채발갯지렁이		0.04		0.02									
Eumida sanguinea	심장부채발갯지렁이		0.06											
Glycera chirori	치로리미갑갯지렁이		1.18	0.96				2.44		0.36	1.05			1.11
Glycera dentribranchia	다발아가미미갑갯지렁이										0.10			
Glycera onomichiensis	오노미치미갑갯지렁이									0.02	2.26			
Glycinde gurjanovae	헛고리갯지렁이류		0.02		0.07	0.04		0.07		0.02	0.06	0.04	0.08	
Goniada japonica	큰갈매기고리갯지렁이		0.02											
Hesionidae spp.	수염갯지렁이류	0.01	0.01					0.01		0.12	0.03			
Heteromastus filiformis	고리버들갯지렁이		1.13	0.26	0.83	0.01	0.09	1.90		0.20	0.85			
Kuwaita heteropoda	긴다리송곳갯지렁이					0.80								
Lagis bocki	잎빗갯지렁이				0.61			0.42						
Lepidonotinae spp.	비늘갯지렁이류													4.69
Levinsenia gracilis	별난가시갯지렁이류											0.01		
Lumbrineris cruzensis	짧은가시송곳갯지렁이		0.16		0.12		0.01			0.03				0.09
Lumbrineris longifolia	긴자락송곳갯지렁이										0.03			
Lumbrineris nipponica	짧은다리송곳갯지렁이		0.82	0.14			1.50		1.54	0.02		0.18		
Lygdamis giardi	흠울타리갯지렁이		0.31											
Magelona japonica	양손갯지렁이				1.31	0.08								
Magelona spp.	양손갯지렁이류						0.01							
Marphysa sanguinea	바위털갯지렁이		0.50											
Mediomastus californiensis	버들갯지렁이류	0.01	0.44	0.01	0.04	0.01	0.09	0.41		0.15	0.30	0.07	0.01	0.26
Nectoneanthes uchiwa	넓적발참갯지렁이		0.03	0.01										
Nephtys californiensis	매끈백금갯지렁이					0.41								
Nephtys polybranchia	남방백금갯지렁이		0.17		0.18	0.10	0.30	0.33	0.05		0.02		0.75	0.06
Nereis spp.	원참갯지렁이류										0.12			
Owenia fusiformis	싸리버섯갯지렁이류											0.83		0.96
Paradoneis armata	민코별난가시갯지렁이									0.03				
Paralacydonia paradoxa	은갯지렁이							0.01		0.04				
Perinereis nuntia	눈썹참갯지렁이류										0.10			
Phyllodoce koreana	한국부채발갯지렁이						0.25		0.20					
Prionospio japonica	모자예쁜얼굴갯지렁이류		0.01		0.07									
Prionospio membranacea	예쁜얼굴갯지렁이류				0.06			0.01		0.04	0.01			
Prionospio multibranchiata	모자예쁜얼굴갯지렁이류							0.01		0.01	0.01			
Prionospio pulchra	모자예쁜얼굴갯지렁이류		0.01	0.01				0.01			0.03			

<표> 2022년 1월 바지락 어장 대형저서동물의 종 조성 및 생체량(g/㎡)

학명	국명	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S2-3	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2	S4-3
Annelida	**환형동물**													
Pseudopolydora paucibranchiata	둥근선녀얼굴갯지렁이										0.02			
Scolelepis kudenovi	두이빨넓적얼굴갯지렁이					0.35								
Scolelepis spp.	얼굴갯지렁이류				0.01									
Scoloplos armiger	삼각모자갯지렁이						0.14					0.06		
Scoloplos marsupialis	삼각모자갯지렁이류					0.27							4.07	
Sigambra tentaculata	투구갯지렁이류		0.02		0.04			0.01		0.01	0.04		0.02	0.02
Simplisetia erythraeensis	붉은집참갯지렁이	0.35	1.79	1.26				0.60		0.05				
Spio martinensis	달걀얼굴갯지렁이류													0.05
Sternaspis scutata	오뚜기갯지렁이							0.07						0.04
Syllidae spp.	염주발갯지렁이류									0.05	0.05			
Tharyx spp.	실타래갯지렁이류		0.12							0.03				
Arthropoda	**절지동물**													
Cirolanidae spp.	모래무지벌레류	0.07												
Corophiidae spp.	육질꼬리옆새우류												0.14	0.01
Diastylis spp.	긴꼬리올챙이새우류											0.01		
Gammaridae spp.	옆새우류						0.01				0.01			
Grandidierella spp.	왕큰앞손옆새우류		0.01		0.32					0.03				
Haustorioides spp.	모래옆새우류													0.18
Hemigrapsus penicillatus	풀게	0.21	1.88	0.23				0.08		0.77	2.24			
Macrophthalmus japonicus	칠게					0.54								
Melitidae spp.	멜리타옆새우류							0.01			0.01			
Oedicerotidae spp.	붙은눈옆새우류					0.09			0.01			0.01	0.13	
Pagurus spp.	참집게류					0.73			10.85			30.65		
Photis spp.	꼬리다리옆새우류		0.01											
Phoxocephalidae	긴볼옆새우류		0.01					0.01		0.06	0.01			
Sphaeromatidae spp.	잔벌레류		0.02					0.01		0.01				
Urothoe spp.	모래무지옆새우사촌류												0.12	
Brachiopoda	**완족동물**													
Lingula unguis	개맛류		0.01											0.01
Cnidaria	**자포동물**													
Cerianthus filiformis	실꽃말미잘						0.15							
Echinodermata	**극피동물**													
Amphiuridae spp.	양편거미불가사리류						12.01							0.02
Mollusca	**연체동물**													
Anadara kagoshimensis	새고막													94.50
Arcuatula senhousia	종밋		0.01											
Batillaria cumingii	댕가리			34.35								16.44		
Bullacta caurina	민챙이					37.24								
Doridiidae spp.	갑옷갯민숭달팽이류		0.05											
Mactra quadrangularis	동죽					30.47								
Mitrella bicincta	보리무륵							3.97						
Pleurobranchaea japonica	올빼미군소붙이								0.28					
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥						14.84	18.04				21.57		
Ruditapes philippinarum	바지락	1104.70	2533.81	558.00	482.60	738.00	0.01	3113.30		480.31	966.40	1811.70	320.00	1998.00
Umbonium thomasi	황해비단고둥											52.93		
Nemertea	**유형동물**													
Nemertinea spp.	유형동물류	0.05	0.03		0.08					0.05		0.02	2.03	0.02
합계(g/㎡)		1105.79	2542.96	595.24	486.59	809.29	29.46	3143.95	12.96	482.52	974.25	1934.57	328.17	2095.16

7.6 참굴 어장 대형저서동물

7.6.1 1차년도

<표> 2020년 6월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H4-1	H4-2
Annelida	**환형동물**						
Serpulidae spp.	석회관갯지렁이류				192		
Arthropoda	**절지동물**						
Chthamalus challengeri	조무래기따개비						100
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비	40	4			8	24
Grapsidae spp.	바위게류					+	
Hemigrapsus penicillatus	풀게	+	+	+			
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게	+		+		+	+
Ligia exotica	갯강구	+					
Sessilia spp.	따개비류			48			
Cnidaria	**자포동물**						
Actiniidae spp.	해변말미잘류		4	4			
Diadumene lineata	담황줄말미잘	4		4	4	4	
Mollusca	**연체동물**						
Acanthochitona achates	좀털군부	4			140	0	4
Arcidae spp.	돌조개류		4				
Assimineidae spp.	기수우렁이류	16	20				
Batillaria cumingii	댕가리						40
Ceratostoma rorifluum	맵사리			8		4	
Chlorostoma turbinata	구멍밤고둥	4			4	4	4
Crassostrea gigas	굴	1,992	1,592	1,924	1,436	2,120	1,100
Littorina brevicula	총알고둥	224	8	56	68	88	340
Lottia dorsuosa	두드럭배말				344	16	52
Lottia kogamogai	애기두드럭배말	116	12	20		8	12
Lunella correensis	눈알고둥				4		4
Mitrella bicincta	보리무륵	112	16	20	96	4	8
Monodonta confusa	개울타리고둥					4	
Muricidae spp.	뿔소라류			4	12		
Mytilus galloprovincialis	지중해담치	12					
Nipponacmea schrenckii	배무래기				212		12
Patellidae spp.	삿갓조개류				660	68	8
Reishia clavigera	대수리	108	24	8	24	12	12
Siphonaria japonica	고랑딱개비		4				
합계(개체/㎡)		2,632	1,688	2,096	3,196	2,340	1,720
출현종수		14	11	12	13	15	15

주) + : 정성조사

<표> 2020년 9월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H4-1	H4-2	H4-3
Annelida	**환형동물**							
Serpulidae spp.	석회관갯지렁이류			28				
Arthropoda	**절지동물**							
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비	136		212			100	
Grapsidae spp.	바위게류	+		+				
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게	+	+				+	
Ligia exotica	갯강구			+				
Cnidaria	**자포동물**							
Diadumene lineata	담황줄말미잘	4		12	8		8	
Mollusca	**연체동물**							
Acanthochitona achates	좀털군부			20	12	8	4	
Batillaria cumingii	댕가리						36	
Chiton kurodai	꼬마군부				4			
Chlorostoma turbinata	구멍밤고둥				8			
Crassostrea gigas	굴	5,100	1,836	10,200	2,600	2,900	7,500	2,052
Littorina brevicula	총알고둥	452			300		1,500	116
Lottia dorsuosa	두드럭배말	56			52	376	76	444
Lottia kogamogai	애기두드럭배말			140		104	520	24
Lunella correensis	눈알고둥				8	16	12	
Mitrella bicincta	보리무륵	24	76	64	76	16	12	36
Monodonta confusa	개울타리고둥					12	12	
Muricidae spp.	뿔소라류	8		16	36			
Mytilus galloprovincialis	지중해담치			20				
Nerita japonica	갈고둥			4				
Nipponacmea schrenckii	배무래기	20		44			28	
Patellidae spp.	삿갓조개류		32					
Reishia bronni	두드럭고둥				12	20	8	
Reishia clavigera	대수리	28	12	72	12		48	12
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			20		8		
Umbonium spp.	비단고둥류					4		
Vermetidae spp.	뱀고둥류			8	12			12
합계(개체/㎡)		5,828	1,956	10,860	3,140	3,464	9,864	2,696
출현종수		11	5	16	13	10	15	7

주) + : 정성조사

<표> 2020년 12월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H4-1	H4-2	H4-3
Arthropoda	**절지동물**							
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비					64		
Hemigrapsus penicillatus	풀게		+					
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게			+			+	
Sessilia spp.	따개비류			36				
Cnidaria	**자포동물**							
Diadumene lineata	담황줄말미잘	4		8	4	8		8
Mollusca	**연체동물**							
Acanthochitona achates	좀털군부	8		8	8	8	12	8
Arcidae spp.	돌조개류				4			
Assimineidae spp.	기수우렁이류	64	76				72	
Batillaria cumingii	댕가리					16	36	
Chiton kurodai	꼬마군부				4			
Chlorostoma turbinata	구멍밤고둥				36	28		
Crassostrea gigas	굴	10,752	2,584	3,852	1,996	2,300	1,300	3,348
Littorina brevicula	총알고둥	84	104	116		60	108	44
Littorina sitkana	큰총알고둥						32	
Lottia dorsuosa	두드럭배말		20		48	48	104	60
Lottia kogamogai	애기두드럭배말	76	92				52	
Lunella correensis	눈알고둥				24			
Mitrella bicincta	보리무늬	44	32	36	36	40		
Monodonta confusa	개울타리고둥			8			32	
Muricidae spp.	뿔소라류			8				
Mytilus galloprovincialis	지중해담치			12			12	20
Nerita japonica	갈고둥			4				
Nipponacmea schrenckii	배무래기				48	4	24	
Ocinebrellus inornatus	어깨뿔고둥				4			
Reishia bronni	두드럭고둥	24	12	24				
Reishia clavigera	대수리	48						
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			28		28	40	
Siphonaria sirius	꽃고랑딱개비	4						
Umbonium spp.	비단고둥류				12			
Vermetidae spp.	뱀고둥류				12			
합계(개체/㎡)		11,108	2,920	4,140	2,236	2,604	1,824	3,488
출현종수		10	8	13	13	11	13	6

주) + : 정성조사

7.6.2 2차년도

<표> 2021년 4월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H3-2	H4-1	H4-2	H4-3
Annelida	**환형동물**								
Serpulidae spp.	석회관갯지렁이류			16					24
Arthropoda	**절지동물**								
Chthamalus challengeri	조무래기따개비			176					
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비	44		128		64		204	
Hemigrapsus penicillatus	풀게		+						
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게	+		+	+	+	+	+	
Cnidaria	**자포동물**								
Actiniidae spp.	말미잘류						4		
Diadumene lineata	담황줄말미잘			8	4				20
Mollusca	**연체동물**								
Acanthochitona achates	좀털군부			12	8		12	12	8
Arcidae spp.	돌조개류								8
Assimineidae spp.	기수우렁이류	36			32	28			
Batillaria cumingii	댕가리				8			44	
Chlorostoma turbinata	구멍밤고둥			8					20
Crassostrea gigas	굴	16,400	525	1,358	1,563	1,675	1,000	2,392	3,152
Littorina brevicula	총알고둥	124	64	56	52	44	124	236	412
Lottia dorsuosa	두드럭배말	12	8		12	4		52	
Lottia kogamogai	애기두드럭배말				44		4	52	32
Lunella correensis	눈알고둥						20	28	
Mitrella bicincta	보리무륵	32	20	20	12	16		16	
Monodonta confusa	개울타리고둥			8			8	24	
Muricidae spp.	뿔소라류	8		4					4
Mytilus galloprovincialis	지중해담치			12				8	
Nerita japonica	갈고둥								8
Nipponacmea schrenckii	배무래기			20			8	8	
Patellidae spp.	삿갓조개류		4	8					
Reishia clavigera	대수리	100		16	8	12	96	20	64
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥			4	4				
Siphonaria japonica	고랑딱개비			4		4			
합계(개체/㎡)		16,756	621	1,858	1,747	1,847	1,276	3,096	3,752
출현종수		9	6	18	12	9	10	14	11

주) + : 정성조사

<표> 2021년 7월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H3-2	H4-1	H4-2	H4-3
Annelida	**환형동물**								
Serpulidae spp.	석회관갯지렁이류			64					
Arthropoda	**절지동물**								
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비	224					20		
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게	+		+	+	+		+	+
Cnidaria	**자포동물**								
Actiniidae spp.	말미잘류			4					
Diadumene lineata	담황줄말미잘	12		20				4	
Mollusca	**연체동물**								
Acanthochitona achates	좀털군부						12	12	4
Assimineidae spp.	기수우렁이류		224						
Batillaria cumingii	댕가리					28		64	28
Crassostrea gigas	굴	43,800	22,400	1,533	2,125	1,450	1,417	3,300	2,500
Littorina brevicula	총알고둥	412	324		96	104	36	704	1,204
Lottia dorsuosa	두드럭배말					56	236	236	324
Lottia kogamogai	애기두드럭배말		20	12	52			36	
Lunella correensis	눈알고둥					36		44	20
Mitrella bicincta	보리무륵	44		32	36				
Monodonta confusa	개울타리고둥							28	
Muricidae spp.	뿔소라류			4		8		8	
Mytilus galloprovincialis	지중해담치			24					
Nerita japonica	갈고둥								8
Nipponacmea schrenckii	배무래기						28	12	
Patellidae spp.	삿갓조개류	8							36
Reishia clavigera	대수리	52	12	600	436			32	28
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥				12				
Vermetidae spp.	뱀고둥류			12					
합계(개체/㎡)		44,552	22,980	2,305	2,757	1,682	1,749	4,480	4,152
출현종수		8	5	11	7	7	6	13	10

주) + : 정성조사

<표> 2021년 10월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H3-2	H4-1	H4-2	H4-3
Annelida	**환형동물**								
Serpulidae spp.	석회관갯지렁이류			236					104
Arthropoda	**절지동물**								
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비		72			64			
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게	+	+		+	+			
Cnidaria	**자포동물**								
Actiniidae spp.	말미잘류			4					
Diadumene lineata	담황줄말미잘	4		24		8			
Mollusca	**연체동물**								
Acanthochitona achates	좀털군부					4	8		12
Arcidae spp.	돌조개류			8					
Batillaria cumingii	댕가리				36				
Chiton kurodai	꼬마군부			4					
Crassostrea gigas	굴	20,933	6,242	550	1,088	1,288	1,150	1,017	408
Littorina brevicula	총알고둥	976			64	56	132	636	484
Lottia dorsuosa	두드럭배말		64					232	104
Lottia kogamogai	애기두드럭배말			16	44	28	32		16
Lunella correensis	눈알고둥			12				12	28
Mitrella bicincta	보리무륵	20		56	28				
Monodonta confusa	개울타리고둥				12				
Muricidae spp.	뿔소라류	12	12	8	8	12	16		12
Mytilus galloprovincialis	지중해담치			32					
Nipponacmea schrenckii	배무래기				12				
Ocinebrellus inornatus	어깨뿔고둥								4
Patellidae spp.	삿갓조개류		16						
Reishia clavigera	대수리	56	104	32	48	36		52	44
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥				16				
합계(개체/㎡)		22,001	6,510	982	1,356	1,496	1,338	1,949	1,216
출현종수		7	7	12	11	9	5	5	10

주) + : 정성조사

<표> 2022년 1월 참굴 어장 대형저서동물의 종 조성 및 서식밀도(개체/㎡)

학명	국명	H1-1	H1-2	H2-1	H3-1	H3-2	H4-1	H4-2	H4-3
Annelida	환형동물								
Serpulidae spp.	석회관갯지렁이류								16
Arthropoda	절지동물								
Fistulobalanus albicostatus	고랑따개비	616	76	52					
Hemigrapsus sanguineus	무늬발게	+	+		+	+	+		
Cnidaria	자포동물								
Actiniidae spp.	말미잘류				4				
Diadumene lineata	담황줄말미잘			28	32				
Mollusca	연체동물								
Acanthochitona achates	좀털군부						4	16	16
Assimineidae spp.	기수우렁이류		284						
Chiton kurodai	꼬마군부								8
Crassostrea gigas	굴	7,400	4,867	408	1,900	1,075	725	400	388
Littorina brevicula	총알고둥	236	168			204	96	80	148
Lottia dorsuosa	두드럭배말			64		28			12
Lunella correensis	눈알고둥				28			16	
Mitrella bicincta	보리무륵	40		32					
Monodonta confusa	개울타리고둥							8	12
Nipponacmea schrenckii	배무래기				16		12	24	
Reishia clavigera	대수리	12		40	136	36	56	52	
Reticunassa festiva	왕좁쌀무늬고둥		8						
합계(개체/㎡)		8,304	5,403	624	2,116	1,343	893	596	600
출현종수		6	6	6	7	5	6	7	7

주) + : 정성조사

8. 참고문헌

국립수산과학원(http://nifs.go.kr).

국립수산과학원, 2016. 참굴 양식기술 매뉴얼.

국립해양조사원, 바다누리해양정보(http://www.khoa.go.kr/oceangrid/khoa/intro.do)

국립해양조사원, 스마트조석예보(http://www.khoa.go.kr/swtc/main.do)

국립환경과학원, 전국오염원조사(https://wems.nier.go.kr/)

국립환경과학원. 2020. 수질오염공정시험기준 국립환경과학원고시 제 2020-18호.

국토해양부 2009. 해양생태계 기본조사 서해 남부. 국립수산과학원, 11-1611000-00444-10, 692 p.

권오길, 박만갑, 이상준. 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적. 445 pp.

기상청, 기상자료개방포털(https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do)

김용억 1981. 한국 연근해 어란•치어 도감. 부산수산대학교 해양과학연구소, 109 pp.

김용억, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사.

김종만, 유재명, 명정구, 임주열. 1986. 한국 연근해 어란 치어도감, 해양연구소. BSPE 00060-98-3, 369 p.

김진구 2011. 난자치어 분류기술서.

김철원, 고강희. 2004. 바지락, *Ruditapes philippinarum*의 먹이 섭취에 미치는 수온과 염분의 영향. 환경생물, 22(1): 28-34.

김훈수 1973. 한국동식물도감, 제14권 집게·게류. 삼화출판사, 694 pp.

김훈수 1977. 한국동식물도감, 제19권 새우류. 삼화출판사, 414 pp.

노분조 1977. 한국동식물도감, 제20권 동물편(해명·히드라·해초류). 문교부. pp. 1038.

노재훈, 최중기, 고철환, 2007. 한국의 갯벌-제Ⅱ부 한국의 생물학·생태학-돌말류. 서울대학교 출판부. 103-133.

문수연, 김대현, 윤양호, 오석진. 2017. 이상 고수온에 반응하는 이매패류 참굴(*Crassostrea gigas*)의 패각운동을 활용한 생물모니터링시스템 연구. 해양환경안전학회지, 23(1), 91-97.

문수연, 박예지, 김대현, 윤양호, 오석진. 2017. 참굴(*Crassostrea gigas*) 바이오센서를 활용한 연안환경 모니터링 시스템 개발: Ⅰ. 고수온· 저염분· 빈산소소괴에 따른 반응. 한국해양환경· 에너지학회 학술대회논문집, 37-38.

문수연, 오석진. 2017. 저염수에서 이매패류 참굴(*Crassostrea gigas*) 의 패각운동. 해양환경안전학회지, 23(6): 684-689.

물환경공학연구과. 2016. 담수 퇴적물 내 단각류 독성시험을 위한 시료채취 및 보관.

박상우, 김용, 김지혜, 정수환, 한경남, 2013. 양식장 환경이 갯벌양식 굴(*Crassostrea gigas*)의 성장과 폐사에 미치는 영향. Korea J. Malacol., 29(4): 273-281

박준건, 김은수, 조성록, 김경태, 박용철, 2003. 시화호 수질의 연변화 양상에 대한 연구, Ocean and Polar Research, 25(4): 459-468.

배평암, 한창희. 1998. 양식어장 환경요인이 참굴(*Crassostrea gigas*) 의 성장에 미치는 영향. 한국양식학회지, 11(3): 391-400.

백의인, 1989. 한국동식물도감, 제31권 갯지렁이류. 국정교과서주식회사. 764 pp.

서호영, 문성용. 2014. 한국의 무척추동물, 21권 34호 해산 부유성 요각류(절지동물문: 갑각강: 요각아강: 긴노요각목, 검물벼룩목), 국립생물자원관, 환경부.

성찬경, 강신길, 정지웅, 박동호, 이종현, 이창훈. 2016. 오염 퇴적물 평가 기법으로서의 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 세포내 에너지 할당(cellular energy allocation, CEA) 적용성 검토. Korean J.

Malacol, 32(1): 45-54.
신윤경, 박정준, 임현식, 이정식. 2013. 납(Pb) 에 노출된 바지락, *Ruditapes philippinarum*의 생물지표 변화. Korean J. Malacol, 29(1):1 7-13.
신윤경, 이승주, 한석중. 2005. 바지락, *Ruditapes philippinarum* 치패의 수온 및 염분내성, 한국양식학회: 학술대회논문집, 86-86.
심문보, 최중기, 김동엽. .1988. 황해 중동부역의 동물플랑크톤 분포에 대한연구. 황해연구 1:1-10.
심재형 1994. 한국동식물도감 제34권 해양 식물플랑크톤편, 문교부. 487 pp.
유광일 1995. 한국 동식물도감 제 35권 동물편(해양동물플랑크톤). 국정교과서 주식회사, 교육부, 415 pp.
유정규, 윤석현, 최중기. 2006. 인천 연안에서 요각류 *Acartia hongi* 춘계 개체군 형성의 영향 요인. 한국해양학회지 11(3): 108-116.
유종생 1976. 원색한국패류도감. 일지사, 196 pp.
윤선진, 김완수, 김윤, 김성연. 2001. 수온 증가에 따른 참굴(*Crassostraa gigas*) 및 피조개(*Anadara broughtonii*)의 산소소비형태에 관한 연구. 한국어업기술학회: 학술대회발표논문집, 455 - 456
이광우, 양한섭, 1999, 화학해양학. 청문각.
인천발전연구원, 2015. 한강수계 하구역 수질생태관리를 위한 공간적 범위 설정 및 참여형 유역관리체계 구축 방안. 102 pp.
임동현, 윤원득, 양준용, 이윤 2009. 가을-겨울철 황해 북부의 동물플랑크톤 시공분포 특성. 해양환경안전학회지. 15(4): 339-344.
전창영, 허영백, 조기채. 2012. 굴 *Crassostrea gigas* 부착기 유생의 부착에 미치는 수온 및 염분의 영향. 한국패류학회지, 28(1): 21-28.
정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 727 pp.
정영호, 심재형, 이민재, 1969. 하계 경기만의 수질오염과 생산력에 관한 연구. 제3보, 식물성 플랑크톤의 분류(Ⅰ) IBP 연구보고서, IBP한국위원회, 대한민국학술원, 3:3-16.
최병래 1992. 한국동식물도감, 제33권 연체동물II. 국정교과서주식회사, 860 pp.
최상. 1966. 바지락치패의 폐사에 관한 연구-II 바지락 치패의 온도, 염분, 노출에 대한 저항성. 동물학회지, 9(1): 7-15.
최중기 2016. 한국의 원생생물, 한국원생생물학회. 561 pp.
한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집(곤충 제외).
해양수산부 2015. 국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅰ.갯벌생태계.
해양수산부 2015. 국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계.
해양수산부 2015. 국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅲ.수중생태계.
해양수산부 2016. 국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅰ.갯벌생태계.
해양수산부 2016. 국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅱ.연안생태계.
해양수산부 2016. 국가 해양생태계 종합조사 조사연보, Ⅲ.수중생태계.
해양수산부 2017. 국가 해양생태계 종합조사[서해·남해서부]. 조사연보. Ⅰ.갯벌생태계.
해양수산부 2017. 국가 해양생태계 종합조사[서해·남해서부]. 조사연보. Ⅱ.연·근해생태계.
해양수산부 2018. 국가 해양생태계 종합조사[남해동부·동해·제주도]. 조사연보. Ⅰ.갯벌생태계.
해양수산부 2018. 국가 해양생태계 종합조사[남해동부·동해·제주도]. 조사연보. Ⅱ.연·근해생태계.
해양수산부 2019. 국가 해양생태계 종합조사[서해·남해서부]. 조사연보. Ⅰ.갯벌생태계.
해양수산부 2019. 국가 해양생태계 종합조사[서해·남해서부]. 조사연보. Ⅱ.연·근해생태계.
해양수산부 2019. 국가해양생태계 종합조사 조사지침서.

해양수산부 2020. 해양환경공정시험기준

해양수산부, 2017. 어장 환경기준에 관한 고시, 해양수산부고시 제 2017-109호, [별표] 수산생물 서식 어장 환경기준.

해양수산부, 2018. 해양환경공정시험기준, 해양수산부고시 제2018-143호, 516 pp.

해양수산부, 2018. 해양환경기준, 해양수산부고시 제2018-10호, 16pp.

해양수산부, 2020. 해양환경공정시험기준, 해양수산부고시 제2020-143호, 678 pp.

해양환경정보포털(http://www.meis.go.kr).

현출, 임경훈. 2003. 수온과 염분 변화에 따른 바지락의 여과율 변동. Korean Journal of Malacology, 19(1): 1-8.

황학진, 최중기(1993) 황해 중동부 해역 동물플랑크톤의 계절적 분포 특성. 한국해양학회지. 28(1):24-34.

城戸勝利, 木下秀明, 梅森龍史, 本多正樹, 磯野良介, 1996. 海岩構造物にお ける生物的検討-2, 發電所周辺城を利用した枚貝増殖場造成に向けた 生物的検討. 沿岩海洋研究, 33: 133-146.

柿野純, 古畑和哉, 長谷川健一, 1995. 東京湾盤洲干潟における冬季のアサリのへい死要因について. 水産工学, 32: 23-32.

Abdel-Hamid, M. E., Mona, M. H., Khalil, A. M. 1992. Effects of temperature, food and food concentrations on the growth of the larvae and spat of the edible oyster *Crassostrea gigas*(Thunberg). J Mar Biol Assoc India, 34, 195-202.

Ackerman, J. D., Nishizaki M. T. 2004. The effect of velocity on the suspension feeding and growth of the marine mussels *Mytilus trossulus* and *M. californianus*: implications for niche separation. J Mar Syst 49: 195-207.

Ahn, K. J., Kim, K. H. . Effect of temperature and salinity on in vitro zoosporulation of Perkinsus sp. in Manila clams *Ruditapes philippinarum*. Diseases of aquatic organisms, 48(1), 43-46.

Allen, S. M., Burnett L. E. 2008. The effect of intertidal air exposure on the respiratory physiology and the killing activity of hemocytes in the pacific oyster, *Crassostrea gigas*(Thunberg). J Exp Mar Biol Ecol 357: 165-171.

An, S. M. Lee J. H. Woo H. J., Koo B. J., Lee H. G., Yoo J. W., Jong G. J. 2006. Benthic environment and macrofaunal community changes during the dike construction in Saemangeum subtidal area, Korea. Ocean Polar Res 28: 369-383.

Baek, H. J., H. B. Kim, T. Y. Lee and B. D. Lee. 1985. On the maturi-ty and spawning of the Longchin goby Chasmichthys doli-chognathus(HILGENDORF). Bull. Korean Fish. Soc., 18: 477-483.

Baek, S. H. D. Kim, H. W. Choi and Y. O. Kim 2013. Hydrographical and Bio-ecological Characteristics of Heterotrophic Red Tide Dinoflagellate *Noctiluca scintillans* in Semi-enclosed Gwangyang Bay, Korea. Korean J. Environ. Biol. Vol.31 No.4 pp.308-321.

Barton, D. N., Saloranta, T., Moe, S. J., Eggestad, H. O., and Kuikka, S., 2008. Bayesian belief networks as a meta-modelling tool in integrated river basin management, Ecological Economics, 66(1): 91-104.

Berry, W.J., M. Cantwell, P. Edwards, J.R. Serbst and D.J. Hansen, 1996. Predicting the toxicity of metal-spiked laboratory sediments using acid-volatile and interstitial water normalization. Environ. Toxicol. Chem., 15: 2067-2079.

Boman, R., 2020. Using dynamic Bayesian network with hidden variables for change inference of the plankton community in the Archipelago sea. Thesis of MS in University of Helsinki.

Brown, J. R. and Hartwick, E. B. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Absolute and allometric growth. Aquaculture, 70: 231-251.

Carriger J. F., Yee, S. H., and Fisher, W. S. 2019. An introduction to Bayesian networks as assessment and decision support tools for managing coral reef ecosystem services. Ocean and Coastal Management, 177: 188-199.

Charles, F., Amouroux, J. M., Gremare, A., and Baudart, J. 1995. A bioassay approach to temporal variation in the nutritional value of sediment trap material. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 191(1): 65-81.

Cho, Y. G., Lee, C. B., Choi, M. S., 1999. Geochemistry of surface sediments off the southern and western coasts of Korea. Marine Geology, 159: 111-129.

Choi, J. K. and Shim J. H. 1986. The ecological study of phytoplankton in Kyeonggi Bay, Yellow Sea Ⅲ. Phytoplankton composition, standing crops, tychopelagic plankton. J Oceanol Soc Korea 21, 156~170.

Choi, J. W. and C. H. Koh. 1992. The distribution and feeding guilds of the polychaete community in the west coast off Kunsan, Korea, The Journal of Oceanological Society of Korea, Vol. 27, No. 3: 197-209.

Choi, K. S. 2008. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea. Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper, vol 508: 271-286.

Chung, E. Y., D. K. Rhu, J. H. Lee, 1994. Gonadal development and reproductive cycle of the short-necked clam, *Ruditapes philippinarum*(Pelecypoda: Veneridae), on the coast of Kimje, Korea. J. Malacol., 10: 38-54.

Chyung, M. K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji Publishing, Seoul, Korea.

Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Aust, J. Ecol., 18: 117-143.

Dankers, N. M. J. A., Dijkman E. M., Jong de M. L., Kort de G., Meijboom A. 2004. De verspreiding en uitbreiding van de Japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee. Alterra, Alterra-rapport 909.

Dela-Cruz, J., P. Ajani, R. Lee, T. Pritchard and I. Suthers 2002. Temporal abundance patterns of the red tide dinoflagellate *Noctiluca scintillans* along the southeast coast of Australia. Mar. Ecol. Prog. Ser. 236: 75-88.

Di Toro, D. M., Mahony, J. D., Hansen, D. J., Scott, K. J., Hicks, M. B., Mayr, S. M., Redmond, M. S., 1990. Toxicity of cadmium in sediments: the role of acid volatile sulfide. Environmental Toxicology and Chemistry., 9(12): 1487-1502.

Folk, R.L. and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. J Sed Petol 27: 3-26.

Folk, R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 182 pp.

Fonda-Umani, S., Bera, A. S., Parlato, T. Zollet, Alessandra, D., D. Virgilio, B. Lazzarini, Cabrini,

M. 2004. *Noctiluca scintillans* MACARTNEY in the Northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. Journal of Plankton Research. 26: 247 – 263.

Fuentes, J., Molares J., Villalba A. 1998. Growth, mortality and parasitization of mussels cultivated in the Ria de Arousa(NW Spain) from two sources of seed: intertidal rocky shore vs. collector ropes. Aquaculture. 162: 231-240.

Fuhrmann, M., Petton, B., Quillien, V., Faury, N., Morga, B., Pernet, F. 2016. Salinity influences disease-induced mortality of the oyster *Crassostrea gigas* and infectivity of the ostreid herpesvirus 1(OsHV-1). Aquaculture Environment Interactions, 8: 543-552.

Gagnaire, B., Frouin, H., Moreau, K., Thomas-Guyon, H., Renault, T. 2006. Effects of temperature and salinity on haemocyte activities of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*(Thunberg). Fish shellfish immunology, 20(4: 536-547.

Gamain, P., Gonzalez, P., Cachot, J., Clurandeau, C., Mazzella, N., Gourves, P. Y., Morin, B. 2017. Combined effects of temperature and copper and S-metolachlor on embryo-larval development of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Marine pollution bulletin, 115(1-2): 201-210.

Gamain, P., Gonzalez, P., Cachot, J., Pardon, P., Tapie, N., Gourves, P. Y., Morin, B. 2016. Combined effects of pollutants and salinity on embryo-larval development of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Marine environmental research, 113: 31-38.

Hadfield, M. G., Paul V.J. 2001. Natural chemical cues for settlement and metamorphosis of marine-invertebrate larvae. Marine. In: McClintock JB, Baker JB(eds) Marine Chemical Ecology. CRC, BocaRaton, Fla, 431 pp.

Han, D. H., S. Y. Hong and C. W. Ma 1995. Distribution of zooplankton in Deukryang Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc. 28: 517-532.

Han, Z., Li, Q. 2018. Different responses between orange variant and cultured population of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* at early life stage to temperature-salinity combinations. Aquaculture research, 49(6): 2233-2239.

Harris, M. J., Stinson, J., and Landis, W. G., 2017. A Bayesian approach to integrated ecological and human health risk assessment for the South River, Virginia mercury-contaminated site. Risk Anal., 37(7): 1341-1357.

Helm, M. M., Millican, P. F. 1977. Experiments in the hatchery rearing of Pacific oyster larvae(*Crassostrea gigas* Thunberg). Aquaculture, 11(1): 1-12.

Henderson, B. A. 1983. Handling and remote setting techniques for the Pacific oyster larvae, *Crassostrea gigas*. Master's Thesis, Oregon State University, 45pp.

Hidaka, T. and Takahashi S. 1987. Effects of temperature and day length on gonadal development of the goby, *Rhinogobius brunneus*(Orange type). Jap J Ichthyol 34: 361-367.

His, E., Robert, R., Dinet, A. 1989. Combined effects of temperature and salinity on fed and starved larvae of the Mediterranean mussel Mytilus galloprovincialis and the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. Marine biology, 100(4): 455-463.

Hofmann, E. E., Powell, E. N., Bochenek, E. A., Klinck, J. M. 2004. A modelling study of the

influence of environment and food supply on survival of *Crassostrea gigas* larvae. ICES journal of marine science, 61(4): 596-616.

Hong, J. S., Jung R. H., Seo I. S., Yoon K. T., Choi B. M. and Yoo J. W.. 1997. How are the spatio-temporal distribution patterns of benthic macrofaunal communities affected by the construction of Shihwa Dike in the west coast of Korea. Korean J Fish Aquatic Sci 30(5): 882~895.

Huang, C. and Y. Qi. 1997. The abundance cycle and influence factors on red tide phenomena of *Noctiluca scintillans*(Dinophyceae) in Dapeng Bay, the South China Sea. J. Plankton Res. 19: 303-318.

Jim, D., Z. Cheng, J. Lin, S. Liu, 1985. Themarine benthic diatoms in China. China Ocean Press, 312 pp.

Jo, M. K.. 1977. A study on the distribution of eggs and larvae of saury in the Korean waters. Bulletin National Fisheries Research and Development Agency, 16: 87–99.

Jung, R. H., Seo I. S., Choi M. K., Park S. R., Choi B. M., Kim M. H. , Kim Y. J., Yun J. S. 2014. Community structure and health assessment of macrobenthic assemblages during spring and summer in the shellfish farming ground of Wonmum Bay, on the southern coast of Korea. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 47(6): 908~926.

Kang, J. H. 2010. Distribution characteristics and carrying capacity of the potentially risky species *Noctiluca scintillans* at international Korean seaports. Ocean Polar Res 32(4): 449-462.

Kang, M. H., Choi S. G., Hwang B. K. 2014. Acoustic characteristics of anchovy schools, and visualization of their connection with water temperature and salinity in the Southwestern Sea and the Westsouthern Sea of South Korea. J. Kor. Soc. Fish Tech 50: 39-49.

Kang, S., Kim, H. C., Hwang, U. K., Sim, B. R., Kim, C. S., Lee, W. C., Hong, S., 2017. Feasibility of Changing or Canceling Designated Mariculture Management Areas in Ongjin-gun, Korea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 50(5): 576-588.

Kasuya, T., 2005. Larval abundance, distribution and size composition of the clam *Ruditapes philippinarum* in Tokyo Bay. Bulletin of Fisheries Research Agency, 51-58.

Kheder, R. B., Moal, J., Robert, R., 2010. Impact of temperature on larval development and evolution of physiological indices in *Crassostrea gigas*. Aquaculture, 309(1-4): 286-289.

Kim, C. W., Oh, H. J., Shin, Y. K. 2013. Effects of water temperature on the mass mortality of Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in Gamak Bay. The Korean Journal of Malacology, 29(3): 245-250.

Kim, G. R., Kang H. K., 2020. Mesozooplankton community structure in the Yellow sea in spring. Ocean Polar Res 42(4): 271-281.

Kim, H. S. 1985. Systemtic studies on crustaceans of Korea, 1. Decapods. Proc. Coll. Natur. Sic., SNU, 10: 63-94.

Kim, H. S., H. Kim, D. Yang and Y. H. Yoon, 2020. Spatio-temporal distribution patterns of phytoplankton community and the characteristics of biological oceanograpic environments in the Geumgang Estuary, West Sea of Korea in 2018 J. Environ. Biol., 38(2): 254-270.

Kim, I. S. and E. J. Kang., 1993. Coloured fishes of Korea. Academic Pub. Co. Seoul, pp.

135-136.(in Korean).

Kim, I. S. and W. O. Lee., 1994. A new species of the genus *Sebastes*(Pisces; Scorpaenidae) from the yellow sea. Kor. J. Zool., 37: 409-415.

Kim, I. S., Choi Y., Lee C. H., Lee Y. J., Kim B. J. and Kim J. H. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publ, Seoul, Korea, 615.

Kim, J. H., Jeong, S. Y., Kim, P. J., Dahms, H. U., Han, K. N., 2017. Bio-effect-monitoring of long-term thermal wastes on the oyster, *Crassostrea gigas*, using heat shock proteins. Marine Pollution Bulletin, 119(1): 359-364.

Kim, J. Y. and Y. S. Kang, 1995. Vertical distribution of eggs and larvae of maurolicus muelleri in the southeastern waters of Korea. Korean Journal of Ichthyology, 7(1): 64-70.

Kim, M. K., K. S. Choi, M. K. Shin, B. P. Kim and K. N. Han 2015. Age and Growth of Redlip Mullet(Chelon haematocheilus) in the Han River Estuary, Korea. Korean Journal of Ichthyology, Vol. 27(2): 133-141.

Kim, S. and J. M. Yoo 1999. Distribution of eggs and larvae of aurolicus muelleri in the thermal front of the Korea Strait. Korean Journal of Ichthyology, 11(1): 62-71.

Kim, S. T. 2012. Population dynamics of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* in the Seonjaedo, Incheon, Korea. Masters Degree Thesis, University of Inha, 77 pp.

Kim, S. Y., Kim, H. C., Lee, W. C., Hwang, D. W., Hong, S. J., Kim, J. B., Kim, C. S., 2013. Environmental Characteristics of Seawater and Sediment in Mariculture Management Area in Ongjin-gun, Korea. Journal of the Korean Society of Marine Environment Safety, 19(6): 570-581.

Kim, Y. S. 1995. Filtering rate model of farming oyster, *Crassostrea gigas* with effect of water temperature and size. J.

Knowles, G., Handlinger, J., Jones, B., Moltschaniwskyj, N. 2014. Hemolymph chemistry and histopathological changes in Pacific oysters(*Crassostrea gigas*) in response to low salinity stress. Journal of invertebrate pathology, 121: 78-84.

Ko, G. W., Dineshram, R., Campanati, C., Chan, V. B., Havenhand, J., Thiyagarajan, V. 2014. Interactive effects of ocean acidification, elevated temperature, and reduced salinity on early-life stages of the pacific oyster. Environmental science technology, 48(17): 10079-10088.

Kobayashi, M., Hofmann, E. E., Powell, E. N., Klinck, J. M., and Kusaka, K., 1997. A population dynamics model for the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. Aquaculture, 149(3-4): 285-321.

Koo, B. J., K. K. Kwon, and J.-H. Hyun, 2005. The sediment-water interface increment due to the complex burrows of macrofauna in a tidal flat, Ocean Sci. J., 40: 221-227.

Lee, H. J., Park, K. I., Choi, K. S., 2014. Conditioning of Manila clam *Ruditapes philippinarum*(Adams & Reeve, 1850) using recirculation system: I. Induction of the gametogenesis using water temperature elevation. The Korean Journal of Malacology, 30(2): 127-134.

Lee, H. M. and K. T. Yoon 2014. Comparison of Recruitment and Growth Patterns of Pacific Oysters(*Crassostrea gigas*) between a Natural Rocky Shore and Farming Substrate Within

an Oil Spill Contaminated Area of Korea. Ocean and Polar Res 36(2): 145-156.
Lee, J. H. 2021. Community Structure of Macrobenthos in the Southern Tidal Flat of Ganghwa Island, Korea. The Korean Society Fishries And Sciences Education, 33(1): 114-122
Lee, J. K., 2016. Development model of fisheries for recovery of *Ruditapes philippinarum* stock, Ph.D. Thesis, University of Mokpo, 207 pp.
Lee, J. S., Kim, C. K., Kim, J. H., Lim, K. B., 1995. Current structures and diffusion characteristics in Youngil Bay, J. Oceanol. Soc. Korea, 30(5): 467-479.
Lee, S. H., Choi, H.Y. and Oh, I.S., 1995. Structure and variation of the Keum River plume in summer, J. Korean Soc. Oceanogr., 30(2): 125-137.
Lee, S. Y. 2005. Spatio-Temporal distribution of egg of anchovy in the middle of the Yellow Sea, Korea.
Lim, H. S., J. Y. Lee , J. H. Lee, H. C. Shin,J. S. Ryu, 2019. Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos in the three estuaries of South Korea. J Korean Soc Oceanogr 24(1): 106-127.
Lim, J. Y., M. K. Jo and M. J. Lee, 1970. The occurrence and distribution of the fish eggs and larvae in the Korean adjacent sea. Reports of Fisheries Resources, 8: 7-29(in Korean).
Lim, Y. K. and S. H. Baek 2018. Seasonal distributional characteristics of phytoplankton adjacent to the oyster farming area of Hansan-Geoje Island. Korean J. Environ. Biol., 36(4): 647-658.
Malouf, R. E. and W. P. Breese 1977. Seasonal changes in the effects of temperature and water flow rate on the growth of juvenile Pacific oysters, *Crassostrea gigas*. Thunberg. Aquaculture 12:1-13.
Mann, R., Bureson, E., Baker, P., 1991. The decline of the Virginia oyster fishery in Chesapeake Bay: Considerations for Introduction of no-endemic species, *Crassostrea gigas*(Thunberg,1793). Journal of Shellfish Research,10(2): 279-388.
Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Systematics, 3: 36-71.
McDonald, K. S., Tighe, M., and Ryder, D. S., 2016. An ecological risk assessment for managing and predicting trophic shifts in estuarine ecosystems using a Bayesian network. Environmental Modelling and Software, 85: 202-216.
Mike, D., H. Johm, C. Zhaodi, G. Yahui 1980. Diatoms from south China sea, HongKong University Press, 103 pp.
Min, K. S., Lee, S. J., Kim, B. H., Park, K. Y. 2004. Tolerance against water temperature and growth of *Ruditapes philippinarum* spats in different substrates. The Korean Journal of Malacology, 20(2): 121-124.
Mitsuo, C., m. massaki 1997. An illustrated guide tomarine plankton in Janpan. Tokai University Press. 609-1004 pp.
Miyaguchi, H., T. Fujiki, T. Kikuchi, V. S. Kuwahara and T. Toda 2006. Relationship between the bloom of *Noctiluca scintillans* and environmental factors in the coastal waters of Sagami Bay, Japan. J. Plankton Res. 28: 313-324.
Moon, S. Y., C. S. Jung, H. Y. Soh, H. J. Oh 2006. Distribution of zooplankton commutities in the coastal area of Wando in summer. Korean J Environ Biol 24(4): 329-336.

Moon, S. Y., Seo M. H., Shin Y. S., Soh H. Y. 2012. Seasonal variation of mesozooplankton communities in the semi-enclosed Muan Bay, Korea. Ocean Polar Res 34(1): 1-18.

Moreira, A., Figueira, E., Libralato, G., Soares, A. M., Guida, M., Freitas, R. 2018. Comparative sensitivity of *Crassostrea angulata* and *Crassostrea gigas* embryo-larval development to As under varying salinity and temperature. Marine environmental research, 140: 135-144.

Moreira, A., Freitas, R., Figueira, E., Ghirardini, A. V., Soares, A. M., Radaelli, M., Libralato, G. 2018. Combined effects of arsenic, salinity and temperature on *Crassostrea gigas* embryotoxicity. Ecotoxicology and environmental safety, 147, 251-259.

Moser, H. G. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. Am. Soc. Ichthyol. and Herpetol., 760 pp.

Muranaka, M. S., Lannan, J. E. 1984. Broodstock management of *Crassostrea gigas*: environmental influences on broodstock conditioning. Aquaculture, 39(1-4): 217-228.

Nell, J. A., Holliday, J. E. 1988. Effects of salinity on the growth and survival of Sydney rock oyster(*Saccostrea commercialis*) and Pacific oyster(*Crassostrea gigas*) larvae and spat. Aquaculture, 68(1): 39-44.

NFRDI(National Fisheries Research & Development Institute)., 2010. Field survey report of Oyster farm in Jawoldo, Ongjin-gun, Incheon, Korea. NFRDI, Incheon, Korea, 8.

NFRDI(National Fisheries Research & Development Institute). 2012. Investigation report of oyster mortality in Jawoldo, Ongjin-gun, Incheon, Korea. NFRDI, Incheon, Korea, 5

NFRDI. 2004. Report on ecological study of finless propoise in Korean waters. NFRDI.

Park, C., P. G. Lee and Yang S. R. 2002. Impact of mesh size difference on zooplankton distribution data and community interpretation. J. Korean Soc. Oceanogr. 7: 51-59.

Park, H. K., Byeon M. S., Choi M. J. and Y. J. Kim 2008. The Effect Factors on the Growth of Phytoplankton and the Sources of Organic Matters in Downstream of Namhan-river, Journal of Korean Society on Water Environment, 24(5): 556-562.

Park, K. I. and Choi, S. K., 2004. Application of enzyme-linked immunosorbent assay for studying of reproduction in the Manila clam *Ruditapes philippinarum*(Mollusca: Bivalvia) I. Quantifying eggs. Aquaculture, 241: 667-687.

Park, K. J., Song, J. H., Choi, Y. S., An, K. H., 2013. Changes in density and culture conditions of the Manila Clam *Ruditapes philippinarum* on the West coast of Korea. The Korean Journal of Malacology, 29(3): 207-216.

Park, S. W., Kim Y., J. H. Kim, S. W. Chung and K. N. Han 2013. Effect of Environment Factors on Growth and Mortality of Cupped Oyster, *Crassostrea gigas* Korean J. Malacol. 29(4): 273-281.

Parsons, T. R., m. Takahashi and B. Hargrave 1984. Biological Oceanography Processes. 3rd ed. Pergamon Press, 330 pp.

Phuvasate, S., Su, Y. C. 2013. Impact of water salinity and types of oysters on depuration for reducing Vibrio parahaemolyticus in Pacific oysters(*Crassostrea gigas*). Food Control, 32(2): 569-573.

Pielou, E. C., 1975. Ecological diversity, John Wiley and Sons,New York, 165 pp.

Potter, M. A., Hill, B. J., 1982. Heat mortality in the Sydney rock oyster,

Saccostrea(Crassostrea)commercialis and the effectiveness of some control methods. Aquaculture, 29: 101.

Potter, M.A., Hill, B.J., 1982. Heat mortality in the Sydney rock oyster, Saccostrea(Crassostrea) commercialis and the effectiveness of some control methods. Aquaculture, 29, pp 101.

Quayle, D. B. 1988. Pacific oyster culture in British Columbia. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 218: 1-231.

Rahman, M. A., Henderson, S., Miller-Ezzy, P., Li, X. X., Qin, J. G. 2019. Immune response to temperature stress in three bivalve species: Pacific oyster *Crassostrea gigas*, Mediterranean mussel Mytilus galloprovincialis and mud cockle Katelysia rhytiphora. Fish & shellfish immunology, 86: 868-874.

Rines, J. E. B., P. E. Hargraves, 1988. BIBLIOTHECA PHYCOLOGICA-The Chaetoceros Ehrenberg(Bacillariophyceae) Flora of.

Round, F. E., R. M., Crawford and D. G. Mann, 1990. The Diatoms. Cambridge, New York. 747 pp.

Seo, J. Y., Kim J. H., Choi J. W. 2018. A comparative study on the ecological characters of *Corbicula japonica* populations inhabiting at the subtidal estuary of the Seomjin River and the intertidal Eulsuk sand flat of the Nakdong River, Korea. Korean J Malacol 34: 135-145.

Seo, J. Y., Kim J. H., Choi J. W. 2018. Distribution patterns of macrobenthos during recent summer seasons at the Bongam sand tidal flat of Masan Bay, Korea. Korean J Environ Biol 36: 626-637.

Seo, J. Y., Park S. H., Lim H. S., Jin M. C. and Choi J. W. 2009. The community Structures of Macrozoobenthos during Summer in the Incheon and Busan Harbors, Korea. Korean J. Environ. Biol., 27(1): 6~19.

Seo, M. H., Choi S. Y., Par E. O., Jeong D. S., Soh H. Y. 2018. Species diversity of Planktonic copepods and distribution characteristics of its major species in coastal warers of Korea. Korean J Environ Biol 36(4): 525-537.

Seo, M. H., K. S. Shim, M. C. Jang, H. Y. Soh 2013. Occurrence patterns of Zooplankton present in ports of Korea during summer. Korean J Environ Biol 31(4): 448-457.

Shannon, E. C. and W. Weaver, 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 117 pp.

Shao, K. T., K. C. Chen and J. H. Wu 2002. Identification of marine fish eggs in Taiwan using light microscopy, scanning electric microscopy and mtDNA sequencing. marine Freshwater Research, 53: 355-365.

Shin, S. H, Gu B. J. and Je J. G. 2004. Spatial distribution of benthic macrofauna on the tidal flat of Garolim Bay, west coast of Korea. Journal of Korean Wetland Society, 6, 57~72.

Shin, Y. K., Hur, Y. B., Myeing, J. I. and Lee, S., 2008. Effect of temperature and body size on oxygen consumption and ammonia excretion of Oyster, *Crassostrea gigas*. J. Malacology, 24(3): 261-267.

Shin, Y. K., Kim, Y. Chung, E. Y., and Hur, S. B., 2000. Temperature and Salinity Tolerance of the Manila Clam, *Ruditapes philippinarum*. J. Korea Fish. Soc., 33(3): 213-218.

Shpigel, M., Barber B. J., Mann R. 1992. Effects of elevated temperature on growth, gamatogenesis, physiology, and biochemical composition in diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg. J Exp Mar Biol Ecol 161: 15-25.

Smayda, T. J. 1957. Phytoplankton studies in lower Narragansett Bay. Limnol. Oceanogr., 2,2 342-359.

Soletchnik, P., Lambert C. and Costil K. 2005. Summer Mortality of *Crassostrea gigas*(thunberg) in Relation to Environmental Rearing Conditions. Journal of shellfish Research. 24(1): 197-207.

Soletchnik, P., Ropert M., Mazurie J., Fleury P. G., Coz F. L. 2007. Relationships between oyster mortality patterns and environmental data from monitoring databased along the coasts of France. Aquaculture 271:384-400.

Suh, H. L., H. Y. Soh and S. S. Cha. 1991. Salinity and distribution of zooplankton in the estuarine system of Mankyong River and Dongjin River. J. Oceanal. Soc. Korea. 26:181-192.

Sun, M., Liu, G., Lin, H., Zhang, T., Guo, W., 2018. Effect of salinity on the bioaccumulation and depuration of cadmium in the pacific cupped oyster, *Crassostrea gigas*. Environmental toxicology and pharmacology, 62, 88-97.

Tomas, C. R., 1996. Identifyingmarine phytoplankton. Academic Press, 858 pp.

Trifonova, N., Karnauskas, M., and Kelble, C., 2019. Predicting ecosystem components in the Gulf of Mexico and their responses to climate variability with a dynamic Bayesian network model. PLoS ONE, 14(1): e0209257.

Uddin, M. J.,H. S. Yang, S. K. Choi, 2010. Seasonal changes on Perkinsus olseni infection and gametogenesis in Manila clam *Ruditapes philippinarum*, from Seonjaedo island on Incheon, off the west coast of Korea. journal of World Aquaculture, 41: 93-101.

Vincenzi, S., Caramori, G., Rossi, R., and Leo, G. A. D., 2006. A GIS-based habitat suitability model for commercial yield estimation of Tapes philippinarum in a Mediterranean coastal lagoon(Sacca di Goro, Italy). Ecological Modelling, 193(1-2 SPEC. ISS.): 90-104.

Wang, R., Zuo T., Wang K. 2003. The Yellow Sea Cold Bottom Water—an oversummering site for *Calanus sinicus*(Copepoda, Crustacea). J Plankton Res 25(2): 169-183.

Weiss R.F., 1970. The solubility of nitrogen, oxygen and argon in water and seawater. Deep Sea Research and Oceano. Abs. 17(4): 721-735.

Won, M. S., 1994. Seed production and environmental influence on productivity of the short-necked clam, *Ruditapes philippinarum*. Thesis of PH.D in National Fisheries University of Pusan.

Xu, C., Li, Q., Chong, J. 2020. Combined effect of temperature, salinity, and rearing density on the larval growth of the black shell strain and wild population of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Aquaculture International, 28(1): 335-347.

Yamaji, I., 1980. Illustrations of themarine plankton of Japan. Hoikusha Publ., 537 pp.

Yang, C. Y., Sierp, M. T., Abbott, C. A., Li, Y., Qin, J. G. 2016. Responses to thermal and salinity stress in wild and farmed Pacific oysters *Crassostrea gigas*. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 201: 22-29.

Yang, E. J. and Choi J. K. 2009. Ingestion on planktonic ciliates by copepod *Acartia hongi*: a laboratory study. Ocean Polar Res 31(3): 265-276.

Yi S. H., Sin Y. S., Yang S. R. and Park C. 2005. Seasonal characteristics of phytoplankton distribution in Asan bay. Ocean Polar Res 27(2): 149~159.

Yokoyama H. 2000. Environmental quality criteria for aquaculture farms in Japaness coastal area – a new policy and its potential problems. Bul Natl Res Inst Aquacult 29: 123-134.

Yoo, J. K., Youn S. H., Choi J. K. 2006. Temporal fluctuation and ecological characteristics of *Noctiluca scintillans*(Dinophyceae) in the coastal waters o f Incheon, Korea. Korean J Environ Biol 24(4): 372-379.

Yoo, J. M., W. S. Kim, S. Kim, E. K. Lee 1995. 'On the Early Life History of Gunnel(Enedrias fangi)', Korean Journal of Ichthgology, vol. 7,no. 1, pp. 25-32.

Yoo, J. W., Lee Y. W., Ruesink J. L., Lee C. G. Kim CS, Park M. R., Yoon K. T., Hwang I. S., Maeng J. H., Rosenberg R., Hong J. S. 2010. Environmental quality of Korean coasts as determined by modified Shannon-Wiener evenness proportion. Environ Monit Assess 170: 141-157.

Yoo, K. I. and J. H. Lee 1980. Environmental studies of the Jinhae Bay. 2. Environmrntal parameters in relation to phytoplankton population dynamics. J. Oceanol. Soc. Korea 15: 62-65.

Yoon, S. H. and J. K. Choi. 2003. Spatio-Temporal Distribution of Zooplankton Community in Kyeonggi Bay, Yellow Sea. jurnal of korean Society of Oceanography. Vol. 8. No. 3: 243-250.

Yoon, S. P., Jung R. H., Kim Y. J., Kim S. G., Choi M. K., Lee W. C., Oh H. T., Hong S. J. 2009. Macrobenthic community structure along the environmental gradients of Ulsan Bay, Korea. Kor Soc Oceanogr「The Sea」12(4): 287-304.

Yoon, Y. H. 2017. Spatio-temporal distributions of phytoplankton community in the coastal waters of central South Sea(CWoCSS): Korea. J. Korea Acad.-Indust. Coop. Soc.18: 441-453.

Yoon, Y. H. 2020. Spatio-temporal Variations of Marine Environments and Phytoplankton Community in the Gochang Coastal Waters(GCW) of Southern West Sea in Korea. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 21, No. 11 pp. 477-493.

Yoon, Y. H., J. S. Park and B. S. Kim 2019. Spatial distributions of phytoplankton community in the coastal waters of South Sea, Korea during the early summer of Korean J. Environ. Biol. 37: 164-176.

Youn, B. I., S. J. Lee, M. H. Sohn, S. H. Han, H. B. Lee, M. J. Kim and Han K. H. 2019. Distribution of ichthyoplankton in the west coastal waters of Korea. J. Korean Soc. Fish. Ocean. Technol., 55(3): 243~251.

Youn, S. H. and Choi, J. K. 2008. Distribution pattern of zooplankton in the han river estuary with respect to tidal cycle. Ocean Science Journal, 43(3): 135–146.

Youn, S. H., Kim M. J., Suh Y. S. 2012. Distribution pattern of zooplankton and growth rate of *Paracalanus parvus s. l.* in the Yongsan river estuary. Korean J Nat Conservation 6(1): 33-41.

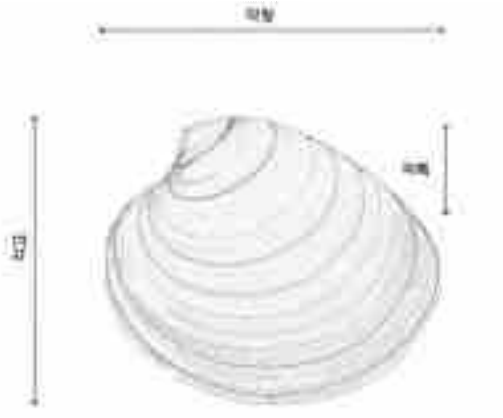
Zhang, X., Li, Q., Kong, L., Yu, H. 2017. DNA methylation changes detected by

methylation-sensitive amplified polymorphism in the Pacific oyster(*Crassostrea gigas*) in response to salinity stress. Genes & Genomics, 39(11): 1173-1181.

Zhang, Z., Li, X., Vandepeer, M., Zhao, W. 2006. Effects of water temperature and air exposure on the lysosomal membrane stability of hemocytes in Pacific oysters, *Crassostrea gigas*(Thunberg). Aquaculture, 256(1-4): 502-509.

9. 용어설명

각고, 각장 : 패류 외부 형태 측정



<그림> 패류 외부 형태 측정 부위

갈수기 : 여름철에 가뭄으로 인해 수원의 물이 고갈되는 시기와 겨울철에 적설(積雪)·결빙 등으로 물이 흐르지 않는 시기

개방경계 : 수치모델의 계산 결과들이 모델 경계면 밖으로 유출되거나, 일정한 시간 간격으로 새로운 정보가 모델 경계면을 통해 계산 영역 내부로 전달되어 모델 내부 역학의 강제력으로 작용할 수 있도록 만드는 방법

군집 : 생태계 내에서 특정 시간에 특정 공간을 점유하고 있는 생물 종 개체군들의 집단

굴의 각내 온도 : 굴 또는 바지락과 같은 이매패류의 껍질을 '각' 이라고 하며, 특히 여름철에는 낙조 시 대기로의 노출로 인해 각내의 온도가 급격히 높아질 수 있음. 생물이 견딜 수 있는 온도가 있어, 각내 온도가 너무 높아질 경우 폐사의 원인이 될 수 있음.

낙조류 : 고조(high tide)에서 저조(low tide)로 해면이 하강할 때, 해안(shore)이나 감조하천(tidal river)의 아래 또는 하구(estuary)로부터 멀어지면서 흐르는 조류(tidal current)

노출시간 : 조석에 의해 바닷물이 빠져나가 지면이 대기에 노출되어 있는 시간

니스킨(Niskin) : 특정한 깊이의 물을 채수할 수 있도록 고안된 기구. 양쪽입구가 열린 상태로 원하는 깊이에 도달했을 시, 메신저(추)를 내리면 매듭이 풀리면서 니스킨 채수기의 양쪽 입구가 막혀 해수를 채취

단일 실험 : 1개의 실험조건을 하여 실험을 진행

대조 : 만조(고조)와 간조(저조)의 차가 가장 큰 때

대조구 : 자연과학의 실험에서, 실험군에 대해 실험 조건을 실험 전 상태에서 변동시키지 않고 그대로 두어 실험군의 결과와 자연 상태를 대조해 보기 위해 만드는 집단

대형저서동물 : 1㎜ 체에 걸리는 저서성 대형무척추동물(benthic macroinvertebrates)로 고둥류, 조개류, 갯지렁이류, 갑각류(게, 새우류, 단각류) 등이 이에 속함

동물플랑크톤 : 식물플랑크톤이 생산한 유기물을 섭취하는 1차 또는 2차 소비자로서 상위 단계의 유영생물에게 에너지를 전달하는 중간 단계 역할을 수행

라그랑지안 : 일반화된 좌표계에서 운동 에너지, 위치 에너지, 감쇠 에너지 따위의 관계를 표현하는 함수로 대체로 운동 에너지에서 위치 에너지를 뺌으로써 나타냄(관측방법 : 부유물 또는 부표의 흐름을 공간과 시간을 통해 관측하여 해수의 흐름을 축정, 예를들면 해류병, 무선부표, 중립부력표, 인공위성추적부이 등이 있음)

물벼룩 : 담수산 어류의 초기먹이가 되는 중요한 생물로 전세계에 분포

박테리아 : 생물체 가운데 가장 미세하고 가장 하등에 속하는 단세포 생활체로 다른 생물체에 기생하여 병을 일으키기도 하고 발효나 부패 작용을 하기도 하여 생태계의 물질 순환에 중요한 역할을 수행

반빈 채니기(Van Veen Grab) : 해저의 퇴적물이나 저서동물을 채취하기 위한 채집 기구로서, van Veen이 고안하였음. 제작 크기에 따라 퇴적물 내 20~30cm 깊이까지 퇴적물을 뜰 수 있음

베이지안 네트워크 : 조건부 확률을 사용하여 영향 인자들의 인과 관계를 그래프로 간략하게 표현하는 방법. 화살표는 인과관계, 숫자는 강도(strength)로 인과관계가 발생할 확률을 나타내며, 확률이 높을수록 큰 영향을 미치는 것으로 해석됨

복합 실험 : 2개 이상의 실험 조건을 통제하여 실험을 진행

분급(Sorting) : 퇴적물의 운반 및 퇴적 과정 중에 입자들을 크기, 형태, 밀도에 따라 분리시키는 과정 또는 결과. 입도 분석 자료의 통계 대푯값에서는 표준편차를 의미함

분조 : 조석은 해수입자와 불균등한 운행을 하는 여러 천체들(주로 달과 태양)과의 만유인력으로 인한 해면의 주기적인 승강운동임. 그런데 이들을 합해서 분석하지 않고 적도상을 지구로부터 일정한 거리로서 각각 고유의 속도를 298 해양수산 용어사전 유지하면서 운행하는 무수한 가상천체에 의하여 일어나는 규칙적인 조석들이 서로 합하여 이루어졌다고 생각할 때 이 개개의 조석을 분조라 함. 조화분해로 얻어지는 성분파를 말하며 분조의 수는 약 60개 정도가 있으나 그 중에서 실용적으로 매우 중요한 것은 M2,S 2, K1, O1의 4개 분조. 우리나라 근해의 조석과 조류 역시 주로 이들 4개 분조에 의한 것이며, 그 외의 분조는 미미한 편임

산휘발성황화물 : 해저퇴적물 내 산 휘발성 황화물(이하 황화물)이 높다는 것은 퇴적물 내 산소의 고갈 및 결핍을 의미함

생리/대사/생식 독성 : 화학물질 노출로 인한 성기관 구조, 기능 성숙, 행태 등 생물 내 세포 단위에 미치는 독성영향

소조 : 태양, 지구, 달이 지구를 중심으로 직각으로 위치하여 조차가 작아지는 현상으로 일반적으로 상현(월령 7일) 및 하현(월령 22일)후 1~3일에 발생.

시계열 분석 : 관측된 해양정보(기온, 수온 등)가 시간에 따라 어떻게 변화하는지 분석하는 기법

식물플랑크톤 : 물속에서 부유 생활하며, 광합성을 하여 유기물을 생산하는 부유식물(浮游植物)을 가리키며, 물속 생태계의 기초생산자로서 상위 단계 생물에 유기물을 공급하여 생태계를 유지시키는 중요한 역할을 수행

실험구 : 자연과학의 실험에서, 세운 가설을 검증하기 위해 실험 조건을 통제하여 실험을 수행하는 대상 집단

어란 : 어류의 알

염분(Salinity) : 해수 1㎏에 녹아 있는 고형 성분의 총량을 gram 수로 표현한 단위

영양염류: 식물플랑크톤이나 해조류의 몸체를 구성하고 그것들의 증식에 제약요인이 되는 인산염, 질산염, 아질산염, 규산염 등을 총칭해서 영양염류 혹은 간단히 영양염

영향 주요 인자 : 참굴 또는 바지락 생산량의 주로 영향을 주는 요인

온도차 : 지면이 대기에 노출되어 있을 때 중 가장 높은 온도와 지면이 물에 잠겨있을 때 평균 온도의 차이 (온도차 = 최대 노출온도 - 평균 비노출온도)

완전 연소 가능량 : 어떤 물체나 물질을 태웠을 때, 타지 않고 남은 것의 양으로 유기물 함량

왜도(Skewness) : 입도 분포에서 정규분포에 대하여 조립 혹은 세립 입도 쪽으로 치우친 정도를 나타내는 값으로 입도 분포의 비대칭 상태

유기물 : 탄소 기반 화합물의 대규모 조직으로 식물이나 동물과 같은 생물의 잔류물과 환경의 폐기물에서 온 유기 화합물로 구성된 물질

유의확률 : 기준이 되는 집단(대조구)와 비교가 되는 집단(실험구)의 유의할 확률로 1에 가까울수록 기준이 되는 집단과 유사할 확률이 높음

일원배치분석 : 3개 이상의 집단 간의 차이를 분석하는 통계분석 기법

입도 : 모래, 자갈 등 골재의 입자들의 크고 작은 입자와 그 혼합 정도의 비율

자치어 : 어류의 생활사 단계의 한 시기로 난에서 부화한 후 성어(成魚)의 형태적 특징이 나타나기 전까지의 단계

재분석장 : 지상 관측 기기, 라디오존데, 해상 부표, 비행기, 위성 등 다양한 관측 수단을 이용해 수십년간 축적시킨 관측 자료를 자료동화 시스템과 수치모델로 다시 가공한 자료

조석 : 달과 태양의 인력과 원심력이 이루는 차에 의해서 기조력(起潮力)이 생기는데, 그 주기는 12시간 25분임. 고조(만조)와 저조(간조)의 수직 운동을 말함

조위 : 조석에 의해 변화하는 수면의 높이(기준조위 : 본 연구에서는 조위가 기준 조위 보다 높으면 지표면이 해수면에 잠긴 것으로 비노출 의미하고, 조위가 기준조위보다 낮으면 지표면이 대기 중에 노출된 것으로 노출로 정의함.

주성분분석 : 변수간의 상관관계를 효율적으로 찾는 방법으로, 다차원 데이터를 효율적으로 저차원 데이터로 요약하는 방법 중 하나. 본 연구에서는 참굴, 바지락과 환경인자의 상관관계를 확인하기 위해 분석을 수행함

직교 격자 체계 : 해양 자료는 2차원 또는 3차원 공간적으로 표현하기 때문에 이를 격자 형태로 표현함(격자의 크기가 작을수록 고해상도 자료에 해당함). 수치모델에서 자료 및 모델 결과를 나타내기 위한 격자를 3차원으로 배치하는 기법 중 하나

창조류 : 저조(low tide)에서 고조(high tide)로 해면이 상승할 때, 해안(shore)이나 감조하천(tidal river)의 위 또는 하구(estuary)를 향하여 흐르는 조류

첨도(Steepness) : 입도 분포의 뾰족한 정도

총 유기탄소 : 물 샘플에 포함된 유기화합물의 양을 측정

총유기탄소(TOC, Total Organic Carbon): 물 속에 있는 유기탄소의 총량을 의미하며, 수질의 오염 정도를 나타내는 지표

최강낙조류 : 낙조류에서 가장 빠른 유속

최강창조류 : 창조류에서 가장 빠른 유속

퇴적물 입도분석 : 다양한 크기의 광물입자로 구성되어있는 퇴적물의 입자 크기를 정량적으로 수치화하여 표현하고 특성을 파악하기 위한 분석

투명도(Transparency) : 물의 탁도(Turbidity) 정도를 나타내는 하나의 표시이다. 통상 투명도판(Secchi disc)이라 불리는 직경 30cm의 백색 원판을 해수 중에 내려 위에서 보아 보이지 않을 때의 한계 깊이(m)로 표시함

평균입경(Mean grain size) : 퇴적물 구성입자의 평균 지름으로 퇴적물 입도의 대푯값

평수기 : 홍수기와 갈수기가 아닌 보통의 시기

폭염빈도 : 폭염이 나타난 일수, 기상청 특보발효 기준 33℃ 이상일 때를 폭염으로 정의함

표고 : 평균해수면으로부터 측점까지의 중력방향을 따라 관측한 연직거리. 즉, 기준면의 표고는(±)0.00이다. 일반적으로 기준면으로는 평균해면이 이용

표준편차 : 표준편차는 자료가 평균을 중심으로 얼마나 퍼져 있는지를 나타내는 대표적인 수치로 표준편차가 0에 가까우면 자료 값들이 평균 근처에 집중되어 있음을 의미

함수율 : 전체 중량에서 물의 중량이 차지하는 비율

해산 규조류 : 해양성 독립영양 원생생물로 약 100,000여종으로 추정될 정도로 흔한 식물성 플랑크톤

해산 로티퍼 : 윤형동물문에 속하는 동물군으로 어류의 먹이생물인 동물플랑크톤
해수유동 : 바닷물의 움직임(조류, 파랑 등)
해수유동모델 : 해수의 흐름을 예측하는 컴퓨터 시뮬레이션 결과
홍수기 : 강수량이 많아 홍수가 발생하는 시기
화학적 산소요구량 : 물속의 유기물질을 화학적 산화제를 사용하여 화학적으로 분해· 산화하는 데 필요한 산소 양
화학적산소요구량(COD, Chemical Oxygen Deman): 수중의 유기물 오염을 나타내는 수질 지표의 하나로 과망간산칼륨 같은 화학적 산화제를 사용하여 물에 포함된 유기물을 산화시킬 때 소모되는 산화제의 양으로부터 그와 같은 당량의 산소량으로 환산한 것으로 나타내며, 단위는 ppm(mg/L)임
Biplot : PCA분석에서 찾은 주성분과 원데이터의 변수간의 상관관계를 보여주는 그래프
Clay(점토) : 암석이나 토양의 풍화작용에 의해 형성된 입자의 지름이 0.002mm 이하인 아주 작은 알갱이를 의미
CTD : 해수의 수심별 수온, 염분, 수심, 전기전도도 등의 수직구조를 측정하는 장비로 해양환경 및 생태계 등의 자료수집에 이용
DO(용존산소량) : 물에 용해되어있는 산소
k-평균 군집분석 : 주어진 데이터들을 특성에 따라 유사한 것 끼리 묶는 것을 군집 분석이라고 하며, 그 중 k개의 평균값(중심점)을 이용해서 군집을 만드는 방식
MOHID : 포루투갈 리스본 대학 소속의 IST(Instituto Superior Técnico)의 MARETEC(Marine and Environmental Technology Research Center)에서 1985년부터 개발된, 물리방정식을 계산하여 예측정보를 생성하는 해양수치모델
PCA 분석(주성분 분석) : 주성분분석, 어떤 데이터들의 집합에서 가장 크게 해당 데이터를 구분짓는 요소(변수, feature)를 찾기 위한 분석
pH : 용액 속에 녹아 있는 수소이온 농도를 지수로 표현한 단위
Sand(모래) : 자갈보다 작고 실트보다 큰 입자로 직경이 0.0625~2mm 사이의 퇴적물 알갱이
Silt(실트) : 모래와 점토 사이정도 크기에 해당하는 세립입자의 퇴적물 입도 범위가 1/16~1/256mm 사이의 퇴적물 알갱이