

- 네트 매설에 의한 -
쏙 제거 효과 연구 결과 보고



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

요 점

1. 개요

- (1) 목적 : 바지락 양식어장 서식장 파괴로 인해 생산량 감소를 유발하는 썩 구제를 위한 네트 매설 효과 검증
- (2) 장소 : 인천시 옹진군 영흥면 선재도(측도 인근)
- (3) 일시 : 2014. 7. 14 ~ 9. 15
- (4) 내용 : 네트 매설을 통한 썩 구제 효과를 검증하고 네트 매설이 퇴적물, 저서생물에 미치는 영향 규명

2. 조사결과

- (1) 일반환경(수온, 용존산소, 염분)
 - 네트 매설 전후 차이 없음
- (2) 퇴적환경(입도, 강열감량, 산화발성황화물, COD, Chlorophyll-a)
 - 네트 매설 전후 차이 없음
- (3) 경도 : 네트 매설로 급격하게 낮아짐(썩 구멍 붕괴)
- (4) 썩 밀도 : 네트 매설로 대조구에 비해 현저히 감소
- (5) 저서생물 군집(종 수, 서식밀도, 생체량, 집괴분석)
 - 네트 매설이 큰 영향을 주지 않음

3. 네트 매설 방법 평가

- (1) 장점
 - 네트 매설은 퇴적물과 다른 저서생물에 큰 영향을 미치지 않으면서 해당 면적에 대해서 썩 구제에 큰 효과 있음
- (2) 단점
 - 네트 매설 작업의 어려움
 - 매설시 작업이 불가능한 지역 발생 가능
 - 네트 매설 아랫 부분은 환원화 가능
 - 매설된 네트 윗부분의 퇴적물이 파랑, 조류에 의해 침식되면 바지락 서식층이 알아져 바지락이 대기 중에 노출되어 질병에 감염되거나 폐사할 가능성이 높아짐

목 차

1. 서론	1
2. 재료 및 방법	3
2.1. 연구지 개황	3
2.2. 네트 매설	3
2.3. 시료 채집	5
2.3.1. 환경 요인	5
2.3.2. 썩 밀도	5
2.3.3. 저서생물 군집	5
2.4. 자료 분석	6
2.4.1. 퇴적물 자료 분석	6
2.4.1.1. 입도(Grain size)	6
2.4.1.2. 강열감량(IL)	7
2.4.1.3. 화학적산소요구량(COD)	7
2.4.1.4. 휘발성황화합물(AVS)	8
2.4.2. 생물자료의 분석	8
3. 결과	9
3.1. 환경요인	9
3.1.1. 일반환경	9
3.1.2. 퇴적환경	10
3.1.3. 경도	14
3.2. 썩 밀도	14
3.3. 생물 군집	16
3.3.1. 종조성	16
3.3.2. 서식밀도, 생체량	18
3.3.3. 우점종의 분포패턴	21
3.3.4. 집괴분석	23
4. 고찰	26
4.1. 네트 매설 후 저질 환경의 변화	26
4.2. 썩 제거 효과와 저서생물 군집에 미치는 영향	27
4.3. 네트 매설 방법 평가	28
5. 참고문헌	29
부 록	30



표 차례

표 1. 시기별 대조구와 실험구에서의 퇴적물 조성비율 및 조직변수의 차이	11
표 2. 쪽 구멍의 밀도 변화	15
표 3. 출현 종 목록	30

그림차례

그림 1. 선재도 바지락 생산량 및 생산 금액 변동	2
그림 2. 와덴해 갯벌의 갯지렁이(lugworm) 제거를 위한 네트 설치 사례(Photo from Prof. Karsten Reise in Kiel University, Germany)	2
그림 3. 연구지역인 선재도 갯벌	3
그림 4. 네트 매설 현장 실험	4
그림 5. 퇴적물 입도 삼각다이어그램(Triangular diagram)	6
그림 6. 일반환경 변화(위로부터 염분, 공극수온, 용존산소)	9
그림 7. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층의 퇴적물 입도 비율 변화	10
그림 8. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 강열감량 변화	12
그림 9. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 산휘발성황화물 변화	12
그림 10. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 화학적산소요구량 변화	13
그림 11. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 클로로필-a 변화	13
그림 12. 지반경도 변화 (쇠구슬 낙하로 함몰된 깊이)	14
그림 13. 쪽의 밀도 변화 (쪽 밀도=구멍 밀도/2)	14
그림 14. 채집된 대형저서동물의 종 조성, 평균 서식밀도, 평균 생체량	16
그림 15. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 종 수 변화	17
그림 16. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 개체수 변화	17
그림 17. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 생체량 변화	17
그림 18. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 분류군별 서식밀도 변화	18
그림 19. 시기별 대조구 및 실험구에서의 표-저층의 대형저서동물 분류군별 서식 밀도 변화	19
그림 20. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 분류군별 생체량 변화	20
그림 21. 시기별 대조구 및 실험구 표층과 저층의 대형저서동물 분류군별 생체량 변화	21
그림 22. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 우점종 패턴 변화	22
그림 23. 시기별 대조구와 실험구에서의 표층-저층 대형저서동물 우점종별 패턴 변화	23
그림 24. 각 시료별 저서생물 군집의 집괴분석결과(MDS plot)	24
그림 25. 각 시료별 저서생물 군집의 집괴분석결과(MDS plot)	25
그림 26. 네트 매설 유무에 따른 바지락 서식깊이 차이 예상도	28

1. 서론

족, *Upogebia major* (de Haan, 1841)은 십각목(Decapoda) 족과(Upogebiidae)에 속하는 종으로 우리나라에서는 황해, 남해 및 제주도 조간대에 분포하며, 일본 및 중국 등지의 펄갯벌의 상부 지역에서 흔하게 발견되는 새우처럼 생긴 대형 갑각류이다. 조간대의 펄갯벌에 Y-자 형태의 구멍을 파고 살며 깊이는 2m를 상회 한다. 높은 밀도로 밀생하는 습성이 있으며, 일본의 동경만 북부에 인공적으로 형성된 신하마 석호에서는 1㎡ 당 평균 36개체, 최대 142개체가 서식하는 것으로 보고된 바 있다(Kinoshita and Furota, 2003).

이러한 서식 특성 탓에 과거부터 바지락, 굴 등 양식패류의 경쟁생물로써 지목된 바 있으며, 2011년을 시작으로 서해안 바지락 어장에서 발생하고 있는 족의 이상증식 현상은 해당 어장의 바지락 생산량을 급감시키는 결과를 만들고 있다.

이와 같은 현상은 충청남도 서천과 태안군 안면도 가경주 및 보령 일대 바지락 양식장에서도 마찬가지로 일어나고 있으며, 특히 단일 면적으로는 서해안 최대 규모의 바지락 생산지인 인천광역시 선재도 어촌계(패류양식 230ha, 바지락 단일 어장 면적 175ha)에서는 2011년 이후, 족의 이상증식으로 바지락 생산량이 과거의 10% 수준으로 급감하여 해당 지역 어촌계소속 어민들의 소득감소로 이어져 큰 문제가 되고 있다(그림 1).

때문에 현지의 바지락 양식 어업자들은 이들을 제거하기 위하여 양식장 바닥을 경운(耕耘)하거나 폐쇄하고 인근 어장으로 옮기는 사태가 벌어지기도 하였다(김, 2012).

족의 이상증식 현상과 그로인한 어업피해 발생 이후, 바지락의 서식처 경쟁 생물로써 족을 제거하기 위해서 족 착저 시기에 맞추어 바닥에 망목이 작은 망을 묻어 잠입을 방해 하거나, 경운기 또는 트랙터를 이용하여 직접 족이 서식하는 곳을 경운 하는 등의 다양한 구제 노력들이 시도되어 오고 있으나, 족의 착저 시기, 성장 등의 개체군 생태학적특성을 고려하지 않은 관계로 뚜렷한 구제 효과를 보이고 있지 않는 것이 현재의 실정이다. 특히 네트 매설의 경우 네트의 재질, 망목 크기, 매설 방법 등이 족의 구제뿐만 아니라 주변 저서생태계와 바지락 서식에 미치는 영향 등에 있어서 중요한 고려 요소임에도 불구하고 이를 고려한 과학적이고 정량적인 연구가 시도된 적이 없다.

선재도 바지락 생산량 및 생산금액 변동

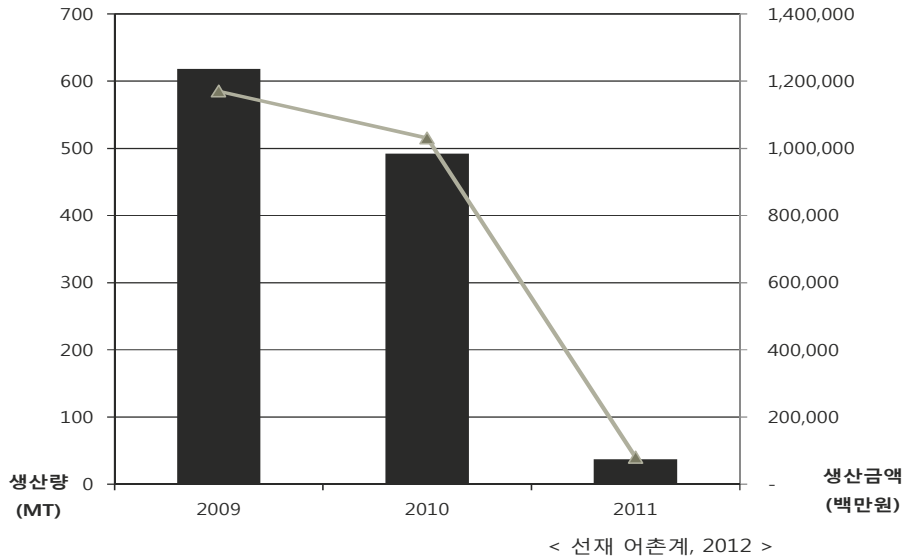


그림 1. 선재도 바지락 생산량 및 생산 금액 변동

본 연구는 기존에 문제가 되었던 네트 매설 방식의 네트 재질, 망목크기와 매설 방법 등을 와덴해 갯벌의 갯지렁이(lugworm) 제거 사례(Reise and Volkenborn, 2004)를 참고로 개선하여(그림 2), 현재 쪽 이상증식 현상으로 피해를 입은 선재도 바지락 어장에 적용하고 구제 효과와 주변 생태계에 미치는 영향에 대해 과학적이고 정량적인 연구를 수행하고자 한다.

연구 결과를 통한 최종적으로 효과적인 쪽의 구제와 바지락 생산량 회복을 연구 목적으로 한다.

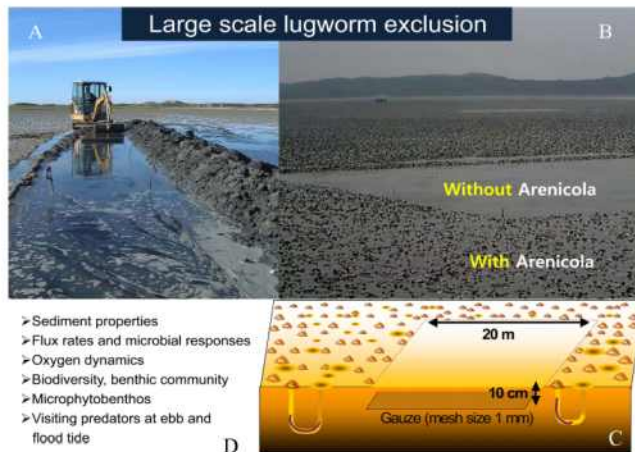


Fig. 11. Creating of lugworm exclusion plots (B) was achieved by excavating the upper 10 cm of the sediment with a small backhoe (A) and inserting a 1 mm meshed polyethylene net (C). A variety of ecological factors are studied at the same time (D). (Photo from Prof. Karsten Reise in Kiel University, Germany)

그림 2. 와덴해 갯벌의 갯지렁이(lugworm) 제거를 위한 네트 설치 사례(Photo from Prof. Karsten Reise in Kiel University, Germany) (홍, 2013)

2. 재료 및 방법

2.1. 연구지 개황

연구 대상지인 선재도는 인천광역시 옹진군 영흥면 선재리에 속해 있으며, 대부도와 영흥도 사이에 위치해 있다. 섬을 중심으로, 동쪽과 서쪽에 갯벌을 형성하고 있으며, 대조 시에 약 9 m의 조차를 가진다. 인근 지역에서 관측된 조류분석 결과 창조류는 인천항 방향으로 북류 또는 북북동류의 형태로 흐르고, 낙조류는 남류 또는 남남서류의 형태로 흐르며(한국남동발전, 2006), 선재도 동쪽 갯벌은 선재도와 대부도 사이에 형성된 갯골(Tidal channel)을 중심으로 조류가 형성된다. 실험장소인 측도 갯벌은 선재도의 서쪽에 위치해 있으며 영흥도와 마주하고 있다.

2.2. 네트 매설

쪽 구제를 위한 네트매설 실험은 2014년 7월 14일에 측도 갯벌의 중하부 조간대(N 37°14' 20.6", E 126°30' 44.8")에서 실시되었다(그림 3).



그림 3. 연구지역인 선재도 갯벌(☆ : 실험장소)

매설에 사용된 네트는 썩의 성장단계에 따른 크기와 안정성을 고려하여 망목 크기 3×3 mm, 두께 1 mm 의 플라스틱 재질로 선택 하였다. 매설은 약 6×10 m 면적의 표층 퇴적물을 약 10~15 cm 정도 삼으로 걷어낸 뒤 네트를 묻고 다시 걷어두었던 펄을 위에 덮는 방법으로 실시했다.(그림 4)

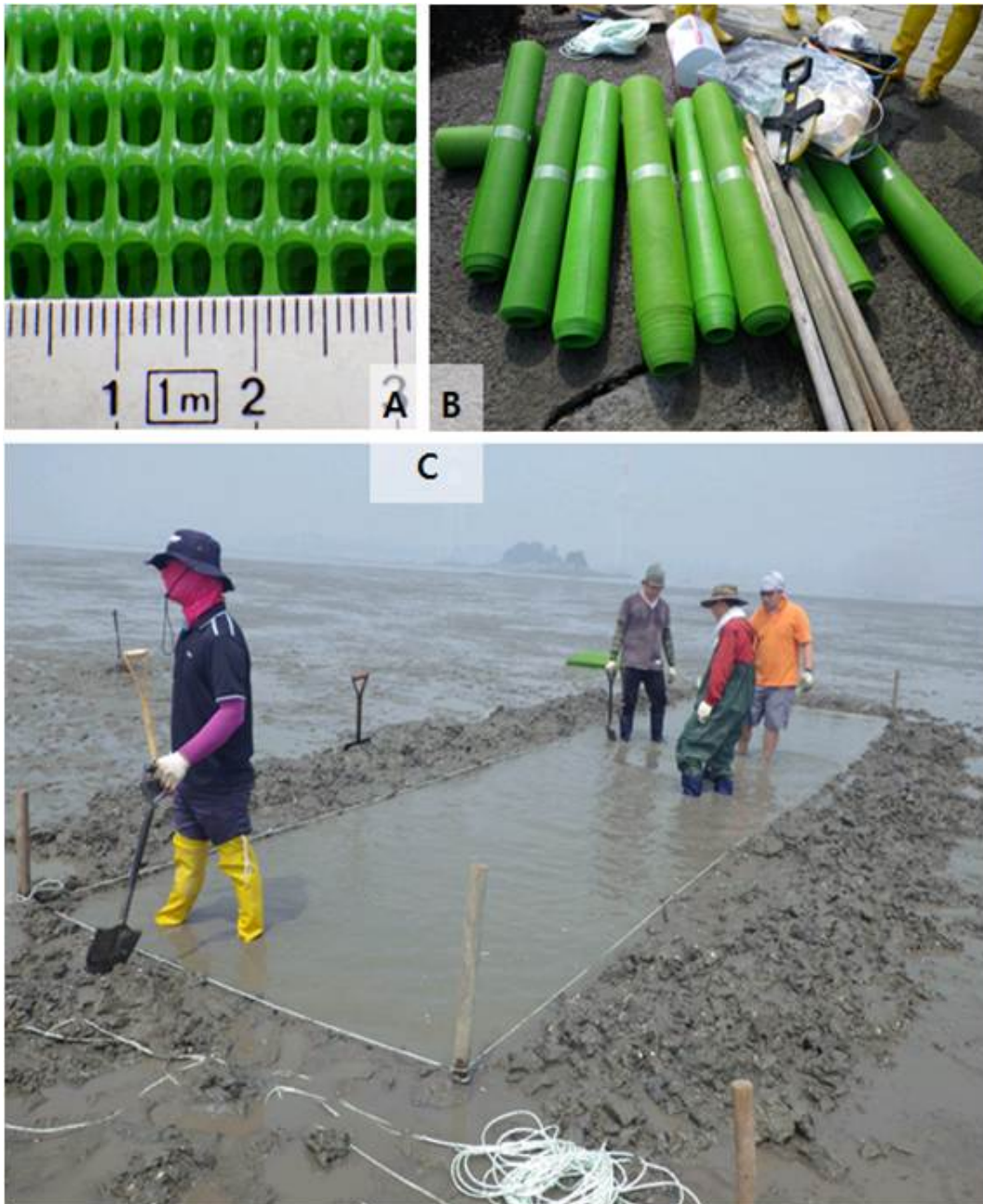


그림 4. 네트 매설 현장 실험

2.3. 시료 채집

시료채집은 교란이 시작된 직후부터 서서히 변화의 폭이 감소하는 저서 군집 생태의 특성을 고려하여, 네트 매설 시기를 기준으로 매설 전(7. 14), 매설 1일 후(7. 15), 1주일 후(7. 21), 1달 후(8. 13), 2달 후(9. 15)로 총 5회로 나누어 실시하였다. 네트 매설의 효과와 영향을 비교해 보기 위해 네트가 매설된 구역을 실험구로, 인접한 주변 지역을 대조구로 선정하여 각 채집 시기마다 나누어 시료를 채집하였다.

2.3.1. 환경 요인

각 채집 시기마다 기본 환경요인으로 공극수온, 염분, 용존산소량을 측정하였으며 유기물함량, 엽록소-a의 농도, 입도, 분급도를 측정하기 위해 표층 퇴적물 시료를 채집하였다. 또한 실험구와 대조구의 지반 안정성을 비교하기 위해 경도를 각각 측정하였다. 경도측정은 1 m 높이에서 지름 10 cm 쇠구슬을 수직 낙하시켜 함몰된 깊이를 측정하는 방식으로 실시되었으며, 실험구와 대조구에서 각각 5회 반복 수행하였다.

2.3.2. 쪽 밀도

네트 매설의 쪽 제거 효과를 알아보기 위해 각 채집 시기마다 쪽의 밀도를 측정하였다. 쪽의 밀도는 표층으로부터 퇴적물을 약 5 cm 정도 걷어 낸 뒤, 50×50 cm 크기의 방형구를 이용하여 면적 내 쪽 구멍의 개수를 세어 추정하는 방법으로 진행하였다.

2.3.3. 저서생물 군집

저서생물군집 시료는 매 채집 시기마다 실험구와 대조구 에서 각각 지름 14 cm 원통형 코어를 이용하여 각각 6회씩 반복 채집하였다. 네트 매설에 따른 표층-저층간의 군집 영향 차이를 확인하기 위해 채집된 시료는 깊이 10 cm를 기준으로 표층과 저층으로 나누어 각각 분석하였다. 채집된 시료는 1 mm 크기 망목의 체를 이용하여 대형

저서동물을 퇴적물과 분리한 뒤 현장에서 10% 중성 포르말린 용액에 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실로 운반된 시료는 분류구별로 선별한 뒤 가능한 중 단위까지 동정하고 개체수와 생체량을 측정하였다.

2.4. 자료 분석

2.4.1. 퇴적물 자료 분석

2.4.1.1. 입도(Grain size)

염산과 과산화수소를 이용하여 탄산염과 유기물을 제거한 후 4Φ체를 이용하여 습식체질을 통해 모래와 펄을 구분하고 건식체질과 퇴적물분석기(sedigraph)를 통하여 각 입자크기별 무게를 측정하여 입도분석지에 기입하고 아래 식을 통해 평균입도(Mean, M_z), 분급도(Sorting, S_o), 왜도(Skewness, S_k), 첨도(Kurtosis, K_G)를 계산하고, 삼각다이아그램을 통해 정점별 퇴적형태를 규명하였다(그림 5).

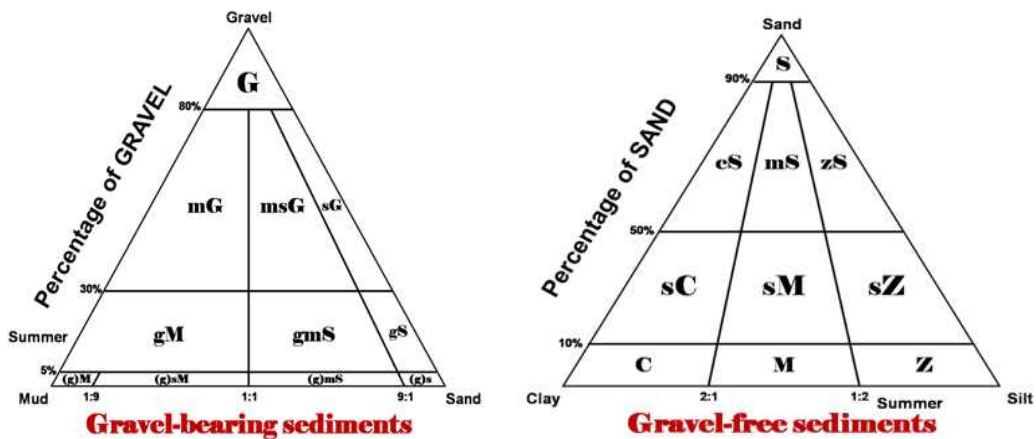


그림 5. 퇴적물 입도 삼각다이아그램(Triangular diagram)

- 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
 - 0.50~0.71 : Moderately well sorted
 - 1.00~2.00 : 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
 - 1.0~-0.1 : Near-symmetrical
 - -3.0 이하 : Strongly coarse-skewed

- 첨도(K_G) = $\frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$
 - 0.35~0.50 : Well sorted
 - 0.71~1.00 : Moderately sorted
 - 2.00~4.00 : Very poorly sorted
 - 0.3~0.1 : Fine-skewed
 - -0.1~-0.3 : Coarse-skewed

- 첨도(K_G) = $\frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$
 - 0.67 이하 : Very platykurtic
 - 0.90~1.11 : Mesokurtic
 - 1.50~3.00 : Very leptokurtic
 - 0.67~0.90 : Platykurtic
 - 1.11~1.50 : Leptokurtic
 - 3.00 이상 : Extremely leptokurtic

2.4.1.2. 강열감량(IL)

건조된 퇴적물 1 g을 도가니에 담아 muffle furnace에서 550℃로 2시간 가열하여 가열 전후의 무게 차이로 계산하였다.

2.4.1.3. 화학적산소요구량(COD)

건조된 약 1 g의 무게를 취하여 과망간산칼륨과 수산화나트륨 용액을 넣고 100℃ 수욕상에서 60분간 중탕시킨 후 요오드화칼륨을 넣었다. 증류수를 가해 500 ml로 만들고 잘 흔들어 유리섬유여과지를 사용하여 여과한 후 황산을 넣어 소비되고 남은 과망간산칼륨에 의하여 유리된 요오드의 양으로부터 산소의 양을 측정하였다.

2.4.1.4. 휘발성황화합물(AVS)

밀봉된 시료를 glove box 내에서 2 g을 정확히 측정하여 기체 발생관에 넣고 황산용액을 가하여 펌프를 작동시켜 발생하는 황화 수소가 검지관에 흡수되도록 하고 아래 식으로 계산하였다.

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

2.4.2. 생물자료의 분석

생물자료의 개체수와 생체량은 단위 면적(1 m²)으로 환산하여 분석에 사용되었다. 실험 및 대조구, 각 채집 시기별 생물 군집의 차이를 분석하기 위해 PRIMER package (ver. 6)를 사용하였으며, 각 생물 군집간의 유사도에는 Bray-Curtis similarity (Bray and Curtis, 1957)를 이용하였다.

3. 결과

3.1. 환경요인

3.1.1. 일반환경

염분변화는 실험구에서 29.7~31.8 ppt, 대조구에서 29.8~31.8 ppt로 그 범위와 변화 형태에서 큰 차이를 나타내지 않았다. 공극수온의 경우에서도 마찬가지로 실험구에서 23.2~24.6℃, 대조구에서 23.0~25.2℃로 범위와 변화 형태에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 용존산소의 경우 실험구에서 0.34~3.63 mg/L, 대조구에서 0.45~2.51 mg/L의 범위를 보였으며, 빈산소 환경에 속하는 대조구에 비해 실험구에서 다소 높게 측정되었다(그림 6).

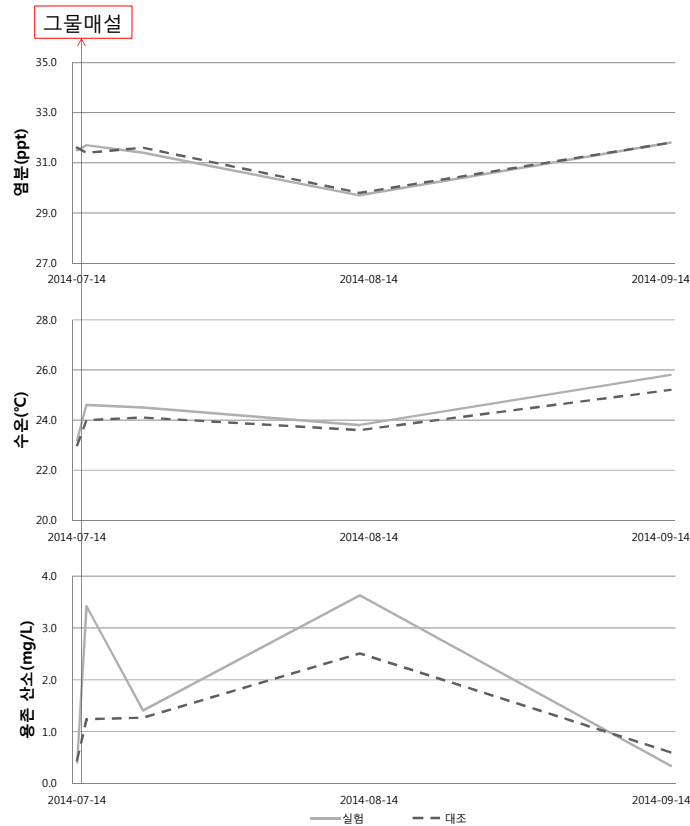


그림 6. 일반환경 변화(위로부터 염분, 공극수온, 용존산소)

3.1.2. 퇴적환경

시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 퇴적물 조성 비율 및 조직변수의 차이는 표 1, 그림 7에 나타내었다. 네트 매립 전과 2달 후까지 대조구 표층 퇴적물은 자갈 0.2~1.9% (평균 0.9%), 모래 49.0~58.4% (평균 54.3%), 펄 39.7~49.6% (평균 44.8%), 대조구 저층 퇴적물은 자갈 0.5~2.6% (평균 1.7%), 모래 54.7~60.2% (평균 58.2%), 펄 37.8~43.4% (평균 40.1%)의 입도 비율을 보였으며, 실험구 표층 퇴적물은 자갈 0.3~3.7% (평균 1.7%), 모래 48.6~62.2% (평균 55.4%), 펄 34.2~51.2% (평균 42.9%), 실험구 저층 퇴적물은 자갈 0.6~3.6% (평균 2.2%), 모래 54.2~61.5% (평균 58.1%), 펄 36.2~43.1% (평균 39.7%)의 입도 비율을 보였다. 네트 매립을 실시한 실험구의 경우 매립 1일째에 모래 비율이 늘어나는 특이성을 보였으나, 점차 대조구와 비슷한 입도 형태를 보였다. 이러한 결과에 비추어 보아 네트 매립은 퇴적물 입도에 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

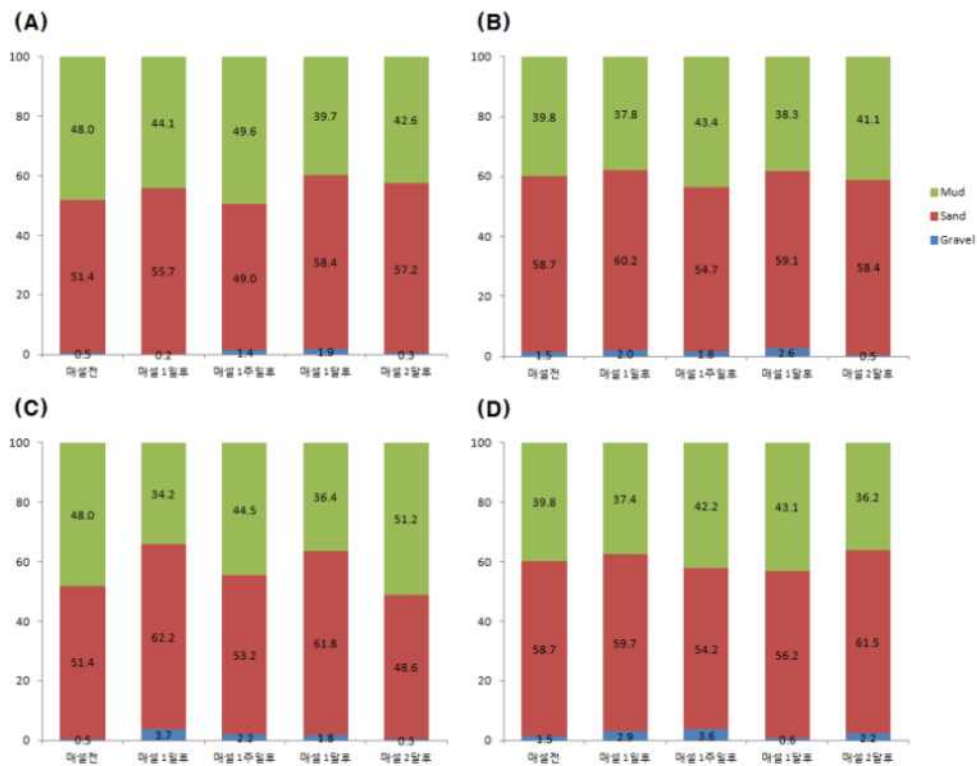


그림 7. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층의 퇴적물 입도 비율 변화
(A) 대조구 표층, (B) 대조구 저층, (C) 실험구 표층, (D) 실험구 저층

표 1. 시기별 대조구와 실험구에서의 퇴적물 조성비율 및 조직변수의 차이

구 분		조성비율(%) Textural parameters			조 직 변 수 Statistical paraments				퇴적상 Sediment type	
		자갈 (Gravel)	모래 (Sand)	펄 (Mud)	평균입도 (Mean)	분급도 (Sorting)	왜도 (Skewness)	첨도 (Kurtosis)		
대조구	표층	매설 전	0.5	51.4	48.0	5.46	2.59	0.70	0.54	(g)mS
		매설 1일 후	0.2	55.7	44.1	5.66	2.82	0.75	0.52	(g)mS
		매설 1주일 후	1.4	49.0	49.6	4.72	1.94	0.49	1.20	(g)sM
		매설 1달 후	1.9	58.4	39.7	4.41	2.10	0.32	1.90	(g)mS
		매설 2달 후	0.3	57.2	42.6	4.53	1.82	0.59	1.40	(g)mS
	저층	매설 전	1.5	58.7	39.8	5.42	2.99	0.59	0.70	(g)mS
		매설 1일 후	2.0	60.2	37.8	5.06	2.66	0.47	1.07	(g)mS
		매설 1주일 후	1.8	54.7	43.4	4.79	2.45	0.42	1.15	(g)mS
		매설 1달 후	2.6	59.1	38.3	4.19	1.94	0.31	2.17	(g)mS
		매설 2달 후	0.5	58.4	41.1	4.33	1.70	0.46	1.56	(g)mS
실험구	표층	매설 전	0.5	51.4	48.0	5.46	2.59	0.70	0.54	(g)mS
		매설 1일 후	3.7	62.2	34.2	5.15	3.57	0.44	0.75	(g)mS
		매설 1주일 후	2.2	53.2	44.5	4.76	2.32	0.42	1.30	(g)mS
		매설 1달 후	1.8	61.8	36.4	4.04	1.75	0.37	2.01	(g)mS
		매설 2달 후	0.3	48.6	51.2	4.62	1.63	0.58	1.12	(g)sM
	저층	매설 전	1.5	58.7	39.8	5.42	2.99	0.59	0.70	(g)mS
		매설 1일 후	2.9	59.7	37.4	5.38	3.40	0.51	0.70	(g)mS
		매설 1주일 후	3.6	54.2	42.2	4.43	2.47	0.32	1.16	(g)mS
		매설 1달 후	0.6	56.2	43.1	4.59	2.08	0.55	1.55	(g)mS
		매설 2달 후	2.2	61.5	36.2	4.10	2.04	0.31	2.12	(g)mS

시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 퇴적물 강열감량의 변화는 그림 8에 나타내었다. 대조구와 실험구 모두 매설 후 1주일 후까지 변화가 없다가 매설 1달 후에 다소 증가하였으나, 매설 2달 후에는 다시 감소하는 경향을 보였으며, 대조구도 같은 경향성을 보이므로 네트 매설에 의한 강열감량 상승 등의 영향은 없는 것으로 사료된다.

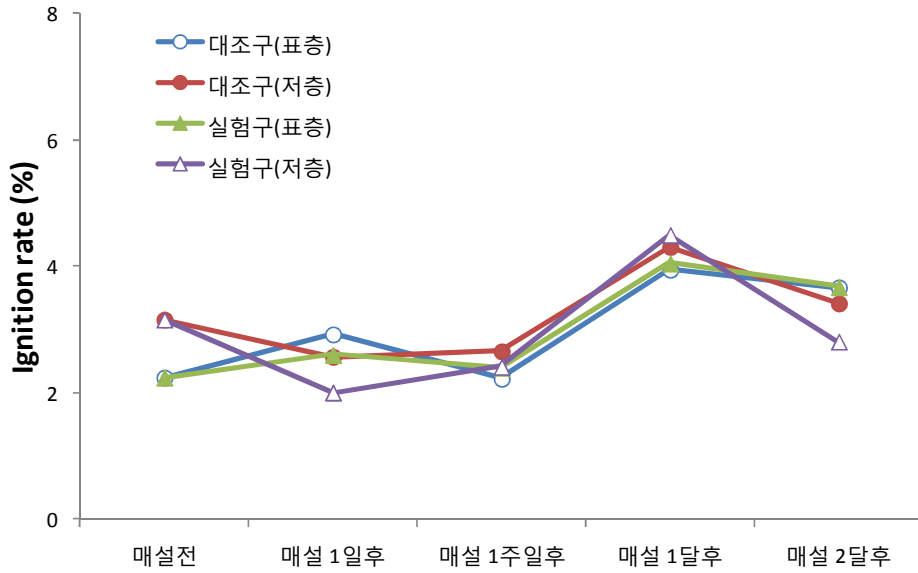


그림 8. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 강열감량 변화

시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 퇴적물 산취발성 황화물의 변화는 그림 9에 나타내었다. 대조구 저층의 경우 매설 1주일 후 0.012 mg S/g dry였으나, 1달 후 0.003 mg S/g dry로 감소 하였으나, 실험구 저층은 0.004 mg S/g dry였다가 1달 후 0.014 mg S/g dry로 증가하는 특성을 보였다.

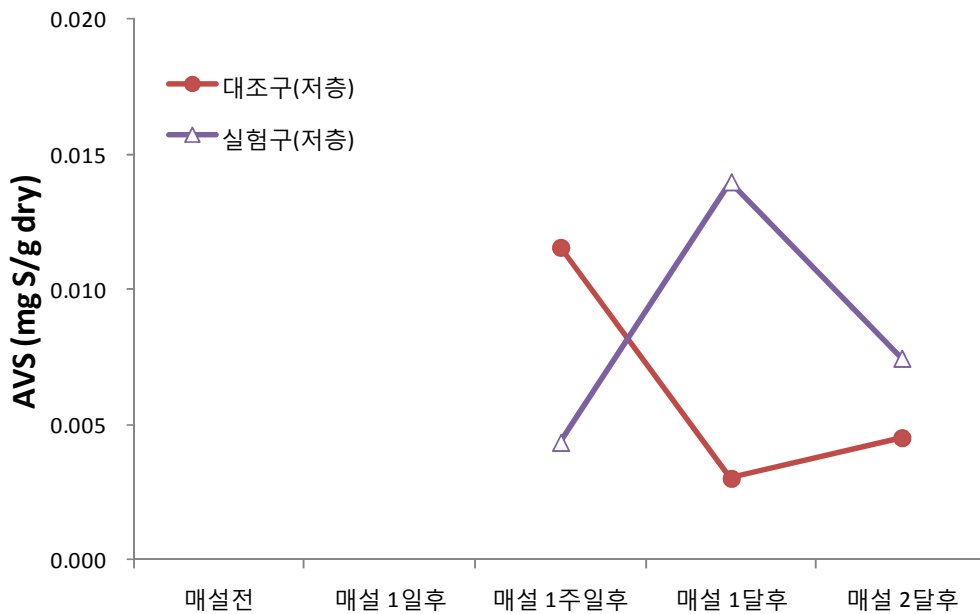


그림 9. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 산취발성황화물 변화

시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 퇴적물 화학적 산소요구량의 변화는 그림 10에 나타내었다. 대조구와 실험구 표층과 대조구 저층의 경우 매설전보다 2달 후에 더 감소하는 경향을 보였으나, 실험구 저층은 매설 후, 매설 전보다 큰폭으로 감소했다가 점차 증가하는 경향을 보였다.

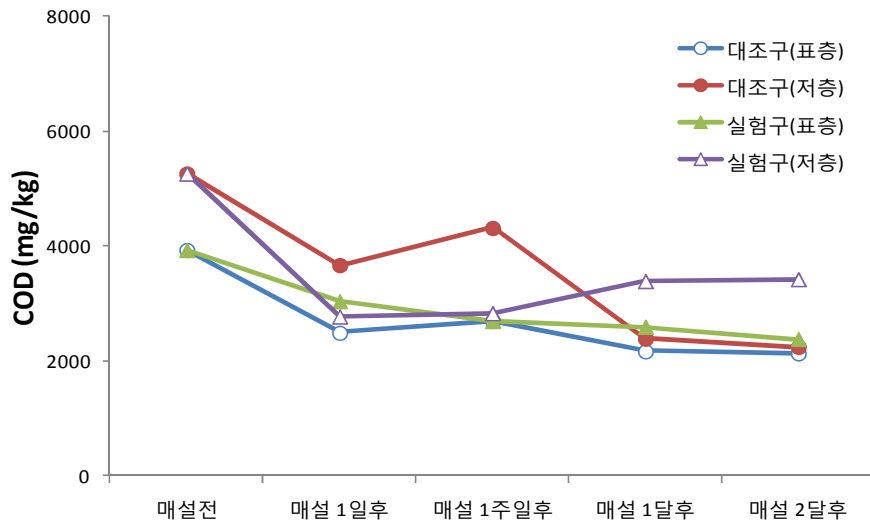


그림 10. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 화학적산소요구량 변화

시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 퇴적물 Chlorophyll-a의 변화는 그림 11과 같다. 대조구와 실험구 모두 매설 후 점차적으로 증가하는 경향을 보였다.

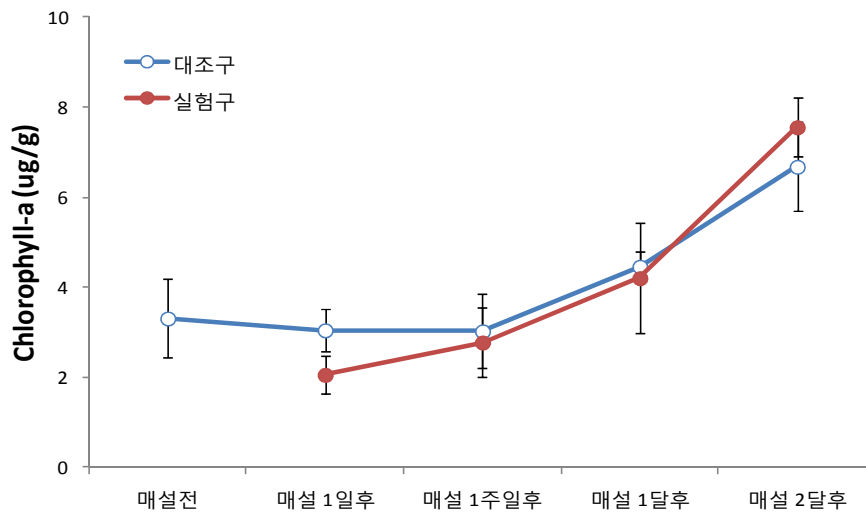


그림 11. 시기별 대조구 표층-저층과 실험구 표층-저층에서의 클로로필-a 변화

3.1.3. 경도

경도의 경우 실험 직후부터 실험구의 경도가 급격하게 낮아진 것을 확인할 수 있었으며, 실험 종료 시기까지 대조구 및 실험 전 상태로 회복되지 못한 것을 확인할 수 있었다(그림 12).

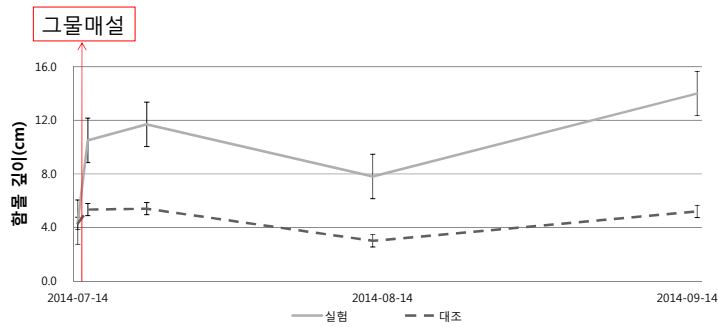


그림 12. 지반경도 변화 (쇠구슬 낙하로 함몰된 깊이)

3.2. 쪽 밀도

네트 매설 이전에 측정된 쪽의 구멍은 평균 112 구멍/0.25 m² 으로 1 m² 당 약 224개체의 쪽이 서식하고 있는 것으로 추정할 수 있다(쪽 밀도 = 구멍 밀도/2). 네트 매설 이후 대조구의 쪽 구멍 수는 97~110 구멍/0.25 m²의 밀도를 보였으며 네트 매설 이전과 비교하여 실험종료 시기까지 변화가 없었으며, 이와는 반대로 실험구의 쪽 밀도는 네트매설 직후부터 실험 종료 시기까지 0~11 구멍/0.25 m²의 밀도로 네트 매설에 의해 쪽의 서식이 제한된 것을 확인할 수 있었다(그림 13, 표 1).

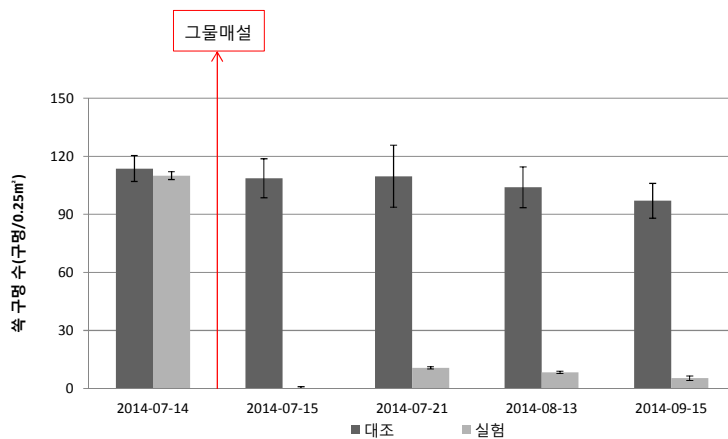
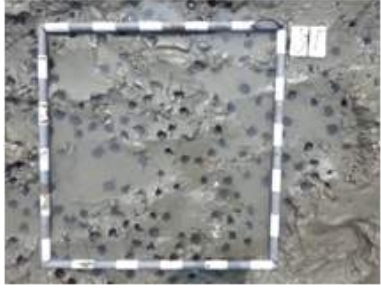
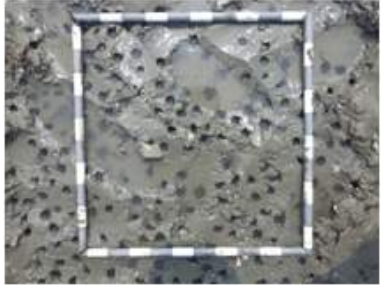
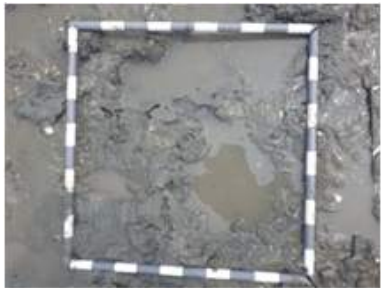
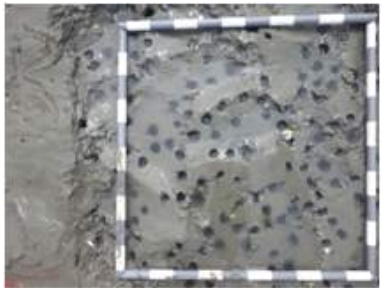
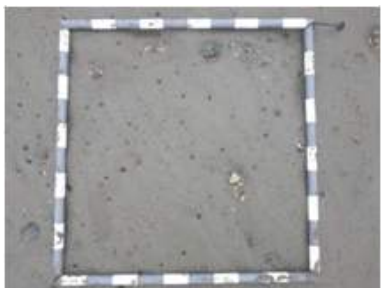
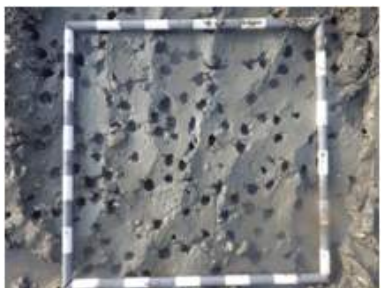
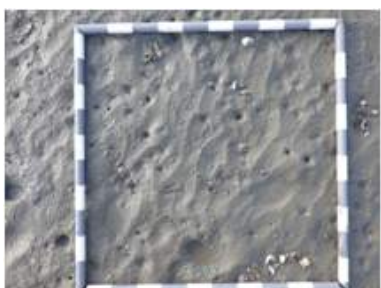
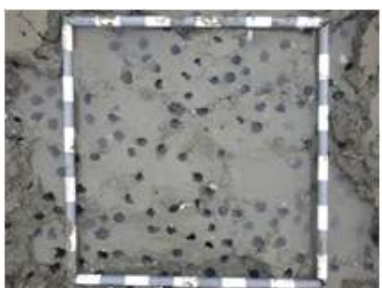
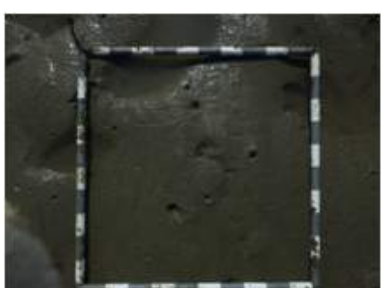
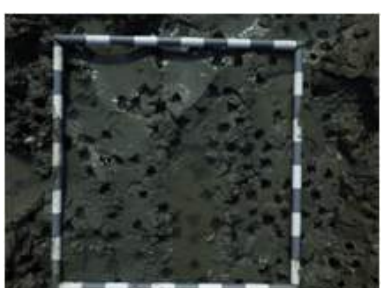


그림 13. 쪽의 밀도 변화 (쪽 밀도 = 구멍 밀도/2)

표 2. 쪽 구멍의 밀도 변화

	실 험 구	대 조 구
2014-07-14 (매설 전)		
2014-07-15 (매설 1일 후)		
2014-07-21 (매설 1주 후)		
2014-08-13 (매설 1달 후)		
2014-09-15 (매설 2달 후)		

3.3. 생물 군집

3.3.1. 종조성

실험 장소의 2개 정점(대조구, 실험구)에서 5개의 동물군에 속하는 총 46종의 대형저서동물이 출현하였다. 가장 많은 출현 종수를 보인 동물군은 환형동물문(Annelida)의 다모류로 23종(50.0%)이 출현하였고, 절지동물, 연체동물, 극피동물이 각각 13종(28.3%), 4종(8.7%), 2종(4.3%) 그리고 기타 동물군이 4종(8.7%)이 출현하였다. 이들을 세부 분류군 별로 살펴보면 절지동물은 십각류(Decapoda)가 10종, 단각류(Amphipoda)가 2종, 올챙이 새우류(Cumacea)가 1종이 발견되었으며, 다모류는 23종, 연체동물 이매패류가 2종, 복족류가 2종, 극피동물 2종, 그리고 기타 동물군에는 유형동물 3종, 척삭동물 1종이 발견되었다(그림 14).

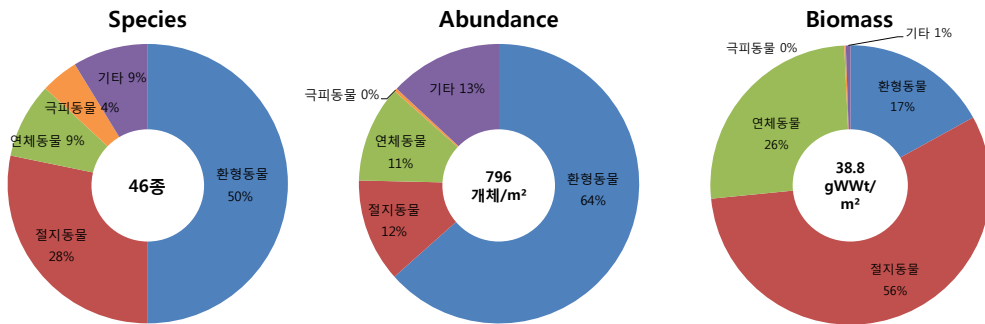


그림 14. 채집된 대형저서동물의 종 조성, 평균 서식밀도, 평균 생체량

대조구와 실험구를 비교해 보았을 때, 대형저서동물은 각각 대조구에서 총 36종(다모류 19종, 절지동물 10종, 극피동물 1종, 연체동물 4종, 기타 분류군 2종), 실험구에서 총 39종(다모류 20종, 절지동물은 11종, 극피동물 1종, 연체동물 3종, 기타 분류군 4종)이 출현하였다. 대조구와 실험구의 표층에서는 각각 33종, 29종이 출현한 반면에 저층에서는 16종, 24종이 출현하여 표층의 저서동물 종 수가 저층보다 비교적 높은 것을 확인하였다.

대조구의 저서생물 중 수는 표층과 저층에서 비슷한 패턴을 보이고 있으며, 표층보다 저층이 더 완만한 변화패턴을 보였으나, 네트 매설 작업을 한 후 실험구 표층의 대형저서동물 중 수는 급격히 감소하다가 서서히 회복하는 추세를 보이고 있으며, 저층의 대형저서동물 중 수는 매설 작업 후에도 변화가 없다가 실험 2달 후인 9월까지 꾸준히 증가하는 양상을 보였다(그림 15).

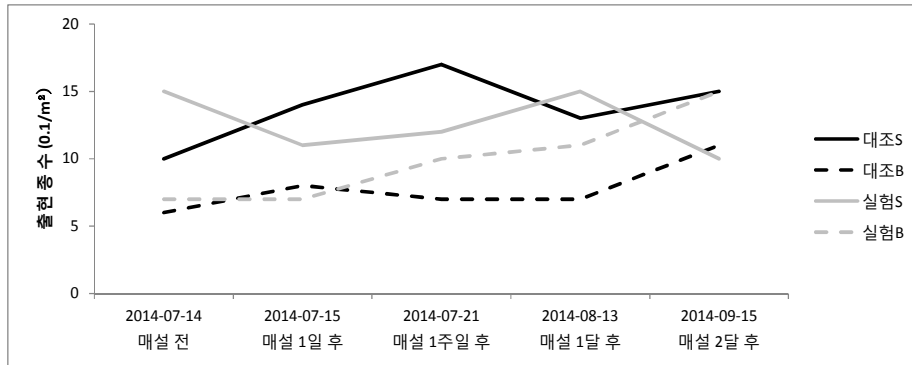


그림 15. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 중 수 변화

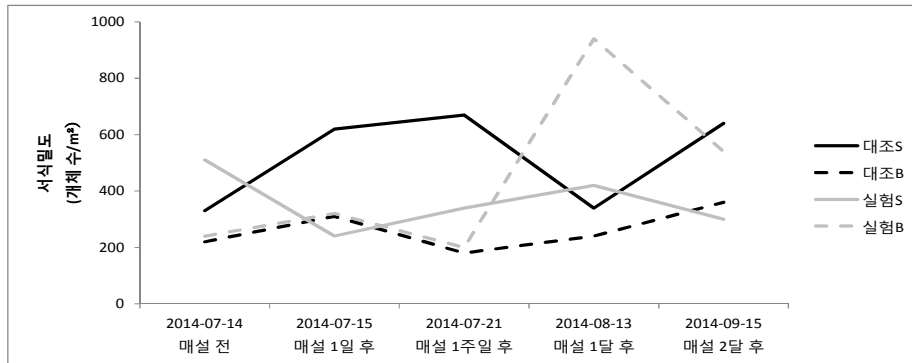


그림 16. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 개체수 변화

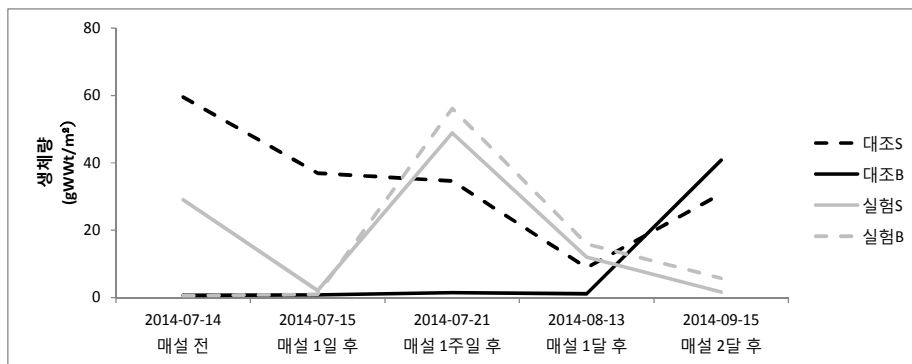


그림 17. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 생체량 변화

대조구에서만 출현한 종으로는 다모류인 괴물유령갯지렁이(*Amaeana occidentalis*), 별난가시갯지렁이류(*Aricidea* spp.)와 집게류(*Brachiura* sp.), 달랑게류(*Ocypodoidea* sp.), 접시조개류 (*Tellinidae* sp.), 가시땃해삼 (*Protankyra bidentata*)이 있었다. 실험구에서만 출현한 종으로는 다모류인 네모부채발갯지렁이(*Anaitides maculata*), *Ancistrosyllis groenlandica*, 작은갈매기고리갯지렁이(*Goniada maculata*)와 딱총새우류(*Athanas* sp.), 밤게(*Philyra pisum*), 멍게류(*Amphiura* sp.), 해초류(*Ascidian* sp.), 유형동물인 *Nemertea* sp.3가 있었다.

3.3.2. 서식밀도, 생체량

본 실험 장소에서 조사된 2개 정점에서 출현한 저서동물들은 평균 796 개체/m² 가 출현하였다. 이들을 분류군별로 살펴보면 다모류가 505 개체/m² (63.4%)로 가장 높았고 기타 분류군 104 개체/m² (13.1%), 절지동물 95 개체/m² (11.9%), 연체동물 89 개체/m² (11.2%) 순으로 높았으며, 극피동물은 3개체/m²로 점유율이 0.4%에 불과하였다(그림 18).

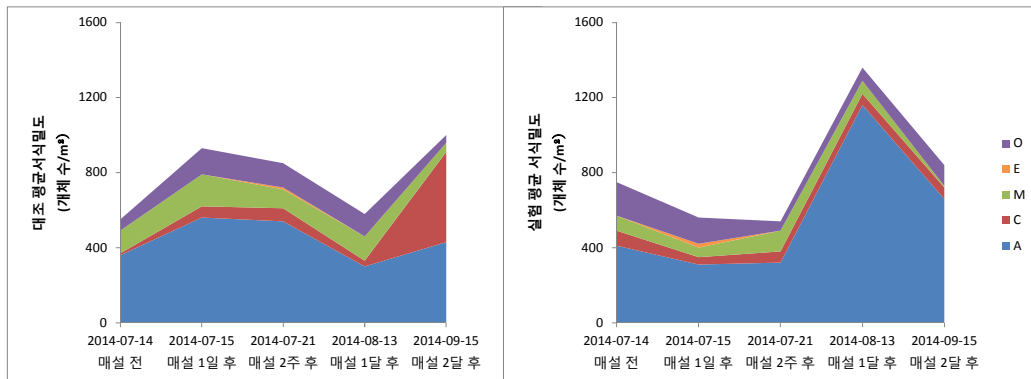


그림 18. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 분류군별 서식밀도 변화

네트 매설 전에는 대조구와 실험구에서 대형저서동물의 서식밀도는 각각 782 개체/m², 810 개체/m²로 큰 차이를 보이지 않았으나 조사 시기에 따른 대조구와 실험구의 출현 개체수의 패턴은 큰 차이를 보인다. 대조구의 표층에서는 네트매설 2주후까지 밀도가 서서히 높아졌으나 1달 후 원래 수준으로 낮아졌고, 저층은 표층과 달리 큰 변동 없는 안정된 패턴을 보였으나, 실험구의 표층에서는 네트매설 1일 후 급격히 밀도가 떨어지나 시간이 경과함에 따라 차츰 개체수를 회복하는 것으로

보이며, 저층에서는 네트 매설 2주 후까지 큰 변화를 보이지 않다가 1달 후 급격히 증가했다(그림 19). 네트 매설 1달 후 실험구에서 개체수가 크게 증가한 이유는 다모류 940 개체/m² 중에 사자머리참갯지렁이 (*Leonnates persica*)와 실가시버들갯지렁이(*Heteromastus filiformis*)가 각각 490 개체/m², 220 개체/m²를 차지하며 서식밀도가 높게 나타났기 때문이다. 다모류 중 높은 우점률을 보이는 사자머리참갯지렁이(*L. persica*)와 실가시버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 대조구에서는 표층에 주로 서식하는 것으로 나왔으나, 실험구에서는 표층보다 저층에서의 서식 밀도가 월등히 높은 것으로 나타났다. 매설 2달 후에는 대조구에서 절지동물의 서식밀도가 높아진 것은 펄털콩게(*Ilyoplax pingi*)의 출현 때문이다. 대조구에서 쪽은 네트 매설 1일 후, 2주 후, 2달 후로 3번 출현하였으며, 발견된 수는 5개체 였다. 반면에 실험구에서 쪽은 네트 매설의 영향을 받아 매설 2주 후 성체 쪽 1개체가 출현한 이후로 발견되지 않았다.



그림 19. 시기별 대조구 및 실험구에서의 표·저층의 대형저서동물 분류군별 서식밀도 변화

실험 장소에서 대형저서동물의 생체량은 평균 38.8 gWWt/m²였으며, 분류군 별로 보았을 때 절지동물이 21.9 gWWt/m² (56.4%)로 가장 높았으며 연체동물 10.0 gWWt/m² (25.8%), 다모류 6.6 gWWt/m² (17.0%) 순으로 높게 나타났으며, 기타동물군과 극피동물은 각 0.2 gWWt/m² (0.5%), 0.1 gWWt/m² (0.3%)으로 비중이 매우 적었다.

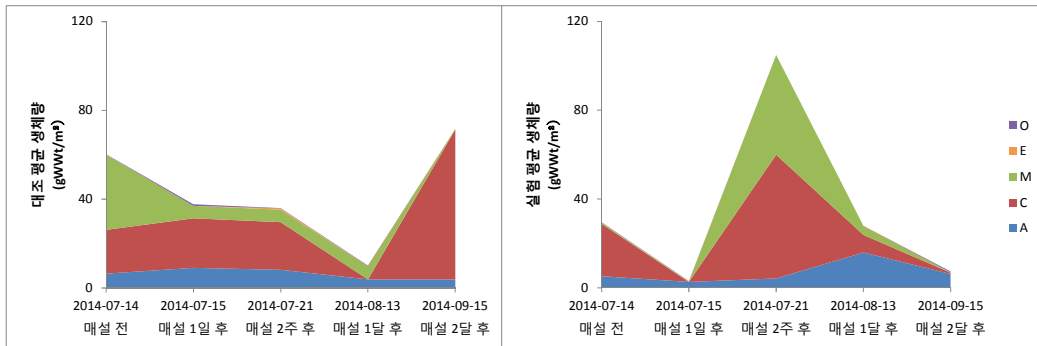


그림 20. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 분류군별 생체량 변화

대조구와 실험구의 평균 생체량은 각 43.1 gWWt/m², 34.6 gWWt/m²로 차이를 보이고 있었다. 대조구의 경우 절지동물이 26.2 gWWt/m² (60.8%)로 가장 높았으며, 연체동물 10.2 gWWt/m² (23.7%), 다모류 6.3 gWWt/m² (14.7%), 기타동물군 0.2 gWWt/m² (0.5%), 극피동물 0.1 gWWt/m² (0.3%) 순으로 나타났다. 실험구의 경우도 절지동물이 17.6 gWWt/m² (50.9%)로 가장 높았고, 연체동물 9.9 gWWt/m² (28.6%), 다모류 6.9 gWWt/m² (19.9%), 기타동물군 0.2 gWWt/m² (0.5%) 순으로 나타나 절지동물 외의 다른 분류군에서는 생체량의 차이가 거의 없었다. 실험구에서 절지동물인 길게(*Macrophthalmus abbreviatus*), 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)의 비중이 대조구보다 낮게 나타났다.

네트 매설 2주 후, 대형저서동물의 생체량은 실험구의 표층과 저층 모두에서 급격히 증가했다가 매설 1달 후부터 급격히 감소했다(그림 21). 이는 표층에서는 연체동물 민챙이(*Bullacta exarata*)가 저층에서는 쪽(*Upogebia major*)이 1개체씩 출현하며 각각 44.46 gWWt/m², 55.6 gWWt/m²로 높은 비중을 차지하고 있기 때문이다. 네트 매설 1달 후 실험구에서의 다모류의 생체량은 13.4 gWWt/m² (84.3%)으로 매우 높았는데, 이는 우점종인 사자머리참갯지렁이(*L. persica*)와 실가시머들갯지렁이(*H. filiformis*)에 의한 것이며, 생체량은 각각 9.9 gWWt/m², 2.8 gWWt/m²였다. 대조구의 경우, 연체동물 중에서는 민챙이(*B. exarata*)와 왕좁쌀무늬고동(*Reticunassa festiva*)이 각각 33.5 gWWt/m², 15.0 gWWt/m²을 나타내며 연체동물 생체량의 95% 이상을 차지하고 있었다. 절지동물 중에서는 길게(*M. abbreviatus*)와 칠게(*M. japonicus*)가 각각 47.8 gWWt/m², 41.3 gWWt/m²

으로 절지동물 전체 생체량의 97% 이상을 차지했다. 네트 매설 1달 후 대조구의 절지동물 평균 생체량 값이 급격히 감소하는데, 이는 생체량이 높은 길게(*M. abbreviatus*)와 칠게(*M. japonicus*)와 같은 대형 절지동물이 출현하지 않았기 때문이다. 그리고 네트 매설 2달 후 대조구의 저층에서는 생체량이 급격하게 높게 나타났는데 이는 쪽(*U. major*)이 출현했기 때문이다.

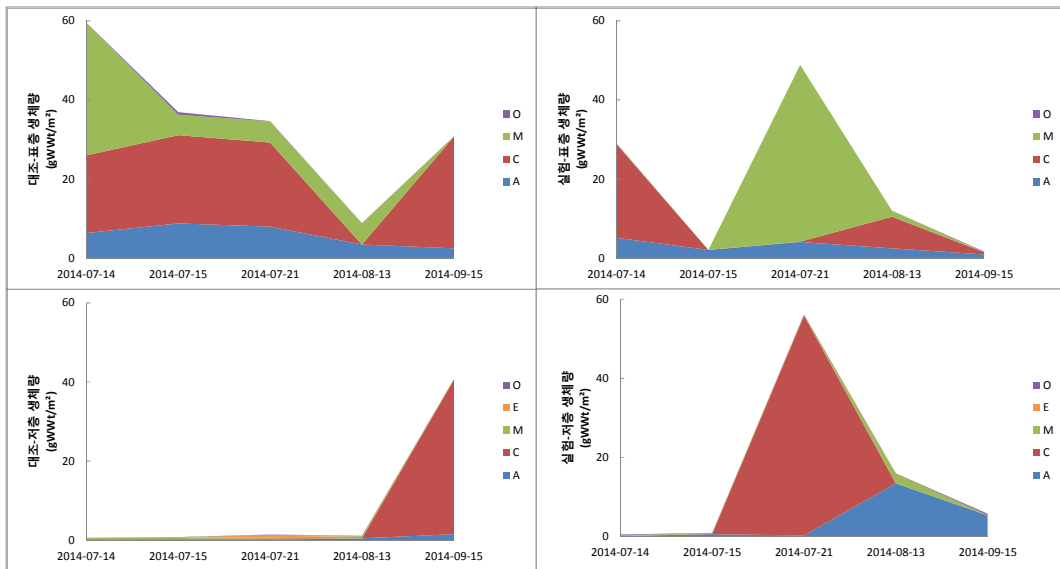


그림 21. 시기별 대조구 및 실험구 표층과 저층의 대형저서동물 분류군별 생체량 변화

3.3.3. 우점종의 분포패턴

대조구와 실험구에서 개체수와 출현빈도를 고려하여 상위 7까지의 종을 우점종으로 선정하였다(그림 22).

대조구와 실험구에서 출현한 우점종은 다르게 나타났다. 대조구에서 우점종은 실가시버들갯지렁이(*H. filiformis*), 바지락(*R. philippinarum*), Nemertea sp.2, 펼털콩게(*I. pingi*), 길게(*M. californiensis*), 등가시버들갯지렁이(*Capitella capitata*), 사자머리참갯지렁이(*L. persica*) 순이었고, 실험구에서 우점종은 실가시버들갯지렁이(*H. filiformis*), 사자머리참갯지렁이(*L. persica*), Nemertea sp.2, 바지락(*R. philippinarum*), 길게(*M. californiensis*), 등가시버들갯지렁이(*C. capitata*) 순이었다.

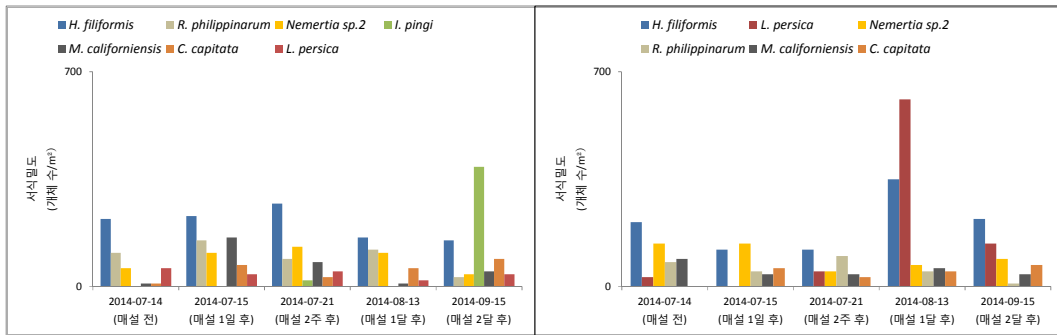


그림 22. 시기별 대조구와 실험구에서의 대형저서동물 우점종 패턴 변화

먼저, 1순위 우점종은 실가시버들갯지렁이(*H. filiformis*)로 이 종은 대조구와 실험구 모두에서 조사기간 동안 꾸준히 높게 나타났으며, 대조구에서는 평균 206 개체/m³, 실험구에서는 평균 204 개체/m³를 보이며 거의 비슷한 서식밀도를 보였다.

실험구에서 실가시버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 네트 매설 후 서서히 줄어들었으나, 매설 1달 후 그 수가 크게 늘었다. 이때 사자머리참갯지렁이(*L. persica*)도 크게 증가하여 가장 최우점생물로 나타났는데, 대부분이 저층에서 발견되었다. 사자머리참갯지렁이(*L. persica*)는 전 조사기간 동안 대조구에서 꾸준히 낮은 서식밀도 값을 보였으며, 실험구의 매설 전과 매설 2주 후까지도 거의 출현하지 않았다. 유형동물 *Nemertea sp.2*는 표층보다는 저층에 주로 서식하고 있었다. 실험구와 대조구의 저층에서 분포 패턴이 비슷한 것으로 보아 이 종은 저층에서 네트매설의 영향을 크게 받지 않은 것으로 판단된다. 바지락(*R. philippinarum*)은 시간이 지남에 따라 실험구와 대조구 모두에서 감소하는 패턴을 보이고 있으며, 실험구에서의 서식밀도가 대조구보다 더 낮은 것으로 나타났다. 길게(*M. californiensis*)의 서식밀도는 저층에서보다 표층에서 훨씬 높으며, 대조구와 실험구에서 차이가 뚜렷하게 나타난다. 대조구의 표층에서 길게는 높은 서식밀도를 보이고 있으나, 네트 매설 1일 후부터 실험구의 표층에서 급격히 감소하는 패턴을 보인다. 등가시버들갯지렁이(*C. capitata*)는 대조구와 실험구에서 비슷한 패턴과 개체수가 나타나고 있다. 펄털콩게(*I. pingi*)는 9월달에 대조구에서 특히 높은 밀도로 발견되었다(그림 23).

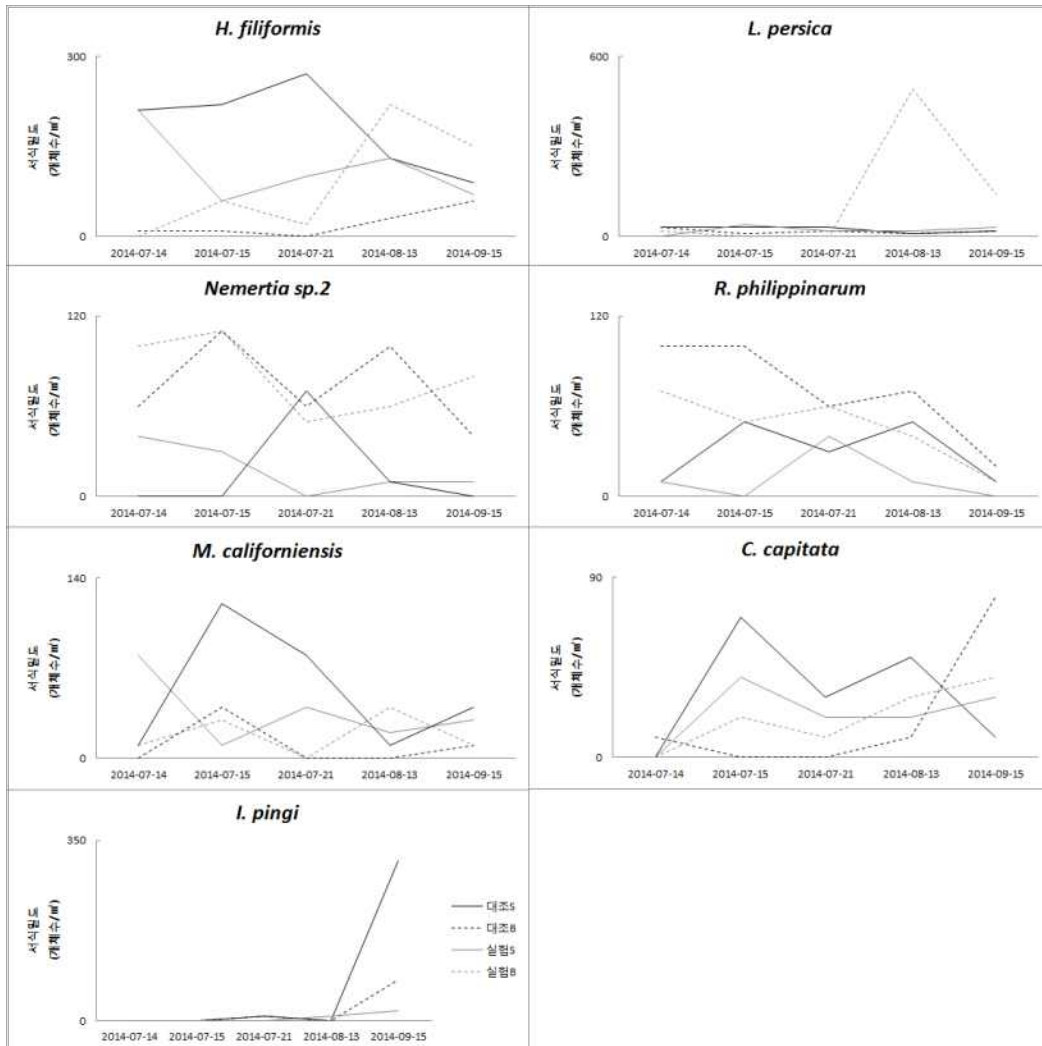


그림 23. 시기별 대조구와 실험구에서의 표층-저층 대형저서동물 우점종별 패턴 변화

3.3.4. 집괴분석

MDS 분석 결과 네트 매설 2달 후의 실험구 군집의 시료 일부를 제외하고는 대조구와의 큰 차이를 발견할 수 없었으며 시간에 따른 군집구조 변화 역시 뚜렷한 형태를 발견할 수 없었다. 같은 분석 결과에서 각 시료들을 표층과 저층으로 표시해 보았을 때 표층-저층 시료간의 뚜렷한 구분은 발견되지 않았으나 서로 유사한 구조를 보이는 것을 확인할 수 있었다(그림 24).

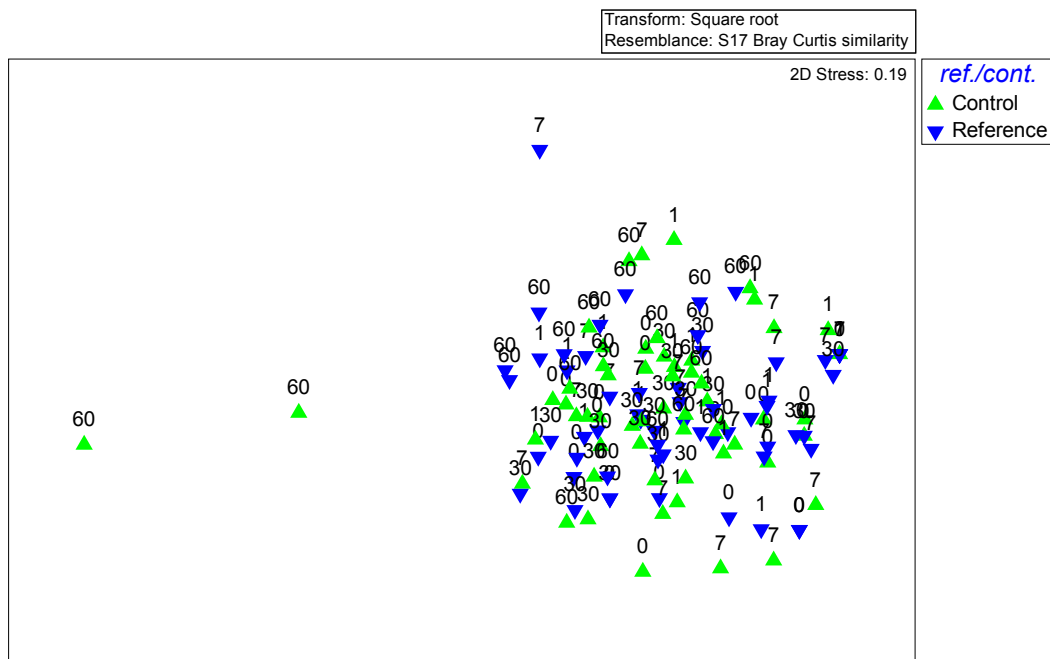
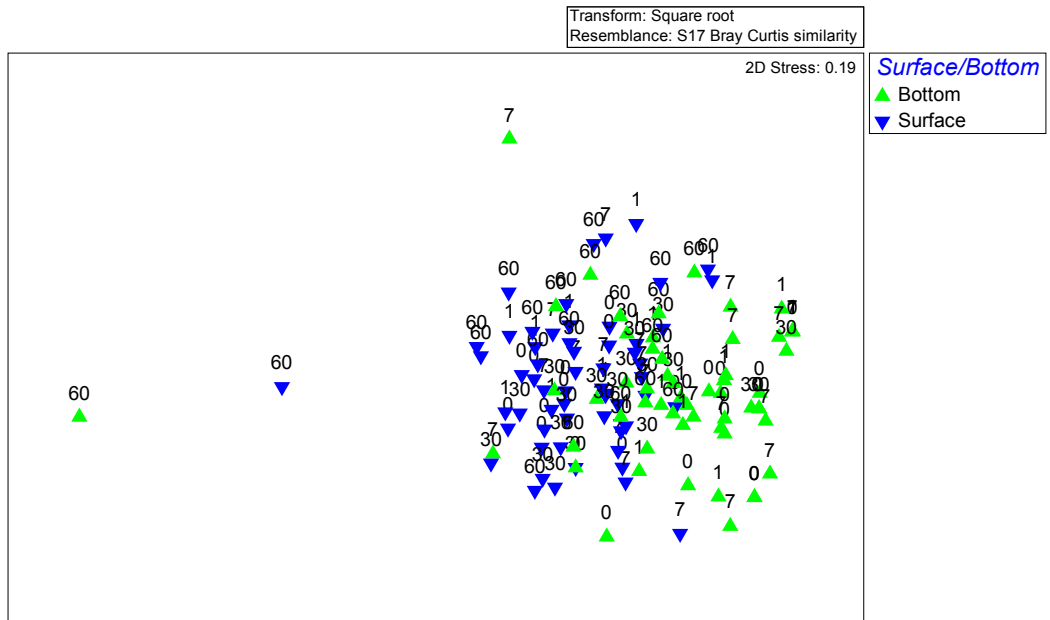


그림 24. 각 시료별 저서생물 군집의 집괴분석결과(MDS plot)
(위: 표-저 표시, 아래: 실험-대조 표시)

시료를 표층과 저층으로 나누어 각각 MDS 분석을 실시한 결과 저층시료의 실험구와 대조구 간의 차이는 발견할 수 없었으나, 표층시료의 일부(매설 1일 후, 1주일 후, 2개월 후)가 집단에서 분리되어 분포하고 있는 것을 확인할 수 있었다(그림 25).

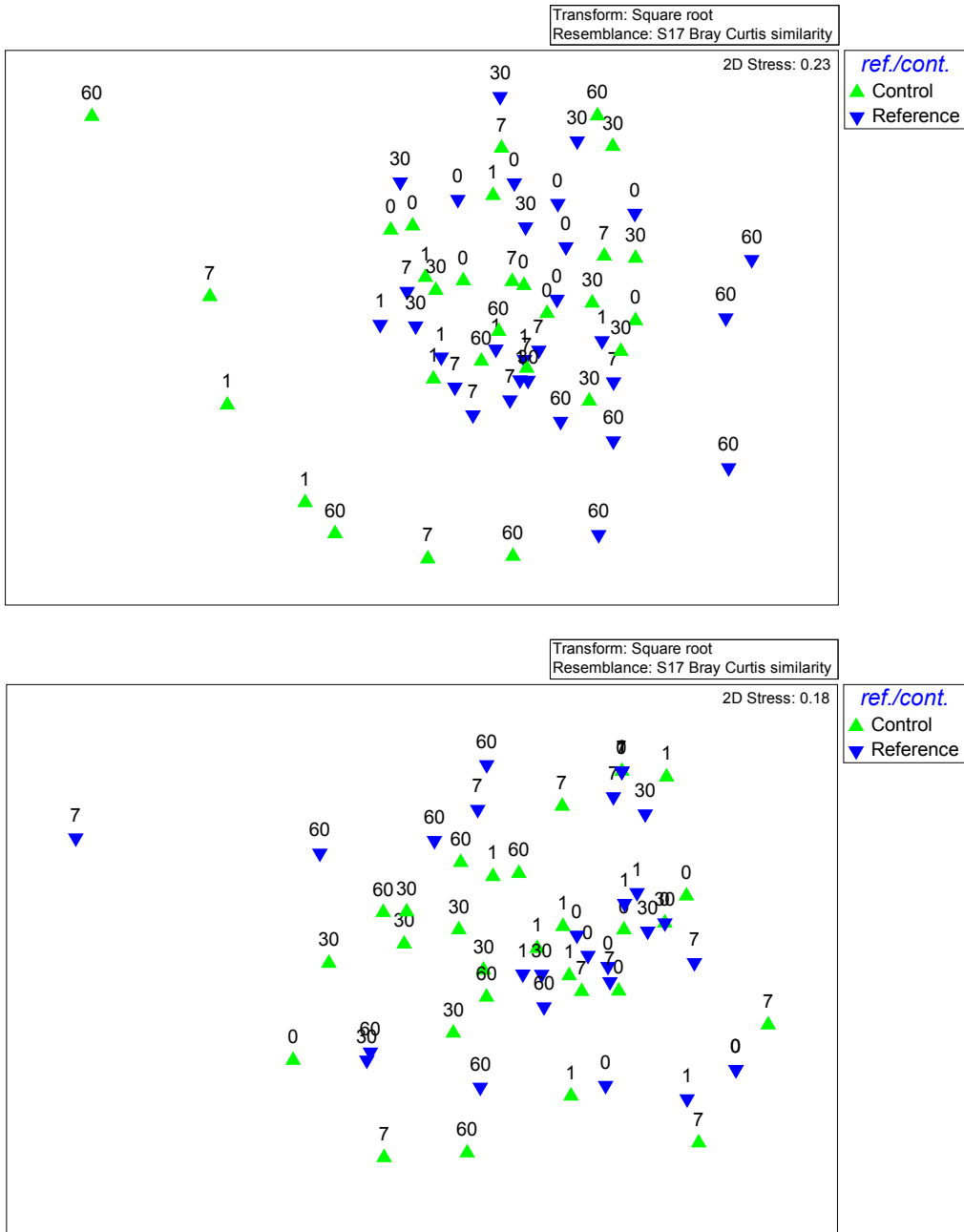


그림 25. 각 시료별 저서생물 군집의 집괴분석결과(MDS plot)
(위: 표층시료, 아래: 저층시료)

4. 고찰

4.1. 네트 매설 후 저질 환경의 변화

네트매설 후 시기에 따른 저질 일반 환경의 미미한 차이는 있었으나, 실험구와 대조구 간의 차이는 발견할 수 없었다. 용존산소의 경우 네트매설로 인해 표-저층간의 해수 유통 간섭으로 실험구가 대조구에 비해 낮게 측정될 것으로 예상하였으나, 실제 결과는 상대적으로 높게 측정되었다. 특히 네트 매설 1일 후 실험구에서의 급격한 용존산소 증가가 발견되었는데, 이는 네트매설로 인한 표층 퇴적물의 급격한 교란으로 불안정한 기질이 형성되어 해수 유통 및 산소 공급이 원활하게 진행된 결과로 보인다.

퇴적물 입도의 경우 네트 매설 1일 후 표층 퇴적물이 모래 함량이 증가하는 경향을 보였으나, 이후로 큰 변화는 보이지 않았다. 부영양화로 인한 퇴적물 오염도를 나타내는 강열감량, 산취발성황화물, 화학적산소 요구량은 실험구 저층의 경우 약간 증가하는 특성을 보였는데, 이는 네트 매설로 인해 쪽과 구멍이 사라지면서 구멍을 통해 유입되던 산소가 차단되면서 발생한 일시적인 현상이라고 사료된다.

경도의 경우 네트 매설 직후부터 실험구의 경도가 급격하게 낮아진 것을 확인 할 수 있었다. 퇴적물의 굳기는 기본적으로 퇴적물의 조성, 입도, 분급 등에 의해 영향을 받으나, 기본적으로 실험구와 대조구의 퇴적상은 동일한 상태에서 네트매설 후 실험 및 대조구의 입도에 큰 차이가 없었으나, 무르게 변한 실험구의 경도가 실험이 종료 될 시점까지 대조구 수준으로 회복되지 않는 모습을 보였다. 따라서, 서식하는 굴 내면의 점도를 굳혀 딱딱한 형태로 유지하는 쪽의 습성(홍, 2013)에 비추어 볼 때 이는 네트 매설로 인해 서식하던 쪽과 구멍이 사라지면서 발생한 물리적 변화일 것으로 추측된다.

4.2. 쪽 제거 효과와 저서생물 군집에 미치는 영향

네트를 이용하여 착저 시기의 쪽의 가입을 방해하거나, 이미 가입한 쪽을 제거하는 방법에 대해서는 그동안의 여러 문헌들에서 제시된 바 있다. 그러나 이러한 네트를 이용한 구제방법의 개념만을 소개하고 있을 뿐 구체적인 네트의 규격 및 매설 방법에 대한 소개는 찾아보기 어렵다. 때문에 앞서 서론에서 밝혔듯 그동안의 네트매설은 채질과 매설 방법에 있어서 충분히 고려되지 못한 채 실패해 왔다. 본 연구를 통해 망목 크기 3 mm의 플라스틱 채질 네트를 깊이 10~15cm 가량 묻는 방법은 쪽 제거 효과에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 매설 후 용존산소 등의 변화가 대조구와 크게 다르지 않은 것에 미루어 적절한 크기의 망목은 갯벌 상-하부 퇴적물 간의 해수 교환 등에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 네트 매설 이후 갯벌에 사는 대형저서동물의 종 수에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 네트 매설 실험 후, 시간 경과에 따라서 대형저서동물의 서식밀도와 생체량에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 사자머리참갯지렁이(*L.persica*)의 경우, 매설 1달 후부터 높은 서식밀도와 생체량을 보이고 있다. 실가시버들갯지렁이(*H. filiformis*)는 실험구 저층에서 매설 1달 후부터 높은 서식밀도로 출현한 것을 확인할 수 있다. 우점종으로 나타난 등가시버들갯지렁이(*C. capitata*)는 생활환이 짧고 빈산소를 수반하는 유기오염역에 고밀도로 출현하여 오염지표 동물로 알려져 있다(윤, 1996). 실험구에서 등가시버들갯지렁이(*C. capitata*)는 대조구보다도 낮게 나타났으며, 서식밀도가 비교적 일정한 것으로 보아 네트 매설에 따른 영향을 받지 않은 것으로 보인다. 시간이 지나면서 실가시버들갯지렁이와 사자머리참갯지렁이의 높은 출현 빈도는 네트매설에 대한 군집의 영향을 시간을 두어 좀더 관찰할 필요성이 있음을 보여주나, 현재까지의 전반적인 군집 변화 및 집괴분석 결과에 미루어 네트 매설이 생물 군집에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

4.3. 네트 매설 방법 평가

위의 결과로 미루어 보아, 네트 매설을 통한 쪽 구제는 퇴적물과 다른 저서생물에 큰 영향을 미치지 않으면서 쪽을 제거하는데 큰 효과를 가진 방법이라고 할 수 있겠다. 하지만, 쪽이 서식하고 있는 지역이 광범위하여 네트 매설 작업시 인력으로 충당하기 어려우므로 굴착 작업은 불도저 같은 중장비를 이용하면 되지만, 네트 매립 작업은 네트 파손 등의 우려로 중장비 사용이 어려울 것으로 판단되어 작업의 어려움이 예상된다. 또한, 조간대 해역은 물리적 에너지가 집중되는 곳으로 파랑과 조류가 강한 곳으로, 조간대 퇴적물은 침식과 퇴적이 반복되는데, 매설한 네트망 윗부분의 퇴적물이 파랑, 조류에 의해 침식되어 바지락 서식층이 얇아져 대기 중에 노출됨으로써 질병에 감염되거나 폐사할 가능성이 높아질 것으로 사료된다(그림 26). 따라서, 쪽을 구제하기 위한 목적만이라면 네트 매설은 좋은 방법이라고 할 수 있으나, 쪽 구제와 더불어 바지락 어장을 재활성화하는 방법으로는 다소 무리가 있다고 생각된다.

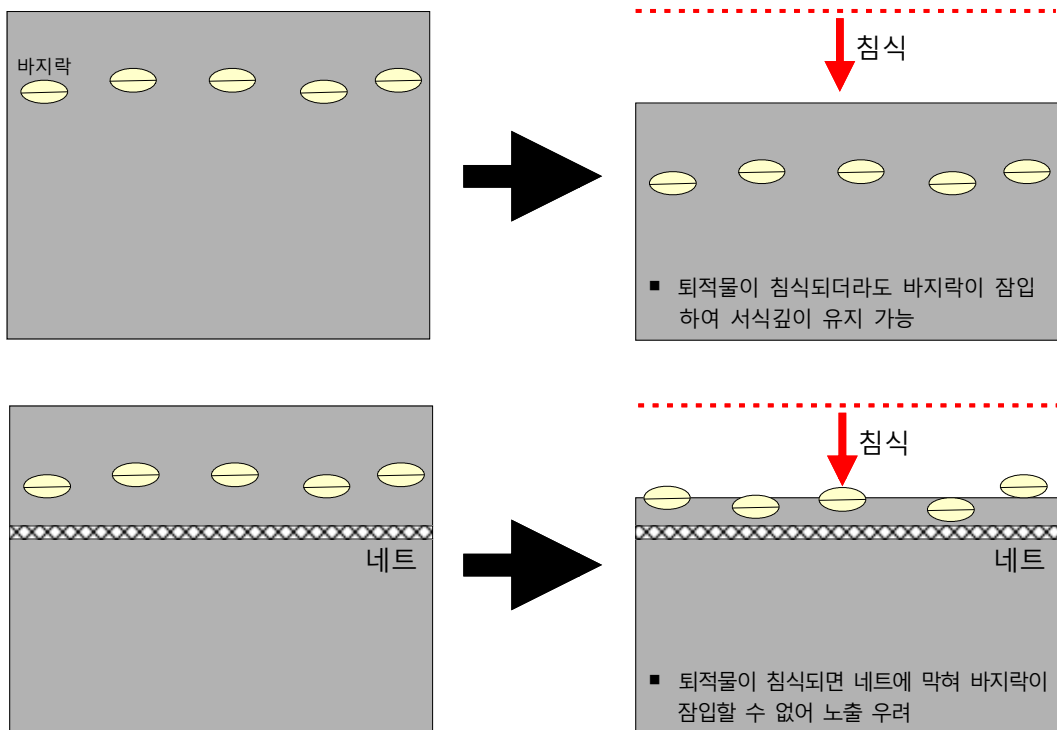


그림 26. 네트 매설 유무에 따른 바지락 서식깊이 차이 예상도

5. 참고문헌

- Kinoshita, K., S. Nakayama, and T. Furota. 2003. Life cycle characteristics of the deep-burrowing mud shrimp *Upogebia major* (Thalassinidea: Upogebiidae) on a tidal flat along the northern coast of Tokyo Bay. 223(2): 318-327.
- Reise K, Volkenborn N (2004) Large worms as ecosystem engineers in intertidal sediments. In: Tamaki A (ed) Proceedings of the symposium on ecology of large bioturbators in tidal flats and shallow sublittoral sediments - from individual behavior to their role as ecosystem engineers. 1-2 November 2003, Nagasaki, Nagasaki University, pp 95-100.
- 김성태, 유 철, 홍재상. 2012. 인천 선재도산 쪽(*Upogebia major*)의 개체군 동태. 한국수산과학총연합회 공동학술대회 초록집, BEXCO, 2012. 11. 16., p.267
- 윤성규. 1996. 해양 무척추동물의 번식과 생활사, 아카데미서적, p31-32.
- 한국남동발전, 2006. 영흥화력 온배수 영향(해양물리) 정밀조사 및 모델링 검증 용역 보고서. pp. 1-53.
- 홍재상, 2013. 쪽의 생물학 - 최근 서해안 바지락 양식장에 이상 증식한 쪽의 제거 대책을 중심으로 -, Ocean and Polar Research, 35(4), 323-349.

※ 부 록

표 3. 출현 종 목록

학 명	국 명
Annelida 환형동물문	
Polychaeta 다모강	
Eunicida 털갯지렁이목	
Lumbrineridae 송곳갯지렁이과	
<i>Lumbrineris cruzensis</i>	짧은가시송곳갯지렁이
<i>Lumbrineris nipponica</i>	짧은다리송곳갯지렁이
Onuphidae 집갯지렁이과	
<i>Diopatra sugokai</i>	털보집갯지렁이
Phyllodocida 부채발갯지렁이목	
Glyceridae 미갑갯지렁이과	
<i>Glycera chirori</i>	치로리미갑갯지렁이
Goniadidae 고리갯지렁이과	
<i>Glycinde gurjanovae</i>	
<i>Goniada maculata</i>	작은갈매기고리갯지렁이
Nephtyidae 백금갯지렁이과	
<i>Nephtys polybranchia</i>	남방백금갯지렁이
Nereididae 참갯지렁이과	
<i>Leonnates persica</i>	사자머리참갯지렁이
Phyllodocidae 부채발갯지렁이과	
<i>Anaitides maculata</i>	네모부채발갯지렁이
Pilargidae 투구갯지렁이과	
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	
<i>Sigambra tentaculata</i>	투구갯지렁이
Polynoidae 비늘갯지렁이과	
<i>Arctonoinae spp.</i>	비늘갯지렁이류
Spionida 얼굴갯지렁이목	
Magelonidae 양손갯지렁이과	
<i>Magelona sp.</i>	양손갯지렁이류
Spionidae 얼굴갯지렁이과	
<i>Prionospio (M.) japonica</i>	매끈예쁜얼굴갯지렁이
<i>Prionospio (M.) pulchra</i>	
<i>Pseudopolydora kempfi</i>	선녀얼굴갯지렁이
Terebellida 유령갯지렁이목	
Terebellidae 유령갯지렁이과	
<i>Amaeana occidentalis</i>	괴물유령갯지렁이

학 명	국 명
<p>목 분류군 미정</p> <p>Capitellidae 버들갯지렁이과</p> <p><i>Capitella capitata</i></p> <p><i>Heteromastus filiformis</i></p> <p><i>Mediomastus californiensis</i></p> <p>Orbiniidae 갯모갯지렁이목</p> <p><i>Scoloplos armiger</i></p> <p>Paraonidae 별난가시갯지렁이과</p> <p><i>Aricidea</i> sp.</p> <p><i>Cirrophorus furcatus</i></p>	<p>등가시버들갯지렁이</p> <p>실가시버들갯지렁이</p> <p>버들갯지렁이류</p> <p>삼각모자갯지렁이</p> <p>별난가시갯지렁이류</p> <p>두갈래별난가시갯지렁이</p>
Arthropoda 절지동물문	
<p>Crustacea 갑각강</p> <p>Amphipoda 단각목</p> <p>Aoridae 육질꼬리옆새우과</p> <p><i>Grandidierella japonica</i></p> <p>Oedicerotidae 붉은눈옆새우과</p> <p><i>Monoculodes muwoni</i></p> <p>Cumacea 올챙이새우목</p> <p>Diastylidae 긴꼬리올챙이새우과</p> <p><i>Dimorphostylis brevicaudata</i></p>	<p>발성육질꼬리옆새우</p> <p>무딘빨붉은눈옆새우</p> <p>주름뺨이형올챙이새우</p>
<p>Decapoda 십각목</p> <p>Alpheidae 딱총새우과</p> <p><i>Athanas</i> sp.</p> <p>Upogebiidae 쪽과</p> <p><i>Upogebia major</i></p> <p>Branchyura sp.</p> <p>Megalopa sp.</p> <p>Ocypodoidea sp.</p> <p>Dotillidae 콩게과</p> <p><i>Ilyoplax pingi</i></p> <p>Macrophthalmidae 칠게과</p> <p><i>Macrophthalmus (Macrophthalmus) abbreviatus</i></p> <p><i>Macrophthalmus (Mareotis) japonicus</i></p> <p><i>Macrophthalmus</i> sp.</p> <p>Leucosiidae 밤게과</p> <p><i>Pyrhila pisum</i></p>	<p>딱총새우류</p> <p>쪽</p> <p>게류</p> <p>게 유생류</p> <p>달랑게류</p> <p>펼털콩게</p> <p>길게</p> <p>칠게</p> <p>칠게류</p> <p>밤게</p>
Mollusca 연체동물문	
<p>Bivalvia 이매패강</p> <p>Veneroida 백합목</p> <p>Tellinidae 접시조개과</p> <p>Tellinidae sp.</p> <p>Veneridae 백합과</p> <p><i>Ruditapes philippinarum</i></p>	<p>접시조개류</p> <p>바지락</p>

학 명	국 명
Gastropoda 복족강	
Cephalaspidea 두순목	
Haminoeidae 포도고등과	
<i>Bullacta exarata</i>	민챙이
Neogastropoda 신복족목	
Nassariidae 좁쌀무늬고등과	
<i>Reticunassa festiva</i>	왕좁쌀무늬고등
Echinodermata 극피동물문	
Ophiuroidea 거미불가사리강	
Ophiurida 사미목	
Amphiuridae 양편거미불가사리과	
<i>Amphiura</i> sp.	턱뱀거미불가사리류
Holothuroidea 해삼강	
Apodida 무족목	
Synaptidae 닳해삼과	
<i>Protankyra bidentata</i>	가시닳해삼
Nemertea 유형동물문	
Nemertea sp.	끈벌레류
Chordata 척삭동물문	
Ascidiacea 해초강	
Phlebobranchia 편새해초목	
Ascidiidae 대추멍게과	
<i>Ascidia</i> sp.	대추멍게류