



# 가무락 양식 가능 판정을 위한 생태환경조사 결과



**인천광역시**  
**수산자원연구소**  
<http://fish.incheon.go.kr>

# 가무락 양식 가능 판정을 위한 생태환경조사 결과

## I 서론

### 1. 추진배경

- ❖ 바지락 등 패류 자원량이 감소함에 따라 대체 품종 개발 시급
- ❖ 가무락 최대 생산지였던 새만금이 방조제 설치 후 생산량이 급감하여 고부가가치 품종인 가무락에 대한 관심 급증
- ❖ 용진군에서 가무락 중간 육성 및 종패 산란장 조성을 위해 미사용중인 용진군 북도면 신도리 축양장에 대한 환경 조사 의뢰

### 2. 가무락(*Cydrina sinensis*)

- ❖ 분류학적 위치
  - 연체동물문(Molludca)
  - 이매패강(Bivalvia)
  - 백합목(Veneroidea)
  - 백합과(Veneidae)
- ❖ 영명 : Chinesecyclina, Corb shell
- ❖ 방언 : 모시조개, 까무락, 까막조개 등
- ❖ 외형 : 각장이 약 6cm 내외, 검은 회갈색으로 둘레는 흰색, 안쪽면은 흰색
- ❖ 서식환경 및 생태
  - 잠입 서식층 : 8~20 cm(주로 5~10 cm)
  - 산란시기 : 6~8월(20℃에서 시작, 23~28℃)
  - 서식수온 : 12~31℃ (적수온 20~28℃)
  - 서식염분 : 19~32 ppt (비중 1.014~1.024)
  - 먹이 : 식물성플랑크톤, 유기성 세편질
  - 서식장 적정 저질 입도
    - 치패발생장 : 사니질(사질 15~27%, 니질 73~85%)
    - 양 성 장 : 사니질(사질 22~34%, 니질 66~78%)



## II 조사개요

1. 조사기간 : 2013. 3. 28, 4. 4(2회)
2. 조사지역 : 용진군 북도면 신도리 축양장
3. 조사정점 : 20개



조사 정점	조사좌표 (WGS)		조사 정점	조사좌표 (WGS)	
	북 위	동 경		북 위	동 경
1	37° 31' 03.64 "	126° 25' 58.15 "	11	37° 30' 58.40 "	126° 25' 58.11 "
2	37° 31' 03.64 "	126° 26' 2.20 "	12	37° 30' 58.40 "	126° 26' 02.28 "
3	37° 31' 01.10 "	126° 25' 50.14 "	13	37° 30' 58.40 "	126° 26' 06.49 "
4	37° 31' 01.10 "	126° 25' 54.10 "	14	37° 30' 58.40 "	126° 26' 10.95 "
5	37° 31' 01.10 "	126° 25' 58.11 "	15	37° 30' 55.86 "	126° 25' 54.10 "
6	37° 31' 01.10 "	126° 26' 02.28 "	16	37° 30' 55.86 "	126° 25' 58.11 "
7	37° 31' 01.10 "	126° 26' 06.49 "	17	37° 30' 55.86 "	126° 26' 02.28 "
8	37° 30' 59.95 "	126° 25' 47.80 "	18	37° 30' 55.86 "	126° 26' 06.49 "
9	37° 30' 58.40 "	126° 25' 50.11 "	19	37° 30' 55.86 "	126° 26' 10.95 "
10	37° 30' 58.40 "	126° 25' 54.10 "	20	37° 30' 57.00 "	126° 25' 50.00 "

## 4. 조사항목

- ❖ 수질환경 특성조사 : 2011년 연안어장생태환경조사 자료 활용
  - 수온, 용존산소, pH, 염분, 영양염류(용존무기질소, 용존무기인)
- ❖ 퇴적환경 특성조사
  - 퇴적물 입도, 강열감량, 산취발성황화합물, 화학적산소요구량(COD)
- ❖ 생물 특성조사
  - 기존 생물 자원량 조사

### III

## 분석방법

### 1. 수온, 용존산소, pH, 염분

- ❖ 다항목수질측정기 YSI-556MPS (YSI, USA)로 현장에서 측정

### 2. 해수 영양염류

- ❖ 암모니아 질소( $\text{NH}_4\text{-N}$ )
  - 시료에 EDTA와 sodium nitroprusside 혼합용액 및 alkaline phenol과 dichloroisocyanic acid 용액을 가하여 발색 시켜 파장 630nm에서 Quattro SFA Analyzer (Seal Analytical)로 측정
- ❖ 아질산 질소( $\text{NO}_2\text{-N}$ )
  - 시료에 sulfanilamide와 naphthylethylenediamine 용액을 가하여 발색 시킨 후 파장 520nm에서 Quattro SFA Analyzer (Seal Analytical)로 측정
- ❖ 질산 질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ )
  - 시료를 Cu-Cd column에 통과시켜 아질산 질소로 환원시킨 다음 sulfanilamide와 naphthylethylenediamine 용액을 가하여 발색 시킨 후 파장 550nm에서 Quattro SFA Analyzer (Seal Analytical)로 측정하였음. column의 환원율을 구하여 보정 후 아질산 질소의 농도를 감하여 질산 질소의 농도를 계산

❖ 인산 인( $PO_4-P$ )

- 시료에 sodium molybdate, 황산, antimony potassium tartrate의 혼합 시약을 가하고, ascorbic acid로 환원시켜 발색 시킨 후 파장 880nm에서 Quattro SFA Analyzer(Seal Analytical)로 측정

### 3. 퇴적물 입도

- ❖ 염산과 과산화수소를 이용하여 탄산염과 유기물을 제거
- ❖ 4 $\phi$  체를 이용하여 습식체질을 통해 모래와 펄을 구분
- ❖ 건식체질과 Sedigraph III 5120 (Micrometrics Instrument corp., USA)를 통하여 각 입자크기별 무게를 측정하여 입도분석지에 기입
- ❖ 아래 식을 통해 평균입도(Mean,  $M_Z$ ), 분급도(Sorting,  $S_O$ ), 왜도(Skewness,  $S_K$ ), 첨도(Kurtosis,  $K_G$ )를 계산하고, 삼각다이아그램을 통해 정점별 퇴적 형태를 규명(그림 2)

- 평균입도( $M_Z$ ) = 
$$\frac{(\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})}{3}$$

- 분급도( $S_O$ ) = 
$$\frac{(\Phi_{84} - \Phi_{16})}{4} + \frac{(\Phi_{95} - \Phi_5)}{6.6}$$

- 0.35 이하 : Very well sorted
- 0.35~0.50 : Well sorted
- 0.50~0.71 : Moderately well sorted
- 0.71~1.00 : Moderately sorted
- 1.00~2.00 : Poorly sorted
- 2.00~4.00 : Very poorly sorted
- 4.00 이상 : Extremely poorly sorted

- 왜도( $S_K$ ) = 
$$\frac{\Phi_{84} + \Phi_{16} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_{95} + \Phi_5 - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

- 0.3 이상 : Strongly fine-skewed
- 0.3~0.1 : Fine-skewed
- 1.0~-0.1 : Near-symmetrical
- -0.1~-3.0 : Coarse-skewed
- -3.0 이하 : Strongly coarse-skewed

- 첨도( $K_G$ ) = 
$$\frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

- 0.67 이하 : Very platykurtic
- 0.67~0.90 : Platykurtic
- 0.90~1.11 : Mesokurtic
- 1.11~1.50 : Leptokurtic
- 1.50~3.00 : Very leptokurtic
- 3.00 이상 : Extremely leptokurtic

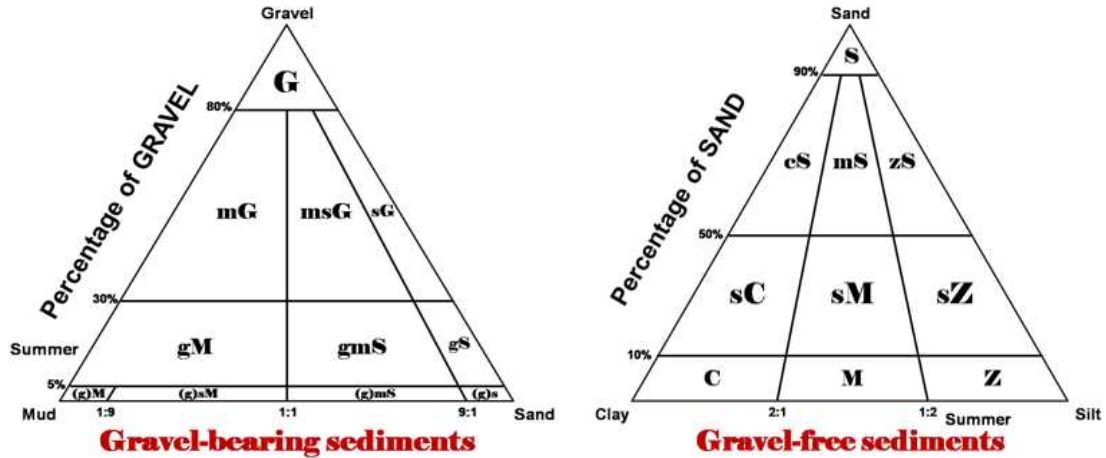


그림 1. 퇴적물 입도 삼각다이어그램(Triangular diagram)

#### 4. 퇴적물 강열감량(Ignition loss, IL)

- ❖ 건조된 퇴적물 1g을 도가니에 담아 muffle furnace에서 550℃에서 2시간 가열하여 가열 전후의 무게 차이로 계산

$$\text{강열감량}(\%) = \frac{(\text{가열전 시료무게} - \text{가열후 시료무게})}{\text{가열전 시료무게}} \times 100$$

#### 5. 퇴적물 화학적산소요구량(Chemical oxygen demand, COD)

- ❖ 건조된 퇴적물 1g의 무게를 취하여 과망간산칼륨과 수산화나트륨 용액을 넣고 100℃ 수욕상에서 60분간 중탕시킨 후 요오드화칼륨 주입
- ❖ 증류수를 가해 500mL로 만들고 잘 흔들어 유리섬유여과지를 사용하여 여과한 후 황산을 넣어 소비되고 남은 과망간산칼륨에 의하여 유리된 요오드의 양으로부터 산소의 양을 측정

$$\text{화학적산소요구량} (COD, mg O_2/kg.dry) = 0.8 \times (A - B) \times f \times \frac{1000}{M}$$

A : 바탕시료 적정시 소요된 양(mL)

B : 시료 적정시 소요된 양(mL)

M : 시료의 무게(g)

f : 역가

## 6. 퇴적물 산취발성황화물(Acid volatile sulfide, AVS)

- ❖ 퇴적물 2g을 정확히 측정하여 기체발생관에 넣음
- ❖ 황산용액 2mL을 가하고 펌프를 작동시켜 발생하는 황화수소가 검지관에 흡수되도록 하고 아래 식으로 계산

$$\text{황화물량 (mg S/g.dry)} = \frac{\text{검지관 눈금}}{\text{시료의 무게 (g)} \times \frac{100 - \text{함수율 (\%)}}{100}}$$

## IV 조사결과

### 1. 수온, 용존산소, pH, 염분

- ❖ 2011년 연안어장생태환경조사 자료 활용
- ❖ 각 항목별 적지조건은 “국립수산과학원 양식장 적지조사요령” (훈령 제 437호, 시행 2008.03.25) 중 해수양식장 적지조사 기준 참조
- ❖ 수온 : 2.7~23.4℃ (적지조건 : 5~25℃)
- ❖ 용존산소 : 6.7~12.0 mg/L (적지조건 : 3 mg/L 이상)
- ❖ 수소이온농도 (pH) : 6.5~7.9 (적지조건 : 7.8~8.3)
- ❖ 염분 : 20.2~29.4 ppt (적지조건 : 20.6~32.4 ppt)

### 2. 해수 영양염류

- ❖ 2011년 연안어장생태환경조사 자료 활용
- ❖ 각 항목별 적지조건은 “국립수산과학원 양식장 적지조사요령” (훈령 제 437호, 시행 2008.03.25) 중 해수양식장 적지조사 기준 참조
- ❖ 용존무기질소 : 0.570~0.840 mg/L (적지조건 : 0.050~0.099 mg/L)
- ❖ 용존무기인 : 0.022~0.044 mg/L (적지조건 : 0.006~0.031 mg/L)

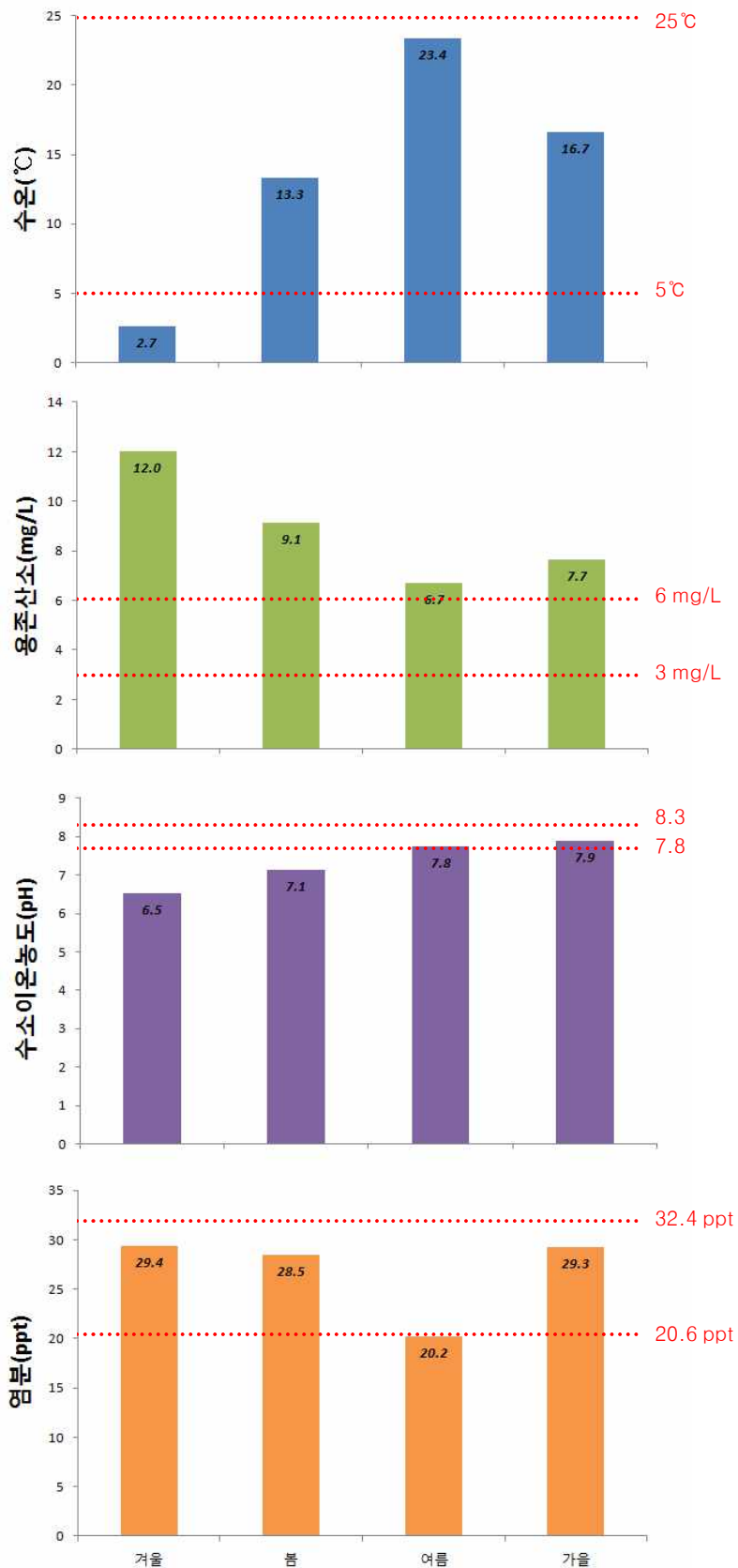


그림 2. 계절에 따른 수온, 용존산소, pH, 염분의 차이

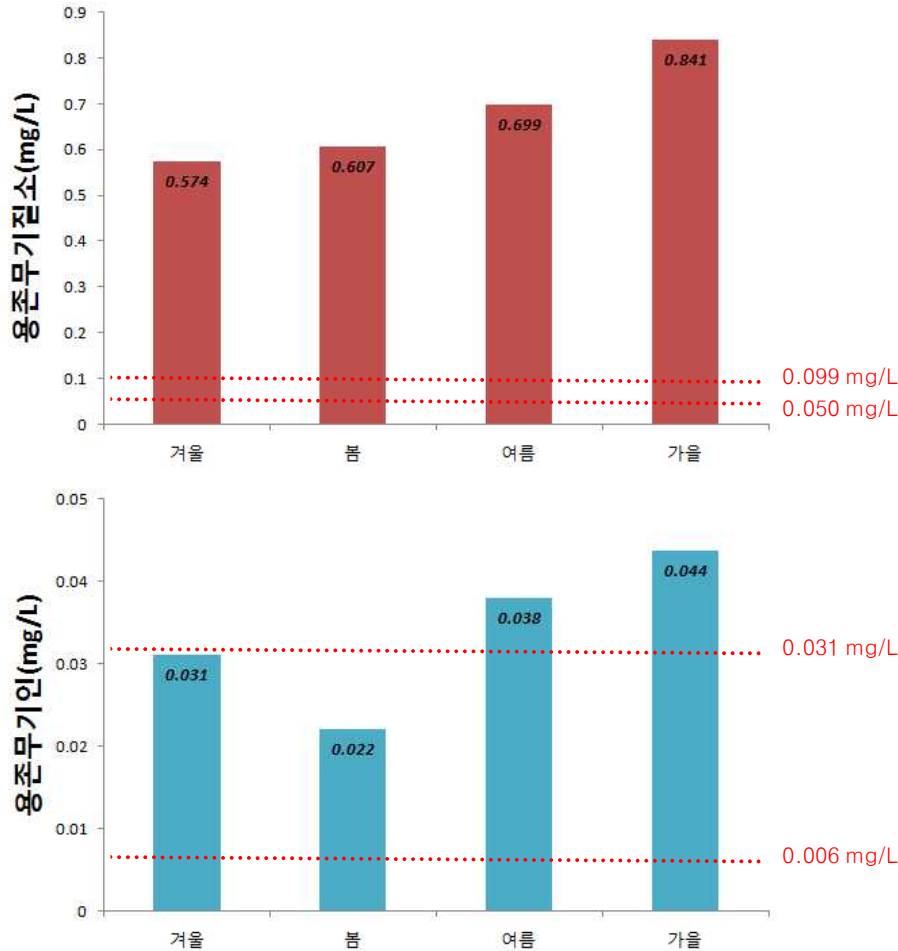


그림 3. 계절에 따른 용존무기질소와 용존무기인의 차이

### 3. 퇴적물 입도

- ❖ 자갈 함량 : 0.0~ 9.0% (평균 1.8%)
- ❖ 모래 함량 : 0.9~18.6% (평균 9.0%)
- ❖ 펄 함량 : 72.5~99.1% (평균 89.2%)
- ❖ 평균입도 : 5.40~7.80  $\Phi$  (평균 6.35  $\Phi$ )
- ❖ 분 급 도 : 1.46~3.46 (평균 1.93)
- ❖ 왜 도 : -0.45~0.15 (평균 -0.04)
- ❖ 침 도 : 0.72~1.69 (평균 1.18)
- ❖ 지대가 낮아 물에 잠기는 시간이 긴 정점 3, 4, 10, 13~20은 펄의 함량이 90% 이상으로 매우 세립한 퇴적 환경을 보이며, 나머지 정점들도 펄 함량이 70% 이상으로 세립한 퇴적 환경임을 알 수 있음

표 2. 백령면 조사정점별 표층퇴적물 조성비율 및 조직변수의 차이

조사 정점	조성비율(%)			조 직 변 수				퇴적상 Sediment type
	자갈 (Gravel)	모래 (Sand)	펄 (Mud)	평균입도 (Mean)	분급도 (Sorting)	왜도 (Skewness)	첨도 (Kurtosis)	
1	8.5	15.2	76.4	6.30	2.94	-0.45	1.52	gM
2	5.6	16.6	77.8	5.70	3.46	-0.18	1.36	gM
3	0.0	5.1	94.9	6.30	1.46	0.00	1.02	Z
4	0.0	4.5	95.5	6.20	1.59	0.15	1.11	Z
5	9.0	18.6	72.5	5.40	2.74	-0.16	1.38	gM
6	1.8	12.6	85.6	5.70	1.59	0.02	0.80	(g)M
7	1.6	16.4	82.0	5.70	2.07	-0.10	1.05	(g)sM
8	0.0	6.2	93.9	5.90	1.72	0.14	0.95	Z
9	0.0	15.0	85.0	5.70	1.81	0.14	0.87	sZ
10	0.0	3.8	96.2	6.80	1.64	-0.03	1.21	Z
11	0.0	1.2	98.8	7.10	1.46	0.01	1.67	Z
12	8.7	16.3	74.9	5.70	2.95	-0.20	1.52	gM
13	1.1	9.6	89.3	5.80	1.64	0.15	0.92	(g)M
14	0.0	7.9	92.1	6.00	1.60	0.12	0.87	Z
15	0.0	9.5	90.5	7.30	1.87	-0.23	1.19	Z
16	0.0	4.3	95.7	7.80	1.51	-0.13	1.69	M
17	0.0	2.5	97.6	7.20	1.57	-0.09	1.34	Z
18	0.0	10.7	89.3	6.50	1.95	0.01	1.13	sZ
19	0.0	3.7	96.4	6.80	1.59	-0.03	0.72	Z
20	0.0	0.9	99.1	7.10	1.50	-0.05	1.32	Z

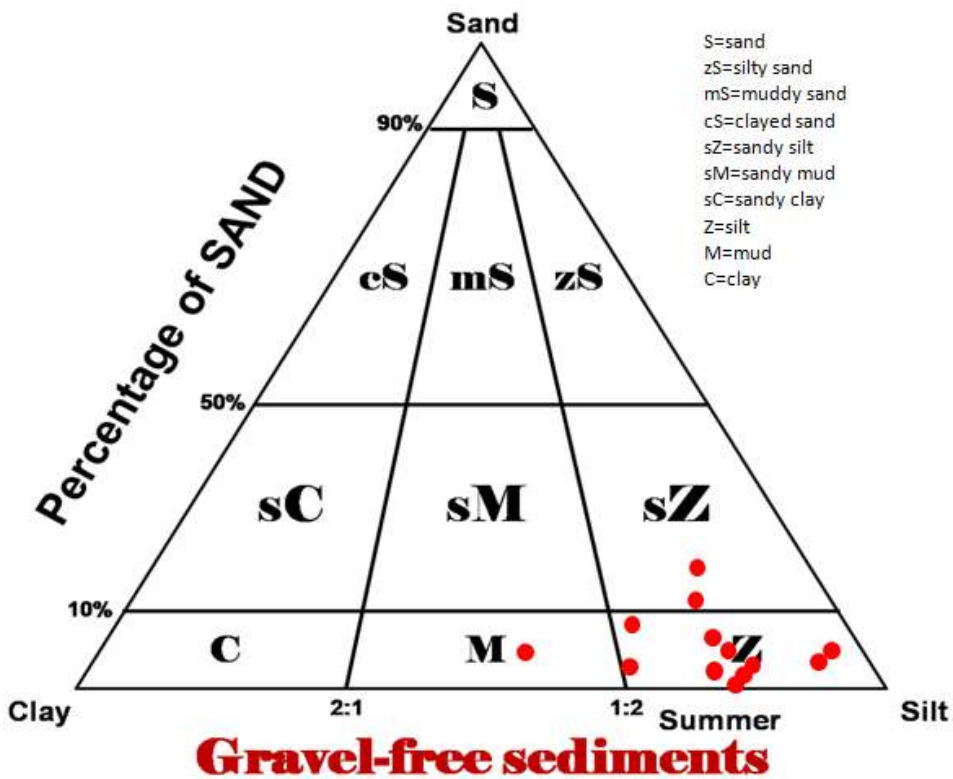
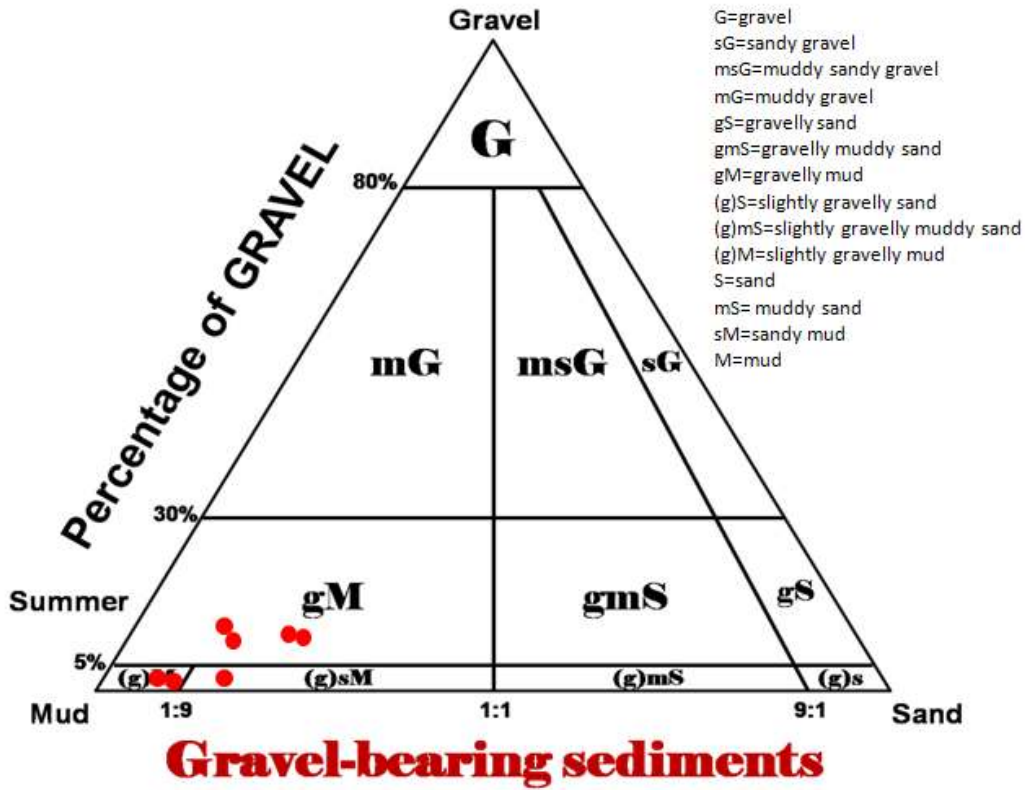


그림 4. 정점별 퇴적상에 대한 삼각 다이어그램 분포도

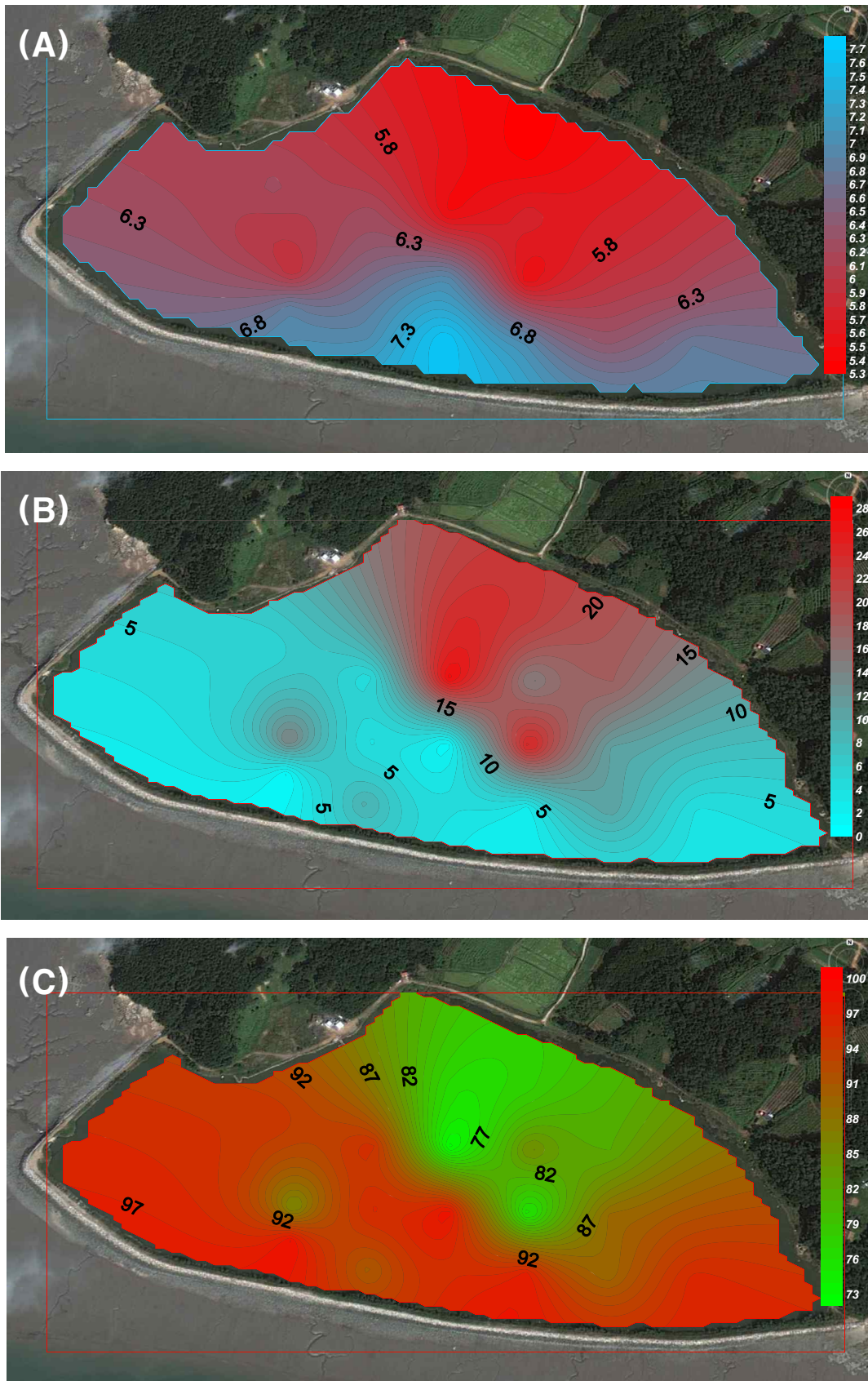


그림 5. 조사점점별 퇴적물 함량의 차이  
(A) 평균입도 (B) 모래(4φ 이하) (C) 펄(4φ 초과)

## 4. 퇴적물 강열감량

- ❖ 퇴적물 중 유기물량 측정 방법
- ❖ 해저 퇴적물에 유기물이 축적되어 수질저하, 적조, 빈산소 수괴 및 악취를 유발하므로 오염정도를 파악하는 기준으로 이용
- ❖ “해양 오염 퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정” (국토해양부 고시 제2011-700호, 2011. 11) 별표 3에 퇴적물 부영양화 관련 평가항목, 기준농도 및 평가점수가 지정되어 있음
- ❖ 농 도 : 3.75~8.25% (평균 5.44%)
  - 5% 미만 (**0점**) : 9개(정점 1, 2, 3, 6, 8, 9, 12, 13, 14)
  - 5~15% (**3점**) : 11개(정점 4, 5, 7, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20)
- ❖ 점선 안쪽은 물이 차있는 시간이 길어 퇴적물 입도구성이 세립하여 높은 유기물 농도를 보임

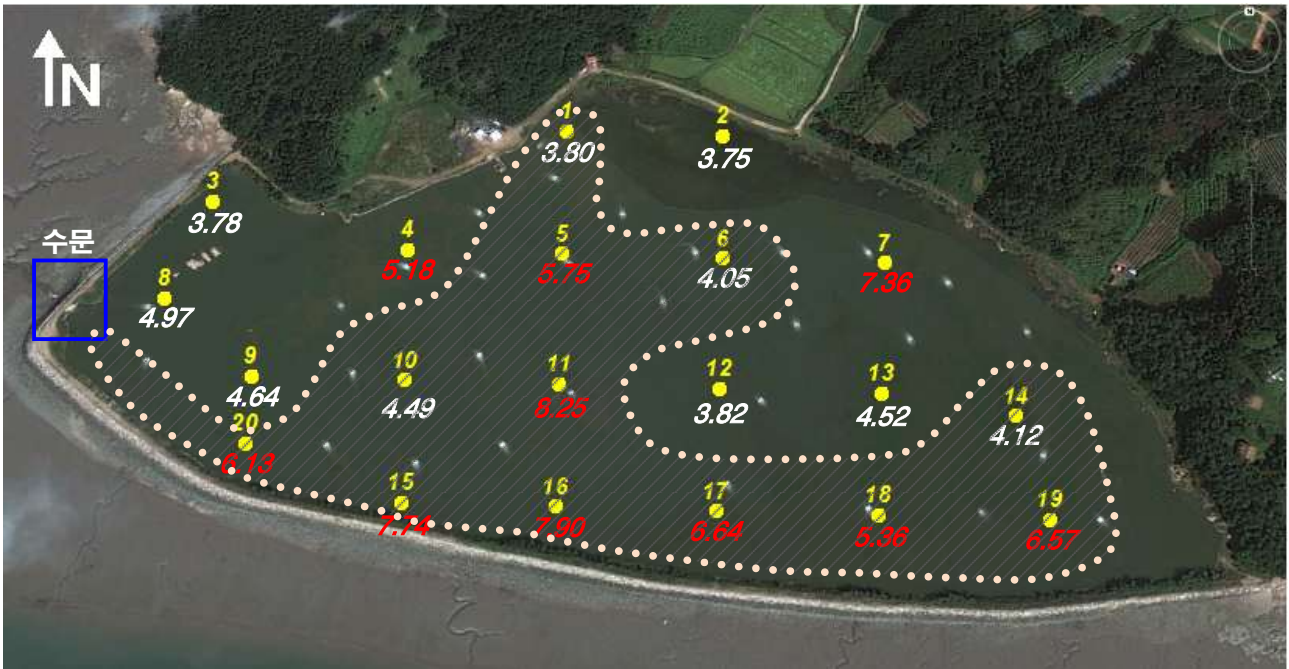


그림 6. 조사정점별 퇴적물 강열감량의 차이

## 5. 퇴적물 화학적산소요구량

- ❖ 해저 퇴적물 중 유기물량은 퇴적물의 환경을 측정하는데 중요한 척도 중의 하나이며, 유기물이 산화될 때 환경에 미치는 영향을 알아내기 위해 유기물이 산화될 때 소비되는 산소량을 측정함
- ❖ “해양 오염 퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정” (국토해양부 고시 제2011-700호, 2011. 11) 별표 3에 퇴적물 부영양화 관련 평가항목, 기준농도 및 평가점수가 지정되어 있음
- ❖ 농 도 : 4.9~23.2 mg/g (평균 13.0 mg/g)
  - 13 mg/g 미만 (0점) : 10개(정점 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14)
  - 13~20 mg/g (1점) : 7개(정점 4, 5, 7, 17, 18, 19, 20)
  - 20~30 mg/g (2점) : 3개(정점 11, 15, 16)
- ❖ 점선 안쪽 지역은 유기물량과 비례하여 높은 화학적산소요구량 농도를 보임

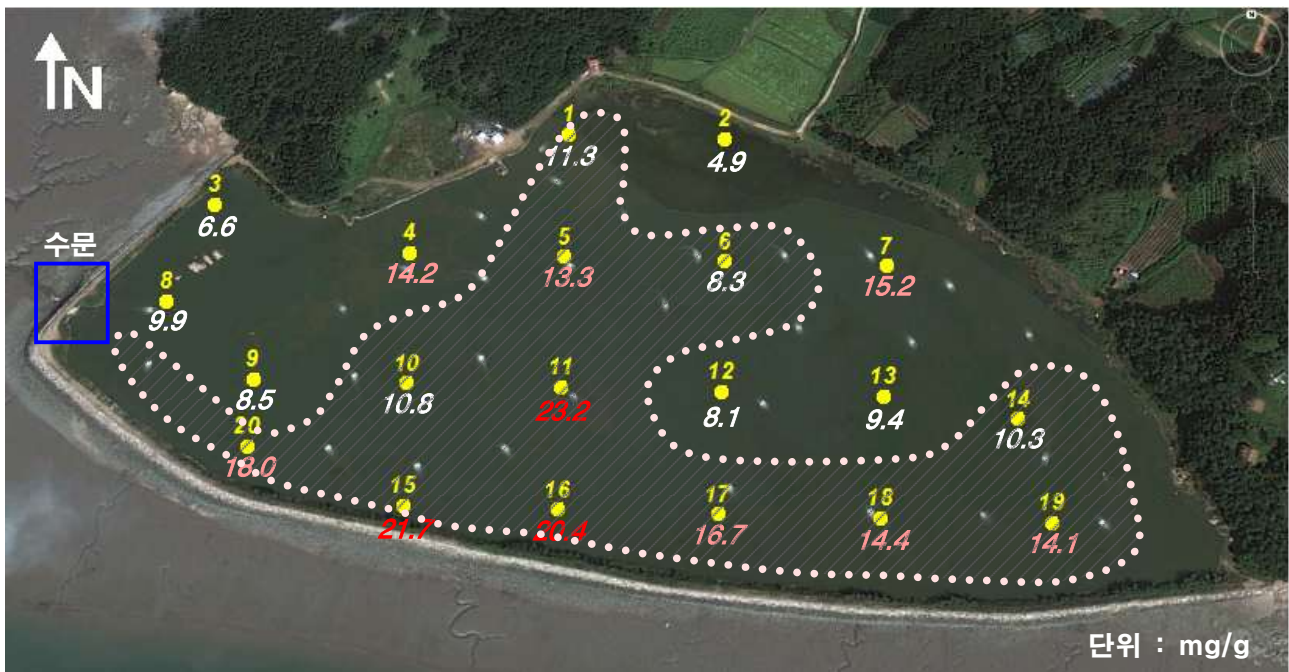


그림 7. 조사정점별 퇴적물 화학적산소요구량의 차이

## 6. 퇴적물 산화발성황화물

- ❖ 해저 퇴적물내 산화발성황화물이 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 지님
- ❖ “해양 오염 퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정” (국토해양부 고시 제2011-700호, 2011. 11) 별표 3에 퇴적물 부영양화 관련 평가항목, 기준농도 및 평가점수가 지정되어 있음
- ❖ 농 도 : 0.000~0.889 mg/g (평균 0.238 mg/g)
  - 0.6 mg/g 미만 (**0점**) : 14개(정점 1~9, 12, 13, 14, 17, 19)
  - 0.6 mg/g 이상 (**1점**) : 6개(정점 10, 11, 15, 16, 18, 20)
- ❖ 점선 안쪽 지역은 물에 잠겨있는 시간이 길어 유기물 농도가 높고, 고운 땀이 계속 퇴적되므로 산소를 접할 수 없으므로 산화발성황화물 농도가 높음
- ❖ 점선 바깥 부분은 지대가 약간 높아 해수 방출시 대기 중에 노출되므로 수분이 말라 갈라지면서 깊은 퇴적층 안에도 산소가 공급되므로 산화발성황화물 농도가 낮음

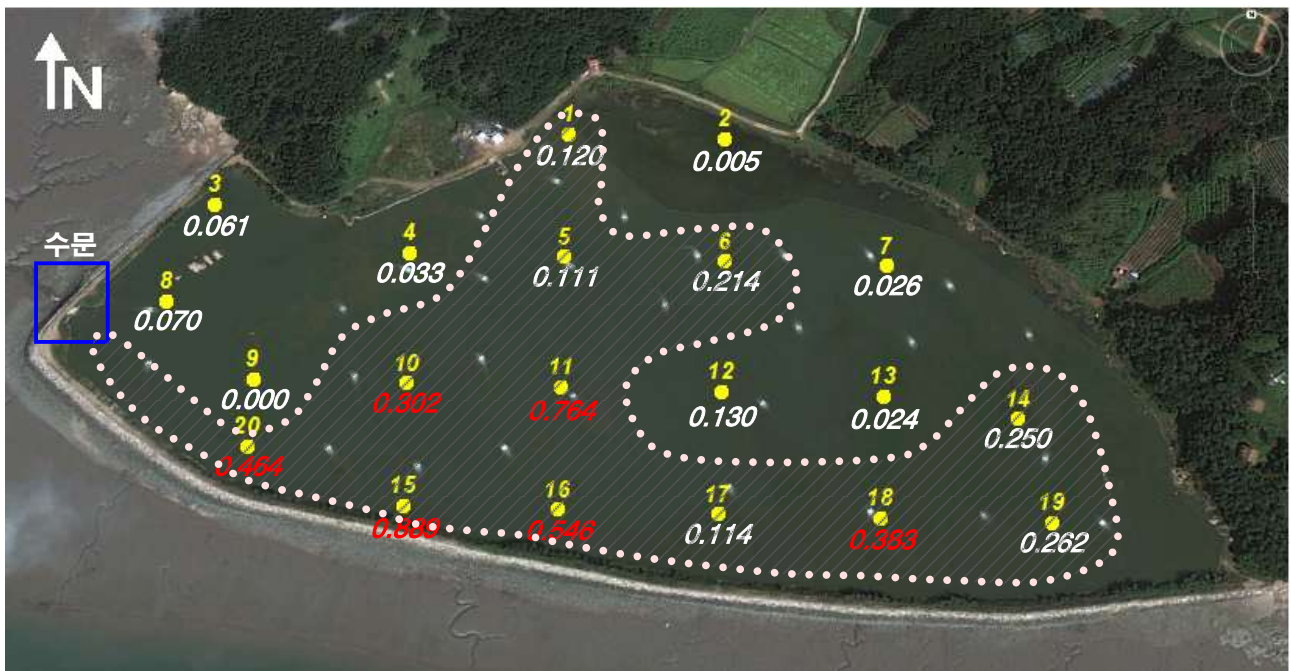


그림 8. 조사정점별 퇴적물 산화발성황화물의 차이

## 7. 부영양화관련 평가점수

- ❖ “해양 오염 퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정” (국토해양부 고시 제2011-700호, 2011. 11)에 의거 퇴적물 강열감량, 화학적산소요구량, 산취발성황화물 농도값에 대한 평가점수의 합계 점수를 부영양화 정화·복원지수( $CI_{ET}$ )라 하고 이 값이 6점 이상인 구역을 정화·복원 대상지역으로 선정하여 환경개선 사업을 진행하여야 함
- ❖ 0점 : 10개(정점 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14)
- ❖ 4~5점 : 8개(정점 4, 5, 7, 16, 17, 18, 19, 20)
- ❖ 6점 : 2개(정점 11, 15)

표 3. 정점별 표층퇴적물의 부영양화관련 측정값과 평가점수

조사 정점	강열감량 (%)		화학적산소요구량 (mg/g)		산취발성황화물 (mg/g)		합계 점수	오염 판정
	측정값	평가점수	측정값	평가점수	측정값	평가점수		
1	3.80	0	11.3	0	0.120	0	0	비오염
2	3.75	0	4.9	0	0.005	0	0	비오염
3	3.78	0	6.6	0	0.061	0	0	비오염
4	5.18	3	14.2	1	0.033	0	4	비오염
5	5.75	3	13.3	1	0.111	0	4	비오염
6	4.05	0	8.3	0	0.214	0	0	비오염
7	7.36	3	15.2	1	0.026	0	4	비오염
8	4.97	0	9.9	0	0.070	0	0	비오염
9	4.64	0	8.5	0	0.000	0	0	비오염
10	4.49	0	10.8	0	0.302	0	0	비오염
11	8.25	3	23.2	2	0.764	1	6	오염
12	3.82	0	8.1	0	0.130	0	0	비오염
13	4.52	0	9.4	0	0.024	0	0	비오염
14	4.12	0	10.3	0	0.250	0	0	비오염
15	7.74	3	21.7	2	0.889	1	6	오염
16	7.90	3	20.4	2	0.546	0	5	비오염
17	6.64	3	16.7	1	0.114	0	4	비오염
18	5.36	3	14.4	1	0.383	0	4	비오염
19	6.57	3	14.1	1	0.262	0	4	비오염
20	8.13	3	18.0	1	0.464	0	4	비오염

## 8. 생물학적 특성

- ❖ 현장 조사시 참굴과 가무락 패각만 발견되었고, 살아있는 개체는 전혀 발견되지 않았음
- ❖ 현지 주민들에 의하면, 과거 축양장 가장자리는 바지락, 참굴 등이 서식했으며, 중앙부분은 가무락이 대량으로 서식했다고 함



그림 9. 현지 조사에서 발견된 참굴과 가무락 패각

## V 결론(가무락 양식 가능성 타진)

### 1. 수질 환경

- ❖ 수온은 2011년 인접지역에 대해 실시한 연안어장생태환경조사를 고려하면 겨울철에 2.7℃까지 낮아져 가무락 적지 하한조건인 5℃ 범위를 벗어남
- ❖ 용존산소는 가장 낮은 값(6.7 mg/L)을 보인 여름철 농도가 적지조건인 3 mg/L 이상이므로 적합
- ❖ 수소이온농도(pH)는 겨울, 봄에 각각 6.5, 7.1로 적지조건인 7.8보다 낮아 적지로는 부적합
- ❖ 염분은 여름철 장마로 인해 한강에서 유입되는 담수의 양이 많아 20.2 ppt로 적지조건인 20.6 ppt로 약간 낮으나 적지 적합

- ❖ 해수 영양염류 중 용존무기질소는 0.570~0.840 mg/L로 적지조건인 0.050~0.099 mg/L을 초과하므로 적지로는 부적합
- ❖ 해수 영양염류 중 용존무기인은 0.022~0.044 mg/L로 적지조건인 0.006~0.031 mg/L을 초과하므로 적지로는 부적합

## 2. 퇴적물 입도

- ❖ 퇴적물 입도의 경우 자갈 0.0~9.0%, 모래 0.9~18.6%, 펄 72.5~99.1%로 펄이 우세한 경향을 보였는데, 가무락 서식에 적합한 입도 조건은 “국립수산물학원 양식장 적지조사요령” (훈령 437호, 2008)에 의하면 사질 40~70%로 구체적인 범위가 불확실한 실정임
- ❖ 인천 관내 실제 가무락을 생산하고 있는 3개 어장(중구 포내어촌계, 강화군 흥왕어촌계, 영흥면 외리어촌계)에 대한 퇴적물 입도를 분석한 결과(표 4), 표층에는 자갈 0.0~2.7% (평균 0.6%), 모래 2.1~24.1% (평균 13.6%), 펄 75.9~97.9% (평균 85.8%)이나, 가무락이 실제 서식하는 10cm 깊이의 퇴적물 입도는 자갈 0.0~13.0% (평균 5.1%), 모래 9.0~49.3% (평균 37.4%), 펄 41.4~90.5% (평균 57.5%) 범위를 보임
- ❖ 조사지역인 북도면 신도리 축양장은 가무락이 서식하기에는 펄질이 너무 우세하므로 가무락 양식 적지로는 부적합하며, 양식장으로 활용하기 위해서는 인위적인 모래 살포가 필요할 것으로 사료됨

## 3. 퇴적물 오염 여부

- ❖ 부영양화에 의한 퇴적물 오염 여부를 측정하는 판단 기준으로 사용하는 “해양 오염 퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정” (국토해양부 고시, 제2011-700호, 2011)에 의거 퇴적물 강열감량, 화학적산소요구량, 산취발성 화합물 농도값에 대한 평가점수의 합계가 정화·복원대상지역의 기준이 되는 6점인 정점이 2곳이었으며, 물에 고여 있는 시간이 긴 수문 근처는 4~5점으로 오염이 진행되고 있으므로 가무락 양식 적지로는 부적합

표 4. 지역별 퇴적물 입도 특성의 차이

지역		구분	자갈	모래	펄
중구 포내어촌계	표층		0.0~2.7% (평균 1.0%)	4.2~24.1% (평균 16.7%)	75.9~95.8% (평균 82.4%)
	서식층		0.0~13.0% (평균 6.6%)	29.5~49.3% (평균 39.8%)	41.4~69.1% (평균 53.6%)
강화군 흥왕어촌계	표층		0.0~0.0% (평균 0.0%)	2.1~2.4% (평균 2.3%)	97.5~97.9% (평균 97.7%)
	서식층		5.8~7.8% (평균 6.8%)	34.6~36.4% (평균 35.5%)	57.6~57.8% (평균 57.7%)
영흥면 외리어촌계	표층		0.0~0.0% (평균 0.0%)	17.9~21.7% (평균 19.8%)	78.3~82.1% (평균 80.2%)
	서식층		0.1~0.5% (평균 0.3%)	42.3~48.0% (평균 45.2%)	51.7~57.7% (평균 54.7%)
전체	표층		0.0~2.7% (평균 0.6%)	2.1~24.1% (평균 13.6%)	75.9~97.9% (평균 85.8%)
	서식층		0.0~13.0% (평균 5.1%)	9.0~49.3% (평균 37.4%)	41.4~90.5% (평균 57.5%)

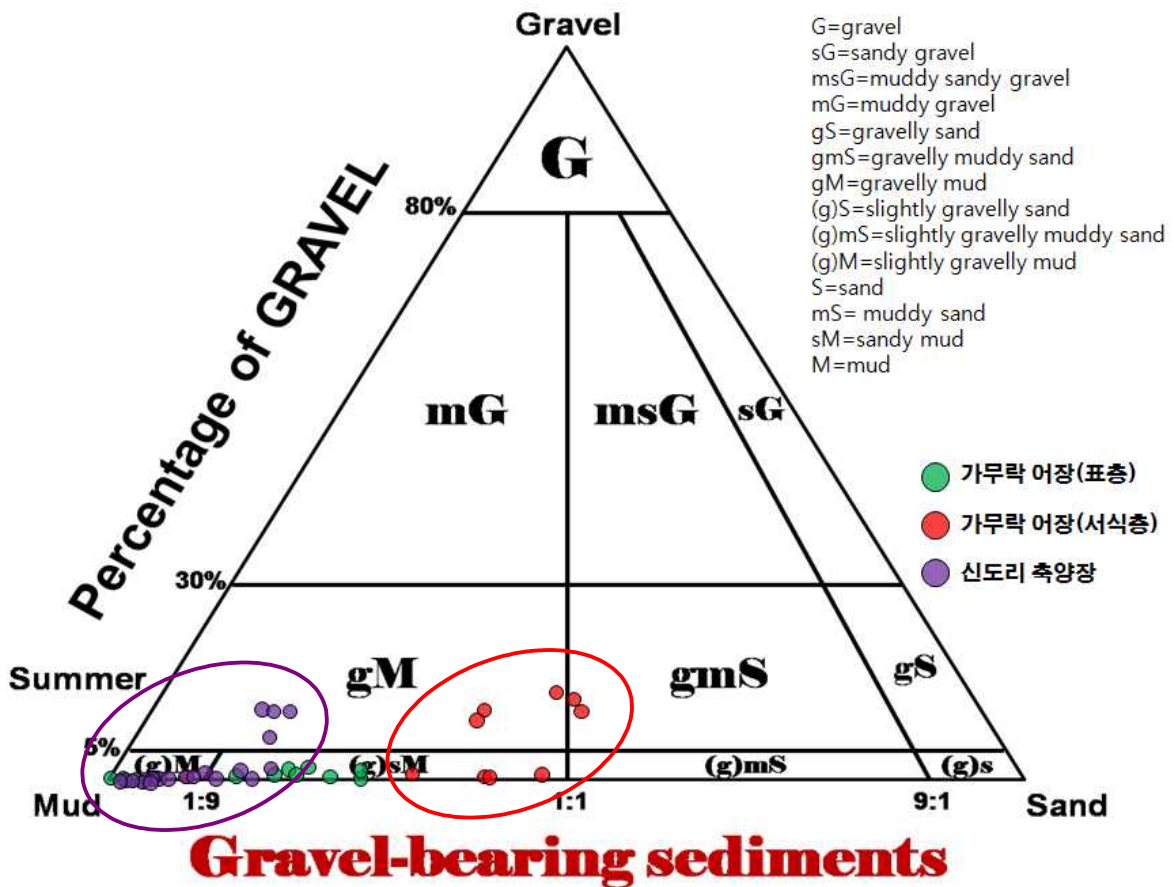


그림 10. 가무락 어장과 신도리 축양장의 퇴적물 입도 차이

- ❖ 과거 대하양식장으로 이용된 경력으로 미루어보아 양식전 바이러스 퇴치 명목으로 사용하는 소독제로 인해 미세 저서생물들이 제거되면서 펄 안에 신선한 공기를 제공하던 자체 정화능력을 상실하였으며, 수문에 의한 환수에 의해 유속이 낮아 세립한 퇴적물들이 계속 퇴적되면서 환원화와 오염이 가속화되고 있는 것으로 사료됨
- ❖ 퇴적물 정화와 복원을 위해서는 환원화가 진행되고 있는 저층에 산소를 접촉 시키기 위한 경운과 미생물에 의한 유기물을 분해할 수 있는 저질개선제 사용이 시급



그림 11. 축양장내 오염된 퇴적물(검은색 : 환원층)

#### 4. 축양장 가무락 적지 가능성 판정

- ❖ 조사항목별 적지조건과 측정값을 비교한 결과,
- ❖ 수질환경 조건은 적지조건에 약간 벗어나지만 가무락 양식에 큰 지장은 주지 않을 것으로 사료되나,
- ❖ 가무락 서식 기질인 퇴적물의 경우 기존 가무락 어장들의 입도 조건에 비해 지나치게 세립하며, 오염정도가 높아 가무락 양식에 부적합함

표 5. 북도면 신도리 축양장에 대한 가무락 양식 가능 여부 판정표

조사항목		적 지 조 건		측 정 값		판 정		
수	수 온 (°C)	5.0~25.0		2.7~23.4		△		
	용존산소 (mg/L)	3.0 이상		6.7~12.0		○		
	pH	7.8~8.3		6.5~7.9		△		
	염 분 (ppt)	20.6~32.4		20.2~29.4		△		
질	영양염류	용존무기질소	0.050~0.099		0.570~0.840		×	
		용존무기인	0.006~0.031		0.022~0.044		×	
퇴 적 물	입 도	자갈	0.0~13.0%(평균 5.1%)		자갈	0.0~ 9.0%(평균 1.8%)		×
		모래	9.0~49.3%(평균 37.4%)		모래	0.9~18.6%(평균 9.0%)		
		펄	41.4~90.5%(평균 57.5%)		펄	72.5~99.1%(평균 89.2%)		
	오 염 도	정화·복원지수(CI <sub>ET</sub> ) 6점 이상은 오염지역		4점 : 7개(오염 진행중) 5점 : 1개(오염 진행중) 6점 : 2개(오염)		×		

※ 수질환경 적지조건 : 국립수산과학원 양식장 적지조사요령(훈령 제437호, 시행 2008.3.25)

※ 퇴적환경 적지조건 : 해양 오염 퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정” (국토해양부 고시, 제2011-700호, 2011)