

동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역 (1단계 1차년도 보고서)

Studies on the Development of Marine Ranching
Program in the East, West and Jeju Coast of Korea

2005. 3

주관연구기관
한국해양연구원



해양수산부
MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

이 보고서를 "동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역" 사업의 1단계 1차년도 최종보고서로 제출합니다.

2005. 3

주관연구기관명 : 한국해양연구원
총괄연구책임자 : 김 중 만
협동연구기관명 : 한국해양수산개발원, 제주대학교
한국연안환경생태연구소, 부경대학교
위탁연구기관명 : 국립수산과학원 동해수산연구소
국립수산과학원 서해수산연구소
국립수산과학원 남해수산연구소
국립수산과학원 제주수산연구소
대구대학교, 순천향대학교, 인하대학교
한양대학교, 이엔씨기술연구소

참 여 연 구 원

한국해양연구원 :

이순길, 박철원, 명정구, 강래선, 홍경표, 노충환, 박홍식, 오승룡, 최승민, 김민석
박용주, 최희정, 원기식 이학철, 노봉호, 백상규, 박정호, 조선형, 장요순, 강충배
유정화, 안국전, 윤선희, 윤선미, 양현성, 유재명, 김 성, 이은경, 이운호, 이용국
김성렬, 석봉출, 신동혁, 우한준, 장남도, 장 석, 정백훈, 이철구, 김은석, 안동식
금병철, 이은혜, 최현우, 문상균, 박정의

국립수산과학원 :

이정우, 심정민, 손용수, 김완기, 박승윤, 홍승현, 황선제, 이성일, 정창수, 김영숙
황운기, 박영제, 한현섭, 박광재, 전재천, 장인권, 이효진, 임현정, 김문환, 노영웅
김찬욱, 김현정, 김종화, 서형철, 김봉래, 이정의, 장대수, 이창훈, 유준택, 김재우
안재마, 오임열, 양문호, 이운호, 정민민, 남명모, 김병엽, 양주형, 김성철, 하동수
김미량, 김대권, 조성환, 차병렬, 서성호, 정영희, 최임호, 문경훈, 강승용, 김현주
김상도, 박경은, 홍성환, 강태석, 조성대, 오철훈

한국해양수산개발원 :

류정곤, 강중호, 조정희, 안재현, 김수현, 김정협, 정혜란, 김대영, 임경희, 전희성
전희성, 나미애, 이승진

한국연안환경생태연구소 :

홍재상, 채진호, 김영옥, 유재원, 김창수, 박미라, 한창훈, 김정수, 이수진, 조성국
신재철, 정희인, 김효진

제주대학교 :

이준백, 고유봉, 김병직, 이승종, 부훈식, 강기창, 윤정수, 이승철, 고윤영, 최영찬
김수강, 고혁준, 김태정, 김형신, 허문수, 박근태, 최광식, 박경일, 임나래, 강도형
이지연, 이부아판

부경대학교 :

김창훈, 이원재, 이대성, 김윤숙, 서기원, 이승용, 문은주, 강현순, 김근용, 박기홍
손명백, 황철희, 김영수, 민유홍

강릉대학교 :

김형근

대구대학교 :

윤성규, 윤병선, 전재욱, 구태형, 강승렬, 정성배

순천향대학교 :

마채우, 신현웅, 방인철, 박상용, 박관순, 김종춘, 임치영, 이윤아, 유용훈, 정윤환
손대선

인하대학교 :

홍재상, 유재원, 김영옥, 김창수, 이창근, 이평강, 박미라, 한창훈, 김정수, 이수진
원선희, 위성욱, 정충훈, 최수연, 이기영

한양대학교 :

한명수, 박명환, 조수연, 강재구, 정승원, 이주연, 최지영, 김효리, 김보라, 서종근
최수민, 변준석, 유동균, 이주한, 김인희, 장중형

이앤씨 기술연구소 :

명철수, 박자양, 송태운, 유정규, 홍현표, 정경미

요 약 문

I. 제 목

동·서·제주 해역 바다목장화 개발 연구 용역 사업 (1단계 1차년도)

II. 연구개발의 목적 및 중요성

연근해의 수산 자원은 고갈되어 왔으나, 최근 경제 발전과 함께 국민들의 수산물에 대한 수요는 점차 증가하고 있고 낚시, 스쿠버다이빙 등 연안을 레저활동의 무대로 활용하고자하는 욕구는 점차 커지고 있다. 국민들의 바다 이용에 대한 다양한 욕구 만족시키고 나아가 어민 소득증대를 위하여 바다목장사업을 통하여 연안의 자원을 증대시키고 각 해역 특성에 맞는 바다목장 모델을 개발하여야 하겠다.

이 사업의 목적은 동해(울진), 서해(태안) 및 제주(북제주) 연안에 바다목장을 건설하고 이를 관리하는 기술을 개발하는 것이다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

이 사업은 후보지로 선정된 울진, 태안, 북제주 바다목장 각 해역에서의 환경, 생태학적 특성, 자원현황 파악 및 향후 효율적인 이용 관리를 위하여 다음과 같은 연구 분야로 나누어 추진되었다.

첫째, 환경, 생태분야

- 환경특성
- 생물군집특성

둘째, 어장 및 자원 조성 기술 분야

- 인공어초
- 해저지형
- 대상생물의 생태연구
- 자원현황조사

셋째, 이용·관리분야

- 기본계획수립
- 경제성 분석

IV. 연구결과

울진 바다목장

1. 환경 · 생태

해양환경

울진 바다목장해역에 대한 해양환경 특성 조사를 위하여 15개 정점 표·저층에 대해 2004년 9월과 11월 현장조사 및 시료 채취를 실시하였다. 수온은 7.62~22.14℃의 범위로 공간적으로는 수온변화가 크게 나타나지 않았으며 9월에는 25~30m 수층에 수온약층이 나타났다. 염분은 32.81~34.27의 분포로 저층이 표층보다 다소 높게 나타났다. pH는 7.78~8.28, 용존산소량은 7.87~8.66mg/L의 분포를 보였고, 부유물질의 농도는 0.6~10.2mg/L의 분포로 9월 하천과 항 부근 정점에서 비교적 높게 나타났으나 그 외 정점은 낮게 나타났다. 투명도는 9월과 11월 평균 각각 10.7m, 9.8m로서 높게 나타났다. 화학적산소요구량은 0.12~1.40mg/L 분포로서 항과 인접한 정점에서 다소 높은 농도를 보였으며 총질소와 총인은 각각 0.036~0.252mg/L, 0.004~0.026mg/L의 분포로서 내측의 정점이 외측 정점보다 다소 높은 농도를 보였으며 총질소는 9월에 높았고 총인은 11월에 높게 나타났다.

퇴적물의 저질화학적산소요구량과 산화발성 총황화물은 각각 0.58~3.03mg/g.d., 0.01~0.05mg/g.d.였으며 특히 구산항과 후포항 인접한 정점에서 높은 농도를 보였다.

생태계 특성

9월과 11월 울진 바다 목장 해역에 서식하는 해양세균의 개체수와 군집의 종조성을 조사한 결과, 2004년 9월에 조사한 총균수는 9.7×10^5 ~ 2.5×10^6 cells/ml로 나타났으며 11월에 조사한 총균수는 5.0×10^5 ~ 1.1×10^6 cells/ml로 나타났다. 그리고 2004년 9월에 조사한 생균수는 5.3×10^2 ~ 3.0×10^4 cfu/ml이었으며, 2004년 11월에 조사한 생균수는 1.8×10^2 ~ 8.5×10^4 cfu/ml로 나타났다. 2004년 9월에는 *Pseudoalteromonas* sp.(21.9%), *Vibrio* sp.(20.0%), *Acinetobacter* sp.(20.0%), *Psychrobacter* sp.(10.0%)순으로 나타났으며, 11월에는 *Mesorhizobium* sp.(26.4%), *Cytophaga* sp.(18.6%), *Flavobacterium* sp.(11.6%), *Sulfitobacter* sp.(8.0%), *Chromohalobacter* sp.(6.1%)순으로 나타났다.

식물플랑크톤 동정은 하절기와 동절기를 대상으로 9월과 11월에 채집하였다. 9월 조사에서는 규조류 20속 66종, 와편모조류 4속 16종, 그리고 Crysophytes 1속 2종을 포함하여 총 25속 84종의 식물플랑크톤이 동정되었으며, 규조류, 와편모조류, Crysophytes의 조성비는 각각 52.1%, 44.9%, 3%이었다. 주요 우점종에는 와편모조류인 *Gonyaulax polygramma* (12.0%), *Protoperidinium brochii*(8.3%), 규조류인 *Coscinodiscus subconcaus*(6.3%), *Hemiaulus membranaceus*(3.3%), *Bacteriastrum hyalinum*(3.1%)로 조사되었다. 각 층별 식물플랑크톤 평

균 밀도는 표층과 중층, 저층이 각각 7,795 cells/l, 4,514 cells/l, 11,909.5 cells/l로 나타나, 저층이 가장 높았다. 하절기의 chlorophyll *a* 농도는 표층의 평균 0.38 $\mu\text{g/l}$ 로 나타났으며 중층은 0.31 $\mu\text{g/l}$, 저층 0.69 $\mu\text{g/l}$ 로 조사되었다. 11월 조사에서 출현한 식물플랑크톤은 규조류 29속 55종, 와편모조류 5속 19종, Chrysophytes 1속 2종을 포함하여 총 35속 76종이 동정되었다. 이들의 종조성비는 규조류가 90.5%, Chrysophytes는 4.76%, 와편모조류가 4.75%로 조사되었다. 조사 해역 내의 최우점종은 *Nitzschia* spp.(10.8%)이었으며, *Chaetoceros didymus*(7.85%), *Chaetoceros* spp.(6.86%), *C. affinis*(5.94%)가 그 뒤를 따랐다. 각 수층별 식물플랑크톤 밀도는 표층이 평균 3,072 cells/l로 나타났으며, 중층과 저층이 각각 1,329.5 cells/l과 2,721.5 cells/l로 나타났다. 11월의 동절기 조사에서의 chlorophyll *a* 농도는 표층, 중층, 저층 각각 평균 0.63, 0.57, 0.92 $\mu\text{g/l}$ 이었다. 따라서 동일한 지역에서의 식물플랑크톤 종 조성 및 분포, 현존량은 조사 시기에 따라 많은 영향을 받는 것을 볼 수 있었다.

동물플랑크톤 채집은 2004년 9월과 11월에 울진바다목장 부근 해역의 총 15개 정점에서 경사채집으로 수행되었다. 조사 기간 동안 총 125개의 분류군이 출현하였다. 그 중 요각류는 54개의 분류군이 출현하여 전체 분류군수의 43.5%를 차지하였다. 조사 시기별로 9월에 94개, 11월에 81개의 분류군이 출현하였다. 조사 기간 동안 많은 난수성 종들이 출현하였다. 조사 기간 동안 전체 동물플랑크톤은 평균 457 inds./m³이 출현하였다. 이 중 요각류의 개체수는 평균 201 inds./m³로, 전체 동물플랑크톤 개체수 중 44.0%를 차지하였다. 전체 동물플랑크톤의 평균 개체수는 9월보다 11월에 높았다. 9월에 전체 동물플랑크톤은 정점 간 196-606 inds./m³의 범위로 출현하였고, 요각류는 49-102 inds./m³의 범위로 출현하였다. 이 시기에 *Noctiluca scintillans*가 평균 139 inds./m³(우점율 37.0%)로 최고 우점종이었고, 그 밖에 *Penilia avirostris*가 평균 84 inds./m³(우점율 22.3%), *Evadne tergestina*가 평균 21 inds./m³(우점율 5.5%)로 차우점하였다. 11월에 전체 동물플랑크톤은 71-1,540 inds./m³의 범위로 출현하였고, 요각류는 47-956 inds./m³의 범위로 출현하였다. 그 중 *Paracalanus indicus*가 평균 135 inds./m³, 즉 24.1%의 우점율을 보여 최고 우점종이었고, 다음으로 *Oikopleura* sp.가 평균 90 inds./m³(우점율 16.0%), *N. scintillans*가 평균 63 inds./m³(우점율 11.2%)로 차우점하였다. 조사 기간 동안 울진바다목장의 종다양성지수는 시기별, 정점별로 차이는 있으나, 평균 2.38로 해역의 동물플랑크톤 군집은 안정적이고 다양함을 보여 주었다.

저서동물은 15개 정점에서 2004년 8월과 11월의 2회에 걸쳐 연질기저에 서식하는 대형 저서동물의 군집구조를 조사하였다. 조사 결과 총 268종이 평균 2,171개체/m²의 밀도로 출현하였으며, 평균 생체량은 85.30 gwwt/m²였다. 이 해역의 연질기저 저서동물군집은 다른 해역과 비교하여 상당히 종다양성과 밀도가 높았다. 출현한 분류군 가운데 환형동물의 갯지렁이류가 129종(48.1%)의 1,805개체/m²(83.1%)가 출현하여 종수와 개체수 측면에서 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 한편, 생체량에서는 극피동물이 39.93 gwwt/m²(46.8%)로 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 총 개체수 중 5% 이상 차지하는 우점종은 민얼굴갯지렁

이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였으며, 각각 524개체/m², 248개체/m², 173개체/m²의 출현을 보였다. 한편, 총 생체량 중에서 5% 이상을 차지하는 우점종은 염통성게(*Schizaster lacunosus*), 가시고슴도치갯지렁이(*Aphrodita aculeata*), 살시빗살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*), 빗살거미불가사리류(*Ophiuroidea unid.* 100B)였다. 특히 염통성게(*Schizaster lacunosus*)는 28.29 gwwt/m²로 전체 생체량의 33.2%를 차지하며 압도적으로 우점하였다. 집괴분석 결과에 의하면 크게는 내해역과 외해역에 접해있는 정점군으로 구분되었다. 내해역 정점군은 종수, 개체수, 생체량, 종다양도가 상대적으로 낮고, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)가 우점적이었다. 외해역 정점군은 종수, 개체수, 생체량이 상대적으로 높았고, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)가 우점적이었다.

해조군집특성에 관한 연구는 2004년 10월, 2005년 1월에 4개 조간대 조사지점과 10개 조하대 조사지점을 조사하였다. 두 계절 공히, 조간대 해조군집은 상, 중, 하부로 뚜렷이 구분되었다. 상부의 우점종은 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)였던 반면, 중부는 작은구슬산호말(*Corallina pilulefera*)과 구멍갈파래로 대표되었다. 하부의 우점종은 모자반류(*Sargassum* spp.), 작은구슬산호말, 그리고 구멍갈파래로 나타났다. 2004년 10월 조하대에서 출현한 종수는 총 37종으로 녹조류 4종, 갈조류 8종, 홍조류 24종, 그리고 해산현화식물 1종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 알송이모자반(*Sargassum confusum*)의 습중량이 가장 높았고(191.8 g/0.25m²), 말잘피(*Phyllospadix japonica*, 150.3 g/0.25m²)와 팽생이모자반(*Sargassum horneri*, 111.9 g/0.25m²)의 순으로 높았다. 2005년 1월 조하대에서 출현한 종수는 총 41종으로 녹조류 4종, 갈조류 14종, 홍조류 22종, 해산현화식물 1종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 팽생이모자반의 습중량이 가장 높고(206.5 g/0.25m²), 미역(*Undaria pinnatifida*, 130.0 g/0.25m²)과 큰잎모자반(*Sargassum ringgoldianum*, 102.5 g/0.25m²)의 순으로 높았다.

어란과 자치어, 성어의 군집에 관한 연구는 2004년 9월과 11월에 울진 바다목장해역과 주변해역에서 실시되었다. 조사 기간동안 어란과 자치어는 총 9종이 출현하였다. 어란은 뚝양태류(52.3%), 멸치, 엘통이, 자치어는 멸치(45.4%)와 뚝양태류(41.5%) 이외에 황늘래기와 짧은수염대구와 같은 난류성 종들로 구성되었다. 성어는 총 26종이 출현하였다. 이들은 난류 어류인 삼치, 방어, 전갱이, 쥐치 등과 한류성 어류 대구, 딱지 그리고 소하성 어류인 황어 등으로 구성되었다.

2. 어장조성

해저지형

울진바다목장지역 중 금년도 조사구역의 수심분포는 조사선박이 접근 가능한 연안해역에서 9.0m, 동쪽 외해에서 60m 정도의 최대수심이 나타나고 있으며, 전체적인 수심 분

포는 외해쪽으로 가면서 해안선과 평행하게 깊어지는 동해안의 일반적인 경향을 보인다. 조사지역 중앙부 수심 35m 등심선에서는 연안에서 연장된 돌출암반으로 인해 주위보다 약 7~10m 낮은 수심분포를 특징적으로 보인다. 해저지층기록에서 조사지역의 북부지역에 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 수심이 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 지역적으로 저지인 남부지역에는 모래질퇴적물이 지역적으로 비교적 두껍게 쌓여 있고, 연결성이 양호하고 안정된 퇴적층의 형태가 해저면 하부에 나타난다. 암반 돌출 지역은 해저지층기록상에서 기록이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는데 반해 모래질퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하고 옅은 색의 반사면과 퇴적층을 보이고 있다. 특히, 노출암반의 분포양상은 해저퇴적물조사와 해저영상자료를 참고하여 해저퇴적상 분포도에 도시하였다. 조사지역의 북부 암반지역 사이에는 약 2~4m의 모래질퇴적층이 얇게 덮혀 있고 조사지역 남부에는 외해쪽에서 약 10m이상의 퇴적층을 보이다 후포리 연안으로 가면서 점점 퇴적층이 얇아진다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다. 조사지역의 동북끝과 남쪽 모래질퇴적층에 인공어초로 보이는 기록들이 보이고 있다. 조사지역의 해저면영상기록은 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉, 돌출암반이 분포하는 북쪽지역과 상대적으로 옅은 색을 띠는 남쪽지역으로 크게 구분할 수 있다. 육상의 암체가 조사구역 북쪽 거일리 연안에서 외해까지 연장되어 있고 북쪽 돌출 암반 사이에 세립질의 퇴적물이 연안에서 외해쪽으로 연결되어 있다. 남쪽 지역은 전체적으로 모래질퇴적물이 분포하고 있고 후포리 연안에서는 다소 짙은 색의 해저영상을 보여 주고 있다. 채취된 표층퇴적물의 조성을 보면, 조사지역 중부와 북부지역은 대부분이 암반으로 구성되어 있고, 남부지역에는 주로 모래 및 빨모래가 분포한다. 모래함량의 공간적 분포는 연안에서 외해로 갈수록 모래함량이 감소하고 있다. 빨(실트와 점토)함량은 반대로 외해로 갈수록 증가하는 분포를 보이고 있다.

인공어초

최근 새로운 해양 질서의 정립과 함께 원양 어장은 축소되고 있으며 남획과 연안오염으로 인해 연근해의 수산 자원이 고갈되어 왔으나 경제 발전과 함께 국민들의 수산물에 대한 수요는 점차 증가하고 있어 국내 수산업의 존립 기반마저 흔들리고 있는 실정이다. 또 수입 자유화에 따른 외국으로부터의 수산물 대량 수입은 경제 기반이 취약한 국내 영세 어민들의 생존권마저 위협할 것으로 판단되어 이에 대비한 종합적인 대책이 절실한 때이다. 앞으로 해양생물 자원을 개발하고 그러한 자원이 지속적인 생산을 위해서는 지금까지의 어촌개발 사업이나 자원증대 사업을 포함하는 보다 종합적인 연구사업 수행이 요구되고 있다. 현재의 증·양식 사업보다 해양생물자원의 지속 가능한 높은 생산력을 유지하고 바다를 최대한 이용하기 위한 해양공학 등의 기술을 활용한 어장 조성 등으로 환

경 파괴 없이 환경친화적인 잠재력 증대 사업이 바다목장화 사업이다.

3. 자원 조성

대상종의 자원생태 특성

동해안 지역의 고급어종으로는 조피볼락, 넙치, 지역적 특성에 따른 회유성 어종으로는 연어, 은어 등의 대상 종들은 바다목장 조성에 따른 해당 지역어민의 직접적인 소득증대를 창출할 수 있는 매우 중요한 어종이다. 무척추 동물은 전복, 문어, 성게를 대상으로 동해안 연안에 널리 분포하고 있는 암반 지역의 특수성을 최대한 활용하여 연안 어장 조성을 구성할 때 바다목장 해역의 적절한 활용의 극대화를 염두에 두고 선택할 수 있는 매우 중요한 대상 무척추 동물로 이에 대한 생태특성을 기술하였다. 해조군락(해중림)은 생물 생산력이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 식물군락의 조성은 식물에 의하여 구성된 공간이나 부착기질이 작은 동물들과 부착생물에게 호적의 서식장소로 제공되고, 또한 이들을 먹이로 하는 많은 생물군집이 모여들 수 있는 여건이 조성되는 것이다. 따라서 해중림 조성에 이용될 수 있는 주요 대형 갈조류의 생태를 기술하였다.

대상종의 서식 특성

울진바다목장해역의 어류서식지 특성을 조사하였다. 목장해역의 지형특성을 알기 위해 위성자료와 해저지형자료를 분석하였다. 바다목장해역 내 암반서식지에서 살아가는 생물의 군집특성을 분석하기 위해 조하대에서 13개 조사지점을 선정하였고, 해조류와 부착동물의 풍도를 조사하였다. 어류에 대해서는 잠수관찰을 통해 나타난 정성자료를 토대로 서식특성을 기술하였다. 획득한 자료는 주요종의 공간분포를 기술하는데 사용되었다.

유용생물자원

어구조사: 울진 바다목장화 해역내의 유용생물자원조사를 위하여 2004년 9월과 11월에 어류자원은 소형저인망, 자망 및 통발 세 가지 어구를 선정하여 조사 해역 내 북쪽지역과 남쪽지역으로 크게 나누어 2개 조사정점에서 어획조사를 하였고, 패류자원은 형망을 사용하여 남쪽지역인 울진군 후포면 거일리 연안해역에서 3개 조사정점에서 조사를 하였다. 조사 기간 중에 출현한 어종은 총 51종이 출현하였으며 이중 어류가 28종으로 가장 많이 출현한 분류군이었으며 그 다음으로 패류 9종, 극피동물류 6종, 두족류 4종, 갑각류 4종이 각각 출현하였다. 조사어구별로는 저인망에서 총 19종이 출현하였고 주요 우점종은 용가자미, 황아귀, 기름가자미, 문어, 대구횃대 순으로 나타났다. 어획량은 총 85.8kg을 어획하였으며 노력당어획량은 21.5kg/10분(인망)으로 나타났다. 자망에서는 총 22종이 출현하였고 주요 우점종은 쥐노래미, 말쥐치, 참가자미로 나타났다. 어획량은 총 17.8kg을 어획하

였으며 노력당어획량은 0.9kg/폭으로 나타났다. 통발에서는 총 7종이 출현하였고 주요 우점종은 봉장어, 보라성게, 솜털문히로 나타났다. 어획량은 총 28.5kg을 어획하였으며 노력당어획량은 14.0kg/100개(통발)으로 나타났다. 정치망 조사는 2004년 9월부터 2005년 1월 까지 울진의 후포항과 삼척 장호항을 중심으로 매월 (9월, 10월, 11월, 12월, 이듬해 1월) 채집을 실시하여 출현 종을 조사하였으며, 또한 동해안 유입되는 담수어류를 조사하기 위하여 울진군의 남대천을 대상으로 2004년 11월에 조사를 실시하였다. 조사 기간 동안 울진 해역에서 정치망 어구에 어획된 어류는 762개체, 221,267g으로 8목 17과 22종이 출현하였으며, 그 가운데 방어가 개체 수에서 67.5%로 가장 우점하였고, 생체량에서도 방어가 94.6%로 대부분을 나타내었다. 또한 비교 조사 지역인 삼척에서 조사된 어류는 정치망 어구에서 총 11목 24과 26종이 출현하였는데 그 가운데 전갱이가 개체 수의 98%, 생체량의 84.5%로 가장 우점하였다. 출현 종의 경향은 가을이 다소 겨울보다 높게 나타났다. 하지만 출현한 분류군은 지역 간의 특별한 차이는 보이지 않았으며, 단지 아열대성 어류인 돌돔, 가시복 등이 한 대성 어류인 도루묵과 함께 채집되는 현상이 나타났다. 동해안의 담수어류는 조사 결과 총 6목 7과 13종이 출현하였는데 줄로 강 하구 부분에서 많은 종이 출현하였으며, 황어가 70.4%로 가장 우점하였다. 형망에서는 총 9종이 출현하였고 주요 우점종은 민들조개, 개량조개로 나타났다. 어획량은 312kg를 어획하였으며 노력당어획량 52kg/인망으로 나타났다.

잠수조사: 2004년 9월에 울진바다목장 해역 내 자연 암반과 인공어초 어장에서 SCUBA 다이빙을 이용하여 어류 자원 조사를 실시하였다. 수심이 25m 전후인 수중 암반 정점에서 수온은 15℃였고, 쥐노래미, 황놀래기, 흰꼬리볼락, 바닥문질 등 4종만이 관찰되었으며 수산어종으로는 14-30cm 급 쥐노래미가 4마리가 전부였다. 수심 28m의 모래바닥에 설치된 콘크리트 사각어초는 4-5단으로 잘 쌓여져 있었으며 볼볼락, 조피볼락, 돌돔, 말쥐치, 전갱이 등을 포함하여 총 10종이 확인되었다. 수산어종으로는 14-16cm 급 어린 말쥐치가 25마리, 12-14cm 급 돌돔 유어가 3마리 외 쥐노래미, 황놀래기, 조피볼락, 누루시볼락 등이 각각 한 마리씩 확인되었다.

4. 이용 · 관리

총사업비 57,210백만원이 투입될 예정인 울진바다목장 사업은 기존에 추진되어 온 통영바다목장과 전남다도해형바다목장이 가지는 어로이용의 기능에 관광자원으로서의 이용이라는 복합적 기능을 갖도록 추진될 예정이다. 이에 따라 총사업비 중 15,500백만원의 민자를 유치하여 수중관광시설 등海中공원을 조성해 나갈 야심찬 계획을 가지고 추진되고 있는 사업이다. 바다목장사업이 성공하기 위해서는 바다목장 해역에 대한 철저한 관리를 통해 자원을 풍부하게 조성하는 것만이 중요한 것이 아니라 조성된 자원을 관리하고

이용하는 어업인과 민간이 자원에 대한 주인의식을 가지고 지속적으로 이용할 수 있는 체제를 갖추는 것이 무엇보다 중요하다. 이를 위해 울진바다목장사업의 추진과정에서부터 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하여 자원관리와 이용에 대한 합의를 도출하고 어장 이용질서 등 이용자 상호간 마찰을 최소화 할 수 있도록 바다목장 관리·이용협의회를 출범시키고 자원의 주이용자인 어업인과 민간투자자들이 견해를 조정할 수 있는 자율관리위원회를 조직하여 운영해나갈 수 있는 체제가 우선적으로 추진되고 있다. 동사업이 계획대로 추진될 경우 울진바다목장이 가지는 순현재가치(NPV)는 할인율 3%, 5%에서 최소 2,210~최대 5,278억원으로 모든 시나리오에서 NPV가 +로 나타나 경제성이 있는 것으로 평가되었고, 내부수익율(IRR)도 최소 14.13~최대 15.49%로 상당히 높은 수준인 것으로 나타났다. 그러나 이러한 경제적 효과를 거두기 위해서는 철저한 바다목장 관리가 전제되어야 할 것이다. 즉 울진바다목장이 합리적이며 지속가능하게 이용되도록 하기 위해서는 관리·이용 방안에 따른 어업자와 민간의 이용이 전제되어야 할 것이다.

태안 바다목장

1. 환경 · 생태

해양환경

태안바다목장 해역에 대한 해양 환경의 기초 자료를 제공하기 위하여 수질의 시·공간적 변동 특성을 조사하였다. 수온은 9월 표층에서 평균 21.4℃를, 저층에서 평균 21.0℃를 보였고, 11월 표층에서 평균 14.3℃를, 저층에서 평균 14.1℃를 보였다. 두 시기 모두 공간적인 차이는 크지 않았다. 염분은 두 시기 모두 수층간 정점간 차이는 거의 없었고, 9월 염분은 대체로 30 psu를, 11월에는 31 psu를 나타냈다. 수소이온농도는 9월에 평균 8.11, 11월에 8.06으로 9월에 약간 높았고, 수질 1등급 기준 이내이었다. 용존산소는 9월에 비해 11월에 약간 높았고, 저층보다 표층에서 약간 높았고, 수질 2등급 기준으로 양호하였다. 부유물질은 9월보다 11월에 낮은 농도를 보였다. 아질산염, 암모니아, 인산염은 11월보다 9월에 높은 농도를 나타냈고, 질산염은 9월보다 11월에 높은 농도를 나타냈다.

1개의 조하대를 포함한 태안의 6개 지역, 31개 정점에서 2004년 9월과 11월에 채집한 퇴적물의 특성을 파악하고자 평균입도, 분급도, 강열감량 및 유기탄소량 분석을 수행하였다. 입도 분석 결과 니질 함량이 다소 높았던 고남 지역과 역질이 채집되었던 신야 2구를 제외한 나머지 지역들은 2.079~2.564 ϕ 의 분포를 보였으며 분급 상태는 좋았다. 지역별로 평균하여 비교한 강열감량은 신야 2구에서 2.77%로 가장 높았으며 유기탄소는 장곡 지역이 최저치인 0.48%를 신야 1구에서는 가장 높은 값인 1.27%를 보였다. 고남, 꽃지와 장곡 지역에서 11월 유기 탄소값이 9월에 비해 상당량 증가하였다. 조하대 모든 정점을 평균한 입도는 3.298 ϕ , 분급도는 1.81 ϕ , 강열감량은 3.53%, 평균 유기 탄소는 1.03%였다.

생태계특성

태안바다목장화 지역의 생태특성을 파악하기 위하여 2004년 9월과 11월에 미생물 및 동, 식물플랑크톤의 분포특성을 조사하였다. 종속영양세균은 사질 퇴적상 꽃지 조간대가 평균 1.74×10^9 cells/ml 로 니질 퇴적상 조간대 (신야 2구, 고남)보다 높은 현존량을 보였으며, 조하대에서는 정점 2에서 3.01×10^9 cells/ml로 가장 높은 현존량을 기록하였다. 본 조사에서 조하대의 종속영양세균은 전체적으로 다른 해역보다 높게 관찰되었는데 이는 태안바다목장화 수역의 유기물 부하량이 크기 때문인 것으로 사료된다. 식물플랑크톤은 총 44종이 출현하였으며 추계인 9월에는 *Skeletonema costatum*과 *Ceratium fusus* 등 규조류가, 동계인 11월에는 은편모조류가 우점하였다. 식물플랑크톤의 현존량은 9월에 표층이 평균 7.7×10^6 cells/l, 저층이 6.0×10^6 cells/l로 전반적으로 높은 개체수를 보였는데 이는 본 수역의 부영양화를 가늠케 해준다. 조간대 부착 규조류는 총 47종이 출현하였으며 대부분 우상목 규조목이 출현하였다. 특히 우상 규조목 가운데 *Amphora* 속과 *Cocconeis* 속이 제

1, 2 우점종을 차지하였다. 부착 규조류의 현존량은 9월과 11월 모두 사질 퇴적상 (꽃지 조간대)보다 니질 퇴적상 (신야 2구, 고남)에서 높았으며 종 특이적으로 서식지 환경에 존재하는 것을 알 수 있었다. 동물플랑크톤의 주요 우점분류군은 요각류로서, 조사 전 정점에서 3.48 ~ 7.2 %의 우점률을 보인 *Oithona similis*가 요각류 중 높은 우점률을 보였다. 동물플랑크톤은 9월 총 20 분류군, 11월 15개 분류군으로 출현분류군은 많지 않았으나 출현 밀도는 인접한 아산만 또는 통영바다목장화 지역보다 높은 것으로 조사되었다.

바다목장 해역 주변 조간대 대형저서동물 군집을 조사하기 위하여 2004년 9월과 11월 5개 갯벌 (고남, 꽃지, 신야 1, 2구 그리고 장곡)에서 현장 조사를 수행하였다. 먼저 2004년 9월에는 태안의 5개 조간대 지역에서 저서동물은 101종, 1,570개체, 390.5964 g이 채집되었다. 밀도 기준 최고 우점종은 단각류의 *Urothoe grimaldii japonica*와 *Haustorioides koreana*, 그리고 복족류의 땡가리 (*Batillaria cumingii*)였다. 생체량 기준 최고 우점종은 비단고둥 (*Umbonium costatum*)과 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)이었다. 2004년 11월에는 95종의 저서동물이 2,179개체, 414.0558 g이 채집되었다. 밀도 기준 최고 우점종은 단각류의 *Urothoe grimaldii japonica*와 총알고둥 (*Littorina brevicula*)였다. 생체량 기준 최고 우점종은 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)이었다. 높은 군집 밀도와 생체량은 신야 2구에서 관찰되었으며, 높은 다양성은 신야 2구와 고남에서 관찰되었다.

집괴분석과 다변량 분석, 상관분석을 이용하여 저서동물의 군집을 분석한 결과 크게 세 개의 군집으로 구별되는 것으로 나타났다. 첫 번째 그룹은 버들갯지렁이류, *Heteromastus filiformis*가 특징적으로 출현하였으며, 이외의 종조성에서도 다른 그룹과 차이를 보였다. 다른 두 그룹에서는 단각류, *Urothoe grimaldii japonica*가 공통적으로 출현하였으나 각 그룹 내 평균 서식 밀도는 뚜렷한 차이를 나타내었다. 상관 분석 결과 조간대 군집의 시공간적 변동성은 환경 요인 가운데 퇴적물의 특성과 관련지을 수 있는 것으로 나타났다.

조사 해역 조간대를 대상으로 대형저서동물의 가입양상을 살펴본 결과, 하계와 추계 모두 신야 2구에서 타 지역보다 활발한 가입이 일어났음을 확인할 수 있었다. 가입이 확인된 종 가운데 가입 빈도와 공간 분포 범위가 큰 종으로는 이때패류 (MBi)의 콩조개 (*Cycladicama cumingii*)와 돌사리조개류 (*Cycladicama tsuchii*), 그리고 복족류 (MGs)의 비단고둥 (*Umbonium costatum*) 등인 것으로 나타났다. 상업적인 중요성이 높은 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)의 경우, 주어진 관찰 기간 동안, 상대적인 출현 빈도와 분포 범위는 다소 제한적인 것으로 확인되었다. 지역적 특성 측면에서 신야 2구는 저서생물의 가입에 적합한 환경을 제공함으로써, 그 지역뿐만 아니라 인근 연안의 종 다양성 유지에 매우 중요한 지역으로 추정되었다.

태안바다목장 조하대 대형저서동물군집의 구조와 이차생산력을 측정하기 위하여 2004년 9월, 11월에 각각 6개 정점에서 조사가 이루어졌다. 2회의 조사기간 동안 채집된 저서동물은 총 165종 이었으며, 9월과 11월의 평균종수는 각각 40종/0.1m²과 46종/0.1m² 이

었다. 저서동물의 평균 밀도는 9월에 163개체/0.1m²에서 11월에 512개체/0.1m²로 크게 증가되었고, 평균 생체량 또한 8.2 g/0.1m²에서 22.3 g/0.1m²으로 증가되었다. 밀도기준의 우점종은 고리사슴갯지렁이 (*Amphisamytha japonica*), 단각류 Cheiriphotis sp., 양거미불가사리류 (*Amphioplus megapomus*), 버들갯지렁이류 (*Mediomastus californiensis*)였다. 생체량 기준으로는 극피동물이 중요한 동물군 이었는데, 검은띠불가사리 (*Luidia quinaria*), 모래무치엽통성게 (*Echinocardium cordatum*), 양거미불가사리류가 우점하였다. 갑각류 중에서는 장넙진흙살이게 (*Xenophthalmus pinnotheroides*), 연체동물 이매패류 중에서는 민띠접시조개 (*Moerella rutila*)가 우점종이었다. 12개의 조하대 저서동물군집은 공간적 이질성에도 불구하고 시간적으로 크게 9월과 11월 군집으로 구별되었는데, 이는 전체 정점에서 공통적으로 11월에 종수와 생물량이 많아졌기 때문인 것으로 보여 진다. 조하대 저서동물의 이차생산력은 정점별로 8.033~19.859 gAFDW m⁻² y⁻¹의 분포범위를 보여 정점 간 차이가 컸으며, 13.394 gAFDW m⁻² y⁻¹의 평균값을 나타냈다.

해조류의 경우 바다목장화 대상지역을 포함하는 충청남도 태안군 안면도지역에서 정점을 1~6로 선정하고, 2004년 9월 중순부터 동년11월까지 2회에 나누어 조사 하였다. 조사 기간 중 발견된 해조류는 총 24종이 관찰되었는데, 이중 홍조류가 12종으로 제일 많았으며, 갈조류가 8종, 녹조류가 4종 분류되었다. 생물량을 측정한 결과 9월에 내파수도에서 *Ulva pertusa*가 599.5 g · (dry wt) m⁻²으로 가장 높은 생물량을 보였으며, 11월에는 셋별 해수욕장부근 조사지역에서 *Sargassum thunbergii* 261.7 g · dry (wt · m⁻²)로 다른 조사지역에 비해 높은 생체량의 차이를 보였다. 연구기간동안 상조간대는 *Ulva pertusa*가 대표적인 우점종으로 나타났으며, *Codium* spp. 와 *Galaxaura* sp., *Gracilaria* sp.순의 우점종으로 출현하였다. 조간대 하부는 9월과 11월에 비슷한 종들이 출현하였는데 *Sargassum thunbergii*, *Undaria peterseniana*, *Sargassum* spp., *Hizikia* sp. 종 순서이며, *Sargassum thunbergii*가 우점종이라 볼 수 있다. 해조류의 종다양성은 9월과 11월에 외도에서 높게 나타났다. 반면, 바람아래는 9월에는 *Ulva pertusa*가 월등한 우점종으로 차지하였고, 11월에는 *Sargassum thunbergii*가 우점종으로 낮은 다양성을 보였으며, 균등도는 장삼지역이 9월과 11월에 비교적 높은 수치를 보였다. 정점별 유사도는 9월의 경우, 내륙지역인 정점 1-4까지 비교적 유사한 수치를 보였으며, 섬지역인 정점 5, 6지점이 각기 유사한 수치를 보였다. 반면, 11월의 경우는 내륙지역과 섬 지역에서 비슷한 양상의 유사도를 보였다.

조사기간 중 어란의 출현은 없었으며, 자치어는 2004년 9월에 4종, 155 개체/1,000m²가 출현하였다. 출현종은 보구치(*Argyrosomus argentatus*), 돛양태류(*Callionymus* sp.), 풀미역치(*Erisphex potti*), 망둑어류(*Gobiidae* sp.)였다. 이 중 우점한 종은 돛양태류로 전체 자치어의 77%를 차지하였다. 2005년 1월에 출현한 자치어는 2종, 37,323 개체/1,000m²가 출현하였다 (표 2). 출현종은 흰베도라치(*Pholis fangi*), 꼼치(*Liparis tanaki*)였다. 이 중 우점종은 흰베도라치로 전체 자치어의 99% 이상을 차지하였다.

안면도 외해역의 바다목장화 해역에서 2004년 9월부터 2005년 1월까지 어류상 조사를 수행하였다. 조사결과 총 7목, 21과 31종의 어류가 출현하는 것으로 나타났다. 개체수에서는 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*)이 687개체(31.1%), 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 364개체(16.5%), 꺾정어(*Trachidermus fasciatus*)가 306개체(13.9%), 홍어(*Okamejei kenojei*)가 222개체(10%) 출현하였고, 전체 개체수의 71.5%를 우점하였다. 생물량에서는 홍어가 38,940gWWt(47.4%), 문치가자미(*Limanda yokohamae*)가 13,890gWWt(16.9%), 쉬쉬망둑이 9,264gWWt(11.3%)로 나타났으며, 전체의 75.6%를 점유하였다.

2. 어장 조성

해저지형

조사구역은 황해 대륙붕과 만 및 조석역이 우세한 해빈을 연결해주는 전이해역으로 최대수심은 43m에 이르며 30m 이내의 수심 값을 갖는다. 그리고 조사구역내에 있는 외파수도와 내파수도로 인해 약간 기복이 있는 복잡한 해저지형을 보인다. 조사구역의 서남부 지역인 외파수도의 서쪽은 급경사를 가지며 34m까지 깊어지고 외파수도의 동쪽은 저조시에도 해수면에 노출되지 않는 여(암초)가 있다. 조사구역 서북지역에는 저조시 해수면에 노출되는 큰 여(암초)가 분포하고 있다. 외파수도와 내파수도 사이에 약 27m에 이르는 골이 조사지역 중앙에 분포하고 있으며, 내파수도의 암체가 북서쪽으로 연장되어 있어 그 지역은 낮은 수심을 가진다. 내파수도 동쪽끝은 저조시 나타나는 자연방파제와 연결되어 있고 조사구역의 동남부인 내파수도의 남부지역은 북동에서 남서방향의 완만한 구릉을 이루고 있다. 전체적인 조사지역의 퇴적상은 내·외파수도와 암반분포지역을 제외하고는 반고화된 딱딱한 퇴적층 상부에 모래, 빨질모래퇴적물이 지역적으로 2~7m 정도로 쌓여 있다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다. 조사지역의 해저면 음향영상의 전반적인 특징은 내·외파수도와 여(암초) 주위와 그 외지역으로 크게 구분된다. 조사지역의 해저면 음향영상은 해저지층기록과 마찬가지로 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉 돌출암반이 분포하는 섬 주변 암초지역, 상대적으로 조금 진한 색을 띠는 지역, 빨모래퇴적물이 쌓여 있는 옅은 색을 보이는 지역으로 구분할 수 있다. 그리고 내파수도의 북부지역과 외파수도의 남부지역은 상대적으로 더 옅은 흑백농도를 보인다. 이 지역에는 조사구역의 다른 지역보다 세립질의 모래질빨이 분포하고 있다.

인공어초

태안바다목장해역내의 인공어초의 투입현황은 콘크리트 사각어초 2종류를 1977년과 1994년 및 1998년에 총 356 ha 2,300개가 시설되었다. 조사투입시기 및 지역은 1977년에

는 태안 안면 승언리 나치도 해역에 1×1×1 m 크기 콘크리트 사각어초 4 ha 100개, 1994년 및 1998년은 태안 안면 승언리 외파수도 해역에 2×2×2 m 크기 콘크리트 사각어초 224 ha 1,400개와 128 ha 800개가 시설되었다. 인공어초 시설상태조사를 위해 사이드스캔 소나(Side Scan Sonar)와 잠수조사를 병행하였다. 1977년의 시설 인공어초는 소형 사각어초로 확인이 어려웠으며, 1994년과 1998년 인공어초는 비교적 어초의 시설상태가 양호하였으며, 어류의 위집 및 부착생물이 다량으로 서식하고 있어 인공어초 효과가 높은 것으로 조사되었다.

3. 자원 조성

자원 생태 특성

대하의 우량종묘 확보 기술 개발을 위해 대하의 먹이로 사용된 두토막눈썹참갯지렁이 및 양식장 연안에 서식하는 생물들을 대상으로 nested-PCR 법에 의해 WSSV 중간 숙주를 검색하였다. 실험 결과 3월 중순 모하로 사용하기 위하여 채집된 미성숙 대하는 10%의 낮은 감염률을 보였으나, 1개월 동안 먹이로 두토막눈썹참갯지렁이를 사용한 결과 감염률이 56%까지 상승하였다. 같은 시기에 자연에서 채집된 대하는 12%의 감염률을 보였고, 먹이로 사용된 두토막눈썹참갯지렁이를 대상으로 WSSV 감염여부를 실험한 결과 81%의 높은 감염률을 나타내었다. 실험에 사용한 중간숙주 대상생물은 모두 12종으로, 각 종별로 10개체씩을 채집하여 실험한 결과 말뚝망둥어 50%, 두토막눈썹참갯지렁이 20%, 바위게 10%, 곤쟁이류 70%, 방게 20%, 흰배도라치 100%, 바지락 20%, 게유생 100%, 요각류 30%의 감염률을 보였고, 민챙이, 농게, 대수리는 감염율을 보이지 않았다.

조피블락의 축제식과 육상수조식에서의 종묘생산방법에 따른 우량형질을 판정하기 위하여 RAPD PCR을 이용하여 이 두 집단에 대한 유전 다양성을 분석하였다. RAPD primer는 SRILS Uniprimer kit(서린 과학)로 총 12개의 primer를 사용하였으며 축제식과 육상수조식 각각 16마리의 가슴지느러미에서 genomic DNA를 추출하여 사용하였다. 실험 결과 축제식 양식장에서 생산된 조피블락 종묘 집단의 유전 다양성은 평균 61.8%, 육상수조에서 생산된 조피블락 종묘 집단은 평균 51.4%로 축제식 방법에서의 종묘가 다양성이 높은 것으로 나타났다. 집단별 평균 유사도는 두 집단 각각 0.88, 0.87로 큰 차이는 없었다.

우량 친어확보를 위해 AFLP 분석기법을 이용하여 넙치 친어 3계통(동해산, 서해산, 일본산)의 유전 다양성을 분석한 결과, 총 AFLP band의 수는 동해산 627개, 서해산 625개 그리고 일본산은 611개였으며 그 중 Polymorphic band의 수는 각각 191개, 200개, 158개로 다양성 수준은 평균 0.31, 0.32, 0.25로 동해산과 서해산이 일본산에 비해 높은 유전 다양성을 나타내었다. 특히 동해산의 경우 E/ACT-M/CAT 조합형에서 검출된 2개의

band는 다른 서해산 및 일본산 넙치와 명확히 구별되어 동해산 넙치의 계통식별에 유용한 표지인자로의 이용이 가능할 것으로 기대되었다. 우량 친어확보를 위해 RAPD 방법으로 쥐노래미 친어 2계통(서해산, 중국산)의 유전 다양성을 분석하였다. 6개의 primer를 사용하여 쥐노래미의 유전 다양성을 분석한 결과 총 RAPD band는 서해산이 73개, 중국산이 78개였으며 그 중 polymorphic band의 수는 각각 47개와 45개로 나타나 평균 다양성 결과는 서해산이 64.4%, 중국산은 57.7%로 서해산이 중국산보다 다소 높게 나타났다. 이러한 결과로 보아 효율적 자원 첨가를 위해서는 조피블락은 축제식 양식장을 이용하여 종묘를 생산하고, 유전적 다양성이 높은 동·서해산 넙치와 서해산 쥐노래미를 친어로 사용하여 종묘를 생산, 자원을 조성하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

대상종 서식 특성

갯벌지역의 서식특성을 파악하기 위하여 태안 바다목장 대상지역의 조간대 조사 결과 연체동물은 27과 40종, 절지동물 11과 14종, 극피동물 5과 5종 등 총 43과 59종이 출현하였다. 조사지역에서 연체동물 참굴(*Crassostrea gigas*), 바지락(*Ruditapes philippinarum*), 총알고둥(*Littorina brevicula*), 황해비단고둥(*Umbonium thomasi*), 비단고둥(*Umbonium costatum*), 대수리(*Thyas clavigera*), 보말고둥(*Omphalius rusticus*), 세뿔고둥(*Ceratostomaournieri*), 절지동물 조무래기따개비(*Chthamalus challengerii*), 달랑게(*Ocypode stimpsoni*), 풀게(*Hemigrapsus penicillatus*)는 전 조사지역에서 채집되었다. 정량조사 결과 채집된 각 조위별 우점종은 상조대에서는 총알고둥, 참굴, 달랑게, 조무래기따개비, 길게(*Macrophthalmus dilatatus*), 쪽(*Upogebia major*)으로 나타났다. 중조대에서는 참굴과 바지락, 조무래기따개비, 풀게, 달랑게, 쪽이 우점하였다. 하조대에서는 참굴과 바지락, 풀게가 우점하였다.

조하대 어류 및 무척추동물(갑각류 및 연체동물, 극피동물)의 분포특성을 파악하기 위하여 소형기선저인망, 새우자망, 복합자망, 통발을 이용하여 조사한 결과 총 79종이 출현하였으며, 그 중 어류가 39종, 절지동물 10종, 연체동물 21종 및 극피동물 9종이 어획되었고 총 어획량은 24,439마리, 553 kg였다. 4종류의 어구를 이용하여 조사한 바다목장 조성 해역의 유용 무척추동물은 꽃게(*Portunus trituberculatus*), 민꽃게(*Charybdis japonica*), 대하(*Fenneropanaeus chinensis*), 중하(*Metapenaeus joyneri*), 갯가재(*Oratosquilla oratoria*), 주꾸미(*Octopus ocellatus*), 꼴뚜기(*Loligo beka*), 갑오징어(*Sepia esculenta*), 비단가리비(*Chlamys farreri*), 참전복(*Haliotis discus hannai*), 큰이랑피조개(*Scapharoa satowi*), 갈색띠매물고둥(*Neptunea arthritica cumingii*), 피뿔고둥(*Rapana venosa*), 각시수랑(*Volutharpa ampullacea perryi*), 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*) 등 15종이었으며, 해적생물인 별불가사리(*Asterina pectinifera*), 아므르불가사리(*A. amurensis*), 검은머불가사리(*Luidia quinaria*), 거미불가사리(*Ophiocoma imbricatus*) 등도 많이 서식하고 있었다. 잠수조사에 의한 5개 섬지역(외파수도, 내파수도, 외도, 종달여, 분여) 및 육지와 인접한 신야리 조하대의 무척추동

물은 총 26종이 출현하였고, 그 중 연체동물이 15종으로 가장 많았으며, 극피동물과 절지동물이 각각 9종, 2종이 출현하였다. 이곳의 유용 무척추동물은 참전복, 비단가리비, 큰이랑피조개, 벗굴(*Ostrea denseramellosa*), 피빨고등, 황해피빨고등(*Rapana venosa pechiliensis*), 해삼(*Stichopus japonicus*), 말뚝성게, 보라성게(*Anthocidaris crassispina*), 민꽃게 등 10종이었으며, 해적생물인 불가사리류가 다량 분포하고 있었다.

자원 현황

조간대 패류의 현존량 조사결과 참굴은 승언리 등 5개 지선 모두에서 출현하였으며, 대부분의 지역에서 우점종으로 나타났다. 참굴의 분포면적은 138ha였으며, 전체 자원량은 3,530.8톤으로 추정되었다. 바지락은 승언리를 비롯한 5개 지선 모두에서 출현하였으나, 고남리 지선에서만 우점하는 것으로 나타났다. 바지락의 분포면적은 70.2ha였으며, 전체 자원량은 348.5톤으로 추정되었다. 조하대 무척추동물 중 해삼과 전복은 외파수도를 비롯한 6개 지역 모두에서 출현하였으며, 해삼의 분포면적은 115.9ha, 전체 자원량은 90.6톤으로 추정되었고, 전복은 58.0ha, 전체 자원량은 38.2톤으로 추정되었다. 갯벌지역의 자원조성 방향은 조간대 갯벌은 지형 및 저질 특성에 따라 2구역 또는 3구역으로 나누어 추진하는 것이 효과적이겠다. 자원조성은 1차적으로 현재 서식하고 있는 자연자원을 일정기간 동안 보호구역으로 설정하여 증식을 유도하고, 2차적으로는 정밀 적지조사를 통해 외부종의 이식을 유도하는 것이 바람직하다. 갯벌지역에서 자원조성이 가능한 품종은 참굴과 바지락, 동죽, 가무락 등이며, 참굴의 경우 사질역에서 가상식에 의한 개체굴의 대량 양식도 가능하다. 특히 개체굴에 의한 가상식 양식은 참굴의 품질고급화를 유도할 수 있다. 이와 함께 발생지역이 확산되고 있는 고남리 지역의 쪽 구제대책이 필요하다. 대상종의 종묘확보는 참굴은 인공종묘생산기술이 확보되어 있어 개체굴에 의한 종묘의 대량공급이 가능하며 바지락과 가무락(*Cyclina sinensis*), 동죽(*Macrta veneriformis*)은 외부로부터의 공급이 필요하다.

바지락의 건강도 측정 기술 개발을 위하여 2004년 10월 충남 안면도 지역의 4개 정점(고남, 누동, 황도, 방포)으로부터 바지락을 채집하였으며, 이들의 Condition index (CI), 면역력, 생화학적 조성, 기생충 감염도를 정량적으로 측정하였다. CI는 황도와 방포 지역이 상대적으로 낮았으며 고남과 누동 지역의 바지락이 높게 조사되었다 ($P<0.001$). 면역력 측정의 일환으로 조사된 혈구 사망률은 누동과 고남 지역의 바지락이 방포와 황도 바지락 보다 높았으며 ($P<0.001$), 식세포율은 누동과 고남 바지락이 황도와 방포 바지락 보다 높았다 ($P<0.001$). 총 혈구 수는 고남과 황도에서 높게 조사된 반면, 누동과 방포 지역의 바지락에서 낮게 조사되었다 ($P<0.001$). 기생충 감염도는 황도 바지락에서 약 160만개체/g의 바지락포자충이 검출되었고 ($P<0.001$), Brown Ring Disease (BRD, 원인균 *Vibrio tapetis*) 역시 황도 바지락에서 높게 조사되었다 ($P<0.001$). 흡충류는 고남과 황도 바지락

에서 감염도가 높았다 ($P < 0.001$). 생화학적 조성의 경우 바지락 조직내 단백질 함량은 누동 바지락이 다른 지역과 비교시 상대적으로 높았으며 ($P < 0.05$), 탄수화물 함량은 황도 바지락이 극히 낮게 검출되었다 ($P < 0.001$). 지질의 함량은 황도 바지락에서 낮게 조사되었으나 통계적 유의성은 없었다. 이상의 결과를 바탕으로 볼 때 CI의 지역별 차이는 바지락의 생화학적 조성의 차이와 밀접한 관계가 있는 것으로 보여지며 기생충 감염 역시 CI의 변화에 영향을 주는 것으로 판단된다. 그러나 면역력의 차이를 바지락의 건강도에 적용시키기 위해서는 보다 심층 있는 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다. 결론적으로 상기 4개 지역 바지락의 건강도를 비교해 볼 때 고남 지역의 바지락이 CI와 생화학적 함량이 높고, 비교적 기생충 감염도가 낮아 건강도가 가장 좋은 것으로 판단되며, 이 같은 사실을 보완하기 위해 우리나라 주요 바지락 서식지를 대상으로 비교 실험이 요구된다.

조하대 수역의 자원조성 방향은 기존의 C구역을 I해역(외도권)과 II해역(과수도권)으로 구분하여 추진하는 것이 효과적이겠다. 조하대 수역의 자원조성은 I해역 중 종달여 수역은 해삼과 비단가리비의 씨뿌림이 가능하겠으며, 외도수역은 해삼과 전복, 비단가리비의 씨뿌림이 가능하겠다. II해역 중 내과수도와 외과수도는 전복, 해삼, 비단가리비의 씨뿌림양식이 가능하며, 15~20m의 수심이 유지되는 내과수도와 외과수도 사이 및 인근 주변해역은 비단가리비와 키조개(*Atrina pectinata*)의 수하식양식장으로 개발이 가능하다. 분여 수역은 전복과 해삼, 비단가리비의 씨뿌림 양식이 가능하다. 이곳에서 자원조성은 기존에 서식하고 있는 경제성 품종을 대상으로 정밀 적지조사를 통한 적극적 관리와 함께 일정기간 동안 보호구역으로 설정이 필요하다. 비단가리비는 자연채묘로 종묘의 대량 확보가 가능하며 씨뿌림과 수하양식에 의한 서해 바다목장 조성에 적합한 품종이다. 전복은 인공종묘생산기술의 정착으로 대량의 우량종묘 확보가 가능하며, 해삼은 서해수산연구소에서 인공종묘생산 기술개발이 정착되어 대량의 씨뿌림용 인공종묘 확보가 가능하다. 키조개는 아직까지 종묘생산기술이 확립되지 않는 상태로 자연종묘의 수집에 의한 채롱 수하식 양식이 가능하다. 특히 이곳 해역에서 생산된 패류는 태안군 남면해역이 패류 위생조사구역(서해수산연구소, 2006년)으로 지정될 경우 수출품종으로 육성도 가능해질 것이다. 한편 대규모 양식장 조성에 의한 생태계의 안정성 확보를 위해서는 환경수용력, 씨뿌림 수역의 적정성, 씨뿌림 종묘의 크기, 유전적 다양성, 씨뿌림 방법의 최적화, 씨뿌림 효과 측정방법 개발 등의 검토가 필요하며, 씨뿌림 이전에 대상생물에 대한 정밀 적지조사가 반드시 필요하다.

2004년 10월과 12월에 태안바다목장 해역에 서식하는 어류를 대상으로 자망조사를 실시하였다. 어획시험 결과, 총 9종의 어류가 조사되었는데 10월에 8종, 12월에 5종이었다. 개체수와 총중량에 있어서는 10월에는 36마리, 7,247g이었고 12월에는 48마리, 11,108g으로 개체수와 총중량이 많았다. 10월의 어류 출현 양상을 살펴보면, 문치가자미가 16마리 조사되어 전체 개체수의 44%를 차지하여 가장 많은 비중을 차지하였다. 서해안에서 년중 정

착하고 태안 바다목장의 대상어종인 조피볼락과 쥐노래미는 각각 7마리, 890g, 5마리 668g을 차지하여 문치가자미에 이어 많이 출현하였다. 12월에는 홍어가 20마리, 4,052g 조사되었고 삼세기가 18마리 5,230g로서 언급한 2종이 이 달 전체 출현개체수의 79%, 총 중량의 84%를 차지하여 대부분을 이루었다. 2004년 10월에 태안바다목장 해역 내 자연암반과 인공어초 어장에 각각 6, 5개 정점을 정하고 스쿠버다이빙에 의한 어류 자원 조사를 실시하였다. 자연 암반에서는 노래미, 쥐노래미, 다섯동갈망둑, 두줄망둑, 황해볼락, 조피볼락 등 각 정점에서 10종 이하의 어종이 확인되었는데, 황해볼락과 조피볼락은 비교적 큰 바위의 아래나 틈에 편중 분포하고 있는 특성을 보였다. 인공어초는 수심 20-25m의 사패질 바닥에 콘크리트 사각어초가 3-4단으로 잘 쌓여 있으며 조피볼락, 쥐노래미, 황해볼락 등 어종이 우점하고 있었으며 그 외 두줄망둑, 말쥐치, 넙치, 문치가자미 등을 포함하여 총 8종이 관찰되었다.

4. 태안바다목장 이용 · 관리

통영과 여수 바다목장이 단지 어로어업을 목적으로 하는 반면에, 태안바다목장은 갯벌의 지속가능한 이용과 관광 그리고 어로를 동시에 목표로 하고 있다. 총 41,810 백만원이 사업에 투자될 예정이며, 전체 사업비 중에서 1,200백만원이 민자를 통해 투자될 것이고 이는 갯벌 관광시설을 포함한 해양공원 등에 사용될 것이다.

사업의 성공적인 수행을 위해서는, 바다목장 해역에서 자원을 회복하는 것뿐만 아니라 지속적으로 수산자원을 관리하는 체계를 구축하는 것이 가장 중요하다. 관리이용협의회가 출범하면 수산자원 관리와 이용을 위한 합의도출을 위해 해양에 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하게 되며, 해역 이용자들의 의견 충돌을 최소화할 수 있을 것이다. 더욱이, 자율관리어업위원회가 운영되면 주요 해역 이용자들(어업인 및 민간 투자자)들이 이를 통해 의견조정이 가능할 것이다.

동 사업은 국가, 지자체, 어업인, 민간 등의 공동 투자를 통해 총 사업비 41,810백만원이 투입되어 추진될 예정이며, 이 계획대로 추진될 경우 태안바다목장이 가지는 순현재가치(NPV)는 할인율 3%, 5%에서 최소 2,383억원으로 모든 시나리오에서 NPV가 +로 나타나 경제성이 있는 것으로 평가되었고, 내부수익율(IRR)도 최소 18.23%로 상당히 높은 수준인 것으로 나타나고 있다.

그러나 바다목장 해역은 우선적으로 이러한 경제효과를 얻기 위해 철저하게 관리되어야 한다. 그리고 이를 위해서는 태안 바다목장 해역의 지속가능한 이용을 위해서는 어업인과 민간 투자자들의 적극적인 참여가 전제되어야 할 것이다.

북제주 바다목장

1. 환경 · 생태

해양환경

북제주 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인중 9월부터 12월까지 수온범위는 16.5~24.9℃로 나타났다. 표·저층간 평균수온 차이는 9월에 3.1℃이고, 10월부터 12월까지 0.5℃ 미만으로 나타나 10월부터 수괴혼합이 활발해지고 있었다. 염분범위는 31.06~34.48psu로 표·저층간 평균염분 차이는 9월에 0.62psu, 10월 0.04psu, 11월에 0.13psu, 12월에 0.01psu 로 나타나 수온과 마찬가지로 10월부터 연직혼합의 발달이 진행되어 있었다. 특히, 10월(34.30~34.48 psu)과 11월(33.93~34.36 psu)에 수평염분분포는 서쪽연안역에 출현하는 대마난류 주류부와 외해수의 세력소장에 의한 것이라고 사료된다.

pH는 9월에 표층은 8.25~8.30(평균 8.27), 저층은 8.23~8.32(평균 8.28)의 범위를 보였고, 11월에는 표층은 평균 8.29로 정점간 차이가 거의 없었으며, 저층은 8.21~8.39(평균 8.26)의 범위를 보였다. 용존산소량은 9월에 표층은 7.38~7.81mg/ℓ, 저층은 7.12~7.98mg/ℓ의 범위를 보였고, 11월에는 표층평균은 7.59mg/ℓ, 저층평균은 6.85mg/ℓ를 나타내어 저층에서 다소 낮은 농도분포를 보이고 있었다. 부유물질의 농도는 표층에서 6.9~9.8mg/ℓ를, 저층에서 4.0~17.1mg/ℓ의 범위로 9월에 비해 11월이 다소 낮은 농도를 나타내었으며, 월별 투명도는 9월에 최고 14.0m(정점 10), 11월에는 13.0m의 투명도를 보였다.

영양염류 중 질산염의 농도는 최저 1.802μM(9월, 정점 2의 표층)에서 최고 10.686μM(9월 정점 2의 저층)까지 비교적 큰 폭을 보였으며, 9월에 높고 11월에 낮은 분포양상을 보였다. 아질산염의 농도는 최저 0.061μM(9월, 정점 8의 저층)에서 최고 0.419μM(11월 정점 6의 표층, 정점 3의 저층)의 변화를 보였고, 11월이 다소 높은 경향을 나타내었다. 암모니아의 평균 농도는 표층에서 9월에 0.825μM, 11월에 0.321μM이었고, 저층에서는 각각 0.873μM, 0.303μM을 보였다. 인산염은 최저 0.056μM(9월, 정점 2와 10의 표층)에서 최고 0.819μM(11월 정점 9의 표층과 저층)의 변화를 보였으며, 저층에서 보다 높은 농도 분포를 나타내고 있었다.

퇴적환경은 2004년 9월, 11월의 경우 바다목장 해역의 연질저질토는 연안육지와 가까운 안쪽 정점들은 주로 (g)mS로 이루어져 있고, 바깥쪽 정점들은 (g)mS와 gmS가 혼합된 퇴적상이 분포되어있다. pH값은 평균 8.14을 중심으로 정점별로 뚜렷한 변동을 나타내지 않았고, COD, TOC, TON, IL은 silt와 clay함량이 많은 주로 바깥쪽 정점들이 안쪽 정점들보다 약간 높은 농도를 나타내었고, CaCO₃, TC 농도는 모래함량이 다소 많은 안쪽 정점들이 약간 높은 농도를 나타내었다.

생태계 특성

2004년 9월과 11월에 북제주 바다목장 해역 10개 정점 표층수와 저층수에서 시료를 채집하여 평판계수법에 의하여 해수 시료에 중속영양세균, 총 대장균, 비브리오 속 세균에 분포를 조사하였다. 9월과 11월에 중속영양세균의 개체수는 표층수는 $4.3 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^4$ cfu/ml, $3.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml 그리고 저층수에서는 $5.0 \times 10^1 \sim 3.0 \times 10^3$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 8.0 \times 10^1$ cfu/ml 의 범위로 나타났다. 총 대장균수는 9월과 11월 표층수에서는 $1.0 \times 10^1 \sim 4.3 \times 10^2$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 6.0 \times 10^1$ cfu/ml, 저층수에서는 각각 $0 \sim 2.2 \times 10^2$ cfu/ml, $0 \sim 4.0 \times 10^1$ cfu/ml 의 범위를 나타냈다. 또한 비브리오 속 세균 개체수는 9월과 11월 표층수에서 $1.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^4$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml, 저층수에서 $1.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml, 0 cfu/ml 의 범위로 나타났다.

조사해역에서 2004년 9월과 11월에 출현한 종류는 총 176종으로 규조류가 110종, 와편모조류가 34종, 식물편모조류가 32종이었으며 규조류가 62.5%, 와편모조류가 19.3%, 식물편모조류가 18.2%의 종 구성비율을 보였다. 9월에 22,146 - 62,158 cells/L로 전 정점의 평균이 35,124 cells/L을 나타내었고, 11월에 21,546 - 40,020 cells/L로 전 정점의 평균이 29,110 cells/L를 보였다. 9월의 우점종은 총 10종으로 규조류인 *Paralia sulcata*가 34.5 - 37.5%의 점유율로 가장 우점하였고, 10월에는 와편모조류인 *Prorocentrum lima*가 16.3 - 32.7%의 점유율로 가장 우점하였다. 9월 엽록소량은 0.22 - 1.02 범위로 전 정점 평균은 0.51 $\mu\text{gChl-a/L}$, 11월은 0.12 - 1.02 범위로 전 정점 평균은 0.62 $\mu\text{gChl-a/L}$ 을 보였다.

결론적으로 2004년의 9월과 11월 두 달의 평균값인 0.57 $\mu\text{gChl-a/L}$ 에 의한 기초생산 잠재력은 2003년의 연평균 기초생산잠재력보다 낮았으며 제주도 전 연안역의 연평균인 약 0.7 $\mu\text{gChl-a/L}$ 보다도 낮게 평가되었다.

2004년 하계(9월)과 추계(11월)에 북제주 바다목장 해역에 출현한 동물플랑크톤은 요각류 및 관해파리류 군집을 중심으로 패충류, 바다곤쟁이류, 단각류, 모악동물, 유형류, 살파류, 다모류 등과 각종 유생으로 구성되며 조성 비율은 정점별, 계절별로 차이를 나타냈다. 하계에는 요각류, 복족류와 이매패류의 유생 순으로 우점 하였으나, 추계에는 관해파리류, 요각류, 유형류 순으로 우점 하였다. 총 출현 개체수는 하계에는 평균 7,819 indv./m³에 비해 추계에는 9,015 indv./m³로 다소 높았다. 하계에는 요각류인 *Oithona decipiens*가 추계에는 관해파리류인 *Diphyes* sp.가 각각 우점 하였다. 출현 동물플랑크톤을 대상으로 먹이생물로서의 크기를 분석한 결과, 요각류가 우점군집으로 출현하는 하계의 동물플랑크톤상은 해산어류의 자어기(특히, 후기 자어)와 치어기의 동물먹이생물로서 매우 가치가 높을 것으로 판단되었다. 그러나 추계에는 먹이생물로서 가치가 높은 요각류의 출현량이 적고 더욱이 그 크기가 커지는 경향을 보여 해산어의 후기자어나 치어의 먹이로서 하계에 비교하여 그 가치가 낮을 것으로 판단된다.

고산주변해역에 대한 저서동물의 조하대 생태계를 파악하고자 4개의 조사지선을 선정

한 후, 각 조사지선 당 3개의 정점을 선정하여 2004년 9월과 2004년 11월에 SCUBA를 이용하여 조하대의 생물상을 조사하였다. 고산 주변 조하대에서 관찰된 방형구 내 저서동물들은 모두 57종이었다. 2004년 9월과 11월의 각 조사지선 당 평균 출현개체수는 각각 163 개체/50cm², 129 개체/50cm²였다. 이 중 우점종은 회오리고둥류(Family Pyramidellidae) 및 언칭이고둥류(*Philbertia* sp.)로서 각각 60 개체/50cm², 6~98 개체/50cm²의 범위를 나타냈다. 두 시기의 차이는 겨울철 낮은 수온과 먹이조건이 좋지 않은 환경요인에 기인하는 것으로 판단된다. 수산유용생물인 소라(*Batilus cornutus*), 보라성게(*Anthocidaris crassisпина*) 및 거품돌산호(*Alveopora japonica*)의 개체수가 많은 것을 고려했을 때, 이 지역의 높은 일차생산력 및 해수의 질적 상태가 좋음을 시사한다고 볼 수 있다.

북제주바다목장해역의 해조군집특성을 파악하기 위해 2004년 10월과 2005년 1월에 5개 조간대 조사지점과 10개 조하대 조사지점을 조사하였다. 두 계절 공히, 조간대 해조군집은 상, 중, 하부로 뚜렷이 구분되었다. 상부의 우점종은 애기우뭇가시리(*Gelidium divaricatum*)였던 반면, 중부는 지층이(*Sargassum thunbergii*)와 툃(*Hizikia fusiformis*)로 대표되었다. 하부의 우점종은 비틀대모자반(*Sargassum sagamianum*)과 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)로 나타났다. 2004년 10월 조하대에서 출현한 종수는 총 40종으로 녹조류 2종, 갈조류 7종, 홍조류 31종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태(*Ecklonia cava*)의 습중량이 가장 높았고(80g/0.25m²), 툃니모자반(*Sargassum serratifolium*, 48.2g/0.25m²), 참산호말(*Corallina pilulifera*, 20g/0.25m²), 넓은게발(*Amphiroa dilatata*, 18.2g/0.25m²)의 순으로 높았다. 2005년 1월 조하대에서 출현한 종수 역시 총 40종으로 녹조류 2종, 갈조류 7종, 홍조류 31종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태의 습중량이 가장 높았고(194.6g/0.25m²), 툃니모자반(51.5g/0.25m²)과 방황게발혹(*Marginisporum abberans*, 29.6g/0.25m²) 순으로 높았다.

2004년 하계(9월)와 추계(11월)에 북제주 바다목장화 지역인 차귀도 주변해역에서 난·자치어 출현상황을 조사하였고, 또한 2004년 10월과 11월에 조사해역 연안에 위치한 4개 정점에서 잠수관찰을 통해 어류상을 조사하는 동시에 2004년 8월부터 10월까지 현지 어민의 자망 어획일지 자료를 통해 시기별 어획된 어류들의 종조성을 조사하였다. 조사기간 동안 출현한 자치어는 총 8목 19과 20속 36종이며 종수면에서 망둑어과, 양볼락과, 셋비늘치과, 덕도라치과 등이 우점종으로 나타났다. 시기별 자치어 출현량에 있어서는 추계보다 하계에 출현량이 현저히 많았다. 하계의 경우 볼락, 고등어, 자리돔, 추계에는 특히 썸뱅이가 출현량면에서 가장 우점하고 있었다. 다음으로 어류상 조사에 있어서 SCUBA에 의한 잠수관찰 결과 총 7목 31과 45속 53종이 관찰되었다. 이중 놀래기과 6종, 자리돔과 6종으로 이들이 종수면에서 가장 우점하고 있었고 이외에 양볼락과, 황줄감정이과, 청베도라치과가 각각 3종, 색줄멸과, 동갈돔과, 나비고기과, 망둑어과, 참복과가 각각 2종씩 관찰되었다. 한편 현지 자망어업에 의해 어획된 어류들의 종조성을 살펴보면, 어획된 어종은 총 4목 12과 15속 16종으로 이 중 대부분이 연안 정착성 어종들로 구성되어 있었다.

이 중 양볼락과가 4종으로 중수면에서 가장 많았고 다음으로 바리과가 2종 출현하고 있었다. 그 외에 두툽상어과, 전갱이과, 도미과, 황줄감정어과, 돌돔과, 다동가리과, 놀래기과, 독가시치과, 넙치과, 쥐치과가 각각 1종씩 출현하고 있었다.

2. 어장조성

해저지형

본 조사구역의 해저지형은 서쪽 북부에서 60m 정도의 최대수심이 나타나고 북부지역이 남부지역보다 깊은 수심분포를 보인다. 북부지역에서는 연안에서 약 1.0km 부근지역에서 급경사를 이루며 60m 정도까지 깊어지고 남부지역은 40m 이내의 완만한 수심분포를 보이고 있다. 전형적인 암반해안으로 연안에서 연장된 돌출암반과 상대적으로 지형적 저지인 지역에 조립질의 얇은 퇴적층이 아주 얇게 피복되어 있다. 해저지층기록에서 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는 조사지역의 남부지역에 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 수심이 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 지역적으로 저지인 북부지역에서도 거의 퇴적층이 보이지 않고 자갈모래질퇴적물이 노출암반 상부와 사이에 지역적으로 아주 얇게 퇴적되어 있다.

인공어초

북제주 바다목장 해역내의 인공어초 시설지는 북제주군 한경면 해역에 4개지선이었으며, 간접적인 영향을 미칠 수 있는 해역은 3개 지선으로 나타났다. 바다목장 해역내에 시설된 인공어초는 사각어초를 포함한 7개 종류이었으며, 총 면적 901ha에 10,396개가 시설되었다. 시설된 인공어초 가운데 사각어초가 516ha에 3,492개가 투하되어 가장 많이 시설되었으며, 그 다음으로 빨삼각형, 방갈로형 어초 순으로 시설되었다. 북제주 바다목장 조성해역과 간접적인 영향을 미칠 수 있는 인근해역의 인공어초 시설 현황은 720ha에 3,350개가 시설되었다. 그 가운데 사각어초가 256ha에 1,600개, 반구형어초가 256ha에 1,734개가 시설되었다. 2000년 이후 강제어초는 192ha에 12기가 시설되어 최근 그 시설량이 증가되고 있음을 알 수 있었다.

3. 자원조성

대상종의 자원생태 특성

북제주형 바다목장의 주 대상 어종에 관한 기초 생태학적 검토는 다음과 같은 종을 대상으로 하였다. 우선 어류로는 돌돔, 자바리, 무척추 동물은 전복, 오분자기, 소라를 들 수 있겠다. 이런 고급 어종들은 바다목장 조성에 따른 해당 지역어민의 직접적인 소득 증

대에 기여할 수 있다. 또한 제주도 특유의 관광객을 위한 고급 특산품으로 가치가 있다. 또한 해조류로는 모자반과 감태를 들 수 있는데, 바다목장의 필수적인 해조류 군락 조성 등의 어장조성에 필수적이다. 따라서 대상 생물을 북제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 증대를 위하여 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

대상종의 서식 특성

북제주바다목장해역의 어류서식지 특성을 조사하였다. 목장해역의 지형특성을 알기 위해 해저지형자료를 분석하였다. 또한 바다목장해역 내 암반서식지에서 살아가는 생물의 군집특성을 분석하기 위해 조하대에서 10개 조사지점을 선정하였고, 해조류와 부착동물의 풍도를 조사하였다. 어류에 대해서는 잠수관찰을 통해 나타난 정성자료를 토대로 서식특성을 기술하였다. 획득한 자료는 주요종의 공간분포를 기술하는데 사용되었다.

어류자원

차귀도 주변 북제주 바다목장 조성지에 어류의 자원실태를 파악하기 위해 2004년에 일반자망, 3중자망 및 통발을 이용한 어획실험과 SCUBA에 의한 잠수조사를 실시하였다.

어구조사: 각 어구조사별로 조사기간 동안 총 49종이 출현하였고, 총 어획량은 105,946.6g이었다. 3중 자망에서 31종, 53,187.4g으로 출현종 및 어획량이 가장 높게 나타났으며 통발에서 27종(48,124.0g), 일반자망에서 18종(38,317.8g)의 순으로 나타났다. 월별 출현 양상은 3중자망에 어획된 어류의 출현종수 및 어획량은 9월과 11월에 각각 29종(40,078.0g)과 14종(13,109.4g)이었으며 일반자망의 경우 14종(21,628.3g)과 11종(16,689.5g)이었고, 통발은 22종(20,302.4g)과 21종(27,821.6g)으로 나타나 전반적으로 9월에 비해 11월의 출현종 및 어획량이 감소하는 경향이 나타났다. 지역별 출현양상에 있어 일반자망과 3중자망의 경우 9월에는 고산이 27종으로 가장 높게 나타났고, 신창이 16종으로 가장 낮은 출현 종수를 보였으나 11월에 들어서는 지역별로 큰 차이는 없었다. 통발의 경우 출현종수는 지역별로 큰 차이가 없었던 반면, 11월에 생체량은 신창, 용수(용당)이 각각 10,756g, 11,278g로 고산 5,742g보다 약 두 배정도 많았다. 3중자망의 지역별 단위노력당 어획량(CPUE)은 고산이 942.8g/폭으로 최고를 보였고, 용수·용당이 940.3g/폭이었으며 신창이 776.3g/폭으로 가장 낮은 분포를 나타내었다. 일반자망은 3중자망과 같은 양상으로 고산에서 580.4g/폭으로 가장 높았고, 신창이 102.4g/폭으로 가장 낮았다. 통발에 있어서는 용수·용당에서 153.7g/폭으로 가장 높게 나타났고, 자망과는 달리 고산에서 101.9g/폭으로 가장 낮게 나타났다. 부어류 자원은 고산에서 높게 나타나 반면, 저어류는 용수·용당과 신창에서 높게 나타나는 지역적 특성을 보였다.

우점종은 일반자망과 3중자망으로 어획된 어류는 총 32종 중 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer*(40마리), 여덩동가리 *Goniistius quadricornis*(35마리), 전갱이 *Trachurus japonicus*(28

마리), 말쥐치 *Thamnaconus modestus*(25마리), 독가시치 *Siganus fuscescens*(22마리), 참돔 *Pagrus major*(20마리) 등이 우점 하였으며 통발로 어획된 어류는 총 23종 중에서 놀래기 *Halichoeres tenuispinis*(331마리), 황놀래기 *Pseudolabrus japonicus*(299마리), 용치놀래기 *Halichoeres poecilopterus*(153마리), 쓸종개 *Plotosus lineatus*(115마리), 쏨뱅이 *Sebastiscus marmoratus*(63마리), 자리돔 *Chromis notata*(54마리), 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*(27마리)순으로 우점 하였다.

잠수조사: 2004년 10월과 12월에 자연암반 정점(지실이도 동편)과 인공어초 정점(차귀도 남쪽)에서 SCUBA 다이빙을 이용하여 북제주 바다목장의 어류 자원 조사를 실시하였다. 자연암반 조사에서는 수심 25m까지 약 120m²에서 강담돔, 쓸배감펍, 파랑돔, 금강바리, 세줄얼개비늘, 세동가리돔 등을 포함하여 총 어종은 34종이 확인되었고 수산어종으로는 45cm 급 넙치, 20cm 급 독가시치, 15-30cm 급 벵에돔, 쏨뱅이, 돌돔 유어들이 관찰되었으며 이 중에서 특히 개체수가 많았던 종은 벵에돔으로 약 300마리가 관찰 해역에서 확인되었다. 설치된 지 1년 지난 사각어초는 잔 모래 자갈이 깔린 편평한 바닥 위에 3-4단으로 잘 쌓여져 있었으며 총 14종의 어종이 확인되었다. 수산어종으로는 33cm 넙치 한 마리, 불블락 유어 500여 마리, 22-30cm 급 돌돔 8마리, 18-24cm 급 말쥐치 12마리가 관찰되었다.

무척추동물 자원

제주 바다목장 조성지인 차귀도 주변해역의 2004년 9월과 11월의 2차에 걸쳐 4개지역 24개 정점에 방형구를 이용하여 SCUBA에 의한 생물채집 및 통발어획을 병행 실시하여 무척추동물 자원조사를 실시하였다. 출현종은 총 140종으로 이들 중 연체동물이 1문 4강 11목 22과 45종으로 전체 출현 동물들 중 32.1%로 가장 높게 나타났다. 출현개체수는 총 2,123개체/m²로 연체동물 중 복족류(Gastropoda)가 전체51.3%(1,090개체/m²)로 가장 높게 나타났다. 총 개체수에 대한 출현율 중 5%이상을 차지하는 종은 5종으로 나타났고, 이 5종들 중 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 가장 높게 출현하였고, 다음으로 소라(*Batillus cornutus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)의 순으로 나타났다. 출현생체량은 총 35,304.0(g/m²)로 연체동물 중 복족류(Gastropoda)가 전체의38.7%(13,652.4g/m²)로 가장 높게 나타났고, 총 생체량에 대한 출현율 중 5%이상을 차지하는 종은 5종으로 소라(*Batillus cornutus*)가 가장 높게 나타났으며 다음으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 낙지(*Octopus minor*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 매끈이고둥(*Kelletia lischkei* Kuroda) 순으로 나타났다. 우점종은 4개 지역 모두 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 제 1우점종으로 가장 높게 나타났고 제 2우점종은 소라(*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)였으며, 제 3우점종은 붉은눈자루참집게(*Pagurus japonicus*), 홍색민꽃게(*Charybdis*

acuta), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)가 차지하여 복족류에 의한 군집내 우점도가 매우 높게 나타났다. 각 정점별 총 종 다양도(H')는 2.155~3.164로 평균 2.548로 나타났다. 종 다양도가 가장 높게 나타난 곳은 고산이었고 다음으로 용당, 용수의 순으로 신창에서 가장 낮은 종 다양도를 보였다. 균등도(E')는 0.5646~0.6731로 고산에서 높게 나타났고, 용수와 용당에서 각각 평균 0.6279, 0.6159로 지역별 차이는 크지 않았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다. 풍부도(R)는 9.718~14.932로 고산에서 14.932로 가장 높았고, 용수와 신창에 이어 용당에서 가장 낮게 나타났다.

해조류 자원

제주 바다목장 해역의 해조류조사는 2004년 9월과 11월에 2차에 걸쳐 5개 정점을 설정하여 수행하였다. 해조류 출현 종은 녹조류 13종, 갈조류 26종, 홍조류 73종 등 총 112종으로 나타났다. 9월에는 녹조류 12종, 갈조류 24종, 홍조류 69종으로 모두 106종이 출현하였으나, 11월에는 38종만이 채집되었다. 해조류 생물량은 9월에 조간대 상부에서 점심대까지 채집된 총량은 10,663.3g으로 11월의 6,238.5g 보다 약 1.7배 정도 많은 양이었다. 해조류 생물량에 의한 서식대별 우점종은 조간대 상부에서 하부까지 애기우뭇가사리, 지층이, 작은구슬산호말, 짝잎모자반, 잎꼬시래기 순으로 나타나고 있으며, 조하대에서는 감태, 쌍발이모자반, 큰잎모자반, 톱니모자반, 그리고 고리마디게발을 포함한 산호말류가 우점종으로 출현하고 있었다. 바다목장 조성지의 해중림조성 가능성종은 11종으로 검토해 볼 수 있었다.

어업자료분석

차귀도 주변 각 지역별 어획량에 따른 CPUE 년 변동을 살펴보면, 2002년 총 5,892.0(kg/명)으로 2003년과 2004년에 비해 높았고, 3년간 지역별 CPUE 총 생산량 변동의 경우 신창에서 총 6,029.3(kg/명)으로 가장 높게 나타났다. 3년간 각 지역에서 어획된 품종별 총 CPUE변화는, 수산물을 채취하기 위한 조업시간은 대체적으로 4~5시간으로 채취된 수산물들 중 소라(*Batillus cornutus*)가 총 1,280.6kg/명으로 가장 높았고, 다음으로 해초류인 우뭇가사리(*Gelidium amansii*) 1,211.5kg/명, 툇(*Sargassum fulvellum*) 741.5kg/명의 순으로 이들은 전체 어획량의 약 21%이상을 차지하였고, 그 이외에는 100kg/명 이하로 낮은 CPUE를 보였다. 또한, 각 지역에서 채취된 수산물에 대한 CPUE 현황을 3년간 자료를 종합하여 각 지역별로 살펴보면, 용수에서 소라(*Batillus cornutus*), 보말고둥(*Omphalius rusticum*)의 CPUE가 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있으나 그 이외에 전복(*Haliotis discus*), 오분자기(*Haliotis diversicolor aquatilis*), 해삼(*Stichopus japonicus*)을 비롯한 대부분의 수산물은 신창에서 가장 높게 나타나고 있으며 특히, 우뭇가사리(*Gelidium amansii*)의 CPUE(1,168.2kg/명)가 전체 품종 중 가장 많은 양을 차지하였다.

4. 이용 · 관리

2002년부터 추진된 북제주바다목장은 유치단계에서부터 바다목장에 대한 기대와 협조가 어우러진 지역이다. 총사업비 87,640백만원이 투입될 예정인 동 바다목장 사업은 기존에 추진되어 온 통영바다목장과 전남다도해형바다목장이 가지는 어로이용의 기능에 추가하여 해양관광 및 수중체험형이라는 복합적 기능이 덧붙여 추진될 예정이다. 이에 따라 총사업비 중 48,000백만원의 민자를 유치하여 수중관광시설 등 해양관광 및 수중체험형으로 조성해 나갈 계획을 가지고 있다. 바다목장사업이 성공하기 위해서는 바다목장 해역에 대한 철저한 관리를 통해 자원을 풍부하게 조성하는 것만이 중요한 것이 아니라 조성된 자원을 관리하고 이용하는 어업인과 민간이 자원에 대한 주인의식을 가지고 지속적으로 이용할 수 있는 체제를 갖추는 것이 무엇보다 중요하다. 이를 위해 북제주바다목장사업의 추진과정에서부터 현재 초점이 되고 있는 목장해역의 이용주체를 기존의 5개 어촌계로 한정하여, 빠른 기간내에 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하는 것이 필요할 것이다. 또한 목장해역의 자원관리와 이용에 대한 합의를 도출하고 이용질서 확립 등 이용자 상호간 마찰을 최소화 할 수 있도록 북제주바다목장 관리이용협의회를 출범시키고 자원의 주이용자인 어업인과 민간투자자들이 견해를 조정할 수 있는 자율관리어업위원회의 조직 등 체제의 정비가 필요하다. 아울러 현재 방만한 구성원으로 이루어진 북제주군 바다목장 관리 위원회를 본 연구진이 제안한 조직으로 재편하는 것도 필요하다. 한편, 동 사업이 계획대로 추진될 경우 북제주바다목장은 NPV가 0이상, 내부수익율이 13%이상, 투자회수기간도 19년으로 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 경제적 효과를 거두기 위해서는 철저한 바다목장 관리가 전제되어야 할 것이다. 즉 북제주바다목장이 합리적이며 지속적인 이용을 달성하기 위해서는 바다목장의 조성분야 못지않게 관리·이용방안에 따른 합리적인 이용체제의 구축이 마련되어야 할 것이다.

여 백

SUMMARY

I. Title

Studies on the Development of Marine Ranching Program in the East, West and Jeju Coast of Korea

II. Significance and Objectives of the Study

To meet ever-increasing demand of fishery products and marine leisure program such as fishing, scuba diving at the marine park, it is essential to promote not only the mariculture industry but also marine ranching program intensively. Therefore it is a pressing task to improve the sustainable productivity of the coastal fisheries and develop some new model for the each coast of Korea through the promotion of the marine ranching programs.

The objectives of this study are establishment of marine ranching systems and development of resources management techniques in East (Uljin), West (Taean) and Jeju (Buk-Jeju) coastal regions in Korea.

III. Content and Scope of the Study

Each study for the Uljin, Taean and Buk Jeju marine ranching is composed of three large parts as followed;

1. Environment and Ecological study
 - Marine environment
 - Characteristics of Marine ecosystem

2. Improvement of habitat and enhancement of fish stock
 - Artificial reefs
 - Seabed Topography map
 - Ecological study of the target species
 - Estimation of rock fish resources

3. Use and Management of Marine Ranching

- Master plan on Uljin, Taean and Buk-Jeju marine ranching
- Economical analysis for the marine ranching program

IV. Results

Uljin marine ranching

1. Environmental factors · ecology

Environmental factors

The water quality and sediment properties was seasonally investigated at 15 stations in both the surface layer and the bottom layer during the period from Sep. 2004 to Nov. 2004 in the marine ranching ground off Uljin coastal waters. Water temperature were changed from minimum 7.62°C to maximum 22.14°C and thermocline was formed at 25~30m depth in Sep.. Salinity was varied from minimum 32.81 to maximum 34.27 and the higher at the bottom than the surface. Dissolved oxygen were ranged from 7.87~8.66mg/L, pH 7.78~8.28 and SS 0.6~10.2mg/L. Mean transparency was 10.7m in Sep. and 9.8m in Nov.. COD were ranged from 0.12~1.40 mg/L and the highest concentration was shown at St. 11 which is adjacent to Hupo harbor. Total Nitrogen and total phosphorous were 0.036~0.252mg/L and 0.004~0.026 mg/L, respectively and the inner stations showed the higher concentrations than outer stations. The concentrations of COD and AVS in sediment were ranged from 0.58~3.03mg/g.d. and 0.01~0.05mg/g.d., respectively. Particularly St. 1 and St. 11 which is adjacent to Gusan harbor and Hupo harbor showed the higher values.

Ecological characteristics

The number of microbial cells and species composition of marine bacteria were examined in the marine ranching ground of Uljin coastal waters in Sep. and Nov. 2004. The total cell number of bacteria was 9.7×10^5 - 2.5×10^6 cells/ml in Sep. 2004 and 5.0×10^5 - 1.1×10^6 cells/ml in Nov. 2004. The number of viable bacteria was 5.3×10^2 - 3.0×10^4 cfu/ml in Sep. 2004 and 1.8×10^2 - 8.5×10^4 cfu/ml in Nov. 2004. The most abundant species encountered were *Pseudoalteromonas* sp., *Vibrio* sp., *Acinetobacter* sp. and *Psychrobacter* sp. in Sep. 2004., and *Mesorhizobium* sp., *Cytophaga* sp., *Flavobacterium* sp., *Sulfitobacter* sp. and *Chromohalobacter* sp. in Nov. 2004.

The primary productivity of phytoplanktons at 15 stations of Uljin area were

examined in Sep. and Nov. 2004. At September, 84 species representing 25 genera including diatoms (12 genera, 66 species), dinoflagellates (4 genera, 16 species) and Crysophytes (1 genus, 2 species) were identified. The composition rate of the tree taxonomic groups were 52.1%, 44.9% and 3%, respectively. The dominant species were *Gonyaulax polygramma* (12.0%), *Protoperidinium brochii* (8.3%), *Coscinodiscus subconcauus* (6.3%), *Hemiaulus membranaceus* (3.3%) and *Bacteriastrum hyalinum* (3.1%). The average concentrations at 3 layers (surface, medium, bottom) were 7,795 cells/l, 4,514 cells/l and 11,901 cells/l, respectively. The average concentrations of chlorophyll *a* at 3 layers were 0.38 $\mu\text{g/l}$, 0.31 $\mu\text{g/l}$ and 0.69 $\mu\text{g/l}$. In the meanwhile, at November, we observed 76 species representing 29 genera including diatoms (29 genera, 55 species), dinoflagellates (4 genera, 19 species) and Crysophytes (1 genus, 2 species). The composition rates of the three groups were 90.5%, 4.75% and 4.76%, respectively. The dominant species were *Nitzschia* spp. (10.8%), *Chaetoceros didymus* (7.85%), *Chaetoceros* spp. (6.86%) and *C. affinis* (5.94%). The average concentrations at 3 layers were 3,072 cells/l, 1,329.5 cells/l and 2,721.5 cells/l, respectively. The average concentrations of chlorophyll *a* at 3 layers were 0.63 $\mu\text{g/l}$, 0.57 $\mu\text{g/l}$ and 0.92 $\mu\text{g/l}$, respectively.

Zooplankton samples were collected obliquely at 15 stations in the Uljin Marine Ranching Program in September and November, 2004. Total taxa identified were 124 during survey period. Among them, copepods were classified 54 taxa with percentage composition of 43.5. At each sampling time, there were 94 taxa in September and 81 in November. Many warm water species were occurred during survey period. Average abundance of total zooplankton was 457 inds./m³ during survey period. Among taxonomic groups classified, average abundance of copepods, which was occupied 44.0% of total zooplankton abundance, was 201 inds./m³. Average abundance of total zooplankton was higher in November than September. In September, abundance of total zooplankton ranged from 196 to 606 inds./m³ in study area, and copepods were distributed at the range from 49 to 102 inds./m³. At this time, *Noctiluca sintinllans* was the most dominant with 139 inds./m³, and then *Penilia avirostris* and *Evadne tergestina* were subdominant with each 84 inds./m³ and 21 inds./m³. In November, abundance of total zooplankton ranged from 71 to 1,540 inds./m³, and copepods were distributed at the range from 47 to 956 inds./m³. *Paracalanus indicus* was the most dominant with 135 ind./m³, and *Oikopleura* sp. and *N. sintinllans* were subdominant with each 90 inds./m³ and 63 inds./m³. Even though species diversity index (*H'*) was different at sampling time and station during survey period, water of Uljin Marine Ranching Program was

stable and divergent in zooplankton community structure, showing 2.38 of average species diversity index.

Community structure of macrobenthos was studied in the soft bottoms of Uljin Marine Ranching Program, a eastern coastal area of Korea. Sampling was conducted seasonally using a Smith-McIntyre grab (0.05 m²) at 15 stations from August to November 2004. Number of species and individual of this area were very high compared with other areas in Korea. A total of 248 species were occurred, and Annelids were most dominant group in species composition (129 spp., 48.1%). Mean density of individual was 2,171 ind/m², and mean biomass was 85.30 gwwt/m². Annelids were a individual-dominant animal group with a mean density of 1,805 ind/m² which occupied 83.1% of the total individual of benthic animals. Its mean biomass was 31.69 gwwt/m². Echinoderms were represented as a biomass-dominant group with a mean biomass of 39.93 gwwt/m² (46.8%). The major individual-dominant species were three polychaetes, *Spiophanes bombyx* (524 ind/m²), *Scoletoma longifolia* (248 ind/m²) and *Magelona japonica* (173 ind/m²). Biomass-dominant species were *Schizaster lacunosus* (heart urchin, 28.29 gwwt/m², 33.2%), *Aphrodita aculeata* (polychaete, 10.84 gwwt/m², 12.7%), *Ophiura sarsii* (brittle star, 5.50 gwwt/m², 6.4%) and *Ophiuroidea* unid. 100B (brittle star, 5.44 gwwt/m², 6.4%). Cluster analysis by community similarity showed that the study area could be divided into two station groups: inner and outer parts. Number of species, density of individual and biomass were lower in the inner part than the outer. *Spiophanes bombyx* (polychaete) was dominant in the inner part. Three species of polychaetes (*Spiophanes bombyx*, *Scoletoma longifolia*, *Magelona japonica*) were dominant in the outer part.

To identify the characteristics of the seaweed community in the Uljin marine ranching area, four intertidal sites and 10 subtidal sites were chosen in October 2004 (autumn) and January 2005 (winter). In both seasons, seaweed species in the intertidal zone showed a distinctive zonation pattern (upper zone: 40-60 cm above datum, middle zone: 20-40 cm above datum, and lower zone: 0-20 cm above datum). The upper zone was dominated by *Ulva pertusa* (7-14%), whereas the middle zone was dominated by *U. pertusa* (26-37%) and *Corallina pilulifera* (23-42%). *Sargassum* spp. (43-54%), *C. pilulifera* (14-22%) and *U. pertusa* (6-12%) were the most dominant algal species in the lower zone. The number of marine plants occurred in October 2004 was 37 species, including 4 green algae, 8 brown algae, 24 red algae and 1 marine angiosperm (*Phyllospadix japonica*). *Sargassum confusum*, *Phyllospadix japonica* and *Sargassum horneri* were the most dominant species in this season, and their biomass

were 191.8, 150.3 and 111.9 g/0.25m², respectively. In contrast, the number of marine plants occurred in January 2005 was 41 species, including 4 green algae, 14 brown algae, 22 red algae and 1 marine angiosperm (*P. japonica*). *Sargassum horneri*, *Undaria pinnatifida* and *Sargassum ringgoldianum* were the most dominant species, and their biomass were 206.5, 130 and 102.59 g/0.25m², respectively.

In September and November 2004 survey, the total of 9 species of fish eggs and larvae were found in the study area. Among fish eggs *Repomucenus* spp. was the most dominant species comprising 52.3% of the total fish eggs. In the fish larvae, *Engraulis japonicus* was the dominant species comprising 45.4% of the total fish larvae, followed by *Repomucenus* spp. with 41.5%. The rare species such as *Pseudolaburus japonicus* and *Laemonema nana* were the warm water species. In the adult fishes, the total of 26 species were found in the study area, which were composed of the warm water species (*Scomberomorus niphonius*, *Seriola quinqueradiata*, *Trachurus japonicus*, *Stephanolepis cirrhifer*, etc.), the cold water species (*Gadus macrocephalus*, *Aptocyclus ventricosus*) and the anadromous species (*Tribolodon hakonensis*).

2. Improvement of habitat

Seabed and adjacent land topographies

As for the distribution of depths shown in the investigational sites this year among the Uljin marine ranching areas, the coastal sea area capable of approachment by investigational ships was 9.0m, the Eastern open sea displayed a maximum depth of approximately 60m, and the overall depth distribution following the direction of the open sea became deeper in parallel to the coastline, showing the general characteristics of the Eastern Sea coasts. The mid-section of the survey area showed the depth of 35m, and the isobath characteristically showed an estimated 7~10m lower depth distribution than the surrounding areas because of the outcrop beds extended from the coast. According to the subbottom profile, the Northern area of the survey area is widely distributed of exposed rock beds, the depth of water is relatively shallow, and the seafloor also displays a very complex form. The Southern area, which is locally a low area, has a relatively thick layer of stratified sandy sediments, the connections are quite favorable, and a form of stable sediment layers is displayed on the lower area of the seafloor surface. The area of projecting rock beds, according to the subbottom profile, showed severe undulations and irregular reflection surfaces,

whereas the sandy sediment layer displayed relatively even, transparent, and light-colored reflection surfaces and sediment layers. The gaps of the Northern rock bed areas of the survey area is thinly covered with an approximate 2~4m of sandy sediments, and the Southern area of the survey area shows a sediment layer towards the open sea estimated to be over 10m. As this leads on to the Hupori Coast, the sediment layer gradually thins. Anomalous hyperbola reflector are displayed on the sandy sediments of the survey areas without the distribution of rock beds, and these are usually interpreted as artificial reefs. The Eastern end and the Southern sandy sediments of the survey area have records that regard of artificial reefs. The seafloor image records of the survey area show strong intensity of reflection, and this could be vastly classified into the thick concentration of black and white, i.e., the Northern area with the distribution of projecting rock beds, and the relatively lighter-colored Southern area. The rock body of the shore extends from the Northern Geoilri coast of the survey area to the open sea, and the fine sediments between the Northern rock beds are connected towards the open sea also. The Southern area is distributed of sandy sediments on the whole, and a slightly dark-colored seafloor image is displayed in the Hupori coast. When observing the composition of the specified sediments of the outer layer, most of the middle and Northern area of the survey area was constituted of rock beds, and the Southern area was usually distributed of sand and muddy sand. As for the spacial distribution of the sand content, it diminished along the course from the coast to the outer sea. However, the content of mud (silt and mud) rather showed a distribution that increased along this same course.

Survey of artificial reefs

The production of Korean fisheries has been stagnant in spite of modernization of fishing gears and enhanced fishing efforts. Both coastal and distant water fishing have been suffered from the decline of the fishery stocks and degraded fishing ground, respectively. To meet ever-increasing demand of fishery products, it is essential to promote the mariculture industry intensively. Therefore it is a pressing task to improve the sustainable productivity of the coastal fisheries through the promotion of the marine ranching systems.

3. Resources production

Resource ecology of target species

Because of their great commercial values, fishes including *Sebastes schligeli*, *Paralichthys olivaceus*, *Oncorhynchus kefa* and *Pleglossus altivelis* as well as invertebrates such as abalon, octopus and sea urchin were designated as the target species for the Uljin amrine ranching project. Since identification of the biology and ecology of the species is the first step to conduct the ranching project, we tried to gather all possible biological and ecological data on them. Here, we briefly reported the results.

Characteristics of target fish according to habitat

Characteristics of the fish habitats in the Uljin marine ranching area were investigated by conducting field surveys on the topography and using Landsat image data. To identify the community structure of sessile organisms, 13 subtidal sites were chosen in October 2004 and January 2005, and their abundance was quantitatively estimated using a quadrat method. The distribution patterns of fishes were investigated by conducting a qualitative fish survey. The data obtained from the quantitative and qualitative surveys were used for describing the horizontal distribution patterns of the key species for the Uljin marine ranching project.

Fisheries Resources

Estimation of fishing gear: We carried out the direct survey to investigate fisheries resources in Uljin marine ranching area in September and November, 2004. The survey was conducted using small trawl net, gillnet and trap for fish stock at two sites and dredged net for shellfish at three sites. A total of 51 species was collected in the study area and the species were consisted of 28 fishes, 9 shellfishes, 6 echinoderms, 4 cephalopods, and 4 crustaceans. A total of 19 species was collected by the small trawl net and the dominant species were *Cleisthenes pinetorum*, *Lophius litulon*, *Glyptocephalus stelleri*, *Paracrangon echinata*, and *Gymnocanthus herzensteini*. The total catch was 85.8kg, and the catch per unit effort was 21.5kg/10min. A total of 22 species was collected by the gillnet and the dominant species were *Hexagrammos otakii*, *Thamnaconus modestus*, and *Pleuronectes herzensteini*. The total catch was 17.8kg, and the catch per unit effort was 0.9kg/net. A total of 7 species was collected by the trap and the dominant species were *Conger myriaster*, *Anthocardaris crassispina*, and *Petalomera wilsoni*. The total catch was 28.5kg, and the catch per unit effort was 14.0kg/100 traps.

The species composition and monthly variation of fish assemblage in the water off Uljin and Samcheok were studied using set-net from September 2004 to January 2005 and fresh water fish was collected by set-net, caste net, dip net in Nam Dae Cheon, November 2004. During the research period, a total of 762 individuals and 221.767g biomass were sampled and classified into 8 orders, 17 families and 22 species in Uljin. The most of dominant species *Seriola quinqueradiata* accounted for 36.1% of the number of individuals. *Seriola quinqueradiata* was accounted for 94.6% of the total biomass. During the research period, 11 order, 24 families and 36 species were collected in Samcheok. The fish assemblages predominantly consisted of *Trachurus japonicus*, which accounted for 98% of the number of individuals and 84.5% in the biomass. The number of species showed a seasonal variation, higher in autumn, than in winter. Nevertheless the difference of the 2 area was not specially, but were together collected subtropical fish (*Apogon semilineatus*, *Diodon holocanthus*) and frigid fish (*Arctoscopus japonicus*) in Hupo Uljin. The fresh water fish were caught and identified into 6 order, 7 families and 13 species in Nam Dae Cheon. The most of dominant species *Tribolodon hakonensis* accounted for 70.4% of the total individuals. A total of 9 species was collected by the dredged net and the dominant species were *Gomphina aequilatera*, and *Macra chinensis*. The total catch was 312kg, and the catch per unit effort was 52kg/haul.

Estimation by SCUBA diving: Fisheries resources were investigated at the natural rocky bed and the artificial reef in Uljin marine ranching area by SCUBA diving, September 2004. Water depth of the rocky bed recorded around 25m. Only four species, such as *Hexagrammos otakii*, *Pseudolabrus japonicus*, *Sebastes longispinis*, *Sagamia geneionema* were observed at this station and fisheries species, 25 fishes (12 to 14cm in total length) of *Thamnaconus modestus*, 3 fishes of *Oplegnathus fasciatus*, one of *Hexagrammos otakii*, *Pseudolabrus japonicus*, *Sebastes schlegeli*, *Sebastes vulpes* were recorded.

4. Use and management of marine ranching

Uljin marine ranching project is for both marine tourism and fishing while Tongyeong marine ranching and Jeonnam archipelago marine ranching were merely for fishing. 57,210 million won will be invested for the project. For the project 15,500 million won among the total expenditures will be covered from the private sector

and it will be used for a marine park including marine tourism facilities. In order to implement the project successfully, it is most important to have a system to manage the fish stocks sustainably in addition to rebuilding the stocks in the marine ranching area. A management committee on the area will be launched to reach a consensus on the management and utilization of the fish stocks by designating a marine protected area and a stock management area and to minimize the possible conflicts among the area users. In addition, a self-regulation committee will be operated by the main area users (fishermen and private investors) to adjust their opinions. After the successful implementation of this project as planned, the NPV of the project will be at 2,210(min)~5,278(max) hundred million won under the 3% or 5% discount rate and IRR will be 14.13(min)~15.49(max)% which is fairly high. However, the marine ranching area should be managed thoroughly first to obtain the above economic effects. Thus it should be assumed that there should be an active participation of fishermen and private investors for the sustainable use of the Uljin marine ranching area.

Taeon marine ranching

1. Environmental factors · ecology

Environmental factors

Water quality parameters were investigated to accumulate basic environmental data of the Taeon marine ranching area. The water temperatures were an average of 21.0 °C of bottom water and an average of 21.4 °C of surface water in September and an average of 14.1 °C of bottom water and an average of 14.3 °C of surface water in November. The spatial difference of two cruise was not large. The difference of salinity was not big among water column and stations. The mean salinity were 31 psu in November, and 30 psu in September. The mean pH were a bit high in September; 8.11 in September and 8.06 in November. DO concentration of November was a little higher than September and DO concentration of surface water was a little higher than that of bottom water. SS values were lower in November than in September. The values of nitrite, ammonia and phosphate were higher in September than in November, on the other hand nitrate showed a higher value on November.

Mean grain size, sorting value, ignition loss and organic carbon content were measured to grasp properties of the sediments sampled in 6 different Taeon marine ranching areas (including 1 subtidal area) consisting of 31 sampling stations in September and November, 2004. The results of particle size analyses were that aside from Gonam containing high mud content and Sinya2 in which pebbles were sampled, mean grain sizes varied 2.079~2.564ϕ in the others whose sediments were well sorted. Sediments in Sinya2 retained the relatively highest value of ignition loss (2.77%). Organic carbon content in Janggok was the lowest, 0.48% and in Sinya1 was the highest, 1.27%. Organic carbon content increased remarkably in November in Gonam, Kkotji and Janggok. The average values of mean grain size, sorting, ignition loss and organic carbon in 1 subtidal area were 3.298ϕ, 1.81ϕ, 3.53% and 1.03% respectively.

Heterotrophic bacteria, phytoplankton and benthic diatom, zooplanktons properties

Ecological properties and community structures of heterotrophic bacteria, phytoplanktons, benthic diatoms and zooplanktons in the marine ranching ground of Taeon coastal waters were investigated in September and November 2004. Heterotrophic bacterial standing crops were highly observed at sandy-mud flat (Kkotji); on the average 1.74×10^9 cells/ml. In addition, it showed maximum status at

Sinya 2 on the water column of Taean coastal waters; 3.01×10^9 cells/ml. Heterotrophic bacterial standing crops in water column were higher than that of the other investigation. It seemed that the loads of organic matters were heavy in this water column. 44 species of the phytoplankton flora were found, which diatoms were dominant in September but cryptophyceae were a dominant group in November. The cell abundances were 7.7×10^6 cells/ℓ on the surface and 6.0×10^6 cells/ℓ on the bottom in September. These values imply the possibility of the eutrophication of the research region. The species number of benthic diatoms were 47 and most of them were Pennales. Especially, genus *Amphora* and genus *Cocconeis* were each first and second dominant species. The standing crops of benthic diatoms on the slit-mud flat (Sinya 2, Gonam) were higher than on the sandy-mud flat (Kkotji). The most dominant zooplankton taxa were copepods; specifically *Oithona similis* ranged from 3.48 to 7.2 % for the total standing crops. 20 and 15 species or taxa zooplankton fauna were observed each in September and November respectively. It seemed the zooplankton diversity wasn't rich in the research region. Nevertheless, standing crops of zooplanktons were higher than in the Asan Bay - Which is adjacent to the taean marine ranching ground and the Tongyeong marine ranching ground.

Ecological characteristics

To investigate the macrobenthic community in tidal flats around the marine ranching area, sampling was conducted in five areas (i.e., Gonam, Kkotji, Sinya 1 and 2 and Janggok) in September and November 2004. In September, a total of 101 species, 1570 individuals and 390.5964 g of macrofaunas was sampled. Dominant species, in terms of abundance, were amphipods, *Urothoe grimaldii japonica*, *Haustorioides koreana*, and gastropod, *Batillaria cumingii*. Dominant species in biomass were gastropod, *Umbonium costatum* and manila clam, *Ruditapes philippinarum*. In November, a total of 95 species, 2179 inds., 414.0558 g was sampled. Dominant species in abundance were amphipod, *Urothoe grimaldii japonica* and periwinkle, *Littorina brevicula*. The most dominant species in biomass was manila clam, *Ruditapes philippinarum*. Higher density and biomass were observed in the Sinya 2 tidal flat and higher species diversity was in Sinya 2 and Gonam.

Three faunal groups were identified from multivariate analysis. The first group showed differences in species composition and the diagnostic species was capitellid polychaete, *Heteromastus filiformis*. Two other groups showed co-occurrence in

amphipod, *Urothoe grimaldii japonica*, but obvious differences in average density within each group were observed. As the result of correlation analysis, correlative agents of the spatio-temporal variation pattern in tidal macrobenthic communities could be related with substratum properties.

Recruitment patterns of macrobenthos were observed in tidal flats. The results revealed that Sinya 2 showed higher frequencies of recruitments during summer and fall. Higher frequencies and wider spatial ranges were observed in bivalves *Cycladicama cumingii* and *Cycladicama tsuchii*, and gastropod, *Umbonium costatum*. Settling of manila clam, *Ruditapes philippinarum*, an important commercial species, was observed less frequently the period. Sinya 2 seemed to have pivotal effects on its vicinity, providing favorable conditions for settlers and maintaining species diversity.

We surveyed subtidal benthic community structures and estimated secondary productivity at each 6 stations in the Taean marine ranching area in September and November 2004. In total 165 species were collected from this survey. The mean number of species was 40 in September and 46 in November. The mean abundance and biomass increased over time, from 163 to 512 individuals 0.1m^{-2} and 8.2g to 22.3g 0.1m^{-2} . Numerically dominant species were ampharetid worm *Amphisamytha japonica*, amphipod *Cheiriphotis* sp., brittle star *Amphioplus megapomus*, and capitellid polychaete *Mediomastus californiensis*. Echinoderm was a major group in the biomass-based dominant species list: sea star *Luidia quinidaria*, sea urchin *Echinocardium cordatum*, brittle star *Amphioplus megapomus*. Crab *Xenophthalmus pinnotheroides* and tellinid clam *Moerella rutila* were also ranked high in the list. Twelve communities were grouped into two clusters, September-surveyed communities and November-surveyed one. This clustering result seemed to be caused by increased species richness, abundance and biomass throughout the sites in November 2004. Mean annual production of the subtidal macrobenthic communities was 13.394 gAFDW $\text{m}^{-2} \text{y}^{-1}$, ranging from 8.033 to 19.859 gAFDW $\text{m}^{-2} \text{y}^{-1}$.

Marine algal community of Anmyeon, western coast of Korea was investigated at the eleven islets during September 2004 and November 2004. A total of 27 marine algal species (12 red, 4 green, and 8 brown algae) was identified in these stations. *Ulva pertusa*, *Codium* spp., *Galaxaura* sp., *Gracilaria* sp., *Sargassum thunbergii*, *Hizikia* sp., in midtidal, were main species producing the highest standing crops in each station. The algal standing crops was high with 599.5 g · (dry wt) m^{-2} in September in Naepasudo island (St-5) and 261.7 g · dry (wt · m^{-2}) November in Saetbyeol(St-2). The algal

community of study area was characterized by *Ulva pertusa* - *Sargassum thunbergii* - *Sargassum* spp. in the intertidal zone. There is no fish egg in the survey area. 4 species and 155 ind./1,000m³ of the fish larvae were found in Sep. 2004. Fish larvae collected were *Argyrosomus argentatus*, *Callionymus* sp., *Erisphex potti* and *Gobiidae* sp. The most dominant species is *Callionymus* sp. accounted for 77% of the total fish larvae. 2 species and 37,323 ind./1,000m³ of the fish larvae were found in Jan. 2005. Fish larvae collected were *Pholis fangi*, *Liparis tanakai*. *Pholis fangi* is the most dominant species accounted for over 99% of total fish larvae.

Fish fauna of the coastal waters in Taean marine ranching area, off Anmyeondo, Chungnam, Korea, was investigated from September 2004 to January 2005. Three hauls were completed during the investigation period, and the specimens were collected by a shrimp trawl in ten sampling areas. The specimens were identified into 36 species belonging to 31 genera, 21 families and 7 orders. The dominant species in individuals were *Chaeturichthys stigmatias* as 687 inds.(31.1%), *Pholis fangi* as 364 inds.(16.5%), *Trachidermus fasciatus* as 306 inds.(13.9%), and *Okamejei kenojei* as 222 inds.(10%), which accounted for 71.5% of the total fish collected. The dominant species in biomass were *Okamejei kenojei* as 38,940gWWt(47.4%), *Limanda yokohamae* as 13,890gWWt(16.9%) and *Chaeturichthys stigmatias* as 9,264gWWt(11.3%) accounting for 75.6% of the total fish collected.

2. Improvement of habitat

Seabed and adjacent land topographies

The survey area is a transitional ocean which connects the continental shelf and bay of the Yellow Sea, and the beach with strong tidal currents. Its maximum water depth is 43m, and the water depth is under 30m. In addition, due to the Naepasudo and Oepasudo in the survey area, it shows a slightly complex sea bottom. The West side of Oepasudo, which is the West-South area of the survey area, has a steep slope and reaches the water depth of 34m, while the East side of Waepasudo has a large submerged rock that is not exposed even in low tides. Large submerged rocks that are exposed to the water surface in low tides are distributed in the West-North area of the survey area. A trough between the Oepasudo and Naepasudo, which is about 27m long, exists in the middle of the search site, and the rock body of Naepasudo extends to the North-West direction, causing low depth of water in that area. The

Eastern end of Naepasudo is connected to a natural breakwater, which appears in low tidal periods, and the Southern area of Naepasudo, which is also the East-Southern part of the survey area, creates a gentle hill from the North-East to the South-West direction. The overall sedimentary facies of the survey area, with the exception of the rock bed areas of Naepaudo and Oepasudo, is of sandy sediments and muddy sand sediments are covered up to 2~7m on top of the semi-consolidated sediment layer in the area. The survey area exhibits strong anomalous hyperbola reflector on the sandy sediments without the distribution of rock beds and these are usually interpreted as artificial reefs. The overall characteristics of seafloor acoustic images of the survey areas are vastly classified into those of the peripheral areas of Naepasudo and Oepasudo submerged rocks, and those of the other areas. The seafloor acoustic images of the survey areas show strong reflectivity as does the subbottom profile, and this can be sorted into the area of strong black and white concentration, i.e., the submerged rock areas around the island with distributions of exposed rock beds, the relatively slightly strong-colored area, and the light-colored area with the muddy sand sediments. In addition, the Northern area of Naepasudo and the Southern area of Oepasudo shows a relatively lighter concentration of black and white. This area has more distribution of finer sandy mud than other areas of the survey area.

Survey of artificial reefs

The amount of artificial reefs in Taean Sea ranching area were total 2,300 units in 356 ha. The types of reefs were two square concrete reefs established in 1994 and 1998. In 1977, one type of the square concrete reefs (size, 1×1×1m) was sunk in Nachido area of Sungunri, Anmyun, Taean-Gun. The amount of the reefs (size, 1×1×1m) were 100 units in 4ha. In 1994 and 1998, another type of the square concrete reefs (size, 2×2×2m) was sunk in Oepasudo area of Sungunri, Anmyun, Taean-Gun. The amount of the reefs were 1400 units in 224 ha in 1994 and 800 units in 128 ha in 1998 respectively. The survey of function of the artificial reef was done by the side scan sonar and the divers. The relatively small type reefs established in 1977 were not easily found. The relatively big ones (size, 2×2×2m) were easily confirmed the shape and function of the reefs. The effect of reefs (size, 2×2×2m) were estimated as a good situation, valuing the fish gathering and attached organisms.

3. Annexation of fish stock and management

Characteristics of target species

Detected new intermediary hosts of white spot syndrome virus (WSSV) of shrimp using nested polymerase chain reaction (nested-PCR) for superiority seed security technique. The result indicate that *Periophthalmus modestus* 50%, *Perinereis aibuhitensis* 20%, *Pachygrapsus crassipes* 10%, *Neomysis japonica* 70%, *Helice tridens tridens* 20%, *Enedrias fangi* 100%, *Ruditapes philippinarum* 20%, crab larva 100%, copepodid 30% WSSV incidence but *Bullacta exarata*, *Uca arcuata*, *Reishia clavigera* was not detected WSSV. The random amplified polymorphic DNA (RAPD) PCR analysis was evaluated for studying genetic relationship in the seawater pond and land-based culture system population of *Sebastes schlegeli*. Twelve random primers were employed to generate RAPD markers. In the result, RAPD total number of seawater pond, land-based culture system population detected 110, 111 bands. Also 68, 57 bands were polymorphic bands. (polymorphism 61.8%, 51.4%). In comparison of genetic distances, seawater pond was intra species genetic similarity values of 0.88 and land-based culture system of *S. schlegeli* was genetic similarity of 0.87 (0.05>P). This study was conducted to investigate genetic variability and to develop the three population DNA markers of olive flounder and to estimate phylogenetic relationships among three population using a new AFLP technique. Genomic DNA was digested with a particular combination of two restriction enzymes with 4 base (Mse I) and 6 base (EcoR I) recognition sites, ligated to restriction specific adapters and amplified using the selective primer combinations. In the result, the total number of scorable eastern coast, western coast, japanese population AFLP bands detected 627 markers, 625 markers and 611 markers. Also 191, 200, 158 bands were polymorphic bands. (polymorphism 31%, 32%, 25%). Espacially, two bands (0.4~0.5 kb) identified in E/ACT-M/CAT primer combination were found to be unique in eastern coast population. Therefore, these AFLP DNA bands could be used as putative breed-specific DNA markers for eastern coast population identification. Also, RAPD PCR analysis was evaluated for studying genetic relationship in the west coastal population and Chinese population of *Hexagrammos otakii*. Six random primers were employed for generate RAPD markers. In the result, RAPD total number of west coastal population and Chinese populaton detected 73, 78 bands. Also 47, 45 bands were polymorphic bands (polymorphism 64.4%, 57.7%).

According to the investigation on the tidal zone in the Taaan marine ranching area to find

characteristics of the tidal flat area, total 43 families and 59 species were appeared; 27 families and 40 species of mollusc, 11 families and 14 species of arthropod, and 5 families and 5 species of echinoderm. Mollusc such as *Crassostrea gigas*, *Ruditapes philippinarum*, *Littorina brevicula*, *Umbonium thomasi*, *Umbonium costatum*, *Thias clavigera*, *Omphalius rusticus* and *Ceratostoma furnieri*, and echinoderm such as *Chthamalus challengerii*, *Ocypode stimpsoni* and *Hemigrapsus penicillatus* were all collected at the five areas for investigation. According to the quantitative research on the species collected in the areas depending on the location of the tidal zone, the dominant species obtained at the supratidal zone were *Littorina brevicula*, *Crassostrea gigas*, *Ocypode stimpsoni*, *Chthamalus challengerii*, *Macrophthalmus dilatatus* and *Upogebia major*. At the intertidal zone were dominated by *Crassostrea gigas*, *Ruditapes philippinarum*, *Chthamalus challengerii*, *Hemigrapsus penicillatus*, *Ocypode stimpsoni*, *Upogebia major*. Finally, *Crassostrea gigas*, *Ruditapes philippinarum*, and *Hemigrapsus penicillatus* dominated at the subtidal zone.

Total 79 species were appeared as a result of investigation through a small otter trawl, a prawn gill net, a general gill net and a fish trap in order to find the distributional characteristics of fishes and invertebrates (Crustacea, mollusc and echinoderm), among which were 39 fishes, 10 species of arthropod, 21 species of mollusc and 9 species of echinoderm were obtained. The number of total catch was 24,439, which had the weight of 553kg. The results relating to the area composed for the marine ranching using the four fishing implements showed that 15 species of useful invertebrates inhabited, including *Portunus trituberculatus*, *Charybdis japonica*, *Fenneropenaeus chinensis*, *Metapenaeus joyneri*, *Oratosquilla oratoria*, *Octopus ocellatus*, *Loligo beka*, *Sepia esculenta*, *Chlamys farreri*, *Haliotis discus hannai*, *Scapharoa satowi*, *Neptunea arthritica cumingii*, *Rapana venosa*, *Volutharpa ampullacea perryi* and *Hemicentrotus pulcherrimus*. Many piratical organisms also inhabited, including *Asterina pectinifera*, *A. amurensis*, *Luidia quinaria* and *Ophiocoma imbricatus*, etc. Total 26 species of invertebrates were observed through a diving research at the five islands (Oepasudo, Naepasudo, Oedo, Jongdalyeo and Bunyeo) and Shinya-ri subtidal zone near the land, among which mollusc dominated with its 15 species, and echinoderm and arthropod were appeared with 9 and 2 species respectively. About 10 useful invertebrates were collected in these areas, including *Haliotis discus hannai*, *Chlamys farreri*, *Scapharoa satowi*, *Ostrea denseramellosa*, *Rapana venosa*, *Rapana venosa pechiliensis*, *Stichopus japonicus*, *Hemicentrotus pulcherrimus*, *Anthocardis crassispina* and *Charybdis japonica*. In addition, starfish, one of the piratical organisms, was wide distributed.

Characteristics of habitats

According to the standing crops of the fish and shellfish at the intertidal zone, Pacific oyster was appeared at all the five land end points including Seungun-ri, which dominated at most of the areas. The distributional land of Pacific oyster was 138ha and the total biomass was estimated to 3,530.8 tons. *Ruditapes philippinarum* was appeared at all the five land end points including Seungun-ri, but only dominated at the Gonam-ri land end point. The distributional land of *Ruditapes philippinarum* was 70.2ha and the total biomass was estimated to 348.5 tons. Sea cucumber and abalone among invertebrates of the subtidal zones were appeared at the six areas including Waepasudo. The distributional land of sea cucumber was 115.9ha and the total biomass was estimated to 90.6 tons, while abalone was distributed at the land of 58.0ha with the total biomass of 38.2 tons. The direction for the resource enhancement in the tidal mud flat areas should be promoted to two or three regional divisions depending on its geographical features and nature of sediment of the intertidal zones. It is desired that the resource enhancement primarily set up a protective zone for the current natural resources for a certain period of time and then secondarily induce the introduced species to be transplanted through a precise investigation of the production areas.

Fisheries Resources

The available species for resource enhancement at the tidal mud flat areas are *Crassostrea gigas*, *Ruditapes philippinarum*, *Macraa veneriformis* and *Cyclina sinensis*, and etc. For *Crassostrea gigas*, mass cultivation of individual oyster is available at the loamy sand by the rack culture of oyster. Especially the rack culture by the individual oyster can induce a high quality production for Pacific oyster. For securing the seed of the subject species, *Crassostrea gigas* can be supplied in large quantities by the individual oyster, thanks to the artificial seed production technique. For *Ruditapes philippinarum*, *Macraa veneriformis* and *Cyclina sinensis*, it is necessary to be supplied from the outside. The direction for the resource enhancement in the waters of the subtidal zone should be promoted by dividing the existing C zone into the waters I (Oedo region) and II (Pasudo region). For resource enhancement in the waters of the subtidal zone, sea cucumber and *Chlamys farreri* can be sowing seed in the Jongdalyeo sea area among the waters I area. In the Oedo waters, sea cucumber, abalone and *Chlamys farreri* can be sowing seed. Abalone, sea cucumber and *Chlamys farreri* can be sowing seed in the Naepasudo and Oepasudo among the waters II area. Areas between Naepasudo and Oepasudo, where 15~20m of the water depth is preserved, and the nearby waters can be

developed as a hanging oyster culture farm for *Chlamys farreri* and *Atrina pectinata*. For Bunyeo waters, abalone, sea cucumber and *Chlamys farreri* can be sowing seed. For resource enhancement here, it is essential to set up the protective zone for a certain period of time, together with active management through the precise investigation of production areas with the existing species.

In order to develop techniques for evaluation of health of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, samples were collected in October 2004 from four tidal flats (Nudong, Gonam, Hwangdo and Bangpo) on Anmyeon-Do Island, Korea. Condition index (CI), tissue dry weight (mg)/shell dry weight (mg), was established in each clam. In addition, immune parameters including phagocytosis rate, hemocyte counts and mortality were measured by flow cytometry. Infection intensity of the protozoan pathogen *Perkinsus olseni* was assessed by Ray's fluid thioglycollate medium (RFTM) and Choi's 2M NaOH lysis method. Brown ring disease (BRD), the vibriosis caused by *Vibrio tapetis*, was classified by conchiolin deposit stage on inner shell surface. Metacercariae was also quantified by degree of calcareous crests on inner shell surface. The largest hemocyte count was observed in the clams from Gonam, followed by Hwangdo, Nudong and Bangpo ($P < 0.001$). Phagocytosis rate and hemocyte mortality of Gonam and Nudong clams were higher than those of Hwangdo and Bangpo clams ($P < 0.001$). All disease burden levels were higher in the clams from Hwangdo compared to other areas, whereas Bangpo clams were the most lightly infected with the pathogens studied ($P < 0.001$). CI of Bangpo and Hwangdo clams were lower than that of Gonam and Nudong clams. In conclusion, regional difference in CI is likely to be attributed to biochemical composition as well as parasite burden. However, further studies on immune parameters is necessary to apply to evaluation of clam health. Judging from high CI, biochemical composition and low parasite burden, clams from Gonam are relatively healthier than clams from other sampling locations.

For *Chlamys farreri*, it is possible to secure in large quantities through spat collection, and also seeding and hanging culture are available for the marine ranching at the west sea. The superior sapling of abalone in bulk can be secured through artificial seed production. As the artificial seed production technique has been developed at West-Sea Fisheries Research Institute, artificial seed of sea cucumber in great quantities can be produced. However, artificial seed production is not available for *Atrina pectinata*, so hanging a net cage by collection of wild seed can be used. Especially, shellfish produced in these areas can be

raised for export commodities if Nammyeon areas, Taeon-gun are designated to the sanitary survey zone for shellfish (West-Sea Fisheries Research Institute, 2006). On the other hand, to recover the ecological balance disturbed by the large scale of sea farms, it is necessary to investigate the environmental capacity, the optimum level of sowing seed, the size of the seed for sowing, genetic diversity, optimization of seeding method, and development of estimating the effects of sowing. In addition, the precise investigation for selection of optimum areas in accordance with the subject organisms is essential.

Fishes were investigated by gill nets in Taeon marine ranching area at October and December 2004. A total 84 individuals (18,355g) were sampled and classified into 9 species. The dominant species, *Limanda yokohamae* accounted for 16 individuals and 44% of the total in October. In addition, the target fish species of Taeon marine ranching area that *Hexagrammos otakii*, *Sebastes schlegeli* were 7 fishes (890g), 5 fishes (668g) respectively. Of the fishes, most abundant species, *Okamejei kenojei*, was account for 20 fishes (4,052g) and *Hemitripterus villosus* represented 18 fishes and 5,230g. Those two species account for 79% of total individuals and 84% of all biomass. Fisheries resources were investigated at 6 and 5 stations of natural rocky beds and artificial reefs respectively in Taeon marine ranching area by SCUBA diving, October 2004. At each rocky bed stations, under 10 fish species such as *Hexagrammos agrammus*, *Hexagrammos otakii*, *Pterogobius zacalles*, *Tridentiger trigonocephalus*, *Sebastes koreanus*, *Sebastes schlegeli* were observed. *Sebastes koreanus* and *Sebastes schlegeli* showed behavior characteristic gathering under large rock and clack of them. Artificial reefs were well placed on the mud-sandy bottom. Total 8 fish species observed at this artificial reef station and dominant species were *Sebastes schlegeli*, *Hexagrammos otakii*, and *Sebastes koreanus*.

4. Use and management of marine ranching

Taeon Marine Ranching Program is for both Sustainable Use and tourism of tidal flats and fishing while Tongyeong marine ranching and Jeonnam archipelago marine ranching were merely for fishing. 41,810 million won will be invested for the project. For the project 1,200 million won among the total expenditures will be covered from the private sector and it will be used for a marine park including tidal flats tourism facilities. In order to implement the project successfully, it is most important to have a system to manage the fish stocks sustainably in addition to rebuilding the stocks in

the marine ranching area. A management committee on the area will be launched to reach a consensus on the management and utilization of the fish stocks by designating a marine protected area and a stock management area and to minimize the possible conflicts among the area users. In addition, a self-regulation committee will be operated by the main area users(fishermen and private investors) to adjust their opinions. After the successful implementation of this project as planned, the NPV of the project will be at 238(min)~452(max) billion won under the 3% or 5% discount rate and IRR will be at least 18.23% which is fairly high. However, the marine ranching area should be managed thoroughly first to obtain the above economic effects. Thus it should be assumed that there should be an active participation of fishermen and private investors for the sustainable use of the Taean marine ranching area.

Buk-Jeju marine ranching

1. Environmental factors · ecology

Environmental factors

Water temperature ranged from 16.5°C to 25.4°C in Buk-Jeju Marine Ranching Program area from September to December, 2004. The different of mean temperature between surface and bottom layer was 3.1°C in September and it was below 0.5°C from October to December. The Vertical mixing was started from October. The Salinity varied from 31.06 psu to 34.48 psu. Expecially, horizontal distributions of high salinity was in October (34.30~34.48 psu) and low salinity in November (33.93~34.36 psu) which might be the influence of the part of main Tsushima Current and offshore water of west coast sea in Buk-Jeju Marine Ranching Program area, respectively. pH ranged from 8.25 to 8.30 with an average of 8.27 at the surface, 8.23 to 8.32 with an average of 8.28 at the bottom in Sep., an average of 8.27 at the surface and 8.21 to 8.39 with an average of 8.26 at the bottom in Nov. 2004. Dissolved oxygen concentrations varied from 7.38~7.81mg/ℓ at the surface, 7.12~7.98mg/ℓ at the bottom in Sep, 8.01~7.05mg/ℓ with an average of 7.59mg/ℓ at th surface, 6.71~7.10mg/ℓ with an average 6.85mg/ℓ at the bottom in Nov., 2004. Concentrations of the chemical oxygen demands varied from 0.2 to 0.9mg/ℓ with an average of 0.7mg/ℓ at the surface, 0.7 to 1.7mg/ℓ with an average of 1.3mg/ℓ at the bottom in Sep., 0.6 to 1.1 mg/ℓ with an average of 0.8mg/ℓ at the surface, 0.9 to 1.7mg/ℓ with an average 1.4 mg/ℓ at the bottom in Nov. 2004. Suspended solids concentrations range from 6.9~9.8 mg/ℓ at the surface, 4.0~1.7mg/ℓ at the bottom, lower than that in Sep. Transparency was maximum 14.0m at the St. 10 in Sep. and 13m at the St. 10 in Nov. 2004. Ammonia ranged from minimum 0.017μM(Nov. 2004, St. 6-B) to maximum 2.686μ M(Sep. 2004, St. 8-S), nitrite minimum 0.061μM(Sep. 2004, St. 8-B) to maximum 0.419μ M(Nov. 2004, St. 6-S and 3-B), nitrate minimum 1.802μM(Sep. 2004, St. 2-S) to maximum 10.686μM(Sep. 2004, St. 2-B) and phosphate minimum 0.056μM(Sep. 2004, St. 2-S and 10-S) to maximum 0.819μM(Nov. 2004, St. 9-S and 9-B).

In case of September and November 2004, the top sediments of the marine ranching ground in investigation were composed of slightly gravelly muddy sand((g)mS) at the inner sample points near the coastal area, whereas the (g)mS and gravelly muddy sand (gmS) mixed sediments are distributed at the outer sampling points. pH didn't appear to bo remarkably changed around 8.14 at all sampling

points. COD, TOC, TON, and IL concentration were somewhat higher at the outer sampling points where silt and clay dominated than at the inner sampling points. CaCO_3 , and TC concentration were somewhat higher at the inner sampling points where sand dominated.

Ecological characteristics

Surface and bottom water samples were collected from 10 stations located in the Buk-Jeju Marine Ranching Program area in September and November 2004.

Distribution of heterotrophic bacteria, total coliforms bacteria and *Vibrio* sp. in the sea water samples was investigated by measuring the corresponding viable cell number according to the plate counting method. Heterotrophic bacteria in surface water counted $4.3 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^4$ cfu/ml, $3.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml and bottom water counted $5.0 \times 10^1 \sim 3.0 \times 10^3$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 8.0 \times 10^1$ cfu/ml in September, November, respectively. The cell number of total coliforms bacteria in the surface water amounted to $1.0 \times 10^1 \sim 4.3 \times 10^2$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 6.0 \times 10^1$ cfu/ml and bottom water amounted $0 \sim 2.2 \times 10^2$ cfu/ml, $0 \sim 4.0 \times 10^1$ cfu/ml in September, November, respectively. As for *Vibrio* sp., the cell number in the surface water was $1.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^4$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml and bottom water counted $1.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml, 0 cfu/ml in September, November, respectively.

A total of 176 phytoplankton species were identified around Chagwi-do of Buk-Jeju Marine Ranching Program area in September and November 2004, comprising 110 species of diatoms, 34 species of dinoflagellates, and 32 species of phytoflagellates. The standing crops of phytoplankton ranged from 22,146 to 62,158 cells/L with a total mean of 35,124 cells/L in September and from 21,546 to 40,020 cells/L with a total mean of 29,110 cells/L in November. Dominant species were *Paralia sulcata* of diatoms with highest occupying percentage of 34.5 to 37.5 % in September, while *Prorocentrum lima* with highest occupying range of 16.3 to 32.7 % in November.

A range of chlorophyll a concentrations were 0.22 to 1.02 $\mu\text{gChl-a/L}$ with a total mean of 0.51 in September, and 0.12 to 1.02 $\mu\text{gChl-a/L}$ with a total mean of 0.62 in November. A potential primary production from the total mean of 0.57 $\mu\text{gChl-a/L}$ in September and November 2004 shows a slightly lower value than that from normal values recorded around Jeju coastal area.

Species composition and abundance of zooplankton were investigated around Chagwido in summer and autumn 2004. Zooplankton, such as Copepoda, Ostracoda,

Euphausiid, Amphipod, Chaetognatha, Appendicularia, Cladocera, Polychaete, Salpida, Siphonophora and larvae etc, were predominant in the Buk-Jeju Marine Ranching Program area. But they had stational and seasonal differences in their composition. Copepoda, gastropod and bivalve larvae showed maximum abundance in summer. Siphonophora, Copepoda and Appendicularia were most abundant in autumn. Average individual numbers of zooplankton were 7,819 indiv./m³(summer) and 9,015 indiv./m³ (autumn), respectively. The dominant species were *Oithona decipiens* (Copepod) in summer and *Diphyes* sp. (Siphonophora) in autumn. The size of zooplankton was measured for compare the size as the food. The dominant copepod in summer is worth as feed when juvenile of fish. But the worth as food of zooplankton in autumn is of low value relatively. Because the amount of copepod was decrease and the size of one became big in autumn.

This study reports a composition of benthic invertebrates collected from subtidal area at Kosan in Jeju by conventional quadrat methods using SCUBA with underwater photography. Benthic invertebrates were collected in September and November 2004 at a depth of 10-30m depths from each sampling site. Total number of benthic invertebrates collected from sampling site was 57 species. Average number of species in two sampling dates were 163 ind./50cm²(September 2004) and 129 ind./50cm² (November 2004), respectively. Dominant species (the number of species) collected in September 2004 were family Pyramidellidae (60 ind./50cm²) while the species collected in November 2004 were *Philbertia* sp. (6~98 ind./50cm²). The difference between two sampling dates may affected by low temperature and food availability in winter season.

To identify the characteristics of the seaweed community in the Buk-Jeju marine ranching area, five intertidal sites and 10 subtidal sites were chosen in October 2004 (autumn) and January 2005 (winter). In both seasons, seaweed species in the intertidal zone showed a distinctive zonation pattern (upper, middle and lower zone). The upper zone was dominated by *Gelidium divaricatum* (4-6%), whereas the middle zone was dominated by *Hizikia fusiformis* (19-29%) and *Sargassum thunbergii* (17-20%). *Sargassum sagamianum* (~21%) and *C. pilulefera* (~15%) were the two most dominant algal species in the lower zone. The number of seaweed species occurred in October 2004 was 40, including 2 green, 7 brown and 31 red algae. *Ecklonia cava*, *Sargassum serratifolium*, *Corallina pilulifera* and *Amphiroa dilatata*, were the most dominant species in this season, and their biomass were 80, 482, 20 and 18.2 g/0.25m², respectively.

Similarly, the number of seaweed species occurred in January 2005 was 40, including 2 green, 7 brown and 31 red algae. *Ecklonia cava*, *Sargassum serratifolium* and *Marginisporum abberans* were the most dominant species, and their biomass were 196.4, 51.5, 29.6 g/0.25m², respectively.

Occurrence and distribution of eggs and larvae around Chagwido area where is Buk-Jeju Marine Ranching Program area was examined in the summer(September) and autumn(November) 2004. SCUBA diving observations were conducted to investigate the species composition of fish at the four stations which were located in coastal waters from October to November 2004. Also, we investigated the fish species collected by gill net fishery in the adjacent waters of Chagwido from August to October 2004. During the experimental period, 36 species(20 genera, 10 families and 8 orders) of fish larvae and juveniles were identified. Among them, Gobiidae, Scorpaenidae, Myctophidae and Tripterygiidae were the dominant fishes in the study area. Seasonal dominant species were *Sebastes inermis*, *Scomber japonicus*, *Chromis notata* in the summer, *Sebastiscus marmoratus* in the autumn. In the results of fish composition by SCUBA diving, total 53 fish species(45 genera, 31 families and 7 orders) observed. Among them, Labridae, Pomacentridae, Scorpaenidae, Kyphosidae and Blenniidae were the dominant fishes in the number of species. Total 16 species (15 genera, 12 families and 4 orders) of fish caught by the gill net from August to October 2004. Among them, Scorpaenidae and Serranidae were the dominant fishes which were coastal habitat species.

2. Improvement of habitat

Seabed and adjacent land topographies

This survey area shows a maximum depth of about 60m in the West-Northern area, and the Northern area shows a distribution of more deep depths than the Southern area. The Northern area has a steep slope on the region about 1.0km away from the coast, and is as deep as approximately 60m. The Southern area shows a gentle distribution of depth that is under 40m. As it is a typical rock bed coast, it is very thinly covered with the exposing rock beds drawn out from the coast, and the course-gained, thin sediment layers on the relatively low topographic area. According to the subbottom profile, the Southern area of the survey area, which shows severe undulation and irregular reflection surfaces, is widely distributed of the outcrop beds,

exhibits relatively shallow depths of water, and the seafloor topography is also very complex. The Northern area, which is a topographically low area, displays almost no sediment layer at all, and the gravely sand sediment is very thinly stratified in the upper area and the gaps of the exposed rock beds locally.

Survey of artificial reefs

The facilities of artificial reefs from Hankyung-meon, Buk-Jeju-kun composed of 4 fishing villages at Buk-Jeju marine ranching area, but the area of indirect influence from marine ranching were 3 fishing villages. The artificial reefs of marine ranching had 7 types comprehended in square reefs. Total area of artificial reefs at marine ranching were 901 ha and arranged with 10,396 species. All of them, the square reefs consisted of 516 ha and 3,492 species, and then horn-triangle types, bangalore types in turn. The facilities of artificial reefs at indirect influence area of marine ranching were 720 ha and 3,350 species. All of them, the square reefs consisted of 256ha and 1,600 species, the hemispherical reefs 256 ha and 1, 734 species. After 2000, the facilities of steel reefs were 192 ha and 12 species. We knew that were increased gradually the facilities of steel reefs.

3. Annexation of fish stock and management

Resource ecology of target species

The ecological character investigation of target species in Buk-Jeju marine ranching get accomplished fishes, such as rock bream(*Oplegnathus fasciatus*), kelp grouper (*Epinephelus bruneus*), and invertebrate, *Haliotis discus*, *Haliotis diversicolor aquatilis*, *Batillus cornutus*. As mentioned commercial species are contribute to the income enlargement of local fishermen in marine ranching area. In addition, it is a valuable as the souvenir of many tourist. Main macroalgae species are *Sargassum spp.*, *Ecklonia cava*, those are essential to seagrass bed of improvement of habitat.

Characteristics of target fish according to habitat

Characteristics of the fish habitats in the Buk-Jeju marine ranching area were investigated by conducting field surveys on the topography. To identify the community structure of sessile organisms, 10 subtidal sites were chosen in October 2004 and January 2005, and their abundance was quantitatively estimated using a

quadrat method. The distribution patterns of fishes were investigated by conducting a qualitative fish survey. The data obtained from the quantitative and qualitative surveys were used for describing the horizontal distribution patterns of the key species for the Buk-Jeju marine ranching project.

Resources of fish

Fishing gears : The numbers of individual and species and biomass of fishes for three study subregions in the marine ranching ground were investigated by gill and trammel nets and fish trap from September to November. The number of species(total weight) of fishes by fish trap and gill net was 27 species(48,124.0g) and 18 species(38,317.8g), respectively. the number of species(total weight) of trammel net in September and November was 29 species(40,078.0g) and 14 species(13,109.4g), respectively. the gill net; was 14 species(21,628.3g) and 11 species (16,689.5g), and the fish trap; was 22 species(20,302.4g) and 21 species(27,821.6g), respectively. The catch per unit effort(CPUE) of trammel net was the highest in Kosan; that of trammel net was 942.8g/pok and the smallest was 776.3g/pok in Shinchang. the catch per unit effort(CPUE) of gill net was the highest in Kosan; that of gill net was 584.4g/pok and the smallest was 102.4g/pok in Shinchang. the catch per unit effort(CPUE) of fish trap was the highest in Yongsu and Yongdang; that of fish trap was 153.7g/pok and the smallest was 101.9g/pok in Kosan. On the other hand, the number of species (total weight) of fishes collected by fish trap in September and November showed 21 species (20,302g) and 18 species (27,777g), respectively. The number of species of fishes during studies hardly different by subregion, although biomass in Shinchang (10,756g) and Yongdang & Yongsu(11,279g) in November was twice as large as that in Kosan (5,742g). The total number of species of fishes collected by gill and trammel nets during studies was 32 species, and *Stephanolepis cirrhifer* (40 ind.), *Goniistius quadricornis* (35 ind.), *Trachurus japonicus* (28 ind.), *Thamnaconus modestus* (25 ind.), *Siganus fuscescens* (22 ind.) and *Pagrus major* (20 ind.) were predominant. the total number of species of fishes collected by fish trap during studies was 23 species, and *Halichoeres tenuispinis* (331 ind.), *Pseudolabrus japonicus* (299 ind.), *Halichoeres poecilopterus* (153 ind.), *Plotosus lineatus* (115 ind.), *Sebastiscus marmoratus* (63 ind.), *Chromis notata* (54 ind.) and *Oplegnathus fasciatus* (27 ind.) were predominant.

SCUBA investigation : Fisheries resources were investigated at the natural rocky bed and the artificial reef in Buk-Jeju marine ranching area by SCUBA diving,

October and December 2004. Total 34 fish species with sub-tropical species such as *Oplegnathus punctatus*, *Pterois lunulata*, *Pomacentrus coelestis*, *Pseudanthias squamipinnis*, *Apogon doederleini* and *Chaetodon modestus* were observed at the rocky bed station.

Resources of invertebrate

To get information on the invertebrate community structure and distribution was investigated in the marine ranching ground of Chagwi-do coastal water from September to November, 2004. The results are summarized as follows: The invertebrate was appeared total 140 species and Mollusca was most dominant species composition (45 spp., 32.1%) in the marine ranching ground of Chagwi-do coastal water. The total number of individual was appeared 2,123 ind/m². The Mollusca were a individual dominant group with a total density of 1,151 ind/m² which appeared 54.2% of the total individual of invertebrate and the Gastropoda was appeared highest by whole 51.3% (1,090 ind/m²) in the Mollusca. The dominant species was appeared 5 species to occupy more than 5% among the appearance rate by total individual species (2,123 ind/m²), and *Trochus sacellus*, *Batillus cornutus*, *Pagurus gracilipes*, *Cantharus cecillei*, *Charybdis acuta*, and *Trochus sacellus* were most dominant group in species composition. The total biomass of composition was appeared 11,158.0 g/m². The Mollusca were a biomass dominant group with a total biomass of 6,630.4 g/m² which appeared 59.4% of the total biomass of invertebrate and the Gastropoda was appeared highest by whole 4,516.1 g/m² (40.5%) in Mollusca. The dominant species was appeared 5 species to occupy more than 5% among the appearance rate by total biomass species (11,158.0g/m²), and *Batillus cornutus*, *Charybdis acuta*, *Octopus minor*, *Pagurus gracilipes*, *Kelletia lischkei* Kuroda, and *Batillus cornutus* were most dominant group in species composition. The first dominant species was appeared *Trochus sacellus*, and The second dominant species was *Batillus cornutus*, and *Cantharus cecillei*, *Ophiomastix mixta*. The third dominant species was appeared *Pagurus japonicus*, and *Charybdis acuta*, *Pagurus gracilipes*, *Anthocidaris crassispina* and *Trochus sacellus* were predominant. The biodiversity index were appeared 2.155~3.164 (H') in each stations. Mean biodiversity index was 2.548 (H'). The biodiversity index were appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in Shinchang. The diversity index were appeared 2.4527~3.1196 (H') in each stations. The diversity index were appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in Shinchang. The Evenness index were appeared 0.5646~0.6731 (E') in each stations. The evenness index were

appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in Shinchang. The dominance index were appeared 9,718~14.932 (R) in each stations. The dominance index were appeared most high in Kosan coastal water and appeared lowest in Yongdang.

Resources of macroalgae

In order to analyse marine algal vegetation in the marine ranching of Jeju, 5 sites, the algae were investigated seasonally from September to November 2004. As the results, marine algae identified from the localities were 112 species ; 13 green, 26 brown and 73 red algae. Among them, 106 species occurred in Summer and 38 species in Fall. The total algal biomass were 10,663.3g in summer and 1.7 times, 6,238.5g in fall. The representative vertical distribution at the localities throughout the seasons were *G. divaricatum*, *S. thunbergii*, *C. pilulifera*, *S. hemiphyllum*, *G. textorii* at intertidal zone, and *E. cava*, *S. patens*, *S. coreanum*, *S. serratifolium*, and corallina algae including *Amphiroa beauvoisii* at subtidal zone. The marine algae of submarine forest were composed of 11 species with large brown algae.

Fishery information survey

When look to Annual CPUE fluctuations according to the local fishing amount around Chagwido, total 5,892.0 (kg/person) in 2002 more than that 2003 and 2004. Total CPUE catch amounts according to the local are the highest, 6,029.3 (kg/person) in Shinchang for three years. Of many fisheries species, *Batillus cornutus* is most abundant (1,280.6kg/person), and 1,211.5kg/person in *Gelidium amansii*, 741,5kg/person *Sargassum fulvellum*. As mentioned three species accounted for 21% of total fishing catch. In comparison to the other area, the CPUE of *Batillus cornutus* and *Omphalius rusticum* are high level in Yongsu but the rest of fisheries product, such as *Haliotis discus*, *Haliotis diversicolor aquatilis*, *Stichopus japonicus*, are plentiful in Shinchang. In particular, the CPUE (1,168.2kg/person) of *Gelidium amansii* is most abundant among all species.

4. Use and management of marine ranching

Buk-Jeju marine ranching project is for both marine tourism and fishing while Tongyeong marine ranching and Jeonnam archipelago marine ranching were merely for fishing. 87,640 million won will be invested for the project. For the project 48,000

million won among the total expenditures will be covered from the private sector and it will be used for a marine park including marine tourism facilities. In order to implement the project successfully, it is most important to have a system to manage the fish stocks sustainable in addition to rebuilding the stocks in the marine ranching area. A management committee on the area will be launched to reach a consensus on the management and utilization of the fish stocks by designating a marine protected area and a stock management area and to minimize the possible conflicts among the area users. In addition, a self-regulation committee will be operated by the main area users (fishermen and private investors) to adjust their opinions. After the successful implementation of this project as planned, the NPV of the project will be at least 280,963won under the 3% or 5% discount rate and IRR will be at least 13% which is fairly high. However, the marine ranching area should be managed thoroughly first to obtain the above economic effects. Thus it should be assumed that there should be an active participation of fishermen and private investors for the sustainable use of the Buk-Jeju marine ranching area.

여 백

목 차

표목차	lxxxi
그림목차	cvii

종합서론	1
------------	---

울진 바다목장

제 1 장 환경 · 생태	1
제 1 절 해양환경 특성	1
1. 서론	1
2. 재료 및 방법	2
가. 수질환경	2
나. 퇴적환경	3
3. 결과 및 토의	4
가. 수질환경	4
나. 퇴적환경	9
제 2 절 생태계 특성	11
1. 서론	11
2. 재료 및 방법	12
가. 미생물	12
나. 식물플랑크톤 및 일차생산	13
다. 동물플랑크톤	13
라. 저서동물	14
마. 암반부착동물	16
바. 해조류	18
사. 난치자어 및 성어	20
3. 결과 및 토의	20

가. 미생물	20
나. 식물플랑크톤 및 일차생산	23
다. 동물플랑크톤	38
라. 저서동물	57
마. 암반부착동물	83
바. 해조류	96
사. 난치자어 및 성어	108
제 3 절 요약 및 결론	112
참고문헌	116
제 2 장 어장조성	123
제 1 절 해저지형	123
1. 서론	123
2. 재료 및 방법	125
가. 현장조사	125
나. 조사방법	126
다. 해저면 조사	130
라. 해저지층 탐사	131
마. 해저퇴적물 조사	132
3. 결과 및 토의	135
가. 수심지형분포	135
나. 퇴적층 분포	135
다. 해저면 음향영상 분포	142
라. 해저 퇴적물 분포	150
제 2 절 인공어초	157
1. 서론	157
2. 재료 및 방법	157
가. 어장 조성시설 타당성 조사	157
나. 인공어초 효과시험	159

3. 결과 및 토의	160
가. 해저지형조사	160
나. 자원조성 기반 조사	163
다. 인공어초 어장의 자원 조성효과(인공어초 효과시험)	166
제 3 절 요약 및 결론	175
참고문헌	177
제 3 장 자원조성	179
제 1 절 대상종의 자원생태 특성	179
1. 서론	179
2. 재료 및 방법	179
3. 결과 및 토의	179
가. 고급어종	180
나. 회유성 어종	181
다. 무척추동물	183
라. 해조류	186
제 2 절 대상종의 서식 특성	191
1. 서론	191
2. 재료 및 방법	192
가. 울진바다목장해역의 지형특성	192
나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성	192
다. 저서형별 서식 특성	197
3. 결과 및 토의	200
가. 암반 및 어초에 대한 군집 특성	200
나. 저서형별 서식 특성	204
제 3 절 유용생물자원 특성	215
1. 서론	215
2. 재료 및 방법	216

가. 어구조사	216
나. 잠수조사	220
3. 결과 및 토의	222
가. 어구조사	222
나. 잠수조사	237
제 4 절 요약 및 결론	240
참고문헌	242
제 4 장 이용 · 관리	245
제 1 절 서론	245
제 2 절 해역이용 · 관리실태	246
1. 수산업 실태	246
2. 해역이용 실태	247
3. 어업경영 실태 및 가계수입	249
4. 수산물 유통실태 및 경쟁력 평가	250
5. 레저 및 관광 편익추정	257
제 3 절 바다목장 실시계획 수립	261
1. 주해역 범위	261
2. 바다목장 시설투자계획 수립	261
3. 경제성 분석	266
제 4 절 바다목장 이용관리 기본계획 수립	271
1. 바다목장 이용관리 기본계획	271
2. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정	272
3. 바다목장 관리이용 협의회 · 자율관리위원회 구성	274
제 5 절 요약 및 결론	277

태안 바다목장

제 1 장 환경 · 생태	1
제 1 절 해양환경	1
1. 서론	1
2. 재료 및 방법	1
가. 수질특성	1
나. 퇴적물특성	3
3. 결과 및 토의	3
가. 수질특성	3
나. 퇴적물특성	6
제 2 절 생태계 특성	11
1. 서론	11
2. 재료 및 방법	11
가. 미생물	11
나. 식물플랑크톤 및 부착조류	12
다. 동물플랑크톤	14
라. 저서동물	15
마. 암반생물	17
바. 해조류	19
사. 난 · 치자어	20
아. 성어	21
3. 결과 및 토의	23
가. 미생물	23
나. 식물플랑크톤 및 부착조류	25
다. 동물플랑크톤	38
라. 저서동물	42
마. 암반생물	84
바. 해조류	94
사. 난 · 치자어	99
아. 성어	102

제 3 절 요약 및 결론	113
참고문헌	116
부록	126
제 2 장 어장조성	149
제 1 절 해저지형	149
1. 서론	149
2. 재료 및 방법	151
가. 현장조사	151
나. 조사방법	152
3. 결과 및 토의	159
가. 수심지형분포	159
나. 퇴적층 분포	160
다. 해저면 음향영상 분포	170
라. 해저 퇴적물 분포	175
제 2 절 인공어초	180
1. 서론	180
2. 재료 및 방법	180
가. 인공어초 투입 지역 및 현황조사	180
나. 시설상태 조사	184
3. 결과 및 토의	184
가. 인공어초 투입 지역 및 현황조사	184
나. 시설상태 조사	185
다. 시설된 어초의 어류 위집 및 매몰 상태	188
제 3 절 태안바다목장 DB 구축	189
1. 서론	189
2. 재료 및 방법	189
3. 결과 및 토의	190
가. GIS 공간정보 구축	190
나. 홈페이지 구축	195

제 4 절 요약 및 결론 200

참고문헌 201

부록 204

제 3 장 자원조성 219

제 1 절 대상종의 자원생태 특성 219

1. 서론 219

2. 재료 및 방법 221

가. 무척추동물 221

나. 어류 221

다. 우량종묘 확보 및 효율적 자원 첨가 기술 개발 221

3. 결과 및 토의 225

가. 무척추동물 225

나. 어류 234

다. 우량종묘 확보 및 효율적 자원 첨가 기술 개발 238

제 2 절 대상종의 서식 특성 247

1. 서론 247

2. 재료 및 방법 247

가. 갯벌지역 서식 특성 247

나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성 247

다. 조하대 분포 특성 248

3. 결과 및 토의 249

가. 갯벌지역 서식 특성 249

나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성 257

다. 조하대 분포 특성 257

제 3 절 자원 현황 273

1. 서론 273

2. 재료 및 방법 274

가. 조간대 274

나. 조하대	279
3. 결과 및 토의	281
가. 조간대	281
나. 조하대	291
제 4 절 요약 및 결론	304
참고문헌	308
제 4 장 이용 · 관리	315
제 1 절 서론	315
제 2 절 바다목장 이용 · 관리 실태조사	316
1. 수산업 실태	316
2. 해역 이용실태	323
3. 어업경영실태 및 가계수입	325
4. 수산물 유통실태 및 경쟁력평가	326
5. 레저 및 관광편익 추정	332
제 3 절 바다목장 실시계획 수립	335
1. 주해역 범위	335
2. 바다목장 시설투자계획 수립	336
3. 갯벌자원의 지속가능한 이용 및 관광	339
4. 경제성 평가	341
제 4 절 바다목장 이용 · 관리 기본계획 수립	345
1. 바다목장 자율관리어업위원회	345
2. 바다목장 관리이용협의회	346
3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정	346
제 5 절 요약 및 결론	348

북제주 바다목장

제 1 장 환경 · 생태	1
제 1 절 해양환경	1
1. 서론	1
2. 재료 및 방법	2
가. 수질환경	2
나. 저서 · 퇴적환경	2
3. 결과 및 토의	3
가. 수질환경	3
나. 저서 · 퇴적환경	14
제 2 절 생태계 특성	18
1. 서론	18
2. 재료 및 방법	18
가. 미생물	18
나. 식물플랑크톤	19
다. 동물플랑크톤	19
라. 저서동물	20
마. 해조류	22
바. 어류	23
3. 결과 및 토의	25
가. 미생물	25
나. 식물플랑크톤	29
다. 동물플랑크톤	32
라. 저서동물	46
마. 해조류	49
바. 어류	60
제 3 절 요약 및 결론	76
참고문헌	80
부록	83

제 2 장 어장조성	107
제 1 절 해저지형	107
1. 서론	107
2. 재료 및 방법	109
가. 현장조사	109
나. 조사방법	110
3. 결과 및 토의	115
가. 수심지형분포	115
나. 퇴적층 분포	115
다. 해저면 음향영상 분포	119
제 2 절 인공어초	124
1. 서론	124
2. 재료 및 방법	124
가. 위치도	124
나. 시설상태	124
3. 결과 및 토의	125
가. 위치도	125
나. 시설상태	126
제 3 절 요약 및 결론	132
참고문헌	133
제 3 장 자원조성	135
제 1 절 대상종의 자원생태 특성	135
1. 서론	135
2. 재료 및 방법	135
3. 결과 및 토의	135
가. 고급어종	135
나. 무척추 동물	138

다. 해조류	141
제 2 절 대상종의 서식 특성	148
1. 서론	148
2. 재료 및 방법	149
가. 북제주바다목장해역의 지형특성	149
나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성	151
다. 저서형별 서식 특성	152
3. 결과 및 토의	153
가. 암반 및 어초에 대한 군집 특성	153
나. 저서형별 서식 특성	156
제 3 절 자원현황	160
1. 서론	160
2. 재료 및 방법	161
가. 어류자원	161
나. 무척추동물 자원	164
다. 해조류 자원	164
라. 어업자료분석	166
3. 결과 및 토의	166
가. 어류 자원	166
나. 무척추동물 자원	180
다. 해조류 자원	210
라. 어업자료분석	215
제 4 절 요약 및 결론	219
참고문헌	223
부록	228
제 4 장 이용 · 관리	241
제 1 절 서론	241

제 2 절 해역이용 · 관리실태	242
1. 해역 이용 및 수산업 실태	242
가. 어가수 및 어업인구	242
나. 어선세력 및 어업인허가	243
다. 수산업 기반시설 및 어촌계 현황	244
2. 어업별 조업 실태	245
가. 마을어업, 양식업, 정치망어업의 조업 실태	245
나. 어선어업의 조업 실태	246
3. 어업경영 실태 및 가계수지 실태	248
4. 수산물 유통실태 및 소비패턴	250
가. 북제주지역의 활어유통시설 현황	250
나. 활어유통실태 분석	251
다. 시장에서의 경쟁력 평가(가격 및 품질)	254
5. 레저 및 관광 편익추정	256
가. 조사대상 및 방법	256
나. 조사결과	256
제 3 절 바다목장 실시계획 수립	259
1. 바다목장 주해역 범위 설정	259
2. 바다목장 시설투자계획 수립	260
3. 경제성 평가	264
가. 직접효과	264
나. 간접효과	265
다. 사전 타당성 평가	268
제 4 절 바다목장 이용 · 관리 기본계획 수립	269
1. 바다목장 이용 · 관리 기본계획	269
2. 바다목장 관리이용협의회 및 자율관리어업위원회의 구성 · 운영 방안	270
3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정	272
제 5 절 요약 및 결론	273
결론 및 정책 건의	1

Contents

List of Tables	lxxx
List of Figures	cvii

General introduction	1
-----------------------------------	---

Uljin Marine Ranching

Chapter 1. Marine organisms and their habitats	1
---	---

Section 1. Environmental factors	1
---	---

1. Introduction	1
-----------------------	---

2. Materials and methods	2
--------------------------------	---

A. Physicochemical environmental factors	2
--	---

B. Benthic environmental factors	3
--	---

3. Results and discussion	4
---------------------------------	---

A. Physicochemical environmental factors	4
--	---

B. Benthic environmental factors	9
--	---

Section 2. Ecological characteristics	11
--	----

1. Introduction	11
-----------------------	----

2. Materials and methods	12
--------------------------------	----

A. Marine microorganism	12
-------------------------------	----

B. Phytoplankton	13
------------------------	----

C. Zooplankton	13
----------------------	----

D. Soft-bottom macrobenthos	14
-----------------------------------	----

E. Hard-bottom macrobenthos	16
-----------------------------------	----

F. Macroalgae	18
---------------------	----

G. Fish	20
---------------	----

3. Results and discussion	20
---------------------------------	----

A. Marine microorganism	20
B. Phytoplankton	23
C. Zooplankton	38
D. Soft-bottom macrobenthos	57
E. Hard-bottom macrobenthos	83
F. Macroalgae	96
G. Fish	108
Section 3. Summary and conclusion	112
References	116
Chapter 2. Habitat enhancement	123
Section 1. Seabed and adjacent land topographies	123
1. Introduction	123
2. Materials and methods	125
A. Field survey	125
B. Investigation method	125
3. Results and discussion	135
A. Depth and topography distribution	135
B. Sedimentary layer distribution	135
C. Sound and image distribution on seabed	142
Section 2. Artificial reefs	157
1. Introduction	157
2. Materials and methods	157
A. Effectiveness of artificial reefs	157
B. Design of artificial reefs for submarine forests	159
3. Results and discussion	160
A. Physicochemical factors of the ranching area	160
B. Marine organisms in the ranching area	163
C. Effectiveness of artificial reefs	166

Section 3. Summary and conclusion	175
--	-----

References	177
-------------------------	-----

Chapter 3. Annexation of fish stock and management 179

Section 1. Resource ecology of target species	179
--	-----

1. Introduction	179
2. Materials and methods	179
3. Results and discussion	179
A. Commercial fish	180
B. Migratory fish	181
C. Invertebrate	183
D. Macroalgae	186

Section 2. Characteristics of target fish according to habitat	191
---	-----

1. Introduction	191
2. Materials and methods	192
A. Topography of Uljin marine ranching area	192
B. Community structure of the rocky habitats and artificial reefs	192
C. Distribution patterns of target species	197
3. Results and discussion	200
A. Community structure of the rocky habitats and artificial reefs	200
B. Distribution patterns of target species	204

Section 3. Fisheries Resources	215
---	-----

1. Introduction	215
2. Materials and methods	216
A. Estimation fishing gear	216
B. Estimation by SCUBA diving	220
3. Results and discussion	222
A. Estimation fishing gear	222
B. Estimation by SCUBA diving	237

Section 4. Summary and conclusion	240
References	242
Chapter 4. Use and management of marine ranching	245
Section 1. Introduction	245
Section 2. Actual condition of use and management of marine ranching	246
1. Actual condition of fisheries	246
2. Actual condition of fishing activities in marine ranching area	247
3. Actual condition of fishery management	249
4. Analysis of fishery marketing	250
5. Estimate of leisure & tourism benefit	257
Section 3. A working plan of marine ranching program	261
1. Main Site	261
2. Investment plan of marine ranching program	261
3. Pre-economic analysis	266
Section 4. Constructing system on use and management of marine ranching program	271
1. Basic program of use and management	271
2. Protect area & fisheries resource management area	272
3. Management and utilization committee & Self-regulation committee	274
Section 5. Conclusions	277

Taeon Marine Ranching

Chapter 1. Environmental factors • ecology	1
Section 1. Environmental factors	1
1. Introduction	1
2. Materials and methods	1
A. Physicochemical environmental factors	1
B. Benthic environmental factors	3
3. Results and discussion	3
A. Physicochemical environmental factors	3
B. Benthic environmental factors	6
Section 2. Ecological characteristics	11
1. Introduction	11
2. Materials and methods	11
A. Marine microorganism	11
B. Phytoplankton	12
C. Zooplankton	14
D. Soft-bottom macrobenthos	15
E. Hard-bottom macrobenthos	17
F. Macroalgae	19
G. Fish egg and larvae	20
H. Fish	21
3. Results and discussion	23
A. Marine microorganism	23
B. Phytoplankton	25
C. Zooplankton	38
D. Soft-bottom macrobenthos	42
E. Hard-bottom macrobenthos	84
F. Macroalgae	94
G. Fish egg and larvae	99
H. Fish	102

Section 3. Summary and conclusion	113
References	116
Appendices	126

Chapter 2. Habitat enhancement 149

Section 1. Seabed and adjacent land topographies 149

1. Introduction	149
2 Materials and methods	151
A. Field survey	151
B. Investigation method	152
3. Results and discussion	159
A. Depth and topography distribution	159
B. Sedimentary layer distribution	160
C. Sound and image distribution on seabed	170

Section 2. Artificial reefs 180

1. Introduction	180
2. Materials and methods	180
A. Locality and the present condition of artificial reefs	180
B. Configuration of artificial reefs	184
3. Results and discussion	184
A. Locality and the present condition of artificial reefs	184
B. Configuration of artificial reefs	185

Section 3. Construction of data base 189

1. Introduction	189
2. Materials and methods	189
3. Results and discussion	190
A. Construction of GIS spatial information	190
B. Construction of Taaen marine ranching web site	195

Section 4. Summary and conclusion	200
References	201
Appendices	204

Chapter 3. Annexation of fish stock and management 219

Section 1. Characteristics of target species	219
1. Introduction	219
2. Materials and methods	221
A. Invertebrate	221
B. Fish	221
C. Secure healthy seed and development of effective resource inputting system	221
3. Results and discussion	225
A. Invertebrate	225
B. Fish	234
C. Secure healthy seed and development of effective resource inputting system	238

Section 2. Characteristics of target fish according to habitat	247
1. Introduction	247
2. Materials and methods	247
A. Topography of Taeon marine ranching area	247
B. Community structure of the rocky habitats and artificial reefs	247
C. Distribution patterns of target species	248
3. Results and discussion	249
A. Topography of Taeon marine ranching area	249
B. Community structure of the rocky habitats and artificial reefs	257
C. Distribution patterns of target species	257

Section 3. Fisheries Resources	273
1. Introduction	273
2 Materials and methods	274
A. Tidal flat	274
B. Subtidal area	279

3. Results and discussion	281
A. Tidal flat	281
B. Subtidal area	291
Section 4. Summary and conclusion	304
References	308
Chapter 4. Use and management of marine ranching	315
Section 1. Introduction	315
Section 2. Actual condition of use and management of marine ranching	316
1. Actual condition of fisheries	316
2. Actual condition of fishing activities in marine ranching area	323
3. Actual condition of fishery management	325
4. Analysis of fishery marketing	326
5. Estimate of leisure & tourism benefit	332
Section 3. A working plan of marine ranching program	335
1. Main Site	335
2. Investment plan of marine ranching program	336
3.	339
4. Pre-economic analysis	341
Section 4. Constructing system on use and management of marine ranching program	345
1. Basic program of use and management	345
2. Protect area & fisheries resource management area	346
3. Management and utilization committee & Self-regulation committee	346
Section 5. Conclusions	348

Buk-Jeju Marine Ranching

Chapter 1. Environmental factors · ecology	1
Section 1. Environmental factors	1
1. Introduction	1
2. Materials and methods	2
A. Physicochemical environmental factors	2
B. Benthic environmental factors	2
3. Results and discussion	3
A. Physicochemical environmental factors	3
B. Benthic environmental factors	14
Section 2. Ecological characteristics	18
1. Introduction	18
2. Materials and methods	18
A. Marine microorganism	18
B. Phytoplankton	19
C. Zooplankton	19
D. Macrobenthos	20
E. Alage	22
F. Fish	23
3. Results and discussion	25
A. Marine microorganism	25
B. Phytoplankton	29
C. Zooplankton	32
D. Macrobenthos	46
E. Alage	49
F. Fish	60
Section 3. Summary and conclusion	76
References	80
Appendices	83

Chapter 2. Habitat enhancement	107
Section 1. Seabed and adjacent land topographies	107
1. Introduction	107
2. Materials and methods	109
A. Field survey	109
B. Investigation method	110
3. Results and discussion	115
A. Depth and topography distribution	115
B. Sedimentary layer distribution	115
C. Sound and image distribution on seabed	119
Section 2. Artificial reefs	124
1. Introduction	124
2. Materials and methods	124
A. Location map	124
B. Establishment condition	124
3. Results and discussion	125
A. Location map	125
B. Establishment condition	126
Section 3. Summary and conclusion	132
References	133
Chapter 3. Annexation of fish stock and management	135
Section 1. Resource ecology of target species	135
1. Introduction	135
2. Materials and methods	135
3. Results and discussion	135
A. Fish	135
B. Invertebrate	138
C. Macroalgae	141

Section 2. Characteristics of target fish according to habitat	148
1. Introduction	148
2. Materials and methods	149
A. Topography of Bukjeju marine ranching area	149
B. Community structure of the rocky habitats and artificial reefs	151
C. Distribution patterns of target species	152
3. Results and discussion	153
A. Community structure of the rocky habitats and artificial reefs	153
B. Distribution patterns of target species	156
 Section 3. Resources estimation	 160
1. Introduction	160
2. Materials and methods	161
A. Fish	161
B. Invertebrate	164
C. Macroalgae	164
D. Fisheries data analysis	166
3. Results and discussion	166
A. Fish	166
B. Invertebrate	180
C. Macroalgae	210
D. Fisheries data analysis	215
 Section 4. Summary and conclusion	 219
 References	 223
Appendices	228
 Chapter 4. Use and management of marine ranching	 241
Section 1. Introduction	241
 Section 2. Actual condition of use and management of marine ranching	 242

1. Actual condition of fisheries	242
A. Marine household and fishing population	242
B. Fishing vessels and fisheries license	243
C. Fisheries equipment and marine organization	244
2. Actual condition of fishing activities in marine ranching area	245
A. State of community fishery and aquaculture, set net fishery	245
B. State of fishery	246
3. Actual condition of fishery management	248
4. Analysis of fishery marketing	250
A. State of marketing infra for living fish	250
B. Analysis of marketing infra for living fish	251
C. Estimate of marketability	254
5. Estimate of leisure & tourism benefit	256
A. Investigation method	256
B. Investigation result	256
Section 3. A working plan of marine ranching program	259
1. Main Site	259
2. Investment plan of marine ranching program	260
3. Pre-economic analysis	264
A. Direct effectiveness	264
B. Indirect effectiveness	265
C. Adequacy assessment	268
Section 4. Constructing system on use and management of marine ranching program	269
1. Basic program of use and management	269
2. Management and utilization committee & Self-regulation committee	270
3. Protect area & fisheries resource management area	272
Section 5. Conclusions	273
Conclusion and policy suggestion	1

표 목 차

울진 바다목장

표 1-1-1. 울진 바다목장 조사정점의 좌표	3
표 1-1-2. 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 계절별 변화	5
표 1-1-3. 울진 바다목장 해역에서 화학적산소요구량과 영양염류의 계절별 변화	8
표 1-1-4. 울진 바다목장 해역의 퇴적물 입도	9
표 1-1-5. 울진 바다목장 해역에서 저질환경요인의 계절별 변화	10
표 1-2-1. PPES-II 배지 조성	12
표 1-2-2. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집 조사정점의 좌표	14
표 1-2-3. 울진 바다목장에서 조하대 암반부착동물 조사정점의 좌표	16
표 1-2-4. 울진 바다목장에서 조하대 해조류 조사정점의 좌표 및 수심	20
표 1-2-5. 2004년 9월 울진바다목장 식물플랑크톤 동정표	27
표 1-2-6. 2004년 11월 울진바다목장 식물플랑크톤 동정표	32
표 1-2-7. 울진바다목장해역에서 출현한 동물플랑크톤의 종목록	39
표 1-2-8. 조사 시기별 동물플랑크톤 분류군의 평균 개체수 및 점유율	42
표 1-2-9. 2004년 9월 울진바다목장에 출현한 동물플랑크톤의 개체수	43
표 1-2-10. 2004년 11월 울진바다목장에 출현한 동물플랑크톤의 개체수	46
표 1-2-11. 종 다양성 지수의 시기별, 정점별 변화	51
표 1-2-12. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물의 분류군별 종수	57
표 1-2-13. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 정점별 종수	58
표 1-2-14. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물의 개체조성	59
표 1-2-15. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 개체수	60
표 1-2-16. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 정점별 개체수의 분포	64
표 1-2-17. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물의 생체량 조성	65
표 1-2-18. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 생체량	66
표 1-2-19. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 정점별 생체량 분포	70
표 1-2-20. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 유사도에 의한 정점군의 특징 ..	77
표 1-2-21. SIMPER 분석에 의한 각 정점군의 주요 기여종	78
표 1-2-22. 우리나라 연질기저 저서동물 군집의 특성	80
표 1-2-23. 우리나라 연안에서 조사된 저서동물 중 오염지표종의 서식밀도	82
표 1-2-24. 울진바다목장 암반 구산리 조간대에 출현하는 부착저서동물	84

표 1-2-25. 울진바다목장 암반 직산리 조간대에 출현하는 부착저서동물	85
표 1-2-26. 울진바다목장 암반 후포리 조간대에 출현하는 부착저서동물	86
표 1-2-27. 울진바다목장 암반해역의 각 정점에서 출현한 대형저서동물 종수	88
표 1-2-28. 울진바다목장 암반해역의 각 정점에서 출현한 대형저서동물의 분류군별 출현 개체수	89
표 1-2-29. 울진 바다목장의 경질기저 저서동물 군집의 개체수	90
표 1-2-30. 울진바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포	96
표 1-2-31. 울진바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포	98
표 1-2-32. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 출현종수	100
표 1-2-33. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도	101
표 1-2-34. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량	102
표 1-2-35. 2005년 1월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 출현종수	104
표 1-2-36. 2005년 1월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도	105
표 1-2-37. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량	106
표 1-2-38. 2004년 9월과 11월에 포획된 자치어와 어란의 개체수	108
표 1-2-39. 2004년 9월에 포획된 자치어와 어란의 개체수	110
표 1-2-40. 2004년 11월에 포획된 자치어와 어란의 개체수	110
표 1-2-41. 2004년에 포획된 성어의 종수	111
표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양	127
표 2-1-2. SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양	129
표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양	131
표 2-1-4. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치	134
표 2-1-5. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수	151
표 2-2-1. 울진 바다목장 해역의 인공어초 종류별 시설 현황	164
표 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 인공어초 시설 현황	164
표 2-2-3. 울진 바다목장 해역 내 시설된 어초의 시설위치	165
표 2-2-4. 울진의 바다목장 해역의 월별 어획중량(g)과 어획마리수	166
표 2-2-5. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류 종조성 및 습중량	168
표 2-2-6. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별	

조성 및 습중량	170
표 3-2-1. 울진 바다목장에서 조하대 암반부착동물 조사정점의 좌표	199
표 3-2-2. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서동물의 개체수	208
표 3-2-3. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서동물의 생체량	212
표 3-3-1. 울진해역 형망에 어획된 어종목록	223
표 3-3-2. 민들조개 및 개량조개의 각장과 전중 범위	223
표 3-3-3. 울진해역 저인망에 어획된 어종목록	226
표 3-3-4. 울진해역 저인망에 어획된 주요 어종의 체장범위	226
표 3-3-5. 울진해역 자망에 어획된 어종목록	229
표 3-3-6. 울진해역 자망에 어획된 주요 어종의 체장범위	229
표 3-3-7. 울진해역 통발에 어획된 어종목록	230
표 3-3-8. 울진해역 통발에 어획된 주요 어종의 체장범위	231
표 3-3-9. 울진에서 정치망에 채집된 어류의 개체 수 및 생체량	232
표 3-3-10. 남대천에서 채집된 어류의 개체 수 및 생체량	236
표 3-3-11. 울진바다목장의 연안 암반과 인공 어초에서 확인된 어종	238
표 4-2-1. 울진지역 어가 및 어업인구 현황	246
표 4-2-2. 울진바다목장해역 어가 및 어업인구 현황	246
표 4-2-3. 울진바다목장해역 어업권 및 어선세력 현황	248
표 4-2-4. 울진바다목장해역 어선어업 현황	248
표 4-2-5. 울진바다목장해역 어선어업형태별 주어기	249
표 4-2-6. 어선어업의 자산 및 부채	249
표 4-2-7. 어선어업의 수지 및 가계수익	249
표 4-2-8. 울진관내 판매 시설의 현황	250
표 4-2-9. 설문지 회수 현황	251
표 4-2-10. 낚시비용	258
표 4-2-11. 어획량	258
표 4-2-12. 여행비용	259
표 4-3-1. 울진바다목장 사업의 추진단계	263
표 4-3-2. 울진바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획	264
표 4-3-3. 울진해역 바다목장 사업의 어장조성 및 관광시설투자계획	264
표 4-3-4. 울진해역 바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획	265
표 4-3-5. 울진해역 바다목장 사업의 연구개발 투자계획	265
표 4-3-6. 울진바다목장 사업의 직접효과	267
표 4-3-7. 최소 간접효과	269
표 4-3-8. 울진바다목장 사업의 경제적 타당성 분석	270
표 4-4-1. 울진바다목장 관리이용협의회	275

태안 바다목장

표 1-1-1. 태안바다목장 인근해역의 해양수질	4
표 1-1-2. 태안바다목장 인근해역의 해양수질	5
표 1-1-3. 태안 5개 조간대 지역의 표층 퇴적물 특성	8
표 1-1-4. 태안 5개 조간대 지역의 표층 퇴적물 특성	9
표 1-1-5. 태안 조하대 지역의 표층 퇴적물 특성	10
표 1-2-1. 종 다양성, 풍부도, 균등성 지수 및 우점도 지수	14
표 1-2-2. 출현 동물군의 code와 해당 동물군 category의 영문명과 국명	16
표 1-2-3. 2004년 하계의 태안바다목장에서 식물플랑크톤의 우점도 지수	25
표 1-2-4. 2004년 추계의 태안바다목장에서 식물플랑크톤의 우점도 지수	26
표 1-2-5. 2004년 9월-11월의 태안바다목장에서 식물플랑크톤의 생태 지수	29
표 1-2-6. 2004년 하계의 태안바다목장 조간대 지역에서 부착규조의 우점도 지수	34
표 1-2-7. 2004년 추계의 태안바다목장 조간대 지역에서 부착규조의 우점도 지수	37
표 1-2-8. 2004년 태안바다목장 조간대 지역에서 종 다양성 지수, 풍부도, 균등성 지수	38
표 1-2-9. 2004년 하계 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	43
표 1-2-10. 2004년 하계 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	43
표 1-2-11. 2004년 하계 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	44
표 1-2-12. 2004년 하계 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	44
표 1-2-13. 2004년 하계 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	45
표 1-2-14. 2004년 하계 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	45
표 1-2-15. 2004년 하계 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	46
표 1-2-16. 2004년 하계 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	46
표 1-2-17. 2004년 하계 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	47
표 1-2-18. 2004년 하계 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	47
표 1-2-19. 2004년 추계 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	49
표 1-2-20. 2004년 추계 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	50
표 1-2-21. 2004년 추계 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	50
표 1-2-22. 2004년 추계 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	51
표 1-2-23. 2004년 추계 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	51
표 1-2-24. 2004년 추계 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	52
표 1-2-25. 2004년 추계 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	52
표 1-2-26. 2004년 추계 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	53
표 1-2-27. 2004년 추계 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수	53
표 1-2-28. 2004년 추계 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량	54
표 1-2-29. 2004년 하계 조간대 고남의 평균 밀도 기준 우점종	54

표 1-2-30. 2004년 하계 조간대 고남의 평균 생체량 기준 우점종	55
표 1-2-31. 2004년 하계 조간대 승언리의 평균 밀도 기준 우점종	55
표 1-2-32. 2004년 하계 조간대 승언리의 평균 생체량 기준 우점종	56
표 1-2-33. 2004년 하계 조간대 신야1구의 평균 밀도 기준 우점종	56
표 1-2-34. 2004년 하계 조간대 신야1구의 평균 생체량 기준 우점종	57
표 1-2-35. 2004년 하계 조간대 신야2구의 평균 밀도 기준 우점종	57
표 1-2-36. 2004년 하계 조간대 신야2구의 평균 생체량 기준 우점종	58
표 1-2-37. 2004년 하계 조간대 장곡의 평균 밀도 기준 우점종	58
표 1-2-38. 2004년 하계 조간대 장곡의 평균 생체량 기준 우점종	59
표 1-2-39. 2004년 추계 조간대 고남의 평균 밀도 기준 우점종	60
표 1-2-40. 2004년 추계 조간대 고남의 평균 생체량 기준 우점종	61
표 1-2-41. 2004년 추계 조간대 승언리의 평균 밀도 기준 우점종	61
표 1-2-42. 2004년 추계 조간대 승언리의 평균 생체량 기준 우점종	62
표 1-2-43. 2004년 추계 조간대 신야1구의 평균 밀도 기준 우점종	62
표 1-2-44. 2004년 추계 조간대 신야1구의 평균 생체량 기준 우점종	63
표 1-2-45. 2004년 추계 조간대 신야2구의 평균 밀도 기준 우점종	63
표 1-2-46. 2004년 추계 조간대 신야2구의 평균 생체량 기준 우점종	64
표 1-2-47. 2004년 추계 조간대 장곡의 평균 밀도 기준 우점종	64
표 1-2-48. 2004년 추계 조간대 장곡의 평균 생체량 기준 우점종	65
표 1-2-49. 2004년 하계 정선별 정점별 생태학적 체지수	67
표 1-2-50. 2004년 추계 정선별 정점별 생태학적 체지수	68
표 1-2-51. 각 군집별 생태학적 체지수와 환경요인의 비교	74
표 1-2-52. CA scores와 각 정점의 체지수 및 환경 자료에 대한 상관분석 결과	74
표 1-2-53. 대형저서동물 가입의 시공간적 패턴	77
표 1-2-54. 태안바다목장 조하대 저서동물의 동물군별 종수	78
표 1-2-55. 태안바다목장 조하대 저서동물의 동물군별 개체수	78
표 1-2-56. 태안바다목장 조하대 저서동물의 동물군별 생체량	79
표 1-2-57. 태안바다목장 조하대 저서동물의 종수, 개체수, 생체량	79
표 1-2-58. 태안바다목장 조하대 저서동물의 밀도기준 우점종	81
표 1-2-59. 태안바다목장 조하대 저서동물의 생체량 기준 우점종	82
표 1-2-60. 2004년 하계 에 조사된 암반 저서동물 분포 및 피도	85
표 1-2-61. 2004년 12월 에 조사된 암반 저서동물 분포 및 피도	86
표 1-2-62. 2004년 하계 에 조사된 조하대 암반 저서동물 분포 및 피도	90
표 1-2-63. 2004년 12월 에 조사된 조하대 암반 저서동물 분포 및 피도	91
표 1-2-64. 조사정점에서의 해조류의 분류군별 개체수	98
표 1-2-65. 해조류 식생의 수직분포도	99
표 1-2-66. 2004년 하계, 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 종조성 및 출현개체수	100

표 1-2-67. 2005년 1월, 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 종조성 및 출현개체수	101
표 1-2-68. 조사해역에 출현한 어류의 종조성 및 개체수	104
표 1-2-69. 조사해역에 출현한 어류의 종조성 및 생체량	106
표 1-2-70. 태안바다목장 해역 출현어종 비교	108
표 1-2-71. 정점별 생태지수	111
표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양	153
표 2-1-2. SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양	155
표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양	157
표 2-1-4. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치	158
표 2-1-5. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수	176
표 2-2-1. 어초시설상태 조사에 사용된 Side Scan Sonar의 사양	182
표 2-2-2. 각종 관측 및 분석 장비의 제원	183
표 2-2-3. 태안 바다목장 조성지에 시설된 어초 종류 및 수량	184
표 2-2-4. 태안 바다목장 조성지에 시설된 어초의 시설위치	186
표 2-2-5. 태안 바다목장 조성지에 시설된 어초의 시설상태	187
표 2-3-1. GIS DB 구축을 위한 연구 재료 및 용도	189
표 2-3-2. 태안바다목장 주변 지상기준점 측정 성과	191
표 2-3-3. 홈페이지 콘텐츠 설계	196
표 3-1-1. 중간숙주 검색에 사용된 생물 종 및 채집 장소	223
표 3-1-2. 본 연구의 nested-PCR에 사용된 primer 염기서열	223
표 3-1-3. Nested-PCR에 의한 실험생물의 WSSV 감염률	240
표 3-1-4. 축제식 및 육상 수조에서 생산된 조피볼락 종묘의 유전적 다양성	241
표 3-1-5. AFLP 분석에 의한 넙치 3계통의 유전적 다양성	244
표 3-1-6. 서해산 및 중국산 쥐노래미 친어의 RAPD 유전 다양성 분석 결과	246
표 3-2-1. 조간대 대형저서생물 출현 종	250
표 3-2-2. 승언리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종	256
표 3-2-3. 중장리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종	256
표 3-2-4. 신야리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종	256
표 3-2-5. 장곡리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종	256
표 3-2-6. 고남리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종	257
표 3-2-7. 태안 바다목장 해역의 소형기선저인망에 의한 어획 생물의 종조성	259
표 3-2-8. 태안 바다목장 해역의 복합자망에 의한 어획생물 종조성	262
표 3-2-9. 태안 바다목장 해역의 새우자망에 의한 어획생물 종조성	263
표 3-2-10. 태안 바다목장 해역의 통발에 의한 어획생물 종조성	265
표 3-2-11. 외파수도 조하대 무척추동물의 종조성	268
표 3-2-12. 내파수도 조하대 무척추동물의 종조성	269
표 3-2-13. 외도 조하대 무척추동물의 종조성	269

표 3-2-14. 종달여 조하대 무척추동물의 종조성	270
표 3-2-15. 분여 조하대 무척추동물의 종조성	271
표 3-2-16. 신야리 조하대 무척추동물의 종조성	271
표 3-3-17. 태안바다목장의 어류 자원 정점의 위치	281
표 3-3-18. 참굴의 자원량	283
표 3-3-19. 바지락의 자원량	284
표 3-3-20. 어장별 바지락 개체군 특성	287
표 3-3-21. 해삼의 자원량	292
표 3-3-22. 전복의 자원량	292
표 3-3-23. 태안바다목장의 자망조사에서 확인된 어종	294
표 3-3-24. 태안바다목장의 연안 암반에서 확인된 어종	300
표 3-3-25. 태안바다목장의 인공 어초에서 확인된 어종	302
표 4-2-1. 태안지역 세대 및 어가	316
표 4-2-2. 태안지역 인구 및 어가인구	317
표 4-2-3. 태안지역 어선척수	317
표 4-2-4. 바다목장 권역내 지역별 어선척수	317
표 4-2-5. 태안지역 연안어업 허가처분 상황보고	318
표 4-2-6. 바다목장권역내 지역별 업종별 허가건수	318
표 4-2-7. 태안지역 어업면허현황	319
표 4-2-8. 바다목장 권역내 어종별 면허현황	320
표 4-2-9. 태안지역 어항현황	320
표 4-2-10. 태안지역 수산 가공품 생산현황	321
표 4-2-11. 태안지역 어촌계 현황	322
표 4-2-12. 바다목장권역내 어촌계 현황	322
표 4-2-13. 바다목장권역내 어업인 단체	323
표 4-2-14. 태안지역 수산물 생산량	323
표 4-2-15. 태안지역 수산물 계통판매고	324
표 4-2-16. 안면수협 수산물 계통판매고	325
표 4-2-17. 어업의 자산 및 부채	325
표 4-2-18. 어업의 수지 및 가계수익	325
표 4-2-19. 태안관내 판매 시설의 현황	326
표 4-2-20. 설문지 회수 현황	327
표 4-2-21. 여행경비	332
표 4-3-1. 태안바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획	336
표 4-3-2. 태안바다목장 사업의 어장조성·관광 및 자원증대시설 투자계획	337
표 4-3-3. 태안바다목장 사업의 연구개발 투자계획	338
표 4-3-4. 태안바다목장 사업의 직접효과	342

표 4-3-5. 태안바다목장 사업의 경제적 타당성 분석	344
표 4-4-1. 태안바다목장 관리이용협의회	346

북제주 바다목장

표 1-1-1.	2004년 북제주 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 계절별 변화	7
표 1-1-2.	2004년 북제주 바다목장 해역에서 영양염류의 계절별 변화	13
표 1-1-3.	2004년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 이화학적 성질 조사	16
표 1-1-4.	2004년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 입도 분포	17
표 1-2-1.	차귀도 주변해역 식물플랑크톤 우점종 분포와 점유율	31
표 1-2-2.	차귀도 주변해역의 식물플랑크톤 현존량과 엽록소-a 량	32
표 1-2-3.	2004년 하계 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성파 개체수	34
표 1-2-4.	2004년 추계 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성파 개체수	36
표 1-2-5.	2004년 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 종수	37
표 1-2-6.	북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포	49
표 1-2-7.	북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포	51
표 1-2-8.	2004년 추계 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 출현종수	53
표 1-2-9.	2004년 추계 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도	54
표 1-2-10.	2004년 추계 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량	55
표 1-2-11.	2005년 동계 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 출현종수	57
표 1-2-12.	2005년 동계 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도	58
표 1-2-13.	2005년 동계 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량	59
표 1-2-14.	차귀도 주변해역에서의 시기별, 정점별 자치어 출현종수	65
표 1-2-15.	하계 차귀도 주변해역에서 채집된 자치어의 출현량	66
표 1-2-16.	추계 차귀도 주변해역에서 채집된 자치어의 출현량	67
표 1-2-17.	조사해역 내에서 시기별·해역별로 관찰된 어류 종조성	71
표 1-2-18.	차귀도 근해에서 자망어업에 의해 어획된 어류의 종조성과 생체량	75
표 2-1-1.	연안 DGPS 조정기지국 및 사양	111
표 2-1-2.	SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양	113
표 2-1-3.	해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양	114
표 2-2-1.	북제주 바다목장 해역내의 인공어초 시설현황	126

표 2-2-2. 북제주 바다목장 해역내의 지역별 인공어초 시설현황	127
표 2-2-3. 북제주 바다목장 인근해역의 인공어초 시설현황	128
표 2-2-4. 북제주 바다목장 인근해역의 지역별 인공어초 시설현황	129
표 3-3-1. 북제주 바다목장의 조사정점 좌표 및 조사일자	162
표 3-3-2. 무척추 동물상 잠수 조사정점	165
표 3-3-3. 자망어업 어획시험 결과	167
표 3-3-4. 바다목장 해역의 일반자망, 조사용 자망에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성	169
표 3-3-5. 일반자망과 조사용 자망에서 어획된 기타 어류의 크기 조성	171
표 3-3-6. 자망어업 어획시험 결과	172
표 3-3-7. 북제주 바다목장에서 통발에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성	173
표 3-3-8. 통발에서 어획된 기타 어류의 크기 조성	176
표 3-3-9. 북제주 바다목장의 연안 암반에서 확인된 어종	178
표 3-3-10. 북제주 바다목장 자연 암반에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위	179
표 3-3-11. 북제주 바다목장 사각어초어장에서 확인된 어종, 개체수 및 전장범위	181
표 3-3-12. 북제주 바다목장 인공어초어장에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위	182
표 3-3-13. 조사해역 동물군별 총 출현종	183
표 3-3-14. 2004년 9월과 11월에 출현하는 무척추동물의 지역별 종수	187
표 3-3-15. 북제주 바다목장해역의 동물군별 총 개체조성	190
표 3-3-16. 2004년 9월과 11월에 출현하는 무척추동물의 지역별 개체수	193
표 3-3-17. 북제주 바다목장해역의 동물군별 총 생체량 조성	197
표 3-3-18. 2004년 9월과 11월에 출현하는 무척추동물의 지역별 생체량	200
표 3-3-19. 각 지역별 무척추동물의 종다양도	207
표 3-3-20. 각 지역별 군집우점도	208
표 3-3-21. 각 정점별 종다양도, 균등도, 풍부도 지수	209
표 3-3-22. 북제주 바다목장해역의 해조류 출현종 수	210
표 3-3-23. 북제주 바다목장해역의 해조류 생물량	213
표 3-3-24. 북제주 바다목장해역의 해조류 우점종	214
표 3-3-25. 북제주 바다목장해역의 해중립 조성종	215
표 3-3-26. 북제주 바다목장해역의 각 지역별 단위노력당 어획량 분포	217
표 4-2-1. 북제주 바다목장 해역의 어가와 어업인구 및 잠수인력 현황	242
표 4-2-2. 환경면의 어선세력 현황	243
표 4-2-3. 북제주 환경면의 인허가 상황	244
표 4-2-4. 어항 및 수산물 유통·보급시설 현황	244

표 4-2-5. 북제주바다목장 해역 내 어촌계 현황	245
표 4-2-6. 마을어업, 양식업, 정치망어업의 조업 현황	246
표 4-2-7. 북제주바다목장 해역 내 어선어업의 조업 상황	247
표 4-2-8. 어종별 주어기 및 바다목장 해역 이용도	247
표 4-2-9. 어선어업의 어종별 어획량 및 어획금액	248
표 4-2-10. 어선어업의 자산 및 부채	249
표 4-2-11. 어선어업의 수지 및 가계수익	249
표 4-2-12. 북제주관내 판매 시설의 현황	250
표 4-2-13. 설문지 회수 현황	251
표 4-2-14. 낚시비용	257
표 4-2-15. 어획량	257
표 4-3-1. 북제주바다목장 사업의 추진단계	260
표 4-3-2. 북제주바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획	261
표 4-3-3. 북제주바다목장 사업의 어장조성 시설투자계획	262
표 4-3-4. 북제주바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획	263
표 4-3-5. 북제주바다목장 사업의 연구개발 투자계획	263
표 4-3-6. 북제주바다목장 사업의 직접효과	265
표 4-3-7. 최소 간접효과	267
표 4-3-8. 북제주바다목장 사업의 경제적 타당성 분석	268
표 4-4-1. 북제주바다목장 관리이용협의회	271

List of Tables

Uljin Marine Ranching

Table 1-1-1. Sampling locations for physicochemical characteristics of sediment in the Uljin marine ranching area in 2004	3
Table 1-1-2. Seasonal variation in physicochemical factors of the Uljin marine ranching area in 2003-2004	5
Table 1-1-3. Seasonal variation of COD and nutrients in the Uljin marine ranching area in 2004	8
Table 1-1-4. Bottom sediment grading of the Uljin marine ranching area in 2004	9
Table 1-1-5. Seasonal variation of sediment environmental factors in the Uljin marine ranching area in 2004	10
Table 1-2-1. The composition of PPES-II medium	12
Table 1-2-2. Location of macrobenthos sampling stations in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	14
Table 1-2-3. Sampling locations for macrobenthos on subtidal hard-bottom in the Uljin marine ranching area	16
Table 1-2-4. Position and depth for sampling locations of macroalgae on subtidal site in the marine ranching area of Uljin	20
Table 1-2-5. Abundance of phytoplankton identified at the Uljin marine ranching area	27
Table 1-2-6. Abundance of phytoplankton identified in the Uljin marine ranching area	32
Table 1-2-7. A list of zooplankton observed in the Uljin marine ranching area during the period from September to November 2004	39
Table 1-2-8. Temporal average abundance and quantitative composition of zooplankton taxon	42
Table 1-2-9. Abundance of zooplankton in the Uljin marine ranching area in September 2004	43
Table 1-2-10. Abundance of zooplankton in the Uljin marine ranching area in Novemebr 2004	46
Table 1-2-11. Temporal and spatial variation of Species Diversity Index	51
Table 1-2-12. Species composition of the macrobenthos in soft bottoms of the Uljin marine ranching area	57

Table 1-2-13. Number of species at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	58
Table 1-2-14. Individual composition of macrobenthos in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	59
Table 1-2-15. Density of macrobenthos in soft bottoms of the Uljin marine ranching area	60
Table 1-2-16. The number of individuals at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	64
Table 1-2-17. Biomass composition of macrobenthos in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	65
Table 1-2-18. Biomass of macrobenthos in soft bottoms of the Uljin marine ranching area	66
Table 1-2-19. Biomass of macrobenthos at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	70
Table 1-2-20. Ecological characteristics of macrobenthos based on cluster analysis in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	77
Table 1-2-21. Contributed species between stations based on SIMPER analysis	78
Table 1-2-22. A comparison of benthic community studies in the coastal area of Korea, sieved by 1mm mesh size	80
Table 1-2-23. Density of pollution indicator species collected in the coastal area of Korea	82
Table 1-2-24. Macrobenthic animals corrected on the Gusanri rocky shore in the Uljin marine ranching area	84
Table 1-2-25. Macrobenthic animals corrected on the Jissanri rocky shore in the Uljin marine ranching area	85
Table 1-2-26. Macrobenthic animals corrected on the Hupori rocky shore in the Uljin marine ranching area	86
Table 1-2-27. The number of macrobenthos species at the 13 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	88
Table 1-2-28. The number of individuals of macrobenthos species at the 13 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	89
Table 1-2-29. Density of macrobenthos in subtidal hard bottoms in the Uljin marine ranching area	90
Table 1-2-30. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area	96
Table 1-2-31. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area	

ranching area	98
Table 1-2-32. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	100
Table 1-2-33. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	101
Table 1-2-34. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	102
Table 1-2-35. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	104
Table 1-2-36. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	105
Table 1-2-37. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area	106
Table 1-2-38. Mean abundance of the fish eggs and larvae captured in the study area in September and November 2004	108
Table 1-2-39. Species composition of the fish eggs and larvae captured in the study area in September 2004	110
Table 1-2-40. Species composition of the fish eggs and larvae captured in the study area in November 2004	110
Table 1-2-41. Species composition of the adult fishes captured off Hupo of Uljin 2004	111
Table 2-1-1. General information of DGPS reference stations	127
Table 2-1-2. General specifications of multibeam echo sounder system	129
Table 2-1-3. Specification of side scan sonar system	131
Table 2-1-4. Sampling times and locations of surface sediments in the survey area ..	134
Table 2-1-5. Compositions and textural parameters of obtained surface sediments in the survey area	151
Table 2-2-1. Status of artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	164
Table 2-2-2. Status of artificial reef installation in marine ranching are, Uljin	164
Table 2-2-3. Position of reef installation in marine ranching area, Uljin	165
Table 2-2-4. Composition of a catch and weight of fish in marine ranching area, Uljin	166
Table 2-2-5. Species and wet weight of algae on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	168
Table 2-2-6. Comparison of species composition and wet weight of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	170

Table 3-2-1. Sampling locations for macrobenthos on subtidal hard-bottom in the marine ranching area of Uljin	199
Table 3-2-2. Density of benthic resources at each station in the marine ranching area of Uljin	208
Table 3-2-3. Biomass of major benthic resources at each station in the marine ranching area of Uljin	212
Table 3-3-1. List of species collected by dredged net in Uljin, Korea	223
Table 3-3-2. Ranges of shell total length and weight of <i>Gomphina aequilatera</i> and <i>Mactra chinensis</i>	223
Table 3-3-3. List of species collected by small trawl net in Uljin, Korea	226
Table 3-3-4. Length range of major species collected by small trawl net in Uljin, Korea	226
Table 3-3-5. List of species collected by gillnet in Uljin, Korea	229
Table 3-3-6. Length range of major species collected by gillnet in Uljin, Korea	229
Table 3-3-7. List of species collected by trap in Uljin, Korea	230
Table 3-3-8. Length range of major species collected by trap in Uljin, Korea	231
Table 3-3-9. The individual of fishes and biomass collected by set net in the coastal water off Uljin from September to December 2004	232
Table 3-3-10. The individual of fishes and biomass collected in Nam Dae Cheon	236
Table 3-3-11. Fish species observed at the rocky bed and artificial reefs in Uljin marine ranching area	238
Table 4-2-1. Household & fisherman of Uljin	246
Table 4-2-2. Household & fisherman of Uljin marine ranching area	246
Table 4-2-3. Fishery rights & fishing boat of Uljin marine ranching area	248
Table 4-2-4. States of fishery in marine ranching area	248
Table 4-2-5. Main fishing season and fishing ground of each species	249
Table 4-2-6. Assets & Debts	249
Table 4-2-7. Income & expenditure	249
Table 4-2-8. The present status of facilities for sale Uljin	250
Table 4-2-9. Number of returned survey	251
Table 4-2-10. Cost of fishing	258
Table 4-2-11. Amount of fishing	258
Table 4-2-12. Cost of travel	259
Table 4-3-1. Implementation plan for Uljin marine ranching area	263
Table 4-3-2. Annual investment plan for Uljin marine ranching area by funding source	264

Table 4-3-3. Investment plan of fishing grounds construction & tourist facilities for Uljin marine ranching area 264

Table 4-3-4. Investment plan for resource enhancement facilities for Uljin marine ranching area 265

Table 4-3-5. Investment plan of R&D for Uljin marine ranching area 265

Table 4-3-6. Direct effect of Uljin marine ranching area 267

Table 4-3-7. Minimum indirect effect 269

Table 4-3-8. Results of economic analysis of Uljin marine ranching area 270

Table 4-4-1. Uljin Marine Ranching Management Council 275

Taeon marine ranching

Table 1-1-1. Water quality in the near shore of Taeon marine ranching area	4
Table 1-1-2. Water quality in the near shore of Taeon marine ranching area	5
Table 1-1-3. Characteristics of surface sediments in 5 different Taeon tidal flats	8
Table 1-1-4. Characteristics of surface sediments in 5 different Taeon tidal flats	9
Table 1-1-5. Characteristics of surface sediments in Taeon subtidal flat	10
Table 1-2-1. The formula of ecological index from several sources	14
Table 1-2-2. Alphabetically-abbreviated codes used for classifying taxon	16
Table 1-2-3. The dominance index of phytoplankton in the marine ranching area of Taeon coastal waters, Sep. 2004	25
Table 1-2-4. The dominance index of phytoplankton in the marine ranching area of Taeon coastal waters, Nov. 2004	26
Table 1-2-5. The ecological index of phytoplankton in the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov. 2004	29
Table 1-2-6. The dominance index of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeon coastal waters, Sep. 2004	34
Table 1-2-7. The dominant index of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeon coastal waters, Nov. 2004	37
Table 1-2-8. Ecological index of benthic diatom communities in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov., 2004	38
Table 1-2-9. The mean abundance of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups	43
Table 1-2-10. The mean biomass of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups	43
Table 1-2-11. The mean abundance of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups	44
Table 1-2-12. The mean biomass of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups	44
Table 1-2-13. The mean abundance of the Sinya1 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	45
Table 1-2-14. The mean biomass of the Sinya1 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	45
Table 1-2-15. The mean abundance of the Sinya2 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	46

Table 1-2-16. The mean biomass of the Sinya2 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	46
Table 1-2-17. The mean abundance of the Janggok intertidal benthos in each station by taxonomic groups	47
Table 1-2-18. The mean biomass of the Janggok intertidal benthos in each station by taxonomic groups	47
Table 1-2-19. The mean abundance of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups	49
Table 1-2-20. The mean biomass of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups	50
Table 1-2-21. The mean abundance of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups	50
Table 1-2-22. The mean biomass of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups	51
Table 1-2-23. The mean abundance of the Sinya1 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	51
Table 1-2-24. The mean biomass of the Sinya1 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	52
Table 1-2-25. The mean abundance of the Sinya2 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	52
Table 1-2-26. The mean biomass of the Sinya2 intertidal benthos in each station by taxonomic groups	53
Table 1-2-27. The mean abundance of the Janggok intertidal benthos in each station by taxonomic groups	53
Table 1-2-28. The mean biomass of the Janggok intertidal benthos in each station by taxonomic groups	54
Table 1-2-29. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean abundance	54
Table 1-2-30. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean biomass ..	55
Table 1-2-31. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean abundance	55
Table 1-2-32. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean biomass	56
Table 1-2-33. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean abundance ..	56
Table 1-2-34. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean biomass ..	57
Table 1-2-35. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean abundance ..	57

Table 1-2-36. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean biomass ...	58
Table 1-2-37. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean abundance	58
Table 1-2-38. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean biomass ..	59
Table 1-2-39. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean abundance	60
Table 1-2-40. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean biomass ..	61
Table 1-2-41. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean abundance	61
Table 1-2-42. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean biomass	62
Table 1-2-43. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean abundance	62
Table 1-2-44. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean biomass ...	63
Table 1-2-45. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean abundance	63
Table 1-2-46. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean biomass ...	64
Table 1-2-47. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean abundance	64
Table 1-2-48. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean biomass ...	65
Table 1-2-49. The ecological indices in each intertidal area in September 2004	67
Table 1-2-50. The ecological indices in each intertidal area in November 2004	68
Table 1-2-51. Comparisons of ecological index and environmental factors among groups	74
Table 1-2-52. The result of correlation analysis among faunal variation ecological indices and environmental factors	74
Table 1-2-53. Spatio-temporal pattern of the new settlers of macrobenthos	77
Table 1-2-54. Species number of each phylum of subtidal macrozoobenthos collected from Taean marine ranching area in September and November 2004	78
Table 1-2-55. Phylum abundance of subtidal macrozoobenthos collected from Taean marine ranching area in September and November 2004	78
Table 1-2-56. Phylum biomass of subtidal macrozoobenthos collected from Taean marine ranching area in September and November 2004	79
Table 1-2-57. Species number, abundance and biomass of subtidal macrozoobenthos from Taean marine ranching area in September and November 2004	79
Table 1-2-58. Dominant subtidal macrobenthos ranked by total abundance in Taean marine ranching area in September and November 2004	81
Table 1-2-59. Dominant subtidal macrobenthos ranked by total biomass in Taean	

marine ranching area in September and November 2004	82
Table 1-2-60. Coverages and individuals of macrobenthos on hard bottom, Sept., 2004	85
Table 1-2-61. Coverages and individuals of macrobenthos on hard bottom, Dec., 2004 ...	86
Table 1-2-62. Coverages and individuals of macrobenthos on sub-tidal hard bottom, Sept., 2004	90
Table 1-2-63. Coverages and individuals of macrobenthos on sub-tidal hard bottom, Dec., 2004	91
Table 1-2-64. The number of marine algal species ³³ observed at study area	98
Table 1-2-65. Distribution pattern of algal species in relation to tidal height and distance from coast	99
Table 1-2-66. The species composition and abundance of fish larvae in Sep. 2004	100
Table 1-2-67. The species composition and abundance of fish larvae in Jan. 2005	101
Table 1-2-68. Species composition and individuals of fishes collected in survey area ...	104
Table 1-2-69. Species composition and wet weight of fishes collected in survey area ...	106
Table 1-2-70. Comparisons of occurring fishes around Tae'an marine ranching area ...	108
Table 1-2-71. Species index for sampling area in the Tae'an marine ranching area ...	111
Table 2-1-1. General information of DGPS reference stations	153
Table 2-1-2. General specifications of multibeam echo sounder system	155
Table 2-1-3. Specification of side scan sonar system	157
Table 2-1-4. Sampling times and locations of surface sediments in the survey area ...	158
Table 2-1-5. Compositions and textural parameters of obtained surface sediments in the survey area	176
Table 2-2-1. Specifications of Side Scan Sonar used to the survey	182
Table 2-2-2. Specifications of transducer of BEACON and differential global positioning system of Navis 3000D	183
Table 2-2-3. The type and scale of reefs installed at Tae'an marine ranching area in the province of Chungnam, Korea	184
Table 2-2-4. The Location of artificial reefs installed at Tae'an marine ranching area in the province of Chungnam, Korea	186
Table 2-2-5. The configuration of artificial reefs installed at Tae'an marine ranching area in the province of Chungnam, Korea	187
Table 2-3-1. Material and use for GIS DB	189
Table 2-3-2. The results of GCPs measurement	191
Table 2-3-3. Design of homepage contents	196
Table 3-1-1. Species and collected place used an intermediary host search	223

Table 3-1-2. Primer sequences used for nested-PCR in this study	223
Table 3-1-3. Incidence of WSSV by nested-PCR	240
Table 3-1-4. Summary of the detection of polymorphisms in the seedlings of Korean rockfish <i>Sebastes schlegeli</i> produced from seawater pond and land-based culture system	241
Table 3-1-5. Summary of the detection of AFLP markers in the three population of olive flounder, <i>P. olivaceus</i>	244
Table 3-1-6. Summary of RAPD polymorphisms analysis in west coastal population and Chinese population of <i>Hexagrammos otakii</i>	246
Table 3-2-1. The occurrence of macrobenthos in intertidal flat	250
Table 3-2-2. Dominant species of the macrobenthos in Seungeon-ri	256
Table 3-2-3. Dominant species of the macrobenthos in Joongjang-ri	256
Table 3-2-4. Dominant species of the macrobenthos in Shinya-ri	256
Table 3-2-5. Dominant species of the macrobenthos in Janggok-ri	256
Table 3-2-6. Dominant species of the macrobenthos in Konam-ri	257
Table 3-2-7. List of fish fauna around proposed marine ranching sites, Taean Coast	259
Table 3-2-8. List of fish fauna around proposed marine ranching sites, Taean Coast	262
Table 3-2-9. List of fish fauna around proposed marine ranching sites, Taean Coast	263
Table 3-2-10. List of fish fauna around proposed marine ranching sites, Taean Coast	265
Table 3-2-11. List of macrobenthos in subtidal flat of Oepasudo	268
Table 3-2-12. List of macrobenthos in subtidal flat of Naepasudo	269
Table 3-2-13. List of macrobenthos in subtidal flat of Oedo	269
Table 3-2-14. List of macrobenthos in subtidal flat of Jongdalyeo	270
Table 3-2-15. List of macrobenthos in subtidal flat of Bunyeo	271
Table 3-2-16. List of macrobenthos in subtidal flat of Shinyari	271
Table 3-3-17. Location of study stations in Taean marine ranching area	281
Table 3-3-18. The resources of <i>Crassostrea gigas</i> in Taean	283
Table 3-3-19. The resources of <i>Ruditapes philippinarum</i> in Taean	284
Table 3-3-20. Characteristics of population of Manila clam at each fisheries area	287
Table 3-3-21. The resources of <i>Stichopus japonicus</i> in Taean	292
Table 3-3-22. The resources of <i>Haliotis discus hannai</i> in Taean	292
Table 3-3-23. Fish species caught by gill nets in Taean marine ranching area	294

Table 3-3-24. Fish species observed at the rocky bed in Taeon marine ranching area	300
Table 3-3-25. Fish species observed at artificial reefs in Taeon marine ranching area	302
Table 4-2-1. Marine household of Taeon area	316
Table 4-2-2. Magnitude of fisherman in total population	317
Table 4-2-3. Fishing vessels of Taeon area	317
Table 4-2-4. Fishing vessels of marine ranching area	317
Table 4-2-5. Number of fishing licenses of Taeon area	318
Table 4-2-6. Number of fishing licenses in marine ranching area	318
Table 4-2-7. Size and state of fishing rights in Taeon area	319
Table 4-2-8. Size and state of fishing rights in marine ranching area	320
Table 4-2-9. State of fishing port in Taeon area	320
Table 4-2-10. Processed goods of fish in Taeon area	321
Table 4-2-11. Marine organization in Taeon area	322
Table 4-2-12. Marine organization in marine ranching area	322
Table 4-2-13. Fisheries group in marine ranching area	323
Table 4-2-14. Fish production of Taeon area	323
Table 4-2-15. Fish product sales by fisheries cooperatives in Taeon area	324
Table 4-2-16. Fish product sales by fisheries cooperatives in Anmyeon area	325
Table 4-2-17. Assets & Debts	325
Table 4-2-18. Income & expenditure	325
Table 4-2-19. The present status of facilities for sale in Taeon	326
Table 4-2-20. Number of returned survey	327
Table 4-2-21. Cost of travel	332
Table 4-3-1. Annual investment plan for Taeon marine ranching program by funding source	336
Table 4-3-2. Investment plan of fishing grounds construction · tourism and resources enhancement for Taeon marine ranching program	337
Table 4-3-3. Investment plan of R&D for Taeon marine ranching program	338
Table 4-3-4. Direct effect of Taeon marine ranching program	342
Table 4-3-5. Results of economic analysis of Taeon marine ranching program	344
Table 4-4-1. Taeon marine ranching management council	346

Buk-Jeju Marine Ranching

Table 1-1-1. Seasonal variation of physicochemical factors in Buk-Jeju marine ranching area in 2004	7
Table 1-1-2. Seasonal variations of nutrient contents in the Buk-Jeju marine ranching area in 2004	13
Table 1-1-3. Results of analysis for the top sediment of the Buk-Jeju marine ranching area in 2004	16
Table 1-1-4. Particle size distribution for the top sediment of the Buk-Jeju marine ranching area in 2004	17
Table 1-2-1. Occupying percentage and distribution of dominant phytoplankton	31
Table 1-2-2. Standing crops and chlorophyll a of phytoplankton at Chagwido	32
Table 1-2-3. Abundance and composition of zooplanton in the Buk-Jeju marine ranching area in summer, 2004	34
Table 1-2-4. Abundance and composition of zooplanton in the Buk-Jeju marine ranching area in autumn, 2004	36
Table 1-2-5. The number of zooplankton species in the Buk-Jeju marine ranching area in 2004	37
Table 1-2-6. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area	49
Table 1-2-7. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area	51
Table 1-2-8. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Buk-Jeju marine ranching area	53
Table 1-2-9. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Buk-Jeju marine ranching area	54
Table 1-2-10. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Buk-Jeju marine ranching area	55
Table 1-2-11. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Buk-Jeju marine ranching area	57
Table 1-2-12. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Buk-Jeju marine ranching area	58
Table 1-2-13. Abundance of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Buk-Jeju marine ranching area	59
Table 1-2-14. Number of species of fish larvae and juveniles collected around Chagwido during survey period	65

Table 1-2-15. Abundance of fish larvae and juveniles collected around Chagwido	66
Table 1-2-16. Abundance of fish larvae and juveniles collected around Chagwido	67
Table 1-2-17. Species composition of fish by SCUBA observation in the study area	71
Table 1-2-18. List and weight of fish species collected by gill net fishery in the adjacent waters of Chagwido	75
Table 2-1-1. General information of DGPS reference stations	111
Table 2-1-2. General specifications of multi-beam echo sounder system	113
Table 2-1-3. Specification of side scan sonar system	114
Table 2-2-1. The facilities of artificial reefs in Buk-Jeju marine ranching area	126
Table 2-2-2. The facilities of artificial reefs different from fishing villages at Buk-Jeju marine ranching area	127
Table 2-2-3. The facilities of artificial reefs at the approach area of Buk-Jeju marine ranching area	128
Table 2-2-4. The facilities of artificial reefs different from fishing villages at the approach area of Buk-Jeju marine ranching area	129
Table 3-3-1. Sampling locations and dates for each fishery type in the Buk-Jeju marine ranching area in September and November, 2004	162
Table 3-3-2. Station on underwater survey	165
Table 3-3-3. The numbers of species and individual and biomass of fishes collected by gill and trammel nets in the Buk-Jeju marine ranching area	167
Table 3-3-4. The number of individual and biomass in species composition of fishes collected by gill and trammel nets in the Buk-Jeju marine ranching area in september and November, 2004	169
Table 3-3-5. Length of other fishes collected by gill and trammel nets	171
Table 3-3-6. The numbers of species and individual and biomass of fishes collected by fish trap in the Buk-Jeju marine ranching area	172
Table 3-3-7. The number of individual and biomass in species composition of fishes collected by fish trap in the Buk-Jeju marine ranching area in september and November, 2004	173
Table 3-3-8. Length of other fishes collected by fish trap	176
Table 3-3-9. Fish species observed at the rocky bed at Chagwido in Buk-Jeju marine ranching area	178
Table 3-3-10. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes observed at rocky bed in Buk-Jeju marine ranching area	179
Table 3-3-11. Number of species and individuals, total length at the artificial reef in	

Buk-Jeju marine ranching area	181
Table 3-3-12. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes observed at artificial reefs in Buk-Jeju marine ranching area	182
Table 3-3-13. Comparison to number of species based on Taxonomical levels at each station	183
Table 3-3-14. The Number of species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	187
Table 3-3-15. Individual composition of invertebrates collected in the marine ranching area of Chagwido coastal water	190
Table 3-3-16. The Number of individual at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	193
Table 3-3-17. Biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water	197
Table 3-3-18. Regional variation of Biomass composition of individual in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	200
Table 3-3-19. Diversity index of the invertebrates at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water	207
Table 3-3-20. Dominant species and CDI at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water	208
Table 3-3-21. The value of Biodiversity index, Evennes index and Richnes index at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water	209
Table 3-3-22. Numbers of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coast water	210
Table 3-3-23. Biomass and vertical distribution of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coastal water	213
Table 3-3-24. Dominant species of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coastal water	214
Table 3-3-25. Composing species of submarine forest around proposed in the marine ranching of Chagwido coastal water	215
Table 3-3-27. The catch per unit effort at each stations in marine ranching area in 2002~2004	217
Table 4-2-1. Marine household and fishing population, divers of Buk-Jeju marine ranching site	242
Table 4-2-2. Fishing vessels of Hankyung-myun Buk-Jeju	243

Table 4-2-3. Fisheries license of Hankyung-myun, Buk-jeju	244
Table 4-2-4. Fishing ports and marketing infra structure	244
Table 4-2-5. Marine organization in Buk-jeju marine ranching site	245
Table 4-2-6. State of community fishery and aquaculture, set net fishery	246
Table 4-2-7. States of fishery in Buk-jeju marine ranching site	247
Table 4-2-8. Main fishing season and fishing ground of each species	247
Table 4-2-9. Main fishes and revenue of Buk-jeju marine ranching	248
Table 4-2-10. Assets and debts of fishery	249
Table 4-2-11. Revenue and cost of fishery	249
Table 4-2-12. The present status of facilities for sale in Buk-jeju	250
Table 4-2-13. Number of returned survey	251
Table 4-2-14. Cost of fishing	257
Table 4-2-15. Amount of fishing	257
Table 4-3-1. Implementation plan for Buk-jeju Marine Ranching Program	260
Table 4-3-2. Annual investment plan for Buk-jeju Marine Ranching Program by funding source.	261
Table 4-3-3. Investment plan of fishing grounds construction for Buk-jeju Marine Ranching Program.	262
Table 4-3-4. Investment plan for resource enhancement facilities for Buk-jeju Marine Ranching Program.	263
Table 4-3-5. Investment plan of R&D for Buk-jeju Marine Ranching Program	263
Table 4-3-6. Direct effect of Buk-jeju Marine Ranching Program	265
Table 4-3-7. Minimum indirect effect	267
Table 4-3-8. Results of economic analysis of Buk-jeju Marine Ranching Program	268
Table 4-4-1. Buk-jeju Marine Ranching Management Council	271

그림 목 차

울진바다목장

그림 1-1-1. 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 조사 정점	2
그림 1-2-1. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 조사정점	15
그림 1-2-2. 울진바다목장 해역 암반부착저서동물 채집 정점	17
그림 1-2-3. 울진바다목장 해역 해조류 조사정점	19
그림 1-2-4. 2004년 9월, 11월 울진 바다목장 해역의 총균.	21
그림 1-2-5. 2004년 9월, 11월 울진 바다목장 해역의 생균수	22
그림 1-2-6. 2004년 9월, 11월 울진 바다목장 해역의 해양세균의 종조성	24
그림 1-2-7. 2004년 9월 울진 바다목장 해역의 해양세균 종조성	25
그림 1-2-8. 2004년 11월 울진 바다목장 해역의 해양세균 종조성	26
그림 1-2-9. 2004년 9월의 울진바다목장 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화	30
그림 1-2-10. 2004년 9월의 울진바다목장 정점별 chlorophyll <i>a</i> 값 변화	31
그림 1-2-11. 2004년 11월의 울진바다목장 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화	35
그림 1-2-12. 2004년 11월의 울진바다목장 정점별 chlorophyll <i>a</i> 값 변화	36
그림 1-2-13. <i>Gonyaulax polygramma</i> 영양세포 사진	37
그림 1-2-14. 2004년 9월 조사에서 주요 동물플랑크톤의 우점율	49
그림 1-2-15. 2004년 9월 조사에서 우점종인 <i>Noctiluca scintillans</i> 의 정점별 분포	49
그림 1-2-16. 2004년 11월 조사에서 주요 동물플랑크톤의 우점율	50
그림 1-2-17. 2004년 11월 우점종인 <i>Paracalanus indicus</i> 의 정점별 분포	50
그림 1-2-18. 2004년 9월 조사시 동물플랑크톤 출현종 및 개체수에 따른 정점 간 유사도의 수상도	52
그림 1-2-19. 2004년 11월 조사시 동물플랑크톤 출현종 및 개체수에 따른 정점 간 유사도의 수상도	52
그림 1-2-20. 2004년 9월 조사에서 지각류와 표층 수온과의 상관관계	54
그림 1-2-21. 2004년 9월 조사에서 수직 평균 엽록소 <i>a</i> 농도와 지각류와의 상관관계	54
그림 1-2-22. 2004년 11월 조사에서 표층 chlorophyll <i>a</i> 농도와 주요 동물플랑크톤 분류군과의 상관관계	55
그림 1-2-23. 수직 평균 chlorophyll <i>a</i> 농도와 난바다 곤쟁이의 미성숙 개체와의 상관관계	55
그림 1-2-24. 연질기저 저서동물 중 개체수 우점종의 분포	71
그림 1-2-25. 연질기저에 우점적인 저서동물의 월별 개체수 변화	72

그림 1-2-26. 연질기저에서 생체량 우점적인 저서동물의 생체량분포	73
그림 1-2-27. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물군집의 유사도	74
그림 1-2-28. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물군집의 다차원척도법 분석 결과	75
그림 1-2-29. 울진 바다목장 연질기저 저서동물군집의 유사도에 의한 해역의 구분	76
그림 1-2-30. 울진바다목장 암반부착생물 조사정점별 종 다양도 및 균등도	92
그림 1-2-31. 울진바다목장 암반해역에서 우점적으로 출현하는 부착저서동물	94
그림 1-2-32. 울진바다목장 해역의 13개 암반해역에 출현하는 부착저서동물 우점종	95
그림 1-2-33. 울진바다목장 해역 암반 조건대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화	97
그림 1-2-34. 울진바다목장 해역 암반 조건대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화	99
그림 1-2-35. 2004년 10월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량	103
그림 1-2-36. 2005년 1월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량	107
그림 2-1-1. 울진 바다 목장화 해역도	124
그림 2-1-2. 조사지역의 항적도	125
그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 분포 및 범위	126
그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도	128
그림 2-1-5. 조사기간 동안의 후포항 관측 조위	129
그림 2-1-6. 사이드스캔소나 조사 개념도	130
그림 2-1-7. 조사지역 및 표층퇴적물의 위치도	133
그림 2-1-8. 조사지역의 등수심도	136
그림 2-1-9. 조사지역의 해저지층 기록	137
그림 2-1-10. 해저지층 기록	138
그림 2-1-11. 해저지층 기록	139
그림 2-1-12. 해저지층 기록	140
그림 2-1-13. 해저지층 기록	141
그림 2-1-14. 조사지역의 해저지층 기록	144
그림 2-1-15. 해저지층 기록	145
그림 2-1-16. 해저지층 기록	146
그림 2-1-17. 해저지층 기록	147
그림 2-1-18. 해저지층 기록	148
그림 2-1-19. 해저지층 기록	149
그림 2-1-20. 조사지역의 모래함량 분포도	152
그림 2-1-21. 조사지역의 빨 함량 분포도	153
그림 2-1-22. 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상 분포도	154
그림 2-1-23. 조사지역 표층퇴적물의 평균입도 분포도	155

그림 2-1-24. 조사지역 표층퇴적물의 분급도 분포도	156
그림 2-2-1. 울진 바다목장의 조사해역도 및 조사위치도	158
그림 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 해저경사도	160
그림 2-2-3. 울진 바다목장 해역의 수심 및 경사도	161
그림 2-2-4. 울진 바다목장 해역의 저질 및 암반분포도	162
그림 2-2-5. 울진 바다목장 해역의 저질 입도 분석	163
그림 2-2-6. 울진 바다목장 해역내에 있는 인공어초 종류별 시설 면적비	166
그림 2-2-7. 울진의 바다목장 해역의 추계 어획마리수	167
그림 2-2-8. 울진의 바다목장 해역의 추계 어획중량	167
그림 2-2-9. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류의 문별 계절별 습중량	169
그림 2-2-10. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류의 문별 계절별 출현 종수	169
그림 2-2-11. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 출현종수	171
그림 2-2-12. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 출현개체수	171
그림 2-2-13. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 습중량	172
그림 2-2-14. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경	173
그림 2-2-15. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경	174
그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종의 서식특성과악연구의 중요성을 설명하는 모식도	191
그림 3-2-2. 울진바다목장해역의 위치도	193
그림 3-2-3. 울진바다목장의 북쪽 해안의 지형도	194
그림 3-2-4. 울진바다목장의 남쪽 해안의 지형도	195
그림 3-2-5. 울진바다목장해역의 외양 쪽 지형특성	196
그림 3-2-6. 울진바다목장해역의 유용저서동물 조사정점	198
그림 3-2-7. 울진바다목장 13개 조하대 해조류 조사지점의 유사도	201
그림 3-2-8. 울진바다목장 13개 조하대 해조류 조사지점의 유사도	202
그림 3-2-9. 울진 바다목장 암반해역에서 출현하는 저서동물군집의 유사도.	203
그림 3-2-10. 울진바다목장해역 내 미역과 다시마의 생체량의 공간분포	204
그림 3-2-11. 울진바다목장해역 내 알송이모자반 및 팽생이모자반의 생체량의 공간분포	205
그림 3-2-12. 울진바다목장해역 내 미역과 다시마의 생체량의 공간분포	206

그림 3-2-13. 울진바다목장해역 내 알송이모자반 및 팽생이모자반의 생체량의 공간분포	207
그림 3-2-14. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 홍합과 굴의 출현 개체수	209
그림 3-2-15. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 전복과 우렁생이의 출현 개체수	210
그림 3-2-16. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 등근전복과 성게의 출현 개체수	211
그림 3-2-17. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서동물의 생체량	213
그림 3-3-1. 패류자원조사에 사용된 형망어구	216
그림 3-3-2. 울진 바다목장해역 유용생물자원조사 해역도	217
그림 3-3-3. 울진 삼척 지역의 조사 지점	219
그림 3-3-4. 남대천 지역의 조사 지점	220
그림 3-3-5. 울진바다목장의 어류상 및 수산자원현황 조사 정점	221
그림 3-3-6. 형망에 어획된 개량조개	222
그림 3-3-7. 형망에 어획된 민들조개	222
그림 3-3-8. 민들조개의 각장조성	224
그림 3-3-9. 개량조개의 각장조성	224
그림 3-3-10. 어류자원조사에 사용된 소형저인망	225
그림 3-3-11. 저인망에 어획된 주요 어종의 체장조성	227
그림 3-3-12. 어류자원조사에 사용된 자망	228
그림 3-3-13. 통발에 어획된 붕장어의 체장조성	231
그림 3-3-14. 울진과 삼척지역 어류의 다양도 지수, 균등도 지수, 종 수 및 수온의 변화	235
그림 4-2-1. 구산항의 전경 및 시설현황	251
그림 4-2-2. 울진관내 활어 소매점의 유형별 활선어 취급 추이	252
그림 4-2-3. 활어의 구입경로	253
그림 4-2-4. 구매방법의 선택이유	253
그림 4-2-5. 활어구매시의 가격결정 방법	254
그림 4-2-6. 울진바다목장 어획물의 브랜드화 판매시의 구매의사	255
그림 4-2-7. 울진바다목장 브랜드 활선어의 차별화 가능성	255
그림 4-2-8. 자연산, 양식산, 목장산등 3종의 어류 품질 예상 평가	256
그림 4-2-9. 거주지	257
그림 4-2-10. 거주지	259
그림 4-3-1. 울진바다목장 구획도	262
그림 4-4-1. 바다목장 이용·관리주체들의 역할 분담	275
그림 4-4-2. 전국 바다목장 자율관리협의회의 구성과 기능	276

태안바다목장

그림 1-1-1. 조하대와 조간대 정점 위치도	2
그림 1-2-1. 암반 조간대 저서동물 조사 정점	18
그림 1-2-2. 암반 조하대 저서동물 조사 정점	19
그림 1-2-3. 난·자치어 조사 정점도	21
그림 1-2-4. 태안바다목장화 해역 어류조사 지점도	22
그림 1-2-5. 조사에 사용된 새우트롤의 모식도	22
그림 1-2-6. 태안 바다목장 해역 조간대의 종속영양세균수	24
그림 1-2-7. 태안 바다목장 해역 조하대의 종속영양세균수	24
그림 1-2-8. 2004년 9월-11월 태안 바다목장 해역에서 식물플랑크톤 종조성의 변동	27
그림 1-2-9. 2004년 9월-11월 태안 바다목장 해역에서 식물플랑크톤의 현존량의 변동	28
그림 1-2-10. 2004년 9월-11월 태안 바다목장 조간대 해역에서 부착규조류의 현존량의 변동	32
그림 1-2-11. 2004년 하계 태안 바다목장 조간대 해역에서 주요 우점종의 변동	33
그림 1-2-12. 주요 우점종의 전자현미경 사진	35
그림 1-2-13. 2004년 추계 태안 바다목장 조간대 해역에서 주요 우점종의 변동	36
그림 1-2-14. 2004년 태안바다목장 해역에서 동물플랑크톤의 개체수 변화	39
그림 1-2-15. 2004년 태안바다목장 해역에서 동물플랑크톤 주요 우점종의 변화	41
그림 1-2-16. 출현 종-서식밀도 자료를 바탕으로 작성된 집괴분석의 결과	70
그림 1-2-17. 집괴분석에 의해 제시된 저서생물 표본 그룹의 공간적 패턴	71
그림 1-2-18. Correspondence analysis에 의한 정점의 산포도	72
그림 1-2-19. Correspondence analysis에 의한 20개 우점종의 산포도	73
그림 1-2-20. 집괴분석을 통한 태안바다목장 조하대 저서동물군집의 상호 유사성	83
그림 1-2-21. 2004년 태안바다목장 조하대 저서동물군집의 이차생산력	83
그림 1-2-22. 집괴분석에 의한 조간대 암반 서식생물의 군집구조	88
그림 1-2-23. 집괴분석에 의한 조간대 암반 서식생물의 군집구조	88
그림 1-2-24. 집괴분석에 의한 조하대 암반 서식생물의 군집구조	93
그림 1-2-25. 집괴분석에 의한 조하대 암반 서식생물의 군집구조	93
그림 1-2-26. 해조류 조사 지역	96
그림 1-2-27. 해조류의 생체량	97
그림 1-2-28. 내륙연안과 섬지역의 해조류 생체량비교	97
그림 1-2-29. 정점간의 유사도	98
그림 1-2-30. 2004년 하계 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 출현분포	100

그림 1-2-31. 2005년 동계 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 출현분포	102
그림 1-2-32. 출현 어류의 개체수 비교	103
그림 1-2-33. 출현어류의 생태량 비교	105
그림 1-2-34. 종다양성 지수와 균등도 지수	111
그림 1-2-35. 조사지점별 균집비교 수상도	112
그림 2-1-1. 태안 바다 목장화 해역도	150
그림 2-1-2. 조사지역의 항적도	151
그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 분포 및 범위	152
그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도	154
그림 2-1-5. 조사기간 동안의 관측 조위	155
그림 2-1-6. 사이드 스캔 소나 조사 개념도	156
그림 2-1-7. 조사지역 및 표층퇴적물의 위치도	159
그림 2-1-8. 조사지역의 등수심도	161
그림 2-1-9. 조사지역의 해저지층 기록	162
그림 2-1-10. 해저지층 기록	163
그림 2-1-11. 해저지층 기록	164
그림 2-1-12. 해저지층 기록	165
그림 2-1-13. 해저지층 기록	166
그림 2-1-14. 해저지층 기록	167
그림 2-1-15. 해저지층 기록	168
그림 2-1-16. 해저지층 기록	169
그림 2-1-17. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과	172
그림 2-1-18. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과 해석	173
그림 2-1-19. Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층기록 비교	174
그림 2-1-20. 조사지역의 모래함량 분포도	177
그림 2-1-21. 조사지역의 빨 함량 분포도	177
그림 2-1-22. 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상 분포도	178
그림 2-1-23. 조사지역 표층퇴적물의 평균입도 분포도	178
그림 2-1-24. 조사지역 표층퇴적물의 분급도 분포도	179
그림 2-2-1. 태안바다목장화 해역 인공어초 시설지	181
그림 2-2-2. 어초 시설상태 조사에 사용된 Side Scan Sonar	182
그림 2-2-3. DGPS 안테나 및 수신장치	183
그림 2-2-4. 해저 구조물의 높이 산정	185
그림 2-3-1. 영상의 기하보정 처리절차	190

그림 2-3-2.	태안바다목장 주변 지상기준점 측정 위치	191
그림 2-3-3.	GIS 기본 공간정보 구축 절차	192
그림 2-3-4.	태안바다목장 해역의 GIS 기본 map	193
그림 2-3-5.	태안바다목장 해역의 3차원 해저지형도	193
그림 2-3-6.	GIS 기본공간정보를 활용한 GIS 속성자료 주제도	194
그림 2-3-7.	태안바다목장 홈페이지 초기화면	197
그림 2-3-8.	태안바다목장 주변해역의 사진촬영 위치와 사진	198
그림 2-3-9.	주 메뉴 홈페이지 화면	199
그림 3-1-1.	3월 중순 자연에서 어획된 미성숙 모하의 nested-PCR 결과	239
그림 3-1-2.	두토막눈썹참갯지렁이를 1개월간 먹인 대하의 nested-PCR 결과	239
그림 3-1-3.	먹이로 사용된 두토막눈썹참갯지렁이의 nested-pcr 결과	239
그림 3-1-4.	축제식 및 육상 수조에서 생산된 조피볼락 종묘의 6번 primer를 사용하여 5RAPD PCR을 수행한 전기영동 사진	241
그림 3-1-5.	축제식 및 육상 수조에서 생산된 조피볼락 종묘의 계통별 유전적 거리의 UPGMA 모식도	242
그림 3-1-6.	E/ACT-M/CAT primer 조합을 사용하여 AFLP를 수행한 결과	245
그림 3-1-7.	서해산 및 중국산 쥐노래미 친어의 5번 primer를 사용하여 RAPD PCR을 수행한 전기영동 사진	246
그림 3-2-1.	무척추동물 조사 정점도	248
그림 3-2-2.	해삼과 참전복	272
그림 3-2-3.	진주담치와 불가사리류	272
그림 3-3-1.	조간대 조사 정점도	275
그림 3-3-2.	시료 채취 정점	276
그림 3-3-3.	실험에 사용된 바지락의 면역학적, 생화학적 정보 측정 모식도	276
그림 3-3-4.	바지락 마을어장 정점도	278
그림 3-3-5.	태안바다목장의 어류상 및 수산자원현황 조사 정점	280
그림 3-3-6.	참굴	282
그림 3-3-7.	참굴 분포도	282
그림 3-3-8.	바지락 과 쪽구멍	283
그림 3-3-9.	바지락 분포도	284
그림 3-3-10.	4개 지역에서 채집된 바지락의 CI, 기생충 감염도, 생화학적, 면역학적 인자 비교	286
그림 3-3-11.	정점별 단위면적당 평균 개체수 비교	288
그림 3-3-12.	정점별 단위면적당 평균 생체량 비교	288

그림 3-3-13. 정점별 평균 현존량 비교	289
그림 3-3-14. 3개 정점에서 채집된 바지락의 크기빈도 분포 비교	290
그림 3-3-15. 해삼, 전복 분포도	291
그림 3-3-16. 안면수협 위판장별 년도별 총생산량의 변화	295
그림 3-3-17. 안면수협 위판장별 년도별 총생산액의 변화	295
그림 3-3-18. 백사장 위판장의 어종별 생산량	296
그림 3-3-19. 영목 위판장의 어종별 생산량	297
그림 3-3-20. 안면수협의 년도별 어종별 생산량의 변화	297
그림 4-2-1. 안홍항의 전경 및 시설현황	297
그림 4-2-2. 태안관내 활어 소매점의 유형별 활선어 취급 추이	298
그림 4-2-3. 활어의 구입경로	298
그림 4-2-4. 구매방법의 선택이유	299
그림 4-2-5. 활어구매시의 가격결정 방법	299
그림 4-2-6. 태안바다목장 어획물의 브랜드화 판매시의 구매의사	330
그림 4-2-7. 태안바다목장 브랜드 활선어의 차별화 가능성	330
그림 4-2-8. 자연산, 양식산, 목장산등 3종의 어류 품질 예상 평가	331
그림 4-2-9. 태안지역으로의 이동시간	332
그림 4-2-10. 태안지역으로의 이동방법	333
그림 4-2-11. 태안지역에서의 숙박일수	333
그림 4-2-12. 태안지역 관광객 연령층	334
그림 4-2-13. 태안지역 관광객 거주지	334
그림 4-3-1. 태안바다목장권역	335

북제주바다목장

그림 1-1-1. 2004년 북제주 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 조사 정점	4
그림 1-1-2. 북제주 바다목장 해역의 추계 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	8
그림 1-1-3. 북제주 바다목장 해역의 추계 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	9
그림 1-1-4. 북제주 바다목장 해역의 추계 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	10
그림 1-1-5. 북제주 바다목장 해역의 동계 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	11
그림 1-2-1. 조사해역 및 조사정점	20
그림 1-2-2. 조사지역	21
그림 1-2-3. 북제주바다목장해역 해조류 조사정점	23
그림 1-2-4. 난·자치어 채집정점 지도	24
그림 1-2-5. 2004년 9월, 11월 북제주 바다목장 해역의 종속영양세균수	28
그림 1-2-6. 2004년 9월, 11월 북제주 바다목장 해역의 총대장균군 개체수	28
그림 1-2-7. 2004 9월, 11월 북제주 바다목장 해역의 비브리오팀의 개체수	29
그림 1-2-8. 북제주 바다목장 해역의 계절별 우점 동물플랑크톤 군집의 개체수 및 조성비율	35
그림 1-2-9. 북제주 바다목장 해역의 계절별 동물플랑크톤 개체수	37
그림 1-2-10. 계절 및 정점별 동물플랑크톤 군집 종 다양성의 수평분포	38
그림 1-2-11. 하계 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 개체수 및 조성비율	38
그림 1-2-12. 추계 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 개체수 및 조성비율	39
그림 1-2-13. 하계 집괴분석에 의한 정점군의 수상도	40
그림 1-2-14. 추계 집괴분석에 의한 정점군의 수상도	41
그림 1-2-15. 하계 집괴분석에 의하여 구분된 정점군의 공간분포	41
그림 1-2-16. 추계 집괴분석에 의하여 구분된 정점군의 공간분포	42
그림 1-2-17. 계절별 동물플랑크톤의 크기 변화	44
그림 1-2-18. 요각류와 지각류의 계절별 크기 변화	44
그림 1-2-19. 관찰된 어란의 크기 변화	45
그림 1-2-20. 요각류 <i>Paracalanus parvus</i> 의 oil bead	45
그림 1-2-21. 각 정점별로 채집한 저서동물의 총출현개체수 비교	48
그림 1-2-22. 각 정점별로 채집한 저서동물의 종다양성지수 비교	48
그림 1-2-23. 북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화	50
그림 1-2-24. 북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화	52

그림 1-2-25. 2004년 추계 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량	56
그림 1-2-26. 2005년 동계 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량	60
그림 1-2-27. 하계 조사해역 내에서의 난·자치어 수평분포	61
그림 1-2-28. 추계 조사해역 내에서의 난·자치어 수평분포	62
그림 1-2-29. 잠수관찰에 의한 수중 어류들의 모습들	73
그림 2-1-1. 북제주 바다목장화 해역도	108
그림 2-1-2. 조사지역의 항적도	109
그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 분포 및 범위	110
그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도	112
그림 2-1-5. 조사기간 동안의 관측 조위	112
그림 2-1-6. 사이드스캔소나 조사 개념도	114
그림 2-1-7. 조사지역의 등수심도	116
그림 2-1-8. 조사지역의 해저지층 기록 항적도	116
그림 2-1-9. 해저지층 기록	117
그림 2-1-10. 해저지층 기록	118
그림 2-1-11. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과	121
그림 2-1-12. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과 해석	122
그림 2-1-13. Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층기록비교	123
그림 2-2-1. 북제주 바다목장 해역의 인공어초 시설장소	125
그림 2-2-2. 북제주 바다목장 해역의 인공어초 형태	131
그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종의 서식특성과악연구의 중요성을 설명하는 모식도	148
그림 3-2-2. 북제주바다목장해역의 위치도	149
그림 3-2-3. 북제주바다목장의 해안 지형도	150
그림 3-2-4. 북제주바다목장 내 존재하는 소형 섬들의 지형도	151
그림 3-2-5. 제주바다목장해역의 유용저서동물 조사정점	153
그림 3-2-6. 북제주바다목장 10개 조하대 해조류 조사지점의 유사도	154
그림 3-2-7. 북제주바다목장 10개 조하대 해조류 조사지점의 유사도	155
그림 3-2-8. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포	156
그림 3-2-9. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포	157
그림 3-2-10. 제주바다목장해역에 서식하는 주요 우점종의 서식분포대	158
그림 3-3-1. 북제주 바다목장해역의 일반자망, 조사용 자망, 통발 어획시험 정점	162
그림 3-3-2. 북제주 바다목장의 잠수에 의한 어류상 및 수산자원현황 조사 정점	163
그림 3-3-3. 북제주 바다목장 조성지 해역의 무척추 동물상 조사 위치도	165

그림 3-3-4.	북제주 바다목장 조성지 해역의 해조류 생물상 조사위치도	166
그림 3-3-5.	일반자망, 조사용 자망의 지역별 단위노력당 어획량분포	168
그림 3-3-6.	일반자망과 조사용 자망에서 어획된 주요 어종의 크기 조성	170
그림 3-3-7.	통발어획에 의한 지역별 단위노력당 어획량 분포	173
그림 3-3-8.	통발에 의해 어획된 주요 어종의 크기 조성	174
그림 3-3-9.	북제주 바다목장 해역에 출현하는 무척추동물의 종조성	183
그림 3-3-10.	북제주 바다목장 해역에 출현하는 무척추동물 종수의 지역별 변화	186
그림 3-3-11.	북제주 바다목장 조성 해역에 출현하는 무척추동물 종수의 계절별 변화	186
그림 3-3-12.	북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추 동물의 개체조성	190
그림 3-3-13.	제주 바다목장 조성 해역에 출현하는 무척추동물 개체수의 지역별 변화	192
그림 3-3-14.	북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추동물 개체수의 계절별 변화	195
그림 3-3-15.	북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추 동물의 생체량 조성	196
그림 3-3-16.	북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추동물 생체량의 지역별 변화	199
그림 3-3-17.	북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추동물 생체량의 계절별 변화	199
그림 3-3-18.	무척추동물의 지역별 개체수 우점종 분포	203
그림 3-3-19.	무척추동물의 월별 우점종 밀도 변화	204
그림 3-3-20.	무척추동물의 지역별 생체량 우점종 분포	205
그림 3-3-21.	무척추동물의 월별 우점종 생체량 변화	206
그림 3-3-22.	각 정점별 종다양도, 균등도, 풍부도 지수의 월별 변화	209
그림 3-3-23.	각 지역별 CPUE 년 변동	216
그림 3-3-24.	품종별 총 CPUE 변동	217
그림 3-3-25.	각 품종별 어획량에 대한 지역별 CPUE 변화	218
그림 4-2-1.	신창항의 전경	250
그림 4-2-2.	제주관내 활어 소매점의 유형별 활선어 취급 추이	252
그림 4-2-3.	활어의 구입경로	252
그림 4-2-4.	구매방법의 선택이유	253
그림 4-2-5.	활어구매시의 가격결정 방법	253
그림 4-2-6.	제주바다목장 어획물의 브랜드화 판매시의 구매의사	254
그림 4-2-7.	제주바다목장 브랜드 활선어의 차별화 가능성	255
그림 4-2-8.	자연산, 양식산, 목장산등 3종의 어류 품질 예상 평가	255
그림 4-2-9.	거주지	257
그림 4-2-10.	거주지	258
그림 4-2-11.	여행비용	258
그림 4-3-1.	제주형 바다목장 후보지	259

List of Figures

Uljin Marine Ranching

Fig. 1-1-1. Map showing the sampling stations for physicochemical environmental factors in the Uljin marine ranching area in 2004	2
Fig. 1-2-1. Macrobenthos sampling stations in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	15
Fig. 1-2-2. Map showing the sampling station for macrobenthos in the subtidal hard bottoms in the Uljin marine ranching area	17
Fig. 1-2-3. Map showing the position of the 4 intertidal and 10 subtidal sites for the investigation of the seaweed community in the Uljin marine ranching area	19
Fig. 1-2-4. Total cell number of bacteria isolated from the Uljin marine ranching area in September and November 2004	21
Fig. 1-2-5. Viable cell number of bacteria isolated from the Uljin marine ranching area in September and November 2004	22
Fig. 1-2-6. Composition of bacterial flora isolated from the Uljin marine ranching area in September and November 2004	24
Fig. 1-2-7. Composition of bacterial flora isolated from the Uljin marine ranching area in September 2004	25
Fig. 1-2-8. Composition of bacterial flora isolated from the Uljin marine ranching area in November 2004	26
Fig. 1-2-9. Variations of standing crops of phytoplankton communities in the Uljin marine ranching area in September 2004	30
Fig. 1-2-10. Variations of chlorophyll <i>a</i> in the Uljin marine ranching area	31
Fig. 1-2-11. Variations of standing crops of phytoplankton communities in the Uljin marine ranching area	35
Fig. 1-2-12. Variations in chlorophyll <i>a</i> in the Uljin marine ranching area	36
Fig. 1-2-13. Microphotographs of motile <i>Gonyaulax polygramma</i> cells	37
Fig. 1-2-14. Composition of abundance of major zooplanktons in September 2004	49
Fig. 1-2-15. Spatial distribution of abundance of dominant species <i>Noctiluca scintillans</i> in September 2004	49

Fig. 1-2-16. Composition of abundance of major zooplanktons in November 2004	50
Fig. 1-2-17. Spatial distribution of abundance of dominant species <i>Paracalanus indicus</i> in November 2004	50
Fig. 1-2-18. Dendrogram showing the degree of percent similarity among stations by cluster analysis in September 2004	52
Fig. 1-2-19. Dendrogram showing the degree of percent similarity among stations by cluster analysis in November 2004	52
Fig. 1-2-20. Correlation between temperature of surface water and abundance of cladocerans in survey of September 2004	54
Fig. 1-2-21. Correlation between vertical mean concentration of chlorophyll <i>a</i> and abundance of cladocerans in survey of September 2004	54
Fig. 1-2-22. Correlation between chlorophyll <i>a</i> concentration of surface water and abundance of major zooplankton taxonomic groups	55
Fig. 1-2-23. Correlation between vertical mean chlorophyll <i>a</i> concentration and abundance of fercilia	55
Fig. 1-2-24. The Number of individual of dominant species at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	71
Fig. 1-2-25. Variation of density of dominant species in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	72
Fig. 1-2-26. Biomass of biomass-dominant species at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	73
Fig. 1-2-27. Dendrogram showing similarity between stations in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area	74
Fig. 1-2-28. MDS plot for soft bottom mcarobenthic community in marine ranching area of Uljin	75
Fig. 1-2-29. Schematic representation to macrobenthic community structures based on cluster analysis in the soft bottoms of Uljin marine ranching area, 2004	76
Fig. 1-2-30. Species diversity and evenness of macrobenthos at each station in the Uljin marine ranching area	92
Fig. 1-2-31. Dominant sessile benthos at each station in the Ulhin marine ranching area	94
Fig. 1-2-32. MDS plots for the 13 stations in marine ranching area of Uljin based on dominant sessile species	95
Fig. 1-2-33. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the	

intertidal algal species in the Uljin marine ranching area	97
Fig. 1-2-34. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area	99
Fig. 1-2-35. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Uljin marine ranching area	103
Fig. 1-2-36. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Uljin marine ranching area	107
Fig. 2-1-1. Location map of the Uljin marine ranching area	124
Fig. 2-1-2. Track lines of geophysical survey	125
Fig. 2-1-3. DGPS sites and coverage area in Korea	126
Fig. 2-1-4. System configuration of multi-beam echo sounder	128
Fig. 2-1-5. Tide height observation during the survey period at Hupo harbor	129
Fig. 2-1-6. Schematic illustration of side scan sonar survey	130
Fig. 2-1-7. Map showing survey area and sampling stations of 27 surface sediments	133
Fig. 2-1-8. Bathymetry contour map of survey area	136
Fig. 2-1-9. Subbottom profile of survey area	137
Fig. 2-1-10. Subbottom profile	138
Fig. 2-1-11. Subbottom profile	139
Fig. 2-1-12. Subbottom profile	140
Fig. 2-1-13. Subbottom profile	141
Fig. 2-1-14. Subbottom profile of survey area	144
Fig. 2-1-15. Subbottom profile	145
Fig. 2-1-16. Subbottom profile	146
Fig. 2-1-17. Subbottom profile	147
Fig. 2-1-18. Subbottom profile	148
Fig. 2-1-19. Subbottom profile	149
Fig. 2-1-20. Distribution of sand content in the survey area	152
Fig. 2-1-21. Distribution of mud content in the survey area	153
Fig. 2-1-22. Distribution of sediment types of surface sediment in the survey area	154
Fig. 2-1-23. Distribution of mean of surface sediments in the survey area	155
Fig. 2-1-24. Distribution of sorting of surface sediments in the survey area	156
Fig. 2-2-1. Map of sea area and location showing the study areas in marine ranching area, Uljin	158

Fig. 2-2-2.	Bottom gradients around in marine ranching area, Uljin	160
Fig. 2-2-3.	Distribution of water depth around in marine ranching area, Uljin	161
Fig. 2-2-4.	Distributions of bottom textures in marine ranching area, Uljin	162
Fig. 2-2-5.	Grading of bottom sediment in marine ranching area, Uljin	163
Fig. 2-2-6.	Ratio of artificial reef types installed in marine ranching area, Uljin	166
Fig. 2-2-7.	Composition of number of fish in marine ranching area, Uljin	167
Fig. 2-2-8.	Composition of weight of fish in marine ranching area, Uljin	167
Fig. 2-2-9.	Comparison of wet weight of Phylum of algae on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	169
Fig. 2-2-10.	Comparison of species number of Phylum of algae on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	169
Fig. 2-2-11.	Comparison of species number of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	171
Fig. 2-2-12.	Comparison of species number of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	171
Fig. 2-2-13.	Comparison of wet weight of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	172
Fig. 2-2-14.	Pictures showing fishing ground with artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	173
Fig. 2-2-15.	Pictures showing fishing ground with artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin	174
Fig. 3-2-1.	A flowchart describing the importance of fish habitat data projects in marine ranching area	191
Fig. 3-2-2.	Map of the coastal zone of Uljin showing the Uljin marine ranching area	193
Fig. 3-2-3.	Topography of the northern part of the Uljin marine ranching area	194
Fig. 3-2-4.	Topography of the southern part of the Uljin marine ranching area	195
Fig. 3-2-5.	Topography of the offshore area in the Uljin marine ranching area	196
Fig. 3-2-6.	Map showing the sampling station for benthic resources in the marine ranching area of Uljin	198
Fig. 3-2-7.	Cluster analysis of the 13 subtidal seaweed sites based on bottom cover and presence/absence data	201
Fig. 3-2-8.	Cluster analysis of the 13 subtidal seaweed sites based on bottom cover and presence/absence data	202

Fig. 3-2-9. Dendrogram and MDS plot showing the similarity between stations in marine ranching area of Uljin	203
Fig. 3-2-10. Spatial distribution of <i>Undaria pinnatifida</i> and <i>Laminaria japonica</i> in the Uljin marine ranching area	204
Fig. 3-2-11. Spatial distribution of <i>Sargassum confusum</i> and <i>Sargassum horneri</i> in the Uljin marine ranching area	205
Fig. 3-2-12. Spatial distribution of <i>Undaria pinnatifida</i> and <i>Laminaria japonica</i> in the Uljin marine ranching area	206
Fig. 3-2-13. Spatial distribution of <i>Sargassum confusum</i> and <i>Sargassum horneri</i> in the Uljin marine ranching area	207
Fig. 3-2-14. Density of <i>Mytilus coruscus</i> and <i>Crassostrea giga</i> at each station in the marine ranching area of Uljin	209
Fig. 3-2-15. Density of <i>Nordotis discus</i> and <i>Halocynthia roretzi</i> at each station in the marine ranching area of Uljin	210
Fig. 3-2-16. Density of <i>Strongylocentrotus nudus</i> and <i>Stichopus japonicus</i> at each station in the marine ranching area of Uljin	211
Fig. 3-2-17. Biomass of major benthic resources at each station in the marine ranching area of Uljin	213
Fig. 3-3-1. Dredged nets used for survey	216
Fig. 3-3-2. Map showing sampling site in Uljin marine ranching area, Korea	217
Fig. 3-3-3. Map showing the sampling sites in the costal water off Uljin and Samcheok	219
Fig. 3-3-4. Map showing the sampling sites in Nam Dae Cheon	220
Fig. 3-3-5. Map showing the investigation stations for the fish fauna and fisheries resources in Uljin marine ranching area	221
Fig. 3-3-6. <i>Mactra chinensis</i> collected by dredged nets	222
Fig. 3-3-7. <i>Gomphina aequilatera</i> collected by dredged nets	222
Fig. 3-3-8. Shell length composition of <i>Gomphina aequilatera</i>	224
Fig. 3-3-9. Shell length composition of <i>Mactra chinensis</i>	224
Fig. 3-3-10. Small trawl net used for survey	225
Fig. 3-3-11. Length compositions of major species collected by small trawl net	227
Fig. 3-3-12. Gillnet used for survey	228
Fig. 3-3-13. Length composition of <i>Conger myriaster</i> collected by trap	231
Fig. 3-3-14. Difference of species diversity, evenness, number of fishes and	

temperature in Uljin and Samcheok from September 2004 to January 2005	235
Fig. 4-2-1. Gusan fishing port & facilities	251
Fig. 4-2-2. Trend of various types of line fishes carried by retail market in Uljin ..	252
Fig. 4-2-3. Purchasing route for live fishes	253
Fig. 4-2-4. Selection of purchasing method	253
Fig. 4-2-5. The way of deciding price when purchasing live fishes	254
Fig. 4-2-6. Willing-to-buy of the brandes fishes from marine ranching	255
Fig. 4-2-7. Possibility of discrimination for brandes fishes from marine ranching area	255
Fig. 4-2-8. Expectation analysis for fish quality for fishes, farmed fishes and marine ranching area	256
Fig 4-2-9. Residence	257
Fig. 4-2-10. Residence	259
Fig. 4-3-1. Map showing the Uljin marine ranching area	262
Fig. 4-4-1. Role's division about the subject of use & management	275
Fig. 4-4-2. Roles & Functions of National Marine Ranching Management Council ..	276

Taeon Marine Ranching

Fig. 1-1-1. Sampling sites of intertidal and subtidal areas	2
Fig. 1-2-1. A map showing the sampling area of macrobenthos on intertidal hard bottom	18
Fig. 1-2-2. A map showing the sampling area of macrobenthos on sub-tidal hard bottom	19
Fig. 1-2-3. Map showing the sampling station of the fish egg and larvae	21
Fig. 1-2-4. Location of sampling area around Taeon marine ranching area	22
Fig. 1-2-5. Diagram of an shrimp trawl used for this study	22
Fig. 1-2-6. The cell number of heterotrophic bacteria in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeahn coastal waters, Sep. 2004	24
Fig. 1-2-7. The cell number of heterotrophic bacteria in the marine ranching area of Taeon coastal waters, Sep. 2004	24
Fig. 1-2-8. The variations of relative phytoplankton community in the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov. 2004	27
Fig. 1-2-9. The variations of standing crops of phytoplankton in the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov. 2004	28
Fig. 1-2-10. The variations of standing crops of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov. 2004	32
Fig. 1-2-11. The variations of ratio of major dominant species of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov. 2004	33
Fig. 1-2-12. The photographs of SEM with major dominant species	35
Fig. 1-2-13. The variations of ratio of major dominant species of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taeon coastal waters, Nov. 2004	36
Fig. 1-2-14. The variations of the abundance of zooplankton communities in the marine ranching area from Sep. to Nov. 2004	39
Fig. 1-2-15. The variations of major dominant species in the zooplankton communities in the marine ranching area of Taeon coastal waters from Sep. to Nov. 2004	41
Fig. 1-2-16. Dendrogram from cluster analysis based on species-abundance data	70

Fig. 1-2-17. Spatial pattern of macrofaunal sample groups produced from cluster analysis	71
Fig. 1-2-18. Scattering diagram of sampling stations from correspondence analysis	72
Fig. 1-2-19. Scattering diagram of 20 dominant species from correspondence analysis ..	73
Fig. 1-2-20. Result of a cluster analysis showing similarity among subtidal macrobenthic communities of Taean Marine Ranching Program in September and November 2004	83
Fig. 1-2-21. Secondary production of subtidal macrozoobenthos from Taean Marine Ranching Program in the year of 2004	83
Fig. 1-2-22. Results of community structure of macrobenthos on intertidal hard bottom based on cluster analysis	88
Fig. 1-2-23. Results of community structure of macrobenthos on intertidal hard bottom based on cluster analysis	88
Fig. 1-2-24. Results of community structure of macrobenthos on subtidal hard bottom based on cluster analysis	93
Fig. 1-2-25. Results of community structure of macrobenthos on subtidal hard bottom based on cluster analysis	93
Fig. 1-2-26. The map showing Study area of Anmyeon, western coast of Korea.	96
Fig. 1-2-27. Biomass of marine algal species collected	97
Fig. 1-2-28. Comparison of algal biomass between coastal area and islands	97
Fig. 1-2-29. Dendrograms produced by UPGMA for cluster analysis in each site	98
Fig. 1-2-30. The Distribution of fish larvae in the Sep. 2004	100
Fig. 1-2-31. The Distribution of fish larvae in the Jan. 2005	102
Fig. 1-2-32. Individual comparison to the occurring fish in the Taean marine ranching area	103
Fig. 1-2-33. Weight comparison to the occurring fish in the Taean marine ranching area	105
Fig. 1-2-34. Diversity index and Evenness index	111
Fig. 1-2-35. Dendrogram for clustering analysis of sampling area	112
Fig. 2-1-1. Location map of the Taean marine ranching site	150
Fig. 2-1-2. Track lines of geophysical survey	151
Fig. 2-1-3. DGPS sites and coverage area in Korea	152
Fig. 2-1-4. System configuration of multi-beam echo sounder	154
Fig. 2-1-5. Tide height observation during the survey period	155

Fig. 2-1-6. Schematic illustration of side scan sonar survey	156
Fig. 2-1-7. Map showing survey area and sampling stations of 20 surface sediments	159
Fig. 2-1-8. Bathymetry contour map of survey area	161
Fig. 2-1-9. Subbottom profile of survey area	162
Fig. 2-1-10. Subbottom profile	163
Fig. 2-1-11. Subbottom profile	164
Fig. 2-1-12. Subbottom profile	165
Fig. 2-1-13. Subbottom profile	166
Fig. 2-1-14. Subbottom profile	167
Fig. 2-1-15. Subbottom profile	168
Fig. 2-1-16. Subbottom profile	169
Fig. 2-1-17. Seafloor Side Scan Sonar mosaic result of survey area	172
Fig. 2-1-18. An illustration of Side Scan Sonar mosaic result of survey area	173
Fig. 2-1-19. Comparison of Side Scan Sonar mosaic result and Subbottom profile across line 39	174
Fig. 2-1-20. Distribution of sand content in the survey area	177
Fig. 2-1-21. Distribution of mud content in the survey area	177
Fig. 2-1-22. Distribution of sediment types of surface sediment in the survey area ..	178
Fig. 2-1-23. Distribution of mean of surface sediments in the survey area	178
Fig. 2-1-24. Distribution of sorting of surface sediments in the survey area	179
Fig. 2-2-1. Location of Taeon marine ranching program, Chungnam, Korea	181
Fig. 2-2-2. Side Scan Sonar used to the observation of artificial reefs	182
Fig. 2-2-3. Main body and antenna of BEACON, Differential Global Positioning System of Navis 3000	183
Fig. 2-2-4. The Calculation of the height to the Bottom of the sea	185
Fig. 2-3-1. Geometric correction procedure of imagery data	190
Fig. 2-3-2. GCPs measurement sites around Taeon marine ranching area	191
Fig. 2-3-3. The constructing procedure of GIS spatial information	192
Fig. 2-3-4. GIS base map of Taeon marine ranc	193
Fig. 2-3-5. 3D bathymetry map of Taeon marine ranching area	193
Fig. 2-3-6. Thematic map of GIS attribute data using GIS spatial basemap	194
Fig. 2-3-7. Main page of website for the Taeon marine ranching program	197
Fig. 2-3-8. Snap shot pictures and locations in the Taeon marine ranching area	198

Fig. 2-3-9.	Main menu screens of website	199
Fig. 3-1-1.	Nested-PCR result of captured immature chinese white shrimps in mid March	239
Fig. 3-1-2.	Nested-PCR result of adult chinese white shrimps fed <i>Perinereis aibuhitensis</i> for 4 months	239
Fig. 3-1-3.	Nested-PCR result of <i>Perinereis aibuhitensis</i>	239
Fig. 3-1-4.	RAPD PCR band patterns in the seedlings of Korean rockfish <i>Sebastes schlegeli</i> produced from seawater pond and land-based culture system by used primer No. 6.	241
Fig. 3-1-5.	UPGMA dendrogram in the seedlings of Korean rockfish <i>Sebastes schlegeli</i> produced from seawater pond and land-based culture system based on average linkage cluster analysis using RAPD markers	242
Fig. 3-1-6.	Identification of AFLP markers using a primer combination E/ACT-M/CAT	245
Fig. 3-1-7.	RAPD PCR band patterns of total DNA from west costal population Chinese population of <i>Hexagrammos otakii</i> by used primer No. 5	246
Fig. 3-2-1.	Map showing the invertebrate animal sampling stations	248
Fig. 3-2-2.	<i>Stichopus japonicus</i> and <i>Haliotis discus hannai</i>	272
Fig. 3-2-3.	<i>Mytilus edulis</i> and star fish	272
Fig. 3-3-1.	Map showing the sampling stations of intertidal flat	275
Fig. 3-3-2.	Map showing sampling locations on Anmyeon do Island, Korea	276
Fig. 3-3-3.	Schematic diagram of the measurements of infection intensities of parasites, biochemical compositions and immune parameters of the Manila clam used in the present study	276
Fig. 3-3-4.	A map showing the sampling station	278
Fig. 3-3-5.	Map showing the investigation stations for the fish fauna and fisheries resources in Taean marine ranching area	280
Fig. 3-3-6.	<i>Crassostrea gigas</i> around Sinya	282
Fig. 3-3-7.	Spatial distribution of <i>Crassostrea gigas</i>	282
Fig. 3-3-8.	<i>Ruditapes philippinarum</i> and <i>Upogebia major</i>	283
Fig. 3-3-9.	Spatial distribution of <i>Ruditapes philippinarum</i>	284
Fig. 3-3-10.	Comparison of condition index, infection intensities of parasites, biochemical compositions and immune parameters of the Manila clam among 4 Manila clam beds on Anmyeondo Island, Korea	286

Fig. 3-3-11. Comparison to the mean densities per station	288
Fig. 3-3-12. Comparison to the biomass per station	288
Fig. 3-3-13. Comparison to the mean standing crop per station	289
Fig. 3-3-14. Comparison to the size-frequency of manila clam caught quantitatively at three station	290
Fig. 3-3-15. Spatial distribution of <i>Stichopus japonicus</i> and <i>Haliotis discus hannai</i>	291
Fig. 3-3-16. Annual variation of fisheries resources in Anmyeon Suhyup	295
Fig. 3-3-17. Annual variation of the catch in Anmyeon Suhyup	295
Fig. 3-3-18. Species variation of fisheries resources of Baeksajang branch in Anmyeon Suhyup	296
Fig. 3-3-19. Species variation of fisheries resources of Youngmok branch in Anmyeon Suhyup	297
Fig. 3-3-20. Annual and species variation of fisheries resources in Anmyeon Suhyup	297
Fig. 4-2-1. Anhung fishing port & facilities	327
Fig. 4-2-2. Trend of various types of line fishes carried by retail market in Taean ...	328
Fig. 4-2-3. Purchasing route for live fishes	328
Fig. 4-2-4. Selection of cashing method	329
Fig. 4-2-5. The way of deciding price when purchasing live fishes	329
Fig. 4-2-6. Willing-to-buy of the brandes fishes from marine ranching	330
Fig. 4-2-7. Possibility of discrimination for brandes fishes from marine ranching	330
Fig. 4-2-8. Expectation analysis for fish quality for fishes, farmed fishes and marine ranching fishes	331
Fig. 4-2-9. Travel Time	332
Fig. 4-2-10. Transportation	333
Fig. 4-2-11. Days of staying	333
Fig. 4-2-12. Ages of tourist	334
Fig. 4-2-13. Domicile of tourist	334
Fig. 4-3-1. Map showing the Taean marine ranching site	335

Buk-Jeju Marine Ranching

Fig. 1-1-1. Map showing the sampling stations for physicochemical environmental factors in the Buk-Jeju marine ranching area	4
Fig. 1-1-2. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in September, 2004	8
Fig. 1-1-3. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in October, 2004	9
Fig. 1-1-4. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in November, 2004	10
Fig. 1-1-5. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in December, 2004	11
Fig. 1-2-1. Map showing the sampling stations	20
Fig. 1-2-2. Map showing the sampling area in the Buk-Jeju marine ranching area	21
Fig. 1-2-3. Map of the egg and larvae sampling area	23
Fig. 1-2-4. Map showing the position of the 5 subtidal sites for the investigation of the seaweed community in the Buk-Jeju marine ranching area	24
Fig. 1-2-5. Cell number of heterotrophic bacteria isolated in the Buk-Jeju marine ranching area in Sep. and Nov., 2004	28
Fig. 1-2-6. Cell number of total coliforms isolated in the Buk-Jeju marine ranching area in Sep. and Nov., 2004	28
Fig. 1-2-7. Cell number of <i>Vibrio</i> spp. isolated in the Buk-Jeju marine ranching area in Sep. and Nov., 2004	29
Fig. 1-2-8. The seasonal changes of dominant group of zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area	35
Fig. 1-2-9. The seasonal changes of zooplankton individual numbers in the Buk-Jeju marine ranching area	37
Fig. 1-2-10. The seasonal changes and horizontal distributions of the species diversity of zooplankton community in the Buk-Jeju marine ranching area	38
Fig. 1-2-11. The changes of relative abundance of copepod at the each station in the Buk-Jeju marine ranching area in summer	38
Fig. 1-2-12. The changes of relative abundance of copepod at the each stations in the Buk-Jeju marine ranching area in autumn	39
Fig. 1-2-13. The results of cluster analysis with zooplankton in the Buk-Jeju marine	

ranching area in summer	40
Fig. 1-2-14. The results of cluster analysis with zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in autumn	41
Fig. 1-2-15. The spatial distribution of station group by cluster analysis with in the Buk-Jeju marine ranching area in summer	41
Fig. 1-2-16. The spatial distribution of station group by cluster analysis with in the Buk-Jeju marine ranching area in autumn	42
Fig. 1-2-17. Size variation of zooplankton species in summer and autumn	44
Fig. 1-2-18. Size variation of copepoda and cladocera species in summer and autumn	44
Fig. 1-2-19. Size variation of fish eggs	45
Fig. 1-2-20. The oil bead of copepod, <i>Paracalanus parvus</i>	45
Fig. 1-2-21. Comparison on total number of benthic species collected from each station and transect	48
Fig. 1-2-22. Comparison of species diversity in each station and transect	48
Fig. 1-2-23. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area	50
Fig. 1-2-24. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area	52
Fig. 1-2-25. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Buk-Jeju marine ranching area	56
Fig. 1-2-26. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Buk-Jeju marine ranching area	60
Fig. 1-2-27. Horizontal distribution of the egg and larvae in the study area during summer season	61
Fig. 1-2-28. Horizontal distribution of the egg and larvae in the study area during autumn season	62
Fig. 1-2-29. Underwater features of fishes by SCUBA	73
Fig. 2-1-1. Location map of the Buk-Jeju marine ranching site	108
Fig. 2-1-2. Track lines of geophysical survey	109
Fig. 2-1-3. DGPS sites and coverage area in Korea	110
Fig. 2-1-4. System configuration of multi-beam echo sounder	112
Fig. 2-1-5. Tide height observation during the survey period	112
Fig. 2-1-6. Schematic illustration of side scan sonar survey	114

Fig. 2-1-7. Bathymetry contour map of survey area	116
Fig. 2-1-8. Track line of Subbottom profile	116
Fig. 2-1-9. Subbottom profile	117
Fig. 2-1-10. Subbottom profile	118
Fig. 2-1-11. Seafloor Side Scan Sonar mosaic result of survey area	121
Fig. 2-1-12. An illustration of Side Scan Sonar mosaic result of survey area	122
Fig. 2-1-13. Comparison of Side Scan Sonar mosaic result and Subbottom profile across line 02	123
Fig. 2-2-1. Map showing the area of artificial reefs in Buk-Jeju marine ranching area	125
Fig. 2-2-2. The types of artificial reefs in Buk-Jeju marine ranching area	131
Fig. 3-2-1. A flowchart describing the importance of fish habitat data projects in marine ranching	148
Fig. 3-2-2. Map showing the Buk-Jeju marine ranching area	149
Fig. 3-2-3. Topography of the coastal zone of the Buk-Jeju marine ranching area ...	150
Fig. 3-2-4. Topography of the islets in the Buk-Jeju marine ranching area	151
Fig. 3-2-5. Map showing the sampling station for benthic resources in the marine ranching area of Jeju	153
Fig. 3-2-6. Cluster analysis of the 10 subtidal seaweed sites based on bottom cover and presence/absence data	154
Fig. 3-2-7. Cluster analysis of the 10 subtidal seaweed sites based on bottom cover and presence/absence data	155
Fig. 3-2-8. Spatial distribution of four large brown algae in the Buk-Jeju marine ranching area	156
Fig. 3-2-9. Spatial distribution of four large brown algae in the Buk-Jeju marine ranching area	157
Fig. 3-2-10. Schematical description of hard-bottom gradient and vertical zonation of dominant species in the marine ranching area of Buk-Jeju	158
Fig. 3-3-1. Map showing the sampling stations by gill net, trammel net and fish trap in the Buk-Jeju marine ranching area	162
Fig. 3-3-2. Map showing the investigation stations for the fish fauna and fisheries resources in Buk-Jeju marine ranching area	163
Fig. 3-3-3. Map of the study area to survey station in the marine ranching area of Chagwido coastal water, Buk-Jeju	165

Fig. 3-3-4. Map showing marine algae sampling stations in the marine ranching area of Chagwido, Buk-Jeju	166
Fig 3-3-5. The catch per unit effort of gill and trammel nets off survey station in the Buk-Jeju marine ranching area	168
Fig. 3-3-6. Distribution of length of major fishes collected by gill and trammel nets	170
Fig. 3-3-7. The catch per unit effort of fish trap for three study areas in the Buk-Jeju marine ranching area	173
Fig. 3-3-8. Distribution of length of major fishes collected by fish trap	174
Fig. 3-3-9. Species composition of the invertebrates collected in the marine ranching area of Chagwido coastal water	183
Fig. 3-3-10. The Number of species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	186
Fig. 3-3-11. The Seasonal variation number of species in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	186
Fig. 3-3-12. Individual composition of invertebrates collected in the marine ranching area of Chagwido coastal water	190
Fig. 3-3-13. Regional variation of Number of individual in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	192
Fig. 3-3-14. Seasonal variation of number of species in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	195
Fig. 3-3-15. Biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water	196
Fig. 3-3-16. Regional variation of biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	199
Fig. 3-3-17. Seasonal variation of Biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004	199
Fig. 3-3-18. Distribution of the number of individual dominant species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water	203
Fig. 3-3-19. Seasonal variation of density of dominant species in the marine ranching area of Chagwido coastal water	204
Fig. 3-3-20. Distribution of biomass dominant species at each station in the marine	

ranching area of Chagwido coastal water	205
Fig. 3-3-21. Seasonal Variation of biomass-dominant species in the marine ranching area of Chagwido coastal water	206
Fig. 3-3-22. Seasonal variation of Biodiversity index, Evennes index and Richness index at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water	209
Fig. 3-3-23. Interannual fluctuations of Catch per unit effortat each station	216
Fig. 3-3-24. Fluctuations of Catch per unit effortat species	217
Fig. 3-3-25. Variation of CPUE at each station by a fish catch of species	218
Fig. 4-2-1. Shinchang Fishing Port	250
Fig. 4-2-2. Trend of various types of line fishes carried by retail market in Jeju	252
Fig. 4-2-3. Purchasing route for live fishes	252
Fig. 4-2-4. Selection of cashing method	253
Fig. 4-2-5. The way of deciding price when purchasing live fishes	253
Fig. 4-2-6. Willing-to-buy of the brandes fishes from marine ranching	254
Fig. 4-2-7. Possibility of discrimination for brandes fishes from marine ranching	255
Fig. 4-2-8. Expectation analysis for fish quality for fishes, farmed fishes and marine ranching fishes	255
Fig. 4-2-9. Residence	257
Fig. 4-2-10. Residence	258
Fig. 4-2-11. Cost of travel	258
Fig. 4-3-1. Map showing the Buk-Jeju marine ranching site	259

종합서론 General Introduction

종합서론

우리나라 연근해어업은 1950년대부터 1970년대까지 정부의 연근해어업육성정책에 힘입어 급속한 성장을 하게 되었다. 그러나 1970년대 1,300만 톤에 달하였던 자원량이 지속적으로 감소하여 2003년 700만 톤 수준이고, 이러한 추세가 지속되면 향후 10년 후에는 400만 톤 수준으로 감소할 것으로 전망된다. 이러한 자원감소에 따라 1980년대 중반 150만 톤이던 어업생산량이 2003년 현재 110만 톤이나 2006년에는 100만 톤, 향후 10년 후에는 60만 톤 수준으로 급감할 것으로 판단된다. 더욱이 2000년대 들어 어획물의 성어비율이 20% 이하 수준으로 떨어져 자원의 재생산력이 급격히 감소하는 한편 수산물의 저등급화 현상이 가속화되고 있다.

또한 자원감소로 인하여 어업생산량이 감소하면서 어업경영이 나빠지자 어업인들이 경영개선을 꾀하기 위하여 과도하게 어획노력 투하하면서 자원남획이 가속화되는 악순환이 지속되고 있다. 즉, 자원 감소→어업생산량 감소→어업경영 악화→어획노력량 과다투입→자원남획의 악순환으로 우리나라 연근해 어업자원의 고갈과 어업의 파산이 우려되고 있다. 따라서 이러한 악순환을 차단하고 지속가능한 자원상태를 유지하면서 어업경영을 유지하기 위한 대책이 필요하다.

과거의 연안 수역에 한정되었던 어선 어업은 그 영역이 점차 확대되어 멀리 일본 및 중국연안은 말할 것도 없고, 동중국해 및 남중국해까지도 진출하기에 이르렀다. 이러한 우리나라 어선들의 외연적 어장확대와 더불어 일본과 중국 어선들의 어획강도도 높아져 동북아시아 해역은 상당한 정도로 남획이 이뤄져 많은 어업자원이 급격히 감소하고 있다.

이처럼 현재 우리나라의 자원상태는 남획차원을 넘어서 고갈위기에 처해 있다고 하여도 과언이 아니며, 따라서 자원감소 현상을 억제하고 나아가서 자원회복의 기틀을 마련하여 지속가능한 어업생산 체제를 구축하기 위한 정책이 필요한 실정이다.

연안어장의 생산성 저하를 막고 어업인들의 소득 향상 및 어촌사회 기반을 조성하기 위하여 세계 연안국들은 연안자원 조성에 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라도 1970년대부터 연안의 수산자원을 조성하기 위한 방안으로 인공어초시설과 수산종묘의 방류사업을 실시하고 있고, 세계 각국도 자국의 연안 자원량을 증대시키기 위해 인공어초 투입 및 종묘방류 사업을 실시하고 있다. 특히 일본에서는 재배어업 또는 기르는 어업의 실현을 위하여 세계에서 가장 많은 투자를 하고 있다. 이러한 연안의 자원조성 방안 중 가장 환경 친화적이고 생태 보존적이며 대규모인 첨단기술을 도입한 수단이 바다목장이다.

정부는 1970년대부터 연안의 수산자원을 조성하기 위한 방안으로 인공어초 시설과 수산종묘의 방류사업을 실시하고 있으며, 1985년에는 「연안 어장 목장화 계획」을 수립 추진하여 연안 어장을 종래의 생산 중심에서 관리중심으로 전환하였다. 이러한 연안의 자원

조성 방안 중 가장 환경 친화적이고 생태 보존적이며 대규모의 첨단기술을 도입한 수단이 바다목장이라고 할 수 있다.

바다목장의 개념은 “자연생태계의 조성을 포함하여 자원의 방류로부터 어획에 이르기까지 인위적으로 통제하고 관리하는 어업생산시스템”이라고 규정하고 있다. 바다목장은 가두리를 설치하여 양식하는 기존의 해상 가두리 양식이나 종묘를 육성하여 일정한 크기로 성장하면 바다에 방류하는 방법과는 달리 일정한 권역을 설정하여 대상해역의 특성과 어류를 비롯한 유용 생물자원의 생태·습성에 적합한 인공어초, 바다숲(해조장)을 설치하여 어장을 조성하고 어린 고기를 음향자극 등으로 학습시킨 후 방류하여 목장 내에서 성육시키면서 최소 성숙체장 이상이 되면 필요한 시기에 적정량만 잡아들이는 울타리 없는 목장으로써 새로운 어업생산방식이라고 할 수 있다. 바다목장이 조성되면 환경관리로 어장환경을 보전할 수 있고, 수산공학기술을 활용한 어장조성과 방류용 우량종묘의 생산 및 방류, 생태친화적인 자원관리와 효율적인 이용관리로 어업소득의 증대와 수산물의 안정적인 공급, 레저 관광산업의 발전, 어촌지역의 진흥 등에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

정부는 어업생산구조를 “기르는 어업”으로 전환하기 위하여 전국 연안 5개소에 시범 바다목장을 조성하고 중·장기적으로는 전국 연안을 바다목장화 하는 사업을 추진 중이다. 그 첫 번째 사업으로 지난 1998년부터 한국해양연구원이 주관연구기관이 되고 국립수산과학원과 한국해양수산개발원, 관련 대학이 공동으로 연구에 참여하여 경상남도 통영시 산양읍 일대를 “통영 바다목장”으로 조성하여 현재까지 방류된 어류가 이곳에서 순조롭게 성장하고 있어 언론 및 현지 어업인에게 큰 호평을 받고 있다. 그리고, 2001년부터는 전라남도 여수 해역에 다도해형 바다목장을 개발하기 위한 기초조사를 완료하고 바다목장조성을 위한 본격적인 사업이 추진되고 있다. 또한 앞으로 2010년까지 동해 울진 및 서해 태안과 제주 북제주 해역에도 바다목장을 조성하여 중장기적으로는 전국 연안으로 확대·발전시켜 고효율, 고수익이 보장되는 전천후 자원관리형 어장을 만들어 나갈 계획이다.

본 사업은 1단계 1차년도 사업으로 2003년 바다목장 시범 해역으로 선정된 동해의 울진 해역, 서해의 태안 해역 그리고 제주의 북제주 해역에 대한 바다목장 조성을 위한 기존 자료 수집 및 관련기술의 개발로서, 사업 분야를 크게 1) 어장·자원조성 분야, 2) 환경·생태분야 3) 이용·관리 분야로 나누었으며, 해역별 주요 연구 개발 내용은 아래와 같다.

첫째, 동해 울진 바다목장

- 바다목장 조성시설 타당성 및 대상해역 특성 조사·평가
- 바다목장 기반조성 1차년도 사업으로 어장조성 및 자원조성 분야 기술 연구
 - 목장조성 기본계획 수립

- 목장해역의 환경특성 파악
- 해저지형도 작성 및 기존 어초조사
- 현존 유용 자원량 조사
- 바다목장 이용·관리에 대한 연구
 - 바다목장 주해역 범위 설정
 - 보호수면 지정범위 조사 및 효과적인 바다목장 관리체제 기본계획 수립

둘째, 서해 태안해역 바다목장

- 바다목장 조성시설 타당성 및 대상해역 특성 조사·평가
- 바다목장 기반조성 1차년도 사업으로 어장조성 및 자원조성 분야 기술 연구
 - 목장해역의 환경특성 파악
 - 생태계 구성요소 파악
 - 해저지형도 작성 및 기존 어초조사
 - 현존 유용 자원량 조사
- 바다목장 이용·관리에 대한 연구
 - 바다목장 주해역 범위 설정
 - 보호수면 지정범위 조사 및 효과적인 바다목장 관리체제 기본계획 수립

셋째, 제주 북제주해역 바다목장

- 바다목장 조성시설 타당성 및 대상해역 특성 조사·평가
- 바다목장 기반조성 1차년도 사업으로 어장조성 및 자원조성 분야 기술 연구
 - 목장조성 기본계획 수립
 - 목장해역의 환경특성 파악
 - 해저지형도 작성 및 기존 어초조사
 - 현존 유용 자원량 조사
- 바다목장 이용·관리에 대한 연구
 - 바다목장 주해역 범위 설정
 - 보호수면 지정범위 조사 및 효과적인 바다목장 관리체제 기본계획 수립

이 보고서는 2003년도 선정된 3개 해역에서 바다목장을 조성하는데 이용될 뿐만 아니라 환경 친화적으로 유용 수산생물을 지속적으로 생산하고 어업인에 의한 자율적인 이용 관리 시스템이 확립된 바다목장을 조성하여 해양 관광산업의 육성에 기여하는 기초 자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

또한 기술적 측면에서 각 해역의 특성을 고려한 목장화 사업, 인공어초사업, 종묘방류

사업, 해양관광 산업과 관련 연구와의 종합적인 평가 및 계획 수립으로 대형국가 사업의 효율적인 추진이 가능할 수 있는 기반을 조성하는데 기여할 것으로 본다. 그리고 전 연안의 특성에 맞는 바다목장 건설을 위한 기반 구축으로 환경 친화적인 수산업 발전은 물론 선진국형 해양레저 공간 확보 및 각 해역별 표준 목장형이 제시되어 바다목장 사업의 전국 확대 기반을 구축하는데 응용할 수 있다.

경제·산업적 측면에서 시장 개방에 대비한 국내 수산물의 국제경쟁력 강화와 수입대체 효과, 고급식량 단백질원의 확보 및 어민 소득증대, 관련 산업의 육성에 기여할 것으로 판단된다. 활용방안으로 연안 생산성 증대를 위한 기본 계획수립, 훼손된 연안 환경복원은 물론 자원 복원을 위한 표준 모델개발에 활용, 환경 친화적인 해양 공간 이용 기술 축적으로 선진국형 연안 관리국으로 국제적인 해양국 입지 강화 및 각 해역별 표준형이 제시되어 바다목장 사업의 전국 확대 기반을 구축하는데 활용될 것으로 판단되었다.

울진바다목장 Uijin Marine Ranching

제 1 장 환경생태

제 2 장 어장조성

제 3 장 자원조성

제 4 장 이용관리

제 1 장 환경 · 생태

제 1 절 해양환경 특성

1. 서 론

해양생태계의 구성요소는 물리·화학적 환경요인과 생산자, 소비자, 분해자이며, 이들이 하나의 계(system)를 이루어 상호 작용 및 반작용으로 생태학적인 기능을 발휘하고 있다. 특히 연안역에서 물질 순환은 주요 질소 및 인과 같은 영양염류와 각종 미량 원소 등이 기초 생산자에 의해 광합성을 통한 유기질 형태로 전환되면서 시작된다. 기초 생산자는 수온, 염분, 광량, 해류, 영양염류 등에 의해 크게 영향을 받으며, 먹이연쇄의 가장 기본이 된다. 이러한 기초생산력에 따라 저차 소비자에서 고차 소비자에 이르기까지 자원량 증감의 중요한 요인이 되고 있다. 또한 연안과 천해, 호소의 저질은 그 상층수의 수질변화에 영향을 받으며, 또한 상층수의 수질을 변화시키기도 한다. 저질은 지질학적 기원을 갖는 기부위에 상층수중에서 침강한 부유현탁물질과 수중생물의 배설물, 생물의 사체 등 유기물질이 층을 이루어 형성되고 있다. 일반적으로 해양의 입자성 물질은 자체에서 생산되는 동·식물성 플랑크톤 및 해양생물체의 배설물과 육상으로부터 유입하는 각종 유·무기물입자 및 점토입자 등으로 이루어져 있다. 이러한 용존성 오염물질(유기물, 중금속, 무기이온 등)은 입자성 물질에 의하여 흡착되며, 입자의 응결을 통하여 용이하게 침강 퇴적함으로써 저질에 누적된다. 저질중의 유기물은 그 침적량이 많아지면 이를 분해하는데 소요되는 수중용존산소량이 부족하게 되고 바다와 인접한 저층수에 저산소층 내지 무산소층이 형성된다. 이러한 수층의 두께는 차츰 위로 확대된다. 이런 해역은 자정능력을 상실하여 생물과 환경과의 평형을 잃게 되며, 이로 인해 생물의 종별 서식량을 조절하는 길항력이 약화되는 틈을 타서 개척단계, 또는 후퇴단계의 특수 적응력을 갖는 소수 미세조류가 견제력을 풀고 폭발적인 번식을 함으로서 적조현상을 일으키기도 한다.

따라서 생물군집에 영향을 미치는 각종 환경요인은 복잡하게 유기적으로 기능을 발휘하고 있으며, 해역의 최적 생태계 관리를 위하여 환경요인은 가장 기본적으로 조사되어야 할 분야이고, 효율적인 생물자원 관리를 위해서는 장기적인 관측이 필요하다.

본 연구는 울진 바다목장 해역의 환경요인을 파악하고 앞으로의 변화를 예측함으로써 자원 증대를 도모하고, 궁극적으로 환경 친화적인 바다목장을 조성하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 수질환경

울진 바다목장해역에 대하여 15개 정점을 선정하여 2004년 9월 13일과 11월 26일에 현장조사 및 시료를 채취하였다(그림 1-1-1, 표 1-1-1). 표층해수는 수심 0.3m에서, 저층해수는 바닥에서 1m 상층에서 채수하였다. 수온, 염분, 수소이온농도(pH), 용존산소(DO)는 CTD(Idraunaut)로 현장에서 측정하였다. 부유물질(SS)은 해수 500ml를 유리섬유 여과지(GF/F filter, 47mm)로 여과한 후 여과 전후의 무게차이로 측정하였다(해양수산부, 2002). 화학적산소요구량(COD)은 일정량의 시료에 알칼리성 과망간산칼륨용액을 첨가하고 60분간 가열하였다. 요오드화칼륨용액을 첨가하고 방냉 후 티오황산나트륨용액으로 적정하였다. 총질소(TN)는 시료 20ml에 0.075M NaOH 1l에 $K_2S_2O_8$ 10g과 H_3BO_3 6g을 첨가한 산화용액 10ml를 첨가하고 120°C에서 30분간 가열 분해한 후 Cu-Cd 칼럼을 이용한 아질산 환원법으로 분석하였다. 총인(TP)은 시료 50ml에 4% 과황산칼륨용액 10ml를 첨가하고 120°C에서 30분간 가열 분해한 후 Ascorbic acid를 사용한 몰리브덴청법으로 분석하였다.

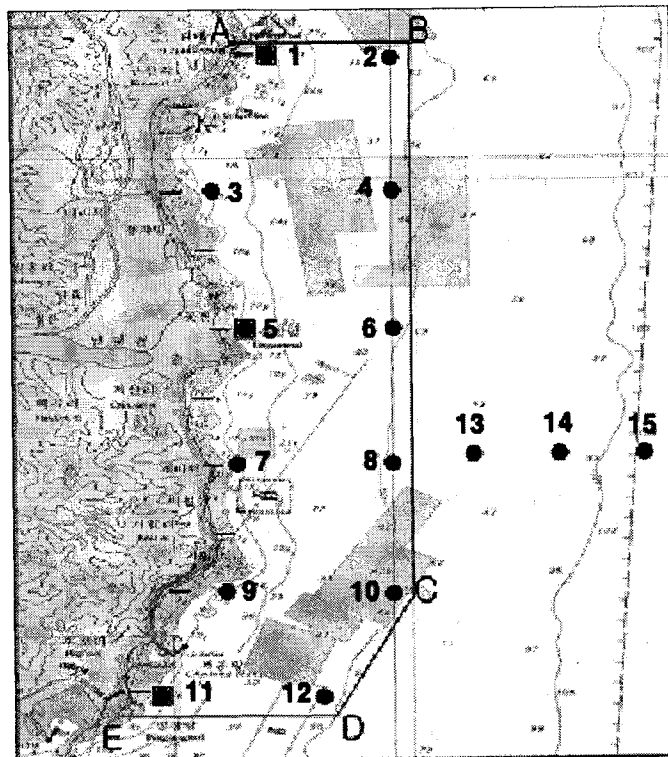


그림 1-1-1. 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 조사 정점.

Fig. 1-1-1. Map showing the sampling stations for physicochemical environmental factors in the Uljin marine ranching area in 2004.

표 1-1-1 울진 바다목장 조사정점의 좌표

Table. 1-1-1. Sampling locations for physicochemical characteristics of sediment in the Uljin marine ranching area in 2004

Station	Longitude	Latitude
1	N34° 46. 201'	E128° 23. 410'
2	N34° 46. 036'	E128° 23. 186'
3	N34° 46. 018'	E128° 22. 600'
4	N34° 45. 500'	E128° 23. 145'
5	N34° 45. 530'	E128° 22. 104'
6	N34° 45. 445'	E128° 22. 188'
7	N34° 44. 778'	E128° 23. 268'
8	N34° 44. 660'	E128° 23. 571'
9	N34° 46. 201'	E128° 23. 410'
10	N34° 46. 036'	E128° 23. 186'
11	N34° 46. 018'	E128° 22. 600'
12	N34° 45. 500'	E128° 23. 145'
13	N34° 45. 530'	E128° 22. 104'
14	N34° 45. 445'	E128° 22. 188'
15	N34° 44. 778'	E128° 23. 268'

나. 퇴적환경

표층 퇴적물을 대상으로 2004년 9월과 11월에 울진 바다목장화 해역의 3개 정점 (정점 1, 5, 11)에 대하여 표층 퇴적물을 채취하여 해양환경 공정시험법 (해양수산부, 2002)에 의거해 분석을 실시하였다.

입도는 퇴적물을 습식체질(wet sieving, 그물눈 4 ϕ)하여 조립질과 세립질 퇴적물로 분리, 4 ϕ 보다 굵은 직경의 조립질 시료는 1 ϕ 단위의 단계별 순환 체 교반기(sieve shaker)를 사용, 습식체질에 의해 1000 ml 실린더에 담긴 4 ϕ 이하의 세립질 시료에는 확산제 (0.1% sodium hexametaphosphate 용액)를 첨가하여 뒤섞은 다음 입자의 특성에 따른 clarks 속도(Stoke's law)를 고려한 시각에 맞추어 피펫을 이용 1 ϕ 단위로 분리, 추출하여 각 ϕ 별 무게를 측정하고 퇴적물 시료의 입도 분포를 분석하였다. 결과에는 phi-sclae를 mm 단위로 변환하여 나타내었다. 함수율(water content)은 퇴적물의 습시료 일정량을 취하여 60°C에서 2일 이상 건조시킨 다음 항량이 될 때까지 건조하여 중량법으로 측정하였다. IL은 함수율 측정시 사용했던 시료를 막자사발에서 곱게 분쇄한 후 건조시료 약 10g

을 550℃에서 2시간 동안 회화시켜 회화 전후의 무게차이로부터 계산하였다. COD은 퇴적물 습시료 약 1g을 정확히 취한 후 알칼리성 과망간산칼륨법으로 정량하였다. 산취발성 황화물(acid volatile sulfide, AVS)함량은 퇴적물 습시료 약 1g을 정확히 취한 다음 검지관법으로 정량하였다.

3. 결과 및 토의

가. 수질환경

(1) 수온

2004년 9월의 표층수온은 21.10~22.14℃의 범위를 보였으며, 평균수온은 21.52℃였다(표 1-1-2). 표층은 전 조사정점에서 동한난류의 영향을 받아 공간적인 수온변화가 크게 나지 않았다. 저층수온은 8.74~21.07℃의 범위를 보였으며, 평균수온은 14.13℃였다. 조사해역에서 표·저층간의 평균 수온차이는 7.39℃를 보였다. 울진 바다목장 해역은 연안에서 근해로 갈수록 수심이 급격하게 깊어지는 지형구조를 가지고 있다. 따라서 연안정점(1, 3, 5, 7, 9)들은 수심 15m내에 위치하며, 전 수층이 동한난류의 영향을 받아 표·저층간의 수온차이가 1.5℃내외로 차이가 크게 나지 않는다. 반면 나머지 정점들(2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15점)은 수심 50~100m에 위치하여 상층은 동한난류의 영향을 받지만 저층은 표층으로부터 침하된 북한난류의 영향을 받음으로서 이들 정점에서는 표·저층간의 수온차이가 약 12.5℃로 크게 나타나며 25~30m 수층에 수온약층이 나타났다. 따라서 저층수온의 공간분포는 북한난류의 영향으로 12.33℃ 이상의 차이를 보였다. 2004년 11월의 표층수온은 14.10~14.78℃의 범위를 보였으며 평균은 14.48℃였다. 저층수온은 7.62~14.44℃의 범위를 보였으며 평균 10.36℃였다. 연안정점들은 연직혼합에 의해 표·저층간의 수온차이가 0.2℃내외로 차이가 크게 나지 않았으나 나머지 정점들은 저층에 북한난류의 영향으로 표·저층간의 수온차가 8.5℃정도로 크게 나타났다. 9월에 비해 11월의 표층수온이 낮은 것은 동한난류의 세력 감소와 태양 일사량의 감소에 따른 것이며, 표층수온의 하강으로 인해 9월보다 11월의 표·저층 수온차이가 낮게 나타났다.

(2) 염분

2004년 9월의 표층염분은 32.81~33.19의 범위를 보였으며, 평균 33.07로 나타났다(표 1-1-2). 저층염분은 32.86~34.27의 범위를 보였으며, 평균 33.59였다. 표층의 공간적 차이가 0.38이었던 것에 비해 저층에서는 공간적 차이가 1.41로 나타났다. 연안정점은 수심 15m 내외로서 전 수층의 연직혼합에 의해 균일한 분포를 보이고 있으나 외양정점은 수심이 깊어 표층과 저층이 완전혼합이 되지 않으므로 표·저층간에 약 1.00정도의 염분차이를 보였다. 그러나 염분약층(halocline)은 거의 형성되지 않았다.

표 1-1-2. 2004년 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 계절별 변화

Table 1-1-2. Seasonal variation in physicochemical factors of the Uljin marine ranching area in 2003-2004

	Sep.						Nov.						
	WT	Sal	pH	DO	SS	Trans.	WT	Sal	pH	DO	SS	Trans.	
Surface	1	21.21	33.08	8.23	8.03	10.00	10	14.4	33.61	8.084	8.42	1.2	10
	2	21.23	33.07	8.23	8.02	8.80	11	14.24	33.61	8.128	8.13	1.2	9
	3	21.18	33.16	8.25	7.97	6.20	12	14.18	33.32	8.105	8.27	2.0	10
	4	21.18	33.16	8.25	8.01	7.60	12	14.47	33.60	8.124	8.11	1.2	9.5
	5	21.10	33.16	8.26	8.01	7.60	9	14.48	33.60	8.12	8.36	1.0	9
	6	21.14	33.13	8.23	7.99	4.20	13	14.46	33.59	8.127	8.43	1.4	10
	7	21.10	33.16	8.24	8.01	9.00	12	14.69	33.87	8.055	8.45	4.8	10
	8	21.53	33.02	8.25	7.98	6.20	11	14.47	33.54	8.28	8.20	4.3	8
	9	21.35	33.06	8.25	8.01	4.80	9	14.78	33.53	8.105	8.22	3.2	9
	10	22.01	32.98	8.26	7.89	4.60	10	14.69	33.49	8.23	8.36	2.0	10
	11	21.48	33.04	7.78	8.45	10.20	9	14.51	33.59	8.108	8.21	0.6	10
	12	22.14	32.81	8.26	7.97	3.80	11	14.46	33.57	8.2	8.23	0.8	10
	13	21.32	33.19	8.24	7.87	3.60	11	14.51	33.58	8.08	8.13	0.6	10
	14	21.51	33.03	8.25	8.45	3.20	10	14.78	33.55	8.07	8.12	2.4	10
	15	21.65	33.03	8.25	8.43	4.60	10	14.1	33.54	8.18	8.28	3.2	11
mean	21.41	33.07	8.22	8.07	6.29	10.7	14.48	33.57	8.13	8.26	1.99	9.8	
Bottom	1	20.81	33.17	8.23	8.03			14.38	33.62	8.107	8.47		
	2	8.82	34.15	8.14	8.08			7.8	33.62	8.13	8.17		
	3	20.29	33.36	8.16	8.08			13.91	33.62	8.124	8.41		
	4	9.80	34.19	8.23	8.03			7.62	33.65	8.107	8.28		
	5	21.07	33.16	8.26	8.02			13.24	33.70	8.112	8.53		
	6	11.02	34.27	8.18	8.08			7.96	33.59	8.013	8.53		
	7	20.65	33.21	8.24	8.02			14.28	33.59	8.17	8.47		
	8	9.40	34.27	8.16	8.12			7.95	33.66	8.16	8.25		
	9	21.02	33.21	8.25	8.03			13.73	33.67	8.124	8.36		
	10	8.74	34.16	8.21	8.08			8.04	33.59	8.7	8.35		
	11	20.73	33.27	7.79	8.44			14.44	33.64	8.112	8.54		
	12	9.21	34.15	8.17	8.08			7.98	33.62	8.07	8.28		
	13	11.24	33.49	8.17	8.13			8.03	33.64	8.12	8.54		
	14	9.01	32.94	7.89	8.29			8.11	33.63	8.115	8.55		
	15	10.18	32.86	7.90	8.27			7.98	33.61	8.11	8.10		
mean	14.13	33.59	8.13	8.12			10.36	33.63	8.11	8.67			

※ Indicators: WT; Water temperature, Sal; Salinity, DO; Dissolved oxygen, SS; Suspended solids, Trans; Transparency

※ Unit: WT; °C, Sal; ‰, DO; mg/L, SS; mg/L, Trans.; m

2004년 11월의 표층 염분은 33.32~33.87의 범위를 보였으며, 평균 33.57이었다. 저층 염분은 33.59~34.10의 범위를 보였으며 평균 33.84였다. 염분의 수평분포 차이는 표층에서 0.55였으며, 저층에서 0.51로 나타났다. 9월과 달리 11월의 저층에서 염분의 공간분포 차이가 적은 것은 겨울철 강한 바람의 영향으로 연식혼합층의 깊이가 깊어지고 9월에 비해 강수량이 적었기 때문에 남대천에서의 담수유입이 줄어들었기 때문이라 생각된다.

(3) pH

pH는 9월에 표층 7.78~8.26의 범위를 보였으며 평균 8.22를 나타내었고, 저층은 7.79~8.26의 범위로 평균 8.13을 나타내었다(표 1-1-2). 정점별로는 후포항 입구의 정점 11의 표·저층과 정점 14, 15의 저층에서 8 이하의 낮은 값을 보였고 그 외 대부분의 정점에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 11월에는 표층 8.06~8.28로 평균 8.13를 보였고, 저층은 8.01~8.17로 평균 8.11을 나타내었으며 정점간 큰 차이를 보이지 않았다. pH의 경우 정점별로는 후포항과 접한 정점 11의 표·저층에서 9월과 11월에 가장 낮게 나타났으나 그 외의 정점에서는 연안과 외측의 차이가 나타나지 않았고 표·저층간의 차이 또한 나타나지 않았다. 본 해역 전 정점에서 해역수질 I등급 (7.8~8.3)의 양호한 수질 상태를 나타내었다.

(4) 용존산소량

용존산소량은 9월 표층에서 7.87~8.45mg/L로 평균 8.07mg/L를 보였고, 저층에서 8.02~8.44mg/L로 평균 8.12mg/L를 보였다(표 1-1-2). 수층별로는 표층이 저층에 비해 다소 낮은 값을 보였으며 정점별로는 큰 차이를 보이지 않았다. 11월은 표층에서 8.13~8.66mg/L로 평균 8.45mg/L를 보였고, 저층에서 8.37~8.93mg/L로 평균 8.67mg/L를 보여, 표층보다는 저층이 다소 높게 나타났으며 특히 후포항과 접한 정점 11에서 비교적 높게 나타났다. 용존산소는 9월에 비해 11월이 다소 높은 값을 보였으며 정점별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

(5) 부유물질

부유물질 농도는 9월에 3.2~10.2mg/L로 평균 6.3mg/L를 보였고, 11월 0.6~4.88mg/L로 평균 2.0mg/L를 나타내어 월별로는 9월이 다소 높게 나타났으며 특히 구산항 입구의 정점 1과 후포항 입구의 정점 11에서 10mg/L 이상의 높은 값을 보여 항으로부터 유입되는 부유물질의 농도가 다소 높게 나타났다(표 1-1-2).

(6) 투명도

투명도는 9월에 9.0~13.0m로 평균 10.7m를 보였고, 11월 9.0~11.0m로 평균 9.8m를

나타내어 9월과 11월 모두 비교적 높은 투명도를 나타내었다(표 1-1-2). 정점별로는 큰 차이를 보이지는 않았으나 구산항과 후포항 주변 정점에서 다른 정점보다 낮은 투명도를 보였다.

(7) 화학적산소요구량

화학적산소요구량은 9월 표층에서 0.12~0.39mg/L로 평균 0.27mg/L를 보였고, 저층에서 0.11~0.39mg/L로 평균 0.26mg/L를 보였으며 정점별, 수층별 큰 농도 차이를 보이지 않았다(표 1-1-3). 11월 표층에서 0.12~1.40mg/L로 평균 0.78mg/L를 보였고, 저층에서 0.20~1.16mg/L로 평균 0.69mg/L를 보여, 표·저층간이 0.09mg/L의 차이를 보였다, 그림 1-1-7). 구산항 인근 연안 정점의 표층이 1mg/L 이상으로 다소 높은 것으로 나타났으나 그 외 정점별로 큰 차이를 나타내지 않았고, 표층이 저층에 비해 다소 높은 값을 보였다. 월별로는 9월에 비해 11월이 표·저층에서 약 0.5mg/L 정도 높은 것으로 나타났으며 목장화 해역 내측 정점이 외측 정점에 비해 다소 높은 것으로 나타났으나 대부분의 정점에서 해역수질 1등급(1mg/L 이하) 수준의 양호한 수질을 보였다.

(8) 영양염류

총질소는 9월에 표층에서 0.039~0.252mg/L로 평균 0.161mg/L를 보였고, 저층에서 0.091~0.247mg/L로 평균 0.168mg/L를 보였다(표 1-1-3). 연안에 인접해 있는 홀수 정점이 높은 것으로 판단되었으나 정점별로 큰 차이를 나타내지 않았으며 또한, 표층과 저층에서도 큰 차이를 나타내지 않았다 11월의 경우에는 표층에서 0.036~0.228mg/L로 평균 0.058mg/L를 보였고, 저층에서 0.036~0.186mg/L로 평균 0.060mg/L를 보여, 표·저층간이 0.09mg/L의 차이를 나타냈으며 왕돌초 인근해역 정점의 표·저층에서 다른 정점에 비해 상대적으로 높은 농도를 나타내었다. 9월과 11월의 비교에서는 9월의 저층이 11월에 비해 0.108mg/L로 높은 농도를 나타내었다. 총인은 9월 표층에서 0.004~0.021mg/L로 평균 0.013mg/L를 보였고, 저층에서 0.006~0.019mg/L로 평균 0.013mg/L를 보였다. 수층과 정점별 큰 농도 차이는 없었으나 항과 인접한 정점 1과 11점의 저층이 상대적으로 높은 농도를 나타내었다(표 1-1-3, 그림 1-1-9). 11월의 경우에는 표층에서 0.011~0.026mg/L로 평균 0.019mg/L를 보였고, 저층에서 0.013~0.026mg/L로 평균 0.020mg/L를 보였으며 표·저층간이 0.09mg/L의 차이를 보였다. 규산규소는 9월 표층에서 0.109~0.195mg/L로 평균 0.136mg/L를 보였고, 저층에서 0.104~0.195mg/L로 평균 0.129mg/L를 보였다. 수층별 큰 농도 차이는 없었으나 표층이 저층에 비해 다소 낮은 값을 보였으며 정점별로는 9와 13점 저층에서 비교적 높게 나타내었으나 전반적으로 큰 차이를 보이지 않았다(표 1-1-3, 그림 1-1-10). 11월 표층에서 0.201~0.278mg/L로 평균 0.234mg/L를 보였고, 저층에서 0.209~0.265mg/L로 평균 0.232mg/L를 보여, 표층에서 0.090mg/L로서 약간 높은 값을 보였으나

정점별로는 전반적으로 유사하게 나타내었다.

표 1-1-3. 2004년 울진 바다목장 해역에서 화학적산소요구량과 영양염류의 계절별 변화
Table 1-1-3. Seasonal variation of COD and nutrients in the Uljin marine ranching area in 2004

		Sep.				Nov.			
		COD	TN	TP	SiO ₂ -Si	COD	TN	TP	SiO ₂ -Si
Surface	1	0.26	0.190	0.013	0.145	1.34	0.037	0.0117	0.219
	2	0.39	0.104	0.015	0.130	1.20	0.039	0.024	0.223
	3	0.20	0.039	0.004	0.130	1.40	0.036	0.020	0.234
	4	0.19	0.153	0.013	0.144	1.24	0.039	0.016	0.230
	5	0.14	0.158	0.005	0.150	0.40	0.038	0.016	0.214
	6	0.30	0.171	0.013	0.126	1.35	0.048	0.018	0.208
	7	0.32	0.168	0.018	0.195	0.28	0.038	0.025	0.224
	8	0.27	0.252	0.021	0.141	0.35	0.037	0.021	0.201
	9	0.33	0.235	0.010	0.116	0.12	0.038	0.017	0.229
	10	0.32	0.081	0.015	0.135	0.28	0.036	0.017	0.261
	11	0.37	0.150	0.014	0.109	0.72	0.036	0.015	0.227
	12	0.32	0.167	0.018	0.134	0.60	0.041	0.019	0.278
	13	0.12	0.126	0.014	0.134	0.44	0.039	0.013	0.251
	14	0.16	0.232	0.012	0.133	1.12	0.137	0.026	0.255
	15	0.33	0.191	0.013	0.117	0.92	0.227	0.025	0.254
mean		0.27	0.061	0.013	0.136	0.78	0.058	0.019	0.234
Bottom	1	0.30	0.135	0.016	0.128	0.80	0.038	0.019	0.211
	2	0.25	0.127	0.014	0.118	1.16	0.036	0.025	0.209
	3	0.20	0.140	0.009	0.128	1.12	0.038	0.024	0.225
	4	0.29	0.227	0.006	0.131	0.36	0.039	0.013	0.234
	5	0.23	0.215	0.012	0.159	0.56	0.037	0.023	0.219
	6	0.11	0.247	0.016	0.106	0.44	0.037	0.020	0.221
	7	0.27	0.100	0.018	0.151	0.20	0.037	0.021	0.220
	8	0.31	0.212	0.008	0.127	0.25	0.045	0.017	0.221
	9	0.33	0.091	0.017	0.195	1.08	0.039	0.026	0.213
	10	0.25	0.195	0.009	0.139	0.64	0.036	0.019	0.265
	11	0.27	0.167	0.019	0.104	0.88	0.039	0.019	0.240
	12	0.12	0.102	0.013	0.115	0.60	0.037	0.015	0.254
	13	0.22	0.185	0.012	1.006	0.80	0.141	0.022	0.237
	14	0.39	0.181	0.012	0.109	0.84	0.186	0.021	0.253
	15	0.35	0.201	0.007	0.109	0.60	0.118	0.019	0.255
mean		0.26	0.168	0.013	0.129	0.69	0.060	0.020	0.232

※ Unit : mg/L

나. 퇴적환경

(1) 입도

울진 바다목장 해역 3개 정점에서 채취한 표층 퇴적물의 퇴적물 입도 조성은 표 1-1-4와 같다. 점토(clay)의 조성비는 0.40~0.64%(평균 0.52%), 실트(silt)의 조성비는 3.58~5.21%(평균 4.15%)의 조성비를 보였으며, 모래(sand)의 조성비는 94.15~96.02%의 분포로 주 구성요소를 나타내었다. 목장 해역 대부분의 퇴적물 입도는 모래의 구성비가 대부분을 구성하고 있었으며 상대적으로 점토와 실트의 구성비는 낮았다.

표 1-1-4. 2004년 울진 바다목장 해역의 퇴적물 입도

Table 1-1-4. Bottom sediment grading of the Uljin marine ranching area in 2004

St.	(%)		
	sand	silt	clay
St. 1	95.80	3.67	0.53
St. 5	94.15	5.21	0.64
St. 11	96.02	3.58	0.40
mean	95.32	4.15	0.52

(2) 강열감량

조사기간 중 퇴적물의 강열감량은 표 1-1-5와 같다. 9월에는 3.23~4.98%(평균 4.26%)를 나타냈으며 정점 11이 4.98%, 정점 1이 4.56%, 정점 5가 3.23% 순서로 나타나, 상대적으로 오염원 유입이 많은 후포항 인근 해역인 정점 11과 구산항 인근 해역인 정점 1이 중간 해역인 정점 5에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 11월에 실시된 조사의 농도 범위는 3.19~4.48%(평균 4.02%)를 나타냈으며, 9월의 결과와 유사하게 정점 11이 4.48%, 정점 1이 4.39%, 정점 5가 3.19% 순서로 나타나 후포항과 구산항 인근해역에서 상대적으로 IL의 값이 높은 것을 알 수 있었다. 월별로는 우기와 인접한 9월이 11월에 비해 평균 0.24% 높게 나타났다.

(3) 저질화학적산소요구량

조사기간 중 퇴적물의 화학적 산소요구량은 표 1-1-5와 같다. 9월에 COD의 농도범위는 0.72~3.03mg/g·dry(평균 1.92mg/g·dry)를 나타냈으며 정점 11이 3.03mg/g·dry, 정점 1이 2.01mg/g·dry, 정점 5가 0.72mg/g·dry 순서로 나타나 IL과 유사하게 후포와 구산항 인근해역이 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 11월에 조사된 COD의 농도범위는 0.58~2.88mg/g·dry(평균 1.74mg/g·dry)로 정점 11이 2.88mg/g·dry, 정점 1이 1.75mg/g

· dry, 정점 5가 0.58mg/g · dry 순으로 9월의 결과와 유사하게 나타났다. 월별로는 9월이 평균 0.18mg/g · dry로 상대적으로 높은 값을 나타내었으나 모든 정점에서 일본오염기준치 20mg/g · dry이하를 나타내었다.

(4) 산취발성황화물

조사기간 중 퇴적물의 산취발성 황화물은 표 1-1-5와 같다. 9월에 조사된 산취발성 황화물의 농도범위는 0.03~0.05mg/g · dry(평균 0.04mg/g · dry)를 나타냈으며 정점 11이 0.05mg/g · dry, 정점 1이 0.04mg/g · dry, 정점 5가 0.03mg/g · dry 순서로 나타나 후포와 구산항 인근해역인 정점 11과 정점 1이 정점 5에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 11월에 조사된 AVS의 농도범위는 0.01~0.04mg/g · dry (평균 0.02mg/g · dry)로 정점 11이 0.04mg/g · dry, 정점 1이 0.02mg/g · dry, 정점 5가 0.01mg/g · dry 순으로 9월과 유사하게 항 주변이 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 9월과 11월의 결과를 비교하면 계절적으로 우기와 인접한 9월이 평균 0.02mg/g · dry로 상대적으로 높은 값을 나타내었으나 일본오염기준치인 0.2mg/g · dry이하를 나타내어 상대적으로 양호한 저질 상태를 나타내었다.

표 1-1-5. 2004년 울진 바다목장 해역에서 저질환경요인의 계절별 변화

Table 1-1-5. Seasonal variation of sediment environmental factors in the Uljin marine ranching area in 2004

	Sep.			Nov.		
	IL (%)	AVS (mg/g.d.)	COD (mg/g.d.)	IL (%)	AVS (mg/g.d.)	COD (mg/g.d.)
St. 1	4.56	0.03	2.01	4.39	0.01	1.75
St. 5	3.23	0.03	0.72	3.19	0.02	0.58
St. 11	4.98	0.05	3.03	4.48	0.04	2.88
mean	4.26	0.04	1.92	4.02	0.02	1.74

제 2 절 생태계 특성

1. 서 론

바다 목장화 사업의 궁극적인 목적은 해양 생물자원의 지속 가능한 높은 생산력을 유지하면서 환경 친화적으로 자원 잠재력을 증대하는 것이다(한국해양연구원, 1998). 이를 위해서는 각 서식 생물의 종 구성과 각 요인들과의 상호작용, 각 생물 군집의 변화, 먹이사슬에 따른 에너지 순환 등의 이해가 필요하다. 이러한 대상 해역에서의 생물 군집 구조와 상호 작용에 대한 이해는 바다 목장화 사업과 같은 인위적인 생물자원의 첨가와 수확에 대해 생태계가 갖는 수용 능력을 평가하는 기초가 될 것이며 나아가서 효율적인 자원 관리에 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다.

생태계란 밀접한 일정 지역 내에서 상호 물질 교환에 의해 모든 생물과 무기 환경이 이루어지는 시스템을 일컫는 말로써 물질 교환을 가능하게 하는 영양구조, 물질 순환의 경로, 생물적 다양성 등을 들 수 있다. 해양생물들은 크게 나누어 물에 떠서 사는 플랑크톤, 헤엄치며 사는 동물(Nekton), 해저면에 부착하여 사는 생물(Benthos) 등으로 나눌 수 있다. 미생물은 분해자뿐만 아니라 화학합성 작용에 의한 1차 생산자 및 각종 질병의 매체가 되기도 한다(Brock, 2003; Bonde, 1977). 미생물에 의한 화학합성은 무기물이나 암모니아, 아질산염, 메탄, 수소와 같은 물질을 이용하여 유기물을 고정하는 것이다. 연안 해역에서의 주요 생산자는 규조류, 와편모조류, 그 외 미세조류로 구분이 되며 이러한 식물플랑크톤은 1차 생산자로서 먹이사슬의 기초를 이루는 중요한 생물상으로 해양식물의 광합성의 99% 이상을 담당하고 있어, 해양을 비롯한 지구상의 유기물 공급에 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 식물플랑크톤은 동물플랑크톤, 유생 및 치자어의 먹이원으로서 유용 수산생물 생산의 바탕이 될 뿐만 아니라 이들이 생산하는 유기물은 해양의 잠재적인 생산력이 되고 그 사체가 무기영양염으로 재순환되어 해양 물질순환에 있어서 매우 중요한 역할을 담당하고 있는 것이다. 이와 같이 식물플랑크톤은 먹이사슬에서 어류뿐만 아니라 이매패류인 바지락, 굴, 피조개 등의 중요한 먹이원이 되고 있어서 종구성, 현존량, 우점종의 변화 및 희귀종의 출현 등에 대한 연구는 그 해역의 생산력 판단의 척도가 되고 생태계의 해석에 필수 불가결한 자료가 된다. 또한 그 양적인 분포가 직접적으로 유용양식 및 어업자원의 어획생산의 풍흉을 좌우하는 기본 요인이 된다는 점에서 매우 중요한 의의를 갖게 된다. 이렇듯 생산자와 소비자, 그리고 미생물과 같은 분해자의 현황 파악은 그 지역의 생태계를 알아 볼 수 있는 중요한 자료가 될 수 있는 것이다.

이번 조사 해역인 울진 해역은 한류와 난류가 교차하기 때문에 계절별 여러 어종을 볼 수 있는 관광형 바다목장지로 선정되었으며 평해읍 직산리-후포면 후포리 일대 21 km²에 바다목장을 조성하게 된 곳이다. 이 일대 바다 속은 바위가 70%여서 어패류의 산

란과 육성에 매우 적당한 곳으로 알려져 있다. 따라서 안정적이고 지속적인 수산물 공급과 수중 관광 등 해역 특성에 적합한 바다 목장 개발을 위하여 기초 생산력 및 부유 생태계, 저서 군집의 생산력, 난자치어를 주로 하는 어류 군집구조, 그리고 해조류 생태 등을 파악하여 구체적이고 정확한 해양 환경을 분석하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 미생물

(1) 시료채취

울진 바다목장 해역의 해양 세균의 분포를 조사하기 위해 그림 1-2-1에 나타난 15개 정점에서 2004년 9월과 2004년 11월의 2회에 걸쳐 조사를 실시하였다. 채수한 해수 시료는 멸균된 광구병에 담아 Ice-box에 보관하여 4℃를 유지하면서 실험실로 옮겨 즉시 실험을 실시하였다.

(2) 연구방법

(가) 해양 세균의 총균수와 생균수 조사

총 균수는 세균의 DNA에 염색 후 형광현미경의 ×1000 배율로 직접 계수하는 DAPI 염색법(Porter and Feig, 1980)으로 하였다. 또한 생균수는 채수한 각각의 해수를 멸균 해수 희석수를 사용하여 십진법으로 희석시켜 PPES-II agar 평판배지 (Taga, 1968)에 평판 배양법 (Buck and Cleverdon, 1960)으로 접종하여 20℃에서 7일간 배양 후 한천 배지에 나타난 colony를 CFU (colony forming unit)로 계산하였다. PPES-II agar 배지의 조성은 표 1-2-1과 같다.

표 1-2-1. PPES-II 배지 조성 (Taga, 1968)

Table 1-2-1. The composition of PPES-II medium (Taga, 1968)

Polypeptone	2.0 g
Bacto Soytone	1.0 g
Proteose Peptone No.3	1.0 g
Bacto Yeast extract	1.0 g
Ferric citrate (0.1%)	10.0 ml
Bacto Agar	15.0 g
Seawater	1000 ml
Final pH	7.4~7.8

(나) 해양 세균의 분리 및 동정

채수한 시료를 PPES-II agar 평판배지에 접종하여 20°C에서 7일간 배양하여 나타난 각각의 특징적인 colony를 선별하여 순수 분리 후 형태적 검사 및 16S rRNA gene을 이용한 sequencing을 통하여 동정하고 각 군집의 종조성을 조사하였다. 16S rRNA 유전자의 증폭에 이용된 primer 쌍은 Moyer et al.(1994)에 의해 고안된 것을 사용하였다.

나. 식물플랑크톤 및 일차생산

울진 해역의 15개 정점(그림 1-2-1)을 대상으로 하절기와 동절기에 채집하였다. 하절기 채집은 9월 13-14일에 수행하였고, 동절기 채집은 11월 26일에 수행하였으나 당일 기상 악화에 인하여 12월 2일에 추가 채집을 실시하였다. 11월 26일에는 정점 1-8에서 조사가 이루어 졌으며, 12월 2일에는 나머지 정점에 한하여 조사가 이루어졌다.

조사 항목은 식물플랑크톤 종조성과 chlorophyll *a* 양이었다. 식물플랑크톤 종조성을 파악하기 위하여 채수기를 이용하여 표층과 중층, 저층의 해수를 각각 2 ℓ씩 채수하였다. 특히, 11월 조사에서 수심이 낮은 일부 정점들 (정점 1, 3, 5, 7, 9, 11)에서는 표층과 저층만을 채수하였다. 이를 선상에서 20-120 μm nylon sieve로 농축하였으며, 최종 농도가 1%가 되도록 포르말린으로 고정하였다. 시료의 동정과 계수는 Sedgwick-Rafter counting chamber에서 광학 현미경 (Olympus BX50)으로 최대 400배 배율에서 수행하였다. 종의 동정은 심(1994)과 Thomas(1997)를 따랐다. Chlorophyll *a*는 10-AU Fluorometer (Turner Designs)를 이용하여 선상에서 바로 측정하였다. 일정 시간 해수를 흘려보내고 1-3분 동안의 데이터를 저장한 후, 실험실에서 자료를 분석하여 평균하여 나타내었다.

다. 동물플랑크톤

울진 바다목장 부근 해역에서 2004년 9월과 11월에 2회의 조사가 총 15개 정점에서 수행되었다. 동물플랑크톤 채집은 망구 60 cm, 망목 300 μm의 원추형 네트를 이용하여 저층부터 표층까지 경사채집 하였다. 채집속도는 1 m/sec(대략 2 knot)를 유지하도록 하였고 정량분석을 위해 네트에 유량계를 부착하였다. 예인 후 네트와 버킷을 세척하여 시료병으로 시료를 옮긴 후 즉시 최종 농도가 4-5%가 되도록 중성포르말린으로 고정하였다. 여과된 해수의 수량은 유량계의 회전수에 진행거리로 환산하기 위한 계수(0.027)와 망구의 면적을 곱하여 네트로 여과된 수량을 계산하였다.

채집된 동물플랑크톤 시료는 종구분과 계수를 위해 총량을 메스실린더로 계량한 후 잘 혼합하여 우점종이 100개체 이상이 되게 분할하여(UNESCO, 1979), Bogorov 계수 챔버로 옮긴 후에 해부 현미경 하에서 분류하고 계수하였다. 경우에 따라 동물플랑크톤을 해부하였으며 해부한 시료는 광학현미경 하에서 동정하였다. 동정된 각 동물플랑크톤 분

류군은 단위 체적(1 m³)당 개체수로 환산하였다. 요각류는 대부분 중 수준까지 동정하였으며, 요각류를 제외한 분류군 및 부유 유생은 동정상의 어려움으로 광범위한 분류군으로 분류하였다. 동물플랑크톤의 분류는 Kim(1985)와 유(1995), 임(1994), Mori(1964)에 의하였다.

집괴분석(cluster analysis)은 동물플랑크톤 개체수 자료의 자연로그 값을 이용한 정점 간 유사도(similarity index)를 구하여 수행하였고, 유사도가 높은 것끼리 묶을 때는 비가중평균결합법을 이용하였으며 이를 수상도(dendrogram)로 나타내었다. 또한 환경 요인과 주요 동물플랑크톤 출현종 및 출현 분류군의 분포와의 상관관계 분석은 SPSS v.12.0을 이용하여 분석하였다.

라. 저서동물

(1) 조사지역

2004년 8월부터 11월까지 2회에 걸쳐 경북 울진군 후포면 일대의 바다목장 연질기저 해역에서 이 해역을 대표할 수 있는 15개의 정점을 선정하여 조사하였다(표 1-2-2, 그림 1-2-1). 기질이 암반 내지 자갈로 되어 있는 곳은 피하고, 그랩(grab, 採泥器)으로 저서동물을 채집할 수 있는 연질기저(軟質基底, soft bottom)로 되어 있는 지점을 탐색하여 정점으로 설정하였다.

표 1-2-2. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집 조사정점의 좌표

Table 1-2-2. Location of macrobenthos sampling stations in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

정점	좌표	
	Longitude	Latitude
1	N36° 44' 855"	E129° 28' 468"
2	N36° 44' 740"	E129° 29' 193"
3	N36° 44' 949"	E129° 29' 801"
4	N36° 44' 283"	E129° 28' 713"
5	N36° 43' 705"	E129° 28' 972"
6	N36° 43' 973"	E129° 29' 360"
7	N36° 44' 099"	E129° 29' 852"
8	N36° 42' 520"	E129° 28' 963"
9	N36° 42' 558"	E129° 29' 481"
10	N36° 42' 558"	E129° 29' 994"
11	N36° 41' 524"	E129° 28' 860"
12	N36° 41' 312"	E129° 29' 924"
13	N36° 40' 684"	E129° 28' 330"
14	N36° 40' 720"	E129° 28' 893"
15	N36° 40' 684"	E129° 29' 439"

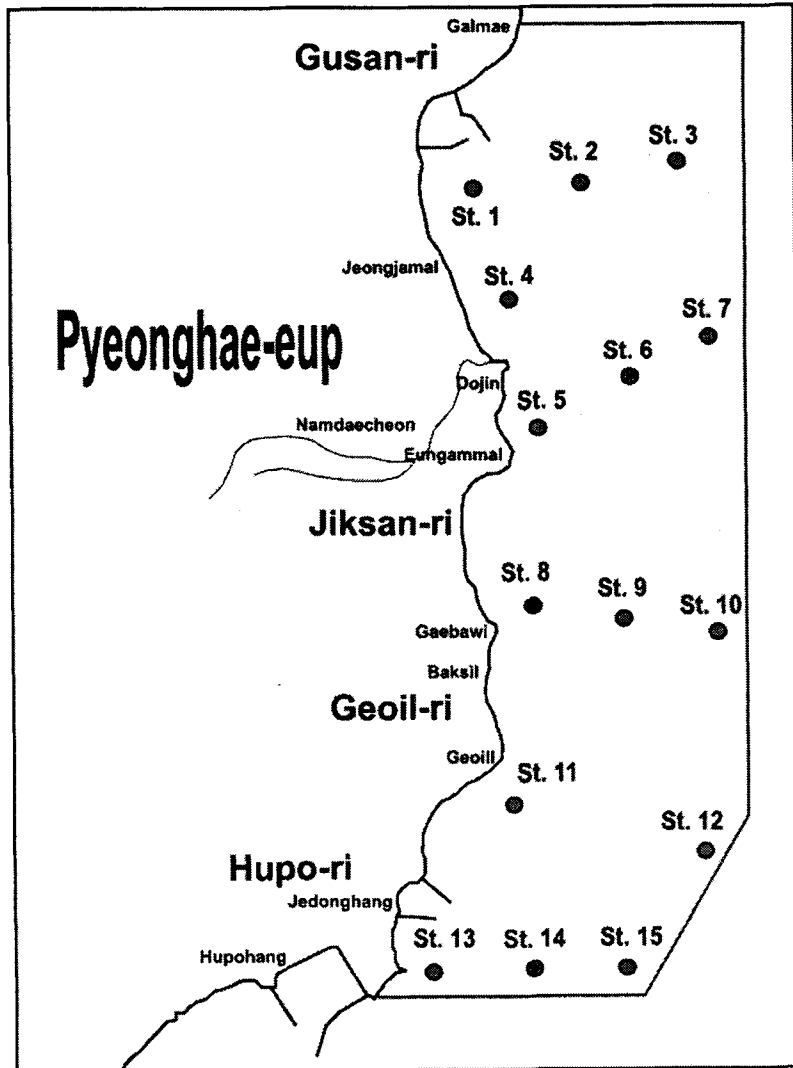


그림 1-2-1. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물 군집의 조사정점.

Fig. 1-2-1. Macrobenthos sampling stations in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area.

(2) 저서동물의 채집

저서동물의 채집에는 채니면적이 0.05 m^2 되는 Smith-McIntyre grab을 사용하였다. 각 정점에서 4회씩 퇴적물을 채집하였으므로 1개 정점에서 채집되는 면적은 0.2 m^2 이다. 인양된 퇴적물은 선상에서 $1.0 \times 1.0 \text{ mm}$ 그물코(mesh size)의 체(sieve)를 사용하여 걸렸으며, 체에 걸린 모든 퇴적물은 10% 중성포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다.

(3) 자료의 분석

채집된 저서동물은 입체현미경하에서 동정하여 계수하였다. 명확한 동정은 어렵지만 다른 종으로 구분할 수 있는 것은 번호를 붙여 각기 다른 종임을 표시하였다. 생체량을 나타내기 위하여 각 종을 대상으로 습중량(gwwt)으로 측정하였으며, 여과지 위에서 흡수시킨 후에 무게를 0.01 g 단위까지 측정하였다.

채집된 저서동물은 단위면적당(/m²)의 개체수와 생체량으로 환산하였다. 종별 개체수 자료를 분석하여 Shannon-Weaver의 종다양도지수 (H' , Pielou, 1977)를 구하였다. 군집 유사도 분석(similarity analysis)을 위해서 Bray-Curtis지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 수지도(dendrogram)로 도시하였다. 모든 개체수 자료는 정점간과 종간 밀도의 차이를 줄여 자료의 편중을 피하기 위하여 대수로 변환하였다.

마. 암반부착동물

(1) 조사 시기 및 장소

울진바다목장해역에 산재하는 암반해역에 부착하는 저서동물을 조사하기 2004년 10월과 2005년 1월 2회에 걸쳐 조하대 13개 지점을 조사하였다(표 1-2-3, 그림 1-2-2). 조간대 부착동물에 대한 조사는 구산리, 직산리, 후포리 3곳에서 수행되었다.

표 1-2-3. 울진 바다목장에서 조하대 암반부착동물 조사정점의 좌표

Table 1-2-3. Sampling locations for macrobenthos on subtidal hard-bottom in the Uljin marine ranching area

Station	Locality			
St. 1	N	36° 46'	154"	E 129° 28' 854"
St. 2	N	36° 45'	894"	E 129° 28' 103"
St. 3	E	36° 43'	598"	N 129° 28' 836"
St. 4	E	36° 43'	827"	N 129° 28' 903"
St. 5	E	36° 43'	438"	N 129° 28' 893"
St. 6	E	36° 43'	299"	N 129° 29' 208"
St. 7	E	36° 43'	180"	N 129° 28' 543"
St. 8	E	36° 42'	500"	N 129° 28' 787"
St. 9	E	36° 42'	283"	N 129° 28' 710"
St. 10	E	36° 41'	713"	N 129° 28' 818"
St. 11	E	36° 41'	497"	N 129° 28' 415"
St. 12	E	36° 40'	895"	N 129° 28' 298"
St. 13	E	36° 40'	637"	N 129° 28' 138"

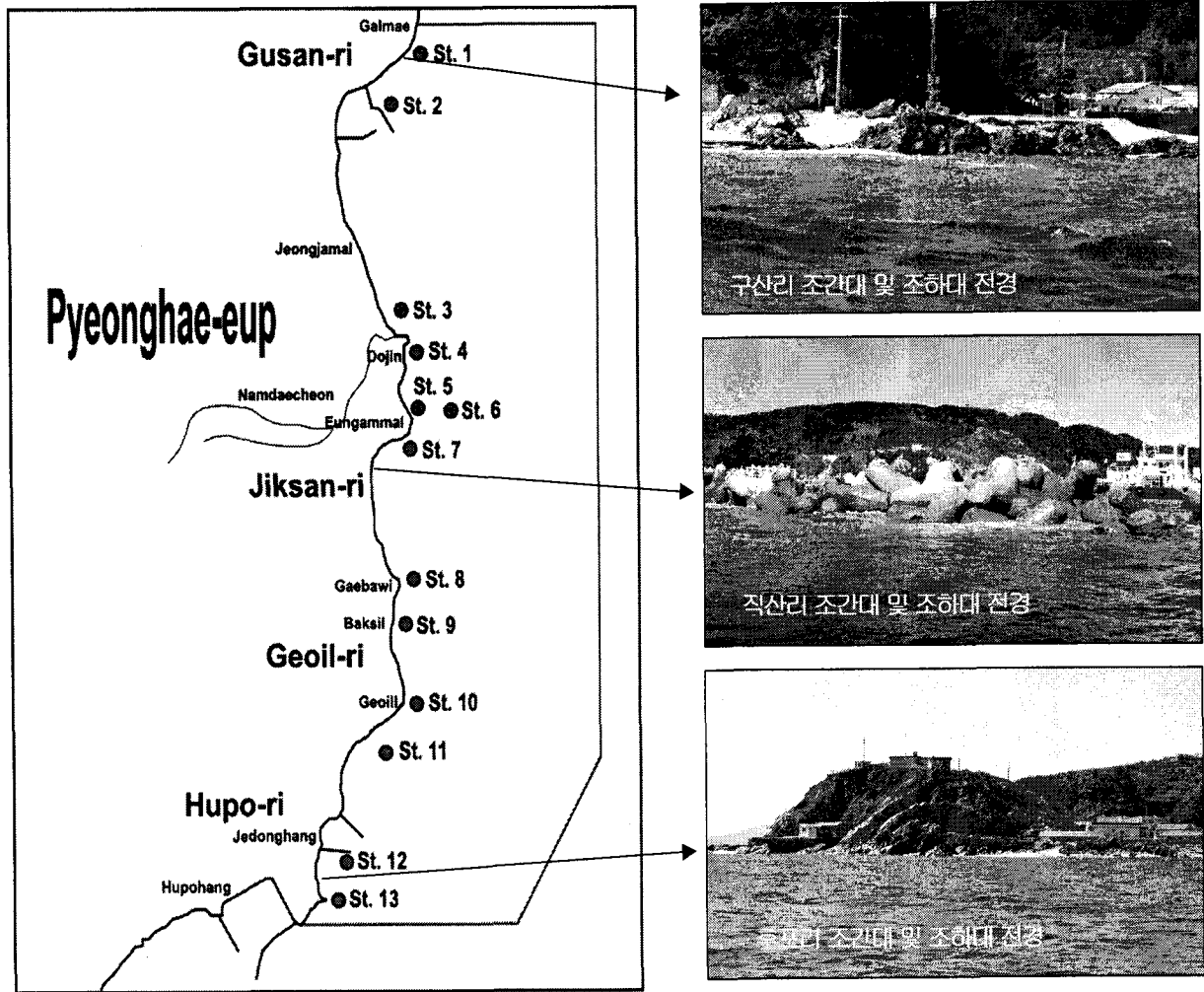


그림 1-2-2. 울진바다목장 해역 암반부착저서동물 채집 정점.

Fig. 1-2-2. Map showing the sampling station for macrobenthos in the subtidal hard bottoms in the Uljin marine ranching area.

조하대 암반 부착저서동물에 대한 조사를 위해서는 수심 10m 내외 지역을 대상으로 어탐를 이용하여 수중여를 탐색하여 선정하였다. 정점 6의 경우 해안선에 인접한 지역의 대조구로서 수심이 14-22m 정도인 수중여를 대상으로 조사가 실시되었으며, 정점 12와 13의 경우 자연적인 암반이 존재하지 않아 인공 구조물을 대상으로 조사를 실시하였다.

(2) 저서동물의 채집 및 자료 분석

조간대 부착저서동물상 및 분포상에 대한 조사는 남동쪽을 향한 높이 약 1.5m, 경사도가 약 30°인 구산리(St. I)암반, 정동쪽의 높이 3m, 경사도가 약 60°인 후포리(St. III) 암반과 직산리 방파제(St. II)의 테트라포드에서 이루어졌다. 부착저서동물에 대한 조사를 위해 대조시 저조선에서부터 상부로 방형구(50x50cm)를 3회 설치하여 조사하였으며, 이 방

형구는 다시 가로·세로 각각 10cm 간격으로 나누고 소방형구별로 계수하였다. 또한 담치류나 해면류등의 부착으로 인해 형성되는 공간에 서식하는 저서동물에 대한 채집을 위해서는 이들 종의 피도를 기록한 후 끝이나 핀셋을 이용하여 완전히 제거하였다. 조사 정점의 종단면도는 수평자와 추를 이용하여 작성하였으며(平野, 1980), 조위의 측정은 10월의 최대조시 저조선(ELWS)을 기준으로 작성한 다음 조석표를 사용하여 보정하였다.

조하대 부착저서동물의 채집을 위해서는 각 정점 당 다른 수심대를 대상으로 3회에 걸쳐 방형구(30x30 cm)를 설치한 후 방형구내의 모든 생물을 제거하였다. 다이버에 의해 선상으로 인양된 시료는 10% 해수중성포르말린 수용액에 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실로 운반된 시료는 해부현미경하에서 분류군별로 동정·계수하였다. 종 수준까지 분류하기 어려운 종들은 상위단계 혹은 임의로 code를 부여하여 다른 종임을 표시하였다.

채집된 저서동물은 단위면적당(/m²)의 개체수로 환산하였으며, 종별 개체수 자료를 이용하여 Shannon-Weaver의 종다양도 지수(H')와 균등도 지수(J')를 구하였다 (Pielou, 1977). 군집유사도 분석(similarity analysis)을 위해서 Bray-Curtis지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 수지도(dendrogram)와 MDS plot을 도시하였다. 모든 개체수 자료는 정점간과 종간 밀도의 차이를 줄여 자료의 편중을 피하기 위하여 4th root로 변환하였다.

바. 해조류

울진바다목장 해조군집에 관한 연구는 조간대와 조하대로 구분하여 조사하였다(그림 1-2-3). 목장해역의 북쪽 해안은 해빈이 발달하여 해조류가 부착할 수 있는 암반이 거의 없었기 때문에 구산리에 위치한 1개 지점(S1)만 조사하였고, 상대적으로 암반이 보다 잘 발달된 목장해역의 중앙에 위치한 직산리로부터 가장 남측 후포리까지는 해안선을 따라 3개 지점(S5, 7, 10)을 조사하였다. 간조와 만조의 차이가 크지 않은 조사해역의 조석특성 때문에 조간대에서 해조류는 조고의 기준면으로부터 조위 60cm 사이에 분포하였다. 또한 이 조위대에서 해조류는 조위에 따른 대상분포를 뚜렷이 나타내었기 때문에, 조간대를 상부(조위 60-40cm), 중부(조위 40-20cm) 그리고 하부(조위 20cm 이하)로 나누어 조사하였다. 각 조위대에서는 3개의 방형구(50 x 50cm)를 무작위로 설치한 후, 출현하는 해조류의 피도(bottom cover)를 조사하였다. 조사된 피도는 조위대별로 평균하여 측정치로 나타내었다.

조사해역은 해안선이 단조롭고, 수면위로 들출된 암초가 거의 없다. 조하대의 해조류는 해안선을 따라 잘 발달된 사질 퇴적물 사이에 부분적으로 존재하는 수심 10m 이내의 수중여에 부착하여 살아가고 있었고, 이 수중여의 분포는 해안의 지형특성(바위 또는 모래해안)에 지배되어 해안선을 따라 균등하게 분포하고 있지 않았다. 따라서 조하대 조사 지점을 해안선을 따라 균등하게 설정할 수 없었고, 수심 10m 이내에 존재하는 수중여(S4 제외, 수심 15-17m)의 분포에 맞추어 총 10개의 조사지점(S1-10)을 선정하였다. 각 조사지

점에 존재하는 수중여의 깊이는 장소마다 많은 차이를 보여 조하대 해조류 조사에서 일반적으로 적용되는 수심별 조사가 어려웠다. 따라서 각 조사지점에서는 3개의 방형구(50 x 50cm)를 무작위로 설치하고, 출현하는 해조류와 해초류(Seagrass)의 피도를 측정하였고, 전량 채집하여 실험실에서 무절석회조류(crustose coralline algae)를 제외한 모든 종을 대상으로 종별 습중량을 측정하였다. 조사된 피도와 습중량은 방형구간 평균하여 측정치로 나타내었다.

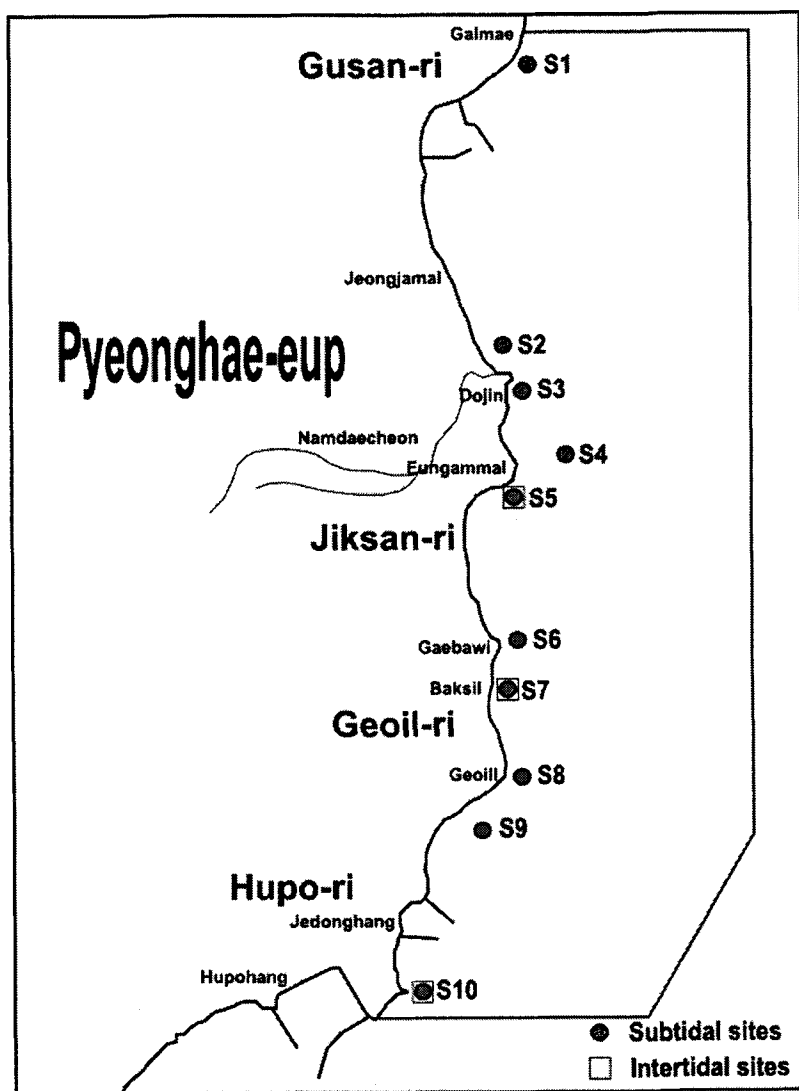


그림 1-2-3. 울진바다목장 해역 해조류 조사정점.

Fig. 1-2-3. Map showing the position of the 4 intertidal and 10 subtidal sites for the investigation of the seaweed community in the Uljin marine ranching area.

표 1-2-4. 울진 바다목장에서 조하대 해조류 조사정점의 좌표 및 수심

Table 1-2-4. Position and depth for sampling locations of macroalgae on subtidal site in the marine ranching area of Uljin

Site	N	E	Depth (m)
1	36° 46 ' 154 "	129° 28 ' 854 "	8
2	36° 43 ' 598 "	129° 28 ' 836 "	5
3	36° 43 ' 827 "	129° 28 ' 903 "	8
4	36° 43 ' 299 "	129° 29 ' 208 "	18
5	36° 43 ' 180 "	129° 28 ' 543 "	4
6	36° 42 ' 500 "	129° 28 ' 787 "	4
7	36° 42 ' 283 "	129° 28 ' 710 "	5
8	36° 41 ' 713 "	129° 28 ' 818 "	5
9	36° 41 ' 497 "	129° 28 ' 415 "	3
10	36° 40 ' 637 "	129° 28 ' 138 "	8

사. 난치자어 및 성어

어란과 자치어 조사는 울진 바다목장해역과 주변해역에서 실시되었다(Fig. 2-1-1). 시료는 자치어네트(망구직경 150 cm, 망목 417 μ m)를 이용하여 2004년 9월에 12개 정점(정점 1-12), 11월에는 15개 정점(정점 1-15)에서 경사채집 하였다. 네트의 예망시간은 약 7분, 예망속도는 약 1 m/sec를 유지시켰다. 네트를 통과한 유량은 입구에 부착된 유량계로 측정하였다. 채집된 시료를 해수중성 포르말린(최종농도 7%)으로 고정하였고, 고정된 시료를 해부현미경하에서 어란과 자치어를 골라낸 후 정(1977), 이 등(1981), 김 등(1986), Okiyama(1988) 등을 참고하여 동정하였다.

성어는 바다목장 및 주변해역에 설치된 정치망 및 자망을 이용하여 채집하였다. 채집된 표본은 정(1977), 윤(2002), 김 등(2001) 등을 참고하여 분류한 후 종목록을 작성하였다.

3. 결과 및 토의

가. 미생물

(1) 해양세균의 총 균수

2004년 9월과 11월에 울진 바다목장 해역 15개 정점의 표층수와 저층수에서 분리한 해양세균의 총 균수는 그림 1-2-4에 나타내었다. 9월에 조사된 총 균수는 표층수에서 평균 $1.6 \times 10^6 (1.0 \times 10^6 - 2.1 \times 10^6)$ cells/ml, 저층수에서는 평균 $1.7 \times 10^6 (9.7 \times 10^5 - 2.5 \times 10^6)$ cells/ml로 나타났다. 2004년 11월에 조사한 총균수는 표층수에서 평균 $7.8 \times 10^5 (5.0 \times 10^5 - 9.8 \times 10^5)$ cells/ml, 저층수에서는 평균 $7.9 \times 10^5 (6.0 \times 10^5 - 1.1 \times 10^6)$ cells/ml로 나타났다. 9월과 11월의 정점별 총 균수를 살펴보면 대부분의 정점에서 큰 차이가 없었으며 저층수의 총 균수가 표층수의 총 균수보다 높게 나타나기는 하였으나 큰 차이는 보이지 않았다. 또한 9월과

11월의 총 균수를 비교해 보면 9월의 총 균수가 11월의 총 균수보다 다소 높게 나타났다.

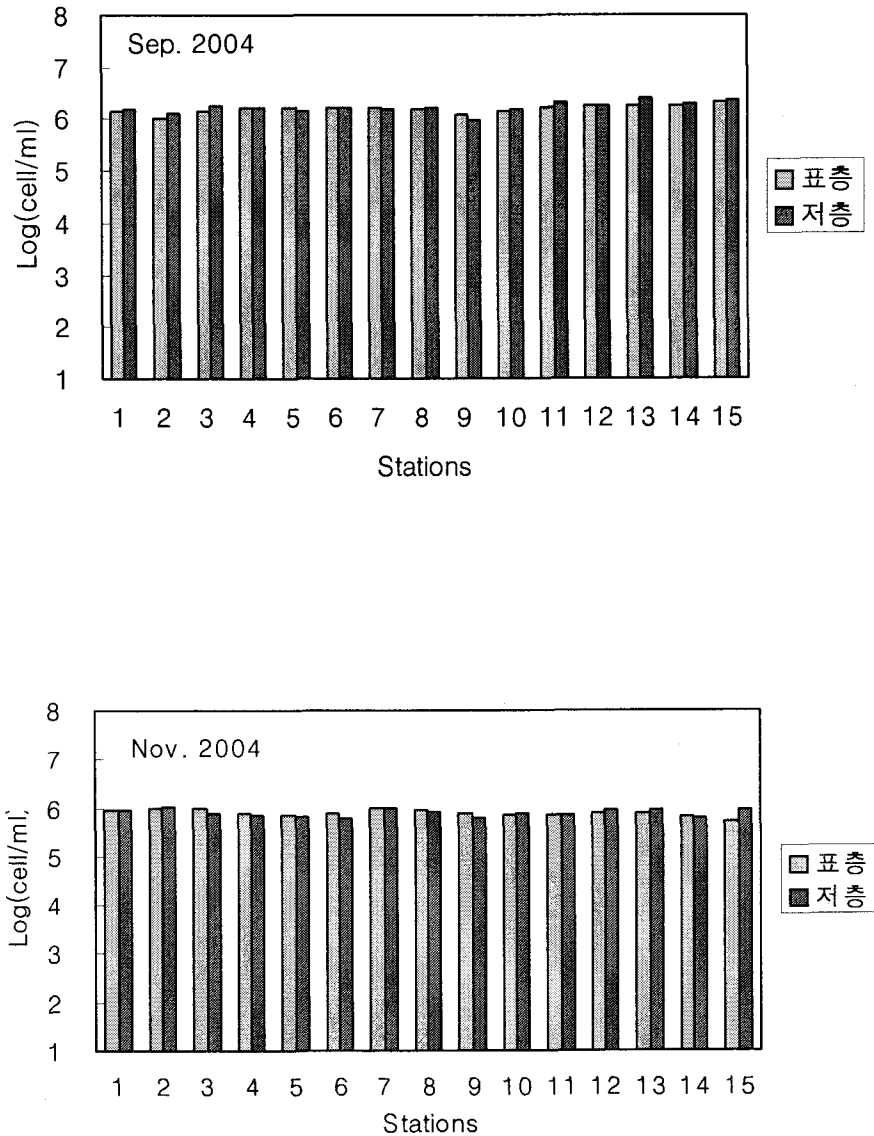


그림 1-2-4. 2004년 하계(9월)와 추계(11월) 울진 바다목장 해역의 총균수.

Fig. 1-2-4. Total cell number of bacteria isolated from the Uljin marine ranching area in September and November 2004.

(2) 해양세균의 생균수

2004년 9월과 11월에 울진 바다목장 해역 15개 정점의 표층수와 저층수에서 분리한 해양세균의 생균수를 그림 1-2-5에 나타내었다. 9월에 조사된 생균수는 표층수에서 평균 6.4×10^3 ($5.5 \times 10^2 - 3.0 \times 10^4$) cfu/ml, 저층수에서는 평균 4.4×10^3 ($5.3 \times 10^2 - 2.0 \times 10^4$) cfu/ml로 나

타났다. 2004년 11월에 조사한 생균수는 표층수에서 평균 5.4×10^3 (1.8×10^2 - 3.0×10^4) cfu/ml, 저층수에서는 평균 1.2×10^4 (2.0×10^2 - 8.5×10^4) cfu/ml로 나타났다. 이는 동해안 연안에서 계절에 따른 종속영양세균의 개체수를 측정 보고한 이 등(1999)의 결과와 상이한 경향을 보였다.

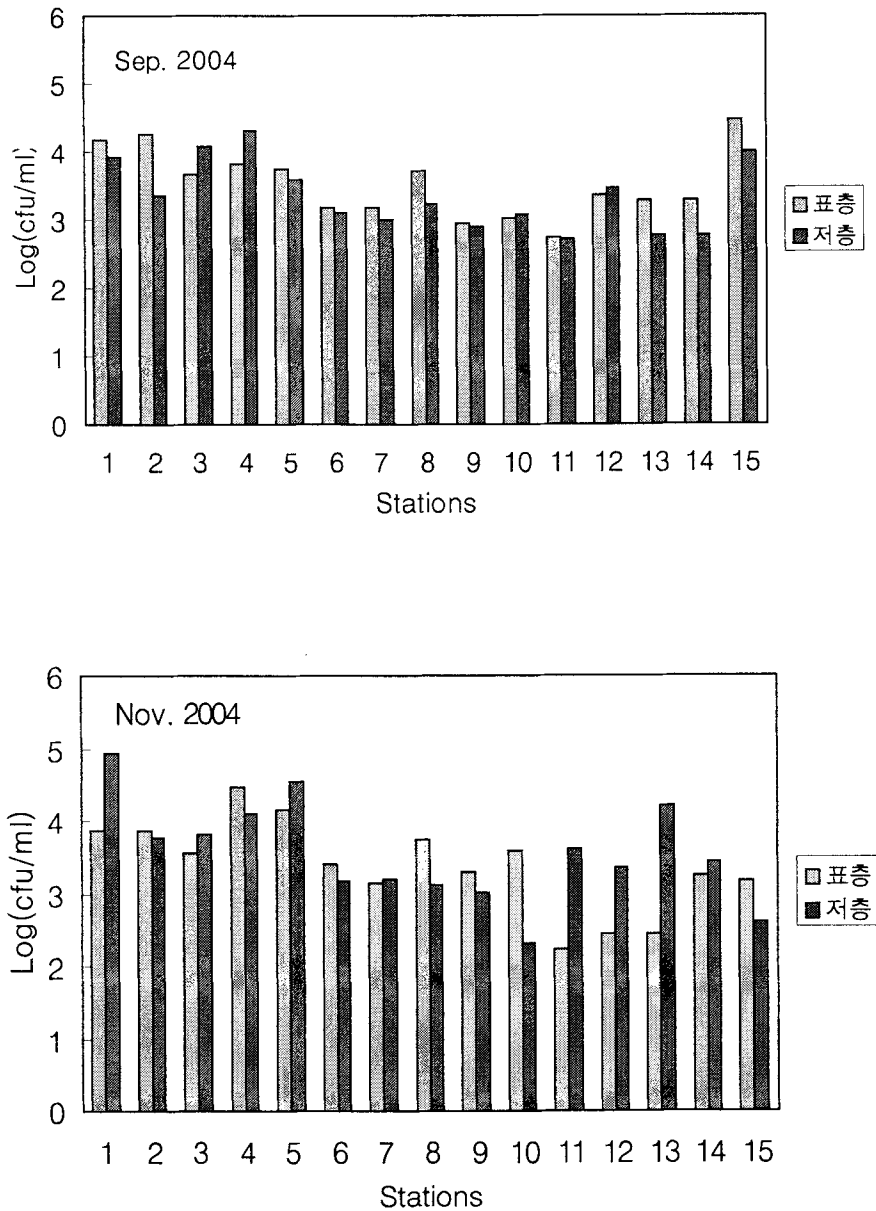


그림 1-2-5. 2004년 하계(9월)와 추계(11월) 울진 바다목장 해역의 생균수.

Fig. 1-2-5. Viable cell number of bacteria isolated from the Uljin marine ranching area in September and November 2004.

(3) 해양세균의 동정 및 종조성 조사

2004년 9월과 11월에 울진 바다목장 해역 15개 정점의 표층수와 저층수에서 분리한 해양세균을 16S rRNA gene sequencing을 이용하여 동정한 결과는 그림 1-2-6~8과 같다. 2004년 9월에는 *Pseudoalteromonas* sp.(21.9%), *Vibrio* sp.(20.0%), *Acinetobacter* sp.(20.0%), *Psychrobacter* sp.(10.0%)순으로 우점종이 나타났으며 11월에는 *Mesorhizobium* sp.(26.4%), *Cytophaga* sp.(18.6%), *Flavobacterium* sp. (11.6%), *Sulfitobacter* sp.(8.0%), *Chromohalobacter* sp.(6.1%)순으로 우점종이 나타났다. 9월과 11월에 우점종 및 종속영양세균의 종조성이 변화된 것으로 나타났다. 9월에는 *Vibrio* sp. 가 20.0%로 우점종이었던데 비하여 11월에는 0.7%에 불과했다. 이는 우리나라 연안 해수에서 병원성 *Vibrio*는 9월에 검출율이 높고 10월부터 감소한다는 최와 정(2001)의 연구 결과와 일치한다. 종조성 조사결과 9월에는 *Escherichia* sp.가 검출되지 않았으나 11월에는 *Escherichia* sp.가 0.5% 검출되었으며 외양에서는 나타나지 않았고 연안에서 검출되었다. 이는 11월에 육상으로부터 분변오염이 있었을 가능성을 나타낸다.

나. 식물플랑크톤 및 일차생산

2004년 9월 조사에 조사된 식물플랑크톤의 현존량은 표 1-2-5와 같다. 총 25속 84종의 식물플랑크톤이 동정되었으며, 이 중 규조류는 20속 66종이, 와편모조류는 4속 16종이, Crysophytes는 1속 2종이 동정되었으며, 규조류가 52.1%, 와편모조류가 44.9%, Crysophytes가 3%를 차지하였다. 규조류와 와편모조류가 비교적 골고루 분포하고 있는 특성을 가지고 있었으며, 주요 우점종은 와편모조류인 *Gonyaulax polygramma* (12.0%)와 *Protoperidinium brochii* (8.3%), 규조류인 *Coscinodiscus subconcauus* (6.3%)와 *Hemiaulus membranaceus* (3.3%), *Bacteriastrum hyalinum* (3.1%)이었다. 이는 2004년 한국의 연안에서 *G. polygramma*가 적조를 일으켰다는 보고와도 상통한다고 할 수 있다.

각 층별 식물플랑크톤 밀도는 표층과 중층이 각각 7,795 cells/l (137-2,658 cells/l), 4,514 cells/l (88-574 cells/l)로 나타났으며, 저층이 11,909.5 cells/l (235-2,628 cells/l)로 가장 높았다(그림 1-2-9). 밀도가 가장 높았던 곳은 정점 3의 표층으로 총 2,658 cells/l로 조사되었으며, 가장 낮은 식물플랑크톤 밀도는 정점 7 중층으로 88 cells/l로 조사되었다. 또한 15개 정점 중, 표층과 중층, 저층의 식물플랑크톤의 밀도를 합산한 결과 가장 높은 식물플랑크톤 밀도를 나타낸 정점은 정점 3으로 3,538 cells/l(표층 2,658 cells/l, 중층 557 cells/l, 저층 322.5 cells/l)로 조사되었다. 정점 3, 7, 14에서는 표층의 식물플랑크톤 밀도가 다른 수층에 비해 높았으며, 정점 1, 10에서는 중층이, 나머지 정점 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15에서는 저층에서 높았다.

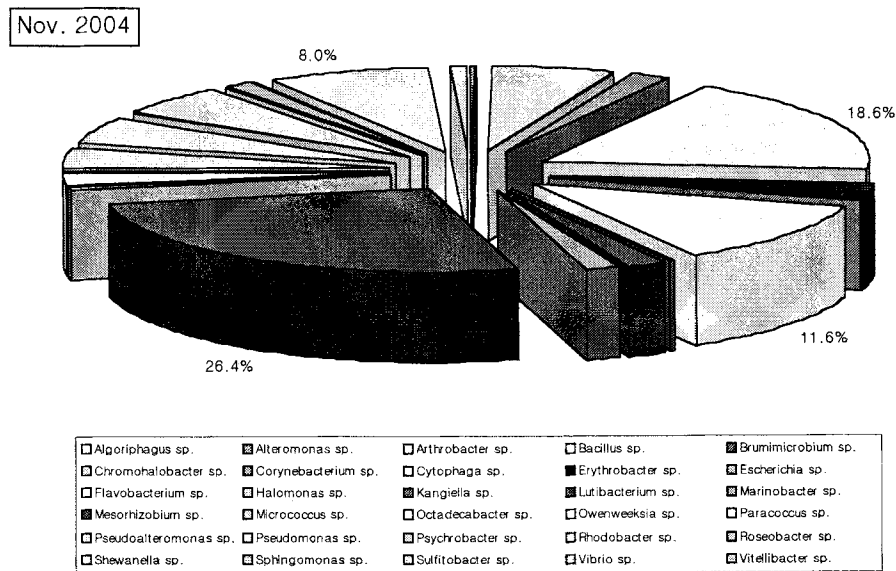
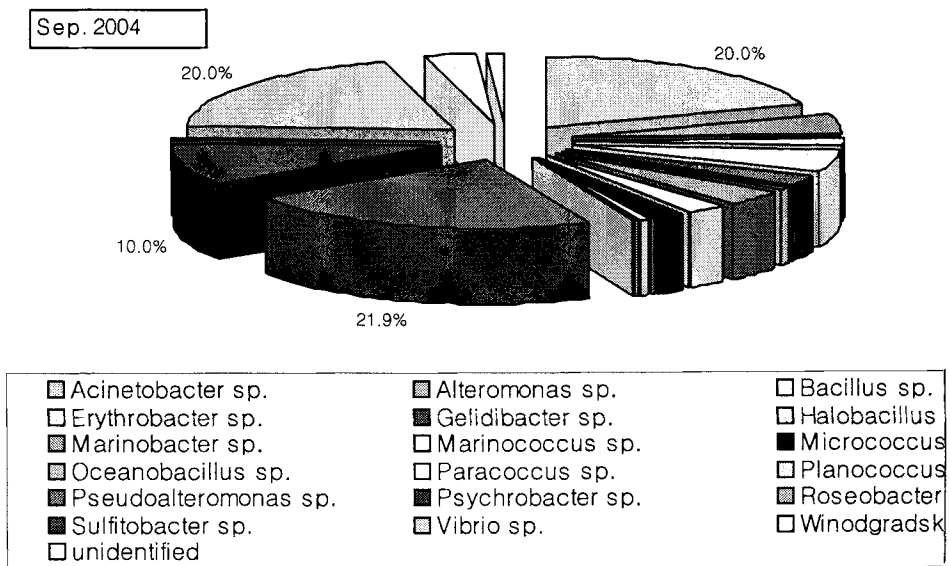


그림 1-2-6. 2004년 하계(9월)와 추계(11월) 울진 바다목장 해역의 해양세균의 종조성
 Fig. 1-2-6. Composition of bacterial flora isolated from the Uljin marine ranching area in September and November 2004.

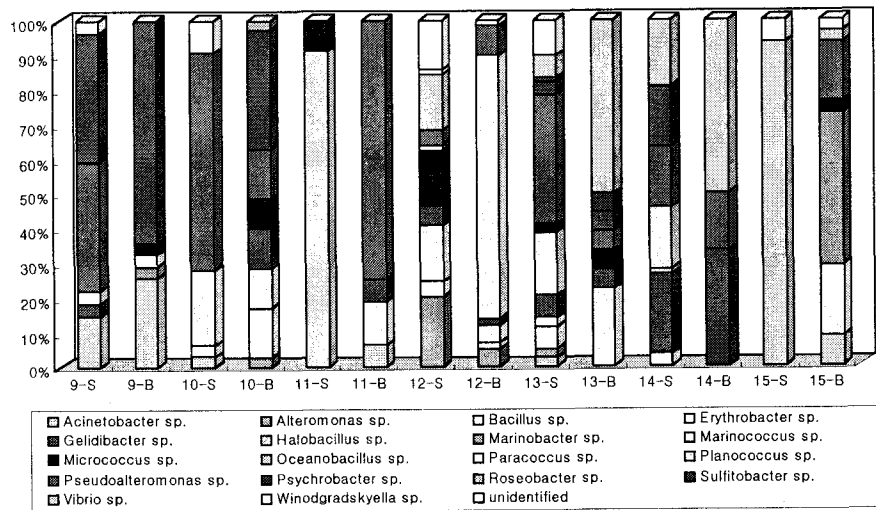
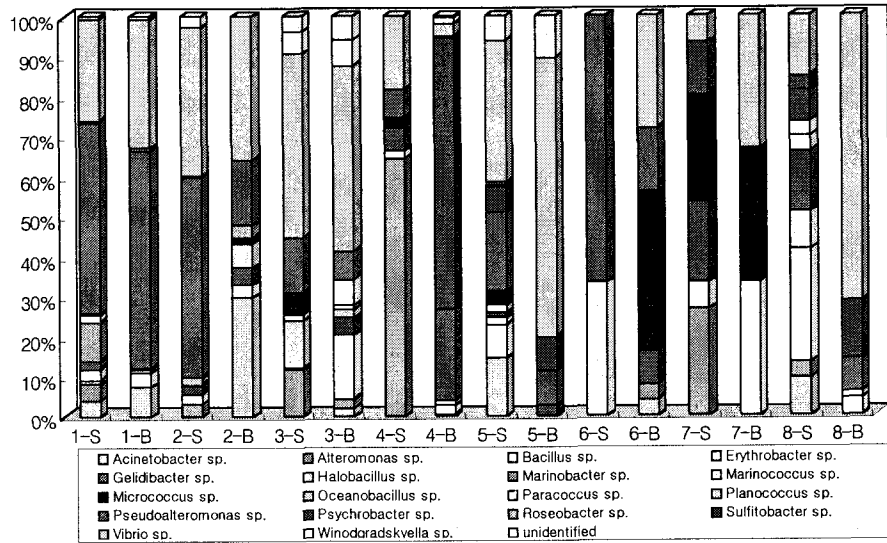


그림 1-2-7. 2004년 하계(9월) 울진 바다목장 해역의 해양세균 종조성.

Fig. 1-2-7. Composition of bacterial flora isolated from the Uljin marine ranching area in September 2004 (S:Surface, B:Bottom).

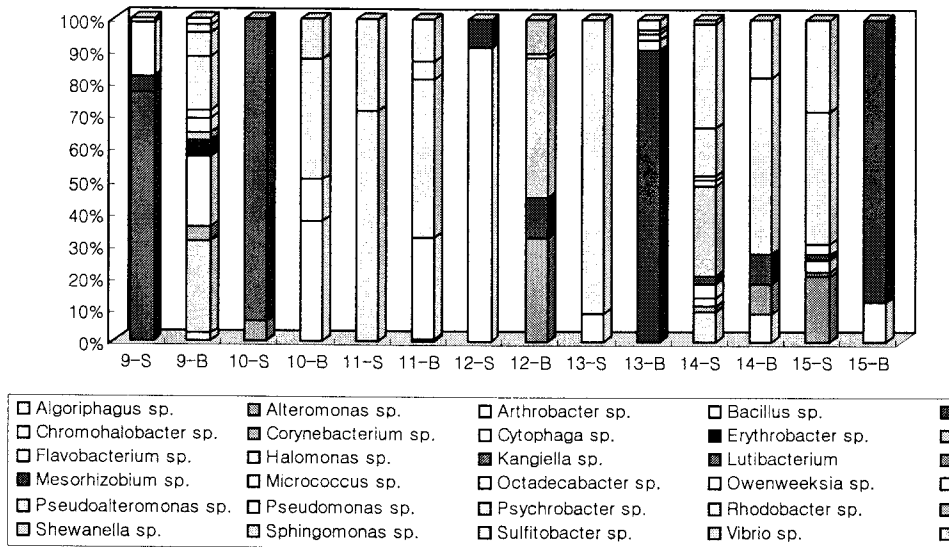
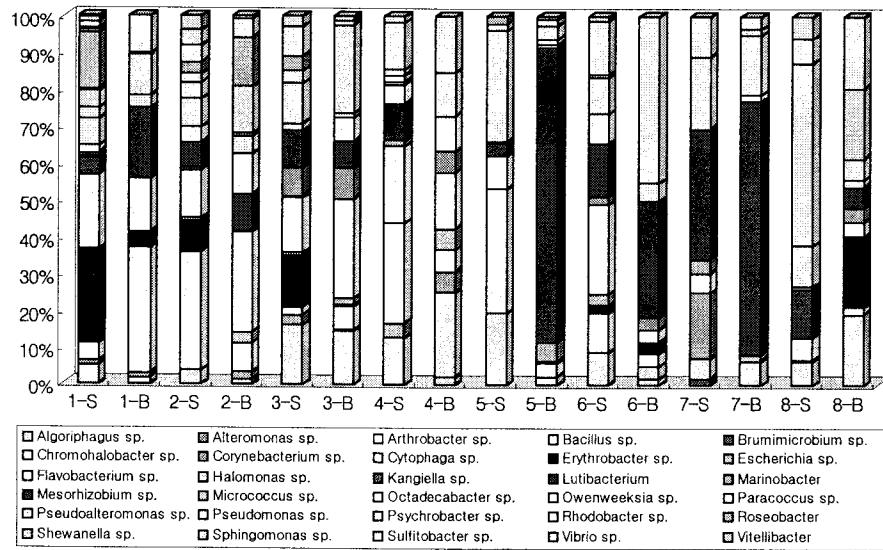


그림 1-2-8. 2004년 추계(11월) 울진 바다목장 해역의 해양세균 종조성.

Fig. 1-2-8. Composition of bacterial flora isolated from the Uljin marine ranching area in November 2004 (S: Surface, B: Bottom).

표 1-2-5. 2004년 하계(9월) 울진바다목장 식물플랑크톤 동정표 (cells/l)

Table 1-2-5. Abundance of phytoplankton identified at the Uljin marine ranching area (Sep. 2004, cells/l)

출현종/정점	1			2			3			4			5		
	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저
Chrysophyceae															
<i>Dictyocha fibula</i>	21	14	9	16	5	20	79	-	-	5	15	44	17	-	36
<i>Dictyocha speculum</i>	4	2	9	2	4	2	-	-	-	1	8	25	1	-	7
Bacillariophyceae															
<i>Asteromphalus heptactis</i>	2	3	6	-	-	-	-	-	-	-	4	2	1	-	1
<i>Bacteriastrium comosum</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	13	16	3	-	-
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	9	10	-	12	5	-	275	526	-	-	7	12	-	-	-
<i>Bacteriastrium minus</i>	-	-	-	16	9	-	155	-	184	-	22	-	-	-	-
<i>Ceratulina pelagica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	3
<i>Chaetoceros affinis</i>	-	-	7	7	-	-	-	-	-	4	-	5	-	-	15
<i>Chaetoceros brevis</i>	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-
<i>Chaetoceros costatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
<i>Chaetoceros danicus</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	-	-	33	4	10	-	-	-	-	-	12	2	-	25
<i>Chaetoceros didymus</i>	-	-	3	8	-	-	-	-	-	6	-	-	11	-	9
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	-	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-	-	13	9	7	-	-	-	-	7	-	6	-	-	-
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros spp.</i>	-	11	-	19	3	-	-	-	-	15	-	19	-	-	-
<i>Cocconeis pellucida</i>	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus gigas</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	9	7	-	12	33	127	-	28	-	6	3	4	-	1
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	7	5	1	-	-	-	-	-	-	-	1	4	10	-	7
<i>Coscinodiscus subconcaucus</i>	11	8	7	191	160	207	161	28	29	4	7	-	2	-	1
<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
<i>Eucampia spp.</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	7	-	-
<i>Guinardia flaccida</i>	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	90	95	17	54	34	38	26	3	8	54	34	38	80	-	27
<i>Nitzschia spp.</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontella sinensis</i>	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma normanii</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Pleurosigma longum</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	-	-	-	18	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia delicatulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>	2	6	-	-	8	13	-	-	-	2	9	12	-	-	7
<i>Rhizosolenia sp.</i>	-	-	-	-	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Skeletonema costatum</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira rotula</i>	45	56	-	-	26	20	-	-	-	3	24	54	27	-	27
<i>Thalassiosira spp.</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
Dinophyceae															
<i>Ceratium breve</i>	-	-	1	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium macroceros</i>	6	-	3	-	-	-	-	-	-	-	5	5	2	-	5
<i>Ceratium furca</i>	2	5	2	10	2	-	-	-	-	1	3	3	1	-	4
<i>Ceratium fusus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	3
<i>Dinophysis acuminata</i>	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis spp.</i>	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonyaulax polygramma</i>	-	-	-	236	123	440	126	-	67	-	-	-	-	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium breve</i>	-	-	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium brochii</i>	2	1	3	1	-	-	1,625	-	-	27	11	11	3	-	13
<i>Protoperidinium pacificum</i>	14	6	13	12	4	-	-	-	-	3	7	46	16	-	23
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	2	1	14	51	21	90	79	-	-	4	5	9	3	-	18
<i>Protoperidinium spp.</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Unidentified															
총 합	225	250	129	784	476	896	2,658	557	323	140	202	368	199	-	235

표 1-2-5. 계속

Table 1-2-5. Continued

출현종/정점	6			7			8			9			10		
	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저
Chrysophyceae															
<i>Dictyocha fibula</i>	8	3	2	28	10	16	3	2	8	25	-	18	6	3	4
<i>Dictyocha speculum</i>	2	5	-	2	5	5	2	-	6	8	-	-	-	-	6
Bacillariophyceae															
<i>Asteromphalus heptactis</i>	2	5	3	1	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum comosum</i>	36	6	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	-	-	35	-	-	-	-	-	72	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	26	9	6	13	-	-	38	15	-	30	-	49	-	10	-
<i>Bacteriastrum minus</i>	24	-	6	-	-	-	75	14	36	-	-	-	-	-	-
<i>Bidulphia longicrusis</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	-	-	-	14	-	1	-	15	-	14	-	-	-	8	-
<i>Chaetoceros brevis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Chaetoceros costatus</i>	-	-	6	4	-	13	-	-	8	13	-	42	-	-	-
<i>Chaetoceros danicus</i>	-	-	20	-	-	-	1	-	34	-	-	-	-	-	6
<i>Chaetoceros decipiens</i>	12	11	-	10	-	2	5	2	-	8	-	-	-	4	18
<i>Chaetoceros didymus</i>	-	-	5	-	-	5	-	4	20	9	-	17	-	-	18
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	25	-	15	-	-	2
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	-	3	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros</i> spp.	-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	34
<i>Coscinodiscus gigas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Coscinodiscus granii</i>	-	-	5	-	-	-	8	5	4	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	48	60	77	4	-	1	52	20	30	4	-	-	1	22	2
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	-	-	-	8	3	5	48	38	18	9	-	-	-	2	-
<i>Coscinodiscus subconcaucus</i>	32	30	24	6	8	3	61	18	42	6	-	-	63	252	42
<i>Detonula pumila</i>	16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ditylum brightwellii</i>	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<i>Eucampia</i> spp.	-	-	-	2	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
<i>Guinardia flaccida</i>	-	2	36	-	-	-	8	1	38	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	74	18	45	74	18	45	-	6	-	88	-	36	17	42	27
<i>Melosira juergensii</i>	-	150	2	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia longissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> spp.	-	2	2	-	-	-	1	-	4	-	-	-	4	6	2
<i>Odontella sinensis</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma normanii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia alata</i>	-	-	-	8	-	-	-	-	6	9	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	2	3	11	-	-	-	1	2	10	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia delicatulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>	-	-	-	2	2	12	1	-	-	22	-	14	-	4	-
<i>Rhizosolenia</i> sp.	2	2	-	-	-	-	4	1	10	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira rotula</i>	8	5	5	47	26	26	15	2	6	42	-	5	10	30	4
<i>Thalassiosira</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	-	6	6	-	-	8	-	-	22	6	-	-	-	-	-
Dinophyceae															
<i>Ceratium breve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium macroceros</i>	4	2	-	1	-	4	-	-	2	2	-	-	-	1	1
<i>Ceratium furca</i>	-	-	5	-	-	1	-	-	-	1	-	3	-	-	3
<i>Ceratium fusus</i>	2	-	2	-	-	2	-	-	12	-	-	3	-	2	2
<i>Ceratium lineatum</i>	10	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis acuminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dinophysis roundata</i>	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Gonyaulax polygramma</i>	126	5	546	-	-	-	-	2	268	-	-	-	16	8	94
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	1
<i>Protoperidinium brochii</i>	6	3	6	3	1	21	1	1	6	22	-	563	1	1	16
<i>Protoperidinium depressum</i>	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium pacificum</i>	2	2	3	36	11	22	-	-	12	44	-	299	1	2	14
<i>Protoperidinium peritagonum</i>	-	-	11	-	-	6	-	-	22	12	-	-	2	8	18
<i>Protoperidinium</i> spp.	2	-	2	-	-	-	-	1	4	-	-	-	2	-	9
총 합	448	330	869	264	84	199	345	184	748	399	-	1,061	137	439	329

표 1-2-5. 계속

Table 1-2-5.. Continued

출현종/정점	11			12			13			14			15		
	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저
Chrysophyceae															
<i>Dictyocha fibula</i>	16	13	42	3	7	19	4	-	-	3	3	5	18	28	12
<i>Dictyocha speculum</i>	2	2	14	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	4	5
Bacillariophyceae															
<i>Bacteriastrum comosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	56
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	30	19	19	49	63	50	43	98	-	6	-	-	22	-	38
<i>Bacteriastrum minus</i>	-	-	-	56	-	65	-	-	76	-	-	-	-	10	36
<i>Bidulphia longicuris</i>	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	-	-	-	16	11	2	-	49	-	-	-	-	-	30	14
<i>Chaetoceros brevis</i>	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros costatus</i>	-	-	-	7	7	29	-	-	65	-	-	-	-	8	14
<i>Chaetoceros danicus</i>	1	1	6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	5	-	6	31	3	53	-	-	137	-	-	-	-	24	63
<i>Chaetoceros didymus</i>	4	-	55	14	7	19	-	-	-	12	16	36	30	40	54
<i>Chaetoceros iacinosus</i>	12	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	2	18	-	-	8	-	13	50	-	4	-	-	-	8
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	40	5
<i>Chaetoceros</i> spp.	16	14	88	-	-	1	-	-	75	16	4	11	40	-	-
<i>Coscinodiscus granii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	4	19	8	-	20	2	-	-	25	12	4	4	48	30	48
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	-	12	3	-	71	1	26	25	-	1	-	3	4	118	5
<i>Coscinodiscus subconcaucus</i>	137	203	18	21	123	16	166	334	26	107	72	48	300	42	17
<i>Detonula pumila</i>	-	-	-	5	-	12	-	-	8	-	-	-	-	6	3
<i>Ditylum brightwellii</i>	-	-	-	2	-	-	24	-	-	-	1	-	-	-	5
<i>Guinardia flaccida</i>	-	-	-	6	4	34	-	-	49	-	-	-	2	6	11
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	53	51	55	15	21	41	8	7	40	28	20	19	92	16	62
<i>Melosira juergensii</i>	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Nitzschia longissima</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Nitzschia</i> spp.	30	-	5	-	1	10	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Odontella sinensis</i>	3	-	7	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pleurosigma normanii</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	-	-	-	11	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	-	-	-	11	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Rhizosolenia alata</i>	-	1	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	-	-	-	16	2	31	-	-	25	-	-	-	-	2	24
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>	5	4	5	-	-	-	-	-	26	4	-	2	8	-	18
<i>Rhizosolenia</i> sp.	3	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Skeletonema costatum</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira rotula</i>	11	15	11	-	10	2	24	-	-	8	5	9	8	12	18
<i>Thalassiosira</i> spp.	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	6	9
Dinophyceae															
<i>Ceratium breve</i>	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium macroceros</i>	4	2	10	-	1	3	-	-	-	4	-	1	4	-	5
<i>Ceratium furca</i>	2	1	7	1	1	3	-	-	9	-	-	2	-	-	3
<i>Ceratium fusus</i>	24	1	15	1	-	9	-	-	7	-	-	-	-	-	3
<i>Ceratium lineatum</i>	-	-	-	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis acuminata</i>	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dinophysis caudata</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis roundata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	2	2
<i>Dinophysis</i> spp.	1	-	6	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Gonyaulax polygramma</i>	15	57	1,657	182	3	1,130	-	-	272	53	11	70	80	4	204
<i>Prorocentrum micans</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	3
<i>Protoperidinium brochii</i>	5	-	469	6	8	107	-	-	26	18	1	15	30	6	35
<i>Protoperidinium depressum</i>	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	10	12
<i>Protoperidinium pacificum</i>	6	-	24	-	1	5	49	51	377	1	2	1	4	-	14
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	5	11	13	-	-	-	-	-	-	3	1	7	2	-	-
<i>Protoperidinium</i> spp.	1	-	8	-	2	7	-	-	-	1	-	9	2	-	2
Unidentified	-	2	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
총 합	398	437	2,629	473	369	1,723	343	575	1,319	280	145	244	698	472	839

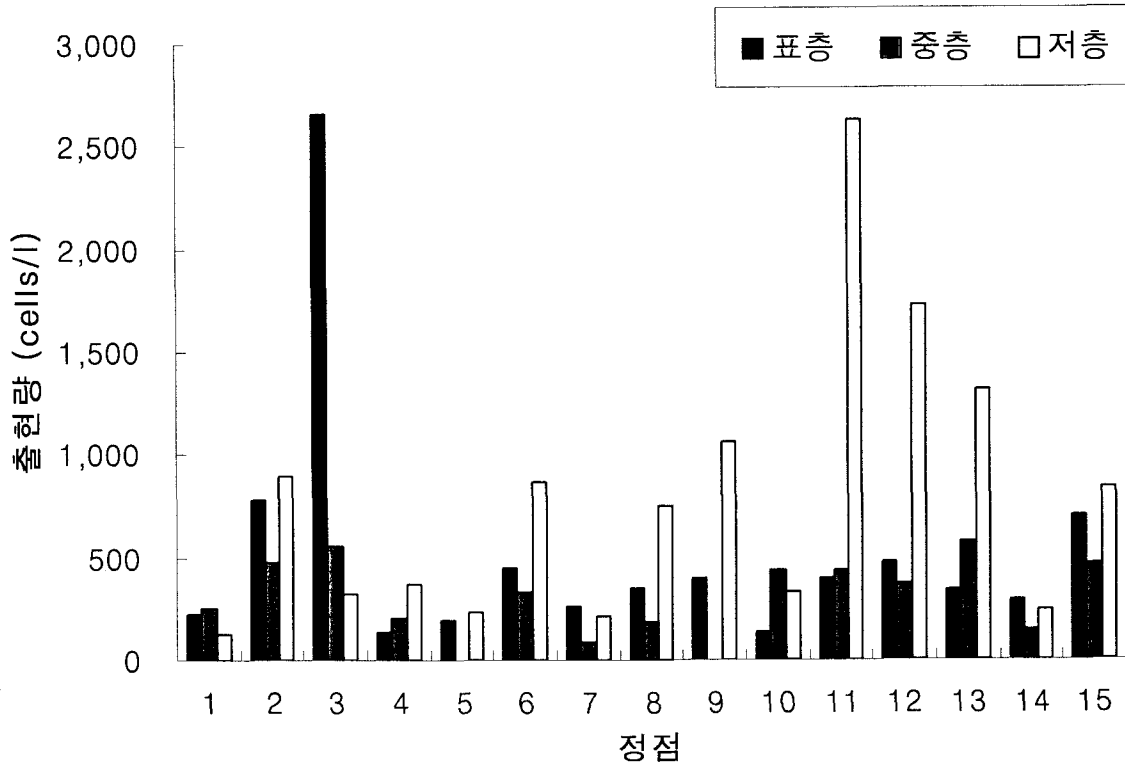


그림 1-2-9. 2004년 하계(9월)의 울진바다목장 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화.

Fig. 1-2-9. Variations of standing crops of phytoplankton communities in the Uljin marine ranching area in September 2004.

9월 조사에서의 chlorophyll *a*는 그림 1-2-10과 같다. 표층은 0.20-0.57 $\mu\text{g/l}$ (평균 0.38 $\mu\text{g/l}$), 중층은 0.20-0.55 $\mu\text{g/l}$ (평균 0.31 $\mu\text{g/l}$), 저층 0.30-1.61 $\mu\text{g/l}$ (평균 0.69 $\mu\text{g/l}$)로 조사되었다. 표층과 중층의 경우에는 전 조사 정점에서 비교적 유사한 chlorophyll *a* 값을 보였으나, 저층의 경우에는 연안에 가까운 정점들에서 높은 chlorophyll *a* 값을 보였다. 특히 저층의 높은 chlorophyll *a*의 값은 이곳의 높은 식물플랑크톤의 밀도와 일치하였다. 그러나 정점 3의 표층의 경우 식물플랑크톤 밀도가 어느 정점보다도 높았으나 chlorophyll *a*의 양은 평균값에 가까웠고, 정점 3 저층의 경우 식물플랑크톤 밀도가 비교적 낮았음에도 chlorophyll *a*의 양은 가장 높았다.

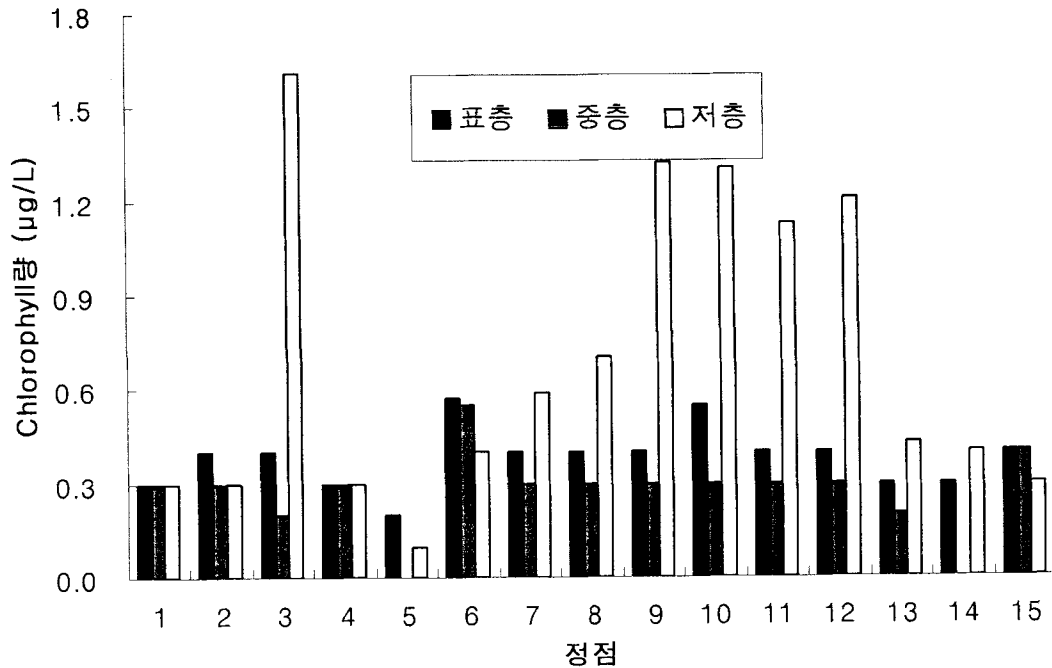


그림 1-2-10. 2004년 하계(9월)의 울진바다목장 정점별 chlorophyll a 값 변화.
 Fig. 1-2-10. Variations of chlorophyll a in the Uljin marine ranching area (September 2004).

11월 조사에서 나타난 식물플랑크톤의 목록과 풍도는 표 1-2-6과 같다. 총 35속 76종의 식물플랑크톤이 동정되었으며, 이 중 규조류가 대부분으로 29속 55종이 동정되었다. 또한 와편모조류와 Chrysophytes는 각각 5속 19종, 1속 2종이 동정되었으며, 규조류가 90.5%, Chrysophytes가 4.76%, 와편모조류가 4.75%를 차지하였다. 이는 9월에 실시한 조사에서의 규조류, 와편모조류, Chrysophytes의 비율이 각각 52.1%, 44.9%, 3%였던 것과 확연히 구분되며, Kang et al. (2003)은 이와 유사하게 통영연안에서 규조류는 거의 모든 시기에 출현하는 경향이 있었으며 편모조류는 일정 시기에 집중적으로 출현하여 조사 시기에 따른 출현율의 차이를 보고 하였다. 주요 우점종은 *Nitzschia* spp. (10.8%), *Chaetoceros didymus* (7.85%), *Chaetoceros* spp. (6.86%), *C. affinis* (5.94%)로 나타났으며 이들은 모두 규조류에 속하는 종들이었다. 그 밖에 Chrysophytes의 *Dictyocha speculum*이 4.09%로 나타났다.

표 1-2-6. 2004년 추계(11월) 울진바다목장 식물플랑크톤 동정표 (cells/l)

Table 1-2-6. Abundance of phytoplankton identified in the Uljin marine ranching area (November 2004, cells/l)

출현종/정점	1			2			3			4			5		
	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저
Chrysophyceae															
<i>Dictyocha fibula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	13	-	-	-
<i>Dictyocha speculum</i>	6	-	14	-	1	1	5	-	15	-	-	-	5	-	11
Bacillariophyceae															
<i>Actinoptychus senarius</i>	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillaria paxillifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-	2	-	2
<i>Biddulphia longicruris</i>	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros brevis</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros danicus</i>	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	-	-	-	-	-	8	-	3	-	-	-	8	-	2
<i>Chaetoceros didymus</i>	2	-	3	11	-	4	-	4	-	1	1	1	1	-	-
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros pseudocrinatus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros spp.</i>	-	-	6	-	-	6	1	-	1	1	-	1	9	-	-
<i>Coscinodiscus gigas</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	3	1	3	7	-	-	1
<i>Coscinodiscus nobilii</i>	4	-	5	2	1	7	-	-	-	1	-	2	4	-	5
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	4	-	8	2	7	16	5	-	33	13	3	24	9	-	8
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	19	-	28	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4
<i>Coscinodiscus spp.</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Detonula pumila</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Ditylum brightwellii</i>	4	-	2	-	-	1	4	-	1	-	-	-	3	-	-
<i>Eucampia zodiacus</i>	2	-	-	3	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-
<i>Guinardia flaccida</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	4	-	1
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	-	-	-
<i>Licmophora paradoxa</i>	6	-	8	-	-	-	-	-	3	2	-	2	1	-	10
<i>Melosira spp.</i>	13	-	14	10	2	11	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Nitzschia spp.</i>	1	-	1	1	-	5	3	-	-	1	-	3	72	-	155
<i>Odontella sinensis</i>	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma angulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Rhizosolenia alata</i>	55	-	135	3	-	13	1	-	-	1	1	2	-	-	-
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	-	-	-	1	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia delicatum</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia sp.</i>	3	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia stoltzerforthii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	3	-	-	-
<i>Stephanophyxis sp.</i>	-	-	11	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Stephanophyxis turris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	3	1	-	-
<i>Thalassiosira spp.</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	-	-	2	3	-	-	4	-	-	1	-	1	-	-	5
Dinophyceae															
<i>Alexandrium tamarense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Ceratium furca</i>	-	-	1	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium fusus</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium tripos</i>	-	-	-	1	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis acuminata</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	10	3	-	3	-	-	-
<i>Dinophysis caudata</i>	7	-	2	-	-	-	4	-	1	4	-	2	2	-	1
<i>Dinophysis fortii</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	-	1	-	-	-
<i>Dinophysis spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Gonyaulax polygramma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	5
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	2	-	4
<i>Protoperdinium breve</i>	1	-	3	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
<i>Protoperdinium brochii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Protoperdinium pacificum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Protoperdinium pentagonum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Protoperdinium spp.</i>	1	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1	-	-
총 합	132	-	247	38	11	69	68	-	88	43	16	80	129	-	229

표 1-2-6. 계속

Table 1-2-6. Continued

출현종/정점	6			7			8			9			10		
	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저	표	중	저
Chrysophyceae															
<i>Dictyocha fibula</i>	1	-	1	1	-	-	8	2	13	-	-	-	-	-	2
<i>Dictyocha speculum</i>	8	6	9	14	-	13	-	-	-	8	-	1	18	19	4
Bacillariophyceae															
<i>Asterionella glacialis</i>	12	-	-	-	-	-	5	-	9	-	-	-	3	11	-
<i>Bacillaria paxillifer</i>	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	-	-	-	6	-	14	-	-	-	61	-	6	39	4	70
<i>Bacteriastrum minus</i>	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	3	-	-
<i>Biddulphia longicuris</i>	-	6	9	-	-	5	7	-	3	-	-	-	-	4	9
<i>Caloneis crassa</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	-	-	-	12	-	8	6	-	19	57	-	5	35	108	64
<i>Chaetoceros brevis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros convolutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
<i>Chaetoceros danicus</i>	6	4	-	1	-	6	-	-	-	25	-	2	5	15	19
<i>Chaetoceros decipiens</i>	15	30	19	32	-	-	7	-	6	52	-	3	-	22	6
<i>Chaetoceros denticulatus</i>	-	-	-	-	-	-	19	-	12	-	-	-	8	18	5
<i>Chaetoceros didymus</i>	6	-	7	23	-	5	-	-	-	22	-	2	36	88	83
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-	-	-	10	-	-	-	-	7	-	-	3	-	-	-
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	39	30
<i>Chaetoceros</i> spp.	9	-	4	14	-	13	6	-	18	50	-	-	54	54	52
<i>Corethron criophilum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Coscinodiscus gigas</i>	-	-	4	8	-	-	8	-	15	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus nobilis</i>	20	24	8	13	-	-	10	-	13	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>	-	-	-	-	-	-	19	1	21	2	-	6	4	4	9
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	12	24	8	34	-	1	-	-	-	3	-	2	9	6	6
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	3	4	1	-	-	-	-	1	-	7	-	4	17	15	20
<i>Coscinodiscus</i> spp.	4	-	-	-	-	10	-	8	-	5	-	6	18	20	15
<i>Coscinodiscus subconvexus</i>	-	-	-	14	-	-	15	-	14	-	-	-	-	-	-
<i>Ditylum brightwellii</i>	-	2	3	1	-	2	1	-	3	2	-	1	9	4	3
<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	7	1	-	0	17	-	-	-	-	-
<i>Guinardia flaccida</i>	3	15	10	2	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	-	-	3	3	-	-	15	-	9	-	-	-	31	-	6
<i>Licmophora paradoxa</i>	5	2	-	6	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i> spp.	-	-	2	-	-	24	2	-	21	12	-	-	-	4	13
<i>Nitzschia</i> spp.	463	-	44	3	-	-	1	-	4	-	-	-	1	-	-
<i>Paralia sulcata</i>	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontella sinensis</i>	4	-	-	3	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1
<i>Pleurosigma angulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-
<i>Rhizosolenia alata</i>	8	2	-	4	-	3	4	-	8	2	-	-	1	6	-
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	-	-	8	-	4	1	-	1	1	-	-	1	-	1
<i>Rhizosolenia stollerforthii</i>	4	2	26	-	-	2	-	-	4	-	-	1	3	8	-
<i>Skeletonema costatum</i>	-	-	-	22	-	-	8	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanophyxis</i> sp.	-	-	2	3	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanophyxis turris</i>	-	-	-	-	-	-	12	-	6	7	-	2	-	4	-
<i>Thalassionema mitschoides</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira baltica</i>	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira rotula</i>	2	2	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira</i> spp.	3	-	-	2	-	1	16	-	8	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	6	6	-	5	-	2	7	-	5	21	-	10	23	33	16
<i>Triceratium thiebautii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	338
Dinophyceae															
<i>Ceratium breve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1
<i>Ceratium macroceros</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	2	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium fusus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium tripos</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis caudata</i>	2	-	2	4	-	2	5	-	7	-	-	-	-	-	1
<i>Dinophysis fortii</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis</i> spp.	3	2	1	-	-	-	3	-	2	-	-	-	5	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium breve</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium brocii</i>	-	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-	2	3	-	3
<i>Protoperidinium pacificum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium</i> spp.	-	-	-	1	-	-	1	-	2	-	-	1	-	1	-
총 합	615	138	174	252	-	126	205	12	239	360	-	127	355	489	775

각 층별 식물플랑크톤 밀도는 표층이 3,072 cells/l (7-615 cells/l)로 나타났으며, 중층과 저층이 각각 1,330 cells/l (11-489 cells/l), 2,722 cells/l (31-247 cells/l)로 나타났다(그림 1-2-11). 정점 6, 7, 9, 11, 13, 14에서는 표층의 식물플랑크톤 밀도가 다른 층에 비하여 높게 나타났으며, 정점 1-5, 8, 10, 15에서는 저층의 식물플랑크톤 밀도가 높게 관찰되었다. 밀도가 가장 높은 곳은 정점 10의 저층으로 775 cells/l로 조사되었으며, 가장 낮은 밀도는 정점 15 표층의 7 cells/l로 조사되었다. 표층과 중층, 저층의 식물플랑크톤의 밀도를 합산한 결과 가장 높은 식물플랑크톤 밀도를 나타낸 정점은 정점 10으로 총 1,619 cells/l (표층 355 cells/l, 중층 489 cells/l, 저층 775 cells/l)로 나타났다. 반면 가장 낮은 식물플랑크톤 밀도를 나타낸 정점은 정점 15에서 총 63 cells/l (표층 7 cells/l, 중층 25 cells/l, 저층 31 cells/l)이었다. 이는 하절기와 비교하였을 때 현저히 낮은 값이었다.

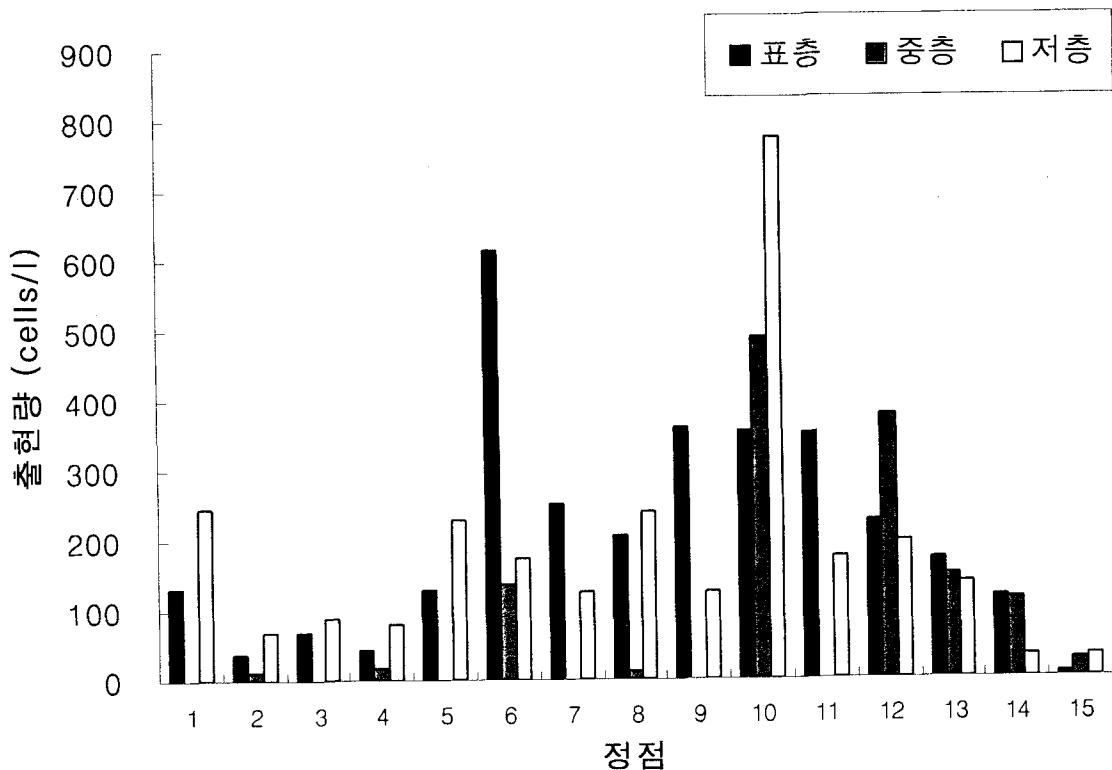


그림 1-2-11. 2004년 추계(11월)의 울진바다목장 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화.

Fig. 1-2-11. Variations of standing crops of phytoplankton communities in the Uljin marine ranching area (November 2004).

11월 조사에서의 chlorophyll *a* 값은 그림 1-2-12에 나타내었다. Chlorophyll *a*의 값이 가장 높았던 곳은 정점 15 저층으로 1.961 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 나타났으며, 가장 낮은 곳은 정점 2 저층으로 0.306 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었다. 표층과 저층은 별다른 차이가 없었으나, 저층의 경우 조사 지역의 내해와 외해 쪽으로 나갈수록 그 수치가 높아지는 것을 볼 수 있었다. Chlorophyll *a*의 값이 가장 높았던 정점 15에서 식물플랑크톤 밀도가 가장 낮았다.

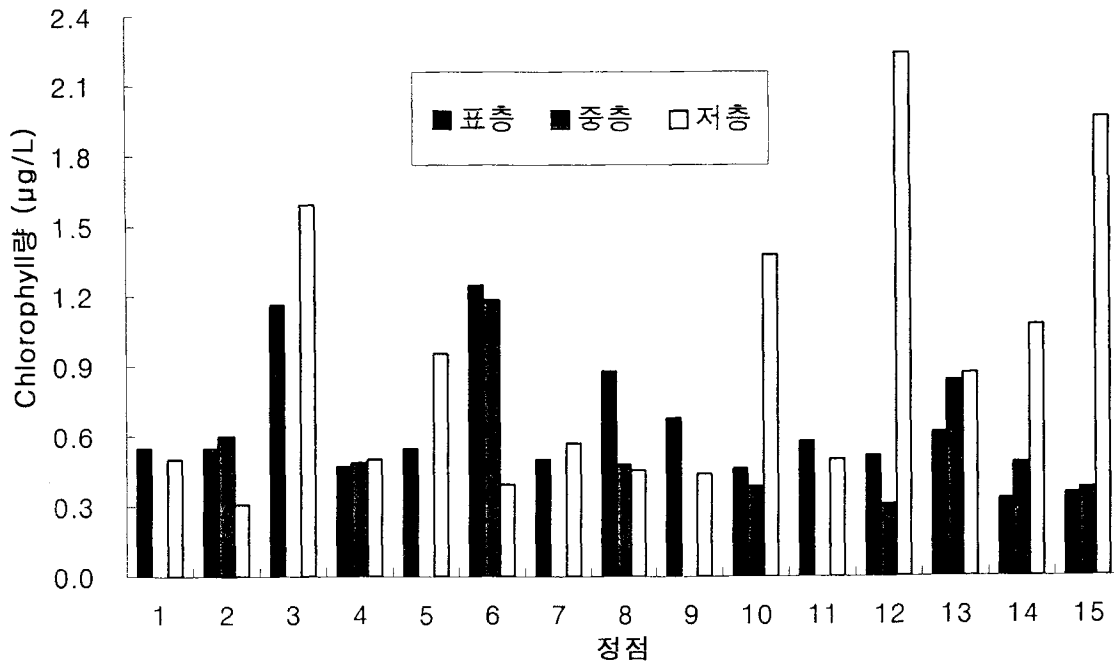


그림 1-2-12. 2004년 추계(11월)의 울진바다목장 정점별 chlorophyll *a* 값 변화.
 Fig. 1-2-12. Variations in chlorophyll *a* in the Uljin marine ranching area (November 2004).

이상을 종합해 볼 때, 추계의 chlorophyll *a*의 값은 하계보다 약간 높았다. 하계에 실시한 조사에서는 표층, 중층, 저층 각각 평균 0.38, 0.31, 0.69 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었던 반면, 동계조사에서는 표층, 중층, 저층 각각 평균 0.63, 0.57, 0.92 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었다. Park et al. (1998)은 동해안을 따라 남하하는 북한한류와 대마난류의 지류인 동한 난류가 전선을 형성하는 연안역에서 높은 chlorophyll *a* 값이 나타난다고 보고하였고, 9월에 chlorophyll *a*의 값이 낮은 것을 볼 수 있었다.

*G. polygramma*는 상각이 하각보다 긴 원뿔형의 외편모조류로, 주로 일본 연안에서 적조를 일으키는 무독종으로 알려져 있다. 현재까지는 이 종에 의한 적조 피해가 뚜렷하지 않았으며, 그에 따른 연구도 많이 부족한 실정이다. 우리나라에서는 1970년대까지는 규조류에 의한 적조가 주류를 이루었으나, 1980대부터는 남해안을 중심으로 편모조류에 의한 적조가 빈번하게 발생하였으며, 최근 몇 년 동안에는 그 범위와 발생 기간이 확대되고 있다(Park et al., 1988, 1989; Chang et al., 1995; Kim, 1997; 이, 1999). 또한 최근에 들어서는 적조 발생 지역이 남해와 황해를 비롯하여 동해까지 확산되고 있다(Kim, 1997, 김 등, 1998). 따라서 하절기 울진에서 다량 출현한 *G. polygramma*도 이러한 확산 메커니즘에 영향을 받은 것으로 생각된다.

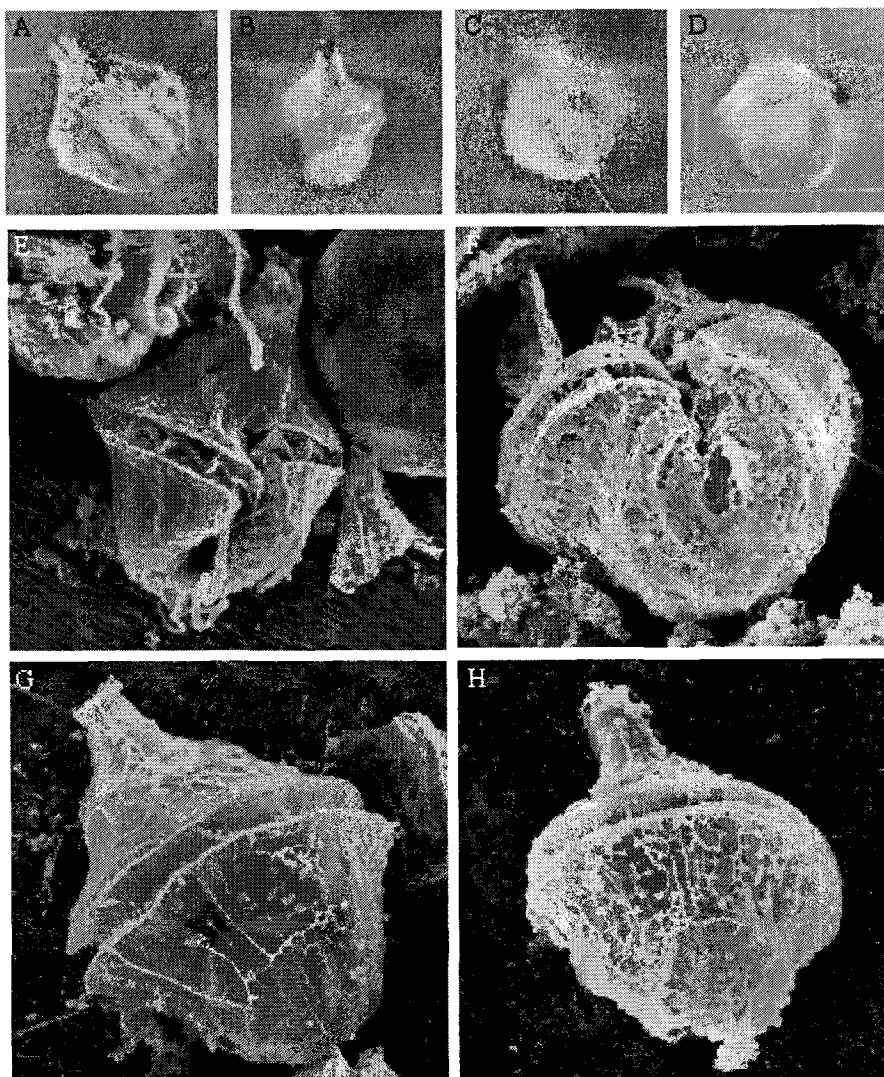


그림 1-2-13. *Gonyaulax polygramma* 영양세포 사진(LEM, A-D; SEM, E-H).

Fig. 1-2-13. Microphotographs of motile *Gonyaulax polygramma* cells (LEM, A-D; SEM, E-H).

다. 동물플랑크톤

(1) 출현분류군 및 출현종

2004년 9월과 11월에 울진바다목장해역에서 출현한 동물플랑크톤의 목록은 표 1-2-7과 같다. 출현한 종은 원생동물(Protozoa), 자포동물(Cnidaria), 편형동물(Platyhelminthes), 운형동물(Rotifera), 절지동물 (Arthropoda), 모악동물(Chaetognatha), 척삭동물(Chordata), 부유 유생 분류군(Planktonic larvae) 등 총 8개의 분류군으로 나뉘었다. 절지동물은 지각류(Cladocera), 패충류(Ostracoda), 요각류(Copepoda), 미성숙 요각류(Copepodite-nauplii), 곤쟁이류(Mysidacea), 단각류(Amphipoda), 십각류(Decapoda) 등으로 세분되었다. 또한 부유 유생 분류군은 따개비 (cirripedia nauplii), 십각류, 극피동물(Echinodermata), 난바다곤쟁이류(Euphausiacea), 연체동물(Mollusca), 곤쟁이류(Mysidacea), 다모류(Polychaeta)와 갑각류 유생(Zoea)으로 세분되었다. 출현한 전체 동물플랑크톤은 총 124개 분류군이였다. 그 중 요각류는 총 54개 분류군(16속 53종 미동정 1종)이 출현하여 전체 분류군수의 43.5%를 차지하며 가장 다양하게 출현하였다. 다음으로는 미성숙 요각류가 총 37개 분류군(점유율 29.8%)이 출현하였고, 그 외에 8개의 부유유생 분류군(점유율 6.4%)도 출현하였다. 요각류의 분류군 수는 조사 기간 내내 성체와 유생을 합쳐 70%이상의 높은 점유율을 보였다. 조사 시기별로는 9월에 총 94개 분류군, 11월에 총 81개의 분류군이 출현하여 고수온기에 출현분류군수가 높은 양상을 보인다. 출현종수의 정점별 분포를 볼 때, 9월에 정점 4에서 출현 분류군수는 다른 정점과 유사하나 출현 개체수는 다른 정점에 비해 매우 낮았다. 이는 채집상의 오류 때문으로 보이며 분석에서 정점 4는 제외하였다. 9월에 정점 간 12-40개의 분류군수 범위를 보였으며, 정점 5에서 가장 높았고 정점 12에서 가장 낮았다. 11월에는 16-47개의 분류군수 범위를 보였으며, 정점 8에서 가장 높았고 정점 11에서 가장 낮았다. 조사기간 동안 *Noctiluca scintillans*, *Penilia avirostris*, *Evadne tergestina*, *Paracalanus indicus*, *Sagitta hexaptera*, *Oikopleura* sp. 등의 난수성 종이 다수 출현하였다. 일부 정점에서는 저온성 종들이 출현하였는데, 이는 채집 방법에 의해 저층 냉수괴의 종들이 함께 채집된 것으로 보인다.

표 1-2-7. 울진바다목장해역에서 출현한 동물플랑크톤의 종목록

Table 1-2-7. A list of zooplankton observed in the Uljin marine ranching area during the period from September to November 2004

Species	Month	September	November
PROTOZOA			
<i>Noctiluca scintillans</i>		*	*
Foraminifera		*	
CNIDARIA			
Hydroids		*	
Hydromedusa		*	*
Siphonophora		*	*
PLATYHELMINTHES			
ROTIFERA			
ARTHROPODA			
Cladocera			
<i>Evadne nordomani</i>		*	*
<i>Evadne tergestina</i>		*	
<i>Peneilia avirostris</i>		*	
<i>Podon</i> sp.		*	
Ostracoda			
Copepoda			
<i>Acartia danae</i>		*	*
<i>Acartia erythraea</i>		*	
<i>Acartia omorii</i>		*	*
<i>Acartia pacifica</i>		*	*
<i>Calanus gracilis</i>			*
<i>Calanus minor</i>			*
<i>Calanus pauper</i>		*	*
<i>Calanus sinicus</i>		*	*
<i>Calanus tenuicornis</i>		*	*
<i>Calanus</i> sp.		*	*
<i>Calocalanus pavo</i>		*	
<i>Candacia longinana</i>		*	
<i>Candacia</i> sp.		*	*
<i>Centropages abdominalis</i>			*
<i>Centropages braydi</i>		*	*
<i>Centropages furcatus</i>		*	*
<i>Centropages orsini</i>		*	
<i>Centropages tenuiremis</i>		*	
<i>Centropages yamadai</i>		*	
<i>Clausocalanus furcatus</i>		*	*
<i>Eucalanus attenuatus</i>			*
<i>Eucalanus macronatus</i>		*	*
<i>Eucalanus subtenuis</i>			*
<i>Euchaeta crassus</i>			*
<i>Euchaeta marina</i>			*
<i>Labidocera bipinnata</i>		*	
<i>Labidocera japonica</i>		*	
<i>Labidocera</i> sp.			*

표 1-2-7. 계속

Table 1-2-7. Continued

Species	Month	September	November
<i>Paracalanus aculeatus</i>		*	*
<i>Paracalanus crassirostris</i>			*
<i>Paracalanus indicus</i>		*	*
<i>Paracalanus parvus</i>			*
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>		*	
<i>Temora discaudata</i>		*	
<i>Temora stylifera</i>		*	*
<i>Temora turbinata</i>		*	*
<i>Corycaeus affinis</i>		*	*
<i>Corycaeus agilis</i>			*
<i>Corycaeus clausi</i>		*	
<i>Corycaeus crassiusculus</i>			*
<i>Corycaeus rubustus</i>		*	
<i>Corycaeus</i> spp.		*	*
<i>Oithona atlantica</i>		*	
<i>Oithona brevicornis</i>			*
<i>Oithona decipiens</i>		*	
<i>Oithona hamata</i>		*	
<i>Oithona plumifera</i>		*	*
<i>Oithona similis</i>		*	
<i>Oithona simplex</i>			*
<i>Oithona</i> spp.		*	*
<i>Oncaea venusta</i>		*	*
<i>Oncaea</i> sp.		*	
<i>Euterpina acutifrons</i>		*	*
Unidentified copepod		*	*
Copepodite-nauplii			
<i>Acartia danae</i>		*	
<i>Acartia omorii</i>		*	*
<i>Acartia pacifica</i>		*	
<i>Acartia</i> sp.		*	
<i>Calanus gracilis</i>			*
<i>Calanus minor</i>			*
<i>Calanus pauper</i>		*	
<i>Calanus sinicus</i>		*	*
<i>Calanus tenuicornis</i>		*	
<i>Calanus</i> sp.			*
<i>Candacia longinana</i>		*	
<i>Candacia</i> sp.		*	
<i>Centropages bradyi</i>		*	*
<i>Centropages furcatus</i>		*	
<i>Centropages</i> sp.		*	
<i>Clausocalanus furcatus</i>		*	*
<i>Eucalanus macronatus</i>		*	*
<i>Eucalanus</i> sp.		*	
<i>Euchaeta marina</i>			*
<i>Labidocera bipinnata</i>		*	

표 1-2-7. 계속

Table 1-2-7. Continued

Species	Month	September	November
<i>Labidocera japonica</i>		*	
<i>Labidocera</i> sp.		*	
<i>Oithona plumifera</i>		*	
<i>Oithona</i> sp.		*	
<i>Paracalanus aculeatus</i>		*	*
<i>Paracalanus indicus</i>		*	*
<i>Paracalanus parvus</i>			*
<i>Paracalanus</i> sp.		*	*
<i>Temora stylifera</i>		*	*
<i>Temora turbinata</i>		*	
<i>Corycaeus affinis</i>			*
<i>Oithona brevicornis</i>			*
<i>Oithona plumifera</i>			*
<i>Oithona</i> spp.			*
<i>Oncaea</i> sp.			*
unidentified copepodite nauplii		*	*
Mysidacea		*	
Amphipoda		*	
<i>Hyperis</i> sp.			*
Decapoda			
<i>Lucifer</i> sp.		*	*
CHAETOGNATHA			
<i>Sagitta elegans</i>		*	
<i>Sagitta hexaptera</i>		*	*
<i>Sagitta regularis</i>			*
<i>Sagitta robusta</i>		*	
<i>Sagitta</i> sp.		*	*
<i>Sagitta</i> juvenile			*
CHORDATA			
Ascidian sp.		*	*
<i>Doliolum</i> sp.		*	*
<i>Oikopleura</i> sp.		*	*
Planktonic larvae			
Cirripedia nauplii			*
Decapoda		*	*
Echinodermata		*	*
Euphausiacea			*
Mollusca		*	*
Mysidacea		*	*
Polychaeta		*	*
Zoea		*	*
Total taxon numbers		95	81

(2) 출현개체수

조사 시기별 동물플랑크톤 분류군의 평균 개체수 및 점유율은 표 1-2-8에 나타내었다. 전체 동물플랑크톤은 2회 조사 시기 동안 평균 468 inds./m³가 출현하였다. 이 중 요각류의 개체수는 성체와 유생을 합쳐 평균 201 inds./m³로, 전체 동물플랑크톤 개체수에서 42.9%를 차지하였다. 그 밖에 원생동물인 *Noctiluca scintillans*의 개체수가 평균 97 inds./m³로 21.8%를 차지하였다. 조사 시기별로 전체 동물플랑크톤의 출현 개체수는 9월에 비해 11월에 높았다.

표 1-2-8. 조사 시기별 동물플랑크톤 분류군의 평균 개체수 및 점유율

Table 1-2-8. Temporal average abundance and quantitative composition of zooplankton taxon

Taxon	Month	September		November	
		abundance (inds./m ³)	composition (%)	abundance (inds./m ³)	composition (%)
Protozoa		140	37.2	63	11.3
Cnidaria		14	3.7	8	1.4
Copepoda		47	12.5	257	45.9
Copepodite-nauplii		28	7.4	69	12.3
Arthropoda (exp. Copepoda)		105	28.1		0.2
Chaetognatha		11	2.9	7	1.3
Chordata		14	3.7	98	17.5
Planktonic larvae		17	4.5	57	10.2
Total abundance		376	100.0	560	100.0

정점별 출현종의 풍도는 표 1-2-9, 10과 같다. 9월에 전체 동물플랑크톤은 정점 간 196-606 inds./m³의 범위로 출현하였고, 그 중 요각류는 49-102 inds./m³의 범위로 출현하였다. 정별로는 정점 3에서 전체 동물플랑크톤의 출현 개체수가 가장 높았으며 정점 9에서 가장 낮았다. 11월에 전체 동물플랑크톤은 71-1,540 inds./m³의 범위로 출현하였으며 요각류는 47-956 inds./m³의 범위로 출현하였다. 전체 동물플랑크톤은 정점별로 정점 2에서 출현 개체수가 가장 높았으며, 정점 4에서 가장 낮았다 정점별 출현 양상은 전체 동물플랑크톤과 같았다.

표 1-2-9. 2004년 하계(9월) 울진바다목장에 출현한 동물플랑크톤의 개체수(inds./m³)

Table 1-2-9. Abundance of zooplankton in the Uljin marine ranching area in September 2004 (inds./m³)

Species	Station															Avr. (%)
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
PROTOZOA																
<i>Noctiluca scintillans</i>	174	120	263	109	142	120	143	85	96	175	105	128	132	157	139	37.0
Foraminifera	2	2														*
CNIDARIA																
Hydromedusa				1						2						*
Siphonophora	19	9	28	9	25	7	8	10	11	11	8	18	14	11	13	3.5
PLATYHELMINTHES																
												1				*
ARTHROPODA																
Cladocera																
<i>Evadne nordomani</i>											4		1			*
<i>Evadne tergestina</i>	12	5	23	11	11	8	17	9	69	18	63	14	16	13	21	5.6
<i>Peneilia avirostris</i>	55	117	100	23	114	54	56	22	110	43	210	99	59	112	84	22.0
<i>Podon</i> sp.																
Ostracoda																
		2								1					1	*
Copepoda																
<i>Acartia danae</i>	5	12	3	11	6	6	3	1	2	2					4	1.1
<i>Acartia erythraea</i>						3					2	3	1	1	1	0.3
<i>Acartia omorii</i>		5		3									1	1	1	0.3
<i>Acartia pacifica</i>	4	5	9	4	2	6	3	7	2	2	1	3	2	3	4	1.1
<i>Calanus pauper</i>		2	5	6	9	2	5	9	8		4	8	6	6	5	1.3
<i>Calanus sinicus</i>		7			2			1					4	3	1	0.3
<i>Calanus tenuicornis</i>	1	2														*
<i>Calanus</i> sp.		2						1								*
<i>Calocalanus pavo</i>				1												*
<i>Candacia longinana</i>														2		*
<i>Candacia</i> sp.									1			1	1			*
<i>Centropages braydi</i>	2								1	1		2		3	1	0.3
<i>Centropages furcatus</i>			4	1		1	6		4	2	9	4	2	8	3	0.8
<i>Centropages orsini</i>				1												*
<i>Centropages tenuiremis</i>								1								*
<i>Centropages yamadai</i>	1								1							*
<i>Clausocalanus furcatus</i>				1			1		1					4		*
<i>Eucalanus macronatus</i>							1	1	2	1						*
<i>Labidocera bipinnata</i>				1		2		1								*
<i>Labidocera japonica</i>	3				2	2		1		2	1		1	2	1	0.3
<i>Paracalanus acelatus</i>							1					1	1	2		*
<i>Paracalanus indicus</i>	2	5	3	4	2		3			1	3	5	4	3	3	0.8

* indicates <1 inds./m³

표 1-2-9. 계속

Table 1-2-9. Continued

Species	Station															Avr. (%)	
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	1															*	
<i>Temora discaudata</i>		2		2	6		1	1	4		1	1	6	2	2	0.5	
<i>Temora stylifera</i>	4	2	9	3	9	1	6	2	7	8	8	11	4	6	6	1.6	
<i>Temora turbinata</i>		2	8	16	2	5	6	3		2	3	1	1		4	1.1	
<i>Corycaeus affinis</i>	7	5	3	4	8	1	5	4	5		1	2	2	3	4	1.1	
<i>Corycaeus clausi</i>							3	3						1	1	0.3	
<i>Corycaeus rubustus</i>	1		1	3		1			1				1		1	0.3	
<i>Corycaeus</i> sp.	1												1			*	
<i>Oithona atlantica</i>												2				*	
<i>Oithona decipiens</i>												1				*	
<i>Oithona hamata</i>										2	1					*	
<i>Oithona plumifera</i>		23		3	6	3	11		1	2	3	5	2	3	4	1.1	
<i>Oithona similis</i>									2							*	
<i>Oithona</i> sp.	2		1	1	2											*	
<i>Oncaea venusta</i>	1															*	
<i>Oncaea</i> sp.		2								1		1		1		*	
<i>Euterpina acutifrons</i>											1					*	
Udentifids copepod	1															*	
Copepodite-nauplii																	
<i>Acartia danae</i>						1				1						*	
<i>Acartia omorii</i>												1				*	
<i>Acartia pacifica</i>	3		1			1		1				2			1	0.3	
<i>Acartia</i> sp.				1	2											*	
<i>Calanus pauper</i>				1				1				2	2	1		*	
<i>Calanus sinicus</i>		9			2											1	0.3
<i>Calanus tenuicornis</i>	4	2														*	
<i>Candacia longinana</i>														3		*	
<i>Candacia</i> sp.									2			2				*	
<i>Centropages bradyi</i>	7	5	10	3	5		1	1				3		2	3	0.8	
<i>Centropages furcatus</i>		2	4		2		1							1	1	0.3	
<i>Centropages</i> sp.			3						4						1	0.3	
<i>Clausocalanus furcatus</i>			1											1		*	
<i>Eucalanus macronatus</i>							1									*	
<i>Eucalanus</i> sp.											3			1		*	
<i>Labidocera bipinnata</i>												1				*	

* indicates <1 inds./m³

표 1-2-9. 계속

Table 1-2-9. Continued

Species	Station															Avr. (%)
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
<i>Labidocera japonica</i>	1								1	1				1	*	
<i>Labidocera</i> sp.				1											*	
<i>Paracalanus aculeatus</i>							1	1							*	
<i>Paracalanus indicus</i>	1	2	1	1			1	1	1			1		2	1 0.3	
<i>Paraclanus</i> sp.													4		*	
<i>Temora stylifera</i>	4		9	6	8	1	2	3	2		3	3		1	3 0.8	
<i>Temora turbinata</i>				2				1		1					*	
<i>Oithona plumifera</i>				1						1				2	*	
<i>Oithona</i> sp.					2			1							*	
unidentified copepodite nauplii	2		14	6	11	5	8	1	4	4		8	10	29	7 1.9	
Mysidacea														1	*	
Amphipoda			11		5		2		2						2 0.6	
Decapoda																
<i>Lucifer</i> sp.							1			1	1		1	1	*	
CHAETKGNATHA																
<i>Sagitta elegans</i>		9													1 0.3	
<i>Sagitta hexaptera</i>		5	6	1	3	3	5		4		8	11	9	3	4 1.1	
<i>Sagitta robusta</i>	11	21	11	2	6	1									4 1.1	
<i>Sagitta</i> sp.					2	1	8	1	2	2		5	5	5	2 0.5	
CHORDATA																
<i>Ascidian</i> sp.														2	*	
<i>Doliolum</i> sp.	1	7	5	3	11	3	4		4	2	1	2	7	28	6 1.6	
<i>Oikopleura</i> sp.	16	16	14	8	6	5	11	2	7	4		11	8	10	8 2.1	
PLANKTONIC LARVAE																
Decapoda	7			1	3				4	1	5	3	1	1	2 0.5	
Echinodermata	2	16	6	3	2		3		1	5	1	3		1	3 0.8	
Mollusca	3	2	3	1	2	1								1	1 0.3	
Mysidacea								1							*	
Polychaeta		2													*	
Zoea	3	9	34	11	11	10	19	15	5	6	1	8	7	10	11 2.9	
Copepoda	62	101	102	97	102	52	76	51	64	36	49	84	65	101	74 20.0	
Total abundance	367	443	606	280	445	265	353	196	380	306	456	387	325	458	376 100.0	

* indicates <1 inds./m³

표 1-2-10. 2004년 추계(11월) 울진바다목장에 출현한 동물플랑크톤의 개체수(inds./m³)

Table 1-2-10. Abundance of zooplankton in the Uljin marine ranching area in
Novemebr 2004 (inds./m³)

Species	Station															Avr. (%)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
PROTOZOA																		
<i>Noctiluca scintillans</i>	49	105	95	4	81	83	74	89	39	50	46	96	40	67	32	63	11.2	
CNIDARIA																		
Hydromedusa	7	7		1	3	7					3						2	0.4
Siphonophora	3	7	9	1	15	7	9	24	2	2		1		1	6	6	1.1	
ROTIFERA																		
	3	2								1							*	
ARTHROPODA																		
Cladocera																		
<i>Evadne nordomani</i>						2		3									*	
Ostracoda																		
																5	*	
Copepoda																		
<i>Acartia danae</i>																2	*	
<i>Acartia omorii</i>		10	6		8	7		5	16	1	29		2		2	6	1.1	
<i>Acartia pacifica</i>		10			1									2		1	0.2	
<i>Calanus gracilis</i>			37													2	0.4	
<i>Calanus minor</i>										1							*	
<i>Calanus pauper</i>									2								*	
<i>Calanus sinicus</i>	3	42		2	1	24	4	50		1			1			9	1.6	
<i>Calanus tenuicornis</i>					18							1		4		2	0.4	
<i>Calanus sp.</i>		110														7	1.2	
<i>Candacia sp.</i>					1			3								3	*	
<i>Centropages abdominalis</i>					1												*	
<i>Centropages bradyi</i>	20	20	28	2	38	29	22	24						1	5	13	2.3	
<i>Centropages furcatus</i>					1								1				*	
<i>Clausocalanus furcatus</i>	10	35	55	3	8	42	13	10		5	3	1		1	9	13	2.3	
<i>Eucalanus attenuatus</i>																2	*	
<i>Eucalanus macronatus</i>			3			4	4	5								2	1	0.2
<i>Eucalanus subtenuis</i>		5															*	
<i>Euchaeta crassus</i>					1			8									1	0.2
<i>Euchaeta marina</i>		10							2					1	2	1	0.2	
<i>Lapidocera sp.</i>							4										*	
<i>Paracalanus aculeatus</i>		15		1		4	31	3		1	3	1		6		4	0.7	
<i>Paracalanus crassirostris</i>	10	12	6		3	2		8									3	0.5
<i>Paracalanus indicus</i>	196	376	49	18	139	281	218	247	45	108	20	49	35	113	125	135	24.1	

* indicates <1 inds./m³

표 1-2-10. 계속

Table 1-2-10. Continued

Species	Station															Avr. (%)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<i>Paracalanus parvus</i>	39	117	31	4	13	29	4	39		8		4	11	9	21	3.7		
<i>Temora turbinata</i>				1	3	13	4		2	1					2	2	0.4	
<i>Corycaeus affinis</i>	7	27	15	1	13	9	17	24	10	9	3	9	3	23	14	12	2.1	
<i>Corycaeus agilis</i>	7							3				4				1	0.2	
<i>Corycaeus crassiusculus</i>								3										
<i>Corycaeus spp.</i>		2	6		6	4		5								2	0.4	
<i>Oithona brevicornis</i>	3						4	3								1	0.2	
<i>Oithona plumifera</i>		17	18	1	6	15	13	10	2	2		1	1	10	13	7	1.2	
<i>Oithona spp.</i>	13	15	9	1	9	11		24	6	3	14	5	11	3	2	8	1.4	
<i>Oncaea venusta</i>	10	10														1	0.2	
<i>Oncaea sp.</i>			3	1	6	13		16	2			1	1	1	2	3	0.5	
unidentified								3									*	
Copepodite-nauplii																		
<i>Acartia omorii</i>		2							2	1							*	
<i>Calanus gracilis</i>			34														2	0.4
<i>Calanus minor</i>										1							*	
<i>Calanus sinicus</i>				2	15		66	18	9			1	7		8	1.4		
<i>Cala3nus sp.</i>	33	80		5	38	61	44	5	29		13		16	58	25	4.5		
<i>Centropages bradyi</i>		5	34	2	8	24	9	10	1							6	1.1	
<i>Clausocalanus furcatus</i>					4		5				1		1		1	0.2		
<i>Eucalanus macronatus</i>			3				3										*	
<i>Euchaeta marina</i>		2					4	8	2				1		1	0.2		
<i>Paracalanus aculeatus</i>		2															*	
<i>Paracalanus indicus</i>	10	7		1	8	15	4	5	2		7	2	2	3	4	0.7		
<i>Paracalanus parvus</i>		7	3		1			3							8	1	0.2	
<i>Paracalanus sp.</i>												1					*	
<i>Temora stylifera</i>								3	1								*	
<i>Corycaeus affinis</i>			3		1	2		3	2	1						1	0.2	
<i>Oithona brevicornis</i>		2					4	3								1	0.2	
<i>Oithona plumifera</i>							9						8	3	1	0.2		
<i>Oithona spp.</i>	3	2	6		4			3	5	6	11	8	5	3	4	0.7		
<i>Oncaea sp.</i>								3									*	
unidentified																		
Copepodite		2			1	13						7	2	5	2	0.4		
nauplii	3	12	52	2	6	15	9	24	6	3	9	5		1	10	1.8		
Amphipoda																		
<i>Hyperia sp.</i>		2							4	1		1		2	5	1	0.2	

* indicates <1 inds./m³

표 1-2-10. 계속

Table 1-2-10. Continued

Species	Station															Avr. (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
CHAETOGNATHA																	
<i>Sagitta hexaptera</i>					1	9	4						2	1	2	1	0.2
<i>Sagitta regularis</i>														1		*	
<i>Sagitta</i> sp.		7				9		3	6	4				3		2	0.4
<i>Sagitta</i> juvenile		5			1		4		16		3	4	2	7	6	3	0.5
CHORDATA																	
Ascidian sp.		5															*
<i>Doliolum</i> sp.	10	12	15	2	8	55	4	8			3		1	1		8	1.4
<i>Oikopleura</i> sp.	104	294	104	13	51	110	87	215	63	47	84	47	38	48	47	90	16.0
PLANKTONIC LARVAE																	
Cirripedia nauplii			3			2											*
Decapoda		10			1	7		18	14	12				5	13	5	0.9
Echinodermata		12	6		5	9		3	4	27	3	5	2	5		5	0.9
Euphausiacea	36	85	123	3	53	53	13	58	23		17	27	8	64	63	42	7.5
Mollusca	3	15	6		1	15				1							0.5
Mysidacea		2			1	11											0.2
Zoea		2						8									0.2
Copepoda	367	956	401	47	343	636	425	640	115	196	87	109	78	219	274	326	58.1
Total abundance	582	1,528	762	71	564	1,015	620	1,069	286	341	246	290	171	424	453	561	100.0

* indicates <1 inds./m³

(3) 우점종

2004년 9월에 조사된 울진바다목장해역의 우점 동물플랑크톤은 그림 1-2-14와 같다. 9월에는 요각류보다 다른 동물플랑크톤 종이 우점하였다. 야광충으로 알려진 원생동물 *Noctiluca scintillans*가 평균 139 inds./m³로 전체 동물플랑크톤 개체수의 37.0%를 차지하여 최고 우점하였다. 그 다음으로는 지각류인 *Penilia avirostris*가 평균 84 inds./m³(우점율 22.3%)로 차우점하였고, *Evadne tergestina*가 평균 21 inds./m³(우점율 5.5%)로 다수 출현하였다.

*N. scintillans*는 요각류의 알을 포식함(Sekiguchi and Kato, 1976)과 동시에 식물플랑크톤을 섭식함으로써 먹이 경쟁에서 수적인 우위를 앞세워 요각류의 개체군 크기에 영향을 주는 종으로 이의 공간분포를 그림 1-2-15에 나타내었다. *N. scintillans*의 우점율이 높은 정점에서는 상대적으로 요각류의 우점율이 낮았다. *N. scintillans*의 정점별 출현 개체수는 정점 3에서 가장 높았고 정점 4에서 가장 낮아 전체 동물플랑크톤의 출현 양상과 유사하였다.

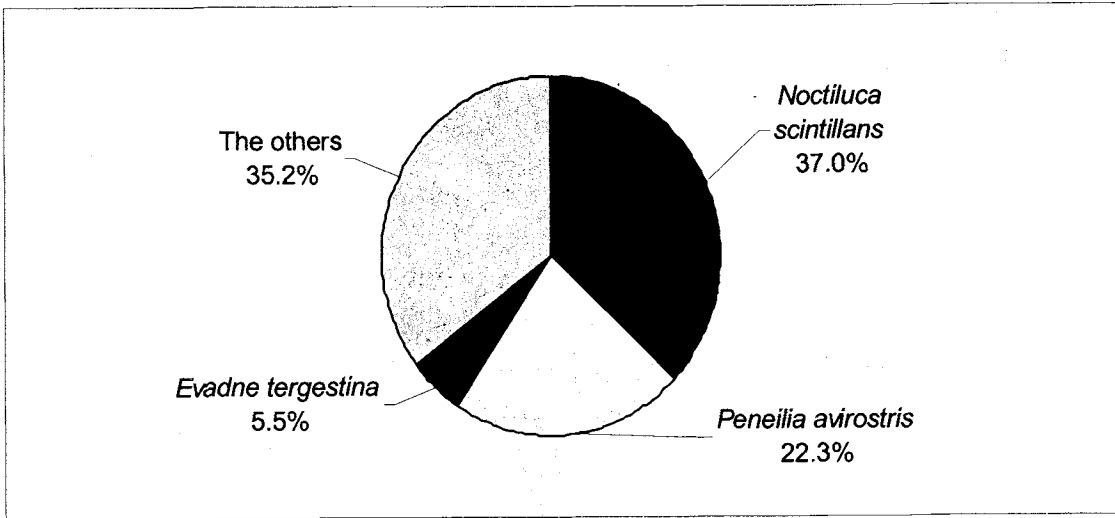


그림 1-2-14. 2004년 하계(9월) 조사에서 주요 동물플랑크톤의 우점율.

Fig. 1-2-14. Composition of abundance of major zooplanktons in September 2004.

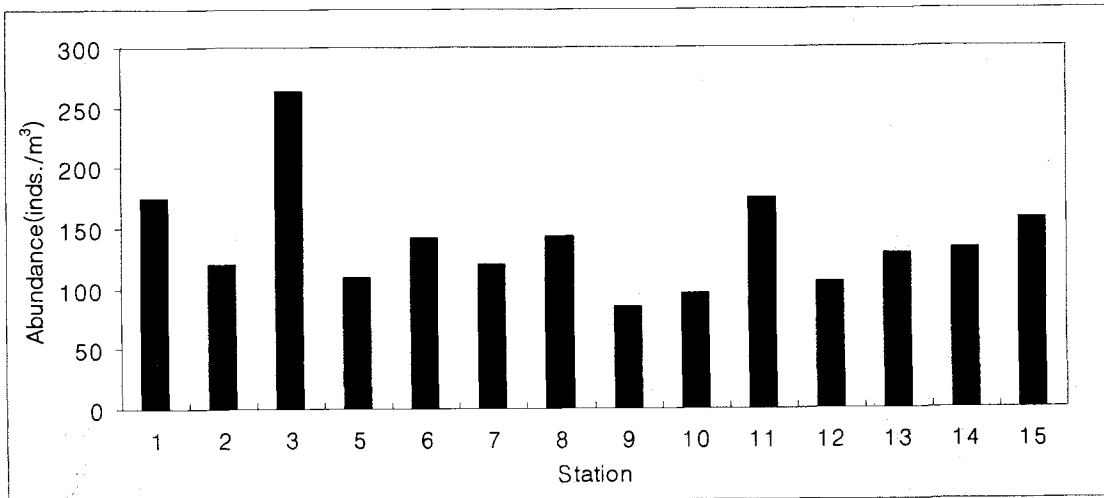


그림 1-2-15. 2004년 하계(9월) 조사에서 우점종인 *Noctiluca scintillans*의 정점별 분포.

Fig. 1-2-15. Spatial distribution of abundance of dominant species *Noctiluca scintillans* in September 2004.

11월에는 *Paracalanus indicus*가 평균 135 inds./m³, 24.1%의 우점율을 보여 최고 우점종이었다(그림1-2-16). 다음으로 척삭동물인 *Oikopleura* sp.가 평균 90 inds./m³(우점율 16.0%), *Noctiluca scintillans*가 평균 63 inds./m³(우점율 11.2%)로 차우점하였다. 최고 우점

종인 *P. indicus*는 난수성의 연안종으로 알려져 있으며(노, 1982) 정점별 분포를 보면, 정점 2에서 가장 높았고 정점 11에서 가장 낮았다(그림 1-2-17).

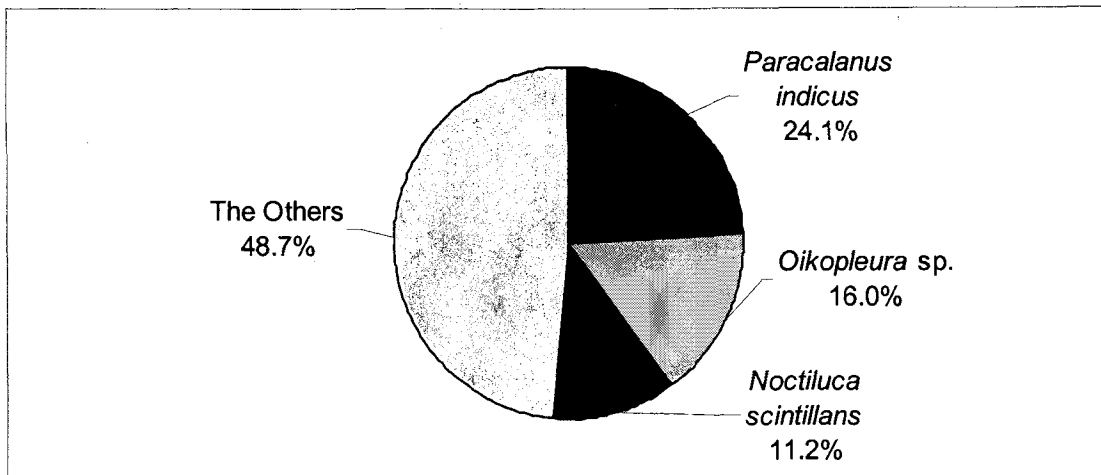


그림 1-2-16. 2004년 추계(11월) 조사에서 주요 동물플랑크톤의 우점율.

Fig. 1-2-16. Composition of abundance of major zooplanktons in November 2004.

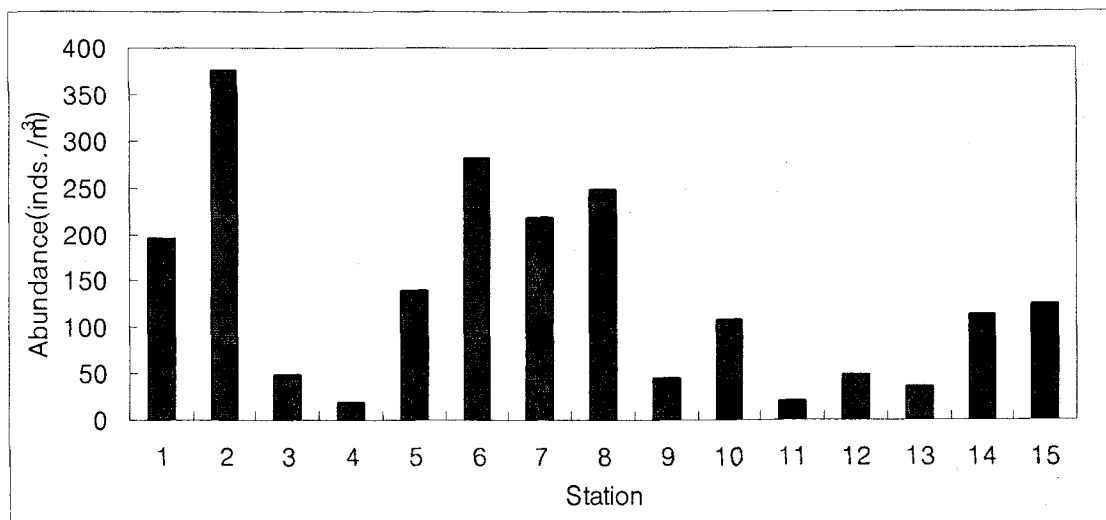


그림 1-2-17. 2004년 추계(11월) 우점종인 *Paracalanus indicus*의 정점별 분포.

Fig. 1-2-17. Spatial distribution of abundance of dominant species *Paracalanus indicus* in November 2004.

(4) 군집 분석

조사 기간 중 종 다양성 지수(H')는 평균 2.38로 대체로 높았으며 조사 시기별로는 9월에 비해 11월이 더 높았다. 정점별로는 정점 5에서 가장 높았고, 정점 11에서 가장 낮았다. 9월에는 정점 간 1.77-2.63의 범위를 보였으며 정점 5에서 가장 높았고 정점 12에서 가장 낮았다. 11월에는 2.07-2.77의 범위를 보였으며 정점 6에서 가장 높았고 정점 11에서 가장 낮았다(표 1-2-11).

동물플랑크톤의 출현종 및 개체수에 따른 정점 간 유사도 분석에서 해역의 구분은 유사도 55%를 기준으로 하였다. 그 결과, 9월에는 모든 해역이 57.9% 이상의 유사도를 보이며 하나의 해역으로 구분되었다(그림 1-2-18). 채집상의 오류가 있었던 정점 4를 제외하고, 조사 해역은 대체로 수온이 높고 엽록소의 양이 적었다. 또한 출현한 동물플랑크톤의 분류군수와 개체수가 정점 간에 유사하다는 특징을 가졌다.

11월에는 크게 3개의 해역으로 구분되었다(그림 1-2-19). 이 시기의 해역은 정점 4가 별개의 해역, 정점 1-7과 15가 하나의 해역(유사도 57.7% 이상) 그리고 정점 8-14까지가 하나의 해역(유사도 57.9% 이상)으로 구분된다. 이 시기의 해역은 대체로 남북으로 나뉘는데, 북쪽의 해역은 대체로 분류군수와 출현 개체수가 높고 남쪽의 해역은 분류군수와 출현 개체수가 북쪽 해역에 비해 상대적으로 낮다. 이는 북쪽해역에 난·한류의 혼합작용으로 분류군수와 개체수가 높게 나타나는 것으로 보인다.

표 1-2-11. 종 다양성 지수(H')의 시기별, 정점별 변화

Table 1-2-11. Temporal and spatial variation of Species Diversity Index (H')

Mon.	St.																Avr.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Sep.	2.17	2.54	2.22	-	2.63	2.43	2.06	2.37	2.29	2.26	1.78	1.77	2.40	2.30	2.38	2.26	
Nov.	2.30	2.66	2.76	2.58	2.69	2.81	2.36	2.77	2.50	2.35	2.07	2.13	2.22	2.44	2.52	2.48	
Avr.	2.23	2.60	2.49	2.58	2.66	2.62	2.21	2.57	2.39	2.30	1.93	1.95	2.31	2.37	2.45	2.38	

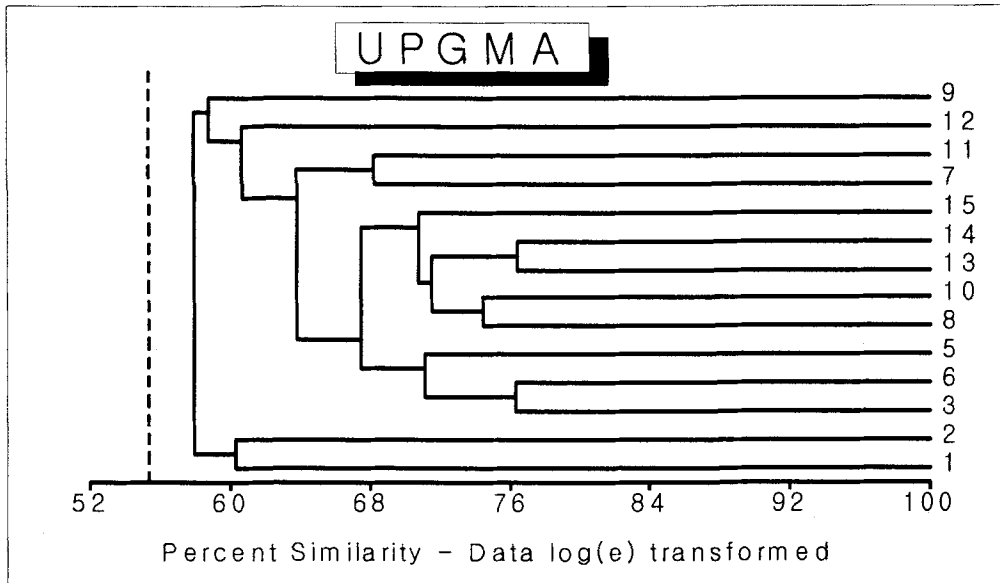


그림 1-2-18. 2004년 하계(9월) 조사시 동물플랑크톤 출현종 및 개체수에 따른 정점 간 유사도의 수상도.

Fig. 1-2-18. Dendrogram showing the degree of percent similarity among stations by cluster analysis in September 2004.

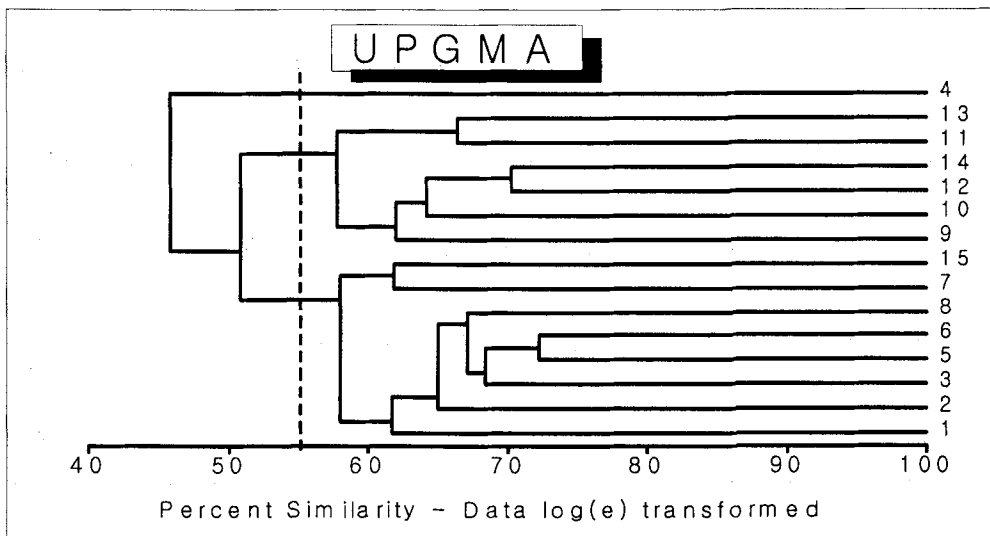


그림 1-2-19. 2004년 추계(11월) 조사시 동물플랑크톤 출현종 및 개체수에 따른 정점 간 유사도의 수상도.

Fig. 1-2-19. Dendrogram showing the degree of percent similarity among stations by cluster analysis in November 2004.

(5) 환경 요인과 분포와의 관계

수질 환경 요인으로 편차가 작은 염분을 제외하고 수온과 chlorophyll *a* 농도의 분포와 동물플랑크톤 분포와의 관계를 살펴보면 다음과 같다. 9월에는 다른 동물플랑크톤과 달리 지각류(Cladocera)가 표층 수온과 유의한 상관관계를 보였다($p < 0.05$) (그림 1-2-20). 지각류의 대부분을 구성하는 *Penilia avirostris*와 *Evadne tergestina*는 표층 수온과 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 보여 지각류는 수직적인 수괴상 얇은 곳에 주로 분포하는 것으로 판단된다. 또한 지각류는 식물플랑크톤의 수직적 평균 chlorophyll *a* 농도와 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 보여 먹이 농도에 따라 분포가 결정되는 양상을 보였다(그림 1-2-21). Chlorophyll *a* 농도는 수심 50 m 이상이 되는 해역에서는 저층을 50 m로 측정하였기 때문에 전체 수괴 상 표층에서 중층에 해당되는 것이다. 따라서 지각류는 표-중층 사이에서 수온과 먹이 농도가 상대적으로 높은 해역에서 개체수가 높아지는 경향을 보였다. *E. tergestina*와 *P. avirostris*의 분포를 결정하는 중요 요인으로는 수온(Ramirez and Perez, 1985)과 먹이생물의 분포(Bainbridge, 1958; Conover, 1978)가 중요시 된다. 이들 종은 온수역을 선호하고 연안의 표층에 주로 분포한다는 사실(이 등, 2004)은 본 조사 결과와 일치한다 그러나 표층의 수온의 차이가 매우 작았다는 점에서 본 조사 결과에서 수온의 차이보다는 먹이농도의 분포가 더 큰 영향을 미칠 가능성이 있다고 판단된다.

11월에는 수온이 감소함에 따라 지각류의 출현이 감소하였으며 수온의 수평-수직적 편차가 9월보다 크게 감소하여 수온에 따른 동물플랑크톤의 분포 양상도 뚜렷하지 않았다. 난바다 곤쟁이류(Euphausiacea)의 미성숙 개체인 *fercilia*의 경우 표층 수온과 음의 상관관계($p < 0.05$)를 보여 수온이 상대적으로 낮은 해역을 선호하는 경향을 나타냈으나 표층의 수온 변화가 크지 않은 점은 결과 해석의 오류가 있을 가능성이 있다. Chlorophyll *a* 농도와 동물플랑크톤의 분포와의 상관관계를 살펴보면 요각류 중 *Clausocalanus* sp., 요각류의 nauplii, 그리고 부유유생 분류군(planktonic larvae)은 표층 chlorophyll *a* 농도의 분포와 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 보였으며, 난바다 곤쟁이의 미성숙 개체는 수직 평균 chlorophyll *a* 농도와 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 나타냈다(그림 1-2-22, 23).

본 조사에서 일부 동물플랑크톤은 수질 환경 요인과 유의한 상관관계를 보이며 분포하는 경향을 나타냈으나 대부분의 동물플랑크톤은 그러한 경향을 나타내지 않았다. 이는 채집 방법이 저층부터 표층까지 인양하는 경사채집을 택하였기 때문에 표-저층 간 환경의 차이가 큰 해역의 수질 환경 요인과 상관관계를 나타내기에는 어려운 부분이 많다. 또한 조류의 영향이 없는 해역에서 동물플랑크톤의 일주기 수직 운동도 결과의 해석에 어려운 부분이 될 것으로 보인다.

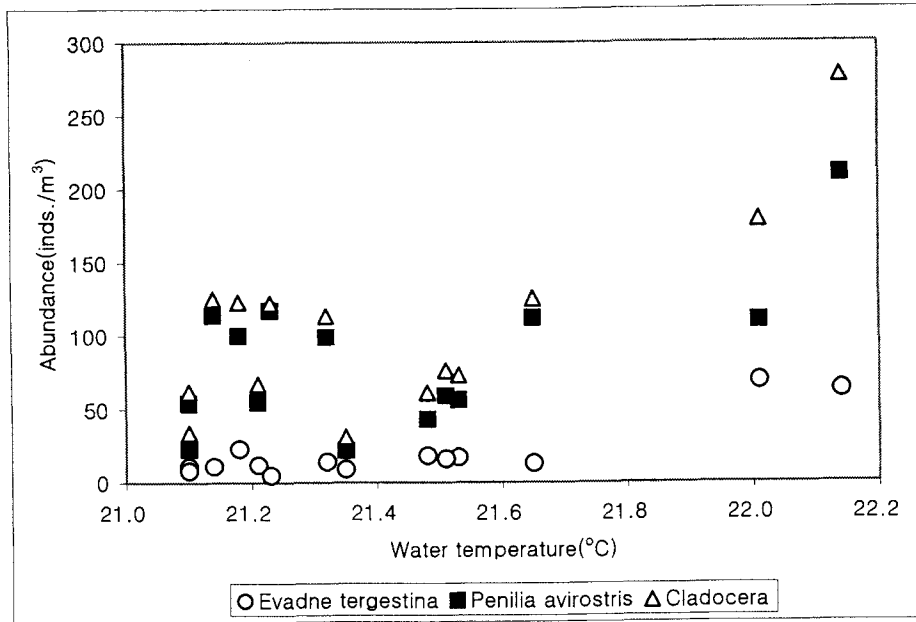


그림 1-2-20. 2004년 하계(9월) 조사에서 지각류와 표층 수온과의 상관관계.
 Fig. 1-2-20. Correlation between temperature of surface water and abundance of cladocerans in survey of September 2004.

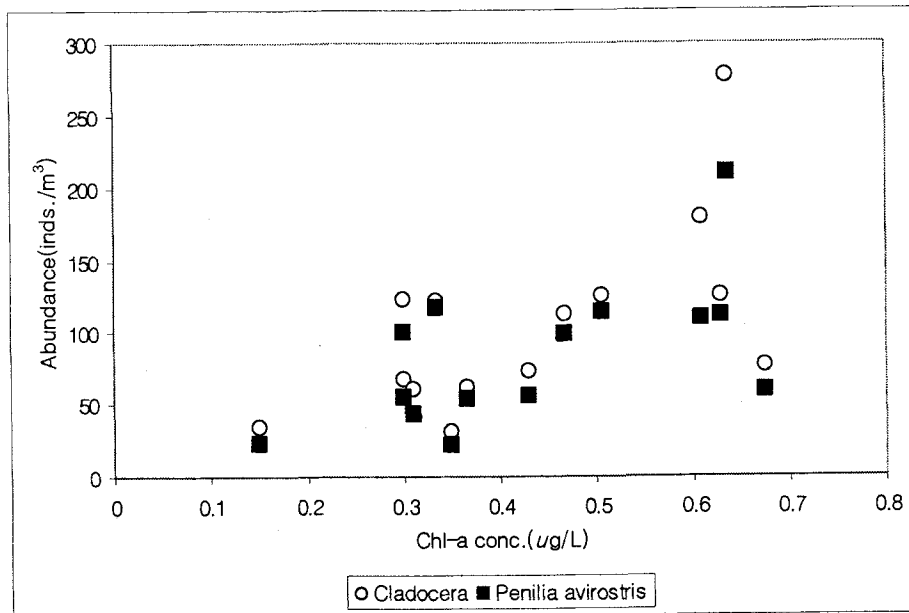


그림 1-2-21. 2004년 하계(9월) 조사에서 수직평균엽록소 a 농도와 지각류와의 상관관계
 Fig. 1-2-21. Correlation between vertical mean concentration of chlorophyll a and abundance of cladocerans in survey of September 2004.

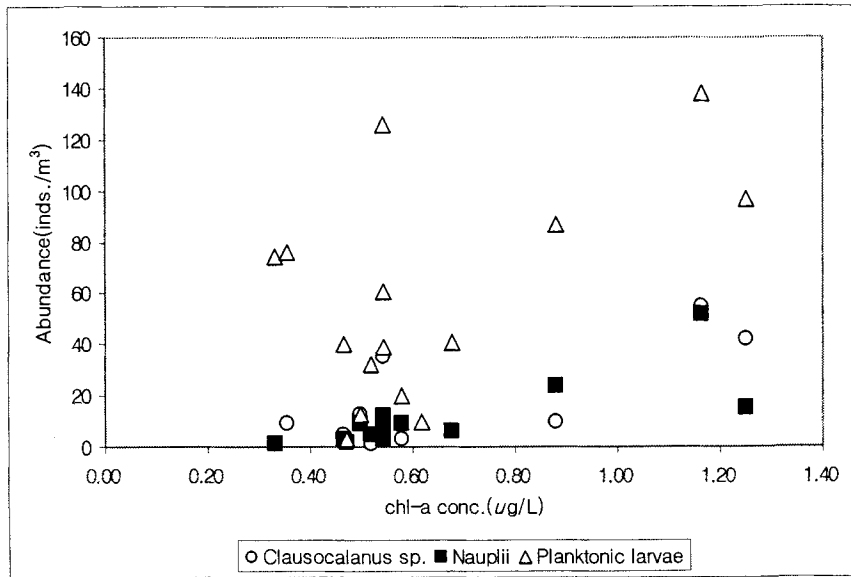


그림 1-2-22. 2004년 추계(11월) 조사에서 표층 chlorophyll a 농도와 주요 동물플랑크톤 분류군과의 상관관계.

Fig. 1-2-22. Correlation between chlorophyll a concentration of surface water and abundance of major zooplankton taxonomic groups.

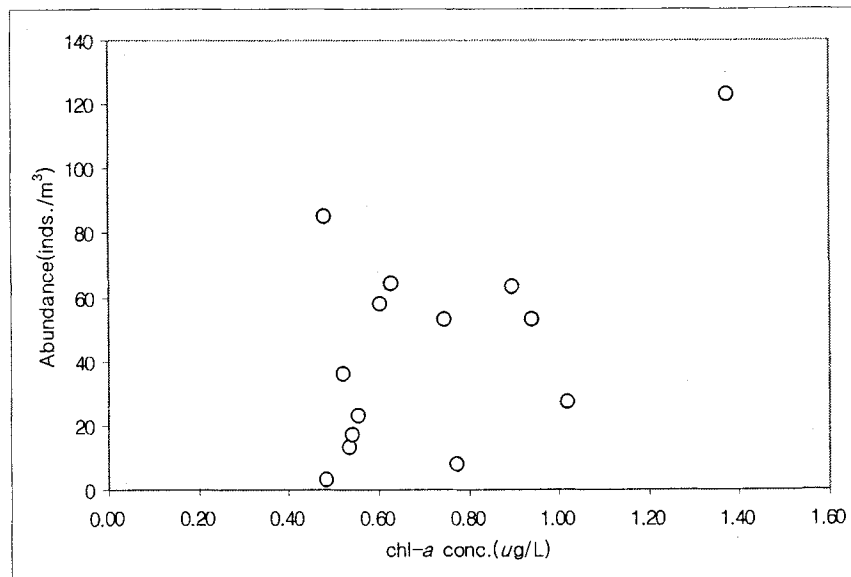


그림 1-2-23. 수직 평균 chlorophyll a 농도와 난바다 곤쟁이의 미성숙 개체와의 상관관계.

Fig. 1-2-23. Correlation between vertical mean chlorophyll a concentration and abundance of fecilia.

(6) 고찰

조사 지역인 동해는 북상하는 동한난류와 남하하는 북한 한류수의 상접지역이라는 특이성으로 인해 해역별·수심별로 다른 수괴가 존재한다. 이들 수괴의 혼합과 확산에 따라 동해의 수괴는 변동이 심하며, 동한난류와 북한한류의 상접으로 안정된 극전선을 형성한다(박 등, 1991). 그 결과, 동해에서는 서해와 남해에 비해 많은 종의 동물플랑크톤이 출현한다(박과 최, 1997). 기존 연구 결과에 의하면, 동해중부역에서는 11월에 전체 101~110개의 동물플랑크톤 분류군이 출현하였으며(박과 최, 1997; 박 등, 1998) 남부해역인 울산~감포 연안에서는 여름철에 약 195개의 분류군이 출현한다고 하였다(이 등, 2004).

본 조사에서는 9월에 총 94개의 동물플랑크톤 분류군, 11월에 총 81개의 분류군이 출현하였다. 또한 전체 동물플랑크톤의 평균 출현 개체수는 9월에 정점 간 196-606 inds./m³, 11월에는 71-1,540 inds./m³의 범위를 보였다. 이 결과는 과거의 연구 결과에 비해 다소 낮은 출현분류군수와 평균 개체수를 보인다. 고수온기인 9월(정점별 평균 수온 범위 16.1-26.5°C)에는 출현 분류군수는 많았고 개체수는 적었으며, 다소 수온이 낮아진 11월(정점별 평균 수온 범위 12.8-15.0°C)에는 출현 분류군수는 감소하였으나 개체수는 증가하였다. 이러한 수온의 감소와 동물플랑크톤 군집의 변화는 북한 한류 세력의 증가가 원인으로 보이며, '종수는 난수역에서, 양적으로는 한수역에서 기여한다.'는 박과 최(1997)의 연구 결과와 유사한 경향이다.

조사기간 중 출현한 우점종은 그 대부분이 난수역에 서식하는 종이었다. 9월 우점종인 *Noctiluca scintillans*와 차우점종인 *Penilia avirostris*와 *Evadne tergestina*은 난수역을 선호하고 먹이농도가 충분히 높은 지역에서 개체수가 일시적으로 증가한다(Bainbridge, 1958; Conover, 1978; Ramirez and Perez, 1985). 본 조사에서도 *P. avirostris*와 *E. tergestina* 등의 지각류는 표층 수온 및 수직적 평균 chlorophyll *a*의 농도와 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 11월의 최고 우점종인 *P. indicus*와 차우점종인 *Oikopleura* sp.는 비교적 수온이 높은 시기에 주로 우점하는 종이다(명 등, 1994; 박 등, 1991; Choi and Park, 1993).

우리나라 연안 내만에서는 전형적인 연안 요각류 군집구조인 *Acartia-Paracalanus-Oithona* assemblage(Paffenhöfer, 1991)를 기본으로 계절에 따라 조금씩 차이를 보인다. 특히, 서해 연안에서는 *Acartia* 속의 종들이 계절에 따라 천이를 보이며 각 시기에 70-80% 이상의 우점율을 보이는 극우점 현상이 심각하고 생물다양성지수도 매우 낮다. 그러나 동해의 본 조사 해역에서는 이러한 현상은 관찰되지 않았다. 평균 개체수에 있어서 전체 동물플랑크톤 중 요각류 군집의 우점율은 약 43.3%였으며, 요각류 군집 내에서도 특정종이 극우점하는 현상은 관찰되지 않았다. 그리고 연안성 종뿐만 아니라 난류성 외양종인 *Claudioscalanus*, *Eucheta*, *Oncaea* 등도 종종 출현하였다. 또한 생물다양성지수도 높아 울진 바다목장의 해역은 비교적 안정적인 동물플랑크톤 군집 구조를 보인다고 할 수 있다.

라. 저서동물

(1) 종수

(가) 종조성

2004년 9월부터 11월까지 조사된 저서동물은 총 268종이었다(표 1-2-12). 종조성에서 환형동물이 48.1%(129종), 연체동물이 14.2%(38종), 절지동물이 26.1%(70종), 극피동물이 4.9%(13종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류(Polychaeta)로 압도적으로 우점적이었고, 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 전체의 11.6%(31종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였으며, 이 중 단각류가 13.4%(36종)를 차지하여 가장 우점적이었다. 2004년 9월에 조사된 저서동물은 총 214종이 출현하였다. 종조성에서 환형동물이 48.1%(103종), 연체동물이 14.0%(30종), 절지동물이 27.1%(58종), 극피동물이 4.7%(10종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류(Polychaeta)로 압도적으로 우점적이었고, 연체동물 중에서는 이매패류(26종)가 우점적이었다. 절지동물은 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였으며, 이 중 단각류(33종)가 우점적이었다. 11월에 조사된 저서동물은 총 206종 이상이었다. 종수에서 환형동물이 55.8%(115종), 연체동물이 12.1%(25종), 절지동물이 22.3%(46종), 극피동물이 3.9%(8종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하여 압도적으로 우점적이었고, 연체동물의 대부분 이매패류가 차지하여 우점적이었고 전체의 8.7%(18종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류였으며, 이 중 단각류가 전체의 11.7%(24종)를 차지하여 우점적이었다. 극피동물 중에서는 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 2.4%(5종)를 차지하였다.

표 1-2-12. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물의 분류군별 종수

Table 1-2-12. Species composition of the macrobenthos in soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Taxon	9월		11월		종합			
	종수	%	종수	%	종수	%		
환형동물	갯지렁이류	103	48.1	115	55.8	129	48.1	
	미공류	1	0.5	1	0.5	1	0.4	
연체동물	다판류	0	0.0	1	0.5	1	0.4	
	복족류	3	1.4	5	2.4	5	1.9	
	이매패류	26	12.1	18	8.7	31	11.6	
절지동물	갑각류	단각류	33	15.4	24	11.7	36	13.4
		십각류	9	4.2	10	4.8	15	5.6
		기타	16	7.5	12	5.8	19	7.1
극피동물	거미불가사리류	6	2.8	5	2.4	7	2.6	
	성게류	1	0.5	1	0.5	1	0.4	
	해삼류	3	1.4	2	1.0	5	1.9	
기 타		13	6.1	12	5.8	18	6.7	
계		214	100	206	100	268	100	

(나) 정점별 종수

2004년도에 조사된 저서동물의 정점별 종수의 분포는 표 1-2-13과 같다. 정점 6에서 109종이 출현하여 가장 많았고, 다음으로 정점 14에서 92종, 정점 9에서 91종 등의 순서로 많았다. 한편, 정점 8에서는 21종으로 가장 적었다. 2004년 8월의 정점별 종수는 14~80종으로 차이가 많았다. 정점 6에서 80종으로 가장 많이 출현하였고, 그 다음으로 정점 14에서 67종이 출현하였다. 정점 8에서는 14종으로 가장 적게 출현되었다. 정점 1, 4, 5에서도 20종 이하로 적게 출현하였다. 11월의 정점별 종수는 11~72종으로 차이가 많았다. 정점 9에서 72종으로 많이 출현하였고, 다음으로 정점 6에서 68종, 다음으로 정점 15에서 62종으로 많이 출현하였다. 한편, 정점 8에서는 11종으로 가장 적게 출현되었다. 정점 1, 4, 5에서도 20종 이하로 적게 출현하였다.

표 1-2-13. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 정점별 종수 (2004년도)

Table 1-2-13. Number of species at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Month/ station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Sep	15	65	57	20	17	80	65	14	60	41	43	58	32	67	51	214
Nov	20	57	50	15	20	68	54	11	72	47	28	46	25	56	62	206
Total	29	87	77	29	30	109	85	21	91	62	57	76	48	92	69	268

(2) 개체수

(가) 개체수 조성

2004년도의 개체수 자료를 종합하면 평균 2,171개체/m²였다(표 1-2-14, 15). 개체수 조성에서 환형동물이 83.1%(1,805개체/m²), 연체동물이 6.8%(147개체/m²), 절지동물이 5.7%(123개체/m²), 극피동물이 1.7%(37개체/m²)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류로 압도적으로 우점적인 동물군이였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 총 개체수의 6.3%(137개체/m²)를 차지하였다. 절지동물 중에서는 단각류가 우점적이었으며 전체의 4.2%(91개체/m²)를 차지하였다. 극피동물 중에서는 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 1.6%(34개체/m²)을 차지하였다. 2004년 9월에는 환형동물이 83.0%(2,004개체/m²), 연체동물이 7.5%(181개체/m²), 절지동물이 6.3%(153개체/m²), 극피동물이 1.7%(37개체/m²)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류였으며 압도적으로 우점적인 동물군이였다. 연체동물 중에서 이매패류가 우점적이었으며 총 개체수의 7.2%(173개체

/m²)를 차지하여 전체에서 두 번째로 우점적인 동물군이었다. 절지동물 중에서 단각류가 우점적이었으며 총 개체수의 4.8%(116개체/m²)를 차지하여 전체에서 세 번째로 우점적인 동물군이었다. 극피동물 중에서 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 1.4%(33개체/m²)를 차지하였다. 11월에는 환형동물이 83.3%(1606개체/m²), 연체동물이 5.8%(111개체/m²), 절지동물이 4.8%(93개체/m²), 극피동물이 2.0%(38개체/m²)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류로 압도적으로 우점적인 동물군이었다. 연체동물 중에서 이매패류가 우점적이었고, 전체 총 개체수의 5.2%(101개체/m²)를 차지하여 전체 동물군 중에서 두 번째로 우점적이었다. 절지동물 중에서 단각류가 우점적이었고 전체 총 개체수의 3.4%(66개체/m²)를 차지하였다. 극피동물 중에서 거미불가사리류가 우점적이었고, 전체의 1.8%(34개체/m²)를 차지하여 우점적인 동물군이었다.

표 1-2-14. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물의 개체조성 (/m²)

Table 1-2-14. Individual composition of macrobenthos in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

동 물 군		9월		11월		종합	
		개체수	%	개체수	%	개체수	%
환형동물	갯지렁이류	2004	83.0	1606	83.3	1805	83.1
	미공류	4	0.2	7	0.4	6	0.3
연체동물	다판류	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	복족류	4	0.1	3	0.2	4	0.2
	이매패류	173	7.2	101	5.2	137	6.3
절지동물	단각류	116	4.8	66	3.4	91	4.2
	십각류	6	0.2	12	0.6	9	0.4
	기타	31	1.3	15	0.8	23	1.1
극피동물	거미불가사리류	33	1.4	34	1.8	34	1.6
	성게류	2	0.1	3	0.2	2	0.1
	해삼류	2	0.1	1	0.0	1	0.0
기 타		39	1.6	80	4.1	59	2.7
계		2414	100.0	1928	100.0	2171	100.0

표 1-2-15. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 개체수(/0.4m²) (2004년 종합)

Table 1-2-15. Density of macrobenthos in soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Taxon & species	Station															Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
환형동물(Annelida)																
갯지렁이류(Polychaeta)																
<i>Lepidasthenia maculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Eunoe oerstedii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Polynoidae unid. 116C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thalenessa digitata</i>	1	1	0	2	3	5	1	10	1	0	6	0	1	7	0	38
<i>Hemipodus yenourensis</i>	1	8	5	0	0	19	9	0	13	3	3	1	0	28	7	97
<i>Sthenelais fusca</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Sthenolepis japonica</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Sthenolepis yhleni</i>	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0	15
<i>Nothria shirikishinaiensis</i>	0	0	3	0	0	0	0	1	1	9	0	5	0	0	3	22
<i>Onuphis willemoesii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eunice antennata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Lumbrineris japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	4	15	26
<i>Scoletoma nipponica</i>	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Scoletoma heteropoda</i>	0	2	0	0	1	1	0	0	7	1	0	4	1	2	0	19
Lumbrineridae unid. 147B	0	0	1	0	0	2	1	0	2	3	0	1	0	1	2	13
<i>Scoletoma longifolia</i>	0	145	259	2	1	362	324	0	162	126	0	24	7	15	45	1472
<i>Lumbrineris bifurcata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lumbrinerides hayashii</i>	30	0	1	55	7	0	0	16	0	0	2	0	66	0	0	177
<i>Dorvillea matsushimaensis</i>	0	0	1	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	2	3	11
<i>Glycera alba</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Naineris lavigata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	3	1	11	7	2	5	29	4	0	46	13	2	16	1	2	142
<i>Phylo fimbriatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	4
<i>Scoloplos armiger</i>	4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Aricidea (Allia) elongata</i>	0	2	1	0	0	1	83	1	7	16	4	9	1	4	2	131
<i>Aricidea (Aedicira) belgicae</i>	0	0	1	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	8
<i>Cirrophorus miyakoensis</i>	0	2	24	1	0	1	3	0	5	9	0	2	0	3	0	50
<i>Paradoneis nipponica</i>	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	14
<i>Aricidea (Allia) antennata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	6
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	415	7	5	1	637	91	9	490	3	225	1	158	1102	1	3145
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Boccardia uncata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	9
<i>Polydora unid. 161B</i>	0	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	3	1	0	0	3	6	0	4	1	1	0	0	1	0	20
<i>Prionospio (A.) krusadensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Prionospio japonicus</i>	0	24	1	0	2	58	8	0	0	0	0	0	0	9	0	102
<i>Prionospio (P.) bocki</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	2	5	13
<i>Prionospio (P.) paradisea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Rynchospio glutaea</i>	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Prionospio (P.) variegata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Prionospio unid. 164M</i>	34	34	16	0	0	257	24	0	28	0	0	1	1	1	0	396
<i>Laonice cirrata</i>	0	0	1	1	6	0	0	0	1	1	10	0	13	1	0	34
<i>Spio filicornis</i>	0	1	0	8	0	1	2	37	0	2	1	1	0	0	4	57
<i>Dispio oculata</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nerinides yamaguchii</i>	0	0	2	0	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	10
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	0	8	0	0	0	7	3	0	1	1	3	6	1	10	3	43
<i>Magelona japonica</i>	8	35	16	0	0	40	16	0	30	824	32	19	4	10	2	1036
<i>Telespavirus costarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Chaetozone spinosa</i>	0	3	2	0	0	8	0	0	20	0	0	0	0	1	0	34
<i>Chaetozone setosa</i>	17	8	32	9	3	10	42	8	20	7	59	12	10	3	7	247
<i>Chaetozone unid. 176E</i>	0	1	0	0	0	2	3	0	2	0	0	0	0	1	0	9
<i>Chaetozone unid. 176F</i>	0	0	0	0	0	29	235	0	12	11	0	6	3	10	4	310
<i>Acrocirrus validus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	5	5
<i>Timarete antarctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	1	9
<i>Cirriformia tentaculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cirriformia chrysoderma</i>	0	0	0	0	0	5	2	0	0	3	0	1	0	6	0	17
<i>Tharyx tessellata</i>	0	1	8	0	0	6	0	0	126	0	0	0	0	26	1	168
<i>Brada villosa</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	5
Flabelligeridae unid. 182E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	0	65	0	0	5	38	0	5	41	0	102	0	8	80	344
<i>Travisia japonica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
<i>Travisia pupa</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Armandia lanceolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	4
<i>Ammotrypane aulogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Euzonus ezoensis</i>	6	0	0	5	3	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	22

표 1-2-15. 계속

Table 1-2-15. Continued

<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
<i>Capitella capitata</i>	0	121	11	0	0	141	37	0	16	2	1	3	2	43	2	379
<i>Notomastus latericeus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10	0	13
<i>Rhodine loveni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Glycera chirori</i>	1	12	5	3	0	4	1	0	14	8	12	1	3	7	8	79
<i>Clymenella koreana</i>	0	0	87	0	0	20	84	0	56	3	0	13	2	37	39	341
<i>Praxillella affinis</i> ㄹ	0	61	14	0	0	34	10	0	95	38	0	26	0	4	8	290
<i>Praxillella gracillii</i>	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4
<i>Praxillella pacifica</i>	0	2	3	0	0	15	2	0	2	2	0	0	1	1	3	31
<i>Asychis pigmentata</i>	0	0	4	0	0	1	5	0	0	14	0	41	1	0	7	73
<i>Asychis gotoi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Asychis disparidentata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Maldane cristata</i>	0	0	21	0	0	0	8	0	5	0	0	0	0	0	0	34
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>Myriochele oculata</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9	0	7	0	0	1	19
<i>Goniada japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	19	10	2	1	1	35
<i>Lagis bocki</i>	0	4	5	0	0	4	2	0	3	2	1	2	1	7	4	35
<i>Melinna elisabethae</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	10	0	2	20	37
<i>Ampharete arctica</i>	0	8	2	0	0	0	5	0	0	0	0	3	0	3	9	30
<i>Amphicteis gunneri</i>	0	2	3	0	0	0	2	0	2	1	0	6	0	0	1	17
<i>Amage auricula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Amphisamytha japonica</i>	0	0	45	0	0	3	8	0	4	2	0	19	0	1	2	84
<i>Goniada maculata</i>	0	9	10	0	0	10	4	0	16	34	0	16	2	0	23	124
<i>Polycirrus nervosus</i>	0	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Thlepus setosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Thelepus japonicus</i>	0	0	27	0	0	0	6	0	7	9	0	39	0	0	23	111
<i>Pista cristata</i>	0	2	0	0	0	15	0	0	10	0	0	17	0	18	7	69
<i>Amphitrite edwardsii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amphitrite cirrata</i>	0	10	2	0	0	41	5	0	77	5	0	1	0	66	3	210
<i>Amphitrite oculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3
<i>Terebella ehrenbergi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
<i>Terebella punctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Terebellides stroemii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	7	2	0	1	0	0	0	11
<i>Sabellastarte zebuensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Euchone alicaudata</i>	0	5	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	11
<i>Chone teres</i>	0	7	1	0	0	15	4	0	9	0	11	4	1	60	0	112
<i>Sabellidae unid. 253C</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ditrupa arietina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Micropodarke dubia</i>	1	1	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	6
<i>Hesiospina similis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sigambra tentaculata</i>	0	15	9	0	0	25	12	0	8	7	0	0	1	4	0	81
<i>Pilargis matsunagaensis</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Polychaeta unid. 310</i>	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Polychaeta unid. 316</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trypanosyllis zebra</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Typosyllis aciculata orientalis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	7	0	0	0	0	4	2	15
<i>Eulalia viridis</i>	0	4	1	0	0	5	1	0	7	1	0	0	0	3	0	22
<i>Typosyllis fasciata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Typosyllis prolifera</i>	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15
<i>Haplosyllis tentaculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Eulalia bilineata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	5
<i>Anaitides maculata</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0	1	1	0	0	0	11
<i>Anaitides chinensis</i>	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6
<i>Nereis pelagica</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	4
<i>Anaitides koreana</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nephtys polybranchia</i>	0	8	4	3	1	6	1	0	4	1	5	3	1	1	2	40
<i>Nephtys caeca</i>	3	15	0	0	0	19	7	0	3	2	1	1	2	2	0	55
<i>Nephtys californiensis</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	1	2	0	10
<i>Nephtys unid. 87C</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Aglaophamus sinensis</i>	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Aglaophamus gippslandicus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aphrodita aculeata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
연체동물(Mollusca)																
미공류(Caudofoveata)																
<i>Chaetoderma japonicum</i>	0	0	4	0	0	1	2	0	0	18	0	10	0	0	0	35
다판류(Polyplacophora)																
<i>Lepidozona albrechtii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
복족류(Gastropoda)																
<i>Cryptonatica wakkanaiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Olivella fulgurata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Philine argentata</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	2	0	8
<i>Phestilla melanobranchia</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Umbonium costatum</i>	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
이매패류(Bivalvia)																
<i>Thyasira torunagai</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3

표 1-2-15. 계속

Table 1-2-15. Continued

<i>Thestyleda yokoyamai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Tenuileda ikebei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Scintilla violescens</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyclocardia ferruginea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cyclocardia erimoensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Clinocardium californiense</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Yoldia (Y.) amygdalea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Macoma praetexta</i>	0	51	4	0	0	15	0	0	0	0	0	0	2	0	72
<i>Bivalvia unid. 18C</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5
<i>Nitidotellina iridella</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nitidotellina nitidula</i>	0	8	0	0	0	4	0	0	1	0	3	0	1	5	22
<i>Nitidotellina unid. 198A</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Tellinides ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Siliqua pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	5
<i>Bivalvia unid. 25CB</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11
<i>Gomphina aequilatera</i>	4	0	0	8	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	15
<i>Veneridae unid. 257B</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Acila divaricata</i>	0	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	10
<i>Laternula boschasina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Thracia kakumana</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Periploma japonicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Bivalvia unid. 313</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Glycymeris asperae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Bivalvia unid. 45</i>	0	27	148	1	0	87	169	0	26	19	1	9	0	8	495
<i>Bivalvia unid. 5E</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Musculus senhausia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bivalvia unid. 7B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Bivalvia unid. 8</i>	0	23	5	0	0	48	4	0	2	0	0	0	0	0	82
<i>Bivalvia unid. 8G</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	6
<i>Nucula paulula</i>	0	8	8	0	0	15	10	0	26	2	0	0	0	2	71
절지동물(Arthropoda)															
갑각류(Amphipoda)															
<i>Gammaridea unid. 142B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Gammaridea unid. 143</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Gammaridea unid. 143B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Gammaridea unid. 201</i>	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Gammaridea unid. 201A</i>	0	7	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Gammaridea unid. 201C</i>	0	5	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	10
<i>Gammaridea unid. 204</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gammaridea unid. 21B</i>	0	6	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	10
<i>Gammaridea unid. 212</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Gammaridea unid. 212B</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	5
<i>Gammaridea unid. 22</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5
<i>Gammaridea unid. 23</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	9	16
<i>Gammaridea unid. 232C</i>	0	9	0	0	0	4	0	0	2	0	2	0	0	0	17
<i>Gammaridea unid. 233M</i>	2	29	1	0	1	16	8	0	4	7	2	3	1	2	79
<i>Gammaridea unid. 233N</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	7
<i>Gammaridea unid. 26</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
<i>Synchelidium lenorostralum</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	6
<i>Grandifoxus vulpinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Mandibulopoxus mai</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gammaridea unid. 51</i>	36	1	0	14	1	6	0	1	2	0	32	0	4	8	106
<i>Gammaridea unid. 51B</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ampelisca cyclops iyoensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Ampelisca bocki</i>	0	39	1	0	0	22	3	1	20	0	4	1	1	10	106
<i>Ampelisca unid. 61E(N)</i>	1	0	41	0	0	0	17	0	0	4	0	1	1	2	69
<i>Ampelisca unid. 61G</i>	0	0	0	0	4	9	0	0	17	0	0	0	0	0	31
<i>Gammaridea unid. 62</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gammaridea unid. 62B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
<i>Gammaridea unid. 64</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Gammaridea unid. 67</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Melita unid. 69C</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Urothoe unid. 6C</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6
<i>Gammaridea unid. 72D</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	6
<i>Corophium acherusicum</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Gammaridea unid. 77B</i>	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	1	0	0	8
<i>Gammaropsis japonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	8
<i>Caprellidea sp. 0</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
십각류(Decapoda)															
<i>Blepharipoda liberata</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Callinassa japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Diogenes edwardsii</i>	6	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	10
<i>Anomura unid. 24</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pagurus gracilipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Charybdis unid. 101A</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Thalamita sima</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

표 1-2-15. 계속

Table 1-2-15. Continued

<i>Paradorippe granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Philyra syndactyla</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Charybdis (G.) bimaculata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lucifer reynaudy</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Caridea unid. 3C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Latreutes planirostris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Crangon affinis</i>	0	2	0	0	2	1	0	0	11	2	0	0	0	1	0	19
<i>Crangon hakodatei</i>	1	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	1	0	8
기타 갑각류(Other crustaceans)																
Copepoda sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Cumacea unid. 1	0	13	0	0	0	23	1	0	2	0	0	2	0	3	2	46
Cumacea unid. 1B	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cumacea unid. 18	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	5
Cumacea unid. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Cumacea unid. 5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cumacea unid. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Cumacea unid. 8	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Cumacea unid. 9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	6
Cumacea unid. 9B	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Symmium caudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Idoteidae unid. 30G	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	6
Idoteidae unid. 30H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Anthuridae unid. 31	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cirolanidae unid. 36D	0	0	0	1	3	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Rocinela maculate</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Nebalia bipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	17	0	0	0	0	18
Mysidacea unid. 1	2	0	0	0	3	0	0	5	0	1	1	0	7	0	0	19
Ostracoda unid. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
극피동물(Echinodermata)																
거미불가사리류(Ophiuroidea)																
Ophiuroidea unid. 1C	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ophiura</i> unid. 100B	0	4	49	0	0	3	28	0	9	0	0	29	0	0	0	122
<i>Ophiopholis mirabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Amphiodia craterodmeta</i>	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	0	0	2	11
<i>Amphipholis sobrina</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amphipholis kochii</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	6
<i>Ophiura sarsii</i>	0	0	7	0	0	3	2	0	2	18	0	12	0	1	12	57
성게류(Echinoidea)																
<i>Schizaster lacunosus</i>	0	0	0	0	0	1	4	1	2	0	6	0	0	0	0	14
해삼류(Holothuroidea)																
<i>Pseudocnus</i> unid. 145B	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Molpadia</i> unid. 156A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Holothuroidea unid. 156C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Holothuroidea unid. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3
Holothuroidea unid. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
기타(Others)																
Actinaria unid. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1110	0	0	0	0	0	1	1
Actinaria unid. 3	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	14	0	21
Actinaria unid. 9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Glandiceps hacksi</i>	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	7
<i>Balanoglossus carnosus</i>	0	5	0	0	0	21	0	0	25	0	0	0	0	3	0	54
Nemertina unid. 11	0	2	1	0	0	1	3	0	4	1	0	0	0	0	0	12
Nemertina unid. 16	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Nemertina unid. 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nemertina unid. 3	1	0	0	0	1	11	12	0	2	2	0	0	0	0	0	29
Nemertina unid. 4	1	12	7	0	0	14	4	0	12	10	0	4	0	5	2	71
Nemertina unid. 7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Nemertina unid. 8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	8
<i>Priapulus bicaudatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sipunculida unid. 13	0	40	0	0	0	57	9	0	0	0	0	0	0	22	0	128
Sipunculida unid. 5C	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Sipunculida unid. 5D	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sipunculida unid. 5G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sipunculida unid. 8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	6
평균개체수 (/m ²)	435	3338	2558	365	185	5693	3633	298	3773	3405	1325	1370	870	4230	1090	2171
총종수	29	87	77	29	30	109	85	2191	62	57	76	48	92	69		268

(나) 정점별 개체수

2004년도의 자료를 종합한 정점별 개체수의 분포는 표 1-2-16과 같다. 정점 6에서 5,693개체/m²로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 14에서 4,230개체/m²가 출현하였다. 한편, 정점 5에서는 185개체/m²로 가장 적게 출현되었다. 2004년 9월에는 정점 6에서 가장 많이 출현하였고(7,160개체/m²), 다음으로 정점 7에서 4,270개체(/m²)로 많이 출현하였다(표 2-1-18). 한편, 정점 5에서는 155개체(/m²)로 가장 적게 출현되었다. 한편, 정점 1, 4, 8, 15에서는 785개체(/m²) 이하로 적게 출현하였다. 11월에는 정점 14에서 5,040개체/m²로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 6에서 4,225개체/m², 정점 9에서 3,995개체/m²로 많이 출현하였다. 정점 5에서 215개체/m²로 가장 적게 출현하였다. 한편 정점 1, 4, 8, 13에서도 515개체/m² 이하로 적게 출현하였다.

표 1-2-16. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물 군집의 정점별 개체수의 분포 (/m²) (2004년도)

Table 1-2-16. The number of individuals at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Month/ station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Sep	540	4200	3185	330	155	7160	4270	240	3550	4150	1740	1260	1225	3420	785	2414
Nov	330	2475	1930	400	215	4225	2995	355	3995	2660	910	1480	515	5040	1395	1928
Total	435	3338	2558	365	185	5693	3633	298	3773	3405	1325	1375	870	4230	1090	2171

(3) 생체량

(가) 생체량 조성

2004년도의 2회에 걸쳐 조사된 결과를 종합한 결과는 표 1-2-17, 18과 같다. 생체량은 평균 85.30 gwwt/m²였다. 생체량 조성에서 환형동물이 37.2%(31.69 gwwt/m²), 연체동물이 7.3%(6.20 gwwt/m²), 절지동물이 7.3%(6.24 gwwt/m²), 극피동물이 46.8%(39.93 gwwt/m²)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었고 전체의 4.1%(3.49 gwwt/m²)를 차지하였다. 절지동물 중에서는 십각류가 우점적이었으며 전체의 6.4%(5.45 gwwt/m²)를 차지하였다. 그리고, 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 33.2%(28.29 gwwt/m²)를 차지하였다. 2004년 9월에 조사된 저서동물의 생체량 조성에서 환형동물이 47.2%(46.22 gwwt/m²), 연체동물이 9.6%(9.41 gwwt/m²), 절지동물이 6.2%(6.04 gwwt/m²)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 전체의

4.9%(4.78 gwwt/m²)를 차지하였다. 그리고, 절지동물 중에서는 십각류가 우점적이었으며 전체의 5.2%(5.11 gwwt/m²)를 차지하여 네번째로 우점적인 동물군이였다. 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 23.0%(22.51 gwwt/m²)를 차지하였다. 11월에 조사된 저서동물의 생체량 조성에서 환형동물이 23.6%(17.15 gwwt/m²), 연체동물이 4.1%(2.98 gwwt/m²), 절지동물이 8.9%(6.45 gwwt/m²), 극피동물이 61.2%(44.53 gwwt/m²)를 차지하였다. 환형동물의 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 전체의 3.0%(2.20 gwwt/m²)를 차지하였다. 절지동물 중에서는 십각류가 우점적이었으며 전체의 8.0%(5.79 gwwt/m²)를 차지하여 네 번째로 우점적인 동물군이였다. 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 46.8%(34.07 gwwt/m²)를 차지하였다.

표 1-2-17. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물의 생체량 (gwwt/m²) 조성

Table 1-2-17. Biomass composition of macrobenthos in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

동 물 군		8월		11월		종합	
		생체량	%	생체량	%	생체량	%
환형동물	갯지렁이류	46.22	47.2	17.15	23.6	31.69	37.2
	미공류	0.01	0	0.01	0	0.01	0
연체동물	다판류	0	0	0.11	0.2	0.06	0.1
	복족류	4.62	4.7	0.66	0.9	2.64	3.1
	이매패류	4.78	4.9	2.20	3.0	3.49	4.1
절지동물 갑각류	단각류	0.87	0.9	0.59	0.8	0.73	0.8
	십각류	5.11	5.2	5.79	8.0	5.45	6.4
	기타	0.06	0.1	0.07	0.1	0.06	0.1
극피동물	거미불가사리류	12.78	13.1	10.38	14.3	11.57	13.5
	성게류	22.51	23.0	34.07	46.8	28.29	33.2
	해삼류	0.06	0.1	0.08	0.1	0.07	0.1
기 타		0.86	0.9	1.62	2.2	1.24	1.5
계		97.88	100.0	72.73	100.0	85.30	100.1

표 1-2-18. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물 군집의 생체량(g-wwt/0.4m²)

Table 1-2-18. Biomass of macrobenthos in soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Taxon & species	Station															Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
관형동물(Annelida)																
갯지렁이류(Polychaeta)																
<i>Lepidasthenia maculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunoe oerstedea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.12
Polynoidae unid. 116C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalenessa digitata</i>	0.07	0.11	0	0.02	0.59	0.55	0	0.8	0.02	0	0.29	0	0.34	0.51	0	3.3
<i>Hemipodus yenourensis</i>	0	0.05	0	0	0	0.09	0	0	0.03	0.02	0	0	0	0.17	0.02	0.38
<i>Sthenelais fusca</i>	0	0.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.57
<i>Sthenolepis japonica</i>	0	0	0	0	0	0.04	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.14
<i>Sthenolepis yhleni</i>	0.01	0	0	0	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0.29	0	0	0.33
<i>Nothria shirikishinaiensis</i>	0	0	0.21	0	0	0	0	0.03	0.02	0.26	0	0.23	0	0	0.08	0.83
<i>Onuphis willemoesii</i>	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Eunice antennata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.27
<i>Lumbrineris japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.06	0	0.22	0.39	0.7
<i>Scoletoma nipponica</i>	0	0.07	0.03	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12
<i>Scoletoma heteropoda</i>	0	0.17	0	0	0	0.05	0	0	0.39	0.02	0	0.23	0.02	0.08	0	0.96
Lumbrineridae unid. 147B	0	0	0.01	0	0	0.15	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0.02	0.24
<i>Scoletoma longifolia</i>	0	1.23	1.67	0.02	0	1.6	1.27	0	0.96	0.55	0	0.32	0.03	0.08	0.25	7.98
<i>Lumbrineris bifurcata</i>	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Lumbrinerides hayashii</i>	0.3	0	0.02	0.33	0.05	0	0	0.12	0	0	0.02	0	0.47	0	0	1.31
<i>Dorvillea matsushimaensis</i>	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Glycera alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Näneris lavigata</i>	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	0	0.01	0.12	0.11	0	0	0.07	0.03	0	0.38	0.08	0.02	0.14	0	0	0.96
<i>Phylo fimbriatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.05	0	0.45
<i>Scoloplos armiger</i>	0.1	0.12	0.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.66
<i>Aricidea (Allia) elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0.21	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.22
<i>Aricidea (Aedicira) belgicae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirrophorus miyakoensis</i>	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Paradoneis nipponica</i>	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.04
<i>Aricidea (Allia) antennata</i>	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	5.51	0.02	0.02	0	4.88	0.79	0.08	3.87	0.03	1.66	0	1.13	7.17	0	25.16
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Boccardia uncata</i>	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0.05
<i>Polydora unid. 161B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0.03	0	0	0	0	0.08	0	0	0	0.06	0	0	0.11	0	0.28
<i>Prionospio (A.) krusadensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio japonicus</i>	0	0.01	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.06
<i>Prionospio (P.) bocki</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0.01	0	0	0.01	0.01	0.08
<i>Prionospio (P.) paradisea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rynchospio glutatae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio (P.) variegata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio unid. 164M</i>	0.09	0.08	0.06	0	0	0.53	0.04	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0.83
<i>Laonice cirrata</i>	0	0	0.11	0	0.01	0	0	0	0	0	0.02	0	0.03	0	0	0.17
<i>Spio filicornis</i>	0	0	0	0.02	0	0	0	0.09	0	0.31	0	0	0	0	0.12	0.54
<i>Dispio oculata</i>	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Nerimides yamaguchii</i>	0	0	0.04	0	0	0.02	0.04	0	0.02	0.02	0	0	0	0.03	0	0.17
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	0	0.03	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0.11
<i>Magelona japonica</i>	0.01	0.21	0.19	0	0	0.32	0.08	0	0.21	8.3	0.04	0.08	0.01	0.07	0.02	9.54
<i>Telesavus costarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone spinosa</i>	0	0.03	0	0	0	0.05	0	0	0.21	0	0	0	0	0	0	0.29
<i>Chaetozone setosa</i>	0.08	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.1	0.03	0.04	0.02	0.13	0.03	0.03	0	0.02	0.59
<i>Chaetozone unid. 176E</i>	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Chaetozone unid. 176F</i>	0	0	0	0	0	0.03	0.6	0	0.04	0.02	0	0.01	0	0.02	0	0.72
<i>Acrocirrus validus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.05	0.13
<i>Timarete antarctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.01	0.05
<i>Cirriformia tentaculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0.05
<i>Cirriformia chrysoderma</i>	0	0	0	0	0	0.21	0.09	0	0	0.04	0	0.01	0	0.09	0	0.44
<i>Tharyx tessellata</i>	0	0.02	0.11	0	0	0.04	0	0	1.89	0	0	0	0	0.4	0	2.46
<i>Brada villosa</i>	0	0.01	0	0	0	0	0.05	0	0	0.03	0	0	0	0	0.02	0.11
Flabelligeridae unid. 182E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	0	0.67	0	0	0.04	0.39	0	0.04	0.48	0	0.97	0	0.09	0.97	3.65
<i>Travisia japonica</i>	1.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	1.2
<i>Travisia pupa</i>	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03
<i>Armandia lanceolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammotrypane aulogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02

표 1-2-18. 계속

Table 1-2-18. Continued

<i>Euzonus ezoensis</i>	0.12	0	0	0.11	0.08	0	0	0.02	0	0	0	0.03	0	0	0.36	
<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0.05	
<i>Capitella capitata</i>	0	0.32	0.02	0	0	0.35	0.07	0	0.15	0	0	0.01	0.02	0.19	0	1.13
<i>Notomastus latericeus</i>	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.08	0	0.14
<i>Rhodine loventi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
<i>Glycera chirori</i>	0.01	0.94	0.6	0.01	0	0.05	0.61	0	0.51	5.28	0.3	0.71	0.05	0.14	0.96	10.17
<i>Clymenella koreana</i>	0	0	2.16	0	0	0.64	1.97	0	0.85	0.05	0	0.19	0.02	0.25	0.66	6.79
<i>Praxillella affinis</i> ♀	0	0.31	0.16	0	0	0.39	0.14	0	0.89	0.55	0	0.28	0	0	0.35	3.07
<i>Praxillella gracillis</i>	0	0	0.12	0	0	0	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0.37	0.78
<i>Praxillella pacifica</i>	0	0	0.18	0	0	0.46	0.09	0	0.12	0.16	0	0	0.02	0.03	0.13	1.19
<i>Asychis pigmentata</i>	0	0	0.32	0	0	0.04	0.02	0	0	0.33	0	0.81	0.05	0	0.07	1.64
<i>Asychis gotoi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0.09
<i>Asychis disparidentata</i>	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0.08
<i>Maldane cristata</i>	0	0	0.23	0	0	0	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0	0	0	0.12
<i>Myriochele oculata</i>	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.03	0	0	0	0.05
<i>Goniada japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.29	0.14	0.05	0.03	0.02	0.54
<i>Lagis bocki</i>	0	0.28	1.64	0	0	0.04	0.37	0	0.04	0.09	0.07	1.05	0.02	0.18	0	3.78
<i>Melinna elisabethae</i>	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.02	0	0	0.02	0	0	0.24	0.31
<i>Ampharete arctica</i>	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0.08	0	0	0.16	0.29
<i>Amphicteis gunneri</i>	0	0	0.12	0	0	0	0.15	0	0.09	0	0	0.06	0	0	0.06	0.48
<i>Amage auricula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphisamytha japonica</i>	0	0	0.83	0	0	0.03	0.16	0	0.09	0.03	0	0.19	0	0	0.03	1.36
<i>Goniada maculata</i>	0	0.13	0.24	0	0	0.16	0.08	0	0.37	0.61	0	0.31	0.04	0	0.4	2.34
<i>Polycirrus nervosus</i>	0	0.36	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39
<i>Thlepus setosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.04
<i>Thlepus japonicus</i>	0	0	2.21	0	0	0	0.39	0	0.30	0.42	0	3.11	0	0	1.9	8.33
<i>Pista cristata</i>	0	0.04	0	0	0	0.08	0	0	0.10	0	0	1.27	0	0.24	0.04	1.77
<i>Amphitrite edwardsii</i>	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Amphitrite cirrata</i>	0	0.12	0	0	0	0.14	0.11	0	0.46	0.06	0	0.02	0	0.3	0.02	1.23
<i>Amphitrite oculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02
<i>Terebella ehrenbergi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.09
<i>Terebella punctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.69	0.69
<i>Terebellides stroemii</i>	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.13	0.13	0	0.14	0	0	0	0.42
<i>Sabellastarte zebuensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0.21
<i>Euchone alicaudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chone teres</i>	0	0.03	0	0	0	0.03	0.03	0	0.06	0	0.03	0.06	0	0.23	0	0.47
Sabellidae unid.253C	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Ditrupa arietina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03
<i>Micropodarke dubia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesiospina similis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigambra tentaculata</i>	0	0.01	0	0	0	0.04	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.07
<i>Pilargis matsunagaensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta unid. 310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta unid. 316	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trypanosyllis zebra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Typosyllis aciculata orientalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.04
<i>Eulalia viridis</i>	0	0.02	0	0	0	0.02	0	0	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0.06
<i>Typosyllis fasciata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02
<i>Typosyllis prolifera</i>	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.03
<i>Haplosyllis tentaculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
<i>Eulalia bilimeata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0.04	0	0.1
<i>Anaitides maculata</i>	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0.04	0.29	0	0	0	0.39
<i>Anaitides chinensis</i>	0	0.05	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0.13
<i>Nereis pelagica</i>	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
<i>Neanithes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.02	0	0.06
<i>Anaitides koreana</i>	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Nephtys polybranchia</i>	0	0.04	0	0.02	0	0.03	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.1
<i>Nephtys caeca</i>	0.18	0.07	0	0	0	0.91	0.44	0	0	0	0	0	0.07	0	0	1.67
<i>Nephtys californiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.02	0	0	0	0.04	0	0.07
<i>Nephtys unid. 87C</i>	0	0	5.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.17
<i>Aglaophamus sinensis</i>	0.11	0.04	0	0.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59
<i>Aglaophamus gippslandicus</i>	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Aphrodita aculeata</i>	0	0	21.35	0	0	43.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.0
연체동물(Mollusca)																
미공류(Caudofoveata)																
<i>Chaetoderma japonicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.02	0	0	0	0.06
다관류(Polyplacophora)																
<i>Lepidozona albrechtii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34	0.34
복족류(Gastropoda)																
<i>Cryptonatica wakkanaiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	0	0	0	0	0	0	0.59
<i>Olivella fulgurata</i>	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Philine argentata</i>	0	0.02	0	0	0	0.04	0.01	0	0.11	0	0.01	0	0.14	0.01	0	0.34
<i>Phestilla melanobranchia</i>	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
<i>Umbonium costatum</i>	6.46	0	0	5.15	0	0	0	0	0	0	0	0	3.23	0	0	14.84
이매패류(Bivalvia)																
<i>Thyasira torunagai</i>	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02

표 1-2-18. 계속

Table 1-2-18. Continued

<i>Thestyloda yokoyamai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28	0.28
<i>Tenuileda ikebei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.05
<i>Scintilla virescens</i>	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Cyclocardia ferruginea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.76	0	1.76
<i>Cyclocardia erimoensis</i>	0	0	0	0	0	0	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0.21
<i>Clinocardium californiense</i>	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.06
<i>Yoldia (Yoldia) amygdalea</i>	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0	0.62	0	0	0	0	0.78
<i>Macoma praetexta</i>	0	0.43	0.39	0	0	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	1.18
<i>Bivalvia unid. 18C</i>	0	0	0	0	0.28	0	0	0	0	0	0.01	0	0.08	0	0.37
<i>Nitidotellina iridella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitidotellina nitidula</i>	0	0.15	0	0	0	0.09	0	0	0.04	0	0.07	0	0.02	0.24	0.61
<i>Nitidotellina unid. 198A</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01
<i>Tellinides ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	3.01	0	0	0	0	0	0	3.01
<i>Siliqua pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.36	0	0.17	0	2.53
<i>Bivalvia unid. 25CB</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0.53
<i>Gomphina aequilatera</i>	0.1	0	0	0.41	0.08	0	0	0.03	0	0	0	0	0.02	0	0.64
<i>Veneridae unid. 257B</i>	0	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13
<i>Acila divaricata</i>	0	0.16	0.67	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0.59	1.51
<i>Laternula boschasina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0.09
<i>Thracia kakumana</i>	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Periploma japonicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0.07
<i>Bivalvia unid. 313</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.23
<i>Glycymeris asperae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03
<i>Bivalvia unid. 45</i>	0	0.21	0.77	0	0	0.38	0.75	0	0.1	0.06	0	0	0	0.03	2.3
<i>Bivalvia unid. 5E</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01
<i>Musculus senhausia</i>	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0.07
<i>Bivalvia unid. 7B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0.04
<i>Bivalvia unid. 8</i>	0	0.05	0.01	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19
<i>Bivalvia unid. 8G</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.68	0	0	1.34
<i>Nucula paulula</i>	0	0.25	0.14	0	0	0.3	0.13	0	0.29	0	0	0	0	0.03	1.14
절지동물(Arthropoda)															
 갑각류(Amphipoda)															
<i>Gammaridea unid. 142B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 143</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 143B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 201</i>	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.03
<i>Gammaridea unid. 201A</i>	0	0.05	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07
<i>Gammaridea unid. 201C</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 204</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 21B</i>	0	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.17
<i>Gammaridea unid. 212</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 212B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 22</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Gammaridea unid. 23</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.06	0	0.08
<i>Gammaridea unid. 232C</i>	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Gammaridea unid. 233M</i>	0	0.03	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
<i>Gammaridea unid. 233N</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 26</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synchelidium lenorostratum</i>	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Grandifoxus vulpinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mandibulopoxus mai</i>	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Gammaridea unid. 51</i>	0.04	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0.09
<i>Gammaridea unid. 51B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca cyclops iyoensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca bocki</i>	0	0.08	0	0	0	0.03	0	0	0.04	0	0	0	0	0.05	0.03
<i>Ampelisca unid. 61E(N)</i>	0	0	1.7	0	0	0	0.96	0	0	0.23	0	0.07	0.03	0.15	0.1
<i>Ampelisca unid. 61G</i>	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.27	0	0	0	0	0	0.02
<i>Gammaridea unid. 62</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 62B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 64</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 67</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melita unid. 69C</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
<i>Urothoe unid. 6C</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 72D</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corophium acherusicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea unid. 77B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
<i>Gammaropsis japonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caprellidea sp. 0</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
 십각류(Decapoda)															
<i>Blepharipoda liberata</i>	2.30	0	0	2.22	0	0	0	0	0	0	4.59	0	0	0	9.11
<i>Callinassa japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02
<i>Diogenes edwardsii</i>	3.09	0	0	0.47	0	0	0	0	0	0.17	0	0.06	0.03	0	3.82
<i>Anomura unid. 24</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagurus graclipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.76
<i>Charybdis unid. 101A</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29	0	0	0	0.29
<i>Thalamita sima</i>	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Paradorippe granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.02

표 1-2-18. 계속

Table 1-2-18. Continued

<i>Philyra syndactyla</i>	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.49
<i>Charybdis (G.) bimaculata</i>	0	0	0	0	0	3.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.56
<i>Lucifer reynaudy</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caridea unid. 3C</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.24
<i>Latreutes planirostris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crangon affinis</i>	0	0.04	0	0	0.02	0	0	0	0.17	0.04	0	0	0	0	0	0.27
<i>Crangon hakodatei</i>	0.16	0	0	0.15	0	0	4.14	0	0	0.64	0	0	0	0	0	5.09
기타 갑각류(Other crustaceans)																
Copepoda sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 1	0	0.02	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0.07
Cumacea unid. 1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumacea unid. 9B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symmium caudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.04
Idoteidae unid. 30G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Idoteidae unid. 30H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthuridae unid. 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cirolanidae unid. 36D	0	0	0	0	0.01	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Rocinela maculate</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Nebalia bipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0.03
Mysidacea unid. 1	0	0	0	0	0.05	0	0	0.09	0	0	0	0	0.04	0	0	0.18
Ostracoda unid. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
극피동물(Echinodermata)																
거미불가사리류(Ophiuroidea)																
Ophiuroidea unid. 1C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ophiura unid. 100B	0	0.38	17.35	0	0	0	2.94	0	5.05	0	0	6.93	0	0	0	32.65
<i>Ophiopholis mirabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.49	0.49
<i>Amphiodia craterodmeta</i>	0	0.05	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0.21	0	0	0	0.28
<i>Amphipholis sobrina</i>	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09
<i>Amphipholis kochii</i>	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0.68	0	0	1.21	0	0	0	2.99
<i>Ophiura sarsii</i>	0	0	1.63	0	0	0.06	0.01	0	0.16	15.27	0	7.42	0	0.02	8.4	32.97
성게류(Echinoidea)																
<i>Schizaster lacunosus</i>	0	0	0	0	0	17.8	40.74	23.36	28.03	0	59.8	0	0	0	0	169.73
해삼류(Holothuroidea)																
<i>Pseudocnus unid. 145B</i>	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
<i>Molpadia unid. 156A</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0	0	0	0.19
Holothuroidea unid. 156C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	0.07
Holothuroidea unid. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0.03	0.09
Holothuroidea unid. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.04
기타(Others)																
Actinaria unid. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.24
Actinaria unid. 3	0	0.05	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0.02	0.07	0	0.17
Actinaria unid. 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1.27	0	0	0	0	0	0	1.27
<i>Glandiceps hacksi</i>	0	0.08	0.64	0	0	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0.92	1.76
<i>Balanoglossus carnosus</i>	0	0.12	0	0	0	0.18	0	0	0.87	0	0	0	0	0.03	0	1.2
Nemertina unid. 11	0	0.14	0.08	0	0	0	0.08	0	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0.35
Nemertina unid. 16	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Nemertina unid. 2	0	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22
Nemertina unid. 3	0.02	0	0	0	0	0.13	0.08	0	0.11	0.16	0	0	0	0	0	0.5
Nemertina unid. 4	0	0.08	0.02	0	0	0.05	0.02	0	0.04	0.05	0	0	0	0.02	0	0.28
Nemertina unid. 7	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0.09
Nemertina unid. 8	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0	0.31	0	0.19	0	0	0	0.62
<i>Priapulus bicaudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sipunculida unid. 13	0	0.2	0	0	0	0.22	0.03	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0.53
Sipunculida unid. 5C	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Sipunculida unid. 5D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sipunculida unid. 5G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.12
Sipunculida unid. 8	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0.03
평균습중량(g / m ²)																
	37.30	35.05	160.28	24.28	3.20	199.28	151.68	69.30	125.78	90.05	177.30	74.28	16.75	38.30	76.75	85.30

(나) 정점별 생체량

2004년도의 자료를 종합한 생체량의 분포를 정점별로 보면, 정점 6에서 199.28 gwwt/m²으로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 11에서 177.30 gwwt/m², 다음으로 정점 3에서 160.28 gwwt/m²로 많이 출현하였다(표 1-2-19). 정점 5에서는 3.20 gwwt/m²으로 가장 적게 출현하였다. 9월에는 정점 6에서 352.20 gwwt/m²으로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 3에서 244.25 gwwt/m², 다음으로 정점 7에서 142.55 gwwt/m²으로 많이 출현하였다. 한편, 정점 5에서는 5.20 gwwt/m²로 가장 적게 출현하였다. 11월에는 정점 11에서 289.75 gwwt/m²으로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 9에서 197.60 gwwt/m²으로 많이 출현하였다. 그 다음으로 정점 7에서 160.80 gwwt/m²으로 많이 출현하였다. 한편 정점 5에서는 1.20 gwwt/m²으로 극히 적게 출현하였다.

표 1-2-19. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물 군집의 정점별 생체량 분포 (g/m²)

Table 1-2-19. Biomass of macrobenthos at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Month/ station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Sep	49.45	43	244.3	37.5	5.2	352.2	142.6	132.9	53.95	103	64.85	87.6	28.35	34.25	89.15	97.88
Nov	25.15	27.1	76.3	11.05	1.2	46.35	160.8	5.75	197.6	77.1	289.8	60.95	5.15	42.35	64.35	72.73
Total	37.3	35.05	160.3	24.28	3.2	199.3	151.7	69.3	125.8	90.05	177.3	74.28	16.75	38.3	76.75	85.3

(4) 우점종

(가) 개체수 우점종

2004년도의 조사에서 출현된 총 268종 중에서 82종이 개체수 누적의 95% 이상을 차지하였고, 총 개체수 중에서 5% 이상을 차지하는 종은 3종이었다. 이 3종은 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였으며, 이들은 총 개체수의 43.4%를 차지하였다. 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)는 평균 524개체/m²로 총 개체수의 24.1%를 차지하였다.

이들 3종의 정점별 분포는 그림 1-2-24와 같다. 우점도가 가장 높은 민얼굴갯지렁이는 정점 14에서 2,755개체/m²로 가장 많이 분포하였다. 다음으로 정점 6에서 1,593개체/m², 다음으로 정점 9에서 1,225개체/m²가 분포하였다. 한편, 정점 1에서는 분포하지 않았고, 정점 5, 12, 15에서도 3개체/m² 이하로 매우 적게 출현하였다. 두 번째로 우점적인 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 평균 248개체/m²가 출현하여 총 개체수의 11.3%를

차지하였다. 이 갯지렁이는 정점 6에서 905개체/m²로 가장 많이 분포하였으며, 다음으로 정점 3에서 648개체/m²로 우점적으로 분포하였다. 그러나 정점 1, 8, 11에서는 출현하지 않았다. 세 번째로 우점적인 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는 평균 173개체/m²가 출현하여 총 개체수의 8.0%를 차지하였다. 이 갯지렁이는 정점 10에서 2,060개체/m²로 집중적으로 많이 분포하였다. 그러나 정점 4, 정점 5, 정점 8,에서는 출현하지 않았다.

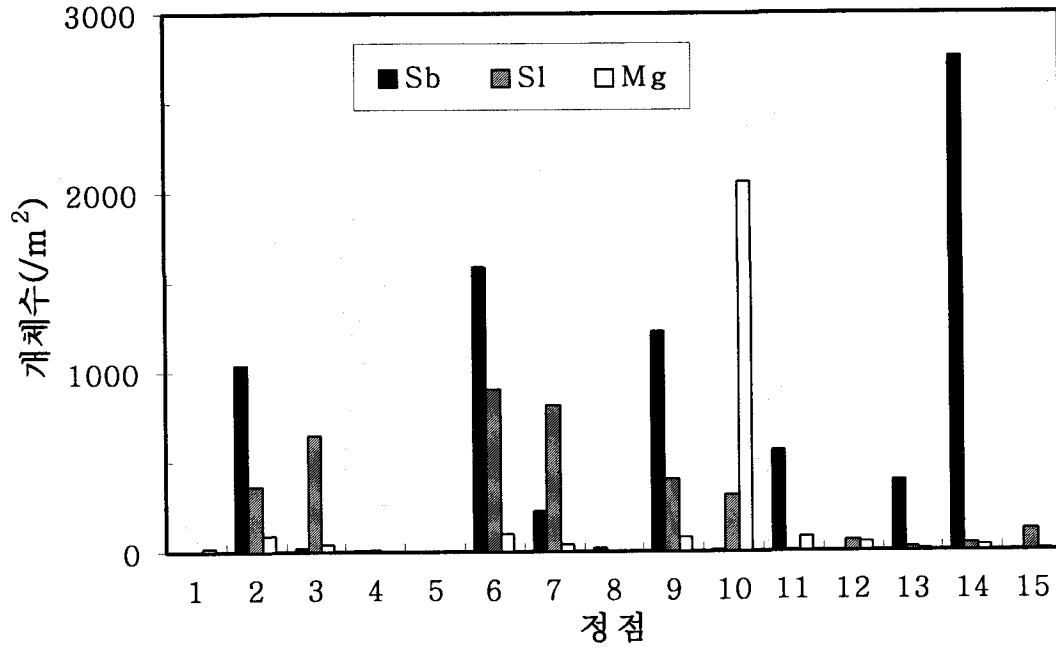


그림 1-2-24. 연질기저 저서동물 중 개체수 우점종의 분포(2004년도 종합). Sb: 민얼굴 갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), Sl: 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), Mj: 양손갯지렁이(*Magelona japonica*).

Fig. 1-2-24. The Number of individual of dominant species at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area.

계절별 출현양상을 볼 때, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)는 9월에 584개체/m²로 가장 많았고, 11월에 약간 감소하여 465개체/m²였다(그림 1-2-25). 두 번째로 우점적인 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 8월에 261개체/m²였고 11월에 229개체/m²로 약간 감소하였다. 3번째로 우점적인 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는 8월에 233개체/m²였고, 11월에 112개체/m²로 약간 감소하였다.

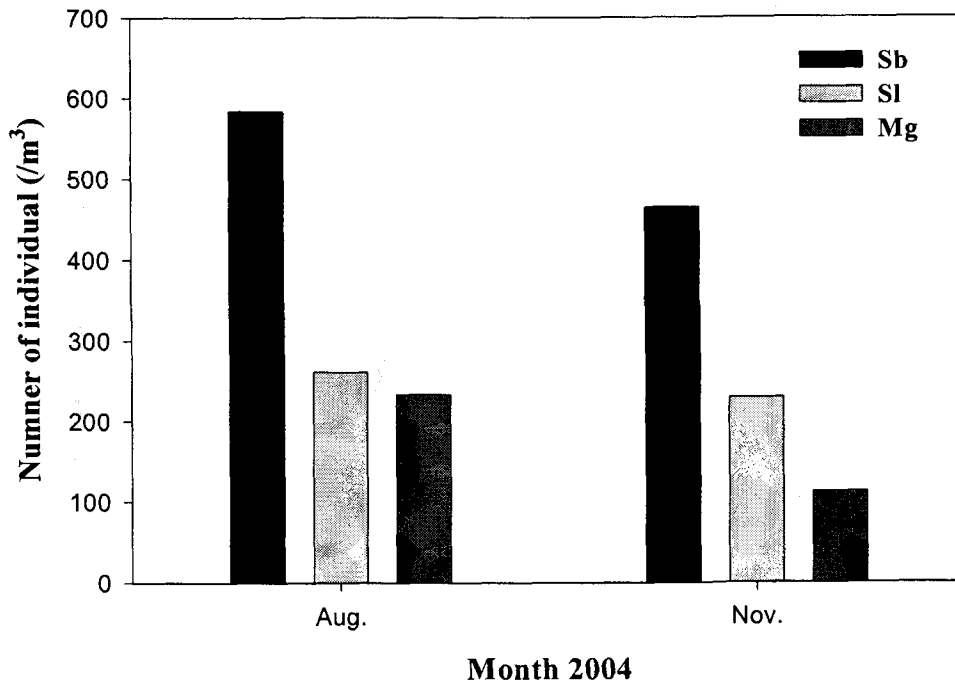


그림 1-2-25. 연질기저에 우점적인 저서동물의 월별 개체수 변화.

Fig. 1-2-25. Variation of density of dominant species in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area.

(나) 생체량 우점종

2004년도의 자료를 종합하면 출현된 268종 중에서 56종이 누적생체량에서 95% 이상을 차지하였다. 생체량에서 5% 이상을 차지한 종은 4종이었다. 이들은 염통성게(*Schizaster lacunosus*), 가시고슴도치갯지렁이(*Aphrodita aculeata*), 살시빗살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*), 빗살거미불가사리류(*Ophiuroidea* unid. 100B)였으며 이들은 총 생체량의 58.7%를 차지하였다.

이들 4종의 정점별 분포는 그림 1-2-26과 같다. 우점도가 가장 높은 염통성게(*Schizaster lacunosus*)는 전체의 33.2%(28.29 gwwt/m²)를 차지하였다. 이 종은 정점 11에서 149.50 gwwt/m², 정점 7에서 101.85 gwwt/m²에 집중적으로 분포하였다. 나머지 정점

에서는 적거나 출현하지 않았다. 두 번째로 우점적인 가시고슴도치갯지렁이 (*Aphrodita aculeata*)는 전체의 12.7%(10.84 gwwt/m²)를 차지하였고, 정점 6에서 109.20 gwwt/m², 정점 3에서 53.38 gwwt/m²으로 집중적으로 분포하였다. 나머지 정점에서는 출현하지 않았다. 세 번째로 우점적인 살시빗살거미불가사리류 (*Ophiura sarsii*)는 전체의 6.4%(5.50 gwwt/m²)를 차지하였고, 정점 10에서 38.18 gwwt/m²로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 정점 15에서 21.00 gwwt/m²으로 많이 분포하였다. 그 다음으로 정점 12에서 18.55 gwwt/m²으로 많이 분포하였다. 나머지 정점에서는 4.08 gwwt/m² 이하로 적거나 출현하지 않았다. 네 번째로 우점적인 빗살거미불가사리류 (*Ophiuroidea* unid. 100B)는 전체의 6.4% (5.44 gwwt/m²)를 차지하였고, 정점 3에서 43.38 gwwt/m²로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 정점 12에서 17.33 gwwt/m²으로 많이 분포하였다. 그 다음으로 정점 9에서 12.63 gwwt/m²으로 많이 분포하였다. 나머지 정점에서는 7.35 gwwt/m²이하로 적거나 출현하지 않았다.

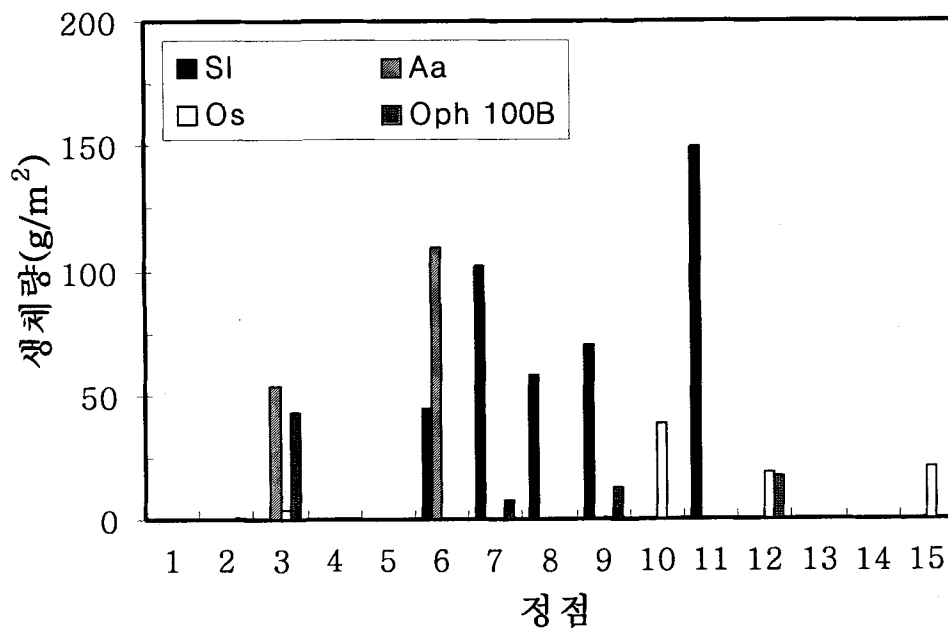


그림 1-2-26. 연결기저에서 생체량 우점적인 저서동물의 생체량분포 (2004년도 종합).
 SI: 엽통성게(*Schizaster lacunosus*), Aa: 가시고슴도치갯지렁이(*Aphrodita aculeata*),
 Os: 살시빗살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*), Oph 100B: 빗살거미불가사리류
 (*Ophiuroidea* unid. 100B).

Fig. 1-2-26. Biomass of biomass-dominant species at each station in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area.

(5) 군집 유사도

2004년도의 2회에 걸친 조사에서 출현한 저서동물 개체수 자료를 이용하여 정점간의 군집유사도 분석을 실시하였다(그림 1-2-27A). 조사기간 동안 출현한 모든 종을 대상으로 분석을 실시한 결과 총 15개 정점은 크게 2개의 내해역과 외해역의 정점군으로 나눌 수 있었으며, 총 출현개체수의 1% 이상을 차지하는 종만을 대상으로 했을 경우 크게 3개의 정점군으로 나누어졌다(그림 1-2-27B). 위에서 언급한 두 번의 유사도분석 결과 울진바다목장 해역의 연결기저 저서동물군집은 크게 해안선에 인접한 연안역의 정점군과 해안선에서 어느 정도 떨어진 외해역의 정점군으로 구분되어졌다.

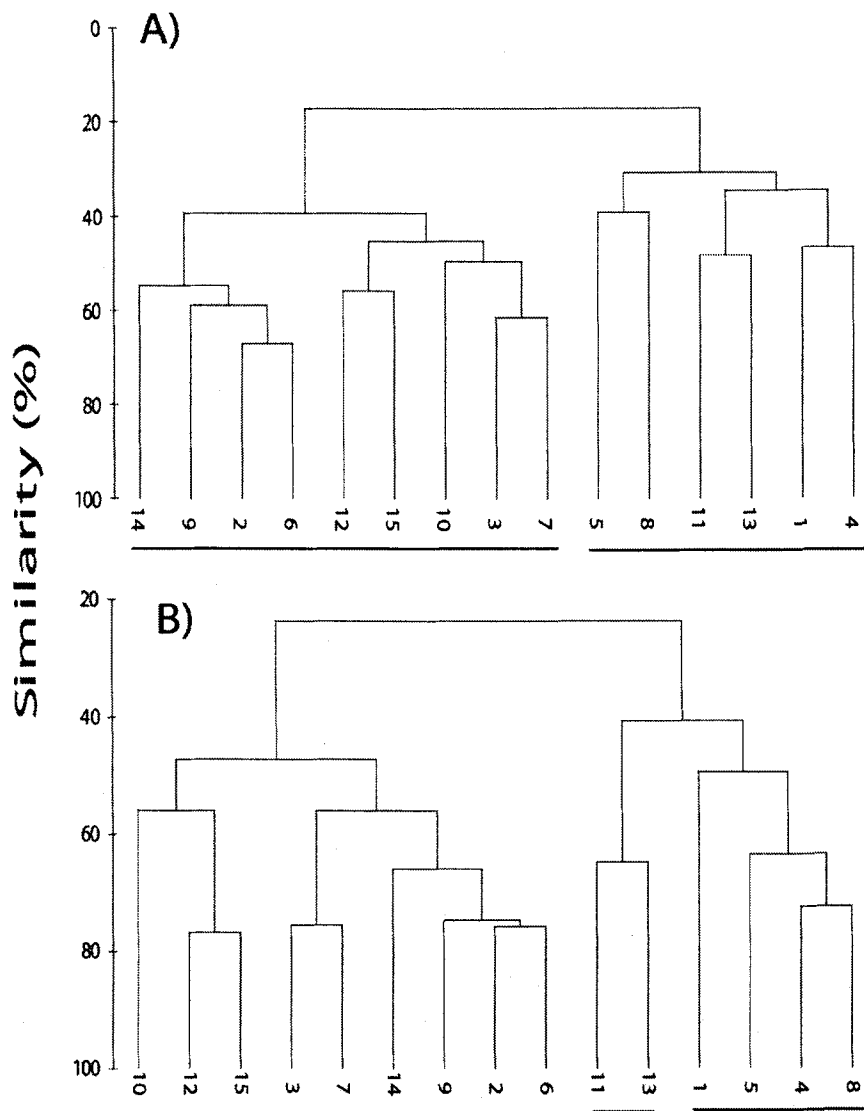


그림 1-2-27. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물군집의 유사도.

Fig. 1-2-27. Dendrogram showing similarity between stations in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area.

한편, 우점종의 종별 개체수 자료의 유사도분석 결과를 다차원척도법(MDS)로 도시해 본 결과에서는 수지도에서 나타난 결과와 같이 크게 세지역 군집으로 구분되어 졌으며, 각 지역 군집내에서도 정점간 차이를 보이는 소정점군이 나타나는 것으로 분석되었다(그림 1-2-28).

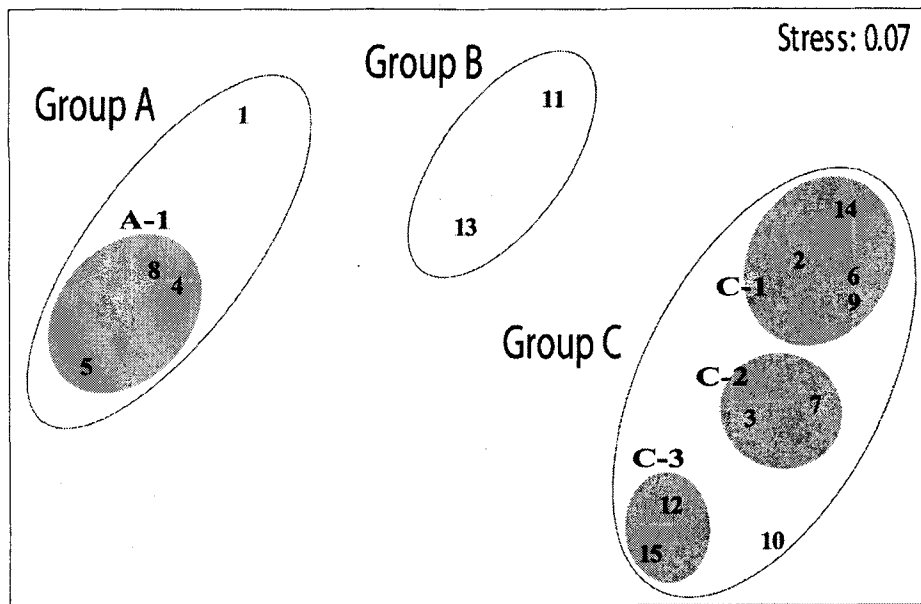


그림 1-2-28. 울진 바다목장의 연질기저 저서동물군집의 다차원척도법 분석 결과.

Fig. 1-2-28. MDS plot for soft bottom macrobenthic community in marine ranching area of Uljin.

유사도 분석에 의한 수지도 및 다차원척도법에 의해 구분된 정점군을 종합하여 지도 상에 도시해 보면, 연안을 따라 크게는 내해역과 외해역(대정점군 A와 B)으로 구분되었다(그림 1-2-29). 대정점군 A의 경우 정점 1, 4, 8, 11, 13이 하나로 묶였으며, 정점 5는 정점군 A에 속하지 않았다. 이 정점 5는 인근에 남대천이 있고 그 곳으로부터 민물이 유입되고 있었다. 대정점군 B의 경우 외해역에 위치하였으며 중간 수심에 위치한 소정점군 B-1(정점 2, 6, 9, 14)과 북쪽의 수심이 깊은 정점군 B-2(정점 3, 7) 및 남쪽의 수심이 깊은 정점군 B-3(정점 12, 15)로 구분되었다.

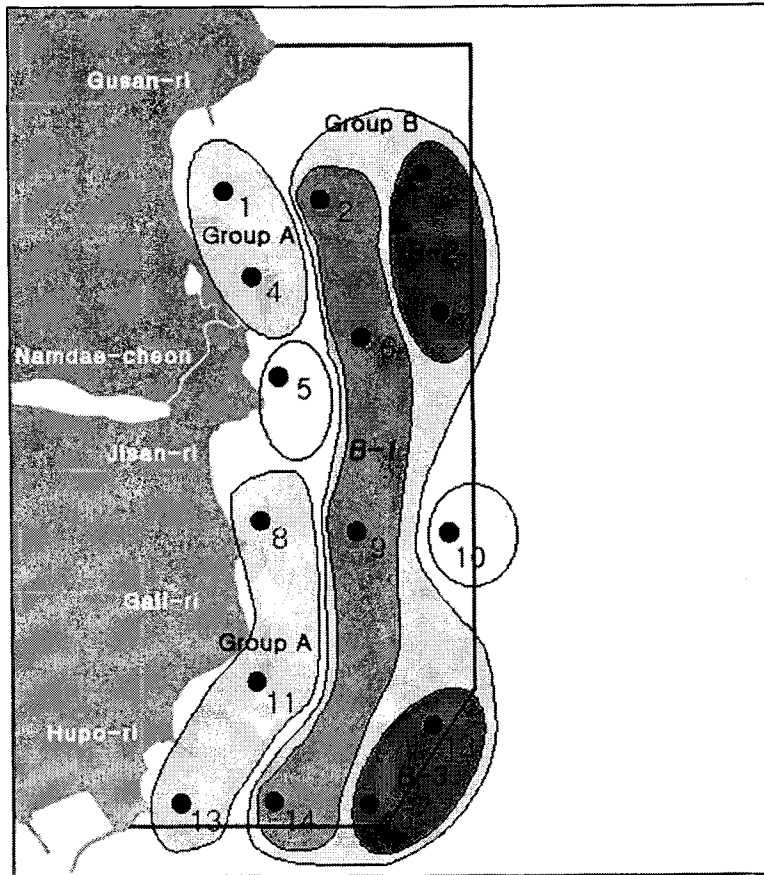


그림 1-2-29. 울진 바다목장 연결기저 저서동물군집의 유사도에 의한 해역의 구분.
 Fig. 1-2-29. Schematic representation to macrobenthic community structures based on cluster analysis in the soft bottoms of Uljin marine ranching area, 2004.

유사도 분석에 의한 수지도 및 다차원척도법에 의해 구분된 각 정점군의 생태학적 특징은 표 1-2-20과 같다. 대정점군 A는 연안을 따라 수심이 얇은 곳에 위치해 있다. 종수의 경우 21~57종으로 대정점군 B보다는 적었다. 개체수에서는 평균 659개체/m²으로 대정점군 B보다는 적었다(표 1-2-20). 한편, 생체량과 종다양도의 경우도 대정점군 B에 비교하여 낮게 나타났다. 대정점군 A에서 우점적인 저서동물은 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)와 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였으나 소정점군 B-1보다는 적었다. 소정점군 B-1의 경우 연안을 따라 남북으로 길게 중간 수심을 차지하고 있었다. 종수(87-109종), 평균개체수(4,259개체/m²) 측면에서는 다른 정점군에 비하여 상당히 높은 것으로 나타났다. 생체량에서는 평균 99.60 gwwt/m²으로 다른 정점군에 비하여 많았지만 같은 대정점군에 속하는 B-2에 비하여 적게 나타났다. 소정점군 B-1에서 우점적인 저서동물은 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였다. 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)는 다른 정점군에 비하여 가장 밀도가

높았고(1653개체/m²), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 소정점군 B-2에 비하여 낮았지만 그 외 다른 정점군 보다는 높았다. 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는 가장 많이 분포하였다. 소정점군 B-2는 북쪽의 가장 외해역에 위치하고 있다 종수는 77-85종으로 다른 정점군에 비하여 상대적으로 높았다. 개체수에서도 평균 3,096개체/m²로 종수에서와 마찬가지로 다른 정점군과 비교하여 높은 것으로 나타났다. 생체량의 경우도 평균 155.98 gwwt/m²로 높은 것으로 나타났다. 소정점군 B-2에서 우점적인 저서동물은 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)와 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였다. 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 평균 729개체/m²로 가장 많이 분포하였다. 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는 평균 40개체/m²로 소정점군 B-1보다는 적었지만 다른 정점군에 비하여 분포 밀도가 높았다. 소정점군 B-3는 남쪽의 가장 외해에 위치하고 있다. 출현 종수와 개체수 및 생체량의 경우 대정점군 B 중에서 가장 낮았다. 그러나 종다양도의 경우 다른 정점군에 비하여 가장 높았다. 소정점군 B-3에서 우점적인 저서동물은 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였으나 이들의 밀도는 다른 정점군에 비하여 비교적 낮았다.

표 1-2-20. 울진 바다목장의 연결기저 저서동물 군집의 유사도에 의한 정점군의 특징
Table 1-2-20. Ecological characteristics of macrobenthos based on cluster analysis in the soft bottoms of the Uljin marine ranching area

Ecological indices	Group A St. 1, 4, 8, 11, 13	Group B				St. 5	St. 10
		B-1 St. 2, 6, 9, 14	B-2 St. 3, 7	B-3 St. 12, 15			
No. of species	21-57	87-109	77-85	69-76	30	62	
Density (ind./m ²)	659±434	4259±1023	3096±760	1233±202	185	3405	
Biomass (wwtg/m ²)	64.99±65.92	99.60±78.63	155.98±6.08	75.52±1.75	3.20	90.05	
Species diversity (<i>H'</i>)	2.42±0.12	2.69±0.50	2.94±0.01	3.45±0.01	3.04	1.91	
Dominant species (ind./m ²)							
<i>Spiophanes bombyx</i> (Pol)*	199±263	1653±770	123±148	3±0	3	8	
<i>Scoletoma longifolia</i> (Pol)	5±8	428±358	729±115	87±37	3	315	
<i>Magelona japonica</i> (Pol)	22±33	72±33	40±0	27±30	0	2060	

* (Pol): Polychaete

SIMPER 분석 결과 각 정점군간의 차이는 각 해역에서 우점적으로 출현하는 종의 출현 양상에 따라 좌우되고 있는 것으로 나타났다(표 1-2-21). 즉 정점군 A와 B의 경우 두 정점군의 비유사도는 69.3%로 나타났으며, *Spiophanes bombyx*, *Lumbrineris unid.* 147I, *Magelona japonica* 3종의 갯지렁이류의 출현 양상이 정점군간의 차이에 가장 많이 기여하는 주요종이었다. 정점군 A와 C의 경우 87.9%의 비유사도를 보여 가장 많은 차이를 보이는 정점군으로 나타났는데, 특히 *Lumbrineris longifolia*, *Spiophanes bombyx*, *Magelona japonica*가 두 정점간의 차이를 조장하는 주요종으로 나타났다. 정점군 B와 C의 경우 73.0%의 비유사도를 보이고 있었는데, 다른 정점군에서도 주요종으로 나타난 *Magelona japonica*, *Lumbrineris longifolia* 두 종과 함께 *Scalibregma inflatum*도 정점군간의 차이를 조장하는 주요종으로 나타났다.

표 1-2-21. SIMPER 분석에 의한 각 정점군의 주요 기여종

Table 1-2-21. Contributed species between stations based on SIMPER analysis

Group	Higher contributed species makes to the average similarity within group	Higher contributed species makes to the average dissimilarity between group	
		A	B
	Av. similarity (37.3)		
A	<i>Lumbrineris unid.</i> 147.9		
	<i>Chaetozone setosa</i>		
	<i>Ammotrypane unid.</i> 192.2		
	Av. similarity (48.4)	Av. dissimilarity (69.3)	
B	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	
	<i>Haploscoloplos elongatus</i>	<i>Lumbrineris unid.</i> 147I	
	<i>Laonice cirrata</i>	<i>Magelona japonica</i>	
	Av. similarity (45.1)	Av. dissimilarity (87.9)	Av. dissimilarity (73.0)
C	<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>
	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
	<i>Praxillella affinis</i>	<i>Magelona japonica</i>	<i>Scalibregma inflatum</i>

(6) 고찰

(가) 종수 및 개체수

총 출현 종수와 개체수 및 생체량의 상대적인 비교는 채집 정점 수와 연간 채집회수, 퇴적물의 입도조성 등의 차이 때문에 서로 비교하기는 매우 곤란하다. 그렇지만 같은 크기의 체(sieve size)를 사용하였거나 퇴적상이 비슷할 경우와 비교해 봄으로서 종 다양성이나 종풍부도 측면에서 본 조사지역의 상대적 우열을 가늠할 수 있다. 따라서 본 조사에서와 마찬가지로 그래프를 이용하여 채집되고 그물코 1mm의 체를 사용한 조사 결과만을 비교하였다(표 1-2-22). 울진 바다목장의 15개 정점에서 전 조사기간 동안 총 268종의 저서동물이 출현하였다. 이곳에서 출현된 종수를 다른 해역과 비교해 보면, 먼저 남해안의 경우 여자만에서 142종(Lim et al., 1991), 득량만에서 118종(Ma et al., 1995), 소리도 주변에서 217종(Lim and Choi, 2001), 진해만 양식장 밀집해역에서의 107종(Lim et al., 1992)이 출현된 것과 비교하면 이곳에서는 현저하게 다양한 생물이 출현하고 있었음을 알 수 있다. 진해만에서 287종(Lim and Hong, 1997b)과 237종(Paik and Yun, 2000), 앵강만에서 233종(Lim et al., 1999)이 출현한 것과는 비슷한 양상을 보였다. 한편 서해안에서의 경우도 인천 연안역에서 231종(Koh et al., 1997)과 목포 주변해역에서 238종(Park et al., 2000)이 출현하여 본 해역과 비슷한 결과를 보이고 있었다. 하지만 같은 동해안의 울산만에서 127종(Yi et al., 1982)에 비교하면 현저하게 많은 종의 생물이 분포하고 있음을 알 수 있었다.

한편, 울진 바다목장의 개체수는 평균 2,171개체/m²로 전체 저서무척추동물 분류군을 대상으로 조사된 다른 지역의 결과와 비교해 보아도 그 분포밀도가 높음을 알 수 있다. 남해안의 여자만 388개체/m²(Lim et al., 1991), 동해안 울산만 953개체/m²(Yi et al., 1982)와 비교해서는 현저하게 높았으며, 남해안의 득량만 1,432개체/m²(Ma et al., 1995), 진해만 1,045개체/m²(Lim and Hong, 1997b), 앵강만 1,358개체/m²(Lim et al., 1999), 서해안 대부도 1,093개체/m²(Lim and Choi, 1998) 보다도 높음을 알 수 있었다. 이제까지의 통영 바다목장 해역에서 파악된 1,631-4,751개체/m²(한국해양연구원, 2000; 2001; 2002; 2003)의 평균치였으며, 특히 같은 계절에 통영 바다목장에서 2001년 8월과 11월에 조사한 결과(한국해양연구원, 2002)의 절반정도의 분포밀도를 보였다. 보다 더 장기적인 조사를 해 보아야 하겠지만 울진 바다목장에서 2004년 2회의 조사를 볼 때, 통영 바다목장과 비교해서는 상대적으로 낮은 분포밀도를 보일 것 같다.

통영 해역과 우리나라 다른 해역과의 이러한 분포밀도의 차이는 가장 우점하는 분류군인 갯지렁이류의 차이에서 기인하는 것으로 본 조사에서 갯지렁이류는 평균 1,805개체/m²가 출현하였다. 이러한 밀도는 남해안의 광양만에서 490개체/m²(Choi and Koh, 1984)와 724~1,276개체/m²(Jung et al., 1995), 여자만 189개체/m²(Lim et al., 1991), 가막만 253개체/m²(Shin, 1995), 득량만 275개체/m²(Ma et al., 1995), 진해만 824개체/m²(Lim

and Hong, 1997a), 앵강만 874개체/m²(Lim et al., 1999)와 비교하여 월등히 높은 분포밀도이다. 서해의 경기만 북부해역에서 488개체/m² (Shin and Koh, 1998), 대부도 주변에서 608개체/m² (Lim and Choi, 1998)와 비교해서도 월등히 높은 분포밀도를 보였다. 한편, 동해안의 영일만 1,484개체/m²(Shin et al., 1992a)와는 비교적 비슷한 수준을 보였다.

표 1-2-22. 우리나라 연질기저 저서동물 군집의 특성

Table 1-2-22. A comparison of benthic community studies in the coastal area of Korea, sieved by 1mm mesh size

Locality	Sediment type	No. of replication sampling	Sampling interval	No. of species	ind/m ²	References
경기만 (대부도)	?	3	July, Oct.	209	1,093	Lim and Choi (1998)
앵강만	clayey silt	3	seasonal	233	1,358	Lim et al. (1999)
득량만	silt	3	Nov., Jan.	118	1,432	Ma et al. (1995)
여자만	clayey silt	3	seasonal	142	388	Lim et al. (1991)
마산만	silt	2	seasonal	65	152	Hong and Lee (1983)
진해-마산만	silty clay	3 or 5	seasonal bimonthly monthly	287	1,046	Lim (1993)
진해만 서부	silty clay	3	seasonal	107	405	Lim et al (1992)
울산만	?	5	seasonal	127	953	Yi et al. (1982)
영일만	?	2	seasonal	?	2,085	Shin et al. (1992a)
통영 바다목장	silty clay	3	May, Aug., Nov.	249	2,269	한국해양연구원 (2000)
	silty clay	4	seasonal	310	1,992	한국해양연구원 (2001)
	silty clay	2	Aug., Nov.	259	4,751	한국해양연구원 (2002)
	silty clay sand	3	Aug., Nov., Feb.	259	1,631	한국해양연구원 (2003)
울진 바다목장	?	2	Aug., Nov.	268	2,171	Present study

(다) 생체량

울진 바다목장에서의 생체량은 평균 85.30 gwwt/m²로서, 남해안의 여자만 231.6 gwwt/m² (Lim et al., 1991), 앵강만 262.0 gwwt/m² (Lim et al., 1999) 보다는 월등히 낮았다. 그리고, 진해만 98.4 gwwt/m² (Lim and Hong, 1997a)과 171.6 gwwt/m² (Paik and Yun, 2000), 서해안 천수만 104.0 gwwt/m² (Park et al., 2000), 대부도 134.9 gwwt/m² (Lim and Choi, 1998)의 생체량보다도 낮았다. 일반적으로 저서동물의 경우 해역의 생체량 차이는 우점적으로 분포하는 분류군에 의해 좌우되기 보다는 생체량이 많은 일부의 몇몇 종에 의해 좌우되는 경우가 많다. 본 조사해역에서는 앵강만(Lim et al., 1999)에서와 같이 극피동물에 의해 전체 생체량이 좌우되고 있었다. 즉 전 해역에 걸쳐 고르게 분포하는 종은 아니지만 상대적으로 생체량이 높은 염통성게(*Schizaster lacunosus*)와 가시고슴도치갯지렁이(*Aphrodita aculeata*)에 의해 전체의 45.9% 이상의 생체량이 좌우되고 있었다. 전체적으로 보아 본 조사해역은 우리나라의 다른 지역과 비교하여 다양한 종이 출현하고 있음을 알 수 있으며, 개체수 측면에서도 남해안의 일반적인 해역보다 분포밀도가 높았다.

(라) 우점종

전 조사기간 중 개체수에서 많은 출현을 보인 우점종은 민얼굴갯지렁이 (*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이 (*Magelona japonica*)였다. 이들 중에서 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 잠재적인 유기물 오염지표종으로 알려져 있기 때문에 해역별 분포현황을 비교하였다(표 1-2-23). 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 우리나라 전 연안 조하대의 니질 퇴적상에서 우점하는 종으로서 울진 바다목장에서는 평균 248개체/m²가 출현하였다. 이것은 남해에서 조사된 앵강만 124개체/m²(Lim et al., 1999), 광양만 147개체/m²(Shin and Koh, 1990), 진해-마산만 174개체/m²(Lim and Hong, 1997a), 가막만과 진해만 서부해역에서 각 70개체/m² (Shin, 1995; Lim et al., 1992), 영산강 하구역 44개체/m²(Lim and Park, 1998)가 출현한 것과 비교하여 상당히 높은 분포밀도이다. 하지만 통영 바다목장 해역에서 보고된 150-772개체/m²(한국해양연구원, 1999; 2000; 2001; 2002)와 비교해서는 상대적으로 낮았다. 이 종의 일반적인 출현을 살펴보면 천수만(박, 1998)에서는 니질 퇴적상보다는 다소 조립화되는 지역과 유기물 농도가 높지 않은 지역에서 우점한다고 하였으며, Jung(1998)에 의하면 다양한 크기의 입도로 구성된 이질적 퇴적상과 연관이 있을 것으로 생각되며 실제로 광양만(Jung, 1998)과 울산만(Yi et al., 1982)에서 혼합퇴적상을 보이는 수로 지역에서 높은 출현을 보였다. 한국해양연구원(1999)에서는 이 종이 계절적인 영향보다는 지형적인 영향이 좌우하는 것으로 보고한 바 있다. 본 조사의 경우 입도조성이 분석되지 않아서 이 종의 분포밀도와 퇴적상과의 관계는 추정할 수 없다. Jung et al. (2002)은 가두리 양식장 인근

에서 상당히 고밀도로 분포하여, 가두리 시설이 없는 대조구와 비교하여 상당한 차이가 있음을 밝히고 이러한 원인을 가두리 양식장으로부터 유입되는 유기물에 의한 것이라 보고한 바 있다.

표 1-2-23. 우리나라 연안에서 조사된 저서동물 중 오염지표종의 서식밀도
 Table 1-2-23. Density of pollution indicator species collected in the coastal area of Korea

종	장소	밀도 (개체수/m ²)	참고문헌	
등가시버들갯지렁이 (<i>Capitella capitata</i>) (Pol)	진해만	61	Lim et al. (1992)	
	진해만 동부	28	Han (1997)	
	영일만	47	Shin et al. (1992a)	
	가막만 (가두리밀)	11,560	Jung et al. (2002)	
	통영 (가두리밀)	667	Jung et al. (2002)	
	통영 (가두리밀)	2,693	Park et al. (2000)	
	통영바다목장		24	한국해양연구소 (1999)
			136	한국해양연구원 (2000)
			107	한국해양연구원 (2001)
			403	한국해양연구원 (2002)
			173	한국해양연구원 (2003)
	울진바다목장	63	Present study	
	긴자락송곳지렁이 (<i>Scoletoma longifolia</i>) (Pol)	경기만	8	Shin et al. (1992b)
		경기만	13	Shin and Koh (1998)
앵강만		124	Lim et al. (1999)	
가막만		70	Shin (1995)	
광양		147	Shin and Koh (1990)	
광양		92	Jung et al. (1998)	
삼천포		16	Shin and Koh (1993)	
마산만		5	Hong and Lee (1983)	
진해-마산만		174	Lim and Hong (1997a)	
진해만		70	Lim et al. (1992)	
울산만		257	Yi et al. (1982)	
영일만		103	Shin et al. (1992a)	
가막만 (가두리밀)		1,041	Jung et al. (2002)	
통영 (가두리밀)		944	Jung et al. (2002)	
통영바다목장		150	한국해양연구소 (1999)	
		435	한국해양연구원 (2000)	
		444	한국해양연구원 (2001)	
		772	한국해양연구원 (2002)	
		220	한국해양연구원 (2003)	
울진바다목장	248	Present study		

(Pol) : Polychaeta

마. 암반부착동물

(1) 조간대

울진바다목장해역의 3개 조간대 암반지역을 조사한 결과 총 5개 동물문 35종의 부착저서동물이 출현하였다. 울진바다목장 대상해역의 가장 북쪽에 위치한 구산리 조간대의 경우 5개 동물문에 속하는 25종의 대형부착저서동물이 평균 1547개체/m²의 개체수로 출현하였다(표 1-2-24). 각 분류군 별로 살펴보면 연체동물이 가장 많은 10종이 출현하였으며, 다음으로 환형동물 갯지렁이류가 7종, 절지동물 갑각류에서 4종이 출현하였다. 각 조위대별로 조사된 결과를 살펴보면, 저조선부터 50cm까지에서 22종이 출현하여 상위의 조위대(60-110cm, 120-170cm)에서 출현한 각각 6종, 4종과 비교하여 상당히 차이를 보이고 있었다. 특히 이 지역에서는 굴(*Crassostrea gigas*) 및 굽은줄격판담치(*Septifer virgatus*)의 부착이 우점하여 다른 조위대에 비하여 혈거성인 다모류 및 담치의 부착기를 서식처로하는 옆새우류와 등각류의 출현이 많았기 때문에 판단된다. 각 조위별 출현 개체수의 분포는 조간대 중부에서의 출현개체수가 평균 784개체/m²로 가장 낮았는데, 이러한 경향은 조간대 상부에서는 좁쌀무늬총알고둥(*Granulilittorina millegrana*), 조무래기따개비(*Chthamalus challenger*), 조간대 하부에서는 굽은줄격판담치 등 밀생하는 생물의 출현이 상대적으로 높았기 때문이다.

울진바다목장 대상해역의 중앙부에 위치한 직산리 조간대의 경우 5개 동물문에 속하는 21종의 대형부착저서동물이 평균 2217개체/m²의 개체수로 출현하였다(표 1-2-25). 따라서 출현 종수 측면에서는 구산리 조간대보다 낮지만 출현 개체수 측면에서는 다른 지역의 조간대와 비교하여 훨씬 높은 것으로 나타났다. 각 분류군 별로 살펴보면 연체동물과 갑각류에서 각각 6종이 출현하였으며, 다음으로 환형동물 갯지렁이류가 5종, 해면동물과 자포동물에서 각각 2종이 출현하였다. 각 조위대별로 조사된 결과를 살펴보면, 저조선부터 50cm까지에서 20종이 출현하여 상위의 조위대(60-110cm, 120-170cm)에서 출현한 각각 5종, 4종과 비교하여 상당히 차이를 보이고 있었다. 이러한 원인은 구산리 조간대에서와 같이 다양한 서식처를 제공하는 굴, 굽은줄격판담치와 같은 이매패류의 서식으로 인한 것으로 이러한 경향은 개체수에도 영향을 미치고 있었다.

대상해역의 가장 남쪽에 위치한 후포리 조간대의 경우 5개 동물문에 속하는 21종의 대형부착저서동물이 평균 1041개체/m²의 개체수로 출현하였다(표 1-2-26). 따라서 조사가 이루어진 조간대 중에서 가장 낮은 출현 개체수를 보였다. 각 분류군 별로 살펴보면 연체동물에서 9종이 출현하여 전 조사지점 중에서 가장 많은 종이 출현하였으며, 다음으로 환형동물 갯지렁이류가 5종, 갑각류가 4종이 출현하였다. 각 조위대별로 조사된 결과는 위에서 언급한 두 지역과 거의 비슷한 양상을 보이고 있었으나, 다른 두 지역과 달리 조간대 하부에 우산석회관갯지렁이(*Hydroïdes ezoensis*)의 출현이 우점적이었으며, 이러한 차이는 다른 지역과 달리 인공적인 구조물에 의해 형성된 지역이기 때문이라 판단된다.

표 1-2-24. 울진바다목장 암반 구산리 조간대에 출현하는 부착저서동물

Table 1-2-24. Macrobenthic animals corrected on the Gusanri rocky shore in the Uljin marine ranching area

Taxon	Tidal level (cm)			Sub total (ind./0.75m ²)	Mean (ind./m ²)
	170-120	110-60	50-0		
Poripera					
<i>Halichondria oshoro</i>	0	0	2	2	3
Halichondrida unid. 1	0	0	1	1	1
Anthozoa					
<i>Anthopleura japonica</i>	0	0	5	5	7
<i>Haliplanella lucia</i>	0	0	1	1	1
Mollusca					
<i>Granulilittorina millegrana</i>	188	112	88	388	517
<i>Septifer virgatus</i>	0	0	365	365	487
<i>Liolophura japonica</i>	0	19	8	27	36
<i>Sacculosiphonaria japonica</i>	3	11	5	19	25
<i>cellana toreuma</i>	0	6	0	6	8
<i>Littorina brevicula</i>	4	0	0	4	5
<i>Notoacmea schrenckii</i>	0	0	3	3	4
<i>Reishia clavigera</i>	0	0	1	1	1
<i>Acanthochitona sp.</i>	0	2	0	2	3
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	2	2	3
Polychaeta					
<i>Arabella iricolor</i>	0	0	8	8	11
<i>Trypanosyllis zebra</i>	0	0	4	4	5
<i>Halosydna brevisetosa</i>	0	0	3	3	4
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	0	0	2	2	3
<i>Nereis heterocirrata</i>	0	0	2	2	3
<i>Eulalia viridis</i>	0	0	1	1	1
<i>Nereis pelagica</i>	0	0	1	1	1
Crustacea					
<i>Chthamalus challengerii</i>	246	46	5	297	396
Gammaridea unid.1	0	0	11	11	15
<i>Pugettia quadridens quadridens</i>	0	0	4	4	5
Isopoda sp.	0	0	2	2	3
No. of individuals/0.25m ²	441	196	523		1547
No of individuals/m ²	1764	784	2092		

표 1-2-25. 울진바다목장 암반 직산리 조간대에 출현하는 부착저서동물

Table 1-2-25. Macrobenthic animals corrected on the Jissanri rocky shore in the Uljin marine ranching area

Taxon	Tidal level (cm)			Sub total (ind./0.75m ²)	Mean (ind./m ²)
	170-120	110-60	50-0		
Poripera					
<i>Halichondrida</i> unid. 1	0	0	4	4	5
<i>Halichondria oshoro</i>	0	0	1	1	1
Anthozoa					
<i>Anthopleura japonica</i>	7	0	2	9	12
<i>Haliplanella lucia</i>					
Mollusca					
<i>Granulilittorina millegrana</i>	421	179	52	652	869
<i>Septifer virgatus</i>	0	0	278	278	371
<i>Sacculosiphonaria japonica</i>	0	8	3	11	15
<i>Liolophura japonica</i>	0	5	0	5	7
<i>Littorina brevicula</i>	3	1	0	4	5
<i>Heminerita japonica</i>	0	0	1	1	1
Polychaeta					
<i>Arabella iricolor</i>	0	0	9	9	12
<i>Trypanosyllis zebra</i>	0	0	3	3	4
<i>Nereis pelagica</i>	0	0	2	2	3
<i>Halosydna brevisetosa</i>	0	0	2	2	3
<i>Lepidonotus squamatus</i>	0	0	1	1	1
Crustacea					
<i>Chthamalus challengerii</i>	347	266	54	667	889
Gammaridea unid.1	0	0	5	5	7
Isopoda sp.	0	0	4	4	5
<i>Pugettia quadridens quadridens</i>	0	0	2	2	3
Anomura unid.1	0	0	2	2	3
Brachyura unid.1	0	0	1	1	1
No. of individuals/0.25m ²	778	459	426		2217
No. of individuals/m ²	3112	1836	1704		

표 1-2-26. 울진바다목장 압반 후포리 조간대에 출현하는 부착저서동물

Table 1-2-26. Macrobenthic animals corrected on the Hupori rocky shore in the Uljin marine ranching area

Taxon	Tidal level (cm)			Sub total (ind./0.75m ²)	Mean (ind./m ²)
	170-120	110-60	50-0		
Poripera					
<i>Halichondria oshoro</i>	0	0	1	1	1
Anthozoa					
<i>Anthopleura japonica</i>	0	0	4	4	5
<i>Haliplanella lucia</i>					
Mollusca					
<i>Granulilittorina millegrana</i>	87	29	5	121	161
<i>Septifer virgatus</i>	0	0	40	40	53
<i>Cellana grata</i>	3	7	11	21	28
<i>Cellana toreuma</i>	0	12	1	13	17
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	13	13	17
<i>Sacculosiphonaria japonica</i>	0	1	11	12	16
<i>Notoacmea schrenckii</i>	0	4	7	11	15
<i>Liolophura japonica</i>	0	9	0	9	12
<i>Collisella heroldi heroldi</i>	0	4	0	4	5
Polychaeta					
<i>Hydroides ezoensis</i>	0	0	450	450	600
<i>Trypanosyllis zebra</i>	0	0	11	11	15
<i>Eulalia viridis</i>	0	0	7	7	9
<i>Halosydna brevisetosa</i>	0	0	3	3	4
<i>Harmothoe imbricata</i>	0	0	1	1	1
Crustacea					
<i>Chthamalus challengerii</i>	30	10	11	51	68
Gammaridea unid.1	0	0	7	7	9
<i>Paguristes barbatus</i>	0	0	1	1	1
Isopoda sp.	0	0	1	1	1
No. of individuals/0.25m ²	120	76	585		1041
No. of individuals/m ²	480	304	2340		

(2) 조하대

울진바다목장해역의 13개 암반지역을 대상으로 2회에 걸쳐 조사를 실시한 결과 총 9개 동물문 99종의 대형저서동물이 출현하였다(표 1-2-27). 암반해역의 13개 정점에서는 가을철인 2004년 10월과 겨울철인 2005년 1월에 조사가 이루어졌으나, 계절에 따른 생물상 및 군집의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 분류군별로는 연체동물이 31종(32%)으로 가장 많았다. 그 다음 환형동물인 갯지렁이류와 절지동물 갑각류로 각각 20종(20%)이 출현하였으며, 해면류, 말미잘류, 멍게류 등을 포함한 기타동물류에서 19종(19%), 극피동물에서 9종(9%)이 출현하였다. 연체동물에서는 복족류가 18종으로 가장 많이 출현하였으며, 절지동물에서는 십각류가 8종, 극피동물에서는 불가사리류가 5종으로 해당 분류군 내에서 가장 많이 출현하는 것으로 나타났다. 각 정점별 출현 종수는 20~52종 범위로 정점 10에서 가장 높았으며, 정점 13에서 가장 낮았다. 가장 많은 종이 출현한 연체동물의 경우 각 정점별로 4~17종 범위로 나타났으며, 정점 2, 12, 13을 제외한 나머지 정점에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 환형동물 갯지렁이류의 경우 정점에 따라 4~12종 범위로 나타났으며 정점 12와 13에서 상대적으로 낮은 출현 종수를 보였다. 절지동물 갑각류의 경우 4~15종 범위로 갯지렁이류와 마찬가지로 정점 13에서 상대적으로 낮은 출현 종수를 보였으며, 다른 정점들에서는 거의 비슷한 양상을 보였다. 갯지렁이류와 갑각류의 경우 채집지의 해조류 및 대형부착생물의 착생으로 인한 공간의 다양성에 의해 많은 영향을 받는 것으로 보이며, 단순한 경사면으로 구성된 정점 13의 경우 이러한 공간의 단순화로 다른 정점에 비하여 상대적인 출현 종수가 빈약한 것으로 보인다. 불가사리류, 성게류, 멍게류의 경우 대부분의 정점에서 육안적 출현이 파악되었으나 실제 조사된 방형구내에서는 출현하지 않은 경우도 있었다.

출현종의 개체수는 평균 422개체/m²로 나타났다(표 1-2-28, 29). 분류군별로는 절지동물 갑각류가 160개체/m²(39%)로 가장 많은 출현 개체수를 보였으며, 다음으로 환형동물 갯지렁이류 105개체/m²(25%), 연체동물 93개체/m²(21%)였다. 극피동물과 기타 동물류에서는 각각 28개체/m² (7%)와 35개체/m²(8%)의 개체수를 보였다. 가장 많은 개체수를 보인 갑각류의 경우 단각류가 107개체/m²로 가장 우점하는 분류군으로 나타났으며, 연체동물의 경우 복족류가 62개체/m²로 대부분을 차지하였다. 각 정점별 출현 개체수는 268~785개체/m²로 정점 11에서 가장 높았으며, 정점 4에서 가장 낮았다. 가장 높은 개체수를 보인 갑각류의 경우 각 정점별로 81~233개체/m² 범위로 출현하였으며, 정점 3, 4, 7을 제외한 나머지 정점에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 갑각류의 정점 간 차이는 각 정점에서 우점하게 출현하는 단각류의 개체수 차이에서 기인하는 것으로 단각류의 출현 개체수는 해조류의 착생 유무에 의해 많이 좌우되고 있었다. 특히 다른 정점에 비하여 상대적으로 수심이 깊은 정점 7과 파도의 직접적인 영향을 받는 정점 13에서는 해조류의 착생이 빈약하여 단각류의 출현 개체수가 낮은 것으로 나타났다. 환형동물 갯지렁이류의 경우 1

5~219개체/m² 범위 각 정점 간 차이가 뚜렷한 것으로 나타났다. 갯지렁이류 출현 개체수의 정점간 차이는 서식기질이 되는 대형 해조류의 유무, 대형 이매패류 혹은 멍게류 등의 착생으로 인한 공간의 다양성 등에 영향을 받는 것으로 보인다. 이러한 서식기질의 다양성과 더불어 정점 10, 11에서처럼 우산석회관갯지렁이의 밀생에 의해서도 정점 간 출현 개체수의 차이를 보이고 있었다. 연체동물의 경우 25~161개체/m² 범위로 정점 2에서 가장 낮았으며 정점 11에서 가장 높았다. 특히 정점 11의 경우 이매패류가 109개체/m²로 복족류의 52개체/m² 보다 두배 가량 높은 것으로 나타나 다른 정점과는 확연한 차이를 보이고 있었다.

표 1-2-27. 울진바다목장 암반해역의 각 정점에서 출현한 대형저서동물 종수

Table 1-2-27. The number of macrobenthos species at the 13 subtidal sites in the Uljin marine ranching area

Taxon	Station													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Mollusca														
Gastropoda	7	2	9	7	8	9	8	9	11	7	8	0	3	18
Bivalvia	2	1	4	2	4	4	3	4	3	4	5	4	0	9
Others	0	0	3	1	0	0	1	1	3	2	0	2	1	4
Subtotal	9	3	16	10	12	13	12	14	17	13	13	6	4	31
Polychaeta														
	9	7	10	10	8	11	10	9	6	8	12	5	4	20
Crustacea														
Amphipoda	3	3	5	5	5	4	5	4	5	6	5	3	2	6
Decapoda	4	4	5	2	4	4	5	2	4	3	3	4	1	8
Others	3	1	3	2	3	2	2	2	2	6	1	2	1	6
Subtotal	10	8	13	9	12	10	12	8	11	15	9	9	4	20
Echinodermata														
	3	2	1	3	4	1	3	4	5	6	5	4	5	9
Others														
	1	5	3	8	10	10	2	5	7	10	8	12	3	19
Total	32	25	43	40	39	46	39	40	45	52	48	39	20	99

표 1-2-28. 울진바다목장 암반해역의 각 정점에서 출현한 대형저서동물의 분류군별 출현 개체수

Table 1-2-28. The number of individuals of macrobenthos species at the 13 subtidal sites in the Uljin marine ranching area

Taxon	Station													Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Mollusca														
Gastropoda	56	22	74	104	53	85	48	53	116	67	52	59	19	62
Bivalvia	11	3	27	9	26	50	30	10	19	15	109	17	0	25
Others	0	0	15	7	0	0	4	4	11	7	0	19	11	6
Subtotal	67	25	116	121	79	135	81	67	145	89	161	95	30	93
Polychaeta														
	71	186	97	52	96	67	82	67	85	107	380	57	16	105
Arthropoda														
Amphipoda	178	219	37	63	200	70	30	104	119	148	159	59	15	107
Decapoda	26	26	33	11	15	33	19	15	15	19	22	41	15	22
Others	15	11	11	7	19	11	11	15	37	48	4	30	185	31
Subtotal	219	256	81	81	233	115	59	133	170	215	185	130	215	160
Echinodermata														
	26	19	11	15	26	15	26	15	30	41	26	52	63	28
Others														
	7	41	15	30	22	104	19	30	41	52	33	37	22	35
Mean	390	526	321	298	457	435	268	311	471	503	785	370	345	422

표 1-2-29. 울진 바다목장의 경질기저 저서동물 군집의 개체수(/m²) (2004년 종합)

Table 1-2-29. Density of macrobenthos in subtidal hard bottoms in the Uljin marine ranching area

Taxon	Station													Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Mollusca														
<i>Mitrella bicincta</i>	19	15	19	33	15	33	11	19	37	15	4	0	0	16.8
<i>Crepidula onyx</i>	4	0	15	30	11	15	4	4	4	22	4	7	0	9.1
<i>Calliostoma unicum</i>	15	7	11	7	4	15	4	4	7	15	4	11	0	8.0
<i>Mytilus coruscus</i>	0	0	15	7	4	0	0	0	0	0	59	4	0	6.8
<i>Modiolus difficilis</i>	4	0	0	0	7	26	4	4	4	4	11	4	0	5.1
<i>Septifer virgatus</i>	7	0	4	0	11	15	19	0	0	0	11	0	0	5.1
<i>Barbatia virescens</i>	0	0	7	0	4	7	7	4	0	0	26	7	0	4.8
<i>Thais bronni</i>	4	0	7	0	7	4	0	4	0	4	7	7	4	3.7
<i>Collisella dorsuosa</i>	0	0	4	0	0	4	7	7	15	0	0	0	7	3.4
<i>Acanthochitona defilippii</i>	0	0	7	0	0	0	4	0	4	0	0	15	11	3.1
<i>Acmaea pallida</i>	0	0	4	0	7	4	7	4	4	0	0	0	7	2.8
<i>Reishia clavigera</i>	0	0	4	11	0	4	7	0	0	0	7	4	0	2.8
<i>Acmaea sp.</i>	0	0	0	11	0	0	0	0	15	0	0	7	0	2.6
<i>Macroschisma sp.</i>	0	0	7	7	4	0	4	0	0	0	7	0	0	2.3
<i>Cantharidus jessoensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	15	0	0	7	0	2.3
<i>Latexiena fimbriata</i>	7	0	4	0	0	4	0	0	11	0	0	0	0	2.0
<i>Onphalius pfeifferia carpenteri</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4	7	0	1.4
<i>Lirularia iridescens</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	1.4
<i>Ceratosoma inornatus</i>	0	0	0	4	0	4	0	4	4	0	0	0	0	1.1
<i>Aplysia unid.1</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	0	4	0	1.1
<i>Thais luteostoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	7	1	1	0	0	0.9
<i>Cantharidus japonicus</i>	4	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0.9
<i>Macroschisma dilratatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	0	0.9
<i>Nudibranchia unid.1</i>	0	0	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0.9
<i>Nudibranchia unid.2</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0.9
<i>Septifer sp.</i>	0	3	0	2	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0.7
<i>Bivalvia unid.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0.6
<i>Bivalvia unid.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0.6
<i>Irus macrophyllus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0.5
<i>Nordotis discus discus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0.3
<i>Placiphorella sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0.2
Polychaeta														
<i>Hydroides ezoensis</i>	19	156	37	4	37	0	0	26	52	48	204	33	0	47.3
<i>Syllinae unid.2</i>	11	7	15	7	22	4	0	4	0	15	22	0	7	8.8
<i>Spriobranthus tetraceros</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	74	15	0	7.4
<i>Halosydna brevisetosa</i>	11	7	4	7	4	4	7	7	0	0	30	0	0	6.3
<i>Syllinae unid.1</i>	4	0	4	7	4	4	11	7	15	7	4	0	0	5.1
<i>Platynereis dumerilii</i>	11	0	0	0	19	15	19	0	0	0	0	0	0	4.8
<i>Eulalia sp.</i>	0	4	15	0	0	0	0	4	7	7	11	0	0	3.7
<i>Nereis sp.</i>	0	7	0	7	0	11	0	7	0	0	7	0	4	3.4
<i>Arabella iricolor</i>	0	0	0	4	0	4	15	0	4	11	0	4	0	3.1
<i>Eunice sp.</i>	0	4	4	0	4	0	4	0	0	4	11	0	0	2.3
<i>Perinereis cultrifera floridana</i>	0	0	4	0	0	0	7	0	0	11	0	4	0	2.0
<i>Pseudopotamilla sp.</i>	4	0	0	0	0	0	7	4	4	0	7	0	0	2.0
<i>Lepidonotus squamatus</i>	7	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	1.4
<i>Nereis vexillosa</i>	0	0	7	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	1.4
<i>Marphysa sanguinea</i>	4	0	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1.1
<i>Terebellidae unid.1</i>	0	0	0	0	0	7	0	4	0	0	0	0	4	1.1
<i>Limbrineris sp.</i>	0	0	7	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	1.1
<i>Armandia lanceolata</i>	0	0	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0.9
<i>Neanthes caudata</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0	3	2	1	1	0.8
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Crustacea														
<i>Caprellidea unid.1</i>	56	56	15	15	111	19	7	70	52	44	37	19	0	38.5

표 1-2-29. 계속

Table 1-2-29. Continued

Gammaridea unid.3	56	89	7	15	67	26	0	15	44	48	63	30	11	36.2
Gammaridea unid.2	67	74	4	11	15	22	11	15	15	22	30	11	0	22.8
Balanus unid.1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	26	185	16.8
Isopoda unid.1	7	11	0	4	4	7	0	11	33	4	4	4	0	6.8
Anomura unid.1	15	11	4	7	0	4	4	11	4	4	4	7	15	6.8
Tanaidacea unid.1	4	0	4	0	11	0	7	4	4	30	0	0	0	4.8
Caprellidea unid.2	0	0	4	7	0	0	4	0	4	19	22	0	0	4.6
Caprellidea unid.3	0	0	7	15	4	0	4	4	4	7	7	0	0	4.0
<i>Pugettia</i> sp.	4	0	0	0	4	22	0	4	4	0	7	4	0	3.7
Caridea unid.1	0	4	11	4	0	0	0	0	4	11	11	0	0	3.4
<i>Paguristes barbatus</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	26	0	2.6
<i>Pachycheles stevensii</i>	4	4	11	0	4	0	4	0	4	0	0	0	0	2.3
Gammaridea unid.1	0	0	0	0	4	4	4	0	0	7	0	0	4	1.7
Tanaidacea unid.2	4	0	4	4	0	4	0	0	0	4	0	0	0	1.4
Brachyura unid.1	4	0	4	0	4	4	0	0	0	4	0	0	0	1.4
<i>Pugettia quadridens quadridens</i>	0	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	1.1
Isopoda unid.3	0	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0.9
Brachyura unid.2	0	0	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0.9
Isopoda unid.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0.3
Echinodermata														
<i>Hemisentrotus pulcherrimus</i>	19	15	11	4	7	15	15	4	15	22	11	33	19	14.5
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	4	4	0	7	0	0	7	0	4	4	4	7	15	4.3
<i>Asterina pectinifera</i>	0	0	0	0	7	0	4	4	0	4	4	7	11	3.1
<i>Asterias amurensis</i>	4	0	0	0	4	0	0	4	4	0	4	4	15	2.8
<i>Aphelasterias japonica</i>	0	0	0	0	7	0	0	4	4	0	0	0	0	1.1
<i>Asterina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0.9
Holothuroidea unid.1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.6
<i>Distolasterias nipon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0.3
Ophiuroidea unid.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0.3
Porifera														
<i>Desmospongia</i> unid.3	0	0	4	4	0	0	7	0	4	0	4	4	0	2.0
<i>Halichondria</i> sp.	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4	0	4	0	1.1
<i>Desmospongia</i> unid.2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4	0.9
<i>Desmospongia</i> unid.4	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0.6
<i>Desmospongia</i> unid.1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0.3
Cnidaria														
<i>Actinaria</i> unid.1	0	0	4	0	0	4	11	4	4	4	0	7	0	2.8
<i>Scleractinia</i> unid.1	0	0	0	4	0	26	0	0	0	0	0	0	0	2.3
<i>Actinaria</i> unid.3	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0.6
<i>Scleractinia</i> unid.2	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0.6
<i>Actinaria</i> unid.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0.3
Platyhelminthes														
<i>Turbellaria</i> unid.	0	0	0	4	0	7	0	0	4	4	4	0	0	1.7
Sipunculida														
<i>Sipunculida</i> unid.	0	0	0	0	7	0	0	0	0	11	0	7	0	2.0
Tunicata														
<i>Halocynthia roretiz</i>	7	19	7	4	0	15	0	0	4	7	4	11	0	6.0
<i>Styela clava clava</i>	0	11	0	0	4	0	0	11	19	4	7	4	15	5.7
<i>Asciacea</i> unid.3	0	4	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	2.3
<i>Botryllus</i> sp.	0	4	0	0	7	4	0	4	0	7	0	0	0	2.0
<i>Asciacea</i> unid.2	0	0	0	0	0	11	0	0	0	4	4	0	0	1.4
<i>Asciacea</i> unid.1	0	4	0	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	1.1
<i>Asciacea</i> unid.4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	0	4	1.1
Individuals./m ²	390	526	321	298	457	435	268	311	471	503	785	370	345	422

각 정점별 종다양도의 경우 1.98~3.52 범위로 정점 13에서 가장 낮았고 정점 10에서 가장 높은 것으로 나타났다(그림 1-2-30). 한편 종균등도의 경우 0.66~0.96 범위로 종다양도와 마찬가지로 정점 13에서 가장 낮았으며 정점 7에서 가장 높았다. 종다양도 측면에서 다른 정점에 비하여 상대적 낮은 값을 보인 정점 13의 경우 파도의 영향을 직접적으로 받는 3 지형으로 따개비류의 피복이 우점한 지역이었다. 또한 이 지역은 조간대에서부터 조하대지역까지 단일 수직암반으로 구성된 지역으로 암반의 모양이 빗맞하여 혈거성의 특성을 가진 종들의 출현이 극히 빈약한 지역이었다. 한편 종다양도 측면에서 가장 높은 정점 10의 경우 절지동물과 극피동물의 출현이 다른 정점보다 높은 것으로 나타났으며, 이러한 원인은 대형저서동물의 부착기질이 되는 해조류 및 암반형태 공간이 다양하였기 때문으로 추정된다.

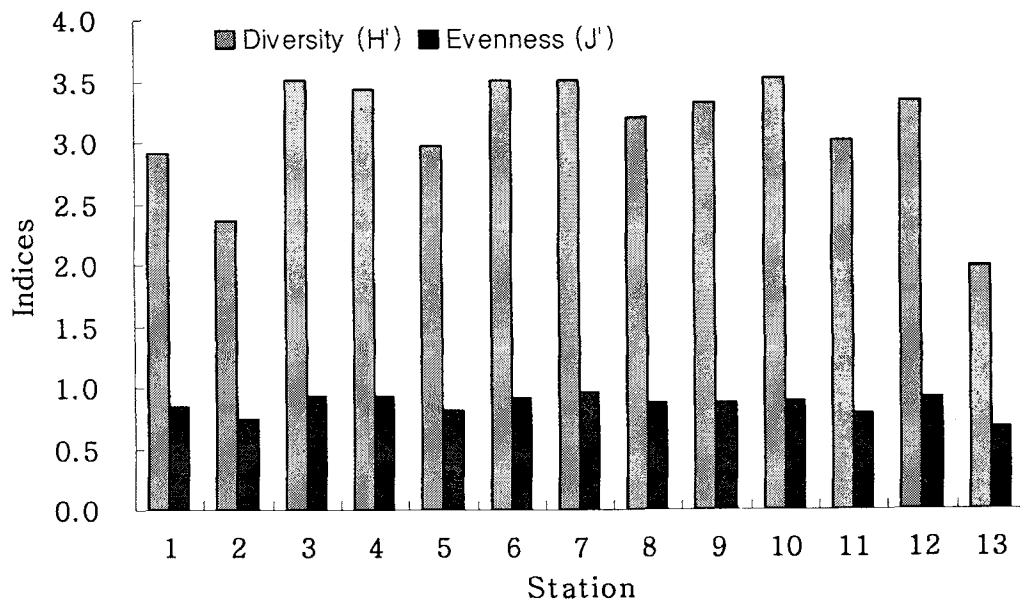


그림 1-2-30. 울진바다목장 암반부착생물 조사정점별 종 다양도 및 균등도.

Fig. 1-2-30. Species diversity and evenness of macrobenthos at each station in the Uljin marine ranching area.

각 정점별로 출현한 99종의 대형저서동물 중에서 개체수 측면에서 가장 우점한 종은 환형동물 갯지렁이류 우산석회관갯지렁이(*Hydroides ezoensis*)로 평균 615개체/m²으로 출현하였다(그림 1-2-31). 이 종은 정점별 뚜렷한 차이를 보이며 출현하였는데, 특히 정점 11과 정점 2에서 다른 정점에 비하여 높은 출현밀도를 보였으며, 정점 6, 7, 13에서는 전혀 출현하지 않는 특징을 보였다. 현장에서 관찰된 바에 의하면 우산석회관갯지렁이는 주로 수심 5m 이상의 수심에서 출현하였으며, 이들 종이 부착한 곳에서는 일부 혈거성이 특성을 가지는 갯지렁이류를 제외한 다른 종의 출현이 극히 빈약한 것으로 나타났다. 연체동물 보리무룩(*Mitrella bicincta*)는 전체 출현 종 가운데 5번째로 우점하는 종으로 평균 219개체/m²로 출현하였다. 이 종은 정점 12와 13을 제외한 전 정점에서 비교적 고르게 출현하고 있었으며, 정점 4, 5, 9에서 33~37개체/m²로 높은 출현 밀도를 보였다. 따개비류(*Balanus* sp.)의 경우 특정 해역에서만 출현하여 정점간 출현 양상이 뚜렷이 구분되는 종으로 평균 219개체/m²로 출현하였다. 이 종은 정점 5, 10, 12, 13에서만 출현하였으며, 정점 13에서 대부분의 개체가 출현하였다(그림 1-2-32). 정점 13을 제외한 이 종이 출현한 다른 정점의 경우 모두 담치류의 패각에 부착된 종이었으며, 정점 13의 경우 다른 부착생물의 착생이 거의 없는 암반에서 우점적으로 부착하여 서식하고 있었다. 말뚝성게(*Hemisentrotus pulcherrimus*)의 경우 전 조사정점에서 출현하였으며, 평균 189개체/m²로 출현하였다(그림 1-2-32). 정점 10과 12에서 다소 높은 밀도로 출현하였으나, 다른 우점종에 비하여 전체적으로 고른 출현 밀도를 보였다. 뚝뚝이짚신고둥(*Crepidula onyx*)의 경우 보리무룩에서와 비슷한 출현 양상을 보이고 있었으며, 평균 119개체/m²로 출현하였다. 특히, 이 종은 암반 및 다른 패류의 패각에 부착되어 출현하는 특징을 보였다.

울진바다목장 조하대 암반해역에서 우점적으로 출현한 부착생물을 대상으로 다차원적 도법(MDS)에 의한 분석을 실시한 결과 가장 남쪽에 위치한 정점 13이 다른 정점과 저서동물군집의 차이가 나타나며, 나머지 정점들은 대부분 유사한 것을 나타냈다(그림 1-2-31). 다른 정점들과 완전히 다른 저서동물군집을 이루는 정점 13의 경우 따개비류의 우점 및 이들 종의 부착으로 인한 생물상의 차이로 인해 다른 정점과 구별되는 것으로 판단된다. 특히 따개비류의 경우 위에서도 언급한 바와 같이 정점 13을 제외하고는 담치류 및 굴 등의 패각에 부착되어 출현한 것으로 그 출현이 극히 빈약하였다. 조사해역에서 가장 우점한 종인 우산석회관갯지렁이의 경우 일부 해역에서만 집중되어 출현하는 것으로 나타났으며, 우산석회관갯지렁이와 따개비류를 제외한 주요 우점 부착저서동물의 경우 대부분의 정점에서 고른 출현 양상을 보였다.

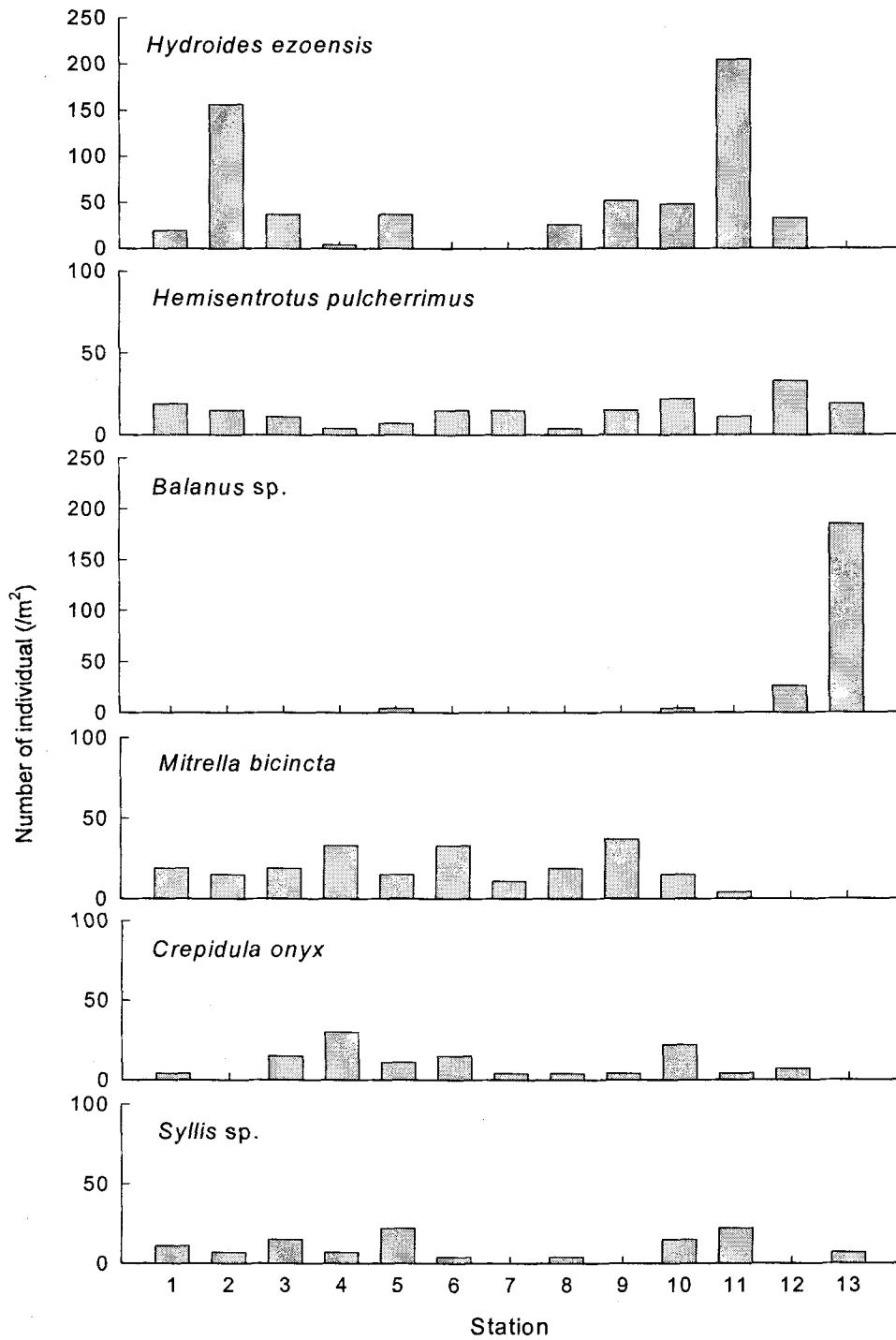


그림 1-2-31. 울진바다목장 암반해역에서 우점적으로 출현하는 부착저서동물.

Fig. 1-2-31. Dominant sessile benthos at each station in the Ulhin marine ranching area.

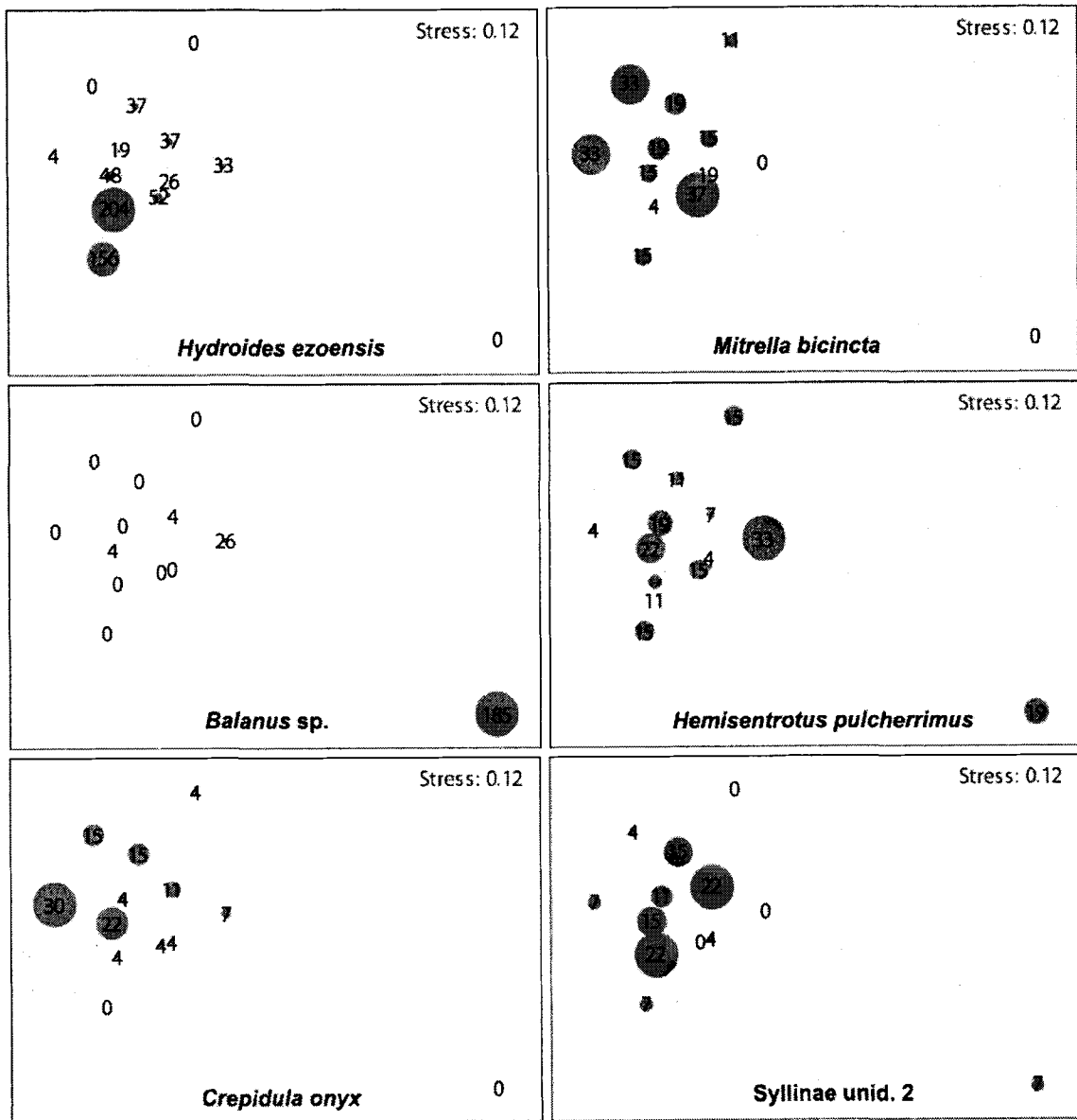


그림 1-2-32. 울진바다목장 해역의 13개 암반해역에 출현하는 부착저서동물 우점종.
 Fig. 1-2-32. MDS plots for the 13 stations in marine ranching area of Uljin based on dominant sessile species (the bubble and representing the number of individuals per 0.27 square meters).

바. 해조류

(1) 조간대

2004년 10월에 조사된 4개 조간대 조사지점의 해조류의 수직분포는 표 1-2-30과 같다. 조간대 상부는 부착동물인 격판담치(*Septiper*)가 우점하는 곳으로 해조류는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 14%의 피도로 가장 우점하였다. 조간대 중부는 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)과 구멍갈파래로 대표되며, 이 두 종의 피도는 70%에 가까웠다. 조간대 하부는 모자반(*Sargassum* spp.)과 작은구슬산호말로 대표되며, 이 두 무리의 피도는 75%를 상회하였다.

표 1-2-30. 울진바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포(2004년 10월)

Table 1-2-30. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area (October 2004)

Zone	Species	St 1	St 5	St 7	St 10	Mean	Remarks
Upper	<i>Ulva pertusa</i>	15	12	15	15	14.3	Septiper zone
	<i>Enteromorpha linza</i>	2	5	8	2	4.3	
	Blue-green algae	3	6	5	2	4.0	
	<i>Myelophycus simples</i>	1			5	1.5	
	<i>Chaetomorpha moniligera</i>	3		1		1.0	
Middle	<i>Corallina pilulifera</i>	33	45	50	42	42.5	Ulva and Corallina zone
	<i>Ulva pertusa</i>	28	22	32	23	26.3	
	<i>Hizikia fusiformis</i>	6	4	5	18	8.3	
	<i>Leathesia difformis</i>	3	1			1.0	
	<i>Chodria crassicaulis</i>	5	1	1	1	2.0	
	<i>Petalonia fascia</i>	1			1	0.5	
	<i>Champia bifida</i>	1	1		1	0.8	
	<i>Ceramium tenerrimum</i>	1	1			0.5	
	<i>Centroceras clavulatum</i>	1	1		1	0.8	
Lower	<i>Sargassum thunbergii</i>	24	32	24	33	28.3	Sargassum and Corallina zone
	<i>Corallina pilulifera</i>	13	23	28	26	22.5	
	<i>Sargassum confusum</i>	10	20	15	15	15.0	
	<i>Ulva pertusa</i>	15	11	12	13	12.8	
	<i>Symphycloadia latiuscula</i>	6	1		1	2.0	
	<i>Sargassum horneri</i>	3	1	3		1.8	
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	5	1		1	1.8	
	<i>Chodria crassicaulis</i>	4	1	1	1	1.8	
	<i>Auduinella</i> sp.	1	1	1	1	1.0	
	<i>Bangia fusco-purpurea</i>	1		1	1	0.8	
	<i>Campylaephora cassa</i>		1			0.3	
	<i>Ectocarpus</i> sp.	1				0.3	
	<i>Grateloupia livida</i>		1	1		0.5	
	<i>Grateloupia filicina</i>	1	1	1	1	1.0	
	<i>Heterosiphonia japonica</i>	1	1			0.5	
	<i>Lomenteria lubrica</i>	1		1	1	0.8	
	<i>Polysiphonia japonica</i>	1	1			0.5	
<i>Herpochondria dentata</i>	1	1			0.5		
<i>Heterosiphonia pulchra</i>	1	1	1		0.8		

2004년 10월에 조사된 4개 조간대 조사지점의 해조류의 출현종수 및 피도는 수직변화는 그림 1-2-33와 같다. 출현종수는 조사지점간 차이가 있으나 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하였다. 조사지역 전반에 걸쳐 조간대 상부에서는 5종, 중부에서는 9종, 하부에서는 19종이 서식하였다. 피도 역시 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하는 양상을 보였다. 4개 조사지점의 평균치를 기준해 볼 때, 상부에서 해조류가 차지하는 피도는 약 25%, 중부에서는 82%, 그리고 하부에서는 92%였다.

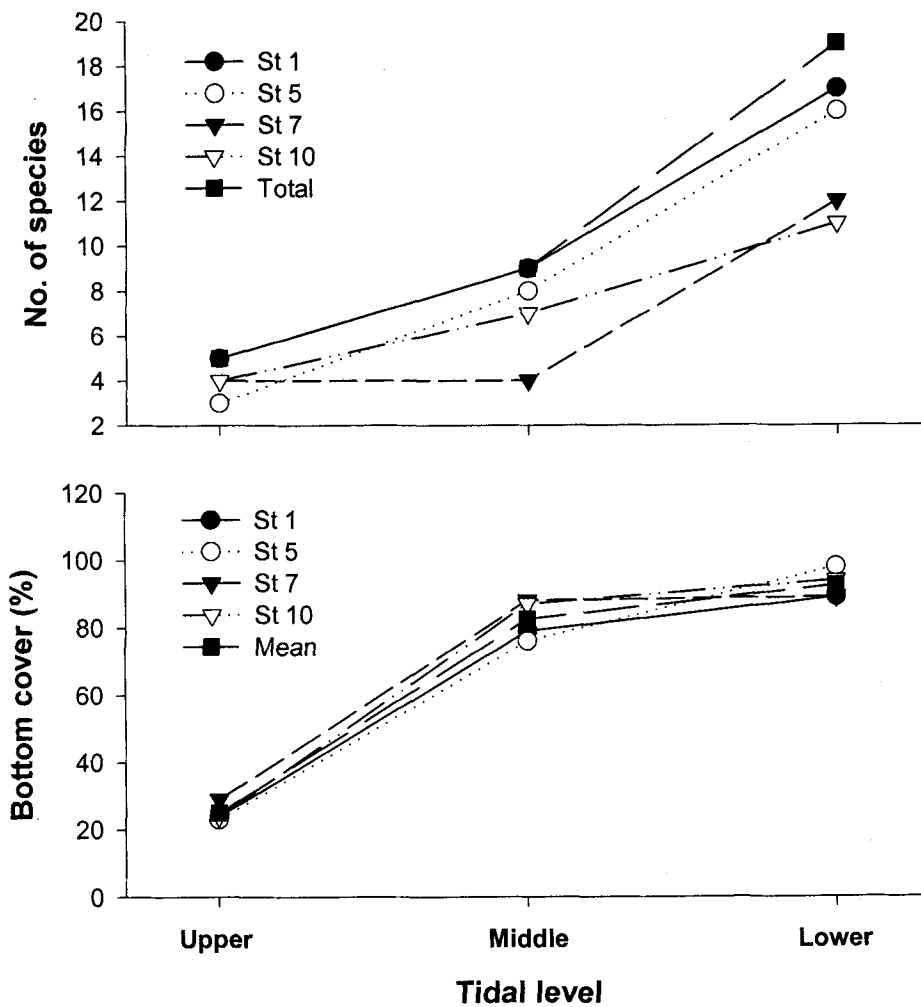


그림 1-2-33. 울진바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화 (2004년 10월).

Fig. 1-2-33. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area (October 2004).

2005년 1월에 조사된 4개 조간대 조사지점의 해조류의 수직분포는 표 1-2-31과 같다. 2004년 10월과 마찬가지로 조간대 상부는 부착동물인 격판담치가 우점하는 곳으로 해조류는 남조류(Blue-green algae)와 구멍갈파래가 가장 우점하였다. 조간대 중부는 작은구슬산호말과 구멍갈파래로 대표되며, 조간대 하부는 모자반과 작은구슬산호말로 대표되었다.

표 1-2-31. 울진바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포(2005년 1월)

Table 1-2-31. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area (January 2005)

Zone	Species	St 1	St 5	St 7	St 10	Mean	Remarks
Upper	Blue-green algae	10	10	5	8	8.3	Septiper zone
	<i>Ulva pertusa</i>	3	5	15	5	7.0	
	<i>Myelophycus simples</i>	5	5		5	3.8	
	<i>Chaetomorpha moniligera</i>	1	1	5	2	2.3	
	<i>Enteromorpha linza</i>		1			0.3	
Middle	<i>Corallina pilulifera</i>	30	45	50	23	37.0	Ulva and Corallina zone
	<i>Ulva pertusa</i>	25	30	22	18	23.8	
	<i>Hizikia fusiformis</i>	5	1	1	1	2.0	
	<i>Chodria crassicaulis</i>	3	1	1	1	1.5	
	<i>Ceramium tenerrimum</i>	1	1	1	1	1.0	
	<i>Petalonia fascia</i>	1	1		1	0.8	
	<i>Leathesia difformis</i>	1	1	1		0.8	
	<i>Centroceras clavulatum</i>	1	1		1	0.8	
<i>Champia bifida</i>		1		1	0.5		
Lower	<i>Sargassum horneri</i>	26	35	35	35	32.8	Sargassum and Corallina zone
	<i>Sargassum confusum</i>	15	25	25	20	21.3	
	<i>Corallina pilulifera</i>	15	10	18	16	14.8	
	<i>Ulva pertusa</i>	15	5	2	3	6.3	
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	5	1		1	1.8	
	<i>Sargassum thunbergii</i>	1	1	3		1.3	
	<i>Symphyocladia latiuscula</i>	3	1		1	1.3	
	<i>Undaria pinnatifida</i>		2	2	1	1.3	
	<i>Auduinella</i> sp.	1	1	1	1	1.0	
	<i>Bangia fusco-purpurea</i>	1	1	1	1	1.0	
	<i>Campylaephora cassa</i>		1			0.3	
	<i>Chodria crassicaulis</i>		1	1	1	0.8	
	<i>Cladophora sakaii</i>		1	1	1	0.8	
	<i>Ectocarpus</i> sp.	1	1	1		0.8	
	<i>Erythrocladia subintegra</i>	1	1		1	0.8	
	<i>Erythrocladia tetraseriata</i>	1	1	1		0.8	
	<i>Giffordia mitchellae</i>	1	1		1	0.8	
	<i>Grateloupia livida</i>		1	1		0.5	
	<i>Grateloupia filicina</i>	1	1	1	1	1.0	
	<i>Hetrosiphonia japonica</i>	1	1			0.5	
<i>Lomenteria lubrica</i>	1	1	1	1	1.0		
<i>Polysiphonia japonica</i>	1	1			0.5		
<i>Herpochondria dentata</i>	1	1			0.5		
<i>Heterosiphonia pulchra</i>	1	1	1		0.8		

2005년 1월에 조사된 4개 조간대 조사지점의 해조류의 출현종수 및 피도는 수직변화는 그림 1-2-34과 같다. 2004년 가을과 마찬가지로 출현종수는 조사지점간 차이가 있으나 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하였다. 조사지역 전반에 걸쳐 조간대 상부에서는 5종, 중부에서는 9종, 하부에서는 24종이 서식하였다. 피도 역시 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하는 양상을 보였다. 4개 조사지점의 평균치를 기준해 볼 때, 상부에서 해조류가 차지하는 피도는 약 21%, 중부에서는 68%, 그리고 하부에서는 92%였다.

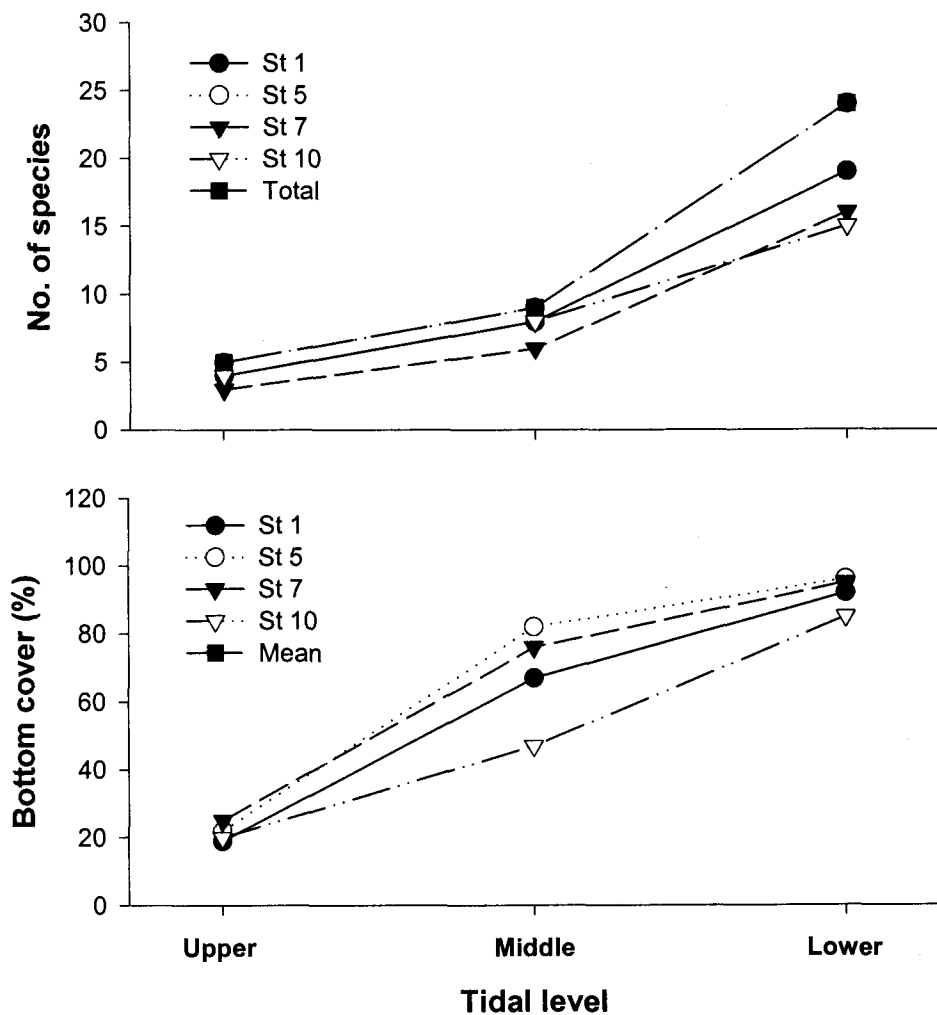


그림 1-2-34. 울진바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화 (2005년 1월).

Fig. 1-2-34. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Uljin marine ranching area (January 2005).

(2) 조하대

2004년 10월에 조사된 10개 조하대 조사지점에서 관찰된 해조류는 표 1-2-32와 같다. 출현종수는 총 37종으로 녹조류 4종, 갈조류 8종, 홍조류 24종, 그리고 해산현화식물 1종이었다. 출현종수는 14종에서 29종의 범위로 조사지점 간에 많은 차이를 보였다.

표 1-2-32. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 출현종수

Table 1-2-32. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area (October 2004)

Species/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Chlorophyta										
<i>Ulva japonica</i>						+			+	
<i>Bryopsis plumosa</i>		+			+					+
<i>Codium contractatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Codium fragile</i>	+				+			+	+	+
Phaeophyta										
<i>Laminaria japonica</i>	+	+			+		+	+	+	
<i>Dictyopteris divaricata</i>	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Dictyopteris prolifera</i>	+						+	+	+	
<i>Dictyota dichotoma</i>		+								+
<i>Dilophus okamurai</i>					+			+		+
<i>Spatoglossum pacificum</i>	+	+			+		+	+	+	
<i>Sargassum confusum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sargassum horneri</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rhodophyta										
<i>Gelidium amansii</i>	+		+	+				+		+
<i>Corallina pilulifera</i>					+			+	+	+
<i>Alatocladia modesta</i>					+			+	+	
<i>Carpopeltis cornea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Grateloupia divaricata</i>						+		+	+	
<i>Grateloupia imbricata</i>			+		+					
<i>Grateloupia okamurae</i>					+	+		+	+	
<i>Grateloupia turuturu</i>								+		+
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	+	+	+	+		+			+	+
<i>Plocamium telfairiae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gigartina intermedia</i>					+	+		+	+	+
<i>Gigartina tenella</i>	+				+	+		+	+	+
<i>Lomenteria catenata</i>	+	+			+		+	+		+
<i>Champia bifida</i>										+
<i>Antithamnion nipponicum</i>					+	+		+		+
<i>Campylophora crassa</i>		+			+	+		+		+
<i>Ceramium tenerrimum</i>						+				+
<i>Acrosorium flabellatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Delesseria violacea</i>	+		+	+	+	+	+	+		+
<i>Dasya sessilis</i>					+	+		+		+
<i>Hetrosiphonia japonica</i>				+				+		
<i>Laurencia sp.</i>					+		+			+
<i>Polysiphonia japonica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Symphycloadia latiuscula</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Seagrass										
<i>Phyllospadix japonica</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+

2004년 10월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 피도는 표 1-2-33과 같다. 종별 피도는 10개 지점에서 관찰된 값의 평균을 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 알송이모자반(*Sargassum confusum*)의 피도가 가장 높았고, 말잘피(*Phyllospadix japonica*)와 팽생이모자반(*Sargassum horneri*)의 순으로 높았다. 붉은까막살(*Carpopeltis cornea*)과 참곱슬이(*Plocamium telfariae*)가 1.9% 이상의 평균피도를 보였으며, 그 외 종들의 평균피도는 1% 이하로 나타났다.

표 1-2-33. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도(%)

Table 1-2-33. Abundance (bottom cover, %) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area (October 2004)

Species/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	AVG
<i>Sargassum confusum</i>	24.0	13.5	19.5	2.1	14.2	46.5	9.9	0.9	3.9	9.4	14.4
<i>Phyllospadix japonica</i>	3.9	2.0	4.1		0.9	1.7	19.1	47.3	17.6	16.1	11.3
<i>Sargassum horneri</i>	9.0	14.0	24.0	4.4	2.6	3.2	5.0	1.5	18.3	2.1	8.4
<i>Carpopeltis cornea</i>	1.1	2.7	1.4	3.6	1.8	0.8	3.9	1.5	2.6	1.2	2.1
<i>Plocamium telfariae</i>	1.8	1.0	2.9	2.1	4.0	1.7	1.2	1.0	2.0	1.8	1.9
<i>Codium fragile</i>	1.0				1.0			1.0	2.7	4.4	1.0
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	1.1	1.0	1.4	1.8		1.0			1.4	1.0	0.9
<i>Acrosorium flabellatum</i>	1.0	1.0	2.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0		1.1
<i>Gigartina tenella</i>	1.0				1.0	1.0		1.0	2.9	1.0	0.8
<i>Spatoglossum pacificum</i>	1.0	1.0			1.1		1.0	1.0	1.8		0.7
<i>Lomentaria catenata</i>	1.0	1.0			1.7		1.0	1.0		1.0	0.7
<i>Dictyopteris divaricata</i>	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	0.8
<i>Codium contractatum</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<i>Laminaria japonica</i>	1.0	1.0			1.0		1.0	1.0	1.0		0.6
<i>Delesseria violacea</i>	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	0.8
<i>Dictyopteris prolifera</i>	1.0						1.0	1.0	1.0		0.4
<i>Symphycloadia latiuscula</i>	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
<i>Dilophus okamurai</i>					1.0			1.0		1.0	0.3
<i>Hetrosiphonia japonica</i>				1.0				1.0			0.2
<i>Dictyota dichotoma</i>		1.1								1.0	0.2
<i>Gelidium amansii</i>	1.0		1.0	1.0				1.0		1.0	0.5
<i>Corallina pilulifera</i>					1.0			1.0	1.0	1.0	0.4
<i>Campyleophora crassa</i>		1.0			1.0	1.0		1.0		1.0	0.5
<i>Gigartina intermedia</i>					1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	0.5
<i>Antithamnion nipponicum</i>					1.0	1.0		1.0		1.0	0.4
<i>Grateloupia okamurae</i>					1.0	1.0		1.0	1.0		0.4
<i>Alatocladia modesta</i>					1.0			1.0	1.0		0.3
<i>Grateloupia divaricata</i>						1.0		1.0	1.0		0.3
<i>Dasya sessilis</i>					1.0	1.0		1.0		1.0	0.4
<i>Grateloupia imbricata</i>			1.0		1.0						0.2
<i>Ulva japonica</i>						1.0			1.0		0.2
<i>Grateloupia turuturu</i>								1.0		1.0	0.2
<i>Laurencia sp.</i>					1.0		1.0			1.0	0.3
<i>Ceramium tenerrimum</i>						1.0				1.0	0.2
<i>Polysiphonia japonica</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		0.9
<i>Bryopsis plumosa</i>		1.0			1.0					1.0	0.3
<i>Champia bifida</i>										1.0	0.1

2004년 10월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 습중량은 표 1-2-34와 같다. 피도와 마찬가지로 10개 지점에서 관찰된 종별 피도를 평균하고, 이를 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 알송이모자반의 습중량이 가장 높았고(191.8 g/0.25m²), 말잘피(150.3 g/0.25m²)와 팽생이모자반(111.9 g/0.25m²)의 순으로 높았다.

표 1-2-34. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량(g/0.25m²)

Table 1-2-34. Abundance (g-wet wt/0.25m) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area (October 2004)

Species/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	AVG
<i>Sargassum confusum</i>	320	180	260	28	189	620	132	12	52	125	191.8
<i>Phyllospadix japonica</i>	52	26	55		12	23	255	630	235	215	150.3
<i>Sargassum horneri</i>	120	186	320	58	35	42	66	20	244	28	111.9
<i>Carpopeltis cornea</i>	15	36	19	48	24	10	52	20	34	16	27.4
<i>Plocamium telfairiae</i>	24	12	38	28	53	22	16	10	26	24	25.3
<i>Codium fragile</i>	12				2			2	36	58	11.0
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	15	8	18	24		12			18	5	10.0
<i>Acrosorium flabellatum</i>	6	3	28	6	2	10	5	12	26		9.8
<i>Gigartina tenella</i>	5				8	10		2	39	12	7.6
<i>Spatoglossum pacificum</i>	3	2			15		10	6	24		6.0
<i>Lomenteria catenata</i>	8	5			23		5	2		3	4.6
<i>Dictyopteris divaricata</i>	1		0.5	1	2	2		0.1	21	12	4.0
<i>Codium contracatum</i>	12	3	4	1	6	2	0.1	2	5	2	3.7
<i>Laminaria japonica</i>	1	3			2		1	1	26		3.4
<i>Delesseria violacea</i>	1		0.5	2	0.5	1	1	0.5		24	3.1
<i>Dictyopteris prolifera</i>	5						10	12	2		2.9
<i>Symphycloadia latiuscula</i>	1		1	2	1	1	1	0.3	6	6	1.9
<i>Dilophus okamurai</i>					2			12		5	1.9
<i>Hetrosiphonia japonica</i>				5				13			1.8
<i>Dictyota dichotoma</i>		15								1	1.6
<i>Geliidium amansii</i>	2		2	5				5		2	1.6
<i>Corallina pilulifera</i>					1			2	0.1	3	0.6
<i>Campylophora crassa</i>		3			0.1	0.5		0.5		0.1	0.4
<i>Gigartina intermedia</i>					2	0.1		0.1	0.5	0.5	0.3
<i>Antithamnion nipponicum</i>					2	0.5		0.5		0.2	0.3
<i>Grateloupia okamurae</i>					2	0.1		0.1	0.5		0.3
<i>Alatocladia modesta</i>					2			0.1	0.5		0.3
<i>Grateloupia divaricata</i>						1		1	0.5		0.3
<i>Dasya sessilis</i>					2	0.1		0.1		0.1	0.2
<i>Grateloupia imbricata</i>			1		1						0.2
<i>Ulva japonica</i>						1			0.5		0.2
<i>Grateloupia turuturu</i>								1		0.3	0.1
<i>Laurencia sp.</i>					0.1		0.1			1	0.1
<i>Ceramium tenerrimum</i>						1				0.1	0.1
<i>Polysiphonia japonica</i>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1
<i>Bryopsis plumosa</i>		0.5			0.1					0.1	0.1
<i>Champia bifida</i>										0.1	0.0

2004년 10월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량은 그림 1-2-35와 같다. 조하대 해역에서 해조류가 차지하는 피도는 15~60%(평균 약 34%)로, 지점4에서 가장 낮았고, 지점 9에서 가장 높았다. 습중량은 200~800 g/0.25m²의 범위(평균 약 540 g/0.25m²)로 지점4에서 가장 낮았고, 지점 9에서 가장 높았다.

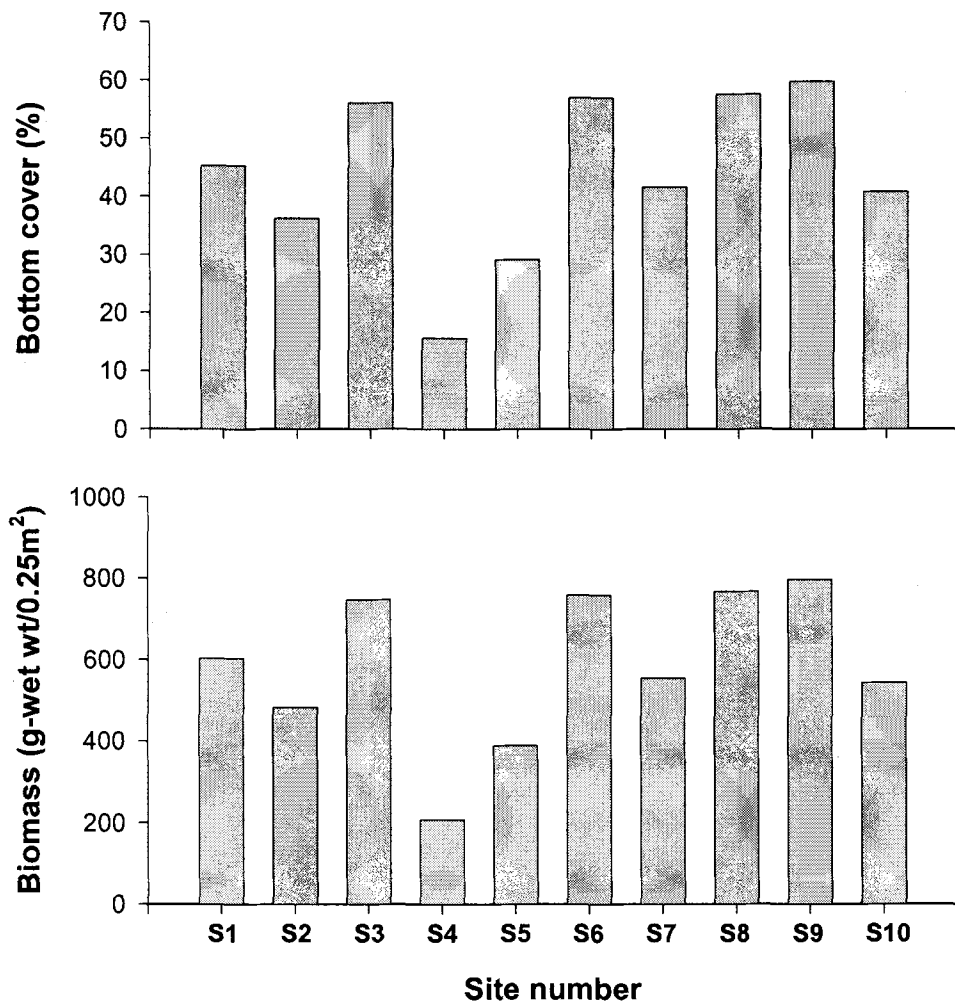


그림 1-2-35. 2004년 10월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량.

Fig. 1-2-35. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Uljin marine ranching area (October 2004).

2005년 1월에 조사된 10개 조하대 조사지점에서 관찰된 해조류는 표 1-2-35와 같다. 출현종수는 총 41종으로 녹조류 4종, 갈조류 14종, 홍조류 22종, 그리고 해산현화식물 1종이었다. 출현종수는 6종에서 19종의 범위로 조사지점 간에 많은 차이를 보였다.

표 1-2-35. 2005년 1월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 출현종수

Table 1-2-35. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area (January 2005)

Species/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Chlorophyta										
<i>Enteromorpha linza</i>						+				
<i>Ulva pertusa</i>		+						+		+
<i>Bryopsis hypnoides</i>							+			
<i>Codium fragile</i>		+								
Phaeophyta										
<i>Giffordia mitchellae</i>								+		
<i>Petalonia fascia</i>								+		
<i>Sphacelaria variabilis</i>										+
<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	+	+			+		+	
<i>Agarum cribrosum</i>				+						
<i>Dictyota dichotoma</i>						+				
<i>Dilophus okamurai</i>	+		+		+	+		+	+	
<i>Pachydictyon coriaceum</i>							+			
<i>Spatoglossum pacificum</i>										
<i>Sargassum confusum</i>						+				
<i>Sargassum horneri</i>	+	+	+				+		+	
<i>Sargassum micracanthum</i>			+		+					
<i>Sargassum ringgoldianum</i>							+	+		
<i>Sargassum thunbergii</i>								+		
Rhodophyta										
<i>Bangia fusco-purpurea</i>							+		+	
<i>Porphyra</i> sp.								+		
<i>Gelidium amasii</i>					+					
<i>Gelidium</i> sp.		+				+				
<i>Fosliella zostericola</i>								+		
<i>Corallina pilulifera</i>								+		+
<i>Carpopeltis cornea</i>					+			+		+
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>							+			
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>								+		
<i>Plocamium telfairiae</i>	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Rhodymenia intricata</i>							+			
<i>Hypnea saidana</i>										+
<i>Lomenteria catenata</i>							+			
<i>Lomenteria lubrica</i>								+		
<i>Antithamnion nipponicum</i>			+		+			+	+	
<i>Ceramium japonica</i>								+		
<i>Ceramium kondoi</i>								+		
<i>Acrosorium flabellatum</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Dasya sessilis</i>								+		
<i>Hetrosiphonia japonica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Polysiphonia japonica</i>		+	+				+	+		
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>				+						
Seagrass										
<i>Phyllospadix japonica</i>			+					+	+	+

2005년 1월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 피도는 표 1-2-36과 같다. 종별 피도는 10개 지점에서 관찰된 값의 평균을 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 팽생이모자반(*Sargassum horneri*)의 피도가 가장 높았고, 미역(*Undaria pinnatifida*)과 큰잎모자반(*Sargassum ringgoldianum*)과 같은 대형 갈조류의 피도가 높았다.

표 1-2-36. 2005년 1월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도(%)

Table 1-2-36. Abundance (bottom cover, %) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area (January 2005)

Species/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	AVG
<i>Sargassum horneri</i>	10.8	23.3	33.6				8.4		23.0		9.9
<i>Undaria pinnatifida</i>	1.0	34.6	7.2	2.4			2.4		2.2		5.0
<i>Sargassum ringgoldianum</i>							20.4	28.8			4.9
<i>Phyllospadix japonica</i>			12.0					1.0	4.8	24.0	4.2
<i>Acrosorium flabellatum</i>	1.0	1.0	1.0	3.6	1.9	19.3	1.0		1.0		3.0
<i>Sargassum micracanthum</i>			1.4		16.8						1.8
<i>Carpopeltis cornea</i>					12.0			1.0		4.8	1.8
<i>Plocamium telfairiae</i>	1.0	1.0	1.0	3.6	5.8	1.0	1.0				1.4
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>							10.1				1.0
<i>Sargassum thunbergii</i>								2.4			0.2
<i>Hetrosiphonia japonica</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		0.9
<i>Dilophus okamurai</i>	1.0		1.0		1.0	1.0		1.0	1.0		0.6
<i>Ulva pertusa</i>		1.0						1.0		1.0	0.3
<i>Corallina pilulifera</i>								1.0		1.0	0.2
<i>Polysiphonia japonica</i>		1.0	1.0				1.0	1.0			0.4
<i>Hypnea saidana</i>										1.0	0.1
<i>Lomenteria lubrica</i>								1.0			0.1
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>								1.0			0.1
<i>Sphacelaria variabilis</i>										1.0	0.1
<i>Antithamnion nipponicum</i>			1.0		1.0			1.0	1.0		0.4
<i>Lomenteria catenata</i>							1.0				0.1
<i>Gelidium sp.</i>		1.0				1.0					0.2
<i>Agarum cribrosum</i>				1.0							0.1
<i>Ceramium japonica</i>								1.0			0.1
<i>Ceramium kondoi</i>								1.0			0.1
<i>Dasya sessilis</i>								1.0			0.1
<i>Dictyota dichotoma</i>						1.0					0.1
<i>Giffordia mitchellae</i>								1.0			0.1
<i>Fostiella zostericola</i>								1.0			0.1
<i>Petalonia fascia</i>								1.0			0.1
<i>Porphyra sp.</i>								1.0			0.1
<i>Sargassum confusum</i>						1.0					0.1
<i>Spatoglossum pacificum</i>											0.0
<i>Bangia fusco-purpurea</i>							1.0		1.0		0.2
<i>Codium fragile</i>		1.0									0.1
<i>Rhodymenia intricata</i>							1.0				0.1
<i>Bryopsis hypnoides</i>							1.0				0.1
<i>Enteromorpha linza</i>						1.0					0.1
<i>Pachydictyon coriaceum</i>							1.0				0.1
<i>Symphyocladia latiuscula</i>				1.0							0.1
<i>Gelidium amasii</i>					1.0						0.1

2005년 1월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 습중량은 표 1-2-37와 같다. 피도와 마찬가지로 10개 지점에서 관찰된 종별 피도를 평균하고, 이를 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 팽생이모자반의 습중량이 가장 높았고(206.5 g/0.25m²), 미역(130.0 g/0.25m²)과 큰잎모자반(102.5 g/0.25m²)의 순으로 높았다.

표 1-2-37. 2004년 10월 울진바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량(g/0.25m²)

Table 1-2-37. Abundance (g-wet wt/0.25m) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Uljin marine ranching area (January 2005)

Species/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	AVG
<i>Sargassum horneri</i>	225	485	700				175		480		206.5
<i>Undaria pinnatifida</i>	15	720	150	50			50		45		103.0
<i>Sargassum ringgoldianum</i>							425	600			102.5
<i>Phyllospadix japonica</i>			250					10	100	500	86.0
<i>Acrosorium flabellatum</i>	12.5	12	5	75	40	402	5		20		57.2
<i>Sargassum micracanthum</i>			30		350						38.0
<i>Carpopeltis cornea</i>					250			20		100	37.0
<i>Plocamium telfairiae</i>	10	5	10	75	120	5	5				23.0
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>							210				21.0
<i>Sargassum thunbergii</i>								50			5.0
<i>Hetrosiphonia japonica</i>	2.5	1	1	7.5	1	2.5	7.5	5	12		4.0
<i>Dilophus okamurai</i>	5		5		2	5		5	5		2.7
<i>Ulva pertusa</i>		5						10		10	2.5
<i>Corallina pilulifera</i>								10		10	2.0
<i>Polysiphonia japonica</i>		1	1				5	10			1.7
<i>Hypnea saidana</i>								0		10	1.0
<i>Lomenteria lubrica</i>								10			1.0
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>								10			1.0
<i>Sphacelaria variabilis</i>								0		10	1.0
<i>Antithamnion nipponicum</i>			1		1			5	1		0.8
<i>Lomenteria catenata</i>							7.5				0.8
<i>Gelidium sp.</i>		3				2.5					0.6
<i>Agarum cribrosum</i>				5							0.5
<i>Ceramium japonica</i>								5			0.5
<i>Ceramium kondoii</i>								5			0.5
<i>Dasya sessilis</i>								5			0.5
<i>Dictyota dichotoma</i>						5					0.5
<i>Giffordia mitchellae</i>								5			0.5
<i>Fosliella zostericola</i>								5			0.5
<i>Petalonia fascia</i>								5			0.5
<i>Porphyra sp.</i>								5			0.5
<i>Sargassum confusum</i>						5					0.5
<i>Spatoglossum pacificum</i>											0.0
<i>Bangia fusco-purpurea</i>							2.5		1		0.4
<i>Codium fragile</i>		3									0.3
<i>Rhodomenia intricata</i>							2.5				0.3
<i>Bryopsis hypnoides</i>							2.5				0.3
<i>Enteromorpha linza</i>						2.5					0.3
<i>Pachydictyon coriaceum</i>							2.5				0.3
<i>Symphycloadia latiuscula</i>				2.5							0.3
<i>Gelidium amasii</i>					1						0.1

2005년 1월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량은 그림 1-2-36와 같다. 조하대 해역에서 해조류가 차지하는 피도는 15~65%(평균 약 38%)로 2004년 10월보다는 약간 높았다, 피도는 지점1에서 가장 낮았고, 지점 2에서 가장 높게 나타나 2004년 10월과는 차이를 보였다. 습중량은 215~1235 g/0.25m²의 범위(평균 약 705 g/0.25m²)로 역시 지점1에서 가장 낮았고, 지점 2에서 가장 높았다.

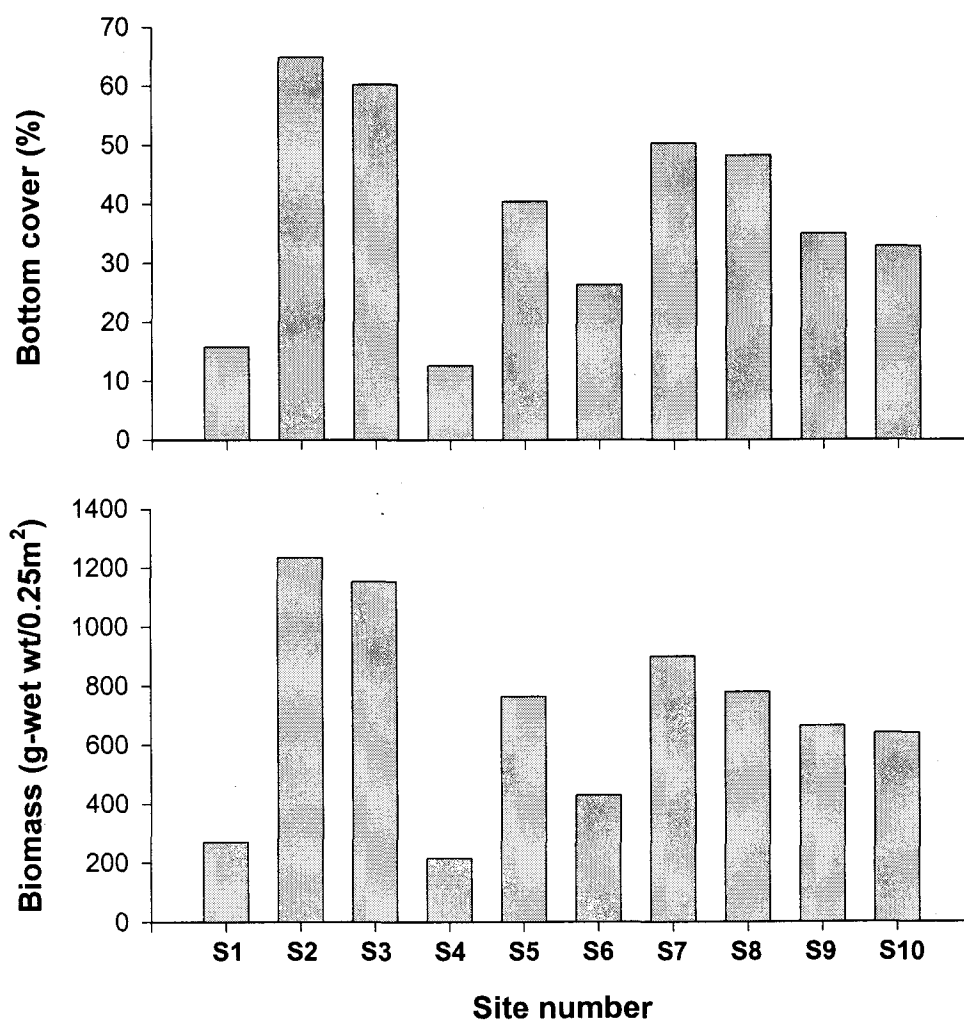


그림 1-2-36. 2005년 1월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량.
 Fig. 1-2-36. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Uljin marine ranching area (January 2005).

사. 난치자어 및 성어

조사기간 동안 총 9개 분류군의 어란과 자치어가 동정되었다(표 1-2-38). 어란은 돛양태류(*Repomucenus* spp.), 엘통이(*Maurolicus muelleri*), 멸치(*Engraulis japonicus*) 3종, 자치어는 멸치(*E. japonicus*), 돛양태류(*Repomucenus* spp.), 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 짧은수염대구(*Laemonema nana*) 등 총 9종이었다. 우점종을 보면 어란은 돛양태류로 전체 출현량의 53.2%를 차지하였고, 자치어는 멸치와 돛양태류가 전체 출현량의 45.5%와 41.5%를 차지하였다(Table 2-1-40). 본 연구해역과 인접한 울진원자력발전소 주변해역에서 10월에 멸치, 엘통이, 돛양태류, 황놀래기 등이 출현하였다(유, 2002). 이들 종은 본 연구해역에서도 출현하였으며 비록 본연구와 조사시기에 차이는 있으나 주요 출현종들의 종구성은 비슷한 것으로 판단된다.

표 1-2-38. 2004년 9월과 11월에 포획된 자치어와 어란의 개체수

Table 1-1-38. Mean abundance of the fish eggs and larvae captured in the study area in September and November 2004

Species / Month	Sep.	Nov.	Total	%
Eggs				
<i>Repomucenus</i> spp.	323.7	7.3	331.0	53.2
<i>Maurolicus muelleri</i>		69.2	69.2	11.1
<i>Engraulis japonicus</i>	38.3		38.3	6.2
Unidentified spp.	153.6	30.4	184.0	29.6
Total	515.6	106.9	622.5	100.0
Larvae				
<i>Engraulis japonicus</i>	24.4		24.4	45.4
<i>Repomucenus</i> spp.	18.2	4.1	22.3	41.5
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	1.1	0.5	1.6	3.0
<i>Laemonema nana</i>	0.7		0.7	1.3
<i>Rudarius ercodes</i>	0.7		0.7	1.3
<i>Colorabis saira</i>		0.4	0.4	0.7
<i>Maurolicus muelleri</i>		0.3	0.3	0.6
<i>Sebastes</i> sp.		0.3	0.3	0.6
Pleuronectidae spp.	0.2		0.2	0.4
Unidentified spp.	2.8		2.8	5.2
Total	48.1	5.6	53.7	100.0
No. of station	12	15		

2004년 9월과 11월에 출현한 자치어와 어란의 정점별 개체수는 표 1-2-39, 40과 같다. 자치어의 정점별 출현종수는 9월에 0~3종이었고, 연안역과 외양역 모두 차이가 없는 것으로 보인다. 반면 11월에는 9월보다 다소 감소한 0~2종이었으며 연안역보다는 외양역에서 자치어가 주로 출현하였다. 어란의 정점별 출현량은 9월에 7~1,089 ind./1,000m³였고

평균 출현량은 515.6 ind./1,000m³이었다. 11월에는 9월보다 출현량이 다소 감소한 5~432 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 106.9 ind./1,000m³이었다. 9월과 11월 모두 연안역과 외양역에서 어란의 출현량에 큰 차이는 없는 것으로 보인다. 자치어의 정점별 출현량은 9월에 0~189 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 48.1 ind./1,000m³이었다. 연안역과 외양역 모두 차이가 없는 것으로 보인다. 반면 11월에는 정점별 출현량이 9월보다 감소한 0~25 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 5.6 ind./1,000m³이었다. 연안역보다는 외양역에서 자치어의 출현빈도가 높았다. 우점종인 돛양태류(*Repomucenus* spp.)와 멸치(*E. japonicus*) 이외에 엘통이(*M. muelleri*)의 정점별 분포를 볼 때, 양태류(*Repomucenus* spp.)를 보면 어란은 9월에 정점별 출현량이 7~857 ind./1,000m³였고, 평균 출현량은 323.7 ind./1,000m³이었다. 11월에는 9월보다 출현량이 감소한 0~22 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 7.3 ind./1,000m³에 불과하였다. 9월에는 연안역과 외양역에서 어란의 출현량에 큰 차이는 없었으나 11월에는 연안역과 조사해역의 중북부해역에 주로 출현하였다. 자치어의 정점별 출현량은 9월에 0~63 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 18.2 ind./1,000m³이었다. 연안역과 외양역 모두 차이가 없는 것으로 보인다. 반면 11월에는 정점별 출현량이 9월보다 감소한 0~22 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 4.1 ind./1,000m³이었다. 연안역보다는 외양역에서 자치어의 출현빈도가 높았다. 멸치(*Engraulis japonicus*) 어란과 자치어는 9월에만 출현하였다. 어란의 정점별 출현량은 7~857 ind./1,000m³였고, 평균 출현량은 323.7 ind./1,000m³이었다. 자치어의 정점별 출현량은 0~151 ind./1,000m³이었고, 평균 출현량은 24.4 ind./1,000m³이었다. 어란과 자치어 모두 연안역과 외양역에 출현량에 큰 차이는 없었다. 엘통이(*Mauroliticus muelleri*)의 어란과 자치어는 11월에만 출현하다. 어란의 정점별 출현량은 0~432 ind./1,000m³였고 평균 출현량은 62.9 ind./1,000m³이었다. 자치어는 정점 11의 1개 정점에서 8 ind./1,000m³ 출현하였다. 어란은 주로 연안쪽 보다는 외양쪽에서 출현량과 출현빈도가 높았다. 자치어는 비록 1개 정점에서만 출현하였으나 외양역에서 출현하였다. 이 종은 우리나라 주변해역에서는 동해 서남부해역의 대륙사면부근에 분포하며 수온약층에서 부근해역에서 연중 산란하는 종이다(김과 유, 1999; 김 등, 2004). 이 종의 어란과 자치어가 본연구해역과 같이 연안쪽에서 출현하는 것은 동해의 저층냉수의 용승에 그 원인이 있는 것으로 밝혀져 있다(차 등, 1991). 위 3종을 제외한 나머지 희소종 중에서 짧은수염대구(*Laemonema nana*), 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 그물코귀치(*Rudarius ercodes*) 등은 난류성 어류로 우리나라 주변해역서는 주로 제주도 주변해역에 출현하는 종들이다(유 등, 1995; 김과 유, 2000). 이러한 종들의 출현은 본 연구해역에 지속적으로 난류수가 영향을 미치고 있음을 시사한다.

표 1-2-39. 2004년 9월에 포획된 자치어와 어란의 개체수

Table 1-2-39. Species composition of the fish eggs and larvae captured in the study area in September 2004

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T
Eggs													
<i>Repomucenus</i> spp.	29	163	480	559	590	857	7	47	214	715	188	35	3884
<i>Engraulis japonicus</i>	13	50	18	80	36	27	0	47	50	86	53	0	460
Unidentified spp.	11	637	371	297	135	205	0	0	101	86	0	0	1843
Total	53	850	869	936	761	1089	7	94	365	887	241	35	6187
Larvae													
<i>Engraulis japonicus</i>	2	7	0	7	28	18	37	0	151	43	0	0	293
<i>Repomucenus</i> spp.	20	21	63	15	28	0	7	32	25	7	0	0	218
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13
<i>Laemonema nana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8
<i>Rudarius ercodes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8
<i>Pleuronectidae</i> spp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Unidentified spp.	0	0	0	0	7	27	0	0	0	0	0	0	34
Total	24	28	63	22	63	45	44	32	189	50	16	0	576

표 1-2-40. 2004년 11월에 포획된 자치어와 어란의 개체수

Table 1-2-40. Species composition of the fish eggs and larvae captured in the study area in November 2004

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	T
Eggs																
<i>Maurolicus muelleri</i>	0	0	8	3	8	0	29	4	7	98	13	5	242	432	189	1038
<i>Repomucenus</i> spp.	9	6	3	10	3	46	13	12	7	0	0	0	0	0	0	109
Unidentified spp.	81	31	25	113	18	54	58	65	3	8	0	0	0	0	0	456
Total	90	37	36	126	29	100	100	81	17	106	13	5	242	432	189	1603
Larvae																
<i>Repomucenus</i> spp.	15	0	0	0	0	0	0	8	3	0	22	8	0	3	3	62
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	7
<i>Colorabis saira</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6
<i>Sebastes</i> sp.	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Maurolicus muelleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Total	15	0	3	0	0	4	0	8	3	4	25	8	4	6	3	83

성어는 조사기간 동안 26종이 출현하였으며 크게 난류성 어류, 냉수성 어류 그리고 소하성 어류로 구분되었다(표 1-2-41). 난류성 어류에는 멸치, 고등어, 달고기, 돌돔, 쥐치, 방어, 붉돔, 연어병치, 전갱이, 삼치 등이 있고, 냉수성 어류에는 대구와 딱지, 그리고 소하성 어류에는 황어가 있었다. 삼치는 9월에 정치망 어획량의 대부분을 차지하는 우점종이었다. 본 연구해역과 인접한 울진원자력발전소의 취수구와 배수구에서 멸치, 대구, 물메기, 삼치, 전갱이, 쥐치, 청어, 가자미류 등 총 22종이 출현하였다(유, 2002). 본 연구와 다소 종 구성에 차이는 있으나 본연구해역과 같이 난류성 어류와 냉수성 어종이 동시에 출현하였다.

표 1-2-41. 2004년에 포획된 성어의 종수

Table 1-2-41. Species composition of the adult fishes captured off Hupo of Uljin 2004

Scientific name	한국명
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	가시망둑
<i>Scomber japonicus</i>	고등어
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	기름가자미
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치
<i>Zeus faber</i>	달고기
<i>Gadus macrocephalus</i>	대구
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	딱지
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치
<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미
<i>Liparis tessellatus</i>	물메기
<i>Seriola quinqueradiata</i>	방어
<i>Evynnis japonica</i>	붉돔
<i>Conger myriaster</i>	붕장어
<i>Scomberomorus niphonius</i>	삼치*
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	성대
<i>Platycephalus indicus</i>	양태
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	연어병치
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락
<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치
<i>Limanda punctatissima</i>	총거리가자미
<i>Lophius litulon</i>	황아귀
<i>Tribolodon hakonensis</i>	황어

* : Dominant specie in September 2004

제 3 절 요약 및 결론

1. 해양환경

울진 바다목장해역에 대한 해양환경 특성 조사를 위하여 15개 정점 표·저층에 대해 2004년 9월과 11월 현장조사 및 시료 채취를 실시하였다.

가. 수질환경

수온은 7.62~22.14℃의 범위로 공간적으로는 수온변화가 크게 나타나지 않았으며 9월에는 25~30m 수층에 수온약층이 나타났다. 염분은 32.81~34.27의 분포로 저층이 표층보다 다소 높게 나타났다. pH는 7.78~8.28, 용존산소량은 7.87~8.66mg/L의 분포를 보였고, 부유물질의 농도는 0.6~10.2mg/L의 분포로 9월 하천과 항 부근 정점에서 비교적 높게 나타났다. 투명도는 9월과 11월 평균 각각 10.7m, 9.8m로서 높게 나타났다. 화학적산소요구량은 0.12~1.40mg/L 분포로서 항과 인접한 정점에서 다소 높은 농도를 보였으며 총질소와 총인은 각각 0.036~0.252mg/L, 0.004~0.026mg/L의 분포로서 내측의 정점이 외측 정점보다 다소 높은 농도를 보였으며 총질소는 9월에 높았고 총인은 11월에 높게 나타났다.

나. 저서, 퇴적환경

퇴적물의 저질화학적산소요구량과 산취발성 총황화물은 각각 0.58~3.03mg/g.d., 0.01~0.05mg/g.d.였으며 특히 구산항과 후포항 인접한 정점에서 높은 농도를 보였다.

2. 생태계 특성

가. 미생물

9월과 11월 울진 바다 목장 해역에 서식하는 해양세균의 개체수와 군집의 종조성을 조사하였다. 2004년 9월에 조사한 총균수는 9.7×10^5 ~ 2.5×10^6 cells/ml로 나타났으며 11월에 조사한 총균수는 5.0×10^5 ~ 1.1×10^6 cells/ml로 나타났다. 그리고 2004년 9월에 조사한 생균수는 5.3×10^2 ~ 3.0×10^4 cfu/ml이었으며, 2004년 11월에 조사한 생균수는 1.8×10^2 ~ 8.5×10^4 cfu/ml로 나타났다. 2004년 9월에는 *Pseudoalteromonas* sp.(21.9%), *Vibrio* sp.(20.0%), *Acinetobacter* sp.(20.0%), *Psychrobacter* sp.(10.0%)순으로 나타났으며, 11월에는 *Mesorhizobium* sp.(26.4%), *Cytophaga* sp.(18.6%), *Flavobacterium* sp.(11.6%), *Sulfitobacter* sp.(8.0%), *Chromohalobacter* sp.(6.1%)순으로 나타났다.

나. 식물플랑크톤

식물플랑크톤 동정은 하절기와 동절기를 대상으로 9월과 11월에 채집하였다. 9월 조사

에서는 규조류 20속 66종, 와편모조류 4속 16종, 그리고 Crysohytes 1속 2종을 포함하여 총 25속 84종의 식물플랑크톤이 동정되었으며, 규조류, 와편모조류, Crysohytes의 조성비는 각각 52.1%, 44.9%, 3%이었다. 주요 우점종에는 와편모조류인 *Gonyaulax polygramma*(12.0%)와 *Protoperdinium brochii*(8.3%), 규조류인 *Coscinodiscus subconcauus*(6.3%)와 *Hemiaulus membranaceus*(3.3%), *Bacteriastrum hyalinum*(3.1%)로 조사되었다. 각 층별 식물플랑크톤 평균 밀도는 표층과 중층, 저층이 각각 7,795 cells/l, 4,514 cells/l, 11,909.5 cells/l로 나타나, 저층이 가장 높았다. 하절기의 chlorophyll a 농도는 표층의 평균 0.38 $\mu\text{g/l}$ 로 나타났으며 중층은 0.31 $\mu\text{g/l}$, 저층 0.69 $\mu\text{g/l}$ 로 조사되었다. 표층과 중층의 경우에는 전 조사 정점에서 비교적 유사한 chlorophyll a 농도를 보였으나, 저층에서는 연안에 가까운 정점에서 높은 chlorophyll a 농도를 보였다. 11월 조사에서 출현한 식물플랑크톤은 규조류 29속 55종, 와편모조류 5속 19종, Chrysohytes 1속 2종을 포함하여 총 35속 76종이 동정되었다. 이들의 종조성비는 규조류가 90.5%, Chrysohytes는 4.76%, 와편모조류가 4.75%로 조사되었다. 조사 해역 내의 최우점종은 *Nitzschia* spp.(10.8%)이었으며, *Chaetoceros didymus*(7.85%), *Chaetoceros* spp.(6.86%), *C. affinis*(5.94%)가 그 뒤를 따랐다. 각 수층별 식물플랑크톤 밀도는 표층이 평균 3,072 cells/l로 나타났으며, 중층과 저층이 각각 1,329.5 cells/l과 2,721.5 cells/l로 나타났다. 11월의 동절기 조사에서의 chlorophyll a 농도는 표층, 중층, 저층 각각 평균 0.63, 0.57, 0.92 $\mu\text{g/l}$ 이었다. 따라서 동일한 지역에서의 식물플랑크톤 종 조성 및 분포, 현존량은 조사 시기에 따라 많은 영향을 받는 것을 볼 수 있었다.

다. 동물플랑크톤

동물플랑크톤 채집은 2004년 9월과 11월에 울진바다목장 부근 해역의 총 15개 정점에서 경사채집으로 수행되었다. 조사 기간 동안 총 125개의 분류군이 출현하였다. 그 중 요각류는 54개의 분류군이 출현하여 전체 분류군수의 43.5%를 차지하였다. 조사 시기별로 9월에 94개, 11월에 81개의 분류군이 출현하였다. 조사 기간 동안 많은 난수성 종들이 출현하였다. 조사 기간 동안 전체 동물플랑크톤은 평균 457 inds./m³이 출현하였다. 이 중 요각류의 개체수는 평균 201 inds./m³로, 전체 동물플랑크톤 개체수 중 44.0%를 차지하였다. 전체 동물플랑크톤의 평균 개체수는 9월보다 11월에 높았다. 9월에 전체 동물플랑크톤은 정점 간 196-606 inds./m³의 범위로 출현하였고, 요각류는 49-102 inds./m³의 범위로 출현하였다. 이 시기에 *Noctiluca scintillans*가 평균 139 inds./m³(우점을 37.0%)로 최고 우점종이었고, 그 밖에 *Penilia avirostris*가 평균 84 inds./m³(우점을 22.3%), *Evadne tergestina*가 평균 21 inds./m³(우점을 5.5%)로 차우점하였다. 11월에 전체 동물플랑크톤은 71-1,540 inds./m³의 범위로 출현하였고, 요각류는 47-956 inds./m³의 범위로 출현하였다. 그 중 *Paracalanus indicus*가 평균 135 inds./m³, 24.1%의 우점을 보여 최고 우점종이었

고, 다음으로 *Oikopleura* sp.가 평균 90 inds./m³(우점을 16.0%), *N. scintillans*가 평균 63 inds./m³(우점을 11.2%)로 차우점하였다. 조사 기간 동안 울진바다목장의 종다양성지수는 시기별, 정점별로 차이는 있으나, 평균 2.38로 조사 해역의 동물플랑크톤의 군집은 안정적이고 다양함을 보여 주었다.

라. 저서동물

상북도 울진 바다목장 해역의 15개 정점에서 2004년 8월과 11월의 2회에 걸쳐 연질기저에 서식하는 대형저서동물의 군집구조를 조사하였다. 조사 결과 총 268종이 평균 2,171 개체/m²의 밀도로 출현하였으며, 평균 생체량은 85.30 gwwt/m²였다. 이 해역의 연질기저 저서동물군집은 다른 해역과 비교하여 상당히 종다양성과 밀도가 높았다. 출현한 분류군 가운데 환형동물의 갯지렁이류가 129종 (48.1%)의 1,805개체/m²(83.1%)가 출현하여 종수와 개체수 측면에서 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 한편, 생체량에서는 극피동물이 39.93 gwwt/m²(46.8%)로 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 총 개체수 중 5% 이상 차지하는 우점종으로는 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였으며, 각각 524개체/m², 248개체/m², 173개체/m²의 출현을 보였다. 총 생체량 중에서 5% 이상을 차지하는 우점종은 염통성게(*Schizaster lacunosus*), 가시고슴도치갯지렁이(*Aphrodita aculeata*), 살시빗살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*), 빗살거미불가사리류(*Ophiuroidea* unid. 100B)였다. 특히 염통성게(*Schizaster lacunosus*)는 28.29 gwwt/m²로 전체 생체량의 33.2%를 차지하며 압도적으로 우점하였다. 집괴분석 결과에 의하면 크기는 내해역과 외해역에 접해있는 정점군으로 구분되었다. 내해역 정점군은 종수, 개체수, 생체량, 종다양도가 상대적으로 낮았고, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)가 우점적이었다. 외해역 정점군은 종수, 개체수, 생체량, 종다양도가 상대적으로 높았고, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)가 우점적이었다.

마. 암반부착동물

울진바다목장해역의 3개 조간대 암반지역을 조사한 결과 총 5개 동물문 35종의 부착저서동물이 출현하였다. 한편 13개 암반지역을 대상으로 2회에 걸쳐 조사를 실시한 결과 총 9개 동물문 99종의 대형저서동물이 출현하였다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물에서 31종(32%)으로 가장 많은 종이 출현하였다. 다음으로는 환형동물인 갯지렁이류와 절지동물 갑각류로 각각 20종(20%)이 출현하였으며, 해면류, 말미잘류, 명게류 등을 포함한 기타 동물류에서 19종(19%), 극피동물에서 9종(9%)이 출현하였다. 연체동물에서는 복족류가 18종으로 가장 많이 출현하였으며, 절지동물에서는 십각류가 8종, 극피동물에서는 불가사리류가 5종으로 해당 분류군 내에서 가장 많이 출현하는 것으로 나타났다.

바. 해조류

해조군집특성에 관한 연구는 2004년 10월, 2005년 1월에 4개 조간대 조사지점과 10개 조하대 조사지점을 조사하였다. 두 계절 공히, 조간대 해조군집은 상, 중, 하부로 뚜렷이 구분되었다. 상부의 우점종은 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)였던 반면, 중부는 작은구슬산호말(*Corallina pilulefera*)과 구멍갈파래로 대표되었다. 하부의 우점종은 모자반류(*Sargassum* spp.), 작은구슬산호말, 그리고 구멍갈파래로 나타났다. 2004년 10월 조하대에서 출현한 종수는 총 37종으로 녹조류 4종, 갈조류 8종, 홍조류 24종, 그리고 해산현화식물 1종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 알송이모자반(*Sargassum confusum*)의 습중량이 가장 높았고(191.8 g/0.25m²), 말잘피(*Phyllospadix japonica*, 150.3 g/0.25m²)와 팽생이모자반(*Sargassum horneri*, 111.9 g/0.25m²)의 순으로 높았다. 2005년 1월 조하대에서 출현한 종수는 총 41종으로 녹조류 4종, 갈조류 14종, 홍조류 22종, 그리고 해산현화식물 1종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 팽생이모자반의 습중량이 가장 높았고(206.5 g/0.25m²), 미역(*Undaria pinnatifida*, 130.0 g/0.25m²)과 큰잎모자반(*Sargassum ringgoldianum*, 102.5 g/0.25m²)의 순으로 높았다.

사. 난치자어 및 성어

어란과 자치어, 성어의 군집에 관한 연구는 2004년 9월과 11월에 울진 바다목장해역과 주변해역에서 실시되었다. 조사 기간동안 어란과 자치어는 총 9종이 출현하였다. 어란은 돛양태류 (52.3%), 멸치, 엘통이, 자치어는 멸치(45.4%)와 돛양태류(41.5%) 이외에 황늘래기와 짧은수염대구와 같은 난류성 종들로 구성되었다. 성어는 총 26종이 출현하였다. 이들은 난류 어류인 삼치, 방어, 전갱이, 쥐치 등과 한류성 어류 대구, 뚝지 그리고 소하성 어류인 황어 등으로 구성되었다.

참고문헌

- Bainbridge, V., 1958. Some observation on *Evadne nordmanni* Loven, J. Mar. Biol. Ass. U.K., 37: 349-370.
- Bonde, G.J., 1977. Bcterial indication of water pollution. In Advences in Aquatic Microbiology., 273pp.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27: 325-349.
- Brock, T.D., 2003. Microbial activities in nature. In Biology of Microorganisms (10th ed.). Prentic-Hall, Inc., Engle Wood Cliffs, New Jersey., 406-456pp.
- Brown, J.R., R.J. Gowen and D.S. McLusky, 1987. The effect of salmon farming on the benthos of Scottish sea loch. J. Mar. Biol. Ecol., 109: 39~51.
- Buck, J.D. and R.C. Cleverdon. 1960. The spread plate as a method for enumeration of marine bacteria. Limnol. Oceanogr., 5: 75-80.
- Chang, M., W.-S. Kim and J.H. Lee, 1995. Phytoplankton blooms in the coastal waters of Korea-red tides in Masan and Chinhae Bay. Ocean Res., 17 : 137-156.
- Choi, J.W. and C.H. Koh, 1984. A study on the polychaeta community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 19: 153~162 (in Korean).
- Choi, J.W. and C.H. Koh, 1990. Distribution pattern of polychaetes worms the continental shelf and slope of the East Sea (southwestern sea of Japan), Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 25: 36~48.
- Choi, K.-H and C. Park, 1993. Seasonal fluctuation of Zooplankton Community in Asan Bay, Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 26: 424-437.
- Conover, R.J., 1978. Transformation of organic matter, In: Marine Ecology. Vol. IV. Dynamics. John Wiley & Sons, edited by Kinne, O., New York. 221-499pp.
- Gray, J.S., 1974. Animal-sediment relationships. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 12: 223~261.
- Han, H.H., 1997. Community structure of macrobenthos in the eastern Chinhae Bay, Korea. M. Sc. Thesis. Daegu Univ., 61pp (in Korean).
- Hong, J.S. and J.H. Lee, 1983. Effects of the pollution on the benthic macrofauna in Masan Bay, Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 18: 169~179.
- Hong, J.S., 1987. Summer oxygen deficiency and benthic biomass in the Chinhae Bay system, Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 22: 246~256.
- Jung, R.H., 1998. Effect of the coastal zone development on the marine benthic

- ecosystem with special reference to the benthic polychaete community in Kwangyang Bay, Korea. Ph. D. Thesis. Inha. Univ., 306pp (in Korean).
- Jung, R.H., H.S. Lim, S.S. Kim, J.S. Park, K.A. Jeon, Y.S. Lee, J.S. Lee, K.Y. Kim and W.J. Go, 2002. A study of the macrobenthos at the intensive fish farming grounds in the southern coast of Korea. J. Korean Soc. Oceanogr., 7: 235~246 (in Korean).
- Jung, R.H., J.S. Hong and J. H. Lee, 1998. Spatial and seasonal pattern of polychaete community during the reclamation and during activities for the construction of the Pohang Steel Mill company in Kwangyang Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 30: 730~743 (in Korean).
- Jung, R.H., J.S. Hong and J.H. Lee, 1995. Temporal changes of community structure in two subtidal polychaete assemblages in Kawangyang Bay, Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 30: 390~402 (in Korean).
- Kang, Y.S., J.N. Kwon, J.K. Shon, S.J. Hong and J.Y. Kong, 2003. Interrelation between water quality and community structure of phytoplankton around the season of red tide outbreak off the coast of Tongyeong area, 2002. J. Kor. Fish. Soc., 36: 515-521.
- Kim, D.Y. 1985. Taxonomical study in calanoid copepod(Crustacea:Copepoda) in Korean waters. Ph.D. Thesis. Hanyang Univ.
- Kim, H.G. 1997. Recent harmful algal blooms and mitigation strategies in Korea. Ocean Res., 19: 185-192.
- Koh. B.S., J.H. Lee and J.S. Hong, 1997. Distribution pattern of the benthic macrofaunal community in the coastal area of Inchon, Korea. J. Korean Soc. Oceanogr., 2: 235~246 (in Korean).
- Lim, H.S. and J.S. Hong, 1996. Distribution and growth pattern of *Sternaspis scutata* (Polychaeta: Sternaspidae) in Chinhae Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 29: 537~545 (in Korea).
- Lim, H.S. and J.S. Hong, 1997a. Ecology of the macrozoobenthos in Chinhae Bay, Korea. 2. Distribution pattern of the major dominant species. J. Korean Fish. Soc., 30: 161-174 (in Korean).
- Lim, H.S. and J.S. Hong, 1997b. Ecology of the macrozoobenthos in Chinhae Bay, Korea. 3. Community structure. J. Korean Fish. Soc., 30: 175-187 (in Korean).
- Lim, H.S. and J.W. Choi, 1998. Macrobenthic community at the subtidal area around Taebudo in Kyonggi Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 31: 453~462 (in Korean).

- Lim, H.S. and J.W. Choi, 2001. Macrobenthic community in the soft bottom around Sorido Island, southern coast of Korea. J. Korean Fish. Soc., 34: 225~237 (in Korean).
- Lim, H.S. and K.Y. Park, 1998. Community structure of the macrobenthos in the soft bottom of Youngsan river estuary, Korea. 2. The occurrence of summer hypoxia and benthic community. J. Korean Fish. Soc., 31: 343~352 (in Korean).
- Lim, H.S., 1993. Ecology of macrozoobenthos in Chinhae Bay of Korea. Ph. D. Thesis. Nat. Fish. Univ. Pusan, 311pp (in Korean).
- Lim, H.S., H.S. Park, J.W. Choi and J.G. Je, 1999. Macrobenthic community of the subtidal soft bottom of Aenggang Bay in the southern coast of Korea. J. Korean Soc. Oceanogr., 4: 80~92 (in Korean).
- Lim, H.S., J.G. Je, J.W. Choi and J.H. Lee, 1991. Distribution pattern of the macrozoobenthos at Yoja Bay in summer. Oce. Res., 13: 31~46 (in Korean).
- Lim, H.S., J.S. Hong and J.G. Je, 1995. Abundance and distribution pattern of the smelid bivalve, *Theora fragilis* A. Adams in Chinhae Bay, Korea. Korean J. Malacol., 11: 21~34 (in Korean).
- Lim, H.S., J.W. Choi, J.G. Je and J.H. Lee, 1992. Distribution pattern of macrozoobenthos at the farming ground in the western part of Chinhae Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 25: 115~132 (in Korean).
- Ma, C.W., S.Y. Hong and H.S. Lim, 1995. Macrobenthic fauna of Deukryang Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 28: 503~516 (in Korean).
- Mori, T. 1964. Pelagic copepoda from the neighboring waters of Japan. The Soyo Company Inc., Japan, 150pp.
- Moyer, C.L., Dobbs, F. C., and D. M. Karl. 1994. Estimation of diversity and community structure through RFLP distribution analysis of bacterial 16S rRNA genes from a microbial mat at an active, hydrothermal vent, Loihi Seamount, Hawaii. Appl. Env. Microbiol, 60: 871-879.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press 1154 pp.
- Paffenhöfer, G.A., 1991. Some characteristics of abundant subtropical copepods in estuarine, shelf and oceanic waters. Bull. Plankton Soc. Japan, Spec. 201-216pp.
- Paik, S.G. and S.G. Yun, 2000. Community structure of the macrobenthos in Chinhae Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 33: 572~580 (in Korean).
- Park, J.S., H.G. Kim and S.G. Lee, 1989. Studies on red tide phenomena in Korean

- coastal waters. In: Red Tides: Biology, Environmental Science, and Toxicology, Okaichi, T., Anderson, D. M. and Nemoto, T. (Eds.). Elsevier, New York. 37-40pp.
- Parsons, T.R., Y. Maita and G.M. Lalli, 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press. 173pp.
- Pielou, E.C., 1977. Mathematical ecology, 2nd. John Wiley and Sons. Inc., New York, 385pp.
- Porter, K. G. and Y. S. Feig, 1980. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, 25: 943-948.
- Ramirez, F.C. and G.M. Perez, 1985. New data on the ecology distribution of cladocerans and first local observations on reproduction of *Evadne nordmanni* and *Podon intermedius*(Crustacea, Cladocera) in Argentine Sea waters. *Physis A*, 43: 131-143.
- Rhoads, D.C. and D.K. Young, 1971. Animal-sediment relations in Cape Cod Bay, Massachusetts. II. Reworking by *Molpadia oolitica* (Holothuroidea). *Mar. Biol.*, 11: 235~261.
- Sanders, H.L., 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationship. *Limnol. Oceanogr.*, 3: 245~258.
- Sekiguchi, H. and Kato, T., 1976. Influence of *Noctiluca's* predation on the *Acartia* population in Ise bay, central Japan. *J. Ocean. Soc. Japan.* 32: 195-198.
- Shin, H.C. and C.H. Koh, 1990. Temporal and spatial variation of polychaete community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanogr. Soc. Korea*, 25: 205~216
- Shin, H.C. and C.H. Koh, 1998. Benthic polychaetous community in northern Kyeonggi Bay in December 1995. *J. Korean Soc. Oceanogr.* 3: 261~270 (in Korean).
- Shin, H.C., 1995. Benthic polychaetous community in Kamak Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanogr. Soc. Korea*, 30: 250~261 (in Korean).
- Shin, H.C., S.G. Kang and C.H. Koh, 1992b. Benthic polychaete community in southern area of Kyeonggi Bay, Korea. *J. Oceanogr. Soc. Korea*, 24: 164~172 (in Korean).
- Shin, H.C., S.S. Choi and C.H. Koh, 1992a. Seasonal and spatial variation of polychaetous community in Youngil Bay, southern Korea. *J. Oceanogr. Soc. Korea*, 27: 46~54 (in Korean).
- Snelgrove, P.V.R. and C.A. Butman, 1994. Animal-sediment relationship revisited:

- Cause versus effect. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 32: 111~177.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. vol 167 : 310pp
- Taga, N. 1968. Some ecological aspects of marine bacteria in the KuroShio current. Bull. Misaki. Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ., 12: 65-76.
- Tomas, C.R., 1997. Identifying marine phytoplankton. 858pp.
- UNESCO. 1979. Zooplankton fixation and preservation. UNESCO press, Paris: 1-350
- Yi, S.K., J.S. Hong and J.H. Lee, 1982. A study on the subtidal benthic community in Ulsan Bay, Korea. Bull. KORDI., 4: 17~26 (in Korean).
- 김성, 유재명, 1999. 엘통이(*Maurolicus muelleri*) 난, 자치어 분포와 수온전선. 한국어류학회지, 11: 62-71.
- 김성, 유재명, 2000. 짧은수염대구(*Laemonema nana* Taki; 국명신칭) 자치어의 형태발달. 한국어류학회지, 12: 33-37.
- 김성, 유재명, 이은경, 2004. 엘통이(*Maurolicus muelleri*) 난의 발생단계별 밀도 변화. 한국어류학회지, 16: 331-335.
- 김용익, 명정구, 김진영, 한경호, 강충배, 김진구, 2001. 한국해산어류도감. 도서출판한글, 382pp.
- 김종만, 유재명, 명정구, 임주열, 1986. 한국근해 언란 치어도감. 한국해양연구소 보고서, 369 pp.
- 김학균, 이삼근, 안경호 등. 1998. 한국연안의 적조-최근 적조의 발생 원인과 대책. 국립수산과학원. 112pp.
- 노 일. 1982. 하계 군산인접해역에 출현하는 요각류에 대한 연구. 충남대학교 자연과학연구소, 8: 123-135.
- 명철수, 유재명, 김용서, 1994. 아산만 해역의 동물플랑크톤 분포. J. Kor. Soc. Ocean. 29: 366-375.
- 박 철, 이창래, 김창정, 1998. 동해 전선역 동물플랑크톤 군집: 2. 수온과 분포의 관계. J. Korean Fish. Soc., 31: 749-759.
- 박 철, 최근형, 문창호, 1991. 아산만 동물플랑크톤 분포와 수직이동. Bull. Korean Fish. Soc. 24: 472-482.
- 박 철, 최중기, 1997. 동해 전선역 동물플랑크톤 군집: 1. 종 목록, 우점종 분포, 종간 유연관계. J. Korean Fish. Soc. 30: 225-238.
- 박종규, 심재형, 이준백. 1998. 한국 동해 남해역 식물플랑크톤 생물량의 장기간 변동과 의미. Algae, 13: 123-133.
- 박주석, 김학균, 이삼근, 1988. 진해만의 적조현상과 원인 생물의 요약. 수진연구보고, 41:

- 1-26. 인하대학교 박사학위논문, 224pp.
- 박주석, 이삼석, 강영실, 허성희, 1991. 한국 동해 중부 해역의 지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴 특성. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 24: 203-212.
- 박홍식, 1998. 연안간척에 따른 천수만의 저서환경과 저서생물군집의 변화에 대한 연구.
- 심재형, 1994. 한국동식물도감. 487pp.
- 유광일. 1995. 한국 동식물도감 제 35권 동물편(해양동물플랑크톤). 국정교과서 주식회사, 교육부. 415pp.
- 유재명, 2002. 울진 원전 4개호기 가동에 따른 온배수 영향 및 어업피해조사. 한국해양연구원 부경대학교 보고서 702pp.
- 유재명, 김성, 이은경, 김용서, 명철수, 1995. 제주바다물고기. 현암사, 248pp.
- 윤창호, 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 747 pp.
- 이기성, 고동규, 김근호, 이영근, 최정일, 최영길, 1999. 동해 연안역의 박테리아 생산력과 유기물질의 분해능. *환경생물학회지*, 17: 59-69.
- 이진환, 1999. 한국연안에 있어서 적조 발생과 식물플랑크톤 독성에 관한 개관. *환생지*, 17: 217-232.
- 이창래, 박 철, 문창호, 2004. 울산-감포 해역의 냉수 출현과 동물플랑크톤 분포. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 9: 51-63.
- 이택열, 김용익, 진평, 강용주, 1981. 한국근해 나치자 도감. 부산수대 해양연구소, 109pp.
- 임동현. 1994. 한국 근해에 있어 Oithonidae(Copepoda, Cyclopoida)과의 분류적 기재와 지리분포. 한양대학교 석사논문. 112pp.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 727pp.
- 차성식, 박광재, 유재명, 김용익, 1991. 월성주변해역의 부유성 난과 자치어의 분포. *한국어류학회지*, 3: 11-23.
- 최종덕, 정우건, 2001. 통영항 해수의 세균학적 및 이화학적 수질. *한국수산학회지*, 34: 611-616.
- 한국해양연구소, 1999. '99 통영해역의 바다목장화 개발 용역 사업 보고서, 902pp.
- 한국해양연구소, 2001. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 756pp.
- 한국해양연구소, 2002. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 783pp.
- 한국해양연구소, 2003. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 792pp.
- 한국해양연구원, 1998. '98 통영해역의 바다목장 개발 용역사업 보고서. 해양수산부 BSPM980005-01-1116-3. 981pp.
- 한국해양연구원, 2000. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 775pp.
- 해양수산부, 2002, 해양환경공정시험방법.
- 환경교육연구회편, 2000, 수질오염공정시험

여 백

제 2 장 어장조성

제 1 절 해저지형

1. 서 론

바다목장화 조성을 위한 선행연구 및 후속관리를 위해서는 어장조성시설 타당성 검토를 비롯해서 대상해역의 저서생태, 생물생산력, 해수순환, 부유물이동, 해저퇴적물 및 해수의 오염원과 그 이동경로 파악, 어장조성 전후 해양환경변화 등 다중 환경요소에 대한 정밀한 조사와 장기적인 예측지수를 개발하는 것이 필요하다. 대부분의 해양환경요소는 해저지형을 매개로 변화하며 환경요소의 변화양상을 측정, 분석 혹은 예측 모델링을 위해서는 일차적 전제가 해저지형 자료일 것이다. 해저지형의 중요성은 어장 조성전에 모든 어장의 설계와 배치에서 뿐만 아니라 해양에서 필연적으로 수반되는 해저의 변형에 대한 어장조건의 변화를 모니터링하는 데도 매우 중요한 요소로 작용할 것이다. 수심에 따라 시설어초의 공법이 다를 수 있고(해양수산부, 국립수산물과학원, 2002), 해저지형의 형태나 수심별로 어종이나 해조류의 분포도 다를 수 있으며(해양수산부, 2002), 해저지형에 따라 해수의 유동 양상이 바뀌고, 해수의 온도변화에도 영향을 줄 수 있다. 따라서 해저지형자료는 바다목장 조성이나 사후관리 및 환경변화 모니터링에서 모두 중요하며 바다목장해역에서 정밀한 해저지형자료 구축과 맵핑을 통하여 그 변화를 지속적으로 모니터링하고 해양환경 변화양상을 정확히 파악할 수 있어야 한다. 더불어 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다. 그러므로 가능한한 해저지형 자료는 보다 정밀하게 구축하고 맵핑하는 것이 필요하며 더불어 디지털 자료구축을 통하여 다른 환경요소와의 통합활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다(해양수산부, 2003, 2004).

본 연구는 해저지형자료가 갖는 이와 같은 중요성을 인식하고 바다목장화 조성에 유용하게 활용될 수 있도록 울진 바다목장 해역(그림 2-1-1)에 대한 지질·지구물리 해양조사를 수행, 정밀 수심지형을 비롯한 해저면 음향영상(Side Scan Sonar Imagery), 해저면 퇴적물 및 퇴적층 분포, 해저면 장애물, 인공어초 및 암반 분포 등 해저면 실태를 파악하여 바다목장 개발에 필요한 기초 자료 제공하는 데 목적이 있다.

동해형 바다목장 예정지가 위치한 울진은 동해안의 변곡점으로 전통적인 서고동저형 용기해안이다. 태백산맥의 급한 사면이 동해의 해저지형으로 직접 연결되어 있으며 온정리-매화천-울진을 연결하는 선의 동쪽의 현종산과 칠보산을 연결하는 해안산맥과 평행을 이루며 발달하여 있다. 해안산맥의 서쪽은 비교적 경사가 완만하지만, 동쪽은 급한 경사

를 이루고 있다. 딸서 동해안쪽으로 흐르는 하천은 길이가 비교적 짧고 경사가 급하여 삼각주는 발달하지 못하였으며 해안선이 비교적 단조롭다. 울진국 유역의 해안은 동해안 전체에서도 가장 단조로운 특성을 나타내는 지역 중 하나이다. 특히 죽변면 봉평리에서 기성면 망양리 사이 약 25km구간은 거의 직선상의 해안선을 나타내고 있다. 후보지 내의 가장 큰 하천은 평해읍을 동서로 관통하여 용정마을에서 동해로 흘러드는 남대천이 있다.

지질은 주로 선캄브리아대에 형성된 화강편마암·수성편마암이며, 왕피천 하구에서 매화리 그리고, 후포면에서 학곡리에 이르는 지역은 석회암(조선계)지대로 동굴(성류굴, 영천굴)이 많다. 남부지방에는 추가령 구조곡의 일부인 울진-영덕 간 구조곡이 남북 방향으로 형성되어 있다(해양수산부, 2004).

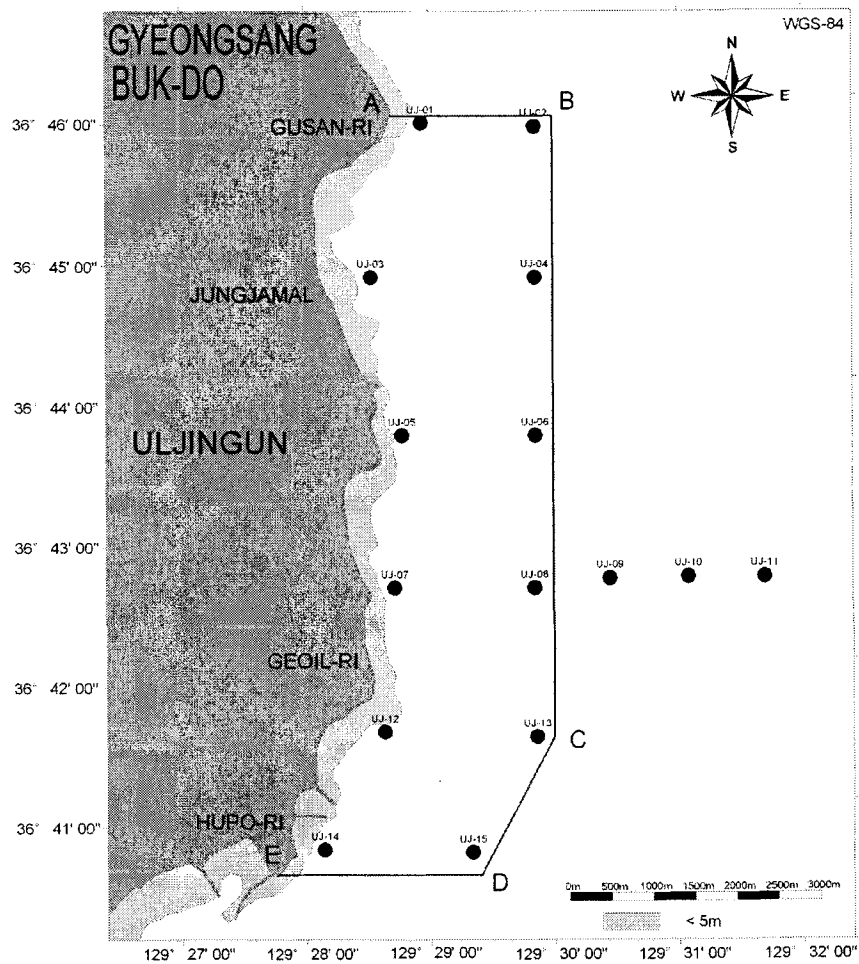


그림 2-1-1. 울진 바다 목장화 해역도.

Fig. 2-1-1. Location map of the Uljin marine ranching area.

2. 재료 및 방법

가. 현장조사

2004년도 조사구역은 울진 바다목장 예정지의 남쪽지역이며 약 1.7km X 3.5km내에서 50m 간격의 조사예정라인을 설계하고 해저면 및 해저면 하부의 지층 기록에 따라 100m 간격의 조사라인에 대하여 총 21개 라인의 현장조사를 2004년 10월 21일에서 10월 29일 사이에 수행하였다(그림 2-1-2). 해저퇴적물채취를 위한 현장조사는 2004년 10월 27~28일에 울진 외해지역에서 이루어졌다. 특히, 해저면 음향영상탐사(Side Scan Sonar)와 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 150% 이상의 탐사자료를 획득하였다.

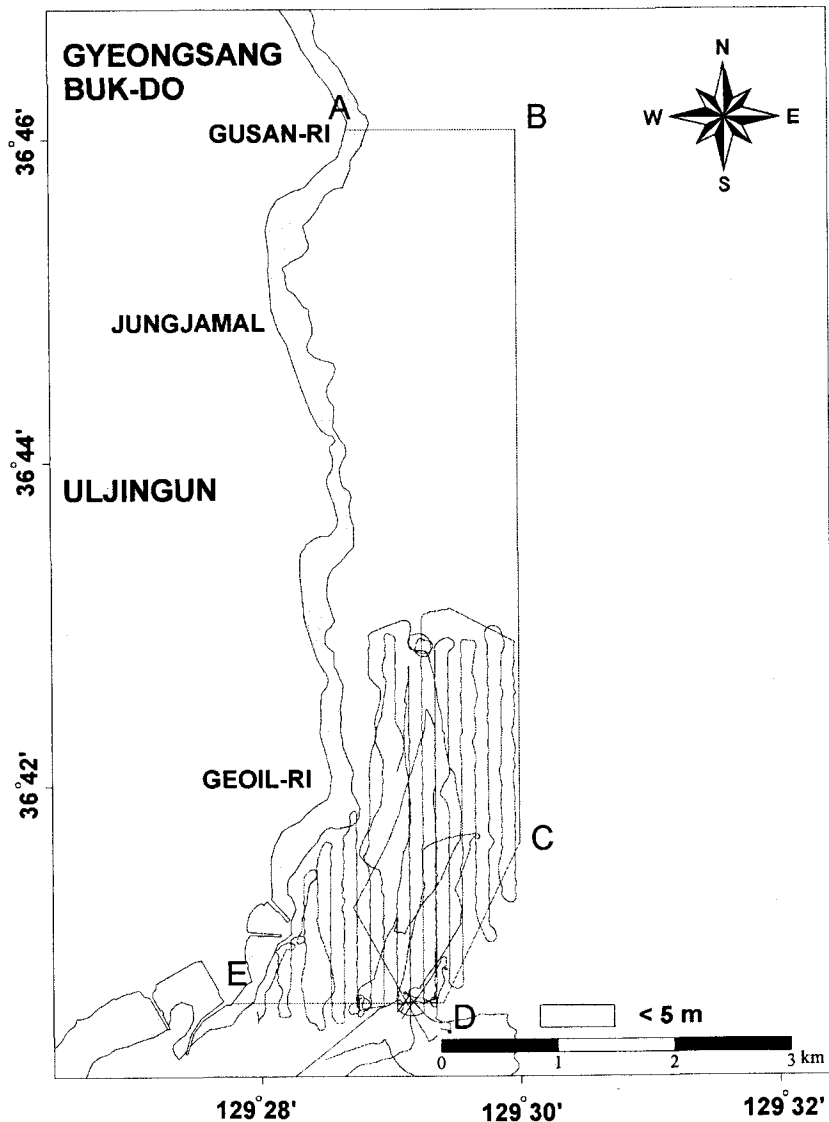


그림 2-1-2. 조사지역의 항적도.

Fig. 2-1-2. Track lines of geophysical survey.

나. 조사방법

(1) 조사선의 DGPS 운영

현장조사에 투입된 조사선(바다스타 호, 삼척항 소재)의 위치운영은 DGPS (Differential Global Positioning System) 위성 측위시스템을 기본으로 해양수산부에서 운영중인 연안의 장기곶 육상기지국(N36°04.5'/E129°34.3' Bessel 타원체)의 보정신호를 이용한 DGPS 측위 체계로 위치보정을 하였다(그림 2-1-3), 현장에서의 획득된 위치 정보는 WGS-84 위성타원체로 운영하였다. 현재까지(2004년 12월)의 연안 DGPS 기지국 운영 현황은 표 2-1-1-과 같다.

조사선에서의 위치 운영 시스템(HawkEye98, 해양연구원)은 매초 간격으로 항적을 표시하고 예정된 조사라인을 모니터상에 나타내며, 획득된 위치정보는 하드디스크에 시간을 기준으로 한 파일이름으로 수록된다. 또한 위치정보는 매초 간격으로 주요 관련 정보(시간, 위치정보 및 수심정보 등)를 조사선에서 동시에 운영하고 있는 탐사장비(지층탐사기, 해저면 탐사기, 멀티빔 음향측심기 등)로 전송되어 시간동조가 이루어지며, 모든 시간은 DGPS 측위 장비로부터의 시간을 기준으로 한다.

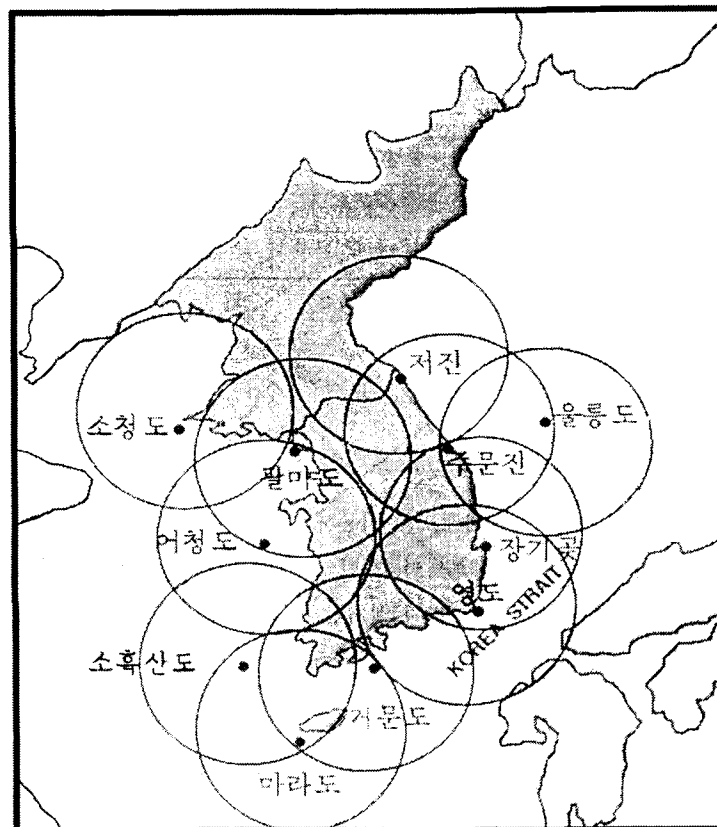


그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 분포 및 범위.

Fig. 2-1-3. DGPS sites and coverage area in Korea.

표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양

Table 2-1-1. General information of DGPS reference stations

Reference Station	Position (N/E)	Call Sign	Frequency (kHz)	Radio Pattern	Power (W)	Range (mile)
Palmido	37°21.3 126°30.8	PM	313	2K10W9W	300	100
Eochongdo	36°07.3 125°58.2	EC	295	2K10W9W	300	100
Marado	33°06.8 126°16.3	MR	290	2K10W9W	300	100
Keomundo	34°00.2 127°19.5	KM	287	2K10W9W	300	100
Youngdo	35°02.9 129°05.6	CY	300	2K10W9W	300	50
Changgigot	36°04.5 129°34.3	CG	310	2K10W9W	300	100
Chumunjin	37°53.7 129°50.2	CM	295	2K10W9W	300	100
Euleungdo	37°29.3 130°55.2	UL	319	2K10W9W	300	100

(2) 해저수심지형조사

지층탐사(Sub-Bottom Profiling) 및 단빔(Single Beam Echo Sounding)에 의한 수심지형조사는 계획된 예정 측선에 따라 자료 획득 조사가 수행되었으나, 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 100% 이상의 탐사자료 획득을 위하여 50~100m 간격의 조사라인을 설정하여 현장조사가 수행되었다.

수심지형조사는 천해용 위상차를 이용한 멀티빔 음향측심기(SUBmetrix 2000 series; SEA)와 단빔음향측심기(DE-179; Raytheon)를 이용 하였다. 멀티빔 음향측심기의 경우 상하 두개의 송신기에서 발생된 음파신호가 해저면에서 반사되어 돌아오는 두개 신호의 각각의 위상차(좌현 및 우현)를 이용하여 해저면의 수심지형정보를 2,000개 이상 획득할 수 있다. 특히 DGPS에 의한 위치정보와 시간이 일치된(동조) 조사선의 운동에 따른 뒤틀림을 보정(motion correction) 정보를 이용한 기하학적인 해저면의 수심지형정보를 획득하는 천해용 멀티빔 음향측심기로 분류된다. 본 장비의 가장 큰 특징은 이용하는 선박의 조건에 따라 선수 혹은 현측에 장착하여 운영할 수 있으며, 넓은 지역을 단기간의 조사로 정밀한 수심자료를 획득할 수 있다.

조사선 현측에 장착된 단빔 음향측심기 획득자료는 현장에서 동시에 획득되는 멀티빔

자료의 중앙 수심 자료로 이용되며, 자료처리시의 추가 보정 자료로 활용된다. 각 음파 장비의 관측에 앞서 음속보정처리를 위한 수중 음속을 수직음속측정기(SVP)를 이용하여 직접 관측하며, 모든 음파 이용 장비의 수층에서의 음속값으로 이용하여 보정하였다. 멀티빔 음향측심에 사용된 기기의 구성과 일반제원은 그림 2-1-4와 표 2-1-2와 같다.

조석 현상에 의한 조위 보정은 현장조사 기간에 맞추어 후포항 검조소(N 37° 40' , E 129° 27') 조위 자료를 이용하였다. 조사구역 전체에 대한 보정은 보정대상 값의 위치에 따라 거리별 그리고 시간별에 따른 상대 조위를 산출하여 보정하였다. 동해안의 조석에 의한 조위변동은 동해 연안을 따라 30 ~ 80cm의 변화를 보이지만 그림 2-1-5에서와 같이 후포에서의 현장 조사 기간 중 조위변화는 최대 약 10~15cm임을 알 수 있다.

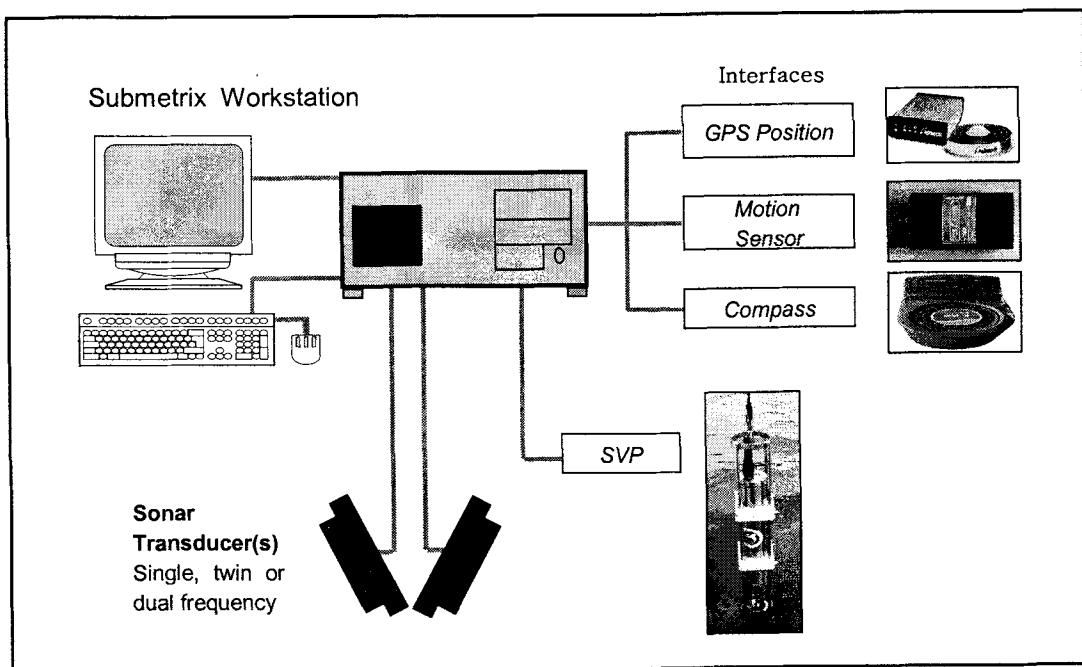


그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도.

Fig. 2-1-4. System configuration of multi-beam echo sounder.

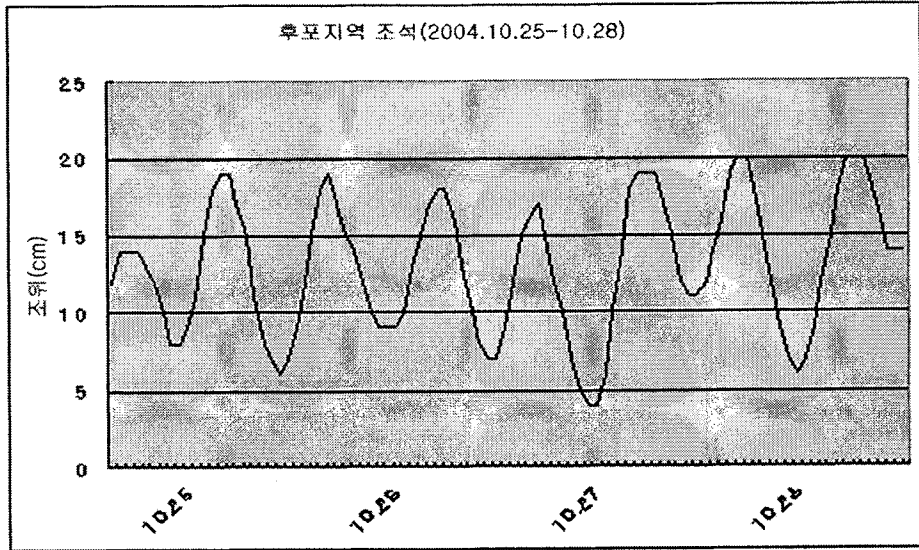


그림 2-1-5. 조사기간 동안의 후포항 관측 조위.

Fig. 2-1-5. Tide height observation during the survey period at Hupo harbor.

표 2-1-2. SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양

Table 2-1-2. General specifications of multibeam echo sounder system (SUBmetrix 2000)

	모 델	제 원
Sensor	SUBmetrix - 2000	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Frequency : 117 kHz ▶ Min/Max Depth : 2~300m ▶ Error rate : Depth < 10cm ▶ # of Beams : > 2,000
Acquisition	Swath Plus	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acquisition of 2000+ ▶ Interface with Navigation, Motion reference unit and gyro ▶ Real time display of data/quality ▶ Data saving and pre-post processing
Motion/ Gyro Sensor	- Octane	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Roll/Pitch/Heave ▶ Gyro Heading
Sound Velocity	- T150	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Observation of sound velocity interface with SwathPlus

다. 해저면 조사

Side Scan Sonar를 이용하는 해저면 조사방법은 수심이나 해저지층조사와 같이 수직 단면을 조사하여 해저지형이나 해저면 하부의 지층구조를 조사하는 방법과는 달리 해저면을 평면적으로 조사하여 마치 항공사진을 촬영하듯이 해저면의 형태를 표현하게 된다(그림 2-1-6). 해저면 측면주사 음향영상 탐사장비는 실내운영시스템(ondeck system)과 수중예인센서(tow-fish) 그리고 예인신호케이블(towing signal cable) 및 이를 운영하는 윈치 시스템으로 구성되어 있다. GeoAcoustics사(영국)의 송수신 모듈(transceiver, SS981)은 운영·수록 시스템(acquisition unit, TEI Isis Sonar), 2중 주파수 예인센서(dual frequency towfish, 159D), 그리고 케브라 신호케이블(kevlar signal cable, 300m)이 현장조사에 투입되었으며, 보조 장비로서 예인 센서의 수중깊이(해수면에서 센서까지의 깊이) 관측용 수압센서(RMD수심계)와 윈치(signal cable winch)가 사용되었다(표 2-1-3). 해저면조사의 자료 획득은 좌우현 각 75m 씩 총 150m 해저면 폭에 대하여 조사가 수행되었다. 따라서 계획된 탐사측선간의 자료는 충분히 겹치게(overlapping) 되어 조서구역 전체 해저면의 음향영상 자료를 획득할 수 있으며 모자익 도면화 할 수 있다.

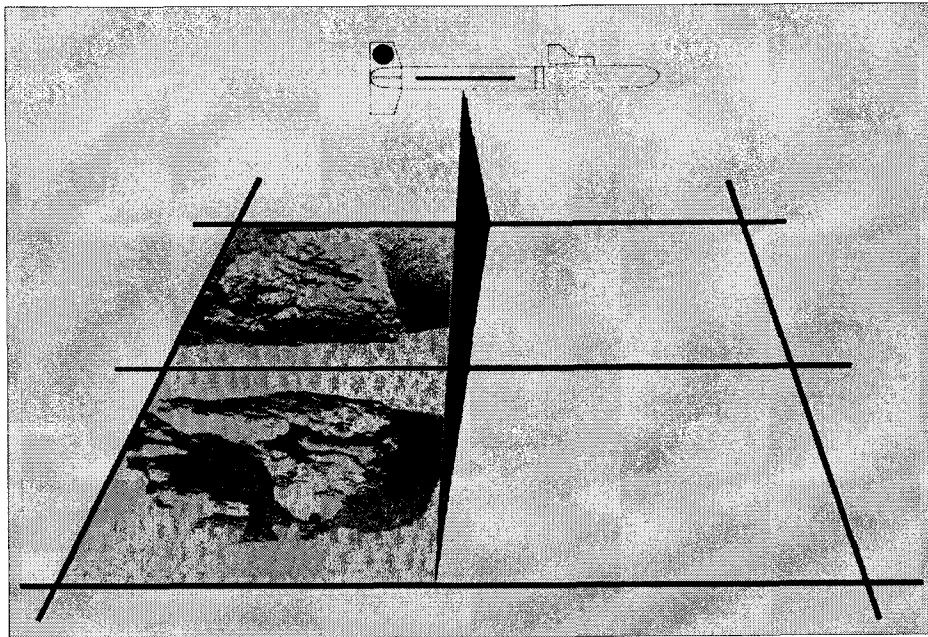


그림 2-1-6. 사이드스캔소나 조사 개념도.

Fig. 2-1-6. Schematic illustration of side scan sonar survey.

표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양

Table 2-1-3. Specification of side scan sonar system

Equipment	Model	Manufacturer	Function
Dual Frequency Side Scan Sonar	SS941	GeoAcoustics	Transceiver
	TEI Isis	TritonElics	Data acquisition & processing
	159D	GeoAcoustics	Transceiver

라. 해저지층탐사

천부지층조사를 위한 지층탐사에 사용된 장비는 Chirp sonar 시스템인 Z-TAM(한국, 소나테크(주))이 사용되었다. Chirp 시스템의 경우 본 조사에서는 음파의 위상(phase)과 진폭이 일정한 비율로 변조된 주파수변조방식(FM 타입)의 복합주파수(2~9kHz) 음원을 사용하고 있다.

지층탐사장비는 음파를 발신하고 수신하는 수중 예인체와 조사선의 실내에 설치하여 운영하는 신호제어부로 구분된다. 수중 예인체는 조사선 측면이나 후미에서 예인되며 내부에는 음파를 발신하는 변환기(Transducer)와 반사되어 돌아오는 신호를 수신하는 음향수신기 (Hydrophone)가 각각 별도로 내장되어 있다. 신호 제어부는 음파에너지를 충전하여 일정한 시간간격으로 발신·수신하는 신호제어장치(Transceiver)와 지층탐사 신호를 계수화 처리하여 출력하는 전용컴퓨터로 구성된다. 일차적으로 음향수신기에서 수신되는 지층탐사 신호가 신호제어장치를 통해 전용컴퓨터에 전달되면, 내장되어 있는 디지털 신호처리기(Digital Signal Processor, DSP)에 의해 매칭필터(Matching Filter) 과정을 거치면서 해저퇴적층의 특성이 가장 잘 표현되는 탐사신호로 재구성된다. 부속장비로 연결되어 있는 컴퓨터모니터에서 지층단면을 확인하면서 동시에 기록계에 연속적인 지층의 단면자료를 표시하게 되며, 내장된 하드디스크에 디지털 자료를 수록하게 된다.

지층탐사는 단빔 수심측량, 멀티빔 수심측량 및 해저면 조사와 동시에 수행 되었다. 음파발신 간격은 초당 4회씩으로 고정, 디지털 자료가 획득되었고 음원인 수중예인 센서는 조사선 선수로부터 약 2.0m의 깊이에서 예인되었다. 그래픽기록지의 지층단면 기록단위는 시간 길이가 아니고 미터단위로 표시되고 있다. 이것은 실제의 지층투과 깊이를 의미하는 것은 아니며 단지 해저퇴적층의 음속을 1,500m/sec 로 수층과 동일하게 간주한

결과이다. 수층보다 해저퇴적층의 음속이 빠른 것이 일반적이므로 실제의 퇴적층 두께는 기록지에 나타난 것 보다 깊게 해석하여야 한다.

마. 해저퇴적물조사

시료채취는 어선을 이용하였으며 채취지점의 위치는 거리오차 $\pm 1\text{m}$ 인 DGPS를 이용, WGS84좌표로 표시하였다. 퇴적물채취는 그랩 채취기를 이용하여 해저면의 퇴적물을 선2상으로 끌어올린 후 최 표층(깊이 0~1 cm)의 퇴적물을 용기에 담아 실험실로 운반·분석하였다. 표층퇴적물은 1차적으로 총 27개 정점에서 채취하려고 하였으나 UJ-11, 13, 15 정점에서는 암반으로 인해 채취하지 못하였다(그림 2-1-7). 채취된 퇴적물의 위치 및 시간은 표 2-1-4에 나타내었다.

(1) 입도(grain size)

퇴적물의 입도 분석은 퇴적물에 과산화수소수(H_2O_2)와 염산(HCl)을 넣어 유기물과 탄산염을 제거 후 습식체질(wet sieving)에 의해 4 Φ 이하의 조립질퇴적물과 그 이상의 세립질퇴적물로 각각 구분하였다. 4 Φ 이하의 조립질 퇴적물은 0.5 Φ 간격으로 건식체질(dry sieving)하여 무게백분율을 구하고, 4 Φ 이상의 세립질 퇴적물은 전체를 대표하는 2 g을 취해 300 ml의 0.1% 확산제 용액을 넣고 초음파 자기진동기로 균일하게 분산시킨 후 자동입도분석기(Sedigraph 5100D)로 분석하였다. 퇴적상(Sediment type)분류는 Folk(1968) 방법을 따랐으며, 그 외 평균입도(M_z), 분급도(Sorting; Standard Deviation), 왜도(Skewness) 및 첨도(Kurtosis)는 통계처리하여 각각의 값을 구하였다.

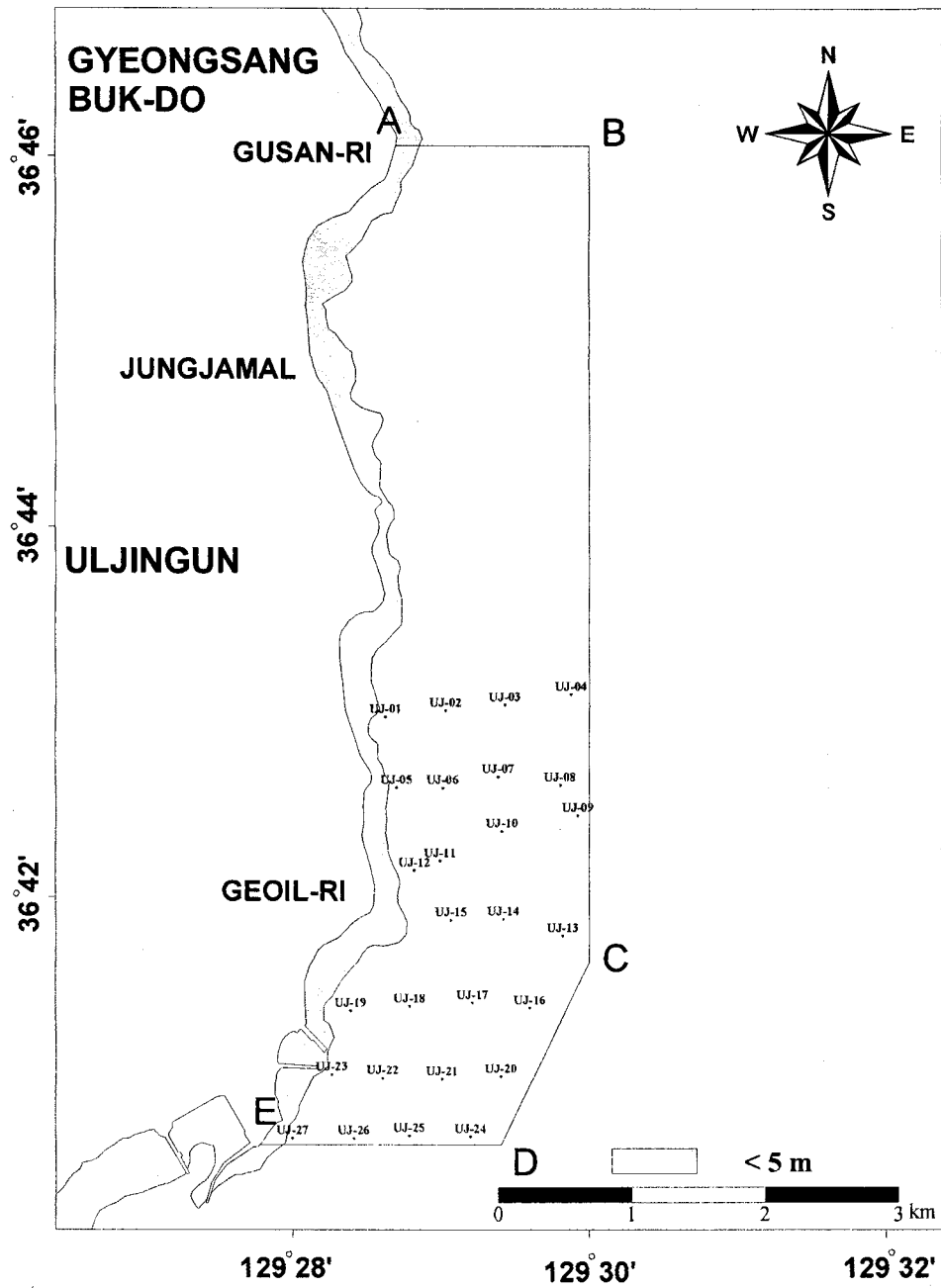


그림 2-1-7. 조사지역 및 표층퇴적물의 위치도.

Fig. 2-1-7. Map showing survey area and sampling stations of 27 surface sediments

표 2-1-4. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치

Table 2-1-4. Sampling times and locations of surface sediments in the survey area

Station No.	Date (2004)	Time (GMT)	Location(WGS84)		Remark
			Lat(N)	Long(E)	
UJ-01	10. 27.	23:59:00	36° 42.973'	129° 28.623'	
UJ-02	10. 28.	00:14:20	36° 43.009'	129° 29.027'	
UJ-03	10. 28.	00:22:29	36° 43.039'	129° 29.429'	
UJ-04	10. 28.	00:29:51	36° 43.096'	129° 29.875'	
UJ-05	10. 28.	01:05:12	36° 42.591'	129° 28.697'	
UJ-06	10. 28.	00:55:40	36° 42.590'	129° 29.009'	
UJ-07	10. 28.	00:48:50	36° 42.650'	129° 29.385'	
UJ-08	10. 28.	00:38:39	36° 42.605'	129° 29.803'	
UJ-09	10. 28.	01:41:25	36° 42.440'	129° 29.920'	
UJ-10	10. 28.	01:27:31	36° 42.355'	129° 29.409'	
UJ-11	10. 28.	01:18:51	36° 42.196'	129° 28.992'	암반
UJ-12	10. 28.	01:11:59	36° 42.144'	129° 28.819'	
UJ-13	10. 28.	02:01:10	36° 41.792'	129° 29.819'	암반
UJ-14	10. 28.	02:11:40	36° 41.881'	129° 29.419'	
UJ-15	10. 28.	02:22:30	36° 41.875'	129° 29.064'	암반
UJ-16	10. 28.	02:31:05	36° 41.400'	129° 29.598'	
UJ-17	10. 28.	02:41:30	36° 41.428'	129° 29.211'	
UJ-18	10. 28.	02:47:23	36° 41.410'	129° 28.787'	
UJ-19	10. 28.	02:53:16	36° 41.385'	129° 28.388'	
UJ-20	10. 28.	03:13:46	36° 41.028'	129° 29.401'	
UJ-21	10. 28.	03:08:43	36° 41.014'	129° 29.004'	
UJ-22	10. 28.	03:03:01	36° 41.019'	129° 28.603'	
UJ-23	10. 28.	02:57:40	36° 41.037'	129° 28.258'	
UJ-24	10. 28.	03:23:48	36° 40.703'	129° 29.197'	
UJ-25	10. 28.	03:32:49	36° 40.707'	129° 28.782'	
UJ-26	10. 28.	03:38:35	36° 40.693'	129° 28.410'	
UJ-27	10. 28.	03:45:25	36° 40.695'	129° 27.995'	

3. 결과 및 토의

가. 수심지형분포

동해는 좁은 폭의 대륙붕이 특징이고 수심이 깊은 해저지형으로 급경사의 대륙사면이 있다. 울진바다목장지역 중 금년도 조사구역의 수심분포는 조사선박이 접근 가능한 연안 해역에서 9.0m, 동쪽 외해에서 60m 정도의 최대수심이 나타나고 있으며, 전반적인 해저 지형의 경향은 그림 2-1-8과 같다. 수심 60m 이내 지역의 내대륙붕에 속하고 전체적인 수심 분포는 외해쪽으로 가면서 해안선과 평행하게 깊어지는 동해안의 일반적인 경향을 보인다. 조사지역 중앙부 수심 35m 등심선에서는 연안에서 연장된 돌출암반으로 인해 주위보다 약 7~10m 낮은 수심분포를 특징적으로 보인다.

나. 퇴적층 분포

동해안의 퇴적층의 분포는 서해, 남해 및 남동해 대륙붕의 전반적인 퇴적층 분포양상과는 달리, 해저지형의 기복과 관련되어 복잡하게 나타나는 것이 일반적이다. 즉 연안에서 연장된 암반상부에는 조립질의 얇은 퇴적층이, 지형적 저지인 곳에서는 세립질 및 모래질 퇴적물이 퇴적되는 양상을 보인다. 해저지층기록에서 조사지역의 북부지역에 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 수심이 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 지역적으로 저지인 남부지역에는 모래질퇴적물이 지역적으로 비교적 두껍게 쌓여 있고, 연결성이 양호하고 안정된 퇴적층의 형태가 해저면 하부에 나타난다. 암반 돌출 지역은 해저지층기록상에서 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는데 반해 모래질 퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하고 옅은 색의 반사면과 퇴적층을 보이고 있다. 그림 2-1-9 는 조사지역내의 해저지층기록들을 전체적으로 보여주고 있으며 각 해저지층기록별로 해석기록을 그림 2-1-10~13 에 나타냈다. 특히, 노출암반의 분포양상은 해저퇴적물조사와 해저영상자료를 참고하여 해저퇴적상 분포도(그림2-1-22)에 도시하였다. 조사지역의 북부 암반지역 사이에는 약 2~4m의 모래질퇴적층이 얇게 덮혀 있고 조사지역 남부에는 외해쪽에서 약 10m이상의 퇴적층을 보이다 후포리 연안으로 가면서 점점 퇴적층이 얇아진다.

조사지역에서 암반이 분포하지 않는 모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다. 조사지역의 동북끝과 남쪽 모래질퇴적층에 인3공어초로 보이는 기록들이 보이고 있다.

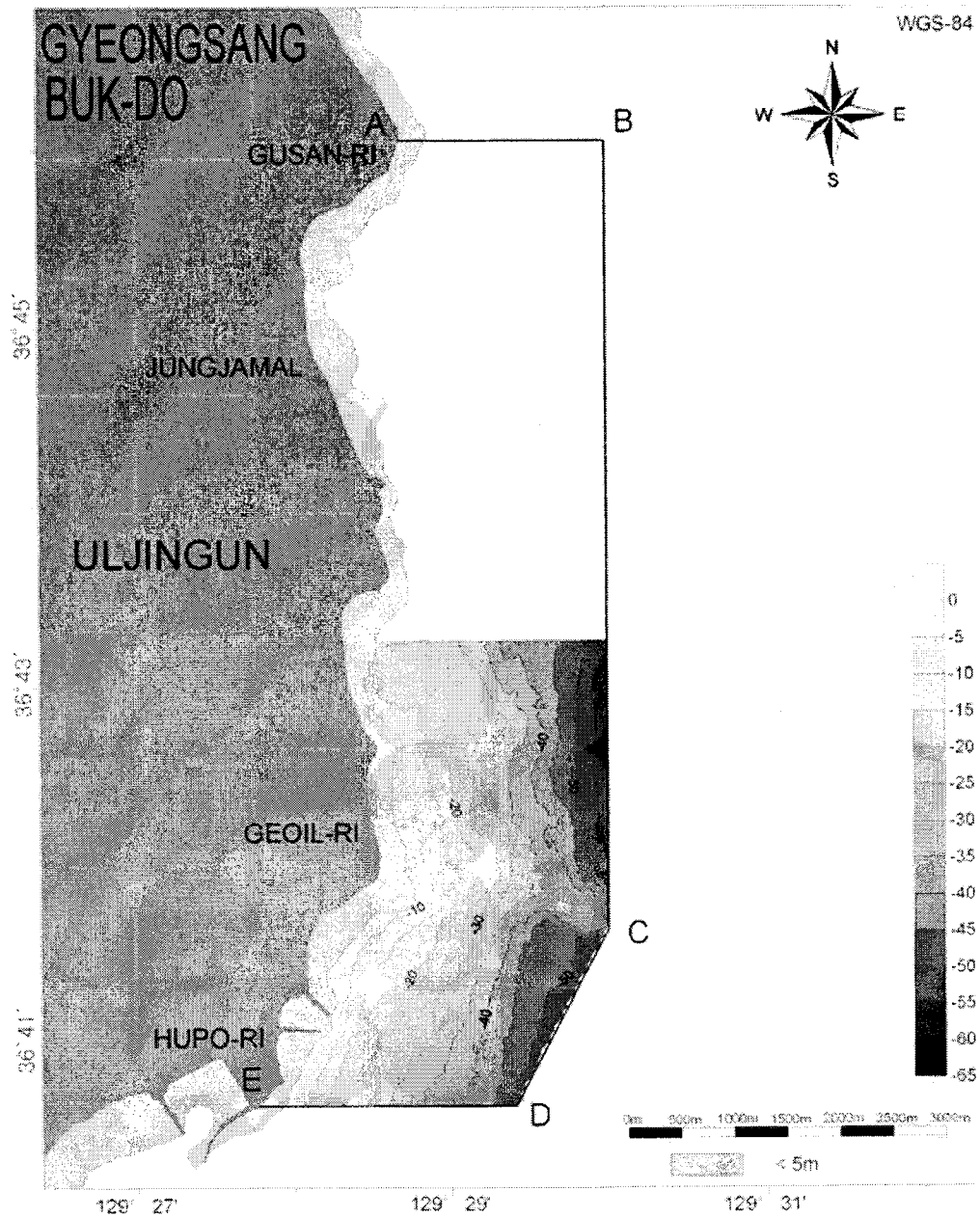


그림 2-1-8. 조사지역의 등수심도.

Fig. 2-1-8. Bathymetry contour map of survey area.

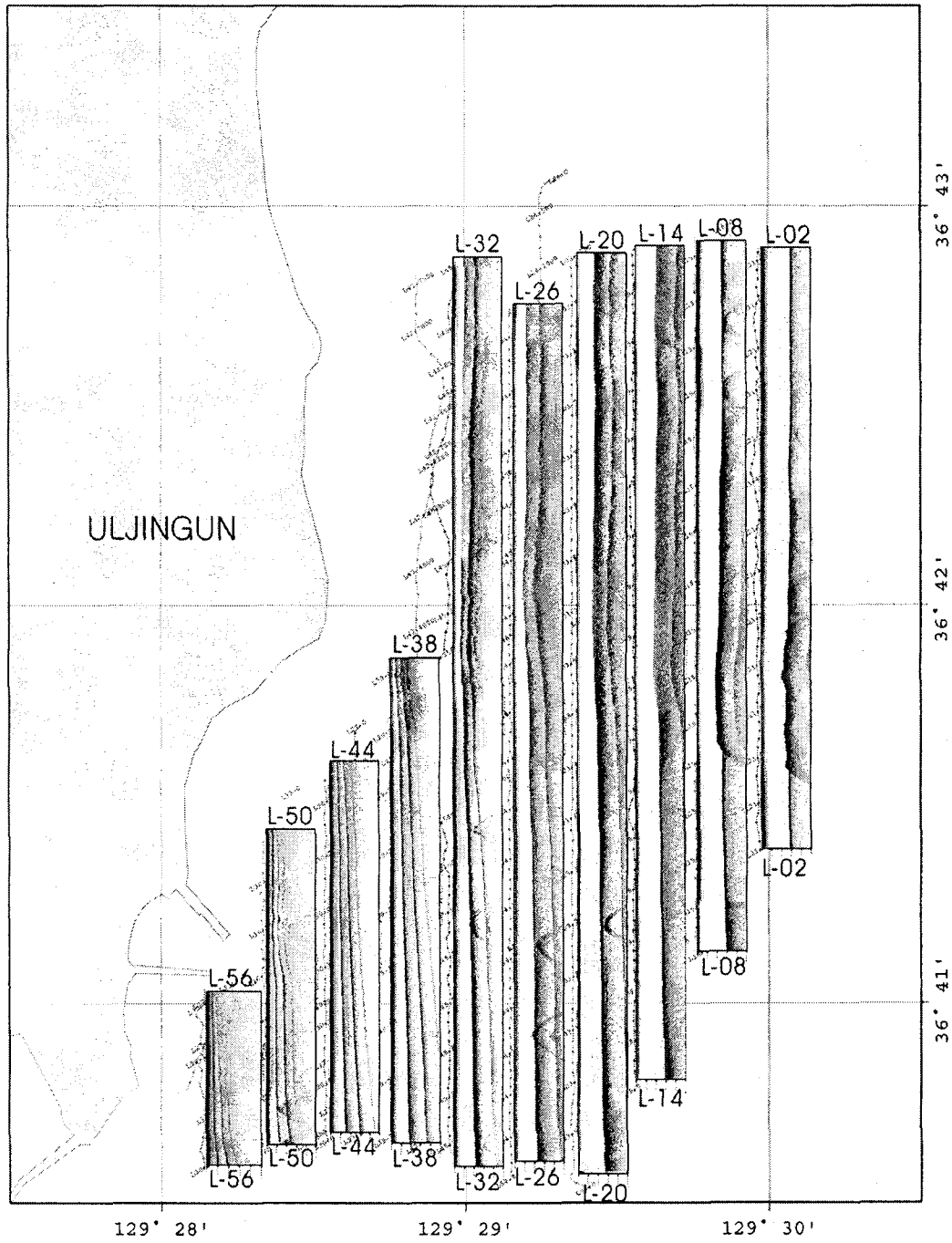


그림 2-1-9. 조사지역의 해저지층 기록.

Fig. 2-1-9. Subbottom profile of survey area.

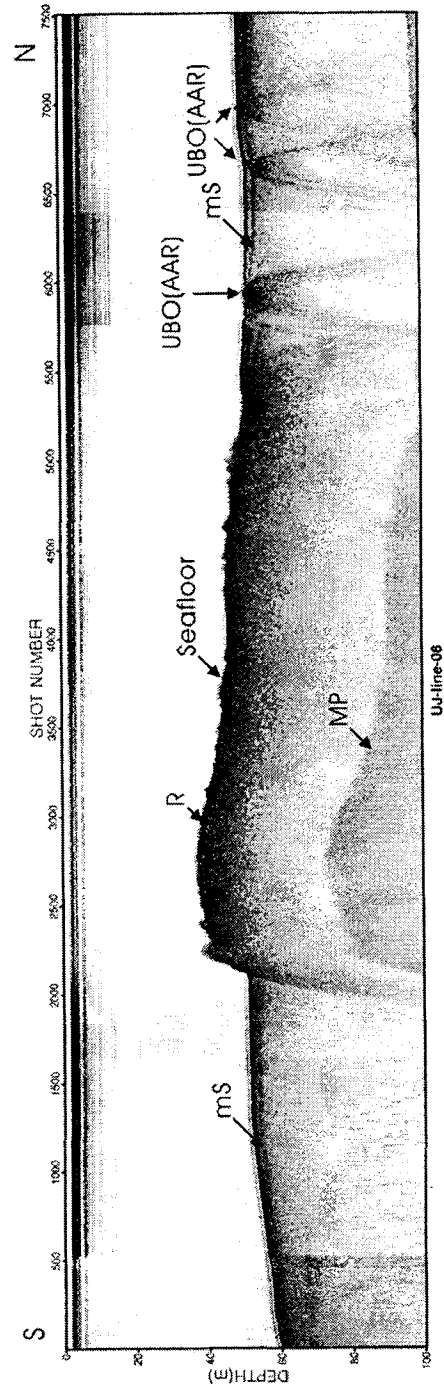
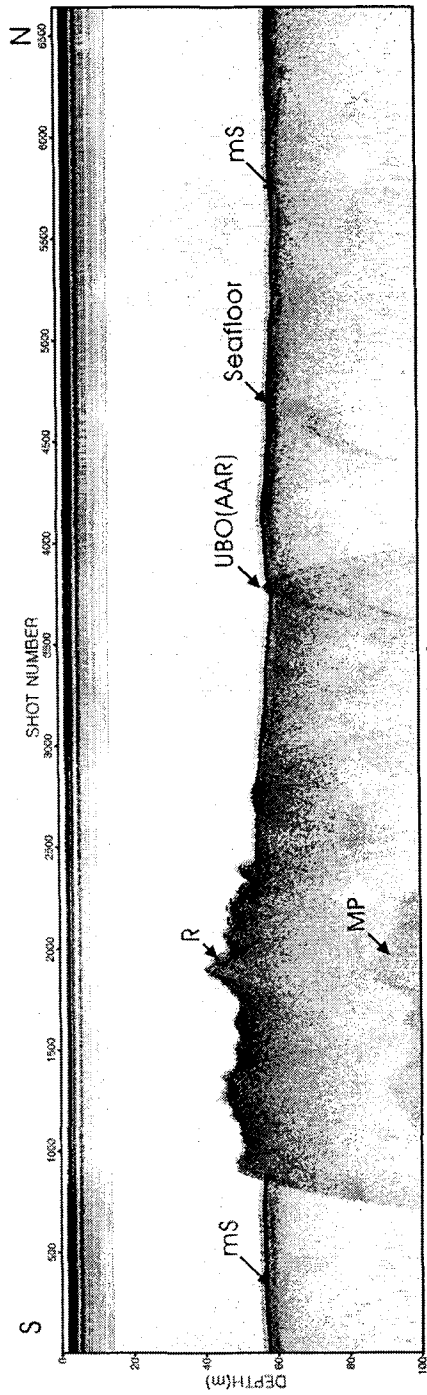


그림 2-1-10. 해저지층 기록(line 02, line 08). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질모래퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.
 Fig. 2-1-10. Subbottom profile(line 02, line 08). see fig . for location R, rock; mS, muddy Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

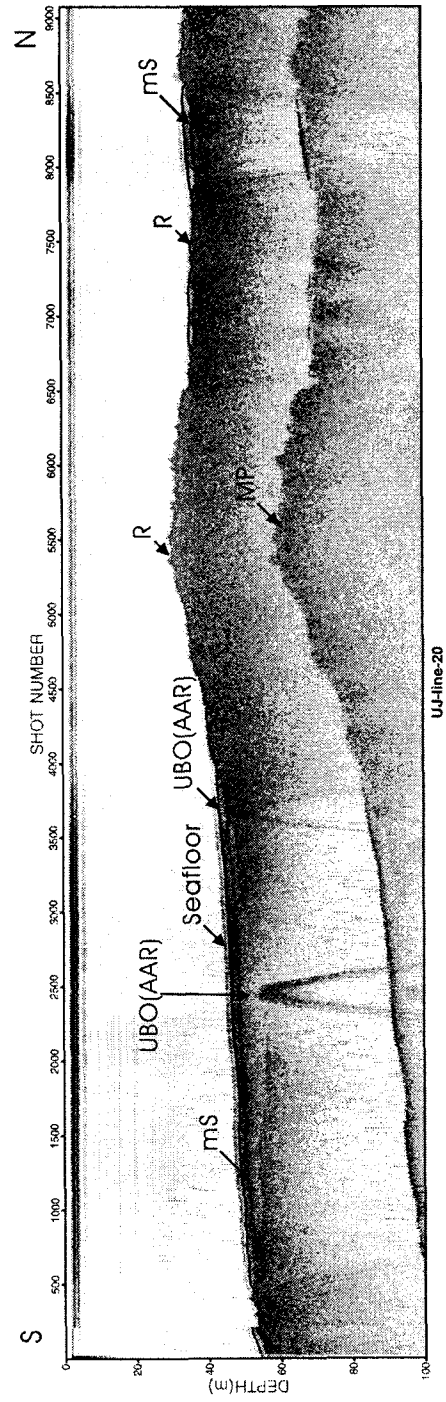
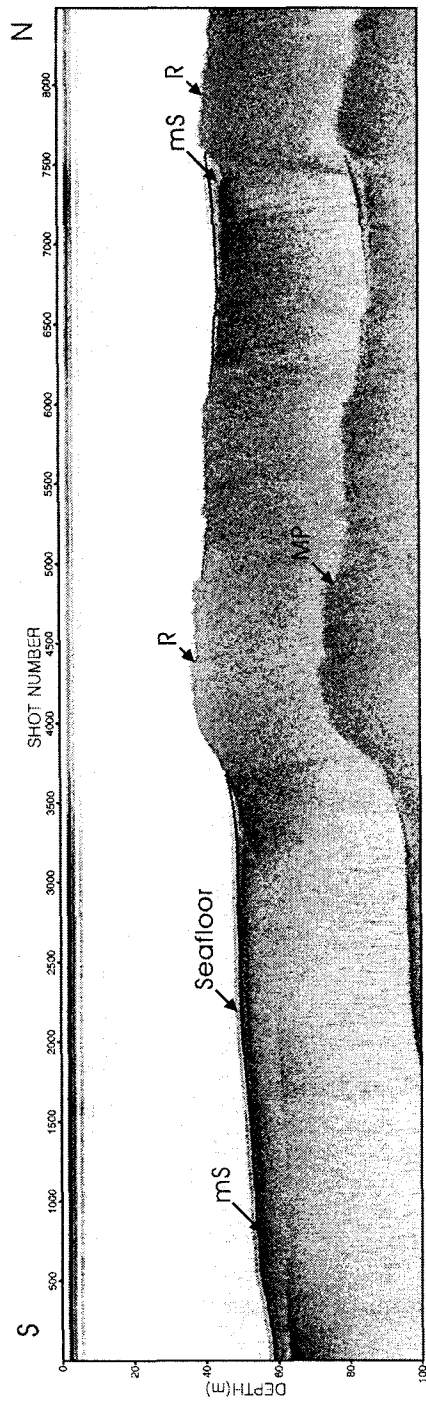


그림 2-1-11. 해저지층 기록(line 14, line 20). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 펄질모래퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.
 Fig. 2-1-11. Subbottom profile(line 14, line 20). see fig . for location R, rock; mS, muddy Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

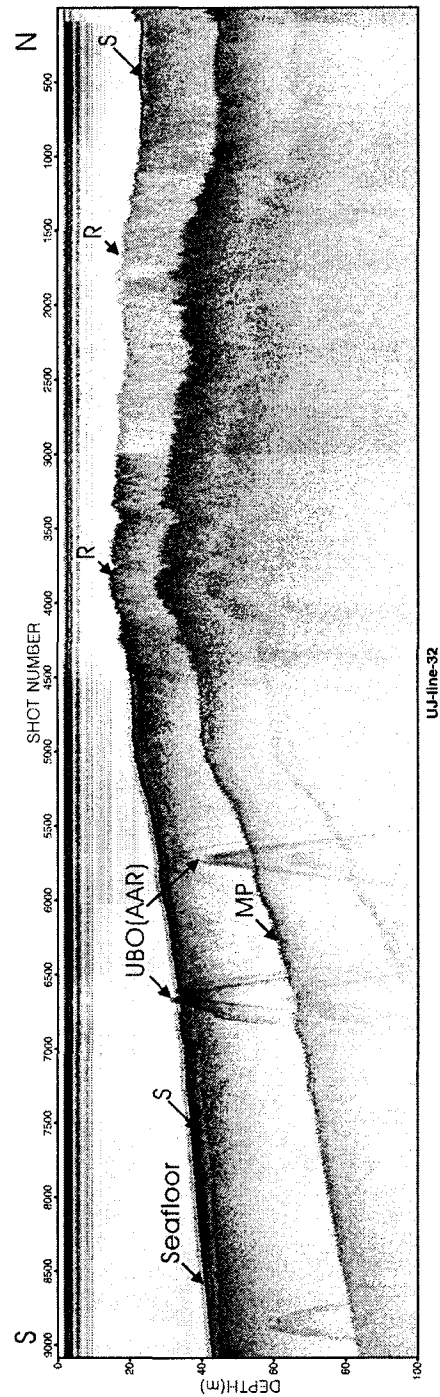
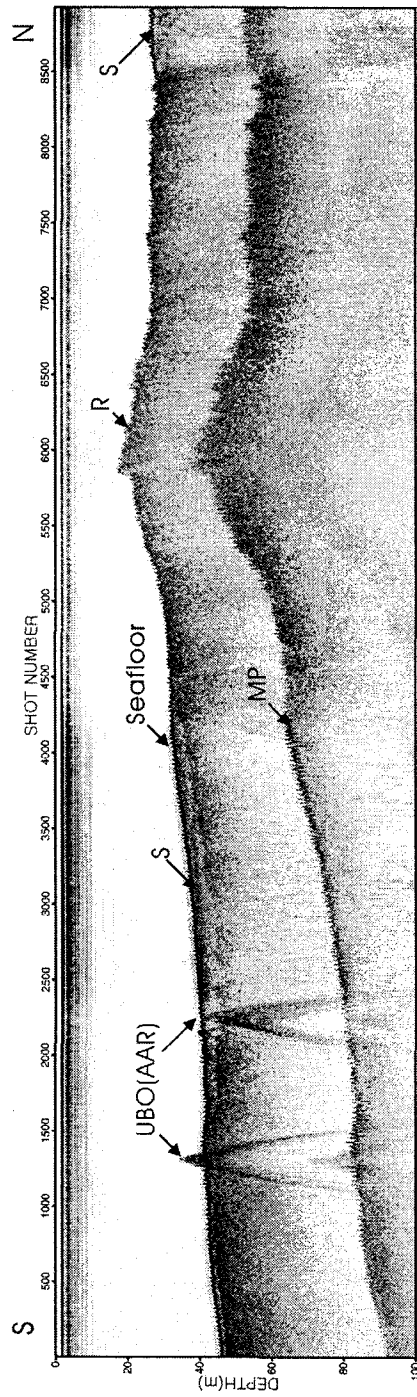


그림 2-1-12. 해저지층 기록(line 26, line 32). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.
 Fig. 2-1-12. Subbottom profile(line 26, line 32). see fig . for location R, rock; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

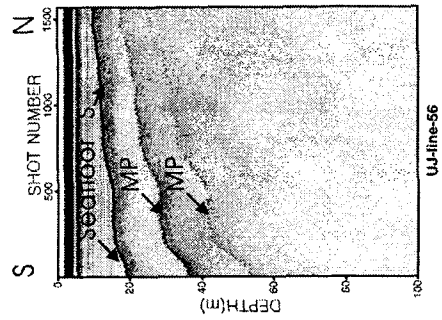
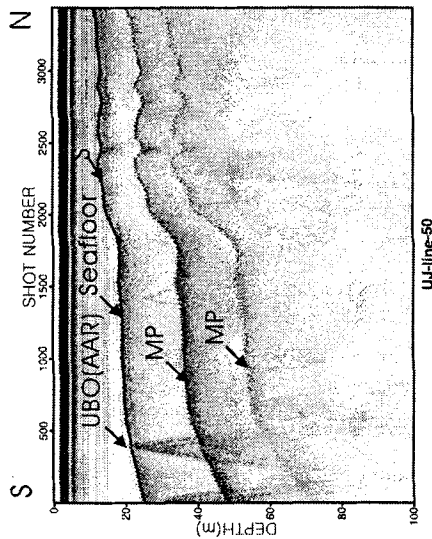
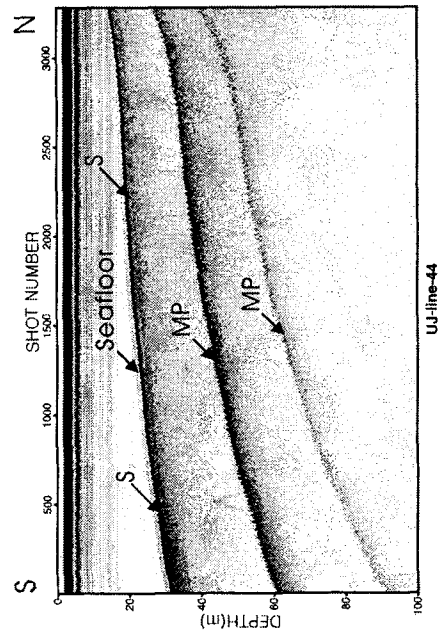
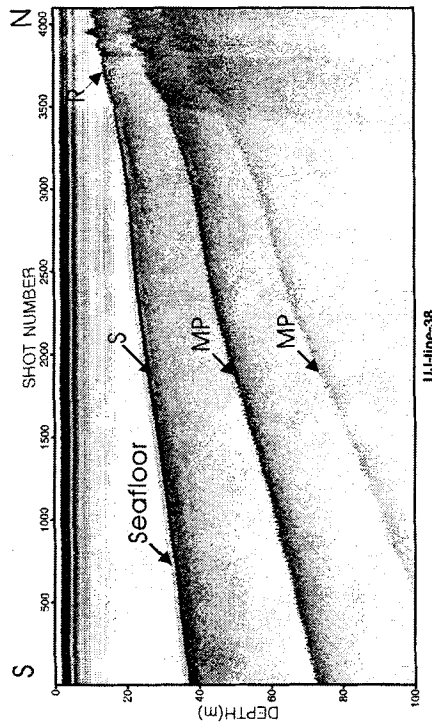


그림 2-1-13. 해저지층 기록(line 38, line 44, line 50, line 56). 기록위치 그림 참조.
 R, 돌출암반; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-1-13. Subbottom profile(line 38, line 44, line 50, line 56). see fig . for location R, rock; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

다. 해저면 음향영상 분포

(1) 자료처리

수중 예인센서는 예인케이블과 연결되어 윈치를 지나 운용·수록 시스템(본체)과 연결되며, 연구선의 선미로부터 일정한 거리를 두고 예인되며 해저면의 음향영상정보를 획득한다. 따라서 획득된 해저면 탐사기록의 위치는 연구선 DGPS 위치와 편차가 발생하게 된다. 특히 해저면의 이상물체나 인위적 구조물 등을 탐색해야 하는 경, 정확한 위치와 그 형태를 제시하기 위하여 수중 예인센서의 새로운 위치결정이 반드시 필요하다. 수중 예인센서의 정확한 위치결정이 우선적으로 선행되지 않으면 실제의 해저영상 모자이크 결과도면상의 위치 오차를 포함하게 된다. 연구선의 조사 항적도와 음향자료를 기하학적인 처리방법으로 적용되는 기존의 연구결과(과학기술처, 1993; 김성렬 외, 1997, 2003)를 이용하여, 수중 예인센서의 절대 위치를 결정하였다.

경사거리(slant range)란 수중 예인센서(tow-fish)에서 해저면까지의 측면거리를 의미한다. 수심측량이나 지층탐사의 경우에는 음파가 수직 상하로 왕복주행 하는 시간 및 음속에 의해서 결정되지만, 해저면 탐사에서는 측면방향으로 음파가 퍼져 나가기 때문에 해저면까지의 거리는 사선으로 경사져 있고, 그 경사거리가 증가할수록 해저면과 이루는 경사각은 점차적으로 감소한다. 따라서 현장기록의 왜곡현상은 수중 예인센서에서 먼 쪽(far-range) 보다는 직하부에서 더 심하게 나타나게 되며, 해저면에 나타난 실제 형태와는 다소 차이가 있다는 점을 감안할 필요가 있다.

해저면 탐사자료는 시간에 따라 변하는 시계열(time series) 자료이지만, 경사거리가 보정된 후에는 거리 개념의 자료(distance series)로 그 성질이 바뀌게 된다. 수중 예인센서의 바로 하부의 수직 방향 보다는 측면 방향으로 멀어질수록 자료간의 거리간격이 점점 좁아지는 형태로 공간적인 분포 배열이 달라지기 때문이다. 따라서 경사거리를 보정한 것은, 수중 예인센서에서 직하부까지의 수층 효과를 제거한 후에 음파가 왕복 주행한 시간 길이를 수평거리로 환산하는 자료처리를 의미한다.

Side scan sonar 음파 형태는 수중 예인센서의 진행방향에 대하여 수직단면으로 부채꼴 모양이므로, 음파가 양쪽 측면에 대하여 해저면을 주사(scanning)해 나가는 목표 해저면33의 주사면(insonification area)은 긴 띠 모양의 사다리꼴 형태가 된다. 이 띠모양의 주사면은 여러 개의 단위 주사역(foot-print area)으로 구성된다(Clay and Medwin, 1977). 이들 각각의 모양과 크기를 Malinverno et al.(1990)이 제안한 방법으로 계산한 다음, 수중 예인센서의 절대위치에서 좌현과 우현 방향으로 단위조사역의 각각 위치에 순차적으로 음향강도 값을 투영(mapping)함으로써 해저면 음향영상 결과도면이 제작된다. 그러나 단위 주사역의 개별적인 위치가 계산되더라도 이들의 크기가 일정하지 않고 펼침 형태(swath pattern)로 분포하기 때문에, 해상도를 고려한 격자자료(grid data)로 재구성하여 통계 처리된 대표 값을 모자이크 처리기법에 적용한다(한국해양연구소, 1994, 1995).

결과 도면은 세계측지계(World Geodetic System, WGS-84) 좌표로 작성하였다. 경위도 좌표계를 사용하면 격자간격이 일정하지 않기 때문에 WGS-84 좌표계를 UTM 직각좌표계로 환산하여 사용한 후 필요에 따른 좌표 변환을 실시하여 최종 자료화 한 후 이를 도면화한다.

(2) 모자이크 해저영상 결과

일반적으로 해저면탐사 영상도면은 흑백명암으로 표현하며, 짙은 검정 색일수록 단단하거나 입자가 굵은 매질에 해당되며, 옅은 색일수록 부드럽고, 입자가 가는 매질을 의미한다. 따라서 어둡게 나타나는 부분은 대부분이 노출암반이거나 자갈질 모래이며, 밝은 부분은 가는 모래 또는 뽕질 퇴적물로 해석하게 된다. 조사지역의 영상도를 전체를 하나의 도면(그림 2-1-14)으로 도시하였으며 각 축선의 해저면영상기록이 서로 잘 연결됨을 볼 수 있다.

동해연안 해저면 음향영상의 전반적인 특징은 해안선 주변해역에는 폭넓게 암반이 산재하고 있거나 최소한 자갈질 모래로 피복된 노출암반이 분포하고 있는 것으로 분석된다. 그리고 연안해역을 벗어나면서 해저면의 구성퇴적물은 점차적으로 뽕모래질퇴적물이 혼재하는 것으로 보인다. 조사지역의 해저면 음향영상은 해저지층기록과 마찬가지로 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉, 돌출암반이 분포하는 북쪽지역과 상대적으로 옅은 색을 띠는 남쪽지역으로 크게 구분할 수 있다(그림 2-1-15). 이는 해저퇴적상 분포 및 해저지층기록과도 정확히 일치 하고 있다. 육상의 암체가 조사구역 북쪽 거일리 연안에서 외해까지 연장되어 있고 부분적으로 일부 퇴적물이 노출암반 사이에 쌓여 있다. 조사지역 북쪽 돌출 암반 사이에는 세립질의 퇴적물이 연안에서 외해쪽으로 연결되어 있다. 남쪽 지역은 전체적으로 모래질퇴적물이 분포하고 있고 후포리 연안에서는 다소 짙은 색의 해저영상을 보여 주고 있다.

그림 2-1-16 은 조사 라인 20번을 따라서 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층을 비교한 것이다. 암반분포 및 모래퇴적층이 잘 일치하고 있으며 인공어초로 보이는 기록도 잘 보여주고 있다.

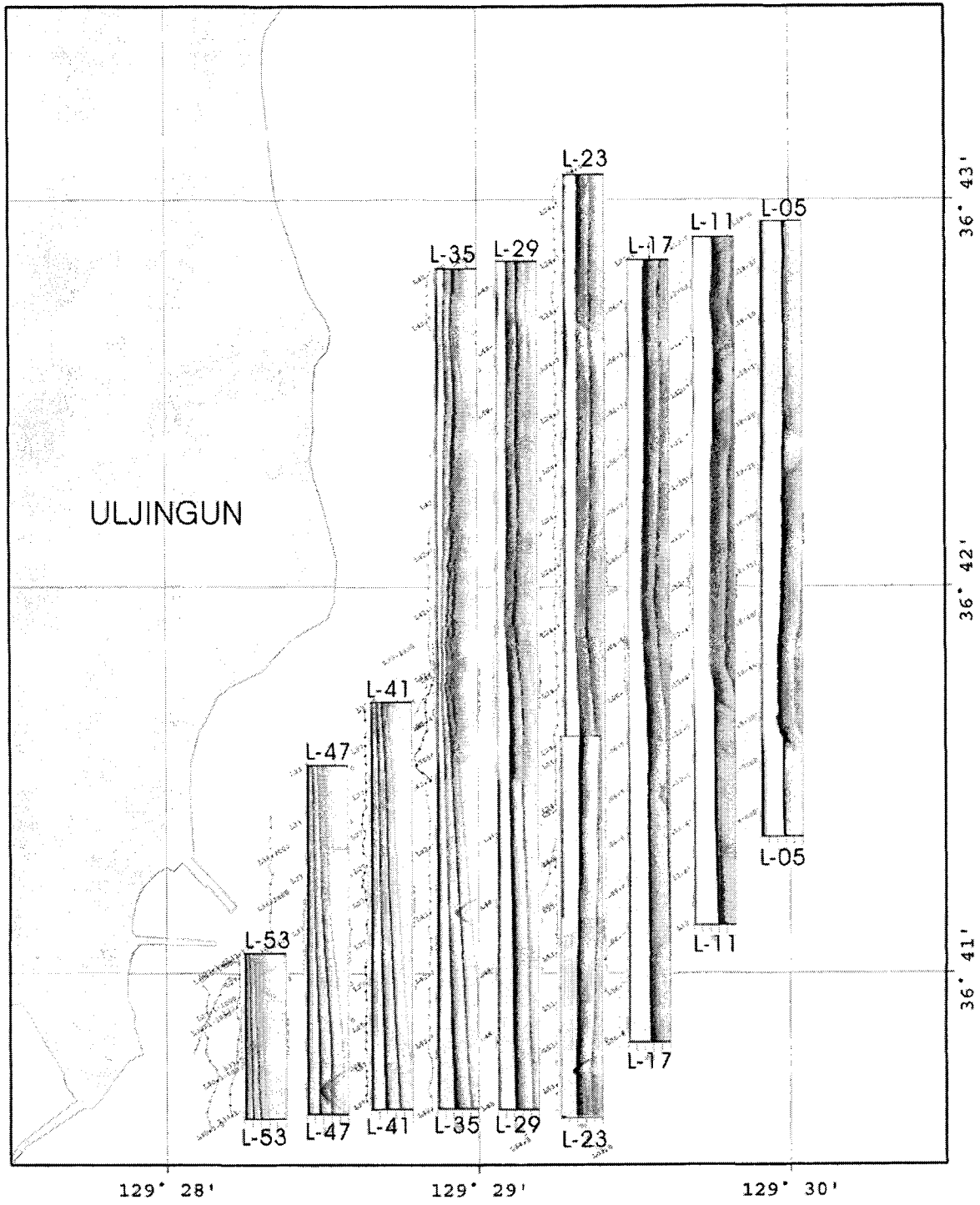


그림 2-1-14. 조사지역의 해저지층 기록.

Fig. 2-1-14. Subbottom profile of survey area.

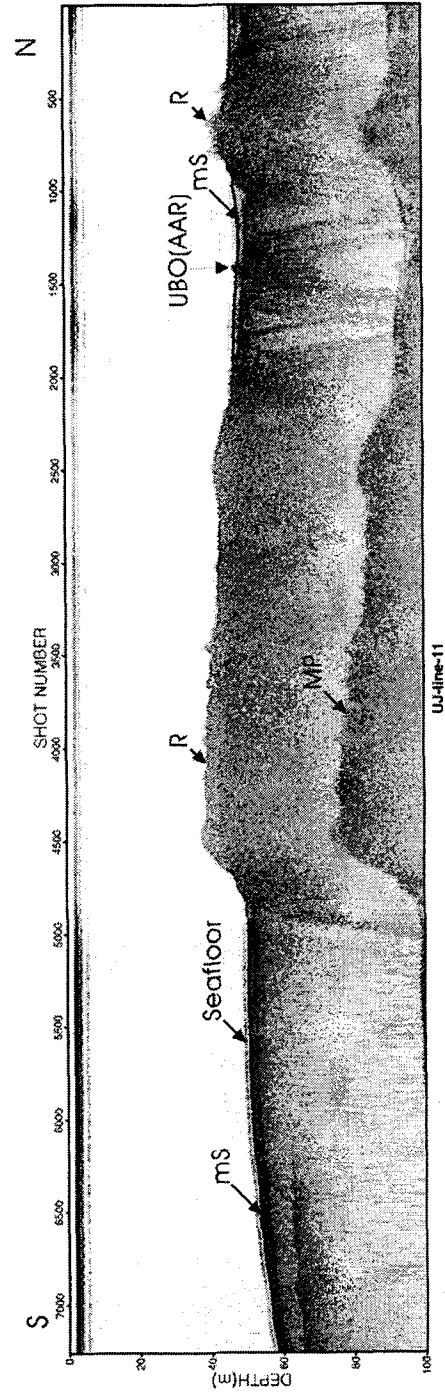
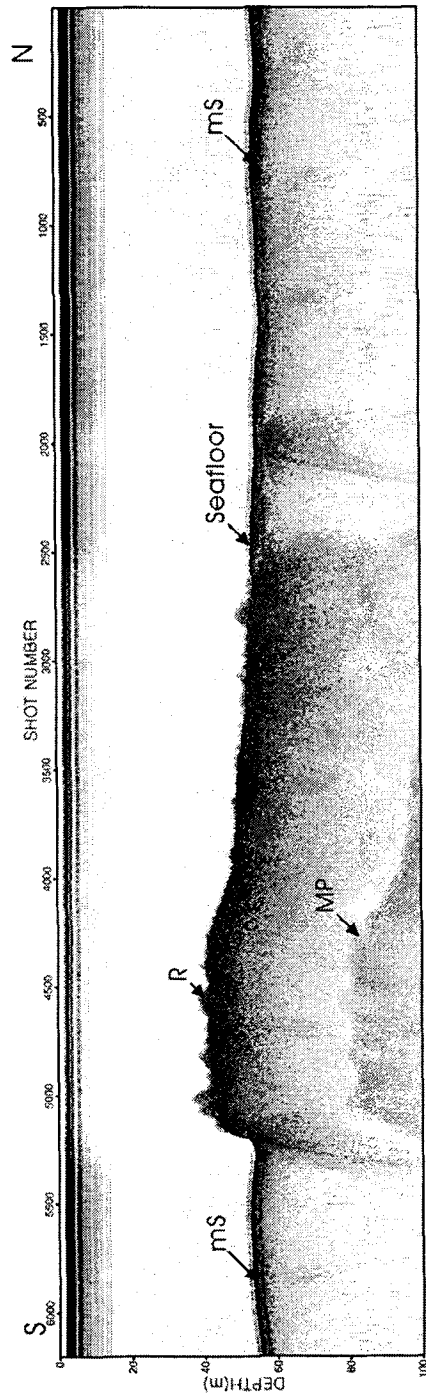


그림 2-1-15. 해저지층 기록(line 05, line 11). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; S, 모래질 퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.
 Fig. 2-1-15. Subbottom profile(line 05, line 11). see fig . for location R, rock; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

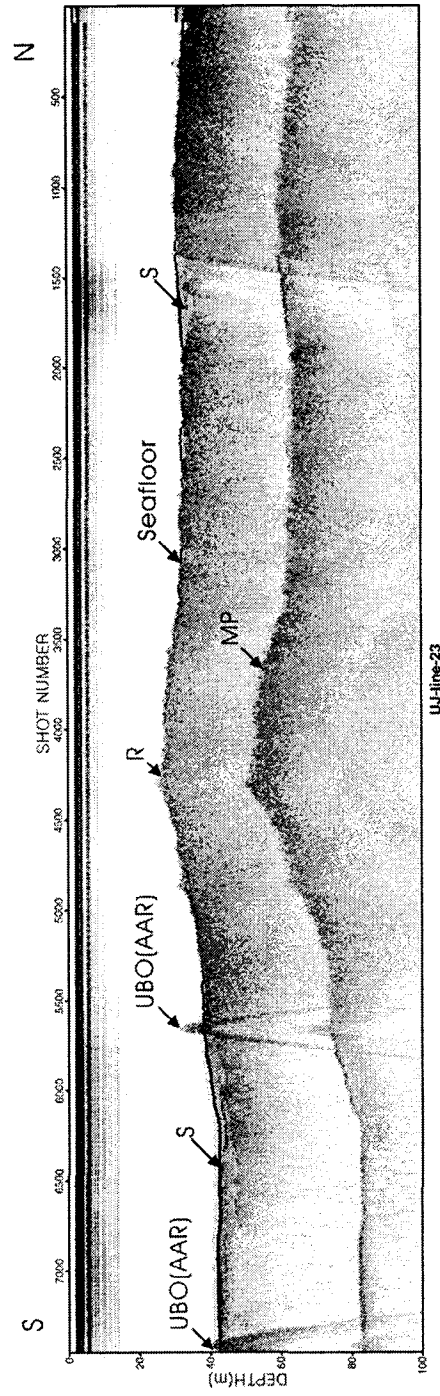
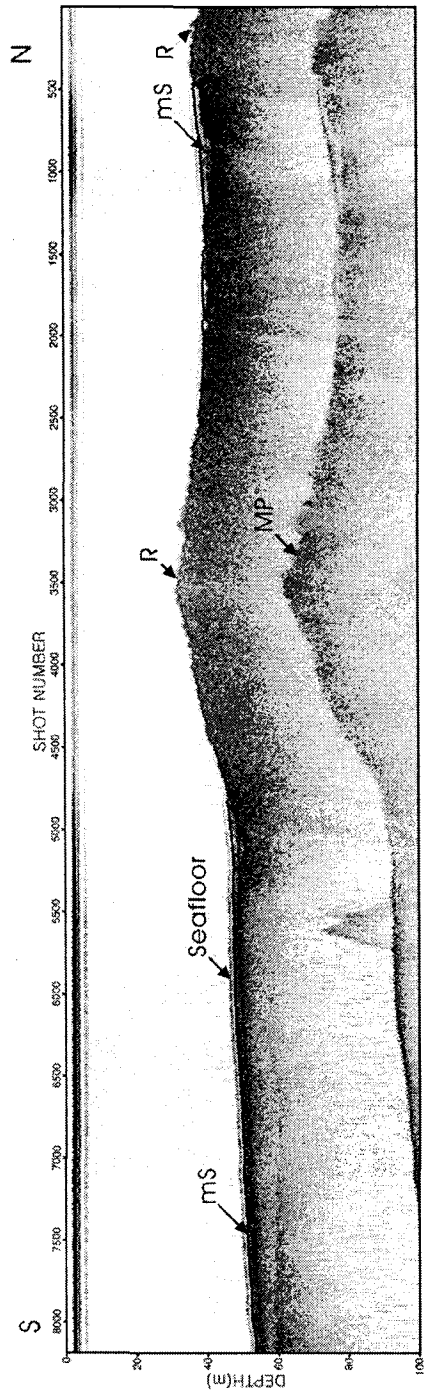


그림 2-1-16. 해저지층 기록(line 17, line 23). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; S, 모래질 퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-1-16. Subbottom profile(line 17, line 23). see fig . for location R, rock; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

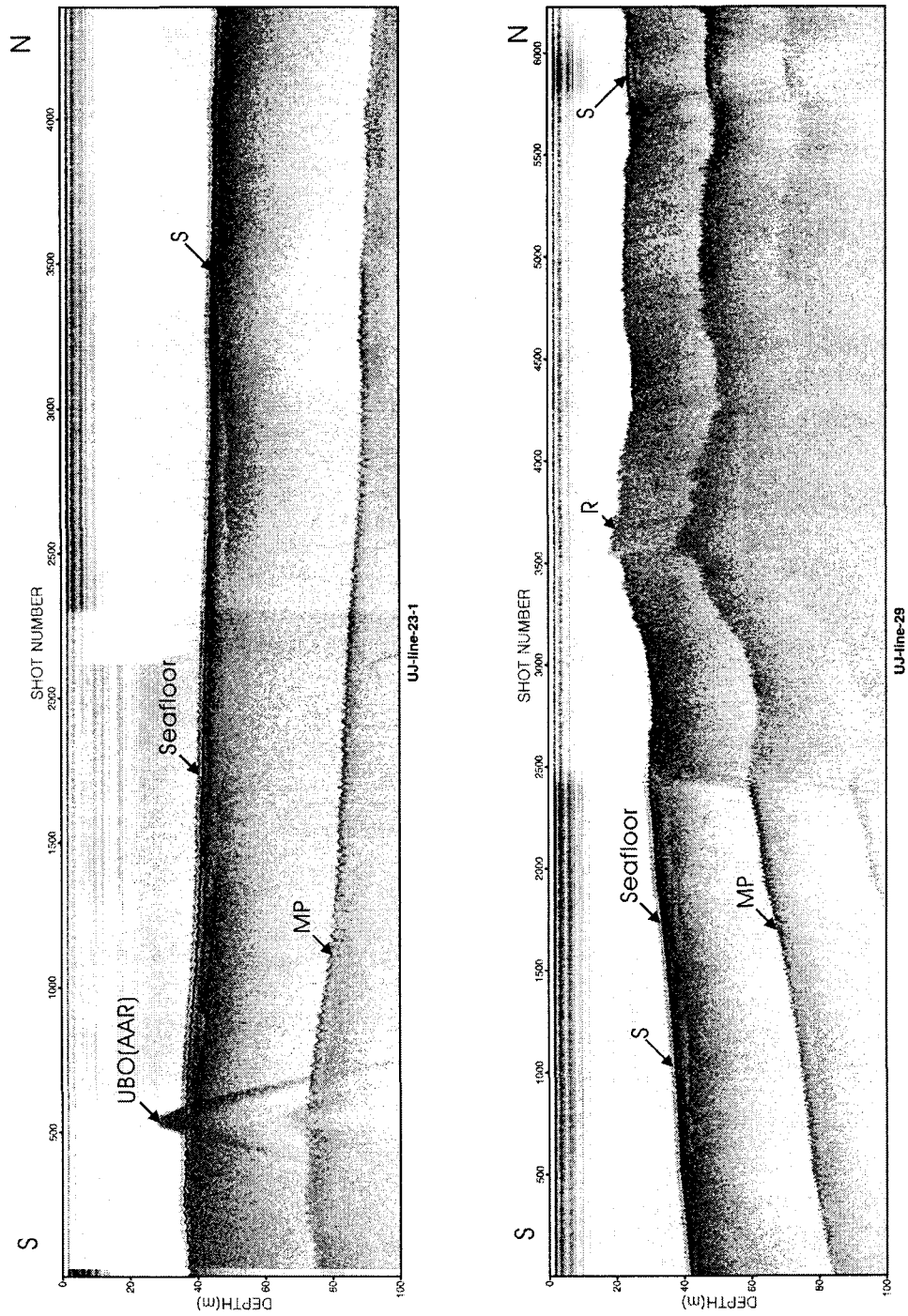


그림 2-1-17. 해저지층 기록(line 23-1, line 29). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; S, 모래
 질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-1-17. Subbottom profile(line 23-1, line 29). see fig . for location R, rock; S, Sand;
 UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

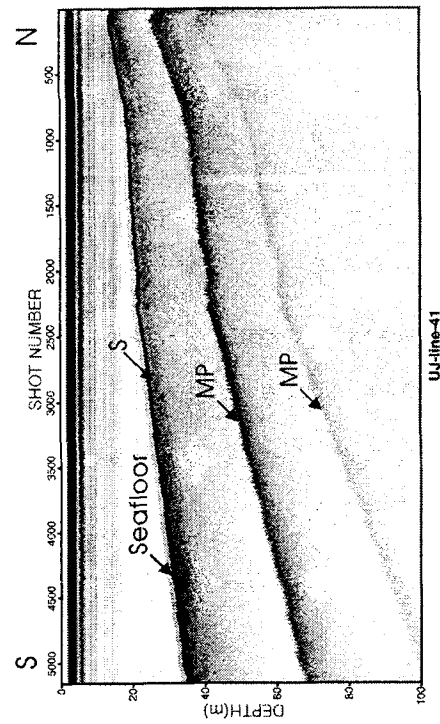
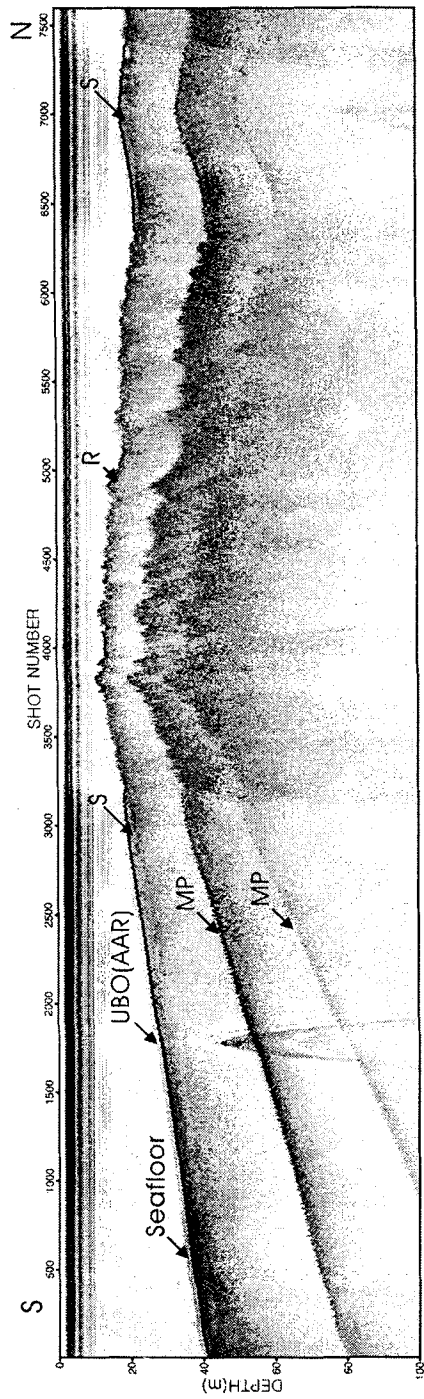


그림 2-1-18. 해저지층 기록(line 35, line 41). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; S, 모래질 퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-1-18. Subbottom profile(line 35, line 41). see fig . for location R, rock; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

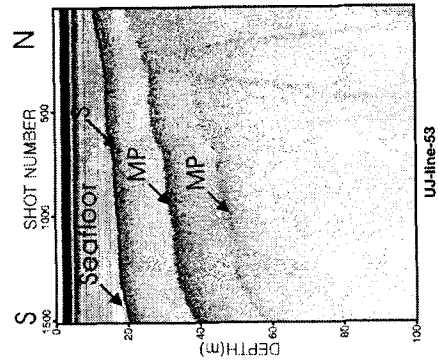
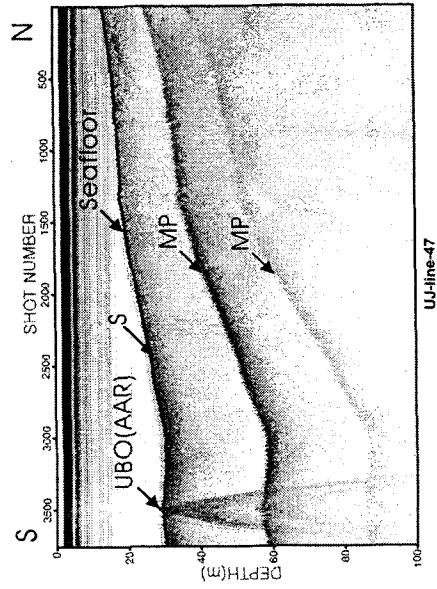


그림 2-1-19. 해저지층 기록(line 47, line 53). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; S, 모래질 퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-1-19. Subbottom profile(line 47, line 53). see fig . for location R, rock; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

라. 해저 퇴적물 분포

(1) 표층퇴적물 조성 및 퇴적상

채취된 표층퇴적물의 조성을 보면, 조사지역 중부와 북부지역은 대부분이 암반으로 구성되어 있고 암반 지역 안에 포함되는 UJ-12 와 UJ-14에서 자갈이 각각 41.96%, 68.66%의 분포를 보이고 있다. 표층퇴적물의 모래, 실트 그리고 점토함량은 각각 25.00~99.24%, 0.62~27.34% 그리고 0.00~13.26%의 분포 범위를 보이고 있다(표 2-1-5). 모래함량의 공간적 분포는 정점 UJ-14의 자갈함량이 상대적으로 높아 상대적으로 낮은 모래함량을 보이고 것을 제외하고는 연안에서 외해로 갈수록 모래함량이 감소하고 있다(그림 2-1-17). 뿔(실트와 점토)함량은 반대로 외해로 갈수록 증가하는 분포를 보이고 있다(그림 2-1-18). 울진 앞 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상은 전체적으로 실트질모래(zG), 뿔모래질자갈(msG), 모래(S), 실트질모래(zS) 그리고 뿔질모래(mS)의 분포를 보이고 있다. 거일리 앞 해역에서 주로 뿔과 모래가 섞인 자갈이 나타나고 있으며 연안에서 외해로 갈수록 모래에서 뿔이 섞인 모래로 바뀌고 있다(그림 2-1-19).

(2) 표층퇴적물의 조직변수

조사지역의 표층퇴적물의 조직변수를 보면, 평균입도는 $-1.25\sim 4.48 \Phi$, 분급도는 $0.61\sim 3.01 \Phi$, 왜도는 $0.06\sim 3.33$ 의 분포 범위를 보이고 있다(표 2-1-5). 평균입도의 공간적 분포를 보면, 거일리 앞 해역에서 암반을 포함한 자갈에 의해서 상대적으로 조립한 퇴적물이 나타나고 외해로 갈수록 세립해지고 있다(그림 2-1-20). 분급도는 일반적으로 동해연안에서 나타나는 형태로 외해로 갈수록 불량한 분급값을 나타내고 있다(그림 2-1-21). 이는 파랑의 체질작용에 의해서 세립한 퇴적물이 외해로 이동되어 나타난 것으로 사료된다. 왜도는 뚜렷한 분포양상은 보이지 않고 양의 왜도값을 나타내고 있다.

표 2-1-5. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수

Table 2-1-5. Compositions and textural parameters of obtained surface sediments in the survey area

St. No.	Composition(%)				Sed. Type	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ(Φ)	St.De.	Skew.	Kurt.
UJ-01	0.00	99.06	0.79	0.15	S	1.14	0.83	3.11	22.81
UJ-02	0.00	96.18	3.11	0.7	S	2.35	1.06	2.76	20.05
UJ-03	0.00	75.58	18.57	5.86	zS	3.64	2.11	1.98	7.55
UJ-04	0.00	87.71	9.55	2.74	zS	3.12	1.55	2.68	13.53
UJ-05	0.00	99.24	0.62	0.15	S	1.29	0.77	2.57	21.26
UJ-06	0.00	92.71	5.3	1.98	S	2.76	1.39	3.33	18.41
UJ-07	0.00	85.34	10.59	4.07	zS	3.18	1.85	2.66	11.58
UJ-08	0.00	59.41	27.34	13.26	zS	4.48	2.76	1.31	3.92
UJ-09	0.00	74.45	17.71	7.84	zS	3.49	2.55	1.68	5.69
UJ-10	0.00	81.2	12.65	6.14	zS	3.43	1.93	2.21	7.71
UJ-12	41.96	56.77	1.27	0.00	sG	-0.6	1.85	0.06	2.14
UJ-14	68.66	25.00	4.07	2.27	msG	-1.25	3.01	1.88	6.63
UJ-16	0.00	84.85	10.46	4.69	zS	2.9	2.07	2.31	9.31
UJ-17	0.00	85.74	10.11	4.15	zS	2.97	1.86	2.59	10.23
UJ-18	0.00	97.36	2.44	0.19	S	2.34	0.89	3.01	28.35
UJ-19	0.00	97.44	2.22	0.34	S	2.24	0.89	2.3	16.44
UJ-20	0.00	87.21	8.41	4.38	mS	2.76	2.08	2.46	10.23
UJ-21	0.00	87.92	8.67	3.41	zS	2.83	1.82	2.76	12.16
UJ-22	0.00	97.85	1.82	0.33	S	2.23	0.85	2.86	23.66
UJ-23	0.00	99.19	0.79	0.02	S	1.64	0.70	2.44	21.29
UJ-24	0.00	92.94	4.38	2.69	S	2.22	1.76	3.05	15.17
UJ-25	0.00	87.5	8.71	3.79	zS	2.35	2.11	2.3	9.23
UJ-26	0.00	98.23	1.55	0.22	S	1.89	0.79	2.8	22.43
UJ-27	0.00	99.22	0.78	0	S	1.32	0.61	1.07	6.08

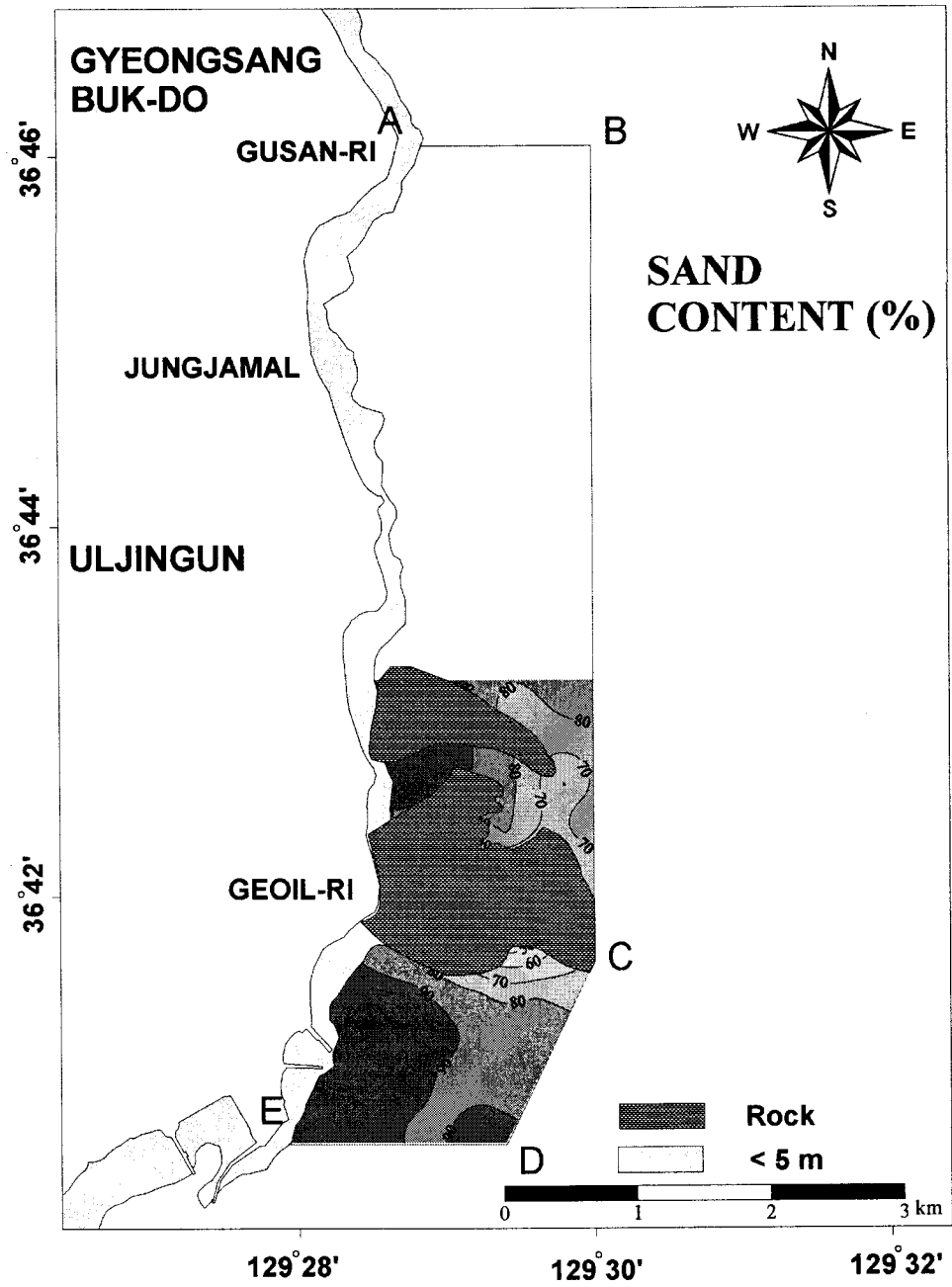


그림 2-1-20. 조사지역의 모래함량 분포도.

Fig. 2-1-20. Distribution of sand content (%) in the survey area.

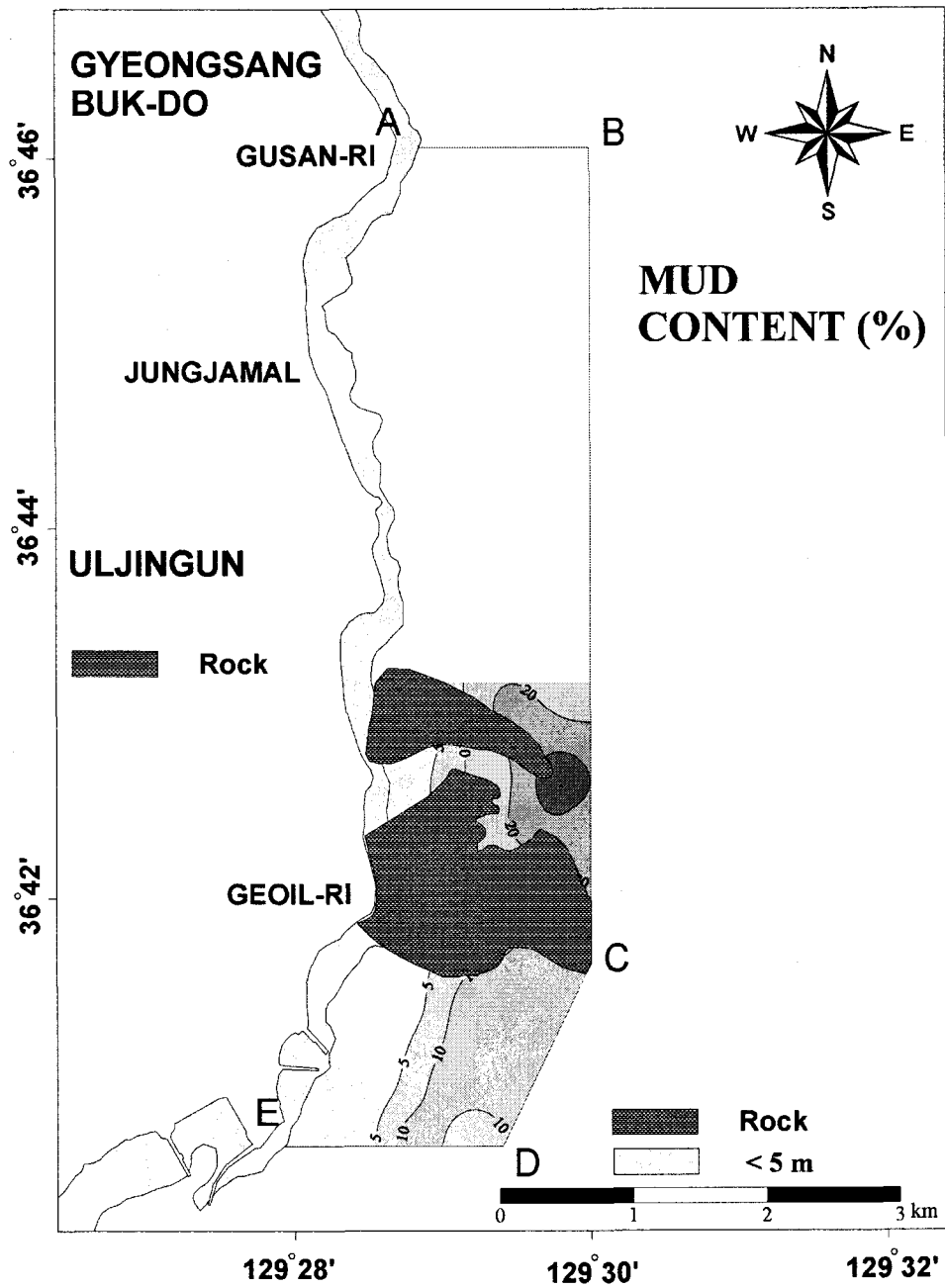


그림 2-1-21. 조사지역의 뿔 함량 분포도.

Fig. 2-1-21. Distribution of mud content (%) in the survey area.

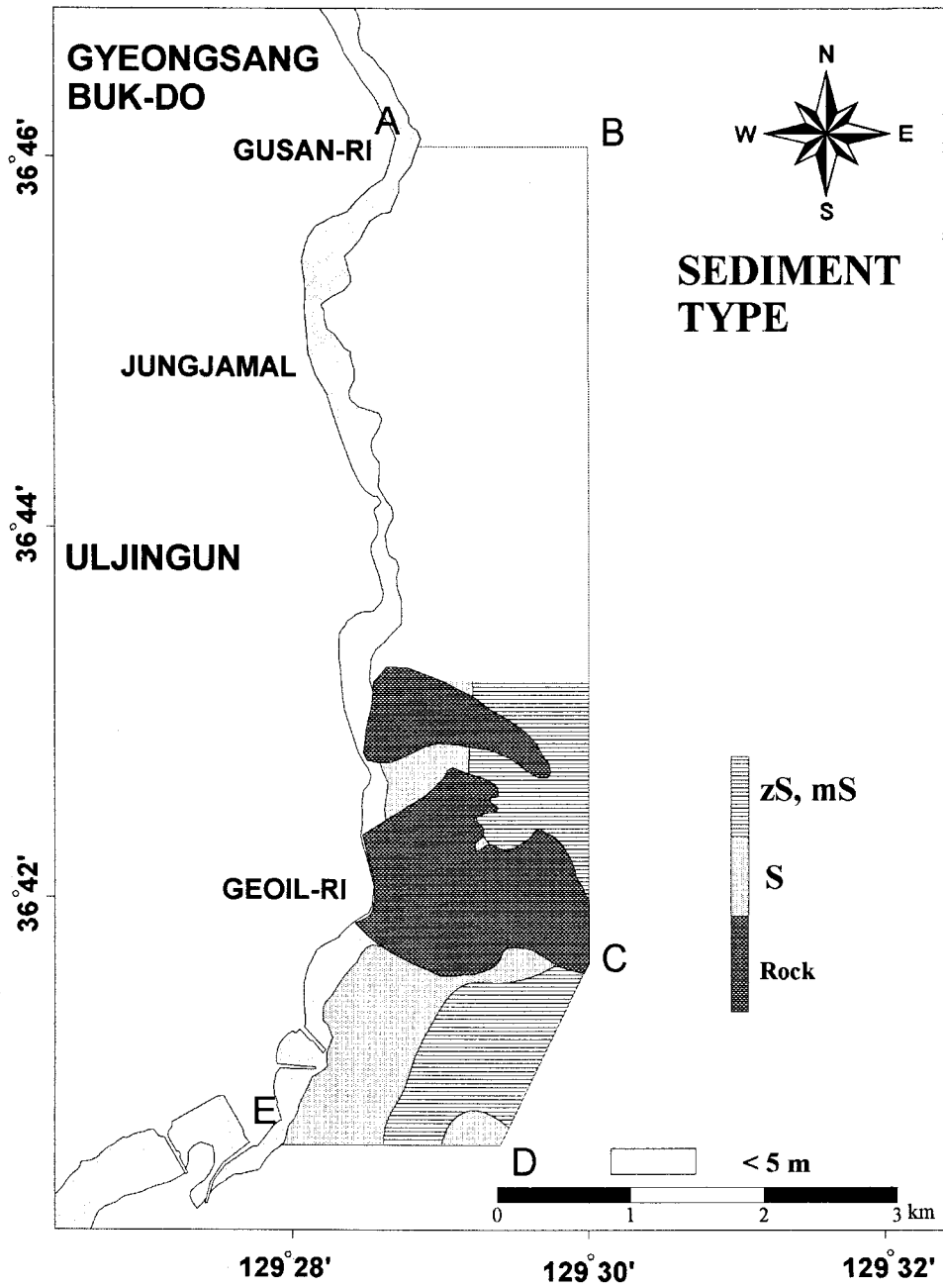


그림 2-1-22. 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상 분포도.

Fig. 2-1-22. Distribution of sediment types of surface sediment in the survey area

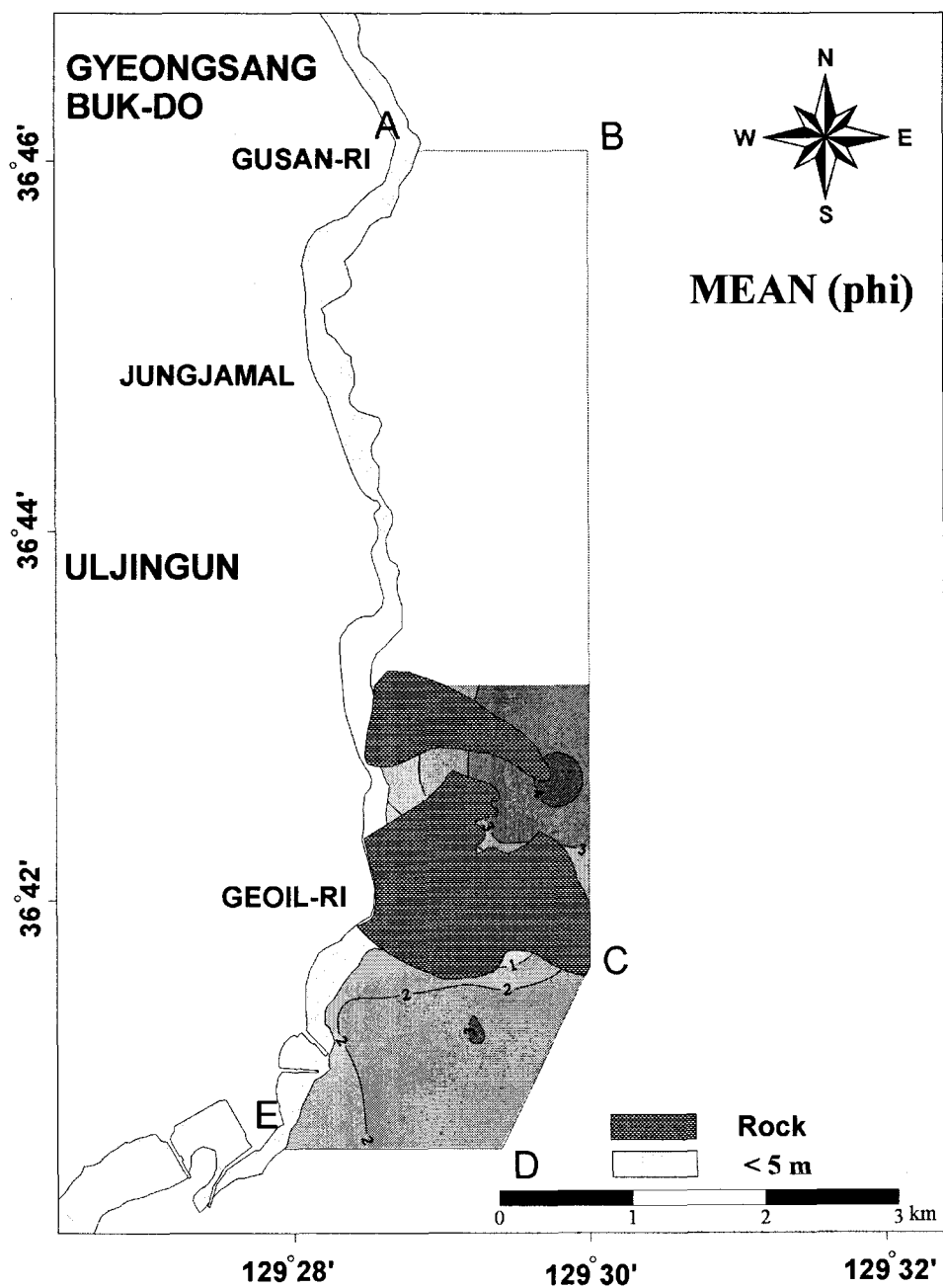


그림 2-1-23. 조사지역 표층퇴적물의 평균입도(phi) 분포도.

Fig. 2-1-23. Distribution of mean (phi) of surface sediments in the survey area

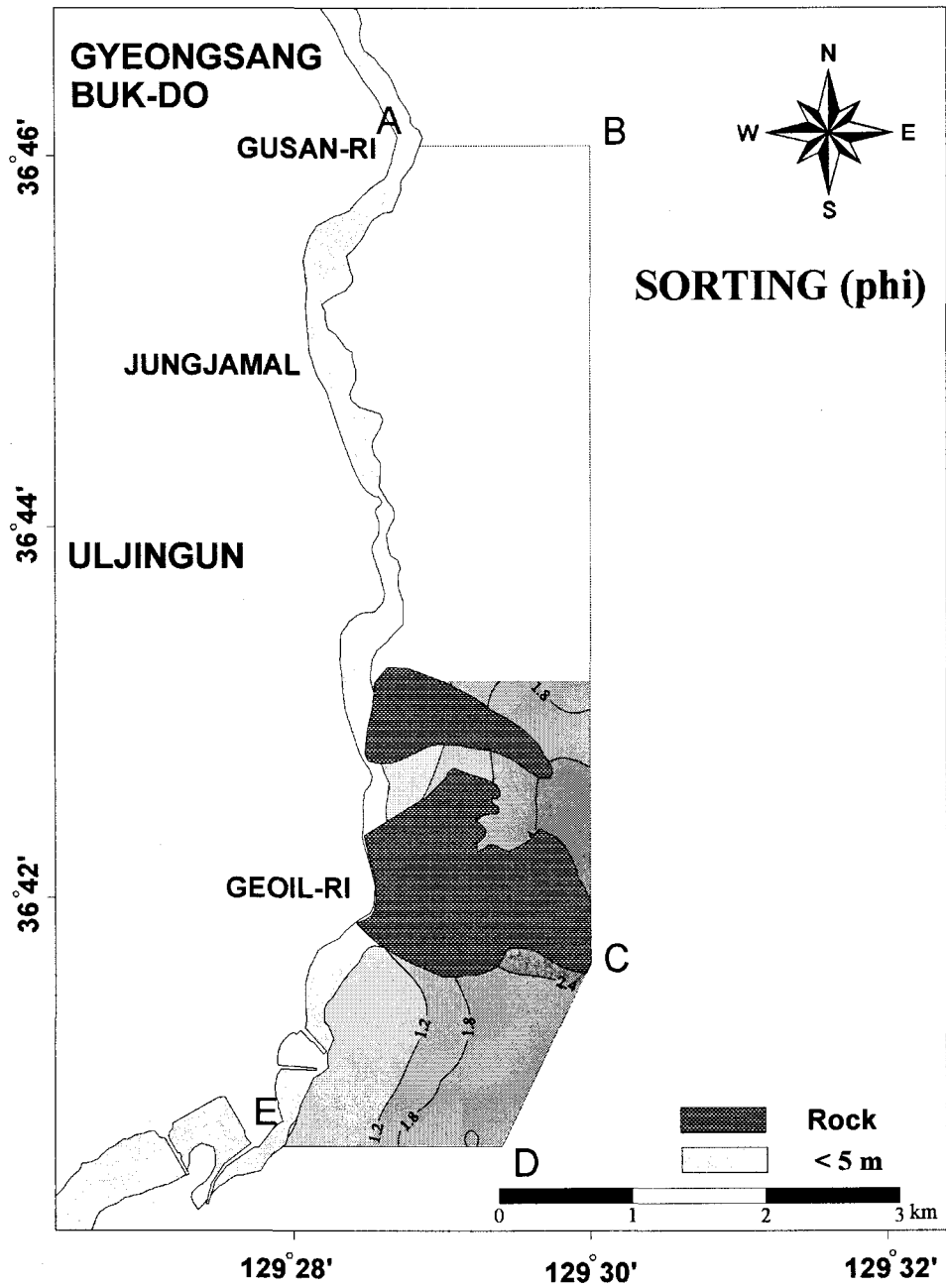


그림 2-1-24. 조사지역 표층퇴적물의 분급도(phi) 분포도.

Fig. 2-1-24. Distribution of sorting (phi) of surface sediments in the survey area

제 2 절 인공어초

1. 서 론

서식환경 정비사업은 동 해역이 갖고 있는 생산력을 적절히 활용하여 유·치어로부터 성어, 친어에 이르기까지 전 생활사를 동 해역에서 서식할 수 있도록 어종별, 성장 단계별로 적합한 서식장을 인공어초 혹은 조장조성으로 정비하는 것이다. 다시 말하면, 유용어류의 서식적지로서 대상 어종마다의 생태적 지위를 붕괴시키지 않고 생태계 자체를 확대시켜 나아가는 것이다. 기본적으로는 기존의 인공어초, 자연초, 해조장을 활용하면서 대어종의 성장, 성숙, 산란 또는 계절의 변화에 따른 이동회유 등의 생태특성을 고려하여 어종별, 성장 단계별로 유치자어 보육장, 미성어 성육장, 성어 서식장, 친어 체류장 등의 해역을 설정하는 것이다. 이 과정에서 중요한 것은, 대상어류에게 전생활사를 통하여 서식할 수 있는 장소를 제공함에 있어서 대상 어종마다의 서식장 규모의 확대, 기능의 강화뿐만 아니라 어종별, 성장단계별 연속성이 확보될 수 있도록 해야 한다.

유용어류의 정착촉진은 종묘생산에 의한 방류어 이외에 지선해역에 서식하는 자연산 어류에 대해 음향순치 등을 이용하여 정착시키는 방법이다. 유용어류의 정착촉진 방법으로는 방류 후의 생잔을 향상을 목적으로 풍파, 조류 등 환경변화가 비교적 적은 어항 내에 음향급이기를 설치하고, 이들 어류를 안전한 보호수역에서 일정기간 체류시키도록 하는 "방목형 음향순치"와 어항의 외해 측에 음향급이부이를 설치하여 어항 밖에 정착시키는 "개방형 음향순치"로 나눌 수 있다.

한편, 어장 및 자원의 관리는 어장환경을 지키고 어업자원의 유지확대를 도모하기 위해 어업자를 중심으로 실시되는 것으로, 지선 어촌계를 중심으로 조직된 바다목장관리운영협의회를 통하여 바다목장의 관리운영의 충실한 이행과 자원관리방침의 책정, 어법 등의 개선, 어장이용의 적정화를 도모하는 것이다.

2. 재료 및 방법

가. 어장 조성시설 타당성 조사

(1) 해저지형조사

해저지형은 인공어초, 가두리, 음향순치 시설 등을 해저에 시설할 경우 이에 대한 안정성을 파악하기 위해서 필수적인 항목으로서 본 조사에서는 생물분야는 부착생물의 부착상에는 언급하지 않고 해조류의 부착서식 가능한 암반의 면적비율이나 경사도 등에 대한 결과를 도출하여 수산자원 조성에 필요한 조사를 실시하였다. 그 항목으로는 수심, 저질, 해저지형(경사도), 어초 시설 유무 등에 대한 조사를 실시하였다(그림 2-2-1).

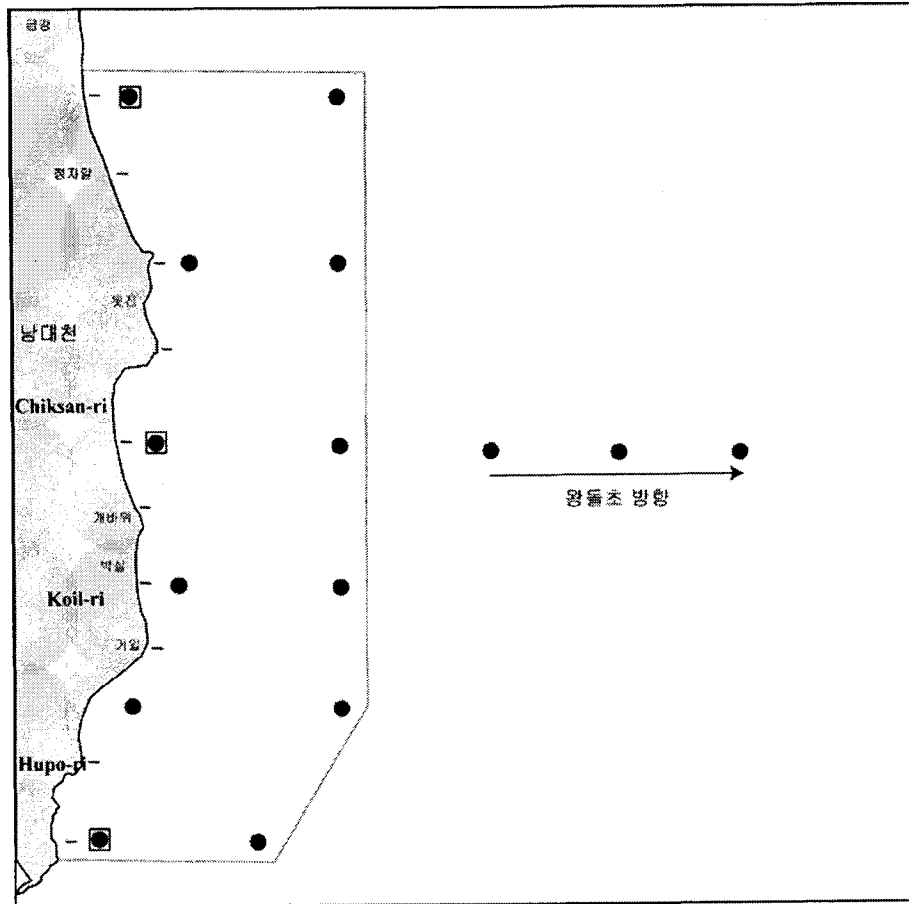


그림 2-2-1. 울진 바다목장의 조사해역도 및 조사위치도.

Fig. 2-2-1. Map of sea area and location showing the study areas in marine ranching area, Uljin.

바다목장 후보지 주변 경사도 조사는 10m 간격으로 해양조사원에서 발간한 1:50,000 해도를 이용하여 등심선을 작성하였으며, 수심 및 경사도는 1:50,000 해도와 음향측심기가 전자해도가 부착되어 있는 소형선박을 이용하여 400m 간격으로 정밀 측정한 결과를 보정하여 수심도를 작성하였다.

바다 목장 후보지의 저질 및 암반분포 조사는 수심을 측정하면서 정해진 정점에서 van veen grab을 이용하여 채집된 퇴적물을 실험실로 운반하여 습식체질(wet sieving, 그물눈 4 ϕ)하여 조립질과 세립질 퇴적물로 분리, 4 ϕ 보다 굵은 직경의 조립질 시료는 1 ϕ 단위의 단계별 순환 체 교반기(sieve shaker)를 사용, 습식체질에 의해 1000ml 실린더에 담긴 4 ϕ 이하의 세립질 시료에는 확산제(0.1% sodium hexametaphosphate 용액)를 첨가하여 뒤섞은 다음 입자의 특성에 따른 clarks 속도(Stoke's law)를 고려한 시각에 맞추어 피펫을 이용 1 ϕ 단위로 분리, 추출하여 각 ϕ 별 무게를 측정하고 퇴적물 시료의 입도 분포를 분석하였다. 결과에는 phi-sclae를 mm 단위로 변환하여 나타내었다.

표층 퇴적물의 유형은 앞서의 입도 분석 결과에 Folk(1968)가 제시한 기준을 적용하여 분류, 이를 바탕으로 조사 해역의 저질도를 작성하여 면적은 전자식 구적계(Digitizing-area-liner MT-200V)를 이용하여 목장 후보지해역의 면적과 암반, 자갈 및 니질이 분포되어 있는 면적을 구하였다. 또한 10~40m, 40~70m 수심분포도 저질도와 같은 방법으로 면적을 구하였다.

(2) 자원조성 기반조사

인공어초 등 어장 조성 시설조사는 1971년부터 2004년까지 시설된 어초의 종류별 및 시설량에 대해 각 시군의 자료를 이용하여 분석하였으며 바다목장 후보지별 어초종류별 시설 분포 비율을 파악하여 향후 계획적인 인공어초 어장 조성의 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다.

울진에 시설된 인공어초 어장의 자원 조성 효과 조사를 인근의 비시설지 및 자연초어장과도 자원조성 효과를 비교 분석하였다. 어초어장의 수심은 30m전후였으며, 비시설지 어장의 수심도 이와 비슷한 해역을 선정하여 시험하였다.

나. 인공어초 효과시험

인공어초 시설어장의 자원 조성효과 조사는 어획시험과 잠수조사를 실시하였다. 어획 시험에 사용된 어구는 삼중자망을 이용하여 어초시설지, 비시설지, 자연초 어장에서 어장별로 삼중자망을 각각 5폭씩 연결하여 사용하였다.

투망은 오후 3~4시경에 어장에 도착하여 일직선으로 하였으며, 양망은 이튿날 오전 8~9시경에 하였다. 어획물은 어장별 종류별로 구분하여 마리수와 체장, 체중을 측정하였다. 종분류는 한국어도보(정, 1988), 한국연근해 유용어류도감(국립수산진흥원, 1994)을 이용하였으며, 개체의 체장은 어류인 경우 전장, 패류인 경우 각장, 갑각류인 경우 갑장을 소수점 1자리까지 cm로, 체중은 소수점 1자리까지 g단위로 측정하였다.

인공어초 주변의 어류 위집상태와 어초의 보존상태 조사는 잠수부를 이용하여 수중카메라로 촬영하여 실험실에서 분석하였다. 부착생물 서식상태는 인공어초에 부착 서식하고 있는 생물을 채집하여 실험실에서 분류하였다. 어류의 분류는 정(1977)과 김 등(1994)에 의하였고, 수산식물(해조류)은 강(1968) 및 이·강(1986), 수산동물 중 패류는 유(1977) 및 국립수산진흥원(1987), 절족동물은 김(1973), 극피동물과 원색동물은 岡田 등(1965)과 内海(1967)에 의하였으며, 한국명은 수산동식물명사전(현대해양사, 1988)을 참고하였다.

부착생물조사는 잠수부를 이용하여 기존에 시설된 인공어초에 방형구 (1m×1m)설치해 방형구내에 부착 서식하고 있는 생물을 수중 카메라로 촬영하고, 채집하여 실험실에서 분석 하였다.

3. 결과 및 토의

가. 해저지형조사

(1) 바다 목장 후보지 주변 경사도

울진 바다목장 해역의 경사도는 연안 가까이는 급경사 해역이 많으며 거일리, 후포리 연안에는 대형 수중 암초가 발달해 있어 급경사 해역이 많으며 적산리 연안은 사질대로 형성된 해역으로 경사가 완만하여 정치망 등 연안 시설물이 산재해 있는 해역이므로 바다목장에 필요한 해양시설물을 설치하기에 적합한 해역이다(그림 2-2-2).



그림 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 해저경사도.

Fig. 2-2-2. Bottom gradients around in marine ranching area, Uljin.

(2) 수심분포도

수심분포는 바다목장 해역에 설치할 경우 물리적 해양 환경 적합성 판정을 위하여 조사한 항목으로 바다목장 해역의 수심분포는 70m 이천으로 경사가 다소 완만한 해역이다.

울진 바다목장 해역의 수심분포는 65m 이천으로 수심이 다소 깊은 해역이나 연안에 수중 암반이 발달해 있어 수산생물이 많이 서식하는 해역으로 바다목장의 적지로 판단되

는 해역이다. 바다목장 후보지 2,098.0ha 중의 수심 10~40m 해역은 47.3%로 바다목장을 조성하기에 적합한 10~40m 수심 분포율이 낮은 해역이나 수중암반이 잘 발달 되어 있는 것으로 보아 수중 관광사업을 하기에 아무런 지장이 없을 것으로 판단된다. 그러나 수심 40~70m 분포율이 38.1%으로 높은 해역으므로 수심 40~70m에서는 수중 관광사업을 하기에 다소 불리한 해역으로 사료된다(그림 2-2-2, 그림 2-2-3).

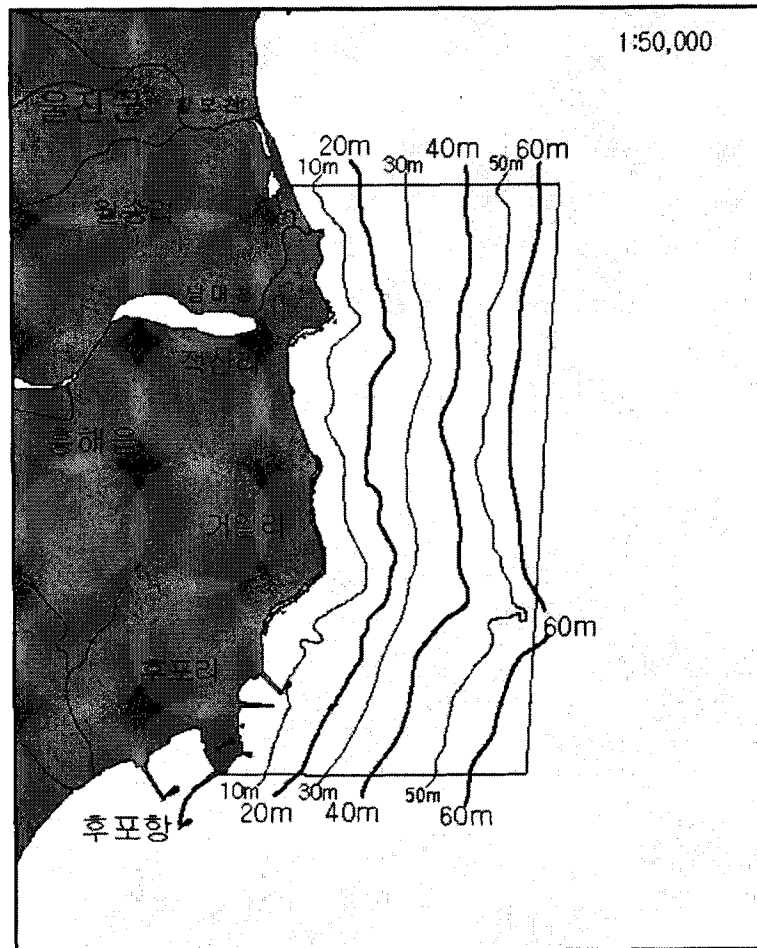


그림 2-2-3. 울진 바다목장 해역의 수심 및 경사도.

Fig. 2-2-3. Distribution of water depth around in marine ranching area, Uljin.

(3) 바다 목장 후보지 저질 및 암반분포

수심 분포와 같이 바다목장 시설물 설치를 위한 물리적 해양 환경 적합성 판정을 위하여 조사해역의 니질상의 분포율은 낮을수록 유리하며 사니질, 니사질의 분포가 낮고 역질 및 암반의 분포율은 높을수록 바다목장 해역으로서는 적합하다.

울진 바다목장 해역의 저질분포는 돛진에서 개바위, 박실에서 후포 화물부두외양 측으로 암반이 아주 잘 발달하여 있어 수중경관이 아주 좋은 해역이며 돛진에서 개바위 외양

수심 50m 내의 부근에 평평하고 넓게 암반이 분포해 있다. 그 외해역은 굵은 사질대가 산재해 있으며 중간 중간에 얇은 암반이 형성되어 있어 시설물 설치에 따른 침하 등의 우려가 낮아 바다목장 조성에 적합한 해역이다. 조사점 전역에서 니질은 없으며 암반을 제외한 해역은 사질로 되어 있고 암반의 면적이 943.01ha로 조사해역 2,098.0ha의 44.9%로 암반이 잘 발달되어 암반분포율이 높은 것으로 나타났고, 최강 유속은 43.0cm/sec이었다.

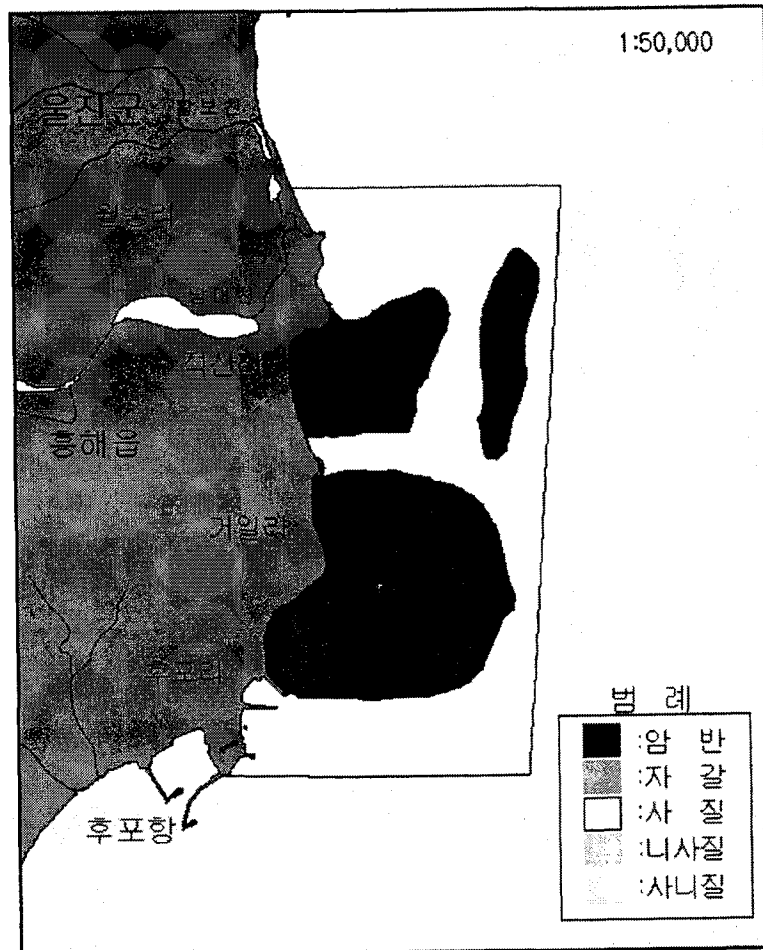


그림 2-2-4. 울진 바다목장 해역의 저질 및 암반분포도.

Fig. 2-2-4. Distributions of bottom textures in marine ranching area, Uljin.

울진 바다목장 해역의 니질의 분포를 조사한 결과 이 지역에는 니질의 분포가 없는 것으로 나타났으나 수심 60m 이내에 사질과 암반대가 잘 발달되어 있는 것으로 보아 바다목장의 후보지로 적합한 저질 분포 상태로 나타났다(그림 2-2-3).

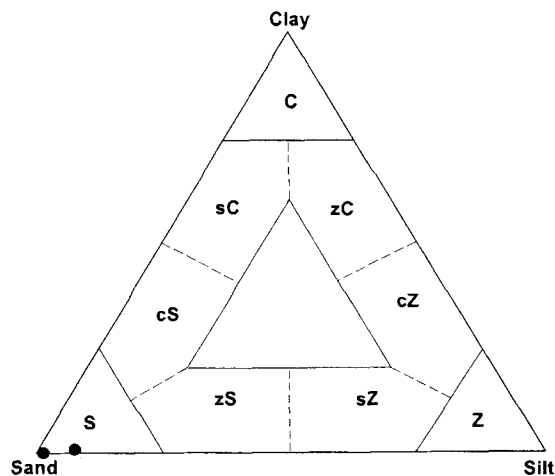
울진 바다목장 해역의 수심이 10~40m, 40~70m 분포율을 조사하여 수중관광, 시설물 설치 등을 고려할 때 10~40m의 분포율이 아주 중요하다. 이 해역에서의 10~40m 분포율은 47.3%로 낮게 나타났으나 잘 발달된 암반대로 인해 바다목장 조성 예정지로 적합하

고, 40~70m 분포율이 38.1%를 차지해 40~70m 대에는 수중관광, 시설물 설치 등이 부적합한 것으로 사료된다(그림 2-2-4).

(4) 울진 바다 목장 해역의 암반분포 및 입도 분석

울진연안 2개 정점에서 채취한 표층 퇴적물의 입도 조성을 Shepard(1954)의 삼각도표에 도시한 결과 모래질(S) 퇴적상으로 구성되었다(그림 2-2-5). 조사해역의 퇴적물 조성 중 점토(clay)의 조성비는 0.0~0.8%, 실트(silt)의 조성비는 1.5~7.2%의 조성비를 보였으며, 모래(sand)의 조성비는 92.0~98.6%의 분포로 주 구성요소를 나타내었다.

평균입도(mean)는 분포는 0.9~2.6 Ψ 범위로서 극조립사(very coarse sand)~중립사(medium sand)의 분포를 나타내었다. 분급도(sorting)의 분포는 0.63~0.85 Ψ 범위로 Moderately well sorted~Moderately sorted에 해당한다. 왜도(skewness)의 분포는 0.6~1.1의 범위로서 very positively skewed 한 상태를 나타내고 있다.



C : clay, zC : silty clay, cZ : clayey silt, Z : silt, sZ :sandy silt,
zS : silty sand, S : sand, cS : clayey sand, sC : sandy clay

그림 2-2-5. 울진 바다목장 해역의 저질 입도 분석.

Fig. 2-2-5. Grading of bottom sediment in marine ranching area, Uljin.

나. 자원조성 기반 조사

울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 시설 연도별, 어초 종류별, 어초시설 면적, 시설량에 대한 조사를 실시하였다.

울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 시설 실적은 인공어초 시설사업이 시작되어 1973년부터 2003년까지 소형사각형어초, 사각형어초, 반구형어초 3종이 925ha에 6,351개

가 시설되어 인공어초 어장을 조성하였다. 어초 종류별 시설량은 소형사각형어초가 40ha에 250개를 시설하였으며, 사각형어초가 829ha에 5,179개, 반구형어초가 56ha에 922개를 시설하여 해중립 및 연안 패조류용 어초로 시설되어 수산자원 조성에 기여하였다(표 2-2-1, 표 2-2-2).

표 2-2-1. 울진 바다목장 해역의 인공어초 종류별 시설 현황

Table 2-2-1. Status of artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin

구 분	울 진	
	시 설 면 적(ha)	시 설 량(개)
사 각 (소)	40	250
사 각 형	829	5,179
반 구 형	56	922
계	925	6,351

울진 바다목장 해역 내에 시설된 인공어초 시설 면적은 총 925ha이고 시설량은 6,351개가 시설되었다. 이러한 울진 해역의 인공어초 종류별 시설면적비를 살펴보면 사각형이 90%(829ha), 반구형이 6%(56ha), 소형이 4%(40ha)를 차지하여 사각형 어초가 이 해역에서는 수산자원의 조성에 유리해 이 지역에서 선호하는 어초형 임을 알 수 있었다(그림 2-2-6).

표 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 인공어초 시설 현황

Table 2-2-2. Status of artificial reef installation in marine ranching are, Uljin

년도별	지선별	어 초 종 류	사 업 량	
			면적(ha)	시설량(개)
3소계			925	6,351
1973	울진군 평해읍 직산리	소 형	40	250
1991	울진군 평해읍 직산리	사각형	192	1,200
1993	울진군 평해읍 월송리	사각형	176	1,100
1997	울진군 평해읍 거일리	사각형	128	800
	울진군 근남면 구산리	사각형	48	300
1998	울진군 평해읍 거일리	사각형	64	400
	울진군 평해읍 직산리	반구형	24	396
	울진군 근남면 구산리	사각형	125	779
1999	울진군 평해읍 거일리	사각형	32	200
	울진군 평해읍 거일리	반구형	16	262
2000	울진군 평해읍 거일리	반구형	16	264
2003	울진군 근남면 구산리	사각형	64	400

표 2-2-3. 울진 바다목장 해역 내 시설된 어초의 시설위치

Table 2-2-3. Position of reef installation in marine ranching area, Uljin

장 소	시설년도	단 지	시 설 위 치		조 사 위 치			비 고
			북 위(N)	동 경(E)	수 심(m)	북 위(N)	동 경(E)	
평해읍 직산리	1973 (소 형)	1 단지	36-41-70	129-29-40				
평해읍 직산리	1991 (사각형)	2 단지	36-43-50	129-23-40				
평해읍 월송리	1993 (사각형)	1 단지	36-44-02	129-29-52				
		2 단지	36-44-54	129-30-08				
		3 단지	36-44-41	129-30-08				
		4 단지	36-44-28	129-30-08				
		5 단지	36-44-15	129-30-08				
		6 단지	36-44-02	129-30-08				
		7 단지	36-44-54	129-30-24				
		8 단지	36-44-41	129-30-24				
		9 단지	36-44-28	129-30-24				
		10 단지	36-44-15	129-30-24				
		11 단지	36-44-02	129-30-24				
평해읍 거일리	1997 (사각형)	1 단지	36-42-68	129-29-68				
		2 단지	36-42-64	129-29-45				
		3 단지	36-42-50	129-29-67				
		4 단지	36-42-28	129-29-65				
		5 단지	36-41-88	129-29-51				
		6 단지	36-41-69	129-29-83				
		7 단지	36-41-59	129-29-47				
		8 단지	36-41-52	129-29-68				
근남면 구산리	1997 (사각형)							
평해읍 거일리	1998 (사각형)	1 단지	36-41-264	129-29-147		36-41-230	129-29-109	
		2 단지	36-41-021	129-29-453		36-41-021	129-29-453	
		3 단지	36-41-074	129-28-996		36-41-074	129-28-959	
		4 단지	36-40-913	129-29-321		36-40-609	129-28-509	
평해읍 직산리	1998 (반구형)	1 단지	36-43-27	129-28-86		36-43-27	129-28-86	
		2 단지	36-43-27	129-29-12		36-43-27	129-29-12	
		3 단지	36-42-83	129-28-88		36-42-83	129-28-88	
		4 단지	36-42-83	129-29-14		36-42-571	129-29-394	
근남면 구산리	1998 (사각형)	1 단지	36-44-385	129-29-517				
		2 단지	36-44-250	129-29-472				
		3 단지	36-44-091	129-29-548				
평해읍 거일리	1999 (사각형)	1 단지	36-41-291	129-29-357				
		2 단지	36-41-241	129-29-522				
평해읍 거일리	1999 (반구형)	1 단지	36-42-830	129-28-880				
		2 단지	36-42-830	129-29-140				
		3 단지	36-42-620	129-28-890				
		4 단지	36-42-620	129-29-150				
평해읍 거일리	2000 (반구형)	1 단지	36-42-406	129-28-866				
		2 단지	36-42-406	129-29-133				
		3 단지	36-42-191	129-29-147				
		4 단지	36-42-191	129-28-880				
근남면 구산리	2003 (사각형)							

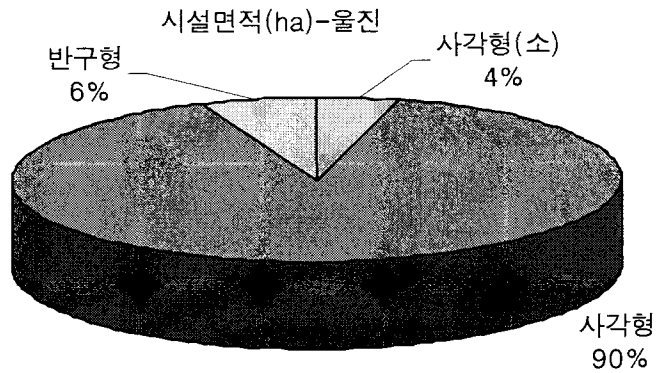


그림 2-2-6. 울진 바다목장 해역내에 있는 인공어초 종류별 시설 면적비.

Fig. 2-2-6. Ratio of artificial reef types installed in marine ranching area, Uljin.

다. 인공어초 어장의 자원 조성효과(인공어초 효과시험)

(1) 3중 자망에 의한 어획시험

3중 자망에 의해 어획된 종은 총 15종, 어획된 마리수는 24마리가 총 4,026kg 어획되었다(표 2-2-4).

표 2-2-4. 울진의 바다목장 해역의 월별 어획중량(g)과 어획마리수

Table 2-2-4. Composition of a catch and weight of fish in marine ranching area, Uljin

출 현 종	추계(10월)		2월	
	어획중량(kg)	어획마리수	어획중량(kg)	어획개체수
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>	810	2		
블락 <i>Seastes inermis</i>	360	2		
쏨뱅이 <i>Sebastes marmoratus</i>	109	1		
노래미 <i>Hexagrammos agrammus</i>	154	1		
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>	829	2		
보리멸 <i>Sillago sihama</i>	57	1		
참돔 <i>Pagurus major</i>	66	1		
돌돔 <i>Oplegnathus fasciatus</i>	67	1		
용치놀래기 <i>Halichoeres poecilopterus</i>	390	2		
문치가자미 <i>Pleuronectes punctatissima</i>	469	3		
말쥐치 <i>Thamnaconus modestus</i>	133	1		
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	44	1		
문어 <i>Paroctopus dofleini</i>	128	1		
꽃게 <i>Portunus trituberculatus</i>	346	3		
참골뱅이	64	2		
계 (kg)	4,026	24		

이 해역에서 어획된 어종 중 문치가자미와 꽃게가 각각 3미(12.5%)로 가장 많은 개체 수로 어획되어 전체 어획마리수의 25%를 차지하였으며, 그 외의 어종들은 거의 비슷한 개체수로 나타났다(그림 2-2-7). 어획중량의 경우 쥐노래미가 829kg(21%), 쭈기미 810kg(20%)로 가장 많은 어획량을 보였고 그 외에 문치가자미(12%), 용치놀래기(10%), 꽃게(9%) 순으로 나타났다(그림 2-2-8).

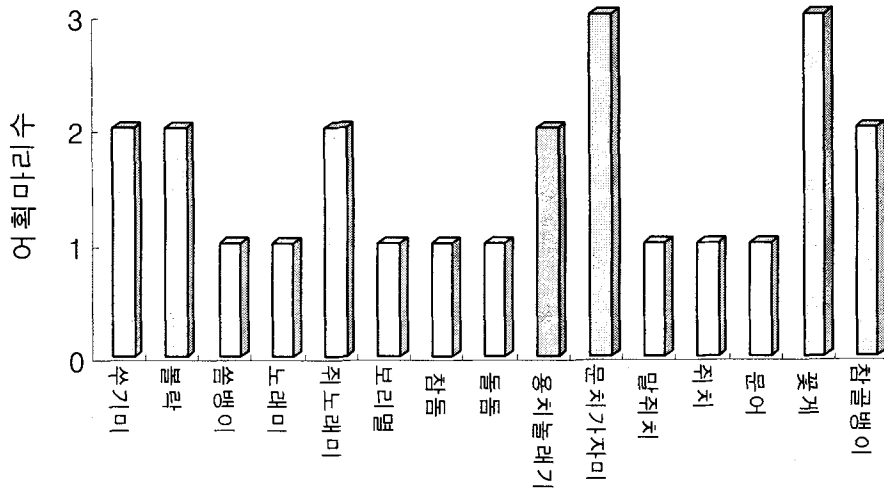


그림 2-2-7 . 울진의 바다목장 해역의 추계(10월) 어획마리수.

Fig. 2-2-7. Composition of number of fish in marine ranching area, Uljin(October).

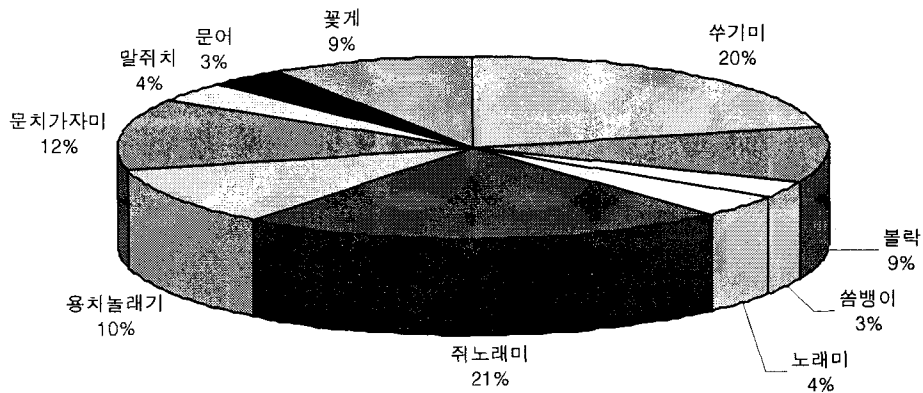


그림 2-2-8 . 울진의 바다목장 해역의 추계(10월) 어획중량(kg).

Fig. 2-2-8. Composition of weight of fish in marine ranching area, Uljin(October).

(2) 기반조성지의 부착생물상 조사

울진군 바다목장 해역에서 수심 15m 해역에 시설된 인공어초에 부착서식하는 해조류의 출현종은 총 16종이 관찰되었다. 이 중 홍조류가 가장 많은 12종(75%)이 출현하였고, 녹조류 1종(6.3%), 갈조류 3종(18.7%)이었다.

표 2-2-5. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류 종조성 및 습중량 (g/m²)

Table 2-2-5. Species and wet weight of algae on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin(October, January)

출 현 종	조 사 장 소	후 포	
		추계(10월)	동계(1월)
녹조류			
떡청각 <i>Codium adhaerens</i>		2	
계		2	
갈조류			
야키시리구멍쇠미역 <i>Agarum cribrosum</i>		7	
다시마 <i>Laminaria japonica</i>			2
알송이모자반 <i>Sargassum confusum</i>		40	
계		47	2
홍조류			
나도평꼬리 <i>Delisea fimbriata</i>			25
넓은게발 <i>Amphiroa dilatata</i>		5	
난쟁이게발 <i>Amphiroa misakiensis</i>			3
방황게발혹 <i>Marginisporum aberrans</i>		14	16
둘레게발혹 <i>Marginisporum crassissima</i>			15
개지누아리 <i>Grateloupia prolongata</i>			5
명주지누아리 <i>Grateloupia sparsa</i>		20	
얼룩도박 <i>Halymeniopsis dilatata</i>		9	
벚붉은잎 <i>Callophylis japonica</i>			1
참곱슬이 <i>Plocamium telfairiae</i>		130	170
진두발 <i>Chondrus ocellatus</i>		62	8
깃꼴서실 <i>Laurencia pinnata</i>		25	
계		265	243
합 계		314	245

군집의 종조성은 계절별로 추계(10월)에는 11종 314g/m²가 관찰되었으며, 동계에는 9종 245g/m²로 변화가 있었으며, 대체로 홍조류 참곱슬이가 많이 관찰되었고, 방황게발혹, 진두발 등이 조사기간 내내 관찰되었다. 추계(10월)에는 녹조류인 떡청각이 소량 관찰되었으며, 갈조류는 야키시리구멍쇠미역, 알송이모자반이 주로 서식하였고, 동계(1월)에 발아한 다시마의 유엽이 관찰되었다. 홍조류의 경우 추계에는 주로 넓은게발, 명주지누아리, 얼룩도박, 깃꼴서실 등이 서식하는 것으로 나타났으나, 동계에는 둘레게발혹, 난쟁이게발, 개지누아리, 나도평꼬리, 벚붉은잎 등이 서식하는 것으로 나타났다(표 2-2-5).

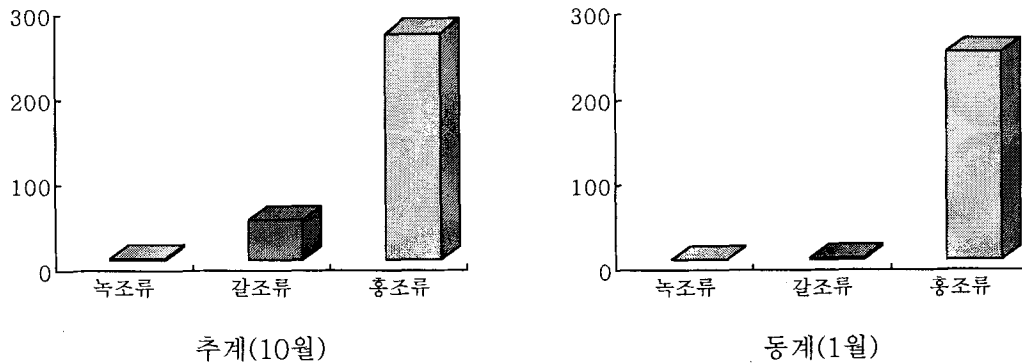


그림 2-2-9. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류의 문별 계절별 습중량(g/m²).

Fig. 2-2-9. Comparison of wet weight of Phylum of algae on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (October, January).

조사지에서의 계절별 출현 해조류의 문별 습중량은 추계(10월)에 총 314g/m²가 관찰되었으며, 녹조류 2g/m²(0.6%), 갈조류 47g/m²(15%), 홍조류 265g/m²(84.4%)로 나타났다(그림 2-2-9). 동계(1월)의 문별 습중량은 총 245g/m²가 관찰되었으며, 녹조류는 관찰되지 않았고, 갈조류는 다시마 유엽만 2g/m²(0.8%)이 출현하였고, 홍조류가 243g/m²(99.2%)로 나타나 동계의 습중량의 대부분을 차지하였다. 이것은 이 시기가 대형갈조류가 포자를 방출해 발아하는 시기로 육안으로 관찰이 어려워 갈조류가 출현하지 않고, 빨리 발아한 다시마 유엽만이 출현한 것으로 나타났다.

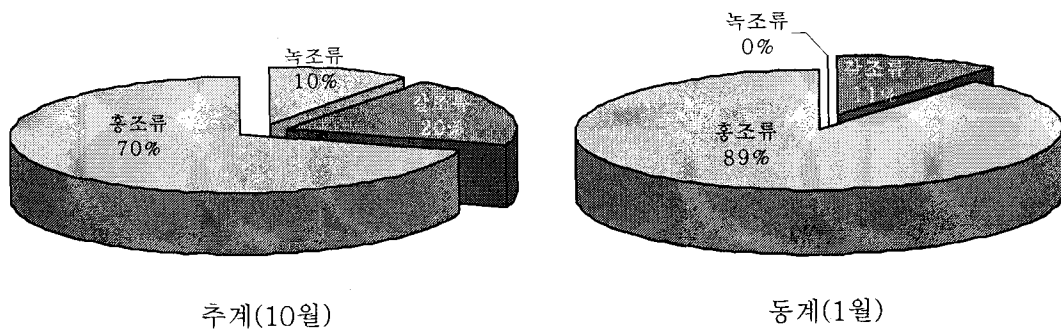


그림 2-2-10. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류의 문별 계절별 출현 종수.

Fig. 2-2-10. Comparison of species number of Phylum of algae on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (October, January).

조사지의 계절별 출현 종수는 추계(10월)에 총 11종이 출현하였으며, 녹조류 1종, 갈조류 2종, 홍조류 7종이 출현하였다. 동계(1월)에는 총 9종이 출현하였으며, 녹조류는 관찰되지 않았고, 갈조류 1종, 홍조류 8종이 관찰되었다. 출현 개체수 및 습중량은 다른 해조류 문 보다 홍조류가 월등히 많이 출현한 것으로 나타났다(그림 2-2-10).

표 2-2-6. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 종조성 및 습중량(g/m²)

Table 2-2-6. Comparison of species composition and wet weight of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (October, January)

출현 종	조사장소	후포	
		추계(10월)	동계(1월)
절지 동물	집게과 Paguridae		19 (5)
	빨게류 Hyastenus sp.		- (1)
	계		19 (6)
연체 동물	보말고등 Omphalius rusticus	192 (13)	
	똥똥이짚신고등 Crepidula onyx	111 (7)	
	입빨고등 Ceratostoma burnetti	135 (11)	
	보리무룩 Mitrella bicincata		1 (3)
	돼지고등 Siphonalia cassidariaeformis		42 (1)
	계	438 (31)	43 (4)
극피 동물	별불가사리 Asterina pectinifera	26 (1)	
	미끈애기불가사리 Henricia leviuscula	18 (1)	
	아펠불가사리 Aphelasterias japonica		22 (1)
	꼬리아펠불가사리 Aphelasterias japonina torquata	172 (4)	
	말뚝성게 Hemicentrotus pulcherrimus		1 (2)
	등근성게 Strongylocentrotus nudus	592 (7)	143 (1)
	계	808 (13)	166 (4)
피낭 동물	우렁쉥이 Halocynthia roretzi	97 (2)	
	우렁쉥이류 Halocynthia sp.		279 (4)
	계	97 (2)	279 (4)
합계		1,343 (46)	507 (18)

울진군 후포리의 수심 15m 해역에서의 부착동물상은 총 15종이 관찰되었으며, 절지동물문 2종(13.3%), 연체동물문 5종(33.4%), 극피동물문 6종(40%), 피낭동물문 2종(13.3%)이 출현하였다. 조사시간 내내 극피동물문의 등근성게가 우점하는 것으로 나타났으며, 추계(10월)에는 연체동물문인 보말고등, 똥똥이짚신고등, 입빨고등과 극피동물문인 별불가사리, 미끈애기불가사리 그리고 피낭동물문인 우렁쉥이가 주로 출현한 것이 관찰되었고, 동계(1월)에는 절지동물문인 집게과의 집게류와 연체동물문인 보리무룩, 돼지고등, 극피동물문의 아펠불가사리, 말뚝성게와 피낭동물문인 우렁쉥이가 많이 출현한 것으로 관찰되었다(표 2-2-6).

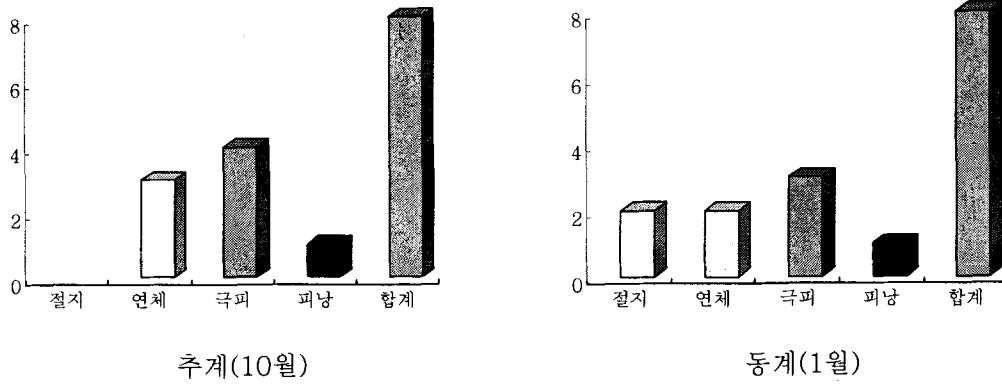


그림 2-2-11. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 출현종수.

Fig. 2-2-11. Comparison of species number of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (October, January).

울진 바다목장화 조성지 해역의 계절별 출현종수는 추계(10월)의 경우 연체동물문이 3종(37.5%), 극피동물문이 4종(50%), 피낭동물문이 1종(12.5%)으로 총 8종이 출현하였고, 절지동물문은 관찰되지 않았으며, 극피동물은 불가시리류와 등근성계가 많이 서식하고 있는 것으로 나타났다. 동계(1월)의 경우 절지동물문 2종(25%), 연체동물문 2종(25%), 극피동물문 3종(37.5%), 피낭동물문 1종(12.5%)으로 총 8종이 출현하였고, 이 시기에는 모든 동물문에서 비슷한 출현종수를 보였다(그림 2-2-11).

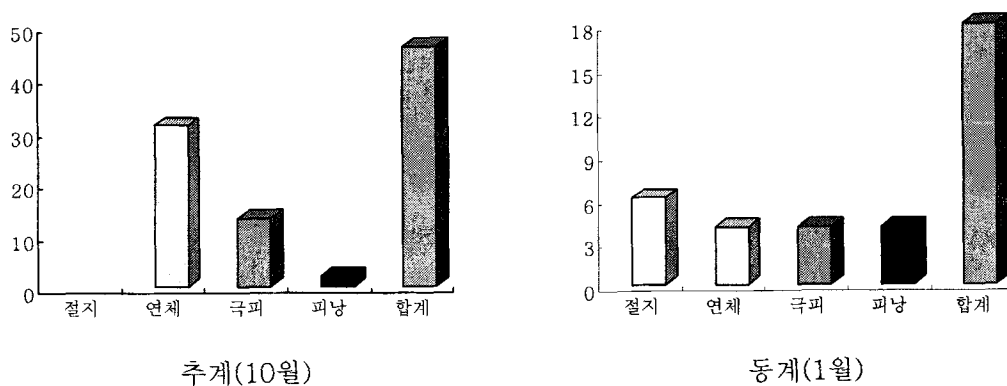


그림 2-2-12. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 출현개체수.

Fig. 2-2-12. Comparison of species number of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (October, January).

조사 해역의 각 문별 출현개체수는 추계(10월)의 경우 연체동물문의 보말고둥이 13개체로 가장 많은 개체수가 출현하였고 그 다음으로 입빨고둥이 11개체, 극피동물문의 등근성게가 7개체 순으로 나타났다. 동계(1월)에는 절지동물문의 집게과에 속하는 집게류가 5개체로 가장 많이 출현하였고 그 다음 피낭동물문의 우렁쟁이류가 4개체, 연체동물문의 보리무룩 3개체 순으로 나타났다(그림 2-2-12).

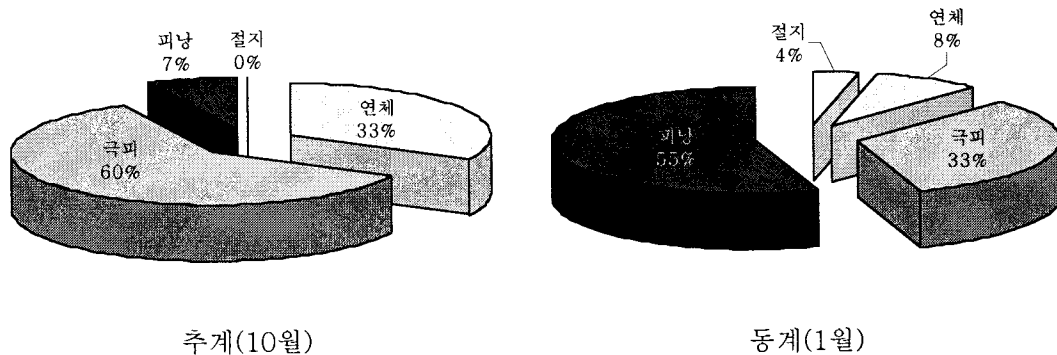


그림 2-2-13. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 습중량.
 Fig. 2-2-13. Comparison of wet weight of epibenthic fauna on artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin(October, January).

조사해역의 부착동물의 습중량을 보면 추계(10월)의 경우 극피동물문이 전체 습중량의 60%를 차지하였는데 이는 등근성게가 592g/m²(44.1%)으로 대형 개체가 많이 서식하고 있기 때문인 것으로 보인다. 그 다음으로 연체동물문의 보말고둥이과 입빨고둥이 각각 192g/m²(14.3%), 135g/m²(10.1%) 순으로 많이 서식하고 있는 것으로 나타났다. 동계(1월)의 경우 피낭동물문의 우렁쟁이류가 279g/m²(55%)로 나타나 전체 습중량의 55%를 차지하였고, 극피동물문의 등근성게와 연체동물문의 돼지고둥이 각각 143g/m²(28.2%), 42g/m²(8.3%) 순으로 나타났다(그림 2-2-13).

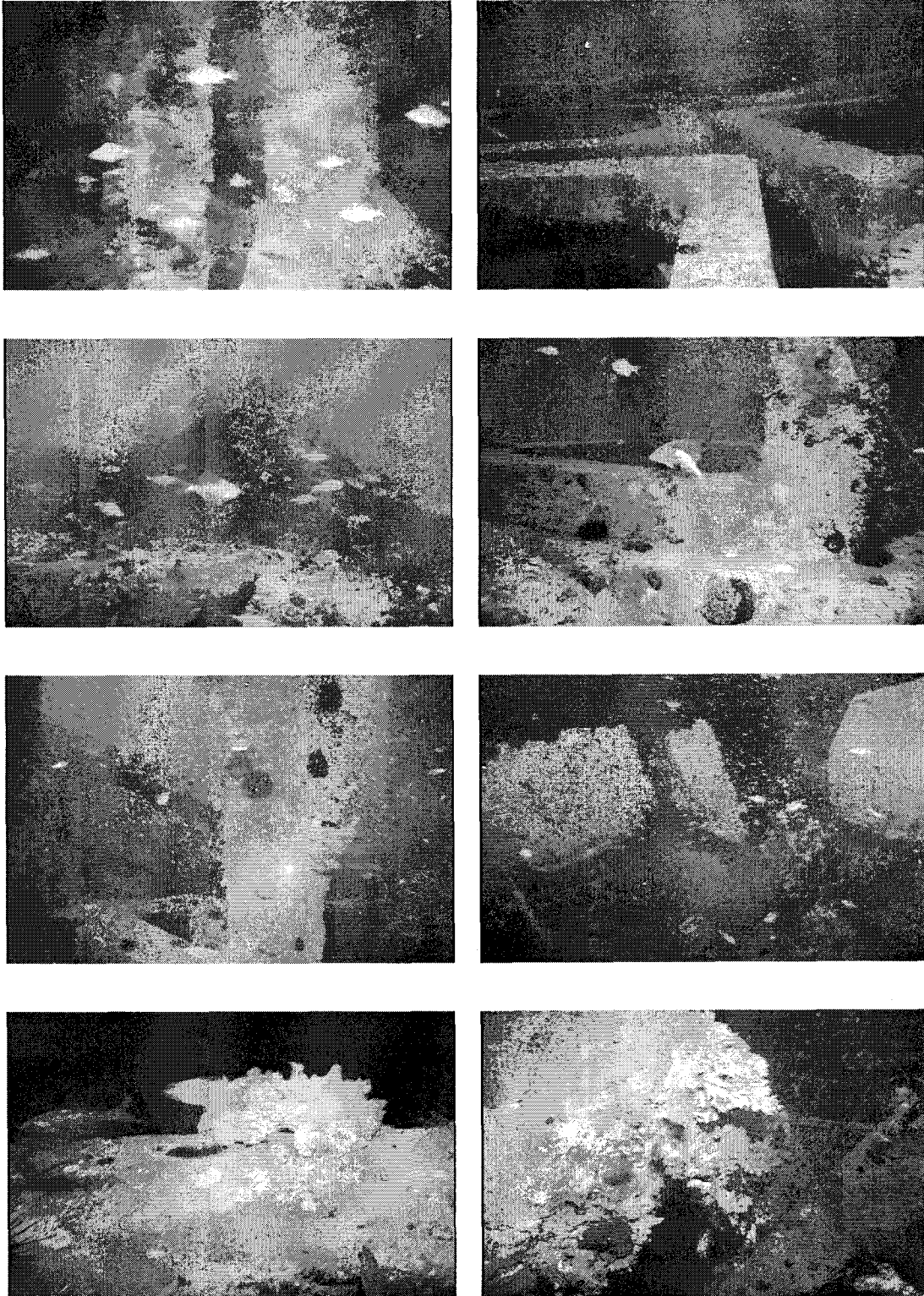


그림 2-2-14. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경(10월).
 Fig. 2-2-14. Pictures showing fishing ground with artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (October).

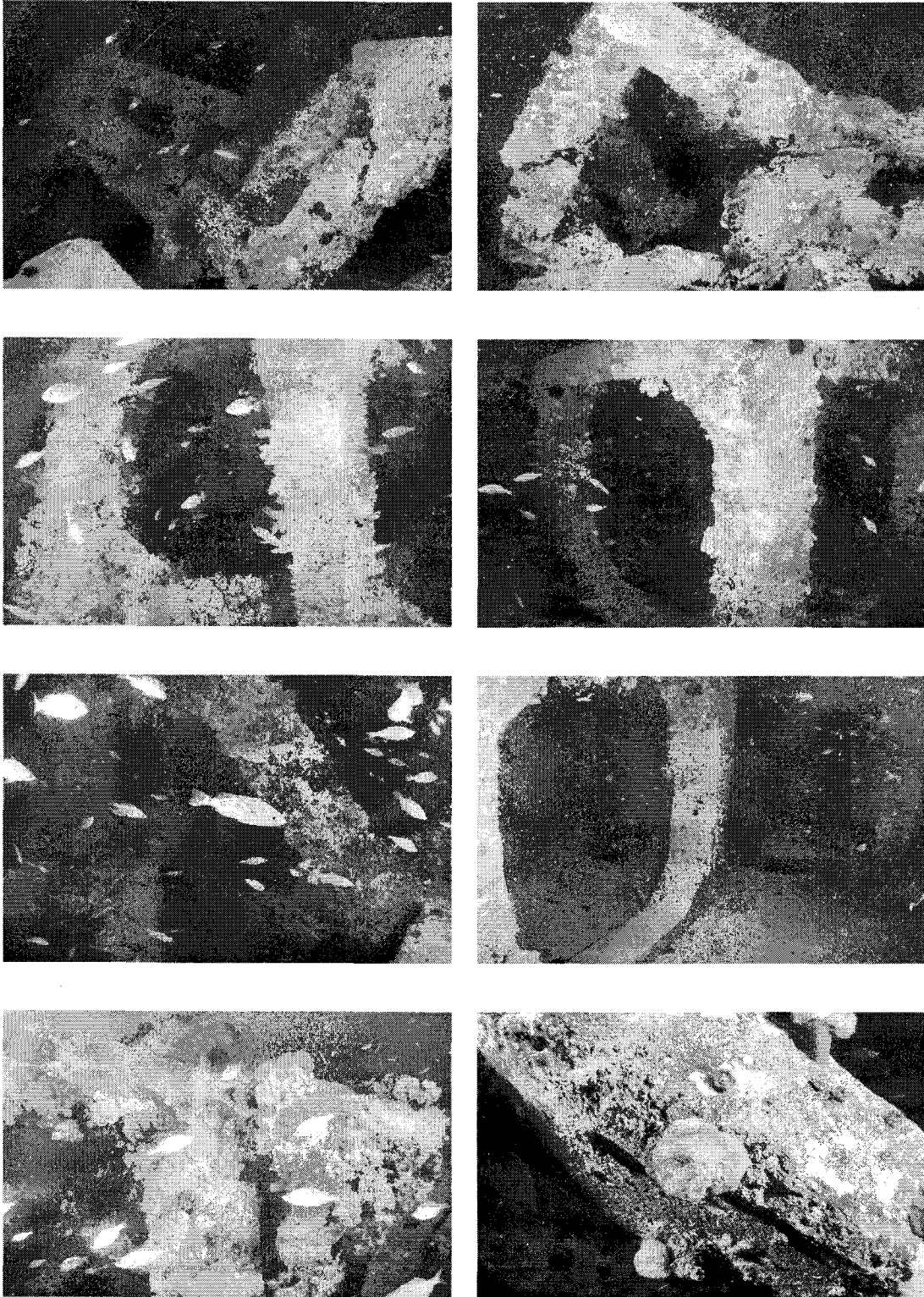


그림 2-2-15. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경(1월).
 Fig. 2-2-15. Pictures showing fishing ground with artificial reefs installed in marine ranching area, Uljin (January).

제 3 절 요약 및 결론

1. 해저지형

울진바다목장지역 중 금년도 조사구역의 수심분포는 조사선박이 접근 가능한 연안해역에서 9.0m, 동쪽 외해에서 60m 정도의 최대수심이 나타나고 있으며, 전체적인 수심 분포는 외해쪽으로 가면서 해안선과 평행하게 깊어지는 동해안의 일반적인 경향을 보인다. 조사지역 중앙부 수심 35m 등심선에서는 연안에서 연장된 돌출암반으로 인해 주위보다 약 7~10m 낮은 수심분포를 특징적으로 보인다.

해저지층기록에서 조사지역의 북부지역에 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 수심이 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 지역적으로 저지인 남부지역에는 모래질퇴적물이 지역적으로 비교적 두껍게 쌓여 있고, 연결성이 양호하고 안정된 퇴적층의 형태가 해저면 하부에 나타난다. 암반 돌출 지역은 해저지층기록상에서 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는데 반해 모래질퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하고 옅은 색의 반사면과 퇴적층을 보이고 있다. 특히, 노출암반의 분포양상은 해저퇴적물조사 와 해저영상자료를 참고하여 해저퇴적상 분포도에 도시하였다. 조사지역의 북부 암반지역 사이에는 약 2~4m의 모래질퇴적층이 얇게 덮혀 있고 조사지역 남부에는 외해쪽에서 약 10m이상의 퇴적층을 보이다 후포리 연안으로 가면서 점점 퇴적층이 얇아진다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다. 조사지역의 동북 끝과 남쪽 모래질퇴적층에 인공어초로 보이는 기록들이 보이고 있다.

조사지역의 해저면영상기록은 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉, 돌출암반이 분포하는 북쪽지역과 상대적으로 옅은 색을 띄는 남쪽지역으로 크게 구분할 수 있다. 육상의 암체가 조사구역 북쪽 거일리 연안에서 외해까지 연장되어 있고 북쪽 돌출 암반 사이에 세립질의 퇴적물이 연안에서 외해쪽으로 연결되어 있다. 남쪽 지역은 전체적으로 모래질퇴적물이 분포하고 있고 후포리 연안에서는 다소 짙은 색의 해저영상을 보여 주고 있다.

채취된 표층퇴적물의 조성을 보면, 조사지역 중부와 북부지역은 대부분이 암반으로 구성되어 있고, 남부지역에는 주로 모래 및 빨모래가 분포한다. 모래함량의 공간적 분포는 연안에서 외해로 갈수록 모래함량이 감소하고 있다. 빨(실트와 점토)함량은 반대로 외해로 갈수록 증가하는 분포를 보이고 있다.

2004년도 울진바다목장 1차년도에 조사 분석된 기초 자료는 도면 및 수치화하여 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합활용을 위한 자료로서 제공되어질 것이다. 그리고 2005년도 2차년도 수행 결과와 취합하여 해저면 종합 실태 즉, 해저

면 장애물, 지형, 어장, 어초를 파악하여 바다목장의 모니터링에 필요한 해저면 기반 자료를 구축하고, 조사구역 내 신규 어초 투하적지 선정을 위한 기본 자료가 제공(평단지, 퇴적물 물성 등)될 것이다.

2. 인공어초

울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 시설 실적은 인공어초 시설사업이 시작되어 1973년부터 2003년까지 소형사각형어초, 사각형어초, 반구형어초 3종이 925ha에 6,351개가 시설되어 인공어초 어장을 조성하였다. 어초 종류별 시설량은 소형사각형어초가 40ha에 250개를 시설하였으며, 사각형어초가 829ha에 5,179개, 반구형어초가 56ha에 922개를 시설하여 해중립 및 연안 패조류용 어초로 시설되어 수산자원 조성에 기여하였다.

울진 바다목장 해역 내에 시설된 인공어초 시설 면적은 총 925ha이고 시설량은 6,351개가 시설되었다. 이러한 울진 해역의 인공어초 종류별 시설면적비를 살펴보면 사각형이 90%(829ha), 반구형이 6%(56ha), 소형이 4%(40ha)를 차지하여 사각형 어초가 이 해역에서는 수산자원의 조성에 유리해 이 지역에서 선호하는 어초형 임을 알 수 있었다.

이 해역에서 어획된 어종 중 문치가자미와 꽃게가 각각 3미(12.5%)로 가장 많은 개체수로 어획되어 전체 어획마리수의 25%를 차지하였으며, 그 외의 어종들은 거의 비슷한 개체수로 나타났다(그림 2-8). 어획중량의 경우 쥐노래미가 829kg(21%), 쭈기미 810kg(20%)로 가장 많은 어획량을 보였고 그 외에 문치가자미(12%), 용치놀래기(10%), 꽃게(9%) 순으로 나타났다.

울진군 바다목장 해역에서 수심 15m 해역에 시설된 인공어초에 부착서식하는 해조류의 출현종은 총 16종이 관찰되었다. 이 중 홍조류가 가장 많은 12종(75%)이 출현하였고, 녹조류 1종(6.3%), 갈조류 3종(18.7%)이었다.

울진군 후포리의 수심 15m 해역에서의 부착동물상은 총 15종이 관찰되었으며, 절지동물문 2종(13.3%), 연체동물문 5종(33.4%), 극피동물문 6종(40%), 피낭동물문 2종(13.3)이 출현하였다.

참고문헌

- Clay C.S., and H. Medwin, 1977. Acoustical Oceanography: principles and applications. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, 544p.
- Fork, R.L and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol., 27, 3-26.
- Malinverno A, M.H.Edwards, and W.B.F.Ryan, 1990. Processing of SeaMARC swath sonar data. IEEE J. of Oceanic Eng. 15(1):14-23.
- Mcki3nney, C.M. and Anderson, C.D., 1964, Measurements of backscattering of sound from the ocean bottom. J. of Acoust. Soc. Am., 36, 158-169.
- Wong, H.K. and Cesterman, W.D., 1968, Bottom backscattering near grazing incidence in shallow water. J. of Acoust. Soc. Am., 44, 1713-1733.
- 과학기술처, 1993. 해양지구물리 탐사기술개발 연구(III). BSPN 00182-602-5, 378p.
- 김성렬, 박건태, 이용국, 석봉출, 최동림, 한상준, 유해수, 1997. Side Scan Sonar 해저면탐사 자료로부터 수심계산 및 Tow-Fish 위치보정의 검증. 해양연구 19(2): 91-104.
- 김성렬, 유홍룡, 박건태, 이용국, 안충현, 1987. Side Scan Sonar 탐사자료의 영상처리와 해저면 backscattering 음향특성. 해양학회지 22(3):143-152.
- 김성렬, 이용국, 박건태, 석봉출, 정백훈, 2003. Side Scan Sonar 자료처리에서 수중예인체의 절대위치. 한국지구과학회지, 24(5), 467-476.
- 한국해양연구소, 1994. 천해용 105khz 해저면 탐사장비 송신 및 수신신호 제어에 관한 연구. BSPE 00416-700-5, 75p.
- 한국해양연구소, 1995. 해저면 탐사자료의 계수화처리 및 해석기법에 관한 연구. BSPE 00472-817-5, 62p.
- 해양수산부, 2002. 우리 나라 자원 조성사업의 발전 방향 토론회. 해양수산부, 197pp.
- 해양수산부, 2002. 전남 다도해영 바다목장 기초조사 사업보고서. 813pp.
- 해양수산부, 2004. 동·서·제주형 바다목장개발 후보지 선정을 위한 기초조사 연구용역.

여 백

제 3 장 자원조성

제 1 절 대상종의 자원생태 특성

1. 서 론

동해 형 바다목장의 주 대상 어종은 고급어종으로는 조피볼락 넙치, 지역적 특성에 따른 회유성 어종으로는 연어, 은어, 무척추 동물은 전복, 문어, 성게 등, 그리고 해조류로는 모자반이다. 그러나 이들 대상 종에 대한 연구는 양식 대상 종으로서 많은 연구들이 진행되어 오고 있으나 연안 지역을 중심으로 이동, 성장, 행동 등 생태적인 자료가 현재 축적되고 있어, 보다 많은 투자와 연구가 필요한 실정이다. 그나마 보고된 자료의 조사 결과 등에 의하면 동해안은 남해안, 서해안 그리고 제주도 등의 특성과 비교할 때 한류와 난류가 혼합되는 지역이므로 다양한 어종들이 머물러 살기 보다는 회유어종들의 통과해역으로 널리 알려져 있다.

2. 재료 및 방법

동해 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 자원 증대를 위한 대상생물은 고급어종, 회유성 어종, 무척추동물, 해조류 등으로 구분하여 선정하였고, 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였기에 그 결과를 기술한다.

3. 결과 및 토의

동해는 남해, 서해와는 달리 해안선이 단조롭고, 연안 대륙붕의 평균거리가 18km로 매우 좁고, 평균 수심은 1,840m로 연안의 경사가 매우 급한 해저 지형을 갖고 있고, 비교적 깊은 수심을 유지하며, 조석의 차이도 1m 이내이다. 겨울에는 북태평양에서 기원한 오오츠크 해의 북한 한류가 남하하고, 여름에는 대만 근해에서 북상하는 대마도 난류의 지류인 동한 난류의 영향으로 동해 해역에서 한류와 난류가 교차하며 해류가 수시로 이동하는 해양학적 특성이 뚜렷한 해역이다. 따라서 계절에 따라서 변동하는 수괴의 이동이 매우 다양하다. 이 해역에 분포하는 대상 생물 자원은 일정한 지역에 정착하여 살아가기 보다는 해양학적 여건에 따라 지역을 이동하려는 종이 다양한 것도 또한 이 지역의 특성으로 평가할 수 있다. 한편 단조로운 해안선과 겨울철 강하게 부는 북서풍의 영향으로 연안역에서 행하여지는 기존 양식 시설의 유지 관리가 어려워 기르는 어업은 해상 양식보다는 육상 수조식 양식업이 활발히 진행되고 있다.

가. 고급어종

해저 지형이 복잡하고 한류와 난류가 교차하여 복잡한 수괴를 형성하며, 수시로 변화하는 복잡한 해황에 따라 남해, 서해와 달리 동해 해역에는 연안정착성 어류, 심해성 어류 그리고 다양한 회유성 어류가 분포하고 있다. 기수역이나 회유성 어류 약 100 여종, 해산어류가 700여종 분포한다.

그러나 수심이 깊고, 해황의 불안정으로 다른 연안에 비하여 어류에 관한 조사 보고는 미흡한 편이다. 지금까지의 대표적인 조사 보고는 한 등(1997)에 의하여 영일만 연안 정치망 어장 조사에서 14목 55과 82속 100종, 이(1999)는 영일만 저어류 트롤 조사에서 59종, 이와 강(1994)은 포항시 흥해읍 오도리 연안의 인공 어초 조사에 서식하는 어류 조사에서 6종, 황 등(1997)은 포항시 흥해읍 연안에서 삼중자망을 이용하여 28종, 한 등(2002)은 울산 연안 정치망 어획 조사에서 12목 45과 89종을 보고하였다. 한편 북한의 손(1980)은 조선동해어류지에서 21목 126과 257속 376종을 정리하였다. 한편 국립수산진흥원(1986, 1991)에서는 강원 및 경북연안 정치망 어업실태를 조사한 바 있다.

동해에서 출현하는 어류의 종 구성은 두갑강 1목 1과 1종, 연골어강이 8목 14과 29종, 조기강이 23목 117과 409종으로 이는 우리나라에서 그간 보고된 총 41목 201과 931종(김과 이(1994)의 44%에 해당하며, 우리나라 전체 해산어의 49.8%를 차지하는 수치로 결론적으로 동해에는 많은 다양한 어종이 서식하는 것으로 평가된다. 또한 수산자원으로 가치가 크며 동해안에만 출현하는 어종은 3강 11목 24과 99종이었다(한국 어류학회, 2003). 이 결과는 서해의 40종(김과 이, 1995), 제주도의 55종(김과 이, 1994)보다 많은 것으로 동해의 자원학적 가치 측면에서 큰 의미를 부여하는 사실로 분석된다.

특히 현재 양식 주요 대상 어종인 조피볼락 및 넙치의 경우 완전 양식이 가능한 어종으로 일반 생태적 특성은 너무도 잘 알려져 있고 2004년도 보고서에 기초 생태 분야가 자세히 기술되었기에 생태특성에 관한 내용은 간략히 기술한다.

(1) 조피볼락

조피볼락(*Sebastes schlegeli*)은 양볼락 목 양볼락 과에 속하는 난태생 어종으로 일명 우럭 등으로 불린다. 이 종은 볼락류 중에서 가장 성장이 빠르고, 낮은 수온에서도 서식이 가능한 북방형으로 우리나라의 동, 서, 남해 및 일본 북해도 이남, 중국 북부의 각 연안 등에 널리 분포하는 어종으로 알려져 있다. 그리고 이종에 관한 완전양식 기술 체계가 이미 구축되어 대표적인 자원 첨가형 어종으로 자리 매김을 하고 있다.

(2) 넙치

넙치(*Paralichthys oliaceus*)는 우리나라 전 해안과 쿠릴열도, 사할린 일본 및 중국해 연안에 널리 분포하는 종으로 좌우 비대칭인 측편어로서 눈은 좌측에 있고 입은 현저히 크

며 바다에 주로 서식하는 종이다. 한편 타 어종에 비하여 성장이 월등히 좋아 양식 대상 품종으로서 가장 선호되는 어종으로 확인되고 있다. 이 종 역시 완전양식 기술이 확립된 대표적 어종으로 평가 된다.

나. 회유성 어종

동해에는 많은 회유성 어종이 분포하고 있다. 바다목장 사업의 대표적인 회유성 대상 종은 연어와 은어(*Plecoglossus atlivelis*)이다. 특히 우리나라 동해안 하천에 회귀하는 연어는 6종으로, 즉 곱사연어(*Oncorhynchus gorbusha*), 연어(*Oncorhynchus keta*), 은연어(*Oncorhynchus kisutch*), 시마연어(*Oncorhynchus masou masou*), 왕송어(*Oncorhynchus tshawytscha*), 홍송어(*Salvelinus leucomaenis*)가 분포하는 것으로 알려져 있다.

(1) 연어

세계적인 수산자원의 하나로 선호하는 어종이며, 성어의 크기가 1 m 이상으로 비교적 대형어종에 속하며, 모친 회귀성 때문에 세계적으로 가장 많은 연구가 진행된 어종 중 하나이다. 또한 우리나라에 분포하는 어류 중에서도 동해지역에만 출현하는 대표적인 어종인 연어는 북태평양과 북극해에 서식하는 것으로 알려져 있다(Dymond and Vladykov, 1934). 태평양에 서식하는 연어류는 대부분 담수에서 태어나 일정 기간을 담수에서 살다가 바다로 내려가 성숙하면 태어난 하천으로 돌아와 산란 후 일생을 마치게 되는 아주 독특한 생활사를 갖고 있다. 현재 연어는 앞에서 언급한 바와 같이 동해에서만 서식하는 특산 어종인 연어는 자원이 동해안에서 회귀하는 연어가 서식하기에 하천의 수나 길이 등 생태학적인 매우 열악한 조건으로 그다지 양적으로 많지 않은 것이 또 다른 특징이 될 수 있다. 다시 말해서 일본과 지리적으로 등등한 조건의 우리 동해 연안은 연어가 서식하기에 열악한 환경 조건을 구비하고 있는 매우 안타까운 입장이다. 그러나 이러한 상황에도 불구하고 그간의 자원의 회귀라는 측면에서 치어 방류 등의 노력을 기울인 덕분에 회귀량이 증가하는 추세에 있기에 바다목장 사업에서도 회귀성 어류의 하나로 자원량 증대라는 차원에서 대상생물로 선정, 검토 중에 있다.

현재 우리나라 하천에 서식하거나 하천으로 회귀하는 연어류는 연어, 산천어, 무지개송어, 그리고 시마연어(산천어의 降海型) 뿐이다. 이 중에서 산천어는 한국, 일본, 러시아를 포함한 극동에만 분포하는 종이며(Oshima, 1934), 자원량이 그다지 많지 않다. 한편, 시마연어도 분포량이 매우 적고, 무지개송어는 1965년 도입된 이후 양식 대상 종으로 크게 각광을 받은 어종이기도 했다(한국송어양식협회, 1990).

우리나라에 회귀하는 연어는 1913년부터 일본인들에 의하여 함경남도 고원에 연어 부화장을 설치하고 인위적인 관리를 시작하였으며, 본격적인 인공부화 및 방류 사업을 1957년 경남 밀양강과 경북 강구 오십천에 부화장을 건립하고 시작하였다. 또한 1983년 강원도 양양 내수면연구소가 설립되고, 1985년 일본 북해도수산시험장에서 100만개의 발안난

이 도입되어 그중 95만 마리의 치어가 1986년 봄 남대천에서 방류되어 이때 방류된 치어 중 30 % 정도가 일본에서 도입한 개체군이었다(국립수산진흥원, 1987).

바다에서 성장한 연어는 대부분이 자기가 태어난 하천으로 돌아와 산란하는 습성을 갖고 있어 지속적인 방류사업의 확대와 초기의 도입종에 의한 우리나라 자연집단의 계군에 관한 유전적 차이가 충분히 예상되므로 지속적인 집단 군집의 유전적 특이성에 관한 분석에 의한 혈통관리는 매우 중요한 연구과제이다. 나아가 본 목장화 사업에 의한 연어의 회귀율 증대는 사업의 성패를 평가할 수 있는 하나의 지표로써 의미를 갖고 있으며, 수산자원의 관리 및 증대를 위한 적절한 대상어종으로 평가된다.

(2) 은어

은어(*Plecoglossus atlivelis*)는 영명으로 sweet fish라 하여 이름 그대로 육질에서 수박이나 오이가 갖고 있는 독특한 감미로운 향기가 나는 어류로 널리 알려져 있다. 그러나 최근 도시하수에 의한 하천 오염과 담수 용수 확보라는 측면에서의 강 하구의 댐 축조 등에 의한 물길 차단으로 어획량이 급격히 감소하여 90년대 들어와 자연산은 연간 10 톤 미만의 생산량을 나타내고 있다. 그러나 양식기술의 확립으로 양식 산이 연간 400여 톤에 달하여 그나마 생산량을 유지하고 이 중 40 % 정도가 수출되고 있다. 우리들의 생활 수준 향상과 고 품질 어종의 수요 증대는 일본 및 대만 등지에 수출과 함께 어민 소득을 창출할 수 있는 매우 부가가치가 높은 어종으로 평가되고 있으므로 바다목장 사업의 대상어종으로 많은 기대가 된다.

은어는 일년생 어류로 강에서 태어나 바다로 내려간 새끼가 봄에 강 하구에서 내륙 하천으로 다시 올라와 성장하고, 가을이 되면 어미로 성장한 개체는 알을 낳고 죽게 된다. 9월에서 11월 하순 까지 산란된 알은 수온이 약 15 °C 전후에서 약 2주 만에 부화하고 이 때는 거의 유영능력이 없으므로 물의 흐름에 따라 강 하구를 거쳐 바다로 흘러가게 된다. 이렇게 바다로 흘러들어간 자어는 주로 수심 50 m 이내의 연안 해역에서 동물성 부유생물을 먹이로 겨울을 나고 이듬해 봄이 오면 해수온도와 하천의 온도가 거의 동일해 지는 시기를 기다렸다가 큰 개체부터 강물로 거슬러 올라오게 된다. 특히 강물로 올라오게 되면 그간 바다에서 먹던 동물성 부유생물들에 대한 식성이 변하기 시작하여 하천의 바닥이나 돌 등에 붙어서 자라는 규조(硅藻, Diatom)를 뜯어 먹으며 식물성 섭식 식성으로 전환되는 것으로 알려져 있다.

우리나라 동해안에서 은어의 자연 서식처는 강구 오십천, 삼척 오십천, 강릉 남대천 등의 큰 하천에서부터 소 하천에 이르기 까지 두루 분포하였으나 최근에는 하천 유수량의 급격한 변화나 수질 오염 등으로 서식지가 축소되고 이에 따른 생산량도 감소하는 추세이다.

그러나 은어가 지니고 있는 식품으로서의 고부가가치에 따라 생산량이 증가하면 지역 주민의 소득 창출이 기대되는 품종이므로 양식은 물론, 주요 서식지의 복원이라는 차원에서 바다목장 사업에서 유망한 어종으로 사료된다. 일본의 경우는 현재 생산량의 저하로 수요에 따르지 못하고 있어 우리가 자원 증대에 심혈을 기울여 노력을 할 경우 많은 수출이 가능한 유망 어종으로 평가 된다.

다. 무척추동물

무척추 동물에서는 전복, 문어, 성게를 대상으로 동해안 연안에 널리 분포하고 있는 암반 지역의 특수성을 최대한 활용하여 연안 어장 조성을 위한 바다목장 해역에 적절히 활용하여 지속적인 생산의 극대화를 염두에 두고 선택할 수 있는 중요한 대상 자원으로 판단된다.

특히 연안 암반지역을 중심으로 바다목장 어장조성 단계에서 이루어지는 해중림 조성 과 연계하여 자원증대 방안과 연결되는 대상 종들로 평가된다. 다시 말해서 해중림 조성은 육상의 삼림과 같은 바다 속에 조성되는 삼림이기 때문에 바다목장 조성을 위하여 무척추 동물 자원 증대와 연계하여 필수 불가결한 조건임을 다시 한번 강조한다.

(1) 전복

전복은 수산자원 중 부가가치가 매우 큰 식품 중에 하나다. 열대와 온대지역에 널리 분포하며 약 80여종으로 알려져 있고 우리나라에는 5 종이 보고 되어있다. 주로 대형 갈조류를 선호하는 어종으로 해수의 유동이 많은 암반지역의 균열 부분, 굴속, 동굴, 돌 밑 등에 서식한다. 비교적 이동성이 적고 주로 야간에 섭이 활동을 위하여 이동하는 것으로 알려져 있다. 군집성이 강하며 대황이나 감태가 번식하는 곳에 서식한다. 이런 지역에서 어획이 이루어진 후에도 일정 기간이 지나면 다시 군집이 형성됨을 보고하였다(宇野, 1967). 그리고 특히 전복의 서식지를 보면 여러 가지 형태의 지역에 분포하지만 암반 위에 서식하는 개체들이 대형인 것을 알 수 있다. 그리고 대체로 참전복(*Haliotis discus hannai*)과 까막전복(*Haliotis discus*)은 특정한 곳에 모여서 군집을 이루어 살고 있는 특성을 확인할 수 있었다. 바다 목장의 대상생물로 선정된 전복의 생산량 증대를 위하여 우선 먹이인 해조장의 조성이 반드시 수반되어야 할 것이다. 전복류의 경우 먹이를 먹을 때 사용하는 치설은 중앙치(中央齒, central tooth), 측치(側齒, lateral tooth), 연치(緣齒, marginal tooth)로 구성되어 중앙치와 측치는 매우 단단하고 날카로우며 먹이를 자르는데 사용되고 연치는 자른 염체를 하나로 모아 입으로 정어 넣는 빗자루 역할을 담당한다.

산란기는 봄과 가을로 이 시기에는 얕은 곳으로 이동하여 산란하는 습성이 있다. 전복은 적산수온법에 근거하여 인위적인 모패의 성 성숙을 유도하고 자외선이나 간출법에 의한 자극으로 산란을 유도하여 인공 수정 후 인공 종묘의 생산 방법이 확립되어 있어 자

원증대 사업의 좋은 대상어종으로 평가된다.

또한 서식 분포를 보면 물론 종간에는 차이가 있을 수 있지만 같은 종의 경우에 있어서도 살고 있는 위치의 분포 특성이 있다. 즉 대형 개체가 살고 있는 곳 일수록 밀도가 높고 어획 후의 회복 속도는 물론 대형개체가 차지하는 비율도 높게 나타난다는 사실이다(井上, 1973). 한편 방류 후 재 체포를 시도하여 보면 체포율의 차이가 나타나는 것은 서식지 위치에 따른 체포 용이성이 크게 작용하기 때문이다. 대상생물로 선정하기 위하여 우선 먹이인 해조장의 조성이 반드시 수반되어야 할 것이다. 산란기는 봄과 가을로 이 시기에는 얕은 곳으로 이동하여 산란하는 습성이 있다.

동해안 바다목장에서는 한류계인 참점복(*Haliotis discus hannai*)이 대상종으로 검토될 것이다. 이 종은 다른 전복류와 비교할 때 난류계의 전복들에 비하여 다소 성장이 늦은 편이고, 비교적 얕은 수심 4 ~ 5 m 지역에 서식하는 어종으로 자원 관리 측면에서도 매우 용이하고, 근자에 들어와 종묘 생산이 원활하여 자원증대에 별 어려움이 없으며, 많은 소득을 창출할 수 있는 대상어종으로 평가 된다. 전복의 성장은 환경이 좋은 곳에서는 꽤 각이 얇으며, 성장이 빨라 자라는 속도가 빠르다. 특히 계절에 따른 성장 차이가 비교적 크다. 즉 섭식량의 차이에 따라 기인하는 결과로 주 산란기에는 섭식량이 매우 적고, 가을철 산란기를 지난 후부터 먹이인 해조류의 성장과 맞추어 봄철에 먹이 섭취가 절정기에 달한 후 여름과 가을에는 해조류의 량도 현저히 감소하여 덜 먹게 된다.

(2) 문어

오징어류, 앵무조개류와 함께 두족류에 속하는 문어는 고도로 발달한 머리와 눈을 가지고 두족류에 속한다. 특히 두족류의 눈과 신경계통은 척추동물 수준으로 이미 진화되어져 있으나 기타 기관은 무척추동물 수준이므로 이와 같은 현상을 역진화라는 의미로 많은 관심을 집중하는 어종이다. 또한 오징어와 꼴뚜기류는 유영생활을 하는 10개의 팔을 갖고 있는 십완목(十腕目, Decapoda)이지만 문어와 낙지류는 저서생활을 하는 팔완목(八腕目, Octopoda) 으로 구분된다.

문어에 대한 식품으로의 가치가 어느 수산물 보다 높기 때문에 어민의 소득 증대와 직결되는 대상 어종이다. 성장이 빠르며 자원도 풍부하고, 무엇이든 잘 먹는 습성이 있고, 생존율이 비교적 높아 오래 전부터 손쉽게 어린 개체를 잡아 사육하는 축양이 가능한 어종으로 알려져 있었다. 이와 같은 양식의 가능성은 초기 축양이 이루어진 활어 운반선에서 확인할 수 있었다(井上, 1969).

서식 습성을 보면 수온이 7°C 이하가 되면 살기 어렵기 때문에 높은 수온을 유지하는 난류의 영향을 받는 동해 남부와 남해안에 주로 살고 있다. 일반적인 서식지는 수심 100 m 이내의 암반이나 사질로 구성된 연안이다. 한편 해수의 염분도에 영향을 많이 받는데 강 하구나, 호우기 담수의 영향을 많이 받는 경우는 해당지역에서 문어를 찾기가 힘든 경

우가 많다. 비교적 염분도가 안정된 바깥쪽으로 이동하는 현상을 자주 볼 수 있다. 암반 지대의 틈새를 찾아 들어가 숨어서 사는 특징이 있고, 주변의 색깔과 자신의 몸의 색깔을 일치 시킬 수 있는 기능을 갖고 있다. 즉 피부에 3종의 색소포(황색소포, 적색소포, 흑색소포)를 갖고 있어 피부의 보호색을 띄우는 능력이 있다.

일반적으로 문어는 암반이나 바위의 틈새에서 주로 야간에 갑각류, 조개류, 소형어류 등을 먹이로 살아가며 주간에는 거의 이동하지 않고, 참문어(*Paraoctopus dofleini*)의 경우 산란은 주로 봄 - 여름 사이에 암초 사이나 해조류 등에 산란을 한다. 한편 일정한 지역에 숨어 사는 습성이 있어 문어 단지를 활용하여 어획이 가능한 것이다. 더욱 그다지 활동을 하지 않고 일정 지역에서 생활하는 습성을 이용한다면 적절한 서식처를 조성하여 주변 자원 증대 및 관리가 쉬운 어종임에 확실하다.

(3) 성게

성게의 생식소를 가공하여 만든 운단(雲丹)은 고가 식품의 하나로 잘 알려져 있다. 표피에 가시가 나있는 동물인 극피동물은 몸의 구조가 5방사대칭(五倣射對稱, pentamerous, radial symmetry)을 이루고 있다. 튼튼한 외골격과 짧고 긴 관족(管足, tube foot), 그리고 가시로 덮여 있다. 이 단단한 가시는 운동기관과 감각기관 역할을 담당한다. 천해의 암초 지대에 분포하며, 식물성먹이 인 해조류를 주로 먹고 산다. 신체 일부의 재생력 또한 강하며, 암수 짝 몸으로 체외 수정을 하고, 부화 직후 유생은 초기 유영 생활을 하며, 변태 후 바닥에 착저하게 된다.

극피동물의 구조적 특징 중에 하나인 성게의 관족은 선단 부위가 강한 흡입력을 가지고 있는 가시 형태이다. 관족은 골판에서 쌍으로 된 공(孔, pore pair)을 통하여 나와 있고, 모든 방향으로 움직일 수 있어 관족과 가시를 활용하여 이동의 수단으로 사용한다.

천해의 암반이나 사니질에 서식하는 성게의 입은 기질 즉 아래쪽으로 열려있어 바닥에 붙어 있는 구기(口器)로 해조류나 부착생물을 먹게 되며 비교적 다량을 섭식하게 되므로 연안지역의 암반에서 나타나는 백화현상의 원인 중에 하나로 평가되고 있다.

성게의 분포 지역에 따라 따뜻한 남쪽에 서식하는 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*), 분홍성게(*Dseudocentrotus depressus*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 종류의 식성은 주로 미역, 대황, 우무가사리 등이며, 이중에 갈조류를 선호한다. 그러나 먹이 가치로 볼 때에는 갈조류나 홍조류보다는 녹조류가 보다 좋은 결과이다. 즉 파래를 먹은 말뚝성게는 모자반을 먹은 것 보다 성장이 빠르고 생식소의 색깔도 좋다. 말뚝성게가 하루 섭식하는 양은 체중의 3.0 ~ 3.5 % 정도로 보고 되었다(松井, 1966). 성게류는 일반적으로 서식장 주위에 있는 해조류를 먹는데 특별한 선택성은 없는 듯하나 먹는 해조류의 종류에 따라 섭식량은 다소 차이가 있는 것으로 알려져 있다.

한편, 북쪽에 한류의 영향을 받는 북방계에 속하는 북쪽말뚝성게(*Strongylocentrotus*

intermedius)의 먹이 섭식 습성에 의한 특별한 선택성은 없으나 먹은 해조류의 종류에 따라 몸이나 생식소의 성장에 차이가 있는 것으로 보고 되었다. 섭식량은 해조류가 왕성히 자라는 12월 ~ 5월 사이가 왕성하고, 7 ~ 10월 경에 가장 낮은 것으로 알려져 있다.

성체는 주로 야행성의 습성이 있어 밝은 낮에는 그늘진 곳에 주로 숨어 지내고 야간에 활동을 하며 섭식 행동이 이루어지는 것으로 알려져 있다. 그리고 이들의 서식장은 먹이가 풍부한 암반이나 고정 기질이 주요 서식지로 활용되고 있다.

라. 해조류

바다의 해조류 군락은 생물 생산력이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 다시 말해서 바다목장 사업의 어장 조성 분야에 중요한 기초 사업이나 다름없다. 바다에서의 식물군락의 형성은 해조에 의하여 구성된 공간이나 부착기질이 작은 동물들과 부착생물에게 호적의 서식장소로 제공되고, 또한 이들을 먹이로 하는 많은 생물군집이 모여들 수 있는 여건이 조성되는 것이다. 그러므로 해조군락이 조성되면 당연히 좋은 어장의 기본 조건을 구비한 결과가 되므로 연안 수산자원의 생산 및 관리가 가능한 결과가 된다. 뿐만 아니라 해수 중의 해조류 군락은 수질의 정화나, 기반 기질의 안정화 등 주변 어장환경 조성 측면에서도 중요한 역할을 담당하는 기능을 부가적으로 갖고 있다.

따라서 일반적인 식물과 해조류의 서식과 관련된 자연 환경과의 관계를 규명하면 왜 해조류가 일반 식물과 달리 독특한 형태와 생리적인 특성을 갖고 바다라는 조건에서 생존할 수 있는지 확인을 할 수 있다. 바다 속에 투광대, 즉 햇빛이 들어갈 수 있는 깊이까지 내려가 바위와 같은 단단한 기반이 존재한다면 해조류가 살아가기에 적합한 서식지가 만들어 질 수 있는 것이다. 그리고 서식처 내에서는 교란(disturbance)과 압박(stress) 환경 요인에 의하여 정도의 차이로 해조류의 분포 특성을 나타나게 된다. 교란이라 함은 연안의 파랑에 의한 힘이나 다른 동물 등에 의한 섭식작용으로 부분적으로 해조류의 생물량을 제한하는 요인을 의미하는 것이며, 압박이라 함은 조석의 변화에 의한 건조 등이 성장을 제한하는 요인으로 작용하는 현상을 말한다.

해조류가 빨, 모래, 자갈 등에 서식할 수 없는 것이나, 파도가 계속적으로 힘을 가하게 되어 생존을 제한하는 것은 엄청난 교란이지만, 공기 중에 노출되지 않는 바위해안에서 해조류의 수직분포가 한정되는 것은 수면 위쪽에서 노출에 의한 압박과 햇빛이 해수 중에 투과되어 수심이 깊은 아래쪽에는 적은 광량 밖에 도달할 수 없다는 조건 등에 의하여 기인되는 현상이다. 이러한 두 가지의 극단적인 조건으로 인하여 수직적인 분포에서 상부와 하부를 제외한 중간층, 즉 사이에 존재하는 조하대 상부는 압박과 교란의 강도가 낮아 비교적 해조류가 잘 성장할 수 있는 조건을 갖게 된다. 그러나 이 지역에서는 새로운 해조류 개체 간의 빛과, 공간에 대한 경쟁(competition)이 증가하는 현상도 수반하게 된다.

한편 바다의 해조류는 빛이 수중에 투과하는 범위 내에서 불활성 저층(substratum)에 잘 고정되어 있거나, 이 저층에 부착되어 있는 다른 생명체의 표면에 부착되어 서식하게 된다. 이와 같은 기질에서 분리되어진 개체들이 바다의 표면에 떠올라 무리를 이루어 살아가는데 별 지장이 없는 것도 매우 특이한 조건이기도 하다. 바로 이번 바다목장의 대상 종으로 검토되고 있는 모자반 등이 대표적인 종으로 평가된다. 그리고 수중의 고착 기질에서 분리된 개체들은 해수 표면에 부상하여 해류의 흐름에 따라 움직이며, 자원생물 중에 생활사 중에서 초기 성장단계를 부유성 유영단계를 거치는 여러 종류의 동물 군집의 중요한 서식지를 제공하게 된다. 이것을 유조(游藻, drift algae)라고 부르게 된다. 이와 같은 조건은 해조류의 성장 특성 중에 하나인 영양공급을 해수에서 직접 체 표면을 통하여 공급받을 수 있기 때문에 가능한 것이다. 그러므로 일반 육상 식물과는 달리 해조류들의 뿌리는 저층의 화학 조성에 영향을 받지 않고 단지 몸체가 부착하여 살아가는 단순한 기질의 부착하는 역할만을 행할 따름이다.

그러나 바다의 해조군집은 시간과 공간의 변화에 따라 일정한 조성을 나타내는 것이 아니고 여러 가지 요인에 의하여 유동적으로 변화하기 마련이다. 바다목장 사업에서 해조장의 중요성은 여러 의미로 강조되고 있기에 분포의 규모에 변동이 있다면 그 변화 원인을 진단, 분석하고 그 변화 폭이 크다면 적절한 판단에 의거하여 정도의 심각성이나 향후 상황에 대한 대책 등을 정확히 파악할 필요가 있다.

물론 이러한 연구를 위해서 현존하는 자원의 변동에 관한 기본 현황을 객관적인 정밀 분석 자료를 바탕으로 파악할 필요가 있다. 예를 들어 미국이나 캐나다의 경우는 연안 개발을 통한 해조군락의 교란 행위가 예상될 경우 주변 연안의 해중립 보호 차원에서 첨단 기법을 동원하여 이 문제를 해결하려는 시도가 다음과 같은 기본 개념을 도입하여 운용하고 있다.

● 대상해역의 지리정보 시스템(Geographical Information System) 구축

- 해조류 개체군의 분포도
- 연안역의 수심도
- 해저 지형과 경사도
- 저질분포도
- 일사량과 파고의 자료

● 장소 특이적 해조류 군락의 특성

- 해조류의 분포와 구조, 생태계 내에서의 일차 생산력
- 해중립에 의존하는 동물군집의 구성과 분포량
- 생태적 개별 자료를 장소 특이적 서식지 지형 자료로 지리정보시스템에 결합

● 해조류의 서식지 관리(장소 특이적 특성)

- 특정 해조류의 생체량 및 번식능력에 변화를 예측하기 위한 모델 구축

- 서식지에 관한 환경요인(수온 및 염분 등) 변화에 따른 모델 보정 기술
- 주요 생물 군집의 생리, 생태 자료 구축
- 해조류 군집에 대한 장기 모니터링 자료 축적으로 환경 변화에 따른 모델의 feed back 체제 구축

이상과 같은 내용들이 면밀히 검토되어 해조장 조성의 기초 자료로 활용되어야 한다. 더욱 해중 식물군락은 육상의 삼림과 같이 바다 속에 조성된 삼림과 같기 때문에 바다목장 조성을 위하여 필수 불가결한 요인임을 다시 한번 강조하며 그 의미를 다음과 같은 생태적 특성으로 정리하고자 한다.

- 해수유동의 제어와 해중림의 서식처 제공
- 부착생물들에게 착생 기질 제공
- 어류의 모임, 산란, 유어의 보육 및 성육장 제공
- 해중림을 구성하는 군락의 생산력 및 착생 미소 조류들의 생산력 증대
- 주변 해수 중의 질소 및 인 등의 영양염류 제거로 환경 정화 작용
- 해조류의 사멸에 따른 유기 쇄설 입자 제공
- 기초 생물 생산과 생리활성 물질의 공급 등이다.

더욱 바다목장 사업에서 해조장 조성이 갖는 의미는 이미 언급이 되었으나 해조군락 조성은 연안의 천해역 다시 말해서 조간대에서 20 ~ 30 m 수심의 지역에 주로 형성되고, 이들이 직접적인 연안 서식 동물들의 먹이가 되는 동시에 독특한 생태계(微細環境, micro-environment)을 구성하여 많은 부착생물이 공존하게 되는 결과를 만든다. 이 부분에 대한 자세한 검토는 대상종 항목에서 기술하기로 하겠다.

(1) 모자반

연안 해역의 암초 지대에서 해중림을 구성하는 모자반과는 개모자반과(Cystoseiraceae)의 *Cocophora* 및 *Myagropsis* 그리고 모자반과(Sargassaceae)의 *Hizikia* 및 *Sargassum*속(剛村, 1936; Kang, 1966; 齊藤, 1980) 등이 있지만 이중 수산업상 중요한 종은 모자반 외 10여종이다(大野, 1981; 梅崎 有山, 1981).

모자반의 개체군 또는 군락에 영향을 미치는 환경 요인은 일차적으로 수온 변화와 지반 형태 등이나, 영양염 및 조석의 차 등도 복합적으로 작용하며, 또 생육 밀도에 따라서도 개체 또는 개체군의 생장에 영향을 미치게 된다. 또한 이들의 계절적 성장 변화는 수온, 영양염류, 용존산소 및 일사량 등의 수중 분포를 변동하게 하는 국소 환경을 조절하기도 한다. 따라서 서식 지역에 따른 환경 변화의 차이는 모자반의 생장에 큰 영향을 주는 것으로 생각되어 진다.

특히 모자반류는 체내에 부낭(浮囊, pneumatocyst)을 갖고 있어 기질의 생육 기반으로

부터 탈락하여도 해수 표면에 부상하여 해류나 바람에 의하여 떠다니게 된다. 앞에서 언급하였던 유조(游藻, drift algae) 군락을 형성하게 되는 것이다. 이것은 많은 유어들의 보육과 성육을 담당하는 서식처(habitat)가 되는 것이다. 따라서 기능적으로 평가할 때 모이는 어종의 차이에 따라 4가지의 대표적인 역할을 담당하게 되는 것이다.

- 주로 은신처로 활용하는 경우 ; 불락, 벵에돔 등
- 은신처와 섭식 장소 ; 노래미 등
- 주로 섭식 장소 ; 방어 등
- 산란장소 및 휴식처 ; 학꽂치, 멸치 등

모자반에 관한 생태학적 연구로는 지층이(*Sargassum thunbergii*), 쌍발이모자반(*S. patens*), 큰열매모자반(*S. macrocarpum*), *S. pteropleuron*, *S. patens*, 미야베모자반(*S. miyabei*), 꿩생이모자반(*S. horneri*), *S. polyceratium*, *S. okamurae*, *S. horneri*, 배양에 관한 연구로는 구슬모자반(*S. piluliferum*), *S. horneri*, *S. muticum* 등을 대상으로 이루어져 왔다.

그러나 우리나라에서는 자원조성을 위한 모자반목(Fucales)의 배양에 관한 연구(유, 1975) 및 생태에 관한 연구 등이 보다 면밀히 이루어져야 할 것으로 판단된다. 해조 군락이 형성되면 각각의 옆면이나 줄기부에 부착하여 사는 고착성 생물군과 식물체 위를 기어 다니는 이동성 엽상동물 등으로 구분할 수 있다. 한편 해조 군락의 바다에 서식하는 저서 동물군 등의 다양한 생물들이 모여 살수 있는 다양한 서식처가 제공된다. 이들 중 대표적인 이동성 엽상 동물 군에는 소형 갑각류인 등각류, 단각류, 저서성 요각류 등이 서식하게 되고 군소와 소형 복족류, 와충류, 선충류, 저서성 모약류 등이 모이게 된다. 이들에 관한 연구 조사 내용을 다음의 연구 사례를 통하여 생태적 특성을 검토하여 보기로 하겠다. 일본의 예를 보면 모자반 군락이 형성되면 이곳에 서식하게 되는 엽상생물에 관한 조사를 태평양 연안의 세토내해(瀬戸内海)에서 톱니모자반(*S. serratifolium*)군락에서 그물을 활용하여 엽상동물의 습중량을 정량적으로 분석한 결과(Kita & Harada, 1962) 총량이 동절기 평균 2.5 kg/m² 으로 최대량을 보였고, 하절기에는 72.9 g/m²이었다. 이때에 나타나는 종 조성은 소형 복족류와 갑각류에서는 꼬마새우 과(Hyppolytidae), 중새우 과(Palaemonidae)의 소형 새우류 등이 우점적으로 분포하였고, 이외에는 옆새우류(Gammaridae)와 바다대벌레(Caprellidae) 등이었다. 이때 해중립은 동절기부터 5월까지가 최대 현존량을 나타내며 번성하였고, 6월에 들어서 가장 적은 양이었으므로 엽상동물의 분포가 해중립의 현존량과 상관관계는 없는 것으로 확인되었다(布施, 1962). 한편, 또 다른 보고에서는 모자반류의 해조군락에 모자반을 먹이로 하는 전복과 소라, 분홍성게(*Pseudocentrotus depressus*)와 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 군소(*Aplysia kurodai*) 등이 많았고, 새우류와 게 유생 등도 많은 것으로 확인되며 히드라충, 해면류, 대형동물, 그리고 불가사리 등이 출현하였다. 따라서 해조군락에 서식하는 이런 동물들은 결국 주변에 분포하는 어류들의 먹이로 활용되므로 아래와 같은 지역적 분포 특성을 나타내며 어류가

서식하는 것이 보고 되었다(八柳, 1981).

<모자반 해조군락에 분포하는 어류의 서식형태>

- 군락정주성(群落定住性) : 노래미(*Agrammus agrammus*)
조피볼락(*Sebastes schlegeli*)
가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)
- 내만정주성(內灣定住性) : 감성돔(*Acantopagurus schlegelii*)
- 내만체류성(內灣滯留性) : 전어(*Konosinis. punctatus*)
빙에돔(*Girella punctata*)
망상어(*Ditrema temmincki*)
학꽂치(*Hemirahmplus sajori*)
- 연안암초성(沿岸岩礁性) : 볼락(*Sebastes inermis*)
솜뱅이(*Sebasticus marmoratus*)
쥐노래미(*Hexagrammos otaki*)
돌돔(*Oplegnathus fasiatus*)
- 연안사니성(沿岸砂泥性) : 숭어(*Mugil cephalus*)
붕장어(*Astroconger myriaster*)
참돔(*Pagrus major*)

한편 이상과 같은 어종 이외에도 오징어 등이 해중립 지역에 서식한다고 보고 되고 있다.

제 2 절 대상종의 서식 특성

1. 서 론

바다목장사업을 수행함에 있어 대상종의 서식특성과악은 사업의 첫 단계에 해당하는 필수적인 연구내용이다. 그림 3-2-1에 나타난 바와 같이 대상종의 서식특성을 파악하기 위해서는 위성자료를 통한 지형특성과 정밀해저지형조사를 통한 암반분포특성자료가 우선적으로 요구되며, 이들 자료는 연성저질 및 암반서식지의 분포특성을 파악하는데 이용된다. 서식지(기질)의 분포특성이 파악된 후, 바다목장을 실현코자 대상종으로 삼는 해조류, 무척추동물, 그리고 어류 등의 수산생물의 분포특성을 이들 서식지 분포특성과 결합하여 해석할 수 있으며, 이를 통해 대상종의 서식지 구분 및 지리정보화가 가능하다. 대상종의 서식지 구분과 지리정보화는 자원을 증대시키기 위한 어장조성기술과 자원첨가 방안확립에 필요한 필수요소로 이러한 요소를 바탕으로 체계적인 바다목장이 가능할 것이다.

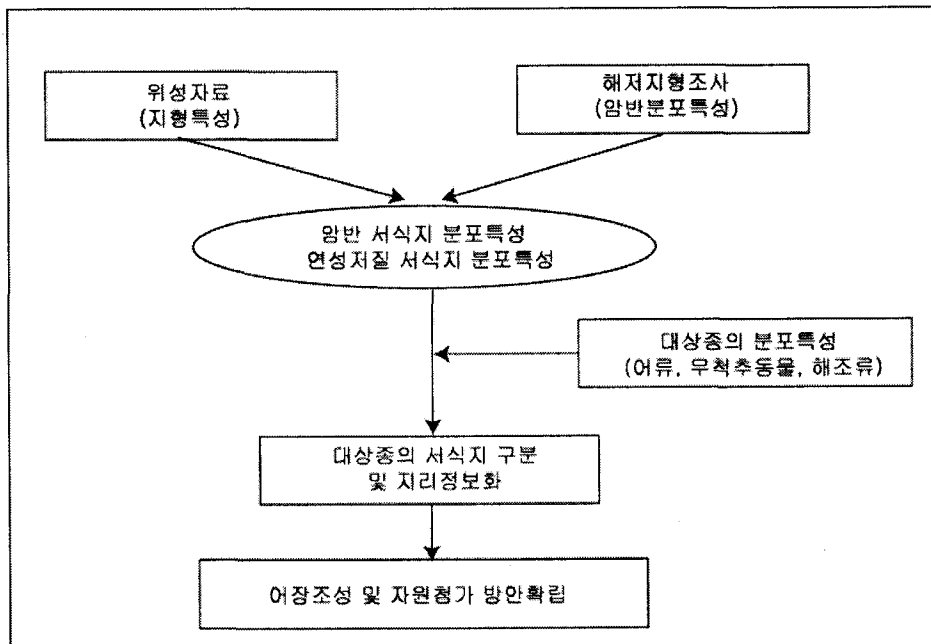


그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종의 서식특성과악연구의 중요성을 설명하는 모식도.

Fig. 3-2-1. A flowchart describing the importance of fish habitat data projects in marine ranching area.

2. 재료 및 방법

가. 울진바다목장해역의 지형특성

울진바다목장해역은 남북으로의 직선거리가 10km에 이르고, 해역의 북단에 위치한 구산으로부터 외양으로 향하는 거리는 2km, 그리고 해역의 남단에 위치한 후포로부터 외양으로 이르는 거리는 2.5km에 이른다(그림 3-2-2). 또한 바다목장해역은 50m 등수심을 따라 연안쪽으로 위치하고 있다.

바다목장해역의 중앙부에 위치한 남대천 북쪽 연안에는 대규모의 해빈이 발달하고 있으며, 남대천 남쪽 연안은 직고개 앞 돛진과 등대산 아래쪽 해안을 제외하고는 거의 대부분이 바위해안으로 북쪽과는 대비를 이룬다(그림 3-2-3, 4). 또한 남대천 북쪽 수심 10m 이내의 연안은 수중여가 거의 없는 사질 퇴적물로 이루어져 있는 반면, 남쪽 연안은 사질 퇴적물에 수중여가 조밀한 덩이를 이루어 해안가로 이어진 암반 서식지의 형태를 보인다. 이러한 지형적 특성에 따라 암반부착생물을 대상으로 하는 마을어업은 주로 남대천 남쪽 연안에서 이루어지고 있는 반면, 북쪽 연안에서는 주로 형망을 이용한 어선어업이 이루어지고 있다. 그리고 북쪽 또는 남쪽의 해빈에 세워진 어항의 테트라포드는 또 다른 암반서식지로 기능할 수 있는 곳이다.

한편, 목장해역 중에서 수심 10m 이상인 곳은 대부분이 사질로 이루어져 있으며, 남대천 남쪽 연안에서는 암반지역이 크게 발달하기도 한다(그림 3-2-4). 수심이 깊기 때문에 마을어업보다는 어선어업과 허가어업(정치망)이 우선되는 곳이다. 그러나 암반지역에서는 다양한 부착생물이 서식하고 있음을 볼 수 있다.

나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성

(1) 해조류

조하대 암반(수중여)에 부착하는 살아가는 해조류를 대상으로 군집특성을 분석하였다. 조사해역은 해안선이 단조롭고, 수면위로 돌출된 암초가 거의 없다. 조하대의 해조류는 해안선을 따라 잘 발달된 사질 퇴적물 사이에 부분적으로 존재하는 수심 10m 이내의 암반에 부착하여 살아가고 있었고, 전술된 바와 같이 이 수중여의 분포는 해안의 지형특성(바위 또는 모래해안)에 지배되어 해안선을 따라 균등하게 분포하고 있지 않았다. 따라서 2004년 10월과 2005년 1월에 수심 10m 이내에 존재하는 수중여(St. 4 제외, 수심 15-17m)의 분포에 맞추어 총 13개의 조사지점(St. 1-13)을 그림 6과 같이 선정하였다(부착동물 조사정점과 동일). 각 조사지점에 존재하는 수중여의 깊이는 장소마다 많은 차이를 보여 수심별 조사가 어려웠다. 따라서 각 조사지점에서는 3개의 방형구(50 x 50cm)를 무작위로 설치하고, 출현하는 해조류의 피도를 측정하였다.



그림 3-2-2. 울진바다목장해역의 위치도.

Fig. 3-2-2. Map of the coastal zone of Uljin showing the Uljin marine ranching area

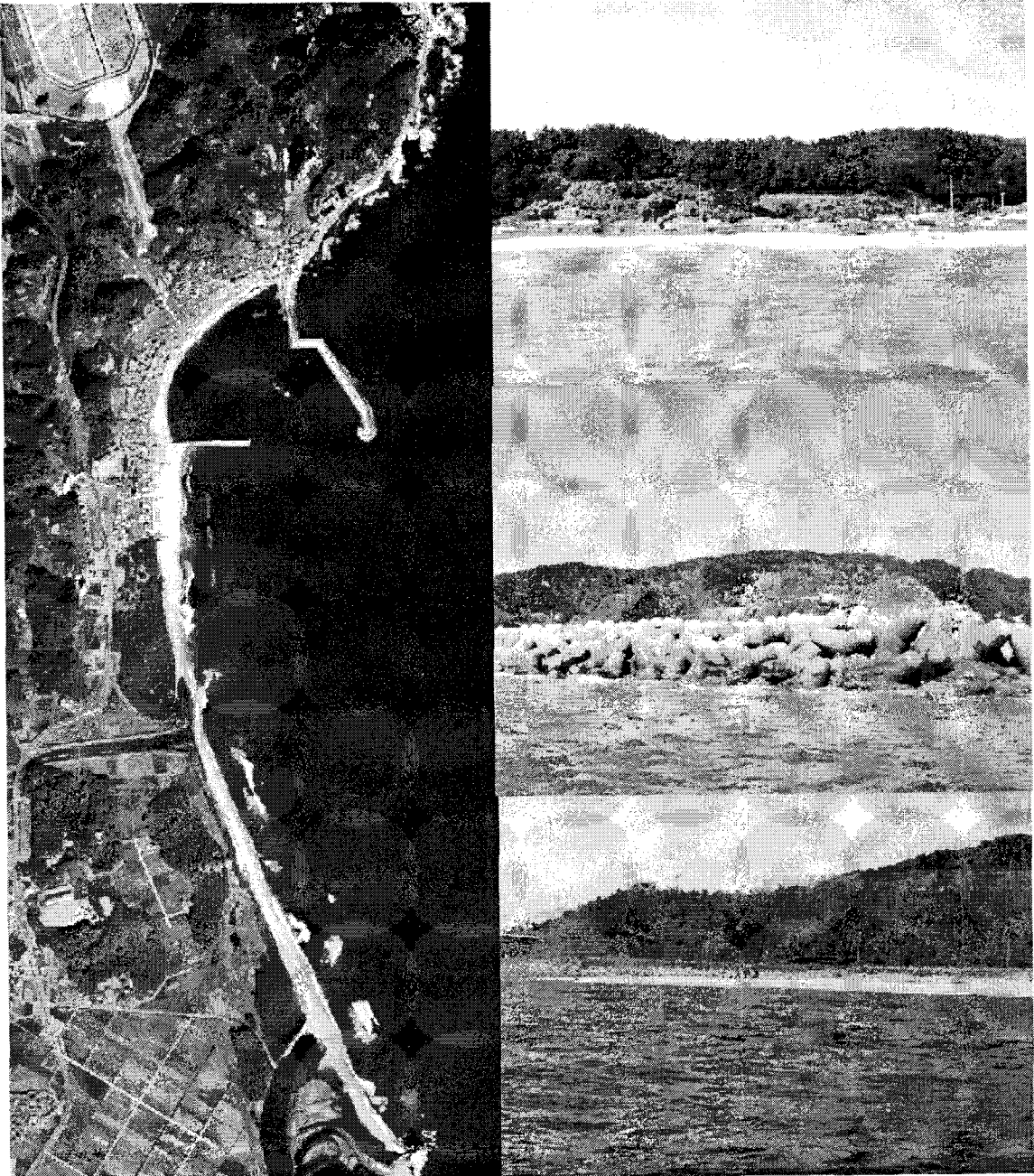


그림 3-2-3. 울진바다목장의 북쪽 해안의 지형도.

Fig. 3-2-3. Topography of the northern part of the Uljin marine ranching area.

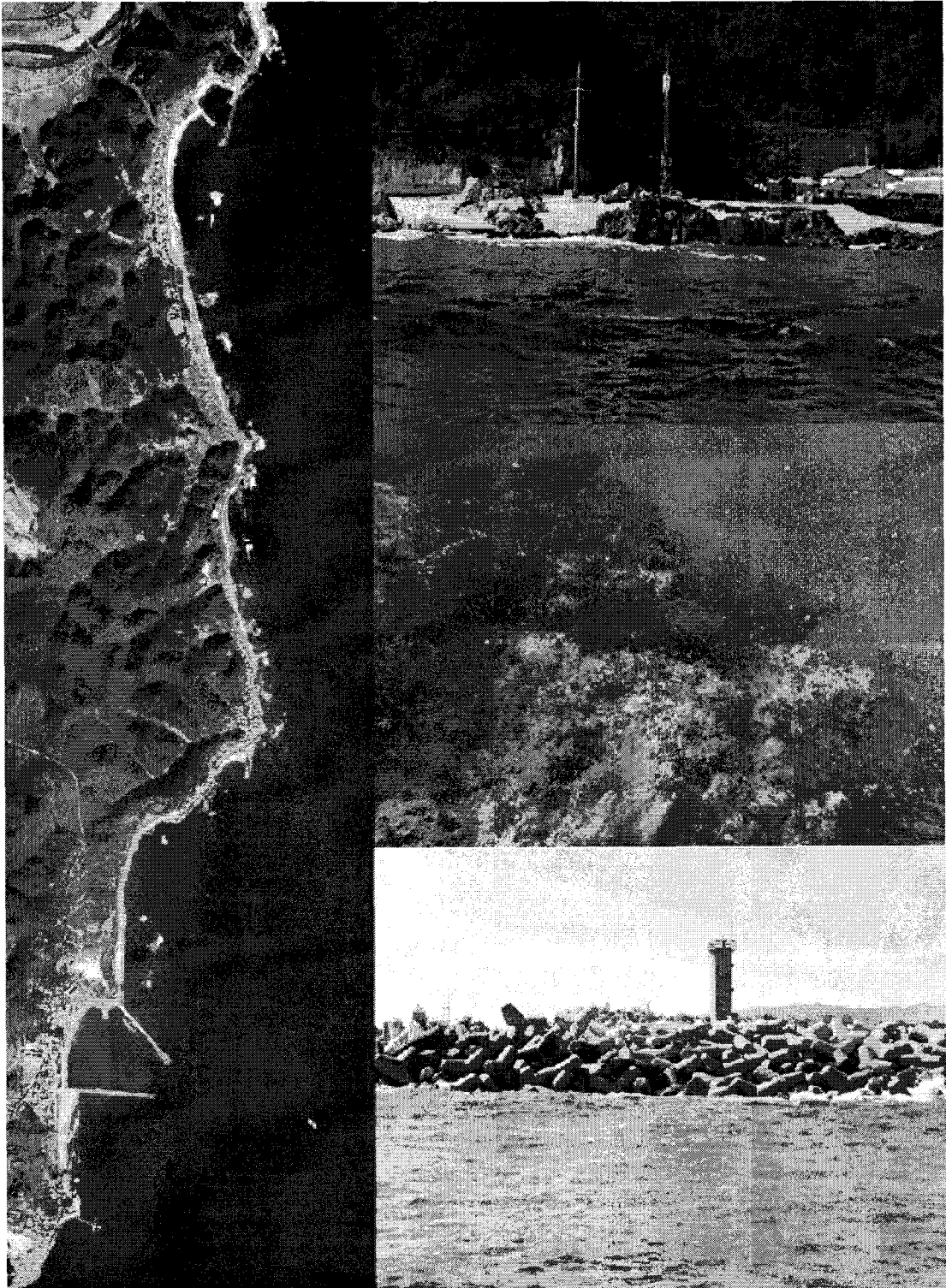


그림 3-2-4. 울진바다목장의 남쪽 해안의 지형도.

Fig. 3-2-4. Topography of the southern part of the Uljin marine ranching area.

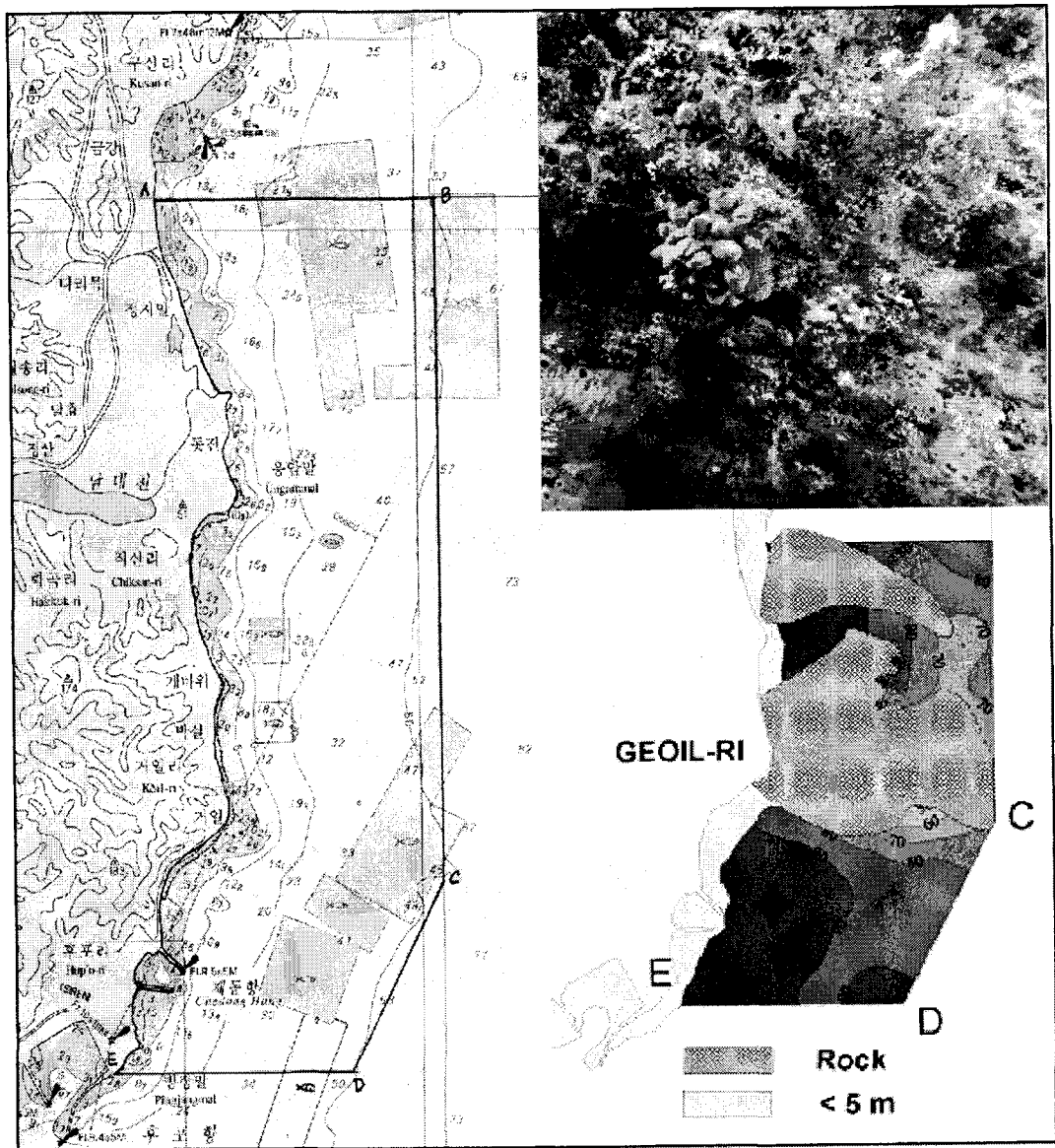


그림 3-2-5. 울진바다목장해역의 외양 쪽 지형특성.

Fig. 3-2-5. Topography of the offshore area in the Uljin marine ranching area.

해조류의 군집특성은 비모수통계(nonparametric methods)로 분석하였다. 입력자료는 2004년 10월과 2005년 1월에 각 조사지점에서 얻어진 종별 평균피도와 출현종의 presence/absence data로, 이 자료를 토대로 Bray and Curtis 방법에 의거한 조사지점간 유사도(similarity)를 구하였고, 유사도 matrix를 기초로 집괴분류(Cluster analysis)를 실시하였다.

(2) 어류

어종별 서식특성은 잠수 조사시 수중에서 육안으로 관찰하였다. 각 어종의 암반 및 어초에 대한 군집 특성, 저서형별 서식 특성 및 수심별 분포 특성을 관찰 노트하였으며 비디오 촬영본이나 사진 자료를 참조하였다.

(3) 저서동물

암반부착생태계 조사에서 밝혀진 저서동물 종별 개체수 자료를 사용하여 정점별 군집 분석을 실시하였다. 군집유사도 분석(similarity analysis)을 위해서 Bray-Curtis지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 수지도(dendrogram)와 MDS plot을 도시하였다. 모든 개체수 자료는 정점간과 종간 밀도의 차이를 줄여 자료의 편중을 피하기 위하여 4th root로 변환하였다.

다. 저서형별 서식 특성

(1) 해조류

울진바다목장해역에서 상업적 가치를 가지거나 또는 향후 해중림 조성을 위한 대상종으로 고려될 수 있는 대형 갈조류의 분포를 도시하였다. 입력자료는 그림 5에 나타난 13개 정점에서 2004년 10월과 2005년 1월에 각각 조사된 종별 평균 습중량(g-wet wt/0.25m²)이다.

(2) 저서동물

울진바다목장해역에 출현하는 암반부착저서동물 중 유용생물로서의 가치를 가지는 종에 대한 분포특성 및 생물량을 추정하기 위해 2004년 10월과 2005년 1월 총 2회에 걸쳐 13개 정점에서 조사를 실시하였다(그림 3-2-6, 표 3-2-1). 유용생물로는 전복, 우렁쉥이 등 식용으로서 가치를 가지는 종과 이러한 자원생물의 분포에 영향을 미칠 수 있는 대형육식성 동물인 불가사리류를 포함하여 조사하였다. 또한 개체의 크기가 작아 다이버에 의한 육안적인 파악이 어려운 일부 연체동물이 경우 조사대상 생물에서 제외하였다.

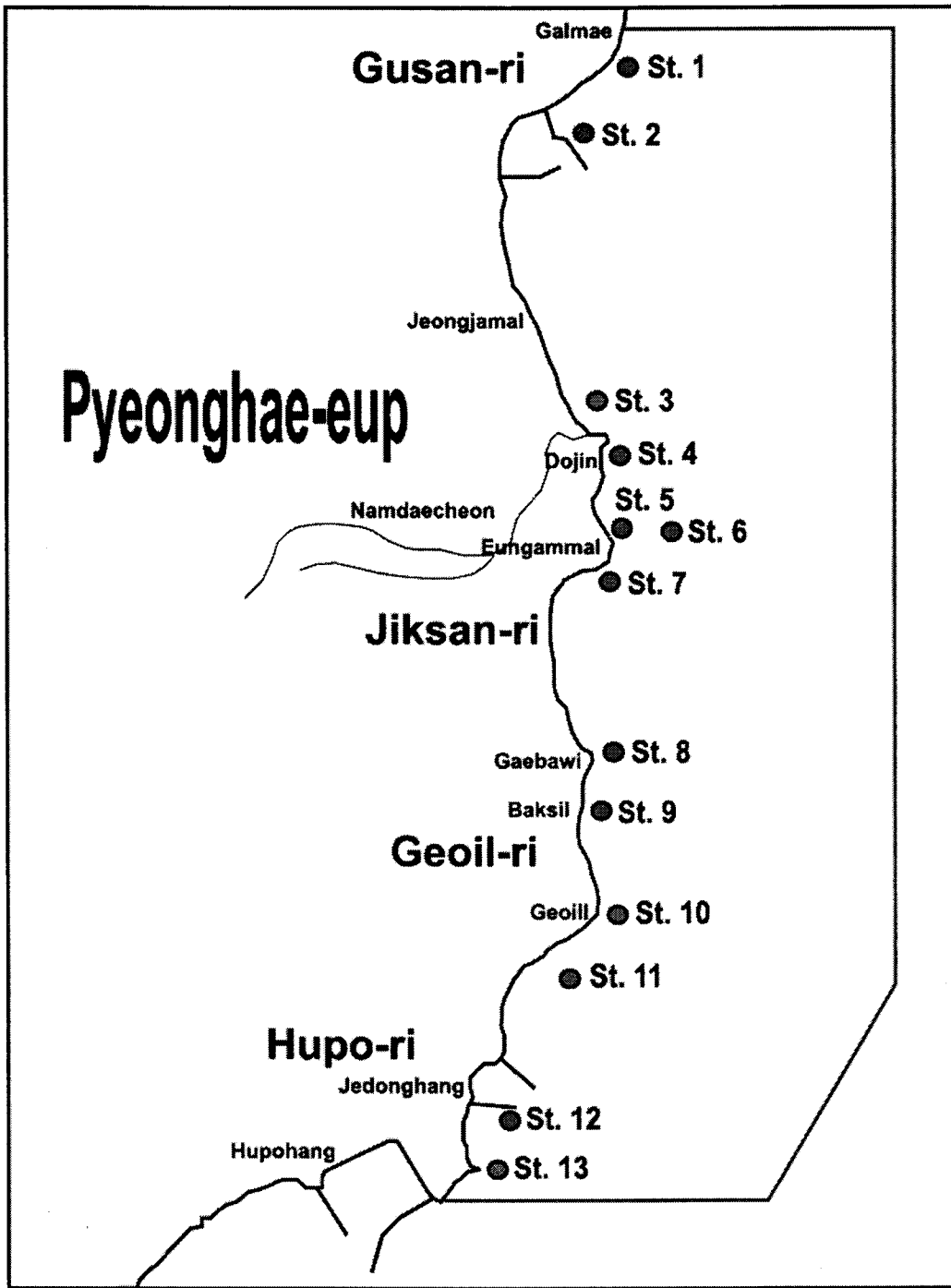


그림 3-2-6. 울진바다목장해역의 유용저서동물 조사정점.

Fig. 3-2-6. Map showing the sampling station for benthic resources in the marine ranching area of Uljin.

표 3-2-1. 울진 바다목장에서 조하대 암반부착동물 조사정점의 좌표

Table 3-2-1. Sampling locations for macrobenthos on subtidal hard-bottom in the marine ranching area of Uljin

Station	Locality	Remark
St. 1 (구산리)	N 36° 46 ' 154 " E 129° 28 ' 854 "	화모말(레이다 기지 앞), 수심 8 m (여)
St. 2 (구산리)	N 36° 45 ' 894 " E 129° 28 ' 103 "	수심3~5 m사이 수중여가 넓게 이어져 있음, 수심 5 m (여)
St. 3 (돛진)	E 36° 43 ' 598 " N 129° 28 ' 836 "	철탑 2개 앞 큰 암반 솟아있는 곳 앞, 수심 5 m (여)
St. 4 (돛진)	E 36° 43 ' 827 " N 129° 28 ' 903 "	빨간 지붕 앞, 수심 8 m (여)
St. 5 (직산리)	E 36° 43 ' 438 " N 129° 28 ' 893 "	초소 앞, 수심 8 m (여)
St. 6 (직산리)	E 36° 43 ' 299 " N 129° 29 ' 208 "	직산항 방파제에서 1 km 외측, 수심 18 m (여)
St. 7 (직산리)	E 36° 43 ' 180 " N 129° 28 ' 543 "	직산항 입구, 수심 4 m (여)
St. 8 (개바위)	E 36° 42 ' 500 " N 129° 28 ' 787 "	개바위 앞, 여의 길이가 10 m정도로 보임, 수심 4 m (여)
St. 9 (박실)	E 36° 42 ' 283 " N 129° 28 ' 710 "	박실 앞, 대정수산 앞의 모래 해안 앞, 수심 5 m (여)
St. 10 (거일)	E 36° 41 ' 713 " N 129° 28 ' 818 "	거일 마을 방파제 앞, 수심 5 m (여)
St. 11 (거일)	E 36° 41 ' 497 " N 129° 28 ' 415 "	제동항 북쪽 방파제 500 m지점, 수심 3 m (여)
St. 12 (후포리)	E 36° 40 ' 895 " N 129° 28 ' 298 "	제동항 남쪽 방파제 앞, 수심 6 m (여)
St. 13 (후포리)	E 36° 40 ' 637 " N 129° 28 ' 138 "	빙장말 부리 앞, 수심 8 m (여)

각 조사정점에서 출현하는 유용저서동물의 종수 및 개체수는 현장에서 기록되었으며, 이들 종의 생체량을 파악하기 위해 채집도 병행하였다. 조사시에는 연안 암반해역에 서식하는 전복 자원에 대한 효율적인 조사를 위해 고안된 Warwick의 Timed swim 방법 (Morrice, 1995)을 변형하여 한명의 다이버가 저층에 머무는 시간 동안 출현한 유용저서동물의 개체수를 기록하였다.

다이버가 현장에서 분당 이동한 거리와 확인 가능한 시야를 평균한 결과 한 점정 당 파악된 면적은 40m²이었다. 또한 촬영된 자료는 IMAGE PRO PLUS (v.4.5)를 이용하여, 면적 및 수심별 개체수, 피도를 정량화 하였으며, 대표적으로 채집된 종의 생체량 자료를 대입하여 각 정점에서의 출현 종에 대한 생체량을 정량화하였다.

3. 결과 및 토의

가. 암반 및 어초에 대한 군집 특성

(1) 해조류

2004년 10월과 2005년 1월에 조사된 해조류의 군집특성을 비모수통계(nonparametric methods)로 분석한 결과는 그림 3-2-7, 2-3-8과 같다. 두 계절 공히 종별 평균피도로 구한 조사지점간의 유사도는 출현종의 유무로 구한 유사도 보다 큰 폭으로 낮아짐을 볼 수 있으며, 이는 조사지점 간 출현하는 종은 비교적 유사하나 각 지점에서 우점하는 종의 생물량이 지점간 많은 차이가 있음을 나타내고 있다. 출현종의 유무로 구한 조사지점간 유사도는 2004년 10월보다는 2005년 1월에 더 높게 나타나, 겨울보다는 가을에 장소에 따른 군집구조의 변이가 상대적으로 큼을 알 수 있었다.

(2) 어류

쥐노래미: 암반 및 어초에서 비교적 많은 개체가 발견된 어종이다. 어초에 서식하는 30 cm 이상급 개체는 텃세를 하는 행동을 보였으며 암반에서 관찰된 15-25cm 개체는 별다른 텃세를 보이지 않았다.

조피볼락: 동해안에서는 자원량이 서해안과 많지는 않지만 볼볼락, 개볼락과 함께 동해안에 서식하는 주요 볼락류에 속하며 암반이나 어초에 강한 정착성을 나타내는 어종으로 인위적인 자원 조성 대상종으로 가치가 인정되는 종이다. 조피볼락은 볼락이나 볼볼락과는 행동이 조금 다른 것으로 관찰되었는데 볼락이나 볼볼락이 암반이나 어초 공간에 떠 있으면서 무리를 짓는다면 조피볼락은 일부는 암반 위에 떠 있고 일부 개체들은 배를 암반, 어초 바닥이나 기질에 대고 앉아 있는 행동 특성을 보였다.

말쥐치: 자연 암반이나 어초에서 관찰되었던 말쥐치의 군집 특성은 경성저질의 부착면에 의 부착생물을 먹이로 섭취하기 위하여 일시적으로 머무는 행동으로 실제 수중에서의 관찰에 의하면 말쥐치는 일정한 행동 패턴을 보인다고 보더라도 어초 부착면에 서식하고 있는 해조류 외에 무척추동물 등 다양한 해양 생물을 뜯어 먹는 행동을 보인다.

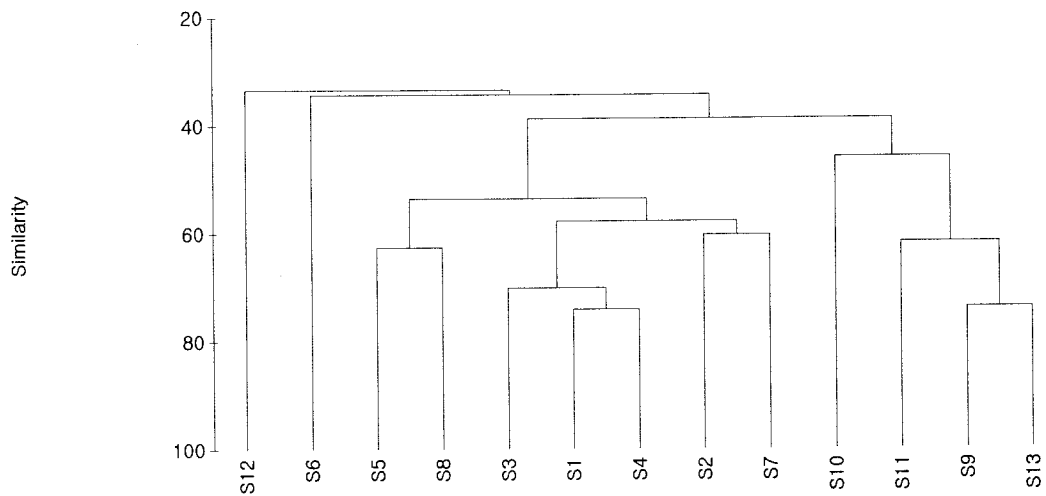
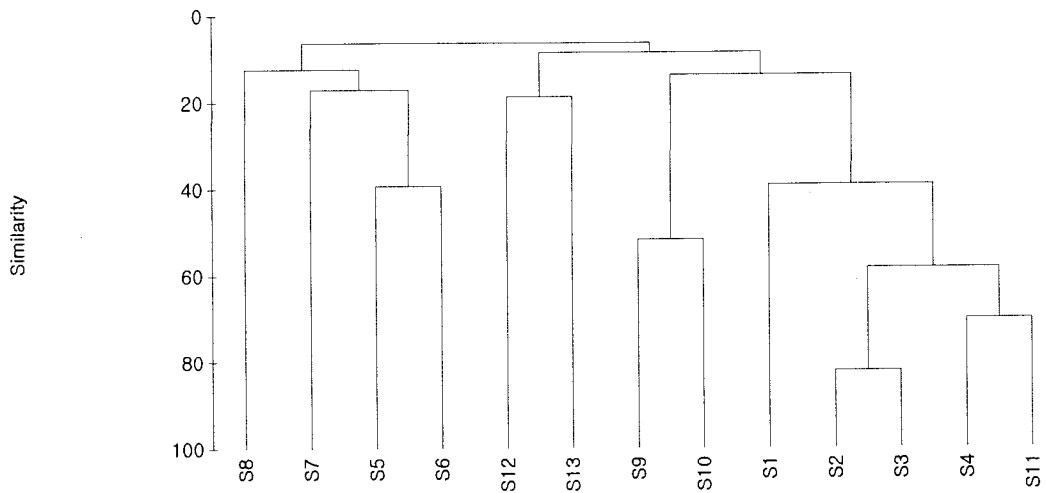


그림 3-2-7. 울진바다목장 13개 조하대 해조류 조사지점의 유사도(2004년 10월).
 Fig. 3-2-7. Cluster analysis of the 13 subtidal seaweed sites based on bottom cover
 (upper panel) and presence/absence data (lower panel) (October 2004).

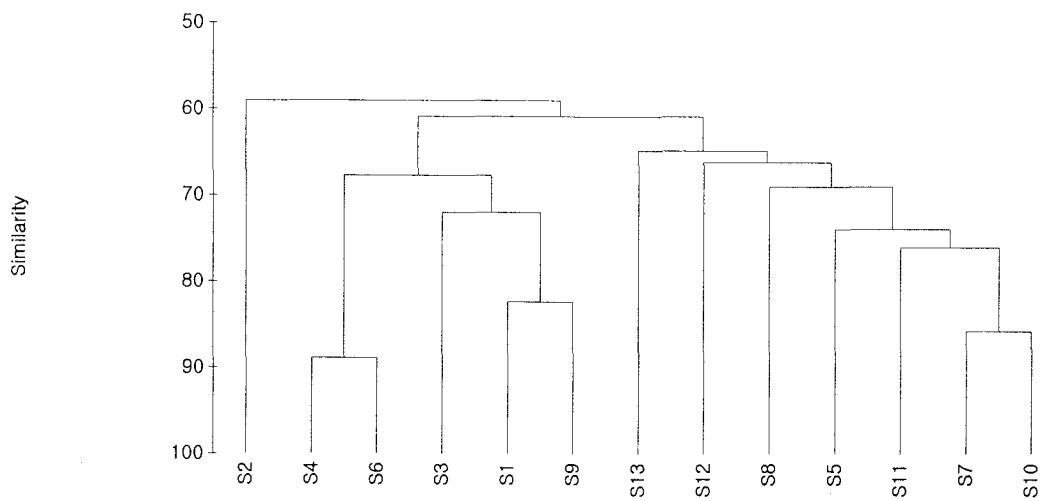
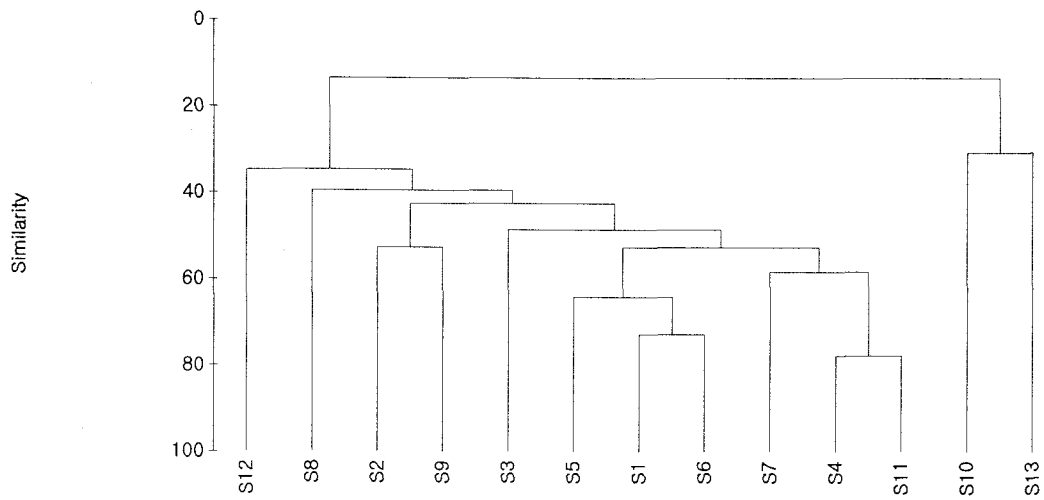


그림 3-2-8. 울진바다목장 13개 조하대 해조류 조사지점의 유사도(2005년 1월).

Fig. 3-2-8. Cluster analysis of the 13 subtidal seaweed sites based on bottom cover (upper panel) and presence/absence data (lower panel) (January 2005).

(3) 저서동물

2004년 10월과 2005년 1월에 조사된 부착저서동물의 군집특성을 비모수통계 (nonparametric methods)로 분석한 결과는 그림 3-2-9와 같다. 부착저서동물의 시간적인 군집차이는 거의 없는 것으로 보여, 결과에서 제외하였으며 공간적인 분포차이는 해역에 따라 뚜렷히 나타났다. 이러한 공간적인 군집 차이는 각 해역에서 우점적으로 부착하는 생물의 차이에서 비롯된 것으로 특히 정점 13의 경우 형성된 암반의 단순성 및 해조류 부착의 빈약성으로 인해 부착저서동물의 서식처가 상대적으로 제한적이었기 때문에 판단된다. 또한 해역에 분포하는 수중여의 수심에 따른 파도의 영향, 왕피천 인근의 화학적 환경의 차이 등도 부착저서동물 군집의 차이를 나타내는 원인으로 볼 수 있으나, 본 조사에서는 여름철의 조사가 빠져있어 이러한 영향에 대한 명확한 결론을 내리지 못하였다. 따라서 향후 부착저서동물의 공간분포 및 시간적인 분포상을 밝히기 위해서 각 계절에 따른 조사가 병행되어야 할 것으로 보인다.

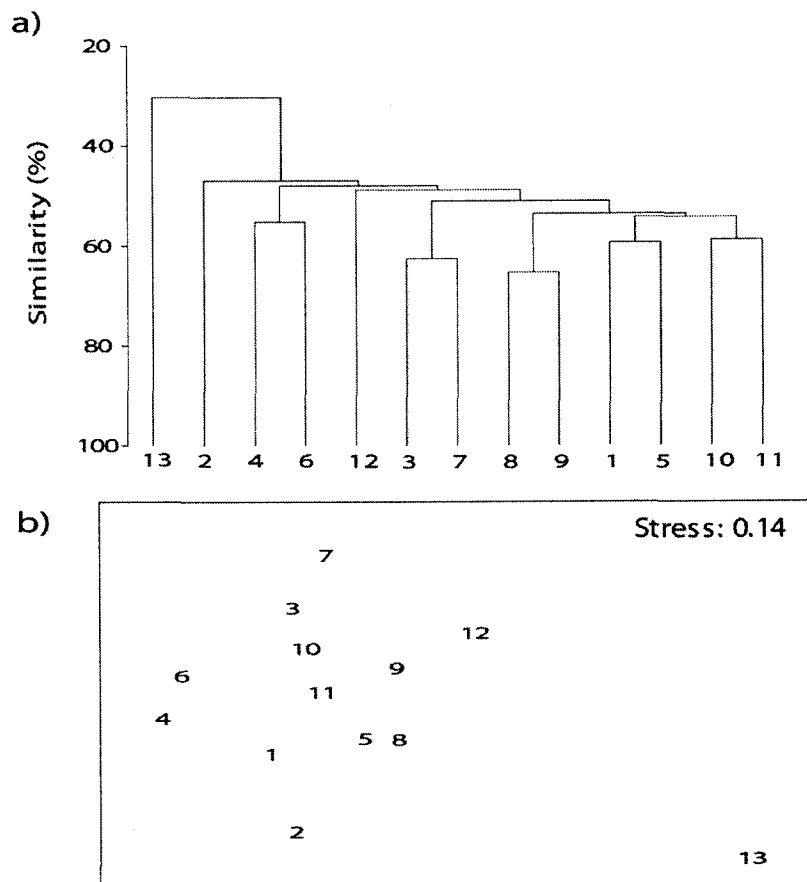


그림 3-2-9. 울진 바다목장 암반해역에서 출현하는 저서동물군집의 유사도.

Fig. 3-2-9. Dendrogram (a) and MDS plot (b) showing the similarity between stations in marine ranching area of Uljin.

나. 저서형별 서식 특성

(1) 해조류

울진바다목장해역에서 상업적 가치를 가지거나 또는 향후 해중림 조성을 위한 대상종으로 고려될 수 있는 대형 갈조류의 분포를 도시한 결과는 그림 3-2-10~13과 같다.

2004년 10월에 조사된 미역과 다시마의 생체량 분포는 미역의 경우에 전 조사정점에서 출현하지 않은 반면 다시마의 경우에는 대부분의 조사정점에 걸쳐 골고루 출현하는 경향을 나타내었다(그림 3-2-10).

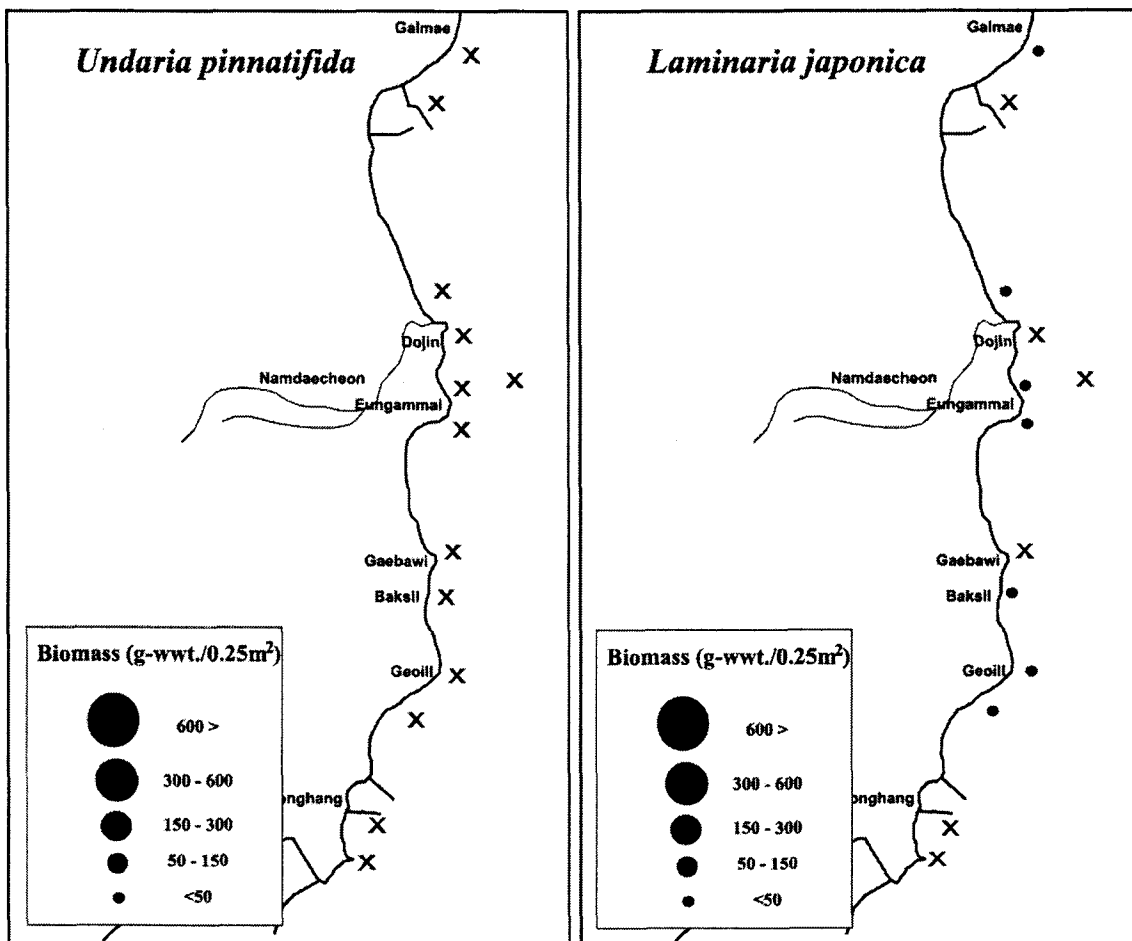


그림 3-2-10. 울진바다목장해역 내 미역과 다시마의 생체량의 공간분포(2004년 10월).

Fig. 3-2-10. Spatial distribution of *Undaria pinnatifida* and *Laminaria japonica* in the Uljin marine ranching area (October 2004).

2004년 10월에 조사된 알송이모자반과 팽생이모자반의 생체량 분포는 알송이모자반의 경우 전 조사지점에서 다량으로 출현하였다. 또한 팽생이모자반도 비슷한 출현양상을 띠었으며 알송이모자반과는 상반된 돌출된 지역에서 다량으로 출현하였다(그림 3-2-11).

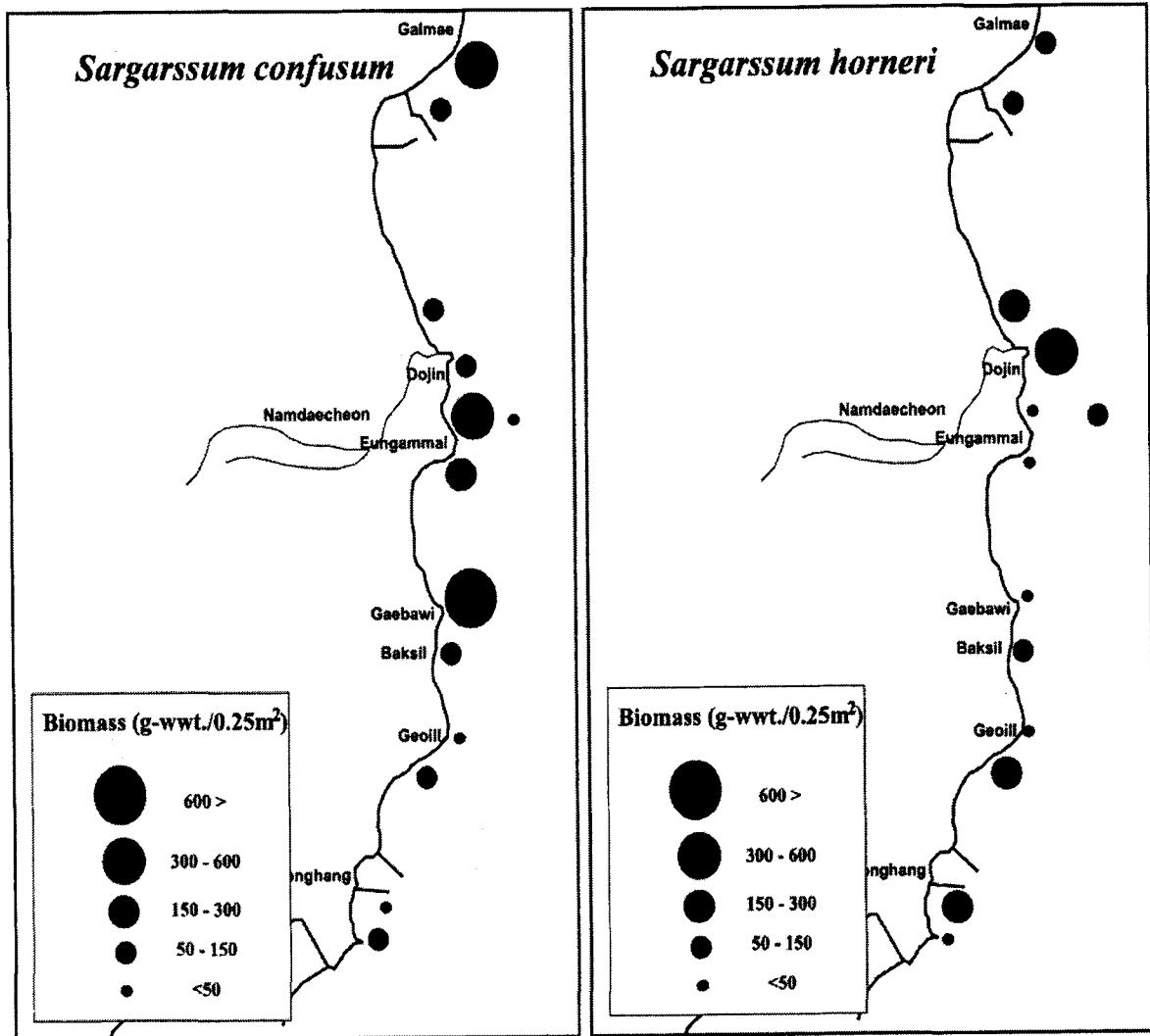


그림 3-2-11. 울진바다목장해역 내 알송이모자반 및 팽생이모자반의 생체량의 공간분포(2004년 10월).

Fig. 3-2-11. Spatial distribution of *Sargassum confusum* and *Sargassum horneri* in the Uljin marine ranching area (October 2004).

2005년 1월에 조사된 미역과 다시마의 생체량 분포는 미역의 경우 바다목장해역의 위쪽지역에서 다량으로 출현하였고, 반면 다시마는 전 조사지점에 걸쳐 출현하지 않았다(그림 3-2-12). 2004년 10월과 2005년 1월에 조사된 것을 살펴볼 때 미역과 다시마의 경우에는 계절별로 뚜렷한 차이를 보였다.

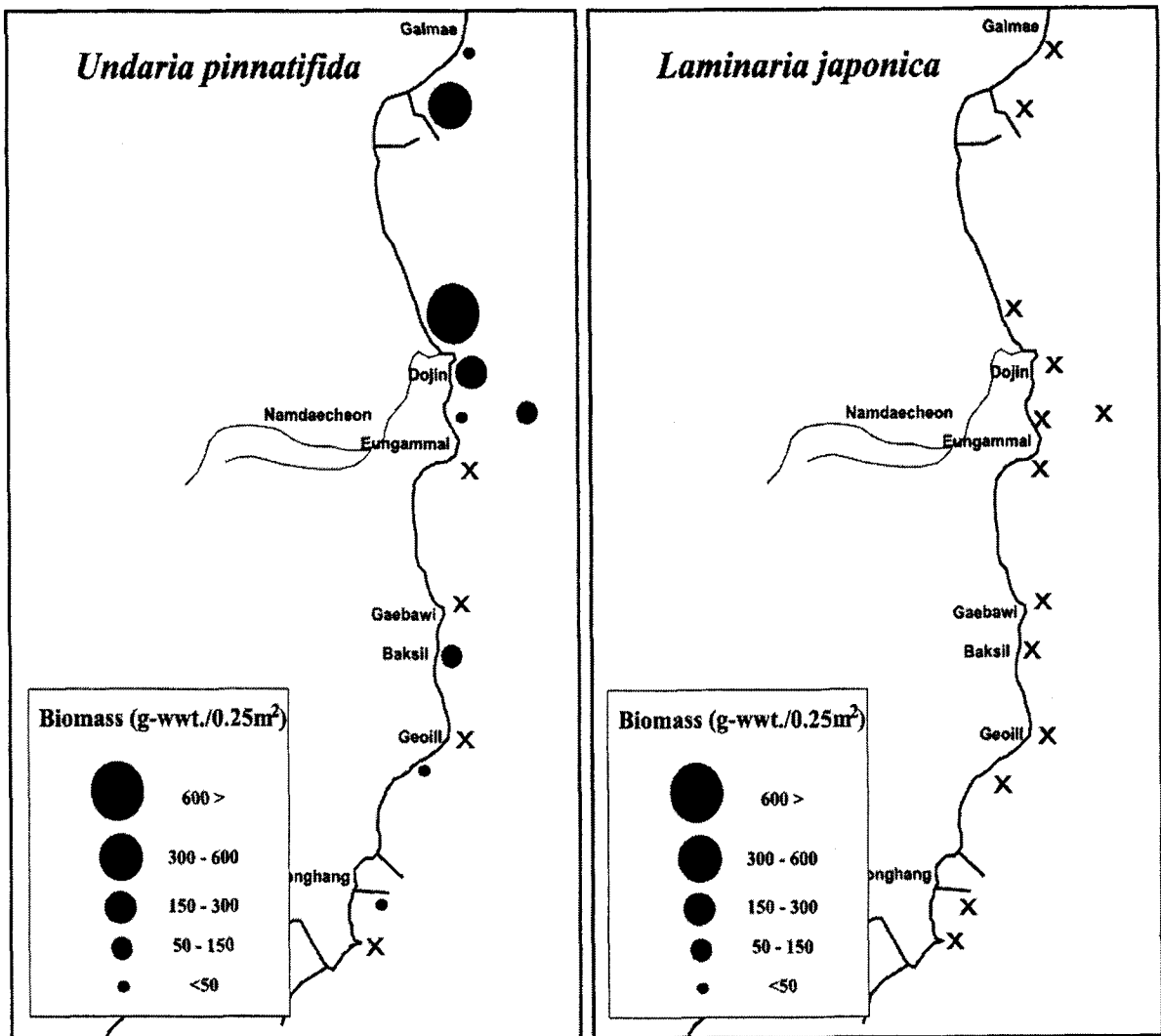


그림 3-2-12. 울진바다목장해역 내 미역과 다시마의 생체량의 공간분포(2005년 1월).
 Fig. 3-2-12. Spatial distribution of *Undaria pinnatifida* and *Laminaria japonica* in the Uljin marine ranching area (January 2005).

2005년 1월에 조사된 알송이모자반과 팽생이모자반의 생체량 분포는 알송이모자반의 경우 전 조사지점에서 출현하지 않은 반면 팽생이모자반의 경우에는 바다목장해역의 위쪽지역에서 다량으로 출현하였다(그림 3-2-13).

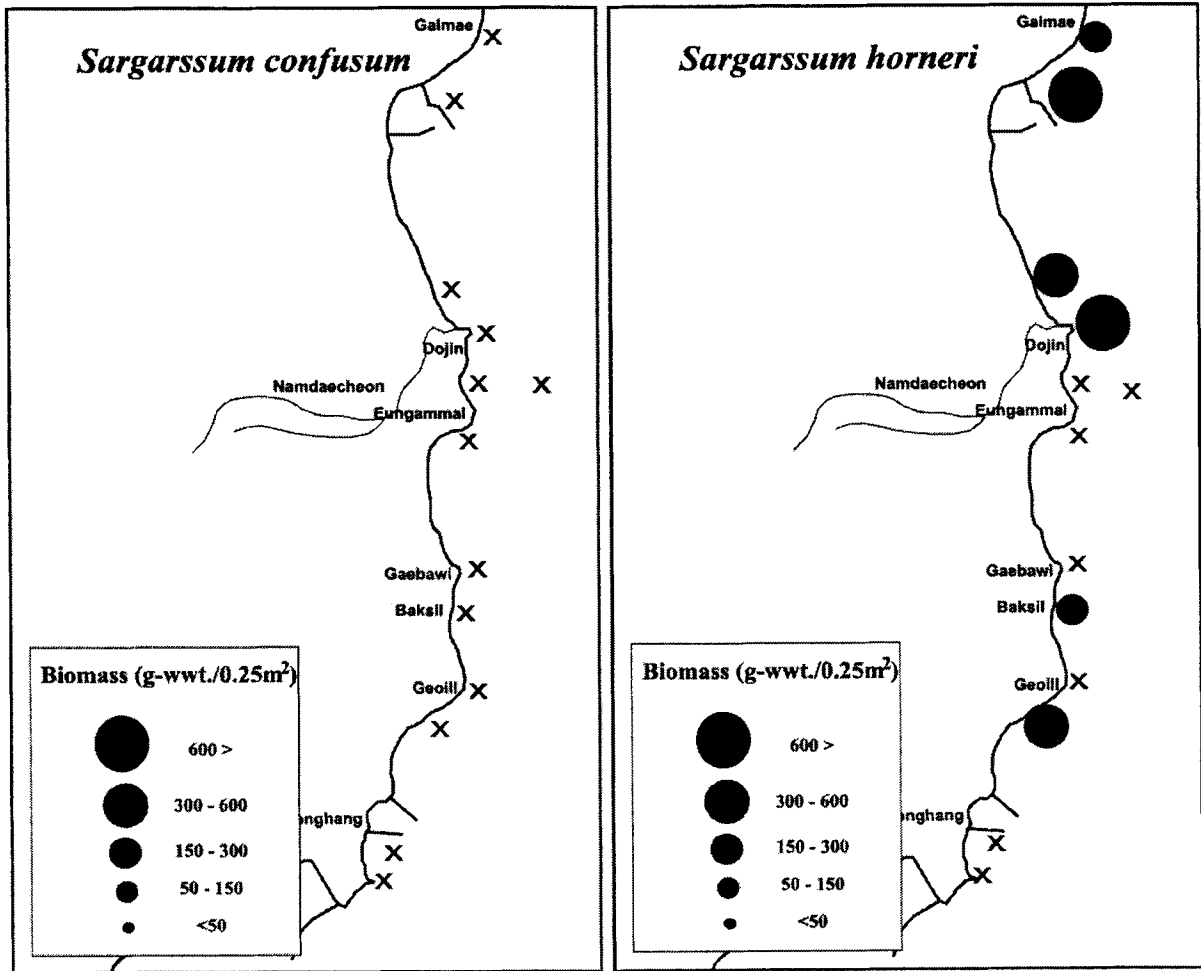


그림 3-2-13. 울진바다목장해역 내 알송이모자반 및 팽생이모자반의 생체량의 공간분포(2005년 1월).

Fig. 3-2-13. Spatial distribution of *Sargassum confusum* and *Sargassum horneri* in the marine ranching area (January 2005).

(2) 저서동물

울진바다목장해역에서 출현한 유용저서동물은 총 3개 동물문 9종이 출현하였다(표 3-2-2). 연체동물에서는 홍합(*Mytilus coruscus*), 굴(*Crassostrea gigas*), 전복(*Nordotis discus*)의 3종이 출현하였다. 극피동물에서는 식용이 가능한 들기해삼(*Stichopus japonicus*), 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*)와 동해 연안에서의 대표적 육식자인 아므르불가사리(*Asterias amurensis*)와 별불가사리(*Asterina pectinifera*) 등 5종이 출현하였다.

표 3-2-2. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서동물의 개체수 (개체/40m²)

Table 3-2-2. Density of benthic resources at each station in the marine ranching area of Uljin(ind./40m²)

Taxon	Station													Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Mytilus coruscus</i>	0	0	110	66	39	9	0	0	0	15	287	0	0	40
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	59	3	0	0	0	0	0	4	98	19	27	16
<i>Nordotis discus</i>	18	20	4	2	7	1	4	8	7	4	31	2	1	9
<i>Halocynthia roretzi</i>	120	140	7	41	34	89	14	21	11	5	18	17	10	41
<i>Hemisentrotus pulcherrimus</i>	22	16	22	29	34	9	33	40	19	24	16	31	41	26
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	7	11	8	17	8	18	11	22	10	9	9	30	21	14
<i>Stichopus japonicus</i>	3	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	2	7	2
<i>Asterias amurensis</i>	2	1	7	4	22	7	10	13	12	9	4	11	21	9
<i>Asterina pectinifera</i>	11	9	16	9	11	2	3	7	5	11	9	17	33	11

홍합의 경우 전 조사정점에서 평균 40개체/40m²로 출현하였으며, 특히 정점 3과 11에서 많이 출현하였다(그림 3-2-14). 이들 정점은 수심이 8m 내외의 모래해안에 5~10m 정도 크기의 수중 암반이 형성된 지역으로 상대적으로 안정된 지역인 해안선쪽의 경사면에 주로 부착하고 있었다.

굴은 평균 16개체/40m²로 출현하였는데, 홍합과 같이 정점 3과 11에서 대부분의 개체가 출현하였다. 특히 정점 11의 경우 폐사한 대형 굴의 부착이 현장에서 육안적으로 관찰되었는데, 아마도 태풍 등의 물리적 영향에 의해 부착된 암반이 모래에 피복되었던 것으로 추정된다. 또한 이종은 특정한 분포형을 보이지는 않았으며, 암반의 곳곳에 산재하여 부착하고 있었다.

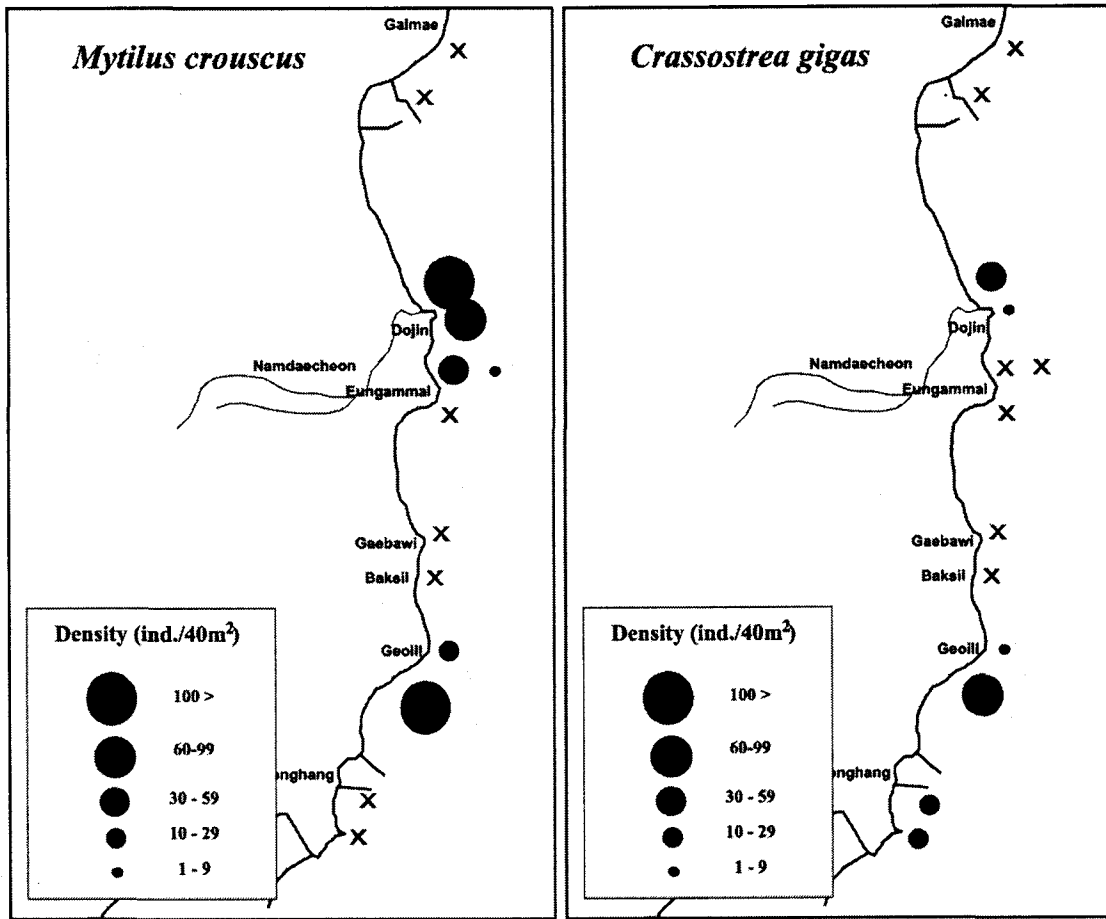


그림 3-2-14. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 홍합과 굴의 출현 개체수 (개체/40m²).

Fig. 3-2-14. Density of *Mytilus coruscus* and *Crassostrea giga* at each station in the marine ranching area of Uljin (ind./40m²).

전복의 경우 전 조사정점에서 평균 9개체/40m²로 출현하였으며, 정점 1, 2, 11에서 많은 출현을 보였다(그림 3-2-15). 정점 1과 2는 모래퇴적상에 대형 암반이 산재하는 지역으로 대부분 경사가 심한 수직암반으로 구성되어 있는 지역이다. 또한 암반 곳곳에는 다양한 크기의 틈이 존재하고 있어 이러한 지역에 대한 면밀한 조사가 이루어진다면 더 많은 개체가 출현할 것으로 추정된다. 정점 11의 경우 홍합, 굴 등 대형 연체동물의 부착이 많았던 곳으로 다른 정점에 비하여 해조류의 상대적 피도가 적고, 암반이 형태가 단순하여 전복의 관찰이 용이한 곳이었다. 현재의 전복 출현 양상으로 미루어 볼 때 앞으로 이 지역에 전복의 방류가 이루어질 경우 효과적인 자원증대 및 변화상을 추정할 수 있을 것으로 기대되는 정점으로 사료된다.

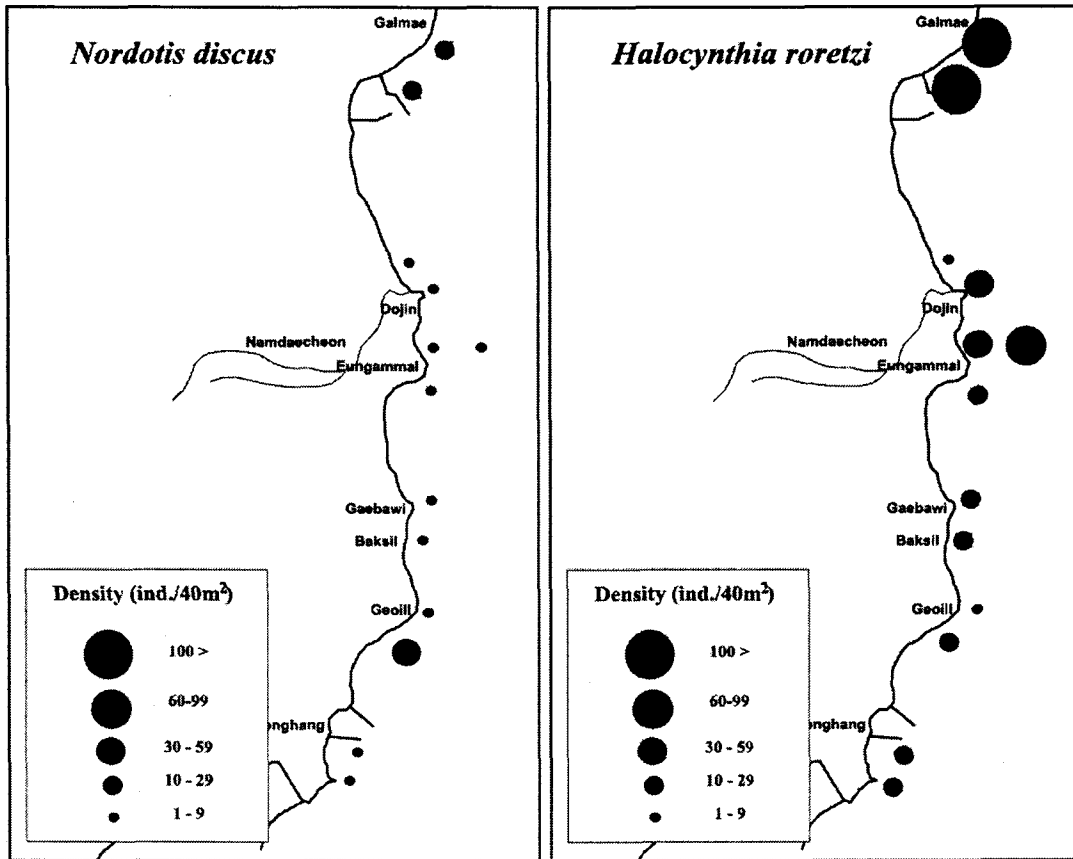


그림3-2-15. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 전복과 우렁쟁이의 출현 개체수(개체/40m²).

Fig. 3-2-15. Density of *Nordotis discus* and *Halocynthia roretzi* at each station in the marine ranching area of Uljin(ind./40m²).

우렁쟁이의 경우 평균 41개체/40m²로 조사정점 중 가장 우점하는 유용저서생물로 나타났다. 모든 조사정점에서 출현하였으며, 특히 정점 1과 2에서 우점적으로 출현하였다. 이러한 출현 양상은 어촌계에서의 미채취의 영향도 있겠으나, 대부분의 해역에서 채취가 이루어지지 않는 것을 감안할 때 특이한 현상으로 판단된다. 따라서 향후 이 지역에서 우렁쟁이 자원에 대한 면밀한 조사가 필요할 것으로 보인다.

등근성계의 경우 전 조사정점에서 평균 14개체/40m²로 출현하였으며, 전 정점에서 출현하였다(그림 3-2-16). 이 종은 전 정점에 걸쳐 고르게 분포하고 있는 것으로 나타났으며, 주로 야행성인 특성으로 인하여 바위틈에서 많은 개체들이 출현하였다. 해삼은 평균 2개체/40m²로 출현하였는데, 정점 13에서 상대적으로 많이 출현하였다. 대부분의 출현 개체가 암반과 저층의 모래가 만나는 경사면에서 출현하였으며, 그 출현 밀도도 높지 않은 것으로 나타났다.

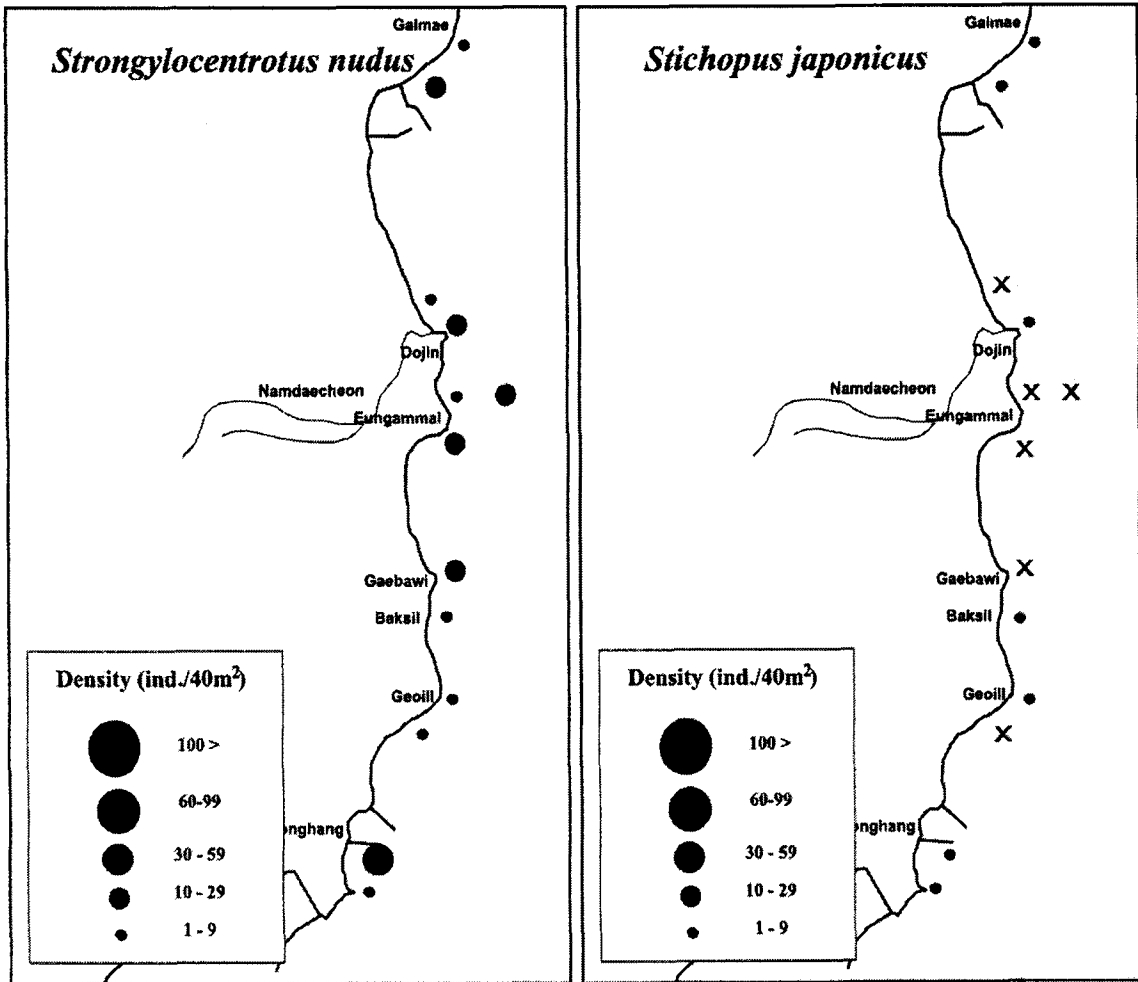


그림 3-2-16. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 등근전복과 성게의 출현 개체수(개체/40m²).

Fig. 3-2-16. Density of *Strongylocentrotus nudus* and *Stichopus japonicus* at each station in the marine ranching area of Uljin(ind./40m²).

울진바다목장해역에서 출현하는 주요 유용저서동물의 생체량을 살펴보면 다음과 같다 (표 3-2-3, 그림2-3-17). 총 6종의 유용저서동물 중 우렁쉥이가 평균 4,870wwtg/m²으로 가장 높은 생체량을 보였으며, 다음으로 홍합(1,015wwtg/m²), 전복(567wwtg/m²), 굴 (515wwtg/m²) 등의 순으로 나타났다.

표 3-2-3. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서동물의 생체량
(습중량/40m²)

Table 3-2-3. Biomass of major benthic resources at each station in the marine
ranching area of Uljin(wet weight g/40m²)

Taxon	Station													Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Mytilus coruscus</i>	0	0	2760	1656	978	226	0	0	0	376	7201	0	0	1,015
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	1670	103	0	0	0	0	0	129	3316	612	870	515
<i>Nordotis discus</i>	1368	1126	530	132	521	0	428	552	318	225	2074	62	31	567
<i>Halocynthia roretzi</i>	13340	15770	784	4715	4668	10605	2428	2352	1232	560	2704	3366	785	4,870
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	217	332	274	526	223	572	321	587	254	219	231	771	608	395
<i>Stichopus japonicus</i>	748	397	0	551	0	0	0	0	249	377	0	498	1447	328

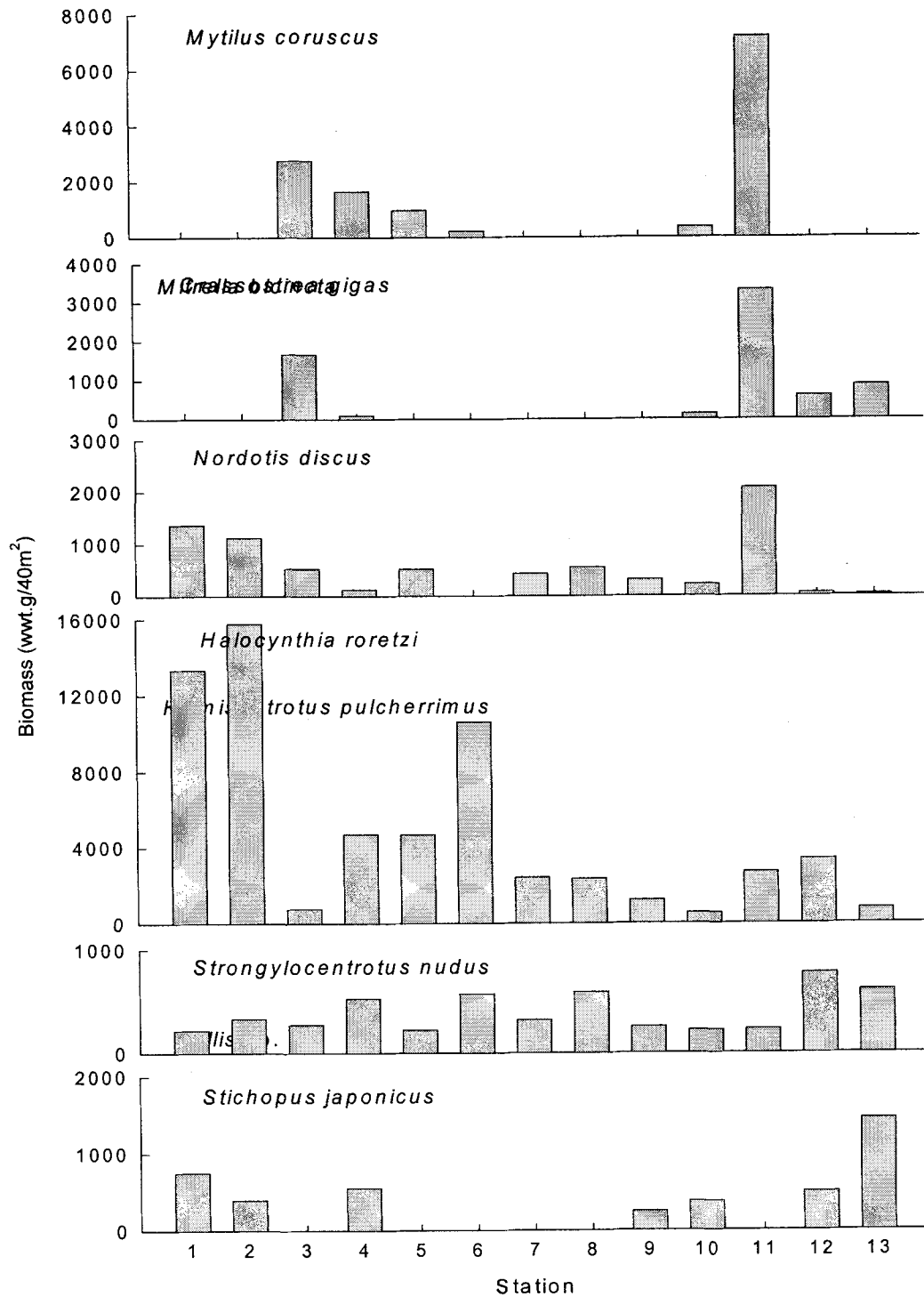


그림 3-2-17. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서동물의 생체량 (습중량/40m²).

Fig. 3-2-17. Biomass of major benthic resources at each station in the marine ranching area of Uljin(wet weight g/40m²).

(3) 어류

어류는 종의 서식지 선택 특성에 따라 저서형별로 뚜렷한 패턴으로 나누어 관찰되었다. 예를 들면 조피볼락과 같은 볼락류는 암반 또는 어초에서 가자미류는 모래바닥에서 서식하고 있었으며 쥐노래미는 경성 저질과 모래바닥에서 모두 관찰되는 특성을 보였다. 이 중 쥐노래미는 대부분 암반이나 어초에서 관찰되지만 일부 개체들이 경성저질과 가까운 모래바닥에서 발견되고 있어 이들이 먹이 활동을 위하여 주 서식지인 암반이나 어초를 떠나 행동하고 있는 것으로 보였다.

제 3 절 유용생물자원 특성

1. 서 론

우리나라 동해의 바다목장 조성을 위한 후보지로 그 동안 동해의 속초, 강릉, 울진 및 기장의 4개 권역 바다목장 후보지에 대하여 바다목장 해역 선정에 대한 기초조사를 마치고 최종심의 및 평가에서 동해에서는 울진해역이 바다목장 우선 대상지로 선정됨에 따라 2004년부터 동해 울진해역 바다목장 기반 조성을 위한 1차 연구 과제로 울진 바다목장 해역 내 유용생물자원조사를 실시하게 되었다.

울진 바다목장 해역의 일반적인 특징은 타 해역에 비해 해안선이 단조롭고 외해쪽으로 갈수록 수심이 급격하게 증가하고 있으며 연안쪽에는 사질 해안이 잘 발달되어 있어 한대성 패류가 서식하기 좋은 환경을 갖추고 있으며 해류의 유동 또한 잘 이루어지고 연안에는 파쇄대 해안이 잘 발달되어 있다. 또한 암반 조간대가 연안측에 잘 발달되어 있어 해조류의 번식이 왕성하여 암반 저서생물이 서식하기 좋은 환경을 가지고 있으며, 한류와 난류가 교차함에 따른 급격한 수온 변동으로 정착성 어종이 적은 특징을 갖고 있다.

울진 바다목장 내에서 행해지는 주요 어업은 연안 자망이나 통발이 대부분 이루어지고 있고 해안선을 따라 패류 어획을 위한 형망어업, 그리고 연안측에는 정치망어업이 행해지고 있다.

그 동안 동해의 울진권역은 바다목장의 어장조성 및 서식생물의 자원량 조사, 해양환경의 변동 특성조사 및 해양생태계에 대한 기초조사를 수행하였으며, 이번 조사에서는 울진해역의 바다목장 기반조성을 위한 세부 연구과제로 해역 내 유용생물에 대한 자원조사를 통하여 바다목장 내 주요 어류자원 및 패류자원 상태와 조사해역의 해양환경 특성 조사를 통해 목장 내 현재의 유용생물자원의 실태를 파악하여 향후 추진하고 있는 바다목장 자원조성에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

울진바다목장 후보지 해역의 수심 분포를 보면 65m보다 얕으며 전체적으로 사질이 발달하지만 연안에는 수중 암반이 발달해 있고 바다목장 해역 중의 수심 10-40m 해역은 47.3%에 불과하여 동해바다목장 모델인 수중 관광을 목표로 자원을 조사하거나 조성한다면 이 수심대에서 주로 활동이 이루어져야 한다. 따라서 잠수에 의한 수중조사 역시 수심이 20-30m 범위에 설치된 인공어초 어장이나 자연 암반에 정점을 정하고 장기적인 모니터링이 된다.

자원증대 방안으로 이루어진 인공 어초 시설은 저서동물에게 기질(substrate)의 변화를 주기 때문에 서식환경에 중요한 영향을 미친다(Seaman, 2000). 우선, 연성저질에 서식하는 생물의 경우 어초 가입으로 인해 시설 후 펄 속으로 파고든 어초로 인한 이동 공간의 감소와 더불어 어초 시설 후 유발되는 퇴적상의 변화와 부착생물 시체의 탈락으로 인한

문제 등이 저서환경에 영향을 주고 있으며, 경성저질에 서식하는 동물은 새로운 서식처를 제공하기 때문에 가입과 성장의 장소가 제공된다. 어초의 기질에 부착하는 멧게, 성게 등 수산 동물이나 부착생물을 먹이로 활용하거나 어초 공간을 은신처로 이용하는 수산 어종들이 어초에 모여 들게 되므로 자원 증식의 효과와 함께 동해안의 경우 수중경관을 인위적으로 꾸밀 수 있는 것이다.

그러므로 현재 설치되어 있는 수산 자원 증식용 어초에서의 생물상 및 자원 조사와 함께 자연 암반에서의 조사가 병행되면 향후 울진바다목장에서 관광용 수중구조물 개발에 기초 자료가 될 것이다.

2. 재료 및 방법

가. 어구조사

(1) 패류자원

울진 바다목장화 해역내의 패류자원을 조사하기 위하여 연안의 패류를 주로 어획하는 어구인 형망을 사용하여 조사를 실시하였다(그림 3-3-1). 조사에 사용된 어구는 가로 130cm, 세로 64cm의 사각형태의 형망틀에 쇠갈퀴를 달았고, 자루그물은 큰 그물코가 48mm, 작은그물코가 31mm인 그물로 만든 형망을 사용하였다. 조사는 형망틀을 해안선 수심 2~3m에서 수중 투하하여 예인줄을 200m 정도 푼 다음 어선을 닻으로 고정시키고 형망 예인줄을 어선쪽으로 로울러를 이용하여 인망하는 방법으로 저층의 패류를 어획하였다.

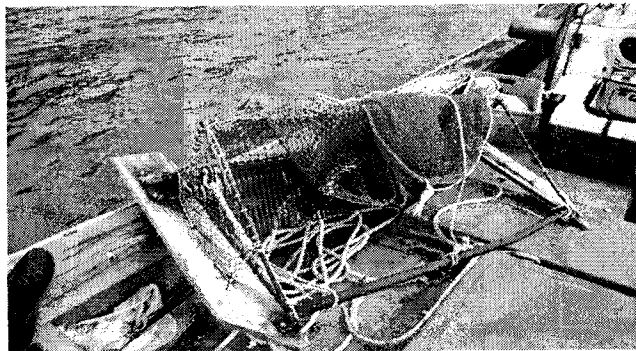


그림 3-3-1. 패류자원조사에 사용된 형망어구.

Fig. 3-3-1. Dredged nets used for survey.

채집된 시료는 인망 후 선상에서 어획물을 대분류하여 패류는 현장에서 어획량의 일부를 표본 채집하였고, 기타 부수 어획종은 전량 채집하여 10% 중성 포르말린으로 고정 한 후, 연구소의 실험실로 운반하여 동정·계수하였다. 어획물의 정밀측정은 패류의 각장,

각고는 버니아캘리포퍼스로 0.1cm까지 측정하였으며, 전중(Total Weight)은 전자저울을 이용하여 0.1g까지 측정하였고 기타 어획종은 각종의 측정기준에 따라 조사하였다.

(2) 어류자원

(가) 저인망, 자망, 통발

울진 바다목장화 해역내의 어류자원을 조사하기 위하여 연안에서 주로 어획하는 어구인 소형저인망, 자망 및 통발 세 가지 어구를 선정하여 조사해역 내 북쪽지역과 남쪽지역으로 크게 나누어 2개 조사정점에서 저인망, 자망 및 통발 어획조사를 하였다(그림 3-3-2).

채집된 시료는 각 어구별로 인망 후 선상에서 어획물을 대분류하여 10% 중성 포르말린으로 고정한 후, 연구소의 실험실로 운반하여 동정·계수 및 측정하였다. 어류는 정(1977), 김 등(2000), 김(2001), 명 등(2002), Nakabo(1993), 새우류와 게류는 김(1973), 패류는 권 등(1993), 권 등(2001)에 따라 분류 및 기재하였다. 어류의 경우는 전장(Total Length)을 측정판으로 0.1cm까지 측정하였으며, 전중(Total Weight)은 전자저울을 이용하여 0.1g까지 측정하였다. 새우류 및 게는 두흉갑장(Carapace Length), 두족류는 외투장(Mantle Length) 등을 측정하였다.

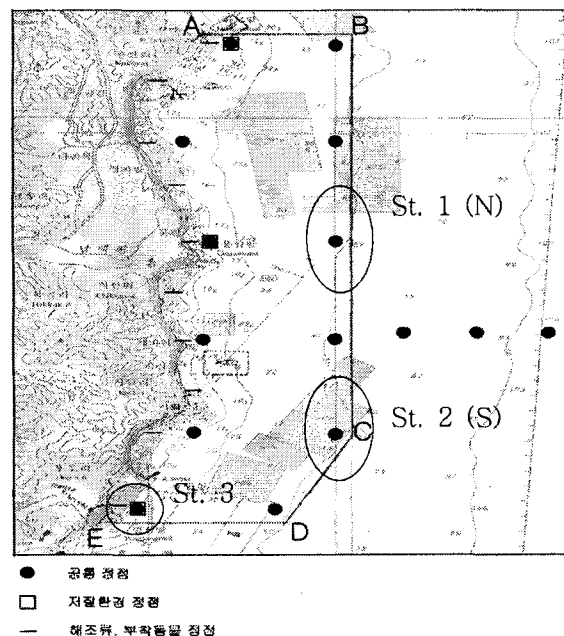


그림 3-3-2. 울진 바다목장해역 유용생물자원조사 해역도

(St. 1, 2 : 어류자원조사, St. 3 : 패류자원조사).

Fig. 3-3-2. Map showing sampling site in Uljin marine ranching area, Korea

(St. 1, 2 : fish stock survey, St. 3 : Shellfish survey).

(나) 정치망

본 조사는 2004년 9월부터 2005년 1월까지 정치성구획어업(정치망)을 이용하여 바다목장화 지역에 분포하는 어류상을 조사하기 위하여 바다목장화 대상 지역인 경북 울진의 후포항과 본 연구 지역과의 비교군으로 선택한 강원도 삼척시 근덕면 문암리에 위치하는 장호항 주변을 대상으로 조사를 실시하였으며, 아울러 동해안에 유입하는 하천의 어류상을 조사하기 위하여 남대천의 담수어류를 함께 조사하였다.

조사 지점은 경북 울진군의 평해읍 거일 1리 구암 남단에 위치하는 지역으로서 어장은 육지로부터 약 330m 떨어진 수심 약 15m 정도 되는 지역으로 바닥은 주로 암반과 약간의 모래가 섞인 곳이며, 비교 대상 지역인 강원도 지역은 삼척시의 근덕면 문암리 마당 바위에 위치하는 지역으로 어장의 위치는 육지로부터 약 832m 떨어진 곳으로 바닥은 다소의 암반과 사니질이 섞인 수심 약 30m 정도 되는 지역이다 (그림 3-3-3). 남대천 지역은 바다와 접하는 하천의 하류 지역과 상류 지역으로 구분하여 조사하였다(그림 3-3-4).

조사 시기는 울진의 경우 2004년 9월~2월 사이에 1개월 단위로 4회 실시(어장 철수기인 2005년 1월 제외)하였으며, 삼척의 경우는 2004년 9월~2005년 1월 사이에 1개월 단위로 5회를 실시하였고, 남대천은 2004년 11월에 1회 조사를 실시하였다. 조사에 사용된 어구는 후포 및 장호항의 경우 각각 호망과 대모망을 대상으로 그물을 설치한 후 만 하루가 지난 후 어획된 어류를 대상으로 조사를 실시하였으며, 남대천에 서식하는 하천의 어류 조사는 삼각망, 투망, 반두, 족대 등을 사용하여 채집하였다.

채집된 어류는 채집 즉시 분리 동정한 후 계수, 계측하였으며, 동정이 어려운 종은 채집통에 얼음을 채워 실험실로 운반한 후 동정하였다. 어류의 종 동정은 정(1977), Masuda et al, (1984), Nakabo et al, (2000), 김 등(2004) 및 김·박(2002) 등에 따랐으며 분류체계 및 학명은 Nelson (1994), 한국동물분류학회 (1997) 및 김 등(2001)에 따랐다.

채집된 어류는 각 어구별로 종조성 자료를 이용하여 개체수와 생체량에 대한 Shannon-Wienser의 종다양도 지수 (H')를 구하였다 (Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = -\sum_{i=1}^s \{n_i/N \log n_i/N\}$$

n_i : 어종 I의 월별 개체 수 $i=1$.

N : 특정 채집 시기에 채집된 어류의 전체 생체량

S : 채집 어종수

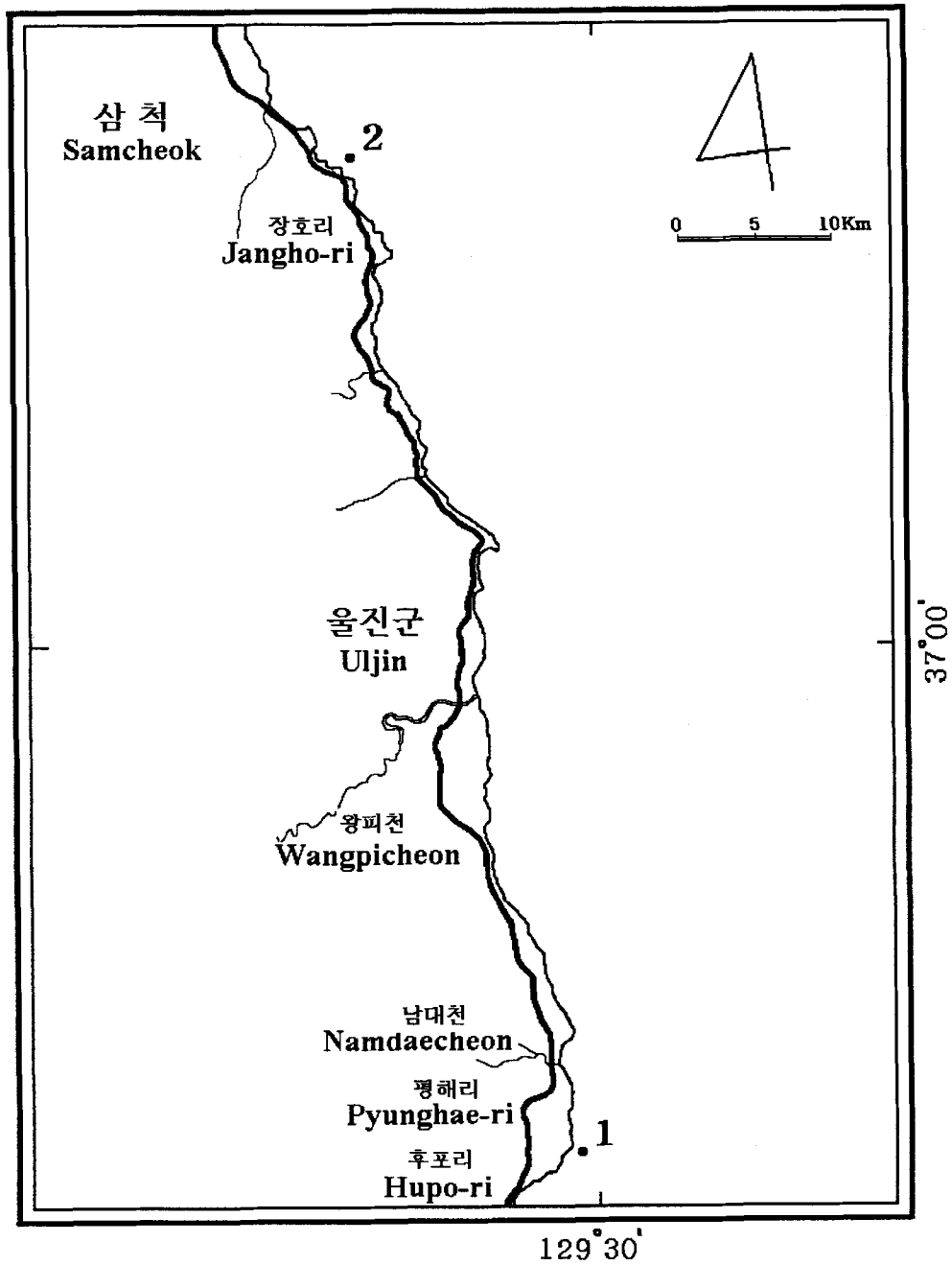


그림 3-3-3. 울진 삼척 지역의 조사 지점.

Fig. 3-3-3. Map showing the sampling sites in the costal water off Uljin and Samcheok.

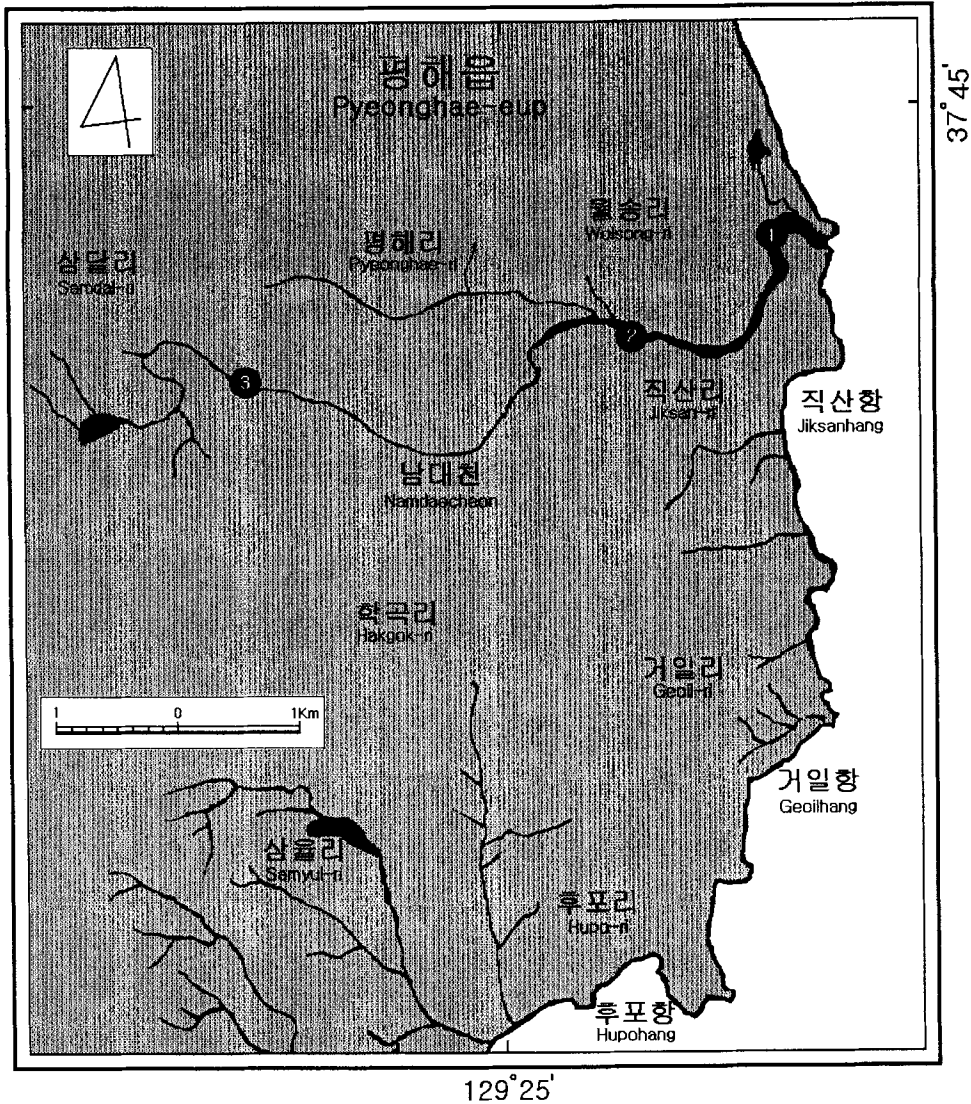


그림 3-3-4. 남대천 지역의 조사 지점.

Fig. 3-3-4. Map showing the sampling sites in Nam Dae Cheon.

나. 잠수조사

2004년 9월에 울진바다목장의 어류 자원 조사를 실시하였다. 조사는 해당 해역 내 자연 암반과 인공어초(36°41.654'N; 129°29.036'E)가 설치된 정점을 정하고 어류상과 수산어종의 자원 현황을 SCUBA 다이빙을 이용하여 수중 조사하였다(그림 3-3-5). 조사 대상이 된 인공어초 어장은 그동안 지방자치단체에서 설치한 콘크리트사각어초 어장이었다.

잠수 조사 방법은 자연 암반 정점 및 인공어초 어장에서 약 15분간 천천히 이동하면서 수중에서 어종 목록과 개체 크기 및 개체수를 육안 관찰, 사진 촬영 및 수중 비디오 촬영을 병행하였다. 자연 암반정점에서는 수중에서 일정한 방향을 정한 후 나침판을 보면

서 전진하면서 조사하였으며 인공어초 어장에서는 어초 바닥까지 내려간 후 어초의 내부와 주변부(어초 주위 약 1m 범위)를 천천히 돌면서 관찰하였다.

어체의 전장은 목측으로 수중에서 기록하였으며 일부 개체는 어획하여 조사선 선상이나 실험실에서 전장과 체중을 계측하여 수정 보완하였다. 매회 현장 조사 시에는 수중카메라(Nikonos V)와 수중비디오(Sony TRV 900) 촬영을 병행하여 확인이 필요한 부분을 재검토하고 어초에서의 어류 행동을 포함한 서식 생태를 관찰하여 분석 자료로 활용하였다.

어류 동정은 대부분 육안으로 하였으며 검정이 필요한 종은 분류 형질을 도감(Masuda et al., 1984; Nakabo, 1993)과 대조하였다. 어류의 분류 체계는 동물분류학회(1997)와 Nelson(1994)을, 국명은 한국산어명집(이 등, 2000)을 따랐다.

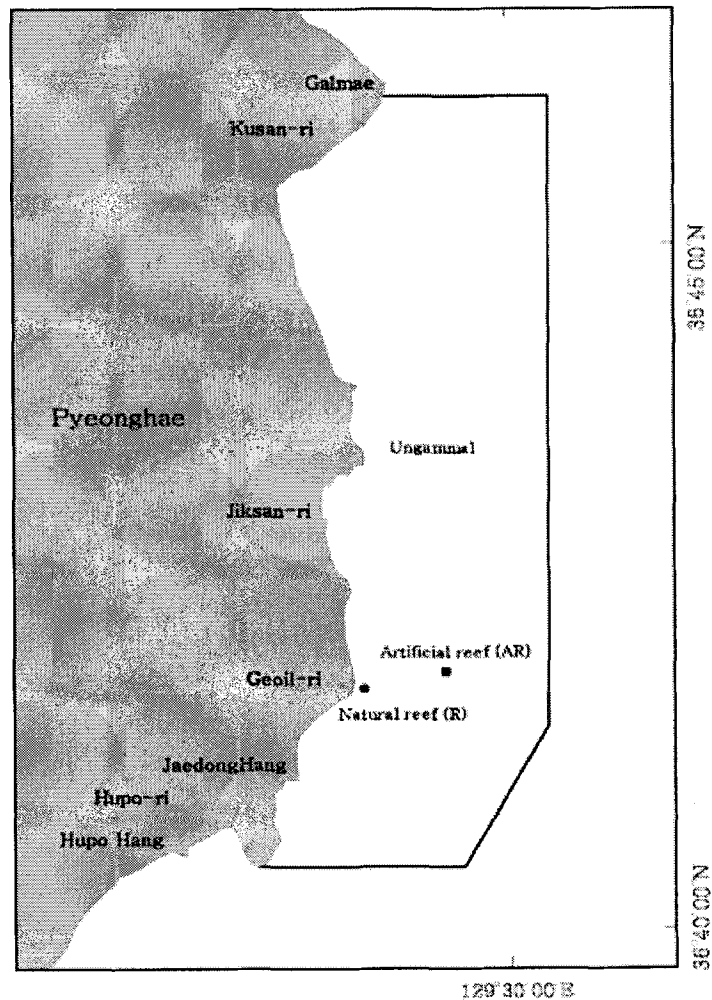


그림 3-3-5. 울진바다목장의 어류상 및 수산자원현황 조사 정점.

Fig. 3-3-5. Map showing the investigation stations for the fish fauna and fisheries resources in Uljin marine ranching area.

3. 결과 및 토의

가. 어구조사

(1) 패류자원

패류자원 조사는 형망어구를 이용하였으며 2004년 하계(9월) 및 추계(11월) 2회에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 남쪽지역인 거일리 연안해역에서 매회 3개 조사정점에서 조사를 하였다. 북쪽은 암반지역으로 조사가 불가하였다. 1회 투망 및 인망 조사 시 인망 면적은 260m²(형망폭 1.3m x 인망거리 200m)이다.

조사 기간 중에 출현한 어종은 총 9종으로 이중 패류가 5종, 극피동물류 2종, 갑각류 1종, 어류 1종이었다. 채집된 어종은 민들조개 (*Gomphina aequilatera*), 개량조개 (*Mactra chinensis*), 이색구슬우렁이 (*Neverita bicolor*), 밥고둥 (*Chorostoma argyrostoma*), 홍합 (*Mytilus coruscus*), 말뚝성게 (*Hemicentrotus pulcherrimus*), 방패연입성게 (*Clypeaster japonicus*), 게가재 (*Blepharipoda liberata*) 및 흑대기 (*Paraplagusia japonica*)가 출현하였다(그림 3-3-6, 2-3-7).

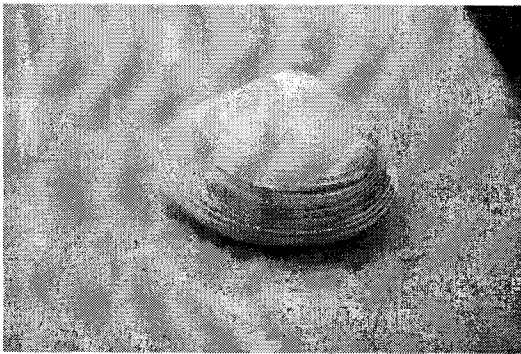


그림 3-3-6. 형망에 어획된 개량조개.

Fig. 3-3-6. *Mactra chinensis* collected by dredged nets.



그림 3-3-7. 형망에 어획된 민들조개.

Fig. 3-3-7. *Gomphina aequilatera* collected by dredged nets.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-1와 같으며 2004년 9월에 9종이 출현하였고 2004년 11월에는 2종이 출현하여 9월에 부수적으로 어획된 종수가 더 많이 나타났다.

어획량을 보면 형망의 주어획 대상종인 민들조개가 전체어획량의 99.9%이상을 차지하여 우점종으로 나타났고 그 다음으로 개량조개가 많이 어획되었으며 나머지 출현종은 부수적으로 어획된 종으로 나타났다.

표 3-3-1. 울진해역 형망에 어획된 어종목록(2004년 9월, 11월)33

Table 3-3-1. List of species collected by dredged net in Uljin, Korea

NO.	Species	Korean name	Sep. 2004	Nov. 2004.
1	<i>Gomphina aequilatera</i>	민들조개	○	○
2	<i>Mactra chinensis</i>	개량조개	○	○
3	<i>Neverita bicolor</i>	이색구슬우렁이	○	
4	<i>Chorostoma argyrostoma</i>	밤고둥	○	
5	<i>Mytilus coruscus</i>	홍합	○	
6	<i>Hemientrotus pulcherrimus</i>	말뚝성게	○	
7	<i>Clypeaster japonicus</i>	방패연입성게	○	
8	<i>Blepharipoda liberata</i>	게가재	○	
9	<i>Paraplagusia japonica</i>	흑대기	○	

조사 기간 중 총어획량은 전체어획량의 99.9%를 차지한 민들조개의 경우 312kg으로 2004년 9월에 1회 인망하여 평균 50kg을 어획하였고 11월에는 1회 인망하여 평균 53kg을 어획하였다. 따라서 1회 투망당어획량 52kg으로 나타났고 나머지 부수적 어획량은 미미하였다. 그리고 어획된 민들조개 중 폐사된 민들조개의 폐각을 분리하여 전체 민들조개 어획량과 비교해 본 결과 전체어획량의 중량비 0.06%에 지나지 않아 대체로 패류 조사어장이 양호한 것으로 추정된다.

주요 어획대상종인 민들조개와 개량조개의 각장 및 전중의 범위는 표 3-3-2과 같으며 각장조성은 그림 3-3-8, 2-3-9와 같다. 민들조개의 폐사된 폐각의 각장범위는 27~67mm이며 평균각장은 41mm로 대부분 폐사가 일어나는 크기는 1년생 이상의 크기에서 일어나고 있음을 알 수 있었다.

표 3-3-2. 민들조개 및 개량조개의 각장과 전중 범위

Table 3-3-2. Ranges of shell total length and weight of *Gomphina aequilatera* and

Mactra chinensis

Species	Shell length(mm) (avg.)	Total weight(g) (avg.)
<i>Gomphina aequilatera</i> (민들조개)	17~60 (39)	1.2~43.0 (14.1)
<i>Mactra chinensis</i> (개량조개)	48~87 (66)	20.0~106.4 (48.6)

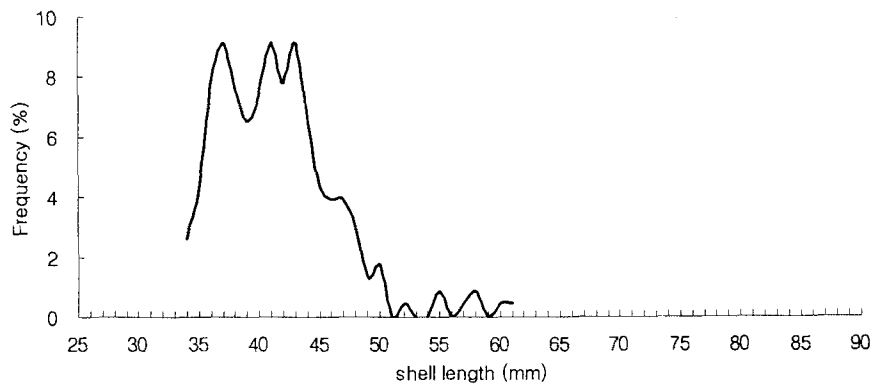


그림 3-3-8. 민들조개의 각장조성.

Fig. 3-3-8. Shell length composition of *Gomphina aequilatera*.

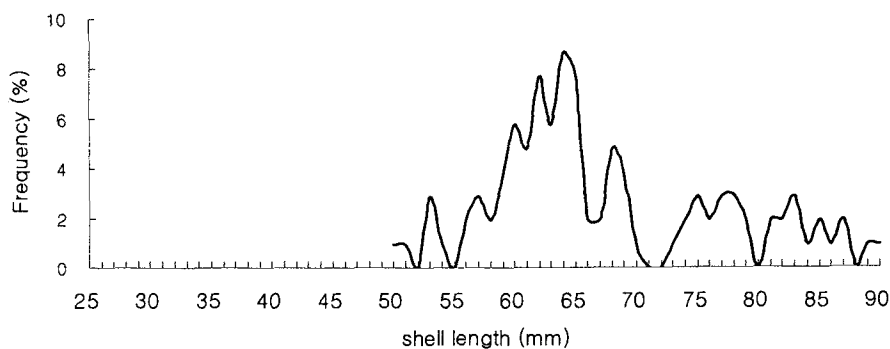


그림 3-3-9. 개량조개의 각장조성.

Fig. 3-3-9. Shell length composition of *Mactra chinensis*.

(2) 어류자원

(가) 저인망

조사는 2004년 하계(9월) 및 추계(11월) 2회에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 남쪽 및 북쪽 2개 지역 어획수심 20~60m에서 저인망(망구 폭 2.0m, 높이 90cm, 끝자루 망목 1cm)을 이용하여 2개 정점에서 예인속력 1~2knot로 약 10분간 인망하여 어획시험을 실시하였다(그림 3-3-10).

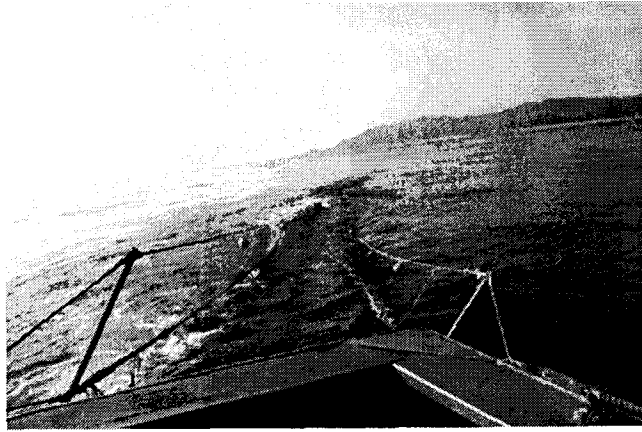


그림 3-3-10. 어류자원조사에 사용된 소형저인망.

Fig. 3-3-10. Small trawl net used for survey.

조사 기간 중에 출현한 어종은 총 19종으로 이중 어류가 13종, 두족류 3종, 극피동물류 1종, 갑각류 2종이었다. 채집된 주요 어종은 용가자미 (*Cleisthenes pinetorum*), 기름가자미 (*Glyptocephalus stelleri*), 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*), 가시투성어리새우 (*Paracrangon echinata*), 두가지자주새우(*Neocrangon communis*) 등이 출현하였다. 특히 어류 중 가자미과(Family Pleuronectidae)에는 총 5종이 포함되어 가장 중요한 어종 구성과로 나타났다. 우점종은 전체어획량의 66.6%를 차지한 용가자미이며 그 다음으로 황아귀 (*Lophius litulon*), 기름가자미, 문어(*Paraoctopus dofleini*), 대구횃대(*Gymnocanthus herzensteini*) 순으로 나타났다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-3과 같으며 2004년 9월에 18종이 출현하였고 2004년 11월에는 13종이 출현하여 9월에 어획된 어종수가 더 많이 나타났다. 특히 두족류는 9월에만 출현하였다.

조사 기간 중 어획량을 보면 총 85.8kg을 어획하였으며 노력 당 어획량은 21.5kg/10분(인망)으로 나타났다. 특히 저인망 조사에서 우리나라 연근해에서 발견되는 해파리 중 가장 대형종인 노무라입깃해파리(*Nemopilema nomurai*)가 어획되기도 하였다.

저인망에 어획된 주요 어종의 체장범위와 체장조성은 표 3-3-4 및 그림 3-3-11와 같다. 주요 종의 체장범위는 대부분 소형어 및 미성어 크기로 나타남으로서 이들 생물들이 울진 연안해역을 주로 성육장으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

표 3-3-3. 울진해역 저인망에 어획된 어종목록(2004년 9월, 11월)

Table 3-3-3. List of species collected by small trawl net in Uljin, Korea

NO.	Species	Korean name	Sep. 2004	Nov. 2004.
1	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	기름가자미	○	○
2	<i>Lepidopsetta bilineate</i>	까지가자미	○	
3	<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	대구횃대	○	○
4	<i>Pholis nebulosa</i>	베도라치	○	○
5	<i>Alcichthys alcicornis</i>	빨간횃대	○	○
6	<i>Enophrys diceraus</i>	빨횃대		○
7	<i>Glossanodon semifasciatus</i>	셋멸	○	
8	<i>Cleisthenes pinetorum</i>	용가자미	○	○
9	<i>Lumpenus sgitta</i>	장어베도라치	○	○
10	<i>Clidoderma asperrimum</i>	줄가자미	○	○
11	<i>Hexagrammos otakii</i>	취노래미	○	○
12	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	참가자미	○	○
13	<i>Lophius litulon</i>	황아귀	○	○
14	<i>Euprymna morsei</i>	귀오징어	○	
15	<i>Todarodes pacificus</i>	살오징어	○	
16	<i>Paraoctopus dofleini</i>	문어	○	
17	<i>Paracrangon echinata</i>	가시투성어리새우	○	○
18	<i>Neocrangon communis</i>	두가시자주새우	○	○
19	<i>Stichopus japonicus</i>	해삼	○	

표 3-3-4. 울진해역 저인망에 어획된 주요 어종의 체장범위(2004년 9월, 11월)

Table 3-3-4. Length range of major species collected by small trawl net in Uljin, Korea

Species	Korean name	Range of length(cm) (avg.)	Remark
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	기름가자미	7.5~21.2 (14.3)	TL
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	대구횃대	12.8~22.2 (17.5)	"
<i>Alcichthys alcicornis</i>	빨간횃대	12.0~24.3 (18.4)	"
<i>Glossanodon semifasciatus</i>	셋멸	10.4~14.5 (12.4)	"
<i>Cleisthenes pinetorum</i>	용가자미	13.1~30.5 (19.6)	"
<i>Clidoderma asperrimum</i>	줄가자미	13.1~14.5 (13.9)	"
<i>Hexagrammos otakii</i>	취노래미	16.7~26.3 (22.0)	"
<i>Pleuronectes herzensteini</i>	참가자미	16.9~30.1 (21.4)	"
<i>Lophius litulon</i>	황아귀	6.7~43.5 (28.4)	"
<i>Paracrangon echinata</i>	가시투성어리새우	0.81~1.74 (1.18)	CL
<i>Neocrangon communis</i>	두가시자주새우	1.00~3.91 (1.55)	"

* TL : Total Length, CL : Carapace Length

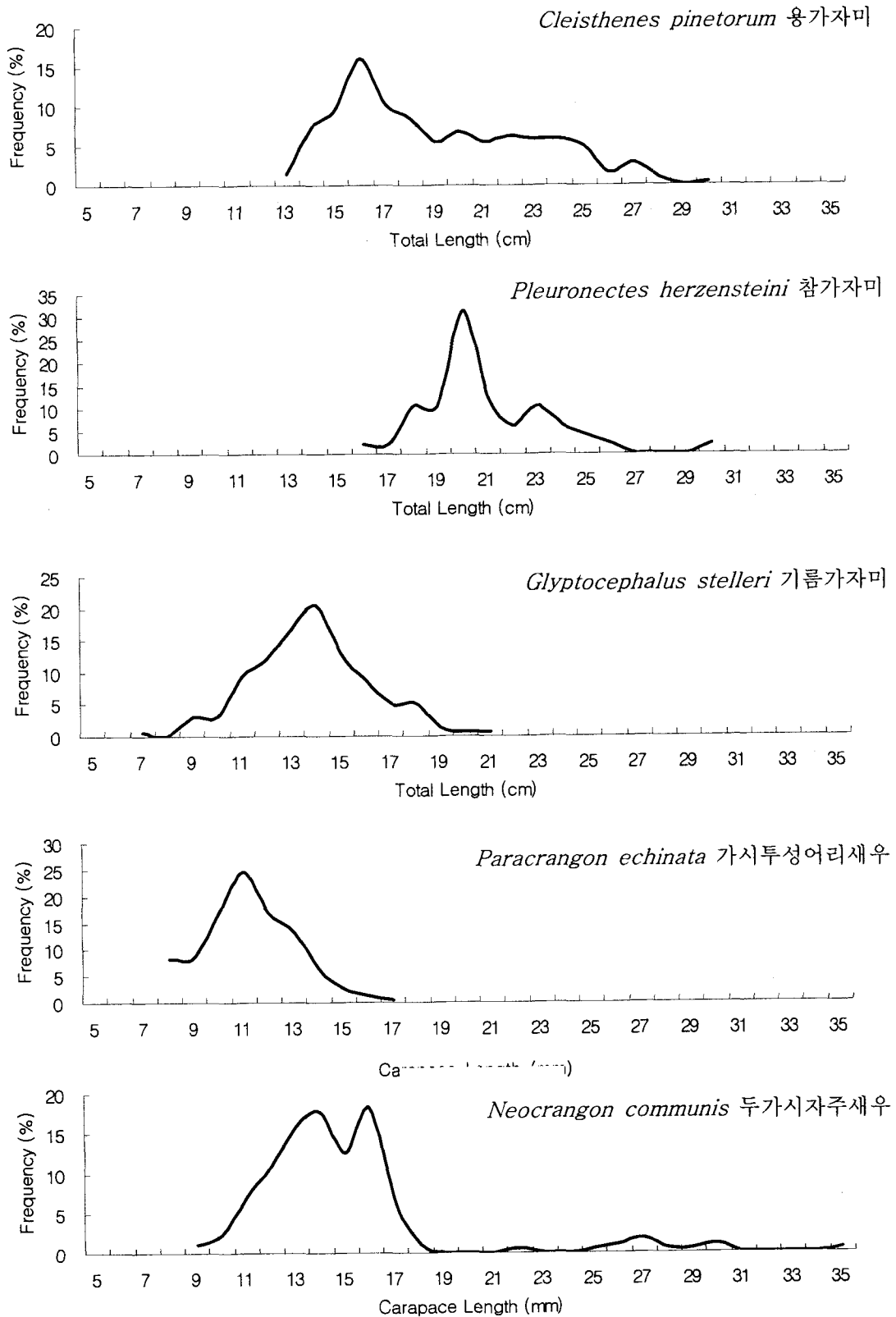


그림 3-3-11. 저인망에 어획된 주요 어종의 체장조성.

Fig. 3-3-11. Length compositions of major species collected by small trawl net.

(나) 자망

자망어구에 의한 어획시험 조사는 2004년 하계(9월) 및 추계(11월) 2회에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 남쪽 및 북쪽 2개 지역에서 어획수심 20~30m에서 자망(망목 80mm) 5폭을 1틀로 구성하여 2개 정점에 투망하여 24시간 침적 후에 양망하여 조사하였다(그림 3-3-12).

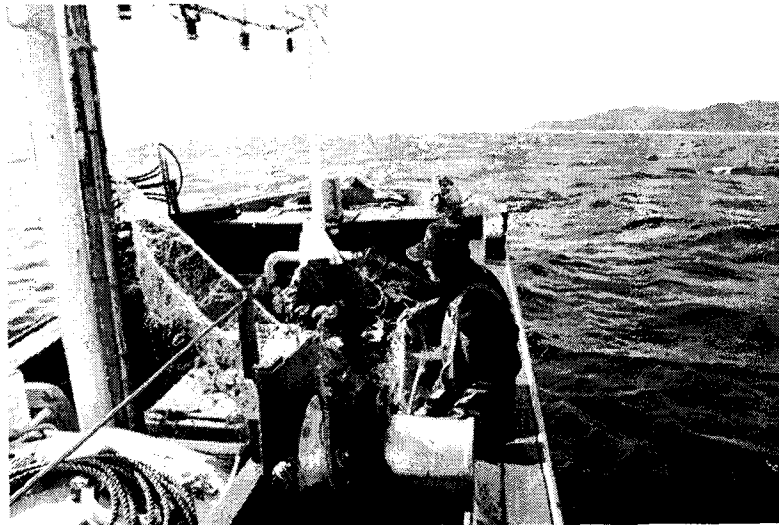


그림 3-3-12. 어류자원조사에 사용된 자망.

Fig. 3-3-12. Gillnet used for survey.

조사 기간 중에 출현한 어종은 총 22종으로 이중 어류가 16종, 패류 4종, 두족류 1종, 극피동물류 1종이었다. 채집된 주요 어종은 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 말쥐치 (*Thamnaconus modestus*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*), 용가자미 (*Cleisthenes pinetorum*) 등이 출현하였다. 우점종은 전체어획량의 21.9%를 차지한 쥐노래미이며 그 다음으로 참가자미, 말쥐치 순으로 나타났다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-5과 같으며 2004년 9월에 17종이 출현하였고 2004년 11월에는 11종이 출현하여 9월에 어획된 어종수가 더 많이 나타났다.

조사 기간 중 어획량을 보면 총 17.8kg을 어획하였으며 노력 당 어획량은 0.9kg/폭으로 나타났다.

자망에 어획된 주요 어종의 체장범위는 표 3-3-6와 같다. 주요 종의 체장범위는 대부분 소형어 및 미성어 크기로 나타남으로서 이들 생물들이 울진 연안해역을 주로 성육장으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

표 3-3-5. 울진해역 자망에 어획된 어종목록(2004년 9월, 11월)

Table 3-3-5. List of species collected by gillnet in Uljin, Korea

NO.	Species	Korean name	Sep. 2004	Nov. 2004.
1	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	○	
2	<i>Pseudoblonnius percoides</i>	돌꽂망둑		○
3	<i>Repomucenus lunatus</i>	돛양태	○	
4	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	○	○
5	<i>Ditrema temmincki</i>	망상어	○	
6	<i>Seriola quinqueradiata</i>	방어	○	
7	<i>Sebastes inermis</i>	불락		○
8	<i>Cookeolus boops</i>	빨돔	○	
9	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	성대	○	
10	<i>Cleisthenes pinetorum</i>	용가자미	○	
11	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	○	○
12	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	○	○
13	<i>Stephanolepis cirrhiifer</i>	쥐치	○	
14	<i>Microstomus achne</i>	찰가자미		○
15	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	참가자미	○	
16	<i>Pagrus major</i>	참돔	○	
17	<i>Patinopecten yessoensis</i>	가리비	○	○
18	<i>Pomaulax japonicus</i>	납작소라	○	○
19	<i>Retimohnia vernalis</i>	매끈이고둥	○	
20	<i>Neptunea intersculpta</i>	매물고둥		○
21	<i>Sepia</i> sp.	갑오징어류	○	○
22	<i>Anthocidaris crassispina</i>	보라성게		○

표 3-3-6. 울진해역 자망에 어획된 주요 어종의 체장범위(2004년 9월, 11월)

Table 3-3-6. Length range of major species collected by gillnet in Uljin, Korea

Species	Korean name	Range of length(cm) (avg.)	Remarks.
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	16.8~26.2 (19.7)	TL
<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	19.8~37.1 (27.4)	"
<i>Pleuronectes herzensteini</i>	참가자미	19.5~39.4 (24.5)	"

* TL : Total Length

(다) 통발

어획시험은 2004년 하계(9월) 및 추계(11월) 2회에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 남쪽 및 북쪽 2개 지역 어획수심 20~30m에서 장구형 통발(높이 76cm, 망목 20mm) 50개를 1틀로 구성하여 2개 정점에 투망하여 24시간 침적 후에 양망하여 조사하였다.

조사 기간 중에 출현한 어종은 총 7종으로 이중 어류가 2종, 극피동물류 3종, 패류 1종 및 갑각류 1종이었다. 채집된 주요 어종은 붕장어(*Conger myriaster*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 보라성게(*Anthcidaris crassipina*) 및 숨털문히(*Petalomera wilsoni*) 등이 출현하였다. 우점종은 전체어획량의 84.2%를 차지한 붕장어이며 그 다음으로 보라성게, 숨털문히 순으로 나타났다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-7과 같으며 2004년 9월에 4종이 출현하였고 2004년 11월에는 5종이 출현하였다.

표 3-3-7. 울진해역 통발에 어획된 어종목록(2004년 9월, 11월)

Table 3-3-7. List of species collected by trap in Uljin, Korea

NO.	Species	Korean name	Sep. 2004	Nov. 2004.
1	<i>Conger myriaster</i>	붕장어	○	○
2	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미		○
3	<i>Petalomera wilsoni</i>	숨털문히		○
4	<i>Neptunea intersculpta</i>	매불고둥		○
5	<i>Anthocidaris crassipina</i>	보라성게	○	○
6	<i>Plazaster borealis</i>	문어다리불가사리	○	
7	<i>Asterias amurensis</i>	아무르불가사리	○	

조사 기간 중 어획량을 보면 총 28.5kg을 어획하였으며 노력당33어획량은 14.0kg/100개(통발)으로 나타났다.

통발에 어획된 주요 어종의 체장범위는 표 3-3-8과 같으며, 우점종인 붕장어의 체장조성은 그림 3-3-13과 같다. 붕장어의 체장범위는 대부분 성숙체장인 50cm 전후(3~4세)로서 이들 생물들이 울진 연안해역을 주로 성육과 산란장으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

표 3-3-8. 울진해역 통발에 어획된 주요 어종의 체장범위(2004년 9월, 11월)

Table 3-3-8. Length range of major species collected by trap in Uljin, Korea

Species	Korean name	Range of length (cm) (avg.)	Remarks.
<i>Conger myriaster</i>	붕장어	19.3~78.6 (58.9)	TL
<i>Petalomera wilsoni</i>	숨털물히	2.0~3.2 (2.5)	CL
<i>Anthocidaris crassispina</i>	보라성게	3.8~9.5 (7.1)	RL

TL : Total Length, CL : Carapace Length, RL : Radius Length.

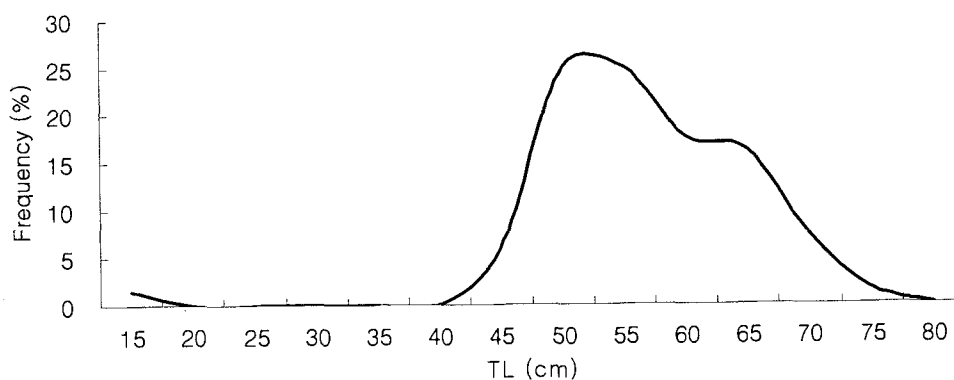


그림 3-3-13. 통발에 어획된 붕장어의 체장조성.

Fig. 3-3-13. Length composition of *Conger myriaster* collected by trap.

(라) 정치망

울진지역의 어류 :

조사기간 동안 정치망에 어획된 어류는 총 8目 17科 22種이 출현하였으며, 그 중 농어목어류 (Perciformes)가 8과 9종으로 가장 많이 출현하였다. 그 다음으로 복어목어류 (Tetraodontiformes)가 3과 5종, 가자미목어류 (Pleuronectiformes)가 1과 2종, 청어목어류 (Clupeiformes)가 1과 2종의 순으로 나타났으며, 그 외는 각각의 목에 각 1과 1종씩 나타났다.

과별 출현 종을 살펴보면 쥐치과어류 (Monacanthidae)가 3종, 청어과어류 (Clupeidae)과 2종, 전갱이과어류 (Carangidae)가 2종, 넙치과어류 (Paralichthyidae)가 2종으로 나타났으며, 그 외의 종들은 각각 1과에 1종씩 출현하였다.

조사 기간 동안 정치망에 어획된 어류의 종조성은 22개 분류군으로 총 762마리 221,267g으로 조사되었으며, 분류군별 출현 양상을 살펴보면 표 3-3-9와 같다. 가장 많이 채집된 어종은 방어 (*Seriola quinqueradiata*)로 전체 개체 수의 36.1%로 가장 우점하였고 다음으로 전갱이 (*Trachurus japonicus*)가 개체 수의 31.4%, 독사시치(*Siganus fuscescens*)가 23.9%, 나머지는 매우 소량씩 채집되었다. 전체 생체량에서도 역시 방어가 94.6%를 차

지하여 가장 우점하였고 다음으로 전갱이 (*Trachurus japonicus*)가 1%, 나머지는 1% 미만으로 극히 미미하였다.

월별 채집 종 수를 살펴보면 첫 조사 시기인 9월에 11개 분류군, 10월에 3개 분류군, 11월에 10개 분류군 및 12월 13개 분류군이 출현하여 전체 출현종 22개 분류군 가운데 12월에 전체 분류군의 54.5%를 차지하여 가장 높았으며, 10월에 13.6%로 가장 낮았다.

채집된 어종의 월별 생체량의 변동을 살펴보면 9월에 5,006.9g, 10월에 4,686.8g, 11월에 203,637.9g 및 12월에 7,935.5g으로 조사되었는데 그 가운데 11월에 가장 많이 출현하여 전체 출현량의 92%를 차지하였으며, 10월에 2.1%로 가장 낮았고, 그 외의 12월 및 9월은 각각 3.6%와 2.3%로 나타났었다.

표 3-3-9. 울진에서 정치망에 채집된 어류의 개체 수 및 생체량

Table 3-3-9. The individual of fishes and biomass collected by set net in the coastal water off Uljin from September to December 2004

Scientific name	Korean name	2004년					
		Sept.		Oct.		Nov.	
		N	W	N	W	N	W
<i>Conger myriaster</i>	붕장어	1.0	299.0				
<i>Clupea pallasii</i>	청어					2.0	90.0
<i>Konosirus punctatus</i>	전어	2.0	349.1				
<i>Zeus faber</i>	달고기					1.0	372.6
<i>Fistularia commersonii</i>	홍대치	1.0	177.2				
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락						
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어						
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔			1.0	1.3	5.0	10.8
<i>Seriola quinqueradiata</i>	방어	2.0	723.5	12.0	4524.0	258.0	201652.8
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	230.0	2491.9	5.0	161.5	2.0	64.4
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔						
<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	12.0	85.5				
<i>Arctoscopus japonicus</i>	도루묵					7.0	394.7
<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	180.0	532.5			2.0	25.4
<i>Scomber japonicus</i>	고등어	1.0	24.8			3.0	622.8
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치						
<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미						
<i>Aluterus monocerus</i>	객주리						
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	2.0	72.5			5.0	238.5
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	1.0	160.3			1.0	165.7
<i>Takifugu xanthopterus</i>	까치복	2.0	90.6				
<i>Diodon holocanthus</i>	가시복						
Total	22종	434.0	5006.9	18.0	4686.8	286.0	203637.9

N: number, W: Weight(g)

표 3-3-9. 계속

Table 3-3-9. Continued

Scientific name	Korean name	2004		합계		%	
		Dec.		N	W	N	W
		N	W				
<i>Conger myriaster</i>	붕장어			1.0	299.0	0.1	0.1
<i>Clupea pallasii</i>	청어			2.0	90.0	0.3	0.0
<i>Konosirus punctatus</i>	전어	5.0	485.2	7.0	834.3	0.9	0.4
<i>Zeus faber</i>	달고기	1.0	219.1	2.0	591.7	0.3	0.3
<i>Fistularia commersonii</i>	홍대치			1.0	177.2	0.1	0.1
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	1.0	375.0	1.0	375.0	0.1	0.2
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	1.0	1,800.0	1.0	1,800.0	0.1	0.8
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔			6.0	12.1	0.8	0.0
<i>Seriola quinqueradiata</i>	방어	3.0	2,385.3	275.0	209,285.6	36.1	94.6
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	2.0	87.6	239.0	2805.4	31.4	1.3
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	1.0	274.7	1.0	274.7	0.1	0.1
<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어			12.0	85.5	1.6	0.0
<i>Arctoscopus japonicus</i>	도루묵	1.0	98.0	8.0	492.7	1.0	0.2
<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치			182.0	557.9	23.9	0.3
<i>Scomber japonicus</i>	고등어			4.0	647.6	0.5	0.3
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	1.0	378.3	1.0	378.3	0.1	0.2
<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	1.0	310.0	1.0	310.0	0.1	0.1
<i>Aluterus monocerus</i>	객주리	1.0	496.0	1.0	496.0	0.1	0.2
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	1.0	74.0	8.0	385.0	1.0	0.2
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치			2.0	326.0	0.3	0.1
<i>Takifugu xanthopterus</i>	까치복			2.0	90.6	0.3	0.0
<i>Diodon holocanthus</i>	가시복	5.0	952.3	5.0	952.3	0.7	0.4
Total	22종	24.0	7,935.5	762.0	221,267.0	100.0	100.0

채집된 어종의 월별 개체 수의 변동을 살펴보면 1차 조사인 9월에는 전체 개체 중에서 전어가 53%로 가장 많이 출현하였고 그 다음으로 독가시치가 41.5%를 차지하였으며, 2차 조사인 10월에는 방어와 전갱이가 각각 66.7% 및 27.8%를, 3차 조사와 4차 조사인 11월 12월에 방어가 각각 90.2% 및 12.5%를 차지하여 전 조사기간 동안 방어와 전갱이가 가장 많은 개체 수를 나타내었다.

또한 채집된 어종의 월별 생체량의 변동을 살펴보면 1차 조사인 9월에 전체 생체량 중에서 전갱이가 49.8%로 가장 많은 양을 나타내었고, 그 다음으로 방어가 14.5%를 나타내었다. 그 외의 어종으로는 독가시치가 10.6%, 전어가 7%, 붕장어가 6%, 나머지는 3%대 미만으로 출현하였다. 2차 조사인 10월에는 방어와 전갱이가 각각 96.57% 및 3.4%를 대부분을 차지하였고, 3차 조사인 11월에는 방어가 99%를 나타내었다. 마지막 4차 조사인 12월에는 방어가 30.1%, 농어가 22.7%였으며, 그 외의 어종으로는 가시복이 12%, 전어가 6.1%, 객주리가 6.3%였으며 나머지는 5% 미만을 나타내었다.

남대천의 담수어류 :

조사 기간 동안 출현한 담수어류는 총 6目 7科 13種이 출현하였으며, 그 가운데 잉어목어류 (Cypriniformes)가 1과 5종으로 가장 많이 출현하였으며, 그 다음으로 농어목어류 (Perciformes)가 2과 3종이 출현하였다. 나머지는 청어목어류 (Clupeiformes)가 1과 1종, 바다빙어목어류 (Osmeriformes)가 1과 1종, 송어목어류 (Mugiliformes)가 1과 1종 및 큰가시고기목어류 (Gasterosteiformes)가 1과 1종씩 출현하였다.

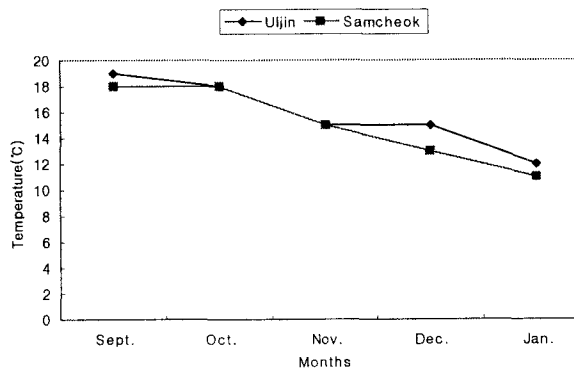
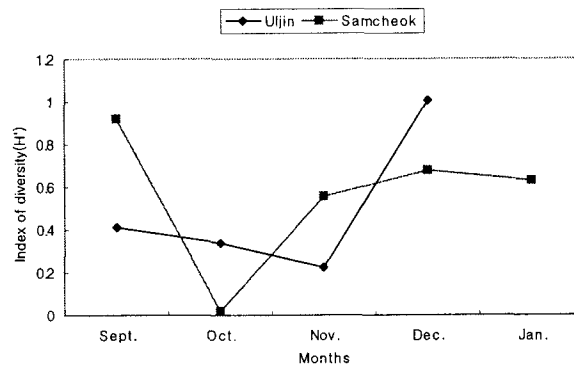
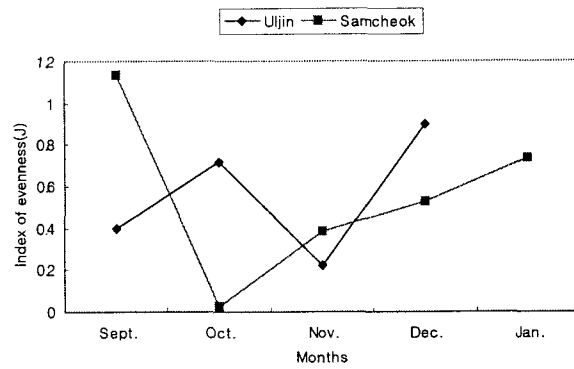
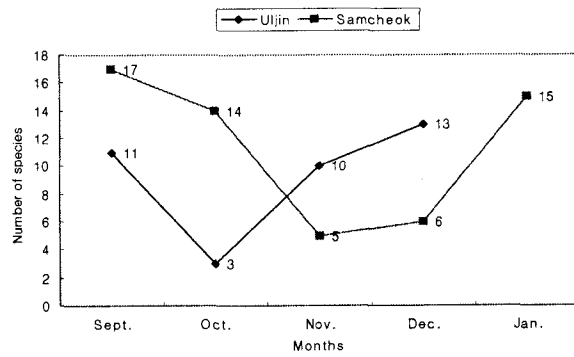


그림 3-3-14. 울진과 삼척지역 어류의 다양도 지수, 균등도 지수, 종 수 및 수온의 변화
 Fig. 3-3-14. Difference of species diversity, evenness, number of fishes and temperature in Uljin and Samcheok from September 2004 to January 2005.

본 조사에서 채집된 어류는 총 6,230개체, 40,026.0g으로 조사되었는데 정점별 개체 수와 생체량은 표 3-3-10에 나타내었다. 정점별 출현 개체 수 및 생체량을 살펴보면 바다와 인접하는 남대천의 하류 지역인 정점 1에서 가장 많은 5,955개체 및 38,522.4g이 채집되어 전체 개체 수 및 생체량의 각각 95.6% 및 96.2%를 차지하여 가장 우점하였다. 그 다음으로 하천의 상류지대인 정점 3에서 250개체, 1,395.2g을 차지하여 각각 4% 및 3.5%를 차지하였고, 정점 2이 가장 적은 25개체, 108.4g을 차지하여 각각 0.4% 및 0.3%만을 차지하였다. 출현 종 중에서는 황어 (*Tribolodon hakonensis*)가 28,168개체가 채집되어 약 70.4%로 가장 우점하였으며, 그 다음으로 점몰개 (*Squalidus multinaculatus*)가 2,336개체로 약 37.5%로 우점하였다. 생체량에서도 황어가 28,168g으로 전체의 약 70.4%로 가장 우점하였고, 점몰개가 7,865g으로 19.6%를 차지하여 우점하였다. 그러나 나머지 종들은 1%대 이하로 매우 적게 출현하였다. 또한 채집된 어종 13종 가운데 정점 1에서 10종, 정점 2에서 2종 및 정점 3에서 3종이 출현하였는데 하천의 하류 지역에서는 황어, 빙어, 송어, 전어, 문절망둑, 가시고기 등과 같은 기수어가 많이 출현하여 조사 지점의 특성을 잘 나타내었으며, 조사 지역의 상류에 해당하는 곳은 남대천의 본류가 유입되는 지점이나 조사 당시 하천이 거의 바닥을 드러내고 있는 점으로 보아 물의 수량이나 소의 크기에 따라서 출현 종의 개체 수와 종 수가 적게 나타난 것으로 생각된다.

표 3-3-10. 남대천에서 채집된 어류의 개체 수 및 생체량

Table 3-3-10. The individual of fishes and biomass collected in Nam Dae Cheon

Scientific name	Korean name	St 1		St 2		St 3		Total		%	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Konosirus punctata</i>	전어	7	539.9					7	539.9	0.1	1.3
<i>Carassius auratus</i>	붕어	6	78.7					6	78.68	0.1	0.2
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	3	165.4					3	165.4	0.0	0.4
<i>Phoxinus lagowskii</i>	버들개					58	421.2	58	421.2	0.9	1.1
<i>Squalidus multinaculatus</i>	점몰개	2,326	7,836.7	10	28.3			2,336	7,865	37.5	19.6
<i>Tribolodon hakonensis</i>	황어	3,465	28,168					3,465	28,168	55.6	70.4
<i>Zacco temminck</i>	갈겨니			15	80.1	86	369.8	101	449.9	1.6	1.1
<i>Hypomesus olidus</i>	빙어	88	595.8					88	595.8	1.4	1.5
<i>Mugil cephalus</i>	송어	27	184.9					27	184.9	0.4	0.5
<i>Pungitius sinensis</i>	가시고기	2	5					2	4.96	0.0	0.0
<i>Coreoperca herzi</i>	걱지					106	604.2	106	604.2	1.7	1.5
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	문절망둑	25	923.3					25	923.3	0.4	2.3
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	꼭저구	6	24.8					6	24.8	0.1	0.1
Total	13종	5,955	38,522.4	25	108.4	250	1,395.2	6,230	40,026.04	100.0	100.0

(3) 자원밀도

어류자원의 경우 소형기선저인망어업의 어획시험에 의한 조사결과를 소해면적법을 사용하여 추정한 결과, 저서자원의 면적당 자원밀도는 $34.7\text{kg}/\text{km}^2$ 으로 나타났다. 패류자원은 형망어구에 의한 인망면적을 고려하여 면적당 자원밀도가 $20\text{kg}/\text{km}^2$ 으로 나타났고, 패류의 경우는 주로 연안 수심 5m 이내에서 분포하는 것으로 조사되었다.

본 연구는 9월과 11월의 2회 어획시험조사에 의한 자원밀도 분석 결과로 차후 조사가 더 보완되어야 할 것이다.

나. 잠수조사

울진 바다목장 해역 내에서의 어류 자원 조사를 위하여 2004년 9월중에 자연 암반정점과 인공어초 어장 정점을 정하고 수중 다이빙에 의한 수중 생태 자원조사를 실시하였다.

(1) 자연암반

울진바다목장 해역 내 자연 암반 자원 조사는 인공어초 어장과 비슷한 수심대를 비교하기 위하여 수심이 25m 전후인 수중 암반 정점을 정하여 스쿠버다이빙에 의한 수중 조사를 실시하였다.

조사당일 수온은 15°C 였으며 투명도는 4-5m 이상으로 육안으로 생물상으로 조사하기에 적합한 날이었다. 선박에서 입수하여 바로 수심 25m인 바닥층까지 내려간 후 약 75m^2 의 면적 내 어류를 조사하였다. 조사 지역은 굴곡이 그다지 크지 않은 암반이 잘 발달된 곳으로 전체적으로 편평한 곳이었다.

높이 1-1.5m 정도의 얇은 굴곡이 있다고는 하지만 비교적 단순한 해저면 때문인지 어류의 종수나 양적인 면에서 많이 부족한 곳이었다. 암반 표면에는 한대성 해조류인 구멍 쇄미역과 소형 홍조류들이 드문드문 서식하였다.

관찰된 어류로는 쥐노래미, 황놀래기, 흰꼬리볼락, 바닥문질 등 4종뿐이었으며 개체수는 14-30cm 크기의 쥐노래미가 7마리, 황놀래기 2마리, 흰꼬리볼락 1마리로서 극히 적은 자원량을 나타내었다(표 3-3-11). 이러한 결과는 조사 당시 수온이 15°C 로 계절에 비하여 차갑고 앞서 언급한 바와 같이 단순한 해저 지형에도 그 이유가 있겠지만 년 중 차가운 해류가 흐르는 동해 연안의 바닥층의 특성을 그대로 보여주는 결과라 하겠다.

이러한 결과는 10월에 태안바다목장에서 조사된 8-9종의 어종수와 비교하여도 극히 작은 값으로 종 다양성이 지극히 낮은 것으로 보인다. 그 중에서도 수산어종으로는 30cm 급 쥐노래미 두 마리밖에 없었다. 회유성 어종에 의하여 수산물 생산이 좌우되는 동해의 전형적인 생물상을 보여주는 곳이었다.

표 3-3-11. 울진바다목장의 연안 암반과 인공 어초에서 확인된 어종

Table 3-3-11. Fish species observed at the rocky bed and artificial reefs in Uljin marine ranching area

No.	Scientific name	Korean name	연안 암반		인공 어초	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Sebastes longispinis</i>	흰꼬리볼락	15	1	-	-
2	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	-	-	25	1
3	<i>Sebastes thompsoni</i>	볼볼락	-	-	6	10
4	<i>Sebastes vulpes</i>	누루시볼락	-	-	24	1
5	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	15,	5,	30-40	2
			30	2		
6	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	가시망둑	-	-	8	1
7	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	-	-	6~8	2000이상
8	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	-	-	12~13	3
9	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	-	-	6~8	3000이상
10	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	12-22	2	12	1
11	<i>Sagamia geneionema</i>	바닥문절	6	2	-	-
12	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	-	-	14~16	80
			4		10	

(2) 인공어초

자연 암반의 자원량 조사와 동일한 날, 같은 방법으로 조사가 실시된 울진바다목장 해역 내 사각어초어장에서 어류자원 조사를 실시하였다.

수심 28m의 모래바닥에 설치된 콘크리트 사각어초어장에서는 수온이 15(저층)-21(표층)℃를 기록하여 대조구인 암반정점보다 수온이 조금 높았다.

조사 대상의 어초는 편평한 모래바닥에 4-5단으로 잘 쌓여져 있었고, 확인된 어종은 총 10종으로 암반 지형에 주로 서식하는 볼볼락, 조피볼락, 돌돔 등의 어종과 함께 말쥐치, 전갱이 등 회유성 어종이 함께 확인되었다. 가장 많은 개체수를 보인 어종은 2,000-3,000마리 이상으로 무리 짓고 있었던 인상어와 전갱이였으며, 이 두 종은 주로 인공어초어장의 상층부에서 빠른 속도로 유영하며 떼를 짓고 있었다. 그 다음으로 14-16cm 급 어린 말쥐치가 25마리로 다음으로 많았다. 그 외는 12-14cm 급 돌돔 유어가 3마리, 쥐노래미, 황놀래기, 조피볼락, 누루시볼락 등이 각각 한 마리씩으로 전체적으로량이 적었다.

이번 조사 결과는 총 12종이 확인되었던 2003년도 조사 결과와 비교하면 인상어 및 전갱이가 수 천 마리씩 관찰되었던 점은 유사하지만 볼락류의 자원량은 이번 조사에서 적게 나타났다. 이곳의 쥐노래미는 모래 바닥에서 설치된 인공어초로 인하여 정착하게 된 어종으로 생각되었다.

어초어장에서의 수온 환경은 수면에서 21℃로 여름철 고수온을 유지하고 있었던 반면

수심 8-9m에서는 20℃, 그 이심에서는 수온이 하강하여 어초가 있는 층은 15℃를 나타내었다. 이처럼 불과 수심이 25-28m인 자연암반 정점과 인공어초 정점에서 이처럼 표층과 저층의 수온 차이가 5-6℃씩 나는 것은 울진바다목장 해역인 연안이 차가운 물덩이와 따뜻한 물덩이가 교차하면서 섞이고 있는 것을 나타낸다고 볼 수 있다.

따라서 조사 대상이 되는 어종의 다양성이나 자원량이 이러한 물덩이의 수직적인 분포나 니 흐름 속도에 따라 많은 영향을 받을 것으로 추정되어 종 다양성이나 자원량의 정량 분석은 해당 해역의 해양 환경을 감안한 장기적인 축적된 자료를 근거로 분석되어야 할 것으로 보인다.

울진바다목장해역에 수산 자원조성을 위하여 투하된 인공어초는 1973년부터 2003년까지 소형사각형어초, 사각형어초, 반구형어초 3종이 925ha에 6,351개이며 어초 종류별로는 소형사각형어초가 40ha에 250개, 사각형 어초가 829ha에 5,179개, 반구형어초가 56ha에 922개이다.

한편, 울진바다목장에서는 채낚기, 자망, 동해구기선저인망, 트롤, 연승, 정치망 및 통발어업이 이루어지고 있으며 2000~2002년의 어업별 어획량을 보면 오징어외에는 꽁치, 고등어 등이 40-90%를 차지하고 그밖에 방어류, 다랑어류, 감성돔, 조피볼락, 가오리류, 대구, 개볼락 등이 어획되고 있어 이 해역에서의 주 어종이 난류를 따라다니는 회유성 어종을 알 수 있다. 즉, 정착성 어종이 상대적으로 적음을 알 수 있다. 바꾸어 이야기 하면 인공어초 어장이나 자연 암반에서의 어업은 그 비중이 낮다고 할 수 있다.

따라서 이번 조사에서도 결과에서 보듯이 울진바다목장 해역 내의 인공어초나 자연 암반에서의 종 다양성이나 수산 자원량은 남해와는 달리 단순하면서 그 량도 적어 이 해역이 회유성 어종의 출현 여부에 따라 이런 요소들에 대한 계절별 변동이 큰 특징을 보일 것으로 판단되었다.

제 4 절 요약 및 결론

1. 대상종의 자원생태 특성

동해형 바다목장의 주 대상 어종은 우선 고급어종으로는 조피볼락 넙치, 지역적 특성에 따른 회유성 어종으로는 연어, 은어, 무척추 동물은 전복, 문어, 성게, 그리고 해조류로는 모자반이다. 이들 대상 종에 대한 연구는 양식 대상 종으로서 많은 연구들이 진행되어 오고 있으나 제주 지역을 중심으로 한 연안에서의 이동, 성장, 행동 등 생태적인 자료 축적은 그다지 많지 않은 실정이다. 따라서 동해 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 증대를 위하여 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

동해안 지역의 고급어종으로는 조피볼락 넙치, 지역적 특성에 따른 회유성 어종으로는 연어, 은어 등의 대상 종들은 바다목장 조성에 따른 해당 지역어민의 직접적인 소득증대를 창출할 수 있는 매우 중요한 어종임은 자명한 사실이다. 일반적인 대상 어류의 생태특성을 검토하여 본 결과 동해안 지역의 특수성 즉 관광을 토대로 많은 인구가 유동함에 따라 어민 소득과 연계하여 본 어종이 갖는 일반 생태적 적합성에는 이론의 여지가 없다는 사실이다. 다시 말해서 바다목장 해역의 특산품으로 자리 매김하기에 손색이 없는 어종들이다. 무척추 동물은 전복, 문어, 성게를 대상으로 동해안 연안에 널리 분포하고 있는 암반 지역의 특수성을 최대한 활용하여 연안 어장 조성을 구성할 때 바다목장 해역의 적절한 활용의 극대화를 염두에 두고 선택할 수 있는 매우 중요한 대상 무척추 동물로 판단된다. 바다의 해조군락(해중림)은 생물 생산력이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 다시 말해서 바다목장 사업의 어장 조성 분야에 중요한 기초사업이나 다름없다. 바다에서의 식물군락의 조성은 식물에 의하여 구성된 공간이나 부착기질이 작은 동물들과 부착생물에게 호적의 서식장소로 제공되고, 또한 이들을 먹이로 하는 많은 생물군집이 모여들 수 있는 여건이 조성되는 것이다. 그러므로 식물군락이 조성되면 당연히 좋은 어장이 조성됨으로 연안 수산자원의 유지 및 관리가 가능한 조건이 동시에 만들어 지는 결과가 된다. 특히 모자반류의 해조군락에는 모자반을 먹이로 하는 전복과 소라, 분홍성게(*Pseudocentrotus depressus*)와 새우류와 게 유생 등도 많은 것으로 확인되며 히드라충류, 해면류, 태형동물, 그리고 불가사리 등이 출현하였다. 따라서 모자반이 서식하면 주변에 분포하는 자원생물의 먹이를 제공하는 것으로 보고 되었다.

2. 대상종의 서식 특성

울진바다목장해역의 어류서식지 특성을 조사하였다. 목장해역의 지형특성을 알기 위해 위성자료와 해저지형자료를 분석하였다. 바다목장해역 내 암반서식지에서 살아가는 생물의 군집특성을 분석하기 위해 조하대에서 13개 조사지점을 선정하였고, 해조류와 부착동

물의 풍도를 조사하였다. 또한 획득한 자료를 이용하여 주요종의 공간분포를 기술하였다.

3. 유용생물자원조사

울진 바다목장화 해역내의 유용생물자원조사를 위하여 2004년 9월과 11월에 패류자원은 형망어구를 사용하여 남쪽지역인 울진군 후포면 거일리 연안해역에서 3개 조사정점에서 조사를 하였다. 어류자원은 소형저인망, 자망, 통발 등 세 가지 어구를 선정하여 조사해역 내 북쪽지역과 남쪽지역으로 크게 나누어 2개 조사정점에서 어획시험을 실시하였다.

조사 기간 중에 패류가 9종, 극피동물류 6종, 두족류 4종, 갑각류 4종이 각각 출현하였으며, 출현한 어종은 총 51종이 출현하였고, 이중 어류가 28종으로 가장 많이 출현한 분류군이였다.

조사어구별로는 저인망에서 총 19종이 출현하였고 주요 우점종은 용가자미, 황아귀, 기름가자미, 문어, 대구횃대 순으로 나타났다. 어획량은 총 85.8kg을 어획하였으며 노력당어획량은 21.5kg/10분(인망)으로 나타났다.

자망에서는 총 22종이 출현하였고 주요 우점종은 쥐노래미, 말쥐치, 참가자미로 나타났다. 어획량은 총 17.8kg을 어획하였으며 노력당어획량은 0.9kg/폭으로 나타났다.

통발에서는 총 7종이 출현하였고 주요 우점종은 붕장어, 보라성게, 솜털문히로 나타났다. 어획량은 총 28.5kg을 어획하였으며 노력당어획량은 14.0kg/100개(통발)으로 나타났다.

정치망 어구에 어획된 어류는 762개체, 221,267g으로 8목 17과 22종이 출현하였으며, 그 가운데 방어가 개체 수에서 67.5%로 가장 우점하였고, 생체량에서도 방어가 94.6%로 대부분을 나타내었다. 또한 비교 조사 지역인 삼척에서 조사된 어류는 정치망 어구에서 총 11목 24과 26종이 출현하였는데 그 가운데 전갱이가 개체 수의 98%, 생체량의 84.5%로 가장 우점하였다. 출현 종의 경향은 가을이 다소 겨울보다 높게 나타났다. 하지만, 출현한 분류군은 지역 간의 특별한 차이는 보이지 않았으며, 단지 아열대성 어류인 돌돔, 가시복 등이 한 대성 어류인 도루묵과 함께 채집되는 현상이 나타났다.

동해안의 담수어류는 조사 결과 총 6목 7과 13종이 출현하였는데 줄로 강 하구 부분에서 많은 종이 출현하였으며, 황어가 70.4%로 가장 우점하였다.

형망에서는 총 9종이 출현하였고 주요 우점종은 민들조개, 개량조개로 나타났다. 어획량은 312kg를 어획하였으며 노력당어획량 52kg/투망으로 나타났다.

2004년 9월에 울진바다목장 해역 내 자연 암반과 인공어초 어장에서 SCUBA 다이빙을 이용하여 어류 자원 조사를 실시하였다.

수심이 25m 전후인 수중 암반 정점에서 수온은 15℃였고, 쥐노래미, 황놀래기, 흰꼬리블락, 바닥문절 등 4종만이 관찰되었고, 수심 28m의 모래바닥에 설치된 콘크리트 사각어초는 4, 5단으로 잘 쌓여져 있었으며 총 10종이 확인되었다.

참고문헌

- Kang, J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea, Bull. Pusan Fish. Coll., 7(1, 2): 1-125.
- Kita, T. and E. Harada. 1962. Studies on the epiphytic communities, I The abundance and distribution of microalgae and small animals on the *Zostera blades* Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 10: 145-257.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The fishes of the Japanese archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo. Text and plates: 437pp.+370pls.
- Morton, J. and M. C. Miller. 1973. The New Zealand Sea Shore. 2nd. ed. Collins, London. 653pp.
- Myoung, J.G. and Y.J. Park. 2001. Monthly changes of fish fauna at experimental artificial reef in Tongyeong marine ranching area, Korea. Ocean and Polar Research, 23(3): 311-313.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial key to the species. Tokai Univ. press, Tokyo. 1474pp.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world(3rd ed.). John Wiley and Sons, New York, 550 pp.
- Oshima, M. 1934. Life-history and distribution of the freshwater salmon founds in the water of Japan. Proc. Fifth Pac. Sci. Congress(Canada, 1933). V5 : 3751-3733.
- Pielou, E.M. 1966. The measurement of diversity in different types of biology collection. J. Theoret. Biol., 13 : 131 - 144.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Illinois Univ. Press, 125
- Stephenson, T. A. and A. Stephenson. 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. J. Ecol., 38: 289-305.
- Umezaki, I. 1983. Ecological studies of *Sargassum miyabei* Yendo in Maizuru bay Japan Sea. Bull. Jap. Soc. Fish., 49: 1825-1834.
- 국립수산진흥원. 1967. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 67: 1-180.
- 국립수산진흥원. 1968. 연안 어업 실태 및 자원조사. 국립수산진흥원 사업보고, 66: 128-168.
- 국립수산진흥원. 1987. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 72: 1-77.
- 국립수산진흥원. 1987. 한국의 연어 인공 부화 방류 현황. 양식자료집 6호. 101 pp.
- 국립수산진흥원. 1989. 전국연안 인공어초어장 생산성조사. 수진사업보고, 82: 107pp.
- 국립수산진흥원. 1991. 연안 어업 자원조사. 국립수산진흥원 사업보고, 92: 114-125.

- 권오길, 민덕기, 이종락, 이준상, 제종길, 최병래. 2001. 신원색 한국패류도감. 민 패류박물관, 서울. 332pp.
- 권오길, 박갑만, 이준상, 1993. 원색한국패류도감. 도서출판 아카데미서적, 서울. 445pp.
- 김두남·강영실·이정우. 1995. 인공어초에 서식하는 부착생물의 시공간적 연구. 수진연구 보고, 49: 7-16.
- 김영섭·한경호·강충배·김종빈. 2004. 한국근해 유용어류도감. 국립수산진흥원, 333 pp.
- 김용익, 명정구, 김영섭, 한경호, 강충배, 김진구. 2000. 한국해산어류도감. 도서출판 한글, 부산. 382pp.
- 김용익·명정구·김영섭·한경호·강충배·김진구. 2001. 한국해산어류도감. 도서출판 한글. 부산. 382 pp.
- 김익수, 이완옥. 1995. 한국 황해 연안의 어류. 한국의 어류상 연구, 2. 52 pp.
- 김익수·박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 465 pp. 김인영. 2001. 한국해양생물사진 도감. 풍등출판사, 서울. 287pp.
- 김훈수. 1973. 한국동식물도감-제 14권 동물편(집게·게류). 문교부, 서울. 694pp.
- 大野正夫. 1981. 藻場・海中林. 水産學シリーズ 38. 日本水産學會論, 163pp.
- 류청로·장선덕·임기봉. 1986. 인공어초의 규모와 배치에 관한 연구. 국립수산진흥원연구 보고, 38: 1-24.
- 梅崎 勇·有山啓之. 1981. 藻場(ガラモ場)の生態の總合的研究. ホンダワラ科植物群落について. 昭和55年度文部省科學研究費補助金(總合研究A) 研究成果報告書, 2-7.
- 명정구, 김병일, 이선명, 전길봉, (주)다락원-낙시춘추. 2002. 우리바다 어류도감. 다락원, 서울. 287pp.
- 명정구·박용주·조선형·강래선·박홍식·김종만·박정호·홍경표·최홍석. 2003. 통영바다 목장 내에 설치된 목선강제복합어초의 어류상. 수중과학기술, 4(1); 1-8.
- 서두옥·정용진. 1981. 제주도연안에 있어서 인공어초의 안정성. 제주대학 해양자원연구소, 47-54.
- 손용호. 1980. 조선동해어류지. 과학백과사전출판사. 평양, 464 pp.
- 松井魁. 1966. ウニの増殖. 水産増養殖叢書. 12. 160 pp.
- 宇野寛. 1967. 養魚學各論. アワビ. 水産學全集, 23.
- 유순애. 1975. 한국산 Fucales목(갈조류)의 분류학적 특성에 대하여. 서울대 석사학위논문. 145pp.
- 栗原 康. 1988. 河口, 沿岸域の生態學とエコテクノロジー. 東海大學出版會, 東京. 335pp.
- 이순길·김용익·명정구·김종만. 2000. 한국산어명집. 정인사. 서울, 222pp.
- 이정우, 강영실. 1994. 인공어초어장의 어류 군집상과 어획량 변동. 한국수산학회지, 27(5): 535-548.

- 이정우. 1994. 인공어초의 분산특성에 관한 실험적 연구. 부산수산대학교 석사학위졸업논문, 43pp.
- 이태원. 1999. 영일만 저어류 종조성의 계절 변동. 한국수산학회지, 32: 512-519.
- 인천광역시. 2001. 2000년 인공어초 시설사업 효과조사(최종보고서). 인천, 223pp.
- 井上喜平治. 1969. タコの増殖. 水増叢書. 20. 東京. 160 pp.
- 井上正昭. 1973. アワビの大きさによるすみ場の差異. 水増. 20(3).
- 布施鎮一郎. 1962. ガラモ場における生物群集. 生理生態. 11: 23-44.
- 齊藤雄之助. 1980. 瀬戸内海およびその周縁海域におけるホンダワラ科海藻類の分布について. 南西水研報, 12: 51-68.
- 정운기. 1977. 한구어도보. 일지사, 서울. 727pp.
- 한경호, 김종현, 문형태. 2002. 울산 연안 정치망에 어획된 어류의 종 조성 및 양적 변동. 한국어류학회지, 14(1): 61-69.
- 한경호, 최수하, 김복기, 박종화, 정달상 . 1997. 영일만 연안 정치 어장에 출현한 어류군집의 종조성 및 양적 변동. 국립수산진흥원연구보고, 53: 13-54.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적, 489 pp.
- 한국송어양식협회. 1990. 한국송어 양식 25주년 기념집, 美成社, 강릉. 404 pp.
- 한국어류학회. 2003. 한국연안 어류의 현황과 보전. 한국어류학회, 160 pp.
- 한국해양연구소. 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 980pp.
- 한국해양연구소. 1999. '99 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 902 pp.
- 한국해양연구소. 2000. 바다목장 해역내에서의 강제어초 효과에 관한 연구. 서울, 246 pp.
- 한국해양연구원. 2002. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 1차년도) 보고서. 서울, 738pp.
- 한국해양연구원. 2003. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 2차년도) 보고서. 서울, 708pp.
- 한국해양연구원. 2004. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 3차년도) 보고서. 서울, 1119pp.
- 해양수산부. 2000. 인공어초시설사업의 종합 평가 및 향후 정책방향 설정에 관한 연구. 서울, 242pp.
- 황선도, 박영조, 최수하, 이태원. 1997. 삼중자망에 채집된 동해 흥해 연안어류의 종조성. 한국수산학회지, 30: 105-113.

제 4 장 이용 · 관리

제 1 절 서 론

본 절의 목표는 울진바다목장 해역의 수산업 현황 및 이용 · 관리실태를 조사 및 분석하고, 자연과학분야와 사회과학분야의 조사자료를 바탕으로 기존에 수립된 바다목장의 사업실시계획을 재검토하며 성공적인 바다목장의 조성과 이용을 위한 사전단계로 어업인의 참여의식을 고취시키고 지역사회의 관심을 고취시키기 위해 바다목장 이용관리계획을 수립하는 것이다.

구체적인 연구내용은 다음의 다섯가지로 요약할 수 있다.

첫째, 바다목장 수역 및 인근수역에 대한 이용현황 등 수산업 실태를 조사하여 바다목장 조성전의 직접어업 편익 및 비용을 조사 · 분석하고, 레저 및 관광의 편익을 추정하여 향후 바다목장 조성과정에서의 직접어업 편익 및 비용, 레저 및 관광의 편익과 비교하여 바다목장 조성에 따른 효과를 비교하기 위한 기초자료로 활용한다.

둘째, 자연과학분야 및 사회과학 조사자료를 바탕으로 기존에 수립된 바다목장의 마스터플랜을 점검하고 사업실시계획을 재수립한다.

셋째, 바다목장산 수산물의 이용계획을 수립하기 위해 울진바다목장해역 주변의 수산물 유통과정 및 소비패턴에 대한 기초조사를 실시한다.

마지막으로 바다목장 관리이용협의회 및 자율관리어업위원회의 설치 및 운영방안 등을 검토하고, 보호수면 및 수산자원관리수면 지정에 대한 계획을 수립하는 등 바다목장 이용관리계획을 수립한다.

제 2 절 해역이용 · 관리실태

1. 수산업 실태

울진바다목장해역의 어업인 현황을 보면 어가수가 961호로 울진군 전체의 31.4%, 어업인구 1,038명(22.4%), 어촌계원 617명(33.9%), 부락수 15개(30.0%), 호당 평균소득 20,033천원(111.1%)이다(표 4-2-1 참조).

바다목장 해역 내 어가 및 어업인구 현황을 보면 전체 961어가 중 후포리가 510어가 로 가장 많고, 직산1리가 32어가로 가장 적은 것으로 나타났으면, 어업인구 역시 후포리가 530명으로 가장 많았으며, 직산 1리가 38명으로 가장 적은 것으로 조사되었다.

호당 평균소득 역시 후포리가 가장 높은 22,100천원, 직산 1리가 가장 낮은 18,200천원으로 조사되었다.

바다목장 내 전체 부락수는 15개로 후포 9개, 구산 2개, 그 외는 1개씩의 부락을 형성하고 있다.

표 4-2-1. 울진지역 어가 및 어업인구 현황

Table 4-2-1. Household & fisherman of Uljin

구 분	가 구(호)		인 구(명)		어촌계원				부락수	호당평균 소득(천원)
	전체	어가	전체	어업	계	전업	겸업	피용		
울진군	9,690	3,056	25,526	4,636	1,819	489	1,053	277	50	18,026
바다목장해역	4,306	961	11,883	1,038	617	172	336	109	15	20,033
비 율	44.4	31.4	46.6	22.4	33.9	35.2	31.9	39.4	30.0	111.1

표 4-2-2. 울진바다목장해역 어가 및 어업인구 현황

Table 4-2-2. Household & fisherman of Uljin marine ranching area

구 분	가 구(호)		인 구(명)		어촌계원				부락수	호당평균 소득(천원)
	전체	어가	전체	어업	계	전업	겸업	피용		
합 계	4,306	961	11,883	1,038	617	172	336	109	15	20,033
후포리	3,490	510	9,925	530	226	63	90	73	9	22,100
거일1리	96	57	235	63	47	7	36	4	1	18,500
거일2리	175	89	422	97	78	21	50	7	1	19,300
직산1리	79	32	177	38	32	11	19	2	1	18,200
직산2리	145	101	347	109	88	21	55	12	1	20,900
구산리	321	172	777	201	146	49	86	11	2	21,200

2. 해역이용 실태

표 4-2-3은 울진지역 어업권 및 어선세력 현황과 바다목장 해역에 있는 어촌계별로 분포하는 어업권 및 어선세력 현황을 나타낸 것이다.

울진지역 어업권 및 어선세력 현황을 살펴보면 바다목장 해역 내 어촌계가 소유한 정치성 어구의 면허건수는 17건으로 타 바다목장 해역보다 낮게 나타났는데, 실제 바다목장 해역 내에 존재하는 정치성어구의 수는 1개가 있으나 운영하고 있지 않으며 나머지는 바다목장 해역 외측에 떨어져 위치하고 있어 치어포획에 대한 위협은 크지 않을 것으로 판단된다.

울진바다목장해역 이용실태는 어선어업을 중심으로 분석하였다.

표 4-2-4는 울진바다목장해역 어선어업현황을 나타낸 것으로 연안어업, 구획어업, 유어 등에 종사하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 연안어업 중 자망어업에 종사하는 경우가 대부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 특이한 형태로는 거일어촌계에 소형선망이 멸치를 대상으로 조업을 지속하고 있다는 정도이다.

동 해역의 어업형태는 우리나라 연안지역과는 달리 망어구의 사용비율이 높고 낚시를 이용한 어업의 경우는 오징어 채낚기가 대부분이고 통발, 외줄낚시, 연승어업, 각망의 경우는 어업인들이 적어 동 해역에서의 자원관리의 성패는 자망어업자들의 협조가 중요한 것으로 판단된다.

울진바다목장해역의 어선어업 대상어별 주어기와 주어장은 표 2-4-5와 같다. 이중 바다목장이 조성될 해역을 이용하는 어업은 가자미 채낚기와 가자미, 불락, 조피불락 등 정착성 어종을 주대상으로 하는 자망어업, 문어통발과 멸치 소형선망어업 등이 있다.

멸치 소형선망의 주 대상어인 멸치는 7~11월에 바다목장 해역을 포함한 전 울진 연안에서 생산되고 있는데, 대형어의 먹이생물로 이용될 수 있는 자원으로 바다목장 조성과정에서 생태계 관리를 위해 반드시 필요한 어종이며, 많은 수는 아니지만 2중이상자망의 허용지역인 왕돌초에 연접한 어장인 동 해역에 3중자망 등이 투하될 가능성이 상존하고 있어 연구진 뿐 아니라 군에서도 관심을 가지고 이들 어업인들에 대한 교육과 홍보를 지속할 필요가 있을 것으로 보인다.

표 4-2-3. 울진바다목장해역 어업권 및 어선세력 현황

Table 4-2-3. Fishery rights & fishing boat of Uljin marine ranching area

(단위 : 건, ha, 개소)

구 분	정치망		해조류양식		패류양식		어류 등 양식		복합양식		협동양식		마을어업	
	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적
울진군	56	826	6	17	6	17	30	73	27	112	40	717	34	2,106
바다목장해역	17	180	3	8	2	6	11	17	3	13	9	159	8	297
후포리	4	51	2	5.0	1	2	2	2			1	10	1	41
거일1리	1	1					1	2	1	7	1	19	1	41
거일2리	2	7							1	5	2	45	1	96
직산1리	3	46									2	17	2	58
직산2리	3	16			1	4	1	1	1	1	1	14	1	45
구산리	4	59	1	3.0			7	12			2	54	2	16

구 분	어선세력(척)		수산물생산실적		공동시설			
	무동력	동력	물량(톤)	금액(백만원)	회관	공동창고	방파제	관리선
울진군	56	698	9,997	26,381	39	18	26	39
바다목장해역	5	299	29	468	14	4	7	13
후포리	1	190	1	10	9		2	
거일1리	1	9	4	48	1	1		1
거일2리		10	10	100	1	1	1	3
직산1리		8	2	30	1	1		4
직산2리		29	9	210	1	1	2	1
구산리	3	53	3	70	1		2	4

자료 : 울진군, 어촌계 현황

표 4-2-4. 울진바다목장해역 어선어업 현황

Table 4-2-4. States of fishery in marine ranching area

어촌계	연안어선	구획어업	유어선	기타	조업형태		
					낚시어구	통발	망어구
합 계	143	7	9		31	16	96
후포리	70	0	4		20	4	60
거일1리	9	1(각망)	1		2	1	7 (소형선망4)
거일2리	10	2(각망)	0		1	0	9
직산1리	6	1(각망)	0		0	6	6
직산2리	28	2(각망)	1	형망 1	8	5	14
구산리	37	3(각망)	3				

표 4-2-5. 울진바다목장해역 어선어업형태별 주어기

Table 4-2-5. Main fishing season and fishing ground of each species

어 법	주어종	주어기	어장
채 낚 기	오징어	8-9월	왕돌초 인근해역
	가자미	3-8월	연안어장(바다목장 해역)
자 망	넙치, 조피볼락, 볼락	주년	바다목장해역~왕돌초인근해역
통 발	문어	주년	바다목장해역~왕돌초인근해역
소형선망	멸치	7-11월	연안어장(바다목장해역 포함)

3. 어업경영실태 및 가계수입

어업경영실태 분석은 바다목장 조성의 직접효과인 어업소득을 측정하기 위한 것이다. 당해연도의 조사는 향후 본격적인 바다목장사업의 진행에 따라 어업소득이 어떻게 변화하는 지를 비교·분석할 수 있는 기초자료로 활용될 것이다.

조사방법은 어촌계별로 방문조사를 통해 실시되었고 대상 어업은 울진바다목장과 직접관련이 있는 연안어업으로 한정하였으며 대부분이 연안복합, 연안자망 등의 복수허가를 가지고 있다.

표 4-2-6. 어선어업의 자산 및 부채

Table 4-2-6. Assets & Debts

(단위 : 천원)

자산	고정자산	유동자산	부채	고정부채	유동부채	자본
60,000	50,000	10,000	5,000	0	5,000	55,000

표 4-2-7. 어선어업의 수지 및 가계수익

Table 4-2-7. Income & expenditure

(단위 : 천원)

어업수입	어업비용	이익	이익률	가계수입	가계지출
96,806	61,900	34,905	36.1	34,905	19,800

어선어업 평균 자산은 60,000천원이며, 대부분이 고정부채를 해결한 상태에 있었다. 특히 동 해역 어선어업자의 경우는 양식업에 종사하지 않는 순수한 어선어업 종사자인 경우가 대부분이어서 표본대상자 중 고정부채를 이미 변제한 경우가 많아 고정부채액이 큰 통영과 전남다도해형바다목장지역 어업인들의 경우와는 대조적인 모습을 보였다.

어선어업의 수지도 어업이익률이 36.1%로 비교적 높은 편으로 조사되었다. 그러나 그

편차는 매우 큰 것으로 나타나 어업수익 범위가 150,000~11,000천원으로 조사되었다. 그리고 어업생산량 대부분을 수협위판장에 판매하고 있는 것으로 응답하고 있는데, 이는 동해역에서 이뤄지는 어업의 특성상 대계를 제외한 대부분의 망어업 생산어종이 선어상태인 점, 주변에 대규모 소비시장이 존재하지 않아 개별적인 판로확보가 어려운 점 등을 이유로 꼽았다.

4. 수산물 유통실태 및 경쟁력평가

가. 울진지역의 활어유통시설 현황

울진관내에는 죽변수협과 후포수협의 2개 수협이 있으며, 이들 수협이 개설한 위판장이 3개소, 직판장 1개소, 죽변수산물시장, 울진대계유통센터 등 총 6개의 수산물시장이 있다. 이중 죽변수산물시장, 울진대계유통센터의 2개소는 2004년 개설된 시장이며, 활어를 전문적으로 취급하는 곳으로는 도매는 죽변활어위판장, 소매는 울진대계유통센터가 있다.

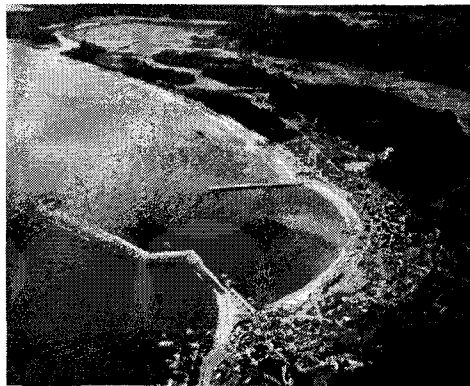
표 4-2-8. 울진관내 판매 시설의 현황

Table 4-2-8. The present status of facilities for sale Uljin

시 설 명	부지면적(m ²)	건물면적(m ²)	시설년도	비고
계	18,450.62	7,430.1		
죽변수협직판장	4,253.0	944.0	1998	
죽변수협선어위판장	4,015.0	837.60	1997	
후포선어위판장	4,597.0	1,658.10	1997	
죽변활어위판장	2,096.0	500.78	1993	
죽변수산물시장	1,872.86	1,872.86	2004	
울진대계유통센터	1,616.76	1,616.76	2004	

울진관내에서 어업인들이 연안복합어업 어획물을 거래할만한 적당한 거래장소로서는 현재 죽변수협의 활어위판장이 유일하다.

현재의 활어위판장에서 위판을 할 경우에는 단순히 위판 후 판매하는 기능밖에 없기 때문에 가공 등의 차별화가 곤란하고, 품질관리가 어려운 측면이 있다. 따라서 별도의 직판장 및 가공시설을 두어 추진하는 방안이 있을 수 있다.



시설현황, Status of Facilities (단위 : m, 백만톤 (unit: meters, million ton))

구분 Description	총계 Total		기타항 (100가항) Other ports (100 ports)		구산항 (100가항) Gusan port (100 ports)		비율 Ratio	
	면적 Area	수량 Quantity	면적 Area	수량 Quantity	면적 Area	수량 Quantity	면적 Area	수량 Quantity
물양장 (Breakwater)	27,534		26,197		3,337		12.0%	1,426
북방파제 (North breakwater)	1,340	15,496	632	15,374	708	1,122		
남방파제 (South breakwater)	6,973	1,719	220	1,494	6,753	224	2.7%	1,306
중앙방파제 (Central breakwater)	1,520	2,135	245	1,890	1,275	240	1.6%	396
중앙항 (Gusan wharf)	236	1,222	121	827	115	395	11%	72
직산항 (Jiksan wharf)	20	274			20	10	10%	18
소방항 (Sobang wharf)	20	121			20	10	10%	18
합계 (Total)	37,313	19,727	26,437	17,758	10,876	2,168	28.9%	2,102

그림 4-2-1. 구산항의 전경 및 시설현황.

Fig. 4-2-1. Gusan fishing port & facilities.

별도의 직판장 및 가공시설을 두는 경우 양륙할 수 있는 물양장과 가공시설 등이 입지할 수 있는 배후지가 있는 것이 유리한 데, 고려될 수 있는 어항으로 구산항과 직산항이 있다. 구산항은 1991년에 지정된 후포항 북측 약 3.8km에 위치한 제1종 국가어항으로 항내에 약간의 물양장이 축조되어 있다.

직산항은 울진군 평해면 직산리에 위치한 지방어항으로 1984년에 지정되어 1999년에 완공되었다. 동 항은 물양장 150m²가 있어 직판장 및 가공시설의 입지가 가능할 것으로 보인다.

나. 활어유통실태 분석

본 설문조사는 울진바다목장의 브랜드구축을 통한 부가가치를 제고를 위해 사전실태 조사의 목적으로 행해졌다.

표 4-2-9. 설문지 회수 현황

Table 4-2-9. Number of returned survey

배부처	배부설문지수	회수설문수	회수율
활어소매점(횃집)	40	24	60.0%
일반음식점	10	5	50.0%
합계	50	29	58.0%

설문지는 총 50부를 배부하였으나, 회수는 29부에 그쳐 58%의 회수율을 나타내었다. 배부처의 유형은 횃집과 일반음식점, 일식집이 있으나 횃집 이외에는 표본수가 적어 횃집으로만 특정하여 분석하였다. 분석방법은 설문지의 설계 상 통계분석이 곤란하므로 단순

집계방식으로 분석하였다.

울진관내 활어 소매점에서 취급하고 있는 활·선어의 취급 추이를 유형별로 알아보면 다음 그림 4-2-2와 같다. 가장 많이 취급되고 있는 형태는 자연산 활어로 2003년에 56.1%를 차지하고 있었으며, 다음으로 많은 것이 양식산 활어로 39.7%였다. 수입산 활어는 4.2%, 자연산 선어는 없는 것으로 나타났다.

유형별 연도별 취급추이를 보면, 자연산 활어는 약간 증가추세이며, 양식산 활어는 약간 감소추세이다. 수입산활어는 2002년에 다소 감소하였다가 2003년에 다시 이전수준으로 회복되었다.

전반적으로 양식산 활어가 다소 감소하고, 그 자리를 자연산 활어와 수입산 활어가 대체하는 형태로 변화되고 있으나, 그 양은 미미하여 큰 경향은 아니다. 그러나 이러한 경합관계는 근소한 차이로 나타나고 있어 향후 바다목장산 활선어의 공급여하에 따라 다소 변화될 가능성을 충분히 내포하고 있다.

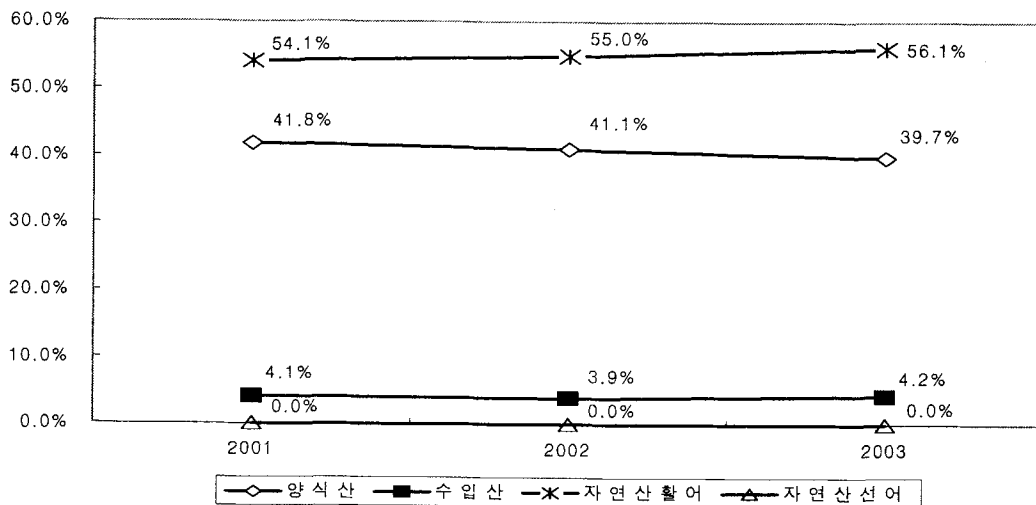


그림 4-2-2. 울진관내 활어 소매점의 유형별 활선어 취급 추이.

Fig. 4-2-2. Trend of various types of line fishes carried by retail market in Uljin.

다음으로 활어의 구입경로를 살펴보면 그림 4-2-3과 같다. 수협 위판장의 중매인에게 구입하는 경우가 가장 많은 44%로, 이는 자연산 활어를 대부분 위판장에서 위판하기 때문으로 보인다. 활어상인(활어운반차)에서 구입하는 경우는 29%로 두 번째로 많고, 어민에게 직접구입하는 경우는 3%였다.

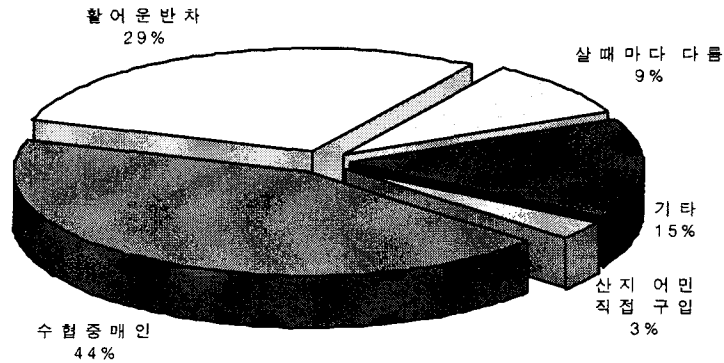


그림 4-2-3. 활어의 구입경로.

Fig. 4-2-3. Purchasing route for live fishes.

따라서 자연산은 위판장, 양식이나 수입산은 물차거래로 양극화되어 있다고 보아도 무방할 것이며, 위판장의 이용비율이 높다는 것은 유통경로가 정형화되어 있다는 의미이다.

다음으로 상기의 활선어 구매방법을 선택한 이유에 대한 설문을 나타낸 것이 그림 4-2-4이다. 가장 많은 응답을 보인 것은 공급이 안정적이기 때문으로 39%였다. 다음으로 많은 것이 싼 가격으로 22%, 품질이 좋아서가 15%, 쉽게 구매할 수 있어서가 11%로 나타났다. 이러한 결과는 활어소매점들이 가격이나 품질보다는 안정적 공급에 더 큰 비중을 두고 있음을 나타내며, 가격과 품질의 양자를 비교했을 경우는 품질보다 가격을 우선시하는 것으로 나타났다. 기타의견으로는 물건의 구색을 갖추어야 한다 등이 있었다.

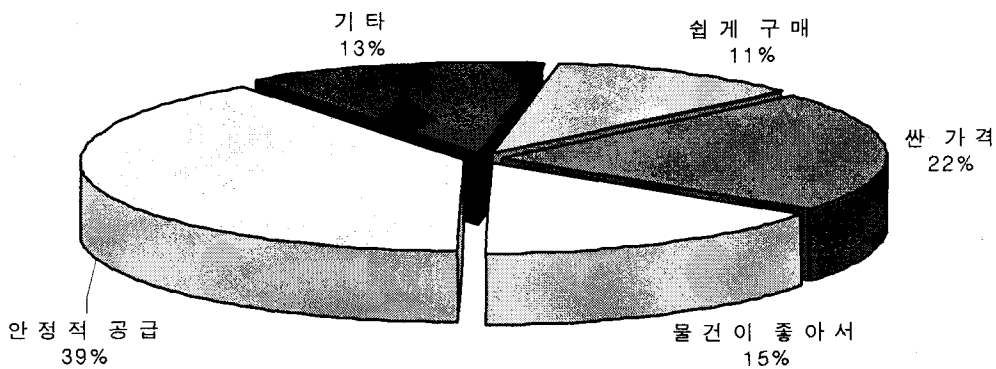


그림 4-2-4. 구매방법의 선택이유.

Fig. 4-2-4. Selection of purchasing method.

활어구매시의 가격결정요인에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것은 흥정구매로

62%이며, 다음으로 많은 것이 시장가격기준으로 31%였다(그림 4-2-5 참조). 기타는 위판장에서 경매로 구입하는 것이다.

울진지역은 타 지역에 비해 흥정구매가 아주 높게 나타나고 있는데, 이는 위판장을 통해 구입하는 것 이외에는 대부분 이러한 방식을 취하고 있음을 위미하며, 활어소매점들이 중간유통업자들이 제시하는 가격을 그대로 수용하는 것보다는 가격결정에 적극적으로 개입하고 있어 가격에 상당히 민감함을 의미한다.

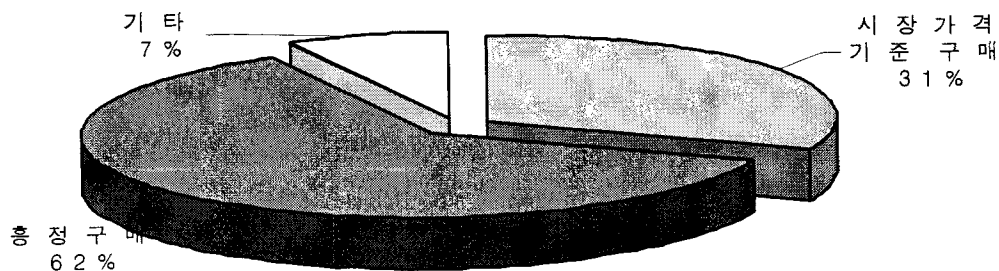


그림 4-2-5. 활어구매시의 가격결정 방법.

Fig. 4-2-5. The way of deciding price when purchasing live fishes.

이상에서 살펴본 울진관내의 유통실태는 자연산 활어의 이용비율이 다소 높았다. 또한 위판장을 통한 구매비중도 덩달아 높다는 특징을 보여주고 있다.

이용형태는 양식산 활어의 비율이 낮아지면서 자연산 및 수입산 활어의 비중이 다소 높아지고 있으나 아직까지는 그리 큰 차이는 없다. 구매결정요인은 안정적 공급과 가격에 많은 비중을 두고 있었다. 가격결정은 흥정구매가 많아 아직까지 가격이 불안정한 특성을 보였다. 전체적으로 가격에 민감하여 품질보다는 가격에 치우친 성향을 보이고 있다.

다. 시장에서의 경쟁력 평가(가격 및 품질)

여기에서는 앞의 설문결과 중에서 브랜드와 품질 및 가격에 대한 평가만을 별도로 구분하여 제시하였다. 먼저 브랜드화에 대한 설문을 보면 다음의 그림 4-2-6과 같다.

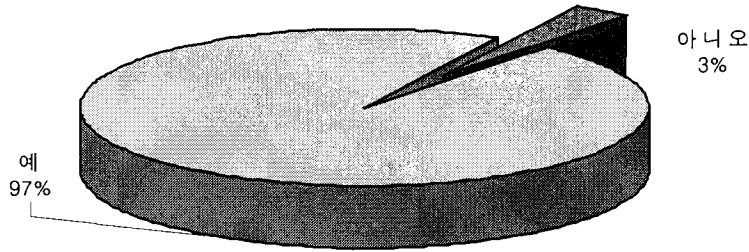


그림 4-2-6. 울진바다목장 어획물의 브랜드화 판매시의 구매의사.

Fig. 4-2-6. Willing-to-buy of the brandes fishes from marine ranching.

울진바다목장에서 생산되는 활, 선어를 브랜드화 해서 판매한다면 구매할 의향이 있는지에 대한 설문에서는 97%가 긍정적으로 응답하여 울진바다목장 어획물에 상당히 관심이 많음을 보여주고 있다.

다음으로 울진바다목장의 브랜드로 출하되는 활·선어가 자연산 혹은 양식산과 품질과 가격에서 차별화될 수 있는지에 대한 설문결과를 나타낸 것이 그림 4-2-7이다. 먼저 품질차별화를 보면, 총 응답자중 51.7%가 부정적으로 응답하여 보통으로 응답한 비율을 합한다면 대부분의 활어소매점이 바다목장 브랜드수산물의 품질차별화에 대해서는 부정적인 것으로 나타났다. 가격차별화는 품질보다 더 부정적인데, 다소 부정적인 응답이 총 응답자의 75%로 나타났다.

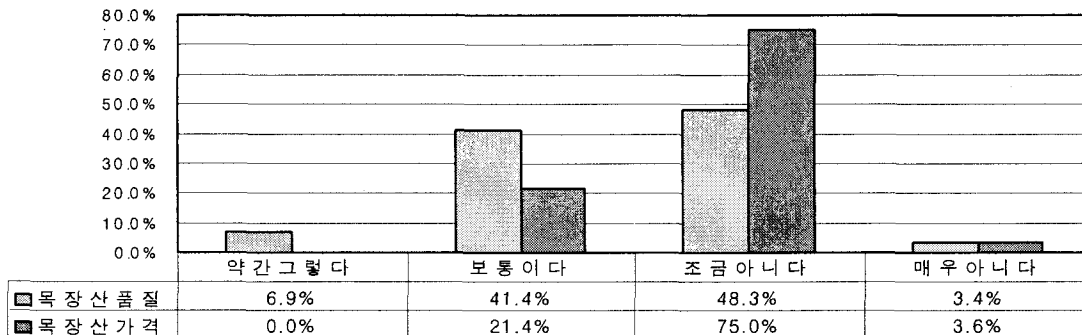


그림 4-2-7. 울진바다목장 브랜드 활선어의 차별화 가능성(품질과 가격).

Fig. 4-2-7. Possibility of discrimination for brandes fishes from marine ranching area.

전체적으로 울진바다목장의 브랜드차별화는 품질과 가격 모두 힘든 것으로 응답자들은 보고 있었으며, 특히 가격차별화는 전혀 긍정적이지 못해 타 지역 바다목장과 큰 대조

를 이루고 있다. 이는 품질의 평가는 높지 않고, 가격에 대해 브랜드가치를 더 지불할 의사는 없는 것으로 해석될 수 있다.

설문결과는 1순위의 경우 자연산이 총 응답수의 97.0%가 응답하여 가장 품질면에서 높게 평가하는 것으로 나타났으며, 2순위는 목장산이 72%, 3순위는 74%가 응답한 양식산이, 4순위는 96%가 응답한 수입산으로 나타났다.

전체적으로 자연산의 품질이 가장 좋은 것으로 인식하고 있으며, 다음이 목장산이다. 설문조사결과 나타난 이들 품질의 우열에 대한 인식관계는 다음과 같다.

자연산수산물 > 바다목장산수산물 > 양식수산물 > 수입수산물

이상에서 살펴본 울진바다목장 어획물의 브랜드 가능성은 그다지 높지 않았다. 특히 품질과 가격 중 가격차별화는 현시점에서 거의 없다고 보아도 과언은 아닐 것이다. 이러한 인식은 전반적인 설문결과에서 나타나고 있으며, 이러한 인식이 향후 울진바다목장의 브랜드화에 제약요인이 될 소지가 있다. 결국 울진바다목장에서 가장 가까운 울진관내 소매점들의 평가가 이렇게 낮다면, 향후 어업인 수취가격의 제고나 부가가치 향상에 걸림돌이 될 수 있으므로 여기에 대한 충분한 고려가 있어야 할 것이다.

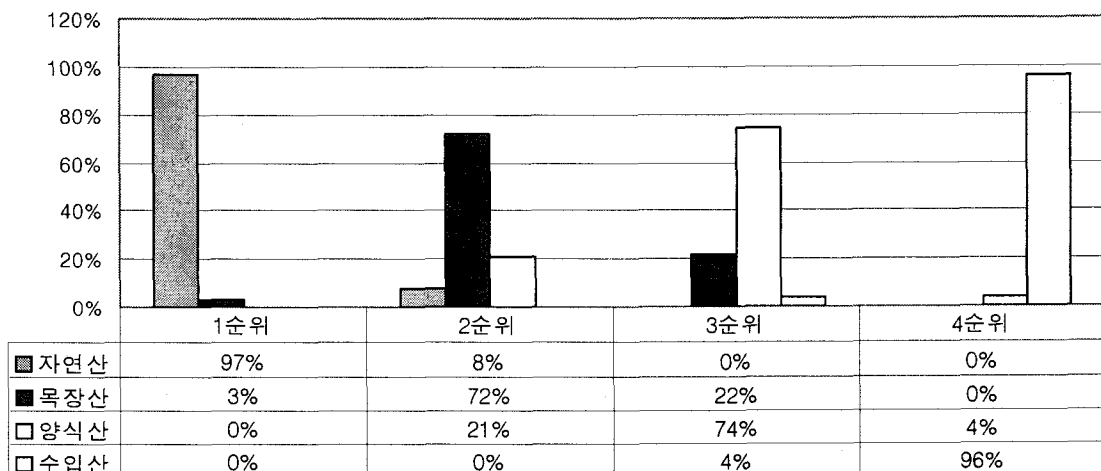


그림 4-2-8. 자연산, 양식산, 목장산등 3종의 어류 품질 예상 평가.

Fig. 4-2-8. Expectation analysis for fish quality for fishes, farmed fishes and marine ranching area.

5. 레저 및 관광 편익추정

가. 조사대상 및 방법

울진 바다목장 지역의 유어낚시객에 대한 설문조사는 바다목장 사업 전·후의 이용도 및 어촌의 수입증가와 울진의 관광사업에 대한 비교, 분석을 하기 위한 기초자료로 사용하기 위하여 조사되었다. 또한 관광객과 유어낚시객의 소비자 잉여를 추정하기 위한 자료로 사용된다.

설문조사는 울진지역의 지역적 특성과 설문내용을 감안하여 주중과 주말을 이용하여 연구진과 현지 조사원에 의하여 1대1 직접면담식으로 진행되었으며, 설문지의 내용은 여행비용법을 분석하기 위한 여러 가지 변수인 응답자의 월평균소득, 여행시간과 비용, 체재시간, 연간방문횟수 등과 나이, 출조지역, 낚시에 대한 여가비율, 출조형태, 낚시여행비용, 바다목장의 인지도 등에 대한 추가조사를 실시하였다. 본 보고서에서는 중요하다고 판단되는 응답자의 거주지, 어획물의 종류와 어획량, 여행비용만을 알아본다.

나. 조사결과

(1) 유어낚시

우선, 낚시 여행객의 거주지는 그림 4-2-9와 같이 조사되었다.

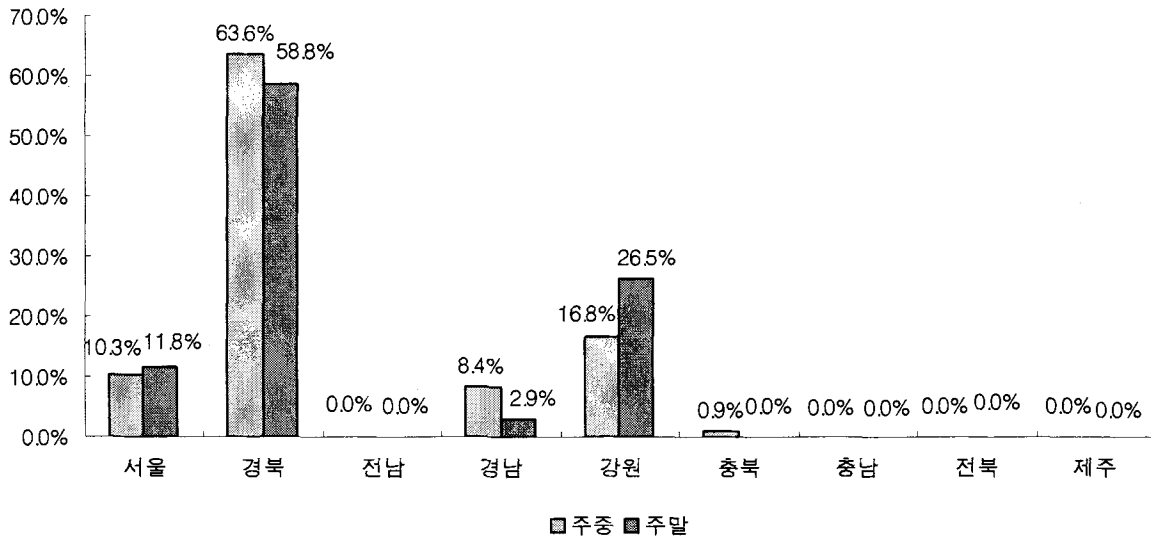


그림 4-2-9. 거주지.

Fig 2-4-9. Residence.

울진으로 낚시를 오는 관광객들의 거주지는 주중에는 비교적 가까운 경북지역이 63.6%로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 인근 지역인 경남, 강원과 서울을 제외한 지역에서는 0~0.9%로 거의 유어낚시를 오지 않는 것으로 나타났다. 주말에도 그 현상은 비슷하게 나타났다.

표 4-2-10. 낚시비용

Table 4-2-10. Cost of fishing

(단위 : 만원)

구분	총비용
전체 평균(주중)	1,203
전체 평균(주말)	451
1인 평균(주중)	5.84
1인 평균(주말)	3.9

두 번째로 낚시에 대한 총비용은 주중과 주말이 큰 차이를 보였다. 1인 평균 주말 비용이 39천원, 주중 비용이 58천원으로 조사되었으며, 전체 평균은 주중 1,203만원, 주말에는 451만원으로 큰 차이를 나타냈다.

표 4-2-11. 어획량

Table 4-2-11. Amount of fishing

(단위 : 마리, Kg)

	어획수	어획량
주말	15.6	3.9
주중	8.4	2.5

어획량을 묻는 질문에 대해서는 주중에는 평균 8.4마리 정도를 어획하며 그 양은 약 2.5kg이라고 응답했으며, 주말 낚시 관광객들은 이보다 많은 15.6마리를 어획하지만, 그 양은 주중과 큰 차이가 없는 3.9kg 정도라고 답했다.

(2) 관광

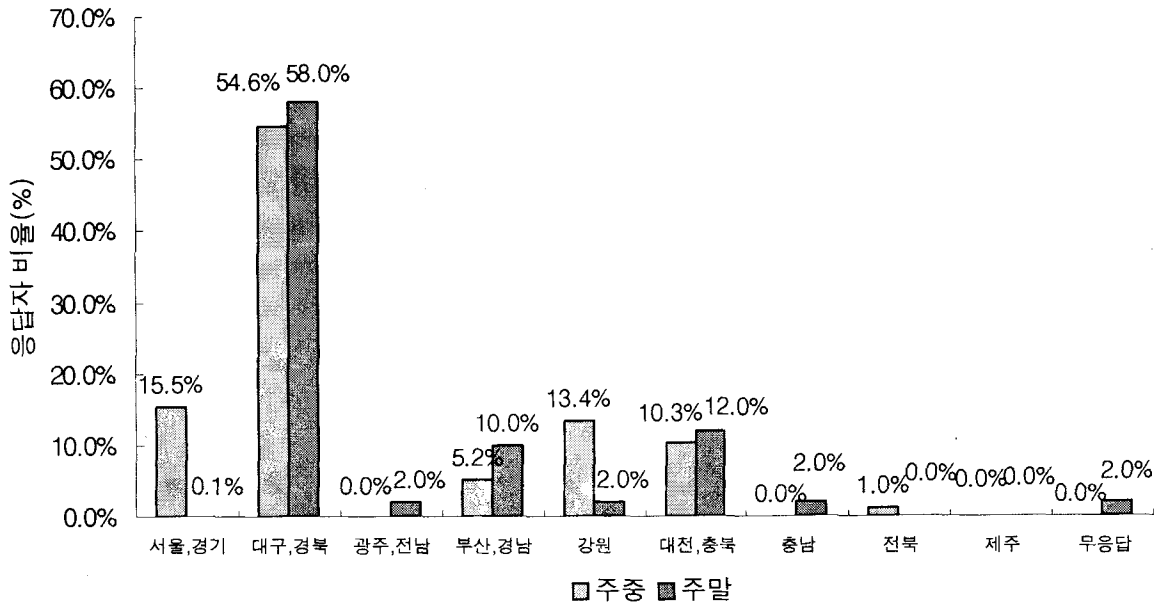


그림 4-2-10. 거주지.

Fig. 4-2-10. Residence.

울진을 찾는 관광객들의 거주지는 주중, 주말 모두 비교적 가까운 경북지역이 약 55로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 인근 지역인 경남, 강원, 충북과 서울을 제외한 지역에서는 0~2%로 거의 관광을 오지 않는 것으로 나타났다.

표 4-2-12. 여행비용

Table 4-2-12. Cost of travel

	(단위 : 만원)				
	총계	교통비	숙박비	음식비	기타
전체 평균(주중)	1848	630	378	881.5	521.5
1인 평균(주중)	4.65	1.59	0.95	2.22	1.31
전체 평균(주말)	5088	947	851	2916	1055
1인 평균(주말)	11.5	2.1	1.9	6.6	2.4

두 번째로 총 여행비용은 주중에는 관광객 1인 평균 47천원, 주말에는 12만원 정도를 사용한다고 나타나 큰 차이를 보였으며, 전체 평균 또한 차이를 보였다. 여행 경비 가운데는 음식비가 가장 높은 비율을 차지했다.

제 3 절 바다목장 실시계획 수립

1. 주해역 범위

울진바다목장해역은 기존에 설정하였던 평해읍 월송해안에서 북쪽으로 확장된 구산리 북부의 화고말 부근 해안(A : 북위 36° 45′ 19″, 동경 129° 28′ 80″)을 북측 한계로 하고 후포리 후포항 방파제 중단 물양장이 끝나는 지점(E : 북위 36° 40′ 29″, 동경 129° 27′ 55″)을 남측 한계로 하여 해안의 경우는 북위 36° 45′ 19″, 동경 129° 30′ 13″(B), 북위 36° 40′ 29″, 동경 129° 30′ 13″(C), 북위 36° 40′ 13″, 동경 129° 29′ 53″(D)지점을 연결한 선 안쪽까지를 외측한계로 하는 총면적 50km²(5,000ha)로 한다(그림 4-3-11 참조).

2. 바다목장 시설투자계획 수립

울진바다목장 사업의 투자계획 수립의 기준은 첫째, 관광형 바다목장 모델에 적합하도록 한다는 것이다. 둘째는 이미 수립된 정부의 바다목장사업 마스터플랜에 부합시킨다. 셋째는 연구개발투자는 국가 투자를 원칙으로 하고 시설투자는 국가 외에 지자체, 어업인 및 민간기업의 투자를 유도한다. 넷째는 사업추진단계에 따라 연차별 및 분야별 투자액을 배정한다. 다섯째는 2002~2004년 동안 기 집행된 정부 투자액을 감안하여 연차별 투자계획을 조정한다는 것이다.

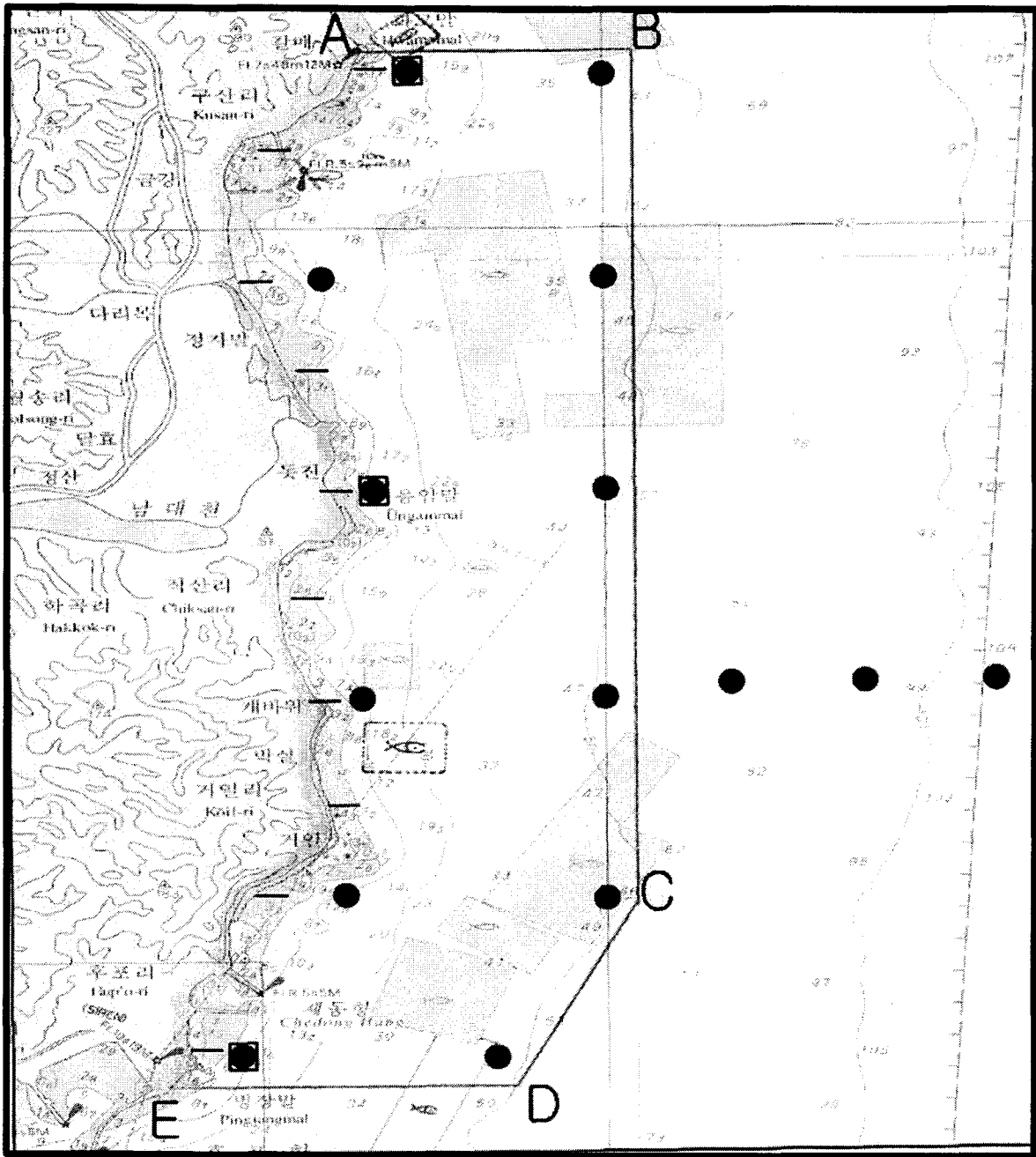


그림 4-3-1. 울진바다목장 구획도.

Fig. 4-3-1. Map showing the Uljin marine ranching area.

울진바다목장조성사업은 다음의 표 4-3-1과 같이 3단계로 추진되며 2004년은 1단계 1차년도 단계로 바다목장 기반조성의 단계이다.

1~2차년도인 1단계는 2004~2005년까지 추진되며 바다목장 기반조성을 목표로 해역에 대한 환경특성을 조사하고 어장조성을 위한 기초조사와 자원조성대상생물에 대한 생리생태조사 및 대상범위 확립 및 구체화계획 수립을 주 연구내용으로 한다.

3~6차년도인 2단계는 2006~2009년까지 추진되며 본격적인 바다목장 조성을 목표로 한다. 연구내용은 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리, 시설물 투입 및 어장조성, 종묘방류 및 생물군집 변화조사, 바다목장 이용관리방안 수립 및 운영 등이다.

7차년도인 3단계는 2010년에 추진되며 사후관리 및 효과분석을 실시하게 된다. 이를 위해 환경 및 생태 동태 파악, 바다목장시설의 관리 및 효과조사, 방류어종의 자원관리 및 재생산 조사, 사후 투자효과분석 및 바다목장이관 계획 수립의 연구를 실시하게 된다.

표 4-3-1. 울진바다목장 사업의 추진단계

Table 4-3-1. Implementation plan for Uljin marine ranching area

구 분	1단계	2단계	3단계
기 간	1~2차년도 (2004~2005)	3~6차년도 (2006~2009)	7차년도 (2010)
목 표	바다목장 기반조성	바다목장 조성	사후관리·효과분석
주 요 내 용	• 실패역환경 특성조사	• 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리	• 환경 및 생태계 동태 파악
	• 어장조성 기반조사 (기초설계)	• 시설물 실패역 투입 및 어장조성	• 바다목장시설의 관리 및 효과조사
	• 대상생물 생리생태조사	• 방류 및 생물군집변화조사	• 방류종의 자원관리 및 재생산 조사
	• 대상범위 확립 및 구체화계획 수립	• 바다목장 이용관리방안 수립 및 운영	• 사후 투자효과분석 및 바다목장이관 계획 수립

표 4-3-2는 울진바다목장사업의 재원별 연도별 투자계획을 나타낸 것이다. 울진바다목장사업은 총사업비 57,210백만원 중 국비 35,500백만원, 지방비 4,500백만원, 어업인 1,710백만원, 민간 15,500백만원을 투자하는 대규모 사업으로 이중 시설투자비가 48,110백만원으로 총사업비의 84.1%를 차지하며, 연구개발비가 9,100백만원으로 총사업비의 15.9%를 차지한다.

시설투자는 크게 어장조성과 자원증대로 구분하였다. 어장조성 시설의 내용은 전기한 바와 같이 인공어초, 해조장, 환경모니터링 및 급이시스템, 육상관측시스템, 유어낚시터 조성, 수중공원 등이다. 한편 자원증대를 위한 투자는 종묘방류와 중간육성 시설인 내과성 가두리 시설이다.

어장조성 시설투자 규모는 39,269백만원으로 총 투자비의 68.6%, 총 시설투자비의 81.6%이다(표 4-3-3). 시설규모를 보면, 어장조성시설인 유치자어 보육초 및 어획용 어초, 부어초, 관광용어초 등 인공어초시설 10,410백만원, 해조장 1,527백만원이다. 환경 및 급이시스템은 167백만원, 육상관측시스템은 400백만원, 수중전망대, 해상관광시설, 내수면체험장, 잔교형 유어낚시터 등 해중공원조성에 19,462백만원이다.

표 4-3-2. 울진바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획

Table 4-3-2. Annual investment plan for Uljin marine ranching area by funding source

(단위 : 백만원)

구분	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
재원	합계	57,210	500	600	1,250	3,900	7,559	13,616	21,003	8,782
	국가	35,500	500	600	900	3,380	5,079	5,656	12,451	6,934
	지자체	4,500	0	0	350	430	1,450	630	1,022	618
	어업인	1,710	0	0	0	90	430	530	630	30
	민간기업	15,500	0	0	0	0	600	6,800	6,900	1,200
시설투자	소계	48,110	0	174	490	2,420	5,239	12,096	19,897	7,794
	국가	26,400	0	0	0	1,680	3,379	3,956	11,451	5,934
	지자체	4,500	0	0	174	650	830	810	916	630
	어업인	1,710	0	0	0	90	430	530	630	30
	민간기업	15,500	0	0	0	0	600	6,800	6,900	1,200
연구개발	소계	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
	국가	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
	지자체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민간기업	0	0	0	0	0	0	0	0	0

표 4-3-3. 울진해역 바다목장 사업의 어장조성 및 관광시설투자계획

Table 4-3-3. Investment plan of fishing grounds construction & tourist facilities for Uljin marine ranching area

(단위 : 백만원)

분야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재원	소계	39,269	0	23	340	1,576	4,048	10,558	18,012	5,909
	국가	19,807	0	0	0	986	2,338	2,568	9,716	4,199
	지자체	2,252		23	340	500	680	660	766	480
	어업인	1,710		0	0	90	430	530	630	30
	민간	15,500		0	0	0	600	6,800	6,900	1,200
어장조성	소계	12,504	0	0	0	917	2,265	1,835	3,670	3,817
	인공어초	10,410	0	0	0	694	1,735	1,388	3,123	3,470
	해조장	1,527	0	0	0	139	347	347	347	347
	환경·급이시스템	167	0	0	0	84	83	0	0	0
관광시설	육상관측시스템	400		0	0	0	100	100	200	0
	소계	19,462	0	0	0	520	1,840	7,810	8,092	1,560
	수중전망대	8,600	0	0	0	0	500	4,500	3,600	0
	해상관광시설	2,100	0	0	0	0	100	1,000	1,000	0
	잔교형낚시터	1,274	0	0	0	0	100	540	634	0
	내수면 체험장	2,840	0	0	0	0	100	1,340	1,400	0
	선상낚시	1,038	0	0	0	90	430	230	258	30
	숙박시설	2,600	0	0	0	0	0	200	1,200	1,200
배후지 조성	1,010	0	0	0	430	250	0	0	330	
기타	8,500	0	23	340	139	303	913	6,250	532	

표 4-3-4. 울진해역 바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획

Table 4-3-4. Investment plan for resource enhancement facilities for Uljin marine ranching area

(단위 : 백만원)

분야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재원	소 계	7,644	0	151	150	844	1,191	1,538	1,885	1,885
	국 가	6,593	0	0	0	694	1,041	1,388	1,735	1,735
	지자체	2,248	0	151	150	150	150	150	150	150
	어업인	0		0	0	0	0	0	0	0
	민 간	0		0	0	0	0	0	0	0
시설 내역	종묘방류 및 중간육성장	7,644	0	151	150	844	1,191	1,538	1,885	1,885

표 4-3-5. 울진해역 바다목장 사업의 연구개발 투자계획

Table 4-3-5. Investment plan of R&D for Uljin marine ranching area

(단위 : 백만원)

분 야	연구내용	합 계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	합 계	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
	적지선정	500	500	0	0	0	0	0	0	0
환 경 관 리 및 개 선	소 계	1,912		244	385	385	513	129	129	129
	환경조사	1,015		244	129	129	129	129	129	129
	생태계 특성 분석	897		0	256	256	385	0	0	0
어 장 조 성	소 계	1,696		227	180	377	377	268	12	256
	인공어초	1,028		177	93	202	202	87	12	256
	해중립	187		25	39	39	39	45	0	0
	환경,급이시스템	481		25	48	136	136	136	0	0
자 원 증 대	소 계	3,644		367	549	721	1,057	476	89	385
	방류용우량종묘	272		91	91	45	45	0	0	0
	중간육성기술	502		91	129	154	129	0	0	0
	음향순치기술	404		22	29	73	201	41	38	0
	건묘생산기술	521		106	112	151	151	0	0	0
	대상생물생태연구	444		13	37	82	211	51	51	0
	방류기술	283		45	87	87	64	0	0	0
	자원조사	1,218		0	64	129	256	385	0	385
바 다 목 장 이 용 관 리	소계	1,348		167	141	167	193	193	257	231
	제도적 행정체계구축	51		25	13	13	0	0	0	0
	마스터플랜수립	90		90	0	0	0	0	0	0
	이용관리체재구축 및 운영	951		52	129	154	193	193	129	102
	투자효과분석	129		0	0	0	0	0	0	129
	종합계획수립	129		0	0	0	0	0	129	0

자원증대를 위한 시설투자는 크게 종묘방류와 중간육성시설로 구분되는데 총 투자비

는 7,644백만원으로 총투자비의 13.4%이고 시설투자비의 15.9%에 해당된다(표 4-3-4).

연구개발투자는 크게 바다목장 적지선정, 환경관리 및 개선, 어장조성, 자원증대, 바다목장 이용관리분야로 나누어 투자하는 것을 기본으로 하였다.

각 분야별 투자계획은 표 4-3-5과 같이 바다목장 적지선정에 500백만원, 환경관리 및 개선에 1,912백만원, 어장조성분야에 1,696백만원, 자원증대 분야에 3,644백만원, 바다목장 이용관리분야에 1,348백만원으로 총 91,000백만원을 투입하는 것으로 하였다. 년차별로는 바다목장 기반조성단계에 1,500백만원(16.5%), 바다목장 조성단계에 6,100백만원(67.0%), 사후관리 및 효과분석단계에 1,000백만원(11.0%)을 투자하는 것으로 하였다.

3. 경제성 분석

가. 직접효과

어장조성과 종묘방류를 통하여 생산될 수 있는 어획량은 방류한 목표 어종이 산란하여 재생산된 자원량의 50%만을 어획한다는 가정 하에 추정하였다. 다만 각 어종별 자원특성에 따라 생존율을 달리하여 재생산력을 계산하였다.

조피볼락의 방류어 생존율은 0.4(1년) \times 0.4(2년) \times 0.5(3년)로 하였고, 방류어가 성어가 된 후 산란량은 친어수 \times 0.5(암수) \times 6만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)로 하였으며, 방류어의 2세어 생존율은 0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)으로 하였다.

넙치의 경우 방류어 생존율을 조피볼락의 70% 수준인 0.28(1년) \times 0.28(2년) \times 0.35(3년)로 하였고, 성어가 된 후 산란량은 친어수 \times 0.5(암수) \times 30만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)로 하였으며, 2세어의 생존율은 0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)으로 하였으며, 2사이클부터 3년째 생존율을 0.2로 하였다. 기타어류 및 갑각류와 패류에 대해서도 과학적인 자문을 구하여 생존율 및 산란량을 적용하였다. 그러나 공식에 의한 단순한 대입은 기하급수적인 자원의 증가를 나타낼 수 있으므로 현실을 감안하여 조정하였다.

전술한 어종별 방류량과 자원 재생산력에 의하여 추정된 최대어획 가능량은 2024년 약 4,583 M/T으로 추정되었다(표 4-3-6). 바다목장 조성기간인 2006년까지 어업활동이 제한된다는 가정 아래 어획은 2007년부터 시작하되, 자원량 중 MSY 수준인 자원량의 1/2 수준만을 어획하는 것으로 계획을 수립하였다.

어업비용은 고정비인 어선관련 비용과 변동비인 1일 출어 비용, 판매관리비로 구분하였다. 어선은 20,000천원 신조가격을 기준으로 내구년수를 20년으로 하였고, 감가상각비, 유지보수비 등의 척당 어선관련 비용은 약 3,600천원으로 하였다. 한편 1일 출어 비용은 약 80,000원으로 하였으며, 출어일수는 약 150일로 하였다. 한편 판매관리비는 어획금액의 5%로 하였다.

표 4-3-6. 울진바다목장 사업의 직접효과

Table 4-3-6. Direct effect of Uljin marine ranching area

(단위 : 천미, kg, 백만원, 척, %, 천원)

연도	방류량	자원량	최대어획 가능량	어업 수익	최대 어획비율	조업 척수	수익율	가구당 어업소득
2005	414	0	0	-	0.0	0	0.00	0
2006	1,241	0	0	-	0.0	0	0.00	0
2007	2,757	487	97	-	0.0	0	0.00	0
2008	2,619	6,772	2,854	87	0.2	2	0.29	43,550
2009	2,895	18,935	8,285	227	0.6	4	0.44	56,773
2010	2,619	41,480	18,291	424	1.4	7	0.47	60,592
2011	1,378	66,421	29,702	719	2.2	12	0.46	59,929
2012		134,957	58,254	1,332	4.3	22	0.47	60,523
2013		182,066	80,792	1,781	6.0	29	0.47	61,404
2014		245,145	111,544	2,595	8.2	42	0.48	61,784
2015		429,492	175,379	3,901	13.0	63	0.48	61,925
2016		625,195	259,490	5,489	19.2	88	0.48	62,378
2017		731,466	283,175	6,234	20.9	99	0.48	62,972
2018		1,623,126	501,953	9,083	37.1	140	0.50	64,875
2019		1,752,012	561,147	10,605	41.4	160	0.51	66,278
2020		3,360,799	944,543	15,110	69.8	220	0.52	68,681
2021		3,747,787	1,103,536	20,992	81.5	300	0.53	69,972
2022		3,903,231	1,166,143	23,291	86.1	320	0.54	72,785
2023		4,252,638	1,354,168	29,881	95.1	380	0.57	78,544
2024		4,583,852	1,287,925	39,817	100.0	400	0.64	99,543
2025		4,583,852	1,287,925	39,817	100.0	400	0.64	99,543
계	13,923	30,289,713	9,235,204					

주 : 2024년도부터 최대지속적 생산이 이뤄지기 때문에 이후에는 동일함.

이상과 같이 어업수익과 어업비용을 계산하여 어업이익을 산출하여 수익률을 계산한 결과 약 64% 수준으로 분석되었고, 조업에 참여한 어가의 어업소득은 약 99백만원으로 추정되었다.

나. 간접효과

(1) 분석방법

과거와는 달리 최근에는 바다가 어업활동을 하고 있는 어업인들의 전유물이 아니라 다양한 사람들에게 가치를 부여하고 있다. 특히 유어 낚시를 하는 사람들은 어업인들과 마찬가지로 어업자원을 소비함에 따라 개인의 효용을 느끼고 있다. 따라서 바다목장에 대한 효과는 어업 자원량의 증가가 어획량의 증가에 미치는 효과와 관광객의 소비자 잉여 등으로 대표되는 시장에서 거래 될 수 없는 비시장가치의 변화인 간접효과로 나눌 수 있

$$\ln(V_i) = 2.717 - 0.579 \ln(TC_i) - 0.478 \ln(\text{Time}_i)$$

(3.058) (2.430)

R-squared = 0.272

여기서 V_i 는 각 관광객의 연간 방문 횟수를 나타내고 TC_i 는 관광여행에 소요되는 평균 비용을 의미한다. Time_i 는 관광객의 거주지로부터 해당 관광지까지 소요되는 시간을 나타낸다. 이 경우, R-squared값이 0.272로 낮은 수치이지만 분석자가 해당 조사가 첫조사로 데이터의 신뢰도가 떨어진다는 점을 감안하여 함수를 추정하였다. 관광객의 울진방문시 소비자 잉여는 77천원으로 추정되었다.

유어낚시의 경제적 효과를 추정하기 위하여 매년의 어획비율에다 소비자잉여를 곱하여 추정된 경제적 효과는 표 4-3-7와 같다. 즉 이용일수를 100일로 가정하였을 경우 2010년에는 196백만원이지만, 최대가 되는 2024년에는 연간 145억원의 간접효과가 있을 것이고, 150일로 가정하였을 경우 2010년에는 293백만원이지만, 최대가 되는 2024년에는 연간 218억원의 경제적 효과가 있을 것으로 추정되었다.

표 4-3-7. 최소 간접효과

Table 4-3-7. Minimum indirect effect

(단위 : 백만원)

연 도	매년어업생산비율	관광효과 (100일)	관광효과 (150일)
2007	0.00007	1	2
2008	0.00211	31	46
2009	0.00612	89	133
2010	0.01351	196	293
2011	0.02193	918	477
2012	0.04302	624	936
2013	0.05966	865	1,298
2014	0.08237	1,194	1,792
2015	0.12951	1,878	2,817
2016	0.19162	2,779	4,168
2017	0.20911	3,032	4,548
2018	0.37067	5,375	8,062
2019	0.41439	6,009	9,013
2020	0.69751	10,114	15,171
2021	0.81492	11,816	17,724
2022	0.86115	12,487	18,730
2023	0.95108	13,791	20,686
2024	1.00000	14,500	21,750

다. 사전 타당성 평가

울진 바다목장의 경제적 타당성 분석은 어업을 통하여 어민들에게 발생하는 어업효과와 유어낚시 등 관광객의 편익을 추정한 관광효과를 포함하여 분석하였다.

분석 방법으로는 순현재가치(Net Present Value: NPV), 내부수익율(Internal Rate of Return: IRR) 그리고 투자회수기간(Payback Period)을 사용하였다.

분석기간은 50년으로 설정하였고 바다목장에 대한 투자는 2005년부터 2010년까지 6개년으로 하였다. 분석에 이용된 할인율은 5%와 3%를 가정하여 사용하였다.

표 4-3-8와 같이 분석결과를 종합해 볼 때 울진 바다목장은 NPV가 0이상, 내부수익율이 14% 이상, 투자 회수기간은 19년으로 경제적 타당성은 높은 것으로 평가되었다.

표 4-3-8. 울진바다목장 사업의 경제적 타당성 분석

Table 4-3-8. Results of economic analysis of Uljin marine ranching area

(단위: 백만원, %, 년)

구 분		100일 기준	150일 기준
순현재가치 (NPV)	3%	432,167	527,687
	5%	221,005	275,134
내부수익율 (IRR)		14.13	15.49
투자회수 기간		19	19

제 4 절 바다목장 이용·관리 기본계획 수립

1. 바다목장 이용·관리 기본계획

바다목장 이용관리는 보호수면 및 수산자원관리수면지정 하에 민·관·연 관리협의체를 구성하고 협의체의 운영방안에 부합되는 자율관리어업체제의 실시를 기본 틀로 하여 추진해야 할 것이다.

가. 소유권과 이용관리권

지금까지의 바다목장은 국가가 전액 투자하여 조성하였지만 울진바다목장의 경우는 지자체와 어업인 그리고 민간이 공동투자하는 형태를 취하고 있다.

국가의 투자금액은 바다목장 조성을 위한 시설의 투자와 연구에 지자체와 어업인 그리고 민간의 경우는 바다목장의 이용과 활용분야에 투자하는 형태를 취하고 있어 지금까지의 경우와 다른 특성을 가진다.

따라서 바다목장 자체에 대한 소유권은 국가가 보유하고 이용관리권을 어업인과 민간에게 이양하는 방안과 국가가 소유권과 이용관리권을 모두 어업인과 민간에 이양하는 두 가지 방안이 바다목장의 소유권 관리방안이 있을 수 있다.

국가 또는 국가로부터 위임받은 지자체가 소유권을 갖는 경우에는 어업인과 민간이 바다목장에 대한 이용관리권을 가지며 이에 따라 이용료를 받고 관리비용을 지출하게 되는데 이 모델은 현재 정부에서 추진하고 있는 자율관리어업과 부합되어 정부의 정책일관성을 가질 수 있다는 점에서 보다 바람직하다고 할 수 있을 것이다.

한편 국가가 이용관리권뿐 아니라 소유권까지 어업인들에게 모두 이양하는 모델의 형태를 취하게 될 경우에는 어업인과 민간이 사업을 적절히 수행하지 못했을 경우 소유권을 국가에서 회수할 수 있는 제도적인 장치를 마련해야 한다.

이는 바다목장사업의 기본취지가 자원조성임을 고려할 때 당연히 수반되어야 할 전제조건이다. 그리고 두가지 모델에서 이용관리 주체는 자원의 지속적 이용을 보장하여야 하며, 대신 위판금액의 일정비율과 유어이용료 등을 활용할 수 있도록 해야 할 것이다.

현재 기르는어업육성법에서는 바다목장을 수산자원관리수면으로 지정하게 하여 관리권을 시·도지사가 가지며, 이용권을 어업인 등에게 부여하거나 관리권을 위임하여 이용관리권을 부여하게끔 되어 있다. 그러나 실질적인 이용은 바다목장해역의 어업인들이 하므로 이용관리권을 위임하여 자율관리를 지향하도록 하는 것이 바람직하다.

현재의 경우는 바다목장의 조성과정이므로 바다목장에 대한 소유권은 당연히 국가에 귀속시켜 바다목장조성에 최선을 다해야 하며, 바다목장 조성과정에서 점진적으로 수면에 대한 이용권을 어업인과 민간에 부여하여 참여하는 형태를 취해야 할 것이다.

나. 이용관리방법

수면이용은 보호수면과 수산자원관리수면의 두가지 수면을 운영하여 치자어 관리와 중점관리해역의 경우는 보호수면으로 지정하여 중점관리해 나가며, 그 외의 수면에 대해서는 자원조성에 지장이 없는 한도 내에서 부분적인 어업활동 및 수면이용활동이 가능한 수산자원관리수면을 지정하여 운영하는 방향이 되어야 할 것이다.

바다목장 사업의 여러 운영사항중 법적 고려를 요하는 것으로 특히 중요한 것이 설립 예정지구와 입지 선정을 위한 기준 문제이다. 이 문제는 세계적으로도 다양한 방식으로 규율되고 있으며 평가의 주요 범주는 기존의 자원조성계획과의 일관성, 입지의 넓이, 시설물의 종류, 사업의 운영방식, 시설 및 도구 등이 지역환경에 미칠 영향(환경, 사회간접자본, 경제, 고용, 편의시설)과 경제성 등을 포함한다.

자원이용을 위한 어법은 외줄낚시와 연승으로 한정하여 통발, 저인망 등의 어업을 금지하여야 하며, 체장제한이나 산란장 부근의 금어구 등도 반드시 설정되어야 할 것이다. 또한 관리방법과 관련하여 바다목장 관리이용협의회와 자율관리어업위원회를 구성하여 바다목장사업에 어업인들을 적극적으로 참여시켜야 할 것이다.

또한 바다목장에 대한 주인의식을 철저하게 가지게 하여 어업인들의 적극적인 자원관리활동을 벌일 수 있도록 하고, 한단계 더 나아가 바다목장에서 생산되는 수산물에 대한 부가가치 증대를 위한 방안 역시 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

2. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정

울진바다목장해역에 대한 보호수면과 수산자원관리수면 지정은 성공적인 바다목장 조성과 효율적인 바다목장 관리를 위해 반드시 필요하다. 또한 기르는어업육성법에서 규정하고 있는 바다목장조성해역에 대한 수산자원관리수면 지정에 대한 의무를 수행하여 법적 테두리 내에서 바다목장을 관리할 수 있다는 측면 또한 강하다.

보호수면이란 수산동물의 산란·수산동식물의 종묘발생이나 치어의 성장을 위하여 해양수산부장관이 시·도지사의 신청에 의하여 적합하다고 인정하는 수면에 대하여 지정하는 것으로 매립 등의 공사를 하고자하는 자는 해양수산부장관 또는 시·도지사의 승인을 얻어야 하며, 보호수면내에서의 어로행위 또한 금지되어 있다.

수산자원관리수면이란 수산자원의 효율적인 관리·이용을 위하여 인공어초 또는 바다목장 시설물을 설치하였거나 설치할 예정인 수면(기르는어업육성법(이하 “법”이라 함) 제10조제1항)을 말한다.

수산자원관리수면의 지정목적은 수산자원의 효율적 관리·이용(법 제10조제1항)이며, 지정권자는 시·도지사(법 제10조제1항)가 된다.

관리자는 동법 제10조 제2항에 의거 시·도지사가 되며, 수면에 대한 관리·이용규정을 정하여 관리(법 제10조제2항)하여야 한다.

수산자원관리수면의 지정 및 해제 절차는 관계중앙행정기관장 협의 → 시·도지사 신청 → 해양수산부장관 승인 → 고시(법 제10조제3항 내지 제5항)를 통해 이뤄진다.

수산자원관리수면으로 지정이 되게 되면 관리수면에서의 행위가 제한되는데 그 내용은 매립, 준설 등의 행위는 시·도지사 허가를 받아야 가능(법 제11조제1항)하며, 수산동식물 포획·채취 : 관리·이용 규정에 의해 가능(법 제11조제2항)하게 된다.

울진바다목장에서와 통영바다목장에서와 같이 유치자어 성육장과 바다목장 조성시설의 보호를 위해 필요한 곳, 산란장 등에 대해서는 보호수면을 지정하고 나머지 수면은 수산자원관리수면으로 지정하여 관리하여 성공적인 바다목장이 조성될 수 있도록 해야 할 것이다.

가. 지정·관리·이용 기간

수산자원관리수면지정 기간은 바다목장 조성 완료시점인 2010년까지를 일차적인 기간으로 정하여 운영하며 그 이후는 바다목장 자원상태, 이용관리상의 문제점 등을 감안하여 기간을 연장 등을 고려해야 할 것이다.

나. 허용 및 제한사항

수산자원관리수면에서의 허용사항은 ①조사연구를 위한 어로행위 및 시설물 설치, ②자원조성 시설물 설치 및 종묘방류 등 자원조성 행위, ③어업자원의 남획에 영향을 최소화할 수 있는 어업과 유어낚시선업, 외줄낚시어업, 연승어업, 채낚기어업, 유어낚시선업, ④관리권자의 승인 및 허가를 받은 바다목장 해역 이용행위, ⑤기존에 면허를 득한 어업권어업 및 허가를 받은 구획어업 등이 될 수 있을 것이다.

어구어법 및 어업 제한 내용은 ①바다목장내 설치된 어장 및 자원조성용 시설물의 보호 및 자원남획을 방지하기 위하여 남획성 어구어법은 금지, ②모든 구획어업 ③ 연안연승 및 연안채낚기를 제외한 모든 연안어업, ④ 모든 근해어업 등으로 해야 한다.

(1) 입어자 제한

입어자에 대한 제안은 다음과 같다.

첫째, 바다목장 이용자간의 동질성, 바다목장 관리의 효율성, 이용 및 관리의 용이성, 기존 이용자에 대한 이용권 비배제의 원칙 하에 입어자를 제한

둘째, 입어자는 원칙적으로 울진바다목장 주변 수역에 위치한 6개 어촌계원으로 하되 기존에 동일 해역에서 본 규정에 의하여 허용된 어구어법으로 조업한 어업인에 대하여 제한적으로 입어를 허용

셋째, 입어자의 개인자격이 아닌 해당 어촌계 계원자격으로 한정하여야 한다.

(2) 어획량 및 입어척수 제한

수산자원관리수면에서는 어업자원관리 수단 및 어획노력량을 제한한다 하더라도 근본적으로 과도한 어획은 자원을 고갈시킬 우려가 있으므로 어획량을 지속가능한 자원수준에 맞게 제한해야 한다.

따라서 매년 자원조사를 통하여 목표어종인 볼락, 조피볼락, 넙치의 연간 허용어획량을 정하여 어획을 제한해야 하며, 가능하면 어선척당 어획량도 제한하되 다만 행정관청에서 어획권 할당을 정하기가 어려운 경우에는 입어자들의 조직체에서 자율적으로 할당하도록 하는 것도 가능할 것이다.

한편, 어획량이 제한된 상태에서 너무나 많은 어선이 입어하게 되면 척당 수익이 떨어져 불법의 가능성이 많아 바다목장 관리가 어려우므로 입어척수 또한 제한해야 할 것이다.

그리고 자원의 지속적 재생산을 위해 주요어종에 대해 체장제한을 적용하고 바다목장 목표어종의 산란상태를 조사하여 산란기 및 산란장 금어기간 및 구역을 설정하여야 할 것이다.

3. 바다목장 관리이용협의회 · 자율관리어업위원회 구성

바다목장의 이용 · 관리를 자율관리어업체제로의 전환을 위해서는 바다목장조성단계에서 그 기반을 충실하게 갖춰져야 한다. 그리고 지속적이고 합리적인 바다목장의 이용 · 관리를 위한 문제해결을 위해서는 민 · 관 · 연 모두가 참여하는 관리협의체를 운영하여야 한다.

바다목장 관리이용협의회의 운영을 위한 기본사항은 다음과 같다.

협의회의 구성원은 전기한 바와 같이 관계, 어업인, 학계 및 업계로 구성되며, 협의회장, 부회장 및 간사 1인씩을 두게 된다. 위원회는 1년에 2회 개최하되, 필요시에는 별도로 개최할 수 있다. 소요경비는 시범사업 실시기간 중에는 울진바다목장사업 추진 연구기관, 어업인 및 해당 행정기관이 공동으로 부담하고, 이용관리권 이양 후에는 어업인 및 민간이 공동 부담한다.

목장조성단계에서는 관리이용협의회가 바다목장 조성을 위한 현장 모니터링, 바다목장 이용관리 및 감시에 관한 사항을 논의하여 결정하고, 어업인들은 협의회와 협력하여 여기에서 결정된 각종 역할을 수행하는 역할 분담이 이루어져야 한다.

사후관리단계에서는 관리 · 이용권의 이양과 사후평가를 담당하는 바다목장 평가단으로서 기능할 필요가 있다. 즉, 바다목장에 시설할 시설물 설치 및 종묘방류 등이 모두 이루어짐으로써 바다목장이 완성되면 이를 실질적으로 이용하고 관리할 수 있는 주체에 관리권을 이양하고 이를 사후 평가할 필요가 있는데, 목장조성단계부터 같이 협력하고 논의해 왔던 동 협의회의 위원들이 어업인들의 역량을 가장 잘 평가할 수 있다. 그러므로 관

리·이용권 이양단계에서 이용권과 관리권을 가장 적합한 대상에게 이양할 수 있도록 평가기능을 부여하고, 이양된 이후에는 자문기관으로 계속 남는 방향이 바람직 할 것이다.

그러나 현재의 체제는 자율관리어업으로의 이행에 충분치 않은 측면이 있다.

표 4-4-1. 울진바다목장 관리이용협의회

Table 4-4-1. Uljin Marine Ranching Management Council

구 분	소 속	직 위	역 할
관 계	경상북도	해양수산과장	행정지원
	울진군	수산과장	지도, 단속, 행정지원
	영덕해양수산사무소	소 장	교육, 지도
학 계	한국해양연구원	연구책임자	교육, 홍보, 감시
	한국해양수산개발원	연구책임자	교육, 홍보, 감시
	동해수산연구소	자원환경팀장	기술지도
	어류연구센터	센터장	기술지도
업 계	후포수협	지도과장	지도, 홍보
어업인	6개 어촌계 어업인 자생단체	계 장 단 체 장	감시, 어업인교육, 홍보
민 간	미정	민간투자자	관광이용관리

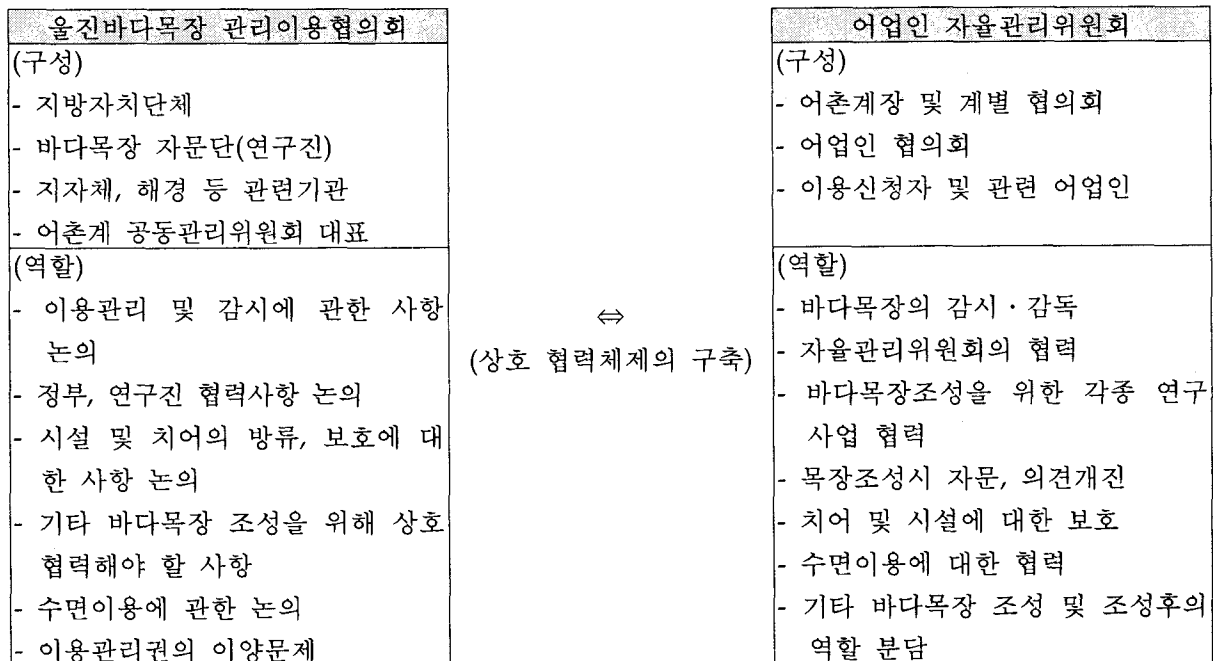


그림 4-4-1. 바다목장 이용·관리주체들의 역할 분담.

Fig. 4-4-1. Role's division about the subject of use & management.

먼저 그 구성이 바다목장의 관리를 위한 조직이었기 때문에 어업인 대표가 어촌계장으로 되어있어 실질적으로 해역에서 조업을 해 나갈 어업인이 그 대상에서 제외되어 있다. 따라서 지금의 바다목장 관리이용협의회는 자율관리어업을 뒷받침하는 기관으로 그 성격을 전환할 필요가 있다.

이를 위해 울진바다목장의 자율관리어업을 위해 어장이용자 혹은 희망자를 중심으로 어업인 자율관리어업위원회를 구성하고 기존의 바다목장 관리이용협의회와 긴밀하게 협조하여 어장관리와 이용에 대한 규칙을 정하고 지켜나가는 것이 바람직할 것이다.

이러한 바다목장 관리이용협의회와 어업인 자율관리어업위원회의 역할을 구분해 보면 그림 4-3-1와 같다.

그리고 통영바다목장, 전남다도해형바다목장, 태안바다목장, 북제주바다목장에 조직된 관리이용협의회 및 자율관리어업위원회와의 정보교환을 통한 자율관리의 정착을 위한 협의인 전국 바다목장 자율관리운영협의회를 구성하여 운영하는 것도 필요할 것이다.

조직은 각 해역별 바다목장 관리이용협의회, 연구진, 학계 그리고 민간단체로 하고 역할은 해역별 바다목장 자율관리 성공사례 및 문제점 토의, 바다목장 운영 전반에 걸친 현황 및 각종 정보의 공유를 통해 자율관리의 성공적 정착을 도모하는 것으로 한다.

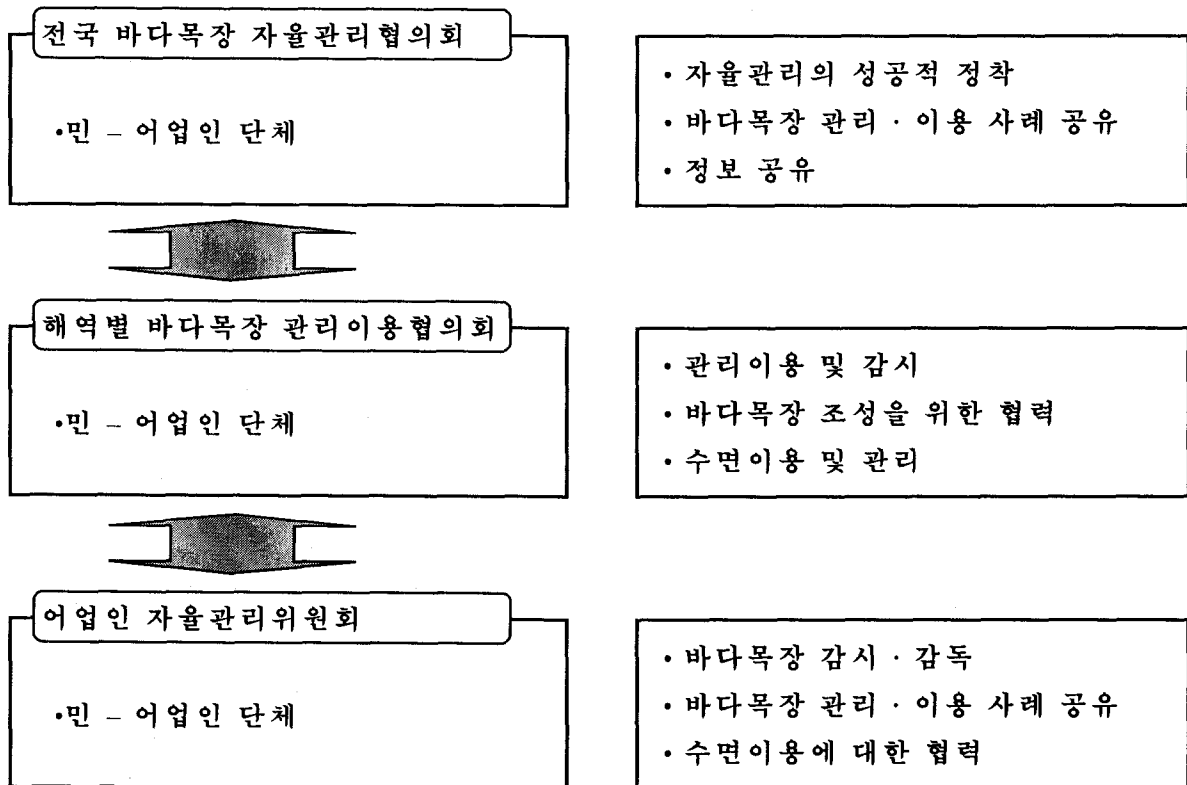


그림 4-4-2. 전국 바다목장 자율관리협의회의 구성과 기능.

Fig. 4-4-2. Roles & Functions of National Marine Ranching Management Council.

제 5 절 요약 및 결론

2002년부터 추진된 울진바다목장은 총 5개 신청 후보지역 중 선정된 해역으로 총사업비 57,210백만원을 투입하여 기존에 추진되어 온 통영바다목장과 전남다도해형바다목장이 가지는 어로이용의 기능에 관광자원으로서의 이용이라는 복합적 기능을 갖도록 추진될 예정이다.

이에 따라 총사업비 중 15,500백만원의 민자를 유치하여 수중관광시설 등海中공원을 조성해 나갈 야심찬 계획을 가지고 추진되고 있는 사업이다.

바다목장사업이 성공하기 위해서는 바다목장 해역에 대한 철저한 관리를 통해 자원을 풍부하게 조성하는 것만이 중요한 것이 아니라 조성된 자원을 관리하고 이용하는 어업인과 민간이 자원에 대한 주인의식을 가지고 지속적으로 이용할 수 있는 체제를 갖추는 것이 무엇보다 중요하다.

이를 위해 울진바다목장사업의 추진과정에서부터 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하여 자원관리와 이용에 대한 합의를 도출하고 어장이용질서 등 이용자 상호간 마찰을 최소화 할 수 있도록 바다목장 관리이용협의회를 출범시키고 자원의 주이용자인 어업인과 민간투자자들이 견해를 조정할 수 있는 자율관리어업위원회를 조직하여 운영해나갈 수 있는 체제가 우선적으로 추진되고 있다.

동사업이 계획대로 추진될 경우 울진바다목장이 가지는 순현재가치(NPV)는 할인율 3%, 5%에서 최소 2,210~5,278억원으로 모든 시나리오에서 NPV가 +로 나타나 경제성이 있는 것으로 평가되었고, 내부수익율(IRR)도 최소 14.13~15.49%로 상당히 높은 수준인 것으로 나타났다.

그러나 이러한 경제적 효과를 거두기 위해서는 철저한 바다목장 관리가 전제되어야 할 것이다. 즉 울진바다목장이 합리적이며 지속가능하게 이용되도록 하기 위해서는 바다목장조성 못지않게 관리·이용 방안에 따른 어업자와 민간의 이용이 전제되어야 할 것이다.

태안바다목장 Taeon Marine Ranching

제 1 장 환경생태

제 2 장 어장조성

제 3 장 자원조성

제 4 장 이용관리

제 1 장 환경 · 생태

제 1 절 해양 환경

1. 서 론

산업 발달과 인구 증가는 연안환경으로 산업폐수와 생활하수의 대량 유입을 초래하여, 연안해역의 오염을 유발시켜왔으며, 무분별한 어로활동과 양식장 이용에 따른 연안환경의 오염도 심화되고 있다. 또한 방조제 건설 등과 같은 연안 개발도 연안환경 파괴를 가속화시키고 있어 해양에 서식하는 다양한 생물에 직·간접적으로 영향을 미치게 된다.

체계적인 수질관리와 어장 관리를 통하여 지속적인 수산생물의 터전을 만들어 줌으로써 안정적인 연안 생태계를 유지하는 것이 중요하다. 이러한 일련의 과정은 수질 보전이라는 중요성과 더불어 수산 자원의 지속적인 이용에도 필수적인 것이라 하겠다.

퇴적물은 생태계를 구성하는 무생물계의 하나로 생태계 변화의 올바른 이해와 해석을 위하여 고려해야 할 중요한 요인들 중 하나이다. 이는 수층 환경 자료 및 해류 등과 더불어 해당 지역의 기초 자료 확립과 관련하여 의의가 있으며, 뿐만 아니라 본 바다 목장 사업에 있어서는 유치하고자 하는 목표 종들의 정착 및 서식의 성공 가능성 여부를 예측할 수 있는 기본 자료가 되기도 한다. 따라서 본 연구에서는 태안바다목장 해역의 수질환경과 저서환경의 특성을 파악하여 바다목장조성을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 수질특성

해양 수질 조사는 조사해역에서 2004년 9월 15일과 11월 23일에 6개의 조사정점에서 동선관측을 통하여 이루어졌다. 조사정점의 위치는 그림 1-1-1에 나타난 바와 같다. 본 조사에서 현장측정 이외의 화학분석을 위한 시료는 각 조사 정점에서 5 ℓ Niskin 채수기로 표층 및 저층 시료를 채수한 후 시료에 따라 냉장 또는 냉동 보관하여 실험실로 옮겨져 분석하였다.

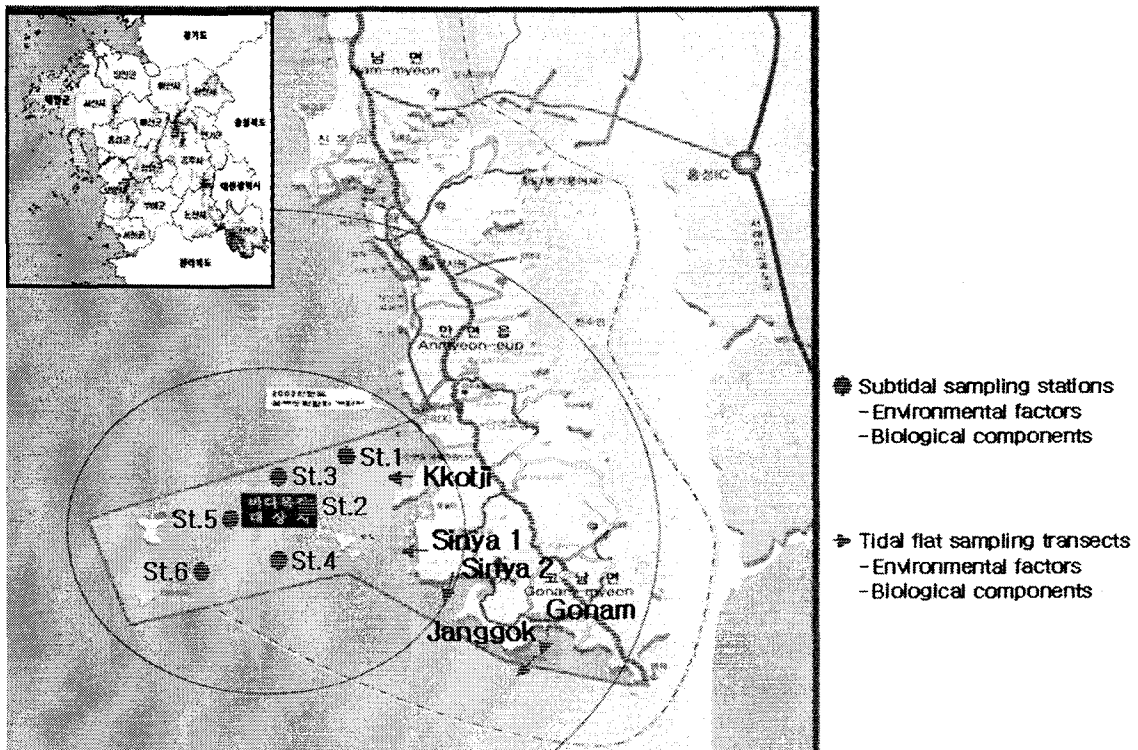


그림 1-1-1. 조하대와 조간대 정점 위치도.

Fig. 1-1-1. Sampling sites of intertidal and subtidal areas.

(1) 수온 및 염분

현장에서 수온·염분측정기(YSI85)를 이용하여 측정하였다.

(2) pH

현장에서 pH meter(Orion 920A)를 이용하여 측정하였다.

(3) 용존산소(DO)

현장에서 DO meter(YSI85)를 이용하여 측정하였다.

(4) 화학적 산소요구량(COD)

시료를 알칼리성으로 하여 과망간산칼륨 과잉량을 넣고 수욕에서 60분간 가열 반응시킨 후 요오드화칼륨 및 황산을 넣어 소비되고 남은 과망간산칼륨에 의하여 유리된 요오드의 양으로부터 산소의 양을 측정하였다(해양수산부, 1998).

(5) 부유물질(SS)

부유물질은 실험실에서 미리 무게를 측정한 유리섬유여과지 45 mm GF/C filter paper를 여과하여 건조한 후 103~105℃에서 건조한 후 차를 측정하여 소수점 첫째자리까지 나타내었으며, 단위는 mg/l로 하였다.

(6) 영양염류(T-N, T-P)

영양염 분석은 Niskin 채수기를 이용하여 해수를 채수한 후 직경 25 mm 여과지

GF/F filter를 통과시켜 여액을 20 ml plastic scintillation vial에 넣어 dry ice에 냉동 운반하여 -20℃ 냉동보관 후 Parsons *et al* (1984)에 준하여 Auto Analyzer (Bran Luebbe)를 이용하여 분석하였다.

나. 퇴적물 특성

해양 퇴적물의 조사는 수질특성의 조사와 동시에 이루어졌으며 조사정점은 그림 1-1-1에 나타난 바와 같다.

현장에서 채집된 표층 퇴적물은 입도 분석을 하기 위해 실험실로 운반하였다. 이 중 순수한 퇴적물만 얻기 위하여 용해성 염분, 탄산염과 유기물을 제거한 후 습식체질(wet sieving)을 하여 4 Φ 이하와 그 이상으로 각각 분리하였다. 4 Φ 보다 굵은 조립질 시료는 기계식 체질기를 이용하여 1 Φ 간격으로 분석하였으며, 4 Φ 이상의 세립질 시료는 입자의 침강 속도를 고려한 pipette method를 도입해 1 Φ 단위로 분리하였다. 얻어진 입도별 무게를 측정 후 graphic method에 의해 평균 입도를 구하였다.

퇴적물에 포함된 총 유기물 함량을 분석하기 위해 건조로에 넣어 완전 건조시킨 후 시료 일부를 분말화하여 0.001 mm 체로 걸렀다. 이 중 1 g을 취하여 1시간 동안 550℃로 가열한 후에 그 무게 손실량을 백분율로 나타냈다. 2회의 값을 평균하여 자료 분석에 사용하였다.

퇴적물의 유기탄소·유기질소량은 표층퇴적물을 드라이아이스로 냉동하여 실험실로 운반한 후 CHN 원소분석기(Carlo-Erba EA 1108)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 토의

가. 수질특성

(1) 수온 및 염분

조사해역의 9월 표층 수온은 21.1~21.6℃ 범위(평균 21.4℃)를, 저층 수온은 20.0~21.6℃ 범위(평균 21.0℃)를 보여, 표층과 저층의 수온 범위는 비슷하였고, 평균 수온 차이는 표층이 0.4℃ 높았다. 정점 6에서 표, 저층간 수온차가 1.1℃로 가장 큰 차이를 보였고, 그 외 정점은 0.0~0.6℃로 차이가 크지 않았다(표 1-1-1). 11월의 경우, 표층 수온은 13.9~14.7℃ 범위(평균 14.3℃)를, 저층 수온은 13.7~14.3℃ 범위(평균 14.1℃)를 보여, 표층 수온과 저층 수온 범위는 거의 같았고, 표, 저층간 평균 수온 차이는 표층이 0.2℃ 높았다. 표, 저층간 수온 차이는 정점에 따라 0.1~0.4℃ 표층이 높았다(표 1-1-1).

염분의 경우, 조사해역의 9월 표층과 저층에서는 30.0~30.1psu 범위(표층 평균 30.0 psu, 저층 평균 30.1psu)를, 11월 표, 저층 염분은 전 정점 표, 저층 모두 31.1psu를 나타내, 수층간 정점간 염분차는 거의 없었다(표 1-1-1, 1-1-2).

(2) pH

9월의 pH는 표층과 저층 모두 평균 8.11, 8.10~8.13 범위를 보였다(표 1-1-1). 정점 3~5에서 8.12~8.13으로 상대적으로 높았고, 그 외 정점에서는 8.10이었으며, 표, 저층간 차이는 없었다. 11월의 pH는 전 정점, 표층과 저층 모두 8.06으로 동일한 값을 나타냈다(표 1-1-2).

표 1-1-1. 태안바다목장 인근해역의 하계 해양수질(2004년 9월)

Table 1-1-1. Water quality in the near shore of Taean marine ranching area (2004. 9.)

Station	1		2		3		4		5		6	
	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.
Temperature (°C)	21.6	21.6	21.4	21.3	21.5	21.2	21.5	21.1	21.5	20.9	21.1	20.0
Salinity (psu)	30.0	30.0	30.0	30.1	30.0	30.0	30.1	30.1	30.1	30.1	30.0	30.1
D.O. (mg/ℓ)	5.20	5.14	5.06	5.00	5.05	4.97	5.25	5.14	5.36	4.99	5.14	5.16
pH	8.10	8.10	8.10	8.10	8.12	8.12	8.13	8.13	8.12	8.12	8.10	8.10
S.S. (mg/ℓ)	28.40	51.15	26.40	31.80	26.00	27.80	29.20	29.80	27.60	36.60	26.00	42.40
Ammonia (μM)	2.202	2.395	2.083	2.589	2.968	3.011	3.184	2.608	2.328	2.261	2.406	2.930
Nitrite (μM)	0.568	0.509	0.508	0.589	0.590	0.338	1.999	0.562	0.553	0.585	0.318	2.131
T-N (μM)	5.652	5.162	4.915	5.171	5.864	5.442	3.619	4.805	4.249	4.707	5.045	4.382
T-P (μM)	0.129	0.870	0.821	0.769	0.824	0.889	0.899	0.716	0.242	0.225	0.680	0.831

표 1-1-2. 태안바다목장 인근해역의 추계 해양수질(2004년 11월)

Table 1-1-2. Water quality in the near shore of Taean marine ranching area (2004. 11.)

Station	1		2		3		4		5		6	
	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.	Sur.	Bot.
Temperature (°C)	13.9	13.7	14.0	13.9	14.2	14.1	14.2	14.1	14.5	14.2	14.7	14.3
Salinity (psu)	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1
D.O. (mg/ℓ)	5.35	5.30	5.37	5.35	5.34	5.30	5.34	5.28	5.32	5.23	5.26	5.20
pH	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06	8.06
S.S. (mg/ℓ)	16.5	17.0	17.5	17.5	17.5	16.3	17.5	17.0	17.0	16.8	17.5	17.0
Ammonia (μM)	0.160	0.281	0.049	0.294	0.155	0.438	0.409	0.365	0.114	0.131	0.305	0.614
Nitrite (μM)	0.486	0.262	0.245	0.257	0.228	0.289	0.222	0.324	0.260	0.259	0.312	0.360
T-N (μM)	12.206	8.136	9.490	11.358	10.780	10.814	10.155	10.896	8.572	14.255	12.590	14.162
T-P (μM)	0.448	0.542	0.534	0.440	0.538	0.392	0.517	0.401	0.564	0.491	0.512	0.530

(3) 용존산소(DO)

9월 표층 용존산소는 평균 5.18 mg/ℓ, 5.05~5.36 mg/ℓ 범위이었고, 저층에서는 평균 5.07 mg/ℓ, 4.97~5.16 mg/ℓ 범위를 나타냈다(표 1-1-1). 저층보다 표층에서 넓은 범위를 보였고, 평균 용존산소량은 저층보다 표층에서 높았다. 표층에서 가장 높은 해역은 정점 5이었고, 저층에서는 정점 6에서 가장 높았으며, 표층에서 가장 낮은 곳은 정점 3이었고, 저층의 경우도 정점 3이었다. 정점 5에서 표, 저층간 차이는 0.37 mg/ℓ로 다른 정점에 비해 큰 차이를 보였고, 그 외 정점에서의 표, 저층간 차이는 0.02~0.11의 작은 차이를 보였으며, 정점 6에서는 표층보다 저층에서 높은 용존산소량을 보였고, 그 외 정점에서는 표층에서 높았다. 11월의 표층 용존산소는 평균 5.33 mg/ℓ, 5.26~5.37 mg/ℓ 범위이었고, 저층에서는 평균 5.28 mg/ℓ, 5.20~5.35 mg/ℓ 범위를 나타냈다(표 1-1-2). 표층보다 저층에서 넓은 범위를 보였고, 평균 용존산소량은 저층보다 표층에서 약간 높았다. 용존산소량이 가장 높은 해역은 표, 저층 모두 정점 2이었고, 가장 낮은 해역은 정점 6이었다. 표, 저층간 용존산소량 차이는 정점에 따라 0.02~0.09 mg/ℓ 범위이었다. 9월에 비해 11월의

용존산소량이 약간 높았으며, 이는 표, 저층 모두 해당되었다.

(4) 부유물질(SS)

조사해역의 부유물질은 9월 표층에서 26.00~29.20 mg/ℓ의 범위와 평균 27.27 mg/ℓ, 저층은 27.80~51.15 mg/ℓ의 범위로 평균 36.59 mg/ℓ으로 나타났다(표 1-1-1). 11월 표층에서 16.50~17.50 mg/ℓ의 범위와 평균 17.25 mg/ℓ, 저층은 16.30~17.50 mg/ℓ의 범위로 평균 16.93 mg/ℓ으로 나타났다(표 1-1-2). 전체적으로 저층보다는 표층의 부유물질 농도가 높게 나타났다.

(5) 영양염류

(가) 아질산염 질소

조사해역의 9월 아질산 질소는 표층에서 0.318~1.999 uM의 범위와 평균 0.756 uM, 저층은 0.338~2.131 uM의 범위로 평균 0.786 uM으로 나타났다(표 1-1-1). 11월 표층에서는 0.222~0.486 uM의 범위와 평균 0.292 uM, 저층은 0.257~0.360 uM의 범위로 평균 0.292 uM으로 나타났다(표 1-1-2). 아질산 질소는 11월에 비해 9월에 약간 높은 농도를 나타냈고, 9월과 11월 모두 수층간 차이는 대부분 정점에서 유사한 농도범위를 보였다.

(나) 질산염 질소

조사해역의 9월 질산성 질소는 표층에서 3.619~5.864 uM의 범위와 평균 4.891 uM, 저층은 4.382~5.442 uM의 범위로 평균 4.945 uM으로 나타났다(표 1-1-1). 11월 표층에서 8.572~12.590 uM의 범위와 평균 10.632 uM, 저층은 8.136~14.255 uM의 범위로 평균 11.603 uM으로 나타났다(표 1-1-2). 질산염은 표층보다 저층에서 높은 농도를 보였다.

(다) 암모니아염 질소

조사해역의 9월 암모니아염 질소는 표층에서 2.083~3.184 uM의 범위와 평균 2.529 uM, 저층은 2.261~3.011 uM의 범위로 평균 2.632 uM으로 나타났다(표 1-1-1). 11월 표층에서 0.049~0.409 uM의 범위와 평균 0.199 uM, 저층은 0.131~0.614 uM의 범위로 평균 0.354 uM으로 나타났다(표 1-1-2). 질산성 질소와 마찬가지로 암모니아는 저층에서 약간 높은 농도를 나타냈다.

(라) 인산염

조사해역의 9월 인산염 인은 표층에서 0.129~0.899 uM의 범위와 평균 0.599 uM, 저층은 0.225~0.889 uM의 범위로 평균 0.717 uM으로 나타났다(표 1-1-1). 11월 표층에서 0.448~0.564 uM의 범위와 평균 0.519 uM, 저층은 0.392~0.542 uM의 범위로 평균 0.466 uM으로 나타났다(표 1-1-2). 인산염 인은 표, 저층간 농도 차이는 크지 않았다.

나. 퇴적물 특성

(1) 조간대

태안 지역 5개의 조간대에서 2회에 걸쳐 채집한 퇴적물의 평균입도, 분급도 및 강열감

량과 CHN 결과 등을 표 1-1-3과 표 1-1-4에 정리하였다.

지역별 퇴적물의 평균입도를 살펴보면 승언리, 신야 1구와 장곡 지역은 2.079~2.564 ϕ 의 범위를 보이는 중간 입자의 사질로 이루어진 지역이었으며, 고남 지역은 2.82~4.537 ϕ 의 니질을 함유한 가는 입자의 모래 지역이었다. 한편 신야 2구는 -0.011~2.445 ϕ 로 역질을 포함한 다른 지역들보다 다소 굵은 입자의 모래로 구성되어 있었다. 시기별로는 대부분의 지역이 1, 2차 조사 시 비슷한 입도 분포를 보였으나, 신야 2구의 정점 1번에서는 11월이 9월에 비해 월등히 조립한 경향을 볼 수 있었다. 한편 고남 지역의 모든 정점에서는 2차 조사 시 다소 세립(정점 3, 5)해지거나 조립(정점 1, 2, 4)해지는 변화를 보였다.

각 지역별로 퇴적물 조성의 균일한 정도를 알 수 있는 분급도의 차이를 살펴보면, 고남 지역의 모든 정점은 1.63~3.07 ϕ 로 불량한 상태(poorly sorted)였으며, 신야 2구를 제외한 나머지 지역들은 대부분 0.5 ϕ 이하로 well sorted한 상태를 보였다. 반면 신야 2구는 정점 2, 3에서는 분급도가 불량했으나(1.5 ϕ 이상), 정점 4, 5에서는 양호한 상태를 보였다. 시기별 변화를 보면 신야 2구의 정점 1에서는 9월에는 분급도가 좋은 반면, 11월에는 매우 불량하게 조사되었다. 하지만 나머지 정점에서는 계절별 차이가 미미하였다.

각 지역별 퇴적물 내의 유기물 함유량을 간접적으로 측정할 수 있는 강열감량을 지역별로 평균하여 비교하면 장곡 지역이 1.23%로 가장 낮은 값을 보였으며, 11월 조사 시 정점 1, 2번에서 역질 퇴적물 채집으로 인하여 분석이 이루어질 수 없었던 신야 2구에서 2.77%로 가장 높은 값을 보였다.

유기물 측정에 있어 지표가 될 수 있는 탄소 함유량을 지역별로 평균하여 살펴보면 장곡 지역이 최저치인 0.48%였고 신야 1구에서 가장 높은 값인 1.27%을 보였다. 특히 신야 1,2구에서는 나머지 조사 지역들보다 높은 값의 유기 탄소값이 관찰되었다. 시기별로 특이할만한 점은 고남, 승언리와 장곡 지역에서 11월 유기 탄소값이 9월에 비해 2.5배 이상 많게는 3.8배 이상(장곡) 증가하였다.

표 1-1-3. 태안 5개 조간대 지역의 하계 표층 퇴적물 특성 (2004년 하계, 9월)

Table 1-1-3. Characteristics of surface sediments in 5 different Taean tidal flats (2004.9)

Site	Mean Φ	Median Φ	Sorting Φ	C (%)	H (%)	N (%)	Ignition Loss (%)	Sediment type
Gonam St.1	2.820	2.985	2.12	0.26	0.07	0.03	1.50	gmS
Gonam St.2	3.202	3.788	2.18	0.33	0.07	0.03	2.07	gmS
Gonam St.3	4.537	4.323	1.99	0.33	0.09	0.06	2.16	(g)sM
Gonam St.4	3.344	4.066	2.31	0.54	0.09	0.05	0.12	gM
Gonam St.5	3.811	4.124	1.63	0.53	0.11	0.04	2.57	(g)sM
Sungeonri St.1	2.079	2.135	0.61	0.07	0.01	0.01	0.55	S
Sungeonri St.2	2.243	2.326	0.56	0.03	0.02	0.01	0.87	S
Sungeonri St.3	2.442	2.442	0.45	0.33	0.04	0.01	0.94	S
Sungeonri St.4	2.498	2.498	0.47	0.45	0.05	0.01	1.40	(g)S
Sungeonri St.5	2.493	2.493	0.49	0.77	0.05	0.01	2.02	(g)S
Sinya 1 St.1	2.315	2.371	0.52	0.85	0.02	0.01	1.01	S
Sinya 1 St.2	2.425	2.425	0.44	1.35	0.02	0.01	1.29	S
Sinya 1 St.3	2.458	2.458	0.39	0.99	0.02	0.01	0.85	S
Sinya 1 St.4	2.476	2.476	0.35	1.57	0.04	0.02	1.03	(g)S
Sinya 1 St.5	2.492	2.492	0.34	1.48	0.06	0.02	1.92	(g)S
Sinya 2 St.1	2.157	2.246	0.64	0.90	0.06	0.02	2.77	(g)S
Sinya 2 St.2	1.267	2.134	1.94	2.58	0.13	0.04	4.58	gS
Sinya 2 St.3	0.869	1.497	1.80	2.27	0.21	0.05	4.22	sG
Sinya 2 St.4	2.419	2.419	0.46	0.58	0.07	0.02	2.03	S
Sinya 2 St.5	2.445	2.445	0.43	0.39	0.05	0.01	1.43	S
Janggok St.1	2.319	2.375	0.52	0.02	0.01	0.00	0.42	(g)S
Janggok St.2	2.425	2.425	0.44	0.11	0.03	0.01	1.21	(g)S
Janggok St.3	2.423	2.423	0.46	0.15	0.02	0.01	0.47	(g)S
Janggok St.4	2.462	2.462	0.38	0.22	0.03	0.01	0.38	(g)S
Janggok St.5	2.480	2.480	0.32	0.49	0.03	0.02	0.93	(g)S

표 1-1-4. 태안 5개 조간대 지역의 추계 표층 퇴적물 특성(2004년 추계, 11월)

Table 1-1-4. Characteristics of surface sediments in 5 different Taean tidal flats (2004.11)

Site	Mean ϕ	Median ϕ	Sorting ϕ	C (%)	H (%)	N (%)	Ignition Loss (%)	Sediment Type
Gonam St.1	3.481	3.434	2.06	0.62	0.27	0.11	1.68	(g)mS
Gonam St.2	3.833	3.910	1.86	0.58	0.22	0.10	2.00	(g)mS
Gonam St.3	4.017	3.957	1.98	1.10	0.25	0.09	4.01	(g)sM
Gonam St.4	2.972	3.786	3.07	1.20	0.25	0.12	3.00	gM
Gonam St.5	4.435	4.346	1.65	1.75	0.29	0.13	4.68	(g)sM
Sungeonri St.1	2.153	2.237	0.60	0.41	0.16	0.12	0.34	S
Sungeonri St.2	2.355	2.390	0.49	0.76	0.27	0.17	0.98	(g)S
Sungeonri St.3	2.393	2.411	0.48	0.89	0.25	0.13	2.87	(g)S
Sungeonri St.4	2.501	2.501	0.44	1.48	0.27	0.12	4.03	(g)S
Sungeonri St.5	2.564	2.564	0.44	1.03	0.33	0.15	3.47	(g)S
Sinya 1 St.1	2.279	2.352	0.54	0.92	0.13	0.11	1.33	(g)S
Sinya 1 St.2	2.439	2.439	0.42	0.90	0.13	0.09	1.13	S
Sinya 1 St.3	2.472	2.472	0.34	1.42	0.17	0.12	1.26	S
Sinya 1 St.4	2.466	2.466	0.38	1.40	0.15	0.10	0.76	S
Sinya 1 St.5	2.509	2.509	0.32	1.82	0.29	0.13	4.63	S
Sinya 2 St.1	-0.011	-1.029	2.06	.	.	.	.	msG
Sinya 2 St.2	1.306	2.175	2.73	.	.	.	.	msG
Sinya 2 St.3	1.16	2.075	1.97	1.16	0.29	0.15	4.53	gS
Sinya 2 St.4	2.116	2.189	0.61	0.48	0.15	0.12	1.30	S
Sinya 2 St.5	2.149	2.233	0.60	0.50	0.18	0.09	1.34	S
Janggok St.1	2.148	2.234	0.60	0.58	0.15	0.09	0.84	S
Janggok St.2	2.429	2.429	0.43	0.75	0.21	0.14	1.60	(g)S
Janggok St.3	2.323	2.376	0.51	0.76	0.20	0.13	1.93	(g)S
Janggok St.4	2.432	2.432	0.45	1.11	0.22	0.14	2.66	(g)S
Janggok St.5	2.445	2.445	0.41	0.59	0.22	0.13	1.89	(g)S

(2) 조하대

태안바다목장 조하대해역 6개 정점에서 총 2회에 걸쳐 채집한 표층 퇴적물의 특성을 파악하고자 조간대 지역과 동일한 분석을 하여 결과를 표 1-1-5에 정리하였다.

이 지역의 평균 입도는 3.298 ϕ 로 fine sand에 가까우나 9월 조사 시 정점 2와 5에서는 평균치보다 세립한 경향을 보였다(4.148 ϕ 이상). 평균 분급도는 1.81 ϕ 로 불량한 상태 (poorly sorted)였으며, 모든 정점이 1.31~2.42 ϕ 의 범위의 불량한 분급 상태를 나타내었다. 계절별로는 9월 조사 시 5번 정점과 자갈 채집으로 인해 입도 분석이 불가능하였던 정점 3을 제외한 모든 정점에서는 11월보다 더 불량한 경향을 보였다. 이 지역 평균 강열감량은 3.53%였으며, 정점 1과 2는 나머지 정점들보다 대체로 낮은 값을 보였다. 계절별로는 특별한 경향을 보이지 않았으며, 다소 불규칙하였다. 평균 유기 탄소는 1.03%였으며 강열감량과 마찬가지로 계절별로 특이한 패턴을 볼 수 없었다.

표 1-1-5. 태안 조하대 지역의 표층 퇴적물 특성(2004년 9월, 11월)

Table 1-1-5. Characteristics of surface sediments in Taean subtidal flat (2004. 9, 11)

Date	Station	Mean ϕ	Median ϕ	Sorting ϕ	C (%)	H (%)	N (%)	Ignition Loss (%)	Sediment Type
0409	St.1	3.210	2.858	1.59	0.71	0.16	0.04	2.61	zS
0409	St.2	4.620	4.220	2.42	2.81	0.21	0.10	2.35	(g)sM
0409	St.3	.	.	.	.	.	.	.	.
0409	St.4	3.173	2.942	2.17	1.53	0.23	0.10	4.93	(g)mS
0409	St.5	4.148	4.154	1.31	0.41	0.14	0.04	3.03	sZ
0409	St.6	2.865	3.142	2.24	0.55	0.20	0.06	3.36	(g)mS
0411	St.1	3.406	3.186	1.50	0.63	0.32	0.13	1.89	zS
0411	St.2	2.989	2.577	1.62	1.17	0.47	0.13	3.26	zS
0411	St.3	2.664	2.138	2.00	1.53	0.50	0.14	5.13	(g)mS
0411	St.4	3.178	3.031	1.81	0.62	0.42	0.10	3.52	(g)mS
0411	St.5	2.621	2.522	1.61	0.62	0.47	0.11	4.14	(g)mS
0411	St.6	3.405	2.996	1.67	0.73	0.38	0.13	4.58	(g)mS

제 2 절 생태계 특성

1. 서 론

해양생물 자원의 지속 가능한 높은 생산력을 유지하면서 환경 친화적으로 자원 잠재력을 증대하려는 것이 바다 목장화 사업의 궁극적인 목적이다(한국해양연구원, 1998). 즉, 바다목장 대상해역의 생태계를 구성하는 모든 요인의 항상성을 유지하면서 수산생산량을 극대화하는 것이 병행되어야 한다. 따라서 대상 해역에 분포하고 있는 생물들의 군집구조와 이들의 상호관계를 이해하는 것은 생태계가 갖는 수용능력을 평가하는 기초가 될 것이며, 이는 효율적인 자원관리에 유용한 정보를 제공할 것이다. 해양생태계의 구조는 생산자, 소비자, 분해자, 환경요소로 이루어져 있으며, 이들이 잘 조직화된 하나의 계로 기능을 발휘하고 있다(Odum, 1971).

생태계내에서 종속영양세균은 분해자로서 생태계 유지를 위한 물질의 순환과 에너지의 흐름에 중요한 역할을 담당하며(Odum, 1989), 수생생태계에서는 분해자의 역할 외에도 먹이사슬을 연결하는 중요한 생물상이다(Pace and Orecutt, 1981). 종속영양세균의 생장은 물리·화학적인 요인과 수계의 영양상태 및 식물플랑크톤의 분비물질에 의하여 영향을 받으므로(Wimpenny *et al.*, 1980; Azam *et al.*, 1983; Fukami *et al.*, 1990) 해양종속영양세균 군집의 계절별 변동이 예상된다.

본 연구는 태안바다목장 해역의 조간대에서 중요 생산자로서의 식물플랑크톤 과 부착규조류, 동물플랑크톤, 저서동물, 유영동물의 우점종 및 분포를 파악하고, 분해자로의 종속영양세균의 분포양상을 파악하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 미생물

(1) 조사 시기 및 장소

본 조사지역인 태안바다목장 조간대는 반일주조를 보이는 지역으로 세계적으로 간만의 차가 심한 지역에 속하며 평균조차는 4.3m에 달하고 있다. 대조 평균조차는 6m, 소조 평균조차는 3m이며, 사주나 수로가 곳곳에 산재해 있어 불규칙한 지형을 보인다. 또한 자포동물, 연체동물, 완족류, 갑각류 등의 다양한 생물상이 분포하고 있으며, 그 중 반지락, 개맛, 서해비단고둥 등의 중요 생산지 중의 하나이다(최, 1988). 수계내 미생물, 식물플랑크톤 및 동물플랑크톤의 조사는 태안바다목장 조하대 6개 정점에서 2004년 9월과 11월에 조사를 수행하였다. 조간대의 부착 규조류와 미생물은 승언리, 신야2구, 고남 조간대 갯벌의 상·중·하부 조위에 각각 1개 정점을 선정하여 총 9개 정점에서 조사를 수행하였다(그림 1-2-1).

(2) 바다목장 해역의 종속영양세균

태안 바다목장 조하대 해역 6개 정점에서 2004년 9월 15일-16일에 조사를 실시하였다. 해수시료의 채수는 Van Dorn water sampler를 이용하였으며, 표층수 시료는 표층 수심 1m 사이에서, 저층수 시료는 저층 1m 상층에서 채수하였다. 각각 채수된 시료는 멸균된 conical tube에 담은 후 Glutaraldehyde로 총 농도 2%로 고정 한 후 실험실로 운반하여 DAPI 염색후, 형광현미경(Zeiss, Axioplan, Germany)하에서 1000배로 직접 계수를 하였다. 이때 세균수의 계측실험은 3배수로 실시하여 평균값과 표준편차로 그 결과를 제시하였다. 또한 박테리아 viable cells을 보정하기 위하여 생시료를 4 °C를 유지하면서 실험실로 운반하였다. 운반한 시료는 김과 이(1998)의 방법에 따라 제조한 희석용액(해수무기염용액)으로 단계희석한 후 종속영양세균은 Seawater Nutrient Agar배지에 각각 0.1ml씩 분주·도말하고, 종속영양세균은 25±2 °C에서 10-15일간 배양한 후 배지 상에 출현한 집락수(colony forming unit; CFU)를 평판계수법(Cappuccino and Sherman, 1987)에 따라 계수하였다.

나. 식물플랑크톤 및 부착조류

(1) 식물 플랑크톤

식물 플랑크톤은 2004년 9월, 11월에 조하대 6개 정점의 표층과 저층에서 시수 1ℓ를 채수하여, 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하였다. 운반된 시수는 24시간이상 침전시킨 후, 상등액을 siphon으로 버리고 150~200ml로 농축하여 공시시료로 하였다. 정량분석은 공시시료를 균일하게 섞은 후 1ml을 취하여 Sedgwick-Rafter Counting Chamber에 넣고 광학현미경(Zeiss, Axioplan, Germany) 200배 하에서 3회 계수한 후 평균치를 구하여 단위 체적 당 세포수를 현존량으로 환산하였다. 정성분석은 농축된 시료 적당량을 슬라이드 글라스 위에 놓고 400 ~ 1000배 하에서 검경·동정하였다. 시료의 분류 및 동정에 있어서 Cupp(1943), 小久保(1955), Brunel(1962), Hendey(1964), Simonsen(1974), Dodge(1982), Round *et al.*(1990), 山路(1991), Hasle and Syvertsen(1996) 등의 참고문헌을 이용하였다. 한편 크기가 작아 광학현미경에서 동정하기 어려운 규조류는 전자현미경으로 동정하기 위하여 세포내 유기물을 제거하였다(Hasle and Fryxell, 1970). 유기물을 제거한 시료는 aluminum stub에 고정하고 건조시켜 gold-palladium으로 코팅 후 주사전자현미경(Philips, XL20, Netherlands)으로 동정하였으며, 필요한 경우 사진을 촬영하였다. 또한 외부골격이 규산질이 아닌 와편모조류나 유글레나조류는 2% glutaraldehyde로 고정시킨 후, osmic acid(OsO₄)의 최종농도가 1~2%가 되도록 부가하여 실내에서 1~2시간 동안 고정하였다(Reimann *et al.*, 1980). 이후 Et-OH series로 탈수하여 isoamylacetate로 치환시켜 Critical Point Dryer로 건조시킨 후 주사전자현미경에서 검경·동정하였다. 각 조사정점별로 군집의 특성을 파악하고자, 종 다양성 지수(Diversity

index), 풍부도 지수(Richness index), 균등성 지수(Evenness index)를 계산하였다(표 1-2-1).

(2) 부착 규조류

본 연구는 2004년 9월 15일-16일, 11월 22일-23일에 태안 바다목장 해역의 사질(승언리) 및 니질 조간대(신야2구, 고남)를 대상으로 3개 정점에서 각 조간대를 대표할 수 있는 조사선을 선정하기 위해 노출시간에 따른 상부 조간대(high-intertidal zone), 중부 조간대(middle-intertidal zone), 하부 조간대(low-intertidal zone) 지역으로 총 9개 정점을 선정하였다. 각 조사정점에서 내경 2cm의 acryl tube를 이용하여 퇴적물의 표층 2cm를 3회 반복 채집하여 최종 농도 5% 중성 포르말린으로 고정하였다. 이때 시료는 큰 입자성 물질을 제거하기 위해 100 μ m mesh size의 sieve를 사용하였다. 이렇게 얻은 시료는 포화 KMnO_4 용액에 24시간동안 담가 놓은 후, 동량의 HCl를 넣어 세포내 유기물을 제거하였다. 이렇게 제거된 용액속의 입자들을 침전시킨 후 상등액을 버리고 증류수를 가하는 과정을 반복하여 중화 및 세척하였다(Hasle and Fryxell, 1970). 또한 유기물이 제거된 상태에서 퇴적물을 규조류를 분리, 제거하기 위하여 휘저어 침전시킨 후 상등액을 따라 모으는 과정을 반복하여 실시하였다(Lohman, 1972). 이같은 방법은 생세포와 사세포의 구별이 고려되지 않은 단점을 가지고 있으나 밀물과 썰물 동안에 퇴적물의 유동으로 인하여 죽은 세포를 깨뜨린다는 사실이 보고된 바 있어(McIntire, 1978) 채집된 시료 속의 사세포의 계수에 따른 오차는 무시하였다.

정량분석을 위해 시료를 농도에 따라 관찰하기 알맞도록 100-500 μ 로 부피를 일정하게 하여 균일하게 분포시킨 후 0.2 μ 를 취하여 커버 글라스에 건조시킨 후 Pleurax(Wako, Japan)로 봉입하여 영구 프레파라트를 제작하였다. 각 조사정점별로 그 개체수에 따라 1-2개의 프레파라트를 광학현미경(Zeiss, Axioplan)상에서 검경하여 동정 및 계수하였다. 또한 크기가 작아 광학현미경하에서 동정하기 힘든 규조류는 Aluminum stub에 고정하고 건조시켜 gold-palladium으로 코팅 후 주사전자현미경(Philips, XL20, Netherlands)으로 동정하였으며, 필요한 경우 사진을 촬영하였다. 각 조사정점별로 균집의 특성을 파악하고자, 종 다양성 지수(Diversity index), 풍부도 지수(Richness index), 균등성 지수(Evenness index)를 계산하였다(표 1-2-1).

표 1-2-1. 종 다양성, 풍부도, 균등성 지수 및 우점도 지수

Table 1-2-1. The formula of ecological index from several sources

Index	Formulae	Reference
Richness(R)	$R = \frac{S-1}{\ell_n N}$	Margalef(1958)
Diversity(H')	$H' = - \sum_{i=1}^n \left[\frac{n_i}{N} \cdot \ell_n \frac{n_i}{N} \right]$	Shannon and Weaver(1963), Margalef(1958)
Evenness(e)	$e = \frac{H'}{\ell_n S}$	Pielou(1966), Lloyd and Ghelard(1964)
Dominance(DI)	$DI = \frac{n_1 + n_2}{N_i}$	McNaughton(1967)

※ N is standing crops; S is number of species; n_i is cell number of a species; n_1 and n_2 are the first and second predominant species; and A is number of speices in the one station, B is number of species in the other station and C is that number of identical species in the A and B station

다. 동물플랑크톤

동물플랑크톤군집도 식물플랑크톤과 같은 시기에 같은 정점에서 시료를 채집하였다. 시료의 채집은 Kitahara형의 Net(구경 18cm, 망목 100 μ m)를 사용하였으며, 가능한 저층에서 표층까지 균등하게 예망하였다. 채집은 불균등 분포 등에 의한 오차를 줄이기 위하여 한 정점에서 3~5회 반복 실시하였고, 시료는 선상에서 500 ml polyethylene bottle에 넣고 Formalin으로 최종농도가 4%가 되도록 고정한 후 실험실로 운반하였다. 정량분석은 folsom 타입의 분할기구로 균등하게 분할한 시료 가운데 일정량(1/50~1/25)을 Bogorove 계수판에 넣고 해부현미경(Olympus, SZ40, Japan)에서 각 동물군에 따라 계수하였다. 이를 5회 이상 반복하여 단위 체적내의 indiv.m³(개체수)로 환산하였다. 정성분석은 시료를 동물군에 따라 분류하고 각 동물군은 속 또는 종까지 동정하였다. 요각류 종의 정확한 동정을 위하여 해부할 필요가 있을 경우 hollow slide에 lactic acid 또는 glycerin 등을 떨어뜨린 후 요각류 시료를 올려놓고 시료를 부드럽게 해서 해부하거나 뚜렷하게 부속지의 형태를 볼 수 있도록 하여 광학현미경으로 관찰하였다. 모악동물에 있어서도 성숙개체의 동정을 위하여 필요에 따라 methylene blue 또는 Borax carmine등으로 염색하여 관찰하였으며, 미성숙개체의 동정은 광학현미경 하에서 안색소의 형태에 따라 동정하였다 (UNESCO, 1976).

라. 저서동물

(1) 조간대

태안 바다목장화 사업 해역의 연성 조간대에 5개 정선(transect line)을 설정하였고 각 정선 내 5개 정점을 배치, 2004년 9월과 11월에 환경 요인의 측정과 대형저서동물 군집의 표본을 채집하였다(그림 1-1-1).

조간대 대형저서동물의 채집은 직경 10 cm의 원형 코어(표면적 약 80 cm²)를 이용하였으며, 매 정점에서 6회 반복하여 저서동물이 함유된 퇴적물을 채집하였다. 대형저서동물과 퇴적물의 분리를 위하여 현장에서 1 mm 그물코의 체를 사용하였으며, 걸러진 생물을 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 숙련된 기술원의 도움으로 동물군 별로 구분하는 작업을 행하였으며, 이후 현미경 하에서 가능한한 종 수준까지 동정하였다.

저서동물 군집의 구조를 파악하기 위하여, 다양성 지수(Shannon and Weaver, 1949)와 균등성 지수(Pielou, 1975)를 파악하였다. 우점종은 정점별 개체수와 생물량의 총합에 근거하여 선정하였다. 표본 생물상의 유사한 정도를 기준으로 생물상의 시공간적 분포를 파악하기 위하여 다변량 분석 기법의 하나인 집괴 분석(cluster analysis)을 수행하였다. 출현 종-서식 밀도 자료에 비상사도 지수의 하나인 squared euclidean distance(Pielou, 1984)를 적용하여 유사도 행렬을 구하였다. 객체(조사 정점)의 연결 방법으로는 minimum variance linkage method를 사용하였다.

각 정점간의 상대적인 위치와 환경 자료와의 관계를 알아보기 위하여 correspondence analysis를 실시하였고, 분석 결과로부터 제시된 각 정점의 1, 2축의 좌표값을 이용하여 생태학적 제지수, 환경자료와의 상관분석을 실시, 이들 간의 관계를 파악하였다. 환경 요인으로는 앞서 해양 환경의 퇴적물 특성 부분에서 소개된 자료를 이용하였으며, 상관관계의 추정에는 피어슨 상관계수 방법(Pearson's product moment correlation)을 사용하였다.

다모류를 제외한 주요 연체동물의 이매패류(MBi)와 복족류(MGs) 및 갑각류의 게류(CDB)를 대상으로 가입 양상을 추정하였다. 실제 현미경하에서 scale bar를 이용하여 개체의 크기를 측정하였으며, 가입 개체의 수량에 대한 고려는 배제하고 각 정선별, 조사시기별 가입의 유무를 판정하였다. 게류는 갑각폭(carapace width), 이매패류는 각장(shell length), 복족류는 각고(shell height)를 측정 기준으로 하였으며, 각각 3mm이하의 개체를 새로 가입된 것으로 판단하였다. 또한 가입종의 공간적인 분포를 조위에 따라 5 등급으로 구분하여, 정점 1은 조간대 상부, 정점 2는 중상부, 정점 3은 중부, 정점 4는 중하부, 마지막으로 정점 5는 하부로 간주하였다.

결과에서 제시된 대형저서동물의 상위 분류군은 alphabetically abbreviated code로 표시하였으며, 각 code가 지시하는 분류군명은 표 1-2-2에 나타내었다.

표 1-2-2. 출현 동물군의 code와 해당 동물군 category의 영문명과 국명

Table 1-2-2. Alphabetically-abbreviated codes used for classifying taxon

Code	Taxon (Phylum; Class; Order)
APol	Annelida Polychaeta
AOLI	Annelida Oligochaeta
MPo	Mollusca Polyplacophora
MGs	Mollusca Gastropoda
MSc	Mollusca Scaphopoda
MBi	Mollusca Bivalvia
Pyc	Pycnogonida
Chi	Chilopoda
CIns	Insecta
COs	Crustacea Ostracoda
CCi	Crustacea Cirripedia
CLe	Crustacea Leptostraca
CTa	Crustacea Tanaidacea
CCu	Crustacea Cumacea
CMy	Crustacea Mysidacea
CI	Crustacea Isopoda
CAM	Crustacea Amphipoda
CDM	Crustacea Decapoda Macrura
CDA	Crustacea Decapoda Anomura
CDB	Crustacea Decapoda Brachyura
CSt	Crustacea Stomatopoda
ECr	Echinodermata Crinoidea
EAs	Echinodermata Asteroidea
EOP	Echinodermata Ophiuroidea
EEc	Echinodermata Echinoidea
EHo	Echinodermata Holothuroidea
Others	Cnidaria, Anthozoa; Platyhelminthes; Nemertinea; Sipunculida; Echiurida; Brachiopoda; Protocordata, Ascidiacea; Pisces, etc.

(2) 조하대

조하대 대형저서동물의 표본 채집을 위하여 태안바다목장 조하대 해역 주변에 6개 정점을 무작위로 배치하였다. 각 정점에서 0.1m² 표면적의 채니기(van Veen grab sampler)를 1회 사용하여 퇴적물을 채집하였다. 대형 저서동물의 분리와 동정 작업은 조간대 항목과 동일하다. 저서동물 군집의 구조를 파악하기 위하여 출현종수, 개체밀도, 생체량의 시·공간적 변동 양상을 파악하였다. 단변량 기술통계의 단점을 보완하기 위하여 시공간적 종별 밀도자료를 동시에 고려한 다변량 집괴분석(cluster analysis)을 통해 군집의 유사성을 파악하였다. 집괴분석은 통계프로그램 MVSP 3.0(Kovach Computing Services)을 사용하였으며, 유사도(similarity)는 Percent similarity를, 객체의 연결방법으로는 weighted pair group average 방식을 따랐다. 우점종은 정점별 개체수와 생물량을 기준으로 상위 25위에 해당하는 종들로 선별하였다. 조하대 저서동물군집의 이차생산력을 추정하기 위하여 2004년 9월과 11월의 2회 조사에서 출현한 저서동물의 개체수와 생체량 자료를 Brey(1990)가 제시한 다중회귀 모형에 적용하였다. 본 모형은 주로 북위 30 ~ 70° 사이의 온대해역과 수심 0~50 m 범위의 연안서식처에서 수행된 다양한 저서군집연구를 바탕으로 생산력(P)에 대한 연간평균생체량(B)과 개체평균중량(W)과의 관계를 추정한 것이다. 구체적인 다중회귀 모형은 문단 아래의 글상자와 같다. 각 개체군의 습중량(gWWt)을 회분제거건중량(ash free dry weight)으로 전환하기 위하여 Rumohr *et al.*(1987), Brey *et al.*(1988) 등이 제시한 전환계수를 이용하였으며, 계수가 제시되지 않은 그룹, 예를 들어 Platyhelminthes(편형동물), Phoronida(추형동물), Insecta(곤충류) 등에 포함된 소수 종들은 생산력(P) 추정에서 제외하였다.

마. 암반생물

(1) 조간대 암반 동물

조간대 암반 저서생물 조사는 총 3개 지역에서 수행하였다(그림 1-2-1). 대상 해역은 바다목장 해역 내에 위치한 승언리(St. A), 장곡리(St. B), 고남리(St. C)에서 각각 1개 정점을 설치하고, 정선마다 조위별로 5개 정점을 선정하였다(그림 A). 조사 대상 해역은 주로 상 조간대에서 중 조간대에 이르는 해역으로 조하대 지역까지 암반으로 발달된 구조를 찾을 수 없었다. 대부분 지역에서 하조간대의 경우 갯벌과 연계된 지형적 구조를 나타내고 있다. 따라서, 각 정점은 평균 해수면에서 1m 간격으로 4m 높이까지 선정하였다. 현장조사는 2004년 9월과 12월, 2005년 2월 등 세 차례 실시하였으며, 본 조사결과에는 2004년 9월과 12월에 조사된 내용을 분석하였다. 우선, 시간에 따른 반복된 조사를 위해 각 정점을 영구 표시하였으며, 조사 방법으로는 각 정점 당 방형구 (30 x 30cm)를 사용하여 정량조사를 실시하였다. 정점별로 방형구내 서식하는 생물의 피도도를 파악하기 위해 사진촬영을 실시하였고, 서식생물은 우점종을 대상으로 계수를 시도하였다. 현장에서 종 동

정이 어려운 동물 들은 주변에서 채집을 실시하여 실험실로 운반하였다. 운반된 생물은 가능한 종 수준까지 동정을 실시하였다.

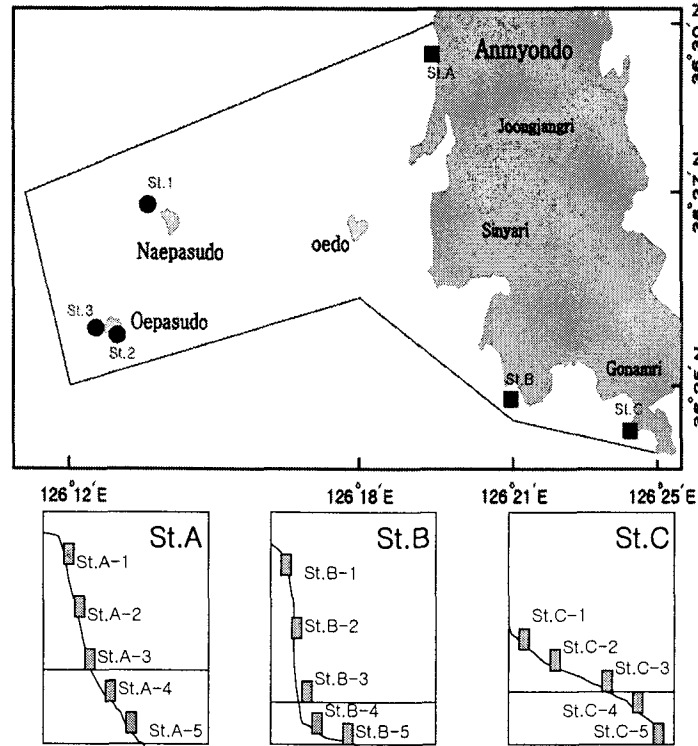


그림 1-2-1. 암반 조건대 저서동물 조사 정점

Fig. 1-2-1. A map showing the sampling area of macrobenthos on intertidal hard bottom

(2) 조하대 암반생물

조하대 조사는 내파수도와 외파수도에서 실시하였다. 조사 시기는 조건대 암반조사와 동일한 시기인 2004년 9월과 12월에 실시하였다. 조사 방법은 3개 지역 중에 내파수도 (St. 1) 1개 지역, 외파수도 2개 지역(St. 2,3)에 정선을 선정하였다(그림 1-2-2). 내파수도의 경우 수심 6m 이후에는 니질 퇴적상을 나타내는 연성저질이 형성되어 있어, 수직별 정점은 2m 간격으로 정하여 실시하였으며, 외파수도의 경우에는 수심 8m로 나타났으나 내파수도와 동일한 조위를 유지하기 위해 2,4,6m 수심에서 정점을 선정하였다. 조사 방법으로는 각 정점 당 방형구 (30 x 30cm)를 사용하여 정량조사를 실시하였다. 정점별로 방형구내 서식하는 생물을 모두 채집하였으며, 정점별로 동일한 조위에 서식하는 생물을 광범위하게 파악하기 위해 채집 전에 수중비디오 카메라(SONY-TRV900)를 사용하여 수중 촬영을 실시하였다. 채집한 생물은 현장에서 중성포르말린 용액으로 고정 한 후에 실험실에서 동정과 계수를 실시하였다.

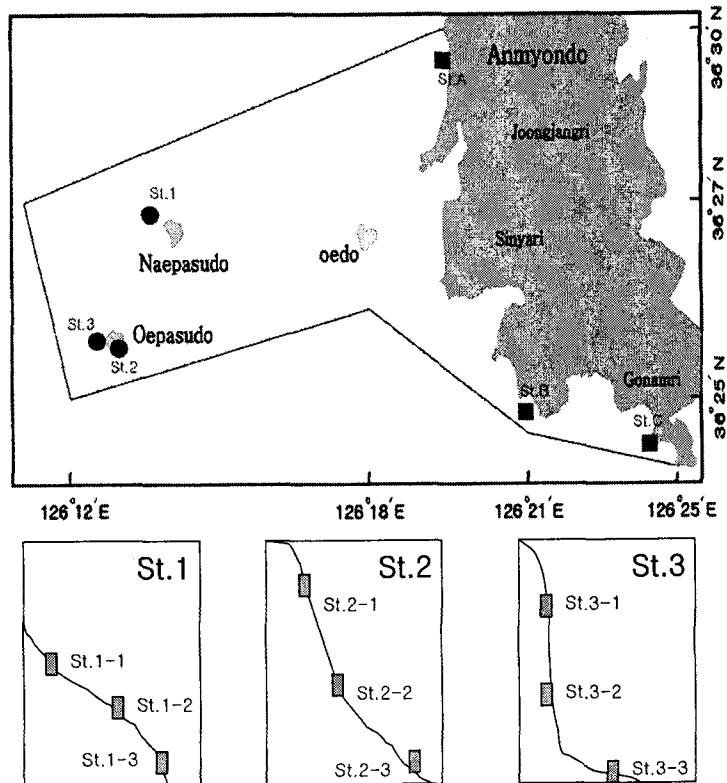


그림 1-2-2. 암반 조하대 저서동물 조사 정점.

Fig. 1-2-2. A map showing the sampling area of macrobenthos on sub-tidal hard bottom.

바. 해조류

(1) 조사지역의 환경적 특성

본 조사지역은 충청남도 서해안의 굴곡이 심한 안면도의 조간대를 중심으로 연구되었으며, 안면도지방은 3면이 바다에 접해 있어 해양성 기후대에 속하나, 겨울철에는 북서 계절풍을 직접 받기 때문에 같은 위도상의 동해안 지방에 비하여 낮은 온도를 나타낸다. 연평균 기온은 12°C 내외이며 겨울철에는 -10°C 이하로 내려가는 경우도 종종 있는 반면 여름철은 매우 무더운 편으로 최고기온이 30°C를 넘어서는 경우가 많다.

연평균 강우량은 1,000mm 내외로 타 지역에 비하여 적은편이나, 1998년부터 2000년까지는 비교적 많은 강우량이 있었으며, 반면 2001년에는 강우량이 전년도에 비해 적었다. 강설일은 지형적인 영향으로 강원해안보다 월등이 많아 연평균 30일 이상 눈이 오며, 폭설이 내리는 경우도 종종 있다.

조사정점은 내륙 연안지역인 꽃지 해수욕장 부근(36°03.35' N, 125°42.84' E)과 셋별 해수욕장 부근(36°26.46' N, 126°20.06' E), 장삼해수욕장(36°24.47' N, 126°21.68' E), 바람아래해수욕장 부근(36°24.47' N, 126°22.35' E)과 섬지역인 내파수도(36°27.20' N, 126°12.24' S)와 외도(36°27.30' N, 126°18.16' S)에서 시행하였다(그림 1-2-26).

(2) 조사지역 및 조사방법

바다목장화 대상지역을 포함하는 충청남도 태안군 안면도지역에서 정점을 1~6로 선정하고, 각 정점 별로 5개의 지점을 무작위로 선택한 후, 방형구(1m²)를 이용하여 조사 하였으며, 해조군집의 모니터링은 2004년 9월 중순부터 동년11월까지 2회에 걸쳐 최대 간 조시 조간대 상부에서 하부까지 transect line을 따라 방형구를 설치하여 조사 하였다. 또한 해조류의 생체량 측정은 각각의 조사 정점에서 5개씩 방형구를 설치하여 시료채취 후, 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 담수로 세척 후 약 1주일 건조 후 전자저울을 이용하여 건량을 측정하였으며, 이를 단위면적당(m²)중량으로 환산 하였다. 또한 채집과 사진촬영을 병행하여 해조류의 외형 특징과 서식환경을 기록하였다. 시료의 동정은 현장에서 고정액(포르말린 5%)을 첨가하여 액침 고정하였고, 빛이 차단된 용기 내에 보관하여 실험실로 운반 후, 건조표본을 제작 후 동정하였다.

수직분포 및 정점간의 분포분석은 Jaccard 지수를 사용한 방형구간의 유사도를 기초를 두어 UPGMA(Sneath and Sokal, 1973)에 의하여 dendrogram을 작성하였다. 계절별 군집의 특성은 Shannon의 종 다양도 지수(H')와 이를 이용한 균등도 지수(J')를 사용하여 검토하였다.

사. 난·자치어

어란 및 자치어의 종조성과 출현량 파악을 위해 사용된 채집기는 망구 직경 100cm, 망목 505 μ m인 원추형네트이며, 바닥부터 표층까지 경사지게 예망하여 시료를 채집하였다. 네트는 5분간 예망하여 단위 시간당 개체수를 표준화시켰다. 예망속도는 1.5~2.0 knot로 유지하였으며, 정량분석을 위하여 네트 입구의 1/2 지점에 유량계(General Oceanics., Inc.)를 부착하여 유량계의 회전수(FR)에(유량계) 진행거리로 환산하기 위한 계수(0.027: 실험치)를 곱하여 네트로 여과한 수량($r \times r \times 3.14 \times FR \times 0.027$)을 계산하여 단위 체적(1,000m³)당 개체수를 산출하였다. 채집된 표본은 선상에서 6% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실로 옮겨 해부 현미경(Baush & Lomb, Olympus)하에서 어란과 자치어를 분리한 후 동정하였다. 어란 및 자치어의 동정은 정(1977), 이 등(1981), Moser *et al.*(1984), 김 등(1986) 및 Okiyama(1988)를 참고하였다. 각 시기별 조사 정점은 2004년 9월에 6개 정점, 2005년 1월에 8개 정점을 설정하였다(그림 1-2-3). 시기별 조사 정점의 수와 위치가 변동한 되었는데, 이는 조사해역에 각종 어구가 설치되어있어 부득이 위치를 변경할 수밖에 없었으며, 정점 수가 증가한 것은 보다 면밀한 조사를 위한 것이다.

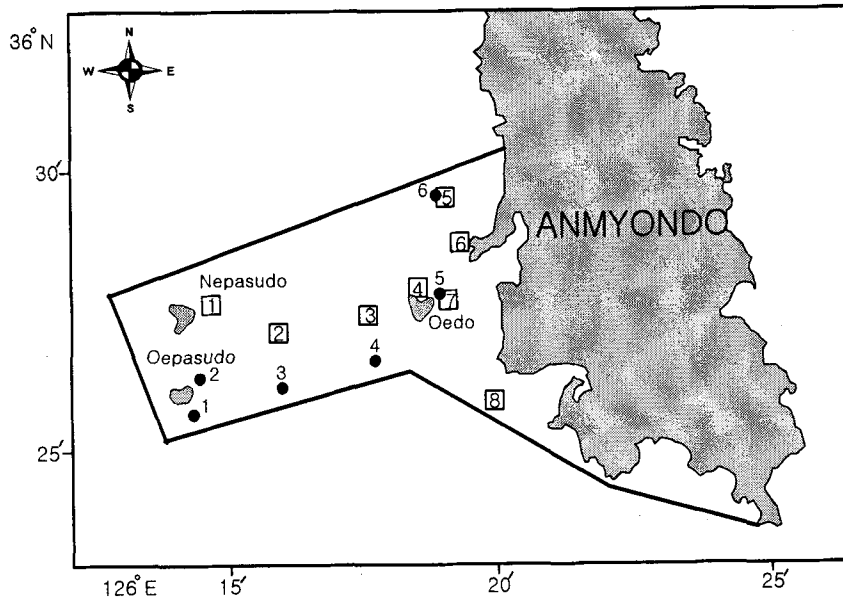


그림 1-2-3. 난·자치어 조사 정점도 (● : 2004년 9월 조사정점, □ : 2005년 1월 조사정점).

Fig. 1-2-3. Map showing the sampling station of the fish egg and larvae

(● : Station in September 2004, □ : Station in January 2005).

아. 성어

태안바다목장화 대상해역의 어류군집구조 파악을 위하여 해안 구조 및 그물 인망시 주변 구조물의 방해가 적은 지점을 선정하여 조사하였다(그림 1-2-4). 정점 ⑩의 “?”는 현지 어민에게 일시적으로 야간조사를 의뢰하였으나 위도와 경도를 기록하지 않았기 때문이다. 조사지점이 불규칙한 것은 어업용 어구 설치로 인하여 동일지점의 접근이 어려웠기 때문이며, 본 조사에서는 바다목장화 전체 해역을 대상으로 주·야간 총 10회 예망하였다. 조사해역의 수심범위는 9.8 - 27m(보통 20m 전후)이었고, 채집기의 예망속도는 2.1~2.4 knot(보통 2.2 knot), 예망시간은 어업용 그물설치 및 저질상태가 다르기 때문에 30-60분 전후로 유동적으로 조사하였다. 채집기는 일반 트롤어구와 달리 길이 8-12m 방채(활대)에 길이 약 13.6m, 입구 폭 11.2m, 높이 1m인 그물이 연결된 어구로서 현지에서 사용하는 새우트롤(새우조망, shrimp trawl)을 이용하였다(그림 1-2-5).

현장에서 채집된 어류는 최종농도 10%인 포르말린에 고정하거나 드라이아이스로 냉동하여 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 각 분류군별로 선별하여 종을 동정한 후, 개체수를 계수하고, 생물량을 측정하였다. 종의 동정, 학명 및 분류체계는 윤(2002), 이 등(2000), 최 등(2002), Masuda et al. ed.(1992), Nakabo ed.(2002), 中坊(2000) 등을 주로 참고하였다.

각 정점에 출현한 어류의 출현 개체수를 이용하여 다양도(diversity) 및 균등도(evenness)를 산출하여, 각 정점의 특성을 파악하였다. 정점간 어류군집의 유사성을 분석

하기 위하여 각 정점간 출현종의 출현개체수를 이용하여 Jaccard(1908)의 유사도지수를 계산하여 수상도를 작성하였다.

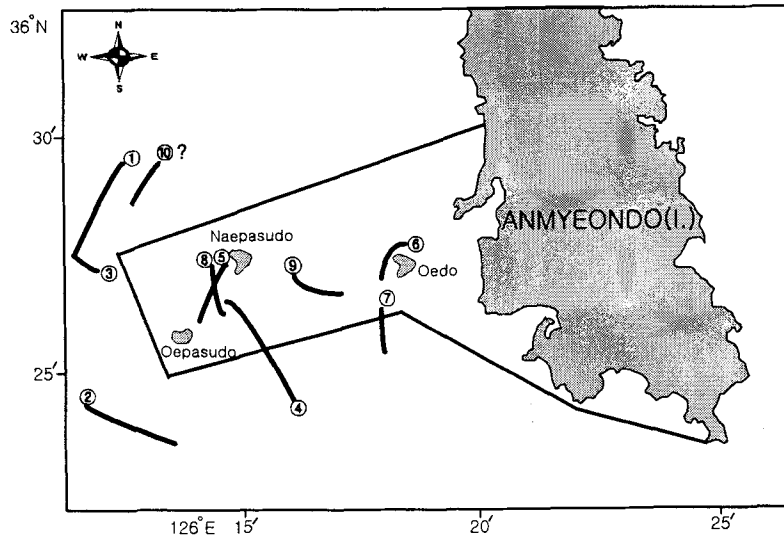


그림 1-2-4. 태안바다목장 해역 어류조사 지점도.

Fig. 1-2-4. Location of sampling area around Taean marine ranching area.

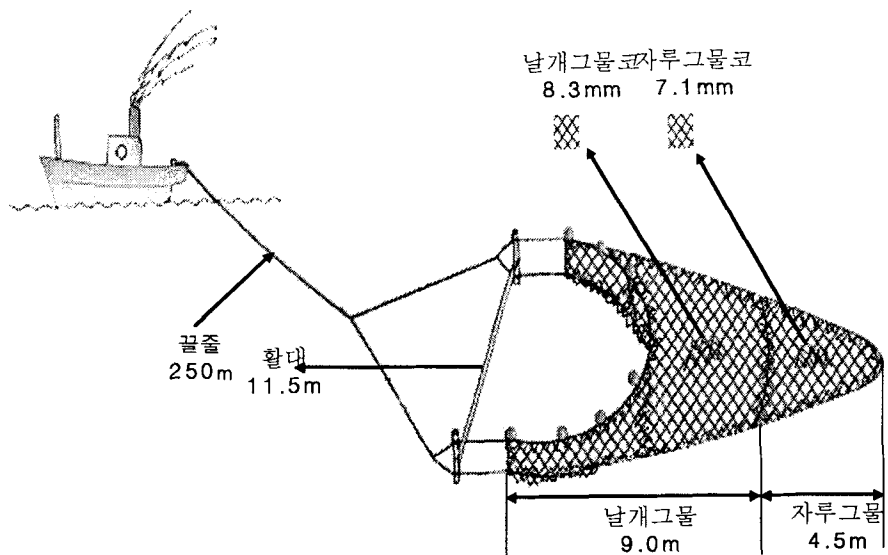


그림 1-2-5. 조사에 사용된 새우트롤의 모식도.

Fig. 1-2-5. Diagram of an shrimp trawl used for this study.

3. 결과 및 토의

가. 미생물

(1) 조간대의 종속영양세균 균체수

2004년 9월 승언리 조간대에서는 $7.09 \times 10^7 \sim 2.95 \times 10^9$ cells/ml로 평균 1.74×10^9 cells/ml를 보였고, 신야2구 조간대에서는 $6.86 \times 10^6 \sim 5.89 \times 10^8$ cells/ml로 평균 2.55×10^8 cells/ml를 나타내었으며, 고남 조간대에서는 $1.33 \times 10^7 \sim 7.45 \times 10^8$ cells/ml로 평균 2.78×10^8 cells/ml가 검출되었다(그림 1-2-6). 즉 사질 퇴적상을 보인 승언리 조간대에서 높은 양상을 보인 반면 니질 퇴적상의 신야2구와 고남 조간대에서 정점 1에 비해 낮은 균체수가 검출되었다. 또한 각 조간대별로 상부, 중부 및 하부의 특정 세균의 변화 양상을 보이지 않아 조석간만 등의 유기물 유입에 따른 환경의 변화에 대해 큰 민감성이 작용하지 않았다고 판단된다.

(2) 조하대의 종속영양세균 균체수

2004년 9월 태안 바다목장 해역 6개 정점의 표층수에서 각각 분리한 종속영양세균의 개체수를 그림 1-2-7에 제시하였다.

2004년 9월 태안 바다목장 6개 정점 표층수의 균체수는 $7.92 \times 10^6 \sim 3.01 \times 10^9$ cells/ml로 평균 5.47×10^8 cells/ml가 검출되었다. 정점 간에는 정점 1, 4, 5가 각각 6.09×10^7 , 6.02×10^9 , 3.54×10^7 cells/ml로 유사한 양상을 보였으며 정점 2가 3.01×10^9 cells/ml로 가장 높은 균체수가 검출되었다. 이는 통영바다목장 해역의 2001년 8월의 표층에서 1.1×10^4 cfu/ml(한국해양연구원, 2001), 2002년 8월에 $4.5 \times 10^3 \sim 2.2 \times 10^4$ cfu/ml(한국해양연구원, 2002), 2003년 8월에 $3.6 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^4$ cfu/ml보다(한국해양연구원, 2003) 높은 양상을 보였다. 1998년 청정해역인 강진만에서는 11월 종속영양세균수가 8.1×10^3 cfu/ml으로 보고된 바 있으며(강 등, 1999), 박 등(1998)은 공업단지가 입지한 광양만 일대의 1996년 11월의 종속 영양세균수가 1.1×10^4 cfu/ml인 것으로 보고하였다. 이를 본 연구해역에서의 결과와 비교를 하면 태안 바다목장 해역의 종속영양세균수가 타지역에 비해 높아 유기물이 많은 것으로 추정할 수 있으며, 서해안의 높은 유기물 부하 특성에 따른 높은 종속 영양세균수를 나타낸 것으로 판단된다.

결과적으로 본 조사해역에서의 종속영양세균은 다른 해역에서 검출되는 균체수보다 높은 양상을 보여, 앞으로의 연구에서 종속영양세균의 측정뿐만 아니라 병원성 세균인 *Vibrio* 균등의 특정 세균의 연구에 의해 좀 더 세밀한 조사가 필요하다고 사료된다.

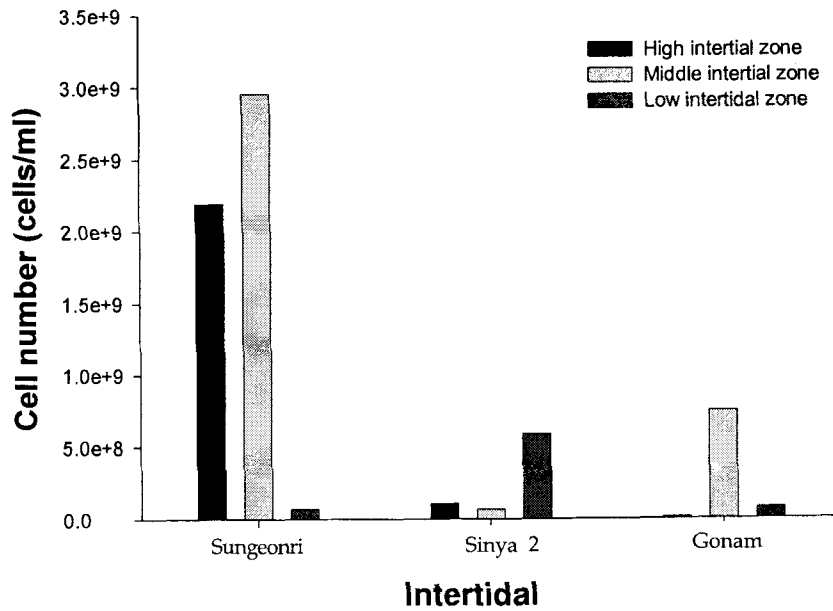


그림 1-2-6. 태안 바다목장 해역 조간대의 하계 종속영양세균수(2004년 9월).

Fig. 1-2-6. The cell number of heterotrophic bacteria in the intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004.

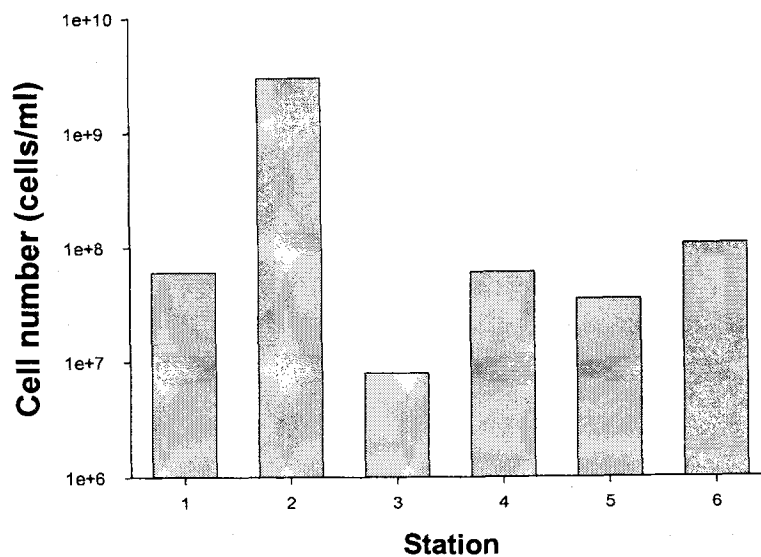


그림 1-2-7. 태안 바다목장 해역 조하대의 하계 종속영양세균수(2004년 9월).

Fig. 1-2-7. The cell number of heterotrophic bacteria in the marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004.

나. 식물플랑크톤 및 부착규조류

(1) 식물플랑크톤

(가) 종 조성

본 조사기간 중 출현한 식물 플랑크톤은 규조류 16속 26종, 와편모조류는 11속 13종, 침편모조류는 1속 1종, 은편모조류 2종, 규질편모조류 1속 2종으로 구성되어 있었다. 분류는 규조류는 Simonsen(1979), 와편모조류는 Dodge(1982), 규질편모조류는 Parke and Dixon(1968)의 분류 체계에 따랐다.

조사 기간 중 9월에는 정점 4와 정점 6을 제외하고 규조류가 최고 81%, 최저 49%로 우점하였다. 규조류의 점유율은 외해로 가면서 낮아지는 경향을 보였으며, 표층보다 저층에서 높은 점유율을 나타냈다. 11월에는 은편모조류(Cryptophyceae)가 정점 3의 저층, 정점 4의 표층과 저층 그리고 정점 6의 저층을 제외하고 최고 84%에서 최저 49%로 가장 우점하였다. 정점 3의 저층, 정점 4의 표층과 저층 그리고 정점 6의 저층에서는 규조류가 우점하였다.

분류군별 분포를 살펴보면 추계인 9월과 유사하게 11월 동계에도 규조류가 저층에서 높은 점유율을 보였으며 와편모조류는 거의 나타나지 않았다(그림 1-2-8). 9월에는 *Skeletonema costatum*과 *Ceratium fusus*가 가장 우점하였으며(표 1-2-3), 11월에는 은편모조류와 *Paralia sulcata*가 우점하였다(표 1-2-4).

표 1-2-3. 2004년 하계(9월) 태안바다목장에서 식물플랑크톤의 우점도 지수

Table 1-2-3. The dominance index of phytoplankton in the marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004

	Zone	The First species		The second species	
1	Surface	<i>Skeletonema costatum</i>	48.2%	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	9.5%
	Bottom	<i>Skeletonema costatum</i>	42.9%	<i>Thalassiosira</i> sp. 2	9.8%
2	Surface	<i>Skeletonema costatum</i>	33.6%	<i>Katodinium glaucum</i>	9.7%
	Bottom	<i>Skeletonema costatum</i>	29.1%	<i>Thalassiosira</i> sp. 2	13.7%
3	Surface	<i>Skeletonema costatum</i>	24.0%	<i>Ceratium fusus</i>	14.4%
	Bottom	<i>Skeletonema costatum</i>	32.8%	<i>Thalassiosira</i> sp. 2	14.9%
4	Surface	<i>Prorocentrum gracile</i>	21.0%	<i>Ceratium fusus</i>	15.0%
	Bottom	<i>Skeletonema costatum</i>	32.0%	<i>Thalassiosira</i> sp. 2	11.7%
5	Surface	<i>Skeletonema costatum</i>	19.0%	<i>Prorocentrum gracile</i>	13.1%
	Bottom	<i>Skeletonema costatum</i>	21.7%	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	19.6%
6	Surface	<i>Ceratium fusus</i>	19.6%	<i>Skeletonema costatum</i>	14.1%
	Bottom	<i>Ceratium fusus</i>	20.0%	<i>Thalassiosira</i> sp. 2	11.4%

표 1-2-4. 2004년 추계(11월)의 태안바다목장에서 식물플랑크톤의 우점도 지수

Table 1-2-4. The dominance index of phytoplankton in the marine ranching area of Taean coastal waters, Nov. 2004

Zone		The First species		The second species	
1	Surface	Cryptophyceae2	59.6%	<i>Chaetocors</i> sp.	7.5%
	Bottom	Cryptophyceae2	42.4%	<i>Skeletonema costatum</i>	13.9%
2	Surface	Cryptophyceae2	68.9%	<i>Skeletonema costatum</i>	9.0%
	Bottom	Cryptophyceae 2	44.0%	<i>Paralia sulcata</i>	16.7%
3	Surface	Cryptophyceae 2	70.5%	Cryptophyceae 1	12.2%
	Bottom	Cryptophyceae 2	38.5%	<i>Paralia sulcata</i>	25.6%
4	Surface	Cryptophyceae 2	38.5%	<i>Paralia sulcata</i>	33.7%
	Bottom	Cryptophyceae 2	26.2%	<i>Paralia sulcata</i>	16.6%
5	Surface	Cryptophyceae 2	62.2%	Cryptophyceae 1	14.7%
	Bottom	Cryptophyceae 2	52.2%	<i>Paralia sulcata</i>	26.6%
6	Surface	Cryptophyceae 2	51.5%	<i>Paralia sulcata</i>	9.9%
	Bottom	Cryptophyceae 2	33.9%	<i>Paralia sulcata</i>	26.8%

(나) 현존량

조사기간 중 식물플랑크톤의 현존량을 살펴보면 9월에 표층은 $5.3 \sim 10.1 \times 10^6$ cells/ℓ 로 평균 7.7×10^6 cells/ℓ 였으며 저층은 $3.7 \sim 8.2 \times 10^6$ cells/ℓ 로 평균 6.0×10^6 cells/ℓ 를 나타내었다(그림 1-2-9). 특히 정점 5의 표층에서 평균 10.1×10^6 cells/ℓ 로 가장 높은 현존량을 보였으며 정점 3, 저층에서 평균 3.7×10^6 cells/ℓ 로 가장 낮은 현존량을 보였다. 11월에는 표층은 $1.9 \sim 5.3 \times 10^6$ cells/ℓ 로 평균 3.6×10^6 cells/ℓ 의 현존량을 보였으며 저층은 $3.1 \sim 4.5 \times 10^6$ cells/ℓ 로 평균 3.8×10^6 cells/ℓ 의 현존량을 나타내었다.

조사 수역에서 동계에는 식물플랑크톤 현존량은 정점 2의 표층이 5.3×10^6 cells/ℓ 로 가장 높았으며, 정점 6의 표층이 1.9×10^6 cells/ℓ 로 가장 낮은 현존량을 나타내었다. 특히하게 동계에는 표층보다 저층에서 식물플랑크톤 현존량이 큰 것으로 조사되었다(그림 1-2-10).

서해에서 출현하는 식물플랑크톤의 개체수는 시·공간에 따라 달라지는데(최 등, 2003), 특히 최근 서해 연안수의 부영양화로 인한 식물플랑크톤 대증식이 일어나고 있다. 본 연구 결과에서도 동계에도 식물플랑크톤의 현존량이 적지 않아, 본 해역의 부영양화를 추정할 수 있다.

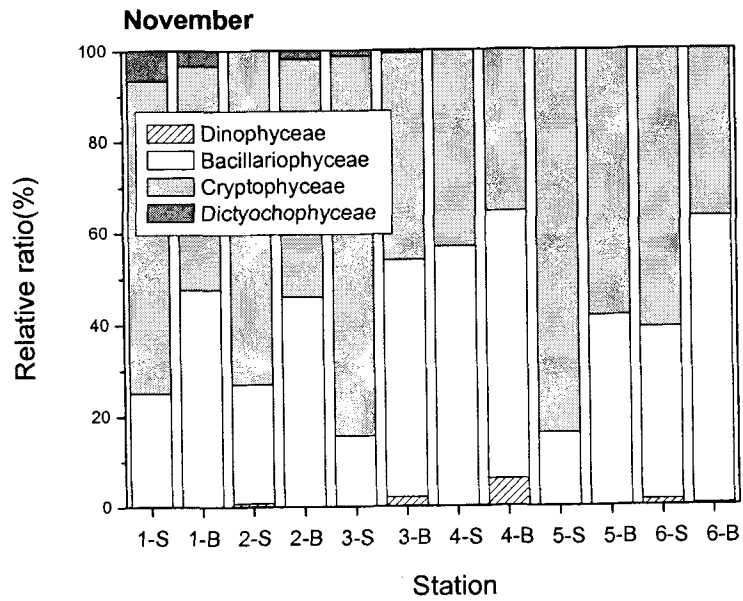
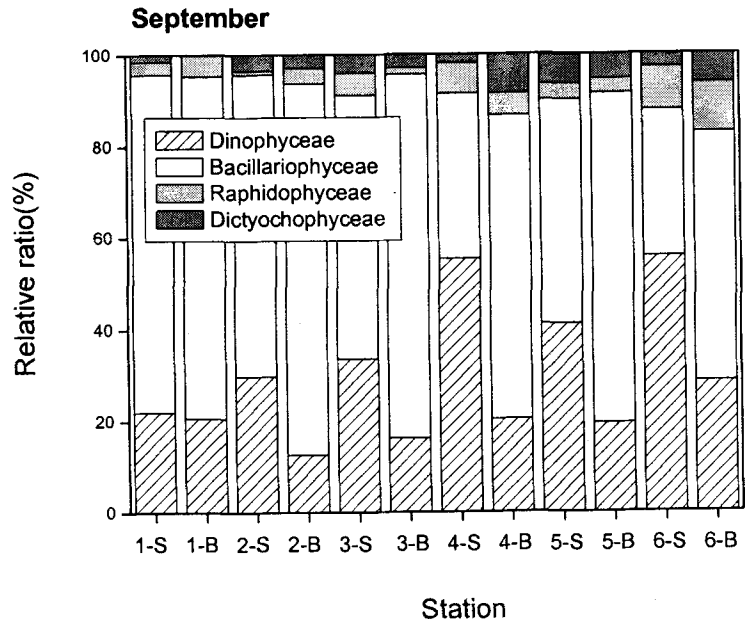


그림 1-2-8. 2004년 하계(9월)와 추계(11월) 태안 바다목장 해역에서 식물플랑크톤 종조성의 변동(위: 9월, 아래: 11월).

Fig. 1-2-8. The variations of relative phytoplankton community in the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov. 2004. (Upper : September, Lower : November).

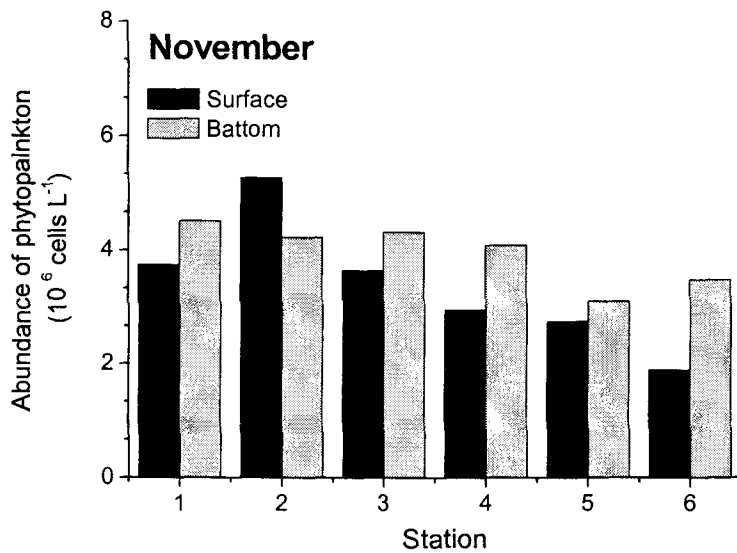
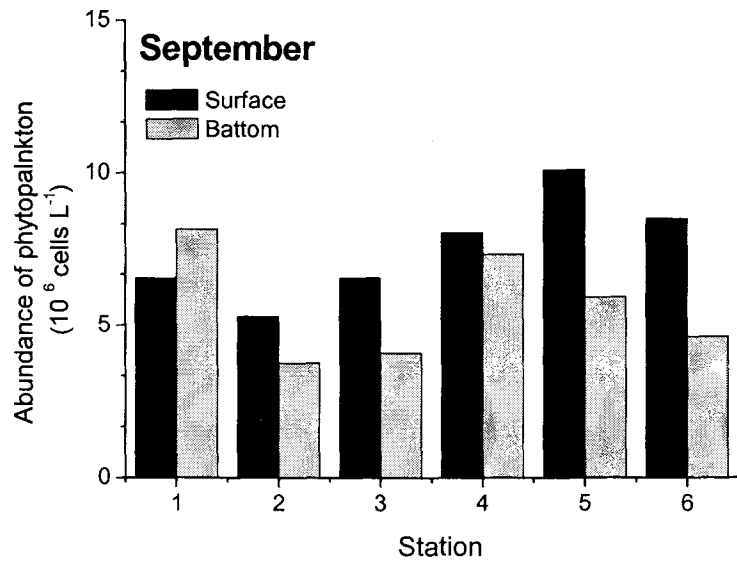


그림 1-2-9. 2004년 하계(9월)와 추계(11월) 태안 바다목장 해역에서 식물플랑크톤의 현존량의 변동(위: 9월, 아래: 11월).

Fig. 1-2-9. The variations of standing crops of phytoplankton in the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov. 2004.

(Upper : September, Lower : November).

(다) 조사지역의 생태지수

조사 기간 중 9월에 종 다양성지수(Margalef, 1958)는 정점 5 표층에서 가장 높은 1.14, 정점 1 표층에서 가장 낮은 0.85를 나타냈으며 종 풍부도지수(Margalef, 1958)는 정점 2 저층에서 2.89로 가장 높게 나타났으며 정점 4 표층에서 2.03으로 가장 낮았다. 균등성지수(Pielou, 1966)의 경우 정점 4 표층에서 0.90로 가장 높게 나타났으며 정점 1 표층에서 0.71로 가장 낮게 나타났다. 우점도지수(McNaughton, 1967)는 정점 1 표층에서 0.58로 가장 높았으며 정점 4 표층에서 0.20으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 11월 동계 조사에서는 종 다양성지수는 정점 4 저층에서 가장 높은 0.97, 정점 3 표층에서 가장 낮은 0.48을 나타냈으며 종 풍부도는 정점 6 표층에서 2.71로 가장 높게 나타났으며 정점 5 표층에서 0.93으로 가장 낮았다. 균등성지수의 경우 정점 4 저층에서 0.90로 가장 높게 나타났으며 정점 3 표층에서 0.50로 가장 낮게 나타났으며 우점도지수는 정점 3 표층에서 0.83로 가장 높았으며 정점 1 저층에서 0.56으로 가장 낮은 값을 나타냈다(표 1-2-4).

표 1-2-5. 2004년 하계(9월)와 추계(11월)의 식물플랑크톤의 생태 지수

Table 1-2-5. The ecological index of phytoplankton in the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov. 2004

September												
	Station (cells/L)											
	1-S	1-B	2-S	2-B	3-S	3-B	4-S	4-B	5-S	5-B	6-S	6-B
H' (Diversity)	0.85	0.97	1.04	1.05	1.10	0.96	1.06	1.01	1.14	1.09	1.09	1.09
R(Richness)	2.20	2.46	2.53	2.89	2.64	2.27	2.03	2.33	2.57	2.51	2.31	2.40
E(Evenness)	0.71	0.77	0.83	0.81	0.86	0.79	0.90	0.82	0.89	0.87	0.88	0.89
DI(Dominance)	0.58	0.51	0.43	0.43	0.38	0.47	0.20	0.43	0.31	0.41	0.26	0.31
November												
	Station (cells/L)											
	1-S	1-B	2-S	2-B	3-S	3-B	4-S	4-B	5-S	5-B	6-S	6-B
H' (Diversity)	0.67	0.86	0.51	0.81	0.48	0.84	0.75	0.97	0.55	0.64	0.83	0.89
R(Richness)	1.37	1.95	1.04	1.81	1.22	2.26	2.01	1.66	0.93	1.85	2.71	2.60
E(Evenness)	0.67	0.75	0.56	0.72	0.50	0.70	0.65	0.90	0.65	0.58	0.66	0.71
DI(Dominance)	0.67	0.56	0.78	0.61	0.83	0.64	0.72	0.42	0.69	0.79	0.61	0.61

(2) 부착규조류

(가) 종 조성

본 조사기간 중 출현한 저서 규조류는 총 47종으로 Simonsen(1979)의 분류체계에 따라 2목, 3아목, 9과, 23속, 47종으로 구성되어 있었다. 또한 전체 출현종 중 *Amphora* 속이 7종, *Achnanthes* 속이 6종, *Cocconeis* 속이 7종으로 본 조사지역에서 전체 15%, 13%, 15%

로 전체 43%로 가장 출현종수를 나타내었다. 특히 *Amphora* 속과 *Cocconeis* 속이 본 조사 기간중 제 1, 2우점종을 차지하여 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 출현종 중 중심목 구조류는 3종의 출현을 보인 반면, 우상형 구조류가 44종으로 대부분을 차지하고 있었다. 이는 이것은 이들 속 대부분의 종이 잘 발달된 배선구조가 있어 활주운동을 함으로 본 조사지역인 조간대처럼 침전이 계속적으로 진행되고 주기적인 환경의 변화가 심한 환경에서 유리한 생태적 위치를 점유함에 기인한 것으로 판단된다(Sullivan, 1978).

(나) 현존량

본 조사 기간중 조간대에서 부착구조의 현존량은 9월에 $0.81 \sim 3.36 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 로 평균 $1.65 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 였다(그림 1-2-10). 특히 신야2구 조간대에서 평균 $1.95 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 으로 가장 높은 현존량을 보였고, 하부 조위에서 평균 $2.75 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 의 가장 높은 현존량을 나타내어 니질 퇴적상에서 높은 현존량을 보였다. 11월에는 $1.71 \sim 10.97 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 로 평균 $4.50 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 을 보였다. 지역별 변화는 9월과 같이 정점 3에서 $6.10 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 로 가장 높은 현존량을 보였으며, 역시 하부 조간대에서 $6.18 \times 10^3 \text{ cells/cm}^2$ 의 가장 높은 현존량을 보여 9월의 변화와 유사한 양상을 나타내었다. 이는 군산 조간대의 $42.6 \times 10^4 \text{ cells/cm}^2$ 와 동진강 하구의 $57.6 \times 10^4 \text{ cells/cm}^2$ 보다 낮고 현존량을 동진강 하구에서의 $124.2 \times 10^2 \text{ cells/cm}^2$ 와 유사한 양상을 나타내었다(오, 1992). 특히 니질 퇴적상 지역을 갖는 신야2구와 고남 조간대에서 사질 퇴적상을 갖는 승언리 조간대보다 구조류의 서식밀도가 높게 나타나, 니질 퇴적상의 높은 영양분 공급이 현존량의 변동에 영향을 미쳤다고 사료된다(Round, 1971).

(다) 우점종의 생태적 특성

본 조사기간중 9월의 *Diploneis domblittensis*가 전 정점에서 평균 30.12%로 제 1 우점종을 차지하였고, *Amphora holsatica*가 13.72%로 제 2 우점종을 차지하여, 위 2종이 전체 43.84%의 출현빈도를 차지하였다(표 1-2-6; 그림 1-2-11). 특히 *Amphora holsatica*는 사질 퇴적상의 승언리 조간대에서 높게 출현하였다(그림 1-2-12). *Amphora holsatica*는 무배선 및 단배선 구조로 각면의 장축선단(Apical pore)과 종구에서 분비되는 점액질로 기질 표면에 부착하는 습성이 있어 운동력은 떨어지나 부착력이 뛰어나 모래 입자등에 강하게 붙는 특성을 가지고 있어(Round, 1971) 높은 출현빈도를 보였다고 사료된다. 또한 승언리와 신야2구의 니질성 퇴적상에서 각각 2.5%와 11.24%의 출현빈도를 보인 *Cocconeis pediculus*는 양배선 구조로 이루어졌으며, 이같은 종들은 종구에 의한 운동성이 높아 퇴적물 내 공극을 통한 이동이 용이하여 조석에 따른 운동을 보임으로써 부착력은 떨어진 것으로 보고되고 있다(Palmer and Round, 1967). 또한 신야2구와 고남 조간대에서만 출현하는 *Paralia sulcata*는 Melosiraceae 과에 속하는 종으로 니질성 퇴적물에 서식하는 전형

적인 구조이다. 이는 인천 주변의 조간대에서 연중 우점종으로 나타나고(심과 조, 1984), 식물성 플랑크톤의 우점종으로 나타나는 것(Choi, 1984 Shim and Yoo, 1985)으로 보아 한국의 서해안 조간대 및 연안에서 우점하는 것으로 판단된다.

11월의 주요 우점종은 전 정점에서 *Cocconeis pediculus*와 *Diploneis domblittensis*에서 각각 27.33%와 14.88%를 차지하여 위 2종이 11월의 주요 우점종으로 파악되었다(표 1-2-7, 그림 1-2-13). *Cocconeis pediculus*는 9월 조사기간 중 제 2우점종으로 기록되었으며 사질 퇴적상의 승언리 조간대에서만 높은 출현빈도를 보여 양배선 구조의 특징을 잘 나타내고 있었다. *Diploneis domblittensis*는 9월에 제 1우점종을 나타낸 종으로 신야2구와 고남 조간대에서만 각각 19.51%와 18.29%를 나타내 니질성 퇴적상의 부착구조의 특이성을 보였다. 9월의 제 1우점종을 차지한 *Amphora holsatica*는 평균 9.45%의 우점율을 보여 9월의 출현 빈도보다 낮은 양상을 나타내었으나, 9월과 같이 신야2구와 고남 조간대의 니질성 퇴적상에서 각각 6.93%과 15.11%의 출현에 따른 종 특이성을 나타내었다.

결과적으로 본 조사해역인 태안바다목장 조간대에서 주요 출현 구조는 중심목보다 우상목이 대부분을 차지하고 있었으며, 주요 출현종은 *Cocconeis pediculus*와 *Diploneis domblittensis*로 위 종이 본 조사해역의 대표종으로 판단된다. 또한 본 연구시 nano size의 돌말류의 출현양상을 보여 기초 생산력 연구에 미치는 영향에 대한 자세한 연구가 필요하다고 사료된다.

(라) 종 다양성, 풍부도, 균등성 지수

본 조사기간중 9월의 종 다양성 지수는 1.7163~2.4574까지 평균 2.0160을 나타내었다. 특히 니질 퇴적상의 신야2구와 고남에서 각각 2.0234와 2.1945로 사실 퇴적상의 승언리 조간대의 1.8302보다 높은 양상을 나타내었다(표 1-2-8). 이는 니질 퇴적상의 높은 영양분 유입에 따른 다양성 지수라 판단되며, 또한 승언리 조간대의 지역적 특이성(승언리 해수욕장)에 의한 인간의 오염행위에 의해 낮은 생물량을 보였다고 사료된다. 풍부도 지수는 0.8221에서 2.0934로 정점간의 지수 폭이 컸으며 평균 1.3171을 나타내었다. 정점간의 변화는 신야2구가 평균 1.5869로 다른 정점보다 높은 양상을 나타내었다. 균등성 지수는 0.6321에서 0.8724까지 평균 0.7387을 나타내었다. 또한 정점간에는 평균 0.7387 ± 0.0258 로 큰 차이를 보이지 않았다.

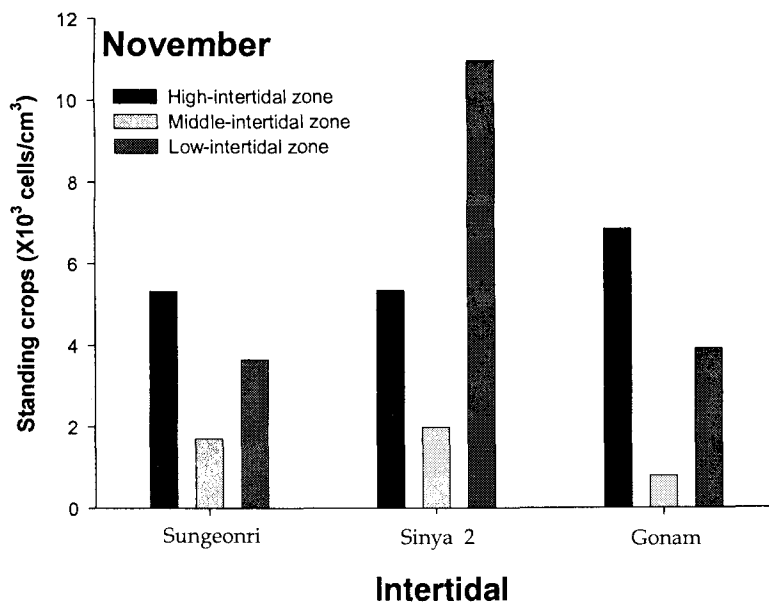
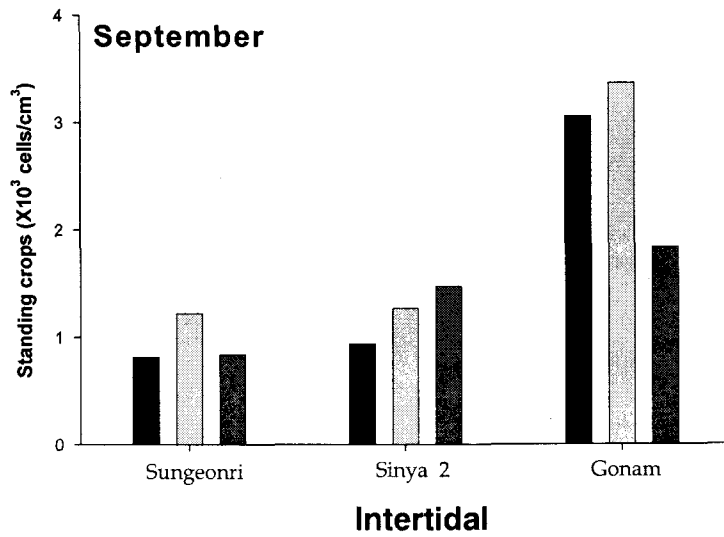


그림 1-2-10. 2004년 하계(9월)와 추계(11월) 태안 바다목장 조간대 해역에서 부착규조류의 현존량의 변동 (위: 9월, 아래: 11월).

Fig. 1-2-10. The variations of standing crops of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov. 2004. (Upper : September, Lower : November).

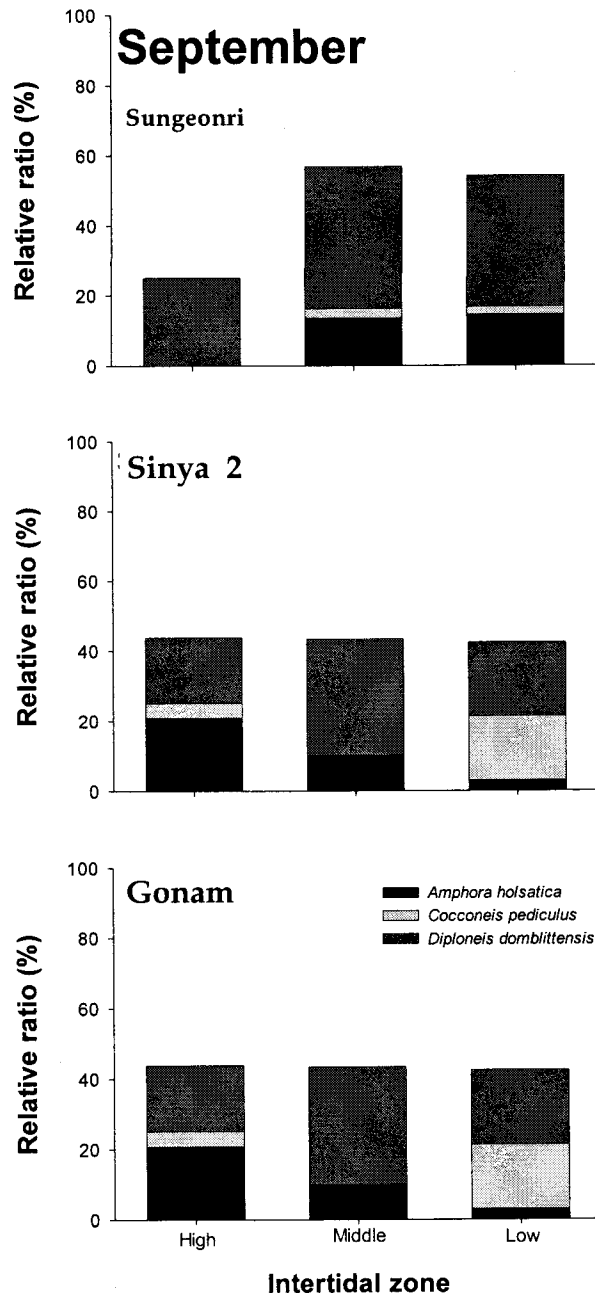


그림 1-2-11. 2004년 하계(9월) 태안 바다목장 조간대 해역에서 주요 우점종의 변동.

Fig. 1-2-11. The variations of ratio of major dominant species of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov. 2004.

표 1-2-6. 2004년 하계(9월)의 태안바다목장 조간대 지역에서 부착규조의 우점도 지수
 Table 1-2-6. The dominance index of benthic diatoms in the intertidal zone on the
 marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004

Zone	The First species		The second species	
Sung eon ri	High	<i>Diploneis domblittensis</i> 25.00%	<i>Cymatosira belgica</i> 12.50%	
	Middle	<i>Diploneis domblittensis</i> 40.55%	<i>Amphora holsatica</i> 13.52%	
	Low	<i>Diploneis domblittensis</i> 37.50%	<i>Amphora holsatica</i> 14.58%	
Sinya 2	High	<i>Diploneis domblittensis</i> 18.75%	<i>Amphora holsatica</i> 20.84%	
	Middle	<i>Diploneis domblittensis</i> 33.34%	<i>Paralia sulcata</i> 20.00%	
	Low	<i>Diploneis domblittensis</i> 21.21%	<i>Cocconeis pediculus</i> 18.18%	
Gonam	High	<i>Diploneis domblittensis</i> 36.38%	<i>Amphora holsatica</i> 21.22%	
	Middle	<i>Diploneis domblittensis</i> 34.48%	<i>Amphora holsatica</i> 20.69%	
	Low	<i>Diploneis domblittensis</i> 25.01%	<i>Amphora holsatica</i> 19.45%	

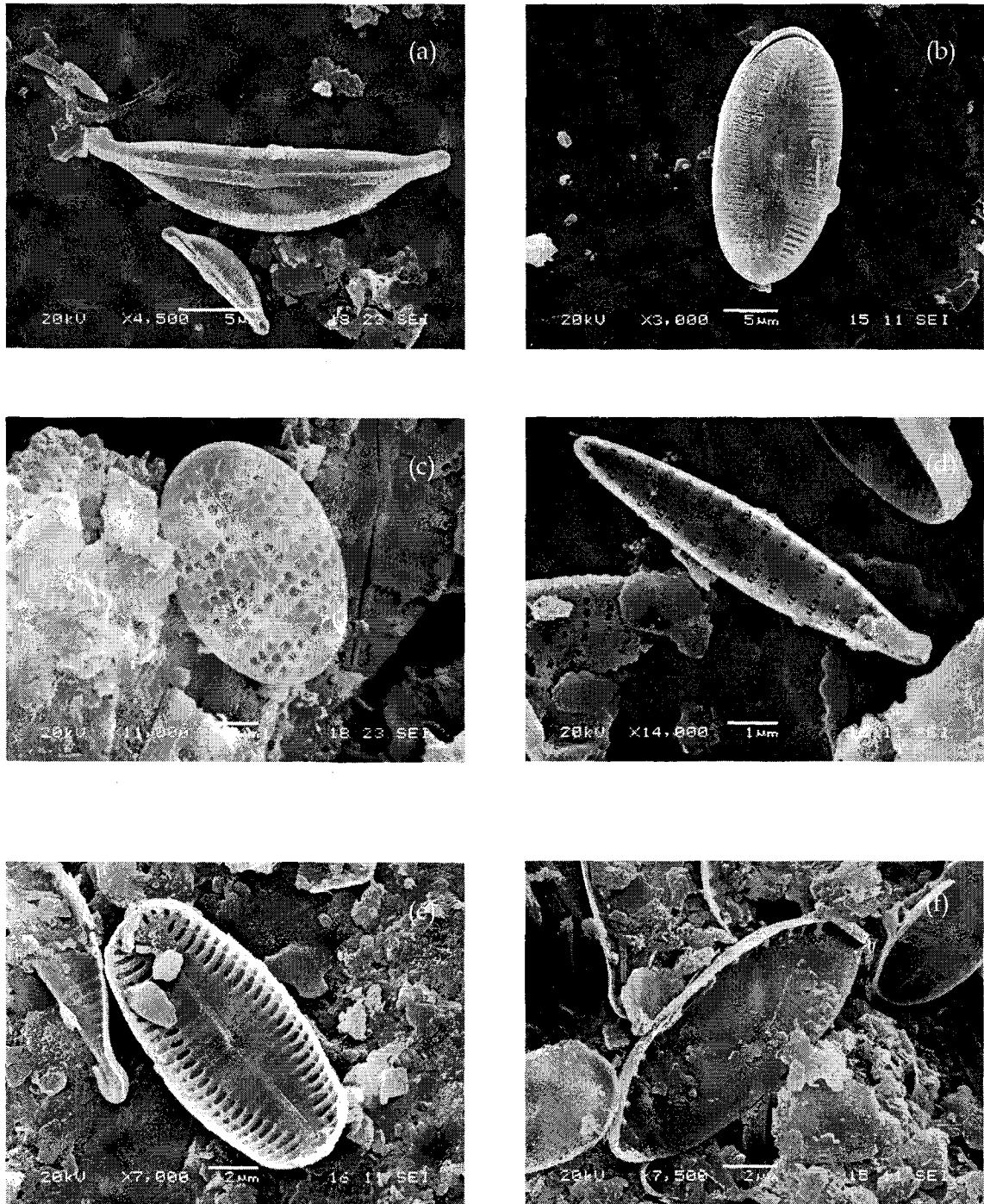


그림 1-2-12. 주요 우점종의 전자현미경 사진.

(a) *Amphora holsatica*, (b) *Diploneis domblittensis*, (c) *Cocconeis* sp.,
 (d) *Cymatosira belgiae*, (e) *Navicula* sp., (f) *Nitzschia punctata* var. *coarctata*

Fig. 1-2-12. The photographs of SEM with major dominant species.

(a) *Amphora holsatica*, (b) *Diploneis domblittensis*, (c) *Cocconeis* sp.,
 (d) *Cymatosira belgiae*, (e) *Navicula* sp., (f) *Nitzschia punctata* var. *coarctata*

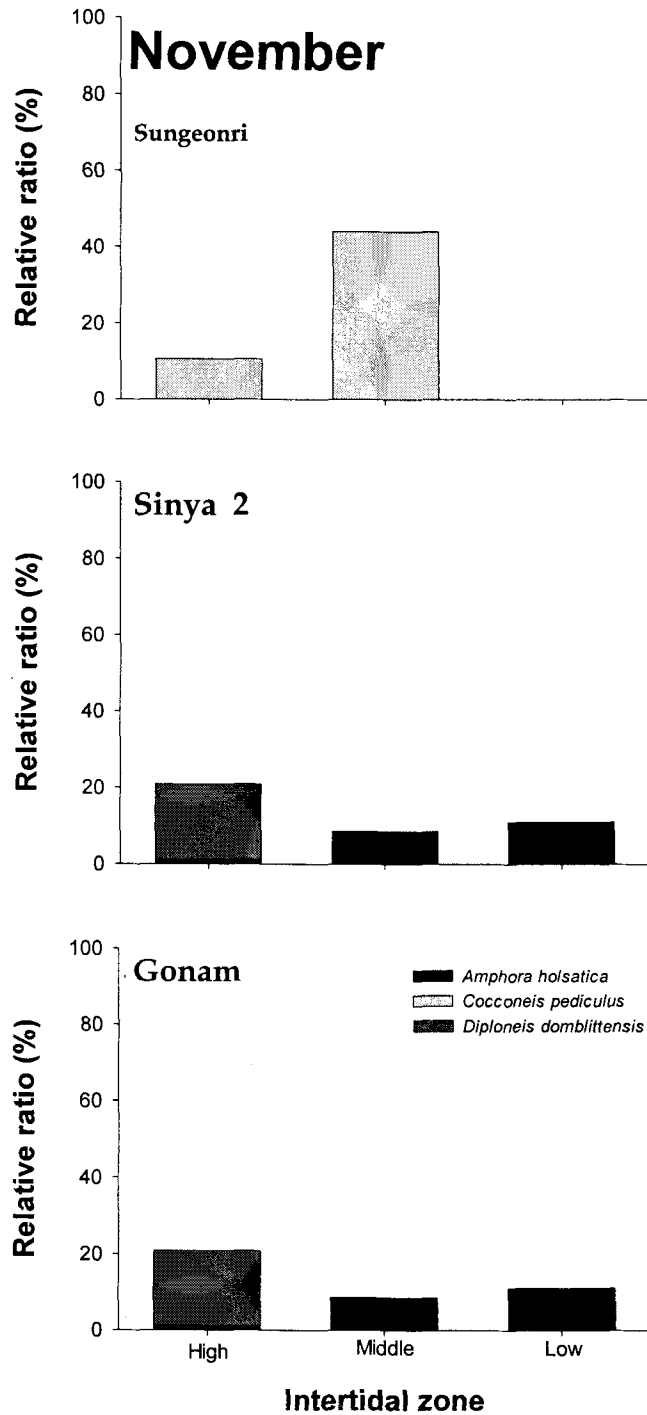


그림 1-2-13. 2004년 추계(11월) 태안 바다목장 조간대 해역에서 주요 우점종의 변동.
 Fig. 1-2-13. The variations of ratio of major dominant species of benthic diatoms in the intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters, Nov. 2004.

표 1-2-7. 2004년 추계(11월)의 태안바다목장 조간대 지역에서 부착규조의 우점도 지수
 Table 1-2-7. The dominant index of benthic diatoms in the intertidal zone on the
 marine ranching area of Taean coastal waters, Nov. 2004

Zone		The First species		The second species	
Sungeonri	High	<i>Dimeregramma fulvum</i>	20.00%	<i>Dimeregramma minor</i>	12.00%
	Middle	<i>Cocconeis pediculus</i>	44.00%	<i>Dimeregramma fulvum</i>	12.00%
	Low	<i>Dimeregramma fulvum</i>	37.50%	<i>Achnanthes spp.</i>	14.29%
Sinya 2	High	<i>Diploneis domblittensis</i>	19.51%	<i>Cocconeis debesi</i>	14.63%
	Middle	<i>Diploneis coffaeiformis</i>	17.14%	<i>Achnanthes spp.</i>	17.14%
	Low	<i>Diploneis coffaeiformis</i>	23.85%	<i>Amphora depressa</i>	14.68%
Gonam	High	<i>Navicula spp.</i>	18.97%	<i>Amphora holsatica</i>	17.24%
	Middle	<i>Diploneis domblittensis</i>	26.67%	<i>Achnanthes delicatula</i>	24.57%
	Low	<i>Amphora holsatica</i>	21.43%	<i>Diploneis domblittensis</i>	17.86%

11월의 종 다양성 지수는 0.7439~1.1887로 평균 1.0251을 나타내어 9월의 종다양성 지수보다 낮은 양상을 보였다. 지역별 변화에서는 9월과 같이 사질 퇴적상인 승언리 조간대에서 0.9481로 니질 퇴적상의 신야2구와 고남 지역의 1.0519와 1.0754보다 낮은 양상을 나타내었다. 풍부도 지수는 2.1661~5.6355로 평균 3.5966를 나타내어 9월의 풍부도보다 높았고 지역적으로 신야2구에서 높아 9월의 양상과 유사하였다. 균등성 지수는 0.8184~0.9982로 평균 0.9078을 나타내 특정 우점종에 따른 생산력의 비중이 낮음을 시사하고 있었다. 지역간 비교에서 고남지역의 균등성 지수는 0.9864로 승언리와 신야2구의 평균 균등성 지수인 0.8425와 0.8945보다 월등히 높아 활발한 종 천이가 발생되고 있음을 간접적으로 시사하고 있었다.

결과적으로 승언리 조간대의 사질 퇴적상에서는 낮은 종 다양성 지수를 보였고 기온 강하에 따라 낮은 생물상의 다양성을 나타내었다. 또한 풍부도 지수는 11월로 갈수록 높

아졌으며 신야2구에서 가장 높은 지수를 나타내었다. 균등성 지수는 9월에는 모든 정점이 균일한 양상을 나타내었으나 11월에는 고남 조간대에서 높은 양상을 보였다.

표 1-2-8. 2004년 태안바다목장 조간대 지역에서 종 다양성 지수, 풍부도, 균등성 지수
 Table 1-2-8. Ecological index (species diversity, Richness and Evenness index) of benthic diatom communities in the intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov., 2004

Zone	index	September			November		
		Sungeonri	Sinya 2	Gonam	Sungeonri	Sinya 2	Gonam
High	Diversity	2.1661	2.3404	1.7276	1.1887	1.0636	1.2102
	Richness	1.3423	1.6879	0.8911	5.6355	4.0234	4.4320
	Evenness	0.8724	0.7988	0.8039	0.8855	0.8833	0.9641
Middle	Diversity	1.9649	1.7856	1.7163	0.7439	1.0277	0.9778
	Richness	1.4607	0.9794	0.8221	2.1661	3.3348	2.4173
	Evenness	0.6485	0.7454	0.7948	0.8237	0.9523	1.0827
Low	Diversity	1.9392	2.4574	2.0468	0.9116	1.0644	1.0382
	Richness	1.2461	2.0934	1.3307	3.3684	4.2076	2.7841
	Evenness	0.6321	0.6485	0.7039	0.8184	0.8480	0.9970

다. 동물플랑크톤

(1) 종 조성 및 개체수

2004년 9월에 출현한 동물플랑크톤 군집은 14 종과 6종의 미동정 분류군으로 총 20 분류군이 출현하였다. 출현한 동물플랑크톤을 분류군별로 구분하면 원생동물(protozoa), 자포동물(cnidarians), 갑각류(crustaceans), 다모류(polychaetes), 모악동물(chaetognaths), 극피동물(echinodermates), 유형류(larvaceans) 등이 출현하였으며, 이 가운데 갑각류는 요각류(copepods), 패충류(ostracods), 그리고 여러 종류의 미동정된 유생들이 포함되었다. 요각류는 분류군 중 가장 다양하게 출현하여 미동정된 종을 포함하여 총 13종이 나타났다. 또한 원생동물인 *Noctiluca scintillans*는 전 정점에서 가장 높은 출현양상을 보였고, 모악동물과 섬모충류는 각각 한 종류가 출현하였으며 갑각류 패충류와 유형류도 일부 정점에서 출현하는 양상을 보였다. 동물플랑크톤의 출현 개체수 밀도(풍도, abundance)는 최

저 $2.82 \times 10^4 \text{ ind./m}^3$ (정점 6)에서 최고 $11.59 \times 10^4 \text{ ind./m}^3$ (정점 3)로 평균 $5.75 \times 10^4 \text{ ind./m}^3$ 을 나타내어 정점 간에는 약 4배의 차이를 보였다(그림 1-2-14). 각 분류군의 정점에 따른 출현 양상을 큰 변화를 보이지 않았으며 요각류가 전 정점에서 가장 우점하는 분류군을 차지하였다. 또한 정점 1에서 정점 6의 외해로 갈수록 낮아지는 양상을 보였다.

2004년 11월에 출현한 동물플랑크톤 군집은 15종이 출현하였으며 요각류(copepods)가 10종류가 가장 큰 분류군을 차지하였고, 원생동물(protozoa)과 모악동물 chaetognaths)이 1종류, 유형류(larvaceans)가 2종류 등이 출현하였다. 이같은 분류군별 출현양상은 9월의 가장 우점하였던 분류군인 요각류(copepods)가 우점하는 양상과 유사하였으나 패충류(ostracods)나 다모류(polychaetes) 등은 출현하지 않았다. 동물플랑크톤의 출현 개체수 밀도는 최저 $8.55 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ (정점 1)에서 최고 $2.34 \times 10^4 \text{ ind./m}^3$ (정점 4)로 평균 $1.63 \times 10^4 \text{ ind./m}^3$ 을 나타내어 정점 간에는 약 3배의 차이를 보였다(그림 1-2-14). 이는 9월에 비해 평균 약 2배 정도가 낮은 양상을 보였으며 2004년 통영바다목장 해역의 동물플랑크톤의 9월과 11월의 출현 밀도인 $9.22 \times 10^2 \text{ ind./m}^3$ 와 $8.64 \times 10^2 \text{ ind./m}^3$ 보다 본 조사해역이 높은 양상을 나타내었다(한국해양연구원, 2004). 또한 많은 간척사업이 이루어진 태안 인접의 아산만의 동물플랑크톤 현존량과 비교했을 때(이와 박, 2003) 추계와 동계의 출현 밀도가 본 조사해역이 높은 것으로 조사되었다. 이는 미생물 및 식물플랑크톤의 현존량과도 연관이 있을 것으로 사료되며 결론적으로 태안바다목장 수역의 생산력에도 영향이 있을 것으로 판단된다

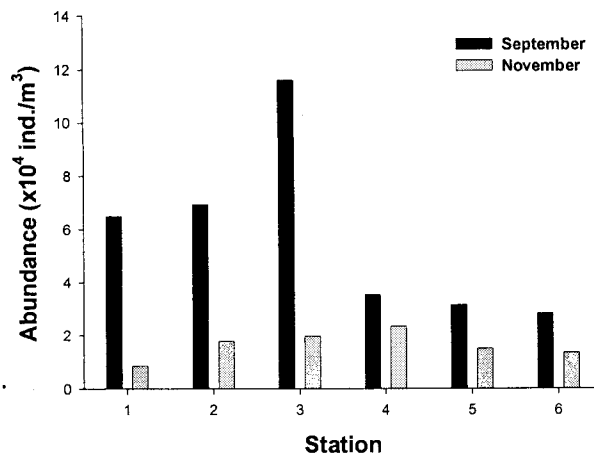


그림 1-2-14. 2004년 태안바다목장 해역에서 동물플랑크톤의 개체수 변화.

Fig. 1-2-14. The variations of the abundance of zooplankton communities in the marine ranching area from Sep. to Nov. 2004.

(2) 우점종의 계절적 변동

본 조사해역에서의 주요 우점종, 또는 분류군의 밀도에 대한 계절적인 변화를 보면 원생동물인 *Noctiluca scintillans*는 전 조사기간에 걸쳐 출현하는 주요 종으로 9월에 평균 $2.85 \times 10^4 \text{ ind./m}^3$ 로 49.53%의 우점을 나타내었다가 11월에 평균 $1.61 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 로 9.86%의 우점율을 보여 점차 감소하는 양상을 보였다(그림 1-2-15). *Noctiluca scintillans*는 내만성의 전형적인 적조생물로 알려져 있으며 특히 정체기에 대량 발생하여 적조를 유발하는 종으로 부영양화로 인하여 유기물의 합성이 활발할 때 대량 번식하는 특징을 가지고 있다(Adnan 1987). 9월에 제 2 우점을 보인 요각류 *Oithona similis*는 전 정점에서 평균 $2.00 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 로 3.48%의 우점을 나타내었으며, 11월에 평균 $1.17 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 로 7.20%의 우점으로 증가하는 양상을 보였다. 이는 다수의 종이 포함된 요각류(35.63%) 내에서 가장 높은 우점을 나타내었다. 임(1994)은 *Oithona similis*는 *Corycaeus affinis* 및 *Paracalanus* sp.와 함께 우리나라의 전 해역에서 전 계절에 걸쳐 출현하는 종이라고 하였는데 본 조사와 일치하는 결과를 보이고 있었다. *Oithona* 속에 속하는 종들 중에서는 *Oithona davisae*는 전형적인 연안 및 기수종으로 알려져 있으며 여름철에 높은 양상을 보인다고 보고하였는데 본 조사에서도 9월의 $1.09 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 에서 11월의 $0.81 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 로 출현 개체수가 감소하는 양상을 나타내었다. 또한 높은 우점을 보이지는 않았지만 전 조사정점에 고루 분포를 보인 모악류 *Sagitta crassa*는 저염성 연안종으로 알려져 있으며 여름철에 높은 출현양상을 보인다고 보고하고 있다(박 등 1990).

Acartia 속종 9월에 *A. omorii*와 *A. hongii*가 각각 2.21%와 1.27%의 우점을 보였으며 11월에 *A. omorii*가 3.75%로 높은 우점을 나타내지 않았지만, 본 속은 주로 연안성이며 특히 내만 해역에서 많은 생물량을 보인다고 알려져 있다(Bowman, 1965). 특히 *Acartia* 군집 중에서도 *A. omorii*는 내만해역에 있어서 대표적인 연안 오염지표종으로 알려져 있다(Ueda 1986; 유 등 1991).

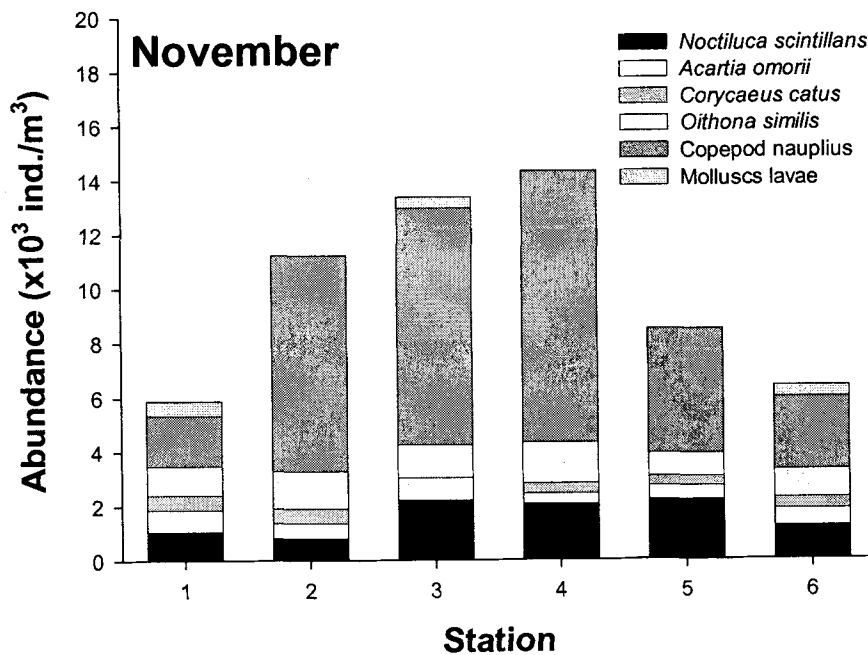
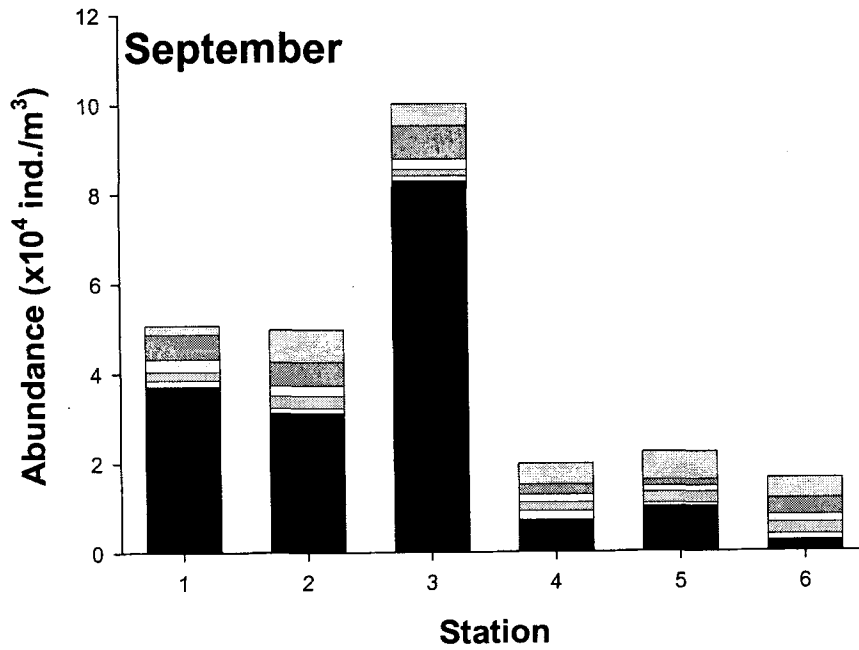


그림 1-2-15. 2004년 태안바다목장 해역에서 동물플랑크톤 주요 우점종의 변화 (위: 9월, 아래: 11월).

Fig. 1-2-15. The variations of major dominant species in the zooplankton communities in the marine ranching area of Taean coastal waters from Sep. to Nov. 2004 (upper: September, lower: November)

라. 저서동물

(1) 조간대

(가) 동물군별 정점별 밀도와 생체량의 분포

① 9월 조사결과

표 1-2-9와 표 1-2-10에 2004년 9월 조간대 고남의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 5개 정점에서 35 종의 저서동물이 31 개체 채집되었다. 정점별 개체수는 3~9 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 6 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로는, 다모류(APol)가 16 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 13.734 gWWt가 측정되었다. 정점별 생체량은 0.014~6.624 gWWt/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 2.747 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 이매패류(MBi)가 12.147 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-11과 표 1-2-12에 2004년 9월 조간대 승언리의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 5개 정점에서 38 종의 저서동물이 48 개체 채집되었다. 정점별 개체수는 5~14 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 9 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로는, 단각류(CAm)가 19 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 10.982 gWWt가 측정되었으며, 정점별 생체량은 0.101~10.272 gWWt/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 2.196 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 복족류(MGs)가 10.054 gWWt로 최고값을 나타냈다.

표 1-2-13과 표 1-2-14에 2004년 9월 조간대 신야1구의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 5개 정점에서 32 종의 저서동물이 49 개체가 채집되었다. 정점별 개체수는 <1(1미만 개체)~21 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 10 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로는, 단각류(CAm)가 21 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 3.832 gWWt가 측정되었고, 정점별 생체량은 0.002~2.356 gWWt/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 0.766 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 이매패류(MBi)가 1.324 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-15과 표 1-2-16에 2004년 9월 조간대 신야2구의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 5개 정점에서 53 종의 저서동물이 101 개체가 채집되었다. 정점별 개체수는 4~48 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 20 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로는, 복족류(MGs)가 32 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 31.764 gWWt가 측정되었고, 정점별 생체량은 0.284~14.031 gWWt/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 6.353 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 복족류(MGs)가 17.162 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-17와 표 1-2-18에 2004년 9월 조간대 장곡의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 5개 정점에서 30 종의 저서동물이 35 개체가 채집

되었다. 정점별 개체수는 <1(1미만 개체)~19 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 7 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로 살펴보면, 이매패류(MBi)가 12 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 4.787 gWWt가 측정되었으며, 정점별 생체량은 <0.001(0.001 미만)~3.564 gWWt/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 0.957 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 이매패류(MBi)가 3.110 gWWt로 최고값을 기록하였다.

태안 주변의 5개 조간대에서 저서동물을 채집한 결과, 신야2구에서 가장 높은 개체수와 생체량이 관찰되었고, 개체수가 가장 낮은 조간대는 고남, 생체량이 가장 낮은 조간대는 장곡이었다.

표 1-2-9. 2004년 하계(9월) 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수 (개체/80cm²)

Table 1-2-9. The mean abundance of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	3	6	3	3	1	16
CAM		<1		<1	1	1
CDB	<1	2	2	1	2	6
CIs		<1				<1
EHo					<1	<1
MBi		1	1	4		6
MGs			<1	<1		1
Others		<1	<1	<1		1
Total	3	9	6	9	4	31

표 1-2-10. 2004년 하계(9월) 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량 (gWWt/80cm²)

Table 1-2-10. The mean biomass of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	0.013	0.045	0.076	0.041	0.051	0.224
CAM		<0.001		<0.001	0.001	0.001
CDB	0.001	0.181	0.100	0.048	0.190	0.519
CIs		<0.001				<0.001
EHo					0.245	0.245
MBi		6.398	0.176	5.573		12.147
MGs			0.293	0.303		0.596
Others		<0.001	0.001	0.002		0.003
Total	0.014	6.624	0.644	5.967	0.486	13.734

표 1-2-11. 2004년 하계(9월) 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수
(개체/80cm²)

Table 1-2-11. The mean abundance of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		1	1	2	2	6
CAm	13	<1	1	1	5	19
CDA				<1	<1	1
CDB	1	1	<1		<1	2
CMy		<1			<1	<1
MBi		2	5	2	2	11
MGs		1	6	<1		7
Others		<1	1	<1		1
Total	14	6	13	5	10	48

표 1-2-12. 2004년 하계(9월) 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량
(gWWt/80cm²)

Table 1-2-12. The mean biomass of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		0.004	0.112	0.112	0.079	0.306
CAm	0.058	<0.001	0.001	0.001	0.003	0.063
CDA				0.001	<0.001	0.001
CDB	0.098	0.101	0.006		0.001	0.206
CMy		<0.001			<0.001	0.001
MBi		0.093	0.185	0.012	0.018	0.307
MGs		0.057	9.925	0.073		10.054
Others		<0.001	0.044	<0.001		0.044
Total	0.156	0.255	10.272	0.199	0.101	10.982

표 1-2-13. 2004년 하계(9월) 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수
(개체/80cm²)

Table 1-2-13. The mean abundance of the Sinyal intertidal benthos in each station
by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		3	2	2	2	9
CAm		4	13	3	1	21
CDA					1	11
CDB		6	2			8
CDM					<1	<1
CMy	<1					<1
MBi		1	3	2	1	7
MGs		<1	1	2		3
Others		<1	1		1	1
Total	<1	14	21	9	6	49

표 1-2-14. 2004년 하계(9월) 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량
(gWWt/80cm²)

Table 1-2-14. The mean biomass of the Sinyal intertidal benthos in each station by
taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		0.173	0.046	0.090	0.144	0.453
CAm		0.010	0.009	0.004	0.003	0.026
CDA					1.008	1.008
CDB		0.441	0.216			0.657
CDM					0.014	0.014
CMy	0.002					0.002
MBi		0.013	0.027	0.207	1.077	1.324
MGs		0.001	0.059	0.098		0.158
Others		0.051	0.030		0.110	0.191
Total	0.002	0.689	0.388	0.399	2.356	3.832

표 1-2-15. 2004년 하계(9월) 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수
(개체/80cm²)

Table 1-2-15. The mean abundance of the Sinya2 intertidal benthos in each station
by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	8	4	4	2	1	19
CAm	2	1	4	1	1	9
CDA		<1	1		<1	1
CDB	<1	2	10			12
CDM				<1	<1	1
CI	<1	1	<1			1
MBi	16	3	4	2	2	26
MGs	21	2	2	7		32
Others		<1	<1			1
Total	48	12	25	12	4	101

표 1-2-16. 2004년 하계(9월) 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량
(gWWt/80cm²)

Table 1-2-16. The mean biomass of the Sinya2 intertidal benthos in each station by
taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	0.215	0.191	0.040	0.381	0.163	0.989
CAm	0.001	<0.001	0.004	0.001	0.001	0.007
CDA		0.023	0.386		0.014	0.423
CDB	0.262	0.208	0.049			0.519
CDM				0.011	0.044	0.054
CI	0.001	<0.001	<0.001			0.001
MBi	0.490	3.449	8.514	0.093	0.064	12.609
MGs	1.914	0.852	0.851	13.546		17.162
Others		0.001	<0.001			0.001
Total	2.883	4.723	9.844	14.031	0.284	31.764

표 1-2-17. 2004년 하계(9월) 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수
(개체/80cm²)

Table 1-2-17. The mean abundance of the Janggok intertidal benthos in each station
by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		4	<1	2	2	9
CAm	<1	4		4		9
CDA		1				1
CDB		<1		<1		1
Ins	<1		1			1
MBi		8	<1	3		12
MGs		2		2		4
Others		<1		<1		1
Total	<1	19	1	12	2	35

표 1-2-18. 2004년 하계(9월) 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량
(gWWt/80cm²)

Table 1-2-18. The mean biomass of the Janggok intertidal benthos in each station
by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		0.052	0.001	0.027	0.046	0.125
CAm	<0.001	0.009		0.004		0.013
CDA		0.097				0.097
CDB		0.011		0.017		0.027
Ins	<0.001		0.001			0.001
MBi		2.983	0.043	0.085		3.110
MGs		0.391		0.992		1.383
Others		0.023		0.009		0.031
Total	<0.001	3.564	0.044	1.133	0.046	4.787

② 11월 조사결과

표 1-2-19 표 1-2-20에 2004년 11월 조간대 고남의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 전 정점에서 40 종의 저서동물이 42 개체가 채집되었고, 정점별 개체수는 5~11 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 8 개체/80cm²이다. 동물군 별로는, 다모류(APol)가 17 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 20.946 gWWt, 정점별 생체량의 변동범위는 0.309~7.689 gWWt/80cm², 정점당 평균은 4.189 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 이매패류(MBi)가 18.629 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-21과 표 1-2-22에 2004년 11월 조간대 승언리의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 전 정점에서 32 종의 저서동물이 33 개체가 채집되었고, 정점별 개체수는 <1(1미만 개체)~11 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 7 개체/80cm²이다. 동물군 별로 살펴보면, 다모류(APol)가 13 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 5.102 gWWt, 정점별 생체량의 범위는 0.006~3.967 gWWt/80cm², 정점당 평균은 1.020 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 이매패류(MBi)가 3.120 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-23과 표 1-2-24에 2004년 11월 조간대 신야1구의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 5개 정점에서 28 종의 저서동물이 118 개체가 채집되었다. 정점별 개체수는 1~56 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 24 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로는, 단각류(CAm)가 93 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 5.277 gWWt, 정점별 생체량의 범위는 0.099~4.297 gWWt/80cm², 정점당 평균은 1.055 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 복족류(MGs)가 4.665 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-25과 표 1-2-26에 2004년 11월 조간대 신야2구의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 전 정점에서 46 종의 저서동물이 88 개체가 채집되었다. 정점별 개체수는 4~31 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 18 개체/80cm²인 것으로 나타났다. 동물군 별로는, 복족류(MGs)가 26 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 34.199 gWWt, 정점별 생체량의 범위는 0.442~17.599 gWWt/80cm², 정점당 평균은 6.840 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 이매패류(MBi)가 30.917 gWWt로 최고값을 기록하였다.

표 1-2-27와 표 1-2-28에 2004년 11월 조간대 장곡의 조사결과를 정점별 동물군별 평균 개체수와 평균 생체량으로 나타내었다. 전 정점에서 23 종의 저서동물이 83 개체가 채집되었다. 정점별 개체수는 4~27 개체/80cm²의 변동 범위를, 정점당 평균은 17 개체/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는, 단각류(CAm)가 50 개체로 최고값을 기록하였다. 생체량은 3.486 gWWt, 정점별 생체량의 변동범위는 0.053~1.303 gWWt/80cm², 정점당

평균은 0.697 gWWt/80cm²로 조사되었다. 동물군 별로는 복족류(MGs)가 2.310 gWWt로 최고값을 기록하였다.

태안 주변의 5개 조간대에서 저서동물을 채집한 결과 신야2구에서 가장 높은 개체수와 생체량이 관찰되었고, 개체수가 가장 낮은 조간대는 승언리, 생체량이 가장 낮은 조간대는 장곡이었다.

(나) 우점종

① 9월 조사결과

표 1-2-29와 표 1-2-30에 2004년 9월 조간대 고남의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 다모류(APol) *Heteromastus filiformis*로 30.6%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 이매패류(MBi)의 바지락(*Ruditapes philippinarum*)로 86.3%를 차지하였다.

표 1-2-31과 표 1-2-32에 2004년 9월 조간대 신야1구의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 단각류(CAm) *Urothoe grimaldii japonica*로 35.6%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 이매패류(MBi) *Nuttalia olivacea*이며 27.5%를 차지하였다.

표 1-2-19. 2004년 추계(11월) 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수 (개체/80cm²)

Table 1-2-19. The mean abundance of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	3	4	4	4	1	17
CAm		<1	2	2	2	7
CCi					1	1
CDA		<1				<1
CDB	1	1	2	1	2	6
CDM		<1				<1
CI _s	1					1
Ins	<1					<1
MBi	<1	<1	1	2	3	7
MGs		1	2	1	1	3
Others			<1	<1		1
Total	5	6	11	10	10	42

표 1-2-20. 2004년 추계(11월) 조간대 고남에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량 (gWWt/80cm²)

Table 1-2-20. The mean biomass of the Gonam intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	0.014	0.061	0.040	0.028	0.010	0.153
CAM		<0.001	0.002	0.004	0.003	0.009
CDA		0.201				0.201
CDB	0.231	0.069	0.064	0.061	0.153	0.578
CDM		0.001				0.001
CI _s	0.002					0.002
Ins	<0.001					<0.001
MBi	0.062	1.653	3.111	6.287	7.517	18.629
MG _s		0.269	0.890	0.201	0.007	1.366
Others			0.006	0.001		0.007
Total	0.309	2.254	4.113	6.581	7.689	20.946

표 1-2-21. 2004년 추계(11월) 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수 (개체/80cm²)

Table 1-2-21. The mean abundance of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		<1	1	6	7	13
CAM		1	1	1	2	4
CDA			<1			<1
CDB	<1	1				1
MBi		1	1	1	1	4
MG _s		2	4	1	2	9
Others		1	<1	<1	<1	1
Total	<1	6	8	8	11	33

표 1-2-22. 2004년 추계(11월) 조간대 승언리에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량 (gWWt/80cm²)

Table 1-2-22. The mean biomass of the Sungeonri intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		<0.001	0.099	0.205	0.162	0.466
CAm		0.00633	0.013	0.001	0.003	0.023
CDA			0.351			0.351
CDB	0.006	0.172				0.178
MBi		0.498	2.584	0.027	0.011	3.120
MGs		0.006	0.917	0.001	0.002	0.925
Others		0.030	0.003	0.005	<0.001	0.038
Total	0.006	0.712	3.967	0.240	0.178	5.102

표 1-2-23. 2004년 추계(11월) 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수(개체/80cm²)

Table 1-2-23. The mean abundance of the Sinya1 intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		1	1	1	2	5
CAm	1	53	38	1	1	93
CDB		2			<1	2
MBi		<1	1	1	1	3
MGs	<1		1	6	7	14
Others		<1			1	1
Total	1	56	40	10	11	118

표 1-2-24. 2004년 추계(11월) 조간대 신야1구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량(gWWt/80cm²)

Table 1-2-24. The mean biomass of the Sinya1 intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		0.006	0.002	0.041	0.026	0.074
CAm	0.003	0.067	0.055	0.003	0.002	0.129
CDB		0.260			0.014	0.274
MBi		0.005	0.027	0.031	0.020	0.083
MGs	0.319		0.095	4.222	0.030	4.665
Others		0.045			0.007	0.052
Total	0.321	0.383	0.178	4.297	0.099	5.277

표 1-2-25. 2004년 추계(11월) 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수(개체/80cm²)

Table 1-2-25. The mean abundance of the Sinya2 intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
AOLI	<1	1				2
APol	2	3	21	2	<1	9
CAm		2	1	18		21
CCi	<1	<1				1
CDA			<1			<1
CDB		8	<1		<1	9
CIs		<1				<1
MBi	5	7	2	3	3	20
MGs	16	9	1	1	<1	26
Others		1			<1	1
Total	23	31	7	24	4	88

표 1-2-26. 2004년 추계(11월) 조간대 신야2구에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량(gWWt/80cm²)

Table 1-2-26. The mean biomass of the Sinya2 intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
AOLI	0.002	<0.001				0.002
APol	0.016	0.154	0.070	0.168	0.115	0.523
CAM		0.001	0.001	0.021		0.023
CCi		0.002				0.002
CDA			0.081			0.081
CDB		0.256	0.003		0.044	0.303
CIs		<0.001				<0.001
MBi	0.927	12.515	17.069	0.099	0.307	30.917
MGs	0.463	1.188	0.376	0.154	0.001	2.181
Others		0.002			0.167	0.169
Total	1.408	14.118	17.599	0.442	0.634	34.199

표 1-2-27. 2004년 추계(11월) 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 개체수 (개체/80cm²)

Table 1-2-27. The mean abundance of the Janggok intertidal benthos in each station by taxonomic groups (inds./80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		5	3	2	4	13
CAM	1	5	21	10	14	50
CDA					<1	<1
CDB	1					1
CIs		<1				<1
Ins	2					2
MBi	<1	1	3	4	<1	8
MGs		2	<1	3	2	7
Others		<1	1	<1	<1	1
Total	4	13	27	19	20	83

표 1-2-28. 2004년 추계(11월) 조간대 장곡에서 채집된 정점별 동물군별 평균 생체량 (gWWt/80cm²)

Table 1-2-28. The mean biomass of the Janggok intertidal benthos in each station by taxonomic groups (gWWt/80cm²)

Taxon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol		0.095	0.083	0.207	0.064	0.449
CAm	0.001	0.008	0.074	0.010	0.018	0.110
CDA					0.224	0.224
CDB	0.049					0.049
CI _s		0.003				0.003
Ins	0.001					0.001
MBi	0.003	0.233	0.044	0.059	<0.001	0.338
MGs		0.367	0.045	0.901	0.997	2.310
Others		0.001	0.001	<0.001	0.001	0.003
Total	0.053	0.706	0.247	1.177	1.303	3.486

표 1-2-29. 2004년 하계(9월) 조간대 고남의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-29. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	APol	<i>Heteromastus filiformis</i>	9	30.6	30.6
2	CDB	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	6	18.6	49.2
3	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	5	15.3	64.5
4	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	1	3.8	68.3
5	CAm	<i>Corophium sinense</i>	1	3.3	71.6
6	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	1	2.2	73.8
6	MBi	<i>Musculista senhousia</i>	1	2.2	76.0
8	APol	<i>Glycinde gurjanovae</i>	1	1.6	77.6
8	APol	<i>Paraonis gracilis</i>	1	1.6	79.2
8	MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	1	1.6	80.9

표 1-2-30. 2004년 하계(9월) 조간대 고남의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-30. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	11.858	86.3	86.3
2	MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	0.533	3.9	90.1
3	CDB	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	0.478	3.5	93.6
4	EHo	<i>Protankyra bidentata</i>	0.245	1.8	95.4
5	MBi	<i>Musculista senhousia</i>	0.161	1.2	96.6
6	APol	<i>Glycera chirori</i>	0.089	0.6	97.2
7	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	0.062	0.5	97.7
8	APol	<i>Lumbrineris heteropoda</i>	0.059	0.4	98.1
9	MBi	<i>Laternula</i> sp.	0.055	0.4	98.5
10	APol	<i>Heteromastus filiformis</i>	0.050	0.4	98.9

표 1-2-31. 2004년 하계(9월) 조간대 승언리의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-31. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	13	26.9	26.9
2	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	7	14.7	41.6
3	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	5	11.1	52.7
4	CAM	<i>Melita pilopropoda</i>	3	5.4	58.0
5	APol	<i>Armandia lanceolata</i>	2	5.0	63.1
6	MBi	<i>Mactra chinensis</i>	2	4.7	67.7
7	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	2	3.9	71.7
8	CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	1	2.9	74.5
8	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	1	2.9	77.4
10	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	1	2.2	79.5

표 1-2-32. 2004년 하계(9월) 조간대 승언리의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-32. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	9.830	89.5	89.5
2	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	0.225	2.1	91.6
3	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	0.224	2.0	93.6
4	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	0.199	1.8	95.4
5	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	0.136	1.2	96.6
6	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.110	1.0	97.6
7	CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	0.058	0.5	98.2
8	MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>	0.057	0.5	98.7
9	APol	<i>Nephtys californiensis</i>	0.035	0.3	99.0
10	Others	Nemertinea spp.	0.024	0.2	99.2

표 1-2-33. 2004년 하계(9월) 조간대 신야1구의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-33. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	17	35.6	35.6
2	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	8	15.8	51.3
3	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	4	7.5	58.8
4	APol	<i>Scolecopsis kudenovi</i>	3	6.2	65.0
5	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	3	5.8	70.8
6	CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	2	3.4	74.3
7	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	2	3.1	77.3
7	MBi	<i>Mactra chinensis</i>	2	3.1	80.4
9	MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>	1	2.4	82.8
10	Others	Nemertinea spp.	1	2.1	84.9

표 1-2-34. 2004년 하계(9월) 조간대 신야1구의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-34. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>	1.052	27.5	27.5
2	CDA	<i>Diogenes edwardsii</i>	0.957	25.0	52.5
3	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	0.657	17.1	69.6
4	MBi	<i>Mactra chinensis</i>	0.203	5.3	74.9
5	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	0.202	5.3	80.2
6	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.194	5.1	85.2
7	Others	Nemertinea spp.	0.133	3.5	88.7
8	MGs	<i>Pleurobranchaea neozealandiae</i>	0.089	2.3	91.0
9	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	0.060	1.6	92.6
10	Others	Phascolosomatidae spp.	0.058	1.5	94.1

표 1-2-35. 2004년 하계(9월) 조간대 신야2구의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-35. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	21	20.6	20.6
2	MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>	19	18.3	38.9
3	CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	12	11.4	50.3
4	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	8	7.6	57.9
5	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	7	6.8	64.7
6	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	6	6.1	70.8
7	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	3	3.1	73.9
8	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	3	2.8	76.7
9	APol	<i>Capitella capitata</i>	2	2.0	78.7
10	CAM	<i>Monoculodes koreanus</i>	2	1.7	80.4

표 1-2-36. 2004년 하계(9월) 조간대 신야2구의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-36. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	13.546	42.6	42.6
2	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	8.571	27.0	69.5
3	MBi	<i>Crassostrea gigas</i>	3.392	10.7	80.2
4	MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	2.096	6.6	86.8
5	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	1.428	4.5	91.3
6	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.636	2.0	93.3
7	MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>	0.561	1.8	95.1
8	CDA	<i>Diogenes edwardsii</i>	0.404	1.3	96.4
9	CDB	<i>Macrophthalmus dilatatus</i>	0.262	0.8	97.2
10	CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	0.255	0.8	98.0

표 1-2-37. 2004년 하계(9월) 조간대 장곡의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-37. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	10	28.6	28.6
2	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	5	13.8	42.4
3	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	3	9.5	51.9
4	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	3	8.1	60.0
5	CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	2	5.7	65.7
6	APol	<i>Armandia lanceolata</i>	2	4.8	70.5
7	CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>	2	4.3	74.8
8	APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>	1	2.9	77.6
9	Ins	Chironomidae spp.	1	2.4	80.0
9	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	1	2.4	82.4

표 1-2-38. 2004년 하계(9월) 조간대 장곡의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-38. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum. %
1	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	1.799	37.6	37.6
2	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	1.254	26.2	63.8
3	MBi	<i>Nuttallia ezonis</i>	1.086	22.7	86.5
4	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	0.183	3.8	90.3
5	MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	0.128	2.7	93.0
6	CDA	<i>Pagurus sp.</i>	0.097	2.0	95.0
7	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	0.076	1.6	96.6
8	MBi	<i>Bivalvia sp.1</i>	0.042	0.9	97.5
9	Others	Nemertinea spp.	0.031	0.7	98.1
10	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.018	0.4	98.5

표 1-2-35와 표 1-2-36에 2004년 9월 조간대 신야2구의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 복족류(MGs)의 멩가리(*Batillaria cumingii*)이며 20.6%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 복족류(MGs)의 비단고둥(*mbonium costatum*)으로 42.6%를 점유하였다.

표 1-2-37과 표 1-2-28에 2004년 9월 조간대 장곡의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 이매패류(MBi)의 콩조개(*Cycladicama cumingii*)로 28.6%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 이매패류(MBi)의 바지락으로 37.6%를 차지하였다.

2004년 9월 조사결과 5개 조간대에서 채집된 저서동물 가운데 개체수 기준 최고 우점종은 단각류(CAm) *Urothoe grimaldii japonica*이며, 생체량 기준 최고 우점종은 복족류(MGs)의 비단고둥으로 조사되었다.

② 11월 조사결과

표 1-2-39와 표 1-2-40에 2004년 11월 조간대 고남의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 다모류(APol) *Heteromastus filiformis*로 14.6%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 이매패류(MBi)의 바지락(*Ruditapes philippinarum*)으로 72.6%를 나타내었다.

표 1-2-41과 표 1-2-42에 2004년 11월 조간대 승언리의 평균 밀도와 평균 생체량 기준

우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 복족류(MGs)의 서해비단고둥(*Umbonium thomasi*)로 23.9%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 이매패류(MBi) *Phacosoma japonicus*로 50.2%를 차지하였다.

표 1-2-43과 표 1-2-44에 2004년 11월 조간대 신야1구의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 단각류(CAm) *Urothoe grimaldii japonica*로 70.2%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 복족류(MGs)의 비단고둥(*Umbonium costatum*)으로 86.0%를 차지하였다.

표 1-2-45와 표 1-2-46에 2004년 11월 조간대 신야2구의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 복족류(MGs)의 총알고둥(*Littorina brevicula*)으로 20.7%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 이매패류(MBi)의 서해비단고둥으로 86.5%를 나타내었다.

표 1-2-47과 표 1-2-48에 2004년 11월 조간대 장곡의 평균 밀도와 평균 생체량 기준 우점종을 각각 제시하였다. 밀도 최고 우점종은 단각류(CAm) *Urothoe grimaldii japonica*로 48.2%를 점유하였고, 생체량 최고 우점종은 복족류(MGs) *Umbonium thomasi*로 57.2%를 나타내었다.

2004년 11월 조사결과 5개 조간대에서 채집된 저서동물 가운데 개체수 기준 최고 우점종은 단각류(CAm) *Urothoe grimaldii japonica*이며, 생체량 기준 최고 우점종은 이매패류(MBi)의 바지락으로 조사되었다.

표 1-2-39. 2004년 추계(11월) 조간대 고남의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-39. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	APol	<i>Heteromastus filiformis</i>	6	14.6	14.6
2	CDB	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	5	11.1	25.7
2	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	5	11.1	36.7
4	CAm	<i>Grandidierella japonica</i>	4	9.5	46.2
5	CAm	<i>Corophium sinense</i>	3	6.7	52.9
5	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	3	6.7	59.7
7	APol	<i>Nephtys polybranchia</i>	3	5.5	65.2
8	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	2	5.1	70.3
9	APol	<i>Glycinde gurjanovae</i>	2	4.0	74.3
10	ClS	<i>Cyathura hygoensis</i>	1	2.8	77.0

표 1-2-40. 2004년 추계(11월) 조간대 고남의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-40. The dominant species in the Gonam intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	15.197	72.6	72.6
2	MBi	<i>Macoma contabulata</i>	3.160	15.1	87.7
3	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	1.214	5.8	93.5
4	CDB	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	0.536	2.6	96.0
5	CDA	<i>Upogebia major</i>	0.201	1.0	97.0
6	MBi	<i>Laternula</i> sp.	0.171	0.8	97.8
7	MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	0.153	0.7	98.5
8	MBi	<i>Moerella</i> sp.	0.062	0.3	98.8
9	APol	<i>Heteromastus filiformis</i>	0.057	0.3	99.1
10	CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	0.041	0.2	99.3

표 1-2-41. 2004년 추계(11월) 조간대 승언리의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-41. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	8	23.9	23.9
2	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	6	16.8	40.7
3	APol	<i>Spio martinensis</i>	5	13.7	54.4
4	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	3	7.6	62.0
5	CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	2	6.6	68.6
6	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	1	4.1	72.6
7	CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	1	3.6	76.2
8	Others	<i>Nemertinea</i> spp.	1	2.5	78.7
8	MBi	<i>Mactra chinensis</i>	1	2.5	81.3
10	APol	<i>Glycera subaenea</i>	1	2.0	83.3

표 1-2-42. 2004년 추계(11월) 조간대 승언리의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-42. The dominant species in the Sungeonri intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MBi	<i>Phacosoma japonicus</i>	2.561	50.2	50.2
2	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	0.922	18.1	68.3
3	MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>	0.462	9.1	77.3
4	CDA	<i>Callianassa japonica</i>	0.351	6.9	84.2
5	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	0.256	5.0	89.2
6	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	0.178	3.5	92.7
7	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.113	2.2	94.9
8	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	0.085	1.7	96.6
9	APol	<i>Nephtys californiensis</i>	0.029	0.6	97.2
10	APol	<i>Onuphis eremita</i>	0.026	0.5	97.7

표 1-2-43. 2004년 추계(11월) 조간대 신야1구의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-43. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	83	70.2	70.2
2	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	9	7.2	77.4
3	CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	6	4.8	82.2
4	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	6	4.7	86.8
5	CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	4	3.4	90.2
6	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	2	1.8	92.1
7	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	2	1.7	93.8
8	APol	<i>Scolecopsis kudenovi</i>	2	1.6	95.3
9	APol	<i>Magelona</i> sp.1	1	0.6	95.9
10	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	1	0.4	96.3
10	APol	<i>Spio martinensis</i>	1	0.4	96.7
10	CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>	1	0.4	97.2
10	Others	<i>Nemertinea</i> spp.	1	0.4	97.6

표 1-2-44. 2004년 추계(11월) 조간대 신야1구의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-44. The dominant species in the Sinya1 intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	4.539	86.0	86.0
2	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	0.260	4.9	90.9
3	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	0.094	1.8	92.7
4	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	0.090	1.7	94.4
5	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	0.064	1.2	95.6
6	Others	Golfingiidae spp.	0.045	0.9	96.5
7	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	0.039	0.7	97.2
8	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	0.033	0.6	97.8
9	CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	0.028	0.5	98.4
10	APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>	0.016	0.3	98.7

표 1-2-45. 2004년 추계(11월) 조간대 신야2구의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)

Table 1-2-45. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Littorina brevicula</i>	18	20.7	20.7
2	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	17	19.0	39.7
3	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	9	10.3	50.0
4	CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	9	9.7	59.7
5	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	6	6.3	65.9
6	MBi	<i>Glauconome chinensis</i>	5	5.9	71.8
7	MGs	<i>Assiminea lutea</i>	3	3.8	75.6
8	APol	<i>Cirriformia tentaculata</i>	2	2.3	77.9
9	AOLI	<i>Oligochaeta</i> sp.	2	1.9	79.8
10	MGs	<i>Paludinella japonica</i>	1	1.5	81.3

표 1-2-46. 2004년 추계(11월) 조간대 신야2구의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)
 Table 1-2-46. The dominant species in the Sinya2 intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	29.584	86.5	86.5
2	MGs	<i>Littorina brevicula</i>	1.436	4.2	90.7
3	MBi	<i>Glauconome chinensis</i>	0.729	2.1	92.8
4	MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	0.374	1.1	93.9
5	CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	0.303	0.9	94.8
6	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.263	0.8	95.6
7	MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>	0.212	0.6	96.2
8	MBi	<i>Psammocola</i> sp.	0.198	0.6	96.8
9	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	0.194	0.6	97.3
10	Others	<i>Lineus</i> sp.	0.166	0.5	97.8

표 1-2-47. 2004년 추계(11월) 조간대 장곡의 평균 밀도 기준 우점종(개체/80cm²)
 Table 1-2-47. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean abundance (inds./80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	40	48.2	48.2
2	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	8	9.1	57.3
3	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	7	8.3	65.5
4	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	5	6.5	72.0
5	CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	5	5.6	77.6
6	CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	4	4.8	82.5
7	APol	<i>Armandia lanceolata</i>	3	3.4	85.9
8	Ins	Insect spp.	2	2.8	88.7
9	APol	Paraonidae sp.	2	2.4	91.1
10	APol	<i>Scoelepis kudenovi</i>	2	2.2	93.4

표 1-2-48. 2004년 추계(11월) 조간대 장곡의 평균 생체량 기준 우점종(gWWt/80cm²)

Table 1-2-48. The dominant species in the Janggok intertidal area by mean biomass (gWWt/80cm²)

Rank	Taxon	Species	Total	%	Cum.%
1	MGs	<i>Umbonium thomasi</i>	1.995	57.2	57.2
2	MGs	<i>Umbonium costatum</i>	0.316	9.1	66.3
3	MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>	0.225	6.5	72.7
4	CDA	<i>Pagurus</i> sp.	0.224	6.4	79.1
5	APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	0.203	5.8	84.9
6	APol	<i>Scoloplos armiger</i>	0.167	4.8	89.7
7	MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	0.109	3.1	92.8
8	CAm	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	0.093	2.7	95.5
9	APol	<i>Glycera subaenea</i>	0.050	1.4	96.9
10	CDB	<i>Scopimera globosa</i>	0.049	1.4	98.3

(다) 생태학적 체지수

① 9월 조사결과

표 1-2-49에 2004년 9월 조간대 5개 지역의 생태학적 체지수를 나타내었다. 고남 조간대의 경우, 다양도 지수(diversity index)는 0.708~2.250 범위를, 평균값은 1.706, 균등도(evenness)는 0.511~0.818 범위를, 평균값은 0.714, 그리고 출현 종수(Number of species)는 4~18 종 범위를, 평균값은 12종이었다. 승언리 조간대의 경우, 다양도 지수는 0.200~2.509 범위를, 평균값은 1.704, 균등도는 0.289~0.905 범위를, 평균값은 0.709, 그리고 출현 종수는 2~18 종 범위를, 평균값은 11종으로 조사되었다. 신야1구 조간대의 경우, 다양도 지수는 0~2.845 범위를, 평균값은 1.648, 균등도는 0~0.950 범위를, 평균값은 0.633, 그리고 출현 종수는 1~20 종 범위를, 평균값은 11종으로 조사되었다. 신야2구 조간대의 경우, 다양도 지수는 1.494~2.813 범위를, 평균값은 1.976, 균등도는 0.507~0.863 범위를, 평균값은 0.708, 그리고 출현 종수는 8~26 종 범위를, 평균값은 18종으로 조사되었다. 장곡 조간대의 경우, 다양도 지수는 0.693~2.397 범위를, 평균값은 1.646, 균등도는 0.764~1 범위를, 평균값은 0.856, 그리고 출현 종수는 2~23 종 범위를, 평균값은 10종으로 조사되었다. 5개 지역의 평균 다양도 지수, 균등도 그리고 출현 종수는 각각 1.736, 0.724 그리고 12종이다. 신야2구에서 높은 다양도 지수와 출현 종수가 관찰되었으며, 장곡에서 낮은 다양도 지수와 출현 종수를 기록하였다.

② 11월 조사결과

표 1-2-50에 2004년 11월 조간대 5개 지역의 생태학적 제지수를 나타내었다. 고남 조간대의 경우, 다양도 지수는 1.857~2.856 범위를, 평균값은 2.378, 균등도는 0.774~0.953 범위를, 평균값은 0.854, 그리고 출현 종수는 11~21 종 범위를, 평균값은 16종으로 조사되었다. 승언리 조간대의 경우, 다양도 지수는 0~2.039 범위를, 평균값은 1.553, 균등도는 0~0.839 범위를, 평균값은 0.603 그리고 출현 종수는 1~17 종 범위를, 평균값은 11종으로 조사되었다. 신야1구 조간대의 경우, 다양도 지수는 0.450~1.742 범위를, 평균값은 1.147, 균등도는 0.217~0.960 범위를, 평균값은 0.563, 그리고 출현 종수는 3~16 종 범위를, 평균값은 10종으로 조사되었다. 신야2구 조간대의 경우, 다양도 지수는 1.110~2.295 범위를, 평균값은 1.648, 균등도는 0.534~0.828 범위를, 평균값은 0.649, 그리고 출현 종수는 7~24 종 범위를, 평균값은 13종으로 조사되었다. 장곡 조간대의 경우, 다양도 지수는 0.882~2.124 범위를, 평균값은 1.548, 균등도는 0.402~0.805 범위를, 평균값은 0.666, 그리고 출현 종수는 5~14 종 범위를, 평균값은 11종으로 조사되었다. 5개 지역의 평균 다양도 지수, 균등도 그리고 출현 종수는 각각 1.655, 0.667 그리고 12종이다. 고남에서 높은 다양도 지수와 출현 종수가 관찰되었으며, 신야1구에서 낮은 다양도 지수와 출현 종수를 기록하였다.

표 1-2-49. 2004년 하계(9월) 정선별 정점별 생태학적 제지수

Table 1-2-49. The ecological indices in each intertidal area in September 2004

Transect	Station	Diversity	Evenness	Num. Spec.
Gonam	St.1	0.708	0.511	4
	St.2	1.706	0.665	13
	St.3	2.214	0.818	15
	St.4	2.250	0.779	18
	St.5	1.654	0.795	8
Mean		1.706	0.714	12
Sungeonri	St.1	0.200	0.289	2
	St.2	1.580	0.812	7
	St.3	1.731	0.675	13
	St.4	2.509	0.905	16
	St.5	2.498	0.864	18
Mean		1.704	0.709	11
Sinya1	St.1	0	0	1
	St.2	1.792	0.747	11
	St.3	1.432	0.622	10
	St.4	2.169	0.845	13
	St.5	2.845	0.950	20
Mean		1.648	0.633	11
Sinya2	St.1	1.494	0.507	19
	St.2	2.813	0.863	26
	St.3	2.242	0.697	25
	St.4	1.632	0.657	12
	St.5	1.699	0.817	8
Mean		1.976	0.708	18
Janggok	St.1	0.693	1	2
	St.2	2.397	0.764	23
	St.3	1.386	0.861	5
	St.4	2.024	0.767	14
	St.5	1.730	0.889	7
Mean		1.646	0.856	10
Total Mean		331.736	0.724	12

표 1-2-50. 2004년 추계(11월) 정선별 정점별 생태학적 제지수

Table 1-2-50. The ecological indices in each intertidal area in November 2004

Transect	Station	Diversity	Evenness	Num. Spec.
Gonam	St.1	1.857	0.774	11
	St.2	2.856	0.953	20
	St.3	2.598	0.853	21
	St.4	2.457	0.907	15
	St.5	2.123	0.784	15
Mean		2.378	0.8542	16
Sungeonri	St.1	0	0	1
	St.2	2.013	0.839	11
	St.3	1.717	0.716	11
	St.4	1.998	0.705	17
	St.5	2.039	0.753	15
Mean		1.553	0.603	11
Sinya1	St.1	1.055	0.960	3
	St.2	0.450	0.217	8
	St.3	0.872	0.397	9
	St.4	1.742	0.660	14
	St.5	1.614	0.582	16
Mean		1.147	0.563	10
Sinya2	St.1	1.591	0.640	12
	St.2	2.134	0.671	24
	St.3	2.295	0.828	16
	St.4	1.110	0.534	8
	St.5	1.110	0.571	7
Mean		1.648	0.649	13
Janggok	St.1	1.186	0.737	5
	St.2	2.124	0.805	14
	St.3	0.882	0.402	9
	St.4	1.894	0.762	12
	St.5	1.652	0.626	14
Mean		1.548	0.666	11
Total Mean		1.655	0.667	12

(라) 다변량 분석 결과

안면도 5개 조간대지역의 2계절에 걸쳐 조사한 저서동물의 자료를 바탕으로 집괴분석을 실시했을 때 전체적으로 3개의 군집으로 구별되는 것으로 나타났다(그림 1-2-16). 첫 번째 군집은 *Urothoe grimaldii japonica*가 특징적으로 출현하는 정점들로 구성되어 있으며, 장곡 조간대의 중하부 조간대 정점들과 신야 중부 조간대의 정점들로 이루어져 있다(그림 1-2-17). 세 번째 군집은 다모류인 *Heteromastus filiformis*가 특징적으로 출현하며, 신야2구의 중부조간대와 고남조간대의 정점들로 구성되어 있다. 두 번째 군집은 첫 번째와 세 번째 군집을 제외하고 나머지 정점들로 구성되어 있으며, 특징적으로 출현하는 종을 존재하지 않고, 여러 가지 종이 혼서하여 출현하고 있다. 각 군집이 구별되는 이유는 종조성에서 차이를 보이기도 하며, 첫 번째 군집의 경우 개체수에서 다른 두 군집보다 높은 값을 보이고, 세 번째 군집은 평균종수와 다양도, 균등도에서 다른 두 군집보다 높은 값을 보여 구별되는 것으로 나타났다(표 1-2-51).

CA(correspondence analysis)의 결과는 크게 두 개의 그룹으로 구별되는 것으로 나타나는데 집괴분석의 결과에서 세 번째 군집으로 구별되는 정점들과 나머지 정점들이 차이를 보이는 것으로 나타났다(그림 1-2-18). 이러한 결과는 저서동물의 종조성에 있어서 차이를 보이기 때문이다. 세 번째 군집은 다모류인 *Heteromastus filiformis* 외에도 연체동물인 바지락(*Ruditapes philippinarum*), 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*), 갑각류인 칠게(*Macrophthalmus japonicus*) 등의 출현이 특징적이며, 첫 번째 군집과 두 번째 군집은 연체동물인 *Cycladicama cumingii*, 서해비단고둥(*Umbonium thomasi*), 갑각류 옆새우류인 *Haustorioides koreana*, 다모류인 *Armandia lanceolata* 등이 출현한다(그림 1-2-19).

이러한 결과는 조간대를 구성하는 퇴적물의 차이에 의해서 서식하는 생물상의 차이를 가져오기 때문인 것으로 보인다. CA의 결과에서 가장 설명력이 높은 두 개의 축의 고유치를 이용하여 생태학적 제지수와 환경요인과의 상관 관계를 분석하였다. 제 1축의 값들과 유의한 상관관계를 나타낸 요인은 다양도 종수 평균입도와 분급도인 것으로 나타났으며, 제 2축의 경우 평균입도와 분급도가 유의한 상관관계를 보이는 것으로 나타났다(표 1-2-52). 이러한 분석 결과에 근거하면 조사 해역 대형저서동물의 군집의 분포는 퇴적물의 조성에 따라 조절되는 것으로 보인다.

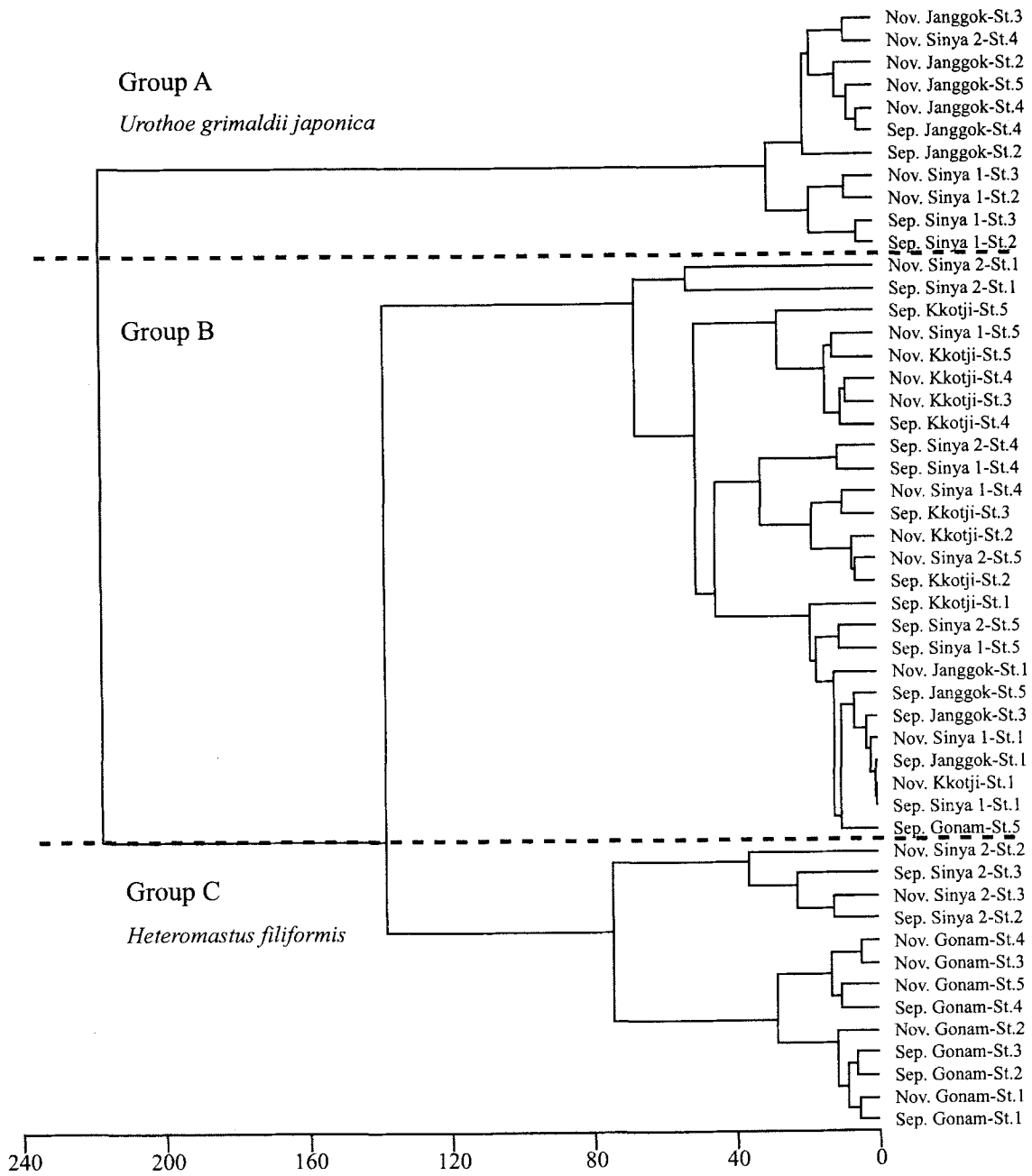


그림 1-2-16. 출현 종-서식밀도 자료를 바탕으로 작성된 집괴분석의 결과.

Fig. 1-2-16. Dendrogram from cluster analysis based on species-abundance data

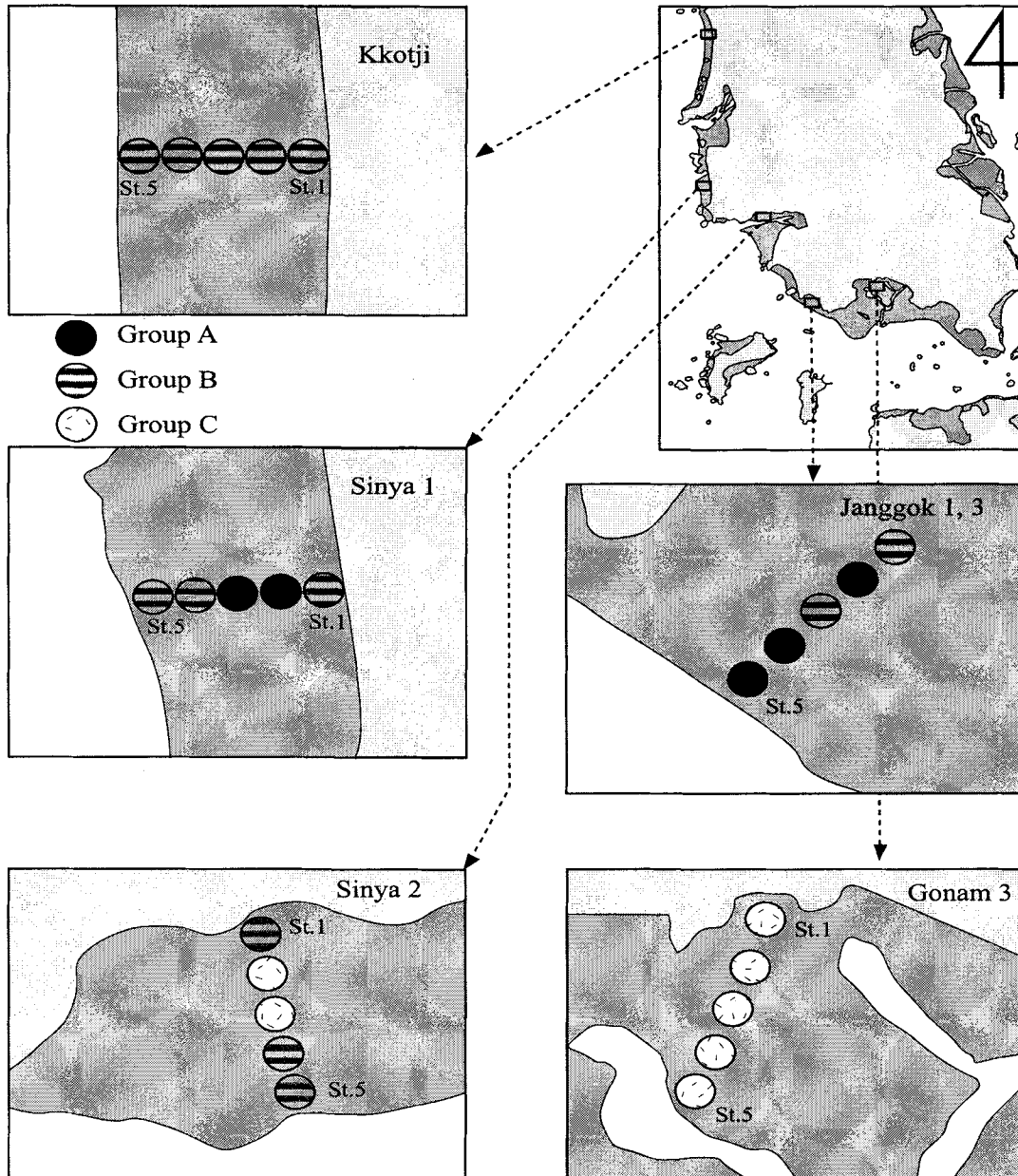


그림 1-2-17. 집괴분석에 의해 제시된 저서생물 표본 그룹의 공간적 패턴.

Fig. 1-2-17. Spatial pattern of macrofaunal sample groups produced from cluster analysis.

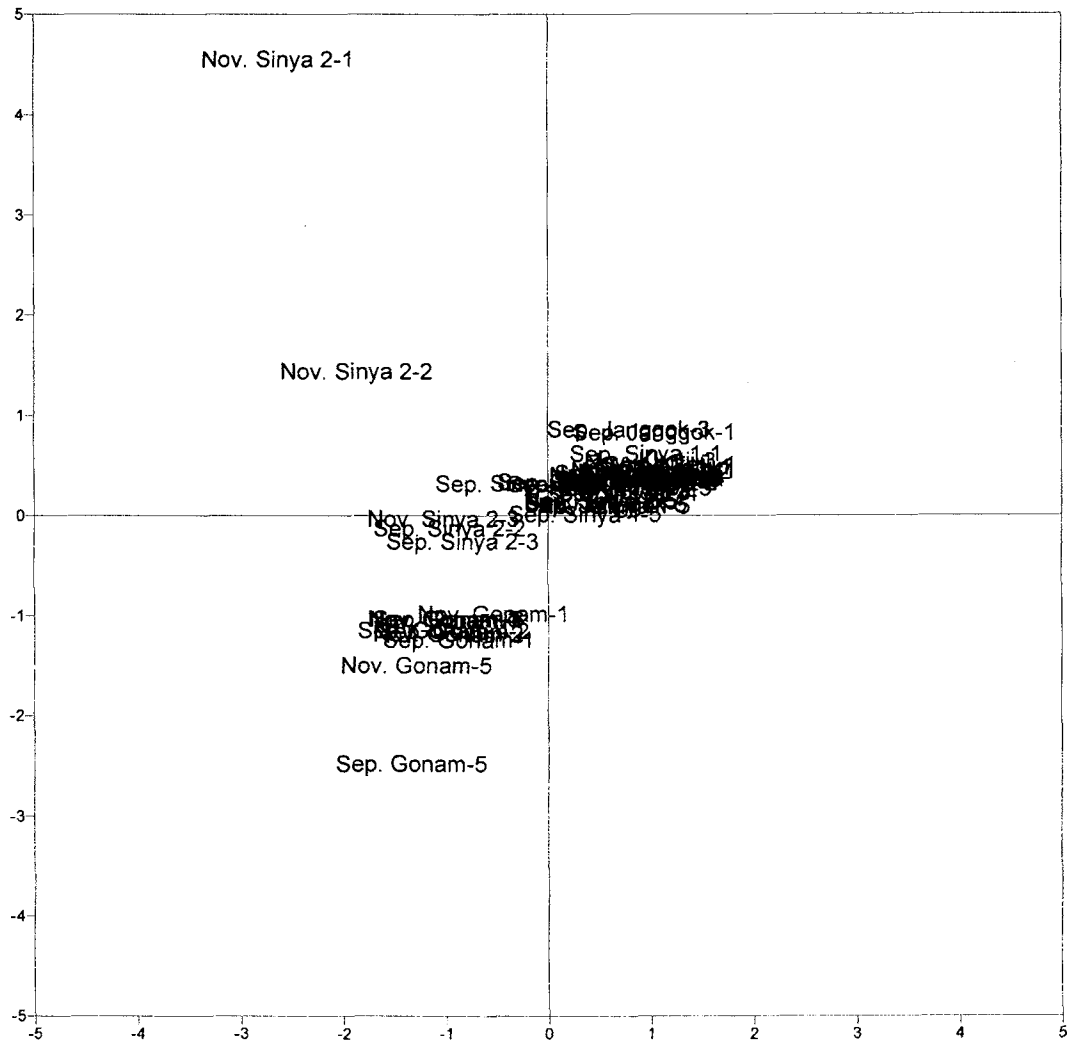


그림 1-2-18. Correspondence analysis에 의한 정점의 산포도.

Fig. 1-2-18. Scattering diagram of sampling stations from correspondence analysis

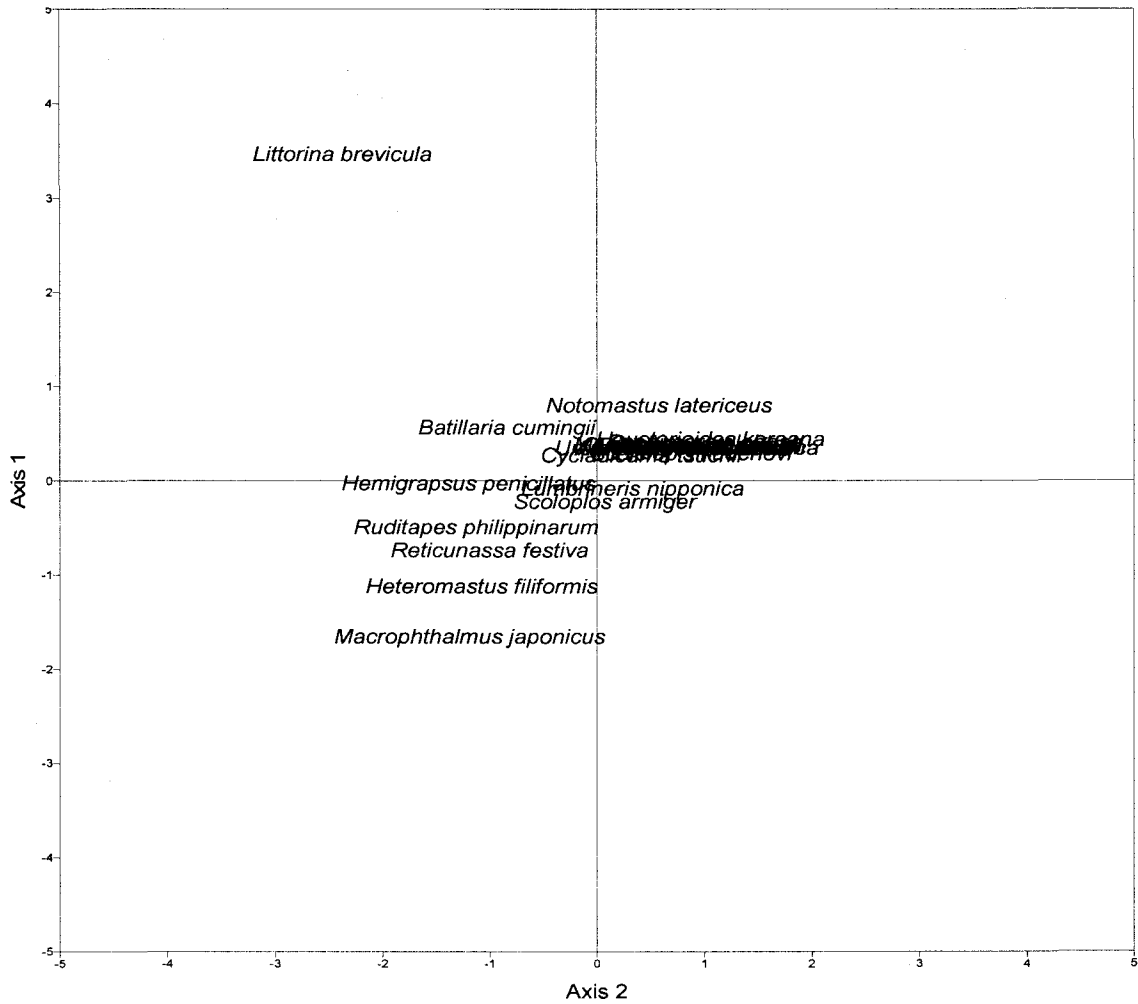


그림 1-2-19. Correspondence analysis에 의한 20개 우점종의 산포도.

Fig. 1-2-19. Scattering diagram of 20 dominant species from correspondence analysis

표 1-2-51. 각 군집별 생태학적 제지수와 환경요인의 비교(평균±표준편차, 최소-최대값)
 Table 1-2-51. Comparisons of ecological index and environmental factors among groups (mean± standard deviation, minimum-maximum)

	Group A	Group B	Group C
Number of species	12±4.3, 8-23	10±5.9, 1-20	17±6.1, 4-26
Density	143±78.9, 73-335	50±57.5, 1-286	66±47.7, 20-185
Diversity (H')	1.5±0.6, 0.5-2.4	1.5±0.7, 0-2.8	2.2±0.6, 0.7-2.9
Evenness (J')	0.6±0.2, 0.2-0.8	0.7±0.3, 0-1	0.8±0.1, 0.5-0.95
Ignition loss	2.0±1.5, 0.9-4.6	1.8±1.2, 0.4-4.5	2.0±1.2, 0.1-4.4
Mean grain size	2.0±0.5, 1.2-2.5	2.3±0.6, -0.01-3.8	3.3±0.8, 2.4-4.5
Sorting	1.0±0.8, 0.4-2.7	0.6±0.5, 0.3-2.1	1.6±0.9, 3-3.1
No. of station	11	26	13

표 1-2-52. CA scores와 각 정점의 제지수 및 환경 자료에 대한 상관분석 결과
 Table 1-2-52. The result of correlation analysis among faunal variation (CA scores), ecological indices and environmental factors

	다양도	균등도	종수	유기물 함량 (%)	평균입도 (Ø)	분급도	Axis 1	Axis 2	조위
다양도	1								
균등도	0.774** 0.000	1							
종수	0.841** 0.000	0.416** 0.003	1						
유기물 함량(%)	0.117 0.427	0.151 0.307	0.096 0.518	1					
평균입도 (Ø)	0.354* 0.014	0.248 0.090	0.236 0.107	0.019 0.899	1				
분급도	0.170 0.247	0.157 0.285	0.084 0.572	0.394** 0.006	0.393** 0.006	1			
Axis 1	-0.446** 0.001	-0.252 0.084	-0.497** 0.000	-0.070 0.637	-0.555** 0.000	-0.479** 0.001	1		
Axis 2	-0.241 0.099	-0.195 0.183	-0.129 0.380	-0.172 0.242	-0.625** 0.000	-0.564** 0.000	0.190 0.195	1	
조위	0.452** 0.001	0.333* 0.021	0.297* 0.040	0.250 0.087	0.198 0.177	-0.134 0.364	0.075 0.613	-0.257 0.078	1

(** p-value < 0.01; * < 0.05)

(마) 갯벌 저서생물의 가입 양상

분석 결과는 표 3-1-58에 나타내었다. 조사 기간동안 본 해역에 갑각류의 게류(CDB)가 3종, 연체동물 이매패류(MBi)가 5종, 그리고 복족류(MGs)가 6종 가입된 것으로 나타났다. 종별 가입 시기와 지역을 살펴보면, 게류(CDB)의 풀게(*Hemigrapsus penicillatus*)는 신야2에서만 가입이 확인되었으며, 하계에는 중부와 중상부 조위에서, 추계에는 중상부에서 관찰되었다. 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)는 고남에서만 가입이 일어났으며, 하계와 추계 모두 중상부 조위인 정점 2에서 관찰되었다. 서해안 모래 갯벌의 대표적인 종의 하나인 엽낭게(*Scopimera globosa*)는 하계의 정점 2에서만 관찰되었다.

이매패류(MBi)의 콩조개(*Cycladicama cumingii*)는 가입이 확인된 종 가운데 가장 높은 출현 빈도를 보였으며, 상부 조위인 정점 1을 제외하고 전 정점에서 관찰되었다. 하계에는 장곡, 승언리, 신야1의 중부와 중상부 조위에서 관찰되었으며, 추계에는 장곡의 경우, 중하부와 하부 조위에, 승언리에서는 중상부 조위에, 그리고 신야1에서는 중부 조위에 출현하였다. 콩조개와 같은 속(genus)의 돌사리조개류(*Cycladicama tsuchii*)는 콩조개와 달리 하계의 조사에서만 가입이 확인되었다. 장곡에서는 중하부 조위에, 신야1에서는 중부와 중하부 조위에, 그리고 신야2에서는 상부와 중하부 조위에 출현하였다. 갈색새알조개(*Glaucanome chinensis*)는 추계, 신야2의 상부 조위에서 관찰된 반면, 개랑조개(*Mactra chinensis*)는 하계와 추계 모두에서 관찰되었으며, 승언리의 중하부와 하부 조위에서 관찰되었다. 산업적으로 매우 중요한 가치를 지닌 바지락(*Ruditapes philippinarum*)의 경우, 하계에는 신야2의 중상부 조위에, 추계에는 고남의 하부 조위와 신야2의 중상부 조위에 가입된 것으로 확인되었다.

복족류(MGs)인 좀기수우렁이(*Assiminea lutea*)와 총알고둥(*Littorina brevicula*)은 모두 신야2구에서만 가입이 확인되었으며 추계에만 관찰되어, 가입시기와 공간이 중복되는 것으로 나타났다. 땡가리(*Batillaria cumingii*)와 배꼽기수우렁이(*Paludinella japonica*)는 공통적으로 신야2의 조간대 상부에서 가입이 일어났으며, 전자는 하계에, 후자는 하계와 추계 모두 관찰되었다. 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*)은 모두 신야2구에서 가입이 확인되었으며, 하계에는 상부 조위에서, 추계에는 중부 조위에서 관찰되었다. 비단고둥(*Umbonium costatum*)은 하계와 추계의 분포가 일치하는 것으로 나타났다. 즉, 승언리에서는 중상부 조위에, 신야1에서는 중부와 중하부 조위에서 가입이 일어난 것으로 확인되었다.

조사 해역 조간대를 대상으로 대형저서동물의 가입양상을 살펴본 결과, 하계와 추계 모두 신야2구에서 저서생물의 가입이 활발하게 일어난 것을 확인할 수 있었으며, 이매패류(MBi)의 콩조개(*Cycladicama cumingii*)와 돌사리조개류(*Cycladicama tsuchii*), 그리고 복족류(MGs)의 비단고둥(*Umbonium costatum*)의 가입 빈도와 분포 범위가 큰 것으로 나타났다. 반면에 큰 주목을 받고 있는 바지락의 경우, 상대적인 출현 빈도와 분포 범위가 제한

적인 것으로 확인되었다. 물론 본 조사해역 전반에 걸친 저서생물의 가입 양상을 파악하기 위해서는 보다 상세한 연구가 필요하지만 위의 결과들로 미루어 짐작할 때, 신야2구는 저서생물의 가입에 적합한 환경을 제공함으로써, 그 지역뿐만 아니라 인근 연안의 종 다양성 유지에 매우 중요한 지역으로 판단된다. 따라서 본 지역에 대한 개발을 지양하고 최대한 자연 조건을 보전하는 한편, 타 지역과의 비교·검토를 통하여 신야2구가 가진 환경적인 특성을 파악하는 것이 우선적인 과제이다. 이러한 과정을 통하여 수집된 정보를 궁극적으로 대상 해역 전반에 적용 또는 응용함으로써 개별 목장화 사업에 밑거름이 될 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 조하대

(가) 조하대 저서동물의 시공간 분포

태안바다목장 조하대(subtidal zone) 해역에서 2004년 9월과 11월에 채집된 대형저서동물은 총 165종 이었다. 이 가운데 환형동물 다모류가 74종으로 전체 출현종수의 45%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 절지동물 갑각류가 45종(27%), 연체동물이 32종(19%), 극피동물이 8종(7%) 채집되었다(표 1-2-54). 개체수 측면에서는 환형동물과 절지동물 갑각류가 중요한 동물 그룹이었고, 생체량 측면에서는 연체동물과 극피동물이 중요한 동물그룹이었다(표 1-2-55).

2004년 9월의 평균 출현종수는 40종/0.1m²이었다. 9월의 정점3에서 최소 종수, 개체수, 생물량이 기록되었는데 이는 저질 퇴적상이 암석조각 및 자갈과 같은 역질로 이루어져 있어 연성저질용 채집기(van Veen grab)로는 채집효율이 현저히 떨어졌기 때문이다. 이 정점을 제외하면 9월의 평균 출현종수는 46종/0.1m²이 된다. 2004년 11월 조사에서는 모든 정점에서 종수가 하계보다 증가되어 평균적으로 61종/0.1m²이 출현하였다. 특히 9월의 조사결과를 고려하여 위치가 약간 이동된 정점3에서 94 종의 가장 많은 저서동물이 채집되었다. 이러한 상반된 결과로부터 정점 3 주변의 서식처 환경은 소규모적 이질성이(micro-scale heterogeneity) 매우 높은 것으로 추정된다. 저서동물의 평균 개체수는 9월에 163개체/0.1m²에서 11월에 512개체/0.1m²로 크게 증가되었다. 평균 생체량 또한 9월에 8.2 g/0.1m²에서 11월에 22.3 g/0.1m²으로 증가되었다.

표 1-2-53. 대형저서동물 가입의 시공간적 패턴(GN, 고남; JG, 장곡; SE, 승연리; SY, 신야)

Table 1-2-53. Spatio-temporal pattern of the new settlers of macrobenthos
(GN, Gonam; JG, Janggok; SE, Sungeonri; SY, Sinya)

Taxon	Species	St.	Summer					Autumn					
			GN	JG	SE	SY1	SY2	GN	JG	SE	SY1	SY2	
CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	2					+						+
		3					+						
	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	2	+					+					
		<i>Scopimera globosa</i>	2					+					
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>	2		+		+				+			
		3			+							+	
		4							+				
		5							+				
	<i>Cycladicama tsuchii</i>	1						+					
		3					+						
		4			+		+	+					
	<i>Glaucanome chinensis</i>	1											+
	<i>Macra chinensis</i>	4			+								
		5			+						+		
<i>Ruditapes philippinarum</i>	2						+					+	
	5							+					
MGs	<i>Assiminea lutea</i>	1											+
		2											+
	<i>Batillaria cumingii</i>	1						+					
	<i>Littorina brevicula</i>	1											+
		2											+
	<i>Paludinella japonica</i>	1						+					+
	<i>Reticunassa festiva</i>	1						+					
		3											+
		<i>Umbonium costatum</i>	2			+					+		
			3				+					+	
		4				+					+		
Total frequency			1	2	4	5	9	2	2	3	3	9	

표 1-2-54. 태안바다목장 조하대 저서동물의 동물군별 종수(2004년 9월, 11월)

Table 1-2-54. Species number of each phylum of subtidal macrozoobenthos collected from Taean marine ranching area in September and November 2004

Phylum	Sep. 2004	Nov. 2004	Total	Sep. 2004	Nov. 2004	Total
Annelida	54	65	74	50%	46%	45%
Arthropoda	27	36	45	25%	26%	27%
Echinodermata	7	5	8	7%	4%	5%
Mollusca	13	30	32	12%	21%	19%
Others	6	4	6	6%	3%	4%
Total	107	140	165	100%	100%	100%

표 1-2-55. 태안바다목장 조하대 저서동물의 동물군별 개체수(2004년 9월, 11월)

Table 1-2-55. Phylum abundance of subtidal macrozoobenthos collected from Taean marine ranching area in September and November 2004

Phylum	Sep. 2004	Nov. 2004	Total	Sep. 2004	Nov. 2004	Total
Annelida	509	1883	2392	52%	61%	59%
Crustacea	160	646	806	16%	21%	20%
Echinodermata	213	235	448	22%	8%	11%
Mollusca	75	238	313	8%	8%	8%
Others	20	70	90	2%	2%	2%
Total	977	3072	4049	100%	100%	100%

표 1-2-56. 태안바다목장 조하대 저서동물의 동물군별 생체량(2004년 9월, 11월)

Table 1-2-56. Phylum biomass of subtidal macrozoobenthos collected from Taean marine ranching area in September and November 2004

Phylum	Sep. 2004	Nov. 2004	Total	Sep. 2004	Nov. 2004	Total
Annelida	9.268	17.952	27.22	19%	13%	15%
Crustacea	1.4556	23.851	25.3066	3%	18%	14%
Echinodermata	33.564	27.531	61.095	68%	21%	33%
Mollusca	4.76	62.954	67.714	10%	47%	37%
Others	0.1714	1.269	1.4404	0%	1%	1%
Total	49.219	133.557	182.776	100%	100%	100%

표 1-2-57. 태안바다목장 조하대 저서동물의 종수(0.1m²), 개체수(inds. 0.1m²), 생체량(g 0.1m²)(2004년 9월, 11월)

Table 1-2-57. Species number (0.1m²), abundance (inds. 0.1m²) and biomass (g 0.1m²) of subtidal macrozoobenthos from Taean marine ranching area in September and November 2004

	Season	St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06	Mean
Species number (species/0.1m ²)	Sep. 2004	40	40	8	40	51	59	40
	Nov. 2004	51	57	94	41	64	58	61
Abundance (inds./0.1m ²)	Sep. 2004	149	175	14	256	144	239	163
	Nov. 2004	195	602	1091	198	693	293	512
Biomass (g/0.1m ²)	Sep. 2004	13.0	4.8	2.1	16.1	2.2	11.1	8.2
	Nov. 2004	6.4	8.6	76.2	7.9	29.5	5.0	22.3

(나) 조하대 저서동물의 우점종

태안바다목장 조하대 해역에서 채집된 대형저서동물의 단위면적당 밀도와 생체량 기준으로 상위 우점종 25위씩 선별하여 제시하였다(표 1-2-58, 59). 밀도기준의 최상위 우점종은 고리사슴갯지렁이(*Amphisamytha japonica*)로서 전체 개체수의 15.8%를 차지하였고, 모든 정점에서 출현하였으며 특히 11월에 정점 2와 3에서 고밀도로 출현하였다. 단각류 *Cheiriphotis* sp.는 11월에 정점 3과 5에서 높은 밀도로 출현하였으며, 총밀도의 10.5%를 차지하였다. 양거미불가사리류(*Amphioplus megapomus*)는 밀도기준 3위, 생체량 기준 4위의 우점종으로 주로 정점 3과 4에서 고밀도로 출현하였다. 다음으로 버들갯지렁이류(*Mediomastus californiensis*)와 송곳갯지렁이류(*Lumbrineris cruzensis*), 두갈래별난가시갯지렁이(*Cirrophorus furcatus*)가 상위 우점종에 포함되었다. 생체량 기준으로는 극피동물이 중요한 동물군 이었는데, 상위 우점종은 검은머리불가사리(*Luidia quindaria*), 모래무치염통성게(*Echinocardium cordatum*), 양거미불가사리류였다. 갑각류 중에서는 장님진흙살이게(*Xenophthalmus pinnotheroides*)가 생체량 기준 3위의 우점종으로서 정점 4와 5에서 많이 출현하였다. 연체동물 이매패류 중에서는 민띠접시조개(*Moerella rutila*)가 밀도기준 16위, 생체량기준 5위의 우점종으로 선별되었다.

(다) 조하대 저서동물군집의 시·공간적 유사성

태안바다목장 조하대 해역의 저서동물은 시기와 장소에 따라 종의 풍부도와 생물량의 차이가 매우 크기 때문에 종수, 개체수, 생체량의 평균 같은 단변량 기술통계만으로 군집의 특성을 파악하기에는 어려움이 따른다. 따라서 두 시기동안 조사해역에서 출현한 총 165종의 시·공간적 밀도자료를 동시에 고려한 다변량 통계기법을 사용하여 시공간적 분포양상의 유사성을 파악하였다. 그림 1-2-20은 집괴분석(cluster analysis) 결과, 12개의 저서동물군집이 크게 세 개의 군집으로 나누어짐을 나타낸다. 그룹 A는 2개 군집을 제외하면 전부 11월 자료로 구성되어 있고 군집 간 유사도가 대부분 50%를 넘었다. 특히 11월의 정점 2, 3, 5 군집은 상호간에 유사성이 가장 높았는데, 이 군집은 높은 종 풍부도와 생물량을 갖는 특징을 보였다. 9월의 군집은 수심이 깊은 정점 5와 6을 제외한 정점 1, 2, 4 군집이 하나의 군집(그룹 B)으로 구별되었으나 유사도는 높지 않았다. 기질의 특성상 표본채집 결과가 불량했던 9월의 정점3 군집은 매우 적은 생물량에 기인하여 어떤 군집과도 유사성이 없었다.

(라) 조하대 저서동물군집의 이차생산력

2004년 9월과 11월에 태안바다목장 조하대 6개 정점에서 조사된 저서동물군집의 생체량 자료를 바탕으로 연간 이차생산력(annual secondary production)을 추정하였다(그림 1-1-21). 조하대 저서동물의 생산력(P)은 정점별로 8.033~19.859 gAFDW m⁻² y⁻¹의 분포범

위를 보여 정점 간 차이가 컸으며, 13.394 gAFDW m⁻² y⁻¹의 평균값을 나타냈다. 방법론에서 설명한 바와 같이 저서동물의 이차생산력은 Brey(1990)의 모형을 통하여 조사 기간 동안 관찰된 모든 개체군의 생산력 추정치를 합산한 값이다. 따라서 생산력 값은 결국 해당 지역 저서동물군집의 종 구성을 반영하며, 개별 생체량이 큰 생물이 다수 출현한 지역일수록 높은 생산력 값을 갖는다. 이차생산력이 가장 높은 곳은 정점 5였으며, 이는 장넙진흙살이게(*Xenophthalmus pinnotheroides*)의 기여도가 매우 높았기 때문인데, 단일 종으로서 생산력의 58%를 차지하였다. 정점 3에서의 높은 생산력은 양거미불가사리류(*Amphioplus megapomus*)와 장넙진흙살이게, 오노미치미갑쟁지렁이(*Glycera onomichiensis*)의 상대적인 기여도가 높았기 때문인데, 각각 23%, 10%, 9%의 기여도를 보였다.

표 1-2-58. 태안바다목장 조하대 저서동물의 밀도기준 우점종

Table 1-2-58. Dominant subtidal macrobenthos ranked by total abundance (inds. 1.2m⁻²) in Taean marine ranching area in September and November 2004

Rank	Species name	Taxon	Sep. 2004 (0.6m ⁻²)	Nov. 2004 (0.6m ⁻²)	Total (1.2m ⁻²)	Percent
1	<i>Amphisamytha japonica</i>	APol	83	555	638	15.8%
2	<i>Cheiriphotis</i> sp.	CAM	4	420	424	10.5%
3	<i>Amphioplus megapomus</i>	EOP	194	228	422	10.4%
4	<i>Mediomastus californiensis</i>	APol	31	218	249	6.1%
5	<i>Lumbrineris cruzensis</i>	APol	59	180	239	5.9%
6	<i>Cerapus</i> cf. <i>crassicornis</i>	CAM	76	34	110	2.7%
7	<i>Cirrophorus furcatus</i>	APol	10	92	102	2.5%
8	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>	CDB	7	82	89	2.2%
9	<i>Clymenella koellikeri</i>	APol	25	50	75	1.9%
10	<i>Axiiothella</i> sp.	APol	16	48	64	1.6%
11	<i>Galathowenia oculata</i>	APol	1	63	64	1.6%
12	<i>Pista</i> sp.	APol	10	53	63	1.6%
13	<i>Ampharete arctica</i>	APol	22	38	60	1.5%
14	<i>Nephtys polybranchia</i>	APol	20	40	60	1.5%
15	Nemertinea spp.	ONe	1	54	55	1.4%
16	<i>Moerella rutila</i>	MBi	4	49	53	1.3%
17	<i>Sigambra tentaculata</i>	APol	2	45	47	1.2%
18	<i>Lumbrineris longifolia</i>	APol	42	-	42	1.0%
19	<i>Praxillella affinis</i>	APol	-	42	42	1.0%
20	<i>Minuspio multibranchiata</i>	APol	-	39	39	1.0%
21	<i>Notomastus latericeus</i>	APol	5	34	39	1.0%
22	<i>Nipponomysella oblongata</i>	MBi	3	35	38	0.9%
23	<i>Chone teres</i>	APol	10	23	33	0.8%
24	<i>Theora fragilis</i>	MBi	25	6	31	0.8%
25	<i>Cycladicama cumingii</i>	MBi	19	11	30	0.7%

표 1-2-59. 태안바다목장 조하대 저서동물의 생체량 기준 우점종

Table 1-2-59. Dominant subtidal macrobenthos ranked by total biomass (g 1.2m⁻²) in Taean marine ranching area in September and November 2004

Rank	Species name	Taxon	Sep. 2004 (0.6m ⁻²)	Nov. 2004 (0.6m ⁻²)	Total (1.2m ⁻²)	Percent
1	<i>Luidia quindaria</i>	EAs	19.204	4.962	24.166	18.7%
2	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>	CDB	0.424	20.706	21.13	16.4%
3	<i>Echinocardium cordatum</i>	EEc	7.028	11.811	18.839	14.6%
4	<i>Amphioplus megapomus</i>	EOp	6.41	9.866	16.276	12.6%
5	<i>Moerella rutila</i>	MBi	0.072	6.143	6.215	4.8%
6	<i>Glycera onomichiensis</i>	APol	-	4.22	4.22	3.3%
7	<i>Pherusa parmata</i>	APol	2.213	0.233	2.446	1.9%
8	<i>Protothaca jadoensis</i>	MBi	1.994	-	1.994	1.5%
9	<i>Lumbrineris heteropoda</i>	APol	-	1.981	1.981	1.5%
10	<i>Clymenella koellikeri</i>	APol	0.561	1.009	1.57	1.2%
11	<i>Inquisitor</i> sp.	MGs	1.494	0.046	1.54	1.2%
12	<i>Glycera subaenea</i>	APol	1.472	-	1.472	1.1%
13	<i>Amphisamytha japonica</i>	APol	0.275	1.104	1.379	1.1%
14	<i>Ophiura kinbergi</i>	EOp	0.573	0.732	1.305	1.0%
15	<i>Lumbrineris japonica</i>	APol	0.542	0.722	1.264	1.0%
16	<i>Bivalvia</i> sp.	MBi	-	1.211	1.211	0.9%
17	<i>Pista</i> sp.	APol	0.219	0.906	1.125	0.9%
18	<i>Lumbrineris cruzensis</i>	APol	0.288	0.805	1.093	0.8%
19	<i>Cycladicama cumingii</i>	MBi	0.777	0.276	1.053	0.8%
20	<i>Nemertinea</i> spp.	ONe	0.021	0.977	0.998	0.8%
21	<i>Axiothella</i> sp.	APol	0.323	0.661	0.984	0.8%
22	<i>Alpheus rapax</i>	CDM	0.002	0.933	0.935	0.7%
23	<i>Notomastus latericeus</i>	APol	0.069	0.846	0.915	0.7%
24	<i>Praxillella affinis</i>	APol	-	0.886	0.886	0.7%
25	<i>Laonice cirrata</i>	APol	0.213	0.548	0.761	0.6%

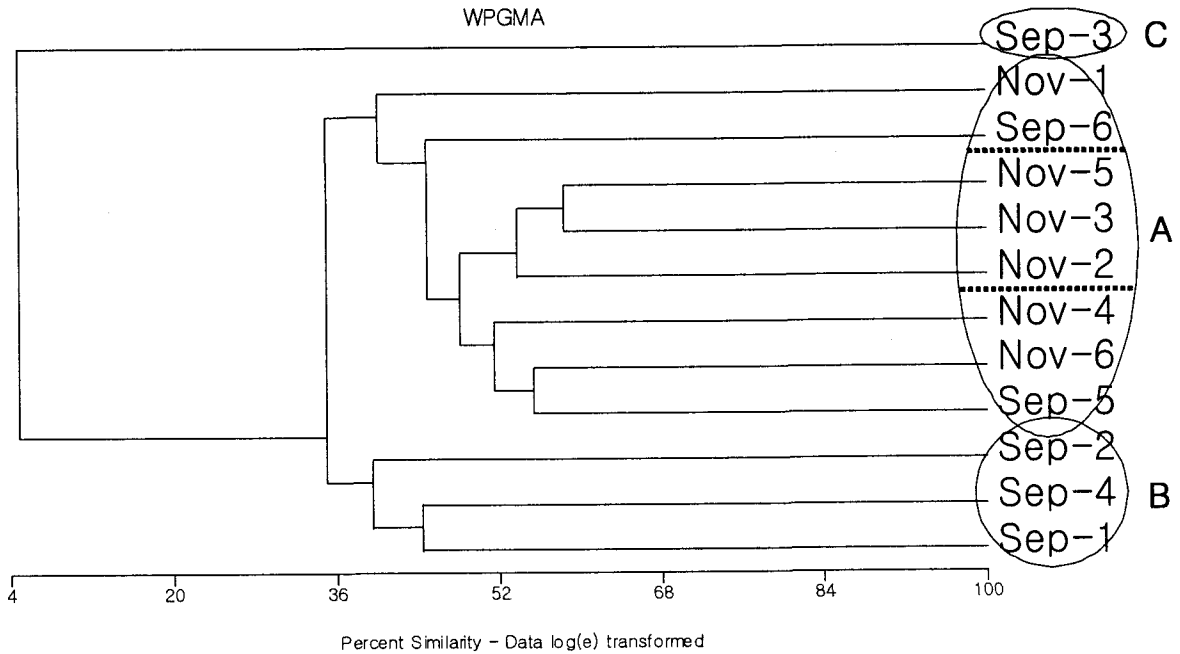


그림 1-2-20. 집괴분석을 통한 태안바다목장 조하대 저서동물군집의 상호 유사성.
 Fig. 1-2-20. Result of a cluster analysis showing similarity among subtidal macrobenthic communities of Taeon marine ranching area in September and November 2004.

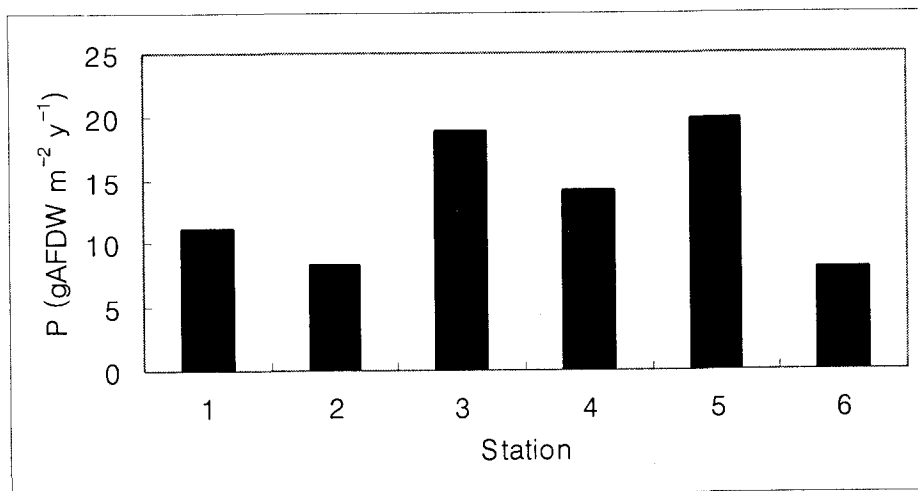


그림 1-2-21. 2004년 태안바다목장 조하대 저서동물군집의 이차생산력(gAFDW m² y⁻¹).
 Fig. 1-2-21. Secondary production (gAFDW m² y⁻¹) of subtidal macrozoobenthos from Taeon marine ranching area in the year of 2004.

마. 암반생물

(1) 조간대 암반 생물

3개 정선에서 수행한 조간대 저서동물은 총 16종으로 나타났다. 이들은 수직적으로 우점하는 종과 조위별 일정 면적에서만 출현하는 종들로서 연체동물(Mollusca)이 10종으로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 해면동물(Porifera)과 자포동물(Cnidaria)이 각 2종씩 출현하였고, 환형동물(Annelida)과 갑각류(Crustacea)가 각각 1종씩 출현하였다 (표 1-2-60). 3개 지역 모두 조위별 상이한 생물의 분포 특성을 나타냈다. 승언리 (St. A)의 경우 승언리해수욕장 북쪽에 위치한 속칭 할매바위 주변을 정선으로 선정하였다. 암반 구조는 틈이 적고, 변성암 재질로 구성되었으며, 수직으로 경사도가 80°정도를 나타냈다. 그러나 정점 4,5 등 중 조간대 주변은 약 60°의 완만한 경사를 나타내면서, 기저암에서 파손된 암반 조각으로 구성된 상태로 복잡한 기저면의 구조로 틈 사이 등에 다양한 생물이 서식하였다. 정점별로 9월과 12월에 각각 출현한 생물을 비교하면, 정점 1에서는 좁쌀무늬총알고둥(*Nodilittorina exigua*)과 총알고둥(*Littorina brevicula*) 등 두 종이 출현하였다. 우선 이 지역은 지의류의 서식 하한선으로 약 20%이상의 피도를 나타냈다. 좁쌀무늬총알고둥의 경우 정점 2에서 하한선을 나타냈다. 반면에 총알고둥은 정점 1에서 상한선을 나타내어, 12월 조사에서는 출현하지 않았다 (표 1-2-61). 서식 하한선은 정점 3에서 나타났다. 정점 2의 경우 조무래기따개비(*Chthamalus challenger*)의 상한으로 개체수는 점진적으로 증가하여 정점 3의 경우 277, 312개체 등이 각각 출현하였다. 조무래기따개비의 경우 정점 4까지 출현하였으며, 겨울철에 다소 감소하는 경향을 보였는데, 이러한 요인은 기질로 이용된 굴패각이 이탈하면서 발생한 것이다. 종 수의 증가는 전반적으로 정점 3에서 나타났다. 9월에 10종, 12월에 9종이 각각 출현하였다. 주로 조무래기따개비, 굴(*Crassostrea gigas*) 등이 우점하였다. 굴은 정점 3에서 상한 선을 보이며 출현하면서 정점 5까지 높은 서식량을 나타냈다. 또한 굴의 경우 살아있는 개체만 계수한 것으로 실제 패각을 포함한다면 전체 피도의 60% 이상을 차지하였다. 정점 4와 5에서는 담치류 (*Septifer virgatus*, *Mytilus galloprovincialis*), 해면류 (*Halichondria oshoro*, *Hymeniacidon sinapium*) 등이 출현하였으며, 특히 석회관갯지렁이류 (Serpulidae unid.) 등이 높은 피도를 나타냈다. 석회관갯지렁이류는 굴과 공간경쟁을 나타내면서, 굴패각 상층부를 덮어서 실제 생물피도가 100%를 넘어가는 양상을 나타냈다. 한편 기저암의 구조상 쉼물시에도 수분이 유지되는 조수웅덩이가 형성된 지역에는 말미잘류가 서식하였는데, 이러한 지역은 상대적으로 완만한 경사를 나타낸, 정점 4, 5에서 나타났다. 말미잘은 담황줄말미잘(*Haliplanella lucia*) 과 해변말미잘(*Anthopleura japonica*) 이 출현하였다.

표 1-2-60. 2004년 하계(9월)에 조사된 암반 저서동물 분포 및 피도

Table 1-2-60 Coverages and individuals of macrobenthos on hard bottom, Sept., 2004

Species (St.A)		Individuals					Coverage(%)				
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
<i>Halichondria oshoro</i>	po					#					10
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po				#	#			25	30	
<i>Haliplanella lucia</i>	cni			4	3	8			2	2	2
<i>Anthopleura japonica</i>	cni					1					3
<i>Nodilittorina exigua</i>	mo	4	1				1	1			
<i>Littorina exigua</i>	mo	1	8	3			1	1	1		
<i>Heminerita japonica</i>	mo			2	1				2	2	
<i>Septifer virgatus</i>	mo			3	4	7			3	3	3
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo				6	2				3	3
<i>Acanthochiton</i> sp.	mo			2	1				1	1	
<i>Patella stellaeformis</i>	mo			2					1		
<i>Saxostrea echinata</i>	mo			1	2				1	1	
<i>Ceratosma rorifluum</i>	mo		1	1				1	1		
<i>Crassostrea gigas</i>	mo			11	47	68			5	25	52
Serpulidae unid.	an				#	#				15	20
<i>Chthamalus challengeri</i>	cr		38	277	95			10	70	30	

Species (St.B)		Individuals					Coverage(%)				
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
<i>Halichondria oshoro</i>	po				#	#				10	10
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po				#	#				20	20
<i>Haliplanella lucia</i>	cni			3	2	11			3	3	10
<i>Anthopleura japonica</i>	cni				1	2				3	5
<i>Nodilittorina exigua</i>	mo	6	2				2	1			
<i>Littorina exigua</i>	mo		11	17				3	5		
<i>Heminerita japonica</i>	mo			1					2		
<i>Septifer virgatus</i>	mo			1	2	2			1	1	1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo			2	13	4			1	5	2
<i>Acanthochiton</i> sp.	mo			1	1				1	1	
<i>Patella stellaeformis</i>	mo			1					1		
<i>Saxostrea echinata</i>	mo			2	3				1	1	
<i>Ceratosma rorifluum</i>	mo			1					1		
<i>Crassostrea gigas</i>	mo			22	54	65			15	35	50
Serpulidae unid.	an				#	#				20	30
<i>Chthamalus challengeri</i>	cr		22	315	43			10	60	30	

Species (St.C)		Individuals					Coverage(%)				
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
<i>Halichondria oshoro</i>	po					#					10
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po				#	#				10	20
<i>Haliplanella lucia</i>	cni			1	8	8			1	3	3
<i>Anthopleura japonica</i>	cni				2	2				3	3
<i>Nodilittorina exigua</i>	mo	6	2				2	1			
<i>Littorina exigua</i>	mo		17	5				2	1		
<i>Heminerita japonica</i>	mo				1					2	
<i>Septifer virgatus</i>	mo			6	6				3	3	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo				2	11				2	10
<i>Acanthochiton</i> sp.	mo				5					3	
<i>Patella stellaeformis</i>	mo			1					1		
<i>Saxostrea echinata</i>	mo				2					1	
<i>Ceratosma rorifluum</i>	mo			1					1		
<i>Crassostrea gigas</i>	mo			24	51	72			15	30	50
Serpulidae unid.	an				#	#				30	40
<i>Chthamalus challengeri</i>	cr		56	324	32			15	70	15	

표 1-2-61. 2004년 추계(12월) 에 조사된 암반 저서동물 분포 및 피도

Table 1-2-61 Coverages and individuals of macrobenthos on hard bottom, Dec., 2004

Species (St.A)		Individuals					Coverage(%)				
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
<i>Halichondria oshoro</i>	po					#					10
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po				#	#			25	30	
<i>Haliplanella lucia</i>	cni			4	3	8			2	2	2
<i>Anthopleura japonica</i>	cni					1					3
<i>Nodilittorina exigua</i>	mo	3	1				1	1			
<i>Littorina exigua</i>	mo		11	8				2	1		
<i>Heminerita japonica</i>	mo			1	1				2	2	
<i>Septifer virgatus</i>	mo			3	4	7			3	3	3
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo				5	2				3	3
<i>Acanthochiton sp.</i>	mo		1	3	1			1	1	1	
<i>Patella stelleriformis</i>	mo			1					1		
<i>Saxostrea echinata</i>	mo			1	2				1	1	
<i>Ceratosma rorifluum</i>	mo		1					1			
<i>Crassostrea gigas</i>	mo			14	49	57			5	28	55
Serpulidae unid.	an				#	#				15	20
<i>Chthamalus challengeri</i>	cr		42	311	101			10	70	30	

Species (St.B)		Individuals					Coverage(%)				
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
<i>Halichondria oshoro</i>	po				#	#				10	10
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po				#	#				20	20
<i>Haliplanella lucia</i>	cni			3	2	11			3	3	10
<i>Anthopleura japonica</i>	cni				1	2				3	5
<i>Nodilittorina exigua</i>	mo	8	3				2	1			
<i>Littorina exigua</i>	mo		13	27				3	5		
<i>Heminerita japonica</i>	mo			1					2		
<i>Septifer virgatus</i>	mo			1	2	2			1	1	1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo			2	13	8			1	5	2
<i>Acanthochiton sp.</i>	mo			3	1				1	1	
<i>Patella stelleriformis</i>	mo			1					1		
<i>Saxostrea echinata</i>	mo			2	3				1	1	
<i>Ceratosma rorifluum</i>	mo			1					1		
<i>Crassostrea gigas</i>	mo			22	58	65			15	35	50
Serpulidae unid.	an				#	#				20	30
<i>Chthamalus challengeri</i>	cr		23	284	33			10	60	30	

Species (St.C)		Individuals					Coverage(%)				
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
<i>Halichondria oshoro</i>	po					#					10
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po				#	#				10	20
<i>Haliplanella lucia</i>	cni			1	8	8			1	3	3
<i>Anthopleura japonica</i>	cni				2	2				3	3
<i>Nodilittorina exigua</i>	mo	4	5				2	1			
<i>Littorina exigua</i>	mo		11	13				2	1		
<i>Heminerita japonica</i>	mo			1					2		
<i>Septifer virgatus</i>	mo			6	6				3	3	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo				2	11				2	10
<i>Acanthochiton sp.</i>	mo			1	5				1	3	
<i>Patella stelleriformis</i>	mo			1					1		
<i>Saxostrea echinata</i>	mo				2					1	
<i>Ceratosma rorifluum</i>	mo			1					1		
<i>Crassostrea gigas</i>	mo			24	43	32			15	30	50
Serpulidae unid.	an				#	#				30	40
<i>Chthamalus challengeri</i>	cr		59	217	24			15	70	15	

장곡리(St. B)의 경우도 바람아래해수욕장 주변의 암반에서 조사를 수행하였다. 암반 구조물은 약 20여 m의 높이로 이 중에 최대 창조시에는 5m 정도까지 물이 미치는 구조로 정선 A와 유사한 양상을 나타냈다. 암반구조의 경우도 정선 A와 유사한 양상을 나타냈으며, 정점 4와 5에서 상대적으로 완만한 경사를 나타내면서, 정점 1의 경우 좁쌀무늬 총알고둥 만이 출현하였으며, 총알고둥의 경우 정점 2부터 출현하였다(표 1-2-62). 이러한 양상은 7월과 12월에 모두 동일하게 나타났다. 한편, 정점 2의 경우 정선 A에서는 4종이 출현하였으나 이 지역에서는 좁쌀무늬총알고둥과 총알고둥만이 출현하였다. 그러나 정점에 따른 전반적인 종조성은 정선 A와 유사하게 나타났으며, 개체수나 서식피도의 경우 다소 상이한 차이를 보였다. 정점 3에서는 조무래기따개비가 우점하는 양상을 보였으며, 정점 4의 경우 굴과 석회관갯지렁이, 해면류가 우점하였다. 또한 정점 5의 경우 굴과 해면류, 석회관갯지렁이가 높은 공간경쟁을 나타냈다. 굴의 경우 겨울철 개체수가 감소하였으며, 이러한 결과는 조무래기따개비에서도 나타났다. 부착성 패각의 경우 사망하여도 패각의 일부가 기저암에 부착된 양상을 나타내므로 피도에서는 유사한 결과를 나타낸다. 반면에 조무래기따개비의 경우 훼손된 패각을 기질로 서식하기 때문에 채취나 사망으로 인한 굴 패각의 훼손은 조무래기따개비의 현존량에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 고남리(St. C)의 경우 정선 A,B에 비해 완만한 경사를 나타냈다. 생물상 분포는 다른 정선과 유사한 양상을 나타냈으며, 상층부인 정점 2,3에 주로 분포하는 총알고둥과 조무래기따개비의 경우 상대적으로 높은 서식 개체수를 나타냈다. 굴의 경우 겨울철이 상대적으로 낮은 개체수를 나타냈는데, 이러한 원인은 채취활동에 의한 것으로 보여진다.

조사지역에서 출현한 생물을 대상으로 집괴분석을 실시한 결과, 9월의 경우 정선 A와 B가 유사한 수직 분포를 나타낸 반면, 정선 C의 경우 상층부에 위치한 정점 1에서 다소 정점 2와 중간적인 위치에서의 종조성을 나타냈으며, 이러한 양상은 정점 2,3에서 혼재되어 하나의 군집구조를 나타냈다(그림 1-2-22). 12월의 경우에도 9월과 유사한 양상을 나타냈으며, 겨울철 굴 채취의 강도가 중 조건대의 생물 군집에 영향을 미치는 것으로 나타났다(그림 1-2-23).

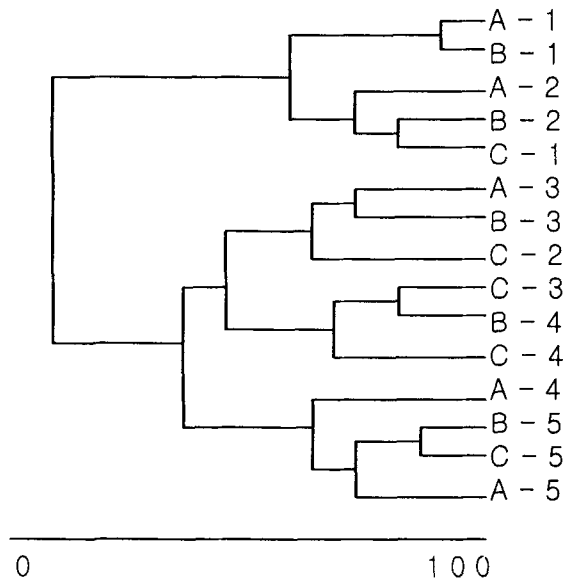


그림 1-2-22 집괴분석에 의한 하계 조간대 암반 서식생물의 군집구조(2004년 9월)
 Fig. 1-2-22 Results of community structure of macrobenthos on intertidal hard bottom based on cluster analysis (Sept., 2004)

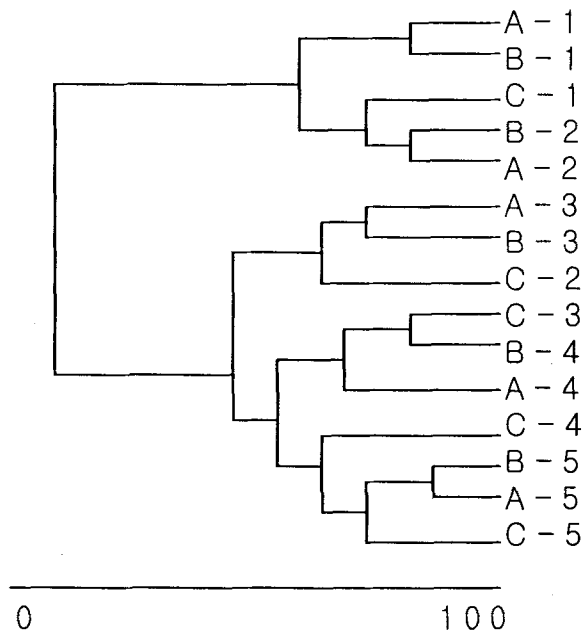


그림 1-2-23 집괴분석에 의한 추계 조간대 암반 서식생물의 군집구조(2004년 12월)
 Fig. 1-2-23 Results of community structure of macrobenthos on intertidal hard bottom based on cluster analysis (Dec., 2004)

(2) 조하대 암반 생물

3개 지역에서 실시한 조하대 암반 생물 조사에서는 2004년 9월과 12월 조사에서 총 24종의 대상생물이 검색되었다. 조사 해역 모두 기저암에 니질 퇴적물이 침적된 상태로 나타났으며, 시야는 1m 이내로 탁한 상태를 나타냈다. 조사해역은 강한 조석의 영향으로 조차 발생시 잠수조사가 매우 어려운 상태로서 만조시 정조 기간을 택하여 조사를 실시하였다. 내파수도에 위치한 정선 1에서는 9월에 17종이 출현하였으며, 12월에는 14종이 출현하였다(표 1-2-62, 63). 외파수도 남쪽에 위치한 정선 2의 경우 9월에는 20종이 출현한데 비해, 12월에는 10종만이 출현하였다. 외파수도 서쪽에 위치한 정선 3의 경우 9월에는 19종이 출현하였는데, 12월에는 11종만이 출현하였다. 전반적으로 12월에 생물 출현양상이 빈약한 것으로 나타났다. 계절별 생물상의 차이는 주로 복족류와 갑각류의 서식이 감소한 것에 기인 한다. 특히 복족류의 경우 배무래기류(*Notoacmea* sp.)와 좁쌀고동류(*Nassarius* sp.) 등이 감소하였으며, 갑각류의 경우 주로 녹조류가 서식하는 해역에 주로 나타나는 엽세우류(*Ampithoe* sp.), 집게류(*Pagurus* sp.), 빨물맞이게류(*Pugettia* sp.) 등이 겨울철에는 출현하지 않았다. 조사해역에서 정점 2에 해당하는 수심 4m 지역은 니질이 퇴적된 상태에서도 녹조류인 구멍갈파래가 산재한 해역이다. 그러나 겨울철 조사에서는 대부분의 구멍갈파래가 사라져, 가을철과 상이한 종조성을 나타냈다. 또한 겨울철 조사에서는 9월과는 다르게 기저암에 니질퇴적물의 침전이 나타나지 않아 겨울철 강한 파도로 인해 퇴적물과 더불어 부착기를 가지는 생물의 이탈이 심하게 나타난 것으로 예상된다. 정선 별로 생물상을 비교해 보면 정선 1의 경우 수심 2m인 정점 1의 경우 주로 포복성 복족류가 우점하는 것으로 나타났다. 조간대에서도 출현한 해변말미잘이 조하대 지역에서도 수심 2m까지는 출현하였다. 굴의 경우도 서식개체는 조간대 지역보다 미비하지만 평균 10개체 이상 출현하였다. 또한 개체간 크기도 조간대 보다는 높게 나타났으며, 조간대 지역에서는 패각 표면에 부착된 조무래기따개비는 나타나지 않았다. 정점 2의 경우 평균각장의 크기가 1cm 정도인 소형 지중해담치(*Mytilus galloprovincialis*)가 기저암 틈사이로 높은 서식 밀도를 나타냈다. 이 종은 수심 4-6m 부근에서 서식범위(zonation)을 나타냈다. 정점 3의 경우 종 수는 적어지면서 주로 해조류의 부착기 등을 서식처로 이용하는 갯지렁이류나 옆새우류 등이 출현하였다. 한편 우리나라 고유종인 홍합(*Mytilus coruscus*)가 산재하는 양상을 나타냈다. 또한 수심 6m 부근에서는 정량자료에는 포함되지 않았지만 별불가사리(*Asterina pectinifera*), 아므르불가사리(*Asterias amurensis*) 등이 출현하였다. 아므르불가사리인 *Irudn* 패류에 대한 강한 포식력을 나타내고 있는 종으로 12월 조사에서는 실제로 상당량의 홍합이 포식당하여 이탈된 패각이 침전된 것을 관찰하였다. 생체량에서는 홍합의 출현으로 인해 수심이 깊어질수록 증가하는 것으로 나타났으며, 개체수에서는 9월이 높게 나타났으나 생체량에서는 겨울철이 높게 나타났다. 이러한 요인은 굴과 지중해 담치 등의

표 1-2-62. 2004년 하계(9월)에 조사된 조하대 암반 저서동물 분포 및 피도

Table 1-2-62. Coverages and individuals of macrobenthos on sub-tidal hard bottom, Sept., 2004

Species (St.1)		1-1	1-2	1-3		1-1	1-2	1-3
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po		#				12.5	
<i>Anthopleura japonica</i>	cni	2				2.1		
Hydrozoan unid.	cni		#	##			0.01	0.01
<i>Chiton kurodai</i>	mo	1				0.21		
<i>Cellana</i> sp.	mo	1	2			0.14	0.22	
<i>Collisella dorsuosa</i>	mo	1				0.55		
<i>Notoacmea</i> sp.	mo		1				0.14	
<i>Heminerita japonica</i>	mo	2				1.2		
<i>Nassarius</i> sp.	mo		2	3			1.33	5.65
<i>Reishia clavigera</i>	mo	1				2.41		
<i>Arca</i> sp.	mo		1	1			2.85	2.15
<i>Mytilus corscus</i>	mo			2				79.5
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo		23				8.4	
<i>Crassostrea gigas</i>	mo	14	2			32.5	5.7	
<i>Nereis</i> sp.	an			1				0.8
Polynoidae unid.	an		2				0.1	
<i>Balanus reticulatus</i>	ar			2				0.4
Species (St.2)		2-1	2-2	2-3		2-1	2-2	2-3
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po	#	#			3.47	19.9	
Hydrozoan unid.	cni		##	##			0.1	0.1
<i>Cellana</i> sp.	mo	1	3			0.9	2.2	
<i>Notoacmea</i> sp.	mo		2				2	
<i>Heminerita japonica</i>	mo							
<i>Nassarius</i> sp.	mo			2				3.1
<i>Arca</i> sp.	mo			2				3.8
<i>Mytilus corscus</i>	mo			2				39.4
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo		8	13			0.3	1.1
<i>Crassostrea gigas</i>	mo	21	4			21.8	3.6	
<i>Ostrea denselamellosa</i>	mo			2				101
<i>Nereis</i> sp.	an		2				0.1	
Polynoidae unid.	an		1				0.1	
Pycnogonida unid.	ar			1				0.1
<i>Balanus reticulatus</i>	ar		2	5			0.5	0.9
<i>Ampithoe</i> sp.	ar		2	8			0.1	0.1
<i>Pagurus</i> sp.	ar			3				0.2
<i>Pugettia</i> sp.	ar			2				0.1
<i>Temnopleurus reevesii</i>	ec			1				6.1
<i>Styela clava</i>	ch			1				3.3
Species (St.3)		3-1	3-2	3-3		3-1	3-2	3-3
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po		#				7.5	
<i>Anthopleura japonica</i>	cni	1	2			2.1	3.4	
Hydrozoan unid.	cni		#	##			0.1	0.1
<i>Chiton kurodai</i>	mo	1				0.2		
<i>Cellana</i> sp.	mo	1				0.5		
<i>Collisella dorsuosa</i>	mo		1				1	
<i>Notoacmea</i> sp.	mo		3				1.1	
<i>Heminerita japonica</i>	mo	5				1.8		
<i>Nassarius</i> sp.	mo	1	3	1		1.1	2.4	0.8
<i>Arca</i> sp.	mo		3				2.5	
<i>Mytilus corscus</i>	mo		1	1			24.5	11.7
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo		8	34			0.8	1.4
<i>Crassostrea gigas</i>	mo	11	2			11.8	6.5	
Polynoidae unid.	an			1				0.1
Pycnogonida unid.	ar		1				0.1	
<i>Balanus reticulatus</i>	ar		3	8			1.1	1.5
<i>Ampithoe</i> sp.	ar			2				0.1
<i>Temnopleurus reevesii</i>	ec		1	1			3.8	6.2
<i>Styela clava</i>	ch		1	2			5.1	11.7

표 1-2-63. 2004년 추계(12월)에 조사된 조하대 암반 저서동물 분포 및 피도

Table 1-2-63. Coverages and individuals of macrobenthos on sub-tidal hard bottom, Dec., 2004

Species (St.1)		Individuals			Biomass(gWWt)			
		1-1	1-2	1-3	1-1	1-2	1-3	
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po		#			7.5		
<i>Anthopleura japonica</i>	cni	1			3.8			
Hydrozoan unid.	cni		#	##		0.1	0.1	
<i>Chiton kurodai</i>	mo	3			1.1			
<i>Notoacmea</i> sp.	mo		2			0.8		
<i>Heminerita japonica</i>	mo	2			1.5			
<i>Nassarius</i> sp.	mo		1	2		1.3	2.8	
<i>Reishia clavigera</i>	mo	3			3.2			
<i>Arca</i> sp.	mo		2	1		2.1	1.1	
<i>Mytilus corscus</i>	mo			1			68.5	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo		17			19.4		
<i>Crassostrea gigas</i>	mo	11	2		18.9	4.3		
Polynoidae unid.	an		2			0.2		
<i>Balanus reticulatus</i>	ar			2			0.5	
Species (St.2)		2-1	2-2	2-3		2-1	2-2	2-3
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po	#				3.47		
Hydrozoan unid.	cni		##	##			0.1	0.1
<i>Arca</i> sp.	mo		1				2.2	
<i>Mytilus corscus</i>	mo			1				11.4
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo		5	10			1.2	4.9
<i>Crassostrea gigas</i>	mo	8	1			17.6	1.8	
<i>Nereis</i> sp.	an			1				0.1
<i>Balanus reticulatus</i>	ar		6	2			0.5	0.7
<i>Ampithoe</i> sp.	ar		2	2			0.1	0.1
<i>Styela clava</i>	ch			2				7.2
Species (St.3)		3-1	3-2	3-3		3-1	3-2	3-3
<i>Hymeniacion sinapium</i>	po		#				11.9	
<i>Anthopleura japonica</i>	cni	1				2.6		
Hydrozoan unid.	cni		#	##			0.1	0.1
<i>Heminerita japonica</i>	mo	1				1.1		
<i>Nassarius</i> sp.	mo		3	1			2.2	0.9
<i>Mytilus corscus</i>	mo			1				14.9
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mo		4	7			2.4	3.1
<i>Crassostrea gigas</i>	mo	8	2			13.6	6.5	
<i>Balanus reticulatus</i>	ar		1	2			1.1	1.8
<i>Ampithoe</i> sp.	ar			9				0.1
<i>Styela clava</i>	ch		1	1			5.1	5.4

##: presented, po:Porifera, cni:Cnidaria, mo:Mollusca, ar:Arthropoda, ec:Echinodermata, ch:Chordata

개체당 평균무게가 증가한 것으로 보여 가을철 와성한 성장으로 인한 평균 면적당 생체량 증가가 원인인 것으로 해석된다. 외파수도 서쪽에 위치한 정선 2의 경우 정선 1과는 다르게 약 70°의 높은 경사면을 나타냈다. 정점 1의 경우 생물상이 매우 빈약하여 9월에는 배말류(*Cellana* sp.)와 굴만 출현하였으며, 12월에도 굴과 주황해변해면류(*Hymeniacion sinapium*)만이 출현하였다. 정점 2에서는 구멍갈파래, 모자반류(*Sargassum* sp.)류가 서식하면서, 해조류 주변에 서식하는 엽새우류 등이 출현하였으며, 지중해담치와 고랑따개비류(*Balanus reticulatus*) 등이 출현하였다. 그러나 12월 조사에서는 부착성 저서동물을 제외하고는 출현하지 않았다. 12월 조사에서는 기저암의 니질 퇴적이 나타나지 않았으며, 해조류의 경우도 대부분이 이탈된 상태를 보였다. 이러한 서식처의 변화가 생물종조성에 집중적으로 영향을 미친 것으로 보인다. 정점 3에서는 가장 높은 종 다양성을 나타내, 14종이 출현하였다. 특히 히드라류가 높은 서식밀도를 나타냈으며, 돌조개류(*Arca* sp.), 고랑따개비, 지중해담치 등이 출현하였으며, 분지성게(*Temnopleurus reevesii*), 미더덕(*Styela clava*) 등도 출현하였다. 그러나 정점 2와 마찬가지로 12월에는 종 수의 현저한 감소를 보였다. 대부분이 부착성 동물만 출현하였으며, 포복성, 또는 이동성 저서동물은 출현하지 않았다. 이러한 양상은 정점 2에서 언급한 것과 동일한 것으로 나타난다. 특히 정점 3보다 아래쪽 저층 바닥에는 다량의 홍합 및 지중해 담치의 패각등이 침전된 것으로 보아 수온이 낮아지면서 아무르불가사리의 포식이 왕성해 지고 있는 것으로 알 수 있었다. 이러한 포식양상도 암반생태계에서 종조성에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 생체량의 경우 정점 1에서는 굴, 정점 2와 3의 경우에는 담치류의 출현양에 따라 좌우 되었다. 한편 외파수도 서쪽에 위치한 정선 3의 경우 다른지역에 비해 적은 종수를 나타냈다. 출현한 생물의 경우 전반적으로 정선 2와 유사한 양상을 나타냈다. 정점 1의 경우 9월에는 해변말미잘 이외에 군부(*Chiton kurodai*), 배말류, 갈고둥(*Heminerita japonica*), 좁쌀고둥류, 굴이 출현한 반면에, 12월에는 굴, 갈고둥, 해변말미잘만이 출현하였다. 정점 2의 경우 9월에는 14종이 출현하여 가장 높은 종 수를 나타냈는데, 12월에는 7종만 출현하였다. 히드라류가 높은 출현양상을 나타냈다. 생체량의 경우 정선 2와 마찬가지로 정점1에서는 굴, 정점 2,3에서는 담치류의 출현양상에 좌우 되었다.

정점 간 군집 유사성을 비교하는 집괴분석에서는 9월의 경우 주로 수직적인 양상에 의해 좌우 되었다 (그림 1-2-24). 정점 1의 경우 독립된 종조성을 나타냈으며, 정점 2와 3은 혼재된 양상을 보였다. 이러한 결과는 12월 조사에서도 나타났으나 정점간 유사성에서는 12월에 상대적으로 높게 나타났다 (그림 1-2-25).

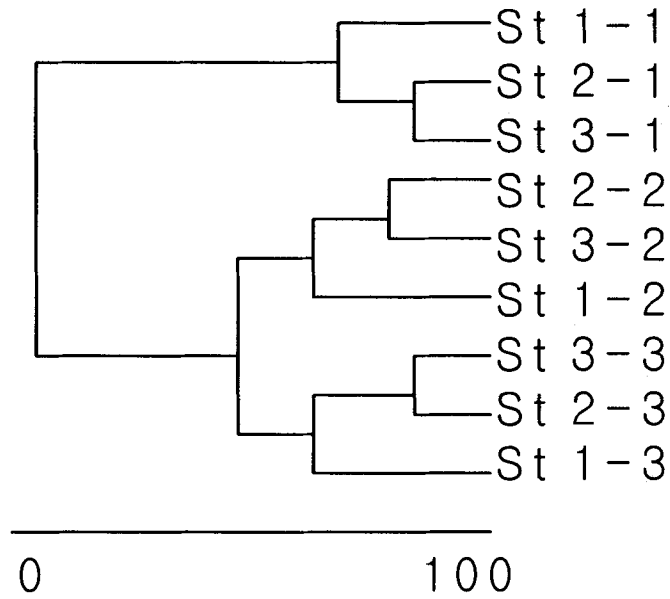


그림 1-2-24 집괴분석에 의한 하계 조하대 암반 서식생물의 군집구조(2004년 9월).

Fig. 1-2-24 Results of community structure of macrobenthos on subtidal hard bottom based on cluster analysis (Sept., 2004).

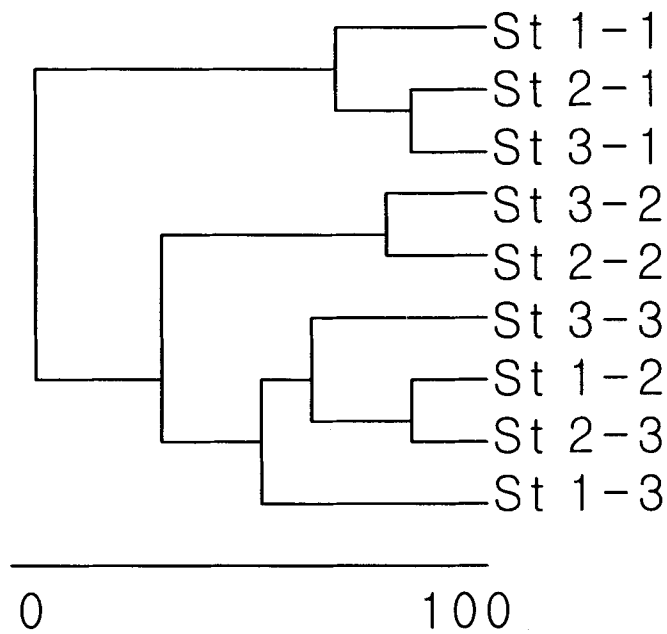


그림 1-2-25 집괴분석에 의한 추계 조하대 암반 서식생물의 군집구조(2004년 12월).

Fig. 1-2-25 Results of community structure of macrobenthos on subtidal hard bottom based on cluster analysis (Dec., 2004).

바. 해조류

(1) 해조류 군집 생태 및 현존량

조사 기간 중 발견된 해조류는 총 24종이 관찰되었는데, 이중 홍조류가 12종으로 제일 많았으며, 갈조류가 8종, 녹조류가 4종으로 분류되었다. 조사 결과 종조성, 수직분포, 그리고 생물량은 정점 간 다소 차이가 있었으나, 간조 시 육지로부터 20~30m의 범위에서는 여름철인 9월에는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 전 정점에서 광범위하게 분포하였다. 그러나 동년 11월에는 갈조류 지충이(*Sargassum thunbergii*)가 전 지역에서 광범위하게 발견되었다. 또한, 30 ~ 50m의 범위에서는 갈조류 *Sargassum* sp., *Acrothix pasifica* 주로 채집, 동정되었다. 조간대의 녹조류 식생은 단조로운 특징을 나타내어, 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)는 조수웅덩이, 바위 등에서 자라고 있을 뿐이었다. 조간대 하부에는 갈색대마디말(*Cladophora* spp.) 이 드물게 발견되었으며, 다른 녹조류는 발견되지 않아 조간대 상부와 유사하게 단조로운 식생을 나타내었다. 또한, 갈조류 지충이(*Sargassum thunbergii*)는 전 조사지역에서 출현하였으며, 외도 조간대 상부로부터 패(*Ishige okamurae*)가 유일 하게 출현하였으며, 모자반류(*Sargassum hunbergii*)가 전 조사지역 넓게 분포됨을 보였다. 홍조류는 9월에는 2종이 발견되었으며, 11월에 들어서면서 11종으로 채집, 동정되었다(표 1-2-64).

또한, 생물량을 측정한 결과 9월에 내파도에서 *Ulva pertusa*가 $599.5 \text{ g} \cdot (\text{dry wt}) \text{ m}^{-2}$ 으로 가장 높은 생물량을 보였으며, 동월 외도에서 *Sargassum* sp.가 $43.0 \text{ g} \cdot (\text{dry wt}) \text{ m}^{-2}$ 으로 측정되었으며, 동년11월에는 셋별 해수욕장부근 조사지역에서 *Sargassum thunbergii* $261.7 \text{ g} \cdot \text{dry}(\text{wt} \cdot \text{m}^{-2})$ 로 다른 조사지역에 비해 높은 생체량의 차이를 보였다(그림 1-2-27). 전 지역을 조사, 분석한 결과 바람아래 해수욕장부근 조사지역이 현존량과 생물량이 다른 기타의 지역보다 현격히 떨어짐을 볼 수 있다. 반면 셋별과 외도 지역은 다른 조사 지역에 비해 다양한 해조류의 군집상과 높은 생물량을 보였다(그림 1-2-28).

해조류의 종다양성은 9월과 11월에 정점 6번인 외도에서 높게 나타났다. 이는 섬지역의 특성상 외해의 영향을 직접 접하는 지역이며, 조수간만의 차이가 적으며, 웅덩이를 형성하여 비교적 안정된 환경을 조성하였다. 반면, 정점 4인 바람아래는 9월에는 *Ulva pertusa*가 월등한 우점종으로 차지하였고, 11월에는 *Sargassum thunbergii*가 우점종으로 낮은 다양성을 보였으며, 균등도는 정점 3인 장삼지역이 9월과 11월에 비교적 높은 수치를 보였다(표 1-2-65).

정점별 유사도는 9월의 경우, 내륙지역인 정점 1-4까지 비교적 유사한 수치를 보였으며, 섬지역인 정점 5, 6지점이 각기 유사한 수치를 보였다. 반면, 11월의 경우는 내륙지역과 섬 지역인 정점에서 비슷한 양상의 유사도를 보였다(그림 1-2-29).

(2) 해조류 서식분포 분석

서해안 조사지역의 9월과 11월 조고 기준면의 차이가 평균 355cm 이상이며(국립해양조사원 자료 참고), 해조류는 상조간대에 다양한 해조류의 군집상을 보여준다. 연구기간 동안 상조간대는 *Ulva pertusa*가 대표적인 우점종으로 나타났으며, 조간대 중부로 가면서 계절적 변화와 수온이 내려감으로 *Codium* spp. 와 *Galaxaura* sp., *Gracilaria* sp.순의 우점종으로 출현하였다. 11월에는 바닷물이 빠져나간 웅덩이 부분에서 *Corallina pilulifera*가 출현하였으며, 조간대 하부는 9월과 11월에 비슷한 종들이 출현하였는데 *Sargassum thunbergii*, *Undaria peterseniana*, *Sargassum* spp., *Hizikia* sp. 종 순서이며, *Sargassum thunbergii*가 우점종이라 볼 수 있다(표 1-2-66).

서해안의 각 지역에서 수행된 해조류조사에서 채집 동정된 해조류는 격렬비열도 95종(이와 유, 1978), 덕적도 99종(이, 1980), 고군산도 81종(강 등, 1980), 무창포 64종(김과 이, 1985) 및 태안반도 109종(이와 이, 1990)이 밝혀졌으며, 또한, 태안반도 파도리 일대에서 84종이 보고되었다(이 등, 1997). 본 조사에서 채집 동정된 해조류는 총 24종이 관찰되었는데, 이중 홍조류가 12종으로 제일 많았으며, 갈조류가 8종, 녹조류가 4종으로 분류되었다. 이러한 결과는 한국 각 해안에 비하여 서해안의 해조류 서식환경을 저해하는 환경 때문이라고 볼 수 있는데, 이를테면 암반에 부착되어 있는 굴 껍질, 부유물질에 의한 높은 탁도 그리고 낮은 수심과 수온(고와 이, 1982), 서해안의 대부분을 덮고 있는 갯벌(김과 이, 1985)이 원인이라 할 수 있다.

생물군집은 특정한 물리적 생활 장소에서 서식하는 개체군의 집합이며, 그 군집의 보편적인 종이 우점종으로 인정된다(Lerman, 1986; Nybakken, 1993). 우점종이란 용어는 다양한 시각에서 정의 되는 것인데, 특히 상관적인 견지에서 가장 넓은 피도와 기질면적을 차지하는 광피도종(overstory species)을 의미하며, 군집에 대한 상대적인 기여도로 산출되는 중요도를 기준으로 정합이 바람직하다(Barbour et al., 1987). 또한 고(1990)는 조간대의 식물군집의 우점종을 종의 중요도로 판정하는 것이 적절하다고 하였다. 본 조사에서는 우점종과 준 우점종을 종합하여 볼 때 지역별로 시기별로 차이가 있는데, 2004년 9월에는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 전 정점에서 광범위하게 분포하였다. 그러나 동년 11월에는 갈조류인 지충이(*Sargassum thunbergii*)가 전 지역에서 광범위하게 발견되었다. 또한, 갈조류 *Sargassum* sp., *Acrothix pasifica* 순으로 준 우점종으로 채집, 동정되었다. 조간대의 녹조류 식생은 단조로운 특징을 나타내어, 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)는 조수웅덩이, 바위 등에서 자라고 있을 뿐이었다. 조간대 하부에는 갈색대마디말(*Cladophora* spp.) 이 드물게 발견되었으며, 다른 녹조류는 발견되지 않아 조간대 상부와 유사하게 단조로운 식생을 나타내었다. 또한, 갈조류 지충이(*Sargassum thunbergii*)는 전 조사지역에서 출현하였으며, 외도 조간대 상부로부터 패(*Ishige okamurae*)가 유일하게 출현하였으며, 모자반류(*Sargassum thunbergii*)가 전 조사지역 넓게 분포됨을 보였다. 홍조류는 9월에는 2종이 발견되었으며, 11월에 들어서면서 11종으로 채집, 동정되었다.

파도리의 경우 무절석회조류(Melobesioidean algae)가 우점종으로 나타났으나(이와 장, 1989), 대부분의 기존조사에서 무절석회조류를 무시한 점을 감안 했으며, 조간대에서 해조류의 수직분포는 파도, 조류 및 조석과 같은 해수의 역학적 작용과 대기-해수의 상호 작용에 의해 결정되며, 파도의 비말(飛沫)이 심하면 서식대의 상한선이 상부쪽으로 이동될 수 있다(Doty, 1971). 또한 해조류의 수직분포는 상한선에서는 노출에 의한 건조 스트레스를 하한선에서는 경쟁, 광도 및 섭식의 영향을 받는다(Dring, 1982). 본 조사를 종합하여 볼 때, 정점별 유사도는 9월의 경우, 내륙지역인 정점 1-4까지 비교적 유사한 수치를 보였으며, 섬지역인 정점 5, 6 지점이 각기 유사한 수치를 보였으며, 11월의 경우는 내륙지역과 섬 지역인 정점에서 비슷한 양상의 유사도를 보였다. 이는 계절적인 변화와 수온이 내려감으로 9월에 출현하던 종들이 감소되고, 11월에 들어서면서 서해안 전 지역에 우점종이 출현하는 것으로 기인한다.

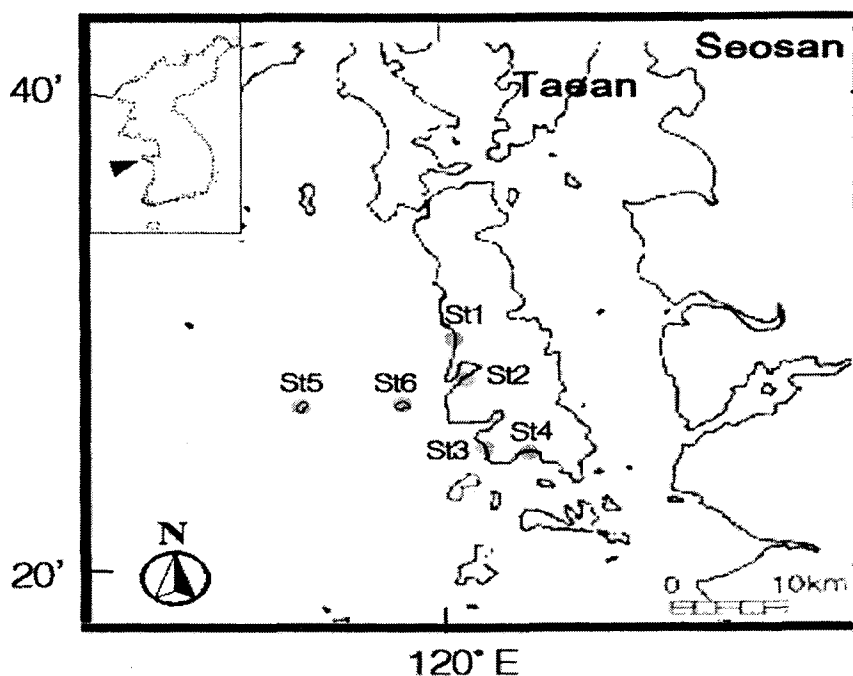


그림 1-2-26. 해조류 조사 지역

Fig. 1-2-26. The map showing Study area of Anmyeon, western coast of Korea.

- St-1승언리(36°03.35 ' N, 125°42.84 ' E); St-2셋별(36°26.46 ' N, 126°20.06 ' E);
- St-3장삼(36°24.47 ' N, 126°21.68 ' E); St-4바람아래(36°24.47 ' N, 126°22.35 ' E);
- St-5내 파수도(36°27.20 ' N, 126°12.24 ' S); St-6외도(36°27.30 ' N, 126°18.16 ' S)

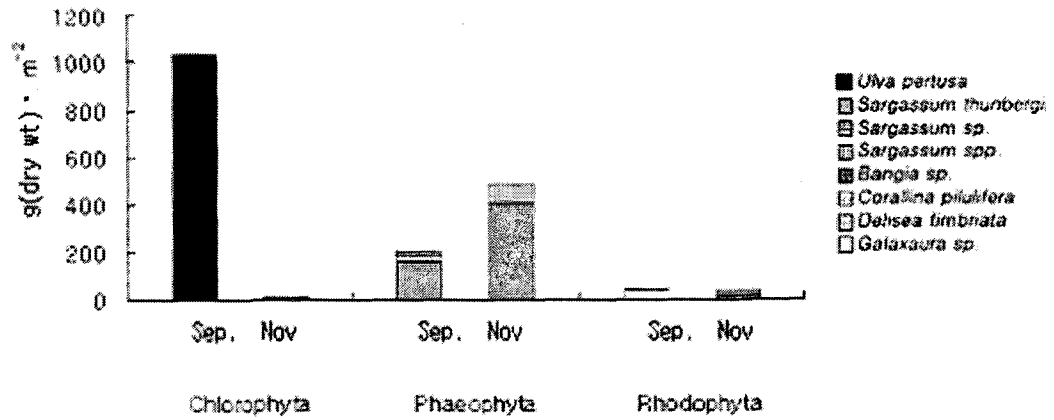


그림 1-2-27. 해조류의 생체량.

Fig. 1-2-27. Biomass (dry weight) of marine algal species collected.

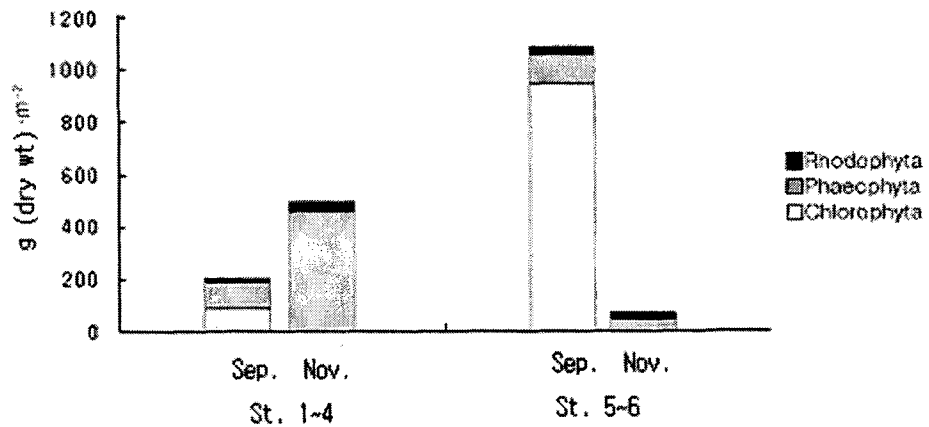


그림 1-2-28. 내륙연안과 섬지역의 해조류 생체량비교.

Fig. 1-2-28. Comparison of algal biomass between coastal area and islands.

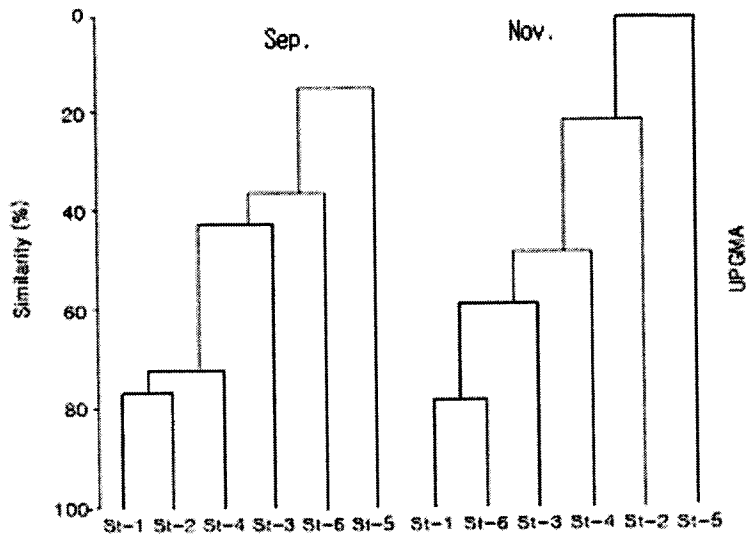


그림 1-2-29. 정점간의 유사도.

Fig. 1-2-29. Dendrograms produced by UPGMA for cluster analysis in each site.

표 1-2-64. 조사정점에서의 해조류의 분류군별 개체수

Table 1-2-64. The number of marine algal species observed at study area

Date	Site	Division			Total
		Ch	Ph	Rh	
2004.09	St-1	1	2	1	4
	St-2	2	2	1	5
	St-3	1	2	1	4
	St-4	1	1		2
	St-5	2	2	1	5
	St-6	2	3	1	6
	Sum		9	12	5	26
2004.11	St-1	1	2	2	5
	St-2	1	3	4	8
	St-3		2	3	5
	St-4	1	2	1	4
	St-5	2	1	1	4
	St-6	2	3	4	9
	Sum		7	13	15	35

*Ch, Chlorophyta ; Ph, Phaeophyta ; Rh, Rhodophyta.

표 1-2-65. 해조류 식생의 수직분포도

Table. 1-2-65. Distribution pattern of algal species in relation to tidal height and distance from coast

	Sep.		Nov.	
	<i>Ulva pertusa</i>		<i>Ulva pertusa</i>	
0~-0.5m			<i>Codium contractum</i>	
				<i>Codium fragile</i>
	<i>Codium fragile</i>			
-0.5~-1m	<i>Galaxaura</i> sp.		<i>Corallina pilulifera</i>	
	<i>Gracilaria</i> sp.			
-1~-2m	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Galaxaura</i> sp.	<i>Sargassum</i> spp.	<i>Sargassum thunbergii</i>
	<i>Undaria peterseniana</i>		<i>Hizikia</i> sp.	

사. 난 · 치자어

(1) 2004년 9월

2004년 9월, 조사해역에 출현한 어란은 없었으며, 자치어는 4종, 155 개체/1,000m²가 출현하였다(표 1-2-66). 출현종은 보구치(*Argyrosomus argentatus*), 돛양태류(*Callionymus* sp.), 풀미역치(*Erisphex potti*), 망둑어류(*Gobiidae* sp.)였다. 우점종은 전체 자치어의 77%를 차지한 돛양태류로 외파수도 부근 정점 1에서 주로 출현하였다(그림 1-2-30). 상기 출현종들은 여름에 서해 연안에 주로 출현하는 종들로 주 출현 시기는 6월과 8월 사이이다(유 등, 1987; 유, 1988).

허와 유(1984), 유 등(1987), 차 등(1990)의 서해 일대에서 조사된 자치어 연구에 따르면, 어란 및 자치어의 출현종수 및 출현량은 봄부터 증가하여 여름인 8월에 절정을 보이고 이후 급감한다. 따라서 조사해역에서 어란 및 자치어의 출현은 의 출현이 없고 자치어의 출현종수와 출현량이 적은 것은 조사가 다소 늦게 진행되었기 때문으로 생각된다. 서해 연안역의 자치어에 대한 연구는 각기 채집 주기와 시기 그리고 채집 방법 등에서 차이가 많아 각 해역의 자치어 군집을 비교하기에는 곤란한 점이 있으나 비슷한 시기의 서해 연안에서 연구된 결과와 비교해 보면, 서해안에서 허와 유(1984)의 연구에서 7월과 8월 사이에 14개 분류군이 출현한 것과 경기만에서 유 등(1987)의 연구에서 9월에 11종, 서해 중부에서 차 등(1990)의 연구에서 9월에 14종이 출현한 것과 비교해 현격히 적은 것이다. 이러한 차이는 앞서 언급한 바와 같이 여러 가지 변수가 있어 절대적인 비교가 어렵기는 하나 본 조사에서 다소 적게 출현한 것으로 생각된다.

표 1-2-66. 2004년 하계(9월) 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 종조성 및 출현 개체수(개체/1,000m³)

Table 1-2-66. The species composition and abundance of fish larvae in Sep. 2004

Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	Total	%
<i>Argyrosomus argentatus</i> (보구치)	12						12	8
<i>Callionymus</i> sp. (돛양태류)	96		24				120	77
<i>Erisphex potti</i> (풀미역치)	12						12	8
Gobiidae sp. (망둑어류)		11					11	7
Total	120	11	24				155	100
%	77	7	16				100	

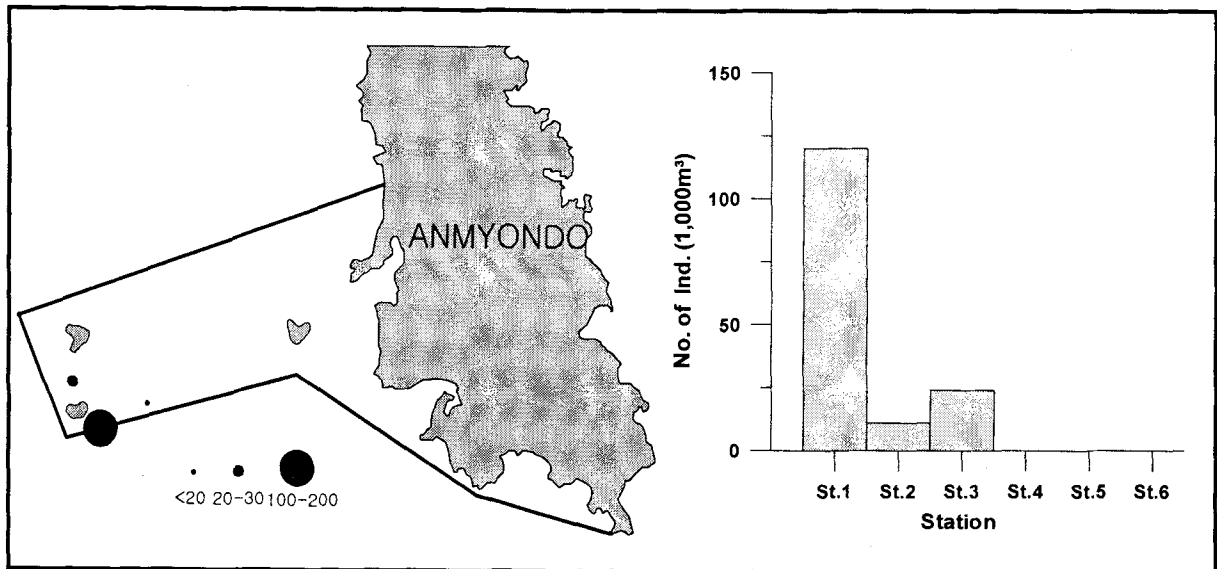


그림 1-2-30. 2004년 하계(9월) 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 출현분포 (개체/1,000m³).

Fig. 1-2-30. The Distribution of fish larvae in the Sep. 2004 (ind./1,000m³).

(2) 2005년 1월

2005년 1월, 조사해역에 출현한 어란은 없었으며, 자치어는 2종, 37,323 개체/1,000m³가 출현하였다(표 1-2-67). 출현종은 흰베도라치(*Pholis fangi*)와 꼼치(*Liparis tanakai*)였으며, 이 중 흰베도라치가 전체 자치어의 99% 이상을 차지하여 가장 우점하였다. 자치어의 출현분포를 보면, 연안에 가까운 정점 6에서 전체 자치어 출현개체수의 69%에 달하는 25,883 개체/1,000m³가 출현하여 주로 육지와 가까운 연안에 많이 분포하는 것으로 나타났다(그림 1-2-31).

서해 연안역에서 자치어는 봄과 여름뿐 아니라 겨울에도 절정을 보이는데 이는 흰베도라치가 대량으로 출현하기 때문이다(유 등, 1987; 차 등, 1990). 유 등(1995)의 흰베도라치 자치어의 초기생활사연구에서 11월부터 3월 사이 냉수성 어종인 흰베도라치의 산란이 서해 전역에서 이루어지며, 성장함에 따라 북상회유하는 것으로 추정하고 있다. 따라서 조사해역에서 겨울에 흰베도라치가 우점하여 출현하는 것은 서해안 자치어 출현의 일반적인 경향과 부합되는 것이다.

조사해역을 포함하는 서해 연안역에서 허와 유(1984), 유 등(1987), 차 등(1990)의 자치어 분포연구에 따르면 겨울인 1월과 2월 사이에 서해에 출현하는 자치어는 조사해역에 출현한 흰베도라치와 꼼치 외에 농어(*Lateolabrax japonicus*), 망둑어류(*Gobiidae* sp.), 가나리(*Ammondytes personaths*), 삼세기(*Hemitriperus villosus*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 불락류(*Sebastes* spp.) 등이 있는 것으로 나타났다. 따라서 겨울에 조사해역에서 흰베도라치와 꼼치 외에 상기 종들이 출현할 것으로 예상된다.

표 1-2-67. 2005년 동계(1월) 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 종조성 및 출현 개체수(개체/1,000m³)

Table 1-2-67. The species composition and abundance of fish larvae in Jan. 2005

Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	Total	%
<i>Pholis fangi</i> (흰베도라치)	286	806	273	221	403	25883	2938	6500	37310	>99
<i>Liparis tanakai</i> (꼼치)	13								13	<0.5
Total	299	806	273	221	403	25883	2938	6500	37323	100
%	1	2	1	1	1	69	8	17	100	

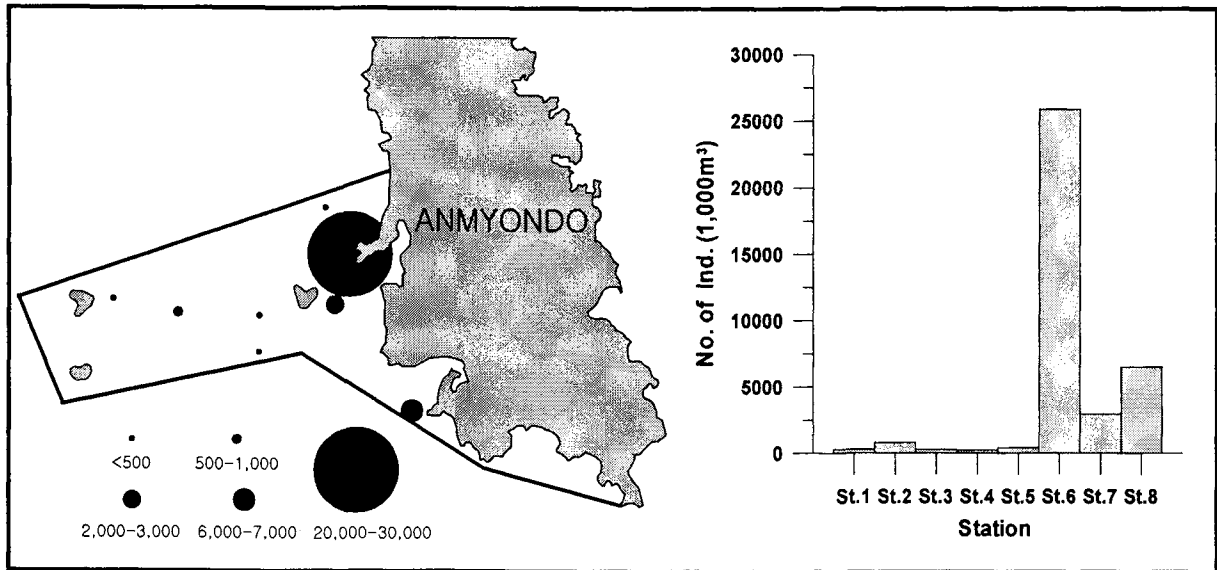


그림 1-2-31. 2005년 동계(1월) 조사해역에 출현한 자치어의 정점별 출현분포 (개체/1,000m²).

Fig. 1-2-31. The Distribution of fish larvae in the Jan. 2005 (ind./1,000m²).

허와 유(1984), 유(1987), 차 등(1990)의 서해 일대에서 조사된 자치어 연구에 따르면, 어란 및 자치어의 출현종수 및 출현량은 여름철 온수성 어종의 산란에 따라 절정을 이루고 가을에 급격히 감소한 후, 겨울에 냉수성 어종의 산란에 따라 출현량이 다시 증가하는 계절변동 양상을 나타낸다. 2004년 여름 조사에서 산란 절정기인 8월을 지나 9월 말에 조사가 이루어진 관계로 출현종수 및 출현개체수가 적었으며, 멸치(*Engraulis japonicus*), 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 망둑어류(*Gobiidae* spp.), 참서대류(*Cynoglossus* spp.) 등 대표적인 여름 산란종은 출현하지 않았으며, 보구치, 돛양태류 등 여름 산란종 중 일부 종만이 출현하였다. 2005년 1월 겨울 조사에서 흰베도라치가 다량 출현하여 일반적인 서해안 냉수 어종 출현양상과 일치하는 결과를 보여주었다.

아. 성어

(1) 개체수

정점 1, 5, 8에서 각각 19종씩 출현하여 다양하게 출현하였고, 정점 2, 6에서는 각각 6종씩 출현하여 빈약한 종조성을 나타내었고, 특히 정점 5에서는 838개체, 정점 8에서는 449개체가 출현하였다. 이것은 조사지점이 비교적 외해이고 주변환경이 어류의 서식에 적합하기 때문으로 추측된다. 어종별로는 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*)이 687개체(31.1%), 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 364개체(16.5%), 걱정이(*Trachidermus fasciatus*)가 306개체(13.9%), 흥어(*Okamejei kenojei*)가 222개체(10%) 출현하여 우점하였다. 이외 종은 모두

100개체 이하가 출현하였으며, 황해볼락(*Sebastes koreanus*), 삼세기(*Hemitripterus villosus*), 도다리(*Pleuronichthys cornutus*), 붕장어(*Conger myriaster*), 물메기(*Liparis tessellatus*), 갈치(*Trichiurus lepturus*) 등은 10개체 이하만 출현하였다. 경제성 종인 홍어는 다량으로 출현하였고, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)는 52개체(2.4%), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)은 29개체(1.3%), 넙치(*Paralichthys olivaceus*)는 14개체(0.6%)가 출현하였다(표 1-2-68, 그림 1-2-32).

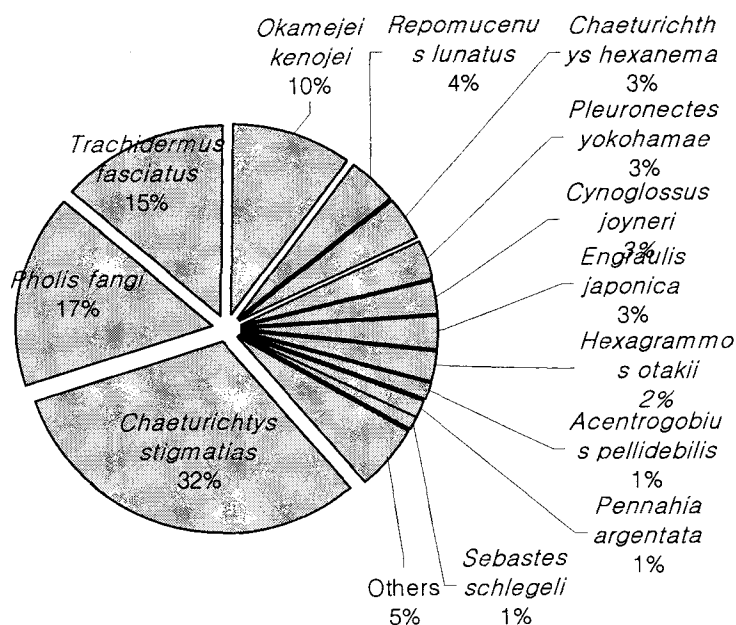


그림 1-2-32. 출현 어류의 개체수 비교.

Fig 1-2-32. Individual comparison to the occurring fish in the Taean marine ranching area.

표 1-2-68. 조사해역에 출현한 어류의 종조성 및 개체수

Table 1-2-68. Species composition and individuals of fishes collected in survey area

Species	Korean name	Station										Total	F	%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	점줄망둑	4		5	12	7				4		32	5	1.4	
<i>Apogon lineatus</i>	열동가리돔	3										2	5	2	0.2
Botidae sp.	등글넙치과	1										1	1	<0.05	
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	도화망둑	2	1	18	12	11		26	5		2	77	8	3.5	
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	쉬쉬망둑	1		68	110	335		1	12	136	24	687	8	31.1	
<i>Chirolophis wui</i>	왜도라치					2						2	1	0.1	
<i>Coilia nasus</i>	응어				2	3			4			9	3	0.4	
<i>Collichthy niveatus</i>	눈강달이				2							2	1	0.1	
<i>Conger myriaster</i>	붕장어				1							2	3	2	0.1
<i>Cryptocentrus filifer</i>	실망둑					1		1		3		5	3	0.2	
<i>Cynoglossus joyneri</i>	참서대	10		2	8	15	1	1	13		12	62	8	2.8	
<i>Engraulis japonica</i>	멸치	16	45								1	62	3	2.8	
<i>Hemitripterus villosus</i>	삼세기					2		1	1			4	3	0.2	
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	1										1	1	<0.05	
<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	18	1			6		1	12	3	11	52	7	2.4	
<i>Hippocampus coronatus</i>	해마								2			2	1	0.1	
<i>Hippocampus kuda</i>	북해마								1			1	1	<0.05	
<i>Johnius belengerii</i>	민태	11	2								2	15	3	0.7	
<i>Liparis tessellatus</i>	물메기							1	1			2	2	0.1	
<i>Okamejei kenojei</i>	홍어	5		23	87	7		17	53	28	2	222	9	10.0	
<i>Pagrus major</i>	참돔	2									6	8	2	0.4	
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치			1		5	1	3	3	1		14	6	0.6	
<i>Pennahia argentata</i>	보구치	18									12	30	2	1.4	
<i>Pholis fangi</i>	흰베도라치			15	14	179	5	3	139	9		364	7	16.5	
<i>Pleronichthy cornutus</i>	도다리	2				1						3	2	0.1	
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	문치가자미	12		2		23	7	20	3	1	5	73	8	3.3	
<i>Repomucenus beniteguri</i>	날뚝양태							12	3			15	2	0.7	
<i>Repomucenus lunatus</i>	뚝양태	48	1	8	12	3		11	1	1	8	93	9	4.2	
<i>Repomucenus richardsonii</i>	등갈양태	4		1	1							6	3	0.3	
<i>Sebastes koreanus</i>	황해볼낙					1			1	3		5	3	0.2	
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼낙	5				2		3	12		7	29	5	1.3	
<i>Trachidermus fasciatus</i>	걱정어			1	6	226	10	4	55	4		306	7	13.9	
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이		1									1	1	<0.05	
<i>Trichiurus lepturus</i>	갈치	1										1	1	<0.05	
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	두줄망둑				1					1		2	2	0.1	
<i>Zoarces gilli</i>	등가시치					9			4			13	2	0.6	
Number of species		19	6	11	13	19	6	15	19	12	13	36			
Total		164	51	144	268	838	25	116	449	82	72	2209		100.0	

(2) 생물량

정점 5에서 17,600gWWt, 정점8에서 16,665gWWt, 정점 4에서 12,679gWWt로 다량으로 출현하였는데, 이것은 생체량이 큰 홍어나 문치가자미 등이 많이 출현하였기 때문이다. 정점 4, 5, 8에서 46,944gWWt이 출현하여 전체(82,149gWWt) 생체량의 약 57%를 점유하였다. 종별로는 홍어가 38,940gWWt(47.4%) 출현하여 가장 많았고, 문치가자미(*Limanda yokohamae*)가 13,890gWWt(16.9%), 쉬쉬망둑 9,264gWWt(11.3%), 꺾정이 2,948(3.6%), 넙치 2,835gWWt(3.4%), 쥐노래미 2,630gWWt(3.2%) 흰베도라치 2,525gWWt(3.1%), 참서대(*Cynoglossus joyneri*) 2,515gWWt(3.1%)의 순위를 나타냈으며, 홍어, 문치가자미, 쉬쉬망둑 3종이 전체 생체량의 64.3%를 차지하였다. 상기 어종의 외의 경제성종으로는 조피볼락이 679gWWt(0.8%), 도다리가 307gWWt(0.4%), 참돔(*Pagrus major*)이 190gWWt(0.2%) 출현하였다. 홍어나 문치가자미 등은 냉수성 연안어종이기 때문에 다른 종에 비하여 많이 어획된 것으로 사료된다. 참돔, 멸치(*Engraulis japonicus*), 황해볼락(*Sebastes koreanus*), 갈치, 물메기, 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 해마(*Hippocampus coronatus*) 등은 각각 200gWWt(0.2%) 이하에서 1gWWt (0.0%)씩 어획되어 빈약하였다(표 1-2-69, 그림 1-2-33).



그림 1-2-33. 출현어류의 생태량 비교.

Fig 1-2-33. Weight comparison to the occurring fish in the Taean marine ranching| area.

표 1-2-69. 조사해역에 출현한 어류의 종조성 및 생체량

Table 1-2-69. Species composition and wet weight of fishes collected in survey area

Species	Korean name	Station										Total	%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	점줄망둑	10		8	29	24				9			80	0.1
<i>Apogon lineatus</i>	열동가리돔	3										2	5	<0.05
Botidae sp.	등갈넙치과	1											1	<0.05
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	도화망둑	13	4	102	88	98		182	28			20	535	0.7
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	쉬쉬망둑	3		616	1000	4914	9	43	2354	325			9264	11.3
<i>Chirolophis wui</i>	왜도라치					11							11	<0.05
<i>Coilia nasus</i>	응어				11	7			5				23	<0.05
<i>Collichthy niveatus</i>	눈강달이				25								25	<0.05
<i>Conger myriaster</i>	붕장어				21							48	69	0.1
<i>Cryptocentrus filifer</i>	실망둑					1		14		31			46	0.1
<i>Cynoglossus joyneri</i>	참서대	378		91	230	683	79	54	582			418	2515	3.1
<i>Engraulis japonica</i>	멸치	43	92									3	138	0.2
<i>Hemitripterus villosus</i>	삼세기					898		407	79				1384	1.7
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	35											35	<0.05
<i>Hexagrammos otakii</i>	취노래미	1043	45			296		33	533	109	571		2630	3.2
<i>Hippocampus coronatus</i>	해마								1				1	<0.05
<i>Hippocampus kuda</i>	복해마								1				1	<0.05
<i>Johnius belengerii</i>	민태	297	52									52	401	0.5
<i>Liparis tessellatus</i>	물메기							27	16				43	0.1
<i>Okamejei kenojei</i>	홍어	1258		6322	11067	220		5141	9534	5097	301		38940	47.4
<i>Pagrus major</i>	참돔	45										145	190	0.2
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치			64		1353	140	334	835	108			2834	3.4
<i>Pennahia argentata</i>	보구치	679										497	1176	1.4
<i>Pholis fangi</i>	흰배도라치			79	99	1302	36	20	922	67			2525	3.1
<i>Pleronichthys cornutus</i>	도다리	182				125							307	0.4
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	문치가자미	2056		195		4884	1259	3959	611	273	654		13891	16.9
<i>Repomucenus beniteguri</i>	날뚝양태							51	16				67	0.1
<i>Repomucenus lunatus</i>	뚝양태	148	4	25	28	13		32	1	3	45		299	0.4
<i>Repomucenus richardsonii</i>	동갈양태	16		4	4								24	<0.05
<i>Sebastes koreanus</i>	황해불낙					63			22	22			107	0.1
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피불낙	220				53		59	242		105		679	0.8
<i>Trachidermus fasciatus</i>	걱정어			3	75	2064	109	71	581	45			2948	3.6
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이		11										11	<0.05
<i>Trichiurus lepturus</i>	갈치	45											45	0.1
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	두줄망둑				2						4		6	<0.05
<i>Zoarcis gilli</i>	등가시치					591			302				893	1.1
Number of species		19	6	11	13	19	6	15	19	12	13		36	
Total		6475	208	7509	12679	17600	1632	10427	16665	6093	2861		82149	100.0

(3) 출현종 비교 및 군집분석

(가) 출현 종조성 비교

본 조사에서는 총 36종이 출현하였는데 조사기간이 어류의 출현이 가장 왕성한 봄~여름 시기를 지나서 조사하였고, 단순히 새우트를 한 가지 어구만 사용하여 채집하였기 때문에 실제로 서식하는 종류보다 적게 출현한 것으로 생각된다. 분류군 및 종별로 출현 경향을 보면, 농어목(Perciformes) 어류가 23종(63.8%) 출현하였고, 농어목내의 과별로는 망둑어과(Gobiidae) 어류가 5종, 민어과(Sciaenidae, 조기류)와 돛양태과(Callionymidae) 어류가 각각 3종씩 출현하였다. 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 어류는 7종, 가자미목(Pleuronectiformes) 어류는 5종이 출현하였다(표 1-2-70).

이전에 태안반도 주변에서 수행된 이(1996: 실제 조사기간 1991. 5-1992.2), 이(1998: 실제 조사기간 1992. 3-1993.1), 임과 최(2000: 실제 조사기간 1996. 5-1999.7)의 조사에서 출현한 어종과 본 조사에서의 출현종을 비교해 보면, 본 조사의 바다목장화에 중요종인 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)는 이전의 4회 조사동안 지속적으로 출현하였고, 쥐노래미와 근연종인 노래미(*H. agrammus*) 1개체가 본 조사에서만 출현하였다.

이(1998)에 의해 천수만 입구 해역에서 소형정치망을 이용한 조사에서 조피볼락(*Sebastes schlegeli*, 우럭)은 출현하지 않았고, 이(1998)를 제외하고 3회 연속 출현하였으며, 이전 조사에서 3회 출현한 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)과 농어(*Lateolabrax japonicus*)는 본 조사에서는 출현하지 않았다. 조기류(민어과)는 지금까지 4회 동안 7종이 출현하였으며, 참조기(*Larimichthys polyactis*)의 경우 본 조사에서만 출현하지 않았고, 부세(*Pseudosciaena crocea*)는 태안반도 북부의 만리포 주변 해역에서만 출현하였다. 가자미목의 넙치는 이전의 천수만 입구 조사에서는 출현하지 않았지만, 외해성의 만리포 주변해역과 안면도 외해역의 본 조사에서는 출현하였다. 본 조사에서 생체량 2위를 점유한 문치가자미는 4회 모두 출현하였고, 근연종이면서 고급 어종인 도다리(*Pleuronichthys cornutus*)도 4회 연속 출현하여 태안반도 주변의 정착성 어류임을 알 수 있었다. 우리나라 서해에 주로 서식하는 홍어(*Okamejei kenojei*, 간재미, 상어가오리)는 4회 연속 출현하였고, 본 조사에서 생체량 1위, 개체수 4위로 나타났다(표 1-2-70). 본 조사시, 부화 직후 크기인 전장 10cm 전후의 작은 유어들과 성장단계별 크기와 암수 성어가 다량으로 출현한 것은 본 바다목장화 연구해역이 홍어의 서식, 산란지임을 알 수 있겠다.

지금까지의 경향에서 본 조사시기가 수온이 낮아지는 시기이고, 이전 비교 조사결과는 1년이상-3년간의 년중 조사이므로 따뜻한 수온을 따라 이동하는 난류성 어류는 적게 출현한 것으로 사료된다. 따라서, 수온이 상승하고 산란을 위하여 이동이 많은 봄에서 초여름에 조사를 수행하면 더욱 더 높은 종조성을 나타내리라 생각된다.

표 1-2-70. 태안바다목장 해역 출현어종 비교

Table 1-2-70. Comparisons of occurring fishes around Taean marine ranching area

NO.	Species	Korean name	Present study	Lim & Choi(2000)	Lee(1998)	Lee(1996)
	Chordata	척삭동물문				
	Vertebrate	척추동물아문				
	Chondrichthyes	연골어강				
	Carcharhini formes	흉상어목				
	Triakidae	가치상어과				
1	<i>Triakis scyllium</i>	가치상어		●		
	Sphyrnidae	귀상어과				
2	<i>Sphyrna lewini</i>	홍살귀상어		●		
	Alopiidae	환도상어과				
3	<i>Alopias vulpinus</i>	흰배환도상어		●		
	Rajiformes	홍어목				
	Rajidae	홍어과				
4	<i>Okamejei kenojei</i>	홍어	●	●	●	●
	Dasyatididae	색가오리과				
5	<i>Dasyatis akajei</i>	노랑가오리		●		●
	Actinopterygii	조기강				
	Clupeiformes	청어목				
	Engraulidae	멸치과				
6	<i>Engraulis japonica</i>	멸치	●	●	●	●
7	<i>Coilia mystus</i>	싱어				
8	<i>Coilia nasus</i>	옹어	●	●	●	
9	<i>Setipinna tenuifilis</i>	반지		●		
10	<i>Thryssa hamiltonii</i>	청멸				
11	<i>Thryssa koreana</i>	곤어리			●	●
12	<i>Thryssa mystax</i>	북멸				●
	Clupeidae	청어과				
13	<i>Konosirus punctatus</i>	전어		●	●	●
14	<i>Sardinops melanostictus</i>	정어리			●	
15	<i>Sardinella zunasi</i>	밴댕이		●	●	●
	Siluriformes	메기목				
	Amblycipitidae	통가리과				
16	<i>Liobagrus mediadiposalis</i>	자가사리			●	
	Osmeriformes	바다빙어목				
	Osmeridae	바다빙어과				
17	<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어			●	
	Lophiiformes	아귀목				
	Lophiidae	아귀과				
18	<i>Lophiomus setigerus</i>	아귀		●	●	
	Mugiliformes	송어목				
	Mugilidae	송어과				
19	<i>Chelon haematocheila</i>	가송어		●		
20	<i>Mugil cephalus</i>	송어		●	●	
	Beloniformes	동갈치목				
	Belonidae	동갈치과				
21	<i>Tylosurus acus melanotus</i>	황알치			●	
	Scomberesocidae	꽁치과				
22	<i>Cololabis saira</i>	꽁치			●	
	Exocoetidae	날치과				
23	<i>Cheilopogon agoo</i>	날치			●	
	Hemiramphidae	학공치과				
24	<i>Hyporhamphus intermedius</i>	줄공치			●	
25	<i>Hyporhamphus sajori</i>	학공치		●	●	

표 1-2-70. 계속

Table 1-2-70. continued

NO.	Species	Korean name	Present study	Lim & Choi(2000)	Lee(1998)	Lee(1996)
	Gasterosteiformes	큰가시고기목				
	Hypoptichidae	양미리과				
26	<i>Hypoptychus dybowskii</i>	양미리			●	
27	<i>Hippocampus coronatus</i>	해마	●	●		
28	<i>Hippocampus kuda</i>	북해마	●			
29	<i>Syngnathus schlegeli</i>	실고기		●	●	●
	Anguilliformes	뱀장어목				
	Congridae	뱀장어과				
30	<i>Conger myriaster</i>	뱀장어	●	●	●	●
	Scorpaeniformes	쏨뱅이목				
	Scorpaenidae	양볼락과				
31	<i>Inimicus japonicus</i>	쭈기미		●	●	
32	<i>Sebastes glaucus</i>	Absent				●
33	<i>Sebastes inermis</i>	불낙			●	
34	<i>Sebastes koreanus</i>	황해불낙	●			
35	<i>Sebastes longispinis</i>	흰꼬리볼락		●		
36	<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락		●		
37	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	●	●		●
	Aploactinidae	풀미역치과				
38	<i>Erispex pottii</i>	풀미역치		●		
	Platycephalidae	양태과				
39	<i>Platycephalus indicus</i>	양태		●	●	●
	Hexagrammidae	쥐노래미과				
40	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	●			
41	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	●	●	●	●
	Cottidae	독중개과				
42	<i>Porocottus leptosomus</i>	고려실핏대		●		
43	<i>Trachidermus fasciatus</i>	걱정어	●			
	Hemipteridae	삼세기과				
44	<i>Hemipterus villosus</i>	삼세기	●	●	●	●
	Liparidae	꼼치과				
45	<i>Careproctus trachysoma</i>	Absent				●
46	<i>Liparis tessellatus</i>	물메기	●		●	●
47	<i>Liparis tanakai</i>	꼼치		●	●	
	Perciformes	농어목				
	Moronidae	농어과				
48	<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어		●	●	●
	Sillaginidae	보리멸과				
49	<i>Sillago japonica</i>	청보리멸		●	●	●
	Apogonidae	동갈돔과				
50	<i>Apogon lineatus</i>	열동가리돔	●	●	●	●
	Carangidae	전갱이과				
51	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	●	●		
	Leiognathidae	주둥치과				
52	<i>Leiognathus nuchalis</i>	주둥치		●	●	●
	Haemulidae	하스돔과				
53	<i>Hapalogenys mucronatus</i>	군평선어		●	●	
54	<i>Hapalogenys nitens</i>	동갈돔		●		
55	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	어름돔		●		●
	Sparidae	도미과				
56	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	감성돔		●	●	●
57	<i>Pagrus major</i>	참돔	●	●		
	Sciaenidae	민어과				
58	<i>Collichthys lucidus</i>	황강달이			●	
59	<i>Collichthys niveatus</i>	눈강달이	●			
60	<i>Johnius belengerii</i>	민태	●	●	●	●
61	<i>Larimichthys polyactis</i>	참조기		●	●	●
62	<i>Nibea albiflora</i>	수조기		●		
63	<i>Pennahia argentata</i>	보구치	●	●	●	●
64	<i>Pseudosciaena crocea</i>	부세		●		

표 1-2-70. 계속

Table 1-2-70. continued

NO.	Species	Korean name	Present study	Lim & Choi(2000)	Lee(1998)	Lee(1996)
	Zoarcidae	등가시치과				
65	<i>Zoarces gilli</i>	등가시치	●	●	●	●
67	<i>Chirolophis wui</i>	왜도라치	●	●		
68	<i>Dictyosoma burgeri</i>	그물베도라치		●		
	Ammodytidae	까나리과				
69	<i>Ammodytes personatus</i>	까나리		●	●	
	Blenniidae	청베도라치과				
70	<i>Omobranchus elegans</i>	앞동갈베도라치		●		
	Trichiuridae	갈치과				
71	<i>Trichiurus lepturus</i>	갈치	●		●	●
	Scombridae	고등어과				
72	<i>Scomberomorus niphonius</i>	삼치			●	
	Gobiidae	망둑어과				
73	<i>Acanthogobius hasta</i>	풀망둑		●	●	●
74	<i>Acanthogobius pellidebillis</i>	점줄망둑	●	●		
75	<i>Acanthogobius pflaumi</i>	줄망둑			●	
76	<i>Chaeturichthys flavimanus</i>	문절망둑				●
77	<i>Chaeturichthys hexanema</i>	도화망둑	●			●
78	<i>Chaeturichthys sciistius</i>	수염문절			●	
79	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	쉬쉬망둑	●	●		●
80	<i>Chasmichthys dolichognathus</i>	점망둑		●		
81	<i>Chasmichthys gulosus</i>	별망둑		●		
82	<i>Cryptocentrus filifer</i>	실망둑	●		●	
83	<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	빨갱이				●
84	<i>Luciogobius guttatus</i>	미끈망둑		●		
85	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	날개망둑		●	●	
86	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	가시망둑				●
87	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑		●		
88	<i>Taenioides rubicundus</i>	개소갱		●		
89	<i>Tridentiger barbatus</i>	아작망둑		●		●
90	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	두줄망둑	●	●	●	●
	Callionymidae	돛양태과				
91	<i>Repomucenus beniteguri</i>	남돛양태	●			
92	<i>Repomucenus lunatus</i>	돛양태	●		●	●
93	<i>Repomucenus richardsonii</i>	동갈양태	●			
94	<i>Repomucenus sp.</i>	돛양태류		●		
	Pholididae	황줄베도라치과				
95	<i>Pholis nebulosa</i>	베도라치		●		
96	<i>Pholis fangi</i>	흰베도라치	●	●	●	●
97	<i>Pholis nebulosa</i>	베도라치		●		
	Sphyaenidae	꼬치고기과				
98	<i>Sphyaena obtusata</i>	창꼬치				●
99	<i>Sphyaena pinguis</i>	꼬치고기		●	●	
	Stromateidae	병어과				
100	<i>Pampus argenteus</i>	병어			●	●
	Pleuronectiformes	가자미목				
	Bothidae	등글넙치과				
101	<i>Botidae sp.</i>	등글넙치류	●			
	Paralichthyidae	넙치과				
102	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	●	●		
103	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	별넙치			●	●
	Pleuronectidae	가자미과				
104	<i>Cleisthenes pinetorum</i>	용가자미				●
105	<i>Kareius bicoloratus</i>	돌가자미		●	●	●
106	<i>Lepidopsetta mohigarei</i>	술봉가자미				●
107	<i>Limanda herzensteini</i>	참가자미			●	
108	<i>Pleronichthy cornutus</i>	도다리	●	●	●	●
109	<i>Pleuronectes yokohamae</i>	문치가자미	●	●	●	●

(나) 생태지수

종다양성지수(H')는 외파수도 북서쪽에 위치한 정점 10에서 2.304로 가장 높았으며, 내파수도 남서쪽에 위치한 정점 2에서 0.546으로 가장 낮았다. 그 외 정점에서 종다양성지수는 1.431~2.217 범위였다(표 1-2-71, 그림 1-2-34). 균등도지수(e)는 0.305~0.898 범위로 다양성지수와 마찬가지로 정점 10에서 가장 높고 정점 2에서 가장 낮았다. 그 외 정점에서 0.536~0.804 범위였다.

표 1-2-71. 정점별 생태지수

Table 1-2-71. Species index for sampling area in the Taean marine ranching area

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diversity	2.368	0.546	1.642	1.628	1.579	1.431	2.217	1.857	1.842	2.304
Evenness	0.804	0.305	0.685	0.635	0.536	0.799	0.819	0.631	0.741	0.898

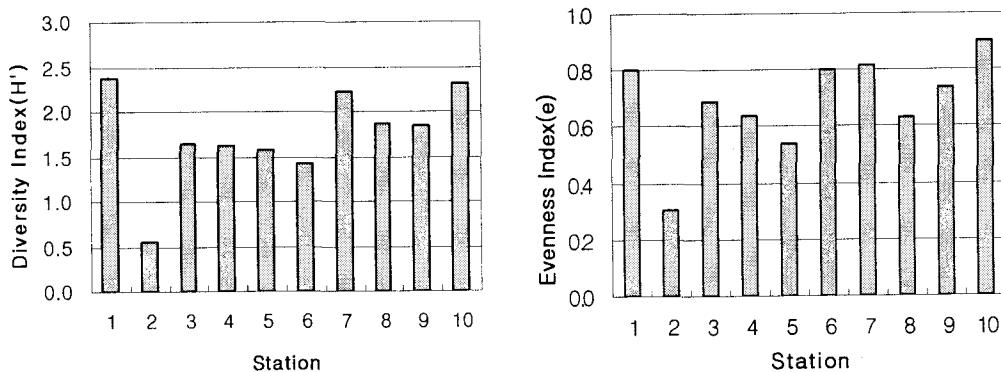


그림 1-2-34. 종다양성 지수와 균등도 지수.

Fig. 1-2-34. Diversity index and Evenness index.

(다) 군집분석

각 정점에 출현한 어류들의 출현 개체수를 이용하여 군집특성을 파악한 결과, 크게 바다목장 예정지역의 정점들과 예정지 외해에 있는 정점들로 구분되었다(그림 1-2-35). A그룹에 속하는 정점 5와 7, 8, 9의 위치는 바다목장 예정지에 속하는 해역으로 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*), 흰베도라치(*Pholis fangi*), 꺾정어(*Trachidermus fasciatus*) 등이 우점하여 출현하였고 실망둑(*Cryptocentrus filifer*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 넙치

(*Paralichthys olivaceus*), 문치가자미(*Limanda yokohamae*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 등 B와 C 그룹에 비해 가장 다양한 어종들이 출현하였다. B그룹에 속하는 정점 3과 4는 쉬쉬망둑과 흥어(*Okamejei kenojei*) 그리고 동갈양태(*Repomucenus richardsonii*)가 우점하였으며, 도화망둑(*Chaeturichthys hexanema*)과 흰베도라치(*Pholis fangi*), 돛양태(*Repomucenus lunatus*)가 다량 출현하는 특징을 보였다. 실제로 B그룹에 속한 정점들의 우점종들의 종조성은 A그룹과 큰 차이가 나지 않으나 A그룹에 비해 출현종수가 적었다. C그룹에 속하는 정점 1과 10은 외해에 내과수도 외해에 위치하며, 특별히 우점하는 종은 없으나 많은 종들이 다양하게 출현하는 군집형태를 보였다. 그 외에 정점 6과 정점 2가 각 그룹으로부터 유사도가 떨어지는 군집형태를 갖는 것으로 나타났는데 이것은 그물의 예인 시간이 짧아 종조성과 개체수가 적게 채집되었기 때문이다. 실제적으로 다른 정점과 유사하게 예인했을 경우 정점 6의 경우 A그룹에 정점 2의 경우 C그룹의 군집구조를 가질 것으로 생각된다.

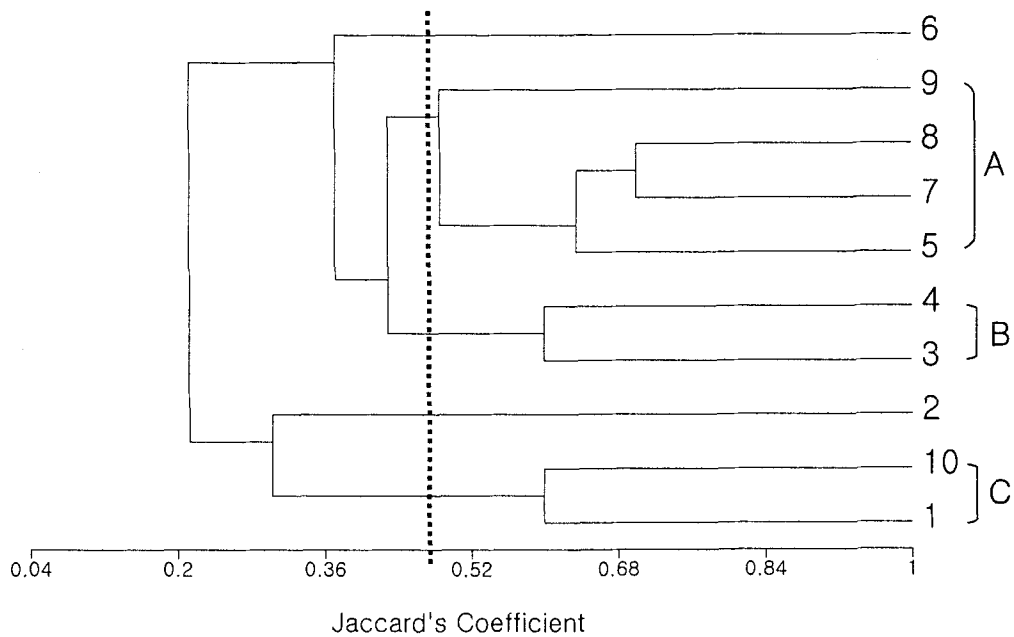


그림 1-2-35. 조사지점별 군집비교 수상도.

Fig. 1-2-35. Dendrogram for clustering analysis of sampling area.

제 3 절 요약 및 결론

1. 수질

9월 표층 수온은 평균 21.4℃, 21.1~21.6℃ 범위를, 저층 수온은 평균 21.0℃, 20.0~21.6℃ 범위를 나타냈다. 11월 표층 수온은 평균 14.3℃, 13.9~14.7℃ 범위를, 저층 수온은 평균 14.1℃, 13.7~14.3℃ 범위를 나타냈다. 염분은 9월 표층에서 평균 30.0psu, 저층에서 30.1psu를, 11월에는 표층과 저층 31.1psu이었다. 수소이온농도(pH)는 9월 표층과 저층 모두 평균 8.11이었고, 11월에는 표·저층, 전 정점 8.06이었다. 용존산소(DO)는 9월 표층에서 평균 5.18 mg/ℓ(농도 범위 5.05~5.36 mg/ℓ)이었고, 저층은 평균 5.07 mg/ℓ(농도 범위 4.97~5.16 mg/ℓ)이었으며, 11월의 경우, 표층에서 평균 5.33 mg/ℓ(농도 범위 5.26~5.37 mg/ℓ), 저층에서 평균 5.28 mg/ℓ(농도 범위 5.20~5.35 mg/ℓ)이었다. 부유물질(SS)은 9월 표층에서 평균 27.27 mg/ℓ(농도 범위 26.00~29.20 mg/ℓ)이었고, 저층은 평균 36.59 mg/ℓ(농도 범위 27.80~51.15 mg/ℓ)이었으며, 11월의 경우, 표층에서 평균 17.25 mg/ℓ(농도 범위 16.50~17.50 mg/ℓ), 저층에서 평균 16.93 mg/ℓ(농도 범위 16.30~17.50 mg/ℓ)이었다. 아질산염(NO₂)은 9월 표층에서 평균 0.756 μM(농도 범위 0.318~1.999 μM)이었고, 저층은 평균 0.786 μM(농도 범위 0.338~2.131 μM)이었으며, 11월의 경우, 표층에서 평균 0.292 μM(농도 범위 0.222~0.486 μM), 저층에서 평균 0.292 μM(농도 범위 0.257~0.360 μM)이었다. 질산염(NO₃)은 9월 표층에서 평균 4.891 μM(농도 범위 3.619~5.864 μM)이었고, 저층은 평균 4.945 μM(농도 범위 4.382~5.442 μM)이었으며, 11월의 경우, 표층에서 평균 10.632 μM(농도 범위 8.572~12.590 μM), 저층에서 평균 11.603 μM(농도 범위 8.136~14.255 μM)이었다. 암모니아염(NH₄⁺)은 9월 표층에서 평균 2.529 μM(농도 범위 2.083~3.184 μM)이었고, 저층은 평균 2.632 μM(농도 범위 2.261~3.011 μM)이었으며, 11월의 경우, 표층에서 평균 0.199 μM(농도 범위 0.049~0.409 μM), 저층에서 평균 0.354 μM(농도 범위 0.131~0.614 μM)이었다. 인산염(HPO₄)은 9월 표층에서 평균 0.599 μM(농도 범위 0.129~0.899 μM)이었고, 저층은 평균 0.717 μM(농도 범위 0.225~0.889 μM)이었으며, 11월의 경우, 표층에서 평균 0.519 μM(농도 범위 0.448~0.564 μM), 저층에서 평균 0.466 μM(농도 범위 0.392~0.542 μM)이었다.

2. 퇴적물

조간대 지역의 평균입도는 1.588~3.645φ, 조하대는 3.298φ로 지역에 따라 니질 또는 역질을 포함한 사질 퇴적상을 보였으며, 고남과 신야 2구 및 조하대를 제외한 지역들의 분급 상태는 좋았다. 신야 2구가 조간대 내에서는 유기물 함량이 가장 높았다.

3. 미생물 및 동·식물 플랑크톤

태안바다목장화 지역의 종속영양세균은 조간대에서는 사질 퇴적상 조간대(정점 1)가 니질 퇴적상 조간대(정점 3과 5)보다 높은 현존량을 보였다. 조하대의 종속영양세균은 전체적으로 다른 해역보다 높게 관찰되었는데 이는 태안바다목장화 수역의 유기물 부하량이 크기 때문인 것으로 사료된다. 식물플랑크톤은 추계에는 *Skeletonema costatum*과 *Ceratium fusus* 등 규조류가, 동계에는 은편모조류가 우점하였으며 현존량 또한 풍부하였다. 조간대 부착 규조류 현존량은 9월과 11월 모두 사질 퇴적상(정점 1)보다 니질 퇴적상(정점 3과 5)에서 높았으며 대부분 우상목 규조목이 출현하였다. 동물플랑크톤은 요각류가 주요 우점분류군으로 *Oithona similis*가 요각류 중 가장 높은 우점률을 보였다. 본 조사에서 태안바다목장화 지역의 생물량은 풍부한 것으로 조사되었다.

4. 저서생물

바다목장 해역 내 5개 갯벌(고남, 승언리, 신야 1, 2구 그리고 장곡)에서 대형저서동물 군집에 대한 연구를 수행한 결과, 조사 해역은 단각류와 연체동물이 우점하는 곳이며, 신야 2구에서 풍부한 생물상이 관찰되었으며, 갯벌 군집의 시공간적 변동성은 주로 퇴적상에 따라 결정되는 것으로 추정되었다. 다모류를 제외한 나머지 동물군을 대상으로 가입양상을 관찰하였으며, 주어진 관찰 기간 내에서는, 신야 2구에서 가장 활발한 가입이 일어났음을 확인하였다. 무척추 동물과 산업종의 가입에 관한 정보는 지속적으로 수집이 되어야 하며, 갯벌의 이용 대책 수립과 실험 생태 분야에 중요한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

바다목장 해역의 조하대에 배치된 6개 정점을 대상으로 이루어진 대형저서동물 군집에 대한 조사로부터 구조와 이차생산력의 추정이 이루어졌다. 평균 종수와 밀도 그리고 생체량 등의 생물학적 변수들은 모두 11월의 것이 9월에 비해 증가한 것으로 나타나 계절성이 현저한 것으로 판단되었다. 저서동물 군집의 2차 생산력은 정점별로 8.033~19.859 gAFDW m² y⁻¹의 분포범위를 보였으며, 전체 평균값은 13.394 gAFDW m² y⁻¹인 것으로 추정되었다.

생태계의 물질 순환, 생물 다양성과 수산자원의 보존 측면에서 중추적 역할을 수행하는 대형저서동물 군집에 대한 기존의 연구 자료와 지속적인 관찰을 통해 축적될 미래의 연구 자료는 타 연구 분야나 생태계의 이용, 관리 측면에서 기초 자료와 변화의 감지를 위한 근거 자료로 훌륭하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

5. 난·자치어

2004년 9월과 2005년 1월, 2회 조사에서 출현한 어란은 없었다. 자치어는 2004년 9월

에 4종, 155 개체/1,000m³가 출현하였으며, 우점종은 돛양태류(*Callionymus* sp.)였다. 2005년 1월에 출현한 자치어는 2종, 37,323 개체/1,000m³였으며, 우점종은 흰베도라치(*Pholis fangi*)였다.

6. 성어

2004년 9월부터 2005년 1월 사이 3회 조사, 10개 정점에서 새우트롤을 이용한 어류상 조사에서 총 7목 21과 31종이 출현하였다. 개체수 우점종은 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*)이었으며, 생체량 우점종은 홍어(*Okamejei kenojei*)였다.

참고문헌

- Adnan, Q., 1987. Red tides due to *Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehrenb. and mass mortality of fish in Jakarta Bay. Pro. 1st International symposium on red tides, Japan, pp.53-55.
- Allen, L.G., 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the Littoral fish assemblage in upper newport bay. Fishery Bulletin 80(4): 769-790.
- Azam, F., T. Fenchel, J.G. Fricle, J.S. Grag, L.A. Meyer-Reil, and F. Thingstad, 1983. The ecological role of water column microbes in the sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 10: 257-263.
- Barbour M.G., Burk J.H. and Pitts W.D. 1987. Terrestrial plant ecology. The Benjamin/Comming Pub. Co., Inc. pp. 634.
- Blears, M. J., S. A. De Grandis, H. Lee and J. T. Trevors, 1998. Amplified fragment length polymorphism(AFLP): a review of the procedure and its applications. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 21: 99-114.
- Bowman, T.E., 1965. An arostrate population of the Copepod, *Acartia lilljebogii* Gisbrecht (Calanoida: Acartiidae) from St. Lucia, West Indies. *Crustaceana*, 21: 165-175.
- Brey, T. 1990. Estimaing productivity of macrobenthic invertebrates from biomass and mean individual weight. *Meeresforsch.* 32: 239-343.
- Brunel, J. 1962. Le phytoplancton de la Baie des Chaleurs. Les Presses de L'Universite de Montreal, 365 pp.
- Callejas, C. and M. D. Ochando, 2001. Molecular identification (RAPD) of the eight species of the genus *Barbus* (Cyprinidae) in the Iberian Peninsula. *J. Fish Biol.* 59: 1589-1599.
- Choi, H.S., 1988. A floristic study on benthic diatoms in Sondo tidal flat, Gyeongii bay, M.S. Thesis, SNU., 77pp.
- Cupp, E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of north America. *Bull. Scripps Inst. of Oceanogr., Univ. Calif.*, 5: 1-237.
- Dawes C.J. 1981. Marine Botany. John Wiley & Sons, New York, pp. 628.
- Degani, G., J. Pitcovski, T. Dobski and Y. Plotsky, 1997. DNA fingerprint bands applied to analysis of variations in angelfish (*Pterophyllum scalare*)(Cichlidae) strains. *J. Aquacult. in the Tropics* 12(1): 43-51.
- Dinesh, K. R., T. M. Lim, K. L. Chua, W. Chan and V. P. E. Phang, 1996. Genetic

- variation inferred from RAPD fingerprinting in three species of tilapia. *Aquacult. International* 4(1): 19-30.
- Dodge, J.D., 1982. *Marine dinoflagellates of the British Isles*. Her Majesty's Office. London,, 214 pp.
- Doty M.S. 1971. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. *Bot. Mar.* 14: 32-35.
- Dring M.J. 1982. *The Biology of Marine Plants*. Edward Arnold, London, pp. 199.
- Fukami, K.S. Ohara and Y. Ishida, 1990. Effect of extracellular organic carbon (EOC) from phytoplankton on the community structure of oilgotrophic bacteria. *Arch Hydrobiol. Beith Ergen. Limnol.*, 34 : 43~47
- Hasle, G.R. and E.E. Syvertsen, 1996. Marine diatoms. In: Tomas, C.R. (ed.) *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press., 838 pp.
- Hasle, G.R. and G.A. Fryxell, 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 89 : 469-474.
- Hasle, G.R. and G.A. Fryxell, 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light microscopy. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 89: 469-474.
- Hendey, N.J., 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. V. Bacillariophyceae (Diatoms), 317 pp.
- Hjort, J, 1926. Fluctuation in the year classes of important food fishes J. *Cons. int. Explor. Mer.*, 1: 5-38.
- Huang, C. H., L. R. Zhang, J. H. Zhang, L. C. Xiao, Q. J. Wu, D. H. Chen and J. K. Li, 2001. Purification and characterization of White Spot Syndrome Virus (WSSV) produced in an alternate host: crayfish, *Cambarus clarkii*. *Viol. Res.* 76: 115-125.
- Huh, S.B., J.M. Kim and J.M. Yoo, 1984. Fisheries resources in Garolim Bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 17(1): 68-80.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat.* 44: 223-270.
- Jones, C. J., K. J. Edwards, S. Castaglione, M. O. Winfield, F. Sala, C. Van de Wiel, G. Bredemeijer, B. Vosman, M. Matthes, A. Daly, R. Brettschneider, P. Bettini, M. Buiatti, E. Maesti, A. Malcevschi, N. Marmioli, R. Aert, G. Volckaert, J. Rueda, R. Linacero, A. Vazquez and R. Aert, 1997. Reproducibility testing RAPD, AFLP and SSR markers in plants by a network of European laboratories. *Mol. Breed.* 3: 381.
- Kang J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull.*

- Pusan Fish. Coll.* 7: 1-125.
- Kim Y.H. and Lee I.K. 1985. The structure analysis of intertidal algae Community in Muchangpo, westem coast of Korea. *Korean J. Bot.* 28: 149-164.
- Koh C.H. and Sung N. 1983. Community structure and productivity of phytobenthos in Juckdo(eastem coast of Korea). I. Benthic marine algal vegetation and its environment. *Korean J. Bot.* 26: 119-130..
- Koh C.H. Oh S.H. Sung N. Ahn I. and Kang Y.C. 1989. Algal zonation and seasonality in subtidal area of a wave exposed coast at Oori, east coast of Korean. *Korean J. Phycol.* 4: 171-182.
- Konishi, H. (ed.). C. Araga, K. Mochizuki, T. Nakabo, K. Konishi and K. Imai, 1995. Fishes-new Color Guide for Sportfishermen. Weekly Sunday Fishing Co. Ltd., Osaka, 559 pp. (In Papanese)
- Kosugi, M., 1987. Limiting factors on the distribution of benthic diatoms in coastal regions - Salinity and substratum. *diatom research.*, 3: 21-31
- Lee R.E. 1999. *Phycology*. Cambridge University Press. pp. 614.
- Lerman M., 1986. Marine biology. Environment diversity, and Ecology. The Benjamin/Cummings Pub. Co. Inc. pp. 534.
- Liu, Z. J., P. Li, B. J. Argue and R. A. Dunham, 1999. Random amplified polymorphic DNA marker: usefulness for gene mapping and analysis of genetic variation of catfish. *Aqaucult.* 174: 59-68.
- Lloyd, M. and R.J. Ghelard, 1964. A table for calculating the equitability component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33: 421-425.
- Lobban C.S. and Harrison P.J. 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge Univ. Press. Cambridge pp. 366.
- Lohman, K.E., 1972. A procedure for the microscopical study of diatomaceous sediments. *Nova Hedwigia Beih.*, 39: 267-283.
- Margalef, R., 1958. *Perspectives in ecology theory*. Chicago, University of Chicago Press., 112pp.
- Masuda, H, K. Amaoka, C. Araga, T. Uneo and T. Yoshino (eds), 1992. *The Fishes of the Japanese Archipelago*, 3rd ed. Tokai University Press, Text and Plates; 456pp. + 378 pls.
- Masuda, H., K. Amaoka, C.Araga, T. Ueno and T. Yoshino (eds.). 1984. *The fishes of the Japanese Archipelago*. Tokai Univ. Press. Japan. 437p+370pls.
- May, R.C., 1974. Larvae mortality in marine fishes and the critical period concept. pp.

- 3-20. In Blaxter.
- McIntire, C.D., 1978. The distribution of estuarine diatoms along environmental gradients: A canonical correlation. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 6: 447-457.
- McNaughton, S.J., 1967. Structure and function in California grasslands. *Ecology*, 49: 962-972.
- Moser, H.G., W.S. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardson. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. The American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 760 pp.
- Nakabo, T. ed., 2002. Fishes of Japan, with Pictorial Keys to the Species, English edition, I, II. Tokai University Press, Tokyo, 1749 pp.
- Nam K.W. 1986. On the marine benthic algal community of Chuckdo in eastern coast of Korea. *Korean J. Phycol.*, 1: 185-202.
- Nam, Y. K., D. S. Kim, 2002. Molecular cloning and alternative splicing of growth hormone transcripts in greenling, *Hexagrammos otakii*. *J. Kor. Fish. Soc.* 35(6): 676-681.
- Nelson, J.S., 1994. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., New York, 600 pp.
- Nybakken J.W. 1993. Marine Biology, an ecological approach. Harper Collinsaeer College. Publishers. pp. 462.
- Odum E.P., 1971. Fundamental Ecology, W.B. Saunders Co. Philadelphia., 540pp.
- Odum, E.P., 1989. Ecology and our Endangered Life-Support Systems. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press. 1154 pp.
- Osten, M., M. Den Bieman, M. T. R. Kuiper, M. Pravenec, V. Kren, T. W. Kurtz, H. J. Jacob, E. Lankhorst and B. F. M. Van Zutphen, 1996. Use of AFLP markers for gene mapping and QTL detection in the rat. *Genomics* 37: 289-292.
- Pace M. and J.D. Orcutt., 1981. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in a freshwater zooplankton community. *Limnol. Oceanogr.*, 26: 822-830.
- Palmer, J.D. and F.E. Round, 1967. Persistent, vertical-migration rhythms in benthic microflora. VI. The tidal and diurnal nature of the rhythm in the diatom *Hantzschia virgata*. *Biol. Bull.*, 132: 44-55.
- Park, I-S., J. H. Jo, S. J. Lee, Y. A. Kim, K. E. Park, J. W. Hur, J. S. Yoo and Y.-C. Song, 2003. Anaesthetic effect of lidocaine hydrochloride-sodium bicarbonate and

- MS-222 on the greenling (*Hexagrammos otakii*). J. Kor. Fish. Soc. 36(5): 449-453.
- Parsons, T.R., Y. Maita, and C.M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press. p. 173.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. J. Theor. Biol. 13: 131-144.
- Pielou, E.C., 1975. Ecological diversity. John Wiley, New York, New York, USA.
- Pielou, E.C., 1984. The interpretation of ecological data. Wiley, New York.
- Reimann, B.E.F., E.L. Duke and G.L. Floyd, 1980. Fixation, embedding, sectioning and staining of algae for electron microscopy. p. 285-303, In: Elisabeth, G. (ed.) Handbook of Phycological Methods. Camb. Univ. Press London., 425 pp.
- Roa, A. C., M. M. maya, M. C. Duque, J. Tohme, A. C. Allem, M. W. Bonierbale, 1997. AFLP analysis of relationships among *cassava* and other *Manihot* species. *Theor. Appl. Genet.* 95: 741-746.
- Round, F.E., 1971. Benthic marine diatoms. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 9: 83-139.
- Round, F.E., R.M. Crawford and D.G. Mann, 1990. The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, IL.
- Shannon, E.C. and W. Weaver, 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 117pp.
- Shim, J.H. and S.J. Yoo, 1985. Phytoplankton community off the coast of Kunsan. Korea. *J. Oceanl. Soc. Korea.*, 20: 31-42.
- Sim, M. A., J. K. Noh, Y. K. Nam and D. S. Kim, 2002. Cytogenetic analysis of spotty belly greenling (*Hexagrammos agrammus*) and Greenling (*H. otakii*). *J. Kor. Fish. Soc.* 35(6): 682-685.
- Simonsen, R., 1974. The diatom system: Ideas on phylogeny. *Bacillaria.*, 2: 9-71.
- Sneath P.H.A. and Sokal R.R. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman, San Francisco, pp. 573.
- Sohn C.H. Lee I.K. and Kang J.W. 1982. Benthic marine algae of Dolsan Island in the southern coast of Korea I. *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan*, 14:37-50.
- Sohn C.H., Lee I.K. and Kang J.W. 1983. Benthic marine algae of Dolsan island in the southern coast of Korea I. *Publ.* pp. 37-50.
- Sullivan, M.J., 1978. Diatom community structure: Taxonomic and statistical analysis of a Mississippi Salt Marsh. *J. Phycol.*, 14: 468-475.

- Takashi, A., Takanori, K. Kenji, S. Ichiro N. 1996. Tissue preservation total DNA extraction from fish stored at ambient temperature using buffers containing high concentration of urea. *Fish. sci.* 62 : 727-730.
- Trainor F.R. 1978. *Introductory Phycology*. John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 525.
- Ueda, H., 1986. Taxonomic reexamination and geographic distribution of copepods known as *Acartia clausi* in Japanese coastal and inlet water. *J. Oceanogr. Soc. Japan.*, 42: 124-133.
- UNESCO, 1976. *Zooplankton fixation and preservation*. UNESCO Press. Paris. 1-350.
- Vos, P., R. Hodggers, M. Bleeker, M. Reijans, T. van de Lee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, M. Zabeau, 1995. AFLP, a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* 23: 4407-4414.
- Wimpenny, J.R.T., R.W. Lovit and J.P. Coombs, 1980. Laboratory model systems for the investigation of spatially and temporally organised microbial ecosystems. In: Slater, J.H., R. Whittenbury and J.W.T. Wimpenny (eds.), *Microbes in Their Natural Environments*. p 67-117. Cambridge Univ. Press, London.
- Yamada, W., S. Shirai, M. Tokimura, S. Deng, Y. Zheng, C. Li, Y.U. Kim and Y.S. Kim, 1995. Names and illustrations of fishes from the East China Sea and the Yellow Sea - Japanese · Chinese · Korean -. Overseas Fishery Cooperation Foundation, Tokyo, (Nihon Shiko Printing Co., Ltd., Nagasaki), 288 pp.
- 山路 勇, 1991. 日本海洋プランクトン圖鑑. 保育社, 日本.
- 山田梅芳, 田川勝, 岸田周三, 本城康至, 1986. 東シナ海・黄海のさかな. 西海區水産研究所, 長崎, 502 pp.
- 小久保 清治, 1955. 浮游硅藻類. 恒生閣, 東京.
- 강성윤, 김두홍, 이우범, 주현수, 이계철, 박종천, 1999. 강진만 생태계의 환경요인 분석. *한국환경생물학회지*, 17 : 521-527.
- 강제원, 손철현, 이종화. 1980. 서해남부 연안 우이도 및 매섬의 하계 해조상. 신안군 우이도 및 인근도서 종합학술 조사 보고서. 한국자연보존협회 조사보고서 16: 95-107.
- 고남표. 1990. 거문도의 해산자원식물에 관한 생태학적 연구. *조류 학회지* 5: 1-37
- 고철환, 이해복. 1982. 덕적도의 해조상. 자연보호중앙협의회 자연실태종합보고서 1: 227-248.
- 국립해양조사원 <http://www.nori.go.kr/>
- 권창희, 2001. 국내발생 새우 White Spot Syndrom Virus (WSSV)의 형태학적 특징. *Kor. J. Anim. Sci.* 17(4) : 283-285.

- 김동준, 2003. 칼납자루, *Acheilognathus koreensis*와 임실납자루, *Acheilognathus somjinensis*의 분자계통학적 연구. 순천향대학교 석사학위논문. 48pp.
- 김상근 · 고창순 · 송천호, 1987. 조피볼락종묘생산기술개발시험. 수진사업보고. 71: 117-122.
- 김상진, 이건형, 1998. 해양미생물학. 동화기술.
- 김수암, 1991. 수산자원평가론. 우성문화사. 서울. 175 pp.
- 김수암, 강수경, 1999. 해양생태계의 환경수용력과 관련한 최근의 연구경향. 한국수산자원학회지, 2: 101-110.
- 김수암, 장창익, 1994. 어류생태학. 서울프레스. 서울. 273 pp.
- 김영환, 이인규. 1985. 서해안 무창포의 조간대 해조군집구조 분석. 식물학회지 28: 149-164.
- 김영환. 1983. 한국 조간대 해조류의 생태학적 연구. 이학박사학위 논문. 서울대학교. pp. 175.
- 김용익, 김용문, 김영섭, 1994. 한국연근해 유용어류도감. 국립수산진흥원, 299 pp.
- 김용익 · 김용문 · 김영섭, 1994. 한국연근해 유용어류도감. 예문사. 299pp.
- 김종관, 강용주, 1991. 삼중자망에 의한 삼천포 신수도연안 천해어류 군집의 구조. 한국수산학회지, 24(2): 99-110.
- 김종만, 유재명, 명정구, 임주열. 1986. 한국연근해 어란 치자어도감. 해양연구소 BSPE 00060-98-3. 369 pp.
- 남윤권, 1995. 어류의 혈구세포 및 정자로부터 새로운 DNA 추출 방법 개발에 관한 연구. 부산수산대학교 대학원 석사학위논문. P. 40.
- 명정구, 1997. 제주도 문섬 주변의 어류상. 한국어류학회지, 9(1): 5-14.
- 명정인 · 고태승 · 김병균, 1998. 사육수의 염분도, 사육밀도 및 먹이 공급량이 조피볼락, *Sebastes schlegeli*의 초기 생존율에 미치는 영향. 수진연구보고. 54: 47-55.
- 박종천, 이우범, 주현수, 1998. 광양만 생태계의 미생물집에 관한 환경요인 분석. 한국환경생물학회지, 16 : 143-150.
- 박종화, 황강석, 강영실, 2000. 한국 근해 겨울철 온난화와 주요 어종의 어황 변화. 한국수산자원학회지, 3:77-87.
- 박주석, 1970. 한국근해의 모악류에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 6: 1-174.
- 박차수, 김영섭, 박종화, 김장근, 최영민, 이동우, 최광호, 김성태, 황강석, 1998. 연근해 주요어종의 생태와 어장. 국립수산진흥원, 부산, 304 pp.
- 신민철, 이태원, 1990. 대천해빈 쇠파대 어류군집의 계절변화. 한국해양학회지, 25: 135-144.
- 심재형, 조병철, 1984. 인천 부근 조간대의 저생규조류 군집. 서울대 자연과학대학 논문집, 9: 135-150.

- 오상희, 1992. 서해 만경, 동진 펄 조간대의 환경과 저서규조류 군집. 서울대학교 이학석사학위논문, 84pp.
- 유광일, 허회권, 이원철, 1991. 한국 연안에 분포하는 *Acartia*속 요각류의 분류학적인 재검토. 한국수산학회지, 24: 255-265.
- 유재명, 1988. 황해 남동해역의 여름철 치자어 분포. 해양연구보고. 10(2): 9-15.
- 유재명, 김용서, 김성, 이은경, 1995. 흰베도라치(*Enedrias fangi*)의 초기생활사에 관하여. 한국어류학회지. 7(1): 27-28.
- 유재명, 김종만, 허형택, 차성식, 1987. 경기만에 출현하는 자치어의 분류. 한국해양연구소 p.16-22
- 윤창호, 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 서울, 747 pp.
- 이순길, 김용역, 명정구, 김종만, 2000. 한국산어명집. 한국해양연구소, 안산, 222 pp.
- 이인규, 유순애. 1978. 서해 격렬비열도의 하계 해조상에 대하여. 한국자연보존협회 조사보고서 12: 103-120.
- 이인규. 1980. 덕적도의 해조류에 대한 연구. 학술원논문집 자연과학편 19: 135-160.
- 이재완, 오병건, 이해복. 1997. 서해안 태안반도 파도리 일대의 해조상과 군집. 한국조류학회지 12: 131-138.
- 이재완, 이해복. 1990. 서해안 태안반도의 해조 분포. 청주대학교 산업과학연구. 8: 245-257.
- 이창규 · 김상근 · 박노대, 1994. 조피볼락 종묘양산시험. 수진사업보고. 114: 81-84.
- 이충렬, 2004. 한국 서해 어류상의 재검토. 한국어류학회지, 16(1): 60-74.
- 이태원, 1989. 천수만 저서성 어류군집의 계절변화. 한수지, 22(1): 1-8.
- 이태원, 1991. 아산만 저어류. I. 적정 채집 방법. 한수지, 24(4): 248-254.
- 이태원, 1993. 아산만 저어류. III. 정점간 양적 변동과 종조성. 한수지, 26(5): 438-445.
- 이태원, 1996. 천수만 어류의 종조성 변화. 한수지, 29(1): 71-83.
- 이태원, 1998. 천수만 어류의 종조성 변화. 3. 부어류. 한수지, 31(5): 654-664.
- 이태원, 2001. 대천 해변 쇄파대 어류 종조성의 단기 변화. 한국어류학회지, 13(1): 32-39.
- 이태원, 김광천, 1992. 아산만 저어류. II. 종조성의 주야 및 계절변동. 한수지, 25(2): 103-114.
- 이태원, 문형태, 최신석, 1997a. 천수만 어류의 종조성 변화. 2. 대천 해변 쇄파대 어류. 한수지, 9(1): 79-90.
- 이태원, 문형태, 허성희, 1997b. 시화호 수질악화에 따른 시화호 주변 해역 어류의 종조성 변화. 한국해양학회지-바다, 2(2): 110-116.
- 이태원, 황선완, 1995. 아산만 저어류: IV. 종조성의 최근 3년간 (1990~1993) 변화. 한국수산학회지, 28: 67-79.

- 이태원, 황선완, 박승윤, 조영록, 정희정, 1995. 천수만 천해어류 군집구조의 변화. 수진연구보고, 49: 219-231.
- 이택열, 김용억, 진평, 강용주. 1981. 한국 연근해 어란 치자도감. 부산수대 해양연구소. 109 pp.
- 이해복, 장래혁. 1989. 서해안 태안반도 해조군집변화에 대한 정성, 정량적 연구. 조류학회지 4: 19-40.
- 임동현, 1994. 한국근해 요각류 군집의 생태학적 연구. 한양대학교 박사학위논문, 168pp.
- 임동현, 윤원득, 조성환, 이 윤, 2003. 황해 동물플랑크톤의 시공분포. 한국의 생물해양학, 동화기술, 451pp.
- 임환철, 최윤, 2000. 서해 태안연안의 어류상. 한어지, 12(3): 215-222.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울. 727 pp.
- 조치대, 2000. 해산어류양식 생산량 절반차지: 올해 종묘입식량 30% 늘듯. 수산양식. 12(126): 99-104.
- 中坊徹次, 2000. 日本産魚類檢索-全種の檢索, 第2版. 東海大學出版會, 東京, 1748 pp.
- 차병렬, 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지, 11(2): 184-190.
- 차성식, 박광재, 1997. 저인망에 채집된 광양만 어류의 종조성과 계절변동. 한국어류학회지, 9(2): 235-243.
- 차성식, 유재명, 김종만, 1990 황해 중동부 연안역의 자치어 군집의 계절 변동. 한국해양학회지. 25(2): 96-105.
- 최윤, 김지현, 박종영, 2002. 한국의 바닷물고기. 교학사, 서울, 646 pp.
- 최현우, 1988. 여름철 서해안 태안반도 주변해역의 조석전선. 서울대학교 이학석사학위논문, 42pp.
- 한경호, 최수하, 김복기, 박종화, 정달상, 1997. 영일만 정치망 어장에 출현한 어류군집의 종조성 및 양적변동. 국립수진원 연구보고, 53: 43-54.
- 한국동물분류학회 편저, 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적, 489 pp.
- 한국해양연구소, 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM 98005-01-1116-3, 980pp.
- 한국해양연구원, 2000. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM00065-00-1284-3.
- 한국해양연구원, 2001. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM 114-00-1424-7, 756pp.
- 한국해양연구원, 2001. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM114-00-1424-7.
- 한국해양연구원, 2002. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서. 해양수산부,

783pp.

- 한국해양연구원, 2003. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM 236-00-1616-3, 1126pp.
- 한국해양연구원, 2004. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM236-00-161603.
- 해양수산부. 1998. 해양공정시험방법. pp. 317.
- 허문수 · 손상규 · 심두생 · 김진우 · 박명애 · 이주석 · 최동립 · 정승희 · 김영진 · 오명주. 2000. 양식새우(*Penaeus chinensis*) 에서의 White Spot Baculovirus의 분리 및 특성. 한국어병학회지. 13(1): 7-13.
- 허성범, 유재명, 1984. 한국 서해안의 어류 난치어 분포¹⁾. 한국어류학회지. 17(6): 536-542.
- 허성희, 광석남, 1997. 광양만 갈피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절변동. 한국어류학회지, 9(2): 202-220.
- 허성희, 안용락, 2000. 가덕도 주변해역 어류의 종조성과 계절 변동, 1. 소형 기선저인망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, 33(4): 288-301.
- 홍승현 · 전창영 · 김백균, 1990. 조피볼락 종묘양산시험. 수진사업보고. 86: 29-38.
- 황선도, 1998. 서해 고군산군도 연안 낭장망 어획 수산생물의 종조성 및 주야 · 계절 변동. 한국어류학회지, 10(2): 155-163.
- 황선도, 박영조, 최수하, 이태원, 1997. 삼중자망에 채집된 동해 흥해 연안어류의 종조성. 한수지, 30(1): 105-113.
- 황선도, 임양재, 김용철, 차형기, 최승호, 1998. 서해 영광 연안 수산자원. I. 주목망어획자원의 종조성. 한국수산학회지, 31(5): 727-738.
- 황선도, 임양재, 송홍인, 최용석, 문형태, 1998. 서해 영광 연안 수산자원. II. Otter Trawl 어획자원의 종조성. 한국수산학회지, 31(5): 739-748.

부 록

부록 1-1-1. 2004년 9월 태안 바다목장 해역 조간대의 총 종속영양세균과 생세균수
 Appendix 1-1-1. The standing crops of total heterotrophic bacteria and viable heterotrophic bacteria in intertidal zone and water column on the marine ranching area of Taeahn coastal waters, Sep. 2004

Station		Total heterotrophic bacteria (x 10 ⁷ cell/ml)	Viable heterotrophic bacteria (cfu/ml/g)
1	super	2191.36	218333.81
	middle	2955.79	222624.95
	low	70.95	349004.75
3	super	109.40	66500.00
	middle	68.57	40000.00
	low	588.61	615030.55
5	super	13.34	1856554.81
	middle	745.18	1715366.60
	low	74.52	32500.00

부록 1-1-2. 2004년 9월 태안 바다목장 해역의 총 종속영양세균과 생세균수
 Appendix 1-1-2. The standing crops of total heterotrophic bacteria and viable heterotrophic bacteria in the marine ranching area of Taeahn coastal waters, Sep. 2004

Station	Total heterotrophic bacteria (x 10 ⁷ cell/ml)	Viable heterotrophic bacteria (cfu/ml/g)
1	60.25	31000.00
2	3012.42	1420044.96
3	7.92	124412.37
4	60.91	188018.39
5	35.41	19500.00
6	107.15	56000.00

부록 1-1-3. 2004년 9월 태안 바다목장 해역의 식물플랑크톤 군집구조

Appendix 1-1-3. The composition and standing crops of phytoplankton in the marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004

unit : x 10⁶ cells/ ℓ

species	1		2		3		4		5		6	
	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom
Dinophyceae												
<i>Akashiwo sanguinea</i>	1.91	3.84	0.93	0.21	4.20		4.68	0.56	2.15	3.19	6.14	2.31
<i>Alexandrium</i> sp.		2.88	0.46			0.60	3.90		2.86	0.64	4.38	
<i>Ceratium fusus</i>	3.82	1.44	3.24	1.93	9.44	3.00	11.71	7.84	10.02	3.82	15.79	9.22
			2.31	0.64	1.05			2.24		1.27		0.66
<i>Katodinium glaucum</i>	4.77	4.80	5.09	0.43	2.62	1.20	2.34	3.36	5.73	1.91	3.51	0.66
<i>Minuscula bipes</i>		0.48										
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	0.48											
<i>Prorocentrum gracile</i>	1.43	0.96	2.31	1.07	1.57	0.60	16.40		12.89		10.52	
	1.43	2.40	0.46	0.43	1.05	1.20	4.68	0.56	0.72		4.38	0.33
<i>Protoperdinium steinii</i>										0.64	0.88	
<i>Scrippsiella trochoidea</i>			0.93		2.10		1.68		7.16		1.75	
Bacillariophyceae												
<i>Asterionellopsis glacialis</i>		0.96										
<i>Chaetoceros</i> sp.		0.00					3.12			2.55		
		2.88		0.86								
	1.91		1.85	4.71	1.57				8.59		7.02	1.32
<i>Clydrotheca closterium</i>	0.48					0.60		1.12	1.43	0.64	0.88	
<i>Eucampia zodiacus</i>					1.05							
<i>Navicula</i> sp.		1.44		0.21		0.60		1.68	0.72	1.91	0.88	2.97
<i>Pleurosigma elongatum</i>		1.44	1.39	1.50	0.52	0.60	0.78	0.56		1.27		1.98
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	1.91	2.88	1.39	1.28			6.25	5.60	3.58	3.82	4.38	
<i>Rhizosolenia alata</i>				0.43	4.20							
												0.99
	6.21	5.28	2.31	1.71	1.57	5.40	3.90	1.68	5.73	11.47		5.27
			3.70	0.86								0.99
<i>Skeletonema costatum</i>	31.51	33.60	17.59	10.92	15.74	13.20	10.15	22.96	18.61	12.75	11.40	3.95
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>		1.44							0.72			
<i>Thalassiosira</i> sp. 1	4.77	3.36	4.17	2.78	7.87	6.00	1.56	5.60	5.73	3.82	1.75	2.31
	1.43	7.68	2.31	5.14	2.62	3.60	3.90	8.40	4.30	4.46	0.88	5.27
					2.62	0.60						
<i>Thalassiothrix longissima</i>						1.80						
Raphidophyceae												
<i>Chattonella subsalsa</i>	1.91	3.84	0.46	1.28	3.15	0.60	5.47	3.36	3.58	1.91	7.89	4.94
Dictyochophyceae												
<i>Dictyocha fibula</i>	0.95		1.85	0.64	1.05		1.56	2.24	2.86	1.91		1.98
				0.43	1.57	1.20		3.92	3.58	1.27	2.63	0.00
<i>Distephanus speculum</i>												0.99
Total cells	65.41	81.60	52.77	37.46	65.57	40.79	82.09	71.69	100.95	59.29	85.06	46.12

부록 1-1-4. 2004년 11월 태안 바다목장 해역의 식물플랑크톤 군집구조

Appendix 1-1-4. The composition and standing crops of phytoplankton in the marine ranching area of Taean coastal waters, Nov. 2004 unit : $\times 10^6$ cells/ ℓ

species	1		2		3		4		5		6	
	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom
Dinophyceae												
<i>Akashiwo</i>	<i>sanguinea</i>											
<i>Alexandrium</i>	sp.											
<i>Amphidinium</i>	sp.											
<i>Ceratium</i>			0.43		0.28				1.10		0.22 0.15	
	<i>fuscus</i>											
	<i>horridum</i>											
<i>Katodinium</i>	<i>glaucum</i>											
<i>Minuscula</i>	<i>bipes</i>											
<i>Oxyphysis</i>	<i>oxytoxoides</i>											
<i>Prorocentrum</i>	<i>gracile</i>											
	<i>minimum</i>											
<i>Protoperdinium</i>	<i>steinii</i>											
<i>Pyrophacus</i>	<i>steinii</i>											
<i>Scrippsiella</i>	<i>trochoidea</i>											
Bacillariophyceae												
<i>Asterionellopsis</i>	<i>glacialis</i>											
<i>Biddulphia</i>	sp.											
<i>Chaetoceros</i>	2.82						0.52		0.45		0.31	
	1.02 2.09		1.73 2.01									
	<i>didymus</i>											
<i>Clydrotheca</i>	1.54 2.98		3.45 4.02		2.33 2.21		1.39 4.11		0.60 0.55		1.22	
<i>Coscinodiscus</i>			0.86		0.23 0.55		0.17				0.22	
<i>Ditylum</i>	<i>brightwellii</i>											
<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>											
<i>Navicula</i>	1.02 1.19		0.25 0.70		0.55 0.17		1.37				0.33 1.07	
<i>Paralia</i>	2.31 3.58		7.03 1.17		11.06 9.93		6.57 1.93		8.23 1.87		9.30 0.61	
<i>Pleurosigma</i>	sp.											
<i>Pseudonitzschia</i>	sp.											
	<i>pungens</i>											
<i>Rhizosolenia</i>	<i>alata</i>											
	<i>brightwell</i>											
	<i>delicatula</i>											
	0.89		1.51				0.35		0.75 0.22		1.68	
	<i>hyalina</i>											
	<i>stolterfothii</i>											
<i>Skeletonema</i>	6.26 4.75		1.26		1.94 1.39		5.20		1.05 1.43		3.20	
<i>Stephanopyxis</i>	<i>palmeriana</i>											
<i>Thalassionema</i>	3.28 3.02		2.51 1.17		1.38		2.47		0.60 0.33		1.22	
<i>Thalassiosira</i>	0.30								0.00			
							0.35					
							1.04		0.75 0.22		0.92	
<i>Thalassiothrix</i>	<i>longissima</i>											
Raphidophyceae												
<i>Chattonella</i>	<i>subsalsa</i>											
Cryptophyceae												
	1.54 2.09		2.16 2.76		4.43 2.21		1.22 2.47		4.04 1.65		1.10 0.76	
	22.28 19.09		36.27 18.59		25.66 16.59		11.32 10.41		17.04 16.16		9.57 11.74	
Dictyochophyceae												
<i>Dictyocha</i>	1.54 0.30		0.50 0.23		1.11		1.92 1.41		0.30 0.55		0.31	
	1.02 1.49		0.75 0.55		0.35 2.47		0.88 0.15		0.77 0.31			
<i>Amphiprora</i>	sp.											
<i>Diploneis</i>	2.31 0.30				0.75 0.47		0.28					
<i>Distephanus</i>	<i>speculum</i>											
Total cells	37.39 45.05		52.24 42.20		36.39 42.31		29.43 38.63		27.40 30.98		18.59 34.62	

부록 1-1-5. 2004년 9월 태안 바다목장 해역 조간대의 부착조류 군집구조

Appendix 1-1-5. The composition and standing crops of benthic diatoms in intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004

unit : x cells/cm³

Species	1			3			5		
	Super	Middle	Low	Super	Middle	Low	Super	Middle	Low
<i>Achnanthes brevipes</i>				51					
<i>Actinophycus senarius</i>	51	25							
<i>Amphora coffeaeformis</i>	51		64	153					
<i>Amphora holsatica</i>		127	446	255	127	102	178	306	357
<i>Amphora</i> sp.				51		51			
<i>Caloneis</i> sp.						51			
<i>Cocconeis grata</i>	51	76				102		102	
<i>Cocconeis pediculus</i>		25	64	51		611	76	153	102
<i>Cocconeis placentula</i>				102					51
<i>Cocconeis</i> sp. 1					212	204			204
<i>Cocconeis</i> sp. 2			318						
<i>Coscinodiscus</i> sp.		51					76		
<i>Cyclotella atomus</i>	51			51					
<i>Cymatosira belgica</i>	102	76	127	51	127	306	51	102	102
<i>Dimeregramma minor</i>	51	51	382						
<i>Diploneis domblittensis</i>	204	382	1,146	229	424	713	306	509	458
<i>Fragilaria virescens</i>			64		42			51	51
<i>Grammatophora</i> sp.						51			
<i>Navicula arenaria</i>	102	51	127	51		357			51
<i>Navicula cf. oculiformis</i>					42	51			
<i>Nitzschia constricta</i>						102			51
<i>Nitzschia punctata</i> var. <i>coarctata</i>			64			102			
<i>Paralia sulcata</i>				76	255	306	102	255	357
<i>Pleurosigma</i> sp.	102								
<i>Rhaphoneis amphicerus</i>				51		102	51		51
<i>Rhaphoneis</i> sp. 1						51			
<i>Rhaphoneis</i> sp. 2		25							
<i>Thalassiosira leptopus</i>						51			
unidentified sp.	51	51	255	51	42	51			
Total cell	816	940	3,057	1,223	1,271	3,364	840	1,478	1,835

부록 1-1-6. 2004년 11월 태안 바다목장 해역 조간대의 부착조류 군집구조

Appendix 1-1-6. The composition and standing crops of benthic diatoms in intertidal zone on the marine ranching area of Taean coastal waters, Nov. 2004

unit : x, cells/cm³

Species	1			3			5		
	Super	Middle	Low	Super	Middle	Low	Super	Middle	Low
<i>Achnanthes brevipes</i>									
<i>Achnanthes delicatula</i>							945	210	349
<i>Achnanthes depressa</i>	213		130	717					
<i>Achnanthes gibberula</i>			65						
<i>Achnanthes hauckiana</i>	71					1,107			628
<i>Achnanthes subsalsoides</i>	142								
<i>Achnanthes</i> spp.	142	68	522		341	503	118		
<i>Actinophycus senarius</i>									
<i>Amphora coffeaeformis</i>				65					
<i>Amphora commutata</i>			196	130	170	302			
<i>Amphora depressa</i>					114	1,611	118		
<i>Amphora holsatica</i>				65	170	1,208	1,181	52	837
<i>Amphora laevis</i>							118		
<i>Amphora lineolata</i>	71						827	157	
<i>Amphora perpusilla</i>			196			101			
<i>Amphora</i> sp.		136							
<i>Caloneis</i> sp.							236	52	
<i>Cocconeis debesi</i>				783					
<i>Cocconeis diminuta</i>	355	68	326	457	170	604	354		349
<i>Cocconeis disculus</i>	71								
<i>Cocconeis grata</i>									
<i>Cocconeis pediculus</i>	568	750							
<i>Cocconeis placentula</i>									
<i>Cocconeis thumensis</i>			65						
<i>Cocconeis</i> spp.	71				114	101	354	157	
<i>Coscinodiscus</i> sp.				261	114	403			209
<i>Cyclotella atomus</i>	284			130	170	101			140
<i>Cymatosira belgica</i>					114	403	354	52	
<i>Cymbella</i> spp.				457					
<i>Cylindrotheca closterium</i>						302	118		209
<i>Dictyocha fibula</i>							236	52	
<i>Dimeregramma minor</i>	639	205							
<i>Dimeregramma fulvum</i>	1,065	205	1,370	130		403	118		140
<i>Diploneis advena</i>							118		
<i>Diploneis coffaeiformis</i>	213				341	2,617			
<i>Diploneis dombliittensis</i>				1,043			709	210	698
<i>Diploneis vacillans</i>				326					
<i>Diploneis</i> spp.			196	65		101	118		
<i>Fragilaria virescens</i>	142			261		302			
<i>Grammatophora</i> sp.	284		130						
<i>Gyrosigma acuminatum</i>							354		279
<i>Mastogloia achnanthiodes</i>			65						
<i>Mastogloia minuta</i>					114	101			
<i>Navicula arenaria</i>	213								
<i>Navicula cf. oculiformis</i>	71								
<i>Navicula</i> spp.	142		196	326	57	705	1,299		349
<i>Nitzschia constricta</i>									
<i>Nitzschia punctata</i> var. <i>coarctata</i>	71	68					118	52	
<i>Paralia sulcata</i>									
<i>Pinnularia</i> sp.	71								
<i>Pleurosigma</i> sp.				130					70
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>									
<i>Stauroneis constricta</i>	142								
<i>Thalassiosira leptopus</i>									
unidentified sp.	284	205	196						
Total cell	5,325	1,705	3,652	5,348	1,989	10,973	6,850	787	3,907

부록 1-1-7. 2004년 9월 태안 바다목장 해역의 동물플랑크톤 군집구조

Appendix 1-1-7. The composition and standing crops benthic diatoms in the marine ranching area of Taean coastal waters, Sep. 2004

unit : number of individuals m⁻³

species	Station						
	1	2	3	4	5	6	
Protozoa							
	<i>Noctiluca scintillans</i>	37127	32193	82875	7211	10119	2443
Copepoda							
	<i>Acartia omorii</i>	1385	1110	1151	1935	723	1315
	<i>Acartia hongii</i>	554	555	576	528		
	<i>Calanus sinicus</i>	1108	1110	863	528	361	376
	<i>Clausodalanus fuvatus</i>	554	555	576	528		
	<i>Corycaeus affinis</i>	1939	2775	1439	1935	2530	2631
	<i>Corycaeus sp.</i>	554	833	576	1055	1084	376
	<i>Oithona similis</i>	2771	2220	2302	1759	1265	1691
	<i>Oithona davisae</i>	1385	1665	1151	1231	361	752
	<i>Paracalanus crassiostris</i>	1939	1388	1439	1583	1084	1503
	<i>Paracalanus parvus(sensu lato)</i>	1108	833	576	704	903	1127
	<i>Tortanus derjugini</i>	554	555	576	704	361	376
	Copepod copepodites	4156	5551	6043	5276	1446	3758
	Copepod nauplius	5541	5273	7482	2286	1446	3758
Appendicula							
	<i>Oikopeura dioica</i>	554	555	576	704	542	1691
Chaetognata							
	<i>Sagitta crassa</i>	1108	0	576	704	361	376
Tintinida							
	<i>Codonellopsis spp.</i>		1110				
Balanus nauplius larvae			2775		1231	361	
Banacle cyprid larvae						723	
Ophiopluteus larvae						723	
Polychata larvae		554	1110	2302	879	903	1127
Molluscs larvae		1939	7216	4892	4573	6144	4510
Zoea larvae							376
Total cell		64834	69381	115968	35352	31441	28185

부록 1-1-8. 2004년 11월 태안 바다목장 해역의 동물플랑크톤 군집구조

Appendix 1-1-8. The composition and standing crops benthic diatoms in the marine ranching area of Taean coastal waters, Nov. 2004

unit : number of individuals m⁻³

species	Station					
	1	2	3	4	5	6
Protozoa						
<i>Noctiluca scintillans</i>	1069	822	2228	2073	2208	1236
Copepoda						
<i>Acartia omorii</i>	802	548	810	377	510	618
<i>Corycaeus affinis</i>	535	548		377	340	412
<i>Corycaeus catus</i>				377	340	412
<i>Oithona similis</i>	1069	1369	1215	1507	849	1030
<i>Oithona davisae</i>	1069	1096	405	1131	340	824
<i>Paracalanus crassirostris</i>	535	548	405	377	510	824
<i>Paracalanus parvus(sensu lato)</i>	535	548		377	510	824
<i>Euterpina acutifrons</i>				377		
Copepod copepodites	535	2739	2228	3392	2208	1649
Copepod nauplius	1871	7943	8711	9987	4586	2679
Appendicula						
<i>Oikopeura dioca</i>		1643	2026	2638	2208	1649
Chaetognata						
<i>Sagitta crassa</i>			405	377	340	
Molluscs larvae	535		405			412
Polycheata larvae			810			824
Total cell	8553	17803	19651	23365	14947	13395

부록 1-1-9. 2004년 9월 고남 조간대 정점별 종별 개체수 (개체/480cm²).

Appendix 1-1-9. The abundance of macrofauna in the Gonam intertidal area on September 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Aricidea assimilis</i>		1	1			2
APol	<i>Capitella capitata</i>				2		2
APol	<i>Cirrophorus furcatus</i>					1	1
APol	<i>Cistenides okudai</i>				1		1
APol	<i>Eteone longa</i>				1		1
APol	<i>Glycera chirori</i>			1	1		2
APol	<i>Glycinde gurjanovae</i>			2	1		3
APol	<i>Heteromastus filiformis</i>	16	28	5	7		56
APol	<i>Lumbrineris cruzensis</i>				2		2
APol	<i>Lumbrineris heteropoda</i>		1			1	2
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	1	2	1			4
APol	<i>Minuspio multibranchiata</i>			2			2
APol	<i>Paraonis gracilis</i>	2		1			3
APol	<i>Polydora</i> sp.			1			1
APol	<i>Pseudopolydora kempfi</i>				1		1
APol	<i>Scoloplos armiger</i>		1	1	4	1	7
APol	<i>Sigambra tentaculata</i>		1	1			2
APol	<i>Sternaspis scutata</i>					2	2
CAM	<i>Corophium sinense</i>				1	5	6
CAM	<i>Grandidierella japonica</i>		1				1
CDB	<i>Asthenognathus inaequipes</i>					1	1
CDB	<i>Asthenognathus</i> sp.	1					1
CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>				1		1
CDB	<i>Macrophthalmus japonicus</i>		9	13	3	9	34
CIs	<i>Cyathura hygoensis</i>		1				1
EHo	<i>Protankyra bidentata</i>					1	1
MBi	<i>Laternula</i> sp.				1		1
MBi	<i>Moerella</i> sp.		1				1
MBi	<i>Musculista senhousia</i>		1		3		4
MBi	<i>Nitidotellina</i> sp.			1			1
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>		6	2	20		28
MGs	<i>Batillaria cumingii</i>			2	1		3
MGs	<i>Reticunassa festiva</i>				1		1
Others	<i>Lineus</i> sp.		2		1		3
Others	Nemertinea spp.			1			1

부록 1-1-10. 2004년 9월 승언리 조간대 정점별 종별 개체수 (개체/480cm²)

Appendix 1-1-10. The abundance of macrofauna in the Sungeonri intertidal area on September 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Armandia lanceolata</i>		8		3	3	14
APol	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>					1	1
APol	<i>Heteromastus filiformis</i>					1	1
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>			3			3
APol	<i>Minuspio multibranchiata</i>			1			1
APol	<i>Nephtys californiensis</i>				1		1
APol	<i>Notomastus latericeus</i>				3	3	6
APol	<i>Onuphis eremita</i>					4	4
APol	<i>Poecilochaetus johnsoni</i>				1		1
APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>			1			1
APol	<i>Spio martinensis</i>				1		1
CAM	<i>Ampelisca brevicornis</i>					6	6
CAM	<i>Corophium</i> spp.					2	2
CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>			1			1
CAM	<i>Grandidierella japonica</i>					2	2
CAM	<i>Grandifoxus longirostris</i>				1		1
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	75					75
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>				3	5	8
CAM	<i>Melita longidactyla</i>				1		1
CAM	<i>Melita pilopropoda</i>					15	15
CAM	<i>Monoculodes koreanus</i>		1	3	1		5
CDA	<i>Pagurus</i> sp.				1	1	2
CDA	<i>Pisidia serratifrons</i>				1		1
CDB	<i>Asthenognathus</i> sp.			2			2
CDB	<i>Charybdis</i> sp.					1	1
CDB	<i>Scopimera globosa</i>	4	4				8
CMY	Mysidacea spp.		1			1	2
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>		13	25	2	1	41
MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>			3			3
MBi	<i>Mactra chinensis</i>				7	6	13
MBi	<i>Mactra veneriformis</i>					4	4
MBi	<i>Moerella</i> sp.				1	1	2
MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>			1			1
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>					1	1
MGs	<i>Umbonium costatum</i>			31			31
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>		7	3	1		11
Others	Nemertinea spp.		1	3	1		5
Others	<i>Virgularia juncea</i>			1			1

부록 1-1-11. 2004년 9월 신야1구 조간대 정점별 종별 개체수 (개체/480cm²)

Appendix 1-1-11. The abundance of macrofauna in the Sinyal intertidal area on September 2004 (inds./480cm²)

Toxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Capitella capitata</i>					3	3
APol	<i>Glycera subaenea</i>					2	2
APol	<i>Glycinde gurjanovae</i>					1	1
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>				2	1	3
APol	<i>Magelona</i> sp.1				1	1	2
APol	<i>Nephtys californiensis</i>				1	1	2
APol	Paraonidae sp.				2		2
APol	<i>Scolecopsis kudenovi</i>		4	7	5	2	18
APol	<i>Scoloplos armiger</i>		13	3		1	17
CAM	<i>Corophium</i> spp.				1		1
CAM	<i>Grandifoxus cuspis</i>					1	1
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>		3				3
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>		4	3	2	1	10
CAM	<i>Melita longidactyla</i>			2			2
CAM	<i>Monoculodes koreanus</i>				2		2
CAM	<i>Synchelidium miraculum</i>					1	1
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>		16	72	15	1	104
CDA	<i>Diogenes edwardsii</i>					4	4
CDA	<i>Pagurus</i> sp.					3	3
CDB	<i>Scopimera globosa</i>		33	13			46
CDM	<i>Leptochela gracilis</i>					1	1
CMY	Mysidacea spp.	1					1
MBi	Bivalvia sp.2		1				1
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>		4	17		1	22
MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>				6	1	7
MBi	<i>Mactra chinensis</i>				6	3	9
MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>					1	1
MGs	<i>Pleurobranchaea neozealandiae</i>				1		1
MGs	<i>Umbonium costatum</i>				9		9
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>		2	3			5
Others	Nemertinea spp.		1	2		3	6
Others	Phascolosomatidae spp.		1	1			2

부록 1-1-12. 2004년 9월 신야2구 조간대 정점별 종별 개체수 (개체/480cm²)

Appendix 1-1-12. The abundance of macrofauna in the Sinya2 intertidal area on September 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Aonides oxycephala</i>		2				2
APol	<i>Aricidea assimilis</i>		4		1		5
APol	<i>Armandia lanceolata</i>	1			5		6
APol	<i>Capitella capitata</i>			12			12
APol	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>		5				5
APol	<i>Cirriformia tentaculata</i>		3	3			6
APol	<i>Eteone longa</i>			2			2
APol	<i>Heteromastus filiformis</i>		1	3			4
APol	<i>Lumbrineris heteropoda</i>			1			1
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	1			4	4	9
APol	<i>Mediomastus californiensis</i>			1			1
APol	<i>Nephtys californiensis</i>	1				1	2
APol	<i>Nephtys polybranchia</i>		1	2			3
APol	<i>Paraonidae</i> sp.	1			1		2
APol	<i>Podarkeopsis</i> sp.		1	1			2
APol	<i>Polydora</i> sp.	1	3	1			5
APol	<i>Pseudopolydora kempii</i>	1					1
APol	<i>Scolecopsis kudenovi</i>					1	1
APol	<i>Scoloplos armiger</i>	41	1		2	2	46
CAM	<i>Grandidierella japonica</i>	4	1				5
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>			1			1
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>			2			2
CAM	<i>Melita longidactyla</i>		1	6			7
CAM	<i>Monoculodes koreanus</i>		1		4	5	10
CAM	<i>Paraphoxus</i> sp.		3	1			4
CAM	<i>Photis</i> sp.	6	1				7
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	4		12	3		19

부록 1-1-12. 계속

Appendix 1-1-12. Continued

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
CDA	<i>Diogenes edwardsii</i>		1	1			2
CDA	<i>Pagurus</i> sp.			2		1	3
CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>		11	58			69
CDB	<i>Macrophthalmus dilatatus</i>	2					2
CDB	<i>Scopimera globosa</i>		1				1
CDM	<i>Crangon affinis</i>				1	1	2
CDM	<i>Leptochela gracilis</i>				1		1
CI	<i>Cyathura hygoensis</i>	1					1
CI	Sphaeromatidae sp.		3	2			5
MBi	<i>Crassostrea gigas</i>		1	1			2
MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>	93			8	10	111
MBi	<i>Glaucanome chinensis</i>	1					1
MBi	<i>Moerella</i> sp.	1					1
MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>				2		2
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>		14	23			37
MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	123	2				125
MGs	<i>Brochina globella</i>		1				1
MGs	<i>Chiazacmea pygmaea</i>			3			3
MGs	<i>Lunella coronata coreensis</i>			1			1
MGs	<i>Paludinella japonica</i>	1					1
MGs	<i>Patelloida pygmaea</i>	1	2				3
MGs	<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i>			1			1
MGs	<i>Reticunassa festiva</i>	2	7	8			17
MGs	<i>Umbonium costatum</i>				41		41
Others	<i>Micrura</i> sp.		1	1			2
Others	Nemertinea spp.		1				1

부록 1-1-13. 2004년 9월 장곡 조간대 정점별 종별 개체수(개체/480cm²)

Appendix 1-1-13. The abundance of macrofauna in the Janggok intertidal area on September 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Aricidea assimilis</i>					1	1
APol	<i>Armandia lanceolata</i>		3		2	5	10
APol	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>		1	1			2
APol	<i>Eteone longa</i>		1				1
APol	<i>Euzonus dillonensis</i>		1				1
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>				1	1	2
APol	<i>Mediomastus californiensis</i>		1				1
APol	<i>Nephtys californiensis</i>					1	1
APol	Paraonidae sp.		1	1	1	1	4
APol	<i>Podarkeopsis</i> sp.		1				1
APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>		1		2	3	6
APol	<i>Scoloplos armiger</i>		14		4	2	20
APol	Syllinae spp.				1		1
CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>		7		2		9
CAM	<i>Grandidierella japonica</i>		1				1
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>		1		1		2
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>	1	5		6		12
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>		12		17		29
CDA	<i>Pagurus</i> sp.		3				3
CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>				1		1
CDB	<i>Scopimera globosa</i>		2				2
Ins	Chironomidae spp.	1		4			5
MBi	Bivalvia sp.1			1			1
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>		39	1	20		60
MBi	<i>Nuttallia ezonis</i>		3				3
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>		5				5
MGs	<i>Batillaria cumingii</i>		5				5
MGs	<i>Littorina brevicula</i>		1				1
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>		3		14		17
Others	Nemertinea spp.		2		1		3

부록 1-1-14. 2004년 11월 고남 조간대 정점별 개체수(개체/480cm²).

Appendix 1-1-14. The abundance of macrofauna in the Gonam intertidal area on November 2004 (inds./480cm²).

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>					1	1
APol	<i>Capitella capitata</i>		1		1		2
APol	<i>Cirriformia tentaculata</i>			1			1
APol	<i>Cistenides okudai</i>				1	1	2
APol	<i>Glycera chirori</i>		1				1
APol	<i>Glycinde gurjanovae</i>	1	3	2	3	1	10
APol	<i>Heteromastus filiformis</i>	12	4	12	8	1	37
APol	<i>Leonnates persica</i>		2				2
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>	1		2			3
APol	<i>Magelona</i> sp.1		1				1
APol	<i>Mediomastus californiensis</i>		2				2
APol	<i>Minuspio multibranchiata</i>		1				1
APol	<i>Nephtys californiensis</i>		1				1
APol	<i>Nephtys polybranchia</i>	1		3	8	2	14
APol	<i>Paraonis gracilis</i>		3				3
APol	<i>Pseudopolydora kempfi</i>		1	1			2
APol	<i>Scolecopsis kudenovi</i>	1					1
APol	<i>Scoloplos armiger</i>	1	3	3	5	1	13
APol	<i>Sigambra tentaculata</i>		1	2			3
CAM	<i>Corophium sinense</i>			1	3	13	17
CAM	<i>Grandidierella japonica</i>		1	13	9	1	24
CAM	<i>Melita pilopropoda</i>				1		1
CCi	<i>Balanus amphitrite</i>					4	4
CDA	<i>Upogebia major</i>		2				2
CDB	<i>Asthenognathus</i> sp.	1					1
CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>			2	3	1	6
CDB	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	5	3	7	3	10	28
CDM	<i>Alpheus</i> sp.		1				1
CI	<i>Cyathura hygoensis</i>	7					7
Ins	Insect spp.	1					1
MBi	<i>Laternula</i> sp.			1			1
MBi	<i>Macoma contabulata</i>		1	2	2	1	6
MBi	<i>Moerella</i> sp.	1					1
MBi	<i>Musculista senhousia</i>			1			1
MBi	<i>Nitidotellina</i> sp.			1		2	3
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>		1	3	8	16	28
MGs	<i>Batillaria cumingii</i>			1			1
MGs	<i>Reticunassa festiva</i>		3	8	3	3	17
Others	<i>Lineus</i> sp.			1			1
Others	Nemertinea spp.			1	1		2

부록 1-1-15. 2004년 11월 승안리 조간대 정점별 종별 개체수(개체/480cm²)

Appendix 1-1-15. The abundance of macrofauna in the Sungeonri intertidal area on November 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Carazziella</i> sp.			1			1
APol	<i>Glycera subaenea</i>				1	3	4
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>				1	1	2
APol	<i>Magelona</i> sp.1					1	1
APol	<i>Mediomastus californiensis</i>				1	1	2
APol	<i>Nephtys californiensis</i>			1	1		2
APol	<i>Nephtys polybranchia</i>				1	1	2
APol	<i>Notomastus latericeus</i>			5	25	3	33
APol	<i>Onuphis eremita</i>				1	3	4
APol	<i>Prionospio paradisea</i>					1	1
APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>		1				1
APol	<i>Spio martinensis</i>				2	25	27
CAM	<i>Corophium</i> spp.					1	1
CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>				2		2
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>		3	4			7
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>			2	1	10	13
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>				2		2
CDA	<i>Callianassa japonica</i>			1			1
CDB	<i>Scopimera globosa</i>	1	7				8
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>		6	4	4	1	15
MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>		1				1
MBi	<i>Mactra chinensis</i>				1	4	5
MBi	<i>Moerella</i> sp.				1		1
MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>		1				1
MBi	<i>Phacosoma japonicus</i>			1			1
MGs	<i>Chemnitzia acosmia</i>			1			1
MGs	<i>Solidula strigosa</i>				1		1
MGs	<i>Umbonium costatum</i>		3				3
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>		10	23	4	10	47
Others	<i>Lineus</i> sp.		1				1
Others	Nemertinea spp.		1	2	1	1	5
Others	Phascolosomatidae spp.		1				1

부록 1-1-16. 2004년 11월 신야1구 조간대 정점별 종별 개체수(개체/480cm²)

Appendix 1-1-16. The abundance of macrofauna in the Sinyal intertidal area on November 2004 (inds./480cm²).

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Armandia lanceolata</i>				1		1
APol	<i>Glycera subaenea</i>					1	1
APol	<i>Magelona</i> sp.1				2	2	4
APol	<i>Nephtys californiensis</i>					1	1
APol	<i>Nephtys polybranchia</i>					1	1
APol	<i>Notomastus latericeus</i>				2		2
APol	Paraonidae sp.					1	1
APol	<i>Scolecopsis kudenovi</i>		4	2	2	3	11
APol	<i>Scoloplos armiger</i>					3	3
APol	<i>Spio martinensis</i>			1		2	3
CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>		2		1		3
CAM	<i>Grandifoxus longirostris</i>				1		1
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>	2	3	29			34
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>		6	16	1	1	24
CAM	<i>Monoculodes koreanus</i>			1			1
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	2	305	184	3	2	496
CDB	<i>Asthenognathus inaequipes</i>					1	1
CDB	<i>Scopimera globosa</i>		12				12
MBi	<i>Bivalvia</i> sp.1				1		1
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>		2	4	5	2	13
MBi	<i>Mactra chinensis</i>				1	1	2
MBi	<i>Mactra veneriformis</i>				1		1
MBi	<i>Nitidotellina</i> sp.					1	1
MGs	<i>Reticunassa festiva</i>			1			1
MGs	<i>Umbonium costatum</i>	1			32		33
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>			3	5	43	51
Others	Golfingiidae spp.		1				1
Others	Nemertinea spp.					3	3

부록 1-1-17. 2004년 11월 신야2구 조간대 정점별 종별 개체수(개체/480cm²)

Appendix 1-1-17. The abundance of macrofauna in the Sinya2 intertidal area on
November 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
AOLI	<i>Oligochaeta</i> sp.	2	8				10
APol	<i>Aonides oxycephala</i>		1	1			2
APol	<i>Cabira pilargiformis japonica</i>		1				1
APol	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	1		2			3
APol	<i>Cirriformia tentaculata</i>		10	2			12
APol	<i>Heteromastus filiformis</i>		2				2
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>			1	4	1	6
APol	<i>Mediomastus californiensis</i>		2	1			3
APol	<i>Minuspio multibranchiata</i>		1	2			3
APol	<i>Nephtys polybranchia</i>			3			3
APol	<i>Notomastus latericeus</i>	1					1
APol	Paraonidae sp.				2		2
APol	<i>Perinereis camiguinoides</i>	1	1				2
APol	<i>Perinereis nuntia</i>	7					7
APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>				4		4
CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>				4		4
CAM	<i>Grandidierella japonica</i>			3			3
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>				6		6
CAM	<i>Hyale grandicornis</i>		7				7
CAM	<i>Melita longidactyla</i>		3				3
CAM	<i>Melita pilopropoda</i>		2				2
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>			1	99		100
CCi	<i>Chthamalus challengeri</i>	1	2				3
CDA	<i>Diogenes edwardsii</i>			1			1
CDA	<i>Pagurus</i> sp.			1			1
CDB	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>		49	1		1	51
CIs	Sphaeromatidae sp.		2				2
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>				18	15	33
MBi	<i>Glaucanome chinensis</i>	31					31
MBi	<i>Nuttalia olivacea</i>					1	1
MBi	<i>Psammocola</i> sp.	1					1
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>		40	14			54
MGs	<i>Assiminea lutea</i>	18	1	1			20
MGs	<i>Batillaria cumingii</i>	3					3
MGs	<i>Chiazacmea pygmaea</i>		1	1			2
MGs	<i>Cingulina cingulata</i>		1				1
MGs	<i>Heminerita japonica</i>		1				1
MGs	<i>Littorina brevicula</i>	65	44				109
MGs	<i>Odostomia subangulata</i>		1				1
MGs	<i>Paludinella japonica</i>	8					8
MGs	<i>Reticunassa festiva</i>			5			5
MGs	<i>Reticunassa fratercula</i>		2				2
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>				4		4
Others	<i>Lineus</i> sp.					1	1
Others	Nemertinea spp.		1			1	2
Others	Platyhelminthes spp.		2				2

부록 1-1-18. 2004년 11월 장곡 조간대 정점별 종별 개체수(개체/480cm²)

Appendix 1-1-18. The abundance of macrofauna in the Janggok intertidal area on November 2004 (inds./480cm²)

Taxon	Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
APol	<i>Armandia lanceolata</i>		8		1	8	17
APol	<i>Glycera subaenea</i>				1		1
APol	<i>Lumbrineris nipponica</i>			1	3	1	5
APol	Paraonidae sp.		1	5	2	4	12
APol	<i>Scolelepis kudenovi</i>			1	4	6	11
APol	<i>Scoloplos armiger</i>		21	8	1	2	32
CAM	<i>Eohaustorius longidactylus</i>		1			2	3
CAM	<i>Haustorioides koreana</i>		1		16	7	24
CAM	<i>Jassa falcata</i>	1		1			2
CAM	<i>Mandibulophoxus mai</i>		13		8	7	28
CAM	<i>Monoculodes koreanus</i>		2				2
CAM	<i>Urothoe grimaldii japonica</i>	3	10	123	35	68	239
CDA	<i>Pagurus</i> sp.					1	1
CDB	<i>Scopimera globosa</i>	7					7
CI	<i>Cyathura hygoensis</i>		1				1
Ins	Insect spp.	14					14
MBi	Bivalvia sp.1	1					1
MBi	<i>Cycladicama cumingii</i>		5	15	24	1	45
MBi	<i>Cycladicama tsuchii</i>		1				1
MBi	<i>Ruditapes philippinarum</i>		1				1
MGs	<i>Umbonium costatum</i>					1	1
MGs	<i>Umbonium thomasi</i>		11	1	18	11	41
Others	Nemertinea spp.		2	3	1	1	7

부록 1-1-19. 태안바다목장 조하대 대형저서동물의 종 목록 및 출현밀도
(2004년 9월, 11월)

Appendix 1-1-19. Species list and abundance (indiv. 0.1m⁻²) of subtidal macrozoobenthos from Taean Marine Ranching Program in September and November 2004.

Species name	Taxon	Sep. 2004						Nov. 2004					
		St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06	St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06
<i>Aglaophamus lobatus</i>	APol	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Alpheus rapax</i>	CDM	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Alveonius ojanus</i>	MBi	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>Amaeana occidentalis</i>	APol	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca bocki</i>	CAM	0	0	0	0	3	2	0	1	8	2	0	2
<i>Ampelisca brevicornis</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Ampelisca cyclops iyoensis</i>	CAM	0	5	0	0	3	0	0	0	1	0	1	3
<i>Ampharete arctica</i>	APol	0	0	0	10	2	10	0	3	16	4	11	4
<i>Amphicteis gunneri</i>	APol	0	0	0	2	1	5	0	0	2	0	0	0
<i>Amphioplus megapomus</i>	EOP	11	22	0	146	8	7	1	15	185	1	25	1
<i>Amphisamytha japonica</i>	APol	20	3	0	4	21	35	35	196	154	39	81	50
<i>Amphiura sinicola</i>	EOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Anaitides sp.</i>	APol	0	0	0	2	1	1	1	0	3	1	1	12
<i>Aonides oxycephala</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Aoroides columbiae</i>	CAM	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1
<i>Arabellidae sp.</i>	APol	7	2	0	2	1	0	0	1	0	0	0	3
<i>Arctonoinae spp.</i>	APol	2	3	0	3	0	1	0	2	4	0	3	0
<i>Aricidea assimilis</i>	APol	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1	6
<i>Asthenognathus inaequipes</i>	CDB	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asthenothaerus sematanus</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	2
<i>Athanas sp.</i>	CDM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Axiothella sp.</i>	APol	0	4	0	0	6	6	9	13	7	6	5	8
<i>Bivalvia sp.2</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Borniopsis tsurumaru</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Bullacta exarata</i>	MGs	0	0	0	0	1	1	0	1	6	2	0	2
<i>Byblis japonicus</i>	CAM	1	0	4	1	0	4	0	0	2	0	0	0
<i>Cabira sp.</i>	APol	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cadella narutoensis</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Campylaspis reticulata</i>	CCu	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Cerapus cf. crassicornis</i>	CAM	7	1	0	0	9	59	0	14	5	0	5	10
<i>Ceriantipatharia sp.</i>	OAn	1	1	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0
<i>Cheiriphotis sp.</i>	CAM	0	0	0	0	0	4	0	1	108	0	309	2
<i>Chemnitzia acosmia</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Chone teres</i>	APol	7	0	0	0	3	0	0	1	5	11	3	3
<i>Cirolana japonensis</i>	CIs	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cirrophorus branchiatus</i>	APol	0	0	1	0	0	0	0	5	7	2	1	8
<i>Cirrophorus furcatus</i>	APol	2	1	0	2	1	4	2	55	20	3	9	3
<i>Cistenides okudai</i>	APol	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	3

Species name	Taxon	Sep. 2004						Nov. 2004					
		St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06	St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06
<i>Cleantioides sp.</i>	CIIs	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Clymenella koellikeri</i>	APol	7	2	0	9	0	7	0	4	46	0	0	0
<i>Corophiidae sp.</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Corophium acherusicum</i>	CAM	0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0
<i>Cucumaria cf. chronhjelinii</i>	EHo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathura higoensis</i>	CIIs	1	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0
<i>Cycladicama cumingii</i>	MBi	16	0	0	0	2	1	2	1	2	1	2	3
<i>Diastylis nitens</i>	CCu	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Dimorphostylis asiatica</i>	CCu	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
<i>Dimorphostylis brevicaudata</i>	CCu	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Diopatra sugokai</i>	APol	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Dorvillea rudolphi</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0
<i>Echinocardium cordatum</i>	EEc	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Eocuma hilgendorfi</i>	CCu	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	5
<i>Erictonius pugnax</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Eteone tchangsii</i>	APol	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ethusa sp.</i>	CDB	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eulalia bilineata</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0
<i>Eumida sanguinea</i>	APol	0	0	0	1	1	0	1	5	2	0	0	0
<i>Eusiridae sp.</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>	APol	0	0	0	0	1	0	2	26	8	1	6	20
<i>Gammaropsis japonicus</i>	CAM	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera chirori</i>	APol	0	2	0	0	2	2	1	0	0	0	1	4
<i>Glycera onomichiensis</i>	APol	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1
<i>Glycera subaenea</i>	APol	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycinde gurjanovae</i>	APol	0	0	0	2	4	3	5	2	4	0	5	3
<i>Goniada japonica</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Grandidierella japonica</i>	CAM	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Gynodiastylis rorundicaudatus</i>	CCu	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Harmothoinae spp.</i>	APol	0	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	9
<i>Hesionidae spp.</i>	APol	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
<i>Heterocuma sarsi</i>	CCu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	APol	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Inquisitor jeffreysi</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Inquisitor sp.</i>	MGs	2	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0
<i>Insecta sp.</i>	OIn	0	0	0	0	7	1	0	2	2	0	6	0
<i>Iphinoe tenera</i>	CCu	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
<i>Jassa falcata</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Laonice cirrata</i>	APol	0	5	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0
<i>Lepidonotinae spp.</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lepidozona sp.</i>	MPo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptochella gracilis</i>	CDM	4	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0
<i>Leptomya minuta</i>	MBi	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Liljeborgia sp.</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	2
<i>Loimia medusa</i>	APol	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luidia quindaria</i>	EAs	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Lumbrineris cruzensis</i>	APol	0	35	0	0	11	13	23	44	36	28	23	26

Species name	Taxon	Sep. 2004						Nov. 2004					
		St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06	St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06
<i>Lumbrineris heteropoda</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Lumbrineris japonica</i>	APol	1	0	2	4	0	0	0	0	17	0	5	0
<i>Lumbrineris longifolia</i>	APol	18	10	0	10	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Lygdamis giardi</i>	APol	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lyonsia ventricosa</i>	MBi	3	0	0	2	3	0	2	0	6	0	3	3
<i>Magelona sp.3</i>	APol	1	1	0	1	0	0	1	1	4	0	2	0
<i>Mandibulophoxus mai</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mazescala casta</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mediomastus californiensis</i>	APol	0	7	0	14	2	8	4	92	73	26	14	9
<i>Melinna elisabethae</i>	APol	0	0	0	2	0	0	0	1	7	0	0	0
<i>Melita sp.</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mesochaetopterus minuta</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Minuspia multibranchiata</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	31	2	5	1
<i>Moerella rutila</i>	MBi	0	3	0	0	1	0	27	7	2	4	0	9
<i>Montacuta sp.</i>	MBi	0	0	0	0	1	0	0	4	14	1	2	0
<i>Musculista senhousia</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mysta ornata</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Nectoneanthes oxypoda</i>	APol	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nemertinea spp.</i>	ONe	0	0	0	0	1	0	1	12	22	0	17	2
<i>Nemocardium sp.</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Neodorippe japonica</i>	CDB	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Nephtys oligobranchia</i>	APol	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Nephtys polybranchia</i>	APol	4	4	0	5	3	4	0	9	25	2	3	1
<i>Nereis longior</i>	APol	3	3	0	1	2	2	0	2	6	0	1	6
<i>Nipponomysella oblongata</i>	MBi	1	0	0	2	0	0	0	1	32	0	2	0
<i>Nitidotellina nitidula</i>	MBi	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	9	11
<i>Notomastus latericeus</i>	APol	1	3	0	0	1	0	14	2	2	3	2	11
<i>Nucula tenuis</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Nymphon akanei</i>	CPy	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1
<i>Octopus ocellatus</i>	MCE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Odostomia sp.</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ophiopholis sp.</i>	EOP	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ophiura kinbergi</i>	EOP	4	0	1	3	0	5	2	0	1	0	0	0
<i>Orchonome sp.</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Owenia gomsoni</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	1	0
<i>Palaemon sp.</i>	CDM	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Paraonis gracilis</i>	APol	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Paraprionospio pinnata</i>	APol	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Phacosoma japonicum</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0
<i>Pherusa parmata</i>	APol	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0

Species name	Taxon	Sep. 2004						Nov. 2004					
		St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06	St.01	St.02	St.03	St.04	St.05	St.06
<i>Pherusa plumosa</i>	APol	0	3	0	1	0	1	0	0	7	0	0	0
<i>Philine sp.</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Phoronis sp.</i>	OPh	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pilumnus cf. minutus</i>	CDB	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Pista sp.</i>	APol	0	3	0	0	4	3	3	8	19	11	4	8
<i>Pitar cf. striatum</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Platyhelminthes sp.</i>	OPI	0	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1
<i>Podocerus inconspicuus</i>	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	12	0
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	APol	2	0	0	0	3	1	1	1	2	0	1	2
<i>Polydora spp.</i>	APol	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0
<i>Praxillella affinis</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	15	0
<i>Prionospio bocki</i>	APol	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	1
<i>Protothaca jedoensis</i>	MBi	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pugettia quadridens</i>	CDB	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Raetellops pulchella</i>	MBi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
<i>Rhizorus radilola</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	1	1
<i>Sabellaria ishikawai</i>	APol	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2
<i>Scoloplos armiger</i>	APol	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0
<i>Scoloplos rubra</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0
<i>Sigambra tentaculata</i>	APol	0	0	0	0	1	1	0	29	9	2	5	0
<i>Siphonodentalium japonicum</i>	MSc	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0
<i>Spio martinensis</i>	APol	0	0	0	0	2	1	1	0	3	0	0	0
<i>Spiochaetopterus koreana</i>	APol	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	APol	2	1	0	1	3	0	2	2	4	0	2	1
<i>Sternaspis scutata</i>	APol	0	5	0	0	1	0	5	8	0	1	0	0
<i>Sthenelais fusca</i>	APol	1	0	0	3	0	1	3	0	1	0	1	5
<i>Syllidae spp.</i>	APol	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Synchelidium miraculum</i>	CAM	0	0	0	1	0	0	0	2	2	2	0	1
<i>Tambalagamia fauveli</i>	APol	0	0	0	0	3	4	1	4	5	2	2	4
<i>Tanaidacea sp.</i>	CTa	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Tanaidacea sp.A</i>	CTa	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tharyx spp.</i>	APol	1	0	0	2	2	2	2	2	9	1	3	3
<i>Theora fragilis</i>	MBi	0	23	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0
<i>Tiberia pulchella</i>	MGs	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	1
<i>Travisia japonica</i>	APol	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tritodynamia rathbuni</i>	CDB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Virgularia juncea</i>	OAn	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>	CDB	0	0	0	0	6	1	0	1	8	19	54	0

부록 1-1-20. 2004년 9월에 출현한 자치어의 종조성 및 출현개체수

Appendix 1-1-20. The species composition and abundance of fish larvae in Sep. 2004

Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	Total
<i>Argyrosomus argentatus</i>	12						12
<i>Callionymus</i> sp.	96		24				120
<i>Erisphex potti</i>	12						12
Gobiidae sp.		11					11
Total	120	11	24				155

부록 1-1-21. 2005년 1월에 출현한 자치어의 종조성 및 출현개체수

Appendix 1-1-21. The species composition and abundance of fish larvae in Jan. 2005

Species	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	Total
<i>Pholis fangi</i>	286	806	273	221	403	25883	2938	6500	37310
<i>Liparis tanakai</i>	13								13
Total	299	806	273	221	403	25883	2938	6500	37323

제 2 장 어장 조성

제 1 절 해저지형

1. 서 론

바다목장화 조성을 위한 선행연구 및 후속관리를 위해서는 어장조성시설 타당성 검토를 비롯해서 대상해역의 저서생태, 생물생산력, 해수순환, 부유물이동, 해저퇴적물 및 해수의 오염원과 그 이동경로 파악, 어장조성 전후 해양환경변화 등 다중 환경요소에 대한 정밀한 조사와 장기적인 예측지수를 개발하는 것이 필요하다. 대부분의 해양환경요소는 해저지형을 매개로 변화하며 환경요소의 변화양상을 측정, 분석 혹은 예측 모델링을 위해서는 일차적 전제가 해저지형 자료일 것이다. 해저지형의 중요성은 어장 조성전에 모든 어장의 설계와 배치에서 뿐만 아니라 해양에서 필연적으로 수반되는 해저의 변형에 대한 어장조건의 변화를 모니터링하는 데도 매우 중요한 요소로 작용할 것이다. 수심에 따라 시설어초의 공법이 다를 수 있고(해양수산부, 국립수산물과학원, 2002), 해저지형의 형태나 수심별로 어종이나 해조류의 분포도 다를 수 있으며(해양수산부, 2002), 해저지형에 따라 해수의 유동 양상이 바뀌고, 해수의 온도변화에도 영향을 줄 수 있다. 따라서 해저지형자료는 바다목장 조성이나 사후관리 및 환경변화 모니터링에서 모두 중요하며 바다목장해역에서 정밀한 해저지형자료 구축과 맵핑을 통하여 그 변화를 지속적으로 모니터링하고 해양환경 변화양상을 정확히 파악할 수 있어야 한다. 더불어 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합 활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다. 그러므로 가능한 한 해저지형 자료는 보다 정밀하게 구축하고 맵핑하는 것이 필요하며 더불어 디지털 자료구축을 통하여 다른 환경요소와의 통합 활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다(해양수산부, 2003, 2004).

본 연구는 해저지형자료가 갖는 이와 같은 중요성을 인식하고 바다목장화 조성에 유용하게 활용될 수 있도록 태안 바다목장 해역(그림 2-1-1)에 대한 지질·지구물리 해양조사를 수행, 정밀 수심지형을 비롯한 해저면 음향영상(Side Scan Sonar Imagery), 해저면 퇴적물 및 퇴적층 분포, 해저면 장애물, 인공어초 및 암반 분포 등 해저면 실태를 파악하여 바다목장 개발에 필요한 기초 자료 제공하는 데 목적이 있다.

서해형 바다목장 후보지인 태안지역의 지질구조는 비교적 단순하다. 차령산맥은 충남으로 들어와 고도가 현저히 낮아져 태안해안에 이르러 표고 50m 구릉과 단애를 형성하였다. 대부분의 하천은 태안반도에 이르기 전에 바다로 흘러들어 뚜렷한 하천은 없다. 해안선은 노년기 구릉지의 말단부가 단절되어 기반암이 노출되어 형성된 변성암으로 이루어

어진 해식애가 발달해 있다. 황해의 여타 해안과 같이 굴곡이 심하고 섬과 만이 많이 발달하여 조차가 크며 간석지가 잘 발달해 있다. 간석지 후면에는 사빈해안과 사구가 잘 발달해 있어 해수욕장으로 이용하는 곳이 많고 안면도에 있는 방포, 꽃지해수욕장 등은 대표적인 사빈해안이다(해양수산부, 2004).

지질은 주로 쥬라기대보화강암과 선캄브리아기 서산층군으로 이루어져 있으며 흑운모편암, 함철편암 및 규암, 화강편마암등으로 이루어져 있다(서경원 등, 1998).

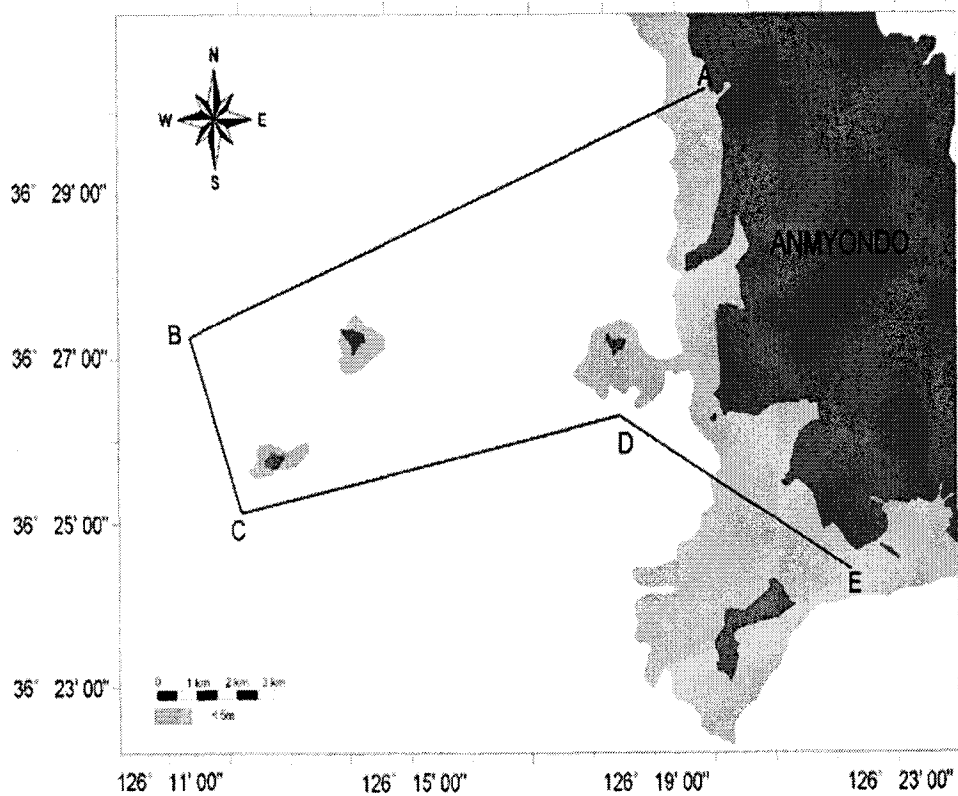


그림 2-1-1. 태안 바다 목장화 해역도.

Fig. 2-1-1. Location map of the Taean marine ranching area.

2. 재료 및 방법

가. 현장조사

2004년도 조사구역은 태안 바다목장 예정지의 서쪽지역이며 약 6.0km X 6.0km내에서 50m 간격의 조사예정라인을 설계하고 해저면 및 해저면 하부의 지층 기록에 따라 100m 간격의 조사라인에 대하여 총 35개 라인의 현장조사를 2004년 10월 12일에서 10월 22일 사이에 수행하였다(그림 2-1-2). 해저퇴적물채취를 위한 현장조사는 2004년 10월 18일에 태안반도 외해지역에서 이루어졌다. 시료채취는 어선을 이용하였으며 채취지점의 위치는 거리오차 $\pm 1\text{m}$ 인 DGPS를 이용, WGS84좌표로 표시하였다. 특히, 해저면 음향영상탐사(Side Scan Sonar)와 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 150% 이상의 탐사자료를 획득하였다.

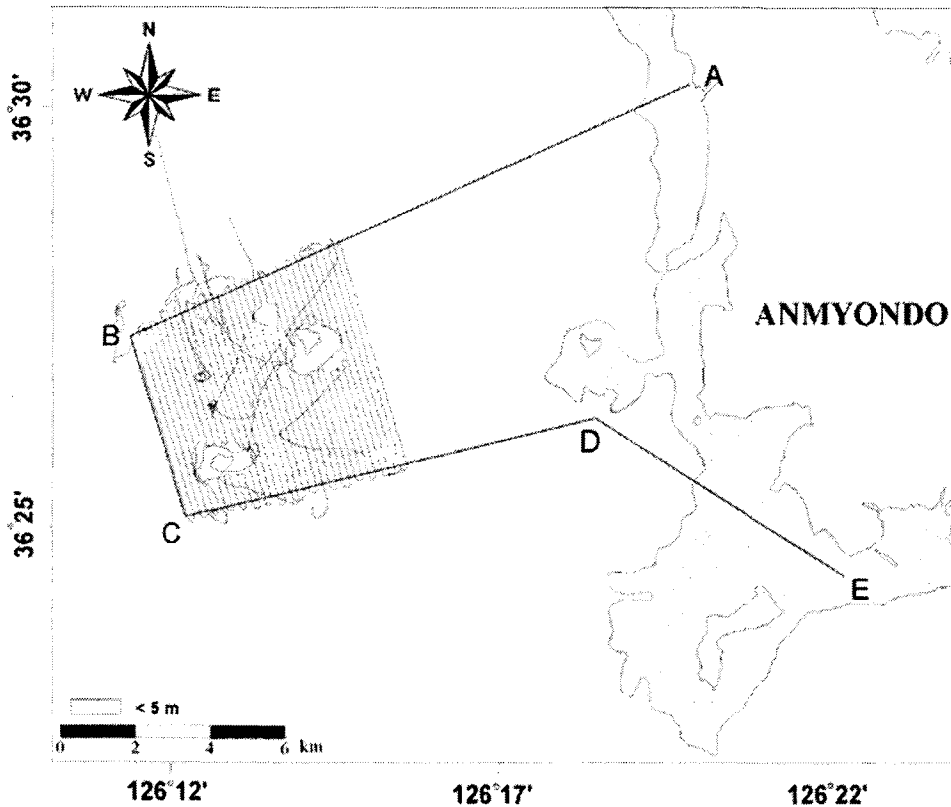


그림 2-1-2. 조사지역의 항적도.

Fig. 2-1-2. Track lines of geophysical survey.

나. 조사방법

(1) 조사선의 DGPS 운영

현장조사에 투입된 조사선(대양5호, 대부도 소재)의 위치운영은 DGPS(Differential Global Positioning System) 위성 측위시스템을 기본으로 해양수산부에서 운영중인 연안의 어청도 육상기지국(N36°07.3' / E125°58.2' Bessel 타원체)의 보정신호를 이용한 DGPS 측위 체계로 위치보정을 하였다(그림 2-1-3), 현장에서의 획득된 위치 정보는 WGS-84 위성타원체로 운영하였다. 현재까지(2004년 12월)의 연안 DGPS 기지국 운영 현황은 표 2-1-1과 같다.

조사선에서의 위치 운영 시스템(HawkEye98, 해양연구원)은 매초 간격으로 항적을 표시하고 예정된 조사라인을 모니터상에 나타내며, 획득된 위치정보는 하드디스크에 시간을 기준으로 한 파일이름으로 수록된다. 또한 위치정보는 매초 간격으로 주요 관련 정보(시간, 위치정보 및 수심정보 등)를 조사선에서 동시에 운영하고 있는 탐사장비(지층탐사기, 해저면 탐사기, 멀티빔 음향측심기 등)로 전송되어 시간동조가 이루어지며, 모든 시간은 DGPS 측위 장비로 부터의 시간을 기준으로 한다.

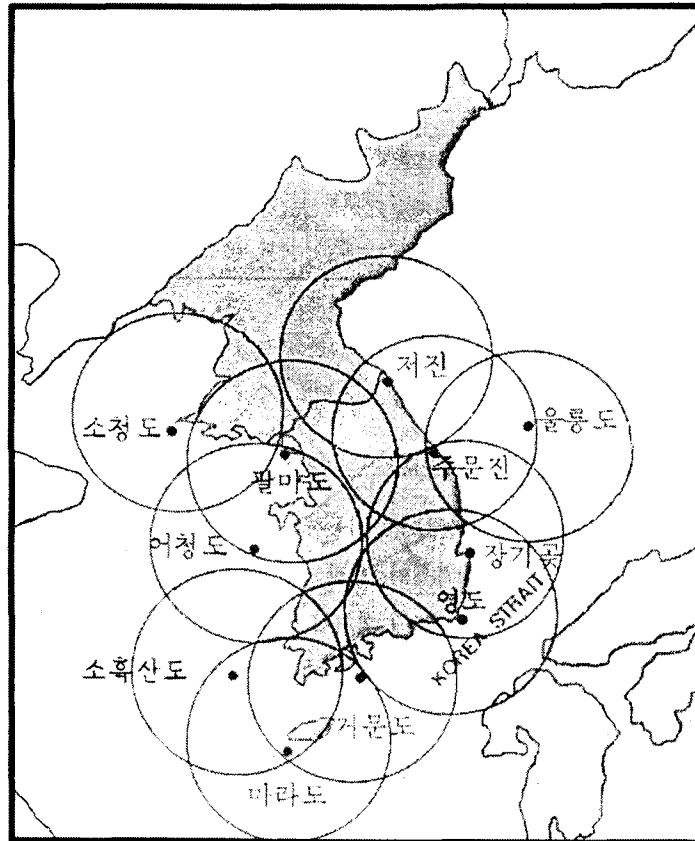


그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 분포 및 범위.

Fig. 2-1-3. DGPS sites and coverage area in Korea.

표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양

Table 2-1-1. General information of DGPS reference stations

Reference Station	Position (N/E)	Call Sign	Frequency (kHz)	Radio Pattern	Power (W)	Range (mile)
Palmido	37°21.3 126°30.8	PM	313	2K10W9W	300	100
Eochongdo	36°07.3 125°58.2	EC	295	2K10W9W	300	100
Marado	33°06.8 126°16.3	MR	290	2K10W9W	300	100
Keomundo	34°00.2 127°19.5	KM	287	2K10W9W	300	100
Youngdo	35°02.9 129°05.6	CY	300	2K10W9W	300	50
Changgigot	36°04.5 129°34.3	CG	310	2K10W9W	300	100
Chumunjin	37°53.7 129°50.2	CM	295	2K10W9W	300	100
Euleungdo	37°29.3 130°55.2	UL	319	2K10W9W	300	100

(2) 해저수심지형조사

지층탐사(Sub-Bottom Profiling) 및 단빔(Single Beam Echo Sounding)에 의한 수심지형조사는 계획된 예정 측선에 따라 자료 획득 조사가 수행되었으나, 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 100% 이상의 탐사자료 획득을 위하여 50~100m 간격의 조사라인을 설정하여 현장조사가 수행되었다.

수심지형조사는 천해용 위상차를 이용한 멀티빔 음향측심기(SUBmetrix 2000 series; SEA)와 단빔음향측심기(DE-179; Raytheon)를 이용 하였다. 멀티빔 음향측심기의 경우 상하 두개의 송신기에서 발생된 음파신호가 해저면에서 반사되어 돌아오는 두개 신호의 각각의 위상차(좌현 및 우현)를 이용하여 해저면의 수심지형정보를 2,000개 이상 획득할 수 있다. 특히 DGPS에 의한 위치정보와 시간이 일치된(동조) 조사선의 운동에 따른 뒤틀림을 보정(motion correction) 정보를 이용한 기하학적인 해저면의 수심지형정보를 획득하는 천해용 멀티빔 음향측심기로 분류된다. 본 장비의 가장 큰 특징은 이용하는 선박의 조건에 따라 선수 혹은 현측에 장착하여 운영할 수 있으며, 넓은 지역을 단기간의 조사로 정밀한 수심자료를 획득할 수 있다.

조사선 현측에 장착된 단빔 음향측심기 획득자료는 현장에서 동시에 획득되는 멀티빔

자료의 중앙 수심 자료로 이용되며, 자료처리시의 추가 보정 자료로 활용된다. 각 음파 장비의 관측에 앞서 음속보정처리를 위한 수중 음속을 수직음속측정기(SVP)를 이용하여 직접 관측하며, 모든 음파 이용 장비의 수층에서의 음속값으로 이용하여 보정하였다. 멀티빔 음향측심에 사용된 기기의 구성과 일반제원은 그림 2-1-4와 표 2-1-2와 같다.

조석 현상에 의한 조위 보정은 현장조사 기간에 맞추어 조사지역 근처의 조위 자료를 이용하였다(그림 2-1-5). 조사구역 전체에 대한 보정은 보정대상 값의 위치에 따라 거리별 그리고 시간별에 따른 상대 조위를 산출하여 보정하였다.

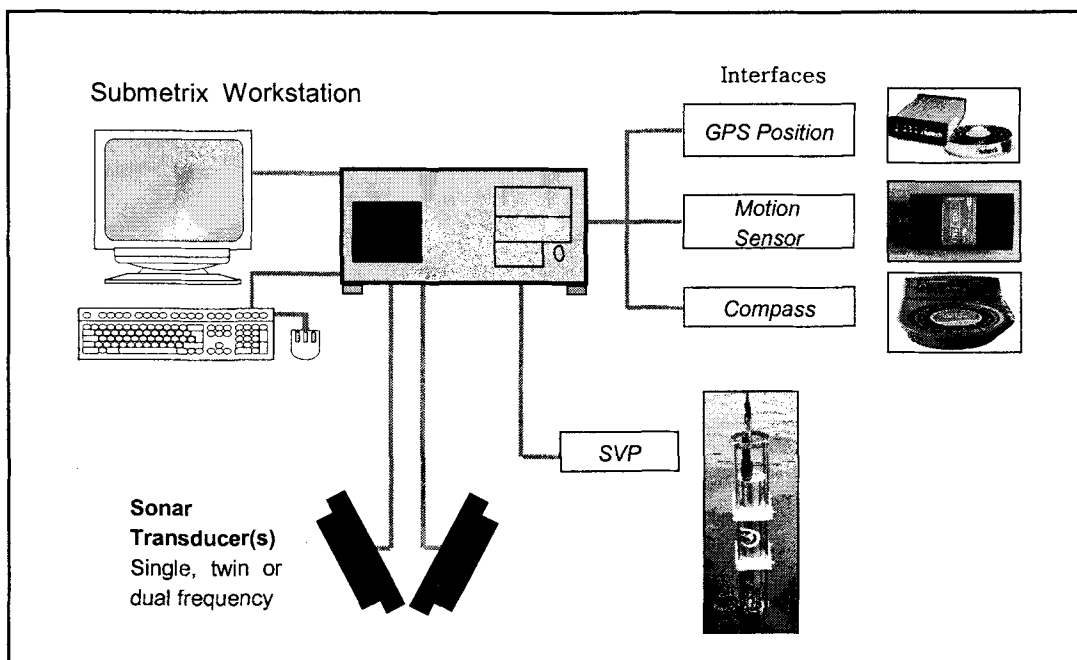


그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도.

Fig. 2-1-4. System configuration of multi-beam echo sounder.

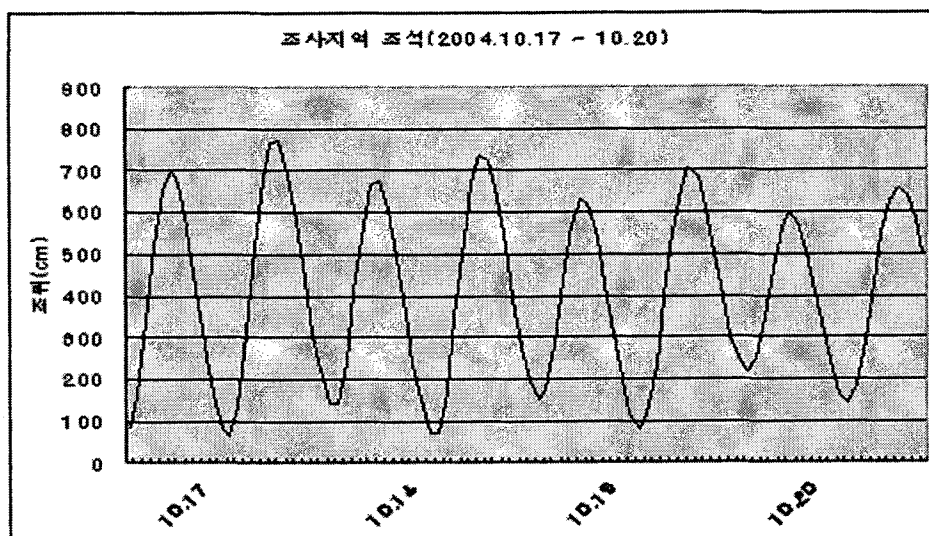


그림 2-1-5. 조사기간 동안의 관측 조위.

Fig. 2-1-5. Tide height observation during the survey period .

표 2-1-2. SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양

Table 2-1-2. General specifications of multibeam echo sounder system (SUBmetrix 2000)

	모 델	제 원
Sensor	SUBmetrix - 2000	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Frequency : 117 kHz ▶ Min/Max Depth : 2~300m ▶ Error rate : Depth < 10cm ▶ # of Beams : > 2,000
Acquisition	Swath Plus	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acquisition of 2000+ ▶ Interface with Navigation, Motion reference unit and gyro ▶ Real time display of data/quality ▶ Data saving and pre-post processing
Motion/ Gyro Sensor	- Octane	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Roll/Pitch/Heave ▶ Gyro Heading
Sound Velocity	- T150	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Observation of sound velocity interface with SwathPlus

(3) 해저면 조사

Side Scan Sonar를 이용하는 해저면 조사방법은 수심이나 해저지층조사와 같이 수직 단면을 조사하여 해저지형이나 해저면 하부의 지층구조를 조사하는 방법과는 달리 해저면을 평면적으로 조사하여 마치 항공사진을 촬영하듯이 해저면의 형태를 표현하게 된다(그림 2-1-6). 해저면 측면주사 음향영상 탐사장비는 실내운영시스템(ondeck system)과 수중예인센서(tow-fish) 그리고 예인신호케이블(towing signal cable) 및 이를 운영하는 윈치 시스템으로 구성되어 있다. GeoAcoustics사(영국)의 송수신 모듈(transceiver, SS981)은 운영·수록 시스템(acquisition unit, TEI Isis Sonar), 2중 주파수 예인센서(dual frequency towfish, 159D), 그리고 케브라 신호케이블(kevlar signal cable, 300m)이 현장조사에 투입되었으며, 보조 장비로서 예인 센서의 수중깊이(해수면에서 센서까지의 깊이) 관측용 수압센서(RMD수심계)와 윈치(signal cable winch)가 사용되었다(표 2-1-3). 해저면조사의 자료 획득은 좌우현 각 75m 씩 총 150m 해저면 폭에 대하여 조사가 수행되었다. 따라서 계획된 탐사측선간의 자료는 충분히 겹치게(overlapping) 되어 조서구역 전체 해저면의 음향영상 자료를 획득할 수 있으며 모자익 도면화 할 수 있다.

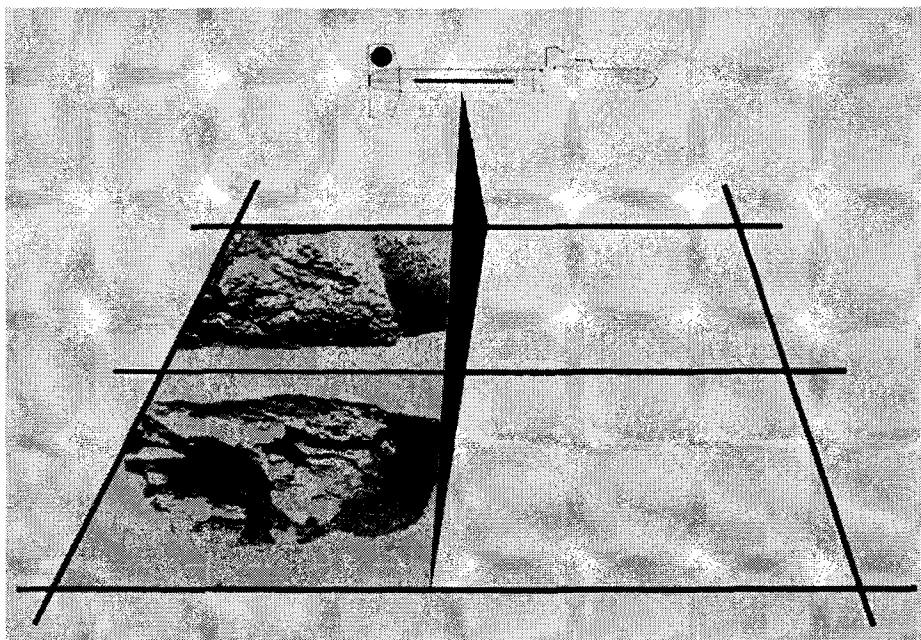


그림 2-1-6. 사이드 스캔 소나 조사 개념도.

Fig. 2-1-6. Schematic illustration of side scan sonar survey.

표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양

Table 2-1-3. Specification of side scan sonar system

Equipment	Model	Manufacturer	Function
Dual Frequency Side Scan Sonar	SS941	GeoAcoustics	Transceiver
	TEI Isis	TritonElics	Data acquisition & processing
	159D	GeoAcoustics	Transceiver

(4) 해저지층탐사

천부지층조사를 위한 지층탐사에 사용된 장비는 Chirp sonar 시스템인 Z-TAM(한국, 소나테크(주))이 사용되었다. Chirp 시스템의 경우 본 조사에서는 음파의 위상(phase)과 진폭이 일정한 비율로 변조된 주파수변조방식(FM 타입)의 복합주파수(2~9kHz) 음원을 사용하고 있다.

지층탐사장비는 음파를 발신하고 수신하는 수중 예인체와 조사선의 실내에 설치하여 운영하는 신호제어부로 구분된다. 수중 예인체는 조사선 측면이나 후미에서 예인되며 내부에는 음파를 발신하는 변환기(Transducer)와 반사되어 돌아오는 신호를 수신하는 음향 수신기(Hydrophone)가 각각 별도로 내장되어 있다. 신호 제어부는 음파에너지를 충전하여 일정한 시간간격으로 발신·수신하는 신호제어장치(Transceiver)와 지층탐사 신호를 계수화 처리하여 출력하는 전용컴퓨터로 구성된다. 일차적으로 음향수신기에서 수신되는 지층탐사 신호가 신호제어장치를 통해 전용컴퓨터에 전달되면, 내장되어 있는 디지털 신호 처리기(Digital Signal Processor, DSP)에 의해 매칭필터(Matching Filter) 과정을 거치면서 해저퇴적층의 특성이 가장 잘 표현되는 탐사신호로 재구성된다. 부속장비로 연결되어 있는 컴퓨터모니터에서 지층단면을 확인하면서 동시에 기록계에 연속적인 지층의 단면자료를 표시하게 되며, 내장된 하드디스크에 디지털 자료를 수록하게 된다.

지층탐사는 단빔 수심측량, 멀티빔 수심측량 및 해저면 조사와 동시에 수행 되었다. 음파발신 간격은 초당 4회씩으로 고정, 디지털 자료가 획득되었고 음원인 수중예인 센서는 조사선 선수로부터 약 2.0m의 깊이에서 예인되었다. 그래픽기록지의 지층단면 기록단위는 시간 길이가 아니고 미터단위로 표시되고 있다. 이것은 실제의 지층투과 깊이를 의미하는 것은 아니며 단지 해저퇴적층의 음속을 1,500m/sec 로 수층과 동일하게 간주한 결과이다. 수층보다 해저퇴적층의 음속이 빠른 것이 일반적이므로 실제의 퇴적층 두께는 기록지에 나타난 것 보다 깊게 해석하여야 한다.

(5) 해저퇴적물조사

시료채취는 어선을 이용하였으며 채취지점의 위치는 거리오차 ±1m인 DGPS를 이용, WGS84좌표로 표시하였다. 퇴적물채취는 그랩 채취기를 이용하여 해저면의 퇴적물을 선상으로 끌어올린 후 최 표층(깊이 0~1 cm)의 퇴적물을 용기에 담아 실험실로 운반·분석하였다. 표층퇴적물은 1차적으로 총 20개 정점에서 채취되었으며(그림 2-1-7) 채취된 퇴적물의 위치 및 시간은 표 3-1-4에 나타내었다.

(가) 입도(grain size)

퇴적물의 입도 분석은 퇴적물에 과산화수소수(H₂O₂)와 염산(HCl)을 넣어 유기물과 탄산염을 제거 후 습식체질(wet sieving)에 의해 4 Φ 이하의 조립질퇴적물과 그 이상의 세립질퇴적물로 각각 구분하였다. 4 Φ 이하의 조립질 퇴적물은 0.5 Φ 간격으로 건식체질(dry sieving)하여 무게백분율을 구하고, 4 Φ 이상의 세립질 퇴적물은 전체를 대표하는 2 g을 취해 300 ml의 0.1% 확산제 용액을 넣고 초음파 자기진동기로 균일하게 분산시킨 후 자동입도분석기(Sedigaph 5100D)로 분석하였다. 퇴적상(Sediment type)분류는 Folk(1968) 방법을 따랐으며, 그 외 평균입도(Mz), 분급도(Sorting; Standard Deviation), 왜도(Skewness) 및 첨도(Kurtosis)는 통계처리하여 각각의 값을 구하였다.

표 2-1-4. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치

Table 2-1-4. Sampling times and locations of surface sediments in the survey area

Station No.	Date (2004)	Time (GMT)	Location(WGS84)		Remark
			Lat(N)	Long(E)	
TA-01	10. 18.	02:59:30	36° 27.110 '	126° 11.625 '	
TA-02	10. 18.	03:10:36	36° 26.525 '	126° 11.846 '	
TA-03	10. 18.	03:23:20	36° 25.862 '	126° 12.036 '	
TA-04	10. 18.	03:28:50	36° 25.263 '	126° 12.303 '	
TA-05	10. 18.	04:03:15	36° 27.359 '	126° 12.291 '	
TA-06	10. 18.	03:56:28	36° 26.703 '	126° 12.552 '	
TA-07	10. 18.	03:47:05	36° 26.065 '	126° 12.790 '	
TA-08	10. 18.	03:36:25	36° 25.446 '	126° 12.984 '	
TA-09	10. 18.	04:09:37	36° 27.592 '	126° 12.945 '	
TA-10	10. 18.	04:18:08	36° 26.886 '	126° 13.167 '	
TA-11	10. 18.	04:27:22	36° 26.213 '	126° 13.491 '	
TA-12	10. 18.	05:14:31	36° 25.578 '	126° 13.691 '	
TA-13	10. 18.	05:54:18	36° 27.826 '	126° 13.641 '	
TA-14	10. 18.	05:43:45	36° 27.077 '	126° 13.627 '	
TA-15	10. 18.	05:30:28	36° 26.432 '	126° 14.142 '	
TA-16	10. 18.	05:22:28	36° 25.742 '	126° 14.393 '	
TA-17	10. 18.	06:00:35	36° 28.060 '	126° 14.321 '	
TA-18	10. 18.	06:07:58	36° 27.419 '	126° 14.586 '	
TA-19	10. 18.	06:19:17	36° 26.631 '	126° 14.883 '	
TA-20	10. 18.	06:27:17	36° 25.928 '	126° 15.105 '	

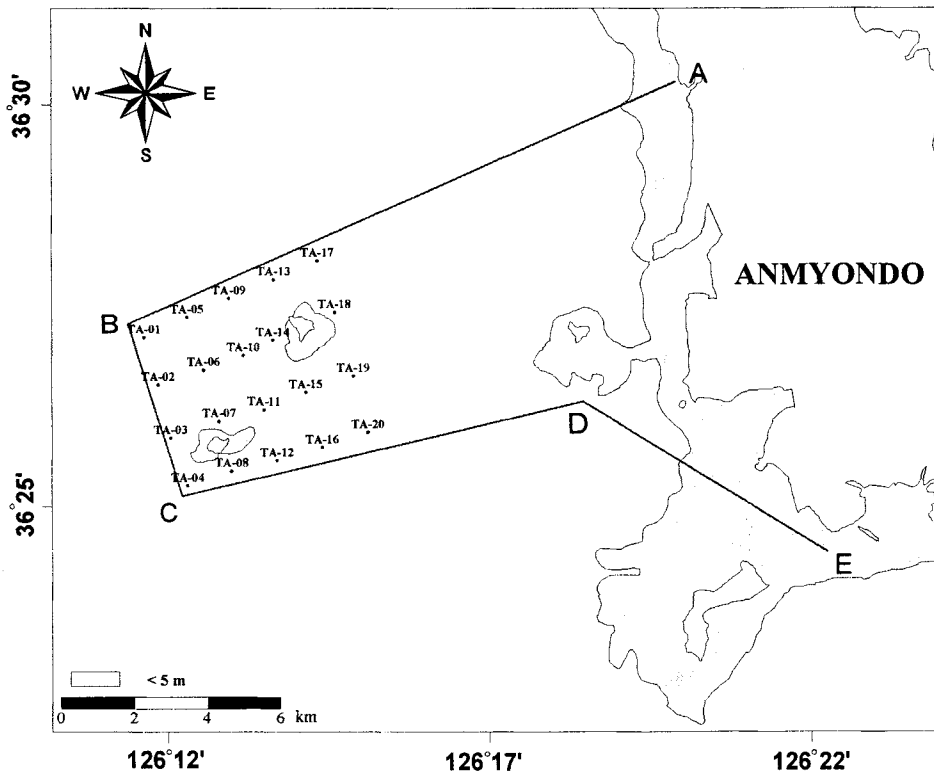


그림 2-1-7. 조사지역 및 표층퇴적물의 위치도

Fig. 2-1-7. Map showing survey area and sampling stations of 20 surface sediments.

3. 결과 및 토의

가. 수심지형분포

한반도의 서해는 황해의 남동부에 위치하며, 평균수심이 60m 이내인 천해지역이다. 조사구역은 황해 대륙붕과 만 및 조석이 우세한 해빈을 연결해주는 전이해역으로 최대수심은 43m에 이르며 30m 이내의 수심값을 갖는다. 그리고 조사구역내에 있는 외파수도와 내파수도로 인해 약간 기복이 있는 복잡한 해저지형을 보인다. 조사구역의 서남부지역인 외파수도의 서쪽은 급경사를 가지며 34m까지 깊어지고 외파수도의 동쪽은 저조시에도 해수면에 노출되지 않는 여(암초)가 있다. 조사구역 서북지역에는 저조시 해수면에 노출되는 큰 여(암초)가 분포하고 있다. 외파수도와 내파수도 사이에 약 27m에 이르는 골이 조사지역 중앙에 분포하고 있으며, 내파수도의 암체가 북서쪽으로 연장되어 있어 그 지역은 낮은 수심을 가진다. 내파수도 동쪽끝은 저조시 나타나는 자연방파제와 연결되어 있고 조사구역의 동남부인 내파수도의 남부지역은 북동에서 남서방향의 완만한 구릉을 이루고 있다(그림 2-1-8).

나. 퇴적층 분포

황해의 주변해역에 발달한 만이나 하구는 조류 및 파랑 운동에 의한 영향을 매우 강하게 받는 지역으로서 침식과 퇴적작용이 복합적으로 일어나며 복잡한 해저지형이 발달해 있다. 조사지역의 해저면에서 암반 돌출 지역은 해저지층기록상에서 기록이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는데 반해 빨모래질퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하고 옅은 색의 반사면과 퇴적층을 보이고 있다. 그림 2-1-9는 조사지역내의 해저지층기록들을 전체적으로 보여주고 있으며 각 해저지층기록별로 해석기록을 그림 2-1-10~16에 나타냈다. 특히, 노출암반의 분포양상은 해저퇴적물조사와 해저영상자료를 참고하여 해저퇴적상 분포도(그림 2-1-22)에 도시하였다. 조사지역의 퇴적상은 조류방향과 내·외파수도에 의해 크게 5개의 퇴적상으로 분류된다. 조사지역 북서부, 서쪽중심부, 북동과 남서부, 남동부 그리고 중앙부로 나누어 진다. 먼저 북서부지역에는 빨질모래퇴적물이 최대 10m까지 두껍게 쌓여 있고(line-1, 15, 27의 북북서쪽) 외파수도와 북서부지역의 사이에 위치한 서쪽중심부에는 모래 및 빨질모래퇴적물이 1.5~3m 정도로 얇게 분포하고 있다(line-15, 30 중간부분, line-27 남남동쪽). 외파수도와 내파수도의 사이의 중앙부는 약 1~2m 정도의 퇴적층이 서쪽중심부보다 얇게 퇴적되어 있다(line-47, 58 중간). 내파수도의 북쪽과 내파수도의 남쪽인 조사지역의 북동과 남서부는 세립질의 모래질빨이 북동부에는 2~7m까지 두껍게 분포하고(line-57, 66 북북서쪽), 남서부는 2~4m 정도로 퇴적되어 있다(line-27-1, 39, 48 남남동쪽). 끝으로 조사지역의 남동부에는 투명하고 불규칙한 반사면이 보이고 모래 및 빨질모래퇴적물이 1.5~5m까지 연결성이 없이 쌓여 있다. 전체적인 조사지역의 퇴적상은 내·외파수도와 암반분포지역을 제외하고는 반고화된 딱딱한 퇴적층 상부에 모래, 빨질모래퇴적물이 지역적으로 2~7m 정도로 쌓여 있다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어 진다(그림 2-1-11, line-27).

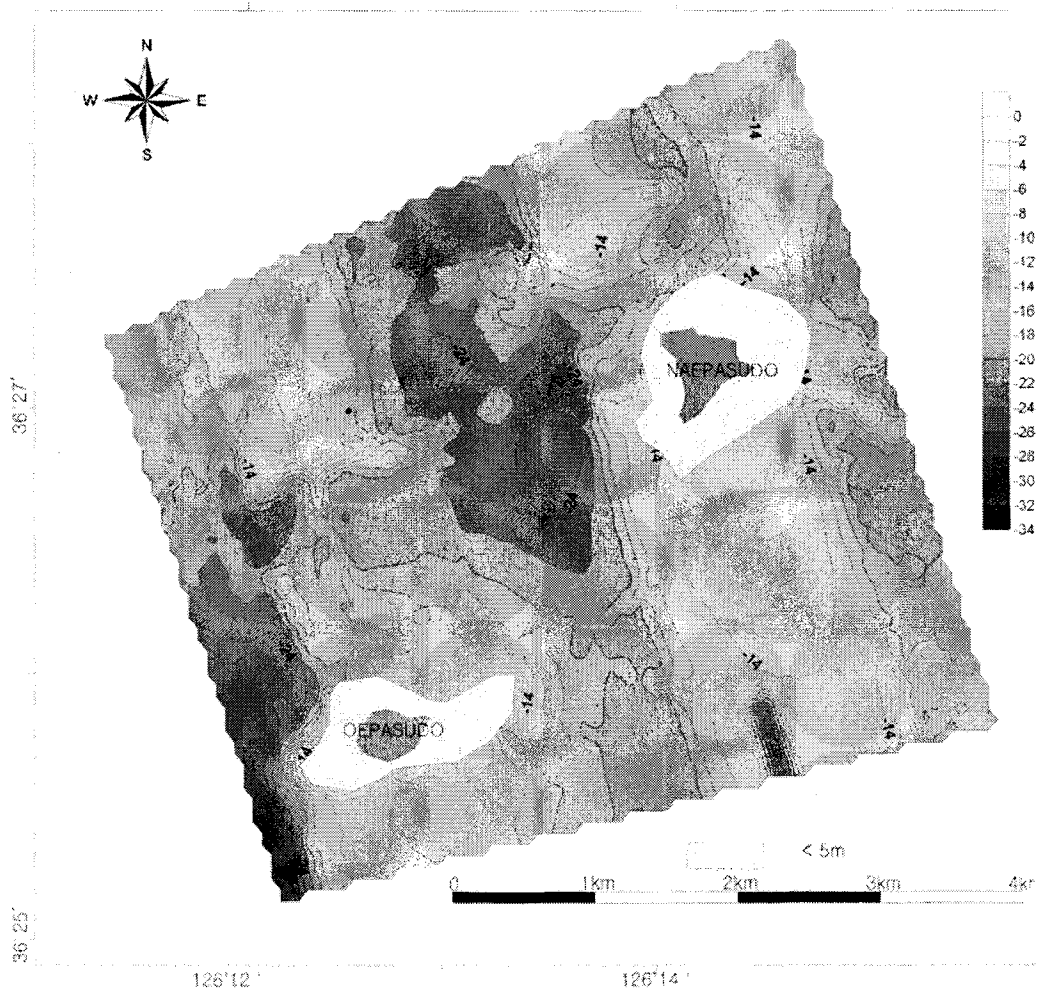


그림 2-1-8. 조사지역의 등수심도.

Fig. 2-1-8. Bathymetry contour map of survey area.

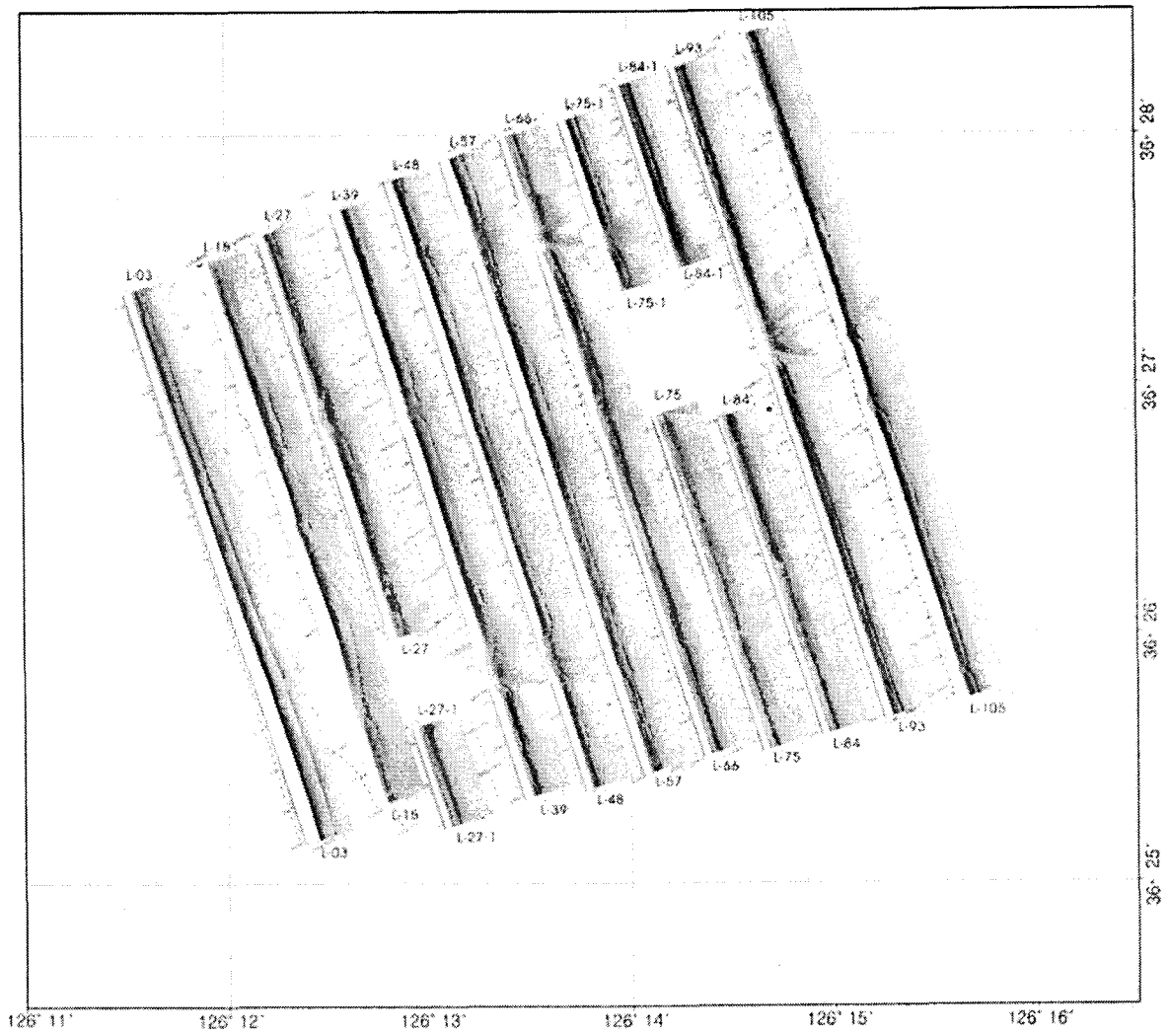


그림 2-1-9. 조사지역의 해저지층 기록.

Fig. 2-1-9. Subbottom profile of survey area.

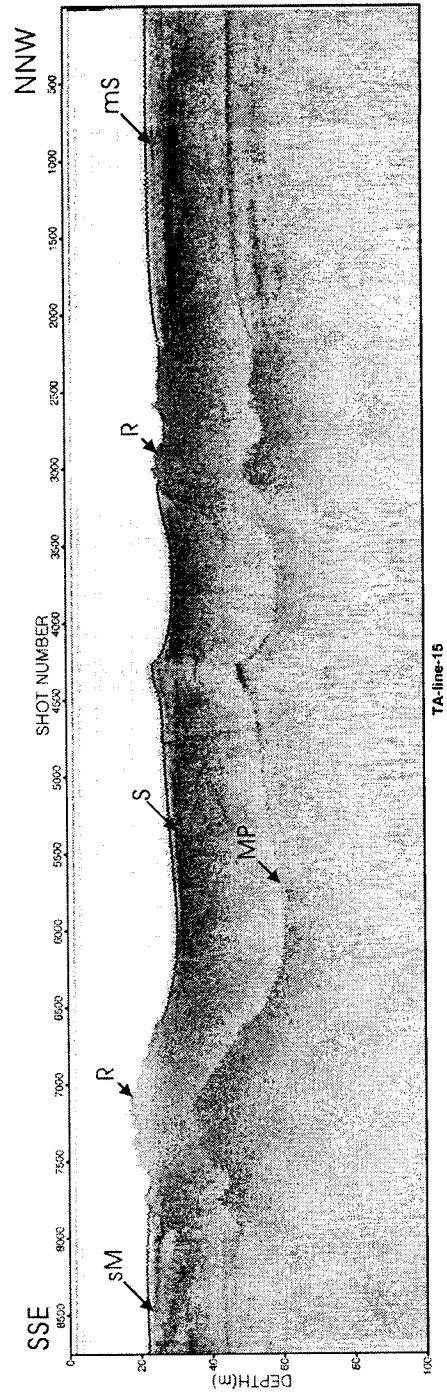
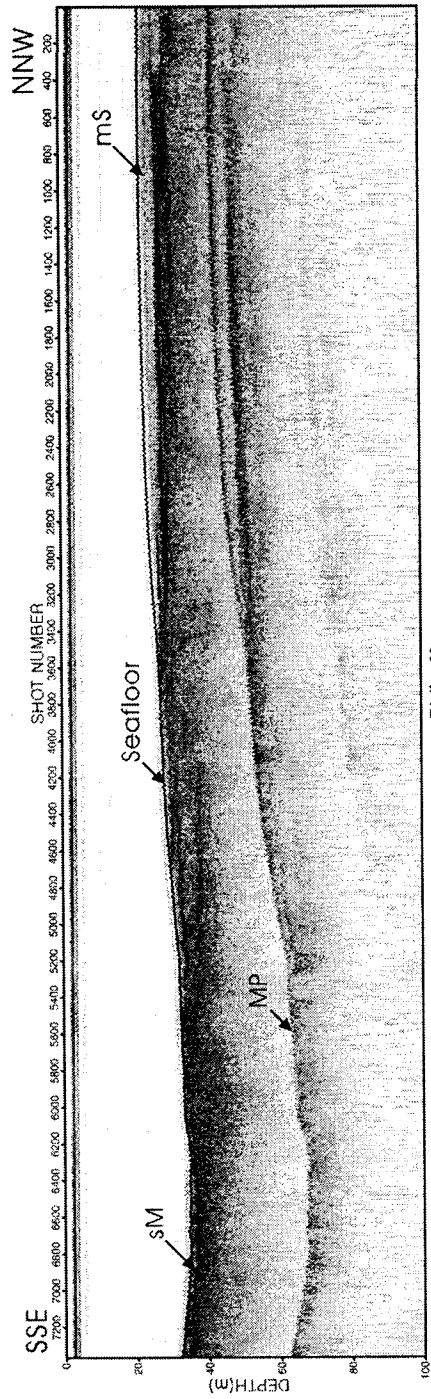


그림 2-1-10. 해저지층 기록(line 03, line 15). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 반사파.

Fig. 2-1-10. Subbottom profile (line03, line 15). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

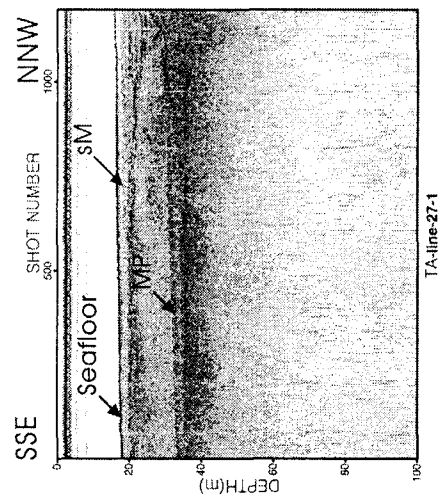
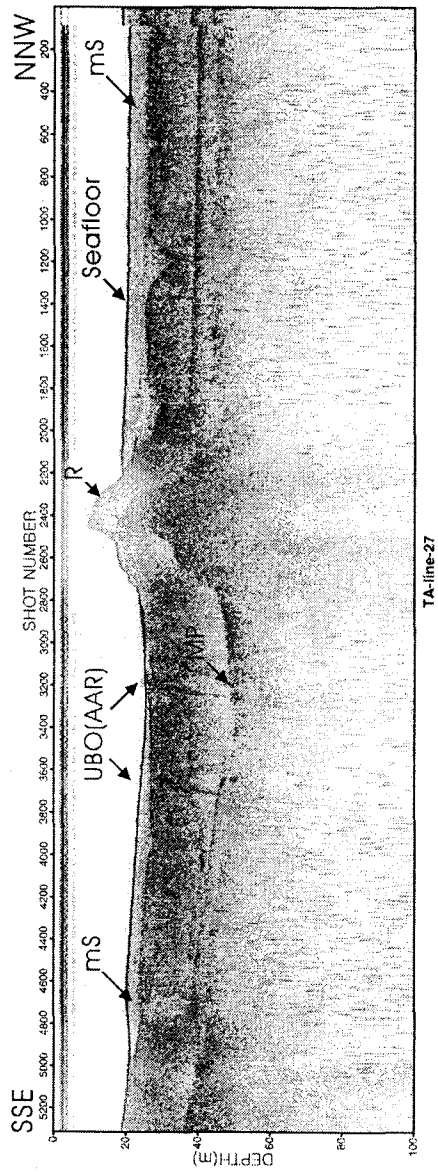


그림 2-1-11. 해저지층 기록(line 27, line 27-1). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래 퇴적물; S, 모래질 퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 반사파.

Fig. 2-1-11. Subbottom profile (line 27, line 27-1). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

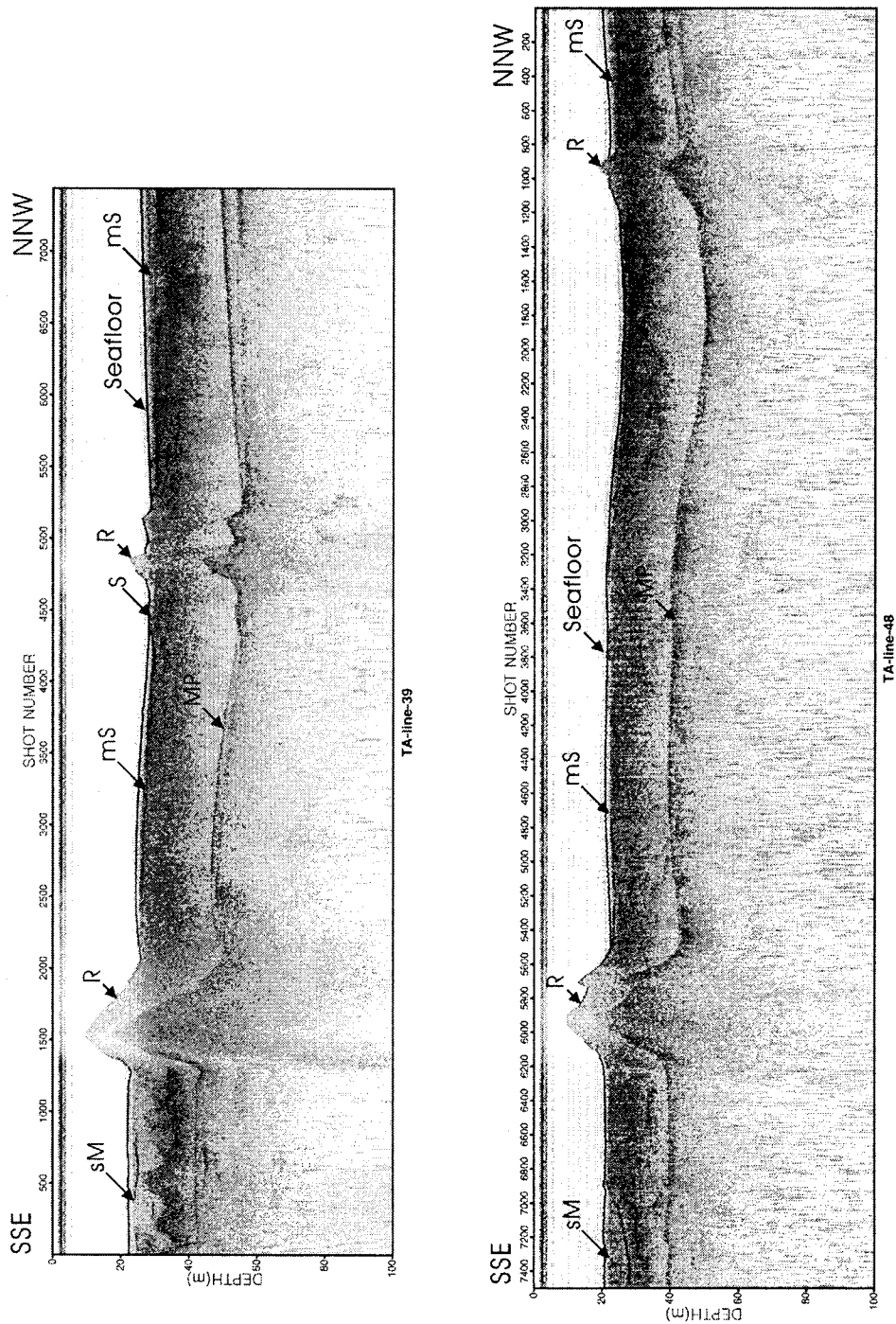


그림 2-1-12. 해저지층 기록(line 39, line 48). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 반사파.

Fig. 2-1-12. Subbottom profile (line 39, line 48). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

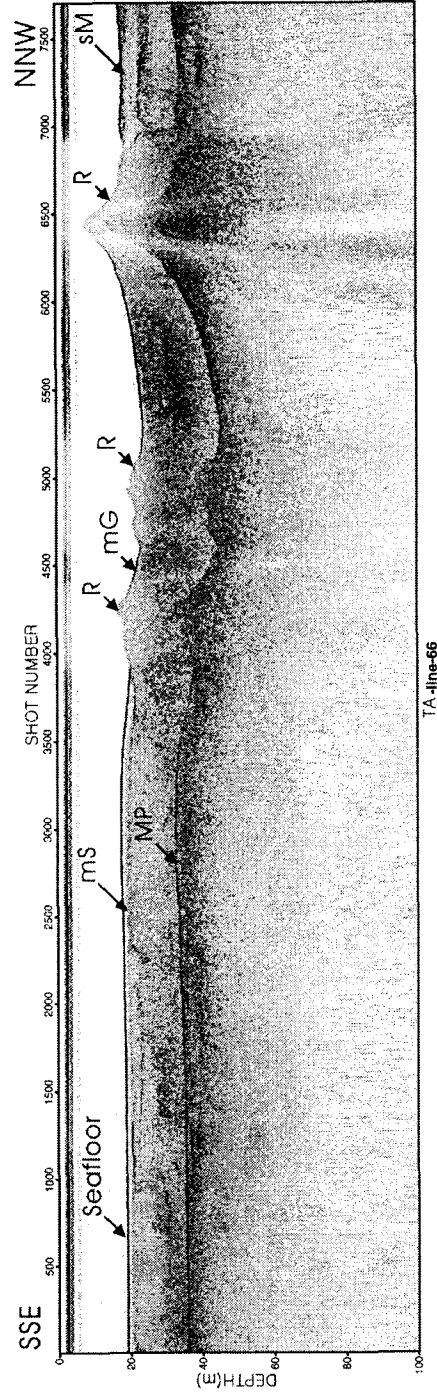
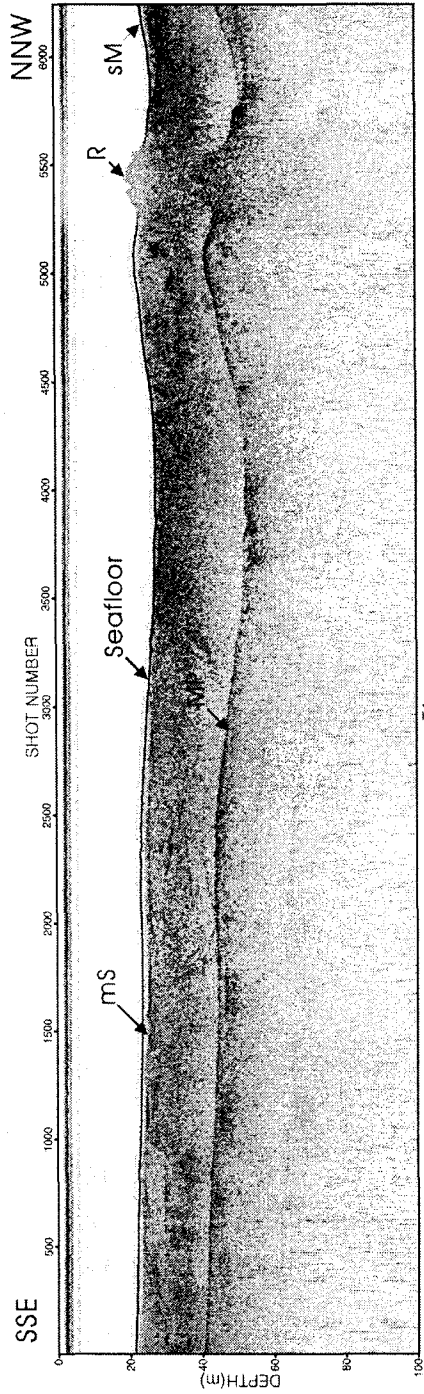


그림 2-1-13. 해저지층 기록(line 57, line 66). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 반사파.

Fig. 2-1-13. Subbottom profile (line 57, line 66). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

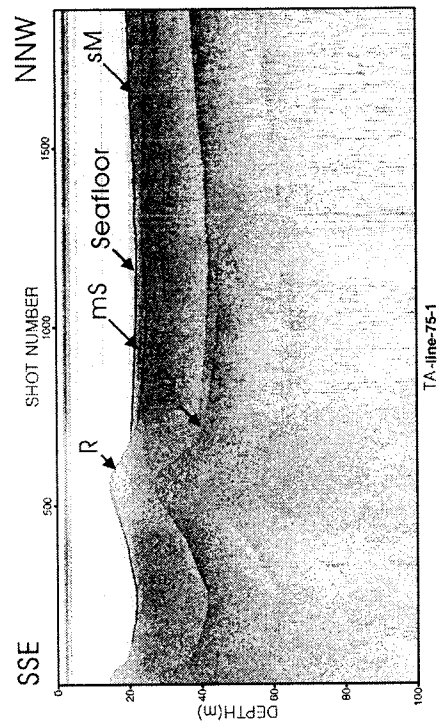
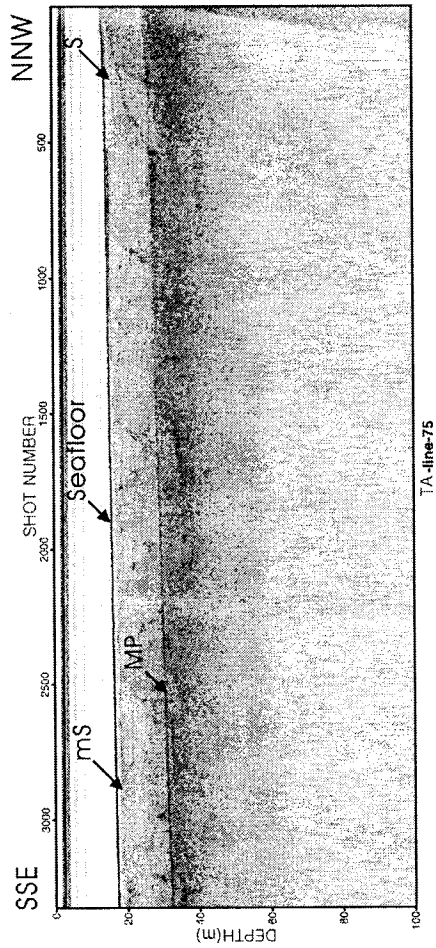


그림 2-1-14. 해저지층 기록(line 75, line 75-1). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 | 반사파.

Fig. 2-1-14. Subbottom profile (line 75, line 75-1). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

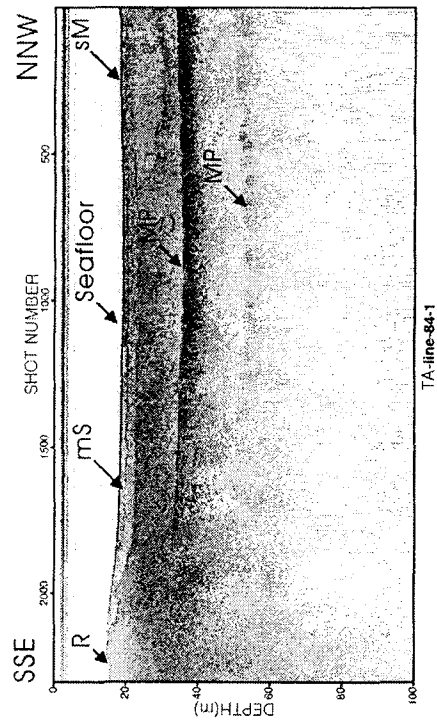
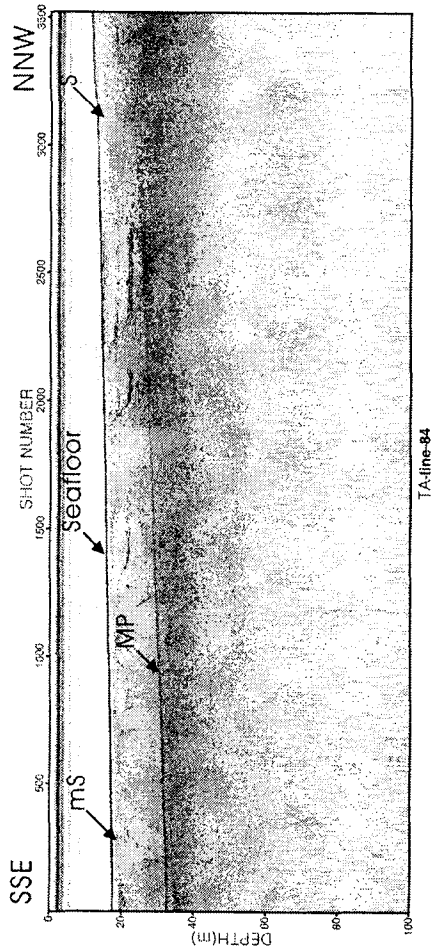


그림 2-1-15. 해저지층 기록(line 84, line 84-1). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래 퇴적물; S, 모래질 퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 반사파.

Fig. 2-1-15. Subbottom profile (line 84, line 84-1). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

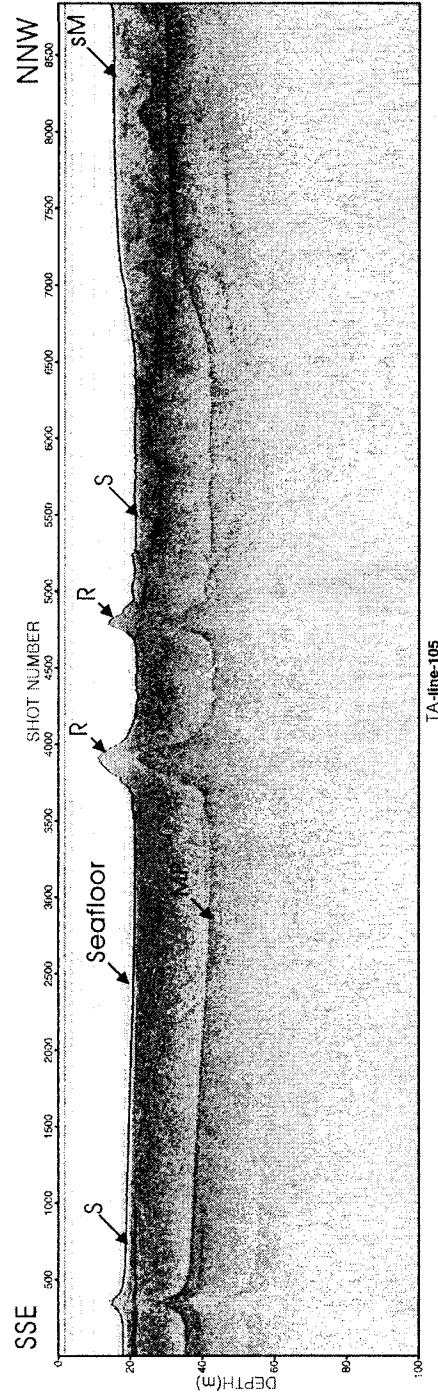
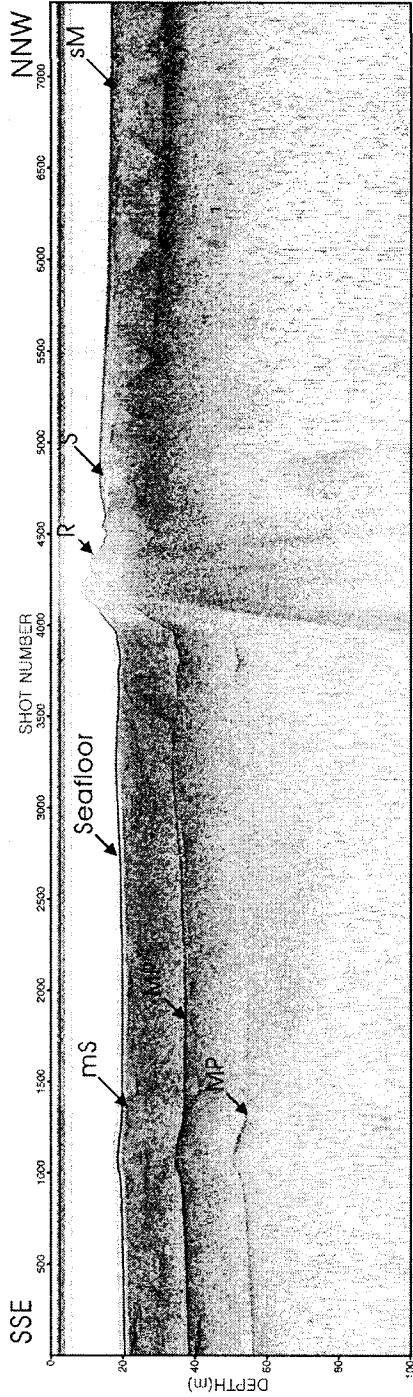


그림 2-1-16. 해저지층 기록(line 93, line 105). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질 모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중 반사파.

Fig. 2-1-16. Subbottom profile (line 93, line 105). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

다. 해저면 음향영상 분포

(1) 자료처리

수중 예인센서는 예인케이블과 연결되어 원치를 지나 운용·수록 시스템(본체)과 연결되며, 연구선의 선미로부터 일정한 거리를 두고 예인되며 해저면의 음향영상정보를 획득한다. 따라서 획득된 해저면 탐사기록의 위치는 연구선 DGPS 위치와 편차가 발생하게 된다. 특히 해저면의 이상물체나 인위적 구조물 등을 탐색해야 하는 경, 정확한 위치와 그 형태를 제시하기 위하여 수중 예인센서의 새로운 위치결정이 반드시 필요하다. 수중 예인센서의 정확한 위치결정이 우선적으로 선행되지 않으면 실제의 해저영상 모자이크 결과도면상의 위치 오차를 포함하게 된다. 연구선의 조사 항적도와 음향자료를 기하학적인 처리방법으로 적용되는 기존의 연구결과(과학기술처, 1993; 김성렬 외, 1997, 2003)를 이용하여, 수중 예인센서의 절대 위치를 결정하였다.

경사거리(slant range)란 수중 예인센서(tow-fish)에서 해저면까지의 측면거리를 의미한다. 수심측량이나 지층탐사의 경우에는 음파가 수직 상하로 왕복주행 하는 시간 및 음속에 의해서 결정되지만, 해저면 탐사에서는 측면방향으로 음파가 퍼져 나가기 때문에 해저면까지의 거리는 사선으로 경사져 있고, 그 경사거리가 증가할수록 해저면과 이루는 경사각은 점차적으로 감소한다. 따라서 현장기록의 왜곡현상은 수중 예인센서에서 먼 쪽(far-range) 보다는 직하부에서 더 심하게 나타나게 되며, 해저면에 나타난 실제 형태와는 다소 차이가 있다는 점을 감안할 필요가 있다.

해저면 탐사자료는 시간에 따라 변하는 시계열(time series) 자료이지만, 경사거리가 보정된 후에는 거리 개념의 자료(distance series)로 그 성질이 바뀌게 된다. 수중 예인센서의 바로 하부의 수직 방향 보다는 측면 방향으로 멀어질수록 자료간의 거리간격이 점점 좁아지는 형태로 공간적인 분포 배열이 달라지기 때문이다. 따라서 경사거리를 보정한 것은, 수중 예인센서에서 직하부까지의 수층 효과를 제거한 후에 음파가 왕복 주행한 시간 길이를 수평거리로 환산하는 자료처리를 의미한다.

Side scan sonar 음파 형태는 수중 예인센서의 진행방향에 대하여 수직단면으로 부채꼴 모양이므로, 음파가 양쪽 측면에 대하여 해저면을 주사(scanning)해 나가는 목표 해저면의 주사면(insonification area)은 긴 띠 모양의 사다리꼴 형태가 된다. 이 띠모양의 주사면은 여러 개의 단위 주사역(foot-print area)으로 구성된다(Clay and Medwin, 1977). 이들 각각의 모양과 크기를 Malinverno et al.(1990)이 제안한 방법으로 계산한 다음, 수중 예인센서의 절대위치에서 좌현과 우현 방향으로 단위조사역의 각각 위치에 순차적으로 음향강도 값을 투영(mapping)함으로써 해저면 음향영상 결과도면이 제작된다. 그러나 단위 주사역의 개별적인 위치가 계산되더라도 이들의 크기가 일정하지 않고 펼침 형태(swath pattern)로 분포하기 때문에, 해상도를 고려한 격자자료(grid data)로 재구성하여 통계 처리된 대표값을 모자이크 처리기법에 적용한다(한국해양연구소, 1994, 1995).

결과 도면은 세계측지계(World Geodetic System, WGS-84) 좌표로 작성하였다. 경위도 좌표계를 사용하면 격자간격이 일정하지 않기 때문에 WGS-84 좌표계를 UTM 직각좌표 계로 환산하여 사용한 후 필요에 따른 좌표 변환을 실시하여 최종 자료화 한 후 이를 도면화한다.

(2)모자이크 해저영상

일반적으로 해저면탐사 영상도면은 흑백농암으로 표현하며, 짙은 검정 색일수록 단단하거나 입자가 굵은 매질에 해당되며, 옅은 색일수록 부드럽고, 입자가 가는 매질을 의미한다. 따라서 어둡게 나타나는 부분은 대부분이 노출암반이거나 자갈질 모래이며, 밝은 부분은 가는 모래 또는 빨질 퇴적물로 해석하게 된다. 조사지역의 영상도를 전체를 하나의 도면(그림 2-1-17)으로 도시하였으며 각 축선의 해저면영상기록이 서로 잘 연결됨을 볼 수 있다.

조사지역의 해저면 음향영상의 전반적인 특징은 내·외파수도와 여(암초) 주위와 그 외 지역으로 크게 구분된다. 조사지역의 해저면 음향영상은 해저지층기록과 마찬가지로 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉 돌출암반이 분포하는 섬 주변 암초지역, 상대적으로 조금 진한 색을 띠는 지역, 빨모래퇴적물이 쌓여 있는 옅은 색을 보이는 지역으로 구분할 수 있다(그림 2-1-18). 이는 해저퇴적상 분포 및 해저지층기록과도 잘 일치하고 있다. 그리고 내파수도의 북부지역과 외파수도의 남부지역은 상대적으로 더 옅은 흑백농도를 보인다. 이 지역에는 조사구역의 다른 지역보다 세립질의 모래질빨이 분포하고 있다.

그림 2-1-19는 조사 라인 39번을 따라서 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층을 비교한 것이다. 외파수도의 암반분포와 모래퇴적층이 해저지층기록과 잘 일치하고 있다(그림 2-1-19).

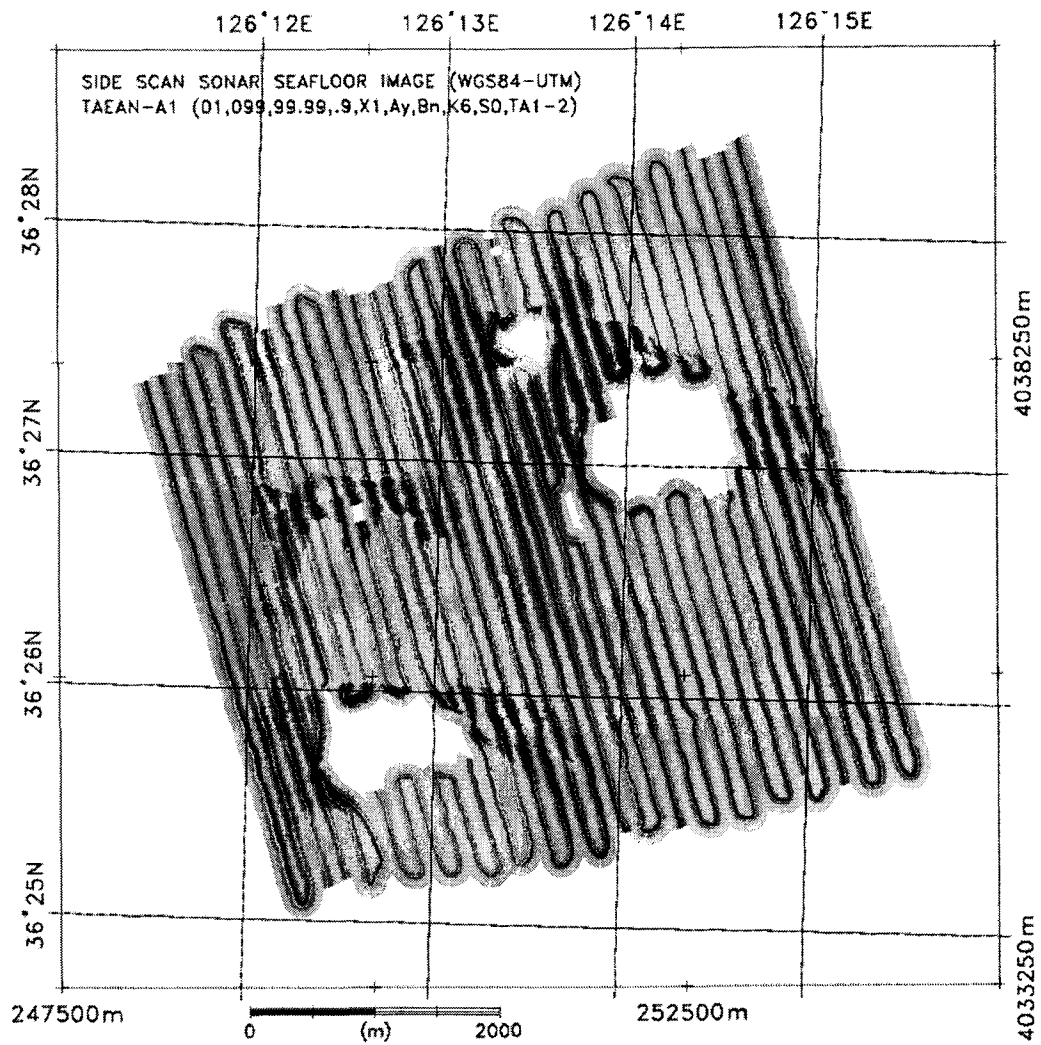


그림 2-1-17. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과.
 Fig. 2-1-17. Seafloor Side Scan Sonar mosaic result of survey area.

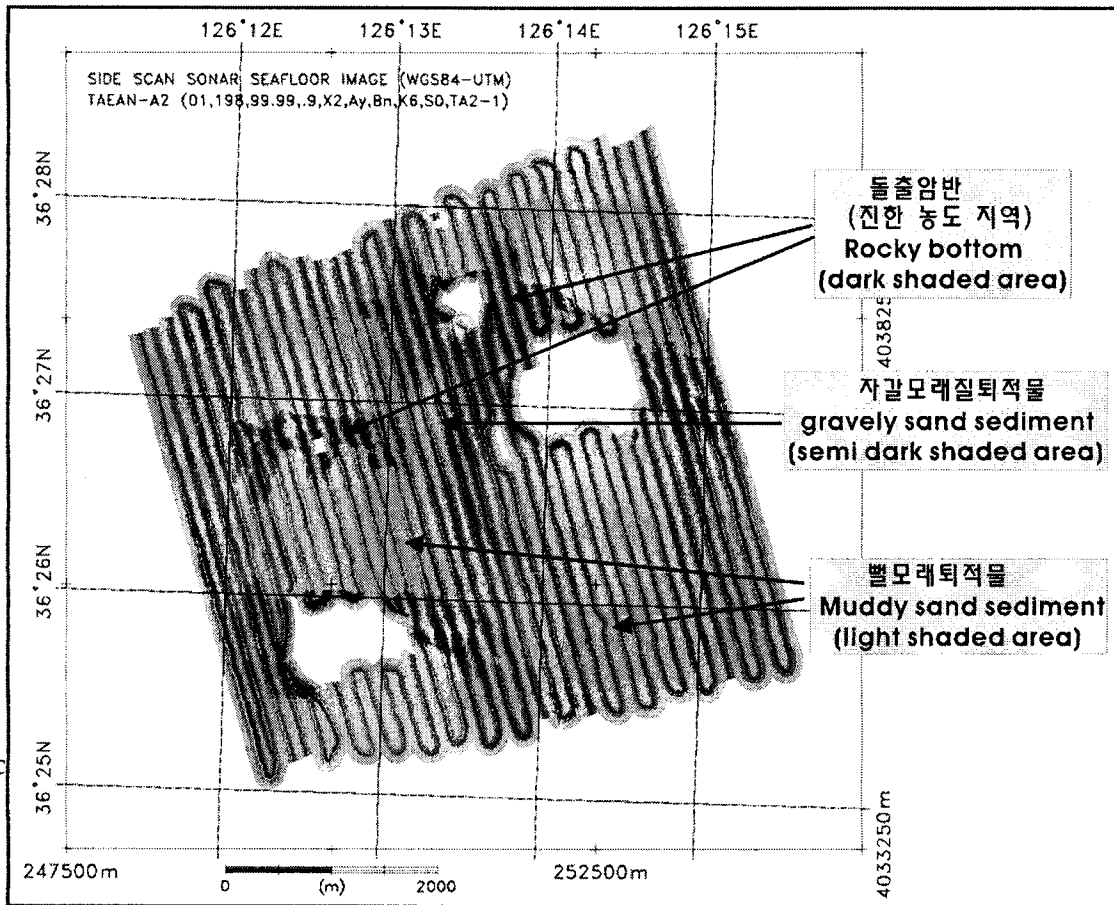


그림 2-1-18. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과 해석.

Fig. 2-1-18. An illustration of Side Scan Sonar mosaic result of survey area.

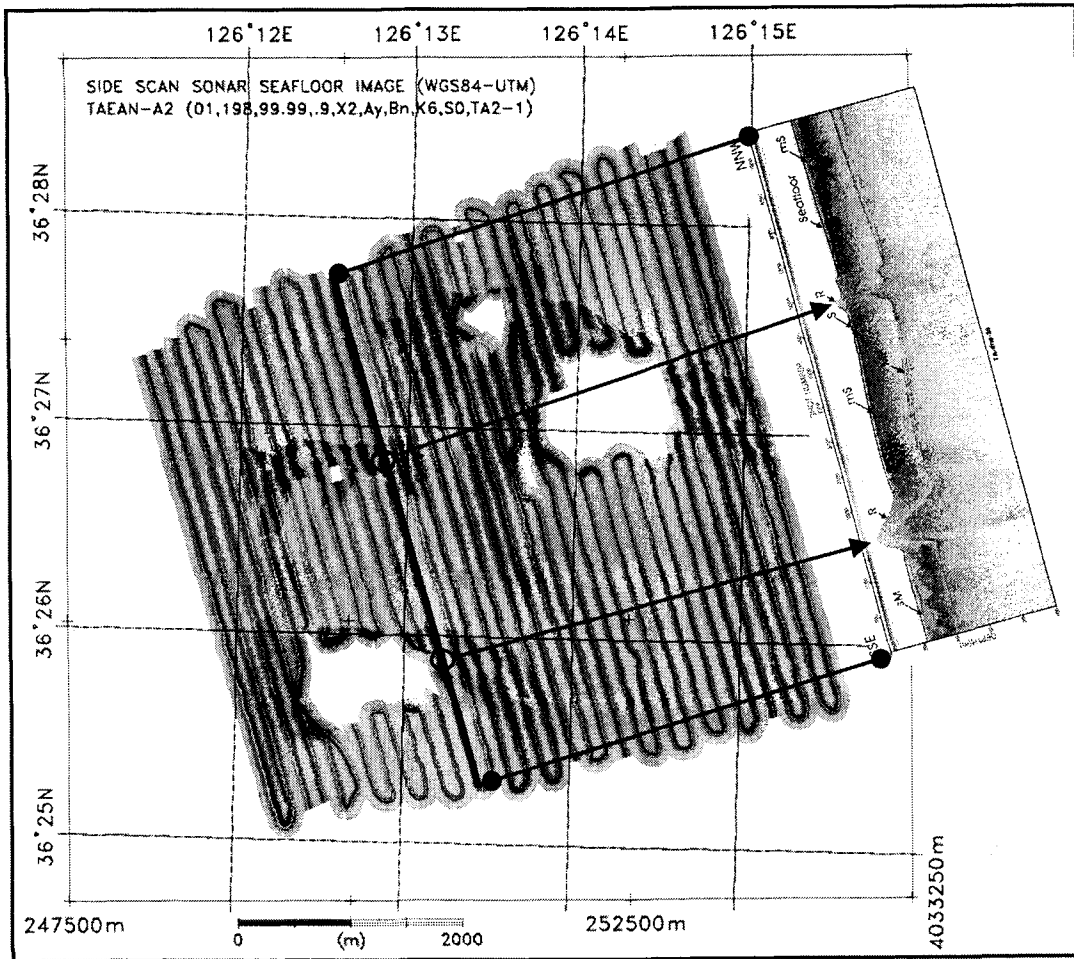


그림 2-1-19. Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층기록(line-39) 비교
 Fig. 2-1-19. Comparison of Side Scan Sonar mosaic result and Subbottom profile
 across line 39.

라. 해저퇴적물 분포

(1) 표층퇴적물 조성 및 퇴적상

채취된 표층퇴적물의 조성을 보면, 자갈은 대부분 0.00%를 나타내고 있으며 암반지역에 포함되는 내파수도와 외파수도 근처지역인 TA-03, 04, 06, 12, 14에서 최대 68.61%까지 나타나고 있다. 모래함량은 13.63~83.08%, 실트함량 6.11~43.27%, 점토함량은 5.59~25.91%의 범위를 보이고 있다(표 2-1-5). 모래의 공간적 분포는 조사지역에 북서지역과 남동지역에서 상대적으로 높은 모래함량을 보이고 있는 반면, TA-06와 TA-14에서 상대적으로 낮은 모래함량을 보이고 있는데 이는 상대적으로 높은 자갈 함량에 의한 것으로 사료된다(그림 2-1-20). 찰함량은 모래함량 분포와 반대 경향성인 북동과 남서 방향에서 상대적으로 높은 함량을 보이고 있다(그림 2-1-21). 퇴적상은 찰질자갈(mG), 실트질모래(zS), 찰질모래(mS), 자갈찰질모래(gmS), 자갈질찰(gM) 그리고 모래질찰(sM) 그리고 암반(R)등이 다양하게 나타나고 있으며, 찰질자갈은 TA-06와 TA-14에 나타나고 있다. 실트질모래가 그 주위에 나타나고 있으며 특히 내파수도 남동쪽으로 대상으로 나타나고 있다. 반면 자갈질모래와 모래질찰은 조사지역 남쪽과 북쪽에 나타나고 있으며 그 외 지역에서는 찰질모래와 자갈찰질모래가 나타나고 있다(그림 2-1-22).

(2) 표층퇴적물의 조직변수

평균입도 분포 범위는 $-0.40 \sim 6.12 \phi$, 분급도는 $2.33 \sim 5.10 \phi$, 왜도는 $0.12 \sim 2.39$ 로 양의 왜도값을 나타내고 있다. 평균입도는 대부분 $3 \sim 5 \phi$ 사이에서 나타나지만 자갈이 크게 포함된 TA-06과 TA-14에서 상대적으로 조립한 평균입도를 보이고 있으며 찰함량 분포와 유사한 북동-남서방향으로 상대적으로 세립해지고 있다(그림 2-1-23). 분급도는 전체적으로 불량한 분급을 나타내고 있지만 특히, 암반 주위에서 상대적으로 더 불량한 분급을 보인다(그림 2-1-24).

표 2-1-5. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수.

Table 2-1-5. Compositions and textural parameters of obtained surface sediments in the survey area.

St. No.	Composition(%)				Sed. Type	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ(Φ)	St.De.	Skew.	Kurt.
TA-01	0.00	83.08	9.64	7.28	mS	3.34	2.33	2.39	8.00
TA-02	0.00	76.78	13.29	9.93	mS	3.64	2.67	1.87	5.51
TA-03	12.87	69.00	10.94	7.19	gmS	2.56	3.09	0.92	4.35
TA-04	8.13	39.89	27.91	24.07	gM	4.98	4.04	0.15	2.19
TA-05	0.00	65.17	20.04	14.79	mS	4.49	2.94	1.34	3.60
TA-06	68.61	13.63	6.11	11.65	mG	-0.40	4.48	1.19	2.84
TA-07	0.00	52.21	29.66	18.14	mS	5.15	2.97	1.06	2.93
TA-08	0.00	44.64	33.97	21.38	sM	5.58	3.03	0.86	2.56
TA-09	0.00	57.56	27.78	14.66	mS	4.71	2.94	1.21	3.56
TA-10	0.00	55.46	27.33	17.21	mS	4.84	3.09	1.01	2.98
TA-11	0.00	74.02	14.38	11.60	mS	3.85	2.87	1.61	4.56
TA-12	9.26	40.14	31.62	18.98	gM	4.35	4.08	0.12	2.36
TA-13	0.00	30.82	43.27	25.91	sM	6.12	3.13	0.42	2.31
TA-14	31.54	22.91	24.06	21.49	mG	3.44	5.10	0.12	1.75
TA-15	0.00	56.77	26.85	16.38	mS	4.74	3.01	1.03	3.04
TA-16	0.00	76.56	14.25	9.19	mS	3.59	2.63	1.80	5.58
TA-17	0.00	44.32	31.65	24.03	sM	5.77	3.12	0.79	2.30
TA-18	0.00	52.86	34.71	12.43	zS	4.73	2.50	1.29	3.94
TA-19	0.00	50.94	32.89	16.17	zS	4.58	3.34	0.71	2.65
TA-20	0.00	81.96	12.45	5.59	zS	2.90	2.35	2.23	7.90

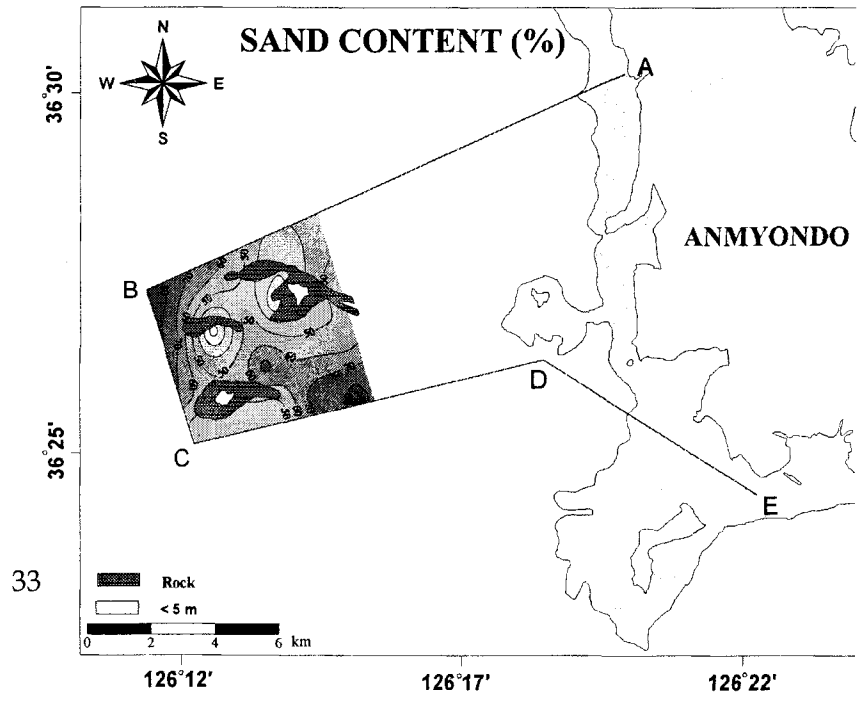


그림 2-1-20. 조사지역의 모래함량 분포도.

Fig. 2-1-20. Distribution of sand content (%) in the survey area.

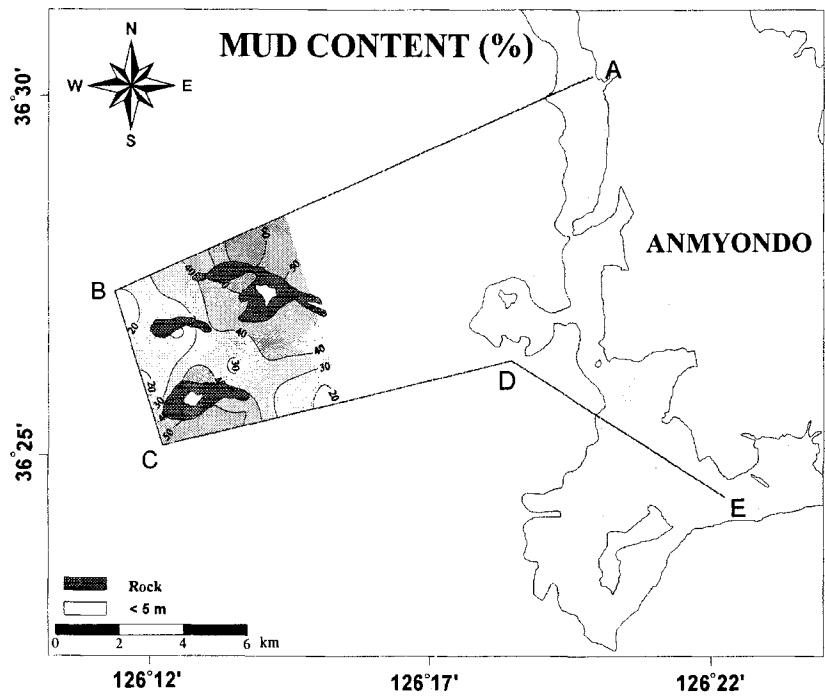


그림 2-1-21. 조사지역의 뮐 함량 분포도.

Fig. 2-1-21. Distribution of mud content (%) in the survey area.

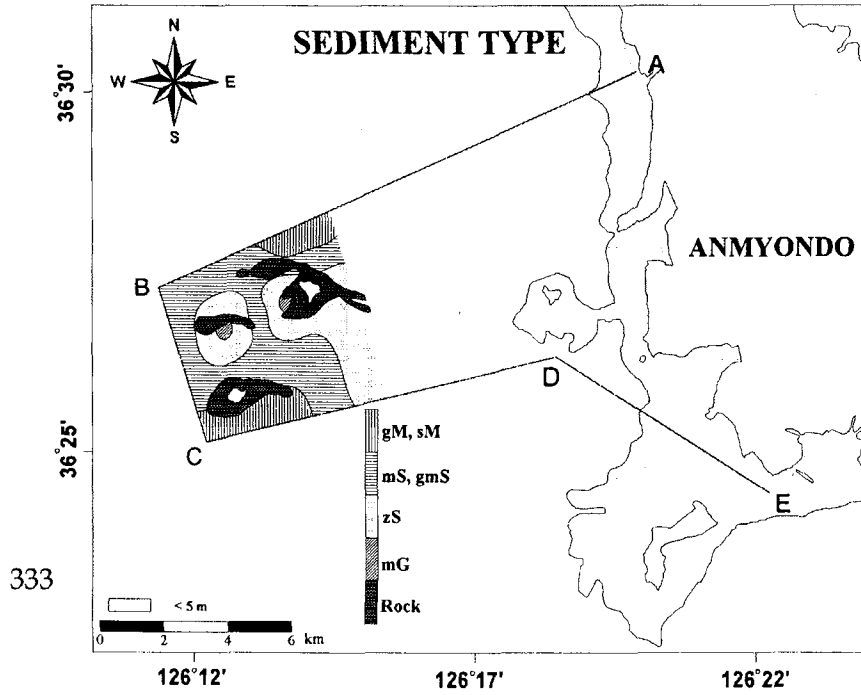


그림 2-1-22. 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상 분포도.

Fig. 2-1-22. Distribution of sediment types of surface sediment in the survey area

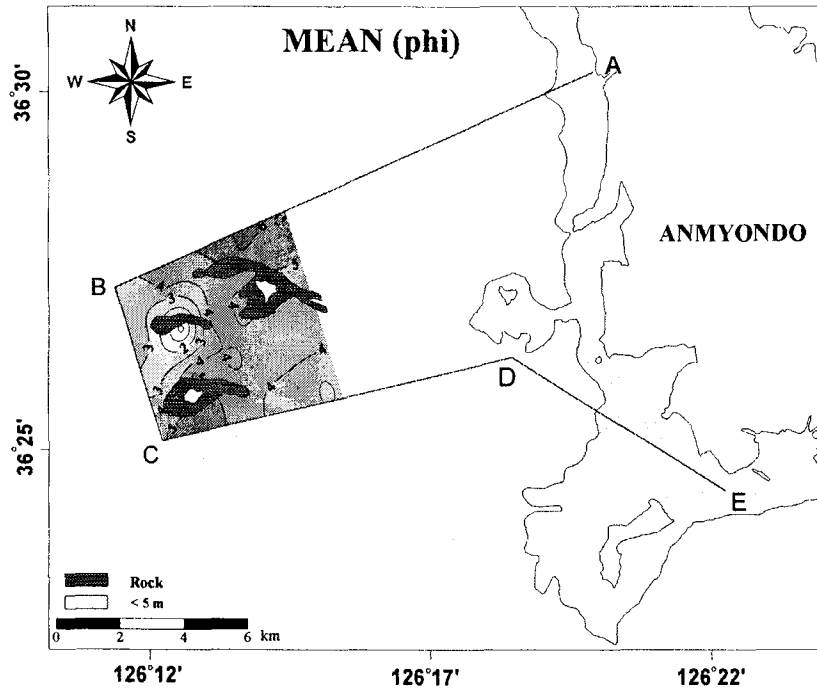


그림 2-1-23. 조사지역 표층퇴적물의 평균입도(phi) 분포도.

Fig. 2-1-23. Distribution of mean (phi) of surface sediments in the survey area.

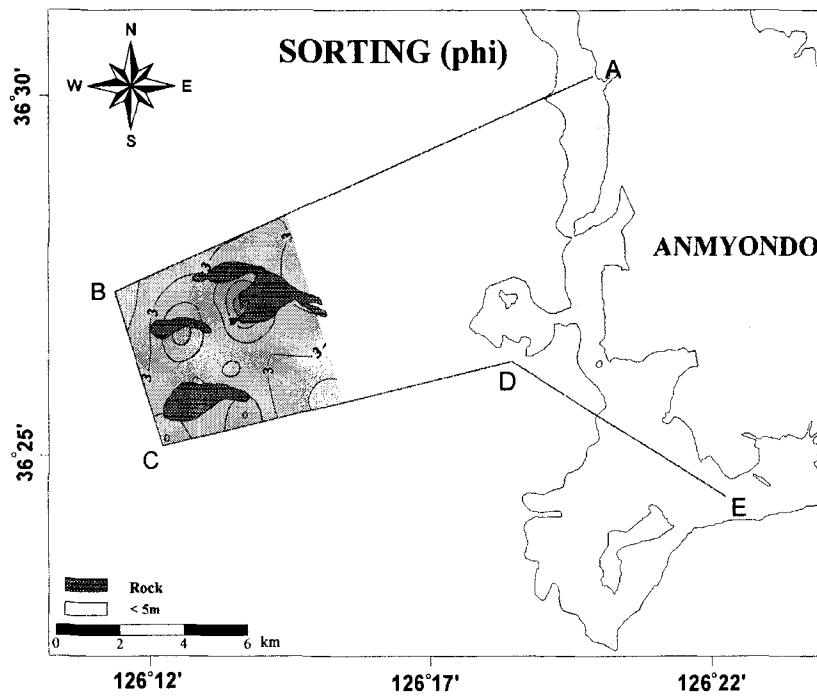


그림 2-1-24. 조사지역 표층퇴적물의 분급도(phi) 분포도.

Fig. 2-1-24. Distribution of sorting (phi) of surface sediments in the survey area

제 2 절 인공어초

1. 서 론

우리나라의 수산자원 조성과 관리를 위한 사업으로 인공어초어장의 조성, 수산종묘방류사업, 양식기술 및 시설 설계 개발, 어항정비 및 개발, 자원보호를 위한 어업교육 등이 이루어지고 있다. 인공어초어장 조성사업은 연안역의 생태환경 조성에 의한 수산자원 증식을 위해 1971년부터 사각어초를 위주로 인공어초어장이 조성되었으나 점점 새로운 어초가 개발되고 아울러 시설 적지조사에 따른 어류형 또는 패조류형 인공어초로 구분되어 시설되고 있으며, 수심이 깊은 지역의 일부는 패어선을 이용한 고선어초가 시설되었다.

인공어초어장 조성사업은 연안역의 목장화와 연계한 종합계획하의 단위시설물로서 대상생물의 생활사가 고려되고 생물상호간의 생태환경이 유기적으로 연계될 수 있는 연안생태계 조성하기 위한 인공어초어장의 설계기법과 이를 위한 기능성 인공어초의 개발이 강조되고 있는 시점에 이르렀다.

본 연구는 태안바다목장 조성지 내의 인공어초 시설에 필요한 자료를 확보코자 수행하였다. 조사는 기존 인공어초 시설지를 중심으로 실시하였다. 기존 인공어초 시설지에 대해서는 인공어초의 시설량, 시설 개소, 시설위치 및 어초종류 그리고 시설된 인공어초의 어류 위집 및 매몰 상태 등에 대하여 분석하였다. 동 조사중 인공어초의 시설량, 시설 개소, 시설위치, 및 어초종류에 대해서는 사이드스캔소나(Side Scan Sonar)와 잠수조사, 그리고 어초어장으로서의 기능에 대한 조사는 부착생물 조사와 잠수관찰로 수행하였다. 태안바다목장 조성예정지 내에 시설된 인공어초의 장소는 3개소이며, 시설규모는 356 ha 이다. 시설된 인공어초는 사각어초 2종류로서 1977년에 시설된 어초는 1m×1m×1m의 크기이며, 1994년 및 1998년에 시설된 어초는 2m×2m×2m이다. 시설된 어초의 어초기능 조사는 1977년, 1994년 그리고 1998년 시설된 3곳에 대하여 조사하였으며, 1977년 시설어초 어장을 제외하고는 인공어초어장에 조피볼락과 쥐노래미가 서식하고 있는 것이 관찰되었고 어초 표면에 참굴, 따개비, 미더덕 등 부착생물 또한 다양하여 바다목장 내에 시설된 인공어초는 인공어초어장으로서 기능을 충분히 발휘하고 있음이 입증되었다.

2. 재료 및 방법

가. 인공어초 투입 지역 및 현황 조사

태안바다목장 해역에 시설된 인공어초는 사각어초로서 1977년는 나치도해역에 그리고 1994년과 1998년에는 태안군 안면읍 승언리 외파수도해역에 각각 시설되었다(그림 2-2-1).

인공어초지역 시설상태 조사에 사용된 장비는 사이드스캔소나로 양방향 헤지면 조사 후 분석하였다. 본 조사에 사용된 사이드스캔소나는 Seascan 프로그램을 사용하여 자료를

취득·분석하는 수중영상 획득에 아주 유용한 장비이다(표 2-2-1, 그림 2-2-2). 또한 조사 선박에 부착된 음향측심기를 통해 수심을 측정하였으며, DGPS를 사용하여 선박과 사이드스캔소나의 정확한 조사 위치정보(WGS-84)를 획득하였다(표 2-2-2, 그림 2-2-3). 획득된 사이드스캔소나 자료는 실내에서 Postscan 프로그램을 이용하여 gain을 바꿔가면서 최적의 영상을 얻을 수 있도록 하였다. 사이드스캔소나의 주사폭은 150 m이며, 일부는 정밀한 영상자료를 취득하기 위하여 주사폭을 105 m로 하여 조사하였다.

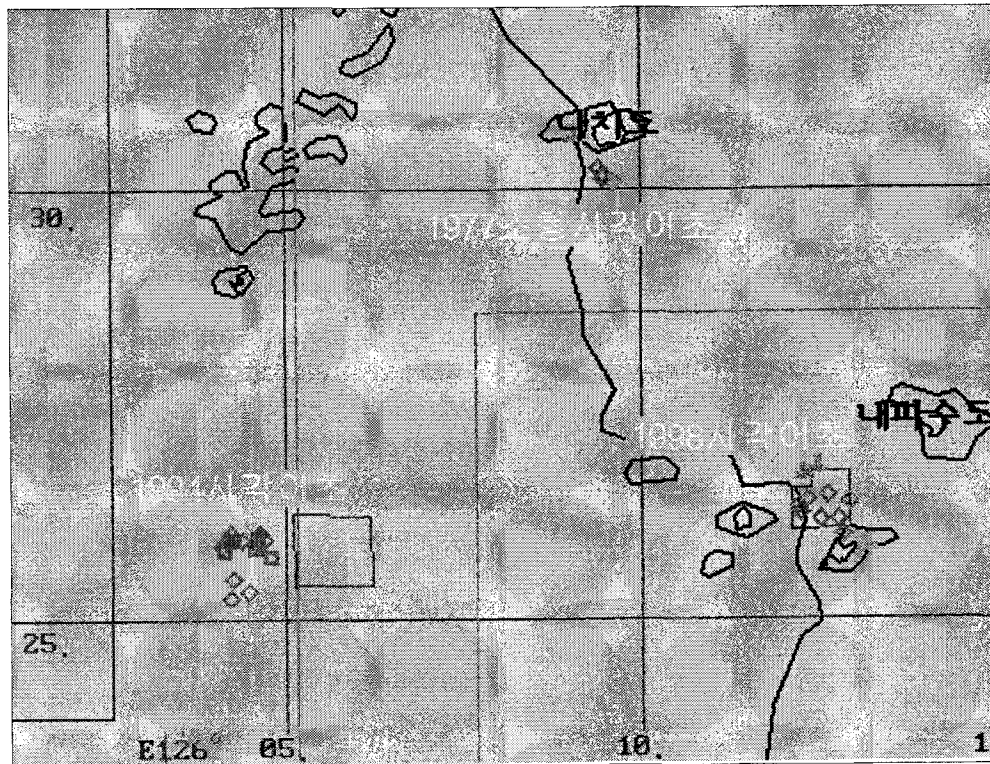


그림 2-2-1. 태안바다목장화 해역 인공어초 시설지.

Fig. 2-2-1. Location of Taean marine ranching area, Chungnam, Korea.

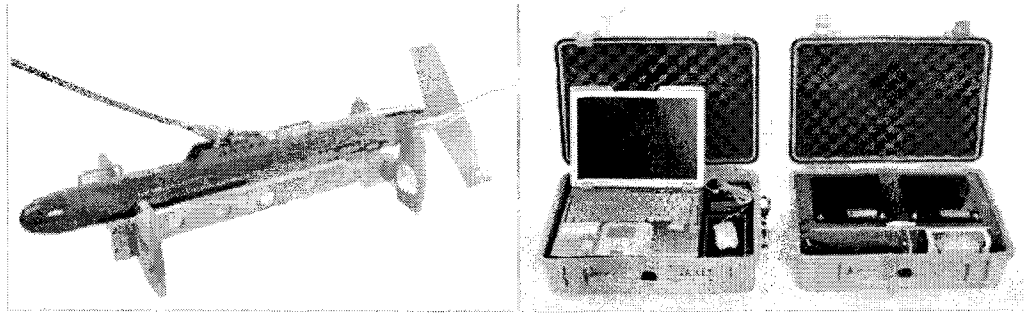


그림 2-2-2. 어초 시설상태 조사에 사용된 Side Scan Sonar (D-100).

Fig. 2-2-2. Side Scan Sonar (D-100) used to the observation of artifical reefs.

표 2-2-1. 어초시설상태 조사에 사용된 Side 3Scan Sonar (D-100)의 사양

Table 2-2-1. Specifications of Side Scan Sonar (D-100) used to the survey

사 양 명	규 격
길이×몸통직경(Lenght x Diameter)	1450 × 120 mm
발신주파수(Output Frequency)	370 kHz ~ 410 kHz
수평빔폭(Horizontal beamwidth)	0.2°
수직빔폭(Vertical beamwidth)	40°
수직빔폭각도(Vertical beam depression angle)	10°
펄스 폭(Pulse Length)	25 ~ 100 μsec
주사폭(Maximum range per side in meters)	75 ~ 150m
견인속도(Operational tow speed capability)	2 ~ 5 knots
최대조사수심(Standard depth rating)	300 m
외부 구조(Construction)	Stainless steel
목표물 최소길이(Dimension length)	14.0 cm
목표물 최소폭 (Dimension diameter)	11.6 cm
공기중 무게(Weight in air)	27 kg
수중 무게(Weight in water)	20 kg
최대 출력(Output Power)	DC 24V

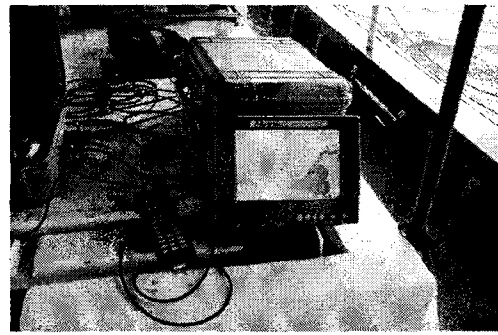
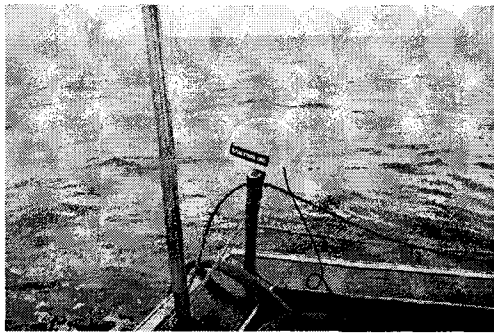


그림 2-2-3. DGPS 안테나(상) 및 수신장치(하).

Fig. 2-2-3. Main body and antenna of BEACON, Differential Global Positioning System of Navis 3000.

표 2-2-2. 각종 관측 및 분석 장비의 제원3

Table 2-2-2. Specifications of transducer of BEACON and differential global positioning system of Navis 3000D

DGPS(BEACON)	
수신주파수	283.5 ~ 325.0 kHz
변조방식	MSK(minimum shift keying)
데이터 전송속도	50, 100, 200 bps
GPS수신부	
수신주파수	L1 1575.42 MHz(C/A CODE)
채널 및 추적위성수	12채널 12위성
수신방식	디지털 12채널 다중추적방식
수신감도	-143dB
측위정도	-측위정도 : GPS 측위시(나비스 3000) -위치 : 10M 2D RMS(HDOP<2)(SA OFF) -DGPS 측위시(나비스 3000D) -위치 : 3M 2D RMS(HDOP<2)(SA OFF) -속도 : 0.1 노트 RMS(HDOP<2)(SA OFF)
플로터부	
표시부	10.4인치 칼라 VGA TFT LCD
표시부해상도	640 480 PIXELS 256칼라
표시축적	0.2 5,000마일(1/2000 1/37,500,000)

나. 시설상태 조사

기존 시설지에 잠수 등 현장 관찰을 통해 인공어초의 기능을 파악하였으며 저질 및 잠수사의 현장 확인을 통해 어초 시설여부와 보강여부 등을 파악하였다.

3. 결과 및 토의

가. 인공어초 투입 지역 및 현황 조사

어류는 성장 단계, 계절 등에 따라 적합한 서식환경으로 이동한다. 많은 어류는 봄부터 가을까지 바다목장 해역의 연안역을 중심으로 서식하다가 수온이 낮아짐에 따라 서해 중부해역의 수심이 깊은 곳으로 이동한다. 어업인들에 의하면, 이동의 경향은 해마다 다르나 대개는 인공어초와 자연초 등이 있는 곳에 머무르다가 동절기 수온 등의 환경조건에 따라 깊은 곳으로 이동하는 것으로 알려져 있다. 따라서 인공어초는 어류의 서식환경을 개선해 주는 하나의 중요한 수단으로서 자원을 증식하는데 큰 역할을 하고 있다고 할 수 있다. 따라서 바다목장화 사업을 수행함에 있어 기존 어초의 시설 현황 파악은 중요한 의미를 갖는 것이다.

태안바다목장 해역내의 인공어초 시설현황은 표 2-2-3과 같다. 3개년에 걸쳐서 총 356 ha 2,300개의 사각어초가 투입되었다. 1977년의 경우 4개단지로 조성되었으며, 1994년은 14단지로 그리고 1998년은 8단지로 조성 인공어초가 투입되었다. 인공어초의 종류는 소형 사각형어초(1×1×1 m), 사각형어초(2×2×2 m) 등 2종이다. 전체가 어류형어초로 구성되어 있다.

표 2-2-3. 태안 바다목장 조성지에 시설된 어초 종류 및 수량

Table 2-2-3. The type and scale of reefs installed at Taean marine ranching area in the province of Chungnam, Korea('77, '94, '98)

지 선 별	어초종류	년도	면적(ha)/수량(개)	비고
안면읍 나치도	사각	1977	4/100	크기 1m× 1m× 1m
// 외파수도	사각	1994	224/1,400	크기 2m× 2m× 2m
// 외파수도	사각	1998	128/800	//
소 계			356/2,300	

나. 시설상태 조사

인공어초 시설상태와 관련해서는 인공어초시설높이, 시설환산면적, 시설상태, 시설위치 좌표(WGS-84) 등을 조사하였으며, 그 결과는 표 2-2-4에 나타났다. 동 조사 결과 중, 어초 시설 높이, 환산면적, 시설상태에 대해서는 조사된 물량만을 나타냈기 때문에 실제 시설 상황을 모두 기술한 것은 아니다. 해저구조물의 높이는 그림 2-2-4에서 보는 바와 같이 그림자의 길이로부터 다음과 같이 구하였다.

$$H = \frac{C \times S}{R}$$

여기서, H 는 구조물의 높이

C 는 사이드 스캔소나 고도, S 는 그림자 길이, R 는 그림자 끝까지의 수평거리

위치표시는 어초단지 중 1개 단지만 대표점을 나타냈으며, 각 단지별 위치는 별도로 주어졌다. 표 2-2-4 및 표 2-2-5에서 미확인지역은 1977년의 경우 어초의 시설좌표가 확실하지 않은 자료를 이용하였던 관계로 확인되지 못하였고 1994년 및 1998년의 경우 여러 단지가 상적인 관계로 좌표가 중첩된 것으로 확인되었다.

또한 1977년의 경우 소형 사각어초(1×1×1 m)를 투입한 관계로 여러 장소에 분산하여 시설하였던 것으로 판단되며 지선 어업인에게 정취한 바 어초의 흔적을 찾을 수가 없다고 하였다. 따라서 동 조사 결과로 미루어 볼 때, 태안바다목장 내에 조성된 인공어초어장 356 ha는 당초 시설면적과 다소 차이가 있는 것으로 확인되었다.

태안바다목장 내에 시설된 어초 높이 등 시설상태와 관련해서는, 1어류용 인공어초의 경우, 한 변이 1 m인 사각어초(1×1×1 m)는 1 m 높이로 분산 시설되어 있었고, 한 변이 2 m인 사각어초(2×2×2 m)는 2~3 m 높이로 집중 상적된 곳도 많았다.

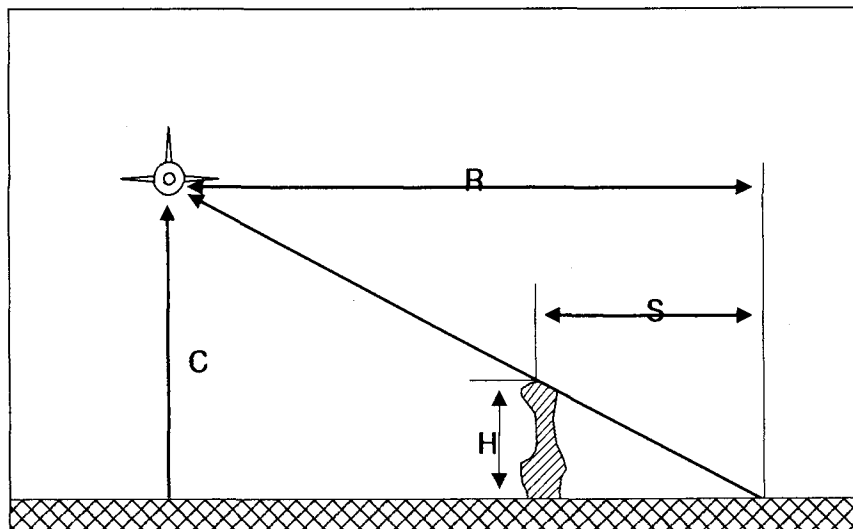


그림 2-2-4. 해저 구조물의 높이 산정.

Fig. 2-2-4. The Calculation of the height to the Bottom of the sea.

표 2-2-4. 태안 바다목장 조성지에 시설된 어초의 시설위치('77, '94, '98)

Table 2-2-4. The Location of artificial reefs installed at Taean marine ranching area in the province of Chungnam, Korea ('77, '94, '98)

장 소	시설 년도	단지	시설위치		조사위치			비고
			북위(N)	동경(E)	수심(m)	북위(N)	동경(E)	
나치도 (4단지)	1977	1단지	36°30.1948'	126°09.4847'				미확인
		2단지	36°30.1422'	126°09.4885'	21	36°30.1135'	126°09.4741'	
		3단지	36°30.0868'	126°09.6327'				미확인
		4단지	36°30.2674'	126°09.4143'				미확인
외파수도 (14단지)	1994	1단지	36°25.2690'	126°04.2399'	27	36°25.2690'	126°04.2399'	2단지
		2단지	36°25.5167'	126°04.2523'	27	36°25.5167'	126°04.2523'	
		3단지	36°25.9562'	126°04.3805'	26	36°25.9562'	126°04.3805'	
		4단지	36°25.9592'	126°04.6937'	26	36°25.9592'	126°04.6937'	
		5단지	36°25.7455'	126°04.7127'	28	36°25.765'	126°04.777'	
		6단지	36°26.0181'	126°04.6347'	27	36°25.972'	126°04.593'	
		7단지	36°25.9176'	126°04.5643'	28	36°25.862'	126°04.552'	
		8단지	36°25.3454'	126°04.4736'	27	36°25.3454'	126°04.4736'	
		9단지	36°25.8797'	126°04.1192'	26	36°25.831'	126°04.150'	
		10단지	36°25.9584'	126°04.1827'	26	36°25.9584'	126°04.1827'	
		11단지	36°26.0239'	126°04.2352'	28	36°25.953'	126°04.275'	
		12단지			28	36°25.758'	126°04.803'	
		13단지			26	36°26.261'	126°05.020'	
외파수도 (8단지)	1998	1단지	36°26.4638'	126°12.5817'	22	36°26.4566'	126°12.5938'	
		2단지	36°26.4177'	126°12.3269'	23	36°26.4143'	126°12.3215'	
		3단지	36°26.3801'	126°12.8938'	20	36°26.3702'	126°12.9002'	
		4단지	36°26.3281'	126°12.1923'	20	36°26.194'	126°12.782'	
		5단지	36°26.2572'	126°12.2193'	24	36°26.2517'	126°12.2354'	
		6단지	36°26.1902'	126°12.7668'	18	36°26.2023'	126°12.7895'	
		7단지	36°26.1777'	126°12.4944'	19	36°26.1821'	126°12.5041'	
		8단지	36°26.0102'	126°12.8268'				미확인

표 2-2-5. 태안 바다목장 조성지에 시설된 어초의 시설상태('77, '94, '98)

Table 2-2-5. The configuration of artificial reefs installed at Taean marine ranching area in the province of Chungnam, Korea ('77, '94, '98)

조사장소	시설년도	시설면적 (ha)	시설량 (개)	단지	면적 (m ²)	조사량 (개)	상적높이 (m)	침하깊이 (m)	어초상태	비고
나치도	1977	4	100	1단지						미확인
				2단지	30	5	0.5	0.5-0.7	분산	
				3단지						미확인
				4단지						미확인
외파수도	1994	224	1,400	1단지	800	200	6	1-2	집중산적	2단지
				2단지	350	50	6	1-2	'	
				3단지	500	100	8	1-2	'	
				4단지	500	100	8	1-2	'	
				5단지	400	60	6	1-2	'	
				6단지	500	60	5.5	1-2	'	
				7단지	750	170	6	1-2	'	
				8단지	500	100	7.6	1-2	'	
				9단지	600	100	8	1-2	'	
				10단지	350	60	6	1-2	'	
				11단지	350	60	6	1-2	'	
				12단지	420	80	6	1-2	'	
				13단지	450	80	6	1-2	'	
외파수도	1998	128	800	1단지	500	100	4	1-2	평면산적	
				2단지	300	60	4	1-2	평면산적	
				3단지	700	130	4	1-2	평면산적	
				4단지	400	150	8	0.5	집중산적	
				5단지	800	150	4	1	분산	
				6단지	600	150	6	1-2	집중산적	
				7단지	450	60	6	1-2	집중산적	

* 집중산적 : 표준시설량(사각형어초, 100개)보다 많은 양의 어초가 3단 이상 상적시설된 경우

* 평면분산 : 표준시설량보다 적은 양의 어초가 1~2단으로 분산 시설된 경우

1977년에 시설된 나치도 해역의 소형사각어초의 해저면은 경화된 빨로서 인공어초의 하부근처에 50~70 cm 정도 부분적으로 침하되어 있었으며 대부분이 소실되어 확인 할 수가 없었다. 잠수사에 의한 현장 정밀 조사한 바 확인하지도 못했다.

1994년 시설어초는 14개단지 중 1개단지가 중첩되어 집중 인공어초 총 13개중 4개소(5단지, 6단지, 7단지, 11단지)의 어초들에 대한 정밀조사를 하였으며 1개소(9단지)은 정점 좌표만 확인하였다. 6단지는 잠수조사를 수행하였다. 본조사에서 확인된 어초위치는 인공어초 시설위치와 전반적으로 40~130 m의 차이를 보였다.

1998년에 시설된 외파수도 해역에 설치된 사각어초의 해저면은 패각류가 섞인 경화된 빨로 조성되어 있다. 인공어초의 하부근처에 40~50 cm 정도 부분적 언덕이 형성되어 있었다.

다. 시설된 어초의 어류 위집 및 매물 상태

1977년 소형 사각어초가 시설된 나치도 어초어장의 저질은 니패각질이 있었으며, 어초는 50~70 cm정도 묻혀있었고, 부착생물의 확인은 어려웠다(표2-2-5). 한편, 1994년도에 시설한 외파수도 사각어초 의 경우 어초는 약 1~2 m 정도 묻혀있으며, 부착생물은 해면동물, 굴류, 미더덕 등이 우점종을 이루고 있었다. 동 어초어장에서의 어류의 위집은 조피볼락이 우점종이며, 쥐노래미 및 문치가지미도 관찰되었다. 이와 같이 다량의 어종이 인공어초어장에서 관찰된 것으로 미루어보아 인공어초 시설 효과가 상당히 있다는 것을 확인할 수 있었다. 1998년의 경우 1994년의 시설어장과 유사하였으며 부착생물은 해면동물이 주종을 이루고 있었다. 어류의 경우 조피볼락, 쥐노래미 등이 인공어초에 위집하고 있었다. 각각의 인공어초어장에서의 어구걸림과 관련해서는 1994년 및 1998년의 시설어장에서는 통발, 로프, 폐어구 등이 걸려 있어 제거하였다.

제 3 절 태안바다목장 DB 구축

1. 서 론

GIS는 위치기반의 정보를 통합하여 자료관리, 가시화 및 공간분석에 활용하는 시스템으로, GIS 활용을 위해서는 기본적인 공간정보의 구축과 연구지역 공간상에서 수집, 관측한 속성자료의 체계적인 저장·관리가 요구된다.

공간정보와 속성정보가 저장된 GIS를 통해 지도기반의 필요정보의 제작과 추출, 가시화 및 다양한 공간 분석이 가능하며, 이런 기능을 활용해 연구결과의 해석 및 의사결정지원 등에 빠르고 정확하게 활용될 수 있다.

2. 재료 및 방법

연구해역의 육상지역, 해안선, 해저지형 등 GIS 기본 공간정보 구축을 위해 수치해도, 인공위성영상(IKONOS, Landsat 7 ETM+) 자료를 수집하고 공간정보의 좌표보정을 위해 DGPS(Garmin 사)를 사용하여 지상기준점(GCPs)를 측정하였다. 위성영상 처리 툴은 ERDARS사의 imagine, GIS 처리 및 제작 툴은 ArcGIS를 이용하였으며, 좌표체계는 WGS-84 체계를 따랐다. 또한, 속성자료인 해양환경 및 생태자료의 관리는 MS Access DB로 저장한 후 ArcGIS에서 쿼리를 통해 연계 활용하였다(표 2-3-1).

본 사업의 홍보를 위해 홈페이지를 구축하였는데, 관측자료는 GIS 데이터를 제작하여 web에 게재하였으며, 현지 자연 전경사진 촬영, 수중 촬영 동영상 자료의 편집 등 부가적인 정보 제작도 수행하였다.

표 2-3-1. GIS DB 구축을 위한 연구 재료 및 용도

Table 2-3-1. Material (SW and HW) and use for GIS DB

재 료	용 도	사용 SW 및 장비
수치해도	해안선, 해저지형	
IKONOS Landsat 7 ETM+	기본맵	ArcGIS v8.3 ERDARS v8.4
DGPS	지형정보 기하보정	MS ACCESS(MDB) DGPS(Garmin)
해양생태환경자료	속성자료	

3. 결과 및 토의

가. GIS 공간정보 구축

인공위성에서 수집한 영상데이터들은 위성의 위치와 자세의 변화, 위성의 속도 변화, 주사범위와 주사경의 회전속도 변화, 지구자전, 지도투영법 등의 원인으로 인하여 기하학적으로 크게 왜곡되어 기본공간정보 제작업을 수행하는 경우에는 이 왜곡의 보정작업이 필수적이다.

위성영상의 기하왜곡을 보정하는 방법으로는 크게 두 가지 방법을 들 수 있다. 첫 번째는 위성의 위치와 자세, 궤도 및 센서의 특성과 지구의 형태와 운동특성을 고려하여 영상 데이터를 공급하는 기관에서 행하는 계통적 기하보정 방법이다. 두 번째는 사용자가 영상과 지도에서 식별 가능한 지상기준점(GCP : Ground Control Point)들을 선정 사용하여 영상과 지도상의 위치관계를 나타내는 좌표변환식을 유도한 후, 이 변환식을 이용하여 영상을 지도의 위치 관계로 재배열하여 보정하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 두 번째 방법을 따랐다.

영상의 기하보정에 사용될 지상기준점은 영상과 지도에서 분명한 식별이 가능하여 영상좌표와 지도좌표를 쉽고 정확하게 얻을 수 있어야 한다. 선정해야 할 지상기준점의 갯수는 사용되는 변환식에 따라 다르다. 영상좌표와 지도의 평면좌표만을 사용하여 일반적으로 많이 사용되는 다항식을 적용할 경우에는 1차식, 2차식 및 3차식의 경우 최소한 3지점 이상의 지상기준점이 필요하다. 또한 선정되는 지상기준점의 배치상태도 중요하기 때문에 영상에 고루 분포되도록 선정하여야 기하보정의 정밀도를 높일 수 있다. 영상의 기하보정을 위한 처리절차는 그림 2-3-1과 같다.

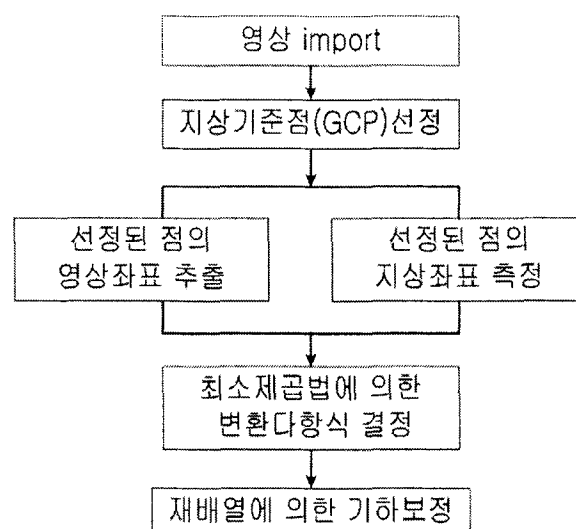


그림 2-3-1. 영상의 기하보정 처리절차.

Fig. 2-3-1. Geometric correction procedure of imagery data.

본 연구에서 사용한 위성영상은 IKONOS와 Landsat 7 영상이다. IKONOS 영상의 촬영범위가 태안바다목장 해역내 내파수도, 외파수도 부근 해역을 포함하지 않아, 이 해역을 포함하는 Landsat 7 영상을 IKONS와 결합하였다. 해상도 4m의 IKONOS 영상과 해상도 30m의 Landsat 7 영상에서 식별이 용이한 방파제, 방조제 등을 대상으로 4개 지점에 대한 지상기준점을 측정하여 영상의 기하보정을 수행하였다(표 2-3-2, 그림 2-3-2).

표 2-3-2. 태안바다목장 주변 지상기준점 측정 성과

Table 2-3-2. The results of GCPs (ground control points) measurement

ID	위도(N)	경도(E)	정확도(m)	위치 명
G1	36° 55' 01.2"	129° 25' 07.2"	1.3	안면읍 승언리 방포항 방파제 끝
G2	37° 01' 56.1"	129° 24' 56.3"	1.4	안면읍 신야리 방파제 항개 방파제 끝
G3	37° 06' 07.9"	129° 22' 33.7"	1.4	안면읍 고남면 고남방조제 복서단
G4	37° 13' 29.3"	129° 20' 42.8"	1.4	안면읍 고남면 영목항 방파제 끝

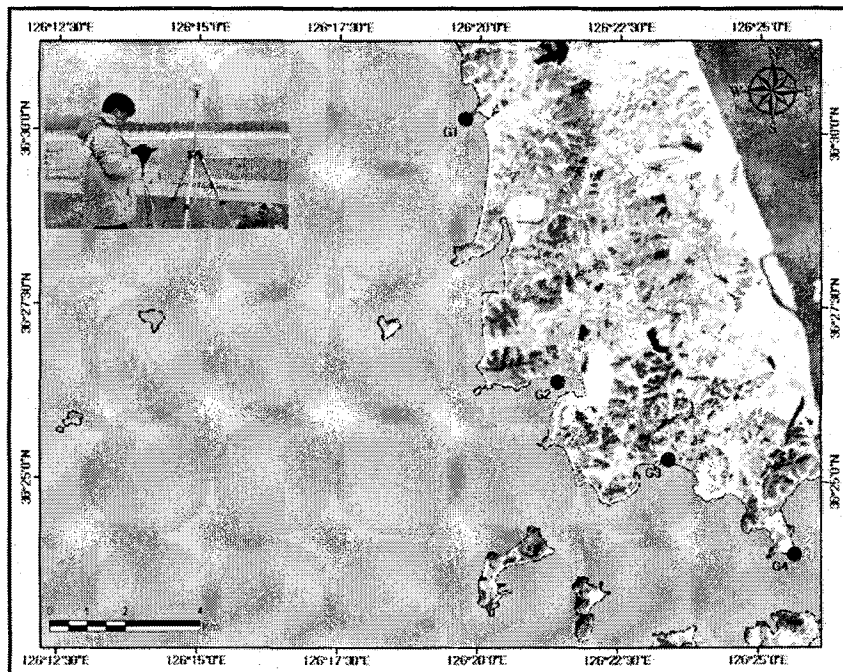


그림 2-3-2. 태안바다목장 주변 지상기준점(GCPs) 측정 위치.

Fig. 2-3-2. GCPs (ground control points) measurement sites around Taean marine ranching area.

연구해역의 해양환경생태 GIS DB 구축과 활용을 위한 기반 작업으로 GIS 공간정보를 구축하였다. 국립해양조사원의 수치해도(도엽 #322)과 미국 USGS의 Landsat 7 ETM+, IKONOS 인공위성영상을 이용해 연구해역의 해안선, 수심, 육상영역 등을 발취하고 라인, 폴리곤, TIN을 제작하여 2, 3차원의 해저지형 기본도를 구축하였다.

연구해역의 수치해도와 위성영상의 이용에서부터 GIS기반 공간정보 구축에 이르는 일련의 작업처리 과정은 그림 2-3-3과 같다.

그림 2-3-4는 GIS 데이터 제작을 위한 기본 맵으로 바다목장 해역범위를 폴리곤으로 제작하여 나타냈으며, ArcGIS에서 이 폴리곤이 가진 면적 속성은 8,357ha로 나타났다.

그림 2-3-5는 ArcGIS의 TIN으로 제작된 3차원 해저지형 구조를 ArcScene을 이용해 탐색한 화면으로 해저지형을 각기 남서쪽에서 바라본 모습이다.

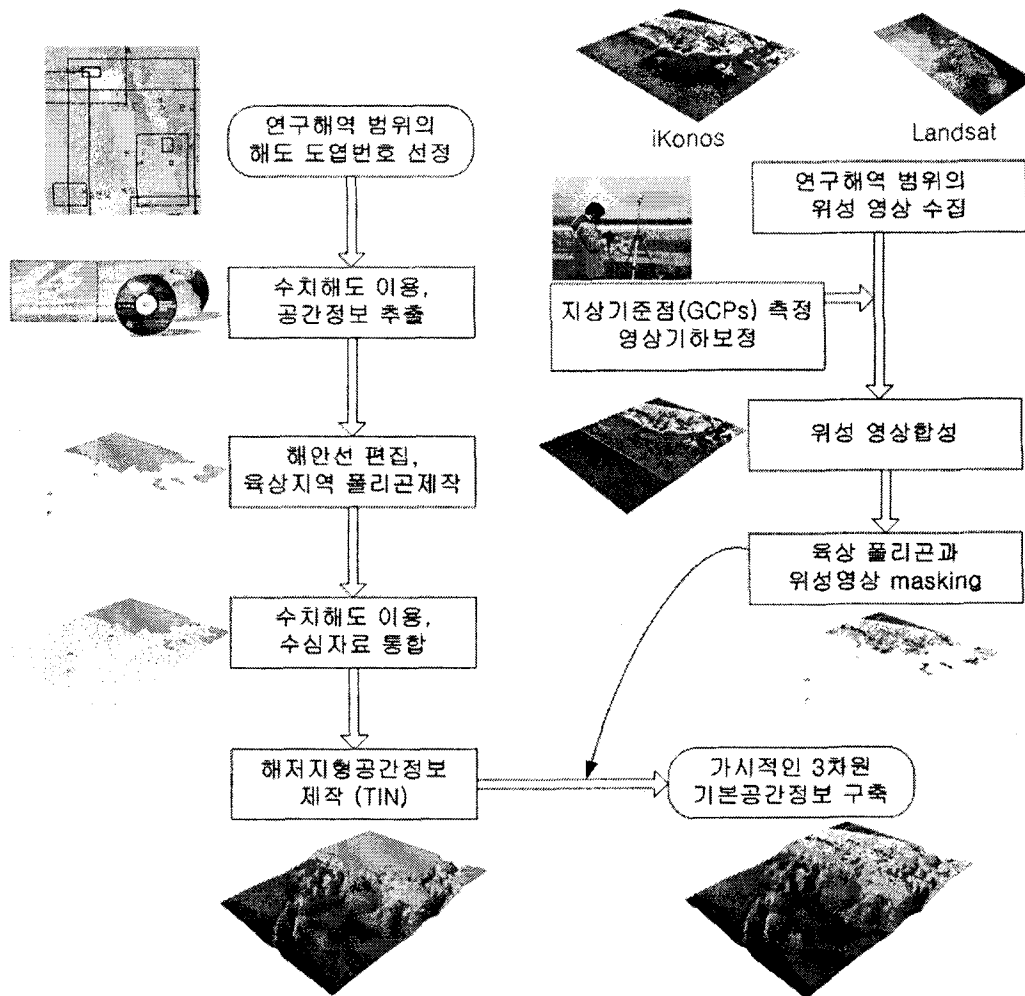


그림 2-3-3. GIS 기본 공간정보 구축 절차.

Fig. 2-3-3. The constructing procedure of GIS spatial information.

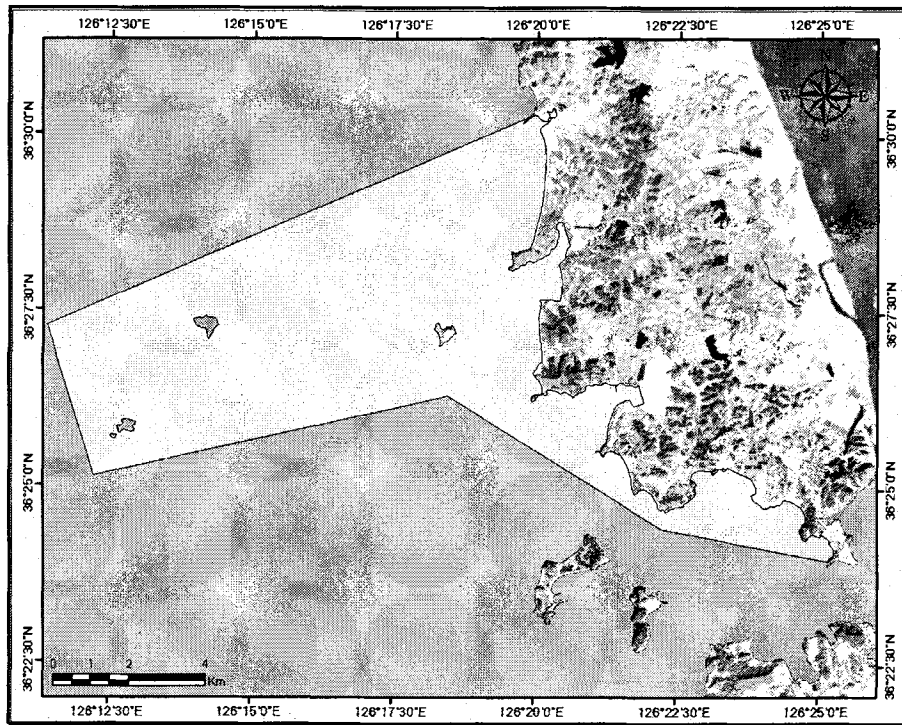


그림 2-3-4. 태안바다목장 해역의 GIS 기본 map.

Fig. 2-3-4. GIS base map of Taeon marine ranching area.

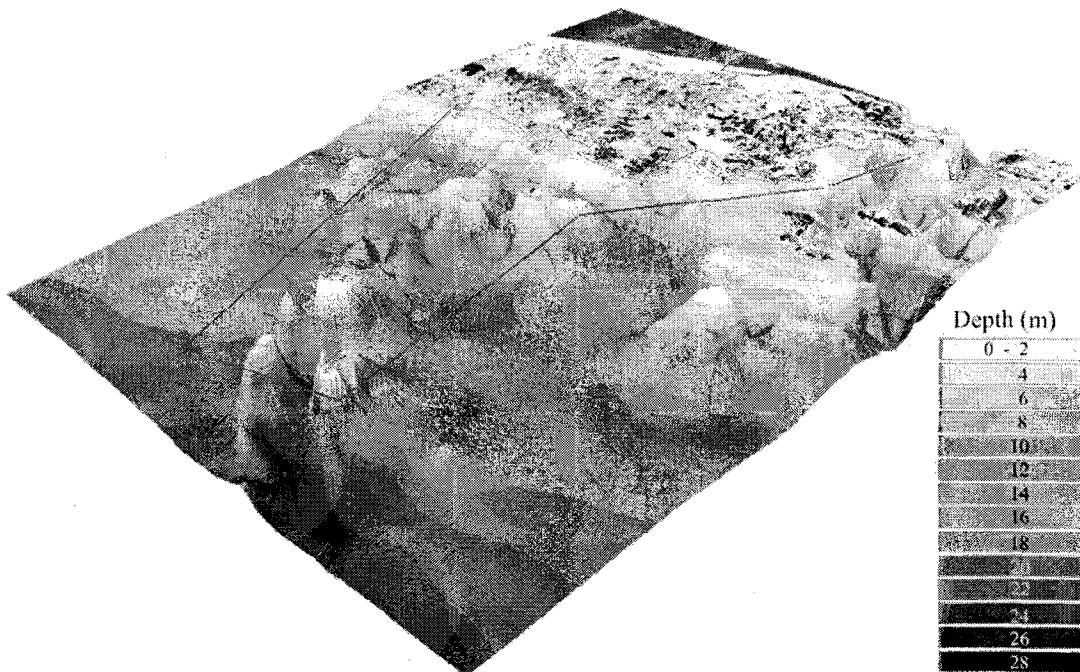


그림 2-3-5. 태안바다목장 해역의 3차원 해저지형도.

Fig. 2-3-5. 3D bathymetry map of Taeon marine ranching area.

기하보정된 기본map을 기반으로 조하대 33및 조간대에서 관측한 해양환경 및 생태 속성자료에 대한 GIS 데이터(point, raster, interval)를 제작하였다. 그림 2-3-6는 2004년 9월에 조하대 6개 지점과 조간대(신야2지구) 5개 지점에서 관측한 퇴적물 유기물함량 자료에 대한 GIS 주제도를 제작하여 표현한 결과이다.

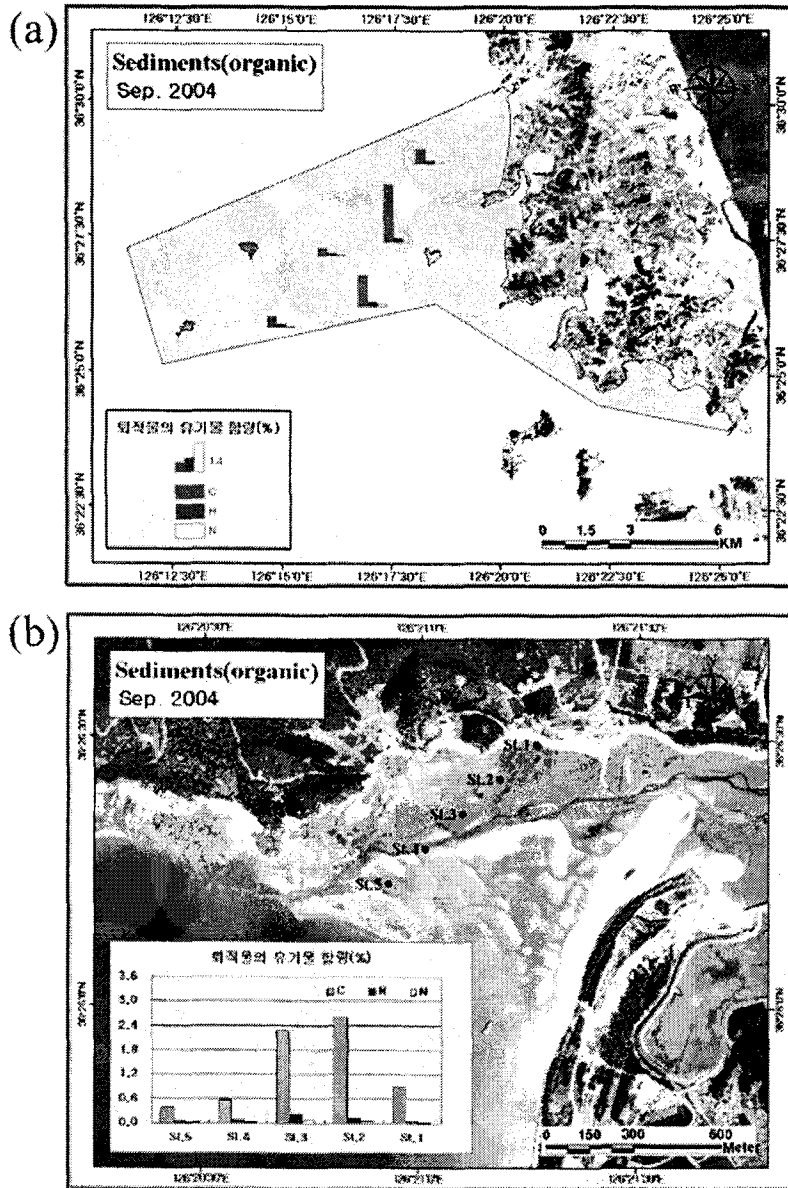


그림 2-3-6. GIS 기본공간정보를 활용한 GIS 속성자료(퇴적물 유기물 함량) 주제도: (a) 조하대, (b) 조간대(신야2구 지역).

Fig. 2-3-6. Thematic map of GIS attribute data (organic sediments) using GIS spatial basemap: (a) subtidal area and (b) intertidal area.

나. 홈페이지 구축

본 사업의 목적과 추진 사항 및 결과 등에 대한 홍보를 위해 홈페이지를 제작하고, Web사이트를 통한 대외 서비스를 수행하였다(<http://www.sea-farm.org/taean>).

홈페이지 구축을 위해 사이트의 구조 및 구성 내용에 대한 콘텐츠 메뉴 설계를 하였으며, 이를 기반으로 텍스트 및 이미지 형태의 각 종 자료와 정보를 정리하였다. 정리되고 분류된 콘텐츠를 홈페이지 문서형식인 HTML(Hyper Text Markup Language) 형태로 편집하고 웹 디자인을 수행하였다. 콘텐츠의 분류체계를 초기화면을 포함하여 『사업개요』, 『해양환경·생태』, 『자원』, 『인문사회』, 『부가정보』 5개의 대 분류체계로 구성하였고, 이를 다시 17개의 세 분류로 구성하였다(표 2-3-3).

초기화면은 동적인 페이지 구성을 위하여 플래쉬를 제작하였고 바다목장 대상지역 전체 사이트에 들어갈 수 있도록 구성하였으며, 태안바다목장 사이트에 들어왔을 때의 화면은 그림 2-3-7과 같다.

초기화면 우측 상단부에는 『부가정보』인 “갤러리” “동영상” “Q & A” 를 배치하였으며, “갤러리”에는 그림 2-3-8과 같이 사진촬영 위치도와 함께 태안바다목장 주변해역의 전경사진을 촬영하여 실었고, “동영상”에는 수중촬영한 동영상자료를 편집(1영상 당 2분 이내)하여 실었다.

『사업개요』 메뉴에는 사업의 목표, 추진전략, 추진체계, 기대효과 및 해역의 일반적인 특성을 실어 바다목장사업을 전반적으로 소개 하였다.

『해양환경·생태』 메뉴에는 조하대와 조간대에서 관측한 해양수질, 동·식물플랑크톤, 미생물, 난치자어·성어 및 해양저질 자료에 대해 GIS 데이터를 제작하여 실었으며, 『자원』 메뉴에는 어장·어초, 갯벌 및 조하대의 해양생물자원 관측결과를 실었다.

『인문사회』 메뉴에는 이용·관리실태조사 결과를 실었다.

이와 같은 주 메뉴의 홈페이지 화면은 그림 2-3-9와 같다.

표 2-3-3. 홈페이지 콘텐츠 설계

Table 2-3-3. Design of homepage contents

대 분류	세 분류
사업개요	① 목표 · 추진전략
	② 추진체계
	③ 해역특성
	④ 기대효과
해양환경 · 생태	① 수질환경
	② 플랑크톤
	③ 미생물
	④ 난치자어 · 성어
	⑤ 저질환경
자원	① 어장 · 어초
	② 갯벌
	③ 조하대
인문사회	① 이용 · 관리실태
	② 바다목장실시계획
부가정보	① 갤러리
	② 동영상
	③ Q & A

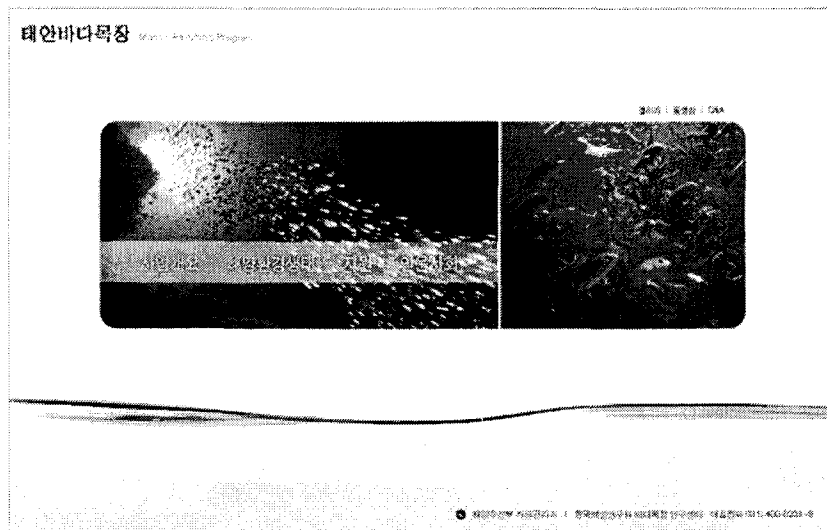
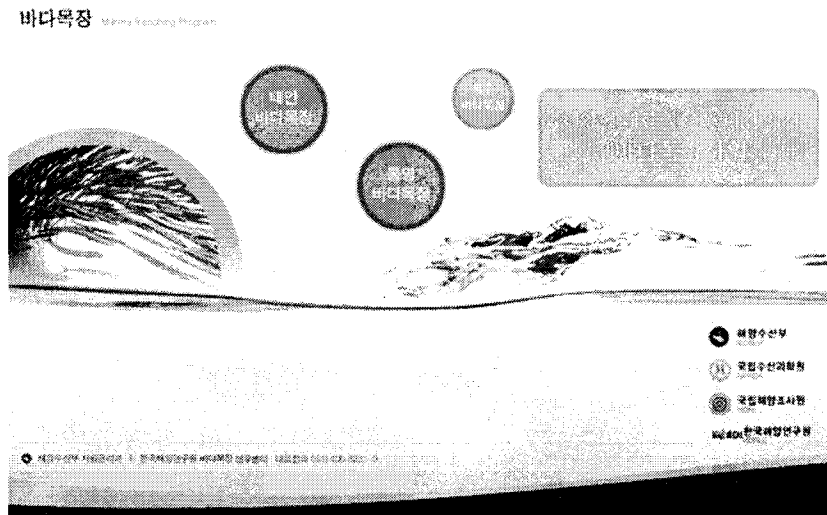


그림 2-3-7. 태안바다목장 홈페이지 초기화면.

Fig. 2-3-7. Main page of website for the Tae'an marine ranching program

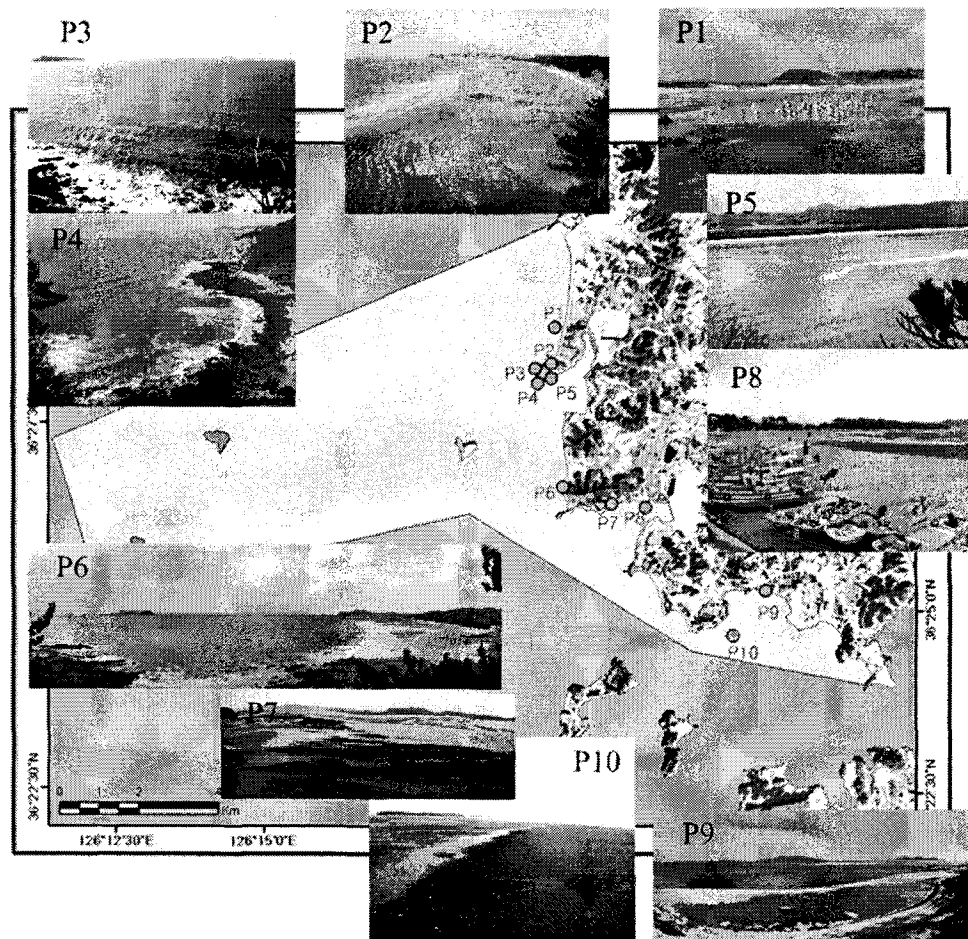


그림 2-3-8. 태안바다목장 주변해역의 사진촬영 위치와 사진.

Fig. 2-3-8. Snap shot pictures and locations in the Taeon marine ranching area

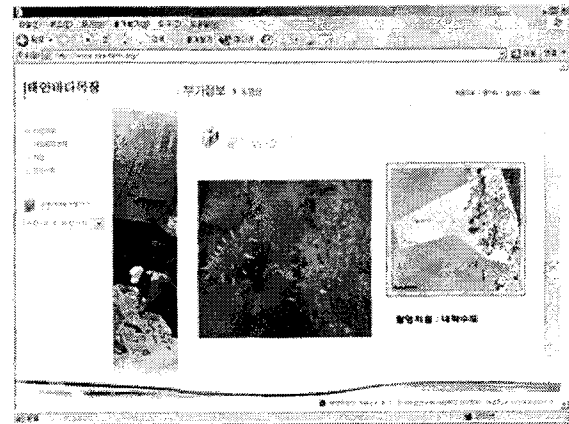
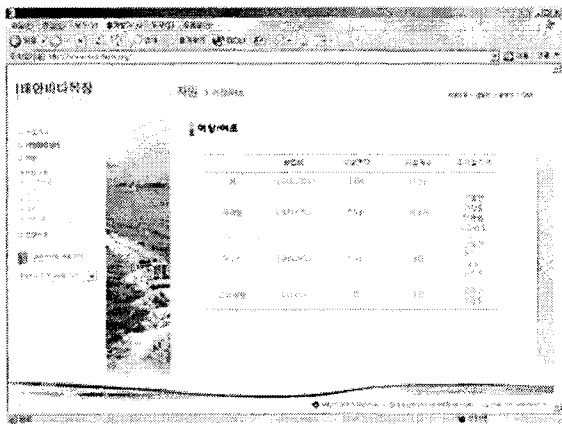
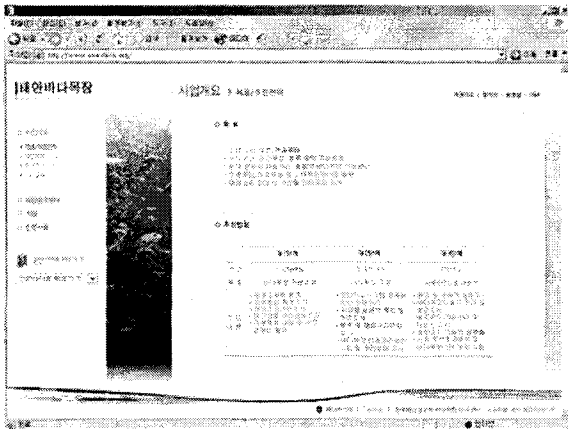


그림 2-3-9. 주 메뉴 홈페이지 화면.
 Fig. 2-3-9. Main menu screens of website.

제 4 절 요약 및 결론

1. 해저지형

조사구역은 황해 대륙붕과 만 및 조석이 우세한 해빈을 연결해주는 전이해역으로 최대수심은 43m 정도이다. 그리고 조사구역내에 있는 외파수도와 내파수도로 인해 약간 기복이 있는 복잡한 해저지형을 보인다. 조사구역의 서남부지역인 외파수도의 서쪽은 급경사를 가지며 34m까지 깊어지고 외파수도의 동쪽은 저조시에도 해수면에 노출되지 않는 여(암초)가 있다. 조사구역 서북지역에는 저조시 해수면에 노출되는 큰 여(암초)가 분포하고 있다. 외파수도와 내파수도 사이에 약 27m에 이르는 골이 조사지역 중앙에 분포하고 있으며, 내파수도의 암체가 북서쪽으로 연장되어 있어 그 지역은 낮은 수심을 가진다. 내파수도 동쪽끝은 저조시 나타나는 자연방파제와 연결되어 있고 조사구역의 동남부인 내파수도의 남부지역은 북동에서 남서방향의 완만한 구릉을 이루고 있다.

전체적인 조사지역의 퇴적상은 내·외파수도와 암반분포지역을 제외하고는 반고화된 딱딱한 퇴적층 상부에 모래, 빨질모래퇴적물이 지역적으로 2~7m 정도로 쌓여 있다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다.

조사지역의 해저면 음향영상의 전반적인 특징은 내·외파수도와 여(암초) 주위와 그 외 지역으로 크게 구분된다. 조사지역의 해저면 음향영상은 해저지층기록에서 처럼 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 돌출암반이 분포하는 섬 주변 암초지역, 조금 진한 색을 띠는 지역, 빨모래퇴적물이 쌓여 있는 옅은 색을 보이는 지역으로 구분할 수 있다. 그리고 내파수도의 북부지역과 외파수도의 남부지역은 상대적으로 더 옅은 흑백농도를 보인다. 이 지역에는 조사구역의 다른 지역보다 세립질의 모래질빨이 분포하고 있다.

2. 인공어초

태안바다목장해역내의 인공어초의 투입현황은 콘크리트 사각어초 2종류를 1977년과 1994년 및 1998년에 총 356 ha 2,300개가 시설되었다. 조사투입시기 및 지역은 1977년에는 태안 안면 승언리 나치도 해역에 1×1 m 크기 콘크리트 사각어초 4 ha 100개, 1994년 및 1998년은 태안 안면 승언리 외파수도 해역에 2×2 m 크기 콘크리트 사각어초 224 ha 1,400개와 128 ha 800개가 시설되었다.

인공어초 시설상태조사를 위해 사이드스캔소나(Side Scan Sonar)와 잠수조사를 병행하였다. 1977년의 시설 인공어초는 소형 사각어초로 확인이 어려웠으며, 1994년과 1998년 인공어초는 비교적 어초의 시설상태가 양호하였으며, 어류의 위집 및 부착생물이 다량으로 서식하고 있어 인공어초 효과가 높은 것으로 조사되었다.

참고문헌

- Bloom, A.I. and Park, Y.A., 1985. Holocene sea-level history and tectonic movements, Republic of Korea. *Quaternary Research*, 24, 77-84.
- Clay C.S., and H. Medwin, 1977. *Acoustical Oceanography: principles and applications*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, 544p.
- Damuth, J. E., 1980. Use of high frequency(2.5-12kHz) echograms in the study of near-bottom sedimentation processes in the deep-sea a review. *Marine Geology*, 38, 51-95.
- Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957. Brazos river. A study in the significance of grain-size parameters. *J. Sed. Petrology*, 27: 3-27.olk, R.L., 1968. *Petrology of sedimentary rocks*, Hemphill's Austin, Texas, 170pp.
- Folk, R.L. and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Petrol.*, 27, 3-26.
- Galehouse, J.S., 1971. Sedimentation analysis. In: *Procedures in sedimentary petrology*. Carver, R.E. (ed.), Wiley-Interscience. 69-74.
- Ingram, F.L., 1971. Sieve analysis. In: *Procedures in sedimentary petrology*. Carver, R.E. (ed.), Wiley-Interscience.
- Jin, J.H. and Chough, S.K., 1998. Partition of transgressive deposits in the southeastern Yellow Sea: A sequence stratigraphic interpretation. *Marine Geology*, 149, 79-92.
- Kim, C. G., 2001. Artificial reef in Korea, *Fisheries*, American Fisheries Society, Vol. 26, NO. 12, 15-18.
- Lee, H.J. and Yoon, S.H., 1997. Development of stratigraphy and sediment distribution in the northeastern Yellow Sea during Holocene sea-level rise. *Journal of Sedimentary Research*, 67, 341-349.
- Malinverno A, M.H.Edwards, and W.B.F.Ryan, 1990. Processing of SeaMARC swath sonar data. *IEEE J. of Oceanic Eng.* 15(1):14-23.
- Mckinney, C.M. and Anderson, C.D., 1964, Measurements of backscattering of sound from the ocean bottom. *J. of Acoust. Soc. Am.*, 36, 158-169.
- Park, S.C., Hong, S.K. and Kim, D.C., 1996. Evolution of late Quaternary deposits on the inner shelf of the South Sea of Korea, *Marine Geology*, 131, 219-232.
- Park, Y.A., Khim, B.K. and Zhao, S., 1994. Sea level fluctuation in the Yellow Sea Basin. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 29, 42-49.

- Pratson, L.F. and Laine, E.P., 1989. The relative importance of gravity-induced current-controlled sedimentation during the Quaternary along the mid-east United-States outer continental margin revealed by 3.5 kHz echo character. *Marine Geology*, 89, 87-126.
- Wong, H.K. and Cesterman, W.D., 1968, Bottom backscattering near grazing incidence in shallow water. *J. of Acoust. Soc. Am.*, 44, 1713-1733.
- 日本農林水産技術會議事務局. 1989. 海洋牧場, 601-617.
- 과학기술처, 1993. 해양지구물리 탐사기술개발 연구(III). BSPN 00182-602-5, 378p.
- 김대철, 김길영, 1991. 광양만 미고결퇴적물의 물리적 및 음향학적 성질: 북태평양 대륙붕 및 사면자료와의 비교. *한국수산학회지*, 24: 289-302.
- 김길영, 성준영, 김대철, 김정창, 1994. 여수해만 주변해역퇴적물의 물리적 및 음향학적 성질. *한국수산학회지*, 27: 434-444.
- 김성렬, 유홍룡, 박건태, 이용국, 안충현, 1987. Side Scan Sonar 탐사자료의 영상처리와 해저면 backscattering 음향특성. *해양학회지* 22(3):143-152.
- 김성렬, 박건태, 이용국, 석봉출, 최동립, 한상준, 유해수, 1997. Side Scan Sonar 해저면 탐사 자료로부터 수심계산 및 Tow-Fish 위치보정의 검증. *해양연구* 19(2): 91-104.
- 김성렬, 이용국, 박건태, 석봉출, 정백훈, 2003. Side Scan Sonar 자료처리에서 수중예인체의 절대위치. *한국지구과학회지*, 24(5), 467-476.
- 김승우, 김종수, 이윤오, 공영세, 이치원, 민건홍, 박영수, 최계립, 1986. 연근해저 지질조사 연구 (남해-거제도해역), 한국동력자원연구소 조사연구보고서, KR-86-20, 7-52.
- 민건홍, 1992. 한국 남해대륙붕의 현재 해침에 따른 퇴적층과 퇴적기구. *한국퇴적학연구그룹 특별논문집; 한반도와 주변해역의 퇴적분지*, 한림원, 서울, 1-21.
- 서경원, 지정만, 장운호, 1998. 한반도 서해안 변산-태안지역 연안 퇴적물과 육상지질과의 지화학적 상관관계. *자원환경학회지*, 31, 69-84.
- 성준영, 1994. 남해 대륙붕 퇴적물의 퇴적환경과 음향모델. 석사학위논문, 부산수산대학교 114pp.
- 신원철, 김원식, 이원영, 박근필, 최완실, 1986. 해양물리탐사연구(남해도-거제도간 해역), 동력자원연구소 연구보고서, KR-86-20, 79-128.
- 한국해양연구소, 1994. 천해용 105kHz 해저면 탐사장비 송신 및 수신신호 제어에 관한 연구. BSPE 00416-700-5, 75p.
- 한국해양연구소, 1995. 해저면 탐사자료의 계수화처리 및 해석기법에 관한 연구. BSPE00472-817-5, 62p.
- 해양수산부, 2002. 전남 다도해영 바다목장 기33초조사 사업보고서. 813pp.
- 해양수산부, 2002. 우리 나라 자원 조성사업의 발전 방향 토론회. 해양수산부, 197pp.

해양수산부, 2004. 동·서·제주형 바다목장개발 후보지 선정을 위한 기초조사 연구용역.

한국해양연구소, 1994. 천해용 105khz 해저면 탐사장비 송신 및 수신신호 제어에 관한연구. BSPE 00416-700-5, 75p.

한국해양연구소, 1995. 해저면 탐사자료의 계수화처리 및 해석기법에 관한 연구. BSPE00472-817-5, 62p.

해양수산부, 2002. 전남 다도해영 바다목장 기초조사 사업보고서. 813pp.

해양수산부, 2002. 우리 나라 자원 조성사업의 발전 방향 토론회. 해양수산부, 197pp.

해양수산부, 2004. 동·서·제주형 바다목장개발 후보지 선정을 위한 기초조사 연구용역.

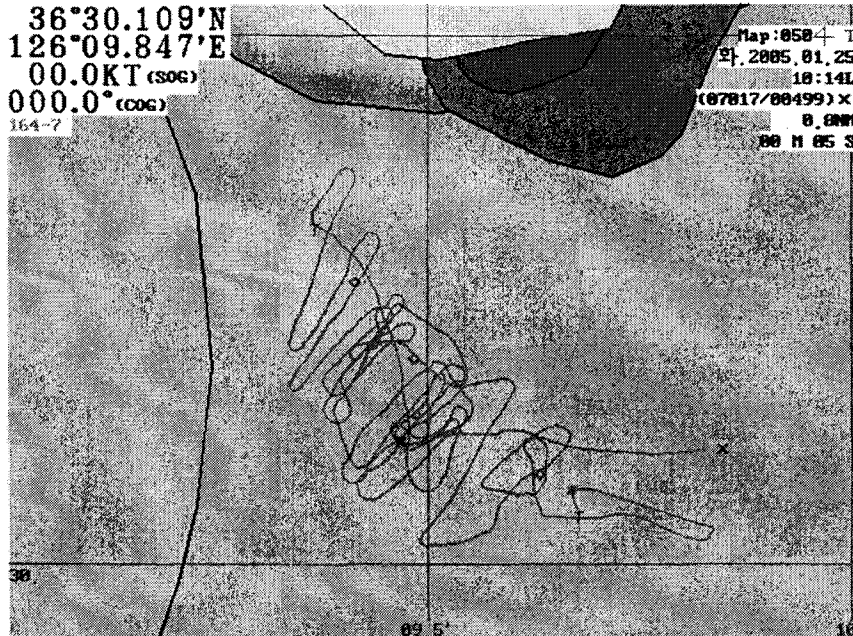
부 록

부록 2-1-1. 태안바다목장 내에 시설된 인공어초 상세 정보

Appendix 2-1-1. Information of artificial reefs installed for research around marine ranching area

지 역	충남 태안 승인 나치도			어 초 종 류	소형사각어초
고 유 번 호				해저수심(m)	19 ~ 23
시 설 년 도	1977			상적높이(m)	
시 설 면 적 (ha)	4			조 사 면 적 (ha)	30
시 설 물 량 (단)	100(4)			조 사 물 량 (단)	5(1)
영 상 화 면 (장)	4			조 사 좌 표 (WGS84)	2. 36°30.1135' 126°09.4741'
어 초 배 치	집 적 도	개 소	개		
	집 중 상 적	-	-		
	분 산 시 설	1	1		
시 설 위 치 좌 표 (WGS84)	1. 36°30.1948' 126°09.4847' 2. 36°30.1422' 126°09.4885' 3. 36°30.0868' 126°09.6327' 4. 36°30.2674' 126°09.4143'				

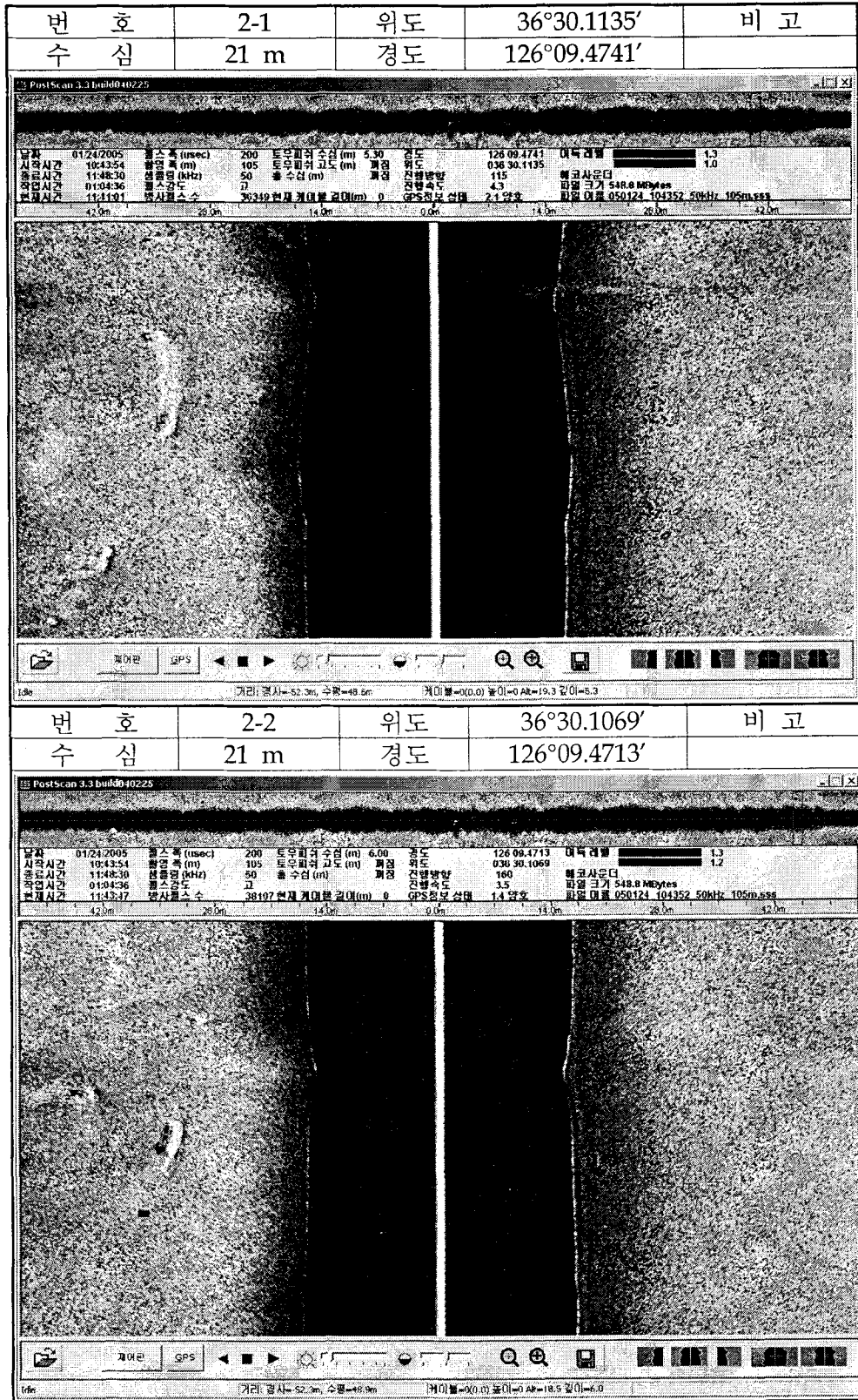
단위어초 위치



◇: 시설위치, x: 조사위치

부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

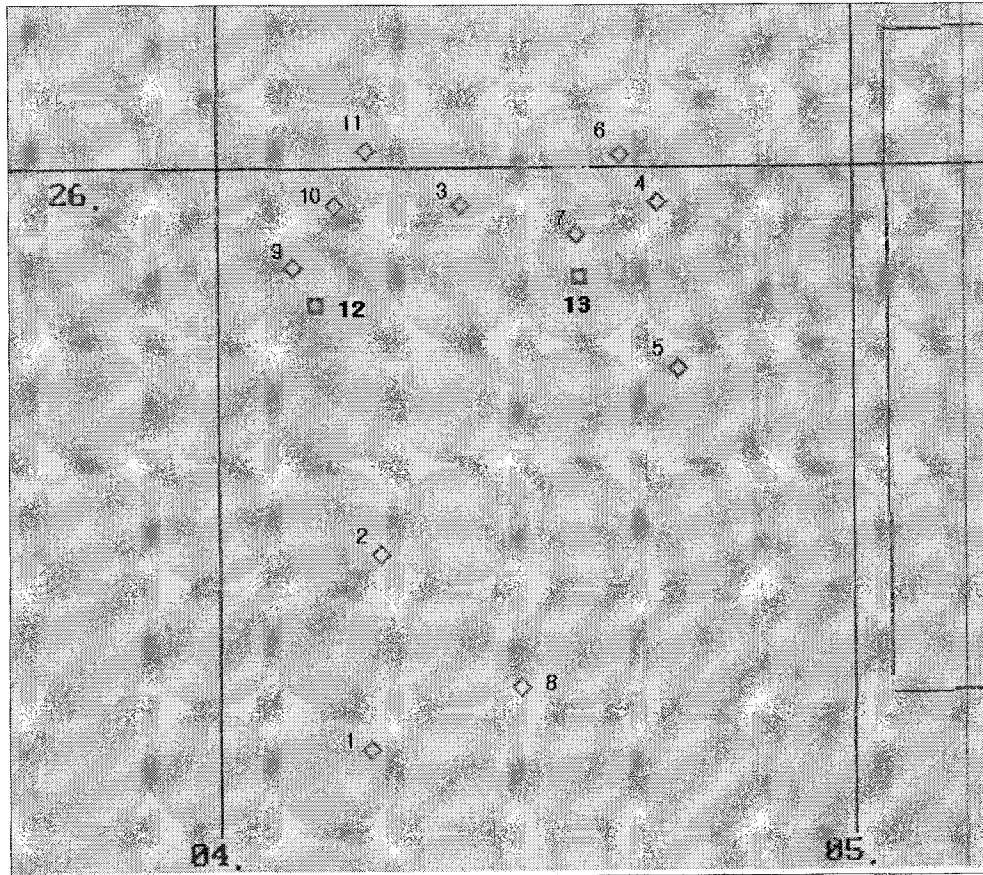


부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

지역	안면읍 승언 외파수도			어초종류	사각형
고유번호				해저수심(m)	27 ~ 28
시설년도	1994			상적높이(m)	5~6
시설면적(ha)	1,400			조사면적(ha)	300
시설물량(개)	11			조사물량(개)	4
영상화면(장)	4			확인위치 (WGS-84)	5. 36°25.765' 126°04.777'
어초배치	집적도	개소	개		6. 36°25.972' 126°04.593'
	집중상적	4			7. 36°25.862' 126°04.552'
	분산시설			11. 36°25.953' 126°04.275'	
시설위치좌표	1. 36°25.2690' 126°04.2399' 2. 36°25.5167' 126°04.2523' 3. 36°25.9562' 126°04.3805' 4. 36°25.9592' 126°04.6937' 5. 36°25.7455' 126°04.7127' 6. 36°26.0181' 126°04.6347' 7. 36°25.9176' 126°04.5643' 8. 36°25.3454' 126°04.4736' 9. 36°25.8797' 126°04.1192' 10. 36°25.9584' 126°04.1827' 11. 36°26.0239' 126°04.2352'			정점별좌표	5. 36°25.751', 126°04.791'
					6. 36°25.976', 126°04.607'
				7. 36°25.863', 126°04.569'	11. 36°25.956', 126°04.273'
				9. 36°25.831', 126°04.150'	

지역별 단위어초 위치



부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

번호	5-1	위도	36°25.765'	걸림상태
수심	28 m	경도	126°04.777'	

번호	6-1	위도	36°25.972'	걸림상태
수심	27 m	경도	126°04.593'	페어망

부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

번호	7-1	위도	36°25.862'	걸림상태
수심	28 m	경도	126°04.552'	

날짜	10/08/2004	필스속 (usec)	50	토우피워 수심 (m)	6.90	경도	126 04.5517	대북거리	2.2
시작시간	11:41:59	필스속 (m)	150	토우피워 고도 (m)	표준	위도	036 25.9621	대북거리	1.7
종료시간	13:23:24	샘플링 (Hz)	50	홍수선 (m)	표준	간헐방향	117	해고사운드	
작업시간	01:41:25	필스간도	고			간헐속도	4.8	파일 크기	1018.3 MBytes
현재시간	12:03:19	방사원스수	11233	현재 캐치볼 권(m)	0	GPS정보 상태	0.9 양호	파일 이름	041008_114157_50kHz_150m.sss

번호	11-1	위도	36°25.953'	걸림상태
수심	28 m	경도	126°04.275'	

날짜	10/08/2004	필스속 (usec)	50	토우피워 수심 (m)	8.40	경도	126 04.2746	대북거리	2.5
시작시간	11:41:59	필스속 (m)	150	토우피워 고도 (m)	표준	위도	036 25.9530	대북거리	1.4
종료시간	13:23:24	샘플링 (Hz)	50	홍수선 (m)	표준	간헐방향	274	해고사운드	
작업시간	01:41:25	필스간도	고			간헐속도	4.2	파일 크기	1018.3 MBytes
현재시간	13:16:47	방사원스수	49910	현재 캐치볼 권(m)	0	GPS정보 상태	1.7 양호	파일 이름	041008_114157_50kHz_150m.sss

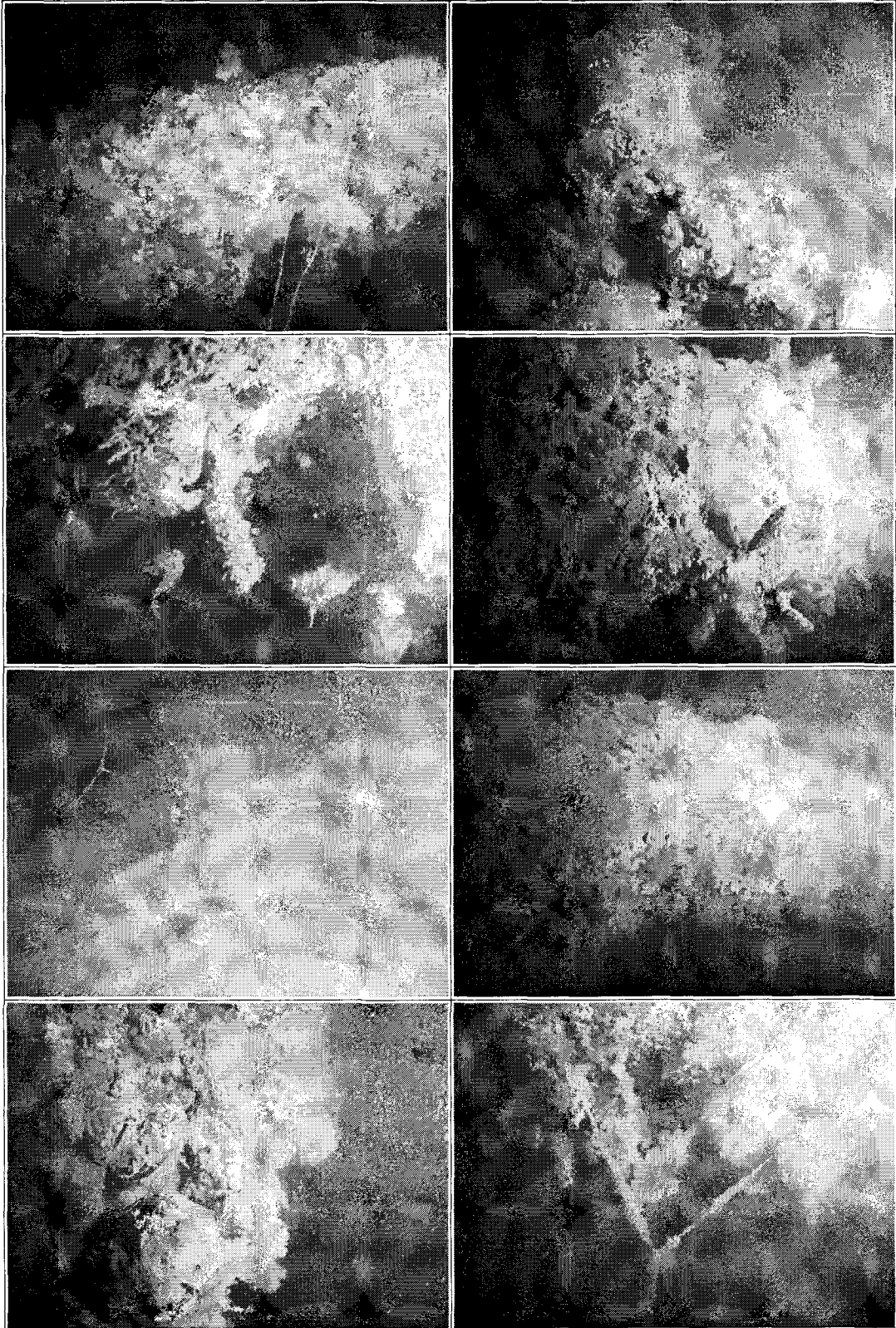
부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

위 치 명	안면읍 송언 외파수도	관 리 번 호	
시 설 년 도	1994	어 초 종 류	사각형
시 설 면 적	224 ha	결 립 상 태	폐어망
서 식 생 물	조피볼락, 솜뱅이, 쥐노래미, 말미잘, 연산호, 따개비		

부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

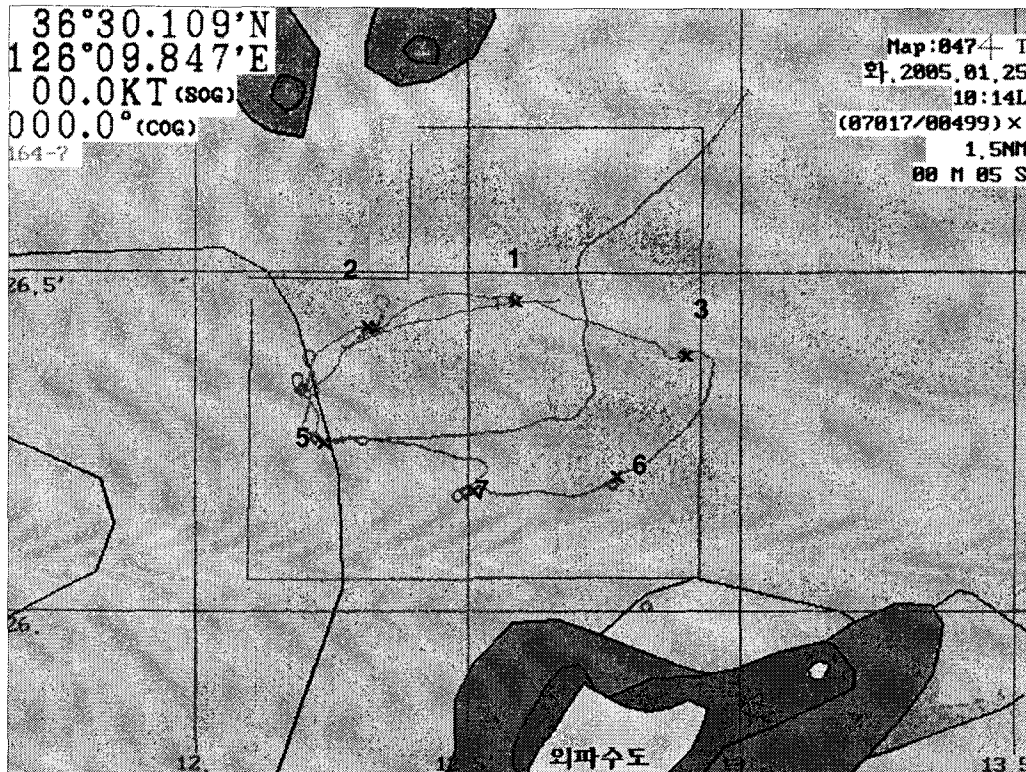


부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

지역	충남 태안 승언 외파수도			어초종류	사각어초
고유번호				해저수심(m)	18 ~ 24
시설년도	1998			상적높이(m)	
시설면적(ha)	128			조사면적(ha)	200
시설물량(단지)	800(8)			조사물량(단지)	600(6)
영상화면(장)	10			조사좌표 (WGS84)	1. 36°26.4566' 126°12.5938' 2. 36°26.4143' 126°12.3215' 3. 36°26.3702' 126°12.9002' 5. 36°26.2517' 126°12.2354' 6. 36°26.2023' 126°12.7895' 7. 36°26.1821' 126°12.5041'
어초배치	집적도	개소	개		
	집중상적	5	5		
	분산시설	1	1		
시설위치좌표 (WGS84)	1. 36°26.4638' 126°12.5817' 2. 36°26.4177' 126°12.3269' 3. 36°26.3801' 126°12.8938' 4. 36°26.3281' 126°12.1923' 5. 36°26.2572' 126°12.2193' 6. 36°26.1902' 126°12.7668' 7. 36°26.1777' 126°12.4944' 8. 36°26.0102' 126°12.8268'				

단위어초 위치



◇: 시설위치, x: 조사위치33

부록 2-1-1. 계속

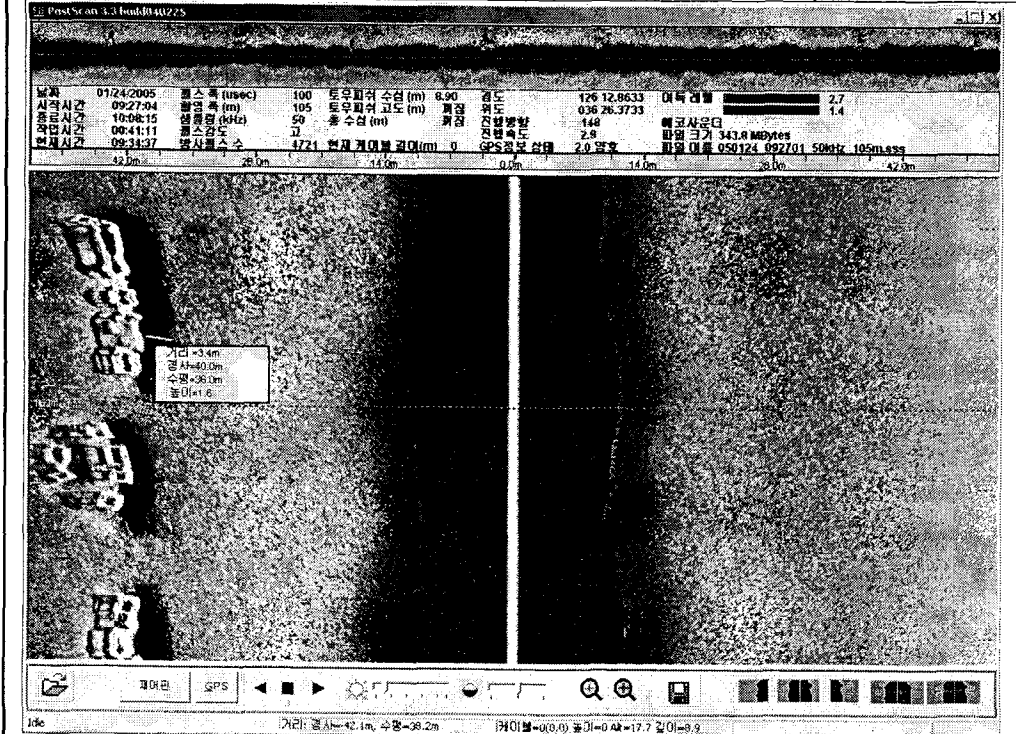
Appendix 2-1-1. Continued

번호	1	위도	36°26.4566'	비고													
수심	22 m	경도	126°12.5938'	비고													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>번호</th> <td>2</td> <th>위도</th> <td>36°26.4143'</td> <th>비고</th> <td></td> </tr> <tr> <th>수심</th> <td>23 m</td> <th>경도</th> <td>126°12.3215'</td> <th>비고</th> <td></td> </tr> </thead> </table>						번호	2	위도	36°26.4143'	비고		수심	23 m	경도	126°12.3215'	비고	
번호	2	위도	36°26.4143'	비고													
수심	23 m	경도	126°12.3215'	비고													

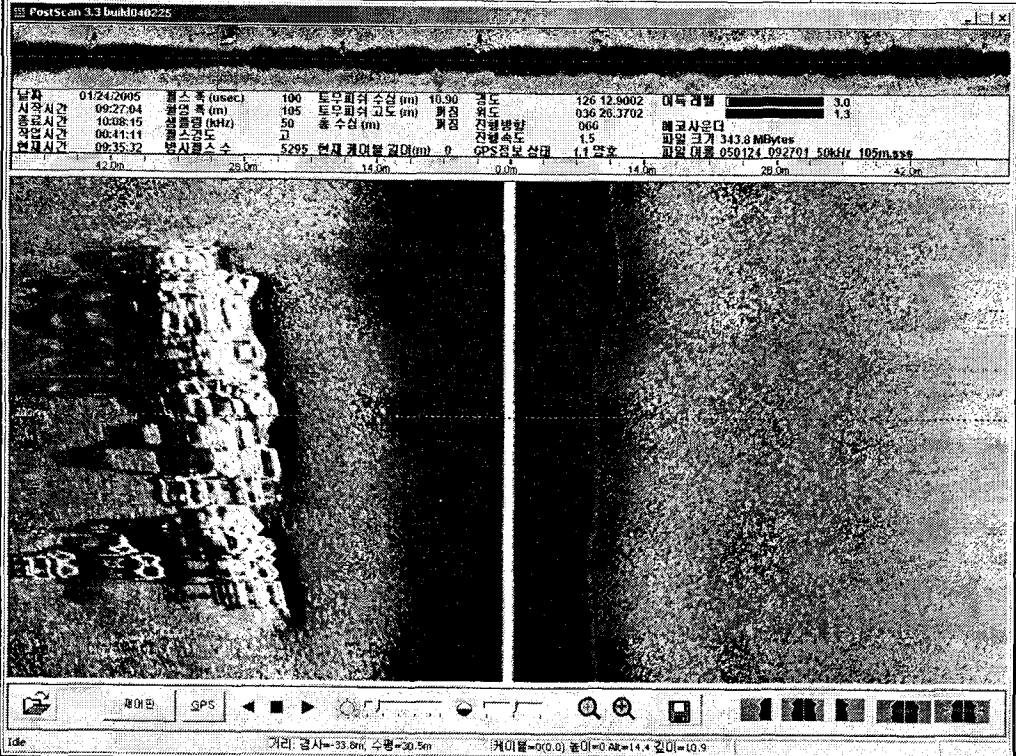
부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

번호	3-1	위도	36°26.3733'	비고
수심	20 m	경도	126°12.8633'	



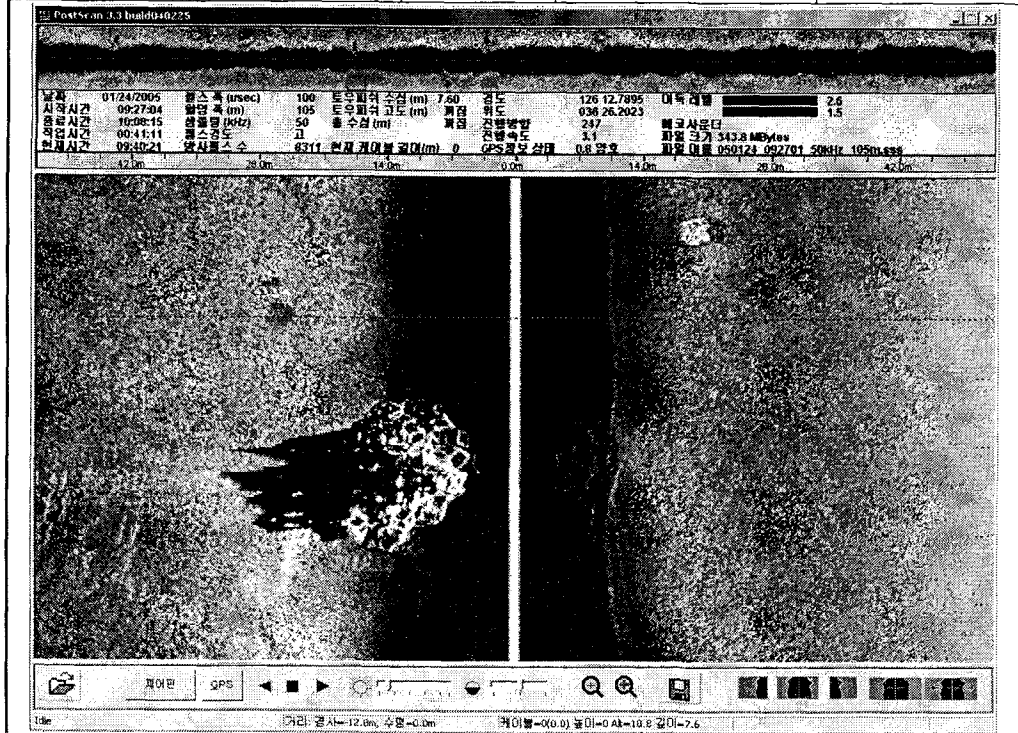
번호	3-2	위도	36°26.3702'	비고
수심	20 m	경도	126°12.9002'	



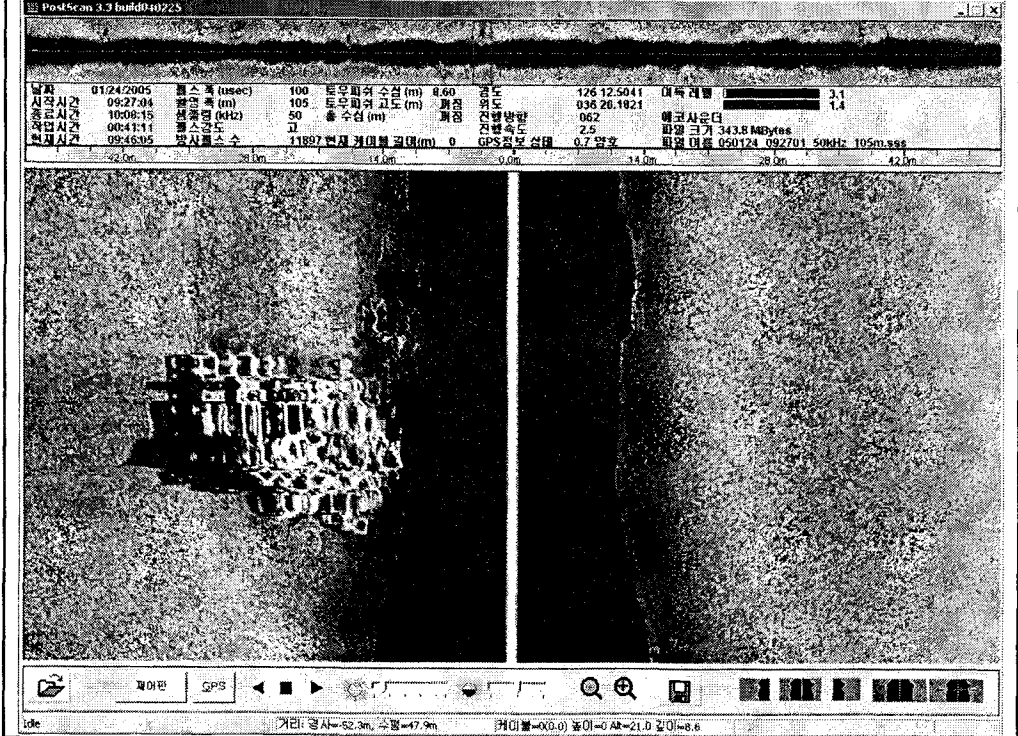
부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

번호	6	위도	36°26.2023'	비고
수심	18 m	경도	126°12.7895'	

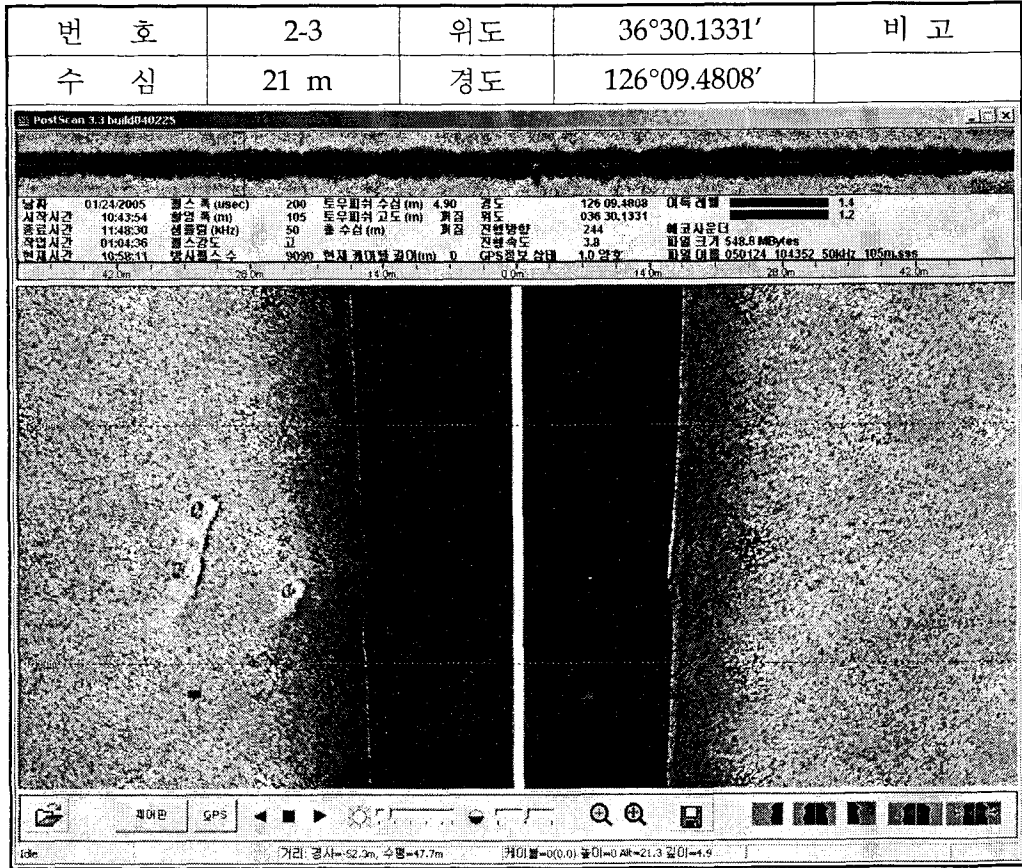


번호	7	위도	36°26.1821'	비고
수심	19 m	경도	126°12.5041'	



부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued



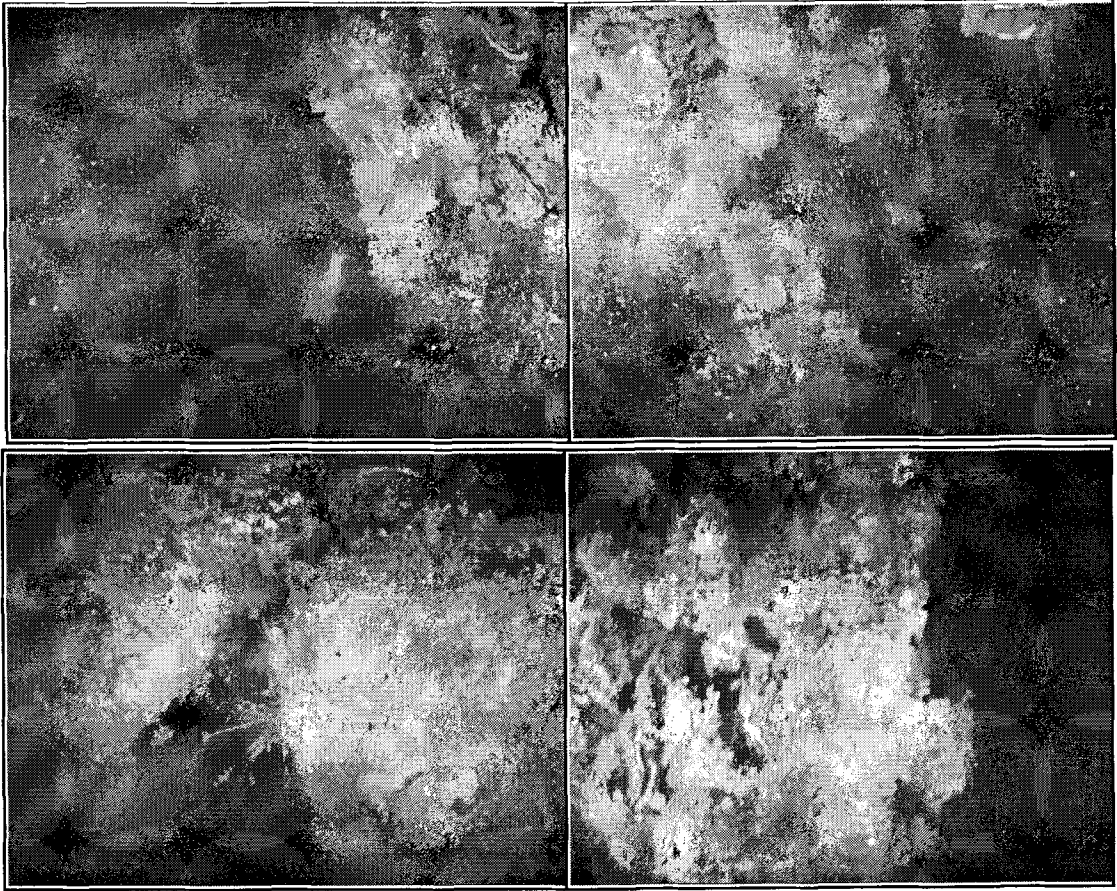
부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued

위 치 명	안면읍 승연 외파수도	관 리 번 호	
시 설 년 도	1998	어 초 종 류	사각형
시 설 면 적	128 ha	결 립 상 태	폐어망
서 식 생 물	조피볼락, 쏘뱅이, 귀노래미, 말미잘, 연산호, 따개비, 불가사리, 참굴		

부록 2-1-1. 계속

Appendix 2-1-1. Continued



제 3 장 자원조성

제 1 절 대상종의 자원생태 특성

1. 서 론

태안 바다목장 대상지역은 서해안에서도 육지로부터 외해측 바다로 가장 쉽게 접근할 수 있을 뿐만 아니라 갯벌 및 모래사면과 함께 잘 발달된 해저암반, 저서동물의 서식에 적합한 수심을 지니고 있는 청정수역의 하나이다. 이러한 해역의 특성에 의해 바다목장 조성 대상수역으로 선정된 이곳은 특히 해삼, 비단가리비, 참전복 등 경제적 가치가 높은 다양한 무척추동물이 대량으로 분포하고 있으며, 이들 종은 산업적으로도 양식보다는 주로 자연산 어획소득에 의존하고 있는 태안군의 수산업에서 중요한 비중을 차지하고 있다.

이렇게 태안해역 바다목장 대상지역은 산업적 뿐만 아니라 학술적으로도 중요한 가치를 지니고 있으나 지금까지는 이곳 해역에서 저서동물에 대한 자원생태적 특성에 대한 조사연구가 거의 이루어지지 않았으며, 자원조성에 의한 고생산성을 유지하기 위해서는 기존의 생물 종뿐만 아니라 바다목장 조성시 이식 가능한 경제성 종의 서식환경, 종묘생산, 증양식 방법에 대한 세부 검토가 필요하다.

따라서 본 조사는 서해 특성인 갯벌과 천해가 어우러진 바다목장 조성해역에서 산업적으로 가치가 높은 유용 저서동물의 분포특성과 환경 생태적 자원특성을 평가하여 바다목장 조성의 경제성 효과를 극대화시키고자 한다.

조피볼락(*Sebastes schlegeli*)은 김 등(1987)에 의해 인공종묘생산기술이 개발되고, 종묘생산이 가능해져(홍 등, 1990; 이 등, 1994; 명 등, 1998), 우리나라 남서해안의 대표적인 양식 대상 어종 중 하나로 자리 잡았다. 이 종은 볼락류 중에서 가장 성장이 빠르고, 겨울철 월동이 가능하여 산업적 가치가 매우 높은 어종이다(Masuda et al., 1984; 김 등, 1994).

그 동안 조피볼락 종묘 생산 과정은 대부분 육상 실내수조에서 수조형태가 적은 규모로 이뤄져 왔으나, 최근 양식기술의 발달로 대형수조에 의한 종묘 생산업이 이루어지고 있다. 또한 서해안에서는 제방으로 천해의 일부를 막고 수문을 만들어 해수 간만의 차이를 이용, 수문으로부터 주·배수를 환수시키면서 양식하는 축제식 양식(노지 양식)에 의한 종묘생산과 양성방법이 대형화되고 있는 추세이다(조, 2000). 유전적 다양을 분석하기 위한 분자생물학적인 기술 중 하나인 RAPD (Random amplified polymorphic DNA) 방법은 반응의 재연성이 높고 간편하면서도 경비가 적게 들어 어류의 변이(Dinesh et al., 1996; Degani et al., 1997), 종 분류(Liu et al., 1999; Callejas and Ochando, 2001), 유전

등 다양한 연구에 적용되고 있다(김, 2003). 따라서 RAPD PCR을 통해서 육상수조식 및 축제식 양식에 의해 생산된 치어간의 유전적 다양성 차이를 분석, 우량형질을 판정하고자 하였다.

양성을 분석하고자 하였다.

현재 우리나라에서 양식되고 있는 넙치는 대부분이 일본산이며, 남해산의 경우 그동안 남해안에 많은 양식산 넙치 종묘가 방류됨으로써 남해안산 고유종을 찾기가 어려운 실정이다. 또한 양식업의 발달로 인해 우리나라 연안에 육상양식장과 배양장이 시설되어 많은 양의 종묘가 방류되고 있어 앞으로 고유종을 보존하지 않으면 유전자 오염이 더욱 심화될 전망이다. 그 뿐 아니라 지난 20년간 일본으로부터 수정란과 종묘를 도입하여 동일 계통의 친어로부터 수정란을 생산하고, 종묘와 성어를 양식하고 다시 이들을 친어로 이용하는 과정을 반복한 결과 inbreeding 등 유전적 다양성이 낮아지는 문제가 우려되고 있는 실정이다. 따라서 어장환경에 적합하도록 진화되어 온 우리 넙치를 분자생물학적 방법으로 탐색하여 새로운 품종을 보급할 필요성이 절실히 요청되고 있다. 이에 본 연구에서는 우리나라에서 양식 중인 일본산 넙치와, 계통이 보존되고 있는 동해산 넙치 및 서해산 자연산 넙치를 대상으로 유전적 다양성 및 유연관계를 AFLP를 이용한 분자 유전학적인 방법으로 분석하고자 하였다.

또한 넙치와 더불어 양식 대상종으로 각광받고 있는 우리나라 주요 해산 어종으로서 최고 고급 횡감으로 비싸게 팔리고 있으며 해양 목장화 사업 시 방류종으로도 중요시 되고 있다(Park et al., 2003). 쥐노래미는 비교적 풍부한 자원량이 연안에 서식하는 것으로 알려져 있었으나 최근 들어 연안의 오염 및 어장 상실 등으로 인해 그 자원량이 점차 감소추세에 있으며 아직 종묘 생산에서 양성까지의 체계적인 양식 기술이 확립되어 있지 않아 양식 생산량이 매우 낮은 실정이다(Nam and Kim, 2002). 그러나 쥐노래미는 고수온과 저수온에서 성장이 가능하므로 우리나라와 같이 겨울철에 수온이 낮거나 여름철에 고수온인 지역에서 양식대상 어종으로 적합하다(Sim et al., 2002). 따라서 쥐노래미의 양식 산업화를 위하여 계획적이고 집중적인 기술 개발이 절실한 실정이므로 본 연구에서는 우량 유전 형질을 가진 쥐노래미 계통을 찾기 위해서 서해산 및 중국산 쥐노래미를 대상으로 RAPD PCR을 수행하여 유전적 다양성을 분석하고자 하였다.

RAPD와 AFLP는 모두 90년대 이후에 개발된 PCR법을 이용한 유전자 분석법으로서 간편하며 적은 양의 시료로도 분석할 수 있다는 장점이 있다. 특히 AFLP는 RAPD의 간편성과 RFLP의 재현성 등 장점만을 조합한 방법으로서 분석방법이 월등하게 간편하고 재현성이 높아 최근 각광받고 있는 기술이다(Vos et al, 1995; Jones et al., 1997). 이는 유전적 유사도가 가까운 종이나 품종간에도 고도의 유전적 변이와 다양성을 나타내기 때문에 종 또는 품종 특이적인 DNA marker 검출에 매우 효과적인 것으로 알려져 있다(Osten et al, 1996; Roa et al., 1997; Blears et al., 1998).

2. 재료 및 방법

가. 무척추동물

대상종의 선정은 태안해역 바다목장 대상지역에 서식하는 무척추동물 중 자원조성이 가능하며, 산업적으로 경제성 확보는 물론 대량생산이 가능한 종을 대상으로 하였다. 이러한 기준에 의해 선정된 종은 조간대에 서식하는 참굴, 바지락 등 두 종이며, 조하대에 서식하는 참전복, 해삼, 비단가리비 등으로 파악할 수 있다.

나. 어류

한편 갑각류의 경우 대하와 꽃게 등이 서해안에서 높은 자원량을 가지는 어종이다. 갑각류의 경우 일부 종에 대한 양식이 수행되고 있지만 병리학적 문제와 생태학적 규명이 이루어지지 않아 완벽한 시스템을 갖추지 못한 상태이다. 한편 어류의 경우 조피볼락과 쥐노래미 등 노래미류가 서해안에서 우점하는 어류로서 조피볼락은 생활사 전반에 걸친 조절이 가능하도록 연구가 종료된 상태이며, 쥐노래미의 경우 아직 생활사 규명이 이루어지지 못한 상태이다. 위와 같은 종에 대한 자원학적 측면을 해결하기 위한 자료 정리를 수행하였다.

다. 우량종묘 확보 및 효율적 자원 첨가 기술 개발

(1) 갑각류

갑각류의 대표적인 바이러스인 WSSV (White spot syndrome virus)는 새우에 감염 시 갈슴의 표피 침착으로 인한 흰색 반점의 형성을 특징으로 하며, 양식새우의 경우 감염 시 높은 치사율을 나타내며 감염숙주는 갑각류 전반에 걸쳐 다양한 감염력으로 전 세계적으로 새우양식 산업에 막대한 경제적 피해를 주는 바이러스이다(권, 2001; Huang et al., 2001).

WSSV의 발병 경로를 살펴보면 바이러스가 모하로부터 난을 통해 치하로 전달되어 감염되는 수직감염과 바이러스가 사육환경, 새우간 접촉, 중간숙주 등을 통해 전염되는 수평감염이 있다(허 등, 2000). 수직감염의 경우 바이러스가 난의 내부를 통해 전달되는지 아니면 난의 표면 혹은 기타 모하와의 접촉을 통해 전달되는지 자세한 감염경로는 아직 밝혀져 있지 않다. 수평감염의 경우 저질이나 사육수 등에 존재하는 바이러스는 저온에서는 수개월 생존이 가능하므로 월동 후 새우에게 감염이 가능하다. 사육기간 중에는 중간숙주인 게, 잠새우류, 기타 갑각류의 성체 및 유생들을 통하여 호지내로 전달되며 감염새우 사체의 섭식에 의해서도 감염된다고 알려져 있으나 정확한 경로는 밝혀져 있지 않다.

WSSV에 의한 피해가 심각해지자 세계 여러 나라에서는 본 바이러스를 퇴치하기 위해 많은 노력을 기울이고 있지만 아직까지 획기적인 방역 대책 기술을 개발하지는 못하고 있다. 이는 WSSV가 워낙 병원성이 강하고 감염대상 새우도 다양하면서 발병지역이 넓기 때문으로 보인다. 또한 바이러스는 세균류와 달리 치료약이 전혀 개발되어 있지 않

아 일단 감염이 되면 치료가 불가능하다. 따라서 먼저 바이러스가 감염되지 않은 모하를 사용해 종묘생산을 하여 수직감염을 차단한 후, 사육환경을 양호하게 하여 중간숙주로부터의 수평감염을 막는 예방적인 차원으로 대응하여야 한다. 이에 이러한 바이러스 질병에 대하여 수직감염 및 수평감염을 막기 위한 기술이 개발되고 있다. 현재 국내에서 일부 시행되고 있는 이 방법은, 일단 모하에서 genomic DNA를 추출하여 PCR (Polymerase Chain Reaction) 법으로 바이러스 감염여부를 조사한 후, 감염된 새우는 제거하고 감염 안 된 새우만을 사용하여 종묘생산을 한다. PCR은 바이러스 검출 감도를 높이기 위해 항상 nested PCR을 한다. 이렇게 수직감염을 차단한 종묘를 사육수, 사육지의 철저한 관리에 의해 수평감염을 막아 무병새우(SPF, specific pathogen free)를 생산해 내는 방법이다. 그러나 바이러스는 철저히 관리해도 사육수를 통하여 확산, 감염될 확률이 매우 높다. 사육수 내에는 엄청난 수의 중간숙주가 존재하는데 바이러스가 감염될 수 있는 중간 숙주로는 게, 새우 등의 갑각류 알과 유생 및 동물성 플랑크톤 등 수없이 많기 때문이다. 우리나라에서도 SPF(무병새우) 개발에는 성공하였지만 완전한 산업화까지는 아직 해결해야 할 문제들이 많으므로 무병새우 생산은 반드시 확립돼야 하고 무균적으로 생산할수 있는 시스템이 마련되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 아직 연구가 미흡한 중간숙주 생물을 검색하기 위해서 새우 양식장을 중심으로 출현하는 생물들과 인근 연안의 생물체들을 대상으로 중간숙주 대상 생물의 바이러스 보균 여부를 조사하였다.

(가) 실험재료

본 실험에 사용된 자연산 대하(*Fenneropenaeus chinensis*)는 2004년 3월 중순 흑산도 연안에서 어획된 미성숙 개체로 각 개체별로 표식을 한 후 복지를 절단하여 TNES-Urea buffer (10 mM Tris-HCl pH 8.0; 125 mM NaCl; 10 mM EDTA pH 8.0; 0.5% SDS; 4 M urea)에 넣어 실험실로 옮겨져 사용되었다. 동일 집단을 양식장에서 두토막눈참갯지렁이를 먹이로 하여 1개월 동안 양성한 개체와 자연 상태에서 어획된 모하를 4월 중순 채집하여 동일한 방법으로 실험실로 옮겨 사용하였다. 중간숙주 실험 대상생물들도 각각 10 개체씩을 채집하여 조직을 TNES-Urea buffer에 넣어 사용하였다(표 3-1-1).

(나) Genomic DNA의 분리 및 정제

Genomic DNA는 TNES-UREA Isolation 법으로 분리하였다(Takashi et al., 1996). Proteinase-K를 첨가하여 55℃에서 12시간 동안 반응시킨 후 phenol : chloroform : isoamylalcohol (25 : 24 : 1)을 처리하여 단백질을 제거하였고, 70% Ethanol로 DNA를 침전시킨 다음 3X DW로 용해시켰다. 용해된 DNA는 Spectrophotometer로 측정하였고, 0.3% agarose gel에서 DNA 상태를 확인하였다.

(다) PCR 및 감염 여부의 분석

PCR 반응은 200 ng의 template DNA, 1.0 unit Taq DNA polymerase, 10 nM dNTPs mixture, 1x Taq buffer, 1.5 mM MgCl₂, 1 pmol primer가 포함된 20 μl 반응 혼합액에

서 1차 PCR 하였고, 1차 PCR 산물을 이용하여 동일한 방법으로 nested PCR하였다. 사용된 primer는 표 3-1-1에 나타내었다. PCR 조건은 처음 94℃에서 5분간 DNA를 변성하고, 94℃에서 30초간 denaturation, 58℃에서 30초간 annealing, 72℃에서 1분간 extension을 35회 반복한 후, 최종 DNA 합성을 72℃에서 7분간 수행하였다. 증폭된 PCR 산물은 2% agarose gel에서 전기영동하여 DNA band를 유무로 감염 여부를 확인하였다.

표 3-1-1. 중간숙주 검색에 사용된 생물 종 및 채집 장소

Table 3-1-1. Species and collected place used an intermidary host search

종	학명 또는 영명	채집 장소
민챙이	<i>Bullacta exarata</i>	순천향해양연구소 앞 갯벌
말뚝망둥어	<i>Periophthalmus modestus</i>	순천향해양연구소 앞 갯벌
두토막눈썹참갯지렁이	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	양식장, 순천향해양연구소 앞 갯벌
바위게	<i>Pachygrapsus crassipes</i>	순천향해양연구소 앞 갯벌
곤쟁이류	<i>Neomysis japonica</i>	순천향해양연구소 노지
농게	<i>Uca arcuata</i>	순천향해양연구소 앞 갯벌
대수리	<i>Reishia clavigera</i>	순천향해양연구소 앞 갯벌
방게	<i>Helice tridens tridens</i>	순천향해양연구소 노지
흰베도라치	<i>Enedrias Fangi</i>	서해연안
바지락	<i>Ruditapes philippinarum</i>	서해연안
게 유생	Crab larva	대하양식장
요각류	Copepods	대하양식장

표 3-1-2. 본 연구의 nested-PCR에 사용된 primer 염기서열

Table 3-1-2. Primer sequences used for nested-PCR in this study

	Primer No.	Primer sequences
1st PCR	WSS F1	5'-AATCTGATGAGACAGCCCAAG-3'
	WSS R1	5'-GGGAAGGTTAAATATGTAGCG-3'
	WSS 2F	5'-AGATAAGGTTGAAGAAATGAG-3'
2nd PCR	WSS 2R	5'-ATTGGCATGGACAGTCAGGTC-3'

(2) 어류

(가) 재료 및 Genomic DNA의 분리

본 실험에 사용된 조피볼락은 충청남도 태안군 남면 당암리에 위치한 순천향대학교 해양수산연구소의 축제식 양식장과 육상수조식 양식장에서 종묘 생산했던 것으로, 각 계통별로 20-30마리씩 채집하여 사용하였다. Genomic DNA는 TNES-Urea buffer (10 mM Tris-HCl pH 8.0; 125 mM NaCl; 10 mM EDTA pH 8.0; 0.5% SDS; 4 M urea)와 proteinase K (Sigma, USA)를 사용하여 꼬리지느러미에서 분리하였다.

(나) RAPD PCR

PAPD PCR에 사용한 primer는 SRILS UniPrimer kit (서린과학)로 총 12개의 primer를 사용하였으며, PCR 반응은 100 ng의 Template DNA, 1.0 unit Taq DNA polymerase, 10 nM dNTPs mixture, 1× Taq buffer, 1.5 mM MgCl₂, 100 ng/μl primer가 포함된 20 μl 반응 혼합액에서 수행하였다. PCR 조건은 처음 94°C에서 4분간 DNA를 변성하고, 94°C에서 1분간 denaturation, 55°C에서 1분간 annealing, 72°C에서 2분간 extension을 각각 35회 반복한 후, 최종 DNA 합성을 72°C에서 7분간 수행하였다. 증폭된 PCR 산물은 TBE (Tris-Borate/EDTA, pH 8.3) buffer를 사용하여 Ethidium bromide 용액이 첨가된 2% agarose gel상에서 전기영동 후 DNA band를 확인, 계통별 유전적 다양성을 분석하였다.

(다) 재료 및 Genomic DNA의 분리

본 실험에 사용된 넙치는 전라남도 여수시 경양수산 내에서 사육중인 동해산 넙치 20마리와 태안종묘시험장에서 사육중인 서해산 넙치 20마리 및 국립수산진흥원내에 사육중인 일본산 넙치 20마리로부터 혈액을 채취하여 남(1995)의 방법으로 DNA를 분리하였다.

쥐노래미는 서해산 쥐노래미 16마리와 중국산 쥐노래미 16마리 친어의 꼬리지느러미로부터 TNES-Urea 방법으로 DNA를 분리하였다.

(라) 넙치 3계통의 AFLP 수행

넙치 3계통의 Genomic DNA 500 ng을 EcoR1 제한효소 10 unit로 37°C에서 반응시킨 후 절단된 DNA를 다시 Mse I 제한효소 2 unit를 첨가하여 37°C에서 4시간동안 반응시켜 이중 절단시켰다. 절단된 반응액에 1 unit T4 DNA ligase와 EcoR I /Mse I adapter를 첨가하여 최종 부피가 50 μl가 되도록 조정한 후 16°C에서 12시간동안 ligation시켰다. Ligation된 DNA 5 μl, EcoR I primer, Mse I primer, 1 unit Taq DNA polymerase, dNTPs, 10× PCR buffer를 첨가하여 PCR 반응액을 총 50 μl로 조정한 후 1차 preamplification하였다. PCR 반응조건은 94°C에서 30초, 56°C에서 60초, 72°C에서 60초간의 cycle을 총 20회 반복하였다. 반응액을 TE buffer로 50배 희석한 후 희석액 5 μl, EcoR I /Mse I selective primer, dNTPs, Taq DNA polymerase, 10× PCR buffer를 최종 20 μl가 되도록 첨가하여 2차 PCR을 하였다. 반응조건은 touchdown PCR법을 이용하여

94℃에서 30초, 65℃~56℃(회당 0.7℃씩 감소)에서 30초, 72℃에서 60초간 12회 실시한 후 annealing 온도를 56℃에서 30초로 고정하여 총 24회를 반복 수행하였다. 최종 반응액 3 μl를 5% polyacrylamide gel에 loading한 후 1,500V에서 3시간 동안 전기영동하여 DNA 단편을 분리한 다음 silver staining kit로 염색하여 결과를 분석하였다.

(마) 쥐노래미 집단의 RAPD PCR 수행

쥐노래미의 RAPD PCR에 사용한 primer는 SRILS UniPrimer kit (서린과학)로 총 6개의 primer를 사용하였으며, 상기와 같은 방법으로 유전적 다양성을 분석하였다.

(바) 통계처리

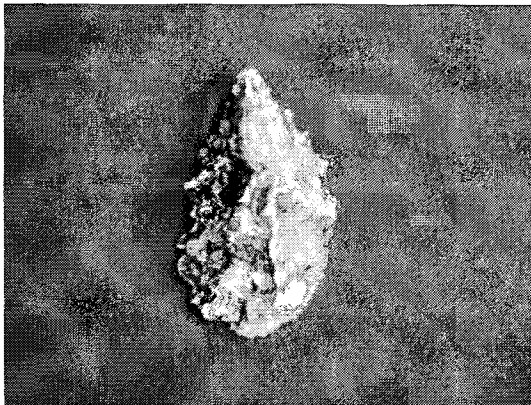
Gel 상에서 확인된 DNA 단편들은 band의 유무에 따라 0 또는 1로 표시하여 matrix code를 작성하고 NTSYS program을 사용하여 계통간 유사도를 구하고 UPGMA dendrogram을 작성하였다. 유전적 다양성은 총 band의 수와 총 polymorphism band 수의 비율로 구하였다.

3. 결과 및 토의

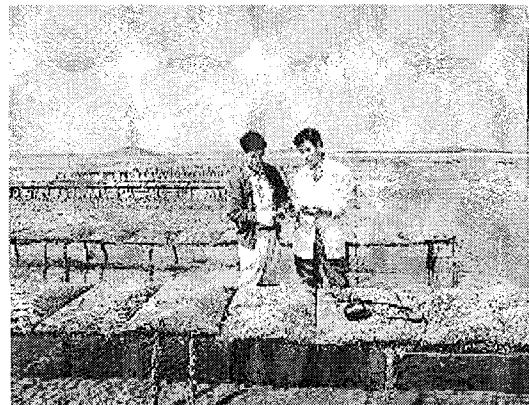
가. 무척추동물(대상종의 자원생태 특성)

(1) 참굴

- 학명 : *Crassostrea gigas* Thunberg (굴 과 Family Ostreidae)



참굴



가상식 개체굴 시설

- 방 언 : 굴' 또는 '석화'(바위꽃)

- 영 명 : Pacific oyster

형태적 특징

▶ 껍질은 원추형으로 비늘모양의 껍질이 중첩되어 성장선을 나타낸다. 크기는 각고 10 cm, 각장 7 cm 내외. 사는 곳에 따라서는 껍질의 길이나 형태, 요철정도 등이 달라지는데, 태안33연안에서는 각고 5 cm 내외의 소형군이 대부분이다. 오른쪽 껍질은 둥글게 부풀고, 왼쪽 껍질은 납작하며, 왼쪽껍질이 바위 등에 부착 서식한다.

자원생태 특성

- ▶ 분포 : 본 조사해역에서 참굴의 자연분포는 오션캐슬 하부 암반으로부터 백사장 이 끝나는 남쪽 돌출부 쪽으로 갈수록 증가하고 있으나 대부분 소형개체로 산업적 가치는 낮다. 그러나 신야리와 고남리 지선은 분포량이 높고 생산된 굴은 마을 주민의 소득원이 되고 있다. 참굴의 세계적 주산지는 우리나라 전 연안과 일본 및 중국연안, 발해(북위 30~45도) 연안이며, 홍콩과 캄차카반도에도 분포한다. 최근에는 미국의 태평양 연안과 프랑스, 오스트레일리아로 이식되어 양식이 이루어지고 있다.
- ▶ 서식환경 : 태안 바다목장 대상 수역에서는 0~5시간의 노출선이 유지되는 조간대의 암반, 돌 등에 서식하며, 조간대에서 가상식 양식이 가능하다. 특히 조간대 서식지 암반에서의 노출온도는 겨울에는 -10℃ 내외, 여름에는 38℃ 내외의 극한 온도에서 서식하고 있으며, 밀물시 염분은 27~32‰(적용염분농도 20.7~33.7‰)에 이른다. 참굴의 서식은 오션캐슬 앞쪽은 진주담치의 혼합비율이 매우 높다.
- ▶ 생태 : 산란과 성육에 적합한 수온은 20~26℃(최적수온 23~26℃)이며, 15℃ 이하이거나 30℃ 이상에서는 발육이 낮아진다. 태안연안에서 주 산란기는 5~7월(산란량 약 5,000만개)로 산란 가능 크기는 각고 5~6 cm, 채묘시기는 6~8월로 해수에서 정자와 체외 수정한다.
- ▶ 식성 : 식물플랑크톤과 물 속의 유기물 파편을 섭취하며, 먹이 섭취 시간은 조간대에서는 1일 2회(10시간 이내)씩 가능하다.

양식

- ▶ 태안 연안에서는 투석식 또는 가상식 양식(갯벌 위에 평상처럼 지주대를 세우고 그 위에 종패를 넣은 플라스틱 자루를 깔아 양식하는 방법)이 가능하며, 수확은 10월~이듬해 5월이다. 천수만 안쪽에서는 수하식 참굴이 2004년부터 상업화 수준으로 양식이 시도되고 있다(전국 연간 생산량 : 약 22만톤 내외).

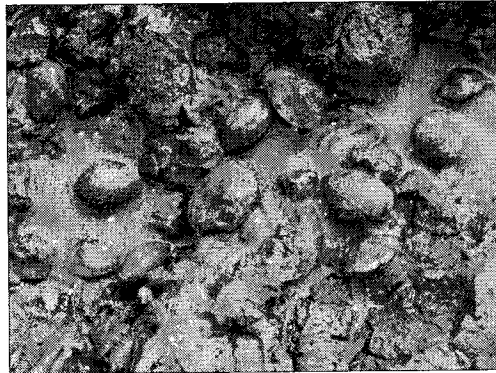
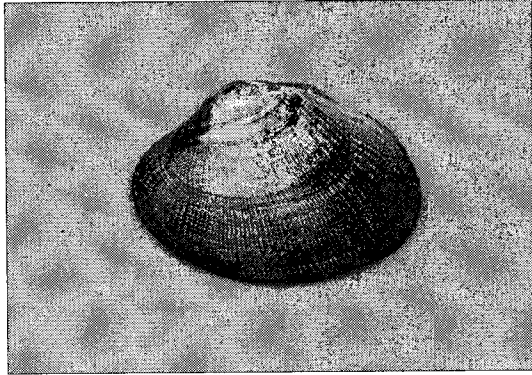
영양

- ▶ 육질 100g당 단백질 10.5 g, 지방 2.4 g, 칼슘 84 mg, 철분 3.8 mg. 맛을 좌우하는 글리코젠 광물질, 비타민류 및 단백질 등 함유, 세계적인 중요 산업종으로 '바다의 우유' 라고 함. 고대에서 현대에 걸쳐 인류의 사랑을 독차지하며 즐겨먹는 뿌리 깊은 종.

(2) 바지락

- 학명 : *Ruditapes philippinarum* A. Adams and Reeve

(백합 과 Family Veneridae)



- 방 언 : 반지락, 배도래기, 뺨지락, 소합, 바지래기, 바스레기, 모시조개, 향합, 소합, 업조개, 개발이, 입조개, 방어조개, 배지락, 뺨지락, 뺨지락
- 영 명 : Manila clam, Littleneck clam, Shortneck clam, Filipino venus 등 여러 이름이 있고, FAO에서는 Japanese carpet shell로, 일본에서는 아사리(asari)라 한다.

형태적 특징

- ▶ 껍질은 장 타원형으로 표면에 가느다란 방사선이 수없이 많다. 껍질의 꼭지점에서부터 여러 색깔의 방사대가 있지만 전혀 없는 것들도 있다.
- ▶ 껍질은 색과 무늬가 매우 다양하면서 화려하며 대부분 담황색 바탕에 물결모양의 갈색 또는 검은 띠와 삼각형을 닮은 흰 반점이 많이 나타난다.

자원생태 특성

- ▶ 분포 : 바지락의 분포는 모래 비율이 높은 오션캐슬 하부 암반으로부터 백사장이 끝나는 남쪽 돌출부까지는 거의 분포하지 않는다. 그러나 신야리와 고남리 지선의 니사질(모래 70%, 펄 30%)지역은 분포량이 높아 마을 주민의 주 소득원이 되고 있다. 남 서해안의 간석지, 중국, 일본, 사할린 등에도 분포한다.
- ▶ 서식환경 : 태안 바다목장 구역에서는 간조시 4~5시간 노출선부터 수심 2m 내외의 니사질인 곳과, 모래와 자갈의 혼합질에 서식한다. 특히 조간대 서식지에서의 노출온도는 겨울에는 -2℃내외, 여름에는 36℃내외의 극한 온도에서 서식하고 있으며, 밀물시 염분은 23~33‰(적용염분농도 20.7~37.6‰)에 이른다.
- ▶ 생태 : 온도적응범위는 0~36℃ 내외(서식 적수온 23℃ 내외)이며 산란 적수온은 21~23℃이다. 산란기는 6~10월 상순으로 태안연안에서의 주 산란기는 7~8월이며, 암수가 다른 자웅이체로 해수에서 체외 수정한다. 수명은 약 8~9년이며, 상품크기(각장 3cm 이상)까지 성장기간은 약 3년이 소요된다.
- ▶ 식성 : 식물플랑크톤과 물 속의 유기물 파편을 섭취하며, 먹이 섭취 시간은 조간

대에서는 1일 2회(8시간 이내)씩 가능하다.

양 식

- ▶ 바지락의 성장은 1년 2.6 cm, 2년 3.8cm, 3년 4.8 cm, 4년 5.3 cm, 5년 5.8 cm로 성장한다.
- ▶ 씨뿌림 양식 : 종묘의 씨뿌림 량은 1ha 당 3~5톤 내외로 각장 1~2cm 내외, 전중량 2~3g 내외 크기이다. 상품 크기는 3~4 cm로 씨뿌림 2년 후 출하가 가능하다. 양식생산 가능량은 1 ha당 약 15톤(각장 3.5cm, 전중량 16~18g)내외이며, 바지락의 종묘는 현재 자연생산에만 의존하고 있으나 적정 생산량 유지를 위해서는 인공채묘 기술개발이 필요하다

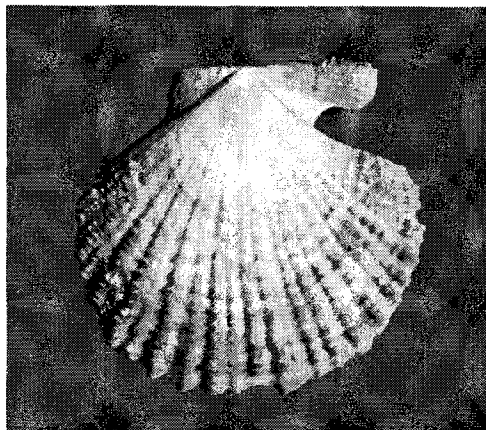
영 양

- ▶ 가식부 100g당 에너지의 함량이 65kcal인 저칼로리 식품으로 단백질(13g) 함량이 높은 반면 지방(1.1g)이 적고, 칼슘(90mg)과 철분 (13.3mg)이 풍부하다.

(다) 비단가리비

● 학명 : *Chlamys farreri* Kuroda

(가리비과 Family Pectinidae)



● 영 명 : Korean scallop

형태적 특징

- ▶ 부채모양으로 크기는 각고 10cm 내외, 좌각(左殼)이 우각(右殼)보다 더 볼록하다. 껍질의 색깔은 갈색, 분홍빛의 적색, 자색 등으로 지역에 따라 개체변이가 심하다. 굽은 방사능(放射肋)줄은 10~13줄 내외로 비늘모양의 돌기가 있다. 우각의 방사능은 좌각보다 수가 많고, 가늘다.

자원생태 특성

- ▶ 분포 : 온대성으로 태안 바다목장 대상 수역에서 비단가리비의 자연분포는 수십

2~15 m의 수중 암반과 자갈로 이루어진 곳, 외도, 내파수도 및 외파수도 주변 수심 5~15 m 수역에서 분포량이 높다. 한편 수하식에 의한 산업화 양식은 내파수도 연안에서 이루어지고 있다. 비단가리비는 서해안이 주산지로서 백령도와 대흑산도 연안에서 대량 분포하고 있으며, 동해와 남해안에서는 소량으로 분포한다. 국외에서는 중국, 일본에도 분포하며, 중국의 경우 연간 40만톤 이상이 서해권역에서 양식 생산되고 있다.

- ▶ 서식환경 : 수심 2~20 m 내외의 암반, 자갈 또는 왕모래에 서식한다. 서식지의 수온은 3~26℃ 내외, 염분은 28~34‰(적염분 30~34‰) 내외에 이른다.
- ▶ 생태 : 온도 적응범위는 0~28℃ 내외(성장적수온 15~22℃ 내외, -2℃ 이하 30℃ 이상에서 폐사)이며 산란 임계수온은 14~15℃이다. 산란기는 6월 중순~8월 상순으로 태안연안에서의 주 산란기는 6월 하순~7월 중순이다. 암수가 다른 자웅이체로 해수에서 체외 수정한다. 상품크기(각고 7 cm 이상)까지의 성장기간은 약 22개월이 소요된다.
- ▶ 식성 : 식물플랑크톤과 물 속의 유기물 파편을 섭취하는 현탁섭식(suspension feeding)

양 식

- ▶ 비단가리비의 성장은 1년 4~5 cm, 2년 7~8 cm, 3년 10 cm 이상
- ▶ 수하식양식 : 종패크기는 각고 3~5 cm, 양성수심 5~20 m층, 주 성장시기 5~10월, 채묘 후 24개월에 각고 8 cm 이상으로 성장
- ▶ 씨뿌림 양식 : 종패크기는 각고 3 cm 내외 크기의 중간 육성된 종패를 방류하였다가 2~3년 후 각고 8 cm 이상으로 성장시킨 다음 채취가능, 씨뿌림 밀도는 1 ha당 150,000마리(1m²당 15마리) 내외

영 양

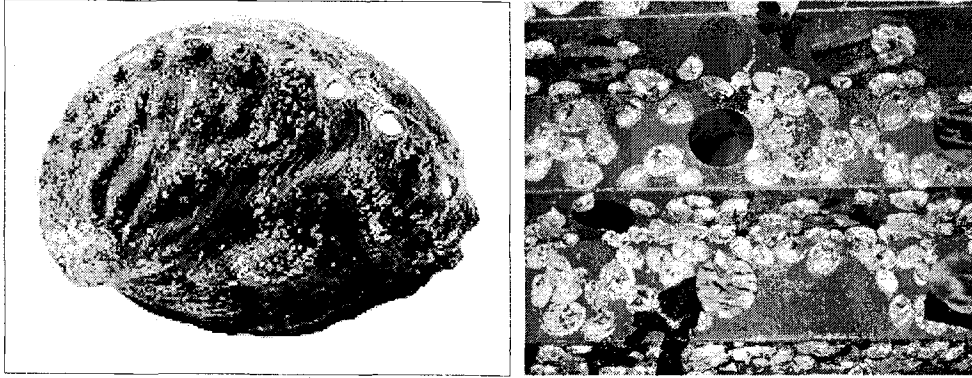
- ▶ 가식부 100g당 에너지의 함량이 73kcal, 단백질 14.5g, 지방 1.0 g, 칼슘 61 mg, 철분 3.2 mg, 여성의 빈혈예방과 피부미용에 좋고 지방함량이 적은 다이어트 식품

(4) 참전복

● 학명 : *Haliotis discus hannai* Ino

(전복과 Family Haliotidae)

● 영명 : Disk abalone, 일본명 Kuroawabi(クロアワビ)



형태적 특징

▶ 껍질은 장타원형으로 어린 개체는 얇으며 어미는 두껍고 단단하다. 껍질의 표피는 주름같이 울퉁불퉁한 것이 많다. 어릴 때에는 껍질에 3~4조의 줄이 나타나며, 껍질 바깥쪽은 암 녹색 또는 갈색을 띠고, 안쪽의 진주광택은 은회색과 녹색을 띤다. 나층은 작고 체층보다 뾰족하게 올라와 있으며, 외순은 좁고 안쪽으로 말려 있다. 껍질에는 3~5개 정도의 호흡공이 열려있고 껍질로부터 튀어나와 있다. 가장 앞에 있는 2개의 구멍으로 물이 들어오고, 나머지 구멍들은 밖으로 물을 내보내는데 쓰여진다.

자원생태 특성

- ▶ 분포 : 우리나라의 전복류는 생활하는 장소에 따라 난류계와 한류계로 구분되는데, 대체로 제주도와 육지 사이의 수심 20 m 내외의 해역에서 겨울철 수온이 12℃가 되는 곳을 경계로 하여 그 북쪽에 사는 것을 한류계, 이남에 사는 것을 난류계로 나눈다. 참전복은 우리나라의 동·서·남해안에 널리 분포 서식하고 있는 한류계의 대표적인 종으로 제주도의 이북에 주로 서식한다. 일본과 중국에도 분포하며, 한국에 분포하는 6종의 전복류 중 가장 중요한 산업종이다. 분포수층은 조간대부터 수심 30 m(주 분포수층 3~5 m) 부근의 바위에 붙어산다.
- ▶ 서식환경 : 서식지의 수온은 3~28℃내외, 염분은 27~35‰(적염분 32~35‰) 내외에 이른다.
- ▶ 생태 : 온도 적응범위는 2~28℃ 내외, 생활수온 10~23℃(적수온 15~20℃), 산란수온 20℃ 전후, 발생 적수온 13.5~24.5℃, 산란수 20~40만개, 암컷의 생식

소 알집은 짙은 녹색, 수컷은 담황색을 띤다. 산란가능 최소각장 4.5 cm, 자연에서의 산란기는 7월~11월로 태안연안의 주 산란기는 6월 하순~7월 중순이다, 각장 최대크기 20 cm, 전중량 1kg(양식산은 각장 16 cm, 전중량 550 g), 수명 12년

- ▶ 식성 : 저서초기 치패는 부착규조류, 중간패 이상 어미는 미역, 다시마, 모자반, 파래 등의 해조류이며 7℃ 이하, 27℃ 이상에서는 먹이섭취량이 감소한다.

양 식

- ▶ 인공종묘생산 : 채묘는 5월~6월에 이루어지며, 11월 무렵까지 4~6개월간 사육하면 크기가 1~2 cm 내외로 성장하고, 잘 키우면 이듬해 봄까지는 씨뿌림 가능한 3 cm 내외 크기의 종묘로 성장한다. 치패의 경우 10~25℃에서 수온이 높을 수록 성장이 빨라진다.
- ▶ 씨뿌림 양식 : 각장 3 cm 이상의 종패를 방류하였다가 2~3년 후 각장 8 cm(80 g) 이상으로 성장한 다음 채취, 씨뿌림 밀도는 1 ha당 20,000~30,000마리(1m²당 2~3마리) 내외, 1 ha당 생산량은 800~1,200 kg(40% 생존시, 각장 10 cm, 전중량 100 g 기준)

○ 씨뿌림 양식의 성장

씨뿌림 경과기간(년)	연령	평균각장(cm)	평균체중(g)	비고
0	2	3.4	5.3	
1	3	6.5	36.8	
2	4	8.4	78.4	
3	5	9.5	114.1	
4	6	10.2	140.1	
5	7	10.6	157.3	
6	8	10.8	168.4	
7	9	11.0	175.2	

영 양

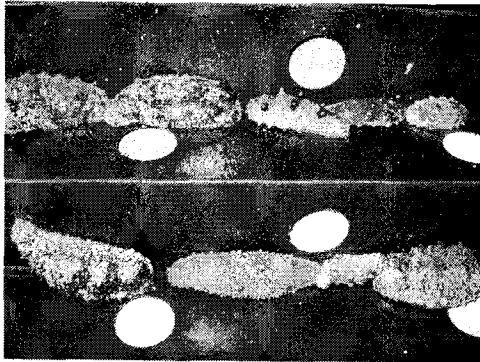
- ▶ 가식부 100g당 단백질 16.5 g, 지방 0.7 g, 칼슘 49 mg, 철분 2.4 mg, 로이신 866mg, 함유 아미노산은 525mg이다. 특히 혈압강하, 뇌졸중과 혈관계 질환의 예방에 효과가 큰 타우린 함량이 1799mg으로 매우 높고 병후 회복에 좋은 식품이다.

(5) 해삼

- 학명 : *Stichopus japonicus* Selenka

[해삼(돌기해삼)과 Family Stichopodidae]

● 영 명 : Sea cucumber



홍해삼과 청해삼의 어미



과판에 부착된 해삼 인공종묘

형태적 특징

- ▶ 체형은 원통모양이고 뒤끝이 약간 가름하다. 관족은 배쪽에 발달되어 척을 이룬다. 대부분 배쪽의 보대와 간보대의 구별이 어려울 정도로 관족이 많이 분포하는데, 보통 중앙보대에 5~8열을 이루고 좌우 양쪽 보대에는 3~4열을 이룬다. 등쪽에는 잘 발달한 돌기 또는 우상돌기를 갖는데 대우족과 작은 우족이 산재해 있고 몸의 척 가장자리를 따라 좌우 각각 7~8개의 대우족이 나란히 배열한다. 촉수는 20개이고 촉수 바로 아래 체벽에는 촉수를 둘러싸고 35~45개 정도의 우족이 있다. 생식선은 2방으로 되고 등쪽 현장막의 양쪽에 하나씩 있다. 몸통 체벽의 골편은 반상골편이고, 탑은 4기둥으로 되어있으며, 그 끝에 4개의 이가 있다. 원반의 중심에는 4개의 큰 구멍이 있고 그 주위에 많은 작은 구멍들이 둘러싸고 있다. 몸길이는 10~30 cm에 달한다.

자원생태 특성

- ▶ 분포 : 우리나라의 해삼류는 해삼(*Stichopus japonicus*)과 광삼류(*Cucumariida*) 등을 포함하여 약 29종이 알려져 있다. 해삼은 우리나라 외해 쪽의 거의 전 연안에 분포하고 있을 뿐만 아니라 생산량이 많아 해삼류 중 산업상 가장 중요하다. 해삼은 일본, 홍콩, 사할린 등에도 분포하며, 우리나라에서 광삼류는 북방형으로 주로 동해안과 남해안에 소량 분포한다.

- 수직분포

분포수심은 0~40 m 내외로 수심이 낮은 곳은 소형개체가 많고 깊은 곳은 대형개체가 많은 경향이 있으며, 역으로는 분포하지 않는다. 이것은 저질의 구성과 밀접한 관계가 있는데 수심이 증가하는 곳은 펄이 증가하고, 해삼의 먹이인 유기탄소와 유기질소도 많이 함유한다. 따라서 수심에 의한 해삼의 층별 분포는 생리적 또는 생태적인 현상이라 할 수 있다.

- 해삼

외해수의 영향을 강하게 받는 암초지대나 작은 돌, 사락질 또는 일부 사니질에 분포한다. 그러나 어릴 때는 수심이 낮은 내만 연안 해조장의 암반에 서식하며 성장함에 따라 좀 더 깊은 암초지대로 이동하고, 때로는 홍해삼과 혼재 생활하기도 한다. 해삼은 홍해삼보다 낮은 수심에서 넓게 분포하며, 더 성장하면 외해 쪽 사니질의 깊은 곳으로 이동하기도 한다. 주 서식수심은 3~15 m 내외의 해조류가 있는 암반이다.

- 홍해삼

일반적으로 외해수의 영향이 미치는 암초지대 또는 자갈, 작은 돌 및 사락질 등이 산재된 곳에 서식하며, 주 서식수심은 10~25 m 내외이다.

- 흑해삼

부영양수역 또는 육수의 영향이 강한 곳이나 부니가 많은 곳에서 발견된다. 주 서식수심은 2~10 m 내외이다.

▶ 서식환경 : 해삼의 서식수온 범위는 대체로 0~30℃로 여겨지며, 염분적응범위는 해삼이 24.58~32.34‰로 하한은 22.77‰이며, 홍해삼은 24.58~34.69‰이다.

▶ 생태 : 산란기의 생식소 중량차이는 개체에 따라 차이가 있지만 대체적으로 각종량의 10~20% 정도이다. 성숙난소 1g의 난수는 평균 209,000개이며, 산란중에 100 g의 난소를 가진 대형 해삼이 방란하는 난수는 대체로 183만개로 추산된다. 산란기는 지역에 따라 차이가 있는데 서해안에서는 5~8월, 주산란기는 6~7월이다. 생식소는 3월경부터 급격히 발달하며 산란이 시작되는 수온은 13~16℃ 내외이고 18~22℃에서 산란이 거의 종료된다. 해삼의 산란 가능한 최소크기는 각종량 58~60 g이다.

해삼의 연중 식욕이 왕성하고 운동이 활발한 시기는 겨울철 수온이 19℃ 이하로 활동성기는 8~10℃내외이다. 그러나 수온이 17.5~19℃ 이상에 달하면 운동이 부진해지고 식용이 감퇴하여 소화관이 위축된다. 이것을 하면전기(夏眠前期)라 하며, 수온이 24.5℃에서는 단식상태에 돌입하고 소화관이 위축되면서 거의 움직임이 없어진다. 이때가 하면성기로 완전휴면시기이다. 이후 가을에 들어 수온이 19~20℃아래로 하강하면 다시 운동이 활발해지는데 이때가 재활동기이다. 따라서 해삼의 적수온 상한은 17.5~19℃로 이때까지는 자연 서식하는 것을 볼 수 있다. 해삼의 성장은 16~17℃이하에서 나타나며, 연간을 통하여 실질적으로 성장이 이루어지는 시기는 11월부터 이듬해 5월까지 7개월에 불과하다. 그러나 16~17℃ 이상에서는 체중은 역으로 감소하는 경향을 보인다.

▶ 식성 : 각종 2~3 g의 어린 해삼은 주로 부착성 미세조류 등을 섭취하고 어미는 미역, 다시마, 모자반, 파래 등의 해조류 등과 함께 펄 속의 유기물과 원생동물, 갑각류, 연체동물의 유생, 어류의 사체 등이며 7℃ 이하에서는 먹이섭취량이 감소한다.

양 식

- ▶ 인공종묘생산 : 채묘는 5~7월에 이루어지며, 11월 무렵까지 4~6개월간 사육하면 크기가 2~3 cm 내외로 성장하는데 극히 일부는 8 cm전후까지 성장하기도 한다. 새끼해삼의 경우 성장에 적합한 수온은 17~25℃내외이며 대체로 18~22℃에서 성장과 발육이 빨라진다.
- ▶ 씨뿌림 양식 : 체장 3 cm 이상의 종묘를 방류하였다가 2년 이후 체장 13 cm (120 g) 이상으로 성장한 다음 채취, 씨뿌림 밀도는 1 ha당 30,000~40,000마리(1m²당 3~4 마리) 내외, 1 ha당 생산량은 2,160~2,880 kg(60% 생존시, 전중량 120 g 기준). 씨뿌림 시기는 매년 10~11월 또는 3~4월에 하는 것이 좋다.

○ 해삼의 성장

연령	체장(cm)	체중(g)	각중량(g)
1년	5.9	15.5	9
2년	13.3	122.5	80
3년	17.6	307.0	175
4년	20.8	472.5	260

* 골편으로 연령사정 가능

영 양

▶ 가식부 100 g 당 :

구분	열량 (Kcal)	수분 (g)	단백질 (g)	지방 (g)	칼슘 (mg)	회분 (g)	철 (mg)	인 (mg)
해삼	24	91.8	3.7	0.4	119	2.8	2.1	27

나. 어류

(1) 조피볼락

조피볼락 *Sebastes schlegeli*은 쏨뱅이목 양볼락과에 속한다. 수심 10~100m인 연안의 암초지대에서 주로 서식한다. 밤에는 표층이나 중층에서 별로 움직임이 없으나 낮에는 무리를 이루어 활발히 움직인다. 먹이로는 작은 어류, 오징어류 등을 먹는 포식성 어류이다. 난태생 어류로 산란은 4~6월에 주로 이루어지는데 암컷 35 cm(3세어), 수컷 28 cm(2세어)가 되어야 산란을 시작할 수 있다. 정치망, 땅주낙, 걸그물로 주로 어획한다. 한국, 일본 홋카이도와 규슈지방, 중국 등의 온대 해역에 분포한다. 연안 가두리 양식장에서 가장

많이 양식하는 주요 해산 양식어이다.

(2) 넙치

넙치 *Paralichthys olivaceus*는 가자미목 넙치과에 속한다. 저서성 어류로 대륙붕 주변의 모래 바닥에 주로 서식한다. 서해안에서는 겨울철 흑산도 서쪽 해역에서 월동하다가 봄이 되면 북쪽 해역으로 이동하여 서해 연안에 분포 서식하다가 가을에 다시 남하하는 남북 회유를 한다. 먹이는 치어 때는 요각류, 갯새우류 등의 소형 갑각류를 먹고, 성장하면 작은 어류나 갑각류 등을 먹는다. 산란기는 2~6월이지만 육상 수조에서 환경조절을 통해 연중으로 수정란을 생산한다. 산란은 수심 20~40 m의 조류(潮流) 소통이 좋고 바닥이 암초 또는 자갈인 곳에서 이루어진다. 대부분 몸길이 45 cm(3년생) 정도에 성숙되어 산란을 시작하며, 1회에 14~40만 개 정도의 알을 낳는다. 저층 트롤어업으로 어획되며 성어기는 12~3월이다. 남중국해, 동중국해, 일본 남부, 한국 연근해 등에 분포한다. 우리나라 대표적인 해산 양식종이다.

(3) 쥐노래미

쥐노래미 *Hexagrammos otakii*는 쏨뱅이목 쥐노래미과에 속한다. 연안 정착성 어류로 바닥이 모래나 진흙으로 된 곳이거나 암초 또는 인공암초가 있는 곳 등에 주로 서식한다. 활동이 활발하지 않으며 배 부분을 바위나 돌에 닿은 채 생활한다. 포식성으로 먹이는 주로 작은 어류, 게류, 새우류, 다모류 등 여러 가지이다. 산란기는 5-7월이며 다회 산란종이며, 알은 침성점착란으로 덩어리로 뭉쳐져 해조류 줄기나 바위 등에 부착한다. 어획은 주로 저층 트롤어업으로 이루어진다. 동중국해, 동해, 황해, 한국 연근해, 일본 등 북서태평양의 온대 해역에 분포한다. 대량 종묘생산 기술이 확립되어 있지 않아 현재는 양식이 이루어지지 않고 있다.

(4) 인근 해역의 경제성 종

서해안 바다목장 후보지의 인근(외파수도)에서 어획(이각망)을 하는 어업인(안면도 방포항)을 대상으로 주 어획 대상종과 경제성 있는 종을 청취한 결과, 가장 많은 양이 어획되며 경제성 있는 종은 넙치 *Paralichthys olivaceus*였으며, 조피볼락 *Sebastes schlegeli*, 말쥐치 *Thamnaconus modestus*, 참돔 *Pagrus major*, 문치가자미 *Limanda yokohamae* 순이었다. 이러한 결과는 넙치와 조피볼락의 경우 오래전부터 많은 양이 정부예산을 통해 인근 바다로 방류되어 계속 어획되는 것으로 추정되며, 특히 말쥐치의 경우 1980년대 중반 우리 연안 어종 중 가장 많이 어획되었으나(1987년 323,000톤), 현재는 연간 1,000톤 내외로 동서남해안에서 비슷한 비율로 어획되는 실정이다. 현재 인공종묘생산 및 양식기술이 개발중이거나 일부 성공적인 사례가 발표되고 있어 유망한 양식종이며, 특히 연안의 해파리의 대량 번식에 의한 해양환경 문제를 해결할 천적 생물로 방류 대상종으로 인식되고 있다. 문치가자미는 주로 겨울철에 많은 양이 어획됨에도 불구하고 판매단가가 낮아 경제성이 낮게 평가되었다.

(5) 대하

대하 (*Fenneropenaeus chinensis*)는 영명으로는 Fleshy prawn(FAO), Chinese white shrimp 라고 불리우며, 산란기에 연안으로 왔다가 산란 후 깊은 곳으로 이동한다. 대하는 온대에서 아열대에 걸쳐 넓게 분포하고 있는 보리새우 속(屬)중에 우리나라의 연안, 천해에 분포하고 있는 대표적인 대형새우이다. 주 분포수역은 북위 34° 이북의 중국북부 및 발해만, 우리나라의 서해연안임. 생태적 특징으로는 암컷과 수컷의 성숙시기는 일치하지 않으며, 수컷의 정소는 가을에 성숙하는데 9월 중순경에는 정소내 또는 저장낭(貯精囊)중에 쌓여있는 작은 덩어리의 정충을 볼 수 있으며, 10~11월경에는 정소의 양이 증가되고 성숙하게 된다. 암컷의 난소는 9월경에는 유백색을 띠며, 알의 크기는 비교적 작은 미숙 상태이고, 11월 이후의 암컷은 전부 교미를 끝내는데 미숙의 상태로 교미를 한 암컷은 저장낭 중에 정충을 저장하고 있다. 월동을 한 다음 이듬해 3월에 들어서는 난소가 급속히 발달하여 녹색에 가깝고 알의 크기는 다소 커지며 생식소의 크기도 증가하나 미숙한 상태이며, 4월에 들면 두 흉배부에서 뒤쪽으로 뻗어있는 짙은 녹색의 생식소를 구별할 수 있게 되며 이 이후에 급격히 성숙하게 된다. 대하의 주 산란장의 조건은 수심이 3~10m 정도로 난 및 유생의 발달과 성장을 위한 낮은 염분농도(23~29‰)와 풍부한 먹이 생물이 존재하여야 한다. 산란은 주로 야간(21:00-24:00)에 표층을 서서히 유영하면서 하는데, 산란 초기에는 주간에도 산란하는 것도 있다. 산란하기 전날에는 때때로 몸을 갑자기 굽혀 난소강 사이의 알을 정리하며 배란준비를 함. 배란이 시작됨과 동시에 자성생식 보조기에서 정자를 방출시켜 수정된다. 알이 수정되면 4~5분에서 제 1극체가 출현하며 서서히 난경이 증대되어 0.20~0.25mm가 됨. 부화는 수온에 따라 다르지만 수온 19℃ 정도에서는 수정 후 35시간 이내에 끝남 (수온 21℃ 전후에서는 27시간). 유생의 발달과정은 약 3~4일 사이의 5회 탈피까지를 노우플리우스기(nauplius stage)라고 하며 6회 탈피를 마치면 조에아기(zoea stage)로 되고, 조에아기에서 3회 탈피를 마치면 마이시스기(mysis stage)로 된 다음 다시 3회 탈피를 하여 포스트라바기(post larvae)로 된다. 유생의 크기는 알에서 부화 당시 0.4mm 내외이며 1주일이면 2.0mm, 4주일이면 5mm가 됨. 우리나라 서해안에 있어서의 자연산은 6월 초에 2cm 내외이고, 7월초에 4cm 내외, 9월하순까지의 약 4개월 동안에 체장 15cm (체중 43g) 정도로 자람. 약 5개월 정도 되는 10월하순경이면 체장 18cm 정도 되는 어미새우로 성장한다. 대하는 만 1년 동안 성숙하고 산란기가 끝난 7월 후부터 대형의 대하가 거의 어획되지 않으며, 산란기 또는 산란 직후에 번식장 밖에서 잡히는 것은 껍질에 기생생물이나 부착생물이 붙고 운동력도 미약한 폐사 직전에 있는 상태이므로 어미새우는 산란 후에 폐사하는 것으로 생각되며, 따라서 수명은 1년으로 추정된다.

(6) 꽃게

꽃게(*Portunus trituberculatus*)는 십각목 꽃게과에 속하는 종으로 내만성의 경향이 강해서 2~30m 깊이의 모래질 또는 진흙질 바닥의 내만 또는 내만 가까운 곳에 서식한다. 꽃

게의 분포는 일본 (아오모리만 이남-주로 이세만), 중국 (주로 발해연안), 대만, 홍콩 등 극동지방에 분포하며, 우리나라에서는 동해의 강원도 안인진 이남, 울릉도, 제주도, 대한해협, 남해와 특히 간석지가 발달한 서해연안에 많이 서식한다. 생태적 특징으로는 어미게의 포란시기는 5~8월로 10일~30일간 포란한 후에 산란하므로 꽃게의 산란시기는 포란시기와 동일한 5~8월이고, 길게는 10월 중순까지의 장기간에 걸쳐서이며, 산란성기는 6~7월로 산란장은 서해연안 일원이다. 산란은 1개체가 연간 2~3회 이상 행하며, 초여름의 5~6월 (5월 중~하순, 수온 15℃내외의 시기가 성기임)에 수심 5~10m 정도의 조장(藻場) 부근 모래바닥으로 이동하여 제1회의 산란을 한다. 7~8월에 제 2회의 소수란을 낳으며, 조기 산란개체는 전갑폭 18cm 이상의 대형이지만 성기 이후에는 전갑폭 12cm 정도의 소형 암컷이 산란에 가세함. 포란수를 살펴보면 외란수는 크기에 따라 다르지만 전갑폭 13~14cm에서 35~60만립, 17cm에서 130~170만립, 20cm에서 224~280만립, 23cm에서 320~380만립, 25cm에서 380~455만립정도이다. 난은 구형으로 최초 직경 0.32~0.34mm로, 부화가 가까운 것은 0.40mm 내외이다. 꽃게의 성장은 5~6월경 부화한 첫회 산란된 개체는 9~10월경에는 갑폭 13~17cm로 성장하여 생식이 가능하게 되지만, 2회째 산란된 개체는 그 해에는 갑폭 2~3cm 정도밖에 성장하지 않고 어린게로 월동하여 1년후에 성체로 되고 가을에는 17~19cm로 성장한다. 갑폭 7mm~2cm의 새끼게는 조장 부근에서 연안에 걸쳐 분포하고 상, 중층을 유영하지만 갑폭 2~3cm의 개체는 조장 이천에 분포하고 간조시에는 간석지의 모래펄 중에 서식한다. 갑폭 5~6cm 이상, 13cm 이하의 개체는 수심 수 m의 조장 부근부터 수심 m의 모래펄 바닥 일대에 분포한다. 6월에 부화한 것은 3~4개월에 전갑폭 10~14cm, 11~12개월에 13~17cm, 23~24개월에 18~23cm, 26~27개월에 22~26cm로 된다. 7월 중·하순의 것은 12~13개월에 13~16cm, 24개월 전후에 20~24cm로 된다. 또 9월 초순의 것은 11~12개월에 12~16cm, 23개월에 18~22cm에 달하기도 한다. 수명은 2년으로 대부분의 개체가 만 2년에 2회째의 산란, 부화 후에 사망하지만 소수의 암컷은 3년 생존하는 것도 있다.

꽃게는 서해를 중심으로 겨울과 여름에 남북회유 특징을 보여 봄철에 중국 본토 남방에서 수온이 상승한 6~10월에는 우리나라 서해 전역에 대군을 형성 회유해 오며, 11월 이후 월동장으로 추정되는 제주도 남방 32° N-31°N로 남하 이동한다. 월동장에서 월동을 마친 꽃게는 3월경부터 산란을 위해 연안쪽으로 이동하는데, 빠른 것은 5월경에 연안부근까지 이동해서 산란 한다. 꽃게의 어기, 어장은 시기별로 중심어장이 달라 1~3월에는 동지나해 어장 (스코트라 서방해역)에서 기선저인망, 안강망 어업등에 의하여 타어종과 혼획되고 4월 이후 난류세력과 더불어 연안수온이 회복됨에 따라 점차 북상 이동되어 서해 전역에서 안강망, 자망 등에 의하여 춘계(5~6월)와 추계(9~10) 2회에 걸쳐 성어기를 이루고 11월 이후 난류세력의 쇠퇴와 연안 수온이 하강되면 점차 남하하여 12월에는 소흑산도 이남 해역으로 이동, 축소된 어장이 형성된다.

다. 우량종묘 확보 및 효율적 자원 첨가 기술 개발

(1) 갑각류

3월 중순에 어획된 미성숙 모하는 자연 상태에서 포획 당시 10%의 WSSV 감염률을 보였으나(그림 3-1-1), 두토막눈썹참갯지렁이를 먹이로 사용하여 1개월간 사육한 대하의 WSSV 감염률이 56%까지 증가한 것으로 나타났다(그림 3-1-2). 같은 시기의 자연산 대하를 실험한 결과 12%의 낮은 WSSV 감염률을 보였으며, 먹이로 사용한 두토막눈썹참갯지렁이를 실험한 결과 81%의 높은 WSSV 감염률을 보였다(그림 3-1-3). 이 결과는 10% 정도의 대하를 1개월 동안 사육하면서 두토막눈썹참갯지렁이를 먹인 결과 감염률이 56%까지 증가한 것으로 사료된다. 두토막눈썹참갯지렁이의 감염률이 81%로 나타난 것으로 보아 감염된 상태의 갯지렁이를 섭식하면서 감염률이 증가한 것으로 볼 수 있다.

중간숙주 대상종으로 민챙이(*Bullacta exarata*), 말뚝망둥어(*Periophthalmus modestus*), 두토막눈썹참갯지렁이(*Perinereis aibuhitensis*), 바위게(*Pachygrapsus crassipes*), 곤쟁이(*Neomysis japonica*), 농게(*Uca arcuata*), 대수리(*Reishia clavigera*), 방게(*Helice tridens tridens*), 흰베도라치(*Enedrias fangi*) 치어, 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 각 10개체와 게유생(crab larva), 요각류(copepods)를 실험에 사용한 결과 말뚝망둥어 50%, 두토막눈썹참갯지렁이 20%, 바위게 10%, 곤쟁이류 70%, 방게 20%, 흰베도라치 치어 100%, 바지락 20%, 게유생 100%, 요각류 30%의 감염률을 보였고 민챙이, 농게, 대수리는 미감염 반응을 보였다(표 3-1-3). 말뚝망둥어, 흰베도라치 등은 어류임에도 불구하고 감염반응을 보였으며 농게, 대수리는 갑각류에 속하면서도 미감염 반응을 보였다. 이는 앞으로 연구를 통해 원인을 밝혀내야 할 소지가 있으며, WSSV는 새우에만 국한되는 바이러스성 질병이 아닌 다양한 해양 생물체에서 발견되는 바이러스로 확인되어졌다. 또한 양식장 내의 생물 종만이 아닌 연안 갯벌에서 채집된 재료에서도 감염 결과를 보인 것으로 보아 양식장 환경에 있어 생물체나 해수를 통한 수평적 감염이 가능할 것으로 판단되어지며 여과섭식을 하는 바지락에서 WSSV 감염 반응을 보인 것은 수중에 WSSV가 존재한다는 것을 나타낸다고 사료된다.

실험 결과 두토막눈썹참갯지렁이, 바지락, 흰베도라치 등 일반적으로 양식장에서 먹이로 쓰이는 종들에서도 바이러스가 감염되어있는 것으로 보아 이들을 대체할 사료의 개발이 필요할 것이다. 또한 갯지렁이류는 소독을 할 경우에도 땅속으로 들어가 생존할 가능성이 있기 때문에 철저한 소독만으로는 WSSV를 예방할 수 없을 것이다.

본 실험에서는 양식장 및 연안에 서식하는 생물의 일부 종만을 대상으로 실험을 하였기 때문에 보다 다양한 종들을 대상으로 연구할 필요성이 있으며, 실험에 사용한 개체군의 수가 적어 보다 많은 개체군의 채집을 통해 보다 통계적인 실험 결과를 얻을 필요성이 있겠다.

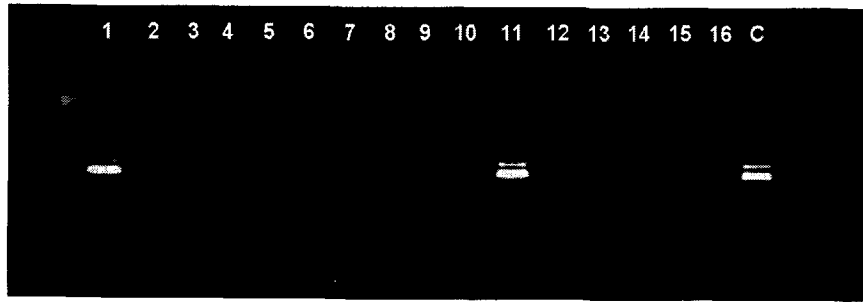


그림 3-1-1. 3월 중순 자연에서 어획된 미성숙 모하의 nested-PCR 결과. 1-16, 미 성숙
 대하; C, positive control

Fig. 3-1-1. Nested-PCR result of captured immature chinese white shrimps in mid
 March. 1-16, immature chinese white shrimps; C, positive control.

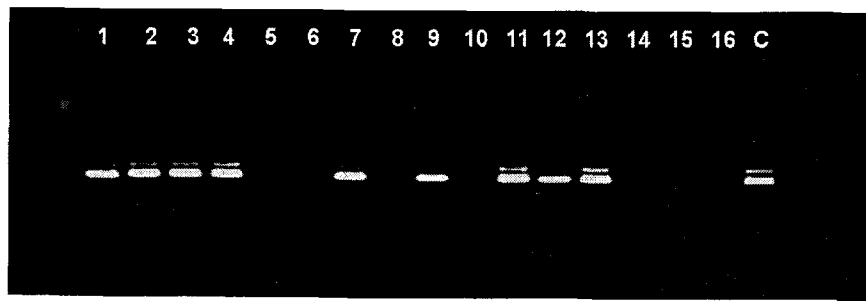


그림 3-1-2. 두토막눈썹참갯지렁이를 1개월간 먹인 대하의 nested-PCR 결과. 1-16, 대하;
 C, positive control.

Fig. 3-1-2. Nested-PCR result of adult chinese white shrimps fed *Perinereis aibuhitensis*
 for 4 months. 1-16, chinese white shrimps; C, positive control.

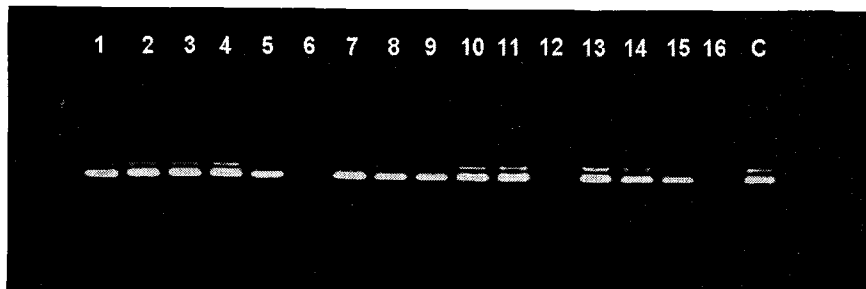


그림 3-1-3. 먹이로 사용된 두토막눈썹참갯지렁이의 nested-pcr 결과. 1-16, 두토막눈썹참
 갯지렁이; C, Positive Control

Fig. 3-1-3. Nested-PCR result of *Perinereis aibuhitensis*. 1-16, *Perinereis aibuhitensis*; C,
 positive control.

표 3-1-3. Nested-PCR에 의한 실험생물의 WSSV 감염률

Table 3-1-3. Incidence of WSSV by nested-PCR

국명	학명 또는 영명	실험수 (마리)	감염수 (마리)	감염률 (%)
민챙이	<i>Bullacta exarata</i>	10	0	0
말뚝망둥어	<i>Periophthalmus modestus</i>	10	5	50
두토막눈썹참갯지렁이	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	10	2	20
바위게	<i>Pachygrapsus crassipes</i>	10	1	10
곤쟁이류	<i>Neomysis japonica</i>	10	7	70
농게	<i>Uca arcuata</i>	10	0	0
대수리	<i>Reishia clavigera</i>	10	0	0
방게	<i>Helice tridens tridens</i>	10	2	20
흰베도라치	<i>Enedrias Fangi</i>	10	10	100
바지락	<i>Ruditapes philippinarum</i>	10	2	20
게유생	Crab larva	10	10	100
요각류	Copepods	10	3	30

(2) 어류

축제식 및 육상수조식 방법으로 종묘 생산된 조피볼락 두 계통의 RAPD 결과를 표 3-3-4에 나타내었다. 총 12개의 primer를 사용한 결과 총 band의 수는 축제식 계통이 110개, 육상수조식 계통이 111개였으며, 그 중 polymorphic band의 수는 각각 68개와 57개로 나타났다. 평균 다양성 결과는 축제식 방법에서 생산된 조피볼락 종묘 집단이 평균 61.8%로 나타났고 육상 수조식에서 생산된 조피볼락 종묘 집단은 평균 51.4%로 나타나 축제식에서 생산된 조피볼락 종묘가 육상 수조식보다 다소 다양성이 높은 것으로 나타났다.

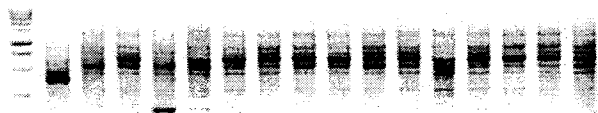
그림 3-1-4는 6번 primer를 사용하여 두 집단별 RAPD pattern을 비교한 전기영동 그림이다. 축제식에서 생산된 종묘의 유전적 다양성은 77.5%로 육상수조식에서 종묘 생산된 계통의 유전적 다양성인 60.0%보다 훨씬 높게 나타났다. 그림 3-1-5는 두 집단별 유사도를 NTSYS program을 이용하여 비교한 UPGMA dendrogram이다. 집단별 평균 유사도는 축제식 방법으로 생산된 계통이 0.88, 육상수조식 방법으로 생산된 계통은 0.87로 큰 차이는 없었다($P>0.05$).

이러한 결과는 축제식 종묘 생산방법이 제한된 면적에서의 육상 수조식보다는 입식되는 조피볼락 친어의 개체수가 많기 때문이라고 판단되어진다. 따라서 유전적 다양성이 높은 축제식 종묘 생산방법에 의해 조피볼락 치어를 생산한 후 바다목장을 조성하는 것이 바람직 할 것으로 보인다. 하지만 먼저 입식되는 조피볼락 친어의 유전적 다양성 검사가 선행되어야 생산된 종묘의 유전적 다양성도 높아진다고 할 수 있을 것이다. 이러한 철저한 유전적 관리가 자연 생태계에 인위적으로 방류된 후의 유전적 충격을 다소 완화시킬 수 있으리라 본다.

표 3-1-4. 축제식 및 육상 수조에서 생산된 조피볼락 종묘의 유전적 다양성

Table 3-1-4. Summary of the detection of polymorphisms in the seedlings of Korean rockfish *Sebastes schlegeli* produced from seawater pond and land-based culture system

Information of polymorphisms	Seawater pond	Land-based culture system
Total number of primers	12	12
Total number of bands	110	111
Average number of bands	9.17	9.25
Total number of polymorphic bands	68	57
Average number of polymorphic bands	5.67	4.75
Average percentage of polymorphisms	61.8	51.4



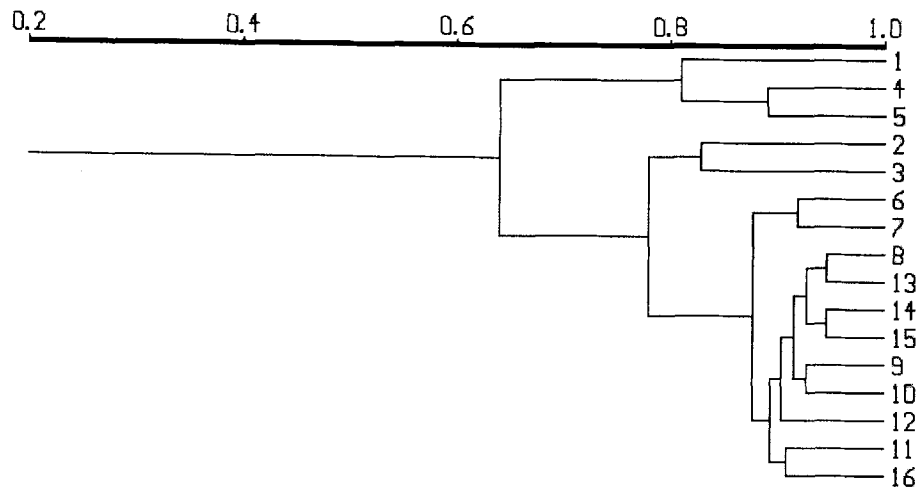
(a)



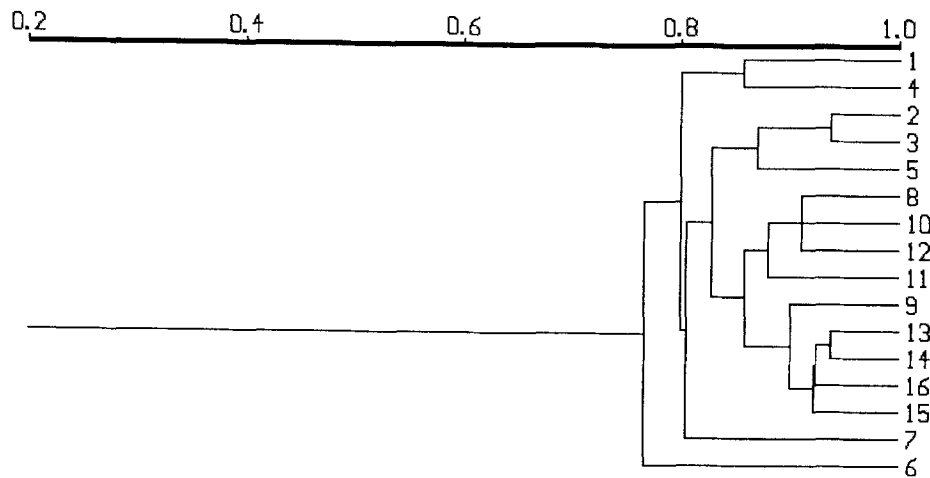
(b)

그림 3-1-4. 축제식(a) 및 육상 수조(b)에서 생산된 조피볼락 종묘의 6번 primer를 사용하여 RAPD PCR을 수행한 전기영동 사진.

Fig. 3-1-4. RAPD PCR band patterns in the seedlings of Korean rockfish *Sebastes schlegeli* produced from seawater pond (a) and land-based culture system by used primer No. 6.



(a)



(b)

그림 3-1-5. 축제식(a) 및 육상 수조(b)에서 생산된 조피볼락 종묘의 계통별 유전적 거리의 UPGMA 모식도

Fig. 3-1-5. UPGMA dendrogram in the seedlings of Korean rockfish *Sebastes schlegeli* produced from seawater pond (a) and land-based culture system (b) based on average linkage cluster analysis using RAPD markers.

(가) 넙치 3계통의 유전적 다양성 분석

AFLP 지문분석 결과를 기초로 하여 총 15개의 primer 조합형에 따른 넙치 3계통의 Total band 수, polymorphic band 수, polymorphism의 percentage를 비교한 결과는 표 3-1-5에 나타내었다. 동해산 넙치는 15종류의 primer 조합형 가운데 총 AFLP DNA band의 수는 E/ACT-M/CAG 조합에서 가장 많은 64개의 band가 검출되었고, E/ACT-M/CAG 조합에서 가장 적은 21개의 band가 검출되어 primer 조합형 간에 상당한 차이가 나타났다. 또한 총 band 가운데 polymorphic band의 비율을 나타내는 다양성 수준은 E/AGG-M/CTG에서 0.13으로 가장 낮고 E/ACA-M/CAC에서는 0.43으로 다양성 비율이 가장 높아 이 조합형이 동해산의 유효한 조합형으로 확인되었다. 서해산 넙치에서 총 band의 수는 625개로 동해산과 마찬가지로 E/AGC-M/CAG 조합에서 가장 많은 band가 검출되었다. 또한 다양성 수준은 0.57로 E/ACG-M/CAC 조합에서 가장 높았다. 일본산 넙치는 E/AGC-M/CAG 조합에서 가장 많은 66개의 band가 검출되었고, E/ACT-M/CAG 조합에서 가장 적은 21개의 band가 검출되었다. 또한 polymorphism의 percentage는 0.56으로 E/ACG-M/CAC에서 가장 높았고 가장 낮은 조합형은 0.10으로 E/AGG-M/CTG였다.

이상과 같이 동해산, 서해산 및 일본산 넙치에 대한 AFLP band 수와 다양성 수준을 비교한 결과 총 DNA band의 수는 동해산이 627개(평균 41.8개)로 가장 높았고, 다양성 수준은 동해산이 평균 0.31, 서해산이 평균 0.32, 일본산이 평균 0.25로 일본산이 가장 낮은 다양성을 나타내었다.

넙치 3계통간 특이적인 AFLP marker를 검출하고자 동해·서해·일본산 계통간의 DNA band를 비교하였다. 그 결과 그림 3-1-6에서 보는 바와 같이 각종 Primer 조합형 가운데 E/ACT-M/CAT 조합형에서 0.4~0.5 kb 크기에 공통적으로 나타난 동해산의 2개 band는 서해산과 일본산에서는 전혀 검출되지 않아 동해산 넙치에 특이적인 band로 확인되었다.

(나) 쥐노래미 2계통의 유전적 다양성 분석

서해산 및 중국산 쥐노래미 친어를 두 계통의 RAPD 결과를 표 6에 나타내었다. 총 6개의 primer를 사용한 결과 총 band의 수는 서해산이 73개, 중국산이 78개였으며, 그 중 polymorphic band의 수는 각각 12.1개와 13.0개로 나타났다. 평균 다양성 결과는 서해산 쥐노래미 계통이 평균 64.4%로 높게 나타났고 중국산 계통은 평균 57.7%로 서해산이 중국산보다 다소 다양성이 높은 것으로 나타났다. 그림 3-1-7은 5번 primer를 사용하여 두 집단별 RAPD pattern을 비교한 전기영동 그림이다. 서해산 계통의 유전적 다양성은 62.2%로 중국산 계통의 유전적 다양성인 60.1%보다 다소 높게 나타났다. 이러한 결과로 보아 유전적 다양성이 상대적으로 낮은 중국산 쥐노래미보다 서해산 쥐노래미 친어를 이용하여 종묘를 생산, 자원을 조성하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

표 3-1-5. AFLP 분석에 의한 넙치 3계통의 유전적 다양성

Table. 3-1-5. Summary of the detection of AFLP markers in the three population of olive flounder, *P. olivaceus*

Information of AFLP markers	East	West	Japan
- Total number of primer combinations	15	15	15
- Total number of bands	627	625	611
- Average number of bands	41.8	41.7	40.7
- Total number of polymorphic markers	191	200	158
- Average number of polymorphic markers	12.7	13.3	10.5
- Average percentage of polymorphisms	0.31	0.32	0.25

East; East coastal population, West; West coastal population, Japan; Japanese population.

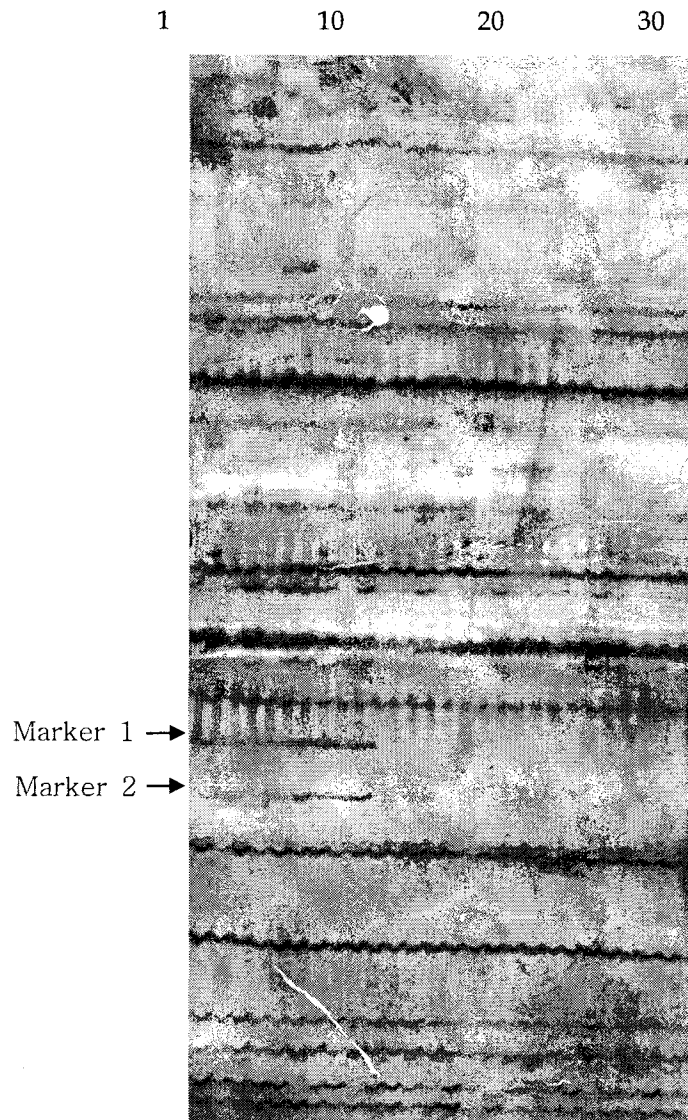


그림 3-1-6. E/ACT-M/CAT primer 조합을 사용하여 AFLP를 수행한 결과. 화살표는 동해산 집단 특이적인 밴드를 나타낸다(Marker 1, Marker 2). 1-10; 동해산 집단, 11-20; 서해산 집단, 21-30; 일본산 집단

Fig. 3-1-6. Identification of AFLP markers using a primer combination E/ACT-M/CAT. The arrows indicate the eastern coast population-specific bands (Marker 1, Marker 2). 1-10 lane; East coastal population, 11-20 lane; West coastal population, 21-30 lane; Japanese population.

표 3-1-6. 서해산 및 중국산 쥐노래미 친어의 RAPD 유전 다양성 분석 결과
 Table 3-1-6. Summary of RAPD polymorphisms analysis in west coastal population
 and Chinese population of *Hexagrammos otakii*

Information of polymorphisms	West coastal population	Chinese population
Total number of primers	6	6
Total number of bands	73	78
Average number of bands	12.1	13.0
Total number of polymorphic bands	47	45
Average number of polymorphic bands	7.8	7.5
Average percentage of polymorphisms	64.4	57.7

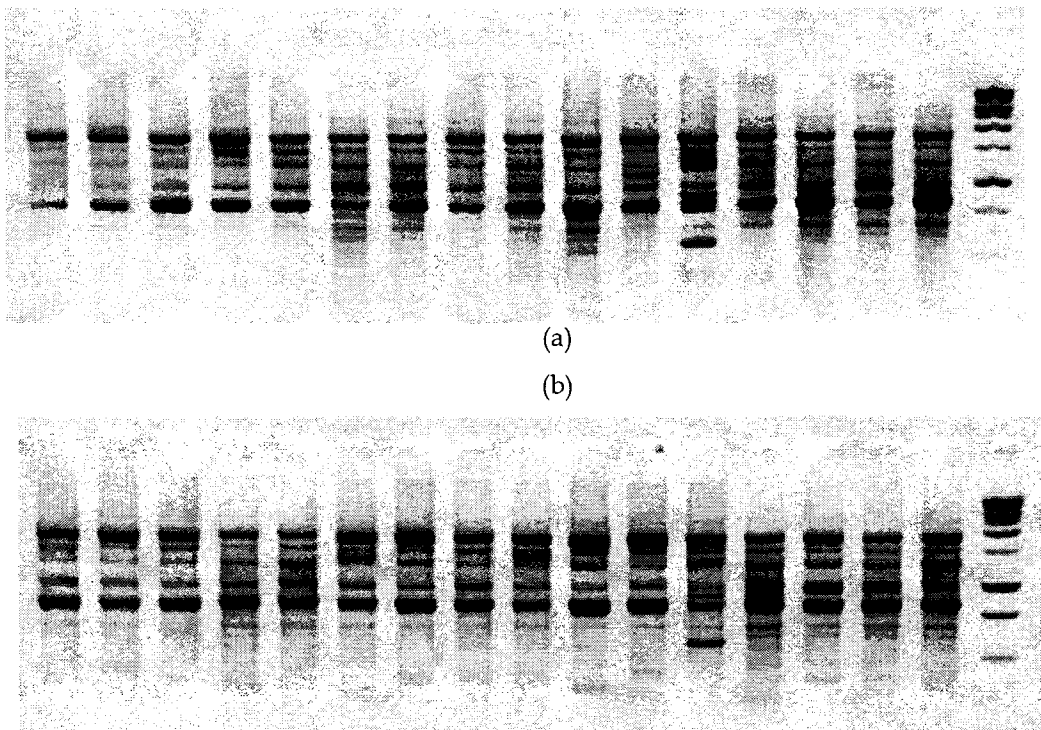


그림 3-1-7. 서해산(a) 및 중국산(b) 쥐노래미 친어의 5번 primer를 사용하여
 RAPD PCR을 수행한 전기영동 사진

Fig. 3-1-7. RAPD PCR band patterns of total DNA from west costal
 population (a) Chinese population (b) of *Hexagrammos otakii* by
 used primer No. 5.

제 2 절 대상종의 서식 특성

1. 서 론

태안 바다목장 대상수역에 서식하는 주요 경제성 종은 갯벌 및 조간대 암반지역은 참굴, 바지락, 천해수역은 전복, 비단가리비, 해삼 등이다. 특히 갯벌과 천해가 동시에 발달되어 있는 이곳은 산업적으로 중요한 다양한 생물들이 집단으로 자연 서식하고 있어 기존의 어류중심의 바다목장에서 저서 유용생물을 이용한 서해형의 다목적 바다목장 조성 에 유리한 환경을 지니고 있다. 자연 서식하고 있는 이들 경제성 저서품종은 금후 집중육성이 가능할 뿐만 아니라 대량으로 육성할 수 있어 자체 품종만으로도 생태계의 안정적 지위를 확보할 수 있다.

2. 재료 및 방법

가. 갯벌지역 서식 특성

본 조사는 태안 바다목장 대상 해역의 갯벌에 서식하는 연체동물 및 절지동물, 극피동물의 종조성과 분포양상을 파악하기 위하여 실시되었다. 조사장소는 충남 태안군 안면읍 승연리 지선부터 중장리, 신야리, 장곡리, 고남리 지선까지 썰물 때 드러나는 갯벌이었다. 갯벌 조간대에 서식하는 생물의 정량 및 정성조사를 실시하였다. 정량조사시에는 갯벌조간대의 최상부에서 최하부까지 상조대, 중조대, 하조대의 세 부분으로 Transect line을 설정하고 각 조위별로 방형구(50×50 cm) 내에 있는 연체동물 및 절지동물을 모두 채집하여 우점종을 파악하였다(그림 3-2-1).

정성조사는 정량채집에서 채집되지 않은 종들을 상대로 보강조사를 하였다. 채집된 표본은 대부분 95% methanol이나 5% formalin용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 고정된 표본은 해부현미경(Wild M10) 하에서 분류학적 형질을 관찰, 분류군에 따라 해당 문헌과 대조하여 분류하였다.

종의 동정시 연체류는 Choe(1992), Choe and Park(1997), Habe(1977), Okutani(1986), Okutani and Habe(1990), Yum(1988, 1995)을 참고하였고, 분류체계는 과 준위까지는 Abott and Boss(1969)를 기준으로 하였다. 절지동물 갑각류는 Kim(1973, 1977, 1985), Dai and Yang(1991), Farfante and Kensley(1997), Holthuis(1993)을 참고하였다. 십각류의 분류체계에 있어서 과(科)까지는 Bowman and Abele(1982)의 체계를 따랐다. 각 종에 대한 국명의 사용은 한국동물명집(1997)에 따랐다.

나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성

어종별 서식특성은 잠수 조사시 수중에서 육안으로 관찰하였다. 각 어종의 암반 및 어초에 대한 군집 특성, 저서형별 서식 특성 및 수심별 분포 특성을 관찰 노트하였으며

비디오 촬영본이나 사진 자료를 참조하였다.

다. 조하대 분포 특성

본 조사는 2004년 10월 18일~2005년 2월 1일까지 태안 바다목장 대상 지역에서 소형 기선저인망을 이용한 저층트롤선과 어선을 이용하여 복합자망, 새우자망, 통발에 의한 조하대의 어류 및 무척추동물(연체동물 및 갑각류, 극피동물)을 조사하였다.

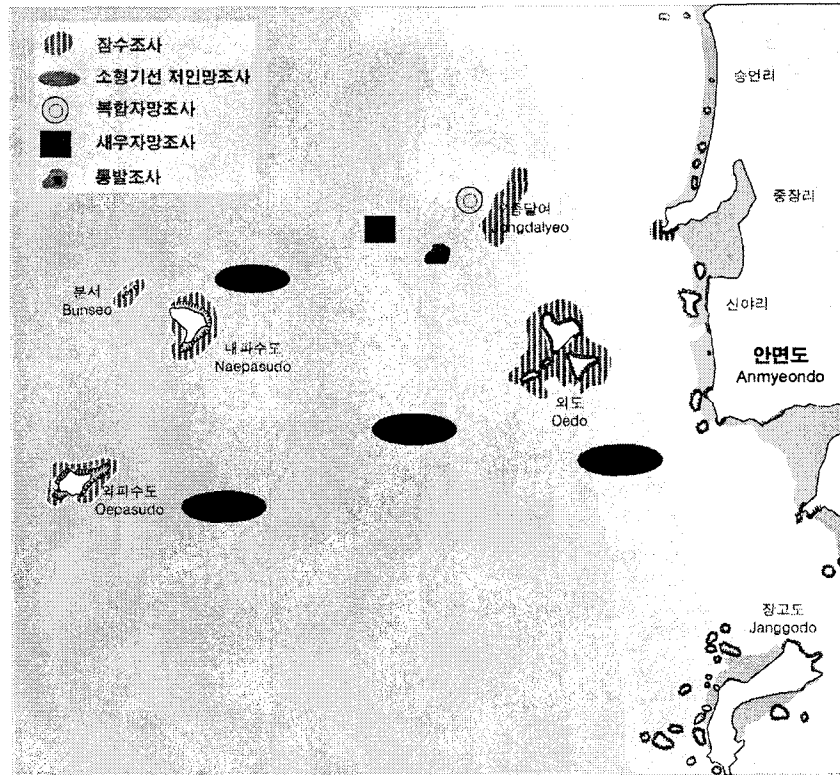


그림 3-2-1. 무척추동물 조사 정점도.

Fig. 3-2-1. Map showing the invertebrate animal sampling stations.

조사에 사용된 저층트롤은 2004년 10월 22일부터 24일까지 그림 3-1-1의 4개 정점을 주간과 야간으로 나누어 1회씩 조사하였다. 각 지점의 조사는 2노트의 속도로 30분간씩 예인 후 인망하여 출현 개체수와 출현량을 산출하였다. 조사지역의 수심은 12~14m였다. 복합자망 조사는 1폭의 길이가 50m, 폭이 1.2m였으며, 투망은 바다목장 대상 수역내인 종달여와 내파수도 그리고 외도 사이에 4개 조사정점별로 10폭씩 나누어 투하하고 24시간 후 양망하였다.

새우자망 조사는 1폭의 길이가 30m, 폭이 1.6m였다. 투망은 바다목장 조성 수역내인 종달여와 내파수도 그리고 외도 사이에 4개 조사정점별로 10폭씩 나누어 투하하고 24시간 후 양망하였다.

통발조사는 원형통발을 이용하였으며 규격은 Ø55cm, 높이 18cm로 바다목장 조성 해

역내 3개 정점에 각 100개씩 총 300개를 침적시켜 24시간 후 양망하였다. 통발의 미끼로는 냉동 콩치를 사용하였다.

잠수조사는 잠수부를 2인 1조로 구성하여 바다목장 대상 해역내에 위치한 도서지역(외파수도, 내파수도33, 외도, 분여, 종달여)과 신야리의 조하대 지역을 4개 정점으로 나누어 조사하였다. 조사방법은 각 정점마다 직선상으로 로프로 구획 후 방형구(50×50cm)를 3개 지점에 설치하여 방형구내의 생물을 채집하고 방형구외의 지역은 육안 관찰로 종의 분포 여부를 확인하였다.

채집된 생물들은 가능한 현장에서 사진 촬영 후 분류하여 계수 및 계측하였으며, 분류가 불가능한 종은 10% 중성포르말린으로 고정하여 실험실로 운반 후 동정하였다. 종 동정은 한국동식물도감(문교부, 1973), 한국새우류도감(국립수산과학원, 2001), 한국어도보(정, 1997), 한국의 바닷물고기(최 등, 2002)를 참고하였다.

3. 결과 및 토의

가. 갯벌지역 서식 특성

태안 바다목장 대상 지역의 조간대 조사는 2004년 10월 13일부터 16일까지 실시하였다. 조사 결과 연체동물은 27과 40종, 절지동물 11과 14종, 극피동물 5과 5종 등 총 43과 59종이 출현하였다(표 3-2-1).

승언리, 중장리, 신야리, 장곡리 고남리의 5개 조사지역에서 연체동물 중 참굴, 바지락, 총알고둥, 황해비단고둥, 비단고둥, 대수리, 보말고둥, 세뿔고둥, 절지동물 중 조무래기따개비, 달랑게, 풀게는 전 조사지역에서 채집되었다. 정량조사 결과 채집된 각 조위별 우점종은 상조대에서 연체동물은 총알고둥, 참굴이었으며, 절지동물은 달랑게, 조무래기따개비, 길게, 쪽으로 나타났다(표 3-3-8~12). 중조대에서 연체동물은 참굴과 바지락, 절지동물은 조무래기따개비, 풀게, 달랑게, 쪽이 우점하였다. 하조대에서 연체동물은 참굴과 바지락, 절지동물은 풀게가 우점하였다.

표 3-2-1. 조간대 대형저서생물 출현 종

Table 3-2-1. The occurrence of macrobenthos in intertidal flat

Phylum Mollusca	연체동물 문
Class Polyplacophora	다판 강
Order Neoloricata	신군부 목
Family Acanthochitonidae	가시군부 과
1. <i>Acanthochitona defilippi</i> (Tapparone-Canefri)	털군부
Class Gastropoda	복족 강
Subclass Prosobranchia	전새 아강
Order Archaeogastropoda	원시복족 목
Family Acmaeidae	흰삿갓조개 과
2. <i>Acmaea pallida</i> (Gould)	흰삿갓조개
Family Trochidae	뱀고둥 과
3. <i>Monodonta labio confusa</i> (Tapparone-Canefri)	개울타리고둥
4. <i>Omphalius rusticus</i> (Gmelin)	보말고둥
5. <i>Umbonium thomasi</i> (Crosse)	황해비단고둥
6. <i>Umbonium costatum</i> (Kiener)	비단고둥
Family Turbinidae	소라 과
7. <i>Lumella coronata coreensis</i> (Recluz)	눈알고둥
Family Neritidae	갈고둥 과
8. <i>Nerita japonica</i> (Dunker)	갈고둥
Family Littorinidae	총알고둥 과
9. <i>Littorina brevicula</i> (Philippi)	총알고둥
Family Potamididae	갯고둥 과
10. <i>Batillaria cumingi</i> (Crosse)	땡가리

표 3-2-1. 계속

Table 3-2-1. Continued

-
- Order Heteropoda 이족 목
Family Naticidae 구슬우렁이 과
11. *Lunatia gilva* (Philippi) 갯우렁이
12. *Glossaulax didyma* (Röding) 큰구슬우렁이
- Order Neogastropoda 신복족 목
Family Muricidae 뿔소라 과
13. *Ceratosstomaournieri* (Crosse) 세뿔고둥
14. *Thyas clavigera* (Kuster) 대수리
15. *Rapana venosa* (Valenciennes) 피뿔고둥
- Family Columbellidae 무륵 과
16. *Mitrella bicincta* (Gould) 보리무륵
- Family Nassariidae 좁쌀무늬고둥 과
17. *Nassarius festivus* (Powys) 왕좁쌀무늬고둥
- Subclass Opisthobranchia 후새 아강
Order Cephalaspidea 두순 목
Family Philinidae 갯달팽이고둥 과
18. *Philine argentata* (Gould) 흰민챙이
- Order Pleurobrachyacea 우새 목
Family Pleurobranchidae 군소붙이 과
19. *Pleurobranchaea japonica* (Thiele) 올미군소붙이
- Class Bivalvia 이매패 강
Order Mytiloida 홍합 목
Family Mytilidae 홍합 과
20. *Mytilus edulis* (Linnaeus) 진주담치
-

표 3-2-1. 계속

Table 3-2-1. Continued

21. *Vignadula atrata* (Lischke) 왜홍합

Order Pterioida 익각 목

Family Propeamussiidae 큰집가리비 과

22. *Chlamys farreri* 비단가리비

Family Anomiidae 잠쟁이 과

23. *Anomia chinensis* (Philippi) 잠쟁이

Family Ostreidae 굴 과

24. *Crassostrea gigas* (Thunberg) 참굴

25. *Ostrea gdenselamellosa* (Lischke) 토굴

Order Veneroidea 백합 목

Family Cardiidae 새조개 과

26. *Fulvia mutica* (Reeve) 새조개

Family Mactridae 개량조개 과

27. *Mactra chinensis* (Philippi) 개량조개

Family Tellinidae 접시조개 과

28. *Macoma incongrua* (v.Martens) 애기대양조개

Family Mactridae 자패 과

29. *Nuttallia japonica* (Reeve) 빛조개

Family Solecurtidae 발가리맛조개 과

30. *Solecurtus divaricatus* (Lischke) 맛조개

표 3-2-1. 계속

Table 3-2-1. Continued

Family Solenidae 죽합 과

- 31. *Solen corneus* (Lamarck) 맛조개
- 32. *Solen grandis* (Dunker) 대맛조개

Family Cutellidae 등근맛조개 과

- 33. *Siliqua pulchella* (Dunker) 꼬마보라맛조개

Family Veneridae 백합 과

- 34. *Protothaca jadoensis* (Lischke) 살조개
- 35. *Dosinella corrugata* (Reeve) 주름떡조개
- 36. *Ruditapes philippinarum* (A. Adams and Reeve) 바지락
- 37. *Saxidomus purpuratus* (Sowerby) 개조개

Family Laternulidae 띠조개 과

- 38. *Laternula truncata* (Lamarck) 넓은입운모조개

Class Cephalopoda 두족 강

Order Octopoda 팔완 목

Family Octopopidae 문어 과

- 39. *Octopus minor* (Sasaki) 낙지
- 40. *Octopus ocellatus* Gray 주꾸미

Phylum Arthropoda 절지동물문

Class Crustacea 갑각 강

Order Thoracica 완흉 목

Family Chthamalidae 조무래기따개비 과

- 41. *Chthamalus challengerii* (Hoeck) 조무래기따개비

Family Balanidae 따개비 과

- 42. *Balanus albocostatus* (Pilsbry) 고랑따개비
-

표 3-2-1. 계속

Table 3-2-1. Continued

-
- Order Decapoda 십각 목
Suborder Pleocyemata 포란 아목
Infraorder Caridea 생이 하목
Family Alpheidae 딱총새우 과
43. *Alpheus rapax* (Fabricius) 큰손딱총새우
- Family Palaemonidae 징거미새우 과
44. *Palaemon macrodactylus* (Rathbun) 붉은줄참새우
- Family Crangonidae 자주새우 과
45. *Crangon affinis* (De Haan) 자주새우
- Infraorder Thalassiniidea 쪽 하목
Family Upogebiidae 쪽 과
46. *Upogebia major* (De Haan) 쪽
- Infraorder Brachyura 게 하목
Family Dorippidae 조개치레 과
47. *Paradorippe granulata* (De Haan) 음조개치레
- Family Leucosiidae 밤게 과
48. *Philyra pisum* (De Haan) 밤게
- Family Portunidae 꽃게 과
49. *Portunus trituberculatus* (Miers) 꽃게
50. *Charybdis japonica* (A. Milne Edwards) 민꽃게
- Family Ocypodidae 달랑게 과
51. *Ocypode stimpsoni* (Ortmann) 달랑게
52. *Macrophthalmus dilatatus* (De Haan) 길게
-

표 3-2-1. 계속

Table 3-2-1. Continued

53. *Macrophthalmus japonicus* (De Haan) 칠게

Family Grapsidae 바위게 과

54. *Hemigrapsus penicillatus* (De Haan) 풀게

Phylum Echinodermata 극피동물 문

Class Stellerioidea 불가사리 강

Order Phanerozonia 현대 목

Family Luidiidae 검은띠불가사리 과

55. *Luidia quinaria* (Von Martens) 검은띠불가사리

Order Spinulosida 유극 목

Family Asterinidae 별불가사리 과

56. *Asterina pectinifera* (Muller et Troschel) 별불가사리

Order Forcipulata 차극 목

Family Asteriidae 불가사리 과

57. *Asterias amurensis* (Lutken) 아므르불가사리

Class Echinoidea 성게 강

Order Echinoida 성게 목

Family Strongyrocrotidae 둥근성게 과

58. *Hemicentrotus pulcherrimus* (A. Agassiz) 말뚝성게

Class Holothuroidea 해삼 강

Order Aspidochirotida 순수 목

Family Stichopodidae 돌기해삼 과

59. *Stichopus japonicus* (Selenka) 해삼

표 3-2-2. 승언리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종

Table 3-2-2. Dominant species of the macrobenthos in Seungeon-ri

구 분	연체동물	절지동물
상조대	총알고둥	달랑게
중조대	참굴	조무래기따개비
하조대	참굴	풀개

표 3-2-3. 중장리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종

Table 3-2-3. Dominant species of the macrobenthos in Joongjang-ri

구 분	연체동물	절지동물
상조대	총알고둥	조무래기따개비
중조대	참굴	-
하조대	참굴	풀개

표 3-2-4. 신야리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종

Table 3-2-4. Dominant species of the macrobenthos in Shinya-ri

구 분	연체동물	절지동물
상조대	참굴	조무래기따개비
중조대	참굴	풀개
하조대	참굴	풀개

표 3-2-5. 장곡리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종

Table 3-2-5. Dominant species of the macrobenthos in Janggok-ri

구 분	연체동물	절지동물
상조대	참굴	길게
중조대	참굴	달랑게
하조대	참굴	-

표 3-2-6. 고남리 지역에서 출현한 대형저서동물의 개체수 우점종

Table 3-2-6. Dominant species of the macrobenthos in Konam-ri

구 분	연체동물	절지동물
상조대	참굴	썩
중조대	바지락	썩
하조대	바지락	-

태안 바다목장 대상지역의 조간대 갯벌은 암반과 모래, 펄 등이 전 연안에 걸쳐 다양하게 분포하고 있으며, 연안역의 특성과는 달리 외해성 지역으로 서식장소에 따른 갯벌생물의 분포 특성과 서식환경이 특징적으로 구분된다.

갯벌생물의 분포특성은 북쪽의 승연리 앞 암반역은 참굴을 비롯한 다양한 무척추 동물과 지렁이 등 외해성 해조류의 분포밀도가 높게 나타나고 있으며, 암반사이의 모래펄에서는 바지락이 산출되고 있다. 특히 이곳은 꽃지해수욕장의 입구로 참굴과 바지락은 지역 주민의 소득원이 될 뿐만 아니라 외부 관광객의 체험어장으로 중요한 위치를 차지하고 있다.

나. 암반 및 어초에 대한 군집 특성

태안 바다목장 대상 지역의 중심부로 꽃지해수욕장이 위치한 사질역은 1/200m의 평탄한 구역으로 큰구슬우렁이, 비단고둥의 서식밀도가 높고 갯벌과 조하대로 연결된 수역은 개량조개가 다량 서식하는 것으로 확인되고 있다. 꽃지해수욕장 중간역의 2~5시간 노출선에 산재한 암반지역은 참굴과 진주담치 등이 대량으로 혼합 서식하고 있으나 고노출선의 영향으로 생체크기는 비교적 작은 편이다. 꽃지해수욕장의 서남단 끝쪽의 잘 발달된 조간대 암반지역은 참굴, 따개비류, 비단가리비, 모자반, 지렁이를 비롯한 청정해역에 서식하는 다양한 외해성 생물군이 집단으로 서식하고 있다.

신야리와 고남리에 이르는 암반지역은 참굴의 분포량이 증가하고 있으며, 특히 고남리 연안의 잘 발달된 사질과 사니질에는 바지락과 갯지렁이의 분포량이 증가하고 있는데 생산된 굴과 바지락은 마을 주민의 주 소득원이 되고 있다.

다. 조하대 분포 특성

(1) 어획량

어획 조사를 위해 사용한 소형기선저인망, 복합자망, 새우자망, 통발 등의 어구별로 어획된 어류 및 무척추동물의 출현종 및 출현량을 살펴보면, 어획된 어종은 총 79종으로 이중 어류가 39종, 절지동물 10종, 연체동물 21종 및 극피동물 9종이 어획되었다. 총 어획량

은 24,439마리, 553,228g이었다.

소형기선저인망에서 어획된 종은 어류 33종, 절지동물 10종, 연체동물 6종, 극피동물 6종이었으며, 이들의 총 어획 마리수는 23,470마리, 총 어획량은 381.373g이었다(표3-2-7). 이 중 무척추동물이 319,845g으로 83.9%를 차지하였다.

복합자망에서 어획된 종은 어류 14종, 절지동물 2종, 연체동물 6종, 극피동물 3종이었으며 이들의 어획 마리수는 455마리, 어획량은 103,253g이었다(표3-2-8). 이 중 무척추동물이 16,628g으로 16.1%를 차지하였다.

새우자망에서 어획된 종은 어류 18종, 절지동물 4종, 연체동물 3종, 극피동물 5종이었으며, 이들의 어획 마리수는 288마리, 어획량은 59,809g이었다(표 3-2-9). 이 중 무척추동물이 12,076g으로 20.2%를 차지하였다.

통발에서 어획된 종은 어류 5종, 절지동물 3종, 연체동물 5종, 극피동물 5종이었으며 이들의 어획 마리수는 226마리, 어획량은 8,793.4g이었다(표 3-2-10). 이 중 무척추동물이 8,253g으로 93.9%를 차지하였다.

표 3-2-7. 태안 바다목장 해역의 소형기선저인망에 의한 어획 생물의 종조성
 Table 3-2-7. List of fish fauna around proposed Taeon marine ranching area
 (small trawl)

Korean name	Scientific name	Fishery time			
		Daytime		nighttime	
		N	W(g)	N	W(g)
어류	33종(29/21)	1,172	38,756	785	22,772
상어가오리	<i>Raja porosa</i>	71	12,810	32	5,786
붕장어	<i>Conger myriaster</i>	9	1,125	1	120
대구	<i>Gadus macrocephalus</i>			1	30
조피볼락	<i>Sebastes schlegel</i>	8	168	8	610
까치양태	<i>Cociella crocodila</i>	2	20		
동갈양태	<i>Callionymus richardsoni</i>	193	1,075	120	1,000
양태	<i>Platycephalus indicus</i>	4	610	8	1,800
쥐노래미	<i>Hexagrammos otakii</i>	20	900	10	490
멸치	<i>Engraulis japonicus</i>	48	232	1	5
청멸	<i>Thrissa kamalensis</i>	30	150	19	95
청보리멸	<i>Sillago japonica</i>	2	78		
밴댕이	<i>Sardinella zunasi</i>			1	15
주둥치	<i>Leiognathus nuchalis</i>	2	4.6		
방어	<i>Seriola quinqueradiata</i>				
동갈돛돔	<i>Hapalogenys nitens</i>	1	23.8		
어름돔	<i>Plectorhinchus cinctus</i>	1	60	1	150
참돔	<i>Pagrus major</i>	17	714	1	30
보구치	<i>Argyrosomus argentatus</i>	9	360	4	150
민태	<i>Johnius belengerii</i>	5	100	5	112
참조기	<i>Pseudosciaena polyactis</i>	49	1,535		
앞동갈베도라치	<i>Omobranchus elegans</i>	1	5.3		
베도라치	<i>Pholis nebulosa</i>	191	2,131	174	1,941

표 3-2-7. 계속

Table 3-2-7. Continued

Korean name	Scientific name	Fishery time			
		Daytime		nighttime	
		N	W(g)	N	W(g)
도화망둑	<i>Chaeturichthys hexanema</i>	45	785	230	3,933
쉬쉬망둑	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	373	5,110	150	2,565
아작망둑	<i>Tridentiger barbatus</i>	7	16		
갈치	<i>Trichiurus lepturus</i>	5	453		
덕대	<i>Pampus echnogaster</i>	4	286		
넙치	<i>Paralichthys olivaceus</i>	3	1,275	5	2,700
별넙치	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	2	180	1	110
물가자미	<i>Eopsetta grigorjewi</i>			4	10
문치가자미	<i>Limanda yokohamae</i>	36	6,610	9	1,120
도다리	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	1	100		
개서대	<i>Cynoglossus robustus</i>	33	1,840		
절지동물	10종(10/7)	588	3,062	786	2,778
갯가재	<i>Oratosquilla oratoria</i>	55	1062		
대하	<i>Fenneropanaeus chinensis</i>	3	83	7	275
중하	<i>Metapenaeus joyneri</i>	203	1169	82	321
그라비새우	<i>Palaemon gravieri</i>	75	84	158	410
줄새우아재비	<i>Palaemon serrifer</i>	4	10.4	367	954
큰손뭉새우	<i>Alpheus digitalis</i>	12	40.2	41	139
자주새우	<i>Crangon affinis</i>	228	348	79	79
꽃게	<i>Portunus trituberculatus</i>	4	34		
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>	1	200		
빨게류	<i>Hyastenus sp.</i>	3	31.6	52	600

표 3-2-7. 계속

Table 3-2-7. Continued

Korean name	Scientific name	Fishery time			
		Daytime		nighttime	
		N	W(g)	N	W(g)
연체동물	6종(5/4)	2,427	14,825	589	4,550
꽃뚜기	<i>Loligo beka</i>	1,972	4,575	413	1,000
주꾸미	<i>Octopus ocellatus</i>	163	5,064	14	1,030
갑오징어	<i>Sepia esculenta</i>	64	4,305	52	1,800
민챙이	<i>Bullacta exarata</i>			110	720
돼지가리맛조개	<i>Solecurtus divaricatus</i>	1	13.2		
흰갯민숭달팽이	<i>Chromodoris pallescens</i>	227	868		
극피동물	6종(6/5)	8,412	94,430	8,711	200,200
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	79	3,118	2,178	86,000
아무르불가사리	<i>A. amureasis</i>	123	3,579	2,199	64,000
검은머불가사리	<i>Luidia quinaria</i>	96	240	824	29,000
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	500	3,000	3,492	21,000
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	4	22.6		
아가씨큰염통성게	<i>Brissus agassizii</i>	7,610	84,471	18	200
계	79종	12,599	151,073	10,871	230,300

표 3-2-8. 태안 바다목장 해역의 복합자망에 의한 어획생물 종조성

Table 3-2-8. List of fish fauna around proposed Taeon marine ranching area (complexed gill net)

Korean name	Scientific name	Fishery day			
		27, Oct		25, Nov	
		N	W(g)	N	W(g)
어류	14(13/8)	198	65,825	42	20,800
상어가오리	<i>Raja porosa</i>	87	21,500	20	6000
쭈기미	<i>Inimicus japonicus</i>	1	290		
황해볼락	<i>Sebastes koreanus</i>	2	295		
조피볼락	<i>Sebastes schlegel</i>	8	2,930	7	2000
쥐노래미	<i>Hexagrammos otakii</i>	4	2,580	3	4500
삼세기	<i>Hemitripterus villosus</i>	16	9,420		
꼼치	<i>Liparis tanakai</i>			3	5600
방어	<i>Seriola quinqueradiata</i>	2	1,420		
참돔	<i>Pagrus major</i>	1	2,600		
넙치	<i>Paralichthys olivaceus</i>	20	10,575	3	1100
별넙치	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	3	1,200		
문치가자미	<i>Limanda yokohamae</i>	39	8,515	6	1600
도다리	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	11	2,300		
말쥐치	<i>Thamnaconus modestus</i>	4	2,200		
절지동물	2종(2/1)	39	5,955	2	361
갯가재	<i>Oratosquilla oratoria</i>	10	355		
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>	29	5,600	2	361
연체동물	6종(3/3)	82	4,936	13	2,131
비단가리비	<i>Chlamys farreri nipponensis</i>	12	936	2	201
큰이랑피조개	<i>Scapharoa satowi</i>			1	86
피빨고둥	<i>Rapana venosa</i>	46	1,300	9	1,798
갈색띠매물고둥	<i>Neptunea arthritica cumingii</i>	24	2,700		
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>			1	46
극피동물	3종(2/3)	43	1,633	36	1,612
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	31	1,213	18	736
검은띠불가사리	<i>Luidia quinaria</i>	12	420	15	525
성게류	<i>Anthocidaris sp.</i>			3	360
계	25종	362	78,349	93	24,904

표 3-2-9. 태안 바다목장 해역의 새우자망에 의한 어획생물 종조성

Table 3-2-9. List of fish fauna around proposed Taeon marine ranching area (prawn gill net)

Korean name	Scientific name	Fishery day			
		27, Oct		25, Nov	
		N	W(g)	N	W(g)
어류	18종(17/13)	63	22,477	55	25,256
상어가오리	<i>Raja porosa</i>	2	1,120	1	525
쭈기미	<i>Inimicus japonicus</i>	1	312	3	897
황해볼락	<i>Sebastes koreanus</i>	1	134	1	167
조피볼락	<i>Sebastes schlegel</i>	8	2,860	5	1,890
양태	<i>Platycephalus indicus</i>			1	143
쥐노래미	<i>Hexagrammos otakii</i>	12	554	9	423
삼세기	<i>Hemitripterus villosus</i>	6	3,384	4	2120
꼼치	<i>Liparis tanakai</i>	4	7,120	8	14,984
참돔	<i>Pagrus major</i>	1	1,820		
민태	<i>Johnius belengerii</i>	3	67		
참조기	<i>Pseudosciaena polyactis</i>	1	28		
넙치	<i>Paralichthys olivaceus</i>	4	2,064	4	1,948
별넙치	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	6	672	7	763
물가자미	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	3	36	4	42
문치가자미	<i>Limanda yokohamae</i>	4	558	6	1,014
도다리	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	1	86	2	340
개서대	<i>Cynoglossus robustus</i>	3	168		
말쥐치	<i>Thamnaconus modestus</i>	3	1,494		
절지동물	4종(4/2)	44	2,602	31	3,453
갯가재	<i>Oratosquilla oratoria</i>	26	486	14	291
대하	<i>Fenneropanaeus chinensis</i>	4	104		
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>	11	1,980	17	3,162
빨게류	<i>Hyastenus sp.</i>	3	32		

표 3-2-9. 계속

Table 3-2-9. Continued

Korean name	Scientific name	Fishery day			
		27, Oct		25, Nov	
		N	W(g)	N	W(g)
연체동물	3종(2/3)	9	959	14	1,482
비단가리비	<i>Chlamys farreri nipponensis</i>	2	184	1	102
큰이랑피조개	<i>Scapharoa satowi</i>			2	170
피빨고둥	<i>Rapana venosa</i>	7	775	11	1,210
극피동물	5종(4/5)	59	2,108	44	1,472
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	36	1,426	21	829
아무르불가사리	<i>A. amureasis</i>	18	524	12	357
검은띠불가사리	<i>Luidia quinaria</i>	4	146	7	262
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>			3	14
성게류	<i>Anthocidaris sp.</i>	1	12	1	10
계	30종	175	28,146	113	31,663

표 3-2-10. 태안 바다목장 해역의 통발에 의한 어획생물 종조성

Table 3-2-10. List of fish fauna around proposed Taeon marine ranching area (fish trap)

Korean name	Scientific name	N	W(g)
어류	5종	11	540
붕장어	<i>Conger myriaster</i>	1	170
조피볼락	<i>Sebastes schlegel</i>	6	170
띠볼락	<i>Sebastes zonatus</i>	2	85
노래미	<i>Hexagrammos agrammus</i>	1	65
쉬쉬망둑	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1	50
절지동물	3종	10	592.7
갯가재	<i>Oratosquilla oratoria</i>	3	93.3
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>	5	497
빨게류	<i>Hyastenus sp.</i>	2	2.4
연체동물	5종	13	1,044.7
대수리	<i>Ceratostoma rorifluum</i>	2	8.8
갯우렁이	<i>Lunatia fortunei</i>	1	245
피빨고둥	<i>Rapana venosa</i>	1	189
갈색띠매물고둥	<i>Neptunea arthritica cumingii</i>	7	565
각시수랑	<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>	2	36.9
극피동물	5종	192	6,616
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	114	4500
아므르불가사리	<i>A. amureasis</i>	67	1950
검은띠불가사리	<i>Luidia quinaria</i>	4	140
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	5	18
성게류	<i>Anthocidaris sp.</i>	2	8
계		226	8,793.4

어류 중 가장 많이 어획된 어종은 망둑어과의 쉬쉬망둑 (*Chaeturichthys stigmatias*) 으로 524마리, 7,725g이 어획되어 총 어획마리수와 총 어획 중량비의 2.4%와 1.4%를 각각 차지하였고, 무척추동물에서 가장 많이 어획된 어종은 아가씨큰염통성게(*Brissus agassizii*)가 7,610마리, 84,471g이 어획되었으며, 그 다음으로는 별불가사리(*Asterina pectinifera*), 아므르불가사리(*A. amurensis*), 검은띠불가사리(*Luidia quinaria*), 거미불가사리(*Ophiocoma imbricatus*) 등 4종의 불가사리류들이 3,325마리, 222,997g이 어획되어 총 어획 중량비의 40.3%를 차지하였다.

4종류의 어구를 이용하여 조사한 바다목장조성 해역내의 유용한 무척추동물 또는 절지동물은 꽃게, 민꽃게, 대하, 중하, 갯자재 등 5종이었으며, 연체동물은 주꾸미, 꼴뚜기, 갑오징어, 비단가리비, 참전복, 큰이랑피조개, 갈색띠매물고둥, 피빨고둥, 각시수랑 등 9종, 극피동물의 말뚝성게 1종을 포함하여 총 15종이 있는 것으로 조사되었다. 또한 해적생물인 별불가사리, 아므르불가사리, 검은띠불가사리, 거미불가사리 등이 다량 서식하고 있었다.

(2) 잠수조사

바다목장 조성해역 조하대의 무척추동물 조사를 위하여 외파수도, 내파수도, 외도, 중달여, 분여 그리고 신야리 조하대의 조사지점별 출현종 및 출현량을 조사하였다.

(가) 외파수도

외파수도의 조하대에서는 10종의 무척추동물이 출현하였으며, 총 81마리, 2,813g이 채집되었다. 그 중 연체동물이 3종, 11마리, 491.8g이 채집되었고 극피동물은 7종, 70마리 2,321.5g이 채집되었다. 외파수도 조하대에서 가장 많이 채집된 종은 별불가사리가 29마리, 1,153g으로 전체 채집된 마리수 및 채집량의 35.8%, 41%를 각각 차지하였다. 유용생물로는 참전복, 해삼, 말뚝성게, 보라성게 등 4종이었다(표 3-2-11).

(나) 내파수도

내파수도의 조하대에서는 16종이 출현하였으며, 총 75마리, 1,960g이 채집되었다. 그 중 연체동물이 6종, 11마리, 447.4g이 채집되었고 극피동물은 7종, 60마리 1,492g이 채집되었다. 그 외 절지동물 2종이 채집되었다. 내파수도 조하대에서 가장 많이 채집된 종은 별불가사리가 25마리, 969.1g으로 전체 채집된 마리수 및 채집량의 33.3%, 49.4%를 차지하였다. 유용생물로는 참전복, 비단가리비, 벗굴, 해삼, 말뚝성게, 보라성게, 민꽃게 등 7종이었다(표 3-2-12).

(다) 외도

외도 조하대에서는 9종이 출현하였으며, 총 75마리, 2,154g이 채집되었다. 그 중 연체동물이 3종, 20마리, 553.24g이 채집되었고 극피동물은 6종, 55마리 1,601g이 채집되었다. 외도 조하대에서 가장 많이 채집된 종은 별불가사리로 전체 채집된 마리수 및 채집량의

24.4%, 20.4%를 차지하였다. 유용생물로는 참전복, 피빨고등, 해삼, 말뚝성게 등 4종이 있었다(표 3-2-13).

(라) 종달여

종달여 조하대에서는 17종이 출현하였으며, 총 78마리, 3,477g이 채집되었다. 그 중 연체동물이 9종, 21마리, 1,154g이 채집되었고 극피동물은 6종, 44마리 2,274g이 채집되었다. 그 외 절지동물인 민꽃게와 빨개류 등 2종이 채집되었다. 종달여 조하대에서 가장 많이 채집된 종은 말뚝성게로 전체 채집된 마리수 및 채집량의 21.3%, 28.6%를 차지하였다. 유용생물로는 참전복, 큰이랑피조개, 피빨고등, 황해피빨고등, 해삼, 말뚝성게, 민꽃게 등 7종이 있었다 (표 3-2-14).

(마) 분여

분여 조하대에서는 8종이 출현하였으며, 총 60마리, 2,038g이 채집되었다. 그 중 연체동물이 2종, 8마리, 362g이 채집되었고 극피동물은 6종, 52마리 1,676g이 채집되었다. 가장 많이 채집된 종은 별불가사리로 전체 채집된 마리수 및 채집량의 38.3%, 43.3%를 차지하였다. 유용생물로는 참전복, 해삼, 말뚝성게 등 3종이 있었다(표 3-2-15).

(바) 신야리

신야리 조하대에서는 17종이 출현하였으며, 총 67마리, 3,500g이 채집되었다. 그 중 연체동물이 9종, 30마리, 2,313g이 채집되었고 극피동물은 7종, 35마리 1,179g이 채집되었다. 그 외 절지동물 1종이 채집되었다. 가장 많이 채집된 종은 별불가사리이며, 채집량으로는 벗굴이었다. 유용생물로는 비단가리비, 큰이랑피조개, 참전복, 벗굴, 해삼, 말뚝성게, 보라성게 등 7종이 있었다(표 3-2-18).

표 3-2-11. 외파수도 조하대 무척추동물의 종조성

Table 3-2-11. List of macrobenthos in subtidal flat of Oepasudo

Korean name	Station Scientific name	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
연체동물	3종									11	492
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>	1	80.7	2	145.7	4	157	1	42	6	426
보말고둥	<i>Omphilius restica</i>	1	24	1	19					2	43
보리무룩	<i>Mitrella bicincta</i>	3	23.4							3	23
극피동물	7종									70	2,321
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	5	165	6	172	2	58	13	377	26	772
보라성게	<i>Anthocardis crassispina</i>			1	32	2	58			3	90
해삼	<i>Stichopus japonicus</i>			2	148					2	148
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	6	236.8	9	355.2	7	277.0	7	284	29	1,153
아므르불가사리	<i>A. amureasis</i>	1	28.4	1	29.3	1	31.6			3	89.3
검은띠불가사리	<i>Luidia quinaria</i>	1	36.1							1	36.1
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	2	10.2	1	6.3	2	11.1	1	5.4	6	33
계	10종									81	2,813

표 3-2-12. 내파수도 조하대 무척추동물의 종조성

Table 3-2-12. List of macrobenthos in subtidal flat of Naepasudo

Korean name	Station Scientific name	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
연체동물	6종									11.2	447.4
비단가리비	<i>Chlamys farreri</i>	1	93							1	93
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>			3	213.4			1	65	4	278.4
벗굴	<i>Ostrea denseramellosa</i>							0.2	86.3	0.2	
보말고둥	<i>Omphilius restica</i>					3	74			3	74
애기삿갓고둥	<i>Cellana toreuma</i>					1	0.8			1	0.8
군부	<i>Liolophura japonica</i>					2	1.2			2	1.2
극피동물	7종									62.3	1,682
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>			3	102	2	59	1	31	6	193
보라성게	<i>Anthodiaris crassispina</i>			0.2	43.6	0.1	8.7			0.3	52.4
해삼	<i>Stichopus japonicus</i>	1	100	1	90			1	50	3	240
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	1	35.4	14	552.6	6	234	4	147	25	969
아무르불가사리	<i>A. amureasis</i>			4	116.3					4	116.3
검은띠불가사리	<i>Luidia quinaria</i>	1	34.6	1	39.5					2	74.1
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	3	16.7	2	14.2	1	5.8	16		22	36.7
절지동물	2종									3	21
빨개류	<i>Hyastenus sp.</i>					2	7.2			2	7.2
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>	1	13.8							1	13.8
계	15종									74.5	1,960

표 3-2-13. 외도 조하대 무척추동물의 종조성

Table 3-2-13. List of macrobenthos in subtidal flat of Oedo

Korean name	Station Scientific name	St1		St2		St3		St4		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
연체동물	3종									20.2	553.2
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>	0.1	10	2	87	1	39			3.1	137
보말고둥	<i>Omphilius restica</i>	9	31.6	2	7			3	8.6	14	47.2
피빨고둥	<i>Rapana venosa</i>	0.1	14	1	123	1	98	1	134	3.1	369
극피동물	6종									54.5	1,601
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	6	234	3	123			2	76	11	433
성게류	<i>Anthodiaris sp.</i>	1	31	1	26	2	58			4	115
해삼	<i>Stichopus japonicus</i>	0.5	34			1	112	1	97	2.5	243
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	10	385	2	75	1	38	3	119	16	617
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	4	21	3	14	6	32	2	11	15	78
아무르불가사리	<i>A. amureasis</i>	1	26.5	1	28	3	67	1	23	6	115
계	9종									74.7	2,154

표 3-2-14. 종달여 조하대 무척추동물의 종조성

Table 3-2-14. List of macrobenthos in subtidal flat of Jongdalyeo

Korean name	Station Scientific name	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
연체동물	9종									21.3	1,154
큰이랑피조개	<i>Scapharoa satowi</i>	1	78							1	78
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>			0.2	16					0.2	16
벚굴	<i>Ostrea denseramellosa</i>	1	129	1	430	0.1	38			2.1	597
보말고둥	<i>Omphilius restica</i>	1	22							1	22
대수리	<i>Purpura clavigela</i>					1	3.5	1	2.8	2	6.3
돌고부지	<i>Trapezium liratum</i>	7	226	2	36					9	262
진주담치	<i>Mytilus edulis</i>	4	13							4	13
세뿔고둥	<i>Ceratostoma furnieri</i>	1	39							1	39
황해피뿔고둥	<i>Rapana venosa pechiliensis</i>	1	121							1	121
극피동물	6종									44.2	2,274
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	7	252	3	121	2	76	7	259	19	708
해삼	<i>Stichopus japonicus</i>	2	131	2	84	0.2	13			4.2	228
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	4	153	11	346	3	97	2	64	16	660
아무르불가사리	<i>A. amurensis</i>	1	235	1	215	1	186			3	636
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>					1	4.5			1	4.5
성게류	<i>Anthocidaris sp.</i>			1	37					1	37
절지동물	2종									9.2	40.5
뿔게류	<i>Hyastenus sp.</i>	2	3.6	2	4.2	4	9.6	1	2.1	9	19.5
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>			0.2	21					0.2	21
계	17종									77.7	3,477

표 3-2-15. 분여 조하대 무척추동물의 종조성

Table 3-2-15. List of macrobenthos in subtidal flat of Bunyeo

Korean name	Station Scientific name	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
연체동물	2종									8.2	362
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>			0.2	16.3	1	68.7	2	157	3.2	242
보말고둥	<i>Omphilius restica</i>	2	48	2	46			1	26	5	120
극피동물	6종									51.4	1,676
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	3	86	1	38	2	64	1	29	7	217
보라성게	<i>Anthocidaris crassispina</i>	1	36.8			1	33.1	1	44.7	3	115
해삼	<i>Stichopus japonicus</i>	0.2	20.2	0.2	17.6	1	62	1	110	2.4	210
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	6	236	7	280	4	143	6	223	23	882
아무르불가사리	<i>A. amurensis</i>	2	54.3	2	47.8	3	84	1	26	8	212
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	2	11.1	1	5.2	2	9.6	3	14.3	8	40.2
계	8종									59.6	2,038

표 3-2-16. 신야리 조하대 무척추동물의 종조성

Table 3-2-16. List of macrobenthos in subtidal flat of Shinyari

Korean name	Station Scientific name	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
연체동물	9종									30.2	2,313
비단가리비	<i>Chlamys farreri</i>	1	110	1	92	1	87	2	195	5	484
큰이랑피조개	<i>Scapharoa satowi</i>	4	310			2	175			6	485
참전복	<i>Haliotis discus hannai</i>			1	68.4	1	43.2	2	105	4	217
벗굴	<i>Ostrea denseramellosa</i>	0.5	129	1	430			0.2	76.5	1.7	636
보말고둥	<i>Omphilius restica</i>			5	89					5	89
피빨고둥	<i>Rapana venosa</i>	0.5	55			1	123	2	126	3.5	304
대수리	<i>Purpura clavigela</i>			1	3.4					1	3.4
세빨고둥	<i>Ceratostoma fournieri</i>			1	33	1	41			2	74
보리무룩	<i>Mitrella bicincta</i>			2	21					2	21
극피동물	7종									34.5	1,179
말뚝성게	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	1	37	2	54	1	41	1	34	4	166
해삼	<i>Stichopus japonicus</i>	3	285	2	98	1	36	1	44	7	463
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>	4	142			2	67	5	206	9	415
거미불가사리	<i>Ophiocoma imbricatus</i>	7	38					3	14	10	52
보라성게	<i>Anthocidaris crassispina</i>					1	43			1	43
보라성게류	<i>Anthocidaris sp.</i>			0.5	5.4			1	12.3	1.5	18
아가씨큰염통성게	<i>Brissus agassizii</i>	1	13			1	9			2	22
절지동물	1종									2	5.2
빨게류	<i>Hyastenus sp.</i>	1	2	1	3.2					2	5.2
계	17종									67.2	3,500

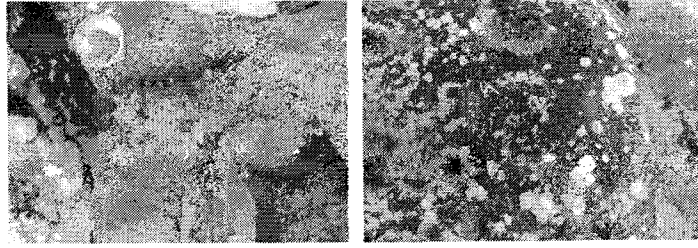


그림 3-2-2. 해삼과 참전복

Fig. 3-2-2. *Stichopus japonicus* and *Haliotis discus hannai*

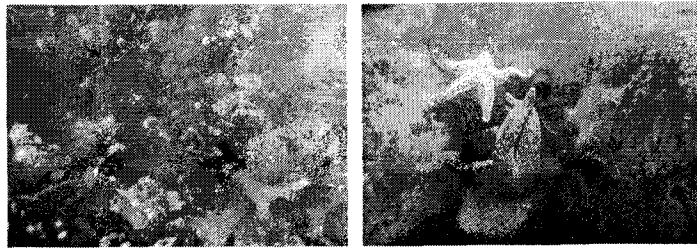


그림 3-2-3. 진주담치와 불가사리류

Fig. 3-2-3. *Mytilus edulis* and star fish

태안해역 바다목장 대상지역의 조하대는 종달여와 분서 등 잘 발달된 해저 암반을 지니고 있으며, 이들 수역의 수심은 2~10 m 전후로 경제성 높은 유용 저서생물이 대량 서식하고 있다. 외도와 내파수도, 외파수도는 섬 주변으로 암반과 자갈이 잘 발달되어 있어 저서생물 서식에 천혜의 공간을 확보하고 있으며, 특히 이들 섬은 바다목장 대상 수역의 방파제 역할을 할 뿐만 아니라 유속을 완화시켜 저서생물의 서식에 최적의 환경을 유지해준다.

해저 암반이 잘 발달된 종달여와 분여 암반역 주변 일대는 해삼, 전복, 성게, 비단가리비 등의 서식밀도가 높게 나타나고 있으며, 내파수도와 외파수도 주변은 해삼, 전복, 비단가리비와 홍합, 진주담33치, 고동류 등이 고밀도로 서식하고 있다.

해적생물인 불가사리는 자웅동체로서 1마리가 약 200~300만개의 알을 산란하는 왕성한 번식력을 가지고 있다. 식성도 왕성하여 하루에 바지락 16개, 피조개 2개 정도를 섭식하는 강한 포식성을 가지고 있어 어장 황폐화의 주범으로 “천적이 없는 해적생물”로 알려져 있다. 현재 정부에서 각 지방자치단체를 통해 kg당 500원씩에 구매하여 폐기하지만 큰 효과는 거두지 못하고 있는 실정이다. 최근에는 이들 불가사리를 이용한 신물질 개발에 관한 연구가 이루어져 액체비료개발과 국립수산과학원에서 불가사리를 원료로한 콜라겐을 추출하여 기능성 화장품, 건강음료, 비누등 개발하는 등 유용한 산업재로 활용이 가능할 것으로 판단된다. 특히 콜다공증, 주름살제거제, 지혈제 등의 다양한 원료로 개발, 이용함으로써 연간 700억원의 시장규모를 가진 것으로 밝힌바 있어 불가사리 구제와 함께 다양한 고부가가치 원료로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

제 3 절 자원 현황

1. 서 론

조간대에는 다양한 패류가 서식하고 있으나 경제적으로 가치가 있는 품종은 그리 많지 않다. 또한 조하대에도 매우 다양한 무척추 동물이 서식하고 있다. 바다목장 사업은 바다에서 단순한 채포 또는 양식이 아니라 계획적 생산의 개념으로 자원을 조성해 줌으로써 바다의 생산 잠재력을 극대화하는 것이다. 따라서 조간대와 조하대의 자연생태계를 살리면서 생태계 내에서 첨가 혹은 보충이 가능한 유용 수산자원을 선정하는 것이다. 그러므로 경제적인 가치가 높은 품종을 선정함과 동시에 대상 품종의 수산 자원량을 파악하는 것은 매우 중요한 일이다. 따라서 본 조사에서는 태안 바다목장 해역에 조성 가능한 유용 수산품종과 수산자원량을 파악하여 지속가능한 생산력을 유지하고자 한다.

바지락(*Ruditapes philippinarum*)은 황해의 고유종(endemic species)으로 그 분포는 필리핀 북부에서부터 사할린 지역까지 널리 분포하는 이매패류로 연안의 조간대에 널리 분포한다. 특히 아시아의 경우 바지락은 인간의 문화 역사 속에서 굴과 함께 가장 유용하게 이용되어온 수산생물이다. 바지락은 연안환경에 매우 잘 적응하는 특성을 지녀 1930년 대 미국으로 도입된 이래로, 현재는 캐나다의 태평양연안을 비롯하여 스페인, 포르투갈, 프랑스, 이탈리아, 그리스 및 아일랜드 등에서 폭넓게 양식되고 있다. 또한 바지락의 높은 생산성 및 수산업적 가치로 인하여 현재 북아프리카의 튀니지아 연안에서도 널리 양식되고 있다. 아시아의 경우 전통적으로 바지락은 우리나라, 일본 및 중국에서 널리 양식되고 있으며, FAO 통계에 의하면 전세계 바지락 생산량은 2002년 기준으로 연간 240만톤에 육박하고 있다. 우리나라의 경우 바지락 생산량은 1990년대 초 80,000여 톤을 상회하였으나, 생산량이 해마다 감소하여 2002년에는 약 30,000 톤을 생산하는데 그치고 있다 (FAO, 2002).

이 같은 생산량 감소의 직접적인 원인에 대하여는 서식지 환경요인의 변화, 세균 또는 기생충 감염 등이 그 원인으로 제시되고 있으나 현재까지 정확한 원인은 밝혀지지 않고 있다. 따라서 바지락의 건강도에 대한 정확한 측정은 현재 발생하고 있는 바지락 생산량 감소를 이해하는데 매우 중요한 단서를 제공 하며 이를 바탕으로 생산량 증대를 위한 다각도의 대책을 수립하는데 매우 유용하게 사용될 수 있다. 현재까지 바지락을 포함한 해산 연체동물의 건강도를 측정하는 방법으로는 Condition index (CI) 측정법이 널리 사용되고 있다(Mann and Glomb (1978). 이외에도 면역력 측정(Allam et al., 2002), 생화학적 조성(Marin et al., 2003), 기생충 감염(Ellis et al., 1998) 등이 중요하게 사용되고 있다. 그러나 전 세계적으로 해산 연체동물의 건강도 측정은 상기 기술된 방법들이 개별적으로 이용되었다는 문제점을 갖고 있다. 따라서 본 연구는 상기 기술된 방법들을 이용하

여 바지락의 건강도를 종합적으로 측정하여 진단하고자 계획되었으며, 일부는 우리 실정에 맞도록 새로운 진단 방법이 개발되었다. 3이 같은 시도는 산업적 중요성이 높은 바지락의 건강도를 정확히 판단함으로써 상업적 가치가 우수한 바지락을 생산하는데 기초 자료로 이용될 수 있을 것이다.

서해안에서의 자원량 파악은 우선 현재 투하되어 있는 인공어초 어장과 외파수도, 내파수도, 외도 등 태안바다목장 해역내의 섬 연안을 대상으로 정착성 어종들의 종 다양성과 각 종별 자원량이 우선 파악되어야 할 것이다. 따라서 태안 바다목장 사업의 효율적인 추진을 위한 기반 조사는 현재 갯벌과 연안에서의 환경 실태 및 어장으로서의 이용률을 정확히 파악하는 것이 무엇보다 중요하며 이를 바탕으로 향후 사업의 진행 방향과 투자 규모를 수정해 나가는 것이 바람직하다.

2. 재료 및 방법

가. 조간대

(1) 패류 현존량

태안 바다목장 조성 해역에 속하는 조간대 지역을 400m × 400m로 분할하여 GPS/Beacon 수신기(GBX-PRO, Canada)로 정확한 위치를 잡은 다음 방형구(50cm × 50cm)를 이용하여 각 조사 지역별로 3점씩 표본을 수집하였다(그림 3-3-1). 수집한 표본은 냉장 보관하여 실험실에서 종 수준까지 동정하고, 각장과 중량을 측정하여 현존량을 추정하였다. 현존량 추정은 경제적인 가치가 높으며, 자원조성이 가능한 참굴과 바지락을 대상으로 실시하였다.

(2) 패류 건강도

(가) 시료채집

그림 3-3-2 은 본 연구에 이용된 바지락이 채집된 지역을 보여주고 있다. 바지락은 2004년 10월 충청남도 태3안군 안면읍의 방포리와 황도리, 고남면의 고남리와 누동리에서 각 각 30개체씩 채집되었으며, 실험실로 당일 옮긴 후 실온의 해수에서 24시간 동안 방치한 다음 분석에 이용하였다.

(나) 실험 개요

그림 3-3-3는 본 연구에서 측정된 각 항목들과 이를 측정하기 위해 이용된 바지락의 각 기관을 설명하고 있다. 시료의 각장 등 외형적 크기를 측정 후 혈림프액을 추출하고 이로부터 유세포 분석기를 이용하여 바지락의 면역력을 측정하였다.

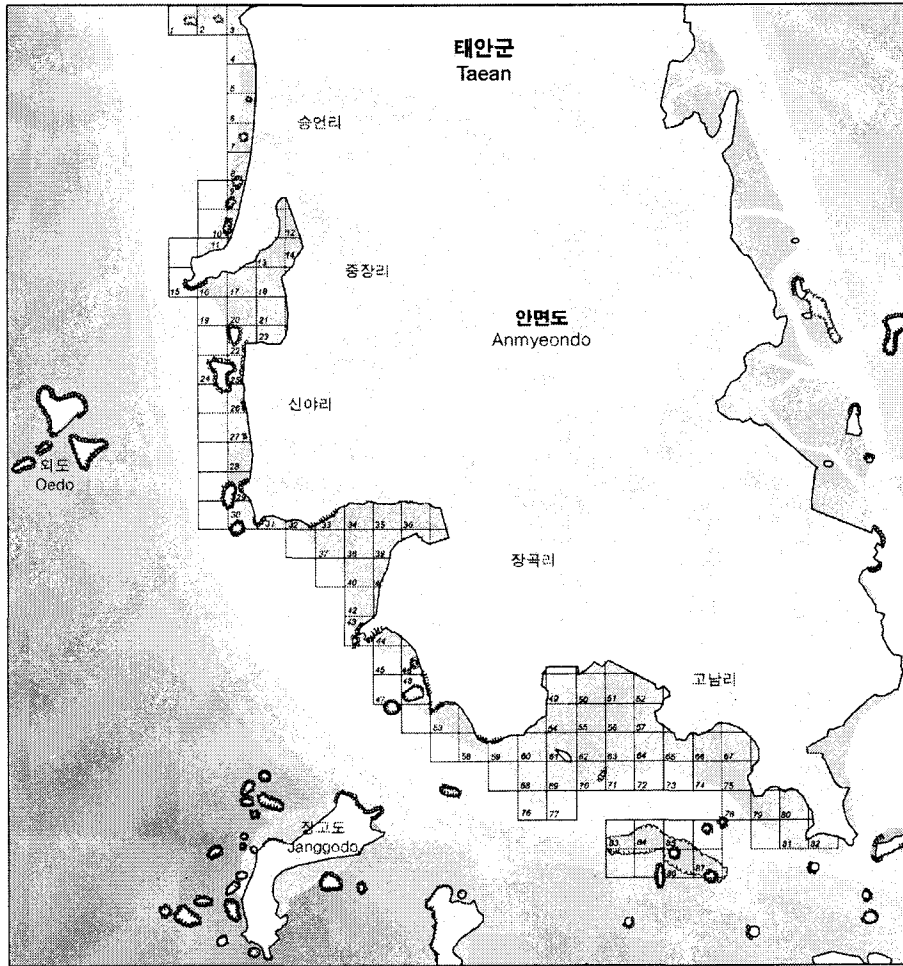


그림 3-3-1. 조간대 조사 정점도.

Fig. 3-3-1. Map showing the sampling stations of intertidal flat.

이어서, 바지락을 개각하여 습중량을 측정 후 아가미를 적출하고 FTM에서 배양하여 바지락포자충의 감염도를 측정하였고, 잔여 조직은 동결건조 한 후 생화학적 조성을 측정 하는데 이용되었다. 바지락 폐각은 건조 후 BRD (*Vibrio tapetis*)와 흡충류 진단에 이용되었다.

(다) Condition index (CI)

바지락의 CI는 Mann and Glomb (1978)의 방법에 따라 아래 식을 이용하여 계산하였다.

$$CI = \frac{\text{바지락 건중량(g)}}{\text{바지락 폐각 건중량}} \times 100$$

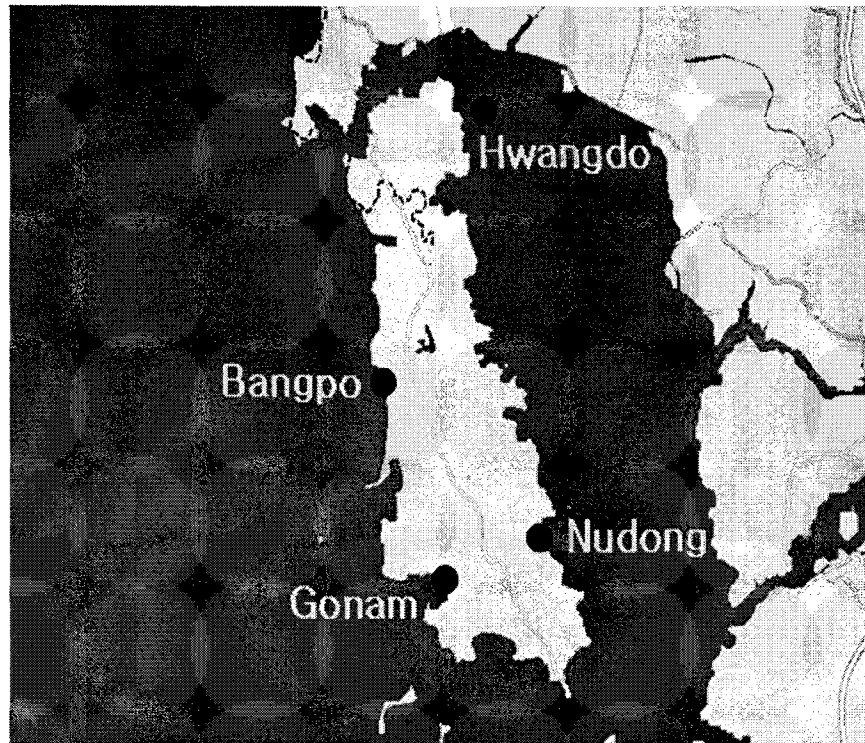


그림 3-3-2. 시료 채취 정점.

Fig. 3-3-2. Map showing sampling locations on Anmyeon do Island, Korea

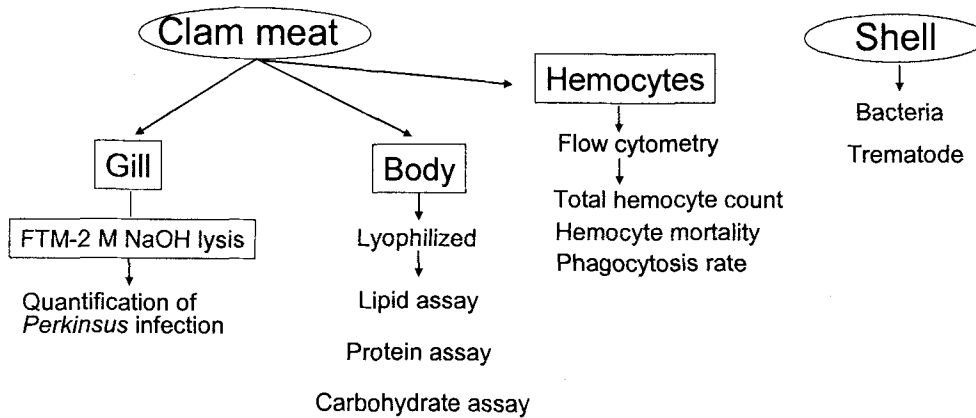


그림 3-3-3. 실험에 사용된 바지락의 면역학적, 생화학적 정보 측정 모식도

Fig. 3-3-3. Schematic diagram of the measurements of infection intensities of parasites, biochemical compositions and immune parameters of the Manila clam used in the present study.

(라) 바지락의 면역력 측정

혈구 사망률은 바지락 혈림프액 100 μ l과 해수 100 μ l을 희석하고 1 mg/ml의 Propidium을 첨가한 후 flow cytometry를 이용하여 바지락 혈구의 사망률을 측정 하였다. 바지락 혈구의 식세포율은 바지락 혈림프액 150 μ l에 30 μ l의 형광 beads를 첨가 한 후 유세포 분석기를 이용하여 식세포율을 측정하였다. 바지락 혈구수는 바지락 혈림프액 100 μ l과 해수 100 μ l을 희석하고 1/10000의 SYBR green을 첨가한 후 flow cytometry를 이용하여 바지락 혈구를 계수 하였다.

(마) 바지락내 기생충 감염도

바지락포자충 *P. olseni* 감염도는 Park and Choi (2001)의 방법에 따라 측정하였다. 바지락 아가미를 적출하여 습중량을 측정하고 이를 5 ml의 FTM 용액에 넣어 실온의 암실에서 1주일간 배양하였다. 배양된 바지락 조직은 2 M NaOH로 분해하고 바지락포자충만을 분리하여 혈구계수판을 이용하여 계수 하였으며 최종적으로 바지락포자충 수/바지락 gram tissue로 나타내었다. BRD 감염도는 Paillard and Maes (1994)의 방법에 따라 바지락 폐각의 conchiolin deposit stage (CDS)에 따라 정량하였다. 바지락에 기생하는 피낭유충(metacercaria)의 감염도는 바지락 폐각의 갈색 반점으로 나타나는 증상을 5 단계로 정량화 하는 방법으로 측정하였다.

(바) 바지락 조직의 생화학적 조성

바지락 육질부의 단백질은 먼저, 육질부를 정량하고 PBS triton x-100를 넣어 초음파 파쇄기로 균질화한 다음 원심분리 (500 x g, 10분, 4 $^{\circ}$ C)하여 상등액을 Pierce의 BCA protein assay kit (23227)을 이용하여 정량하였다. 탄수화물은 Taylor (1995)의 방법으로 정량하였다. 이를 위해 초음파 파쇄기로 균질화된 시료를 원심분리하여 얻어진 상등액에 phenol과 황산용액을 넣어 발색시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 480 nm파장에서 흡광도를 측정하여 탄수화물을 정량하였다. 이때 100-1000 μ g/ml의 dextrose anhydrose를 표준 농도로 사용하였다. 지질은 Bligh and Dyer (1959)의 방법에 따라 정량하였다. 동결건조된 바지락 조직을 막자사발로 분쇄하고, chloroform을 이용하여 지질원액을 추출한 다음 이를 건조시켜 중량을 측정하였다.

(사) 통계 분석

지역간 각 항목에 대한 지역간의 차이를 조사하기 위하여 one way ANOVA test를 실시하여 유의성 여부를 검증하였고, F 값이 유의할 경우 Duncan을 사용하여 $\alpha < 0.05$ 수준에서 사후분석을 실시하였다.

(3) 어장별 현존량

태안 바다목장 해역에서 조간대에 위치한 마을 어장 중 바지락 어장을 대상으로 현존량 조사 및 생산성 분석을 실시하였다. 총 9개 어장으로 구성된 해역은 주로 인위적 종패를 살포 한 후 채취를 실시하는 성육장 형태로 운영되고 있었으며, 어촌계별로 지역별 연차 채집, 크기 제한, 채집시 채집량 제한 등 고유한 관리 방식을 수행하고 있었다. 바지락 어장은 총 85.7ha를 나타냈으며, 승언리에서 고남리까지 분포하였다(그림 3-3-4). 조사는 2004년 9월부터 2005년 11월까지 어장 별로 2회씩 실시하였다. 우선 각 어장별로 관리자가 선정한 지역을 대상으로 2m²의 크기로 깊이 10cm 까지 정량 채집을 실시하였다. 채집된 시료는 현장에서 1mm의 망목을 가진 체로 걸러낸 후 포르말린 처리를 하였다. 시료는 실험실로 운반하여 바지락만을 모두 골라낸 후, 개체별로 버어니어캘리퍼를 사용하여 계측을 시도하였다. 또한 계측된 시료는 표면을 수분을 제거한 후에 전자저울을 사용하여 습중량을 측정하였다. 한편 현지인을 동원하여 25m²의 면적을 대상으로 채취량과 채취시간에 따른 단위어획노력량을 환산하여 대비하였다.

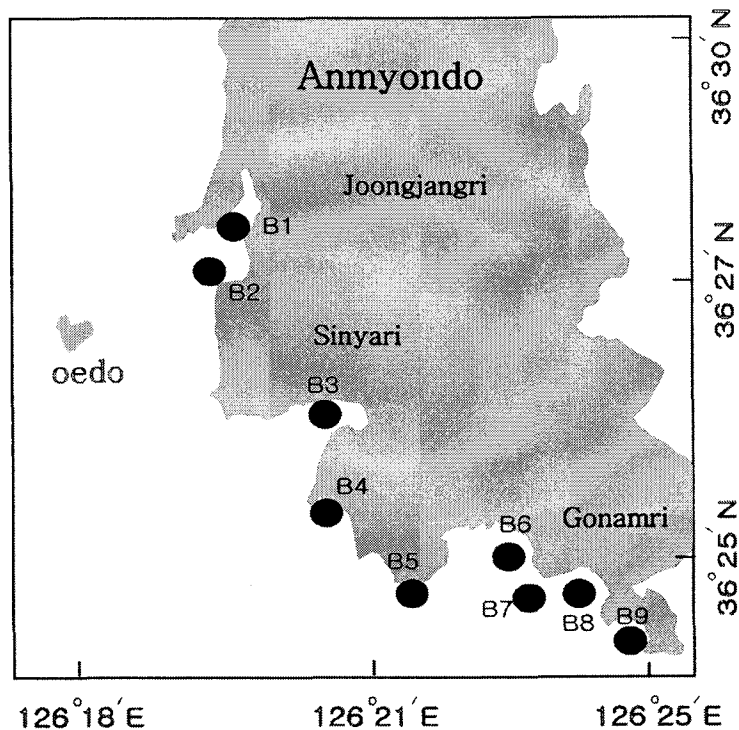


그림 3-3-4. 바지락 마을어장 정점도.

Fig. 3-3-4. A map showing the sampling stations.

나. 조하대

(1) 무척추동물

태안 바다목장 조성 해역에 속하는 외도, 외파수도, 내파수도, 종달여, 분여, 신야리의 조하대를 대상으로 잠수조사를 실시하였다. 잠수조사는 조하대 지역을 4개 정점으로 나누어 조사하였다. 조사방법은 각 정점마다 직선상으로 로프로 구획 후 방형구(50×50cm)를 3개 지점에 설치하여 방형구내의 생물을 채집하고 방형구외의 지역은 육안 관찰로 종의 분포 여부를 확인하였다. 표본을 수집한 후 냉장 보관하여 실험실에서 종 수준까지 동정하고, 각장과 중량을 측정하여 현존량을 추정하였다. 현존량 추정은 경제적인 가치가 높으며, 자원조성이 가능한 해삼과 참전복을 대상으로 실시하였다.

(2) 어류

(가) 어구조사

① 자망

태안 바다목장 해역내 어류를 대상으로 2004년 10월과 12월에 외도 부근에서 자망조사를 실시하였다. 조사시마다 약 48시간동안 어획된 어류를 샘플하였고, 한 틀의 길이는 200m, 폭 2m 크기의 일반 자망을 10틀 기준으로 하였다.

채집된 어류중 개체수가 많은 어종은 무작위 표본하여 총 어획량으로 환산하였고 나머지 소수의 어종은 전수 채집하여, 연구실로 운반하여 동정과 계측을 하였다. 전장(Total length)와 체장(Body length)를 vernier callipers로 0.1cm 단위까지 측정하였고 체중은 전자저울로 1g 단위까지 측정하였다. 어류 동정은 Masuda et al. (1984)과 Nakabo (1993) 도감을 참조하였고, 어류의 분류 체계는 동물분류학회(1997)와 Nelson (1994)을, 국명은 한국산어명집(이 등, 2000)을 따랐다.

② 어획자료

조사해역의 어류 및 갑각류의 현존량조사는 2004년 10월에서 2005년 1월에 걸쳐 실시되었으며, 이지역의 어류와 갑각류는 계통과 비계통을 통해 출하되었으며 계통출하의 경우 인근 수협 위판장을 통해 출하되었고 그렇지 못한 경우는 사매매를 통해 출하되었다. 특히 비계통 출하는 정확한 자료를 얻을 수 없어 본 조사에서는 계통 출하되는 자료를 주로 분석하였으며, 분석 자료는 안면수협의 2001-2004년 자료 중 갑각류와 어류의 자료를 대상으로 실시하였다. 안면수협 산하에는 2개의 위판장이 있었는데, 하나는 백사장 위판장이며, 나머지는 영목 위판장이다. 본 조사는 두 곳의 위판장 자료를 분석하여 제시하였다.

(나) 잠수조사

2004년 10월에 태안바다목장의 어류 자원 조사를 실시하였다. 조사는 해당 해역 내 자연 암반 정점 6개소와 인공어초가 설치된 5정점을 대상으로 어류상과 수산어종의 자원 현황을 SCUBA 다이빙을 이용하였다(표 3-3-17, 그림 3-3-5). 인공어초 어장은 그동안 지

방자치단체에서 설치한 콘크리트사각어초 어장이었다.

자연암반 정점은 표층으로부터 약 15분간 천천히 깊은 쪽으로 이동하면서 어류 목록과 어종별 개체 크기와 수를 육안 관찰, 사진 촬영 및 수중 비디오 촬영을 병행하여 조사하였다. 인공어초 어장에서는 어초 바닥까지 내려간 후 어초의 내부와 주변부(어초 주위 약 1m 범위)를 천천히 돌면서 약 10~15분간 관찰하여 어류상과 개체별 계수를 실시하였다.

전공 조사자들에 의한 어체의 전장은 목측으로 수중에서 기록하였으며, 일부 개체는 어획하여 조사선 선상이나 실험실에서 전장과 체중을 계측하여 수정 보완하였다. 매회 현장 조사 시에는 수중카메라(Nikonos V)와 수중비디오(Sony TRV 900) 촬영을 병행하여 확인이 필요한 부분을 재검토하고 어초에서의 어류 행동을 포함한 서식 생태를 관찰하여 분석 자료로 활용하였다.

어류 동정은 대부분 육안으로 하였으며 확인이 필요한 종은 분류 형질을 도감(Masuda *et al.*, 1984; Nakabo, 1993)과 대조하였다. 어류의 분류 체계는 동물분류학회(1997)와 Nelson(1994)을, 국명은 한국산어명집(이 등, 2000)을 따랐다.

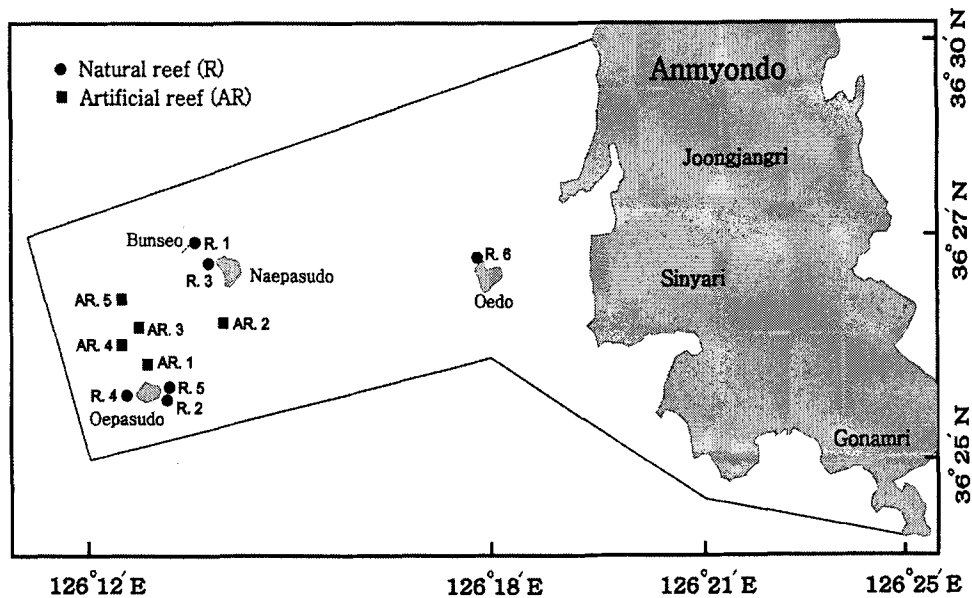


그림 3-3-5. 태안바다목장의 어류상 및 수산자원현황 조사 정점.

Fig. 3-3-5. Map showing the investigation stations for the fish fauna and fisheries resources in Taean marine ranching area.

표 3-3-17. 태안바다목장의 어류 자원 정점의 위치

Table 3-3-17. Location of study stations in Taeon marine ranching area

구분	정점	위치	좌표	수심(m)
자연암반(R)	R. 1	내파수도 분서 동편	36°27.409'N; 126°13.653'E	10
	R. 2	외파수도 동편	36°25.517'N; 126°12.564'E	13
	R. 3	내파수도 분서 서편	36°27.327'N; 126°13.425'E	15
	R. 4	외파수도 서편	36°25.733'N; 126°13.165'E	12
	R. 5	외파수도 동편	36°25.420'N; 126°12.287'E	15
	R. 6	외도 북쪽 0.2마일	36°25.244'N; 126°18.397'E	9
인공어초(AR)	AR. 1	외파수도 북쪽 1마일	36°25.995'N; 126°12.648'E	25
	AR. 2	외파수도 북쪽 2마일	36°26.496'N; 126°13.904'E	27
	AR. 3	외파수도 북쪽 2마일	36°26.417'N; 126°12.326'E	24
	AR. 4	외파수도 북쪽 2마일	36°26.257'N; 126°12.219'E	24
	AR. 5	내파수도 분서 서편 2마일	36°26.664'N; 126°12.512'E	10

3. 결과 및 토의

가. 조간대

(1) 패류 현존량

(가) 참굴

참굴은 승언리를 비롯한 5개 지선 모두에서 출현하였으며, 대부분의 지역에서 우점종으로 나타났다. 참굴의 분포면적은 138ha였으며, 전체 자원량은 3,530.8톤으로 추정되었다. 승언리 지선에서는 가운데 백사장을 제외한 양쪽의 바위와 암반에 주로 부착되어 있었으며 분포면적은 20ha, 자원량은 577.8톤, 중장리 지선에서는 3번과 4번에서 직경 20~40cm의 돌에 부착되어 있었으며, 분포면적은 24ha, 자원량은 499.3톤으로 추정되었다. 신야리 지선의 5번과 6번은 바위와 암반, 직경 30~50cm의 돌에 부착되어 있었으며, 분포면적은 31ha에 달하고 자원량 또한 811.5톤으로 많았으며, 7번은 크기가 큰 개체굴로 7ha에 473.3톤이 분포하는 것으로 추정되었다. 장곡리 지선에서 8번과 9번은 백사장을 제외한 바위와 암반에 주로 부착되어 있었으며 분포면적은 27ha, 자원량은 543.5톤으로 추정되었다. 고남리 지선에서는 29ha에 625.3톤으로 나타났다.

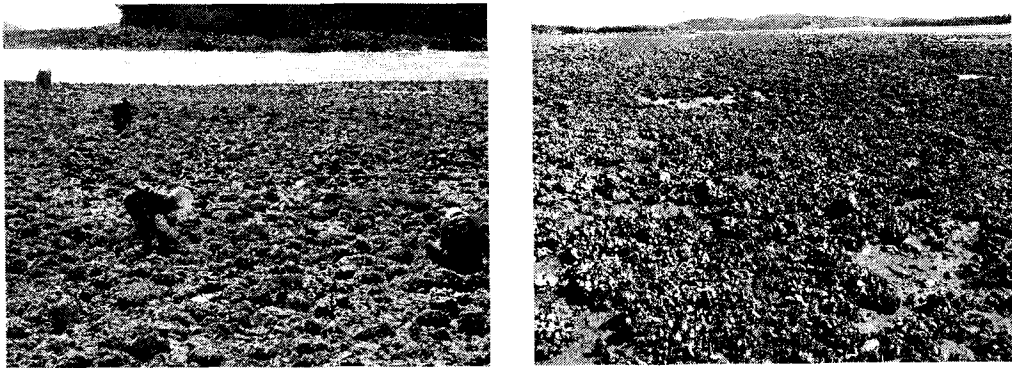


그림 3-3-6. 참굴(신야리 지선).

Fig. 3-3-6. *Crassostrea gigas* around Sinya.

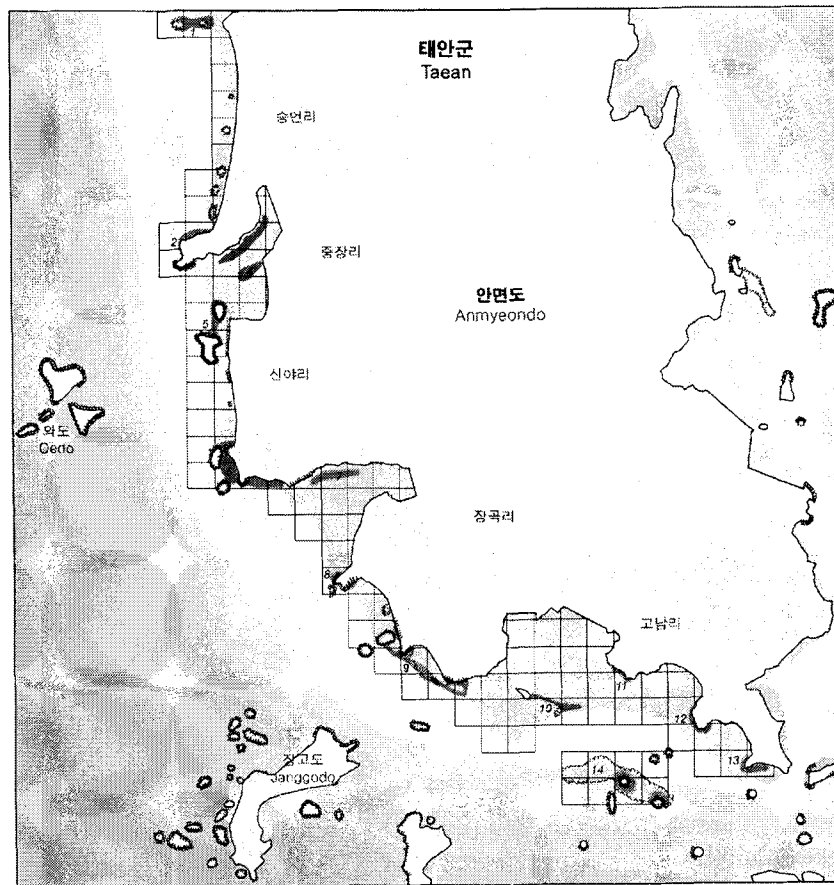


그림 3-3-7. 참굴 분포도.

Fig. 3-3-7. Spatial distribution of *Crassostrea gigas*.

표 3-3-18. 참굴의 자원량

Table 3-3-18. The resources of *Crassostrea gigas* in Taean

번호 (St.)	1m ² 당 서식밀도	크기(cm)		중량(g)		분포면적 (ha)	추정자원량 (mt)	비고
		각고	평균	전중량	평균			
1	216	3.7~5.6	4.7	9.7~22.1	14.9	13	418.4	승언리
2	219	3.7~4.4	4.2	9.4~11.0	10.4	7	159.4	승언리
3	193	2.5~6.1	4.2	4.9~23.1	12.0	18	416.4	중장리
4	144	2.6~4.8	3.8	5.2~16.8	9.6	6	82.9	중장리
5	86	2.9~4.6	3.9	5.8~18.2	8.9	14	107.7	신야리
6	383	2.7~6.2	3.5	4.9~26.8	10.8	17	703.8	신야리
7	360	3.9~7.9	6.1	10.1~27.4	18.8	7	473.3	신야리
8	37	2.8~4.8	4.1	5.4~19.2	9.1	4	13.6	장곡리
9	256	2.8~4.4	3.7	5.5~16.3	9.0	23	529.9	장곡리
10	79	2.9~4.5	3.9	6.2~17.5	8.9	7	49.0	고남리
11	181	3.3~6.7	4.7	5.0~25.8	13.8	4	100.1	고남리
12	249	2.8~5.0	4.0	5.9~17.2	10.1	5	125.9	고남리
13	235	2.8~4.9	3.9	5.6~19.3	9.9	5	116.2	고남리
14	205	3.3~7.5	4.8	9.0~27.8	14.3	8	234.1	고남리
합계						138	3,530.8	

(나) 바지락

바지락은 승언리를 비롯한 5개 지선 모두에서 출현하였으나, 고남리 지선에서만 우점하는 것으로 나타났다(그림 3-3-8). 바지락의 분포면적은 70.2ha였으며, 전체 자원량은 348.5톤으로 추정되었다. 승언리, 중장리, 신야리, 장곡리 지선에서 바지락은 자갈밭 사이의 모래펄에 소량이 서식하고 있었다. 고남리 지선에서 8번과 9번은 바지락 양식장으로 1m² 당 서식밀도가 70개체로 비교적 많았으나 해적생물인 쪽이 대량발생하고 있어 어장으로 서 가치를 상실하고 있는 중이며 분포면적은 27ha, 자원량은 224.2톤으로 나타났다.

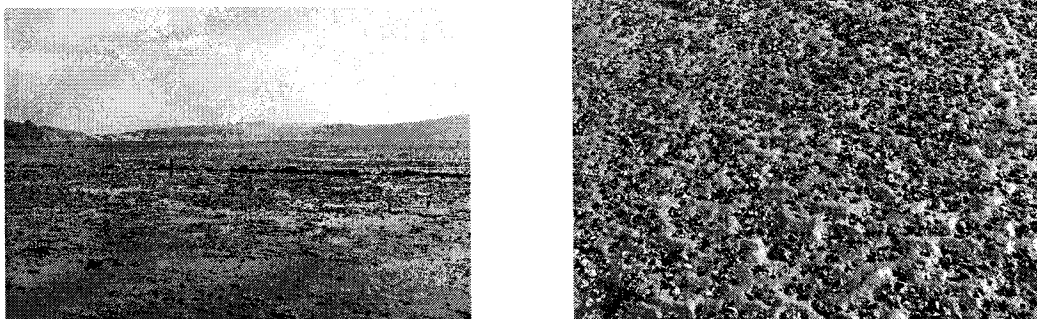


그림 3-3-8. 바지락(고남리 지선) 과 쪽구멍.

Fig. 3-3-8. *Ruditapes philippinarum* and *Upogebia major*.

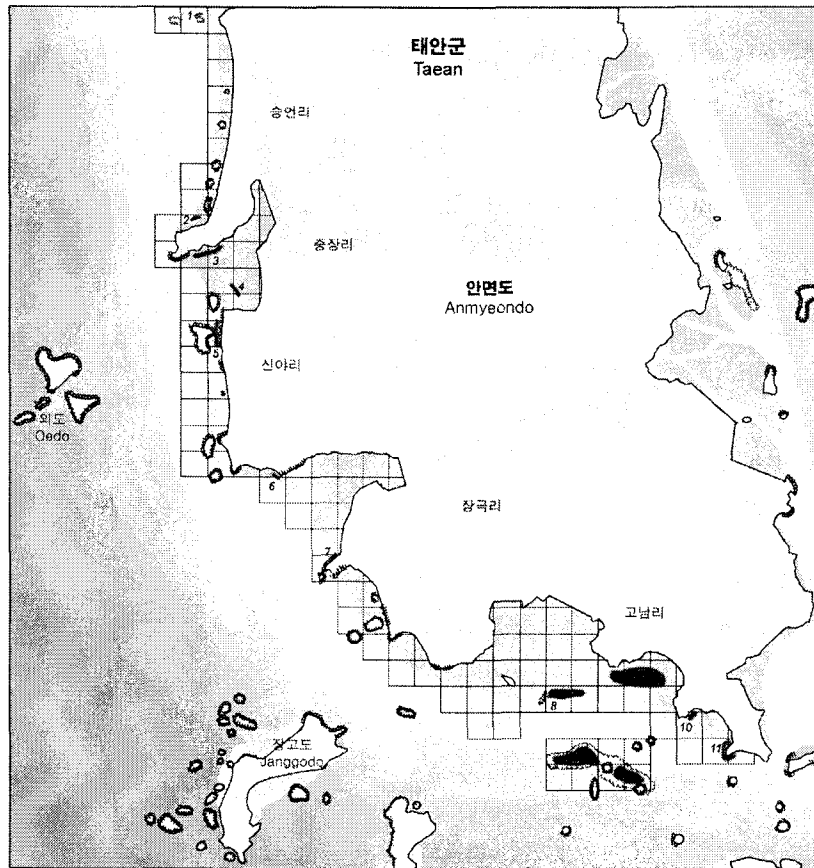


그림 3-3-9. 바지락 분포도.

Fig. 3-3-9. Spatial distribution of *Ruditapes philippinarum*.

표 3-3-19. 바지락의 자원량

Table 3-3-19. The resources of *Ruditapes philippinarum* in Taean

번호 (St.)	1m ² 당 서식밀도	크기(cm)		중량(g)		분포면적 (ha)	추정자원량 (mt)	비고
		각고	평균	전중량	평균			
1	8	2.4~3.7	3.0	2.3~10.5	6.0	1.0	0.5	승연리
2	8	2.1~4.2	3.2	1.3~15.0	7.4	1.2	0.7	승연리
3	37	1.5~4.1	3.1	0.7~17.4	6.8	4.5	11.2	중장리
4	17	1.6~3.1	2.4	0.7~8.2	3.5	3.0	1.8	중장리
5	20	2.7~3.8	3.3	3.1~11.6	7.1	4.0	5.7	신야리
6	10	2.9~3.5	3.2	4.4~8.9	7.3	1.5	1.1	신야리
7	8	2.9~3.0	3.0	4.5~4.8	4.7	1.5	0.6	신야리
8	70	3.1~4.9	3.7	5.4~21.3	11.3	7.0	55.4	고남리
9	70	3.2~4.7	3.8	6.3~16.1	12.0	20.0	168.8	고남리
10	38	2.8~3.6	3.8	4.8~9.2	8.3	2.0	6.3	고남리
11	64	3.1~3.7	4.2	5.5~8.9	5.3	4.5	15.3	고남리
12	43	3.0~4.8	3.7	5.4~23.2	11.4	12.0	58.6	고남리
13	26	2.2~4.5	3.7	1.2~20.5	11.0	8.0	22.6	고남리
합계						70.2	348.5	

(2) 패류 건강도

(가) Condition index (CI)

그림 3-3-10은 4개의 조사 정점별 바지락의 평균 CI 값을 보여주고 있다. 조사 결과 황도와 방포 바지락의 CI가 약 7로써 8.5-9를 보인 누동과 방포 지역 바지락과 비교시 상대적으로 낮게 나타났다 ($P<0.001$).

(나) 바지락의 면역력 (그림 3-3-10)

바지락 혈구 사망률은 누동 바지락이 약 15%를 나타냈으며, 고남 바지락은 14%를 나타냈다. 이는 약 5%의 혈구 사망율을 보인 황도와 방포 바지락에 비해 약 3배 이상의 차이를 나타냈다 ($P<0.001$). 바지락 혈구의 식세포율도 누동과 고남 지역의 바지락이 약 7.5%로 6%를 나타낸 황도와 방포 바지락 보다 높았다($P<0.001$). 그러나 총 혈구 수는 고남 바지락이 약 120만/ml개로 제일 높게 조사 되었고, 뒤이어 황도 바지락 (70만/ml), 누동 바지락 (55만/ml), 방포 바지락 (50만/ml) 순 이었다($P<0.001$).

(다) 바지락의 기생충 감염도 (그림 3-3-10)

원충인 바지락포자충 *P. olseni*의 감염도는 황도 바지락에서 매우 높게 검출되었다. 이 지역에서는 바지락 습중량 1gram 당 약 170만 개체의 바지락포자충이 측정되었으나 고남과 누동 바지락에서는 50-60만개의 기생충이, 방포 바지락은 약 10만개의 바지락포자충이 조사되었다($P<0.001$). BRD 감염도 역시 황도 바지락이 약 1로써 가장 높은 감염도를 보였고 나머지 지역은 0.1-0.2로 매우 낮은 감염도를 보였다($P<0.001$). 흡충류 감염도는 고남과 황도 바지락이 각각 2.6과 2.8로써 높았고 누동과 방포 바지락은 1.1과 0.5로 낮게 조사되었다($P<0.001$).

(라) 생화학적 조성

단백질 함량은 4개 지역간 큰 차이는 없었으나 고남과 누동 바지락이 황도와 방포 지역 바지락보다 높게 조사되었다($P<0.001$). 탄수화물 함량은 방포와 고남, 누동 지역의 바지락에서 8-11%를 차지하였으나 황도 바지락의 경우 약 3%에 불과 하였다($P<0.001$). 지질함량은 전 지역에서 5-6%를 보여 지역간 차이가 없었다 (그림 3-3-10).

이상의 결과를 바탕으로 볼 때 CI의 지역별 차이는 바지락의 생화학적 조성의 차이와 밀접한 관계가 있는 것으로 보여 지며 기생충 감염 역시 CI의 변화에 영향을 주는 것으로 판단된다. 그러나 면역력의 차이를 바지락의 건강도에 적용시키기 위해서는 보다 심층 있는 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다. 결론적으로 상기 4개 지역 바지락의 건강도를 비교해 볼 때 고남 지역의 바지락이 CI와 생화학적 함량이 높고, 비교적 기생충 감염도가 낮아 건강도가 가장 좋은 것으로 판단되며, 이 같은 사실을 보완하기 위해서는 우리나라 주요 바지락 서식지를 대상으로 비교 실험이 요구된다.

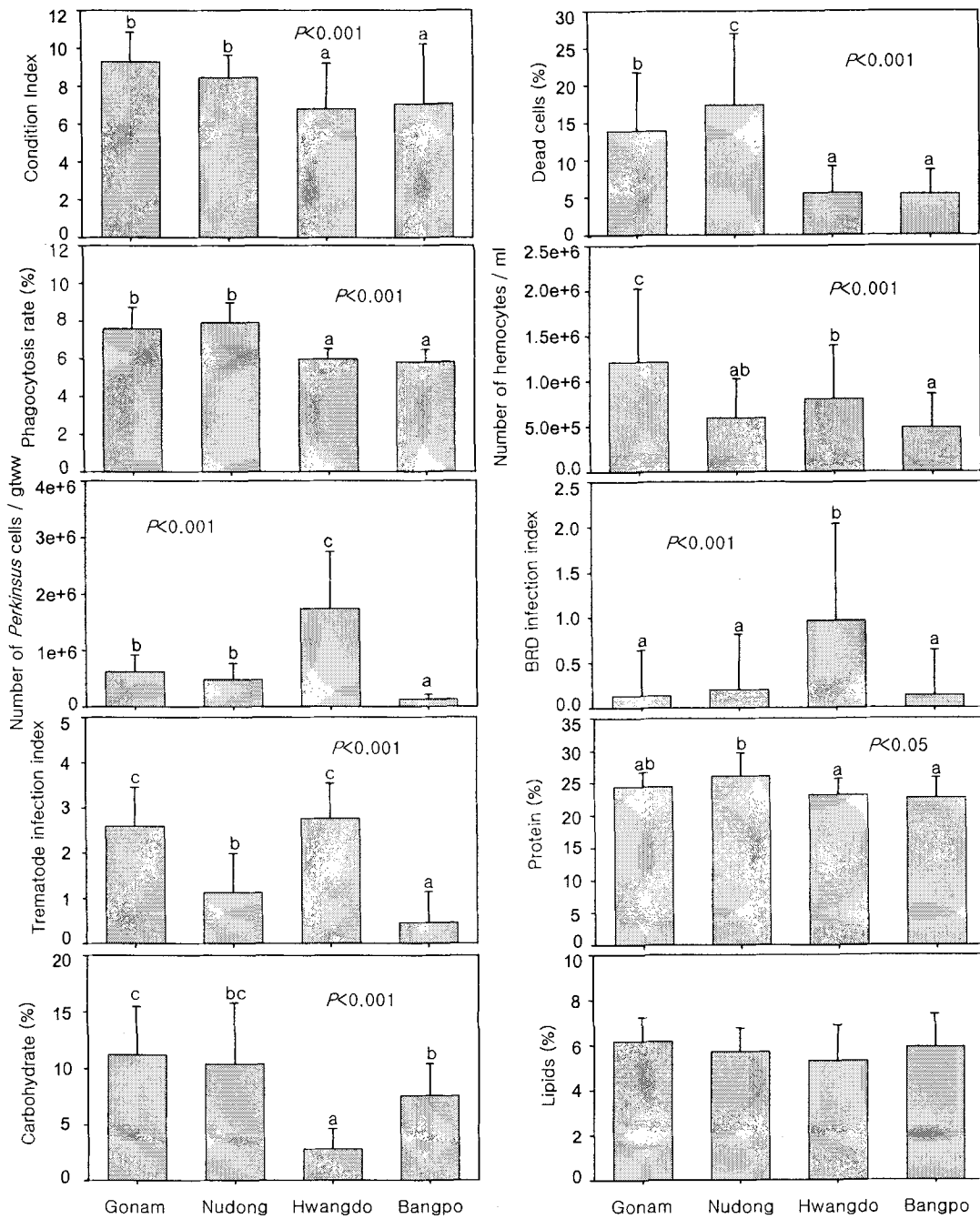


그림 3-3-10. 4개 지역에서 채집된 바지락의 CI, 기생충 감염도, 생화학적, 면역학적 인자 비교

Fig. 3-3-10. Comparison of condition index, infection intensities of parasites, biochemical compositions and immune parameters of the Manila clam among 4 Manila clam beds on Anmyeondo Island, Korea.

(2) 어장별 현존량

총 9개 마을어장은 총 85.7ha로서 가장 큰 면적을 차지한 지역은 B8로 28ha를 나타냈으며, B4의 경우 4ha로 가장 작은 어장으로 나타났다(표 3-3-20). 정점별 평균 서식 개체수는 60개체/m²으로 나타났다. 가장 높은 개체수를 보인 지역은 정점 B7로서 71개체/m²가 출현한 반면에 정점 B2와 B9에서는 51개체/m²로 가장 적게 출현하였다(그림 3-3-11).

표 3-3-20. 어장별 바지락 개체군 특성

Table 3-3-20. Characteristics of population of Manila clam at each fisheries ground

Station	Area	Density	Biomass	Standing crop	M.W.S.	M.L.S
unit	ha	ind./m ²	gWWt/m ²	MT/ha	gWWt	mm
B1	7.66	59	527	5.27	8.9	36.6
B2	10	51	453	4.53	8.9	37
B3	10	54	521	5.21	9.6	36.3
B4	4	60	532	5.32	8.9	36.8
B5	5	63	577	5.77	9.2	37.5
B6	6	58	568	5.68	9.8	34.4
B7	28	71	684	6.84	9.6	32.2
B8	7	69	612	6.12	8.9	35.8
B9	8	51	561	5.61	11.0	33

평균 서식밀도는 지역에 따라 큰 차이를 보이지 않았는데, 지역마다 채취시기가 다르기 때문에 나타난 어획에 따른 편차로 볼 수 있다. 실제로 정점 B2, B6, B9의 경우 조사 당시 왕성한 채취 작업이 수행 중 이었다.

단위면적당 총 생체량의 경우 평균 559.4 gWWt/m²를 나타냈다. 가장 높은 생체량을 나타난 지역은 서식밀도에서도 높게 나타난 B7으로 684gWWt/m²를 나타냈으며, 가장 낮은 생체량을 보인 지역은 B2로서 453gWWt/m²으로 나타났다(그림 3-3-12). 정점당 평균 현존량은 B7에서 6.84 MT/ha로 나타나 가장 높게 나타났고, B2에서 4.53 MT/ha로 가장 낮은 현존량을 보였다. 추정된 현존량을 어장별로 보면 가장 넓은 어장을 지닌 B8에서 171.36 MT/ha로 가장 높았으며, 어장의 크기가 가장 작은 B4에서 21.28 MT/ha를 나타냈다(그림 3-3-13). 바다목장 해역 바지락 어장의 경우 자연 종패 가입 보다는 인위적으로 종패를 살포 한 후 일정기간 후 어획하는 방식을 취한다. 또한 어업 강도가 매년 종패 살포량과 살포된 종패의 서식양상이 전체 현존량을 좌우하게 된다. 따라서 적정량의 종패 살포와 종패 크기 등 초기 사망률이 낮은 경우 매우 높은 소득을 유지할 수 있다.

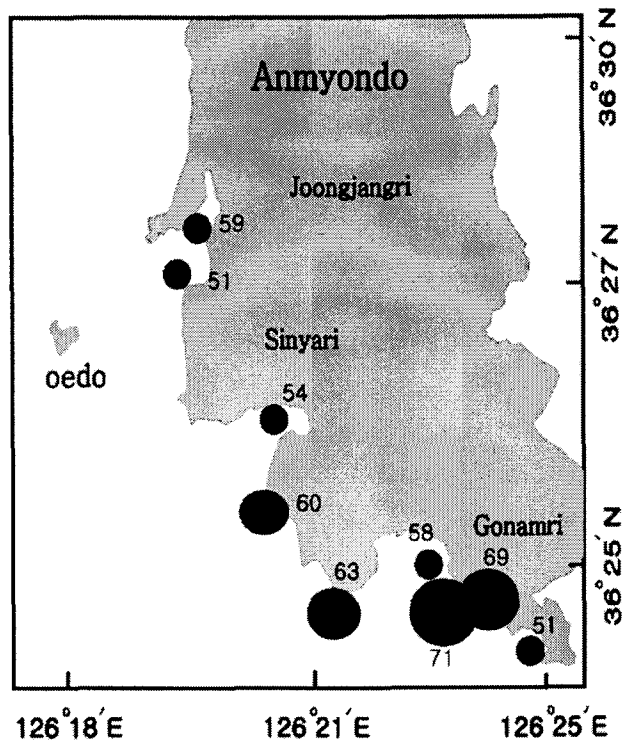


그림 3-3-11. 정점별 단위면적당 평균 개체수 비교.

Fig. 3-3-11. Comparison to the mean densities (ind./m²) per station

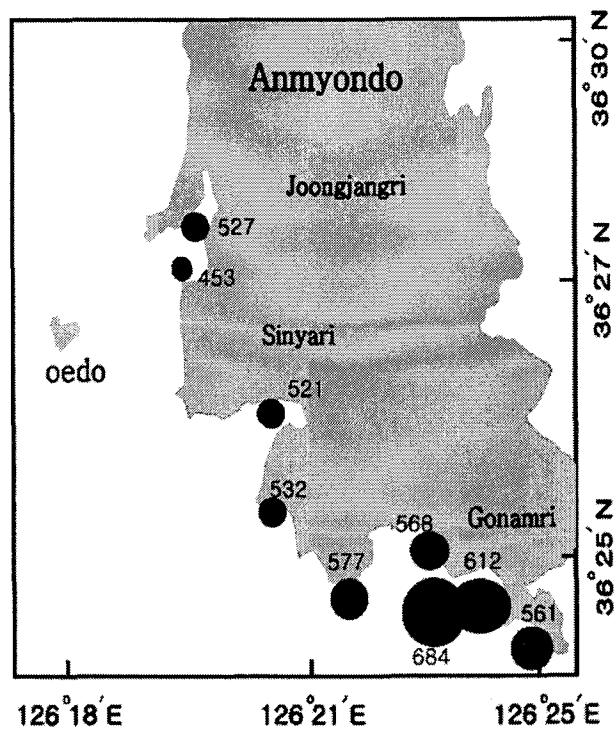


그림 3-3-12. 정점별 단위면적당 평균 생체량 비교.

Fig. 3-3-12. Comparison to the biomass (gWWt/m²) per station.

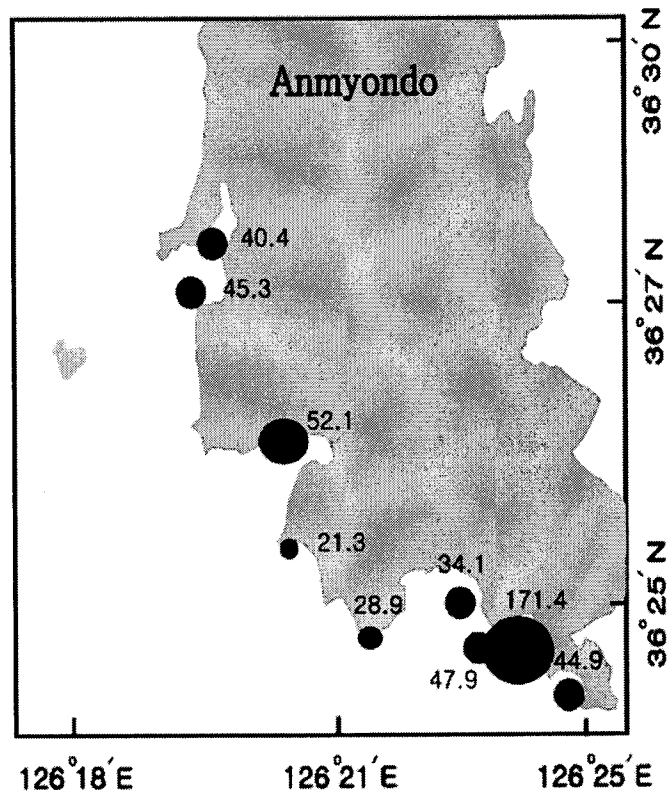


그림 3-3-13. 정점별 평균 현존량 비교.

Fig. 3-3-13. Comparison to the mean standing crop (MT) per station

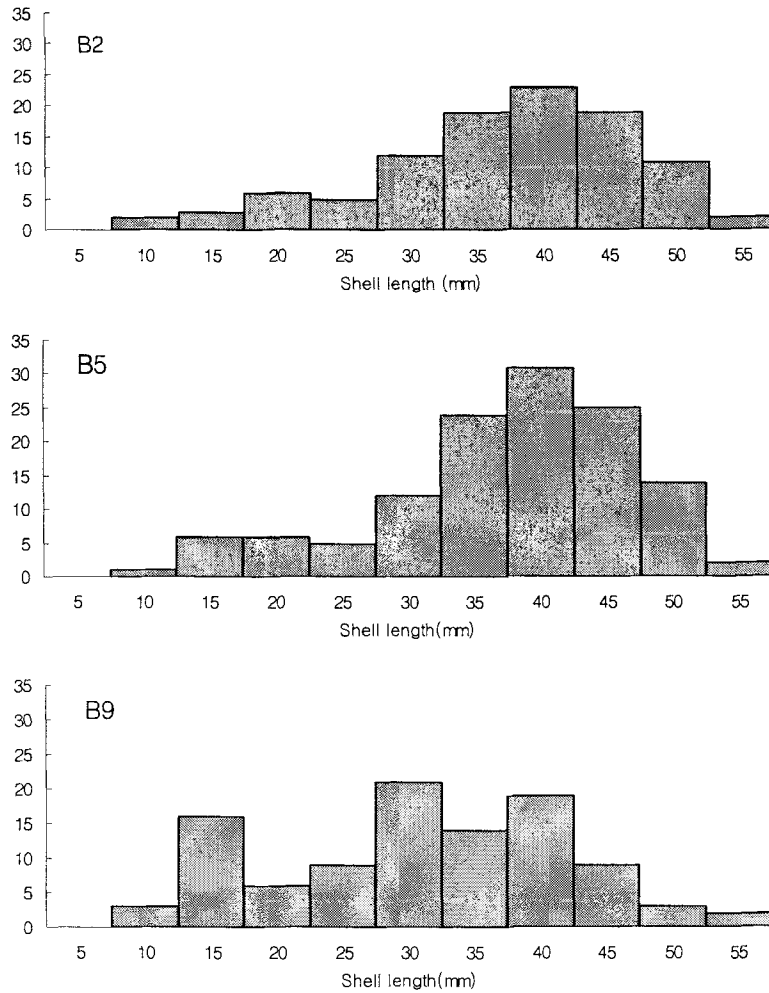


그림 3-3-14. 3개 정점에서 채집된 바지락의 크기빈도 분포 비교.

Fig. 3-3-14. Comparison to the size-frequency of manila clam caught quantitatively (m^2) at three station.

조사 해역 중에 정점 B2, B5, B9등 3개 지역에서 채취한 바지락의 크기빈도 분포를 조사한 결과 모든 지역에서 동일한 형태의 연급군은 나타났다 (그림 3-3-14). 대부분이 동일 연급군으로 구성되었으며, 0세군이라 할 수 있는 크기가 작은 개체의 가입이 빈약하게 나타났다. 특히 정점 B9에서만 일부 자연 개체의 가입이 감지되었다. 높은 현존량에 비해 자연 가입량의 감소는 어장에서의 높은 어획강도와 한 연급군의 대량 서식 등에 의한 요인으로 보이며, 어장의 연속적인 자원 가입이 어려운 상황이라는 것을 추측할 수 있다. 따라서 어장의 자연적인 개체군 유지를 위한 연구와 운영, 관리 방식에 대한 조정이 시급한 것으로 나타났다.

나. 조하대

(1) 무척추동물

무척추 동물 중 경제적 가치가 높은 해삼과 전복은 외도를 비롯하여 외파수도, 내파수도, 종달여, 분여와 신야리의 조하대에서 모두 출현하였다(그림 3-3-15).

(가) 해삼

해삼은 외파수도를 비롯한 6개 지역 모두에서 출현하였으며, 분포면적은 115.9ha, 전체 자원량은 90.6톤으로 추정되었다.

(나) 전복

전복은 외파수도를 비롯한 6개 지역 모두에서 출현하였으며, 분포면적은 58.0ha, 전체 자원량은 38.2톤으로 추정되었다.

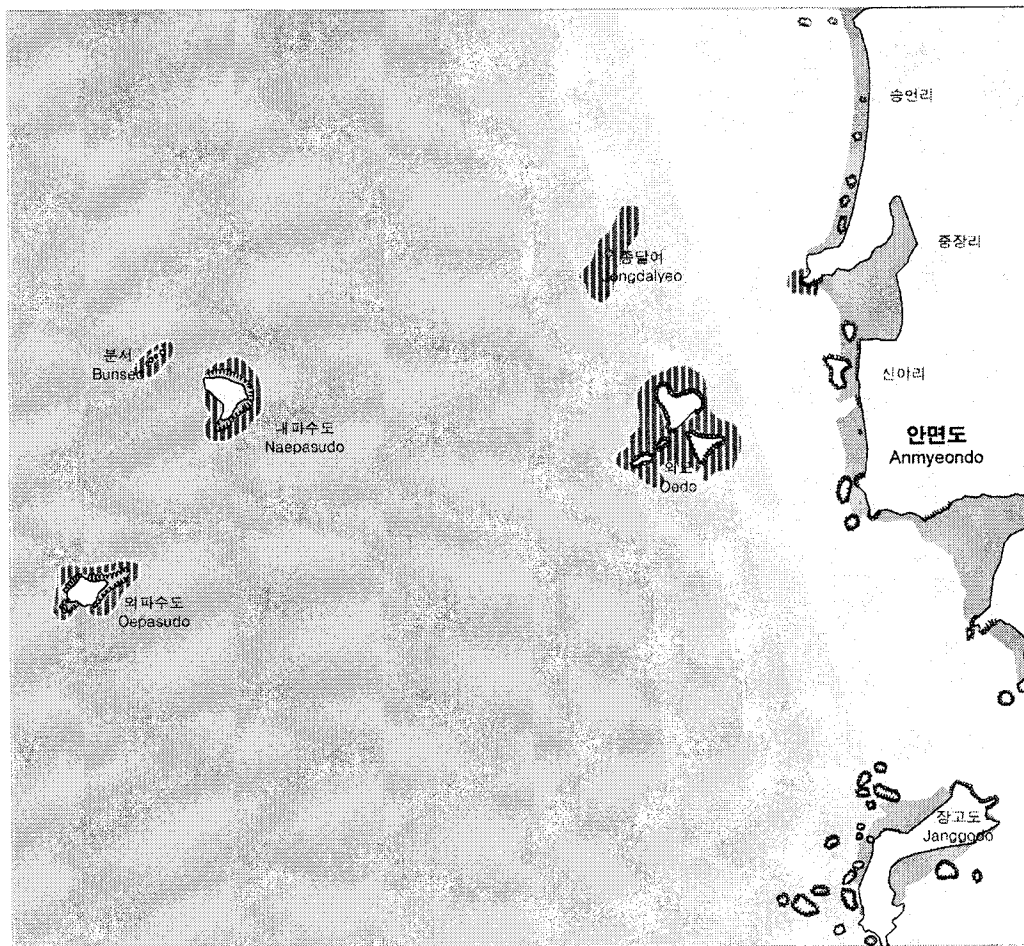


그림 3-3-15. 해삼, 전복 분포도.

Fig. 3-3-15. Spatial distribution of *Stichopus japonicus* and *Haliotis discus hannai*.

표 3-3-21. 해삼의 자원량

Table 3-3-21. The resources of *Stichopus japonicus* in Taean

구분	1m ² 당 서식밀도	평균중량(g)	분포면적 (ha)	추정자원량 (mt)	비고
외파수도	0.7	74.0	17.0	8.4	
내파수도	1.0	80.0	26.0	20.8	
외도	0.8	97.2	30.0	24.3	
종달여	1.4	54.3	26.0	19.8	
분서	0.8	87.5	10.4	7.3	
신야리	2.3	66.1	6.5	10.0	
합계			115.9	90.6	

표 3-3-22. 전복의 자원량

Table 3-3-22. The resources of *Haliotis discus hannai* in Taean

구분	1m ² 당 서식밀도	평균 중량(g)	분포면적 (ha)	추정자원량 (mt)	비고
외파수도	2.7	53.3	8.5	12.1	
내파수도	1.3	69.6	13.0	12.1	
외도	1.0	44.2	15.0	6.8	
종달여	0.1	80.0	13.0	0.7	
분서	1.1	75.6	5.2	4.2	
신야리	1.3	54.3	3.3	2.4	
합 계			58.0	38.2	

(2) 어류

(가) 어구조사

① 자망

태안바다목장 해역에서 10월과 12월의 자망 어획시험 결과, 총 9종의 어류가 조사되었는데 10월에 8종, 12월에 5종이었다. 개체수와 총중량에 있어서는 10월에는 36마리, 7,247g 이었고 12월에는 48마리, 11,108g으로 개체수와 총중량이 많았다(표 3-3-23).

10월의 어류 출현 양상을 살펴보면, 문치가자미가 16마리 조사되어 전체 개체수의 44%를 차지하여 가장 많은 비중을 차지하였다. 서해안에서 년중 정착하고 태안 바다목장의 대상어종인 조피볼락과 쥐노래미는 각각 7마리, 890g, 5마리 668g을 차지하여 문치가자미에 이어 많이 출현하였다. 그 외 어종으로는, 붕장어, 삼세기, 노래미, 넙치 및 범가자미를 들 수 있고 1-2마리의 적은 개체수가 조사되었다.

12월에는 홍어가 20마리, 4,052g 조사되었고 삼세기가 18마리 5,230g로서 언급한 2종이 이 달 전체 출현개체수의 79%, 총중량의 84%를 차지하여 대부분을 이루었다. 10월 조사에 이어 문치가자미가 7마리, 1,052g 확인되었고 조피볼락은 이 전 조사에 비해 개체수가 감소하여 2마리가 조사되었다. 그리고 범가자미가 1마리 조사되었고, 쥐노래미는 출현하지 않았다.

주요 어종의 전장 및 체중 조성을 살펴보면, 조피볼락의 경우 평균 전장 21.3cm의 전장 17.9cm에서 28.9cm범위였고 평균 체중 170g인 98-424g 사이였다. 개체수가 많았던 문치가자미의 경우에는 평균 전장이 24.9cm였고 평균 체중은 229g이었다. 전장의 경우 주로 24-26cm가 주 mode를 이루고 있었고 체중은 220-240g이 많은 비율을 차지하였다. 또한 12월 조사에서 포란한 문치가자미 암컷들이 많았다. 쥐노래미는 전장 17.4-25.0cm 범위의 평균 20.9cm, 체중 70-196g 범위의 평균 133g이었고 10월에만 조사되었다. 현지 어민에 의하면 12-2월의 한겨울에는 적게 어획되다가 3월부터 많은 수가 어획된다고 한다.

표 3-3-23. 태안바다목장의 자망조사에서 확인된 어종

Table 3-3-23. Fish species caught by gill nets in Taean marine ranching area

No.	Scientific name	Korean name	October		December	
			No.	BW(g)	No.	BW(g)
1	<i>Okamejei kenojei</i>	홍어	-	-	20	4,052
2	<i>Conger myriaster</i>	붕장어	1	144	-	-
3	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	7	890	2	642
4	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	2	165	-	-
5	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	5	668	-	-
6	<i>Hemitripterus villosus</i>	삼세기	2	662	18	5,230
7	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	16	4,064	7	1,052
8	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	2	504	-	-
9	<i>Verasper variegatus</i>	범가자미	1	150	1	132
Subtotal			36	7,247	48	11,108
Number of species			8		5	
Total No. of individuals			84			
Total biomass			18,355			

② 어획자료

년도별 생산량과 생산액의 변화 : 최근 4년치의 년도별 생산량의 변화를 보면(그림 3-3-16), 2001년에는 영목위판장의 생산량이 백사장에 비해 높게 나타났으며, 그 외 2002년, 2003년과 2004년에는 백사장 위판장이 높게 나타났다. 2001년에 영목 위판장에서는 293,811kg으로 2004년 백사장에서는 344,694kg으로 나타났다.

생산액의 경우(그림 3-3-17) 전반적으로 백사장 위판장에서 높게 나타났는데, 최근을 보면 2003년도에는 311,091,695원이었으며 2004년도에는 411,187,758원으로 나타났다. 전반적으로 안면수협에서는 백사장 위판장에서 주로 거래가 이루어지고 있었으며, 주 거래 품목인 갑각류와 어류가 대부분이었다. 또한 채취어구는 연승, 통발, 자망 등 다양한 어구에서 채취되고 있었으며, 그 중 갑각류는 주로 자망에서 채취되는 것을 알 수 있었다.

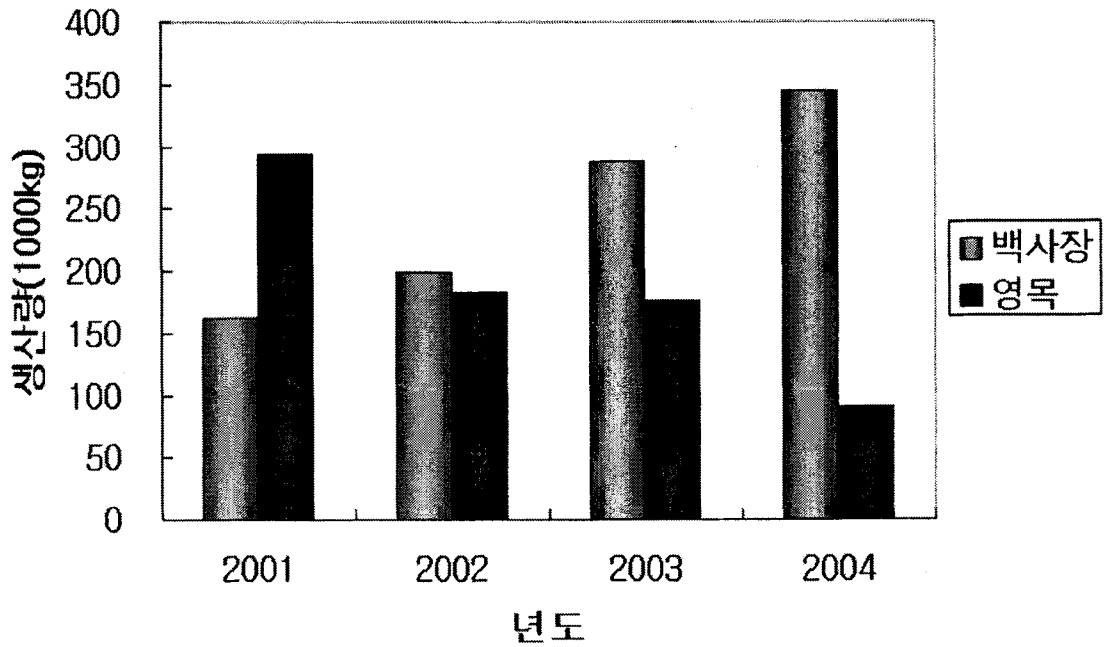


그림 3-3-16. 안면수협이 위판장별 년도별 총생산량의 변화.

Fig. 3-3-16. Annual variation of fisheries resources in Anmyeon Suhyup.

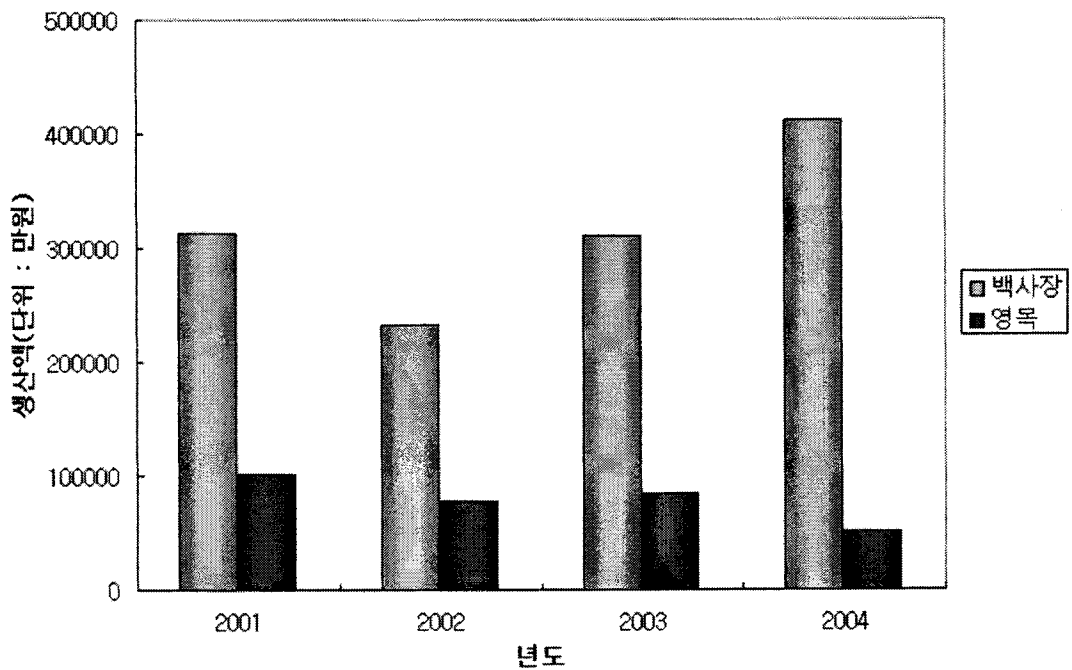


그림 3-3-17. 안면수협이 위판장별 년도별 총생산액의 변화.

Fig. 3-3-17. Annual variation of the catch in Anmyeon Suhyup.

년도별 어종별 생산량의 변화 : 주로 채취되는 어종은 갑각류에서는 대하, 꽃게, 박하지(민꽃게류)가 대부분이며, 어류로는 도다리(가자미류), 갯개미(가오리류), 광어(넙치) 및 놀래미(노래미) 등이 채집된다. 백사장 위판장의 경우(그림 3-3-18) 최근4년(2001-2004) 어종별 생산량을 보면, 도다리(가자미류)가 252,876kg으로 가장 많이 나타났으며, 그다음 이 대하새우로 182,213kg 이었다. 또 영목 위판장의 경우(그림 3-3-19) 박하지(민꽃게류)가 607, 519kg으로 가장 많이 출현하였으며, 그다음이 놀래미(노래미)로 84,258kg으로 나타났다. 그러므로 안면수협에서 위판되는 주 어종은 갑각류로는 대하새우와 박하지이며, 어류로는 도다리와 놀래미로 나타났다.

년도별 어종별 생산량의 변화 추이를 보면(그림 3-3-20), 2001년의 경우 대하가 61,722 kg으로 가장 많이 위판되었으며, 2002년의 경우, 꽃게가 49,380kg으로 최고의 위판량을 나타내었고, 2003년에는 도다리가 63,840kg으로 가장 많이 출현하였다. 작년(2004년)에는 도다리가 103,285kg으로 가장 많이 위판되었고, 그 다음이 대하새우로 82, 921kg으로 나타났다. 그러므로 위판실적으로 볼때 이 해역의 경우 갑각류의 경우 대하와 꽃게가 가장 높은 위판실적을 보였으며, 어류로는 도다리(가자미류)가 역시 가장 많이 위판되었다.

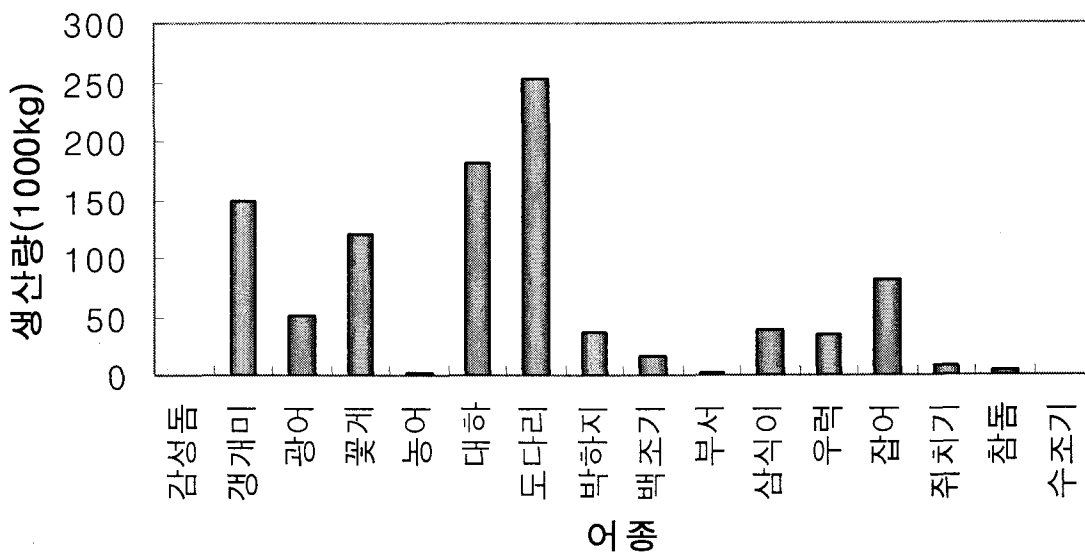


그림 3-3-18. 백사장 위판장의 어종별 생산량.

Fig. 3-3-18. Species variation of fisheries resources of Baeksajang branch in Anmyeon Suhyup.

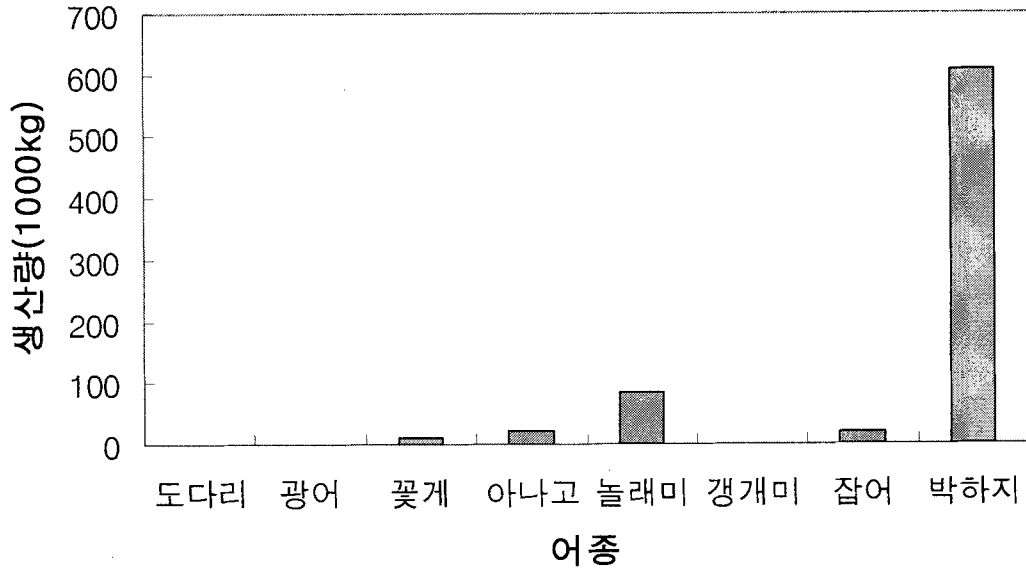


그림 3-3-19. 영목 위판장의 어종별 생산량.

Fig. 3-3-19. Species variation of fisheries resources of Youngmok branch in Anmyeon Suhyup.

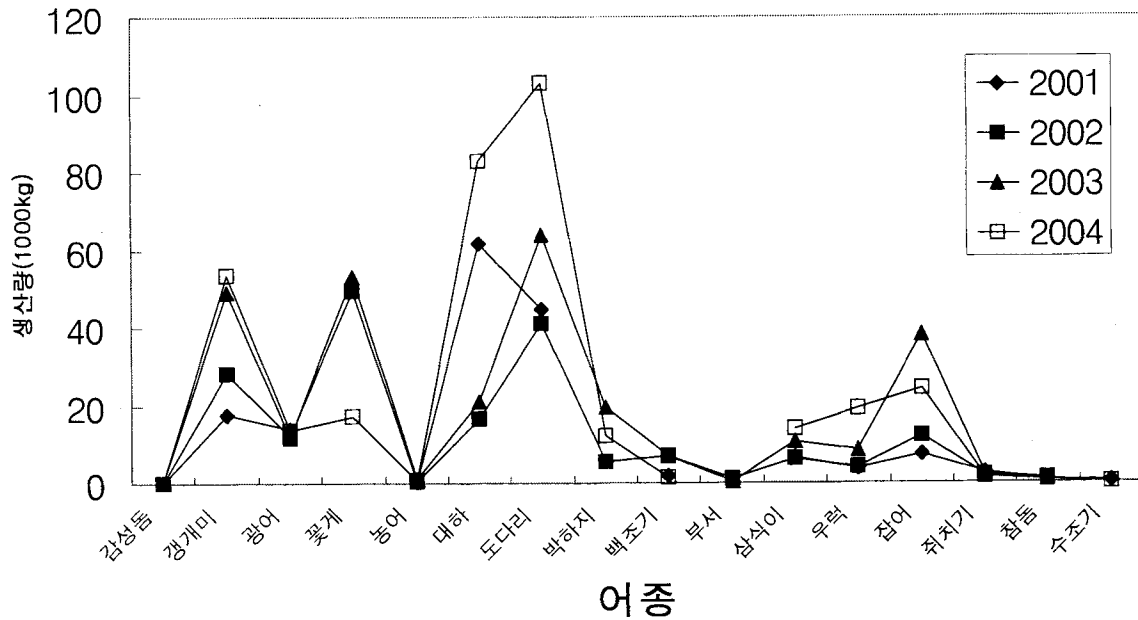


그림 3-3-20. 안면수협 의 년도별 어종별 생산량의 변화.

Fig. 3-3-20. Annual and species variation of fisheries resources in Anmyeon Suhyup.

(나) 잠수조사

① 자연암반

태안바다목장 해역 내에서 2004년 10월중에 자연 암반정점과 인공어초 어장에서 수중 다이빙에 의한 수중생태 자원조사에서 나타난 어류상 및 자원 현황은 표 3-3-24, 표 3-3-25에 나타내었다.

정점 1(표 3-3-24, R. 1): 자연 암반 정점 1은 전문가 다이빙팀과 수중촬영팀이 함께 조사한 곳으로 작은 돌섬인 분서 동편 연안이었다. 조사당일 투명도는 약 4-5m정도로 수중에서 가시거리는 약 2m정도였고, 수온은 18℃였다. 돌섬 연안 기점으로 비스듬히 암반이 발달된 곳으로 수심 8.5m 부터는 사패질 바닥이 암반 사이에 발달된 곳이었다.

표층에서 시작하여 수심 10m 까지의 약 50m²의 면적을 조사하였다. 관찰된 어종은 베로치, 노래미, 쥐노래미, 다섯동갈망둑, 두줄망둑, 실고기, 황해볼락, 조피볼락의 총 8종이었다. 가장 많은 개체수를 나타낸 어종은 사니질 바닥에 살고 있는 다섯동갈망둑, 두줄망둑으로 각각 45, 75마리가 관찰되었다. 다음으로는 쥐노래미로서 13-18cm범위의 어린 개체들이 전 수심에 골고루 퍼져 분포하고 있었으며, 황해볼락과 조피볼락은 비교적 큰 바위의 아래나 틈에 편중 분포하고 있었다. 많은 개체들이 모여 살고 있는 위치는 지름이 1m, 1.5m정도 되는 바위들이 가까이 위치하여 1m이하의 좁은 간격을 유지하거나 아래쪽에 어두운 굴을 형성하는 바위가 해당된다. 또, 조피볼락의 경우 수심이 4-5m로 얕은 암반지역에는 6-9cm의 작은 개체(0세어)들이 서식하고 수심이 깊어질수록 15-20cm로 개체가 커져 이종은 크기에 따라 분포 수심이 다름을 알 수 있었다. 수산어종으로는 15-20cm 급 조피볼락과 쥐노래미의 두 종뿐이었다.

정점 2(표 3-3-24, R. 2): 외파수도 동쪽 연안 암반 지대를 조사하였다. 완만한 경사를 보이는 해저에는 지름이 1m 내외되는 작은 바위들이 많이 깔려있는 곳이었다. 조사당시 수온은 17℃였으며 약 2m 까지 육안 식별이 가능하였다. 관찰된 어종은 총 9종으로 정점 1과 유사였으며 다섯동갈망둑과 두줄망둑이 각각 23, 80마리로 개체수에 있어서는 우점하고 있었다. 그 다음으로는 수산어종인 조피볼락과 쥐노래미가 각각 15, 16마리, 35cm 급 넙치가 한 마리 관찰되었다. 조피볼락은 15-28cm범위의 개체들이 정점 1과 마찬가지로 바위와 바위가 겹쳐진 틈바구니나 바위 아래에 많이 서식하고 있었는데 바위가 쌓여 앞뒤가 통하여 터널처럼 형성된 곳을 선호하는 경향을 보였다. 그 외 송어, 노래미, 청베도라치 등이 한 마리씩 확인되었다.

정점 3(표 3-3-24, R. 3): 내파수도 서쪽 연안으로 수심 15m까지 조사되었다. 수온 18℃, 투명도는 정점 1과 거의 동일하였다. 표층 암반에는 진주담치가 까맣게 덮여 있었으며 수심이 깊어짐에 따라 빨산호류와 미더덕이 우점하고 있었고 부니들이 덮여 있었다. 8-9m부터는 크고 작은 바위들이 많이 깔린 바닥이었다. 약 50m² 범위에 대하여 수중촬영에 의한 조사가 실시되었으며 13cm 전후의 어린 쥐노래미 8마리, 15cm 급 조피볼락 한

마리, 10cm 전후의 황해볼락 4마리로 총 3종이 기록되었다.

정점 4(표 3-3-24, R. 4): 이 정점은 외파수도 서쪽 연안 정점으로 수심 12m까지 조사되었다. 수온은 17℃였다. 이 정점은 암반이 잘 발달된 곳으로 썰 바닥 또는 사패질 바닥은 거의 없는 곳이었다. 중층의 멸치류를 포함하여 총 8종이 관찰되었으며 넙치, 말쥐치가 각각 한 마리씩 확인되었으며 쥐노래미가 13마리로 멸치류를 제외하고는 가장 우점하는 종으로 확인되었다. 조피볼락과 황해볼락이 각각 3, 9마리씩 관찰되어 쥐노래미를 제외하면 암반이 잘 발달된 곳에서는 황해볼락이 우점하고 있음을 나타내었다.

수산어종으로는 넙치, 조피볼락, 문치가자미 등을 들 수 있었다.

이 정점에서는 9m 수층에서 2개의 폐통발이 발견되어 이곳에서 어업이 활발히 이루어 졌음을 알 수 있었다.

정점 5(표 3-3-24, R. 5): 외파수도 동쪽 연안정점으로 수면에서 9m까지는 큰 암반으로 이어져 있으며 그 이심에서는 편평한 사니질 바닥으로 이어지다가 다시 11m 수심에서 다시 잔 자갈과 암반으로 이루어져 12m 에서는 비교적 큰 바위들이 굴을 형성하는 곳이었다. 조사당일 수온은 17℃이었다. 10-15cm의 소형 쥐노래미가 19마리로 가장 우점하고 있었고 그 외 황해볼락, 두줄망둑이 확인되었다. 이 정점에서는 규모가 큰 암반이라도 표면이 밋밋하거나 편평하면 어류가 많이 모이지 않음을 보여 주는 곳이었다.

정점 6(표 3-3-24, R. 6): 외도 북쪽 여밭 정점이었으며 조사 당시 수온은 17℃, 육안으로 식별 가능한 거리는 약 2m전후였다. 수심 9m 까지 편평한 곳으로 바닥에는 작은 바위들이 많이 깔려 있었으며 수심 10m에는 비교적 큰 바위가 많은 곳이었다. 확인된 어종은 총 6종으로 두줄망둑이 7마리로 개체수가 가장 많았으며 그 다음으로 쥐노래미가 3마리로 우점하였으며 그 외 조피볼락, 황해볼락, 다섯동갈망둑, 넙치가 각각 1마리씩 관찰되었다. 수산어종은 25cm 급 한 마리와 13cm 조피볼락이었다. 잔 바위가 많은 탓인지 큰 개체는 많이 관찰되지 않았다.

표 3-3-24. 2004년 추계(10월) 태안바다목장의 연안 암반에서 확인된 어종

Table 3-3-24. Fish species observed at the rocky bed in Taeon marine ranching area (October, 2004)

No.	Scientific name	Korean name	R. 1		R. 2		R. 3	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Syngnathus schlegeli</i>	실고기	12	1	-	-	-	-
2	Engraulidae sp.	멸치류	-	-	-	-	-	-
3	<i>Mugil cephalus</i>	송어	-	-	30	1	-	-
4	<i>Sebastes koreanus</i>	황해볼락	10-15	10	4, 10-12	2, 7	10-15	4
5	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	6-8, 15-25	15, 4	15-28	15	15	1
6	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	20	1	20	1	-	-
7	<i>Hexagrammos otakii</i>	귀노래미	13-18, 25	25, 1	12-25, 40	15, 1	13-15	8
8	<i>Bero elegans</i>	베로치	4-5	4	-	-	-	-
9	<i>Parablennius yatabei</i>	청베도라치	-	-	4	1	-	-
10	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑	4-15	45	6-10	23	-	-
11	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	두줄망둑	3-8	75	4-5	80	-	-
12	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	-	-	-	-	-	-
13	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	-	-	35	1	-	-
14	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	-	-	-	-	-	-
			8		9		3	
1	<i>Syngnathus schlegeli</i>	실고기	-	-	-	-	-	-
2	Engraulidae sp.	멸치류	4-5	1000 ↑	-	-	-	-
3	<i>Mugil cephalus</i>	송어	-	-	-	-	-	-
4	<i>Sebastes koreanus</i>	황해볼락	9-15	9	10-13	3	-	-
5	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	13-15	3	-	-	13	1
6	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	-	-	-	-	-	-
7	<i>Hexagrammos otakii</i>	귀노래미	10-15	13	10-18	19	15-18	3
8	<i>Bero elegans</i>	베로치	-	-	-	-	-	-
9	<i>Parablennius yatabei</i>	청베도라치	-	-	-	-	-	-
10	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑	-	-	-	-	-	-
11	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	두줄망둑	6-8	3	6-8	2	4-6	7
12	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	25-28	2	-	-	-	-
13	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	40	1	-	-	25	1
14	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	25	1	-	-	-	-
			8		3		4	

※ R. 3~R. 6 : Video 촬영본 분석

② 자연암반

정점 1(표 3-3-25, AR. 1): 외파수도 부근에 설치된 인공어초 정점으로서 수심 24m인 사패질 바닥에 콘크리트 사각어초가 3-4단으로 잘 쌓여 있었다. 인공어초의 안과 주변에서 확인된 어종은 총 7종으로 암반 정점과 거의 유사하였다.

가장 많은 수가 확인된 종은 쥐노래미로 9마리, 그 다음으로 조피볼락 13-40cm 급이 7마리였다. 그 외 황해볼락, 두줄망둑, 말쥐치, 넙치, 문치가자미 등이 있었다. 이 중 문치가자미와 넙치는 인공어초 위에서도 보이지만 이 정점에서는 인공어초 옆의 사패질 바닥에서 확인되었다. 수산어종으로는 자연 암반에서와 마찬가지로 조피볼락과 쥐노래미가 대표적인 어종으로 나타났다. 특히 조피볼락은 15-40cm 범위로 개체 크기차이가 컸으며 약 50%는 이미 수확이 가능한 크기가 차지하고 있어 이 인공어초어장은 수산 어장으로 이용 가능한 것으로 판단되었다.

정점 2(표 3-3-25, AR. 2): 외파수도 북쪽 2마일 위치에 설치된 인공어초 어장이었다. 설치된 빨 바닥으로 수심은 27m였으며 조사당일 수온은 17℃였다. 사각어초 표면에는 미더덕, 태형동물 등 부착생물이 있었으며 쥐노래미가 가장 많은 개체수를 나타내었다. 총 4종의 어종이 확인되었으며 쥐노래미 외에 조피볼락, 황해볼락, 두줄망둑이었다. 이 어초에서는 폐어망, 로프, 어망, 낚추, 낚시줄, 폐 드럼통, 통발 등이 다양한 어구들이 어초에 많이 감겨 있거나 버려져 있어 그동안 어획 강도가 높았던 어초중의 하나였음을 보여주고 있었다.

정점 3(표 3-3-25, AR. 3): 외파수도 북쪽 정점 2와 가까운 곳의 어초로서 수심 25m바닥에 설치된 어초였다. 조사 당일 수온은 17℃였다. 총 3종의 어종이 확인되었으며 쥐노래미, 조피볼락, 황해볼락의 3종만 확인되었으며 3종의 개체수는 6-9마리로 유사하였다. 폐그물 하나가 어초에 붙어 있었다.

정점 4(표 3-3-25, AR. 4): 정점 3과 가까운 위치에 설치된 어초군으로 수심 24m 빨바닥에 놓여 있었다. 이 정점에서 역시 폐어망(자망그물)이 확인되었으며 어종은 총 4종으로 그 중에서 조피볼락이 전장 13-24cm 급 11마리로 우점하고 있었다. 그 다음으로 쥐노래미, 황해볼락 순이었다.

정점 5(표 3-3-25, AR. 5): 내파수도 분서의 서쪽 2마일 해상에 위치한 어초 어장으로 수심은 27m이었다. 조사 당일 수온은 18℃, 육안으로 확인할 수 있는 거리는 약 3m로 비교적 투명도가 높았다. 바닥은 빨이었으며 문치가자미, 쥐노래미 등과 별불가사리 등이 관찰되었다. 어종은 총 5종으로 개체수에 있어서는 황해볼락, 쥐노래미, 문치가자미, 조피볼락 순이었다. 이 정점에서도 역시 폐어망이 관찰되었다.

표 3-3-25 2004년 추계(10월) 태안바다목장의 인공 어초에서 확인된 어종

Table 3-3-25. Fish species observed at artificial reefs in Taeon marine ranching area (October, 2004)

No.	Scientific name	Korean name	AR. 1		AR. 2		AR. 3	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Sebastes koreanus</i>	황해볼락	10~15	13	10-13	6	10-13	6
2	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	15~25, 30~40	20, 3	25	1	20-26	9
3	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	12~28	9	15-24	10	15-18	7
4	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	-	-	-	-	-	-
5	<i>Tridentiger trignocephalus</i>	두줄망둑	3~6	8	4-5	5	-	-
6	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	20	2	-	-	-	-
7	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	30	1	-	-	-	-
8	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	25	2	-	-	-	-
			7		4		3	

※ AR. 2~AR. 5 : Video 촬영본 분석

표 3-3-25. 계속

Table 3-3-25. Continued

No.	Scientific name	Korean name	AR. 4		AR. 5	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Sebastes koreanus</i>	황해볼락	10-12	2	10-15	6
2	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	13-24	9	20	1
3	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	10-24	3	13-26	5
4	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	18	1	-	-
5	<i>Tridentiger trignocephalus</i>	두줄망둑	-	-	-	-
6	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	-	-	18-22	2
7	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	-	-	30	1
8	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	-	-	-	-
			4		5	

※ AR. 2~AR. 5 : Video 촬영본 분석

이상의 자연 암반, 인공어초 어장에서의 어류상 및 수산어종 확인 결과 이 해역에는 대개 10종 미만의 정착성 어종이 서식하고 있었으며 그 중에서 쥐노래미, 조피볼락 및 황해볼락이 우점하고 있는 것으로 나타났다. 태안바다목장해역의 가을철 대표적인 수산어종으로는 조피볼락, 쥐노래미, 넙치가 있음을 알 수 있었다.

따라서 태안바다목장의 경우 대표적인 수산어종이 조피볼락, 넙치, 쥐노래미로 파악되었다. 이 종들을 대상으로 한 수산자원 증식을 피하기 위해선 지난 1970년대부터 수산자원 증식 목적으로 개발된 인공어초(국립수산진흥원, 1967, 1987, 1989; 서와 정, 1981; 류 등, 1986; 이, 1994; 김 등, 1995; 해양수산부, 2000; 인천광역시, 2001; 제주대 해양과환경연구소, 2002)나 1998년부터 통영바다목장을 조성하기 위하여 조피볼락, 볼락용으로 개발한 어초(Myoung and Park, 2001; 명 등, 2003; 한국해양연구소, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003)를 변형 없이 현지 태안 앞바다의 해양 환경에 맞게 사용하면 가장 경제적인 것으로 생각되었다.

또, 조사 대상이 된 대부분의 이 해역 내 인공어초는 폐어망, 폐로프, 폐어구 등이 버려져 있거나 어초에 걸려 있어, 이 어장들이 각 종 어구를 사용한 어획장소로 사용되어 왔음을 보여 주고 있었다. 향후 장기적인 인공어장 사후 관리를 위해서는 적합한 어구나 조업 방법 등에 대한 연구도 병행되어야 할 것으로 생각되었다.

제 4 절 요약 및 결론

1. 자원 생태 특성

바다목장 조성 해역의 유용 무척추동물은 꽃게(*Portunus trituberculatus*), 민꽃게(*Charybdis japonica*), 대하(*Fenneropanaeus chinensis*), 중하(*Metapenaeus joyneri*), 갯가재(*Oratosquilla oratoria*), 주꾸미(*Octopus ocellatus*), 꼴뚜기(*Loligo beka*), 갑오징어(*Sepia esculenta*), 비단가리비(*Chlamys farreri*), 참전복(*Haliotis discus hannai*), 큰이랑피조개(*Scapharoa satowi*), 갈색띠매물고둥(*Neptunea arthritica cumingii*), 피빨고둥(*Rapana venosa*), 각시수랑(*Volutharpa ampullacea perryi*), 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*) 등 15종

대하의 우량종묘 확보 기술 개발 실험 결과 3월 중순 모하로 사용하기 위하여 채집된 미성숙 대하는 10%의 낮은 감염률을 보였으나, 1개월 동안 먹이로 두토막눈썸참갯지렁이를 사용한 결과 감염률이 56%까지 상승하였다. 같은 시기에 자연에서 채집된 대하는 12%의 감염률을 보였고, 먹이로 사용된 두토막눈썸참갯지렁이를 대상으로 WSSV 감염 여부를 실험한 결과 81%의 높은 감염률을 나타내었다. 실험에 사용한 중간숙주 대상생물은 모두 12종으로, 각 종별로 10개체씩을 채집하여 실험한 결과 말뚝망둥어 50%, 두토막눈썸참갯지렁이 20%, 바위게 10%, 곤쟁이류 70%, 방게 20%, 흰베도라치 100%, 바지락 20%, 게유생 100%, 요각류 30%의 감염률을 보였고 반면 민챙이, 농게, 대수리는 감염을 보이지 않았다.

조피볼락의 축제식과 육상수조식에서의 종묘생산방법에 따른 우량형질을 판정하기 위하여 RAPD PCR을 이용하여 이 두 집단에 대한 유전 다양성을 분석하였다. RAPD primer는 SRILS Uniprimer kit(서린 과학)로 총 12개의 primer를 사용하였으며 축제식과 육상수조식 각각 16마리의 가슴지느러미에서 genomic DNA를 추출하여 사용하였다. 실험 결과 축제식 양식장에서 생산된 조피볼락 종묘 집단의 유전 다양성은 평균 61.8%, 육상수조에서 생산된 조피볼락 종묘 집단은 평균 51.4%로 축제식 방법에서의 종묘가 다양성이 높은 것으로 나타났다. 집단별 평균 유사도는 두 집단 각각 0.88, 0.87로 큰 차이는 없었다.

2. 대상종 서식 특성

태안 바다목장 대상지역의 조간대 갯벌은 암반과 사질혼합형(꽃지해수욕장 주변)과 암반과 펄 혼합형(중장리~장곡리 지선), 펄·사질혼합형(고남리 지선)으로 구분할 수 있다. 이들 3구역은 지역별로 접근성이 다를 뿐만 아니라 서식생물의 분포 특성이 다른 특징을 가지고 있다. 1구역인 꽃지해수욕장 주변은 잘 발달된 사질과 암반이 조화롭게 분포하고 있어 서식생물의 다양성이 나타나고 있으며, 3구역인 고남리 지선은 펄과 사질이 혼합되

어 바지락 등의 한정된 생물이 서식하고 있다. 2구역인 중장리~장곡리 지선은 암반과 펄이 혼합된 지역으로 1구역과 3구역의 중간수역에 해당한다.

태안 바다목장 대상지역의 조간대 갯벌 자원조성은 지형 및 저질 특성에 따라 2구역 또는 3구역으로 나누어 추진하는 것이 효과적이다. 갯벌지역의 자원조성은 1차적으로 현재 서식하고 있는 자연자원을 일정기간 동안의 보호구역 설정 등을 통해 증식을 유도하고 2차적으로는 정밀 적지조사를 통해 외부종의 이식을 유도하는 것이 바람직하다. 갯벌지역의 자원조성은 기존의 저질을 활용한 체험어장 기능의 자연증식과 씨뿌림 및 양식시설물 설치를 통한 경제성 품종의 적극적인 육성이 필요하다. 갯벌지역에서 자원조성이 가능한 품종은 참굴과 바지락, 동죽, 가무락 등을 들 수 있으며, 참굴의 경우 사질역에서 가상식에 의한 개체굴의 대량 양식도 가능하다. 특히 개체굴에 의한 가상식 양식은 참굴의 품질고급화를 유도할 수 있어 바다목장 해역과 인접한 태안군 남면해역이 패류 위생조사 구역(서해수산연구소, 2006년)으로 지정될 경우 수출품종으로의 육성도 가능해질 것이다. 대상종의 종묘확보는 참굴은 서해안에서 인공종묘생산기술이 확보되어 있어 개체굴에 의한 인공종묘의 대량공급이 가능하다. 바지락은 종묘생산기술이 초기단계에 있어 우선 종묘발생장 보호를 통한 자연 증식과 외부로부터의 종묘공급이 필요하며, 가무락과 동죽 역시 외부로부터 공급되어야 한다. 다. 이들 품종들은 체험어장 대상품종으로 적합하다.

한편 대규모 양식장 조성에 의한 생태계의 안정성 확보를 위해서는 환경과의 조화를 배려한 대상품종의 적정성, 환경수용력, 서식구역, 씨뿌림 크기, 먹이생물과 포식자 간의 종조성, 질병문제, 유전적 다양성, 씨뿌림 방법의 최적화, 씨뿌림 효과의 측정방법 개발 등의 검토와 함께 발생지역이 확산되고 있는 고남리 지역의 축 구제 대책이 필요하다. 갯벌지역의 서식특성을 파악하기 위하여 태안 바다목장 대상지역의 조간대 조사 결과 연체동물은 27과 40종, 절지동물 11과 14종, 극피동물 5과 5종 등 총 43과 59종이 출현하였다. 조하대 어류 및 무척추동물(갑각류 및 연체동물, 극피동물)의 분포특성을 파악하기 위하여 소형기선저인망, 새우자망, 복합자망, 통발을 이용하여 조사한 결과 총 79종이 출현하였으며, 그 중 어류가 39종, 절지동물 10종, 연체동물 21종 및 극피동물 9종이 어획되었고 총 어획량은 24,439마리, 553kg였다.

3. 자원 현황

조간대 패류의 현존량 조사결과 참굴은 승언리 등 5개 지선 모두에서 출현하였으며, 대부분의 지역에서 우점종으로 나타났다. 참굴의 분포면적은 138ha였으며, 전체 자원량은 3,530.8톤으로 추정되었다. 바지락은 승언리를 비롯한 5개 지선 모두에서 출현하였으나, 고남리 지선에서만 우점하는 것으로 나타났다. 바지락의 분포면적은 70.2ha였으며, 전체 자원량은 348.5톤으로 추정되었다. 조하대 무척추동물 중 해삼과 전복은 외파수도를 비롯한 6개 지역 모두에서 출현하였으며, 해삼의 분포면적은 115.9ha, 전체 자원량은 90.6톤으

로 추정되었고, 전복은 58.0ha, 전체 자원량은 38.2톤으로 추정되었다. 갯벌지역에서 자원조성이 가능한 품종은 참굴과 바지락, 동죽, 가무락 등이며, 참굴의 경우 사질역에서 가상식에 의한 개체굴의 대량 양식도 가능하다. 특히 개체굴에 의한 가상식 양식은 참굴의 품질고급화를 유도할 수 있다. 이와 함께 발생지역이 확산되고 있는 고남리 지역의 쪽 구제대책이 필요하다. 대상종의 종묘확보는 참굴은 인공종묘생산기술이 확보되어 있어 개체굴에 의한 종묘의 대량공급이 가능하며 바지락과 가무락(*Cyclina sinensis*), 동죽(*Macrta veneriformis*)은 외부로부터의 공급이 필요하다.

바지락의 건강도 측정 결과, CI는 황도와 방포 지역이 상대적으로 낮았으며 고남과 누동 지역의 바지락이 높게 조사되었다. 면역력 측정에 의한 혈구 사망률은 누동과 고남 지역의 바지락이 방포와 황도 바지락 보다 높았으며, 식세포율은 누동과 고남 바지락이 황도와 방포 바지락 보다 높았다. 총 혈구 수는 고남과 황도에서 높게 조사된 반면, 누동과 방포 지역의 바지락에서 낮게 조사되었다. 기생충 감염도는 황도 바지락에서 약 160만 개체/g의 바지락포자충이 검출되었고, Brown Ring Disease (BRD, 원인균 *Vibrio tapetis*) 역시 황도 바지락에서 높게 조사되었다. 흡충류는 고남과 황도 바지락에서 감염도가 높았다. 생화학적 조성의 경우 바지락 조직내 단백질 함량은 누동 바지락이 다른 지역과 비교 시 상대적으로 높았으며, 탄수화물 함량은 황도 바지락이 극히 낮게 검출되었다. 지질의 함량은 황도 바지락에서 낮게 조사 되었으나 통계적 유의성은 없었다.

태안 바다목장 대상지역의 조하대(기존의 C구역)는 해저지형 및 수심, 서식생물 분포 특성상 종달어를 포함한 연안층의 외도권(I 해역)과 분서를 포함한 외해층의 파수도권(II 해역)으로 구분할 수 있다. 수심과 유속이 낮은 연안층의 외도권은 해삼과 전복, 성게, 비단가리비 등 경제성 높은 유용 저서생물의 대량 서식지로 잠수기 등의 어업이 이루어지고 있으며, 내파수도권은 전복과 해삼양식의 주요 산지는 물론 자연산의 서식밀도가 매우 높은 곳이다.

조하대 수역의 자원조성 방향은 기존의 C구역을 I 해역(외도권)과 II해역(파수도권)으로 구분하여 추진하는 것이 효과적일 것이다. 조하대 수역의 자원조성은 I해역 중 종달어 수역은 해삼과 비단가리비의 씨뿌림이 가능하겠으며, 외도수역은 해삼과 전복, 비단가리비의 씨뿌림이 가능하겠다. II해역 중 내파수도와 외파수도는 전복, 해삼, 비단가리비의 씨뿌림양식이 가능하며, 15~20m의 수심이 유지되는 내파수도와 외파수도 사이 및 인근 주변해역은 비단가리비와 키조개(*Atrina pectinata*)의 수하식양식장으로 개발이 가능하다. 분어 수역은 전복과 해삼, 비단가리비의 씨뿌림 양식이 가능하다. 이곳에서 자원조성은 기존에 서식하고 있는 경제성 품종을 대상으로 정밀 적지조사를 통한 적극적 관리와 함께 일정기간 동안 보호구역으로 설정이 필요하다. 한편 대규모 양식장 조성에 의한 생태계의 안정성 확보를 위해서는 환경수용력, 씨뿌림 수역의 적정성, 씨뿌림 종묘의 크기, 유전적 다양성, 씨뿌림 방법의 최적화, 씨뿌림 효과 측정방법 개발 등의 검토가 필요하며,

씨뿌림 이전에 대상생물에 대한 정밀 적지조사가 반드시 필요하다.

어류를 대상으로 자망조사에서 총 9종의 어류가 조사되었는데 10월에 8종, 12월에 5종이었다. 개체수와 총중량에 있어서는 10월에는 36마리, 7,247g이었고 12월에는 48마리, 11,108g으로 개체수와 총중량이 많았다. 서해안에서 연 중 정착하고 태안 바다목장의 대상 어종인 조피볼락과 쥐노래미는 각각 7마리, 890g, 5마리 668g을 차지하여 문치가자미에 이어 많이 출현하였다. 12월에는 홍어가 20마리, 4,052g 조사되었고 삼세기가 18마리 5,230g로서 언급한 2종이 이 달 전체 출현개체수의 79%, 총중량의 84%를 차지하여 대부분을 이루었다. 잠수조사에서 자연 암반에서는 노래미, 쥐노래미, 다섯동갈망둑, 두줄망둑, 황해볼락, 조피볼락 등 각 정점에서 10종 이하의 어종이 확인되었고, 황해볼락과 조피볼락은 비교적 큰 바위의 아래나 틈에 편중 분포하고 있는 특성을 보였다. 인공어초는 수심 20-25m의 사패질 바닥에 콘크리트 사각어초가 3-4단으로 잘 쌓여 있으며 조피볼락, 쥐노래미, 황해볼락 등 어종이 우점하고 있었으며 그 외 두줄망둑, 말쥐치, 넙치, 문치가자미 등을 포함하여 총 8종이 관찰되었다.

참고문헌

- Abott, R. T. and K. J. Boss, 1989. A classification of living Mollusca. 195pp. American Malacologists, Inc. Melbourne.
- Allam, B., K. A. Ashton-Alcox, and S. E. Ford. 2002. Flow cytometric comparison of haemocytes from three species of bivalve molluscs. *Fish & Shellfish Immunology*, 13: 141-158.
- Blears, M. J., S. A. De Grandis, H. Lee and J. T. Trevors, 1998. Amplified fragment length polymorphism(AFLP): a review of the procedure and its applications. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 21: 99-114.
- Bligh, E.G., and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
- Bowman, T.E., and L.G. Abele, 1982. Classification of recent Crustacea, *In: The Biology of Crustacea, Vol. 1, Systematic, the Fossil Record, and Biogeography*, (ed., L.G. Abele). Academic Press, New York, pp. 1-27.
- Callejas, C. and M. D. Ochando, 2001. Molecular identification (RAPD) of the eight species of the genus *Barbus* (Cyprinidae) in the Iberian Peninsula. *J. Fish Biol.* 59: 1589-1599.
- Choe, B. L. and J. K. Park, 1997. Description of Muricid species (Gastropoda: Neogastropoda) collected from the coastal areas of South Korea. *Korean J. Bio. Sci.*, 1(2): 281-296.
- Choe, B. L., 1992. Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea Vol. 33 Mollusca(II). Ministry of Education, Seoul, 860 pp. 126 pls. (in Korean).
- Dai, A. and Yang S., 1991. Crabs of the China Sea. China Ocean Press Beijing. pp. 1-606.
- Degani, G., J. Pitcovski, T. Dobski and Y. Plotsky, 1997. DNA fingerprint bands applied to analysis of variations in angelfish (*Pterophyllum scalare*)(Cichlidae) strains. *J. Aquacult. in the Tropics* 12(1): 43-51.
- Dinesh, K. R., T. M. Lim, K. L. Chua, W. Chan and V. P. E. Phang, 1996. Genetic variation inferred from RAPD fingerprinting in three species of tilapia. *Aquacult. International* 4(1): 19-30.
- Ellis, M.S., R.D., Barber, R.E. Hillman, Y. Kim, and E.N. Powell. 1998. Histopathology analysis. In) Sampling and analytical methods of the National Status and Trends Program Mussel Watch Project: 1993-1996 Update. NOAA Technical Memorandum

- NOS ORCA 130, Maryland, pp 198-215.
- Farfante, I. P., and B. Kensly, 1997. Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the World, keys and diagnoses for the families and genera. Mem. Mus. Nat. Hist. Nat., 233 pp.
- Habe, T., 1977. Systematics of Mollusca in Japan. Bivalvia and Scaphopoda. Zukan-no-Hokuryukan Co., Tokyo, 372 pp., 72 pls. (in Japanese).
- Holthuis, L.B., 1993. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda), with an appendix of the Order Amphiodacea. Nat. Natuurhist. Mus., pp. 1-328.
- Huang, C. H., L. R. Zhang, J. H. Zhang, L. C. Xiao, Q. J. Wu, D. H. Chen and J. K. Li, 2001. Purification and characterization of White Spot Syndrome Virus (WSSV) produced in an alternate host: crayfish, *Cambarus clarkii*. Virol. Res. 76: 115-125.
- Jones, C. J., K. J. Edwards, S. Castaglione, M. O. Winfield, F. Sala, C. Van de Wiel, G. Bredemeijer, B. Vosman, M. Matthes, A. Daly, R. Brettschneider, P. Bettini, M. Buiatti, E. Maesti, A. Malcevschi, N. Marmiroli, R. Aert, G. Volckaert, J. Rueda, R. Linacero, A. Vazquez and R. Aert, 1997. Reproducibility testing RAPD, AFLP and SSR markers in plants by a network of European laboratories. *Mol. Breed.* 3: 381.
- Kim, H.S., 1973. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. vol. 14, Annomura & Brachyura. Samhwa Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 694 pp., pls. 1-112.
- Kim, H.S., 1977. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. vol. 19, Macrura. Samhwa Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 414 pp., pls. 1-56.
- Kim, H.S., 1985. Systemtic studies on crustaceans of Korea, 1. Decapods. Proc. Coll. Natur. Sci., SNU, 10(1): 63-94.
- Liu, Z. J., P. Li, B. J. Argue and R. A. Dunham, 1999. Random amplified polymorphic DNA marker: usefulness for gene mapping and analysis of genetic variation of catfish. *Aquacult.* 174: 59-68.
- Mann, R., and S.J. Glomb. 1978. The effect of temperature on growth and gametogenesis in the manila clam *Tapes japonica*. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 6: 335-339.
- Marin, M. G., V. Moschino, M. Deppieri, and L. Lucchetta. 2003. Variations in gross biochemical composition, energy value and condition index of *T. philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture* 219: 859-871.

- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1992. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press. Tokyo, Text 456 pp, Plates 378 pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino (eds.). 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press. Japan. 437p+370pls.
- Myoung, J.G. and Y.J. Park. 2001. Monthly changes of fish fauna at experimental artificial reef in Tongyeong marine ranching area, Korea. *Ocean and Polar Research*, 23(3): 311-313.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai University Press. 1474pp.
- Nam, Y. K., D. S. Kim, 2002. Molecular cloning and alternative splicing of growth hormone transcripts in greenling, *Hexagrammos otakii*. *J. Kor. Fish. Soc.* 35(6): 676-681.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World (3rd ed.). John Wiley & Sons. New York, 550pp.
- Okutani, T. and Habe, T., 1990. The mollusks of Japan. Gakken illustrated nature encyclopedia. Gakken Pub. Co. Tokyo. 301 pp. (in Japanese).
- Okutani, T.(editor in chief), 1986. Mollusca. Illustrations of animals and plants. Sekaibun-sha Pub. co., Japan. 399 pp. (in Japanese).
- Osten, M., M. Den Bieman, M. T. R. Kuiper, M. Pravenec, V. Kren, T. W. Kurtz, H. J. Jacob, E. Lankhorst and B. F. M. Van Zutphen, 1996. Use of AFLP markers for gene mapping and QTL detection in the rat. *Genomics* 37: 289-292.
- Paillard, C., and P. Maes. 1994. The brown ring disease symptom in the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*: establishment of a classification system. *Dis. Aquat. Org.* 19: 137-146.
- Park, I.-S., J. H. Jo, S. J. Lee, Y. A. Kim, K. E. Park, J. W. Hur, J. S. Yoo and Y.-C. Song, 2003. Anaesthetic effect of lidocaine hydrochloride-sodium bicarbonate and MS-222 on the greenling (*Hexagrammos otakii*). *J. Kor. Fish. Soc.* 36(5): 449-453.
- Park, K.-I., and K.-S. Choi. 2001 Spatial distribution of the protozoan parasite *Perkinsus* sp. found in the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Korea. *Aquaculture*. 203: 9-22.
- Roa, A. C., M. M. maya, M. C. Duque, J. Tohme, A. C. Allem, M. W. Bonierbale, 1997. AFLP analysis of relationships among *cassava* and other *Manihot* species. *Theor. Appl. Genet.* 95: 741-746.
- Sim, M. A., J. K. Noh, Y. K. Nam and D. S. Kim, 2002. Cytogenetic analysis of spotty

- belly greenling (*Hexagrammos agrammus*) and Greenling (*H. otakii*). J. Kor. Fish. Soc. 35(6): 682-685.
- Takashi, A., Takanori. K. Kenji, S. Ichiro N. 1996. Tissue preservation total DNA extraction from fish stored at ambient temperature using buffers containing high concentration of urea. Fish. sci. 62 : 727-730.
- Taylor, K.A. 1995. A modification of the phenol sulfuric acid method and total sugar determination. Appl Biochem & Biotechnol 53: 207-214.
- Vos, P., R. Hodgers, M. Bleeker, M. Reijans, T. van de Lee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, M. Zabeau, 1995. AFLP, a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* 23: 4407-4414.
- Yum, S. S., 1988. Classification and distribution of Korean Polyplacophora(Mollusca). M.S. Thesis, Sung Kyun Kwan University, 104pp. (in Korean).
- Yum, S. S., 1995. Systematic study of Korean neoloricates(Polyplacophora, Mollusca) based of karyotype and character analyses. Ph. D. Thesis, Sung Kyun Kwan University, 232p. (in Korean).
- 内海富士夫, 1990. 學研生物圖鑑「水産生物」. 學習研究社, 東京.
- 국립수산과학원, 2001. 한국새우류도감, 2001. 한글그라픽스, 부산.
- 국립수산과학원, 2002. 연안 어장 환경 평가 보고서. 401pp.
- 국립수산진흥원, 1999. 한국 연근해 유용연체동물도감. 197pp.
- 국립수산진흥원. 1967. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 67: 1-180.
- 국립수산진흥원. 1987. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 72: 1-77.
- 국립수산진흥원. 1989. 전국연안 인공어초어장 생산성조사. 수진사업보고, 82: 107pp.
- 권창희, 2001. 국내발생 새우 White Spot Syndrom Virus (WSSV)의 형태학적 특징. Kor. J. Anim. Sci. 17(4) : 283-285.
- 김동준, 2003. 칼납자루, *Acheilognathus koreensis*와 임실납자루, *Acheilognathus somjinensis*의 분자계통학적 연구. 순천향대학교 석사학위논문. 48pp.
- 김두남 · 강영실 · 이정우. 1995. 인공어초에 서식하는 부착생물의 시공간적 연구. 수진연구보고, 49: 7-16.
- 김상근 · 고창순 · 송천호, 1987. 조피볼락종묘생산기술개발시험. 수진사업보고. 71: 117-122.
- 김용억 · 김용문 · 김영섭, 1994. 한국연근해 유용어류도감. 예문사. 299pp.
- 남윤권, 1995. 어류의 혈구세포 및 정자로부터 새로운 DNA 추출 방법 개발에 관한 연구. 부산수산대학교 대학원 석사학위논문. P. 40.
- 류청로 · 장선덕 · 임기봉. 1986. 인공어초의 규모와 배치에 관한 연구. 국립수산진흥원연

- 구보고, 38: 1-24.
- 명정구 · 박용주 · 조선희 · 강래선 · 박홍식 · 김종만 · 박정호 · 홍경표 · 최홍석, 2003. 통영바다목장 내에 설치된 목선강제복합어초의 어류상. 수중과학기술, 4(1); 1-8.
- 명정인 · 고태승 · 김병균, 1998. 사육수의 염분도, 사육밀도 및 먹이 공급량이 조피볼락, *Sebastes schlegeli*의 초기 생존율에 미치는 영향. 수진연구보고. 54: 47-55.
- 문교부, 1973. 한국동식물도감(제14권 동물편, 집계 · 개류). 삼화서적주식회사, 1973. 서울.
- 민 패류박물관, 2001. 신원색한국패류도감. 한글. 332pp.
- 三宅貞祥, 1986. 원색일본대형갑각류도감(Ⅱ). 保育社, 東京
- 서두옥 · 정용진. 1981. 제주도연안에 있어서 인공어초의 안정성. 제주대학 해양자원연구소, 47-54.
- 서해수산연구소, 2001. 21세기 서해 수산 발전을 위한 자료집, 수산 증양식 분야.
- 이순길 · 김용익 · 명정구 · 김종만. 2000. 한국산어명집. 정인사. 서울, 222pp.
- 이정우. 1994. 인공어초의 분산특성에 관한 실험적 연구. 부산수산대학교 석사학위졸업논문, 43pp.
- 이창규 · 김상근 · 박노대, 1994. 조피볼락 종묘양산시험. 수진사업보고. 114: 81-84.
- 인천광역시. 2001. 2000년 인공어초 시설사업 효과조사(최종보고서). 인천, 223pp.
- 장계남, 2002. 패류양식. 삼광출판사. 424pp.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 서울.
- 조치대, 2000. 해산어류양식 생산량 절반차지: 올해 종묘입식량 30% 늘듯. 수산양식. 12(126): 99-104.
- 최윤, 김지현, 박종영, 2002. 한국의 바닷물고기, 교학사, 서울.
- 한국동물명집, 1997. 한국동물분류학회 편저(곤충제외). 아카데미서적. 489pp.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적. 서울, 489pp.
- 한국해양연구소. 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 980pp.
- 한국해양연구소. 1999. '99 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 902 pp.
- 한국해양연구소. 2000. 바다목장 해역내에서의 강제어초 효과에 관한 연구. 서울, 246 pp.
- 한국해양연구원. 2002. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 1차년도) 보고서. 서울, 738pp.
- 한국해양연구원. 2003. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 2차년도) 보고서. 서울, 708pp.
- 한국해양연구원. 2004. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 3차년도) 보고서. 서울, 1119pp.
- 해양수산부. 2000. 인공어초시설사업의 종합 평가 및 향후 정책방향 설정에 관한 연구. 서울, 242pp.

- 허문수 · 손상규 · 심두생 · 김진우 · 박명애 · 이주석 · 최동림 · 정승희 · 김영진 · 오명주.
2000. 양식새우(*Penaeus chinensis*) 에서의 White Spot Baculovirus의 분리 및 특성. 한국어병학회지. 13(1): 7-13.
- 홍승현 · 전창영 · 김백균, 1990. 조피볼락 종묘양산시험. 수진사업보고. 86: 29-38.

여 백

제 4 장 이용 · 관리

제 1 절 서 론

본 절은 태안바다목장 해역의 기반조성단계의 연구로서 수산업 현황과 해역 이용·관리실태를 조사 및 분석하였으며, 기존의 태안바다목장 마스터플랜을 재검토하여 자연과학 및 사회과학 분야의 조사자료를 바탕으로 기존에 수립된 바다목장의 사업실시계획을 수정하는 한편, 어업인의 적극적인 참여와 협력을 이끌어 냄으로써 성공적으로 바다목장을 조성하고 이용할 수 있도록 하기 위해 바다목장 이용관리계획을 수립하였다.

구체적인 연구내용으로서 우선 바다목장 인근의 어가수, 어업인구, 어선세력 등 수산업 실태와 어촌계원들이 행하고 있는 어선어업, 마을어업, 정치성구획어업 및 가두리양식어업 등 해역이용 및 경영실태를 조사·분석한다. 이때 어획량은 대상 어종별 최대자원량의 추정결과를 기초로 MSY를 추정하여 계산하였고, 어종별 어가는 회귀분석으로, 비용은 수익성 분석결과를 기초로 추정하였다. 이러한 경영실태 분석결과는 추후 바다목장이 완전히 조성된 후 사업성을 비교·평가하기 위해 사용될 것이다.

다음으로는 기존에 수립된 태안 갯벌형 바다목장 마스터플랜을 수정하기 위하여 사회경제적 사전 타당성 분석결과와 자연과학적 연구결과를 토대로 사업모델 및 범위를 설정한 후 사업주체 범위 및 역할을 재수립하는 한편, 민간을 비롯하여 정부 및 지자체의 관련계획과 연계한 사업비 조달 및 투자방안을 수립한다. 또한 바다목장에서 생산되는 각종 수산물들을 적절히 이용할 수 있는 유통체계를 마련하기 위해 태안 바다목장 해역 주변의 수산물 유통시설 및 판매현황을 파악하고 소비패턴 등에 대한 기초조사를 실시한다.

마지막으로 바다목장을 효율적으로 이용·관리할 수 있는 체제를 구축하기 위해 태안 바다목장 인근의 어업인들을 중심축으로 하는 한편, 행정 및 기술적 자문을 위해 국립수산물연구원 서해수산연구소, 충청남도, 태안읍 및 대산지방해양수산청의 관련 공무원을 참여시키는 “태안 갯벌형 바다목장 관리이용협의회”를 구성·운영하도록 한다. 또한 어업인의 자율적인 참여를 유도하기 위해서 “자율관리어업위원회”를 운영방안을 마련하는 한편, 어업인을 대상으로 바다목장에 대한 홍보물을 연중 제작·배포하고 설명회도 개최하도록 한다.

본 장에서 제시하는 태안 갯벌형 바다목장사업은 해역특성과 어업특성, 사회경제적인 특성이 여수 및 통영바다목장은 물론 동해 및 제주바다목장과도 다르며 또 하나의 특색 있는 새로운 시범사례이므로, 타지역 바다목장 사업의 이용·관리에 적용함으로써 효율적으로 사업을 추진할 수 있을 것이다.

제 2 절 해역이용 · 관리실태

1. 수산업 실태

본 보고서에서는 후보지로 선정된 태안 안면권의 바다목장 해역지역에 대하여 직접 설문조사를 이용하여 수산업실태, 어장이용실태 그리고 어업경영실태 등을 조사하였다. 조사대상은 태안지역 총 71개 어촌계 중 태안갯벌형 바다목장 권역안에 속해있는 안면수협 소속 13개 어촌계로서, 행정구역상 구분은 안면읍 승언리와 신야리 그리고 고남면 장곡리와 고남리 등 4개리가 해당된다. 조사대상 어촌계는 다음과 같다. 방포어촌계, 외도어촌계, 신야2리어촌계, 귀곡어촌계, 장곡4리어촌계, 장돌어촌계, 구매어촌계, 고남어촌계, 탄개어촌계, 영항어촌계, 가정주어촌계, 만수동어촌계, 옷점어촌계 등이 포함된다.

가. 어업인구 및 어선세력

(1) 어가수 및 어업인구

표 4-2-1은 태안지역 세대 및 어가를 비교하고 있는데, 어가수의 현황을 보면 태안지역의 총 23,767가구의 약 16.5%인 3,921가구가 어업에 종사하고 있다. 바다목장 권역에 포함되는 안면읍과 고남면의 어가수는 모두 1,365가구로 해당 지역 전체 가구수 4,823가구의 28.3%이다.

표 4-2-2는 태안지역의 전체인구 및 어가인구를 나타내고 있으며, 태안지역 어업인구는 11,362명으로 전체인구 63,930의 17.8%를 차지하고 있다. 바다목장 권역에 포함되는 안면읍과 고남면의 어가인구는 모두 3,739명으로 해당 지역 전체 인구수 12,295명의 30.4%이다.

표 4-2-1. 태안지역 세대 및 어가

Table 4-2-1. Marine household of Taean area

읍면별	구분	세대 수	어 가 수			어가수비중(%)
			합계	전업	겸업	
합계		23,767	3,921	861	3,060	16.5
태안		9,413	89	22	67	0.9
안면		3,710	801	223	578	21.6
고남		1,113	564	90	474	50.7
남면		1,720	347	93	254	20.2
근흥		2,482	599	253	346	24.1
소원		2,389	848	124	724	35.5
원북		2,001	195	20	175	9.7
이원		939	478	36	442	50.9

자료 : 태안군 홈페이지(<http://www.taean.go.kr/>), 태안통계연보, 2003년 기준.

표 4-2-2. 태안지역 인구 및 어가인구

Table 4-2-2. Magnitude of fisherman in total population

읍면별	구분	전 체 인 구			어 가 인 구			어업인비중 (%)
		합계	남	여	합계	남	여	
합계		63,930	32,117	31,813	11,362	5,542	5,820	17.8
태안		26,907	13,572	13,335	280	143	137	1.0
안면		9,506	4,732	4,774	2,231	1,097	1,134	23.5
고남		2,789	1,356	1,433	1,508	720	788	54.1
남면		4,568	2,301	2,267	1,114	562	552	24.4
근흥		6,207	3,185	3,022	1,842	897	945	29.7
소원		6,393	3,188	3,205	2,545	1,232	1,313	39.8
원북		5,187	2,595	2,592	503	239	264	9.7
이원		2,373	1,188	1,185	1,339	652	687	56.4

자료 : 태안군 홈페이지(<http://www.taean.go.kr/>), 태안통계연보, 2003년 기준.

(2) 어선세력

표 4-2-3은 태안지역의 총 어선세력을 연도별, 톤수별로 분류한 것으로 전체 어선수는 2003년 현재 동력선 1,714척과 무동력선 28척을 포함하여 총 1,742척이다. 바다목장 권역 내의 어선세력은 전체 어선세력의 19.0%에 해당하는 331척이었으며, 이중 고남리가 198척으로 권역내 어선세력의 약 60%를 차지하였다(표 4-4-4 참조).

표 4-2-3. 태안지역 어선척수

Table 4-2-3. Fishing vessels of Taeon area

연별	구분	총 계				1톤	1~5톤	5~10톤	10~20톤	20~30톤	30~50톤	50~100톤
		동력		무동력								
		척수	톤수	척수	톤수							
1998		1,654	5,019.20	141	47.05	744	842	157	28	14	7	3
1999		1,708	5,540.68	109	36.35	661	926	181	26	20	2	1
2000		1,720	5,912.09	87	26.32	594	943	218	28	21	2	1
2001		1,799	6,848.43	45	15.90	517	985	275	33	24	9	1
2002		1,802	7,626.62	35	12.41	467	986	309	31	29	13	2
2003		1,714	7,426.73	28	10.55	418	910	341	29	18	13	13

자료 : 태안군 홈페이지(<http://www.taean.go.kr/>), 태안통계연보, 2003년 기준.

표 4-2-4. 바다목장 권역내 지역별 어선척수

Table 4-2-4. Fishing vessels of marine ranching area

지역	합계	승언리	신야리	장곡리	고남리
척수	331	84	35	14	198

주 : 동력선 척수임.

자료 : 태안군청 내부자료, 2003년 기준.

나. 어업 인허가

2004년도 태안지역 연안어업 허가 건수는 3,464건으로 조사되었으며, 이중 연안복합어업이 1,764건으로 전체의 50.9%를 차지하여 가장 많았고, 그 다음으로 연안자망어업이 1,153건으로 전체의 33.3%를 차지하였다(표 4-2-5).

바다목장 권역내 허가건수는 총 540건으로, 이중 복합어업이 244건으로 전체의 45.2%를, 자망어업이 193건으로 전체의 35.7%를 차지하고 있다(표 4-2-6).

표 4-2-5. 태안지역 연안어업 허가처분 상황보고

Table 4-2-5. Number of fishing licenses of Taeon area

어업의 명칭	전반기말			기간중		기간중		당해반기말			반기별	
	유효허가			처분상황		소멸상황		유효허가			유예현황	
	건수	척수	승선원	건수	척수	건수	척수	건수	척수	승선원	건수	척수
합계	3,464	1,755	3,305	434	284	395	196	3,503	1,843	4,167	3	1
연안자망어업	1,153	513	690	161	75	148	62	1,166	526	838	1	1
연안개량안강망어업	25	23	46	5	5	2	2	28	26	156		
연안낭장망어업	8	3	28	2	2	1	1	9	4	36		
연안안강망어업												
양조망어업	4	2	8	2	2	2	2	4	2	8		
석조망어업												
연안선망어업(무동력)												
연안통발어업	207	121	420	28	28	25	25	210	124	435		
연안들망어업												
분기초망어업												
새우방어업	302	116	99	26	26	22	22	306	121	614	1	
연안쌍끌이선인망어업												
연안형망어업(무동력)												
해조채취어업	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2		
연안복합어업	1,764	976	2,012	209	145	194	82	1,779	1,039	2,078	1	

출처 : 태안군청 내부자료, 2004년 기준.

표 4-2-6. 바다목장권역내 지역별 업종별 허가건수

Table 4-2-6. Number of fishing licenses in marine ranching area

구분	합계	자망	복합	새우방	통발	낭장망	개량안강망	양조망
합계	540	193	244	53	35	3	11	1
승언리	128	49	53	14	6	2	3	1
신야리	77	30	31	10	5	-	1	-
장곡리	21	10	11	-	-	-	-	-
고남리	313	104	149	29	23	1	7	-

출처 : 태안군청 내부자료, 2003년 기준.

태안지역 어업면허는 양식어업 270건과 정치망 등 기타 면허 84건 등 총 354건으로 면적은 약 5,009ha이다. 양식어업은 패류양식이 211건 1,721ha로 가장 많았으며 다음으로 마을어업이 78건에 1,577ha로 많아 태안지역의 대표적인 수산업은 패류를 대상으로 한 양식업 및 마을어업인 것으로 나타났다. 패류중에는 바지락 양식업과 마을어업의 면적이 약 1,193ha로 가장 많았고, 다음으로 전북 양식업 또는 해삼·전복 마을어업에 의한 면적이 521ha로 많았다. 태안지역 해조류 양식의 경우 양식 면적이 총 1,032ha로 이중 김 양식장이 1,209ha으로 대부분을 차지하고 있었다(표 4-2-7).

표 4-2-7. 태안지역 어업면허현황

Table 4-2-7. Size and state of fishing rights in Taean area

어업별	구분		태안군		어업별	구분		태안군		
	건수	면적(ha)	건수	면적(ha)		건수	면적(ha)			
총 계	354	5,009.5871			소 계	29	250.3821			
양식어업 계	270	3,376.7871			어류	계	18	142.3071		
해조류 양식	소 계		24	1,302	어류 등 양식	가두리	9	40		
	김	계	17	1,209		육상수조	2	0.42		
		지주	13	1,093		축제	7	101.8871		
		부류	4	116		새우(축제)	11	108.075		
		미역(연승)	4	61		해삼	-	-		
	다시마(연승)	2	22	갯지렁이		-	-			
	툫(연승)	1	10	소 계		6	103			
	소 계		211	1,721.405		복합 양식	김 + 바지락	1	40	
굴	계	51	303.5	굴 + 바지락	3		30			
	투석	24	164	전복 + 미역	1		17			
	연승	2	10	김 + 동죽	1		16			
	간이	25	129.5	소 계	-		-			
멧목	-	-	협동 양식	해삼+전복	-	-				
패류 양식	바지락		62	884.765	마을어업	계	78	1,577.3		
	가무락		12	63.4		굴	8	71		
	홍합	계	3	22		바지락	20	308.3		
		살포	2	12		가무락	1	5		
		수하	1	10		해삼+전복	41	318		
	새고막					동죽	3	33		
	전복		66	203.11		개불	2	80		
	백합		4	38.8		새조개	3	762		
	고막		1	20		개조개	-	-		
	피조개		9	157.83		계	6	55.5		
	가리비		1	10		정치망	낙망			
	동죽		2	18			각망	3	28	
							소대망	3	27.5	
							대부망	-	-	
				3종 공동	계	-	-			
					삼각망		-			
					낭장망		-			

자료 : 충남도청 홈페이지(http://www.chungnam.net), 통계자료, 2003년 기준.

바다목장 권역내 어종별 면허건수의 경우 총 26건으로 바지락 및 전복, 해삼 양식이 각각 7건씩으로 가장 많았다(표 4-2-8).

표 4-2-8. 바다목장 권역내 어종별 면허현황

Table 4-2-8. Size and state of fishing rights in marine ranching area

품종	합계	가두리	가무락	각망	굴	김	바지락	전복	전복, 해삼	홍합
면허 건수	26	1	1	2	1	2	7	4	7	1
면적 (ha)	642.075	8	10	18	22	430	62.125	5	76.95	10

자료 : 안면수협 내부자료, 2003년 기준.

다. 수산생산 기반시설 및 수산물가공

(1) 수산생산 기반시설

태안지역 수산생산 기반시설로는 어항시설은 국가어항 2, 지방어항 12, 어촌정주어항 9개소 등 총 23개소로 이는 충청남도 전체 어항시설 59개소의 약 39%에 해당한다. 이중 바다목장권역에 포함된 어항은 지방어항 2개소(방포항과 영목항)와 어촌정주어항 3개소(황포항, 내파수도항, 외도항) 등 총 5개소인 것으로 나타났다(표 3-2-9).

표 4-2-9. 태안지역 어항현황

Table 4-2-9. State of fishing port in Taean area

구분	항 명	위 치	지정일자
국가어항	모 항	태안군 소원면 모항리	1991. 3. 1
	안 흥	태안군 근흥면 신진도리	1978. 1. 20
지방어항	백사장	태안군 안면읍 창기리	1978. 4. 24
	방 포	태안군 안면읍 승언리	1995. 10. 30
	몽 대포	태안군 남면 몽산리	1978. 2. 2
	마검포	태안군 남면 신은리	1995. 10. 30
	학압포	태안군 원북면 방갈리	1972. 8. 7
	천리포	태안군 소원면 의항리	"
	만리포	태안군 소원면 모항리	"
	어은돌	태안군 소원면 모항리	"
	통 개	태안군 소원면 파도리	1995. 10. 30
	가의도	태안군 근흥면 가의도리	1972. 8. 7
	채석포	태안군 근흥면 도항리	1990. 12. 31
	영 목	태안군 고남면 고남리	1995. 10. 30

표 4-2-9. 계속

구분	항 명	위 치	지정 일자
소규모항	황도항	태안군 안면 황도	-
	황포항	태안군 안면 신야	-
	대야도항	태안군 안면 중장	-
	개목항	태안군 소원 의항	-
	만대항	태안군 이원 내리	-
	정산포항	태안군 근흥 정죽	-
	황골항	태안군 근흥 도항	-
	내파수도항	태안군 안면 승언	-
	외도항	태안군 안면 승언	-

자료 : 해양수산부 홈페이지(<http://www.momaf.go.kr>), 어항편람, 2004.

(2) 수산물 가공품 생산량

태안지역 수산물 가공품 생산량은 총 5,205톤으로 이중 연신품이 전체의 60.9%인 3,170톤으로 가장 많았고, 그 다음으로 냉동품이 1,547톤으로 29.7%를 차지하였다(표 4-2-10).

표 4-2-10. 태안지역 수산 가공품 생산현황

Table 4-2-10. Processed goods of fish in Taean area

(단위 : kg, 천원)

구분 \ 연도	2000		2001		2002		2003	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액
합계	3,843,260	14,539,315	7,537,426	45,524,712	6,564,762	14,252,664	5,205,100	5,885,840
소건품	-	-	-	-	-	-	-	-
염건품	-	-	-	-	-	-	-	-
자건품	-	-	2,835,000	14,425,000	1,960,000	9,800,000	88,000	625,000
염장품	2,513,010	6,776,900	214,000	923,000	81,000	425,000	235,000	929,000
연신품	2,513,010	6,776,900	2,733,000	1,614,000	2,805,164	1,562,582	3,170,000	1,885,000
통조림	-	-	-	-	-	-	-	-
냉동품	1,110,850	4,656,915	1,493,200	2,739,600	1,495,296	1,870,760	1,547,300	1,216,840
해조식품	219,400	3,105,500	262,226	1,166,712	223,302	594,322	164,800	1,230,000
한 천	-	-	-	-	-	-	-	-
연제품	-	-	-	-	-	-	-	-
조 미 가공품	-	-	-	-	-	-	-	-
어유분	-	-	-	-	-	-	-	-
기타제품	-	-	-	-	-	-	-	-

자료 : 태안군 홈페이지(<http://www.taean.go.kr/>), 태안통계연보, 2003년 기준.

라. 어촌계

태안지역은 2005년 현재 총 71개 어촌계가 구성되어 있고 어촌계원은 총 3,981명이며, 향후 어촌계는 계속 늘어날 전망이다(표 4-2-11).

태안 바다목장권역에 설립된 어촌계는 2005년 1월 현재 총 13개이며, 어촌계원은 총 493명이다(표 4-2-12). 이는 태안지역 총 71개 어촌계(어촌계원 총 3,981명)의 약 12.4%에 해당하는 규모이다(어촌계원수 기준).

바다목장 권역에는 어촌계 이외에도 어선어업이나 패류채취 등 관련 업종에 종사하는 어업인들을 중심으로 하는 어업인 단체가 구성되어 상호 이익과 친목을 도모하고 있다(표 4-2-13).

표 4-2-11. 태안지역 어촌계 현황

Table 3-2-11. Marine organization in Taean area

구분	합계	태안읍	안면읍	고남면	남면	근흥면	소원면	원북면	이원면
어촌계수	71	1	21	14	8	10	11	2	4
어촌계원수 (명)	3,981	69	734	558	438	790	886	87	419

자료 : 태안군 내부자료, 2003년 기준.

표 4-2-12. 바다목장권역내 어촌계 현황

Table 4-2-12. Marine organization in marine ranching area

구분	어촌계명	업무구역	어촌계원(명)
합계			493
1	방포어촌계	태안군 안면읍 승언8리(외도제외)일원	36
2	외도 어촌계	태안군 안면읍 승언8리 외도	13
3	신야2리 어촌계	태안군 안면읍 신야2리 일원	31
4	귀곡 어촌계	태안군 고남면 장곡2리 일원	15
5	장곡4리 어촌계	태안군 고남면 장곡4리 일원	18
6	장돌 어촌계	태안군 고남면 장곡1,3리 일원	86
7	구매 어촌계	태안군 고남면 고남5리4반	11
8	고남 어촌계	태안군 고남면 고남1리 5리 일원	56
9	탄개 어촌계	태안군 고남면 고남6리 일원	25
10	영항 어촌계	태안군 고남면 고남2리 일원	44
11	가경주 어촌계	태안군 고남면 고남3리 일원	57
12	만수동 어촌계	고남면 고남7리 일원	36
13	웃점 어촌계	고남면 고남4리 일원	65

자료 : 태안군 내부자료, 2003년 기준.

표 4-2-13. 바다목장권역내 어업인 단체

Table 4-2-13. Fisheries group in marine ranching area

조합명	단체명	설립연도	회원수
방포 해녀영어법인조합	해녀영어법인	2000년	20명
-	신야리 선주협회	1990년	34명
-	태안군 연승협회	2002년	29명
영목 선주영어조합	영목 선주협회	1976년	31명

자료 : 안면수협 내부자료, 2003년 기준.

2. 해역 이용실태

가. 바다목장권역 이용실태

태안 갯벌형 바다목장 권역은 방포항 남쪽의 안면읍 국제꽃박람회장 복단을 기점으로 하여 내파수도, 외파수도, 외도 및 영목항을 연결하는 해역이다.

권역내에 위치하는 행정구역은 안면읍 승언리 및 신야리와 고남면 장곡리 및 고남리의 4개 리가 포함되며, 내파수도, 외파수도 및 외도 등 3개의 유인도가 있다.

주 어장은 상기 3개 유인도를 연결하는 해역을 중심으로 이루어지고 있다. 섬 지역을 중심으로 수중암반이 잘 발달하여 자망과 복합어업을 중심으로 넙치, 홍어, 우럭 등을 어획하고 있다.

나. 어획실태

2003년도 태안지역 연근해어업 생산량과 생산금액은 각각 29,934톤과 72,792,339천원으로 이중 패류에서의 생산량과 생산금액이 가장 높아 갯벌이 많은 해역의 특징을 보여주고 있다(표 4-2-14).

표 4-2-14. 태안지역 수산물 생산량

Table 4-2-14. Fish production of Taeon area

(단위 : M/T, 천원)

구분 연 별	계		어류		패류		해 조 류		기타 수산물	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액
1998	32,614	71,354,500	10,047	25,117,500	10,134	17,007,800	6,448	12,251,200	5,985	16,758,000
1999	30,579	70,606,567	8,987	24,266,871	8,761	15,769,440	5,668	10,769,200	7,163	19,801,056
2000	28,114	77,545,500	14,519	43,557,000	13,595	33,987,500	3,412	10,236,000	7,645	19,112,500
2001	29,717	83,599,154	9,315	10,684,305	11,255	51,879,252	1,296	633,487	7,851	20,402,150
2002	27,853	65,870,361	13,542	15,532,674	7,384	34,039,133	808	395,273	6,119	15,903,281
2003	29,934	72,792,339	12,398	13,686,840	8,515	39,252,873	1,229	601,226	7,792	19,251,400

자료 : 태안군 홈페이지(<http://www.taeon.go.kr/>), 태안통계연보, 2003년 기준.

이 외에 2003년도 양식어업과 내수면어업 생산량은 각각 21,211톤과 28톤으로 전체 수산물 생산량은 51,173톤으로 나타났다. 바다목장 권역 어획량의 경우 개별 어촌계로부터 정확한 생산현황을 얻을 수가 없었으며, 단지 어업인 설문조사에 응답한 조사대상 어업인들의 어획량만을 제한적으로 추정할 수밖에 없었다.

2003년 태안지역 수산물 계통판매 실적은 12,839톤으로 이중 어류가 6,445톤으로 전체의 50.2%로 가장 많았고, 그 다음은 연체류 3,059톤으로 전체의 23.8%를 차지하였다(표 4-2-15).

표 4-2-15. 태안지역 수산물 계통판매고

Table 4-2-15. Fish product sales by fisheries cooperatives in Taean area

(단위 : kg, 천원)

구 분 연 별	합 계		어 류		갑 각 류	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액
1998	23,900,053	17,621,106	17,039,862	4,135,068	745,598	5,681,544
1999	7,408,840	19,866,399	2,610,371	8,965,879	700,871	2,966,763
2000	6,745,475	17,250,094	3,761,111	6,195,287	510,675	5,729,825
2001	9,853,260	27,009,360	3,095,100	11,105,530	106,660	1,265,600
2002	9,963,372	23,338,137	3,973,508	4,557,340	1,627,090	7,500,641
2003	12,838,545	34,708,693	6,445,472	6,920,160	895,507	10,890,077
구 분 연 별	연 체 동 물		기 타 수 산 물		해 조 류	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액
1998	1,243,152	3,552,189	4,871,441	4,252,305	-	-
1999	4,097,598	7,933,757	-	-	-	-
2000	2,482,689	5,724,982	-	-	-	-
2001	1,464,400	2,695,180	4,457,000	11,585,900	730,100	357,150
2002	3,355,019	7,855,231	1,007,755	3,429,925	-	-
2003	3,059,382	11,042,845	2,438,184	5,855,611	-	-

자료 : 태안군 홈페이지(<http://www.taean.go.kr/>), 태안통계연보, 2003년 기준.

바다목장권역 계통판매고는 어촌계의 개별적인 자료를 얻을 수 없어 그 대신 해당 권역을 포함하는 안면수협 의 위관량을 살펴보았다. 표 4-2-16 에 의하면, 2003년도 안면수협 계통판매고는 1,564톤으로 태안지역 전체의 5.2%, 생산금액은 6,676,780천원으로 태안지역 전체의 9.2%를 차지하는 것으로 나타나고 있다.

표 4-2-16. 안면수협 수산물 계통판매고

Table 3-2-16. Fish product sales by fisheries cooperatives in Anmyeon area

(단위 : M/T, 천원)

년도	합계		어류		갑각류	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액
2001	1,587	4,439,192	137	211,314	297	1,814,402
2002	1,325	7,160,989	115	1,992,766	241	2,148,262
2003	1,564	6,882,122	182	1,040,599	242	2,679,289
년도	패류		연체류		기타	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액
2001	1,099	2,305,896	32	60,475	22	47,106
2002	912	2,702,121	44	179,613	13	138,227
2003	1,055	2,708,906	55	224,671	30	228,657

자료 : 안면수협 내부자료, 2003년 기준.

3. 어업경영실태 및 가계수입

어업경영실태 분석은 바다목장 조성의 직접효과인 어업소득을 측정하기 위한 것이다. 당해연도의 조사는 향후 본격적인 바다목장사업의 진행에 따라 어업소득이 어떻게 변화하는 지를 비교·분석할 수 있는 기초자료로 활용될 것이다.

조사방법은 어촌계별로 방문조사를 통해 실시되었고 대상 어업은 태안바다목장과 직접관련이 있는 어업으로 한정하였으며 대부분이 연안복합, 연안자망 등의 복수허가를 가지고 있다.

표 4-2-17. 어업의 자산 및 부채

Table 4-2-17. Assets & Debts

(단위 : 천원)

자산	고정자산	유동자산	부채	고정부채	유동부채	자본
114,236	86,161	28,075	72,917	43,667	29,250	41,319

표 4-2-18. 어업의 수지 및 가계수입

Table 4-2-18. Income & expenditure

(단위 : 천원)

어업수입	어업비용	이익	이익율	가계수입	가계지출
178,433	158,344	20,099	11.3	210,850	170,884

어업 평균 자산은 114,236천원이며, 부채는 72,917천원으로 조사되었으며, 이중 어선어업 수입은 38,171천원, 양식수입은 119,833천원으로 양식업 의존율이 높다는 것을 알 수 있다. 어업비용 역시 어선어업 지출 24,617천원, 양식지출 116,050천원으로 같은 양상을 보였다.

한편 65%가 전업어가이며, 35%가 1종 겸업어가로 소득의 어업의존도가 높은 지역으로 나타났다.

어업수익율은 11.3%로 낮은 편이나 수입의 절대금액이 커 낮은 어업수익율을 극복한 상태로 보이며, 어업수익율을 어선어업과 양식업으로 분리해서 살펴보면 어선어업 수익률 35.5%, 양식업 수익률 0.03%로 양식에서의 경영악화가 상당한 것으로 조사되었다.

4. 수산물 유통실태 및 경쟁력평가

가. 태안지역의 활어유통시설 현황

태안관내에는 서산수협이 개설한 위판장이 3개소가 있다. 이 3개소의 위판장은 각각 특성별로 나뉘어져 선어, 건어, 활어로 나뉜다. 이외에 제1종 국가어항인 안홍항을 중심으로 수산물시장이 형성되고 있으며, 인근에 활어시장인 대천활어시장이 형성되어 있어 산지부터 도매까지 연결되는 시장구조를 가지고 있다.

표 4-2-19. 태안관내 판매 시설의 현황

Table 4-2-19. The present status of facilities for sale in Taean

조합명	위판장명	개 장 일	소 재 지	위판장 규모(평)			
				대 지	총건평	경매장	
						유 개	무 개
서 산	선 어	'94.9.3	태안군근흥면신진도리75-13	333	184	169	
	건 어	'02.11.22	태안군근흥면신진도리75-20	1,282	759	759	
	활 어	'97.6.12	태안군근흥면신진도리75-13	117	99	79	

바다목장 어획물 위판을 위한 직판장 후보지로서 고려될 수 있는 어항으로 안홍항과 백사장항, 방포항, 영목항이 대상이 될 수 있다. 안홍항은 근흥면 정죽리에 있는 국가어항으로 1979년도에 지정되었다. 2004년에 51%가 완공되었다.

백사장항은 안면읍 창기리에 위치한 지방어항으로 1978년에 지정되었으며, 방파제 220m, 물양장 312m이다. 방포항은 안면읍 승언리에 위치하며 1995년에 지정되었다. 방파제 159m, 물양장 100m이다. 영목항은 고남면 고남리에 위치하며 1995년에 지정되었다. 접안시설 175m, 선착장 71m이다. 이 중 백사장과 영목은 2001년에 완공되었다.

구 분	내항('79~'06)	
	사업량	사업비
	합계	12,495
- 방 파 제	256m	811
- 선 착 장	1식	497
- 해안정비	580m	8,126
- 동방파제	보강114m	1,006
- 선 착 장	1식	629
- 조석체험공간	2개소	397
- 목재잔교	1기	249
- 선 양 장	1식	780

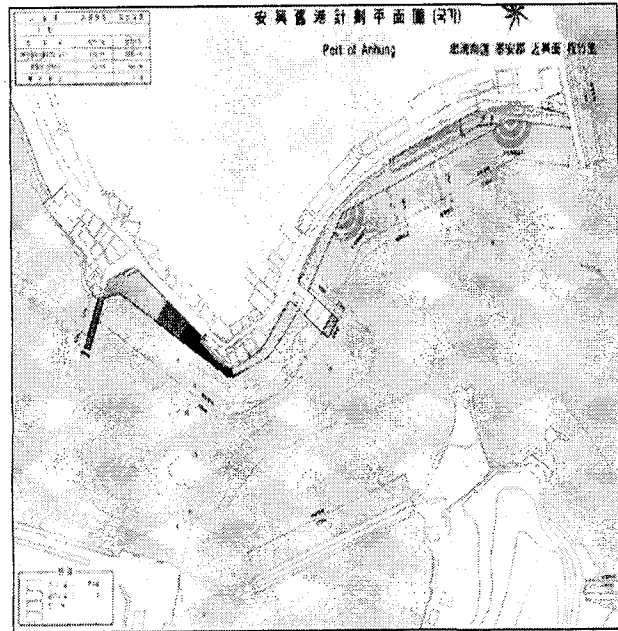


그림 4-2-1 안흥항의 전경 및 시설현황.

Fig. 4-2-1 Anhung fishing port & facilities.

나. 활어유통실태 분석

본 설문조사는 태안바다목장의 브랜드구축을 통한 부가가치를 제고를 위해 사전실태 조사의 목적으로 행해졌다. 설문지는 총 50부를 배부하였으나, 회수는 26부에 그쳐 52%의 회수율을 나타내었다. 배부처의 유형은 횃집과 일반음식점, 포장마차가 있으나 횃집 이외에는 표본수가 적어 횃집으로만 특정하여 분석하였다. 분석방법은 설문지의 설계 상 통계분석이 곤란하므로 단순집계방식으로 분석하였다.

표 4-2-20. 설문지 회수 현황

Table 4-2-20. Number of returned survey

배부처	배부설문지수	회수설문수	회수율
활어소매점(횃집)	40	22	55.0%
일반음식점	10	4	40.0%
합계	50	26	52.0%

태안관내 활어 소매점에서 취급하고 있는 활·선어의 취급 추이를 유형별로 알아보면 다음 그림 4-2-2와 같다. 가장 많이 취급되고 있는 형태는 양식산 활어로 2003년에 62.2%를 차지하고 있었으며, 다음으로 많은 것이 자연산 활어로 26.9%였다. 수입산 활어는 8.4%, 자연산 선어는 2.5%로 일부만 취급하고 있는 것으로 나타났다.

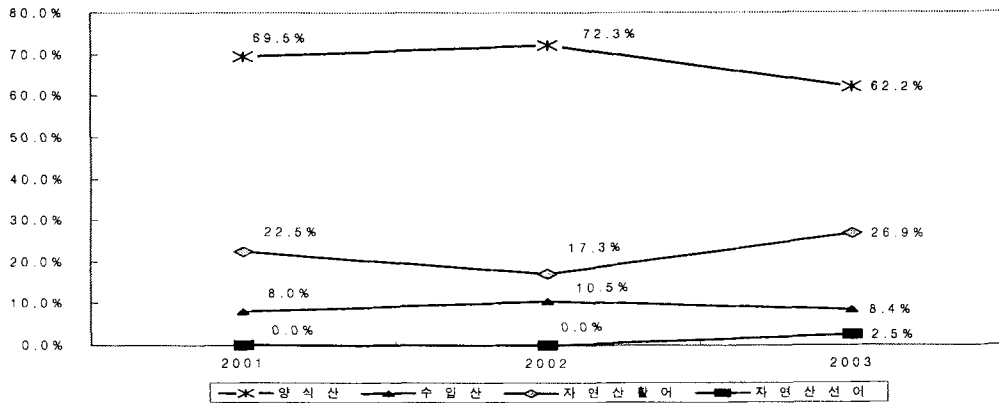


그림 4-2-2. 태안관내 활어 소매점의 유형별 활선어 취급 추이.

Fig. 4-2-2. Trend of various types of line fishes carried by retail market in Taean.

유형별 연도별 취급추이를 보면, 양식산 활어는 2002년에 취급비율 72.3%였던 것이 이후 2003년에는 62.2%로 감소하였으며, 반대로 자연산 활어는 2002년에 일시 감소하였다가 2003년에 다시 증가하였다. 수입산 활어는 2002년에 10.5%였다가 2003년에 8.4%로 감소하였고, 자연산 선어는 2003년부터 조금씩 취급하고 있는 것으로 나타났다.

전반적으로 양식산과 수입산 활어가 다소 감소하고, 그 자리를 자연산 활어와 선어가 대체하는 형태로 변화되고 있다고 볼 수 있다.

다음으로 활어의 구입경로를 살펴보면 그림 4-2-3과 같다. 활어상인(활어운반차)에서 구입하는 경우가 가장 많으며, 다음이 수협중매인을 통한 방법이 22%이다. 이는 태안지역이 양식활어의 취급비중이 높고, 수입산도 같이 취급하고 있기 때문인 것으로 보인다.

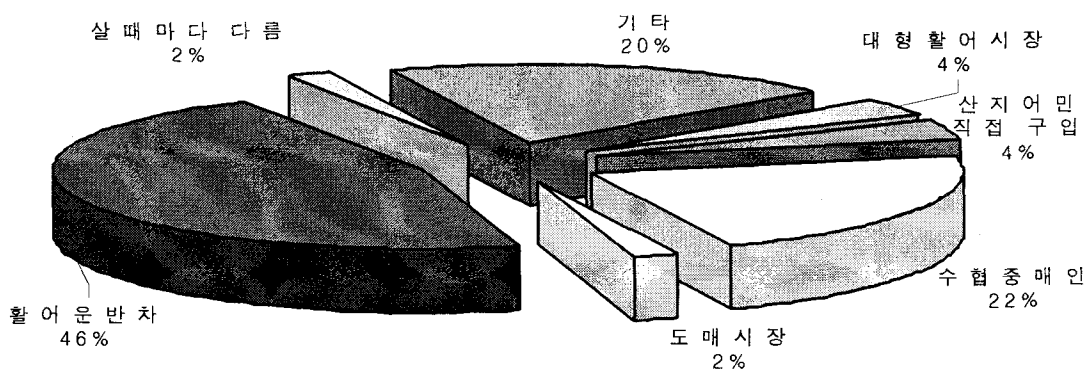


그림 4-2-3. 활어의 구입경로.

Fig. 4-2-3. Purchasing route for live fishes.

다음으로 상기의 활어 구매방법을 선택한 이유에 대한 설문을 나타낸 것이 그림 4-2-4이다. 가장 많은 응답을 보인 것은 안정적 공급으로 40%였다. 다음으로 많은 것이 품질

로 24%, 쉽게 구매할 수 있어서가 12%로 나타났다. 이러한 결과는 활어소매점들이 가격보다는 안정적 구매 및 품질에 더 큰 비중을 두고 있음을 나타내는 것이다.

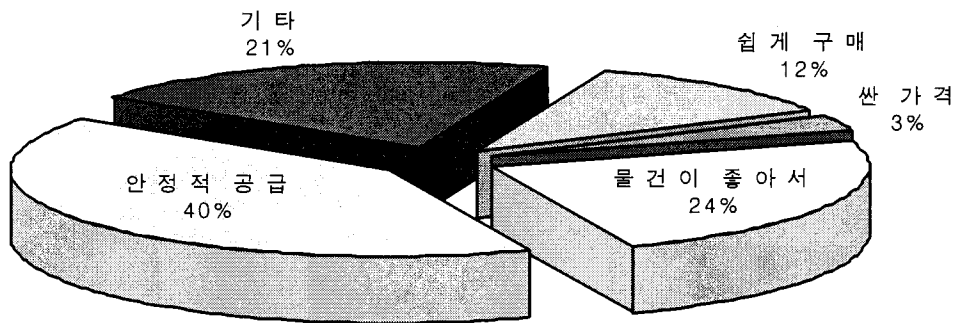


그림 4-2-4. 구매방법의 선택이유.

Fig. 4-2-4. Selection of cashing method.

다음으로 활어구매시의 가격결정 방법에 대한 설문결과를 나타낸 것이 그림 4-2-5이다. 가격결정요인에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것은 시장가격기준 구매로 48%이며, 다음으로 많은 것이 계약구매로 26%였다. 이것은 가격을 그때그때 흥정하는 것 보다는 일정한 가격수준에서 지속적으로 구매하는 것을 선호하고 있음을 의미하는 것이다.

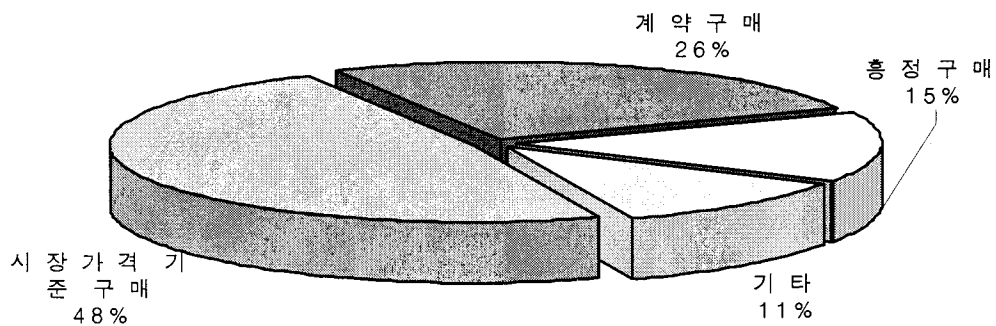


그림 4-2-5. 활어구매시의 가격결정 방법.

Fig. 4-2-5. The way of deciding price when purchasing live fishes.

이상의 활어유통실태는 활어 산지유통의 전형적인 형태로 물차를 중심으로 한 장외유통이 주를 이룬다. 그러나 동 지역은 여러 가지 다양한 유통경로를 통해 활어유통이 이루어지는 특징이 있다. 이용형태는 양식산 및 수입산 활어의 비율이 낮아지면서 자연산 활어와 선어의 비중이 다소 높아지고 있으며, 구매결정요인은 안정적인 공급과 품질에 많은 비중을 두고 있었다. 가격결정은 일정한 가격수준에서 지속적으로 구매하는 것을 선호하고 있었으며, 횡거리 전문 활어판매장에 대한 필요성은 상대적으로 낮았다.

다. 시장에서의 경쟁력 평가(가격 및 품질)

여기에서는 앞의 설문결과 중에서 브랜드와 품질 및 가격에 대한 평가만을 별도로 구분하여 제시하였다. 먼저 브랜드화에 대한 설문을 보면 다음의 그림 4-2-6과 같다.

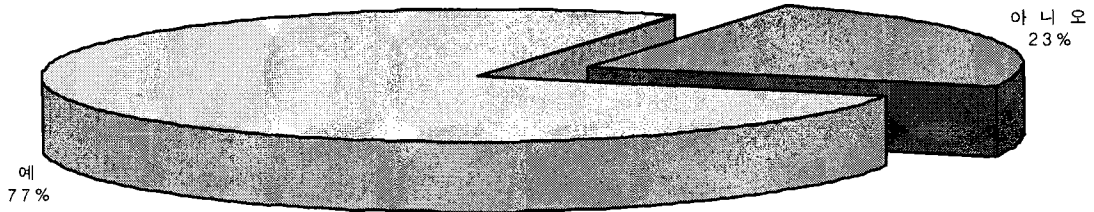


그림 4-2-6. 태안바다목장 어획물의 브랜드화 판매시의 구매의사.

Fig. 4-2-6. Willing-to-buy of the brandes fishes from marine ranching.

태안바다목장에서 생산되는 활, 선어를 브랜드화해서 판매한다면 구매할 의향이 있는지에 대한 설문에서는 77%가 긍정적으로 응답하여 태안바다목장 어획물에 관심이 많음을 보여주고 있다.

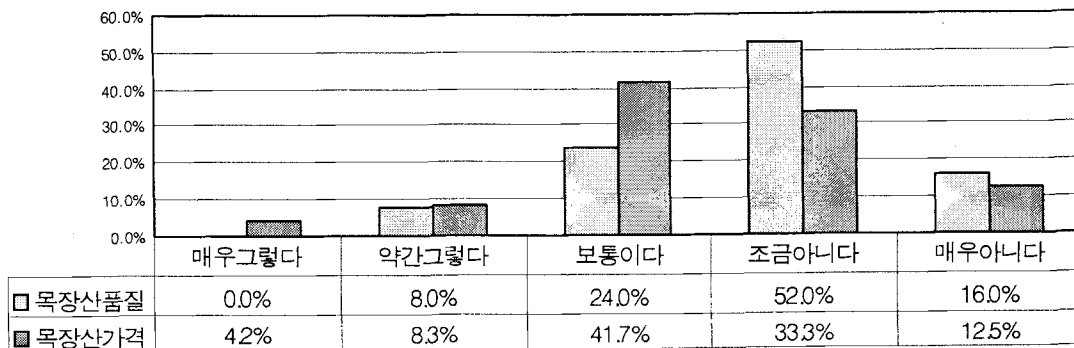


그림 4-2-7. 태안바다목장 브랜드 활선어의 차별화 가능성(품질과 가격).

Fig. 4-2-7. Possibility of discrimination for brandes fishes from marine ranching.

다음으로 태안바다목장의 브랜드로 출하되는 활·선어가 자연산 혹은 양식산과 품질과 가격에서 차별화될 수 있는지에 대한 설문결과를 나타낸 것이 그림 3-2-7이다. 먼저 품질차별화를 보면, 총 응답자중 부정적으로 응답한 비율은 68.0%로 아주 높았다. 가격차별화는 총 응답자중 부정적인 응답은 45.8%, 41.7%는 보통으로 응답하여 부정의 응답 비율이 높았다.

전체적으로 차별화의 가능성평가는 낮은 것으로 나타났으며, 품질보다는 가격에 더 차

별화 가능성이 있는 것으로 나타나 타 바다목장과 반대의 성향을 보여주고 있다.

마지막으로 자연산, 양식산, 목장산 등 3종의 어류 품질에 대한 소매점들의 예상 평가를 집계한 것이 그림 4-2-8이다.

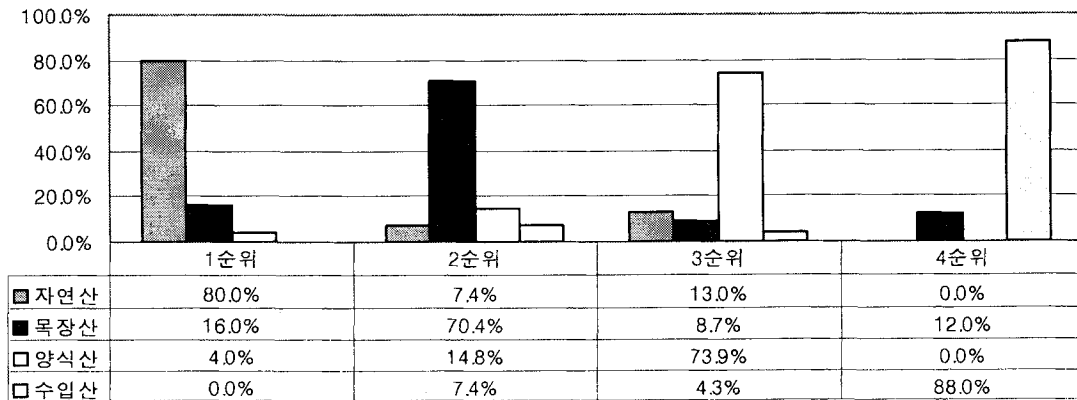


그림 4-2-8. 자연산, 양식산, 목장산 등 3종의 어류 품질 예상 평가.

Fig. 4-2-8. Expectation analysis for fish quality for fishes, farmed fishes and marine ranching fishes.

설문결과는 1순위의 경우 자연산이 총 응답수의 80.0%가 응답하여 가장 품질면에서 높게 평가하고 있었다. 2순위는 목장산이 70.4%, 3순위는 양식산이 73.9%, 4순위는 수입산이 88%인데, 4순위에서 목장산이 12%를 차지해 두 번째로 높았다.

전체적으로 자연산의 품질이 가장 좋은 것으로 인식하고 있으며, 다음이 목장산이다. 그러나 타 바다목장지역과는 달리 1순위부터 4순위까지 각각에 대한 평가가 혼재되어 있어 타지역처럼 우열이 분명하지 않다. 바다목장산 수산물의 경우는 비율은 둘째치고 1순위부터 4순위까지를 모두 응답하고 있어 소매점의 인식면에서 타 지역과 큰 차이를 보이고 있다. 설문조사결과 나타난 이들 품질의 우열에 대한 인식관계는 다음과 같다.

자연산수산물 > 바다목장산수산물 > 양식수산물 > 수입수산물

이상에서 살펴본 태안바다목장 어획물의 브랜드 가능성은 상당히 낮게 평가되고 있는 것으로 나타났으며, 특히 품질 면에서의 차별화가 가격보다 다소 낮게 나타나는 특이한 현상을 보였다. 결국 품질에 대한 사전평가에서도 다양한 평가가 혼재되는 특징을 보여주고 있었다.

태안바다목장에서 가장 가까이 있는 태안관내의 소매점들의 평가는 근본적인 바다목장에 대한 이해부터 다시 홍보해야 할 것이며, 수취가격의 제고나 부가가치 향상은 이러한

홍보와 인식의 전환위에서 비로소 시작될 수 있을 것이다.

5. 레저 및 관광편의 추정

가. 조사대상 및 방법

본 설문조사는 태안 바다목장권역을 방문하는 관광객들을 대상으로 주중과 주말로 구분하여 조사하였다. 조사방법은 설문 조사원을 통한 직접 방문조사였으며, 조사지는 주로 방포항, 영목항, 해수욕장 등 태안지역의 주요 관광지역을 대상으로 하였다. 조사대상자는 모두 214명이었으며, 모든 설문지가 분석에 사용되었다.

나. 조사결과

우선 여행경비에 대해 교통비, 숙박비, 음식비 등으로 구별하여 질문한 결과, 전체금액은 주중과 주말이 큰 차이가 없었으며 단 주중에는 음식비용 비중이(44.4%) 가장 높았고, 주말에는 교통비가 차지하는 비중(60.1%)이 가장 높은 것으로 나타났다(표 4-2-21).

표 4-2-21. 여행경비

Table 4-2-21. Cost of travel

(단위 : 만원)

구분	교통비	숙박비	음식비	기타	총계
주중 1인 평균	2.02	2.02	2.63	1.25	5.93
주말 1인 평균	3.51	1.38	2.53	1.06	5.84

태안지역까지 이동하는 시간은 주중에는 3~4시간이라고 응답한 비율이 높았고, 주말에는 2~3시간으로 응답하는 비율이 높았는데(그림 4-2-9), 그 이유는 주중에는 주로 영남 및 전남지역 등 장거리 관광객 비율이 주말보다 높기 때문인 것으로 분석되었다.

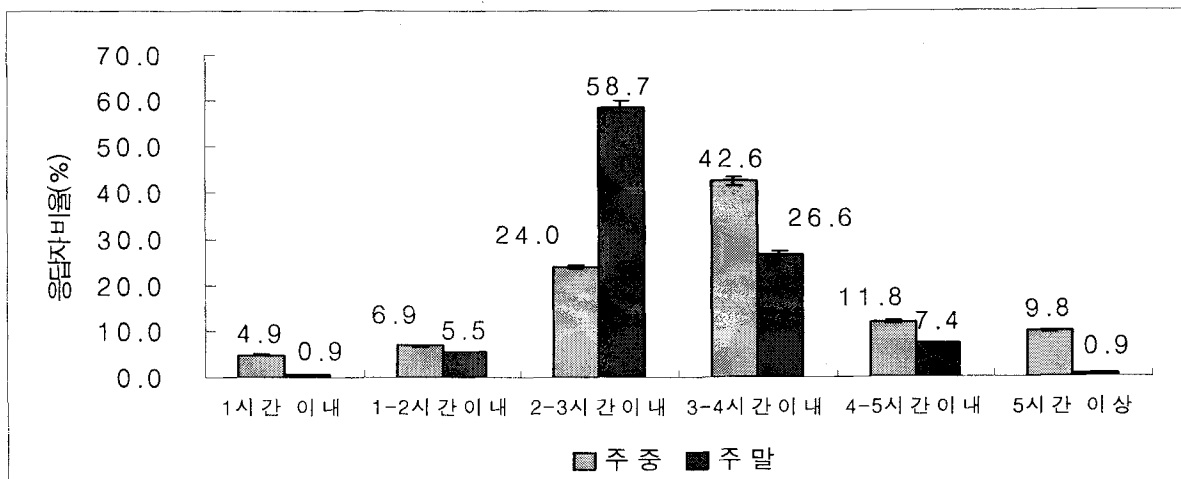


그림 4-2-9. 태안지역으로의 이동시간.

Fig. 4-2-9. Travel Time.

주로 이용하는 교통기관의 경우 주중과 주말 구분없이 자가용이 압도적인 우위를 차지하였고 그 다음으로 고속 및 시외버스로 답한 응답자가 많았다(그림 4-2-10).

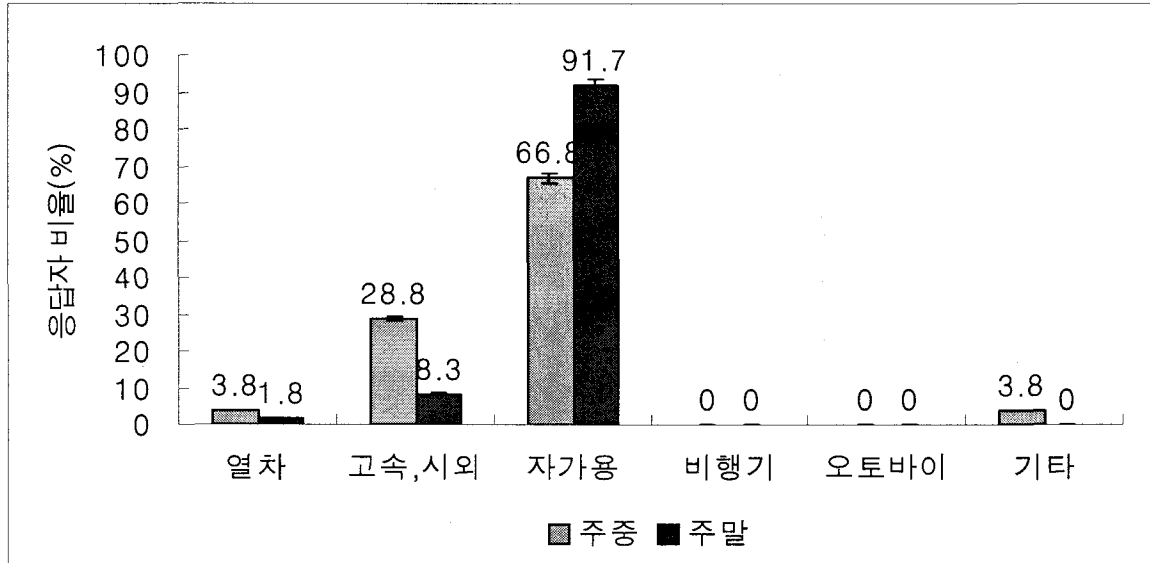


그림 4-2-10. 태안지역으로의 이동방법.

Fig. 4-2-10. Transportation.

태안 관광객들의 체류기간은 주중에는 당일이 가장 많았고, 주말에는 2박3일과 당일이라고 답한 응답자가 비슷한 비율로 많았다(그림 4-2-11).

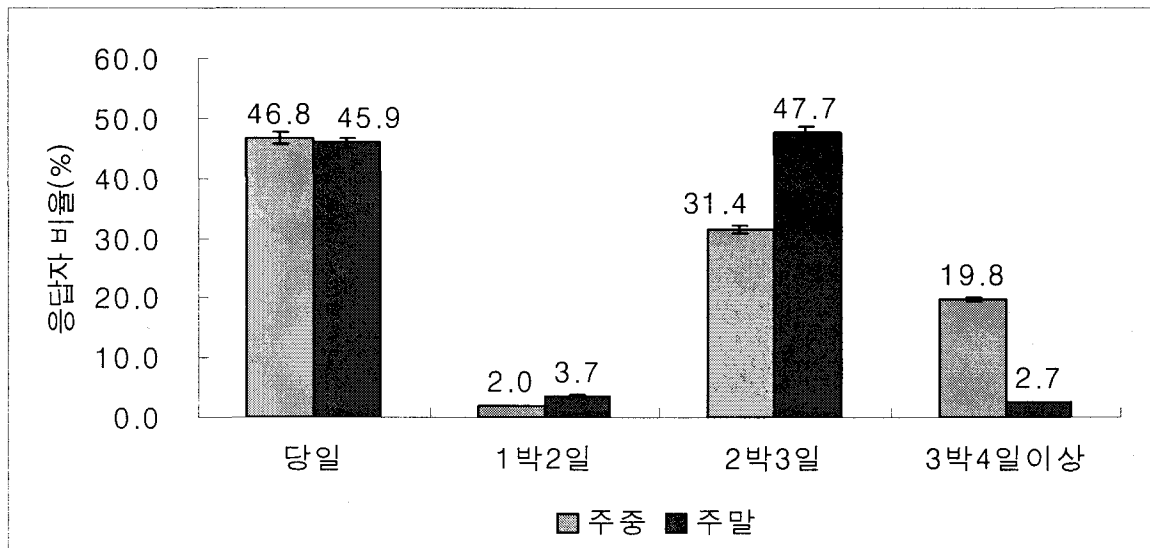


그림 4-2-11. 태안지역에서의 숙박일수.

Fig. 4-2-11. Days of staying.

태안지역 관광객의 연령층은 20대~30대가 주중 및 주말 모두 58%를 넘었으며, 그 다음으로는 30~40대 및 40대~50대가 비슷한 비율을 보였다(그림 4-2-12).

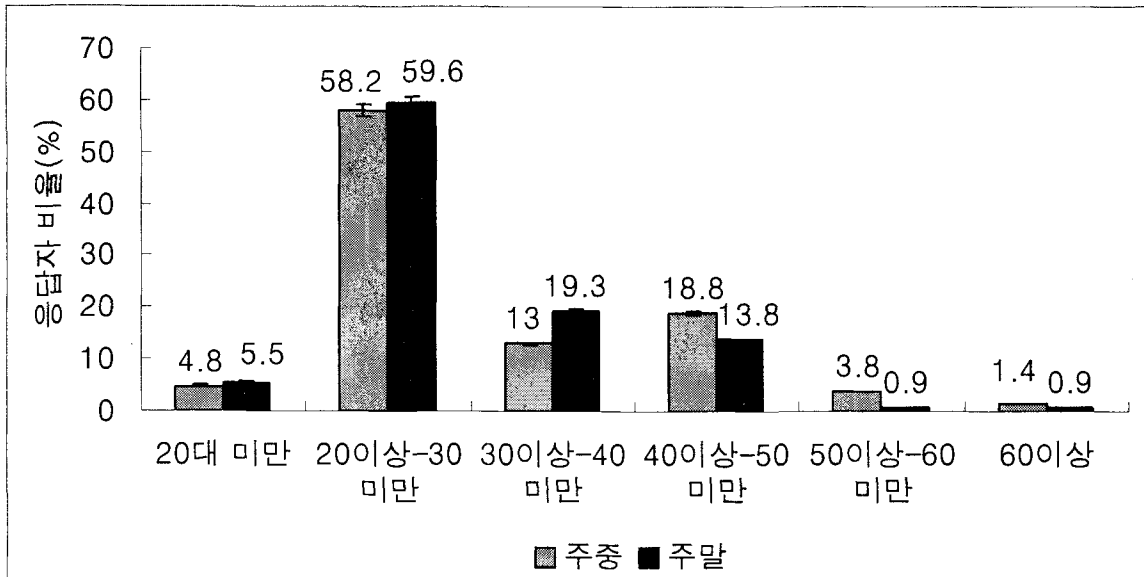


그림 4-2-12. 태안지역 관광객 연령층.

Fig. 4-2-12. Ages of tourist.

태안지역 관광객의 거주지에 대한 응답에서는 서울 및 경기지역이 많은 것으로 나타나(주중 59.2%, 주말 76.1%) 태안은 근거리 관광객이 주로 찾는 지역임을 알 수 있었다(그림 4-2-13).

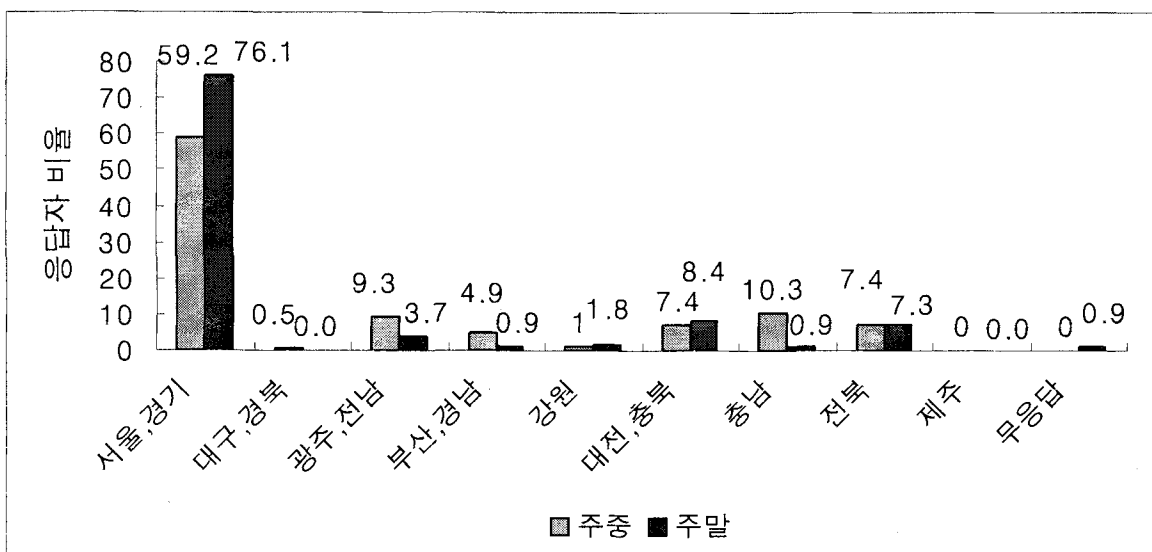


그림 4-2-13. 태안지역 관광객 거주지.

Fig. 4-2-13. Domicile of tourist.

제 3 절 바다목장 실시계획 수립

1. 주해역 범위

바다목장 해역의 기점은 안면도 북동단으로 방포항 남쪽의 안면읍 국제꽃박람회장 북단(북위 36° 30', 동경 126° 20' 10")이다. 서단은 기점에서 서남서쪽으로 10km 떨어진(북위 36° 27' 42", 동경 126° 10' 48") 지점으로 내파수도의 부속 암초인 분서에서 2.5km 떨어진 곳이다. 이 점에서 남동쪽으로 3.5km 내려온 북위 36° 25', 동경 126° 12' 지점을 연결하고, 다시 외도 남쪽 1km 부근의 북위 36° 26' 12", 동경 126° 18' 18" 지점까지 내려온 후 태안군과 보령군의 경계를 따라 남동진하여 장곡리와 고대도 사이의 북위 36° 24' 30", 동경 126° 21' 54" 지점에서 동쪽으로 방향을 바꿔 고남리 영목항 남서단(북위 36° 24' 동경 126° 25' 12")을 연결하는 선 안쪽을 바다목장 해역으로 하였다(그림 4-3-1).

후보지 내에 위치하는 행정구역은 안면읍 승언리 및 신야리와 고남면 장곡리 및 고남리의 4개 리가 포함되며, 3개의 유인도가 있다. 가장 큰 유인도는 외도로 10가구 37명이 거주하고 있다. 내파수도와 외파수도는 해안에서 각각 5km 및 7km 떨어져 있다. 내파수도에는 2가구 5명이 거주하고 있으며, 외파수도에는 2가구 2명이 거주하고 있다.

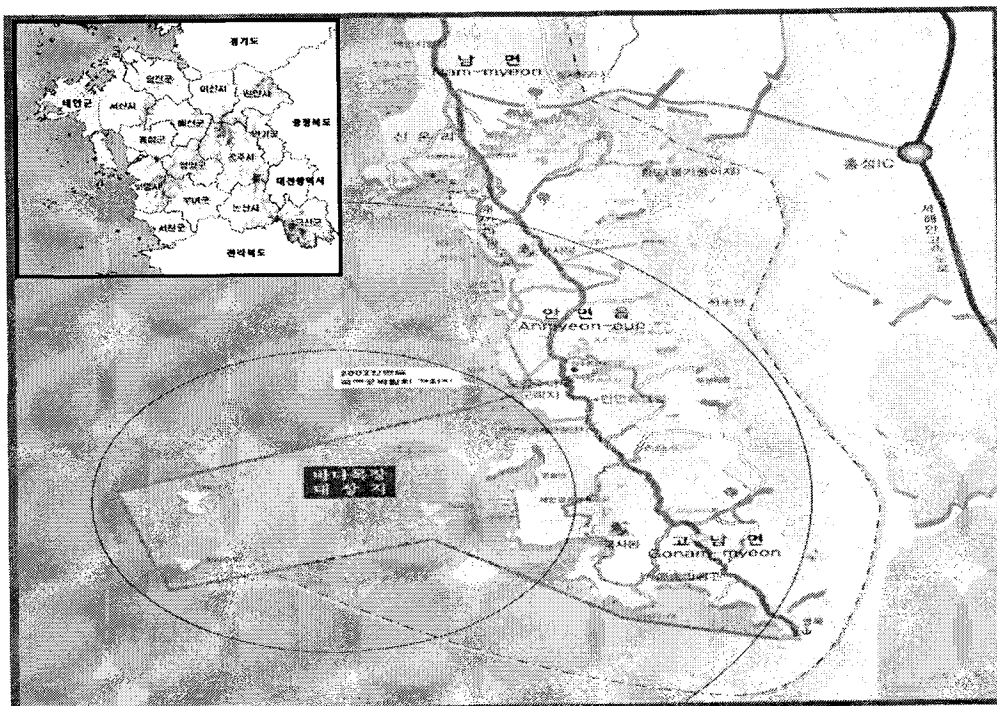


그림 4-3-1. 태안바다목장권역.

Fig. 4-3-1. Map showing the Taean marine ranching site.

2. 바다목장 시설투자계획 수립

태안바다목장 사업의 투자계획 수립을 위한 원칙으로는 첫째, 갯벌형 바다목장 모델에 적합하도록 해야 하고, 둘째, 이미 수립된 정부의 바다목장사업 마스터플랜에 부합시켜야 하며, 셋째, 연구개발투자는 국가 투자를 원칙으로 하고 시설투자는 국가외에 지자체, 어업인 및 민간기업의 투자를 유도하며, 넷째, 사업추진단계에 따라 연차별 및 분야별 투자액을 배정하도록 한다. 마지막으로 다섯째, 이미 집행된 2002년 및 2003년 정부 투자액을 감안하여 연차별 투자계획을 조정하는 것이다.

사업추진단계에 따라 수립된 태안 바다목장 시범사업의 총 투자금액은 표 3-3-1에서 보는 바와 같이 48,568백만원이고, 재원별로는 국가가 38,700백만원, 지자체가 7,446백만원, 어업인이 1,240백만원, 민간기업이 1,200백만원이다.

분야별 투자규모는 시설투자비가 39,486백만원으로 전체 투자액의 79.7%로 하였고 나머지 20.3%인 9,100백만원이 연구개발비이다. 시설투자비의 재원은 국가가 29,600백만원으로 75.0%이고, 지자체가 7,446백만(18.9%), 어업인이 1,240백만원(3.1%), 민간기업이 1,200백만원(3.0%)이고, 연구개발비는 전액 국가가 투자하는 것으로 하였다.

연차별로는 기반조성 단계인 1단계가 3,421백만원으로 총 투자비의 7.1%이고, 실질적인 바다목장 조성기간인 2단계에는 총 투자비의 74.8%인 36,349백만원을 투자하도록 하였고, 마지막 3단계에는 총 투자비의 17.1%인 8,298백만원을 투자하는 것으로 하였다.

표 4-3-1. 태안바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획

Table 4-3-1. Annual investment plan for Taean Marine Ranching Program by funding source

(단위 : 백만원)

분야	재원별	합계	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
합계	합계	48,586	500	860	2,561	5,116	9,095	8,335	13,821	8,298
	국가	38,700	500	600	1,200	3,361	6,910	6,300	12,426	7,403
	지자체	7,446	0	260	1,326	1,470	1,680	1,320	720	670
	어업인	1,240	0	0	35	185	205	315	275	225
	민간기업	1,200	0	0	0	100	300	400	400	0
시설투자	소계	39,486	0	260	1,661	3,416	7,395	6,635	12,821	7,298
	국가	29,600	0	0	300	1,661	5,210	4,600	11,426	6,403
	지자체	7,446	0	260	1,326	1,470	1,680	1,320	720	670
	어업인	1,240	0	0	35	185	205	315	275	225
	민간기업	1,200	0	0	0	100	300	400	400	0
연구개발	소계	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
	국가	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000

시설투자는 크게 어장조성·관광 및 자원증대로 구분하였다. 어장조성·관광시설의 내용은 인공어초, 해조장, 환경모니터링 및 급이시스템, 육상관측시스템, 갯벌생태복원 및

관광, 유어낚시터 조성 등이다. 갯벌생태복원 및 관광 분야에는 바다목장 전시관 설립에 국비 50억과 군비 20억이 2005년에서 2010년까지 연차별로 투자될 예정이며, 2003년도 투자계획에서 서해안의 경우 해조장과 소파제 시설이 필요하지 않은 것으로 나타났으나, 일부 해역에 해조장의 필요성이 제기되어 2006년부터 동사업을 추가하기로 하였다. 자원증대를 위한 투자는 종묘방류와 중간육성 시설인 내파성 가두리 시설이다(표 4-3-2).

표 4-3-2. 태안바다목장 사업의 어장조성·관광 및 자원증대시설 투자계획

Table 4-3-2. Investment plan of fishing grounds construction·tourism and resources enhancement for Taean marine ranching program

(단위 : 백만원)

분야	재원별	합계	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
어장 조성	소 계	31,946	0	130	1,313	2,514	6,077	5,173	11,131	5,608
	국 가	23,448	0	0	150	1,029	4,262	3,338	9,846	4,823
	지자체	6,398	0	130	1,163	1,235	1,365	1,185	685	635
관광	어업인	900	0	0	0	150	150	250	200	150
	민 간	1,200	0	0	0	100	300	400	400	0
세부 시설	인공어초	9,628	0	0	150	632	1,580	1,264	2,843	3,159
	해조장	1,390	0	0	0	126	316	316	316	316
	환경·급이 시스템	416	0	0	0	208	208	0	0	0
	육상관측 시스템	400	0	0	0	100	300	0	0	0
	갯벌생태복원 및 관광	8,600	0	0	400	800	2,700	1,700	1,400	1,600
	기타	11,512	0	130	763	648	973	1,893	6,572	533
	소 계	7,540	0	130	348	902	1,318	1,462	1,690	1,690
자원 증대	국 가	6,152	0	0	150	632	948	1,262	1,580	1,580
	지자체	1,048	0	130	163	235	315	135	35	35
	어업인	0	0	0	35	35	55	65	75	75
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
세부 시설	종묘방류 및 중간육성장	7,540	0	130	348	902	1,318	1,462	1,690	1,690

어장조성·관광시설투자 규모는 31,946백만원으로 총 투자비의 65.8%, 총 시설투자비의 80.9%이다. 시설규모를 보면, 유도초, 유치자어 보육초 및 어획용 어초 등 인공어초시설에 9,628백만원이 투자될 예정이며, 해조장에 1,390백만원, 환경 및 급이시스템은 416백만원, 육상관측시스템은 400백만원, 갯벌 생태복원 및 체험관광시설은 8,600백만원, 기타 11,512백만원 등이다. 기타 항목의 투자내용은 관련 투자내용에 대한 연구가 완료된 후 세부계획에 따라 최종 결정될 예정이다.

자원증대를 위한 시설투자는 크게 종묘방류와 중간육성시설로 구분할 수 있으며 여기

에 총 7,540백만원이 소요된다.

한편, 현재까지 시·군에서는 어초투하 및 종묘방류 등의 사업을 바다목장사업과 별도로 추진하고 있었으나, 앞으로는 바다목장 사업과의 중복 투자를 방지하고 계획적이고 효율적인 어장조성 및 자원증대 사업 추진을 위해 시·군에서 동 사업을 추진하는 경우 반드시 바다목장 담당 연구진과 사전 협의를 통해 사업을 추진하는 것이 바람직할 것이다.

연구개발투자는 크게 환경관리 및 개선, 어장조성, 자원증대, 바다목장 이용관리분야로 나누어 투자하는 것을 기본으로 하였다. 최종후보지 선정작업을 위하여 2003년까지 소요된 500백만원을 포함하여 연구분야별 연구내역 및 차후 필요한 투자규모는 9,100백만원으로 추정된다(표 4-3-3).

표 4-3-3. 태안바다목장 사업의 연구개발 투자계획

Table 4-3-3. Investment plan of R&D for Taean Marine ranching program

(단위 : 백만원)

분야	연구내용	합계	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
합 계		9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
적지선정		500	500	0	0	0	0	0	0	0
환경관리 및 개선	소 계	1,912		244	385	385	513	129	129	129
	환경조사	1,015		244	129	129	129	129	129	129
	생태계 특성 분석	897		0	256	256	385	0	0	0
어장조성	소 계	1,696		227	180	377	377	268	12	256
	인공어초	847		177	93	202	202	87	12	75
	해중림	234		25	39	39	39	47	0	45
	환경·급이시스템	616		25	48	136	136	136	0	136
자원증대	소 계	3,644		367	549	721	1,057	476	89	385
	방류용우량종묘	272		91	91	45	45	0	0	0
	중간육성기술	502		91	129	154	129	0	0	0
	음향순치기술	404		22	29	73	201	41	38	0
	건묘생산기술	521		106	112	151	151	0	0	0
	대상생물생태연구	444		13	37	82	211	51	51	0
	방류기술	283		45	87	87	64	0	0	0
	자원조사	1,218		0	64	129	256	385	0	385
바다목장 이용관리	소 계	1,348		167	141	167	193	193	257	231
	제도적 행정체계구축	51		25	13	13	0	0	0	0
	마스터플랜수립	90		90	0	0	0	0	0	0
	이용관리체계구축 및 운영	951		52	129	154	193	193	129	102
	투자효과분석	129		0	0	0	0	0	0	129
	종합계획수립	129		0	0	0	0	0	129	0

이중 환경관리 및 개선분야는 환경조사 및 생태계 특성분석을 위하여 1,912백만원, 어장조성 분야는 인공어초, 해중림, 환경·급이시스템 등을 위하여 1,696백만원이 투자될 것으로 추정되었다.

자원증대 분야는 방류용 우량종묘, 중간육성기술, 음향순치기술, 건묘생산기술, 방류기술, 대상생물의 생태 및 행동연구, 해중림 조성종 생산, 자원조사 및 평가를 위하여 3,644백만원이 투자될 것으로 추정되었다.

한편 바다목장 이용관리 분야는 제도 및 행정체계 구축, 마스터플랜 수립, 바다목장 이용관리체계 구축, 그리고 바다목장 종합계획 수립 및 투자효과 분석 등에 1,348백만원이 투자될 것으로 추정되었다.

3. 갯벌자원의 지속가능한 이용 및 관광

태안 바다목장은 어로형과 갯벌형을 동시에 추진하고 있다. 즉 해수면에서의 종묘방류 및 인공어초 투하를 통한 해수면에서의 자원조성과 함께 갯벌자원조성을 통한 지속적인 이용개발이 주 목적이다.

태안 바다목장은 갯벌에서의 자원조성을 통한 갯벌생태의 회복 및 복원 측면을 크게 강조하고 있다. 그러므로 갯벌의 이용에 있어서도 마을어업을 증대시키고 활성화하는 측면뿐 아니라 갯벌자원과 연안 생태계와의 연계성을 밝혀 그 중요성을 부각시키고, 이를 바탕으로 갯벌자원 증식을 지속적으로 도모할 수 있는 방안을 강구하여 갯벌자원을 회복·보존하는 측면에 중점을 두어야 할 것이다. 또한 이러한 갯벌자원을 이용한 체험관광을 통해 갯벌자원의 중요성을 일반인에게도 널리 알릴 수 있는 기회로 활용하는 것이 바람직하리라 생각된다.

즉 태안 바다목장에서 추진하는 갯벌이용정책의 궁극적인 목적은 생물군의 서식지와 생물다양성을 유지·복구·증가시키고, 사람들에게 갯벌의 풍요로운 생태와 함께 지역경제 및 사회 복지를 위한 자연 환경의 가치를 인식시키며, 갯벌에 대한 인간의 영향을 완화시킴으로써 지속가능한 갯벌의 보존과 이용을 도모하고자 하는 것이다.

태안 바다목장 갯벌자원 활용대책은 갯벌 회복, 기능장애요인 제거, 갯벌 보존, 갯벌 관리 및 이용 등 단계별로 구분될 수 있다. 이와 관련하여 향후 추진예정인 바다목장 갯벌 활용방안의 예는 다음과 같다.

- 갯벌 현황 파악
- 생태환경, 퇴적환경, 오염현황 조사
- 갯벌 주변지역 사회, 경제적 이용현황 조사
- 조간대와 조하대 생물관계 규명 : 갯벌 1차생산력 비교연구
- 갯벌 생태계 수질정화기능 분석
- 섹터별로 밀식강도에 따른 생산력 및 질병, 기생충 검사

□ 갯벌 복원

- 대체갯벌로서의 인공갯벌 조성
- 갯벌생물의 서식지 조성, 생물 다양성 및 생산성 증대를 위한 어부림 조성
 - 현재 태안 갯벌은 양식장 기능 위주이며 산란장 기능은 없으므로 양식보다는 증식 기능이 우선하도록 개발(인간이 이용하는 동물성 생산성+기초생산성)
- 고유종 보호

□ 갯벌기능 장애요인 분석 : 밀식, 하천관리, 옹벽, 시설 및 개간 등

- 종패밀식으로 인한 갯벌의 빈영양화
- 갯벌에 영향을 미치는 오염원 파악 : 특히 하천에 유입되는 오염수 및 유독물질에 기인한 적조, 기형어 유발, 중금속 중독 등 오염기작 규명을 통해 오염원 파악
- 옹벽 등 연안구조물 설치로 인한 갯벌 생태계 파괴 및 관리 부실에 따른 갯벌 황폐화
- 관광 및 휴양시설로 인한 갯벌 훼손
- 모래 및 자갈 채취로 인한 갯벌 침식과 물의 흐름 변화로 인한 생태계 혼란
- 외래어종 도입에 따른 토종 생태계 파괴

□ 갯벌의 지속가능한 보전방안 수립

- 생화학적 오염지표에 의한 조기오염경보 기술 개발
- 습지보호지역 지정 등 법률에 의한 이용 규제 : 야생동식물 보호, 환경보호, 오염방지 및 규제
- 갯벌 생태지도 작성 : 지질, 지형경관, 기후, 토양, 자연식생, 생물분포, 오염원, 경제적 가치 등 자연과학 및 사회과학을 포함한 모든 갯벌관련 정보의 DB화 및 GIS 구축 -> 갯벌종합정보시스템 설립
- 갯벌 생태에 대한 정기 모니터링 시스템 구축
- 갯벌의 사회, 문화, 경제적 기능 및 가치평가의 제도화
- 서식지 특성에 따른 생물자원 관리 매뉴얼 작성
- 람사협약, 국제습지본부(Wetlands International) 등 갯벌보존 관련 국제기구와의 국제협력 강화
 - 갯벌보존관련 국제세미나를 개최하거나 보전가치가 높은 습지를 람사협약습지로 등록·관리하는 등 갯벌 생태계 보전을 위한 국제활동에 적극적으로 협력

□ 갯벌 생태관광 추진

- 생태관광 자원 개발 : 갯벌 지형 및 경관, 석호, 갯벌 생물, 습지조류, 갯벌 주변 해안지형 및 경관, 갯벌 주변 및 배후 산지의 식생, 암석, 사찰, 문화재, 유적지 등
- 생태관광 종류 : 갯벌체험, 철새탐조, 해안경관 탐승, 교육적 탐구 등(개별적 혹은 종합적 생태관광)

- 생태관광 전략
 - 지역특화 생태관광
 - 갯벌 보존을 위해 최소의 지역에서 실시하며, 관광객 수도 제한을 두도록 하는 등 지속가능한 개발·보전이 전제된 생태관광 추진
 - 갯벌 지역 주민과 연계된 생태관광 : 지역주민을 “갯벌생태관광안내자” 또는 “관리자”로 위촉하여 자발적인 갯벌 보호와 소득의 지역사회 환원 달성
 - 갯벌 회복을 통한 갯벌 해양 교육장화(갯벌회복을 중점과제로 추진)
- 갯벌의 과학적·체계적 관리 및 이용
- 서식지 및 생물자원 등에 관한 통합관리체계 구축
 - 갯벌 관련 지자체, 환경단체, 어업인 등으로 구성되는 자치관리조직 구성
 - 갯벌 관련 제도 및 정책수립
 - 갯벌 지속적 모니터링
 - 갯벌 지원 연구사업 수행
- 국내 NGO의 갯벌교육프로그램 지원 등을 통해 갯벌의 생물학, 환경, 사회경제적 측면의 중요성에 대한 지속적 홍보
 - 생태관광지 또는 습지보호지역 등에 갯벌박물관, 탐조시설 등을 설치할 지원하여 대국민 홍보 및 교육시설로 활용
 - 지역주민, 환경단체, 교사 등을 대상으로 갯벌환경교육실시 및 교육프로그램 개발·보급 등을 통해 국민의 갯벌보전의식 함양

4. 경제성 평가

가. 직접효과

어장조성과 종묘방류를 통하여 생산될 수 있는 어획량은 방류한 목표 어종이 산란하여 재생산된 자원량의 50%만을 어획한다는 가정 하에 추정하였다. 다만 각 어종별 자원 특성에 따라 생존율을 달리하여 재생산력을 계산하였다.

즉 조피불락의 방류어 생존율은 $0.4(1년) \times 0.4(2년) \times 0.5(3년)$ 로 하였고, 방류어가 성어가 되어 산란하는 산란량은 $친어수 \times 0.5(암수) \times 6만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)$ 로 하였으며, 산란성어의 생존율은 $0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였다.

넙치의 경우 방류어 생존율을 조피불락의 70% 수준인 $0.28(1년) \times 0.28(2년) \times 0.35(3년)$ 로 하였고, 방류어가 성어가 되어 산란하는 산란량은 $친어수 \times 0.5(암수) \times 30만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)$ 로 하였으며, 방류어가 산란한 후 성어진 산란성어의 생존율은 $0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하고 2사이클부터 3년째 생존율을 0.2로 하였다.

한편 농어는 조피불락과 같은 생존율을 나타내는 것으로 가정하였으며, 방류어가 성어가 되어 산란하는 산란량은 미당 20만미로 가정하였다.

이밖에 갑각류와 패류에 대해서도 과학적인 자문을 구하여 생존율 및 산란량을 적용하였다. 그러나 공식에 의한 단순한 대입은 기하급수적인 자원의 증가를 나타낼 수 있으므로 현실을 감안하여 조정하는 작업을 추가하였다.

표 4-3-4에서 보는 바와 같이 전술한 어종별 방류량과 자원 재생산력에 의하여 추정된 최대어획 가능량은 2022년 약 3,166M/T으로 추정되었다. 바다목장 조성기간인 2007년까지 어업활동이 제한된다는 가정 아래 어획은 2008년부터 시작하되, 자원량 중 MSY 수준인 자원량의 1/2 수준만을 어획하는 것으로 계획을 수립하였다.

표 4-3-4. 태안바다목장 사업의 직접효과

Table 4-3-4. Direct effect of Taeon Marine ranching program

(단위 : 천미, kg, 백만원, 척, %, 천원)

연도	방류량	자원량	최대어획 가능량	어업수익	최대 어획비율	조업 척수	수익율	가구당 어업소득
2005	2,026	0	0	0	0.0	0		
2006	6,077	40,279	0	0	0.0	0		
2007	13,505	120,838	0	0	0.0	0		
2008	12,830	328,370	164,185	3,303	5.2	60	42	55,042
2009	14,180	434,627	217,314	4,381	6.9	74	46	59,203
2010	12,830	725,500	362,750	7,354	11.5	120	47	61,287
2011	6,753	874,057	437,028	8,979	13.8	145	48	61,921
2012		1,214,800	607,400	12,675	19.2	200	49	63,377
2013		1,506,692	753,346	15,886	23.8	250	49	63,543
2014		1,936,064	968,032	20,356	30.6	330	48	61,684
2015		2,404,335	1,202,167	24,511	38.0	390	48	62,847
2016		3,250,751	1,625,376	32,078	51.3	513	48	62,497
2017		3,467,713	1,733,856	34,683	54.8	548	49	63,345
2018		4,212,165	2,106,082	42,125	66.5	665	49	63,340
2019		6,015,601	3,007,801	61,706	95.0	970	49	63,615
2020		6,052,260	3,026,130	62,165	95.6	970	49	64,087
2021		6,280,066	3,140,033	63,532	99.2	992	49	64,072
2022		6,333,452	3,166,726	64,199	100.0	1,000	49	64,199

주 : 2022년도부터 최대지속적 생산이 이뤄지기 때문에 이후에는 동일함.

조업척수는 최대 어획비율에 입어 가능 척수 1,000척을 곱하여 바다목장 조성경과에 따라 적절하게 이용하도록 하였다. 즉 최대 어획비율은 각 연도의 최대어획 가능량을 2022년을 최대어획 가능량으로 나눈 값이다. 최대 조업척수는 현 태안 갯벌형 바다목장 해역 주변에 위치한 어선어업 가구수(536)의 약 2배에 해당하는 수를 입어가능 어선으로 가정하였다.

어업수익은 어종별 어획량에 어종별 가격을 곱하여 구하였으며, 어업비용은 고정비인 어선관련 비용과 변동비인 1일 출어 비용, 판매관리비로 구분하였다. 어선은 20,000천원 신조가격을 기준으로 내구년수를 20년으로 하였고, 감가상각비, 유지보수비 등의 척당 어

선관련 비용은 약 3,600천원으로 하였다. 1일 출어 비용은 약 80,000원으로 하였으며, 출어일수는 약 150일로 하였다. 판매관리비는 어획금액의 5%로 하였다. 이상과 같이 어업수익과 어업비용을 계산하여 어업이익을 산출하여 수익률을 계산한 결과 약 49% 수준으로 분석되었고, 조업에 참여한 어가의 어업소득은 약 64백만원으로 추정되었다.

2005년도부터는 방류 가능한 어종을 중심으로 자원평가를 실시해 이들의 어획효과만으로 분석할 예정이다.

나. 간접효과

(1) 분석방법

과거와는 달리 최근에는 바다가 어업활동을 하고 있는 어업인들이 전유물이 아니라 다양한 사람들에게 가치를 부여하고 있다. 특히 유어 낚시를 하는 사람들은 어업인들과 마찬가지로 어업자원을 소비함에 따라 개인의 효용을 느끼고 있다. 따라서 바다목장에 대한 효과는 어업 자원량의 증가가 어획량의 증가에 미치는 직접적인 어획효과와 시장에서 거래 될 수 없는 비시장가치의 변화인 간접적인 관광효과로 나눌 수 있다.

바다목장의 관광효과로는 유어 낚시 또는 갯벌 체험관광객의 증가와 관광객의 유치에 따른 지역경제 활성화를 들 수 있다. 본 연구에서는 바다낚시의 경제적 가치를 추정하기 위해 2004년부터 12월부터 2005년 2월까지 설문조사가 실시되었다. 하지만, 당 시기가 태안의 바다낚시가 이루어지지 않는 철로서 설문조사가 이루어지지 못하였다. 이러한 이유로 태안바다목장의 경우 올해 연구에서는 유어낚시효과는 제외하고 갯벌체험효과만을 분석하기로 하고, 간접효과 분석에는 통영지역에서 추정된 소비자 잉여와 전남바다목장연구에서 추정된 소비자 잉여를 평균한 효용을 이용하기로 한다.

본 연구에서는 관광에 대한 경제적 가치를 추정하기 위해 2004년 12월부터 2005년 2월에 걸쳐 설문조사가 2번 이루어졌다. 주중 199명, 주말 213명으로 총 412명을 조사하였으나 태안 방문목적이 친척집이나 친지방문을 겸한 여행 그리고 처음으로 태안을 방문한 사람은 제외하고 138명만을 분석하였다.

이상과 같이 여행자비용법에 의한 분석을 위하여 설문조사를 실시하였고, 로그함수와 최소자승법을 이용하여 관광객의 소비자 잉여를 추정하였다.

태안 바다목장지역의 방문객은 일년에 평균적으로 낚시관광객 30,000~50,000명과 갯벌관광객 40,000~60,000명을 합한 70,000~110,000명 정도로 추정하였다. 유어 낚시장 3곳의 수용인원 15,000명(150명/일)과 선상낚시 포인트 6곳에 대한 유어낚시선 50척(5명/척)에 승선할 수 있는 낚시객의 수를 합하여 30,000명을 연간 낚시객수로 가정하고, 낚시 가능일수를 100~150일로 가정하여 계산한 값이다. 갯벌 체험관광의 경우 유어 낚시와 마찬가지로 연간 관광일수를 100~150일로 가정하고, 일일 갯벌 방문객수를 400명으로 가정하였을 경우 40,000~60,000명 정도가 갯벌 체험을 할 것으로 예상된다.

2005년도 연구에서 간접효과는 통영이나 여수의 데이터를 바탕으로 한 추정치가 아닌 태안에서의 설문조사를 토대로 한 데이터로 추정한 값을 바탕으로 유어낚시, 관광효과를 분석할 예정이다. 용어 또한 간접효과가 아니라 관광효과로 변경하여 언급할 예정이다. 특히 태안의 경우에는 갯별관광을 중심으로 한 분석이 주를 이룰 것이며, 갯별관광객수, 관광객들이 쓴 관광비용 등을 이용해서 관광수지를 계산할 예정이다.

(2) 분석결과

태안 바다목장 관광객의 소비자 잉여를 추정하기 위한 수요 함수는 아래와 같다.

$$\ln(V_i) = 0.068 - 0.614 \ln(TC_i) + 0.708 \ln(Age_i) \quad R\text{-squared} = 0.315$$

(6.145) (4.543)

여기서 V_i 는 각 각의 관광객의 연간 방문 횟수를 나타내고 TC_i 는 관광여행에 소요되는 평균 비용을 의미한다. Age_i 는 해당 관광객의 나이를 나타낸다. 관광객의 태안방문시 소비자 잉여는 20천원으로 추정되었다. 이상의 가정을 바탕으로 관광객에 의해 발생하는 간접효과를 갯별 관광객수를 기준으로 가중평균하면 가용일수를 100일로 가정하였을 경우 평균효용은 123천원/회이며 150일로 가정하였을 경우 127천원/회가 된다.

나. 사전 타당성 평가

태안 바다목장의 경제적 타당성 분석은 어업을 통하여 어민들에게 발생하는 어획효과와 바다 낚시하는 관광객의 편익 및 갯별 관광객의 편익을 추정한 간접효과를 포함하여 분석하였다.

분석 방법으로는 순현재가치(Net Present Value: NPV), 내부수익율(Internal Rate of Return: IRR) 그리고 투자회수기간(Payback Period)을 사용하였다. 분석기간은 50년으로 설정하였고 바다목장에 대한 투자는 후보지선정에 소요된 2002년과 2003년을 제외한 2004년부터 2010년까지 7개년으로 하였다. 분석에 이용된 할인율은 5%와 3%를 가정하여 사용하였다. 분석결과를 종합해 볼 때 태안 바다목장은 NPV가 0이상, 내부수익율이 15% 이상, 투자 회수기간은 15년으로 경제적 타당성은 높은 것으로 평가되었다(표 4-3-5).

표 4-3-5. 태안바다목장 사업의 경제적 타당성 분석

Table 4-3-5. Results of economic analysis of Taeon Marine ranching program

(단위: 백만원, %, 년)

구	분	100일 기준	150일 기준
순현재가치 (NPV)	3%	429,277	452,557
	5%	238,370	252,282
내부수익율 (IRR)		18.23	18.77
투자회수 기간		15	15

제 4 절 바다목장 이용·관리 기본계획 수립

이용관리체제의 구성은 바다목장의 관리에 관한 관련기관간의 상호 협조 및 정보 교환을 통하여 바다목장사업의 원활한 추진과 바다목장의 효율적인 관리 및 자율관리어업 체제로의 정착을 도모하는 것이다.

특히 바다목장 해역의 자원관리를 더욱 효율적으로 하기 위해 일정부분 어업규제가 불가피하며 그 실천방안으로서 보호수면 및 수산자원관리수면 지정이 반드시 필요하다. 이를 위해서는 정부의 일방적인 규제조치보다는 어업인들의 자발적인 참여와 협조가 가장 요구되기 때문에 이용관리체제의 조기 정착이 무엇보다도 중요할 것이다.

목장조성단계에서는 정부와 연구진들의 역할이 어업인들 보다는 많겠지만, 사업이 점차 진행될수록 지자체와 어업인들의 역할이 커지게 된다. 따라서 어업인들이 주축이 되어 구성하는 바다목장 자율관리어업위원회와 민관학연으로 구성된 바다목장 관리이용협의회를 적극 활용하여 상호 긴밀한 협조체제하에서 바다목장 사업을 추진해 나가야 할 것이다.

1. 바다목장 자율관리어업위원회

태안 바다목장의 이용·관리의 주체는 궁극적으로 어업을 영위할 어업인들이다. 따라서 '태안바다목장 자율관리어업위원회'는 기존의 하향식 어업관리체제와 달리 어업인 스스로가 어업의 관리자이면서 이용자로서, 자원관리와 어업관리 등 어업행위 전반에 대해 규율을 정하고 실천하는 자율관리 실천조직을 말한다. 이 조직의 주체는 태안 바다목장 인근의 어촌의 어업인들의 조직인 어촌계로 하여금 담당하게 하는 것이 가장 바람직할 것이다. 현재는 이러한 기능을 할 수 있는 조직으로는 가장 규모가 큰 어촌계가 가장 유리할 것이다. 이 외에 바다목장권역 선주협회나 해녀영어법인 등 어업인 단체 역시 어촌계와 공동으로 참여하도록 하여 해당 업종의 대표기능을 하도록 하는 것이 바람직할 것이다.

또한 자율관리어업위원회 구성원의 범위는 여수 및 통영 바다목장을 모델로 하여 우선적으로 태안 바다목장권역 이내의 13개 어촌계를 대상으로 하되, 향후 협의를 통해 바다목장권역에서 실질적으로 어업에 종사하는 어촌계를 중심으로 자율관리어업위원회를 구성함으로써 보다 효율적인 이용관리체제를 수립할 계획이다.

현재 태안군과 안면수협에서는 바다목장권역 외측의 어촌계에도 이용·관리권한을 부여할 수 있도록 바다목장 추진위원회 구성을 계획하고 있다. 그러나 해역 이용·관리권의 범위가 바다목장권역을 벗어나 규모가 확대될수록 실질적이고 효과적인 바다목장 관리는 어려워질 수 있다. 따라서 그 범위를 객관적이고 명확한 근거를 통해 규제함으로써 현실

적이고 실효성 있는 이용·관리가 이루어지도록 해야 할 것이다.

2. 바다목장 관리이용협의회

관리이용협의회의 구성목적은 바다목장 관리에 관한 관련기관간의 상호협조 및 정보 교환을 통하여 바다목장사업의 원활한 추진, 바다목장의 효율적인 관리 및 자율관리어업 체제로의 정착을 위한 것이다. 즉 바다목장 이용·관리의 효율적인 모니터링 및 범집행과 바다목장 자율관리어업위원회에 대한 자문을 위해 관계, 학계, 업계 및 어업인 대표로 구성된 '태안바다목장 관리이용협의회'의 구성이 필요하다(표 4-4-1).

표 4-4-1. 태안바다목장 관리이용협의회

Table 4-4-1. Taeon Marine Ranching Management Council

구분	소속	직위	역할
관계	충청남도	해양수산과장	지도, 단속, 행정지원
	태안군	해양수산과장	지도, 단속, 행정지원
	보령해양수산사무소	소장	지도, 교육, 홍보
학계	한국해양연구원	연구책임자	교육, 홍보, 감시
	한국해양수산개발원	연구책임자	"
	국립수산과학원 서해수산연구소	소장	기술지도
업계	안면수협	지도과장	지도, 교육, 홍보
어업인	13개 어촌계 (방포, 외도, 신야2리, 귀곡, 장곡4리, 장돌, 구매, 고남, 탄개, 영항, 가경주, 만수동, 옷점)	어촌계장	감시, 어업인 교육 홍보
	어업인 단체	대표	
민간	미정	민간 투자자	갯벌 등 해양관광

바다목장 관리이용협의회의 운영을 위한 기본사항은 우선, 협의회의 구성원은 관계, 어업인, 학계 및 업계로 구성되며, 위원장 및 간사 1인씩을 두며, 협의회는 매 분기마다 개최하되, 필요시에는 별도로 개최할 수 있도록 해야 한다. 소요경비는 시범사업 실시기간 중에는 태안 갯벌형 바다목장사업 추진 연구기관, 어업인 및 해당 행정기관이 공동으로 부담하고, 이용·관리권 이양 후에는 어업인들이 부담하는 것이 바람직 할 것이다.

3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정

바다목장 해역에 방류된 치어를 보호하는 등 수산자원의 조성과 바다목장 사업의 효율적인 추진을 도모하기 위해서는 바다목장 조성 단계에서부터 일정 해역을 보호수면 및

수산자원관리수면으로 지정할 필요가 있다.

태안 바다목장해역에서의 보호대상 수산동식물은 바다목장 해역 내 수산 어종 중 태안군 어민들이 가장 선호하는 어종인 조피볼락, 넙치, 농어, 감성돔 등이 될 것이며, 이러한 어종을 대상으로 바다목장 조성을 위한 방류사업이 이루어질 것이다. 이러한 방류자원을 보호하는 것뿐만 아니라, 대상어종의 회유경로 및 자원의 서식형태에 따라 치어성육장, 육성장 및 월동장을 조성하거나, 지속적인 시험조업을 통해 자원량을 파악하는 등 자원의 확대재생산에 의한 지속적인 어업이 가능도록 해역을 관리하기 위해서는 일정기간 동안 어업권의 제한적인 이용이 불가피하다.

특히 내파수도, 외파수도 및 외도 등 3개 섬을 잇는 해역의 경우 수중암반이 잘 발달하여 다양한 어종이 분포하고 있어 현재 어업인들의 주 어장으로 이용되고 있으며, 어로형 바다목장으로 개발하기에 가장 적합한 해역으로 평가되고 있다. 그러나 이 해역은 다수의 어업인들이 전복 등 양식면허를 가지고 있기 때문에 바다목장 사업을 추진하는데 큰 어려움이 되고 있다. 따라서 상기 해역을 보호수면 및 수산자원관리수면으로 지정하기 위해서는 우선 해당 해역에 어업권을 가지고 있는 어업인들 모두의 적극적인 협조가 필요한 실정이다.

제 5 절 요약 및 결론

태안 바다목장은 서해안 갯벌의 특성을 활용하는 갯벌형 바다목장이다. 따라서 기존의 여수 및 통영 다도해형 바다목장과는 달리 어류자원뿐만 아니라 갯벌에 서식하는 각종 갑각류 및 패류를 대상으로 하는 새로운 개념의 바다목장으로 추진되고 있다. 즉 해수면에서의 종묘방류 및 인공어초 투하를 통한 해수면에서의 자원조성과 함께 갯벌자원조성을 통한 지속적인 이용개발이 주 목적이다.

이에 따라 태안 바다목장은 갯벌에서의 자원조성을 통한 갯벌생태의 회복 및 복원 측면을 크게 강조하고 있다. 그러므로 갯벌의 이용에 있어서도 마을어업을 증대시키고 활성화하는 측면뿐 아니라 갯벌자원과 연안 생태계와의 연계성을 밝혀 그 중요성을 부각시키고, 이를 바탕으로 갯벌자원 증식을 지속적으로 도모할 수 있는 방안을 강구하여 갯벌자원을 회복·보존하는 측면에 중점을 두어야 할 것이다. 또한 이러한 갯벌자원을 이용한 체험관광을 통해 갯벌자원의 중요성을 일반인에게도 널리 알릴 수 있는 기회로 활용하는 것이 바람직하리라 생각된다.

바다목장 사업이 성공하기 위해서는 연구진들의 노력과 함께 어업인들의 이해와 참여는 물론 시·군 담당자들의 지원과 협조가 무엇보다도 중요하다. 특히 해수면에서의 자원조성의 경우 태안 바다목장 해역에 양식장 면허가 상당수 산재하고 있어 어초 투하 등 자원조성사업을 추진하는데 있어 일부 어업인들과의 어업권 문제 등 상당한 어려움이 예상된다. 따라서 자율관리어업위원회 및 관리이용협의회 등 바다목장 사업추진을 위한 협의체를 가능한 조속히 구성함으로써 모든 관련 당사자들이 바다목장 운영과 관련한 제반 문제의 해결을 위해 적극 협력할 수 있는 기반을 구축하도록 노력해야 할 것이다. 특히 시·군에서 별도로 추진되는 어초투하 및 종묘방류 사업에 대해서는 바다목장 해역에서의 어장조성 및 자원증대 사업과 중복되지 않도록 시·군 및 연구진간 사전 협의가 반드시 필요할 것으로 생각된다.

이와 함께 어장 및 자원조성사업이 완료될 때까지 바다목장 수역에 방류되는 종묘와 인공어초 등을 보호하기 위해 일정 기간동안 일부 수역에서의 조업을 금지할 수 있도록 보호수면과 수산자원관리수면을 설정할 필요가 있다. 이러한 규제들은 물론 철저한 감시 감독을 통한 관리가 필요하지만 한편으로는 어업인들 스스로가 자율적으로 어업규제에 참여할 수 있는 분위기를 조성하는 것이 매우 중요하다. 자율적인 규제보다 더 효과적인 규제방안은 없기 때문이다.

이와 같이 바다목장 사업에 참여하는 모든 구성원들이 이해와 참여, 자율적 규제 등의 꾸준한 노력을 기울인다면 앞으로 여수 및 통영 바다목장에서 거둔 성과 이상의 결과를 얻을 수 있을 것이다.

동 사업은 국가, 지자체, 어업인, 민간 등의 공동 투자를 통해 총 사업비 48,586백만원이 투입되어 추진될 예정이며, 이 계획대로 추진될 경우 태안바다목장이 가지는 순현재가치(NPV)는 할인율 3%, 5%에서 최소 2,383억원으로 모든 시나리오에서 NPV가 +로 나타나 경제성이 있는 것으로 평가되었고, 내부수익율(IRR)도 최소 18.23%로 상당히 높은 수준인 것으로 나타나고 있다.

북제주바다목장 Buk-Jeju Marine Ranching

제 1 장 환경생태

제 2 장 어장조성

제 3 장 자원조성

제 4 장 이용관리

제 1 장 환경 · 생태

제 1 절 해양환경

1. 서 론

UN이 1994년 해양법 조약 발효 후 각국은 200해리 수역에서 「잡는 어업에서 기르는 어업」으로 수산자원 이용 방법이 전환되고 있다. 연안의 해양생물 자원을 지속 가능한 높은 생산력으로 유지시키면서, 환경 친화적으로 자원 잠재력을 증대시키는데 초점을 두고 있으며, 그 사업의 일환으로 북제주 바다목장 사업을 추진하고 있다.

해양생태계의 구성요소는 물리·화학적 환경요인과 생산자, 소비자, 분해자이며, 이들이 하나의 계(system)를 이루어 상호 작용 및 반작용으로 생태학적인 기능을 발휘하고 있다. 특히 연안해역에서 물질 순환은 주요 질소 및 인과 같은 영양염류와 각종 미량 원소 등이 기초 생산자에 의해 광합성을 통한 유기질 형태로 전환되면서 시작된다. 기초 생산자는 수온, 염분, 광량, 해류, 영양염류 등에 의해 크게 영향을 받으며, 먹이연쇄의 가장 기본이 된다. 이러한 기초생산력에 따라 저차 소비자에서 고차 소비자에 이르기까지 자원량 증감의 중요한 요인이 되고 있다. 또한 연안과 천해, 호소의 저질은 그 상층수의 수질 변화에 영향을 받으며, 또한 상층수의 수질을 변화시키기도 한다. 저질은 지질학적 기원을 갖는 기부위에 상층수중에서 침강한 부유현탁물질과 수중생물의 배설물, 생물의 사체 등 유기물질이 층을 이루어 형성되고 있다. 일반적으로 해양의 입자성 물질은 자체에서 생산되는 동·식물 플랑크톤 및 양식생물의 배설물과 육상으로부터 유입하는 각종 유·무기물입자 및 점토입자 등으로 이루어져 있다. 이러한 용존성 오염물질(유기물, 중금속, 무기이온 등)은 입자성 물질에 의하여 흡착되며, 입자의 응결을 통하여 용이하게 침강되 적함으로서 저질에 누적된다. 저질중의 유기물은 그 침적량이 많아지면 이를 분해하는데 소요되는 수중용존산소량이 부족하게 되고 바닥과 인접한 저층수에 저산소층 내지 무산소층이 형성된다. 이러한 수층의 두께는 차츰 위로 확대된다. 이런 해역은 자정능력을 상실하여 생물과 환경과의 평형을 잃게 되며, 이로 인해 생물의 종별 서식량을 조절하는 길항력이 약화되는 틈을 타서 개척단계, 또는 후퇴단계의 특수 적응력을 갖는 소수 미세조류가 견제력을 풀고 폭발적인 번식을 함으로서 적조현상을 일으키기도 한다.

따라서 생물군집에 영향을 미치는 각종 환경요인은 복잡하게 유기적으로 기능을 발휘하고 있으며, 해역의 최적 생태계 관리를 위하여 환경요인은 가장 기본적으로 조사되어야 할 분야이고, 효율적인 생물자원 관리를 위해서는 장기적인 관측이 필요하다.

본 연구는 북제주 바다목장 해역의 환경요인을 파악하고 앞으로의 변화를 예측함으로

서 자원 증대를 도모하고, 궁극적으로 환경 친화적인 바다목장을 조성하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 수질환경

(1) 조사 시기 및 장소

제 1차는 2004년 9월 3~4일에, 제 2차는 11월 3~6일에, 북제주 바다목장 해역의 10개 정점의 표층과 저층에서 물리·화학적 환경요인 조사를 아래와 같이 각각 수행하였다(그림 1-1-1).

(2) 조사방법

수온과 염분은 그림 1-1-1과 같이 북제주 바다목장 해역의 10개 정점에서 CTD (SBE-19) 관측을 하였다. 관측횟수는 2004년 9월부터 12월까지 매월 1회씩 총 4회를 조사 하였으며, 관측시기는 1차 9월 3일, 2차 10월 23일, 3차 11월 9일, 4차 12월 17일에 조사 하였다. 용존산소량은 현장에서 용존산소를 고정 한 후 실험실에서 윙클러아지드변법으로 측정하였으며, 화학적산소요구량은 알칼리성 과망간산칼륨법으로 측정하였다.

영양염류의 측정은 Niskin채수기로 채수된 시료를 Standard Methods(1999), Solorzano (1969)의 방법에 따라 UV-흡수분광광도계(Model Shimadzu UV-1201)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 영양염류는 암모니아 질소($\text{NH}_4^+\text{-N}$), 아질산 질소($\text{NO}_2^-\text{-N}$), 질산 질소($\text{NO}_3^-\text{-N}$)를 각각 Phenol hypochlorite method, Sulfanilamide-N.E.D Method 그리고 cadmium reduction method에 준하여 분석하였으며 인산 인($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)는 Ascorbic acid method으로 분석을 행하였다. 부유물질의 농도는 사전에 무게를 측정한 여과지에 시수 1 ℓ를 여과한 후 이를 건조기(105℃)에서 2~4시간 건조시킨 다음 다시 무게를 측정하여 최초의 여과지 무게를 뺀 값으로 하였으며, 투명도는 Secchi disk(직경=30cm)를 이용하여 측정하였다.

나. 저서·퇴적환경

(1) 조사개요

바다목장해역의 연질저질토의 이화학적 특성을 파악하기 위하여 해역내의 북제주군 한경면 고산리, 용수리의 북제주 주변 해역에서 2004년 8월~2005년 2월까지 10개의 조사 정점을 정하고 계절별(9, 11월)로 시료를 채취하였다. 연질 저질토 시료는 Van Venen Grab Sampler를 사용하여 채취하였다. 채취한 시료는 500ml 폴리에틸렌병에 넣어서 실험 실로 운반한 후 냉동 보관하였다. 저질토 조사정점에 대한 위치는 그림 1-1-1과 같다.

(2) 조사방법

채취한 시료에 대하여 pH, 화학적산소요구량(chemical oxygen demand; COD), 총유기탄소(total organic carbon; TOC), 총유기질소(total organic nitrogen; TON), 강열감량(Igloss), 입도분포(particle size distribution; PSD), 원소분석(CHN analysis)은 해양환경공정시험방법(1998)에 따라 분석하였다.

pH는 EC 10 pH meter(HACH Company, Model 50050, USA)를 사용하여 측정하였다. COD는 해양환경공정시험방법(1998)에 따라서 알칼리 조건하에서 과망간산칼륨을 산화제로 사용하여 저질시료내의 유기물질을 산화시킬 때 소모되는 산화제의 양을 산소량으로 나타낸 것이다. 저질 퇴적물 시료 내 총유기탄소 및 총유기질소의 분석은 퇴적물을 105℃에서 24시간 건조 후 막자사발을 이용하여 곱게 분말한 시료에 약 1g정도를 1M HCl에 10ml씩 2회 실시하여 CHN analyser(Leco CHN-1000)으로 측정하였다. 강열감량(IL)은 퇴적물 중 유기물함량 측정은 염분이 제거된 시료를 곱게 분쇄하여 5g의 무게를 정확히 측정하여 도가니에 넣고 550℃의 전기로에서 2시간동안 방치한 후 그 중량치를 이용하여 유기물을 측정해 그 값을 %로 환산하였다. 퇴적물 중 총탄소 및 총질소 측정은 퇴적물을 105℃에서 24시간 건조 후 곱게 분쇄하여 CHN analyser(Leco CHN-1000)으로 측정하였다. 또한 탄산염 함량은 $\text{CaCO}_3(\%) = (\text{총탄소} - \text{총유기탄소}) \times 8.33$ 의 화학양론적으로 계산하였다. 퇴적물 입도분석은 Ingram과 Galehouse(1971)의 방법에 따라 시료 40~50g를 취하여 회석법에 의하여 용해성 염분을 제거한 시료를 6% H_2O_2 로 유기물을 제거하였다. 유기물이 제거된 시료에 10% HCl로 패각편을 제거한 후 0.0628mm(230mesh)의 체를 사용하여 습식체질한 후 조립부와 세립부로 나누어 조립부는 1Ø 간격으로 Ro-tap sieve shaker를 사용하여 건식체질한 후 입도별 중량백분율을 구하였다. 이 결과를 Folk and Ward(1957)의 공식에 의해 평균치, 분급도 등의 조직표준치를 계산하였고 Folk(1968)의 삼각도표에 의해 퇴적물 유형을 분류하였다.

3. 결과 및 토의

가. 수질환경

(1) 수온

조사기간인 9월부터 12월까지 북제주 바다목장 해역에서의 출현 수온 범위는 16.5~24.9℃로 나타났다. 월별로는 9월에 16.5~24.9℃ 범위로 나타났고 평균수온은 표층이 22.6℃, 저층이 19.5℃로 표·저층간 3.1℃의 차이를 보였다(그림 1-1-2). 특히, 외해쪽 정점 8부근의 저층 80m 부근에서 16.5℃의 저층저온수의 유입으로 해저 경사면을 따라 조밀한 전선이 형성되었으며, 표층의 수평분포에서도 차귀도를 포함한 연안역에 21.0~21.5℃ 저온수 세력과 외해역의 24.5℃ 고온수 세력과 조밀한 전선을 형성하고 있었다.

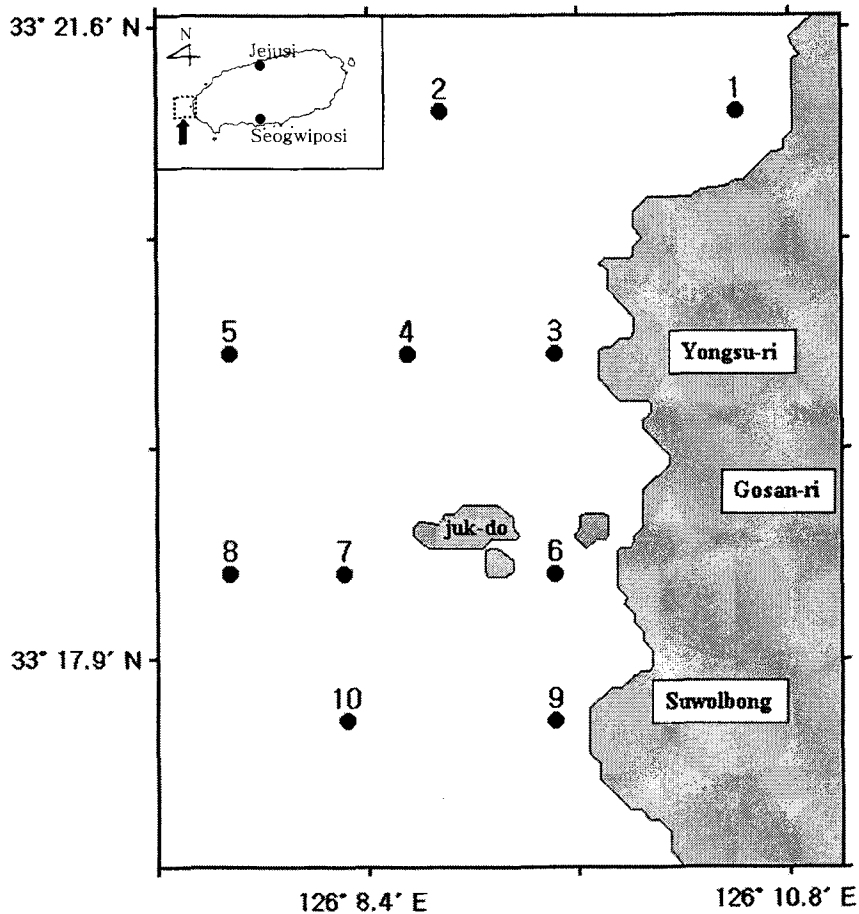


그림 1-1-1. 2004년 북제주 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 조사 정점.
 Fig. 1-1-1. Map showing the sampling stations for physicochemical environmental factors in the Buk-Jeju marine ranching area in 2004.

10월에는 20.5~22.2℃ 범위로 나타났고(그림 1-1-3), 평균수온은 표층이 22.0℃, 저층이 21.5℃로 표·저층간 0.5℃ 차이를 나타내면서 9월에 비해 상·하층간 연직혼합이 활발하게 진행되어 있었으며 표층의 수평분포도 9월에 나타났던 조밀한 전선대는 사라지고 완만해진 반면 저층부에서는 해저지형의 변화에 따른 분포가 유지되고 있었다.

11월에는 20.5~21.4℃ 범위로 나타났고 평균수온은 표층이 21.2℃, 저층이 21.0℃로 표·저층간 0.2℃ 차이를 나타내 10월과 비슷하게 상·하층간 연직혼합이 활발히 진행되고 있었고, 표층의 수평분포는 외해쪽 고온수가 연안역으로 확장하는 형태를 나타냈다(그림 1-1-4).

12월에는 18.7~19.1℃ 범위로 나타났고 평균수온은 표층이 18.9℃, 저층이 18.6℃로 표·저층간 0.3℃ 차이를 나타냈으며 표·저층의 수평 분포도 비슷한 형태로 나타났다(그림 1-1-5).

이와 같은 결과에서 조사대상 해역은 10월부터 표·저층간 연직혼합에 의한 균질화가

나타나고 있으며, 차귀도를 포함한 연안역에는 표·저층의 분포양상이 큰 차이가 없는 것으로 보아 평상시에도 조석과 지형 변화에 따라 혼합이 활발하게 이루어지고 있는 반면, 차귀도 외역에서는 외양수가 별다른 장애 없이 연안역으로 유입되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 북제주 바다목장 해역은 연안수와 외해수의 세력에 의해 다양한 분포가 나타나는 해역이며, 또한 조석에 따라 차귀도를 중심으로 분포특성이 변화하고 있다고 판단된다.

(2) 염분

9월부터 12월까지 북제주 바다목장 해역에서의 출현 염분 범위는 31.06~34.48psu 로 나타났다. 월별로는 9월에 31.06~33.82psu 범위로 나타났고, 평균염분은 표층이 32.25psu, 저층이 32.87psu로 표·저층간 0.62psu 차이를 나타냈다(그림 1-1-2). 차귀도를 포함한 연안역은 32.5~33.0psu 범위의 고염분수와 외해쪽의 31.5psu의 저염분수 세력사이에 완만한 전선을 형성되고 있으며, 연안역은 외해쪽에 비해서 표·저층의 염분분포가 비슷하여 비교적 혼합이 활발하게 이루어지고 있었다.

10월에는 34.30~34.48psu 범위로 나타났고, 평균염분은 표층이 34.33psu, 저층이 34.37psu 로 표·저층간 0.04psu 차이가 나타나 표·저층간 연직혼합이 활발하게 진행되어 있었다(그림 1-1-3). 수평분포는 Sta. 1, 3 사이에 34.40psu를 제외하면 조사대상 해역은 34.35psu 가 전 해역을 차지하고 있었고 Sta. 4 부근에 발산성 와가 형성되어 있어 차귀도의 지형적 요인에 의한 것이라고 사료된다.

11월에는 33.93~34.36psu 로 나타났고, 평균염분은 표층이 34.12psu, 저층이 34.25psu 로 표·저층간 0.13psu 차이로 10월에 비해 다소 높았지만 큰 차이는 나타나지 않았다(그림 1-1-4). 표층의 수평분포는 저층에 비해 저염화 되어 있으며 외해쪽 Sta. 2 부근에 33.97psu 의 저염분수가 차귀도 연안역을 향해 확장하고 있는 분포 형태를 나타냈다.

12월에는 34.28~34.41psu 로 나타났고, 평균염분은 표층이 34.36psu, 저층이 34.37psu 로 표·저층간 0.01psu 차이를 나타냈다(그림 1-1-5). 표층은 차귀도를 경계로 연안역에 34.34psu, 외해역에 34.38~34.39psu 의 고염분수가 전층에 분포하고 있었으며 표·저층이 거의 균질한 상태로 나타났다.

이와 같은 결과에서 염분도 수온과 비슷하게 조석과 지형변화에 의한 분포특성을 보였으며 연안수와 외해수가 차귀도 주변을 경계로 세력소장을 달리하고 있었다. 그리고, 10월에 나타났던 34.35~34.45psu의 고염분수는 추계 제주도 서쪽에 나타나는 대마난류수의 세력으로 판단된다. 그러나 10월에 나타났던 대마난류수의 세력은 동계상황으로 진행될수록 그 세력이 확장하는것이 일반적인 현상임에도 불구하고 11월에 전 해역의 염분이 다소 낮아진 것은 외해쪽에 존재하는 대마난류 혼합수의 세력에 따른 것이라고 사료된다.

수온은 표층에서 33.21~25.3℃로 평균 23.2℃을 보였으며, 저층에서는 16.8~22.4℃

로 평균 19.0℃를 보여 표·저층간 4.0℃의 차이를 나타내었다. 외양역으로 갈수록 높은 분포를 보였으며, 수온약층이 형성되었다.

(3) pH

pH는 2004년 9월에 표층에서 최저 8.25에서 최고 8.30로 평균 8.27을 보였으며, 저층에서 최저 8.23(정점 3)에서 최고 8.32(정점 5)로 평균 8.28를 보였다(표 1-1-1). 9월의 변화는 정점간의 큰 차이를 보이지 않았다. 11월의 표층에서 평균 8.29로 정점간 차이가 거의 없었으며, 저층에서 최저 8.21(정점 9)에서 최고 8.29(정점 3)로 평균 8.26를 보였다. 이러한 값은 해역의 수질기준 I등급 이내의 값들로 큰 변화폭은 나타나지 않았다.

(4) 용존산소량(DO)

용존산소량은 2004년 9월에 표층에서 7.38~7.81mg/ℓ로 평균 7.59mg/ℓ를 보였고, 저층에서 7.12~7.98mg/ℓ로 평균 7.55mg/ℓ를 보여, 표·저층간 별다른 차이를 보이지 않았으며, 연안역에서 다소 낮은 경향을 보이고 있었다(표 1-1-1). 11월에는 표층에서 8.01~7.05mg/ℓ로 평균 7.59mg/ℓ를 보였고, 저층에서는 6.71~7.10mg/ℓ로 평균 6.85mg/ℓ를 나타내어 저층에서 다소 낮은 농도분포를 보이고 있었다.

(5) 화학적산소요구량(COD)

화학적 산소요구량인 COD값은 해역의 유기물 오탁지표로 사용되는 방법이다. 본 조사해역의 화학적산소요구량은 2004년 9월에 표층에서 0.2~0.9mg/ℓ로 평균 0.7mg/ℓ를 보였고, 저층에서 0.7~1.7mg/ℓ의 범위로 평균 1.3mg/ℓ를 보였다(표 1-1-1). 11월에는 표층에서 0.6~1.1mg/ℓ의 범위로 평균 0.8mg/ℓ 보였으며, 저층에서 0.9~1.7mg/ℓ로 평균 1.4mg/ℓ로서 조사정점 전해역이 해역기준 I, II 등급 이내의 값들로 저층에서 다소 높은 값을 나타내고 있었다.

(6) 부유물질(SS)

부유물질 농도는 9월에 표층에서 6.9~9.8mg/ℓ로 평균 8.8mg/ℓ를 보였으며, 저층에서는 4.0~17.1mg/ℓ의 범위로 평균 13.4mg/ℓ를 보여 저층이 표층에 비해 4mg/ℓ 높은 값을 나타내고 있었으며 정점 10에서 가장 높은 값을 나타내고 있었다(표 1-1-1). 2004년 11월에는 표층에서 7.9~9.5mg/ℓ로 평균 9.0mg/ℓ를 보였으며, 저층에서 8.4~15.5mg/ℓ의 범위로 평균 11.2mg/ℓ로 9월과 같이 저층에서 다소 높은 농도분포를 보이고 있었으며 정점간 큰 차이를 보이지는 않았다.

표 1-1-1. 2004년 북제주 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 계절별 변화

Table 1-1-1. Seasonal variation of physicochemical factors in Buk-Jeju marine ranching area in 2004

		2004					2004				
		Sep.					Nov.				
		pH	DO	COD	SS	Trans.	pH	DO	COD	SS	Trans.
S	1	8.28	7.38	0.9	8.4	11.0	8.29	8.01	0.8	9.3	9.0
	2	8.30	7.54	0.9	8.9	11.0	8.29	7.97	0.7	8.5	11.0
	3	8.25	7.54	0.8	6.9	9.0	8.29	7.24	0.8	8.7	9.0
	4	8.25	7.76	0.2	9.8	10.0	8.28	7.89	0.7	9.0	10.0
	5	8.25	7.48	0.7	9.5	12.0	8.29	7.05	0.6	7.9	10.0
	6	8.30	7.38	0.8	9.5	11.0	8.29	7.05	0.6	9.2	10.0
	7	8.30	7.70	0.8	8.5	11.0	8.29	7.21	0.8	8.9	11.0
	8	8.25	7.79	0.7	8.0	13.0	8.28	7.83	0.7	9.5	12.0
	9	8.25	7.81	0.6	9.5	13.0	8.28	7.97	0.8	9.2	11.0
	10	8.30	7.54	0.7	9.5	14.0	8.28	7.89	1.1	9.5	13.0
	평균	8.27	7.59	0.7	8.8	11.5	8.29	7.61	0.8	9.0	10.6
B	1	8.30	7.98	1.4	11.7	-	8.28	7.10	1.7	9.3	-
	2	8.27	7.68	0.7	4.0	-	8.27	6.82	1.7	10.7	-
	3	8.23	7.12	1.4	10.5	-	8.29	6.71	1.7	10.7	-
	4	8.25	7.70	1.3	12.7	-	8.28	6.96	1.6	9.5	-
	5	8.32	7.98	1.6	13.1	-	8.25	6.71	1.0	9.9	-
	6	8.24	7.35	1.7	13.1	-	8.28	6.96	0.9	8.4	-
	7	8.30	7.45	1.7	14.2	-	8.27	6.82	1.2	11.9	-
	8	8.25	7.31	1.2	12.3	-	8.27	6.91	1.1	13.7	-
	9	8.30	7.45	1.1	14.7	-	8.21	6.71	1.5	12.3	-
	10	8.30	7.45	1.3	17.1	-	8.24	6.77	1.1	15.3	-
	평균	8.28	7.55	1.3	12.3	-	8.26	6.85	1.4	11.2	-

※ Indicators: WT; Water temperature, Sal; Salinity, DO; Dissolved Oxygen, COD; Chemical Oxygen Demand, SS; Suspended solids, Trans; Transparency, S; Surface, B; Bottom

※ Unit: WT; °C, Sal; ‰, DO; mg · ℓ⁻¹, COD ; mg · ℓ⁻¹, SS; mg · ℓ⁻¹, Trans.; m

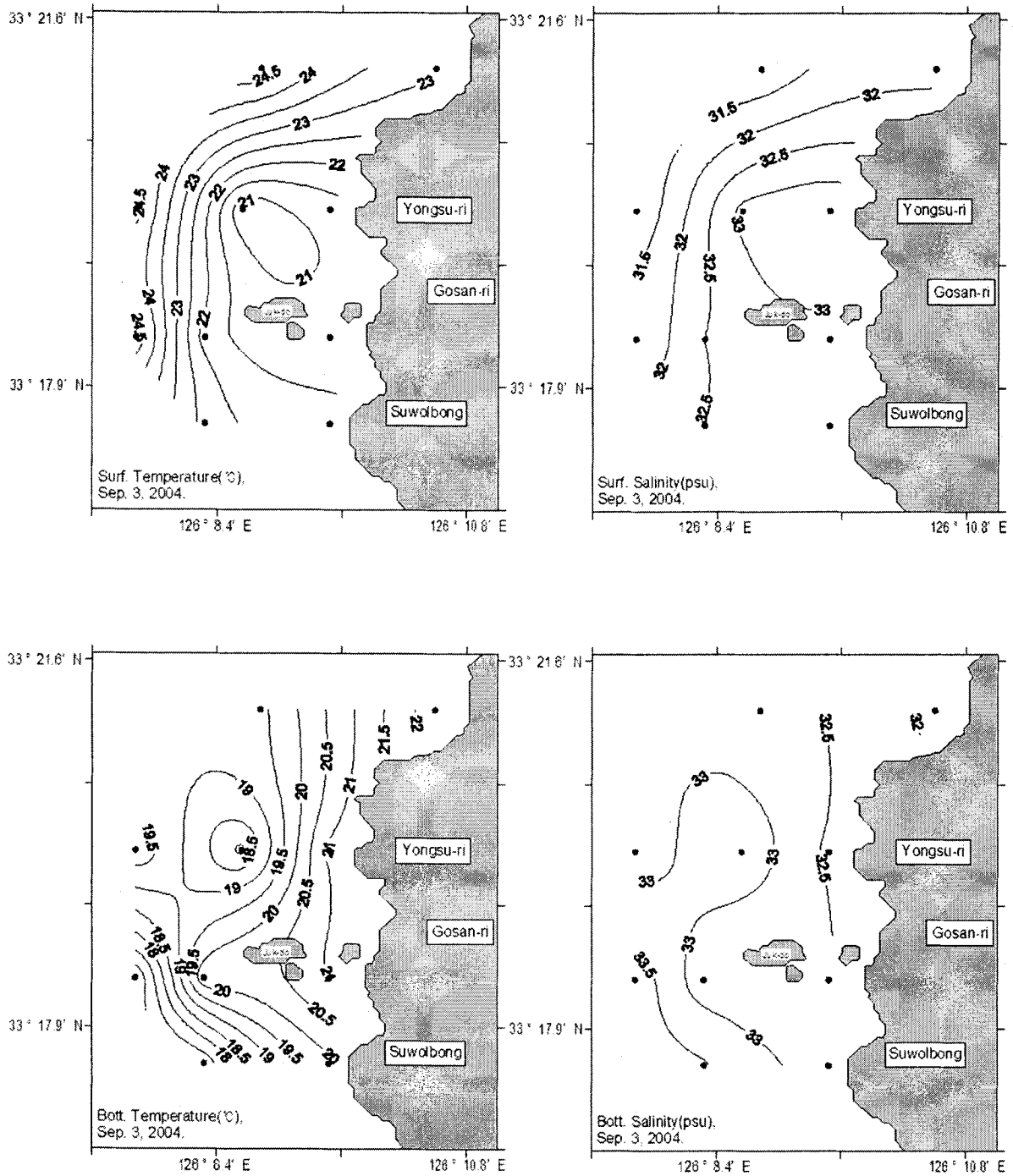


그림 1-1-2. 북제주 바다목장 해역의 추계(9월) 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.

Fig. 1-1-2. Horizontal distributions of temperature(°C) and salinity(psu) at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in September, 2004.

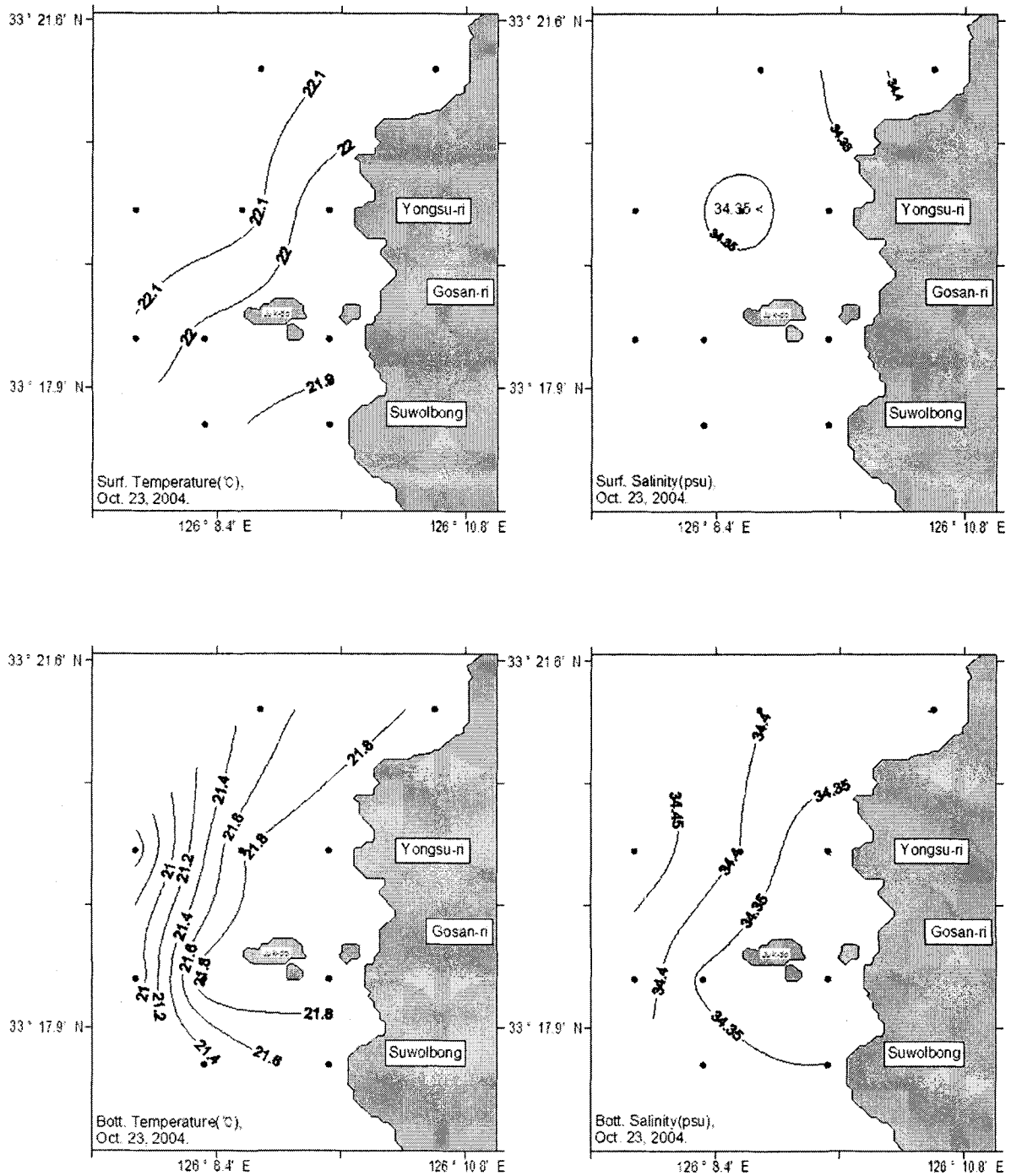


그림 1-1-3. 북제주 바다목장 해역의 추계(10월) 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.
 Fig. 1-1-3. Horizontal distributions of temperature(°C) and salinity(psu) at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in October, 2004.

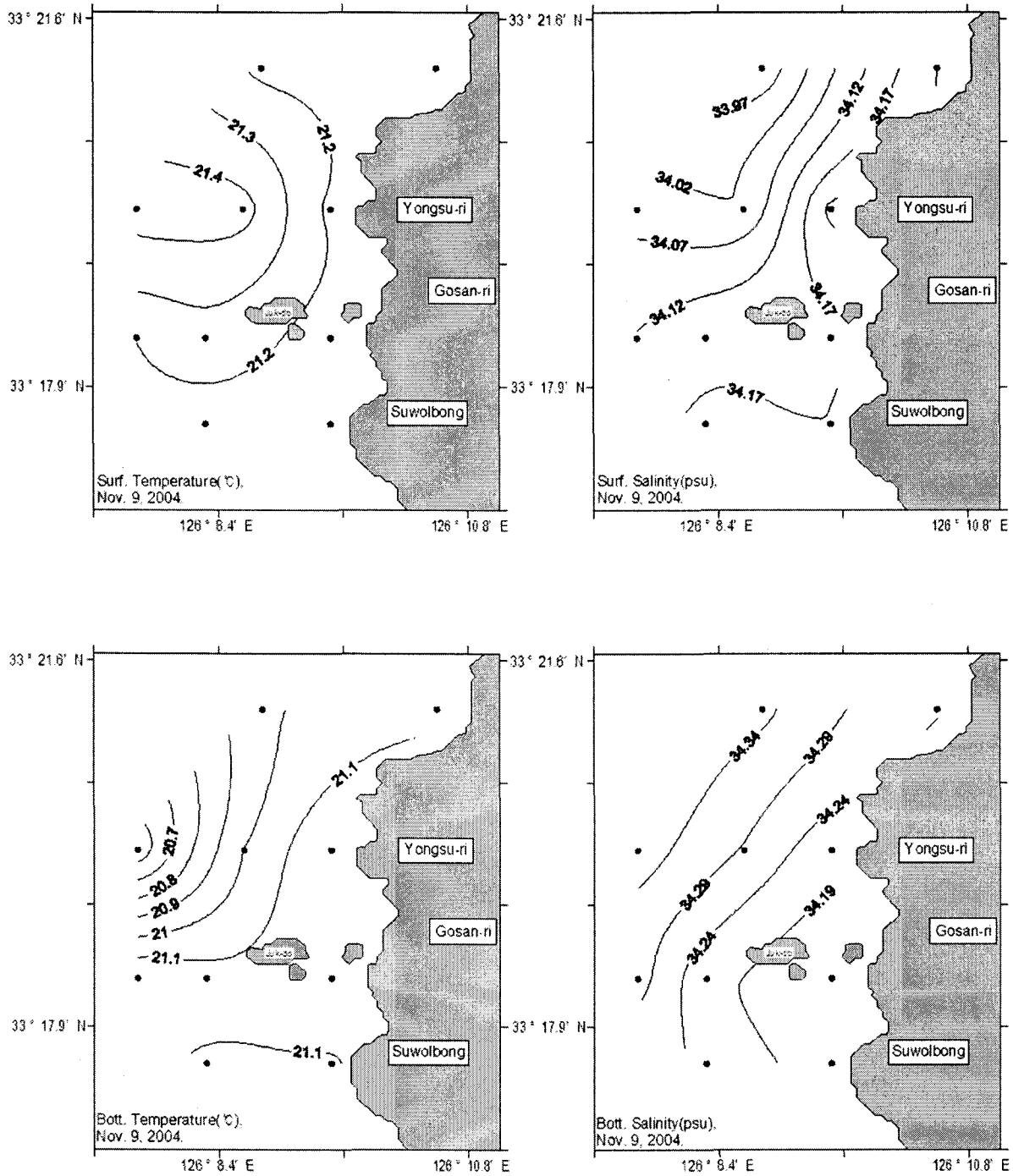


그림 1-1-4. 북제주 바다목장 해역의 추계(11월) 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.
 Fig. 1-1-4. Horizontal distributions of temperature(°C) and salinity(psu) at the surface and bottom layer in the Buk-Jeu marine ranching area in November, 2004.

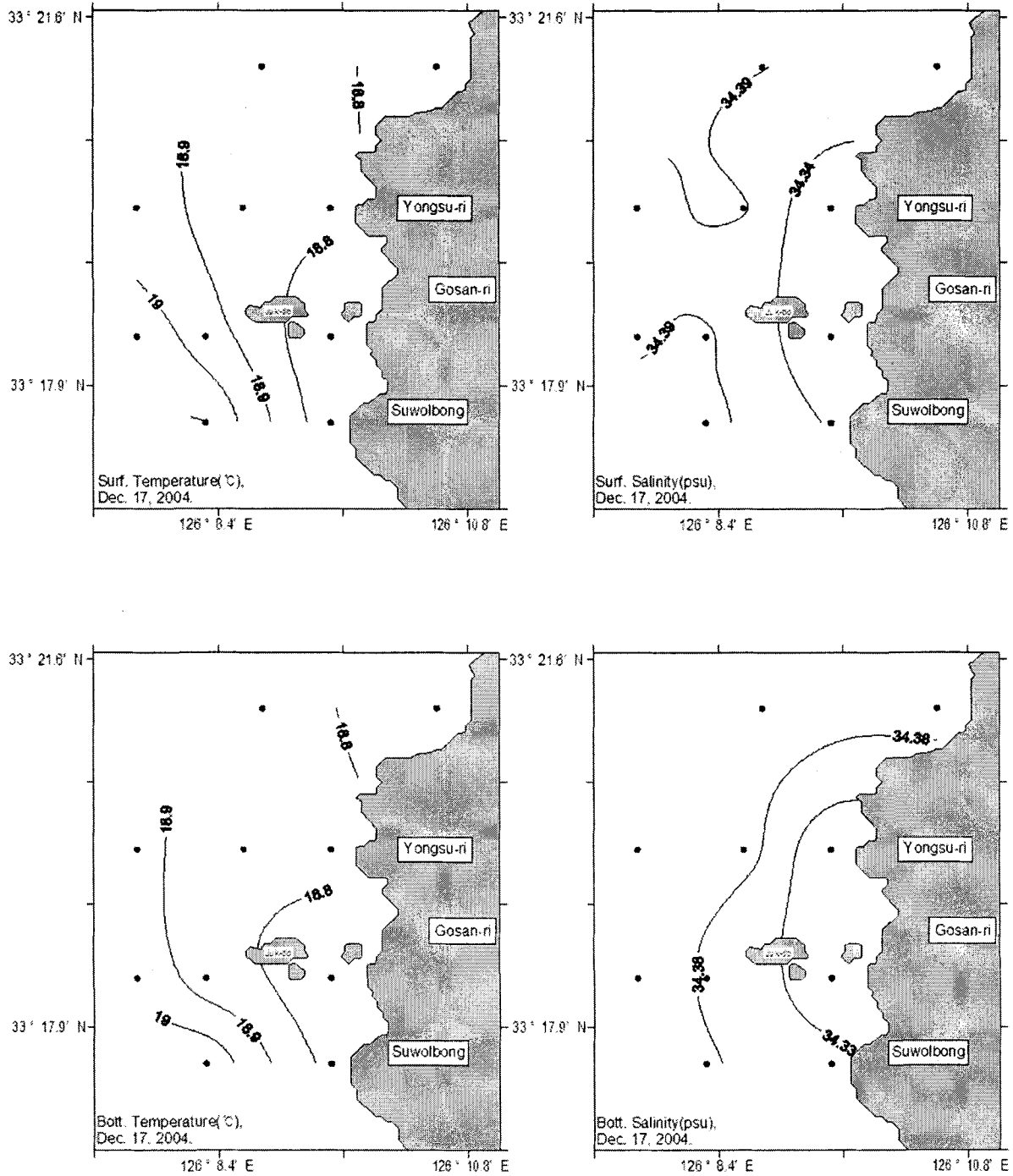


그림 1-1-5. 북제주 바다목장 해역의 동계(12월) 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.
 Fig. 1-1-5. Horizontal distributions of temperature(°C) and salinity(psu) at the surface and bottom layer in the Buk-Jeju marine ranching area in December, 2004.

(7) 투명도

투명도는 9월에 최저 9.0m(정점 3)에서 최고 14.0m(정점 10)로 평균 11.5m를 나타내어 내만인 정점 1, 3을 제외한 전정점간 별다른 차이를 보이지 않으며 양호한 값을 나타내고 있었다. 11월에는 최저 9.0m(정점 1, 3)에서 최고 13.0m(정점 10)로 평균 10.6m를 나타내어 9월에 비해 큰 차이를 보이지 않았다(표 1-1-1).

(8) 영양염류

NO₃-N: 질산염은 2004년 9월에 표층에서 최저 1.802μM(정점 2)에서 최고 5.665μM(정점 10)로 평균 4.30μM을 보였고, 저층에서는 최저 5.407μM(정점 6)에서 최고 10.686μM(정점 2)로 평균 8.15μM을 나타내어 표층보다 높은 양상을 보였다(표 1-1-2). 11월에는 표층에서 최저 2.387μM(정점 9)에서 최고 6.185μM(정점 1)로 평균 4.058μM을 보였고, 저층에서는 최저 3.147μM(정점 6)에서 최고 5.859μM(정점 1)로 평균 4.438μM을 보여 표·저층간 큰 차이를 보이지 않았다.

NO₂-N: 아질산염은 9월에 표층에서 0.101~0.363μM(평균 0.212μM)의 범위를 보였고, 저층에서는 0.061~0.263μM(평균 0.190μM)의 범위로 표·저층간 큰 차이를 보이지 않았다(표 1-1-2). 2004년 11월에 표층에서 0.219~0.419μM(평균 0.281μM)의 범위를 보였으며, 저층에서는 0.237~0.419μM(평균 0.281μM)로 표·저층간 균일한 분포 양상을 나타내고 있었다.

NH₄-N: 암모니아는 2004년 9월에 표층에서 0.056~2.686μM(평균 0.825μM)의 범위를 보였고, 저층에서는 0.084~2.546μM(평균 0.873μM)의 범위로 표층에 비해 저층이 다소 높은 농도를 보였다(표 1-1-2). 11월에 표층에서 0.028~1.352μM(평균 0.321μM)의 범위를 보였고, 저층에서는 0.017~1.493μM(평균 0.303μM)의 범위로 표·저층간 큰 차이를 보이지 않았다.

총무기질소는 표층에서 최저 2.091μM(정점 2)에서 최고 6.474μM(정점 10)로 평균 5.337μM를 보였고, 저층에서는 최저 6.288μM(정점 6)에서 최고 12.493μM(정점 2)로 평균 9.212μM을 나타내어 정점 2와 10에서 표·저층간 가장 큰 차이를 보였다(표 1-1-2). 11월에는 표층에서 최저 3.193μM(정점 2)에서 최고 7.244μM(정점 6)로 평균 4.660μM를 보였고, 저층에서는 최저 3.400μM(정점 6)에서 최고 6.362μM(정점 1)로 평균 5.021μM로 정점간 큰 차이를 보였으며 9월에 비해 다소 낮은 분포 양상을 보였다. 이러한 농도분포는 해역의 수질기준 I등급 이내의 값을 보이고 있었다.

PO₄³⁻-P: 인산염 인은 표층에서 최저 0.058μM(정점 2)에서 최고 0.288μM(정점 4)로 평균 0.144μM를 보였고, 저층에서는 최저 0.173μM(정점 1)에서 최고 0.691μM(정점 9)로 평균 0.484μM을 나타내어 표·저층간 0.34μM의 차이를 보이고 있었다(표 1-1-2). 11월에는 표층에서 최저 0.164μM(정점 5)에서 최고 0.819μM(정점 4)로 평균 0.415μM를 보였고, 저

층에서는 최저 0.246 μ M(정점 3)에서 최고 0.819 μ M(정점 9)로 평균 0.561 μ M의 분포를 보였다. 표층에 비해 저층에서 높은 분포 양상을 나타내고 있었으며, 이러한 농도는 해역의 수질기준 I등 급수에 해당한다.

표 1-1-2. 2004년 북제주 바다목장 해역에서 영양염류의 계절별 변화

Table 1-1-2. Seasonal variations of nutrient contents in the Buk-Jeju marine ranching area in 2004

	2004					2004					
	Sep.					Nov.					
	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	TIN	PO ₄ ³⁻ -P	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	TIN	PO ₄ ³⁻ -P	
S	1	0.532	5.150	0.263	5.944	0.115	0.077	6.185	0.365	6.626	0.246
	2	0.168	1.802	0.121	2.091	0.058	0.171	2.713	0.310	3.193	0.410
	3	0.196	4.635	0.182	5.012	0.173	0.132	3.689	0.237	4.058	0.492
	4	0.056	5.150	0.182	5.387	0.288	0.028	4.015	0.237	4.279	0.511
	5	0.672	3.219	0.101	3.991	0.115	0.072	4.883	0.255	5.209	0.164
	6	0.588	5.536	0.343	6.467	0.173	0.966	5.859	0.419	7.244	0.246
	7	2.630	3.219	0.202	6.051	0.115	0.138	4.015	0.219	4.371	0.410
	8	2.686	3.605	0.141	6.432	0.173	0.094	3.255	0.273	3.622	0.328
	9	0.140	5.021	0.363	5.524	0.173	1.352	2.387	0.237	3.976	0.819
	10	0.588	5.665	0.222	6.474	0.058	0.182	3.581	0.255	4.018	0.529
평균	0.825	4.300	0.212	5.337	0.144	0.321	4.058	0.281	4.660	0.415	
B	1	0.672	6.180	0.263	7.114	0.173	0.248	5.859	0.255	6.362	0.328
	2	1.707	10.686	0.101	12.493	0.576	0.138	4.123	0.219	4.480	0.492
	3	0.476	6.566	0.202	7.243	0.288	0.028	4.774	0.419	5.221	0.246
	4	0.308	8.497	0.242	9.047	0.403	0.254	3.472	0.255	3.981	0.693
	5	0.084	9.527	0.242	9.853	0.576	0.679	4.340	0.273	5.292	0.655
	6	0.699	5.407	0.182	6.288	0.288	0.017	3.147	0.237	3.400	0.492
	7	2.546	9.141	0.242	11.929	0.576	0.028	4.449	0.255	4.731	0.737
	8	0.839	5.922	0.061	6.822	0.691	0.105	5.751	0.346	6.202	0.655
	9	1.035	9.141	0.162	10.337	0.633	1.493	3.364	0.255	5.112	0.819
	10	0.364	10.428	0.202	10.994	0.633	0.039	5.100	0.292	5.430	0.492
평균	0.873	8.149	0.190	9.212	0.484	0.303	4.438	0.281	5.021	0.561	

* S; Surface, B; Bottom

* Unit: μ M

나. 저서·퇴적환경

2004년 9월과 11월에 연질저질토(top sediment)의 pH, COD, TOC, TON, CaCO₃, IL, CHN 및 평균입도는 표 1-1-3, 저질 입도의 분석결과는 표 1-1-4와 같다.

(1) pH

본 조사기간 중에 pH 분포 범위는 9월에 7.64~8.31로써 평균 8.15이고, 11월에는 7.78~8.46으로 평균 8.13을 나타내고 있다. 정점별 pH는 북제주 주변(st. 7, 8)은 9월에 8.31, 11월에 8.25로 연안지역보다 약간 높은 값을 나타내고 있다. 그러나 전체적인 pH값은 정점별, 계절별로 거의 비슷한 경향을 보이고 있다.

(2) COD

연질저질토의 COD 농도 분포 범위는 9월에 0.55~2.46mg/g로써 평균 1.70mg/g이고, 11월에는 0.87~2.78mg/g로써 평균 1.89mg/g로 9월이 11월에 비해 약간 높은 경향을 보이고 있다. 정점별 COD 농도 분포 범위는 차이를 보이거나 silt와 clay 함량이 다소 많은 지역(st. 1, 2, 8, 10)에서 높은 값을 보이고 정점 6, 7에서 최소값을 나타내고 있다.

(3) TOC

연질저질토의 TOC 농도 분포 범위는 9월에 3.35~6.20mg/g로써 평균 4.73mg/g이고, 11월에는 3.88~5.84mg/g로써 평균 4.50mg/g을 보여 9월보다 11월에 농도가 낮게 나타나고 있다. TOC 농도분포는 정점별 변동폭이 심하며, 특히 silt와 clay 함량이 많은 정점 1, 2, 5, 9, 10에서 다소 높은 농도를 나타내고 있다. 이는 본 해역의 연질저질토 내 유기물분포와 퇴적물의 입도가 높은 상관성을 가진 것으로 예상된다.

(4) TON

연질저질토의 TON 농도 분포 범위는 9월에 1.19~2.07mg/g로써 평균 1.63mg/g이고, 11월에는 1.04~2.16mg/g로써 평균 1.65mg/g으로 큰 차이를 보이지 않는다. 정점별 TON 농도분포는 차이를 보이며, 특히 silt와 clay 함량이 많은 정점 1, 2, 5, 8, 10에서 다소 높은 값을 보이고 있다. 이는 본 해역의 총유기물 및 유기탄소의 분포 특성과 유사한 분포를 보이고 있다.

(5) IL

연질저질토의 IL의 농도 분포 범위는 9월에 4.7~7.9%로써 평균 6.3%이고, 11월에는 4.8~7.8%로써 평균 6.1%로 9월에 다소 높게 나타나고 있다. IL은 계절별은 큰 차이를 나타내지 않으나 정점별은 큰 변동 폭을 보이고, 특히 연질저질토 내 silt와 clay 함량이 많

은 외해역의 정점(st. 1, 2, 5, 8, 10)에서 다소 높은 함유량을 나타내고 있다.

(6) CaCO₃

연질저질토의 CaCO₃의 농도 분포 범위는 9월에 350.4~623.6mg/g로써 평균 549.4 mg/g이고, 11월에는 420.1~468.2mg/g로써 평균 542.2mg/g로 유사한 함유량을 나타내고 있다. CaCO₃함량도 각 정점별 변동폭이 관찰되며, 모래(sand)함량이 80% 이상인 정점 6, 9에서 601.4mg/g 이상의 최대값을 나타내고 있다.

(7) TC

연질저질토의 TC 농도 분포 범위는 9월에 42.17~79.15mg/g로써 평균 70.11mg/g이고, 11월에는 54.60~78.70mg/g로써 평균 70.13mg/g로 유사한 함량을 나타내고 있다. 정점별 TC의 농도는 연질저질토 내 모래함량이 60% 이상으로 많은 정점(st. 1, 6, 9)에서 높은 값을 보이고 silt와 clay 함량이 많은 정점(st. 8)에서 최소값을 보여 각 정점에서 탄소함량은 파쇄된 폐각편에서 유래하는 탄산칼슘(CaCO₃)의 영향이 큰 것으로 사료된다.

(8) TN

연질저질토의 TN 농도 분포 범위는 9월에 1.11~1.65mg/g로써 평균 1.41mg/g이고, 11월에는 0.87~1.84mg/g로써 평균 1.27g/g로 9월이 다소 높은 농도 분포를 나타내고 있다. 각 정점별 TN의 농도 분포는 연질저질토 내 silt와 clay 함량이 많은 정점(st. 1, 2, 8, 10)에서 다소 높은 농도를 보여 이는 총유기탄소의 분포 양상과 비슷한 경향을 보이고 있다.

(9) 평균입도

본 조사지역의 연질저질토의 유형은 표 1-1-3에서와 같이 정점 3의 암반지대와 9월에 정점 1, 2, 6, 7, 9은 소량 자갈함유 니질사((g)mS) 및 정점 4, 5, 8, 10은 자갈함유 니질사(gmS)로 구성되어 있고, 11월에는 정점 1, 2, 6은 (g)mS와 정점 4, 5, 7, 8, 9, 10은 gmS로 구성되어 있다. 소량 자갈함유 니질사((g)mS)의 평균조성은 자갈(granule) 1.2~3.2%(평균 2.0%), 모래(sand) 58.6~84.5%(평균 73.3%), 실트(silt) 7.3~21.3%(평균 11.9%), 점토(clay) 2.0~22.3%(평균 12.6%)이고 평균입도는 75.4~466.6 μ m(평균 262 μ m) 범위로 중세립질 모래에 해당하고 분급도는 1.68~3.47 Φ (평균 2.71 Φ)로 다소 불량한 편이다. 자갈함유 니질사(gmS)의 평균조성은 자갈(granule) 6.4~28.9%(평균 22.6%), 모래(sand) 36.4~83.5%(평균 55.5%), 실트(silt) 6.2~18.5%(평균 10.3%), 점토(clay) 3.8~21.4%(평균 11.7%)이고 평균입도는 176.8~590.5 μ m(평균 397.6 μ m) 범위로 중립질 모래에 해당하며 분급도는 1.77~4.12 Φ (평균 3.61 Φ)로 불량한 편이다. 각 조사정점별과 계절별 평균입도분포에서 정점 1, 2, 8은

평균입도가 75.4~197.5 μm (평균 123.5 μm)로 세립질 모래로 구성되어 있고, 정점 4, 5, 6, 7, 9, 10은 평균입도가 281.3~489.7 μm (평균 419.5 μm)로 중립질 모래에 해당하며, 정점 7, 9번은 11월에 평균입도가 547.2~590.5 μm (평균 568.9)로 조립질 모래로 구성되어 있다.

표 1-1-3. 2004년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 이화학적 성질 조사

Table 1-1-3. Results of analysis for the top sediment of the Buk-Jeju marine ranching area in 2004

조사 시기	정점	PH	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	TON (mg/g)	CaCO ₃ (mg/g)	강열감량 (%)	CHN(mg/g)			평균입도 (μm)
								C	H	N	
2004. 9	1	7.64	2.28	4.51	2.07	581.5	6.1	74.29	3.34	1.64	94.8
	2	8.40	2.20	4.98	1.78	537.7	7.2	69.50	3.34	1.53	80.8
	3	Rcoky bottom									
	4	8.12	1.53	4.42	1.41	569.5	5.2	72.79	2.37	1.34	489.7
	5	8.20	1.46	5.18	1.63	567.7	6.6	73.33	1.75	1.38	397.8
	6	8.18	1.11	3.35	1.49	618.9	5.3	77.62	1.95	1.33	400.6
	7	8.30	0.55	4.47	1.19	489.6	4.7	63.24	1.65	1.11	406.2
	8	8.31	2.06	5.12	1.55	350.4	7.9	42.17	3.17	1.44	176.8
	9	7.97	1.63	4.31	1.67	623.6	5.6	79.15	2.33	1.27	466.6
	10	8.22	2.46	6.20	1.85	605.3	7.8	78.86	2.92	1.65	435.3
2004. 11	1	7.78	2.28	5.17	1.95	532.6	6.0	75.18	3.14	1.84	115.8
	2	8.46	2.62	4.68	2.16	485.4	6.8	66.71	3.40	1.32	75.4
	3	Rcoky bottom									
	4	8.18	1.65	3.88	1.37	582.5	5.5	71.43	2.65	0.87	406.2
	5	8.11	1.73	4.34	1.75	518.6	6.4	70.56	1.47	1.22	281.3
	6	8.20	1.10	4.09	1.38	648.2	5.3	78.70	2.19	0.98	457.0
	7	8.27	0.87	4.24	1.04	532.7	4.8	70.45	1.36	1.03	547.2
	8	8.23	2.16	5.84	1.72	420.1	7.8	54.60	2.63	1.51	197.5
	9	7.91	1.62	3.92	1.44	601.4	5.2	76.37	2.08	1.14	590.5
	10	8.02	2.78	4.32	2.02	558.6	7.2	67.13	3.10	1.52	453.8

표 1-1-4. 2004년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 입도 분포

Table 1-1-4. Particle size distribution(PSD) for the top sediment of the Buk-Jeju marine ranching area in 2004

정 점	입도	입자	2004. 9				2004. 11			
			%	유형	평균 (μm)	분급도 (ϕ)	%	유형	평균 (μm)	분급도 (ϕ)
1	above35	Granule	1.4				1.2			
	35-60	Coarse Sand	2.9				80.8			
	60-120	Medium Sand	14.8	(g)mS	94.8	3.11	18.3	(g)mS	115.8	3.14
	120-230	Fine Sand	50.7				40.1			
	belowe230	Silt,Clay	30.2				38.6			
2	above35	Granule	2.8				1.0			
	35-60	Coarse Sand	1.8				2.3			
	60-120	Medium Sand	10.4	(g)mS	80.8	3.23	23.1	(g)mS	75.4	3.47
	120-230	Fine Sand	46.4				43.4			
	belowe230	Silt,Clay	38.6				30.2			
3	Rocky bottom									
4	above35	Granule	25.3				28.6			
	35-60	Coarse Sand	8.3				7.8			
	60-120	Medium Sand	24.4	gmS	489.7	3.73	23.6	gmS	406.2	3.55
	120-230	Fine Sand	22.6				20.8			
	belowe230	Silt,Clay	19.4				19.2			
5	above35	Granule	28.9				28.3			
	35-60	Coarse Sand	7.7				6.9			
	60-120	Medium Sand	20.2	gmS	397.8	3.87	24.2	gmS	281.3	3.47
	120-230	Fine Sand	21.5				20.9			
	belowe230	Silt,Clay	21.7				19.7			
6	above35	Granule	3.2				2.7			
	35-60	Coarse Sand	12.7				11.3			
	60-120	Medium Sand	23.9	(g)mS	400.6	3.24	29.5	(g)mS	457.0	2.12
	120-230	Fine Sand	43.3				42.0			
	belowe230	Silt,Clay	16.9				14.5			
7	above35	Granule	2.0				6.0			
	35-60	Coarse Sand	8.3				12.7			
	60-120	Medium Sand	30.3	(g)mS	406.2	1.68	33.3	gmS	547.2	1.82
	120-230	Fine Sand	46.1				37.5			
	belowe230	Silt,Clay	13.4				10.5			
8	above35	Granule	24.6				24.2			
	35-60	Coarse Sand	0.9				6.4			
	60-120	Medium Sand	19.1	gmS	176.8	4.12	13.9	gmS	197.5	3.93
	120-230	Fine Sand	16.5				18.3			
	belowe230	Silt,Clay	38.9				37.2			
9	above35	Granule	3.0				6.4			
	35-60	Coarse Sand	12.2				11.6			
	60-120	Medium Sand	28.4	(g)mS	466.6	1.69	31.1	gmS	590.5	1.77
	120-230	Fine Sand	42.9				39.5			
	belowe230	Silt,Clay	13.5				11.4			
10	above35	Granule	28.0				25.3			
	35-60	Coarse Sand	7.7				6.4			
	60-120	Medium Sand	22.2	gmS	435.3	3.68	24.4	gmS	453.8	4.05
	120-230	Fine Sand	21.7				22.8			
	belowe230	Silt,Clay	20.3				21.2			

주; (g)mS : slightly gravelly muddy sand, gmS : gravelly muddy sand

제 2 절 생태계 특성

1. 서 론

북제주 바다목장 주변해역의 해양 동식물상 기초 자료를 파악하기 위해 해양미생물, 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 저서동물, 해조류, 난자치어 및 성어를 조사하였다. 본 연구의 목적은 각 항목의 현존량, 생물량, 군집 동태와 종조성, 우점종 분포를 조사하여 바다목장 주변해역의 동식물상 생태 특성을 파악하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 미생물

본 연구는 그림 1-2-1과 같이 북제주 바다목장 해역의 10개 정점을 대상으로 표층과 저층의 해수시료를 2004년 9월과 11월 2회에 걸쳐 채수를 하여 종속영양세균, 대장균군 및 *Vibrio* 속의 세균 개체수를 측정하였다. 또한 2005년 2월(동계)조사는 해수시료 채집 후 분석이 진행 중에 있다.

(1) 시료채취

해수 시료의 채취에는 Niskin water sampler를 이용하였으며, 표층수 시료는 표층 수심 1m 사이에서, 저층수 시료는 저층 1m 상층에서 채수하였다. 각각 채수된 시료는 멸균된 1ℓ 채수병에 담아 4℃를 유지하면서 실험실로 운반하여 즉시 미생물 분석실험을 실시하였다.

(2) 종속영양세균, 대장균군세균, 비브리오세균의 분리 및 균체수 측정

각 정점의 표층수 및 저층수에 분포하는 종속영양세균, 대장균군세균, 비브리오균의 생균수를 측정하기 위해 준비된 모든 선택배지와 희석용액은 고압멸균기에서 121℃, 15분간 멸균하여 사용하였다. 채수된 해수시료는 김과 이(1998)의 방법에 따라 제조한 희석용액(해수무기염용액)으로 단계별 희석한 후 종속영양세균은 Marine Agar(MA ; Difco)배지에, 대장균군과 세균은 Chromocult agar(Merck)배지에, 비브리오균은 Thiosulfate citrate bile salt sucrose agar(TCBS ; Difco)배지에 각각 0.1 ml씩 분주·도말하고, 종속영양세균은 20±2℃에서 3~5일간 배양하고, 대장균군은 37℃에서 1-3일간, 비브리오균은 25±2℃에서 1~3일간 배양한 후 배지상에 출현한 집락수(colony forming unit; cfu)를 평판계수법(Cappuccino and Sherman, 1987)에 따라 계수하였다.

나. 식물플랑크톤

(1) 조사범위

북제주 바다목장해역의 조사정점은 신창면 앞 해역부터 차귀도, 그리고 수월봉 부근 해역까지 총 10개의 정점을 정하였다(그림 1-2-1). 모든 정점의 표층(수면 1m 아래)과 저층(바다 2m 위)에서 조사가 수행되었다. 채집은 10개 정점에서 2004년 9월(하계조사)과 11월(추계조사)에 실시하였다.

(2) 채집방법

식물플랑크톤 정량 및 정성분석을 위한 시료는 선정된 정점의 표층과 저층에서 Niskin 채수기를 이용하여 채수하였다.

(3) 정량 및 정성분석

식물플랑크톤은 각 정점의 표층수 1 liter를 채수하여 선상에서 Lugol용액으로 고정하였다. 정량분석은 침전법에 의해 농축된 시료를 균일하게 섞은 후 1ml를 Sedgwick - Rafter 계수판에 넣고 전체 세포수를 단위체적당 세포수(cells/L)로 환산하여 표시하였다. 또 기초생산력을 평가하기 위해 식물플랑크톤의 엽록소량(chlorophyll *a*)을 아세톤 추출법에 의해 흡광광도계(Shimadzu 1201)로 측정하여 단위체적당 엽록소량($\mu\text{gChl-a/L}$)으로 표시하였다. 한편 정성분석은 농축된 시료 중 소량을 취하여 고배율($\times 400$)하에서 종의 동정·분류를 실시하였다. 식물플랑크톤의 계수와 동정은 규조류, 와편모조류, 식물편모조류를 대상으로 분석하였다.

다. 동물플랑크톤

2004년 하계(9월)과 추계(11월)에 북제주 바다목장 해역의 10개 정점에서 시료를 채집하였다. 시료 채집은 망목 크기 100 μm , 구경 30cm의 Kitahara형 Net의 입구에 여수계(Hydro-Bios Kiel)를 장착한 후 사용하였으며, 가능한 저층에서 표층까지 균등하게 예망하였다. 채집된 시료는 현장에서 500ml 폴리에틸렌 병에 넣고 최종농도가 5%가 되도록 중성 포르말린으로 고정하였다. 채집된 시료의 정량 분석을 위하여 전체 시료의 일정량(1/50)을 3회 취한 뒤 해부현미경(Olympus SZH141)을 이용하여 각 동물군 별로 계수하였다. 계수는 3회 반복하였으며 그 결과는 단위체적당 개체수(indv./ m^3)로 환산하였다. 여수량은 여수계의 회전수로부터 환산하여 산출하였다. 정성분석을 위하여 각 동물군의 종 또는 속 단계까지 동정하였다. 종의 동정 과정에서 보다 세밀한 관찰이 필요한 경우에는 동정에 필요로 하는 부속지를 해부하여 광학현미경(Nikon E200)을 이용하여 관찰하였다. 요각류는 가능한 종 단계까지 동정하였으며 종 수준까지 동정이 어려운 다른 여러 동물플랑크톤은 속 또는 보다 광범위한 분류군으로 분류하였다. 각 계절별로 출현한 동물플랑

크톤을 대상으로 해양 생태계내에서 각각의 동물플랑크톤 종이 어류의 먹이생물로서 이용 가능한지를 판단하기 위하여 만능투영기(Nikon profile project V-10, Japan)를 이용하여 북제주 바다목장 해역의 어린 어류가 섭이시 가장 중요한 조건이 되는 각 동물플랑크톤의 크기를 측정하였다. 크기 측정은 채집된 동물플랑크톤을 종별로 구분하여 장축을 크기 기준으로 설정하여 측정하였으며 $1\mu\text{m}$ 단위까지 측정하였고 종별로 평균과 표준 편차를 계산하여 비교하였다.

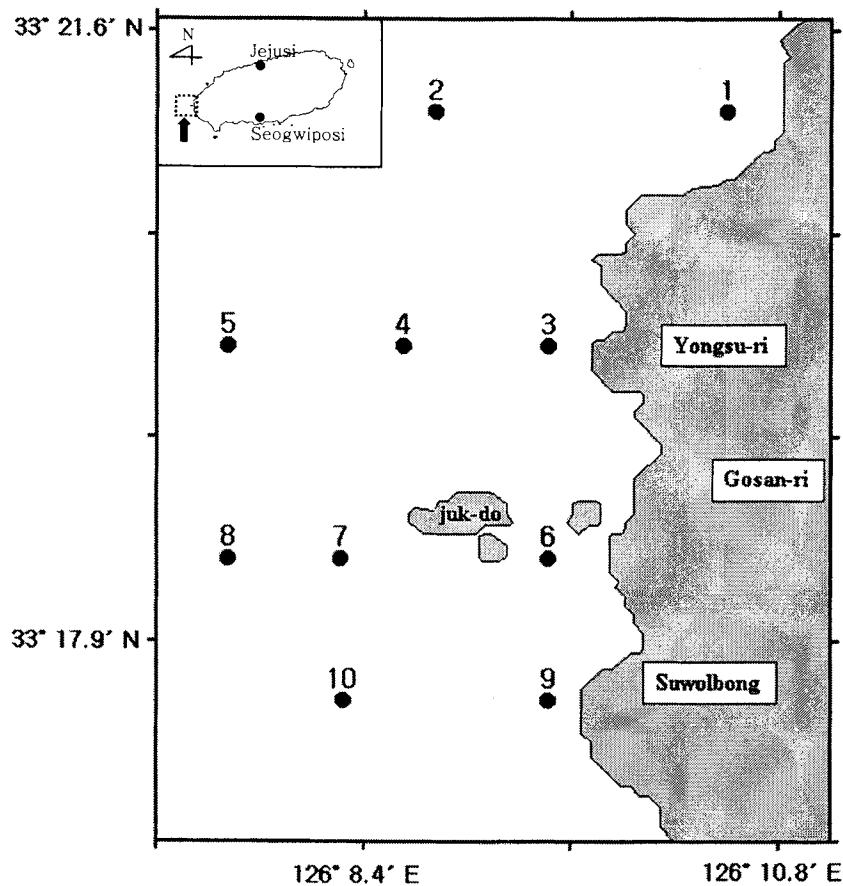


그림 1-2-1. 조사해역 및 조사정점.

Fig. 1-2-1. Map showing the sampling stations.

라. 저서동물

(1) 조사범위 및 시기

북제주바다목장화를 위한 기반연구의 일환으로 고산주변해역에 대한 4개의 조사지선을 선정하고 각 조사지선 당 수심에 따라 30m까지 3개의 정점을 조사하였다(그림 1-2-2). 이를 바탕으로 저서동물의 조하대 생태계를 파악하고자 2004년 9월과 2004년 11월에 조하대의 생물상을 조사하였고, 2005년 2월의 채집과 분석은 향후 이루어질 것이다.

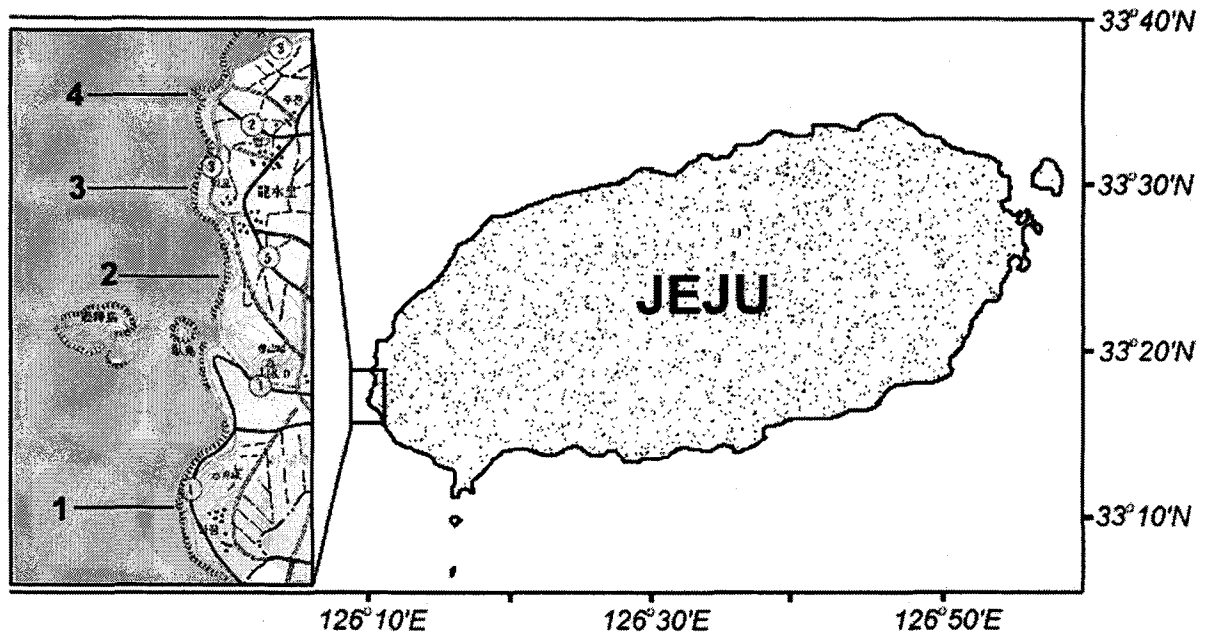


그림 1-2-2. 조사지역.

Fig. 1-2-2. Map showing the sampling area in the Buk-Jeju marine ranching area.

(2) 조사방법

고산 주변 해안에 서식하고 있는 저서생물의 조사는 조하대에서 실시하였다. 조사지역은 거의 경성저질로 구성되어 있고, 부분적으로 연성저질이 분포한다. 향후 반복적인 조사를 위하여 방형구법에 의한 채집방법과 수중카메라 및 수중비디오촬영법을 동시에 적용하여 현존종에 대한 동정 및 계수를 실시하였다. 이를 위하여 50cm×50cm의 방형구를 제작한 뒤 각 정점별 서식 개체수를 계수하였고, 각 정점 반경 25 m 주위의 저서동물들을 정성적으로 채집하여 기록하였다. 저서동물의 분포는 각 조사지선을 10m의 수심부터 30m 수심까지 정점 1, 정점 2, 정점 3으로 나누어 구분한 후, 각 정점 당 50 cm×50cm 방형구를 설치하고 사진촬영을 하였다. 방형구 내에 출현한 종들은 채집한 후 실험실로 옮겨 계수 및 동정하여 각 조사지선 및 정점별 분포양상을 구하였다.

(3) 생물자료의 분석

정점별 서식생물의 군집구조를 구하기 위하여 다음과 같은 공식들을 사용하였다.

① 종다양성지수 (Shannon-Weaver, 1963) - Diversity index

$$H' = \sum_{i=0}^S Pi * \ln Pi$$

S : 출현 종 수

Pi : 총 출현 개체수 (N)에 대한 i번째 종 개체수 (ni)의 비율 (ni/N)

② 종 풍부도 지수 (Margalef, 1958) - Richness index

$$D = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

③ 우점도 지수 (Hurbert, 1963) - Dominance index

$$D_o = \frac{100(n_1 + n_2)}{N}$$

n_1 : 개체가 가장 많이 출현한 종의 개체수

n_2 : 두 번째로 많은 개체가 출현한 종의 개체수

N : 전체 개체수

마. 해조류

북제주바다목장 해조군집에 관한 조사는 조간대 5개 지점과 조하대 10개 지점을 대상으로 수행되었다(그림 1-2-3). 목장해역의 북쪽 신창리로부터 남쪽 수월봉에 이르는 해안은 경사가 완만한 바위해안이며, 반면 죽도와 차귀도는 수심이 급격히 감소하는 지형적 특성을 지니고 있다. 기질의 경사도는 해조류의 분포를 지배하는 중요한 요인이기 때문에 목장해역의 해조군집특성을 정밀히 파악하기 위해서는 이 두 지역을 구분하여 조사하는 것이 바람직 할 것이다. 따라서 본 조사에서는 북쪽 신창리로부터 남쪽 수월봉에 이르는 해안선을 6개의 조사지점(S1-6)을 선정하였고, 차귀도와 죽도 주변에서 4개의 조사지점(S7-10)을 선정하였다. 조사해역의 조간대는 간조와 만조의 차이가 비교적 큰 곳이지만 조위에 따른 대상분포가 뚜렷하였기 때문에조간대를 상부, 중부 그리고 하부로 나누어 조사하였다. 각 조위대에서는 3개의 방형구(50×50cm)를 무작위로 설치한 후, 출현하는 해조류의 피도(bottom cover)를 조사하였다. 조사된 피도는 조위대별로 평균하여 측정치로 나타내었다.

전술한 바와 같이 S1-6은 기질의 경사가 완만한 곳으로 조하대 해조류 조사에서 일반적으로 적용되는 수심별 조사가 불가능하였다. 따라서 각 조사지점에서는 3개의 방형구(50×50cm)를 무작위로 설치하고, 출현하는 해조류의 피도를 측정하였고, 전량 채집하여 실험실에서 무절석회조류(crustose coralline algae)를 제외한 모든 종을 대상으로 종별 습중량을 측정하였다. 차귀도와 죽도주변의 S7-10에서는 수심 5m에서 20m까지 하나의 line transect를 설치한 후 수심 5m 간격으로 한 개의 방형구(50×50cm)를 설치하고, 출현하는 해조류의 피도를 측정한 후 전량 채집하여 앞서와 같은 방법으로 습중량을 측정하였다. 조사된 피도와 습중량은 방형구간 평균하여 측정치로 나타내었다.

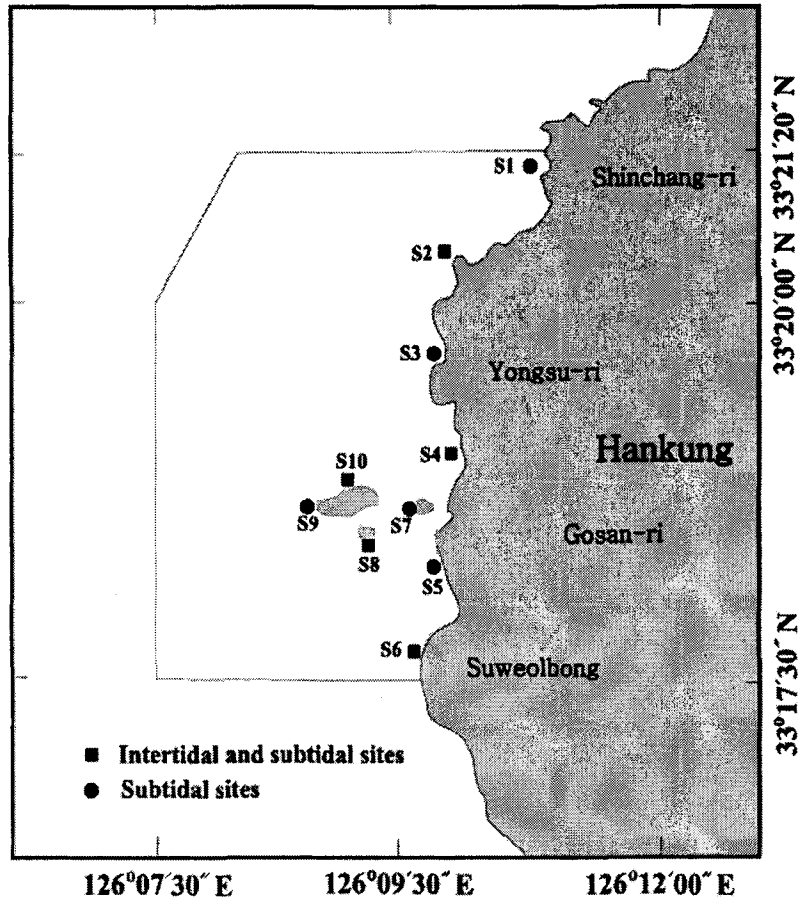


그림 1-2-3. 북제주바다목장 해역 해조류 조사정점.

Fig. 1-2-3. Map showing the position of the 5 subtidal sites for the investigation of the seaweed community in the Buk-Jeju marine ranching area.

바. 어류

어류 난·자치어 조사를 위해 2004년 9월(하계)과 11월(추계)에 1회씩 차귀도 주변 해역 총 8개의 정점을 설정하여 난·자치어의 채집을 실시하였다(그림 1-2-4). 또한 성어의 어류상 조사는 2004년 10월에 A와 B정점, 11월에 C와 D정점에서 각각 1회씩 잠수조사를 실시하였고 이와 동시에 조사해역 근해에서 이루어지는 현지 어민의 자망어업 어획일지 자료 중 2004년 8월부터 10월까지의 자료를 이용하여 어류상을 조사하였다.

난·자치어의 채집에 있어서는 원추형 자치어네트(망구 45cm, 망목 333)를 이용하여 표층과 10m 수층을 각각 1~2knot의 속도로 수평예인하여 실시하였다. 채집된 시료는 선상에서 즉시 5% 해수포르말린으로 고정시킨 후 실험실에서 난·자치어만을 따로 분리·계수하여 동정하였다. 자치어의 분류 및 동정에는 冲山(1988), 해양연구소(1986)를 참고하였다. 또한 채집시 네트 입구에 유량계(flowmeter)를 부착하여 유량계의 회전수에 의해 여과수량을 계산하고 난·자치어를 해수 1,000m³당 개체수로 환산하여 표시하였다.

차귀도 주변해역의 성어 어류상 조사는 조사해역 중 연안에 위치한 A, B, C, D 4개 정점에서 SCUBA에 의한 잠수관찰에 의해 이루어졌다. 각 정점당 약 1시간 정도 잠수를 실시하여 육안으로 어류를 관찰 및 메모하였다. 관찰을 행할 시 육안으로 동정이 불분명한 어종은 수중 디지털카메라(OLYMPUS-5050)를 이용한 수중촬영 및 특징을 메모한 후에 실험실에서 정(1977), 益田 等(1984)을 이용하여 동정을 실시하였다. 또한 이번 연구에서는 현지 어민의 자망어업 어획일지 자료를 이용하여 조사해역 근해에서 어획되는 어류들의 종조성 및 어종별 생체량(weight, g)을 파악한 후 시기별 우점종을 조사하였다.

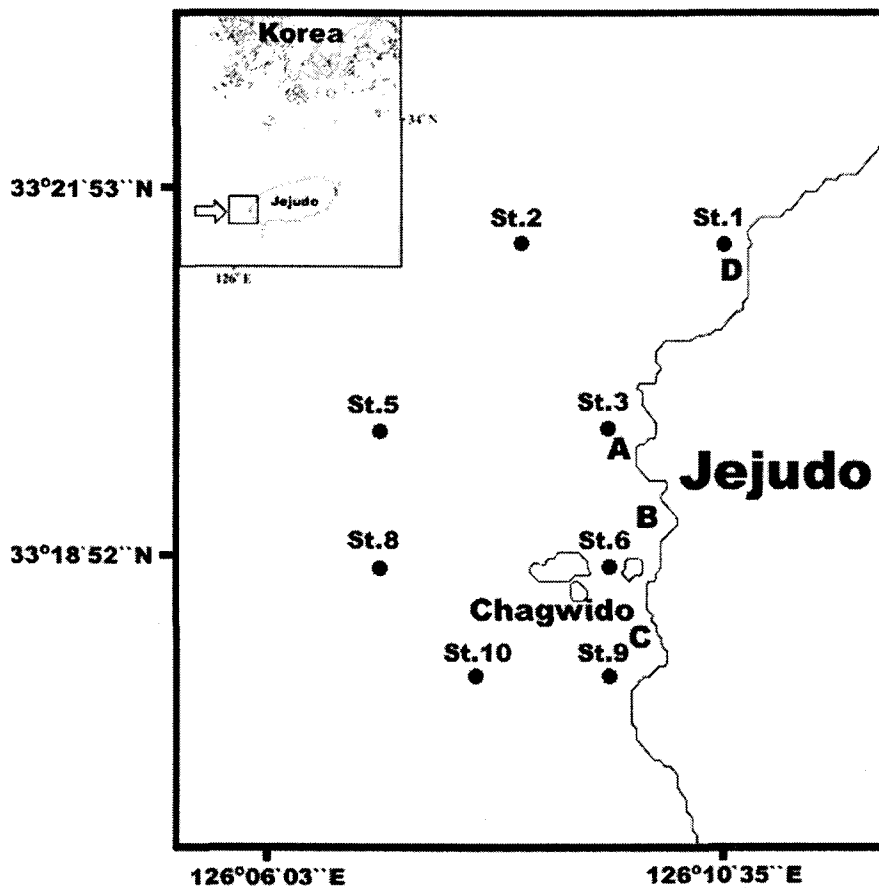


그림 1-2-4. 난·자치어 채집정점 지도(A~D : 스쿠버 관찰 정점).

Fig. 1-2-4. Map of the egg and larvae sampling area(A~D : Observation stations by SCUBA).

3. 결과 및 토의

가. 미생물

(1) 종속영양세균의 개체수

2004년 9, 11월에 북제주도 바다목장 해역 10개 정점의 표층수와 저층수에서 각각 분리한 종속영양세균(Heterotrophic bacteria)의 개체수는 그림 1-2-5에 나타내었다.

2004년 9월 북제주 바다목장 해역 표층수의 개체수는 $4.3 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^4$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $5.0 \times 10^1 \sim 3.0 \times 10^3$ cfu/ml의 분포를 보였다. 정점별로 비교해 보면 표층수의 종속영양세균이 저층수의 경우보다 2-3배 더 많이 검출되었다.

2004년 11월 추계 북제주 바다목장 해역 표층수 개체수는 $3.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $1.0 \times 10^1 \sim 8.0 \times 10^1$ cfu/ml였다. 11월 종속영양세균의 개체수는 가을철의 기온 강하에 따른 일교차의 영향으로 9월보다 적은 개체수가 검출되었다.

2004년 11월의 종속영양세균수가 2004년 9월보다 더 감소된 것은 북제주 바다목장 해역의 종속영양세균의 계절적 변화는 수온의 계절 변화에 따른 것으로 사료되며, 방 등(2002)의 대청호의 종속영양세균 변화 그리고, 김 등(2000)에 강진만 생태계에서 계절적 변화에 따른 종속영양 세균수 변화에서도 수온과 상관성을 보인다고 보고한 바 있다. 해수에 존재하는 세균수는 대략 $10^3 \sim 10^6$ cfu/ml(김과 이, 1998)이며, 일반적으로 Simidu *et al.*(1993)은 수계에서 아래로 내려갈수록 세균수가 점차로 감소한다고 하였다. 본 연구에서도 조사기간 중 개체수는 표층에 비해 저층이 더 낮은 값을 보인 것은 이와 같은 양상을 띠는 것으로 생각할 수 있다. 종속영양세균의 개체수에 의한 수서환경의 영양화 정도를 비교함에 있어서 개체수가 10^2 cfu/ml 이하이면 빈영양역, $10^3 \sim 10^4$ cfu/ml이면 부영양역, $10^4 \sim 10^5$ cfu/ml 이면 과영양역 그리고 10^5 cfu/ml 이상이면 폐수역으로 구분한 하 등(1978)의 기준에 따르면 북제주 바다목장 해역은 2004년 9월 표층수와 저층수에서 각각 $4.3 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^4$ cfu/ml, $5.0 \times 10^1 \sim 3.0 \times 10^3$ cfu/ml의 개체수가 측정되어 빈영양역과 부영양역 중간 수역에 속하며, 2004년 11월의 표층수와 저층수는 각각 $3.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 8.0 \times 10^1$ cfu/ml로 빈영양역 수역에 속한다.

또한, 각 정점별로 우점적으로 자란 colony를 16S rRNA 염기서열 분석하여 종속영양세균의 우점종을 비롯한 종속영양세균 군집의 종조성을 분석하였다. 그 결과 모든 정점의 표층수와 저층수에서 *Pseudoalteromonas* spp.가 우점적으로 나타났고, 그 외에 *Pseudomonas stutzeri.*, *Bacillus vietnamensis.*, *Alteromonas* spp., *Psychrobacter* spp.가 조사되었다.

(2) 총대장균군의 개체수 측정

전통적으로 대장균군은 *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* 속이 속한 것으로 알려졌으나, 현대적 분류법에 의한 정의에 따르면 더욱 다른 이종의 그룹으로 구성되

어 있는 것으로 알려지고 있다. 이들 중에는 분변과 일반 환경에서 모두 발견되는 *Citrobacter frandii*, *Enterobacter cloacae* 등이나, 분변에서는 거의 없고, 양질의 먹는 물에서 증식할 수 있는 *Serratia fronticola*, *Rahnella agnatilis*, *Buttiauxella agrestise* 등과 오염되지 않은 물이나 토양에서도 발견되는 *Serratia*와 *Yersinia* 중 몇몇 유당 발효종들이 있다. 또한 대장균군 범주에 속하나 유당발효를 하지 않는 종류도 있어 이러한 세균에 β -galactosidase를 적용하면 대장균군으로 나타난다. 따라서 대장균군의 정의에 부합되는 비분변성 세균과, 유당발효를 하지 않는 대장균군들의 존재는 분변오염의 지표로서 대장균군을 적용하는데 제한적 요소가 된다. 그럼에도, 가장 많은 수가 검출되므로 가장 큰 폭의 안전도를 제공하여 먹는물 및 처리수에서 중요한 지표세균으로 사용되고 있다. 수처리 공정을 거친 공급수에서는 검출되어서는 안되며, 만약 발견되었다면 처리후의 오염, 부적절한 수처리, 초과영양소 등을 말해준다. 비록 대장균군이 항상 분변오염이나 먹는물의 병원체와 직접적 관련이 있는 것은 아니나, 국내에서는 먹는물 수질기준, 수질환경기준 및 분뇨·축산폐수공공처리시설의 방류수 기준에 대장균군을 사용하고 있다. 그리고, 모든 수질의 판정에 동일한 오염지표 세균을 적용할 수는 없지만 현재 가장 널리 사용되고 있는 오염지표세균은 total coliforms(TC; 총대장균군)이다. 총대장균군은 *Esherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* 종들이 속하며, *Esherichia*와 *Klebsiella* 종은 분변성 기원인 분변성 대장균에 속한다(이, 2002).

2004년 9월 북제주 바다목장 해역의 10개 정점(정점 1~10)의 표층수와 저층수에서 총대장균군의 개체수를 그림 1-2-6에 나타내었다. 표층수의 경우 정점 2, 5, 6, 7, 8을 제외한 1, 3, 4, 9, 10 정점에서만 총대장균군이 검출되었으나 전반적으로 그 수는 적었다. 정점 1, 3, 4에서는 1.0×10^1 cfu/ml가 검출이 되었고, 정점 10에서는 2.0×10^2 cfu/ml가 검출되었다. 정점 9의 경우 4.3×10^2 cfu/ml의 가장 많은 총대장균군이 조사되었다. 저층수의 경우 총대장균군은 $0 \sim 2.2 \times 10^2$ cfu/ml로 표층수에 비해 적거나 또는 거의 검출되지 않았다.

2004년 11월 북제주 바다목장 해역의 10개 정점(정점 1~10)의 표층수와 저층수에서 총대장균군의 개체수를 그림 4-1-40에 나타내었다. 표층수의 경우 정점 3, 4, 8을 제외한 나머지 정점에서는 총대장균이 검출되지 않았다. 2004년 9월에 수치보다 그 수가 현저히 감소하였다. 정점 3에서는 1.0×10^1 cfu/ml가 검출이 되었고, 정점 4, 8에서는 6.0×10^1 cfu/ml가 검출이 되었다. 저층수는 $0 \sim 4.0 \times 10^1$ cfu/ml로 표층수와 마찬가지로 9월에 수치보다 현저히 감소하였다.

(3) 병원성 비브리오균의 개체수

Vibrio 속의 세균은 호염기성으로서 해수, 해니, 연안 어패류 특히 수온이 높은 계절의 해역에 널리 분포하고 있으며, 이 균 속에 속하는 종은 44종 이상이 명명되어 있는데 사

람에게서 분리되는 것만도 12종으로 알려져 있다(Bauman *et al*, 1984; Farmer, JJ, 1985). 이들 중 *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*는 인체 병원성 세균으로서 특히 관심이 집중되고 있다(West *et al*, 1982; Wachsmuth *et al*, 1980). 우리나라 연안 해수에서는 병원성 비브리오균이 여름철에 빈번히 검출되고 있다(최와 정, 2001 ; 김 등, 2001). 이들 호염성 세균은 어패류 또는 해수에 상존하면서 여름철에 해산물의 생식 등으로 Vibriosis가 발생되며, 매년 수십명의 인명 피해를 겪고 있을 뿐만 아니라, 여름철에는 어민에게 있어 경제적 손실을 초래한다. *Vibrio* 속의 세균들은 수온상승, pH 변화 그리고 유기물량 증가 등으로 인해 하절기에 증식이 잘 되므로 더 많은 주의를 요한다(Kasper *et al*, 1993).

본 연구의 조사 해역에서의 비브리오균의 개체수를 측정하여 그림 1-2-7에 제시하였다. 2004년 9월에는 표층수의 경우는 정점 1, 2만을 제외한 나머지 8개의 정점에서 $1.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^4$ cfu/ml의 비브리오균이 검출되었다. 저층수의 경우는 정점 1, 2, 3, 6, 8을 제외한 나머지 5개의 정점에서 $1.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml가 검출이 되었다.

2004년 11월에는 표층수의 경우 정점 1, 3, 6을 제외한 나머지 구역에서는 비브리오균이 검출이 안되었다. 검출된 수도 $1.0 \times 10^1 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml로 매우 적은 수가 검출이 되었고, 저층수인 경우는 10개 정점모두에서 비브리오균이 검출이 안되었다. 이는 김(1993)의 비브리오균이 수온과 탁도가 높은 환경에서 잘 검출된다는 보고와 최와 정(2001)이 우리나라 연안 해수에서는 병원성 비브리오균이 여름철에 빈번히 검출되고 있다는 보고와 일치하였다. 또한, 각 정점별로 우점적으로 자란 colony를 16S rRNA 염기서열 분석하여 비브리오균 균집을 분석을 분석하였다. 정점 1, 3, 6, 7에 표층수와 저층수에서 *Vibrio alginolyticus*와 *Vibrio parahaemolyticus*가 우점적으로 나타났으며, 그 외에 *Vibrio splendidus*와 *Vibrio fortis*가 조사되었다.

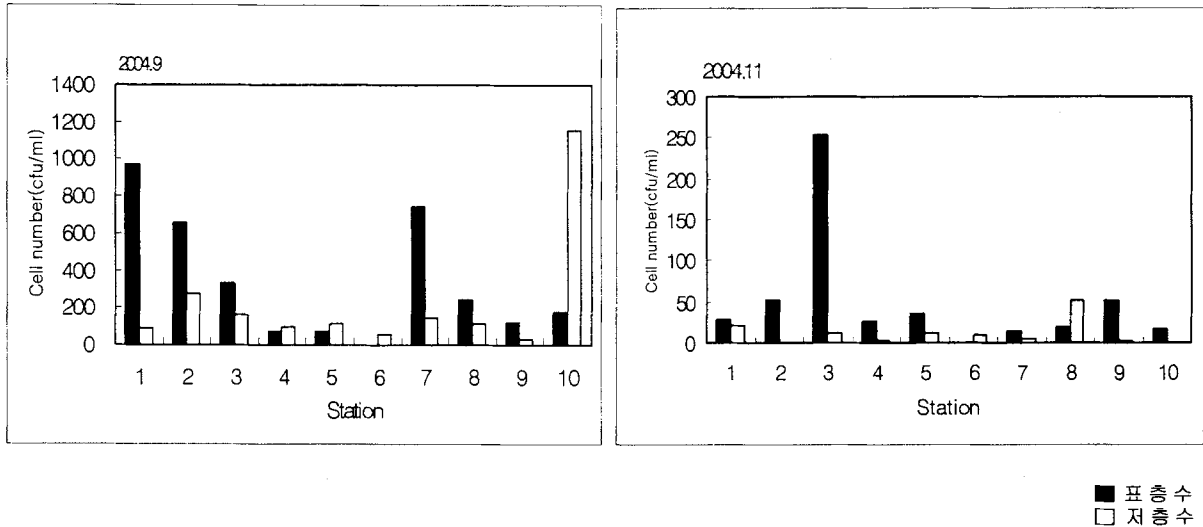


그림 1-2-5. 2004년 9월, 11월 북제주 바다목장 해역의 종속영양세균수.

Fig. 1-2-5. Cell number of heterotrophic bacteria isolated in the Buk-Jeju marine ranching area in September and November, 2004.

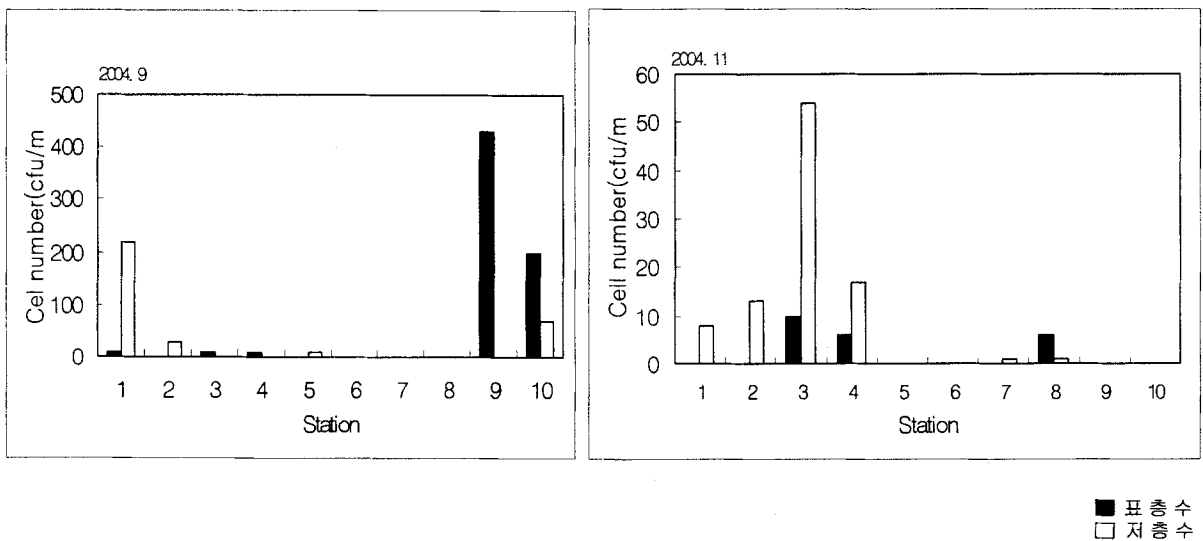


그림 1-2-6. 2004년 9월, 11월 북제주 바다목장 해역의 총대장균군 개체수.

Fig. 1-2-6. Cell number of total coliforms isolated in the Buk-Jeju marine ranching area in September and November, 2004.

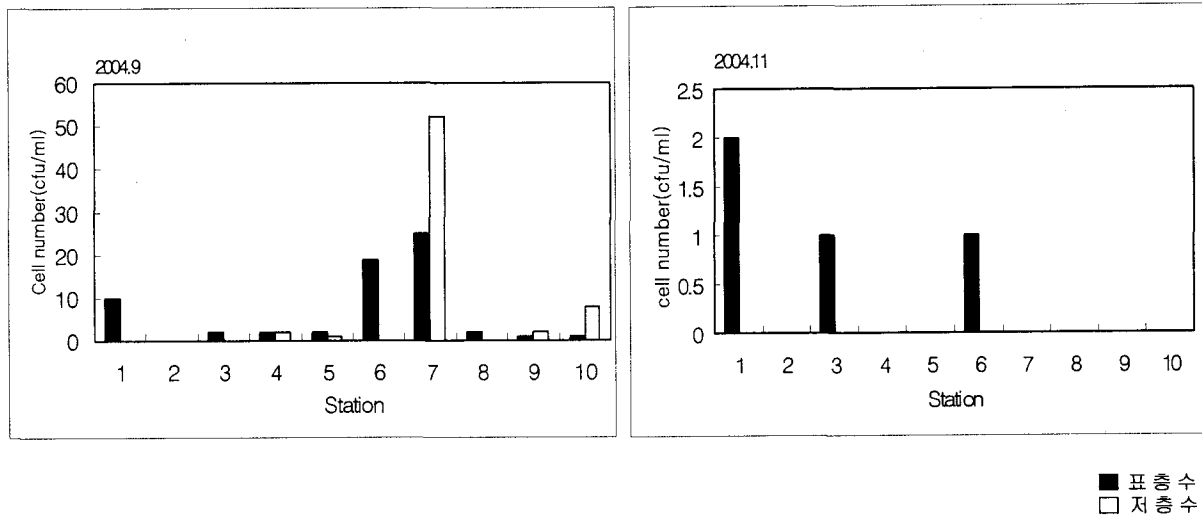


그림 1-2-7. 2004 9월, 11월 북제주 바다목장 해역의 비브리오균의 개체수.

Fig. 1-2-7. Cell number of *Vibrio* spp. isolated in the Buk-Jeju marine ranching area in September and November, 2004.

나. 식물플랑크톤

(1) 출현종의 조성 및 종 다양성

조사해역에서 2004년 9월과 11월에 출현한 종류는 총 176종(79속, 172종, 4미동정종)으로 규조류가 110종(23속, 60종 1미동정종), 와편모조류가 34종(19속 49종), 식물편모조류가 32종(7과 21속 30종 2미동정종)이었으며 규조류가 62.5%, 와편모조류가 19.3%, 식물편모조류가 18.2%의 종 구성비율을 보였다. 규조류중 중심목 규조류는 총 61종, 우상목 규조류는 총 49종이 출현하였다. 9월의 정점별 출현종수는 24-35종의 범위로 정점 평균이 30종이었고, 11월의 정점별 출현종수는 19-54종의 범위로 정점 평균이 35종을 보여 11월이 9월 보다 대부분의 정점에서 출현 종수가 많았다(부록 1-2-1).

종조성과 각 종의 현존량의 관계를 종 다양성지수로 계산한 결과, 9월에 2.18 - 3.13의 범위로 평균 2.77이었으며, 11월에 2.31-3.23의 범위로 평균 2.85을 보여 11월이 9월에 비해 종이 다양하게 출현하고 있었다(부록 1-2-2, 1-2-3).

(2) 현존량 및 우점종 분포

식물플랑크톤 현존량은 일반적으로 단위 체적당 세포수로 표시하며, 9월에 22,146 - 62,158 cells/L로 전 정점의 평균이 35,124 cells/L을 나타내었고(부록 1-2-2), 11월에 21,546 - 40,020 cells/L로 전 정점의 평균이 29,110 cells/L를 보였다(부록 1-2-3). 월별로 보면 9월 평균값이 11월보다 높았으며, 이들 현존량 범위는 제주도 연안역의 계절별 변화 범위를 보이고 있었다(이등 1990).

우점종은 현존량 점유율이 10%이상 되고 출현빈도가 50%이상 나타난 종을 기준으로 선정하였다. 9월의 우점종은 총 10종으로 규조류인 *Paralia sulcata*가 34.5 - 37.5%의 점유율로 가장 우점하였고, 10월에는 와편모조류인 *Prorocentrum lima*가 16.3 - 32.7%의 점유율로 가장 우점하였다(표 1-2-1). 그 중 *Paralia sulcata*는 서해안에서 종종 우점종으로 발생을 일으키는 종류로 알려져 있다. 또한 9월에는 우상목 규조류인 *Nitzschia sigma*가 비교적 많은 정점에서 우점을 나타내었다. 한편 11월에는 와편모조류인 *Gyrodinium glaucum*이 여러 정점에서 우점을 보이고 있어 11월은 와편모조류에 의한 우점이 활발한 경향을 보였다.

일반적으로 제주도 해역은 편모조류보다 우상목 규조류에 의한 우점이 높은 것이 특징이며 이는 현무암으로 이루어진 암반 해안의 특성으로 우상목 규조류가 대부분인 부차성 규조류가 많이 분포하기 있기 때문이다. 그러나 때때로 편모조류에 의한 우점도 발생하지만, 현존량은 다른 우리나라 연안역에 비해 아주 적게 발생하고 있다. 그러나 대개 편모조류는 부영양화 해역에서 규조류보다 빨리 성장하는 것으로 알려져 있어 제주도 연안의 부영양화 가능성을 지속적으로 감시할 필요가 있다고 생각된다.

(3) 엽록소량 분포 및 기초생산잠재력

일반적으로 해양의 기초 생산력은 그 해역의 식물플랑크톤이 가지고 있는 엽록소량으로 가늠할 수 있는데, 조사 해역의 두 계절의 엽록소 a 량 변화는 현존량에 비해 그다지 크지 않았다. 9월 엽록소량은 0.22 - 1.02 범위로 전 정점 평균은 0.51 $\mu\text{gChl-a/L}$, 11월은 0.12 - 1.02 범위로 전 정점 평균은 0.62 $\mu\text{gChl-a/L}$ 을 보였다. 엽록소량의 계절 변화는 11월이 9월보다 평균이 높았지만, 현존량은 오히려 9월이 높은 경향을 보였다. 9월과 11월 모두 표층이 저층보다 엽록소량 평균값이 높았으며, 현존량 역시 표층이 저층보다 평균값이 높았다(표 1-2-2).

조사해역의 기초생산잠재력을 엽록소량으로 평가하면, 9월과 11월을 평균한 값이 0.57 $\mu\text{gChl-a/L}$ 를 보였다. 2003년 본 조사해역의 표층 연평균이 0.72 $\mu\text{gChl-a/L}$, 저층 연평균이 0.78 $\mu\text{gChl-a/L}$ 으로 전체 평균이 0.75 $\mu\text{gChl-a/L}$ 를 보였다. 2004년의 9월과 11월 두 달의 평균 기초생산력은 2003년의 연평균 기초생산잠재력보다 낮았으며 제주도 전 연안역의 연평균인 약 0.7 $\mu\text{gChl-a/L}$ 보다도 낮게 평가되었다(이 등 1989; 최 등 1994). 그러나 전 계절에 조사하여 자료가 추가되면 제주도 연평균 기초생산 잠재력보다 약간 높은 생산력을 보일 것으로 평가된다.

표 1-2-1. 차귀도 주변해역 식물플랑크톤 우점종 분포와 점유율(%) (2004년 9월, 11월)

Table 1-2-1. Occupying percentage(%) and distribution of dominant phytoplankton (September and November 2004)

Species Name	September 2004																		
	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Chaetoceros convolutus</i>				10.0															10.7
<i>Leptocylindrus danicus</i>				20.0							11.2								11.9
<i>Paralia sulcata</i>						34.9	37.5												
<i>Nitzschia longissima</i>																			10.7
<i>Nitzschia sigma</i>		12.1				12.7					10.2	12.1		10.8	11.8	11.5			
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>								10.6							10.8				
<i>Gymnodinium conicum</i>													12.3						
<i>Prorocentrum micans</i>			15.8		10.9														
<i>Hellia fusiformis</i>	11.5	10.6							15.8						10.8				
<i>Eutreptia viridis</i>	13.5																		
Species name	November 2004																		
	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>																18.3			
<i>Leptocylindrus danicus</i>													14.6		14.3		11.3		
<i>Rhizosolenia alata</i>												11.1							
<i>Bacillaria paxillifer</i>																			11.3
<i>Nitzschia pseudonana</i>																	38.0		
<i>Nitzschia sigma</i>								11.5											
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>										18.1									
<i>Gymnodinium conicum</i>							11.6												
<i>Gyrodinium glaucum</i>		11.1	14.9	10.2	10.9														
<i>Prorocentrum compressum</i>																			12.2
<i>Prorocentrum lima</i>	30.4			16.3	32.7	22.9													
<i>Hellia fusiformis</i>				10.2															
<i>Eutreptia viridis</i>													10.4						

표 1-2-2. 차귀도 주변해역의 식물플랑크톤 현존량과 엽록소-a 량

Table 1-2-2. Standing crops and chlorophyll a of phytoplankton at Chagwido

Station	Layer	Standing crops (cells/L)		Chlorophyll a ($\mu\text{gchl-a/L}$)	
		Sept. 2004	Nov. 2004	Sept. 2004	Nov. 2004
1	S	62,158	27,376	0.46	0.90
1	B	47,420	29,382	0.44	0.68
2	S	51,284	27,317	0.68	0.24
2	B	62,143	29,638	0.22	0.70
3	S	28,683	38,686	0.46	0.92
3	B	31,460	32,340	0.46	0.46
4	S	26,264	27,246	0.46	0.34
4	B	22,146	21,924	0.34	0.68
5	S	31,770	23,280	1.02	0.58
5	B	31,004	25,404	0.46	0.12
6	S	52,528	37,860	0.22	1.00
7	S	23,925	27,376	0.68	0.46
7	B	24,302	29,474	0.46	0.68
8	S	31,059	26,391	0.80	0.22
8	B	23,370	29,638	0.46	0.56
9	S	22,568	40,020	0.68	0.92
9	B	31,418	31,262	0.44	1.00
10	S	28,956	28,202	0.56	1.02
10	B	35,711	21,546	0.34	0.36
	Surface Avg.	35,919	30,375	0.60	0.66
	Bottom Avg.	34,330	27,845	0.40	0.58
	Total Avg.	35,124	29,110	0.51	0.62

다. 동물플랑크톤

(1) 종조성 및 개체수

북제주 바다목장 해역에서 출현하는 동물플랑크톤의 주요 분류군을 살펴보면 요각류, 패충류, 바다곤쟁이류, 단각류, 화살벌레류, 유형류, 다모류, 관해파리류, 살파류 등과 복족류와 이매패류 등과 같은 연체동물의 유생, 십각류의 유생, 자치어 및 어란 등으로 구성되며 각 분류군의 조성 비율은 조사 정점과 계절에 따라 다소 차이를 보였다.

2004년 하계에는 요각류, 패충류, 바다곤쟁이류, 단각류, 화살벌레류, 유형류, 복족류 및 이매패류의 유생, 유각익족류, 지각류, 다모류, 십각류 유생 및 어류의 난과 자어 등 총 29개 분류군의 동물플랑크톤 군집이 출현하였다(표 1-2-3). 이들 분류군 중 요각류는 Calanoida 5종, Cyclopoida 1종, Harpacticoida 2종, Poecilostomatoida 4종으로 구성되며 총 12종이 출현하였다. 이들 요각류의 전체 개체수 밀도는 50.6~92.2%로 평균 79.5%를 차지하였다(그림 1-2-8). 그 다음으로 복족류 및 이매패류의 유생이 평균 9.4%, 유각익족류가 평균 6.3%를 차지했으며 그 외의 동물플랑크톤 군집은 1% 미만으로 매우 낮은 밀

도를 나타내었다. 2004년 하계 북제주 바다목장 해역 10개 정점에서 출현한 동물플랑크톤 개체수는 정점 7에서 3,999 indiv./m³으로 가장 적고 정점 3에서 13,834 indiv./m³로 가장 많은 개체수를 나타냈으며, 평균 개체수는 7,729 indiv./m³에 달했다(그림 1-2-9).

2004년 추계에는 하계에 출현하였던 분류군 중 지각류가 출현하지 않았으며 살파류와 관해파리류가 새롭게 출현하는 등 총 41개 분류군으로 증가하였다(표 1-2-4). 특히 요각류는 Calanoida 8종, Cyclopoida 2종, Harpacticoida 4종, Poecilostomatoida 9종, Monstrilloida 1종 등 총 24종으로 다양하였다. 이처럼 요각류는 24종으로 다양한 종이 출현하였으나, 하계의 조사 결과와는 달리 추계에는 관해파리류가 우점하였으며 그 개체수 밀도는 정점 8에서 4.5%로 가장 적었고 정점 6에서 52.8%로 가장 높아, 평균 33.5%의 개체수 밀도를 나타내었다(그림 1-2-8). 그 다음으로 요각류가 18.1%, 유형류가 14%, 화살벌레류가 8.9%, 단각류가 7.5%, 어란이 7.4%의 평균 개체수 밀도를 차지했으며 그 외의 동물플랑크톤 군집은 3% 미만으로 매우 낮은 밀도를 나타내었다. 2004년 추계 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 개체수는 정점 8에서 1,869 indiv./m³으로 가장 적고 정점 4에서 22,441 indiv./m³로 가장 많은 개체수를 나타냈으며, 평균 개체수는 9,016 indiv./m³로 하계에 비해 다소 증가하였다(그림 1-2-9).

조사기간 동안 정점별 출현 동물플랑크톤 종수를 살펴보면 하계에 17종(정점 8)~24종(정점 2)이 관찰되었고 추계에는 19종(정점 10)~28종(정점 4)이 관찰되었다(표 1-2-4). 또한 정점별 종 다양도를 살펴보면 하계에 1.79(정점 8)~3.32(정점 1), 그리고 추계에 2.64(정점 6)~3.73(정점 8)으로 추계에 정점 8에서 가장 높게 나타났으나 하계에는 정점 8에서 가장 낮았다(그림 1-2-10).

(2) 우점종

2004년 하계 북제주 바다목장 해역에서 가장 우점한 종은 요각류 *Oithona decipiens*로서 출현한 전체 동물플랑크톤 중 평균 58.6%라는 높은 개체수 밀도를 나타내었다. 그 다음으로 *Paracalanus parvus* sensu lato가 8.8%, *Acartia centrula*가 7.9%의 개체수 밀도를 나타내었다. 이들 우점종은 10개의 정점 모두에서 공통적으로 나타났다. *O. decipiens*는 정점 3에서 개체수가 8,056 indiv./m³, 정점 10에서 개체수가 8,341 indiv./m³에 달하는 등 정점 2, 3, 4, 5, 8, 10에서 높은 개체수를 보였다. *P. parvus* s. l.의 경우는 정점 3에서 1,330 indiv./m³로 가장 높은 개체수를 보였고, *A. centrula*는 정점 3과 4에서 각각 1,395 indiv./m³, 2,254 indiv./m³의 가장 높은 개체수를 나타내었다(그림 1-2-11).

추계에 가장 우점한 종은 관해파리류 *Diphyes* sp.로서 육지부와 비교적 인접한 정점 1, 3, 4, 6, 7, 9에서 높은 개체수를 나타냈으며, 정점 4에서 최고치인 9,155 indiv./m³의 개체수가 관찰되는 등 전체 정점에서의 평균 개체수는 3,568 indiv./m³이며 전체 출현 동물플랑크톤의 평균 33.5%를 차지하였다. 관해파리 다음으로는 요각류 *Oithona*, *Paracalanus*,

*Euterpina*속이 각각 평균 출현개체수(와 개체수 밀도) 292 indv./m³(4.2%), 173 indv./m³(2.4%), 148 indv./m³(2.3%)로 우점하였다(그림 1-2-12). 하계의 결과와는 달리 *Acartia*속은 출현하지 않았다.

표 1-2-3. 2004년 하계(9월) 북제주 바다목장해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수

Table 1-2-3. Abundance and composition of zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in September, 2004(Unit: indv./m³)

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Copepoda											
<i>Acartia centrula</i>		163	299	1395	2254	782	217	240	194	217	342
<i>Calanus glacialis</i>			12								
<i>Centropages yamadai</i>		33	23	37	89	16		19			
<i>Corycaeus dahl</i>			6	55	22	16	38	38	24	16	24
<i>Corycaeus gibbulus</i>			6	9						16	12
<i>Corycaeus lautus</i>		11	6	55	22		26				24
<i>Euterpina acutifrons</i>		11									
<i>Microsetella rosea</i>			6	28	11		32	13			
<i>Oithona decipiens</i>		1551	5086	8056	5052	4458	1639	2485	7425	2901	8341
<i>Oncaea venusta</i>		43	18	92	33	86	96	50	49	8	47
<i>Paracalanus parvus</i>		336	653	1330	744	1048	363	322	400	496	1192
<i>Temora turbinata</i>		11	18				32	19			
larvae		108	76	157	167	70	274	170	267	326	448
Ostracoda											
<i>Conchoecia</i> sp.						8	1	2		1	
Euphausiacea											
<i>Euphausia</i> sp.		1	11	19	2	12		2	6	1	1
Amphipoda											
<i>Lucifer reynaudii</i>		8	6	39	3	37	1	29	5	2	2
<i>Hyperia shizogeneios</i>			1	1			1	1	1		
Chaetognatha											
<i>Sagitta</i> sp.					4	1	1	6	3	1	3
Appendicularia											
<i>Fritillaria</i> sp.		76	41			16	32	25	12	8	
<i>Oikopleura</i> sp.		195	47	55	22	195	45	32	36	23	24
Gastropods larvae		738	100	1321	411	845	714	233	279	124	271
Bivalves larvae		141	29	517	211	235	147	25	49	217	201
Pteropoda											
<i>Creseis virgula</i>		738	270	342	389	837	612	183	473	78	118
Cladocera											
<i>Evadne tergestina</i>		87	29	55		86	38	32	24	101	71
<i>Podon</i> sp.				9	22				12		
Polychaete			1	1	1	1	1			1	1
Decapod larvae		163	53	259	133	133	89	69	121	132	189
Fish egg		65	18			1	1	2		7	
Fish larvae			1	1	1	1	1	2		1	1
Total		4477	6724	13834	9591	9812	4396	3999	9381	4672	11308

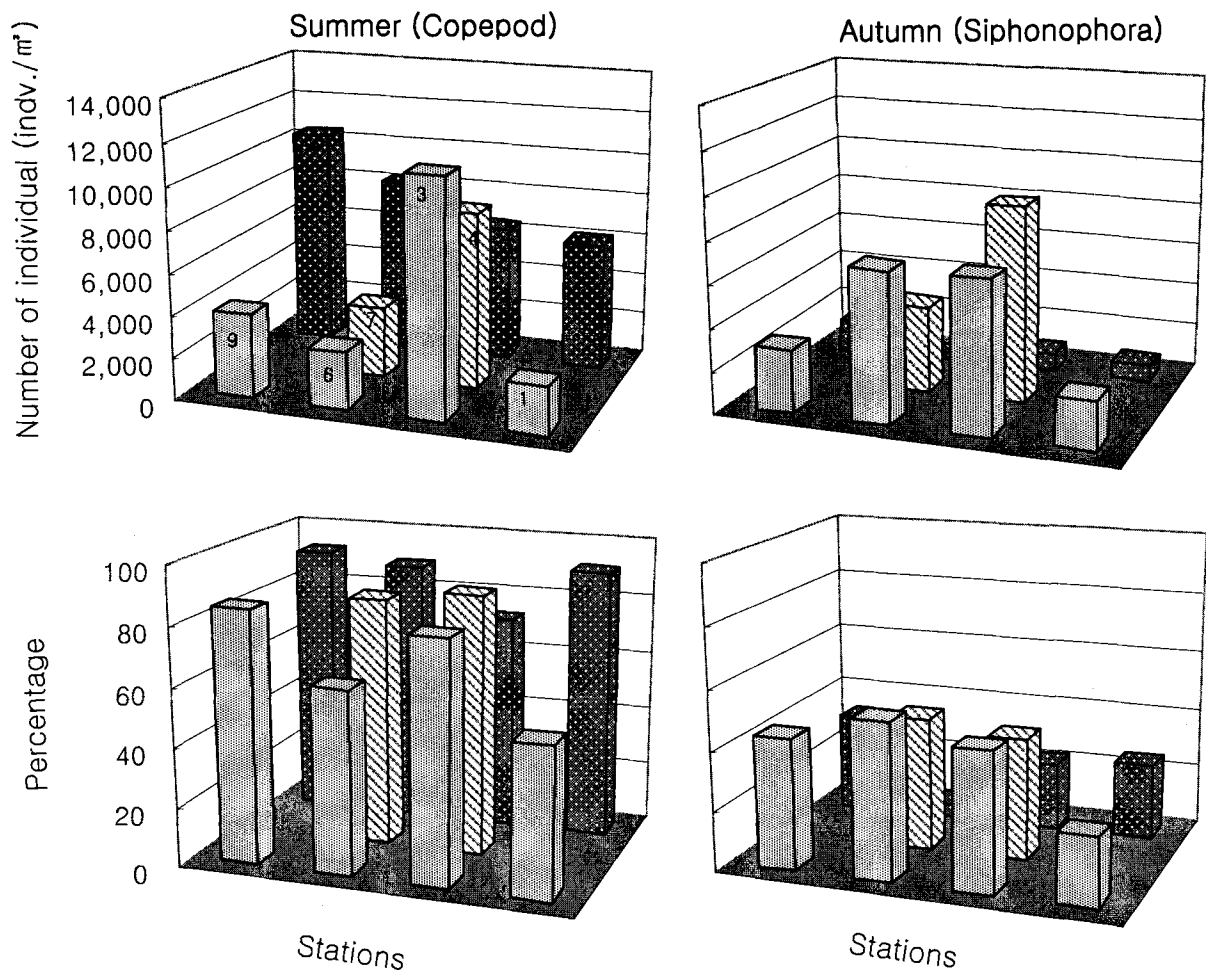


그림 1-2-8. 북제주 바다목장 해역의 계절별 우점 동물플랑크톤 군집의 개체수 및 조성비율(막대 내의 숫자는 채집 정점을 나타낸다).

Fig. 1-2-8. The seasonal changes of dominant group of zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area(Bar number is sampling station number).

표 1-2-4. 2004년 추계(11월) 북제주 바다목장해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수

Table 1-2-4. Abundance and composition of zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in November, 2004(Unit: indiv./m³)

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Copepoda											
<i>Calanus glacialis</i>								10		43	21
<i>Centropages yamadai</i>				51	75	16	20	41			
<i>Clytemnestra scutellata</i>										21	21
<i>Copilia</i> sp.										21	
<i>Corycaeus dahlí</i>		11			19					36	7
<i>Corycaeus gibbulus</i>		48	23	64	56		20		14	7	
<i>Corycaeus (Corycaeus)</i> sp.							20				
<i>C. (Onychochoryaeus)</i>											
<i>pacificus</i>		16	6	13	19						
<i>Euterpina acutifrons</i>		145	151	32	507	187	101	103	84	150	21
<i>Labidocera detruncata</i>				35					42		
<i>Microcetella rosea</i>		5	17		28	8		21	14	14	
<i>Microcetella glacilis</i>		11		19	9				7		
<i>Monstrilla helgolandica</i>			52								
<i>Oithona decipiens</i>		435	163	275	592	227	232	175	98	28	
<i>Oithona plumifera</i>		210			56	41	71	103	98	36	76
<i>Oncaea vrnusta</i>		242	12	372	404	32	141	82	42	57	34
<i>Paracalanus parvus</i>		360	52	141	263	195	273	237	63	71	76
<i>Pontella spinicauda</i>		5	35		85					21	
<i>Rhincalanus cornutus</i>			17	115							
<i>Sapphirina darwini</i>					28		30			21	21
<i>Sapphirina</i> sp.								31			
<i>Temora turbinata</i>			6			8	10				
<i>Undinula vulgaris</i>			17								
larvae		639	186	243	413	543	505	360	190	150	248
Ostracoda											
<i>Conchoecia</i> sp.		258		77	28	24				342	62
Euphausiacea											
<i>Euphausia</i> sp.		64		519	451	49	939	31	21	150	41
Amphipoda											
<i>Lucifer reynaudii</i>		242		250	85		182	62			
<i>Hyperia shizogeneios</i>		2224	17	3228	2000	49	454	93	63	192	165
Chaetognatha											
<i>Sagitta</i> sp.		226	332	1384	1239	462	1241	1266	127	577	454
Appendicularia											
<i>Fritillaria</i> sp.		32	52	19	169		91	31		107	
<i>Oikopleura</i> sp.		870	786	826	1831	560	1363	1482	295	876	701
Gastropods larvae											
		172	64	96	376	154	172	62	42	28	
Bivalves larvae											
		21	12	19	103	32	10	21	14		7
Pteropoda											
<i>Creseis virgula</i>		38	12								
Salpida											
		16	17		28				21	43	21
Polychaete											
		274	122	154	423		394	401	105	321	41
Siphonophora											
<i>Diphyes</i> sp.		2273	769	7129	9155	827	7025	4044	84	2950	1424
Decapod larvae											
		403	52	269	367	146	151	154	63	256	62
Fish egg											
		758	17	38	3549	122		370	380	214	825
Fish larvae											
				96	85	24					
Total		9998	3029	15431	22441	3707	13444	9180	1869	6733	4326

표 1-2-5. 2004년 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 종수

Table 1-2-5. The number of zooplankton species in the Buk-Jeju marine ranching area in 2004

	Stations									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
September	18	24	21	19	20	22	22	17	20	18
November	26	25	23	28	20	21	21	20	25	19

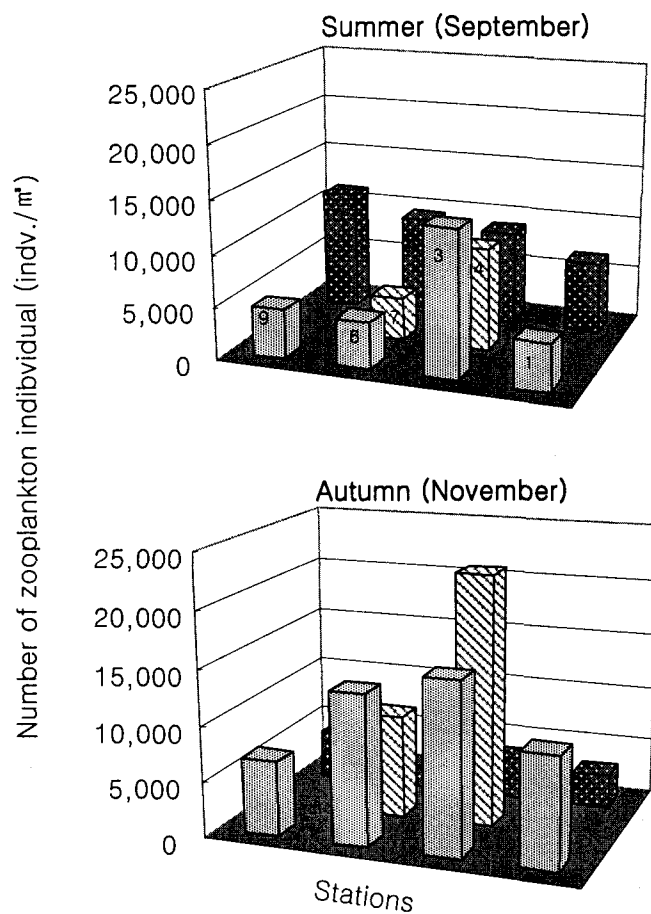


그림 1-2-9. 북제주 바다목장 해역의 계절별 동물플랑크톤 개체수(막대 내의 숫자는 채집 정점을 나타낸다).

Fig. 1-2-9. The seasonal changes of zooplankton individual numbers in the Buk-Jeju marine ranching area (Bar number is sampling station number).

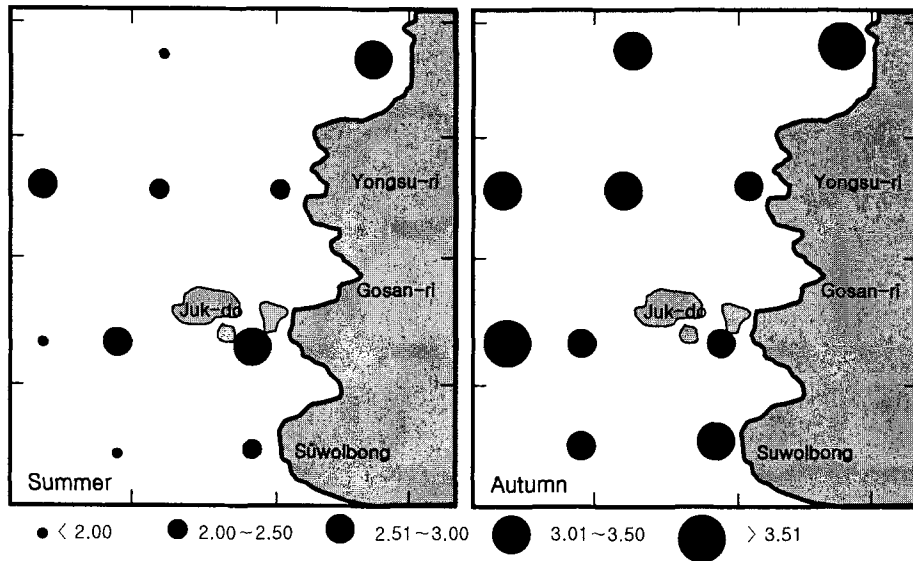


그림 1-2-10. 계절 및 정점별 동물플랑크톤 군집 종 다양성의 수평분포.

Fig. 1-2-10. The seasonal changes and horizontal distributions of the species diversity of zooplankton community in the Buk-Jeju marine ranching area.

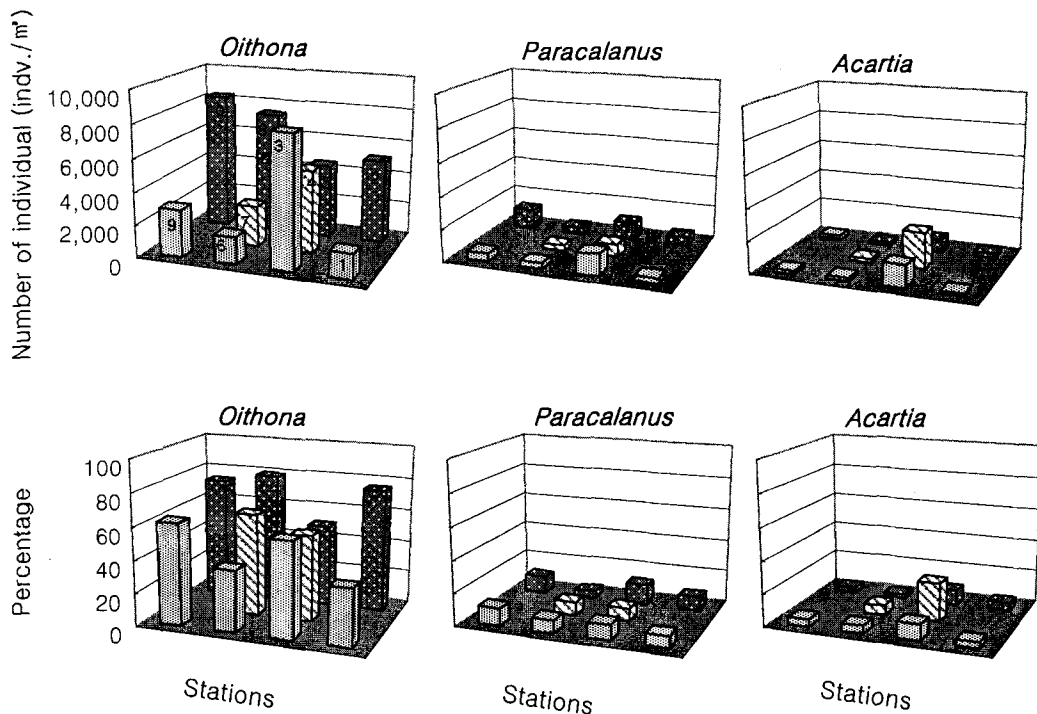


그림 1-2-11. 하계(9월) 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 개체수 및 조성비율 (막대내의 숫자는 채집 정점을 나타낸다).

Fig. 1-2-11. The changes of relative abundance of Copepod at the each station in the Buk-Jeju marine ranching area in September (Bar number is sampling station number).

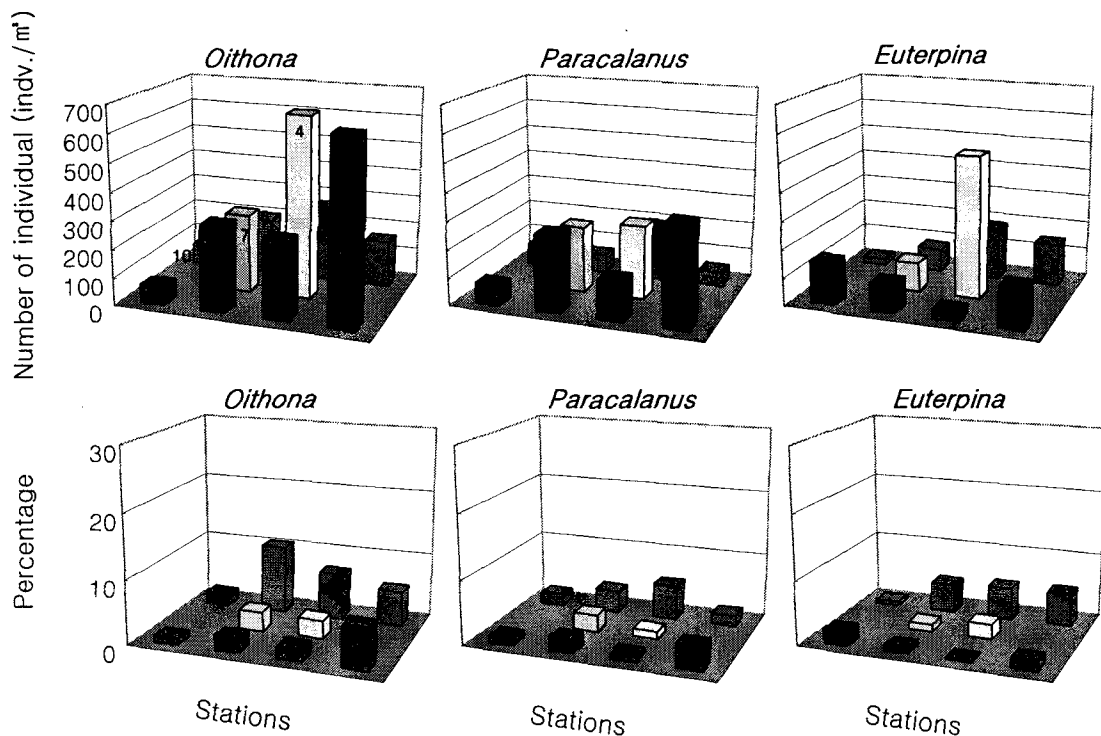


그림 1-2-12. 추계(11월) 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 개체수 및 조성비율 (막대 내의 숫자는 채집 정점을 나타낸다).

Fig. 1-2-12. The changes of relative abundance of Copepod at the each stations in the Buk-Jeju marine ranching area in November(Bar number is sampling station number).

(3) 집괴분석

2004년 하계와 추계에 북제주 바다목장 해역의 10개 정점에서의 동물플랑크톤 출현량 자료에 근거하여 조사 정점간 유사도지수를 산출하여 집괴 분석을 행하였다. 집괴분석 결과 나타난 수상도에 의하면 하계 및 추계 모두 대략 2개의 정점군으로 구분할 수 있었으며(그림 1-2-13과 14), 이 결과를 지도상의 북제주 바다목장 해역에 표시하였다(그림 1-2-15과 16).

하계에는 차귀도를 중심으로 북동해역(A 정점군)과 차귀도를 포함한 남서해역(B 정점군)으로 구분되었다(그림 1-2-15). A 정점군은 출현종(또는 분류군) 수 및 출현량에서 B 정점군보다 높게 나타나고 있으나 종 다양도 지수는 약간 낮다. 출현하는 요각류 중에서 특히 입자식자인 *A. centrula*와 *Centropages yamadai*의 개체수와 어란의 개체수는 B정점군에 비해 높게 나타났다. 반면 패충류와 육식자인 화살벌레의 출현은 현저하게 낮았다(그림 1-2-16).

추계에는 정점 5와 7을 포함하는 차귀도의 북서해역(A 정점군)과 나머지 해역(B 정점

군)으로 구분되었다(그림 1-2-16). 출현종(또는 분류군) 수, 출현량 및 종 다양도 지수 모두 B 정점군에서 높게 나타났으며, A 정점군에서는 B 정점군에서와는 달리 육식성 요각류인 *Corycaeus*가 전혀 출현하지 않으며, Harpacticoida의 출현량도 비교적 낮게 나타났다. 요각류 중 우점종인 *Oithona*의 출현량도 다소 낮게 나타났다. 이들 요각류 이외에도 패충류, 바다곤쟁이류, 단각류, 유형류, 살파류 및 관해파리의 출현량이 낮게 나타났다. 이와 같이 계절에 따른 동물플랑크톤 군집 구조에 따르면 하계에는 A 정점군 즉, 차귀도 북동 해역이 난에서 갓 부화한 어린 자어들의 생육에 적합한 동물플랑크톤 군집 구조를 형성하고 있음을 알 수 있다. 반면, 추계에는 육지와 근접한 연안 해역을 중심으로 어류의 생육에 필요한 먹이로서 이용 가능한 요각류, 바다곤쟁이류, 단각류 등의 출현량이 높은 것으로 나타났지만 그 외에 육식성 포식자로서 살파류, 관해파리 등의 출현량이 매우 높게 나타났다. 따라서 이들 육식성 포식자들이 어린 자어의 생육에 방해가 될 수도 있다. 그러므로 북제주 바다목장을 조성함에 있어 적합 어류의 선발과정에서 가장 주의해야 할 점은 해당 어류가 산란한 후 추계에는 자어가 어느 정도 성장하여 육식성 포식자인 살파류나 관해파리에 의해 포식당하지 않을 정도의 크기로 성장이 가능한 어종을 선택하여야 할 것으로 판단된다.

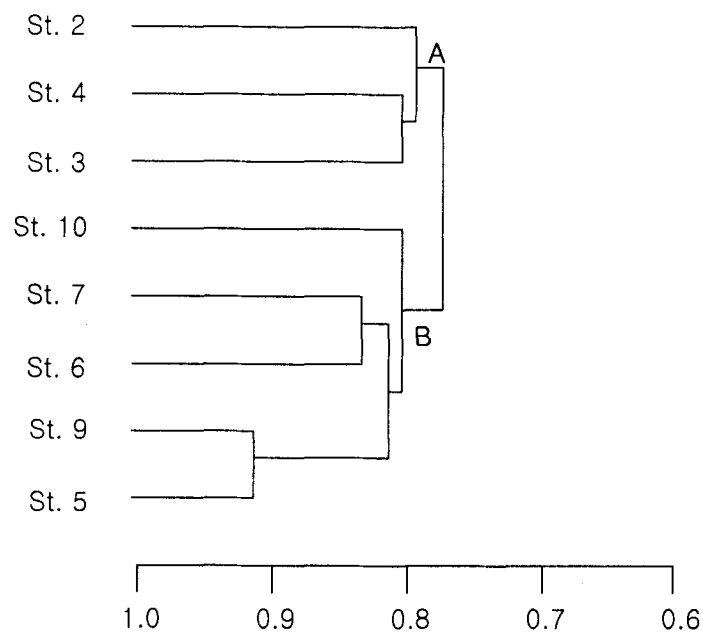


그림 1-2-13. 하계(9월) 집괴분석에 의한 정점군의 수상도.

Fig. 1-2-13. The results of cluster analysis with zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in September.

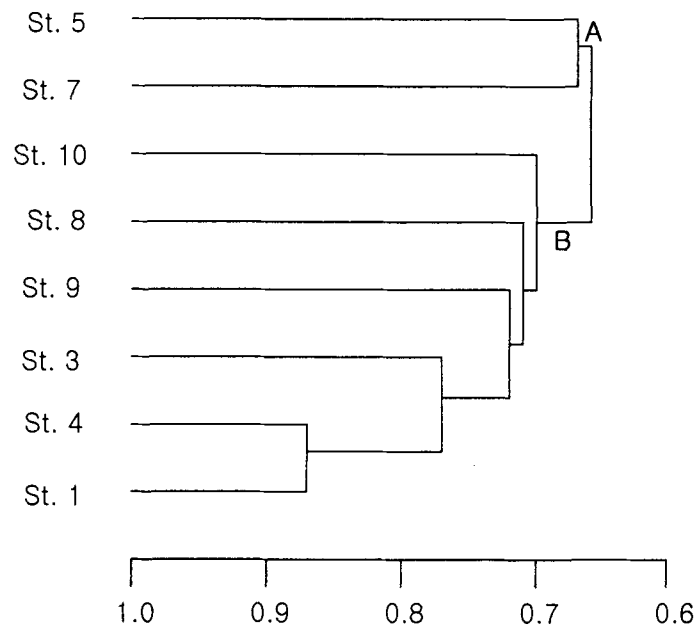


그림 1-2-14. 추계(11월) 집괴분석에 의한 정점군의 수상도.

Fig. 1-2-14. The results of cluster analysis with zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in November.

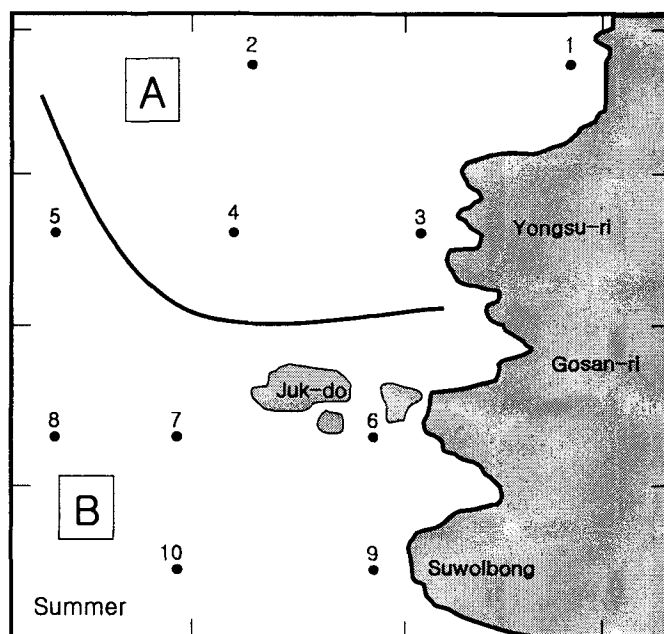


그림 1-2-15. 하계(9월) 집괴분석에 의하여 구분된 정점군의 공간분포.

Fig. 1-2-15. The spatial distribution of station group by cluster analysis with zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in September.

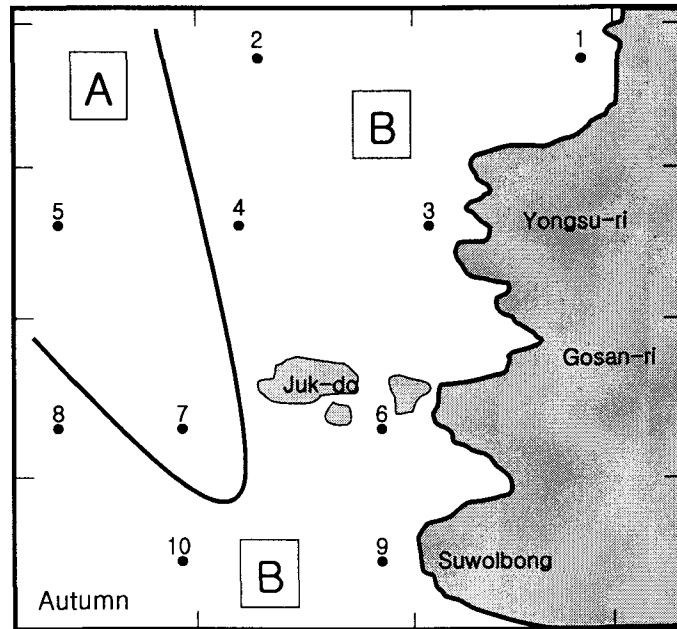


그림 1-2-16. 추계(11월) 집괴분석에 의하여 구분된 정점군의 공간분포.

Fig. 1-2-16. The spatial distribution of station group by cluster analysis with zooplankton in the Buk-Jeju marine ranching area in November.

(4) 계절별 출현 동물플랑크톤의 크기 분석

해산 어류의 자치어기에 먹을 수 있는 먹이생물의 크기는 각 어종의 입 형태와 역할에 의하여 크게 좌우되는데 일반적으로 해산 어류의 자어는 $20 \sim 2,000 \mu\text{m}$ 입자(먹이생물)의 크기 조건이 충족되면 자어는 수동 또는 능동적인 섭이행동에 의하여 주변의 먹이를 섭이하고 성장에 필요한 영양원으로 이용한다(Hansen and Bjornsen, 1997).

북제주 바다목장 주변 해역에서 출현하는 동물플랑크톤을 종별로 개체 크기를 분석한 결과, 하계에 출현한 동물플랑크톤의 평균 크기는 $2,806.83 \mu\text{m}$ 이었고 추계에 출현한 동물플랑크톤의 평균 크기는 $4,325.23 \mu\text{m}$ 이었다(그림 1-2-17). 결국 고수온기인 하계보다는 저수온기에 해당하는 추계로 계절이 변화되면서 출현하는 동물플랑크톤의 크기는 대형화되는 것을 알 수 있었다. 이것은 늦은 봄이나 초여름에 부화된 해산어류의 어린 자어가 바다목장 대상해역에서 생존이 가능함을 의미한다.

특히 하계에 출현한 동물플랑크톤은 *Lucifer reynaudii*와 화살벌레를 제외한 거의 대부분의 동물플랑크톤이 $700 \sim 3,000 \mu\text{m}$ 크기로 하나의 그룹 크기 범위에 속하였으나 추계에 출현한 동물플랑크톤의 경우에는 $1,000 \sim 4,000 \mu\text{m}$ 와 $5,000 \sim 10,000 \mu\text{m}$ 크기의 두 그룹으로 크기 범위가 관찰되었다(그림 1-2-18). 뿐만 아니라 하계와는 달리 추계에 출현한 동물플랑크톤은 관해파리류, 설파류, 미충류 등과 같이 어린 해산어류가 섭이하기에는 어려운 종이 관찰되었다. 즉, 바다목장 해역에 어류자원 조성을 위하여 관리되어야 하는 어종으로서 봄 또는 이른 여름에 산란이 이루어지고 추계에는 어느 정도 크기까지 성장하여

적극적인 섭이가 가능한 어종이 선택되어야 할 것으로 판단된다.

해양의 먹이사슬에서 어린 자어나 치어의 주요 먹이생물로서 알려진 요각류의 크기를 분석한 결과, 하계에는 세 그룹으로 구분할 수 있었다. 즉, $700\mu\text{m}$ 전후의 *Paracalanus*나 *Oithona*와 같이 먹이생물로서 가치가 높은 요각류가 한 그룹을 차지하였고 *Acartia*와 *Corycaeus* 등 약 $1,000\mu\text{m}$ 크기의 두 번째 그룹, 그리고 약 $2,000\mu\text{m}$ 크기의 *Centropages*와 *Temora*가 세 번째 그룹으로 구분되었다(그림 1-2-18). 이상의 크기에 해당하는 동물플랑크톤은 우리나라 주변 해역에서 관찰되는 대부분 해산어류의 후기 자어기와 치어기에 먹이생물로서 이용 가능한 크기이다. 아울러 하계에 우점종으로 관찰된 *Oithona*나 *Acartia*의 노플리우스 초기 유생(I~III기)은 그 크기가 $110\sim 160\mu\text{m}$ 의 범위로 바다목장 해역에 방류된 어류가 성장과 성숙과정을 거쳐 재생산이 이루어질 경우 갓 부화된 어린 자어의 초기 동물먹이생물로서도 이용이 가능하리라 판단된다(Hirano, 1966). 그러나 추계에 관찰된 요각류의 크기 범위는 *Oncaea venusta*의 크기가 $1,110\mu\text{m}$ 인 것을 제외하고는 모두 약 $3,000\mu\text{m}$ 범위로(그림 1-2-18) 하계에 관찰된 결과에 비교하면 $20\sim 2,000\mu\text{m}$ 크기 범위로 먹이생물로서 이용 가능한 작고 다양한 크기의 요각류를 확보하는데에는 추계의 경우가 불리한 것을 알 수 있었다.

북제주 바다목장 해역에서는 하계와 추계 모두에서 모두 어란이 관찰되었는데 하계에 관찰된 어란의 난경은 평균 $742\pm 182\mu\text{m}$ 이고 크기 범위가 $628\sim 1,239\mu\text{m}$ 로 난경이나 유구수 그리고 난의 모양으로 판단하면 2~3종의 어란인 것으로 추측되며 추계에 관찰된 어란의 난경은 평균 $781\pm 28\mu\text{m}$ 로 크기 범위가 $683\sim 824\mu\text{m}$ 로 비교적 일정하고 난의 형태도 유사하여 한 종류의 난으로 판단되었다(그림 1-2-19). Shirota(1970)의 보고에 의하면 채집시료로부터 관찰된 $700\sim 1,200\mu\text{m}$ 의 어란에서 갓 부화한 부화자어의 전장은 $1,700\sim 3,200\mu\text{m}$ 정도이며 입의 크기(구경)는 약 $250\sim 700\mu\text{m}$ 정도로 이때 갓 부화한 어린 초기자어가 먹이생물로 이용 가능한 동물플랑크톤은 요각류의 노플리우스 유생이 이에 해당된다.

한편, 해양 동물플랑크톤 중에서 요각류는 난에서 부화한 어린 자어가 섭이를 시작할 때 먹을 수 있는 가치 있는 먹이생물로서 어류의 구경에 맞는 입자로서의 적합성과 영양적인 면에서 매우 가치 높은데 특히, 요각류의 체내에서 Oil bead의 형태로 현미경상에서 관찰되는 고도불포화지방산은 어린 자어가 성장하는데 반드시 필요한 영양소이다(Nanton and Castell, 1999). 또한 이번에 관찰된 요각류 중 *Acartia*, *Temora*, *Centropages*, *Rhincalanus* 등은 해양 먹이사슬에서 영양적인 면에서 기초 먹이생물로서 매우 중요한 종이다(Theilacker and Kimball, 1984). 이들 요각류는 해양성 박테리아나 섬모충이 가지고 있는 지방산과 같이 영양 가치가 높은 물질을 섭이함으로써 해양 저차 먹이사슬의 균형을 유지하는 중요한 구성원의 역할을 수행할 뿐만 아니라 어류의 자치어에게 다시 먹이로서 섭이되어 풍요로운 수산자원이 유지되는 건강한 해양생태계를 만든다(Ederrington et al., 1995). 이번 조사에서도 하계에 채집된 시료중에서 전체 출현 동물플랑크톤의 8.8%

의 높은 비율을 점유한 *P. parvus* s. l.는 그림 1-2-20과 같이 체내에 oil bead를 함유하고 있어 바다목장 해역에서 관리되는 어류의 재생산시 중요한 먹이생물로서 이용이 가능하리라 판단된다.

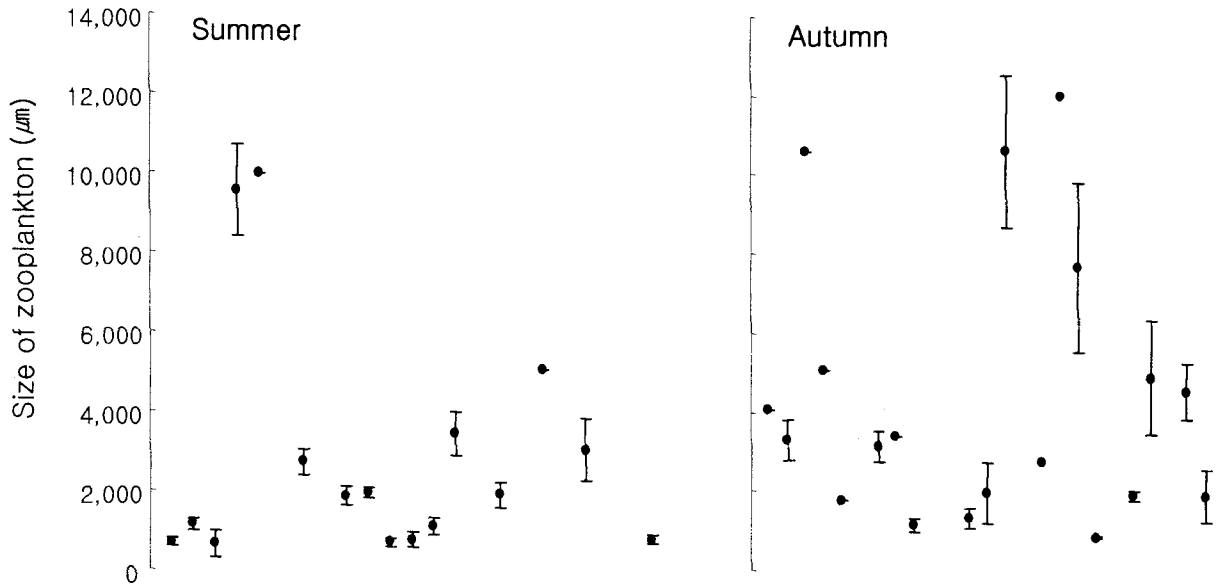


그림 1-2-17. 계절별 동물플랑크톤의 크기 변화(2004년 9월과 11월).

Fig. 1-2-17. Size variation of zooplankton species in September and November 2004.

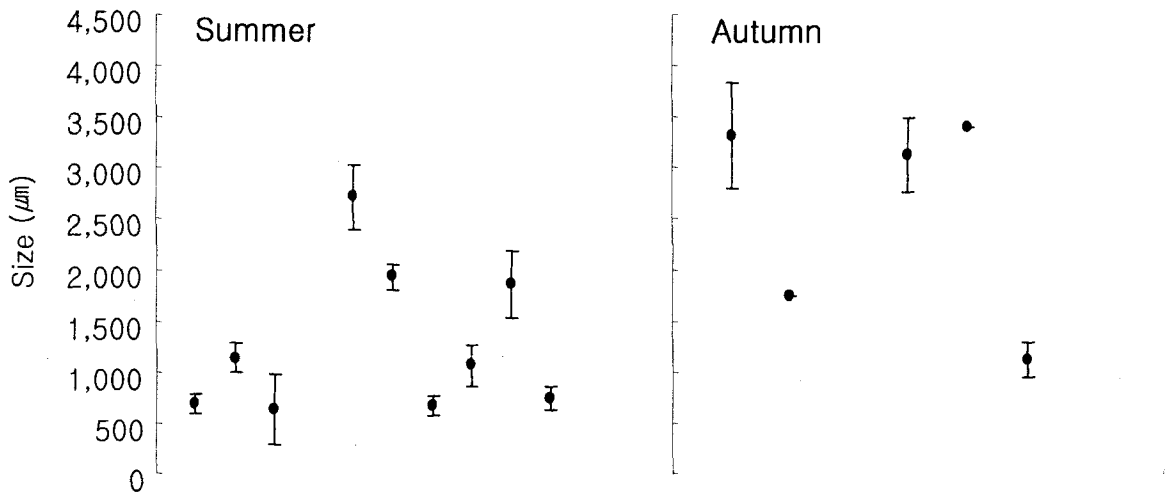


그림 1-2-18. 요각류와 지각류의 계절별 크기 변화(2004년 9월과 11월).

Fig. 1-2-18. Size variation of copepoda and cladocera species in September and November 2004.

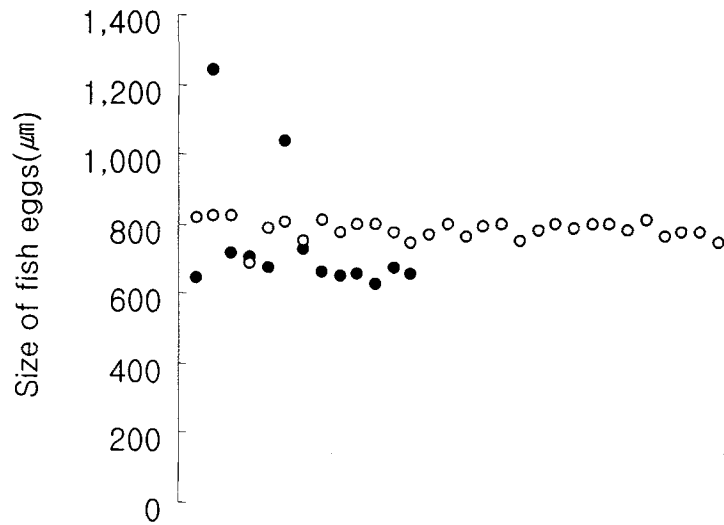


그림 1-2-19. 관찰된 어란의 크기 변화(검은 원; 하계, 흰 원; 추계).

Fig. 1-2-19. Size variation of fish eggs(black circles; summer, white circles; winter).



그림 1-2-20. 요각류 *Paracalanus parvus*의 oil bead(화살표).

Fig. 1-2-20. The oil bead of copepod, *Paracalanus parvus*(arrow).

(5) 동물플랑크톤 분포 특성

제주도 서부 해역은 연중 황해난류수와 쿠로시오 난류의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Rho, 1985; Pang et al., 1992). 마찬가지로 2004년 하계와 추계 조사를 통해 북제주 바다목장 해역에서 관찰된 주요 동물플랑크톤 종들도 대부분 쿠로시오 난류역에서 흔히 출현하는 생물이었으며, 본 해역에서 과거로부터 조사되어진 결과와 비교하면 우점종의 출현양상이 계절 또는 정점의 불일치로 정확한 비교는 어려우나 출현 동물플랑크톤의 종류는 매우 유사한 것으로 나타났다(고 등, 1994; 1996; 1998). 특히, 하계 조사결과에 의하면 총 출현 동물플랑크톤 중 평균 79.5%를 요각류가 차지하고 있으며 더욱이 전형적인 연안형 요각류 군집 구조인 *Acartia-Oithona-Paracalanus* 군집구조(Paffenhöfer, 1991)를 나

타내었다. 이들 *Acartia*, *Oithona*, *Paracalanus*와 같은 동물플랑크톤은 제주도 주변 해역에서 많이 출현하는 소형어류 즉, 자리돔류(고와 전, 1983), 실비늘치(조, 1994) 및 멸치류, 그물코쥐치, 미성숙 전갱어류, 미성숙 고등어류, 놀래기류 등과 같은 연안성 소형 어류의 먹이로 이용되어지는 것으로 알려져 있다(고 등, 1994). 특히 북제주 바다목장 해역에서는 어류 등의 먹이 생물로 이용 가능한 크기의 요각류가 추계에 비해 하계에 높은 밀도로 출현하고 있었으며, 추계에는 하계와는 달리 *Calanus glacialis*, *Oithona plumifera*, *Labidocera detruncata*, *Rincalanus cornutus*, *Undinula vulgaris* 등과 같은 크기가 큰 외양종이 출현하였다. 반면, 해산어의 후기자어나 치어의 먹이생물로서 이용 가치가 높은 것으로 판단되는 소형 요각류의 출현량은 하계에 비해 감소하는 경향을 나타냈다.

북제주 바다목장 주변 해역은 6월과 11월에 연안 용승현상이 뚜렷하게 나타나는 곳으로 알려져 있다(방과 김, 1993; 강, 1994). 이처럼 연안에 위치한 용승역에서는 외양측에 비해 유각익족류의 출현량이 증가한다(고 등, 1996). 이번 북제주 바다목장 해역에서도 유각익족류의 출현량이 추계와는 달리 하계에 증가하는 경향이 뚜렷하게 나타났다.

라. 저서동물

고산 주변의 연구지역 조하대는 수심 30m까지 대부분 암반지대로 구성되고, 경사가 완만한 지역이다. 200년 11월 채집 시 조사지선 3과 4인 차귀도 북쪽의 경우 파도가 항상 있었고 조류 또한 매우 빨라 SCUBA를 이용하여 저서생물 조사를 실시하지 못하였다. 이 지역은 물리적으로 안정되어 있지 않아 연구에 필요한 채집작업이 안정적이지 못한 점을 항상 가지고 있었다. 그러므로 향후 이 지역의 조사지선 조정이 필요 할 것으로 보인다. 2004년 9월 차귀도 주변 조하대에서 관찰된 방형구 내 저서동물들은 모두 46종으로 해면동물 6종, 자포동물 3종, 연체동물 25종, 절지동물 4종, 극피동물 8종이었다. 2004년 11월에 채집된 저서동물들은 모두 43종으로 해면동물 2종, 자포동물 1종, 연체동물 32종, 절지동물 2종, 극피동물 4종, 환형동물 1종 및 척색동물 1종이었다(부록 1-2-4).

2004년 9월에 나타난 저서동물의 총출현개체수는 모두 56~276개체로 각 조사지선의 차이는 있었으나, 4번 조사지선이 가장 낮았다(그림 1-2-21). 1번 조사지선에서는 평균 195 개체/50cm², 2번 조사지선은 125 개체/50cm², 3번 조사지선은 214 개체/50cm², 4번 조사지선은 118 개체/50cm²였다. 각 조사지선 당 평균 163 개체/50cm²였으며, 3번 조사지선이 가장 많은 개체수를 나타냈다. 이 중 우점종은 회오리고둥류(Family Pyramidellidae)와 바퀴고둥(*Astraliium haematragum*)으로서 출현개체수는 각각 60 개체/50cm² 로 높은 우점율을 나타냈다. 그 다음으로 팔알고둥류(*Collonista* sp.)는 49 개체/50cm²를 나타냈다.

2004년 11월에 나타난 저서동물의 총출현개체수는 모두 23~223개체로 조사지선 1과 2의 큰 차이는 없었으나, 조사지선 2의 정점 3번이 가장 적게 출현했다. 1번 조사지선에

서는 평균 129 개체/50cm², 2번 조사지선은 130 개체/50cm²였다. 2004년 9월에 비해 11월의 저서동물 출현개체수가 적은 것은 수온과 먹이조건이 상대적으로 좋지 않은 환경요인에 기인하는 것으로 판단된다. 11월의 우점종은 언칭이고동류(*Philbertia* sp.)로서 각 정점 당 6~98 개체/50cm²의 범위를 나타냈다.

한 편 종다양성에 있어서는 2004년 9월의 경우, 출현종수가 가장 많았던 조사정점 4에서 1.2로 가장 높았고, 나머지는 비슷하였다(그림 1-2-22). 조하대 저서동물의 출현과 다양성지수를 비교한 결과, 수심이 깊은 지역보다는 낮은 지역이 더 높았다고 볼 수 있다. 반면 2004년 11월의 경우에는 수월봉 앞 조사지선 1에서 더 높은 다양성지수가 나타난 것은 파도나 조류의 세기가 상대적으로 낮은 물리적인 안정성에 기인하는 것으로 보인다. 전체적으로 고산 주변 조하대에 서식하는 저서동물들의 가을과 겨울철 분포를 관찰한 결과, 수온이 낮은 겨울철에 네 지역의 조사지선에서 다소 낮은 종다양성지수를 나타냈고, 출현개체수도 낮은 경향을 보였다.

저서생물 중 수산유용생물과 해양환경은 대단히 밀접한 관계를 가지고 있으며, 수산유용생물의 서식량과 분포는 해양환경의 질에 따라 달라진다. 고산 주변 조하대의 경우, 제주도 수산업에 있어 중요한 유용종으로 판단되는 복족류인 소라(*Batillus cornutus*)는 2004년 9월, 실험지역에서 채집된 개체들은 평균 32 개체/50cm²였다. 대부분 어린 개체들이었으나 해녀들에 의해 소라 성체들이 수확된 결과이고, 많은 소라 개체군이 서식한다는 것은 소라가 서식할 수 있는 좋은 환경을 가지고 있다고 볼 수 있으며 소라서식지 및 수산업적으로도 중요한 지역적 위치를 지닌다고 볼 수 있다. 또한 수산업적으로 중요한 다른 종이 극피동물에 속하는 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)이다. 이 지역에서 관찰된 보라성게 또한 해녀들에 의해 수확된 이후에도 겨울철에 평균 3~4 개체/50cm²를 유지하고 있으므로 고산 주변해역의 환경은 보라성게의 서식에 좋은 서식지를 제공한다고 볼 수 있다. 자포동물에 속하고 제주도에 서식하는 대부분의 산호류는 일반적으로 열대와 아열대의 깨끗하고 따뜻한 물속에서 서식하며 산호류의 생존에는 환경요인인 빛, 온도, 염분 그리고 산소 등이 중요한 부분을 차지한다. 또한 많은 주변 생물들의 서식지 및 피난처 역할을 한다. 고산 주변 조하대에서 관찰된 산호류의 한 종인 거품돌산호(*Alveopora japonica*)는 평균 11 개체/50cm²로서 차귀도 북쪽 조사지선인 3과 4에 많이 서식하였다. 일반적으로 산호류는 조류 소동이 원활한 지역에 서식하는 특성을 가지고 있으므로, 조사지선 3과 4 지역은 거품돌산호의 서식에 좋은 환경을 가진 것으로 보인다. 특히 거품돌산호는 광합성 공생생물인 주산텔라와 중요한 관계를 가지며, 주산텔라의 광합성을 위해서는 주변 해수 환경이 변수가 된다. 그러므로 거품돌산호의 서식량과 비교했을 때 고산 주변 해역의 청정한 해수의 상태를 대변한다고 볼 수 있다. 그러므로 고산 주변해안 조하대에 서식하는 저서동물들의 분포를 미루어 봤을 때, 고산 주변 해역은 수산업적으로 또는 체험관광형 바다목장화사업 활용이 가능하리라 판단된다.

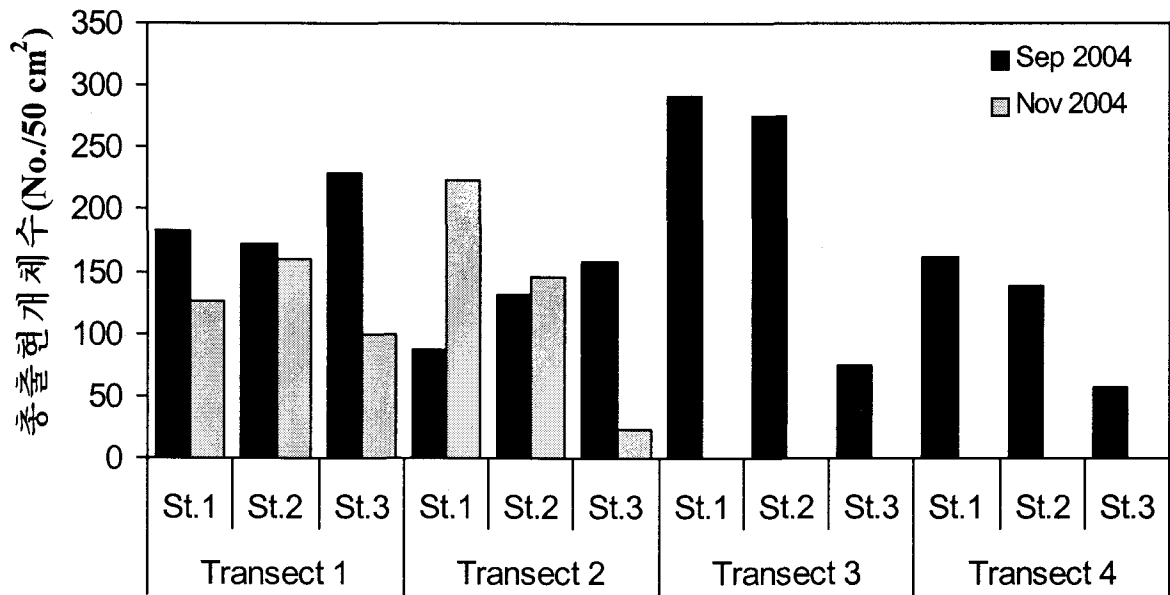


그림 1-2-21. 각 정점별로 채집한 저서동물의 총출현개체수 비교.

Fig. 1-2-21. Comparison on total number of benthic species collected from each station and transect.

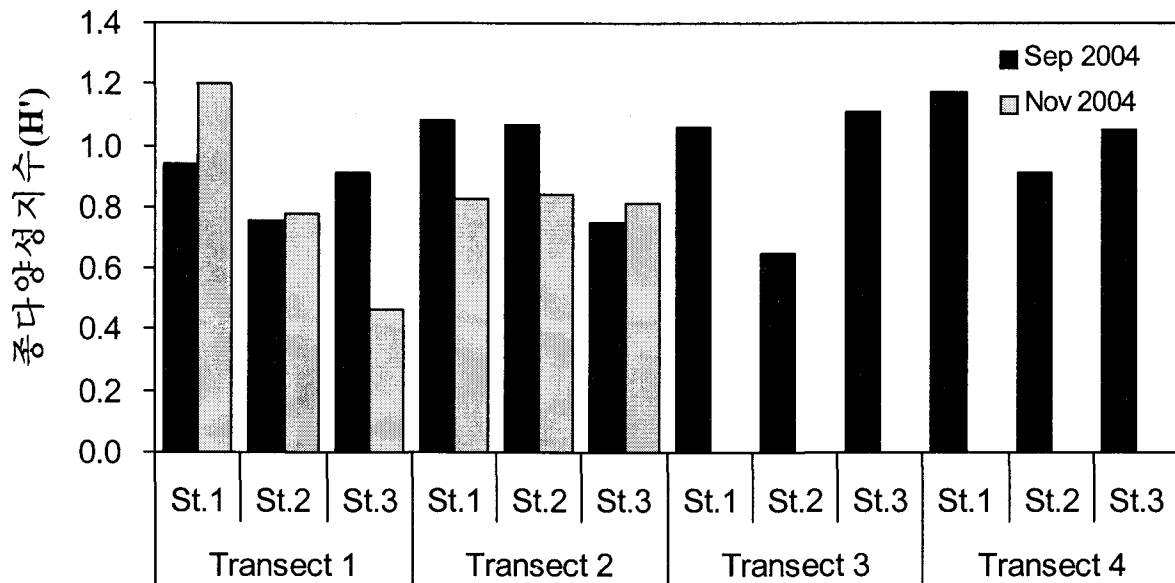


그림 1-2-22. 각 정점별로 채집한 저서동물의 종다양성지수 비교.

Fig. 1-2-22. Comparison of species diversity in each station and transect.

마. 해조류

(1) 조간대

2004년 10월에 조사된 5개 조간대 조사지점의 해조류의 수직분포는 표 1-2-6과 같다. 조간대 상부는 부착동물인 격판담치(*Septiper*)가 우점하는 곳으로 해조류는 애기우뭇가시리(*Gelidium divaricatum*)가 약 6%의 피도로 가장 우점하였다. 조간대 중부는 지층이(*Sargassum thunbergii*)와 툃(*Hizikia fusiformis*)로 대표되며, 이 두 종의 피도는 50%에 가까웠다. 조간대 하부는 비틀대모자반(*Sargassum sagamianum*)과 작은구슬산호말(*Corallina pilulefera*)로 대표되며, 이 두 무리의 피도는 약 35%였다.

2004년 10월에 조사된 5개 조간대 조사지점의 해조류의 출현종수 및 피도는 수직변화는 그림 1-2-23과 같다. 출현종수는 조사지점간 차이가 있으나 모든 조사지점에서 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하였다. 조사지역 전반에 걸쳐 조간대 상부에서는 3종, 중부에서는 5종, 하부에서는 17종이 서식하였다. 피도 역시 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하는 양상을 보였다. 5개 조사지점의 평균치를 기준해 볼 때, 상부에서 해조류가 차지하는 피도는 약 12%, 중부에서는 52%, 그리고 하부에서는 50%였다.

표 1-2-6. 북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포(2004년 추계(10월))

Table 1-2-6. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area(October 2004)

Zone	Species	S2	S4	S6	S8	S10	Mean	Remarks
Upper	<i>Gelidium divaricatum</i>	5	3	11	2	8	5.8	Septiper zone
	<i>Ulva conglobata</i>	3	5	8	2	1	3.8	
	<i>Enteromorpha compressa</i>	3	6	5	2		3.2	
Middle	<i>Sargassum thunbergii</i>	19	23	50	42	12	29.2	Sargassum + Hizikia zone
	<i>Hizikia fusiformis</i>	24	22	18	19	15	19.6	
	<i>Ishige okamurae</i>	3	1		3	1	1.6	
	<i>Endarachne binghamiae</i>	2	1	1	1	2	1.4	
	<i>Leathesia difformis</i>	3	1			1	1.0	
Lower	<i>Sargassum sagamianum</i>	18	20	21	19	26	20.8	Sargassum + Corallina zone
	<i>Corallina pilulefera</i>	12	20	18	15	10	15.0	
	<i>Sargassum hemiphyllum</i>	10		3		5	3.6	
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	1		1	5	5	2.4	
	<i>Pterocladia capillacea</i>	4			2	1	1.4	
	<i>Codium fragile</i>	2	1		3		1.2	
	<i>Gigartina tenella</i>	3		3			1.2	
	<i>Erythrocladia carnea</i>	1	1	1		1	0.8	
	<i>Jania arborescens</i>	1		2	1		0.8	
	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>		1		2		0.6	
	<i>Bryopsis plumosa</i>			1	1		0.4	
	<i>Erythrocladia tetraseriata</i>	1			1		0.4	
	<i>Champia bifida</i>		1	1			0.4	
	<i>Ceramium nakamurae</i>		1		1		0.4	
	<i>Chondria crassicaulis</i>			1	1		0.4	
<i>Polysiphonia japonica</i>	1	1				0.4		
<i>Ceramium panniculatum</i>		1				0.2		

2005년 1월에 조사된 5개 조간대 조사지점의 해조류의 수직분포는 표 1-2-7과 같다. 2004년 10월과 마찬가지로 조간대 상부는 부착동물인 격판담치가 우점하는 곳으로 해조류는 애기우뭇가시리와 구멍갈파래(*Ulva perutsa*)가 우점하였다. 조간대 중부는 툃(*Hizikia fusiformis*)과 지충이(*Sargassum thunbergii*)로 대표되며, 이 두 종의 피도는 50%에 가까웠다. 조간대 하부는 비틀대모자반(*Sargassum sagamianum*)과 작은구슬산호말(*Corallina pilulefera*)로 대표되며, 이 두 무리의 피도는 약 35%였다.

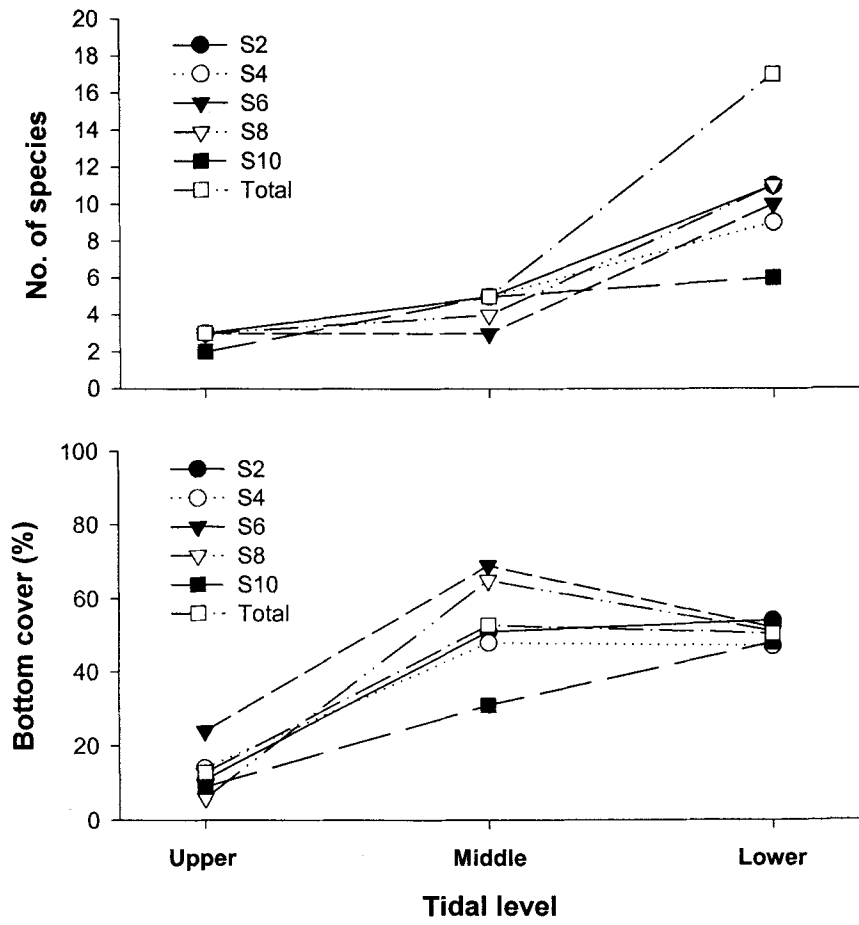


그림 1-2-23. 북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화(2004년 추계(10월)).

Fig. 1-2-23. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area (October 2004).

2005년 1월에 조사된 5개 조간대 조사지점의 해조류의 출현종수 및 피도는 수직변화는 그림 1-2-24와 같다. 2004년 가을과 마찬가지로 출현종수는 조사지점간 차이가 있으나 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하였다. 조사지역 전반에 걸쳐 조간대 상부에서는 4종, 중부에서는 5종, 하부에서는 18종이 서식하였다. 피도 역시 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하는 양상을 보였다. 5개 조사지점의 평균치를 기준해 볼 때, 상부에서 해조류가 차지하는 피도는 약 10%, 중부에서는 40%, 그리고 하부에서는 50%였다.

표 1-2-7. 북제주바다목장 해역 암반 조간대 해조류의 수직분포(2005년 동계(1월))
 Table 1-2-7. Vertical distribution of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area(January 2005)

Zone	Species	S2	S4	S6	S8	S10	Mean	Remarks
Upper	<i>Gelidium divaricatum</i>	4	2	5	8	4	4.6	Septiper zone
	<i>Ulva pertusa</i>	2		5	4	3	2.8	
	<i>Ulva conglobata</i>	3	1	3	2		1.8	
	<i>Enteromorpha compressa</i>	1		1	3		1.0	
Middle	<i>Hizikia fusiformis</i>	25	18	18	25	10	19.2	Sargassum + Hizikia zone
	<i>Sargassum thunbergii</i>	22	18	23	15	10	17.6	
	<i>Ishige okamurae</i>	2	1		5	1	1.8	
	<i>Endarachne binghamiae</i>	1	1	1	1	2	1.2	
	<i>Leathesia difformis</i>	1	1		1	1	0.8	
Lower	<i>Sargassum sagamanum</i>	23	27	15	18	18	20.2	Sargassum + Corallina zone
	<i>Corallina pilulifera</i>	22	15	10	15	15	15.4	
	<i>Ulva pertusa</i>	5		6		4	3.0	
	<i>Sargassum hemiphyllum</i>	5		5		3	2.6	
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	5		1	1	5	2.4	
	<i>Codium fragile</i>	1	1		5		1.4	
	<i>Gigartina tenella</i>	2		3			1.0	
	<i>Erythrocladia carnea</i>	1	1	1		1	0.8	
	<i>Pterocladia capillacea</i>	1			2	1	0.8	
	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>		3		1		0.8	
	<i>Jania arborescens</i>	1		1	1		0.6	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	1			1		0.4	
	<i>Erythrocladia tetraseriata</i>				1	1	0.4	
	<i>Champia bifida</i>		1	1			0.4	
	<i>Ceramium nakamurae</i>		1		1		0.4	
	<i>Chondria crassicaulis</i>			1	1		0.4	
<i>Polysiphonia japonica</i>	1	1				0.4		
<i>Ceramium panniculatum</i>		1				0.2		

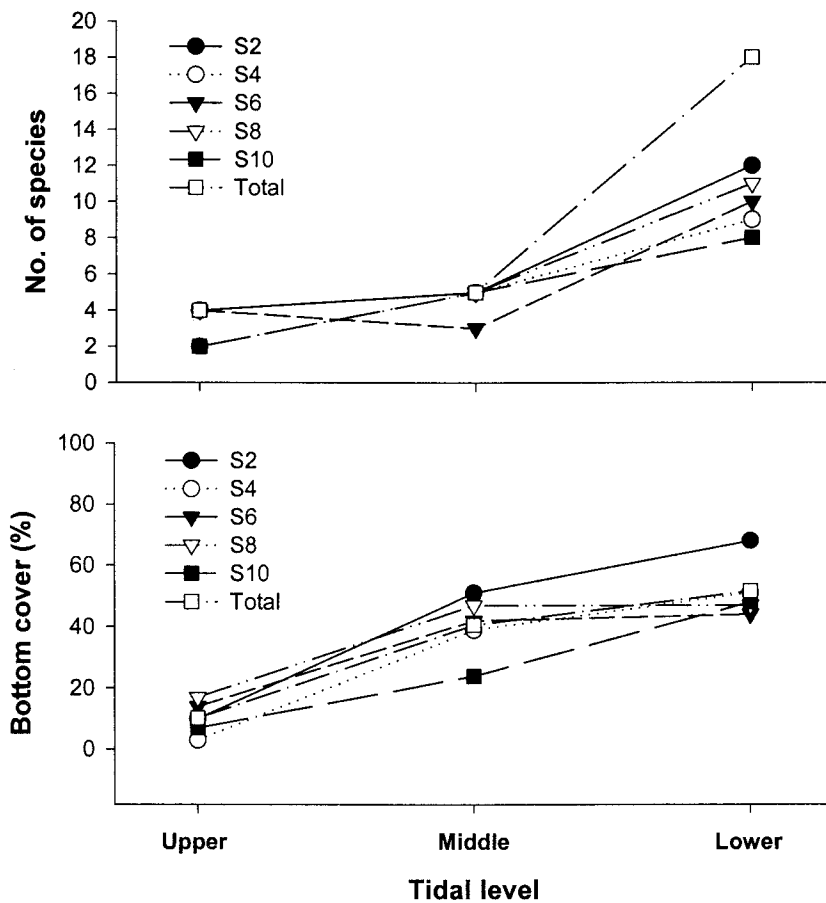


그림 1-2-24. 북제주바다목장 해역 암반 조건대 해조류의 출현종수 및 피도의 수직변화(2005년 동계(1월)).

Fig. 1-2-24. Vertical variations in the number of species and bottom cover of the intertidal algal species in the Buk-Jeju marine ranching area(January 2005).

(2) 조하대

2004년 10월에 조사된 10개 조하대 조사지점에서 관찰된 해조류는 표 1-2-8과 같다. 출현종수는 총 40종으로 녹조류 2종, 갈조류 7종, 홍조류 31종이었다. 출현종수는 5종에서 14종의 범위로 조사지점 간에 차이를 보였다.

2004년 10월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 피도는 표 1-2-9와 같다. 종별 피도는 10개 지점에서 관찰된 값의 평균을 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태(*Ecklonia cava*)의 피도가 가장 높았고, 툽니모자반(*Sargassum serratifolium*), 참산호말(*Corallina pilulifera*), 넓은게발(*Amphiroa dilatata*)가 2% 이상의 평균피도를 보였으며, 그 외 종들의 평균피도는 2% 이하로 나타났다.

표 1-2-8. 2004년 추계(10월) 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된
해조류의 출현종수

Table 1-2-8. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the
Buk-Jeju marine ranching area(October 2004)

Division/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Chlorophyta										
<i>Ulva japonica</i>			+							
<i>Cladophora sakaii</i>		+	+		+		+			
Phaeophyta										
<i>Ecklonia cava</i>	+	+			+		+	+	+	+
<i>Dilophus okamurai</i>	+									
<i>Zonaria diesengiana</i>	+							+		
<i>Sargassum micracanthum</i>	+						+			
<i>Sargassum piluliferum</i>			+					+		
<i>Sargassum ringgoldianum</i>							+			
<i>Sargassum serratifolium</i>		+		+					+	+
Rhodophyta										
<i>Erythrotrichia carnea</i>								+		
<i>Auduinella attenuata</i>								+		
<i>Auduinella terminalis</i>			+							
<i>Delisea fimbriata</i>										+
<i>Acanthopeltis japonica</i>								+		
<i>Peyssoneria caulifera</i>			+							+
<i>Hildenbrandtia rubra</i>	+					+				
<i>Lithophyllum okamurai</i>	+							+		
<i>Lithothamnium cystocarpideum</i>			+	+	+	+	+		+	
<i>Lithothamnium sp.</i>		+								+
<i>Amphiroa dilatata</i>	+		+		+		+	+	+	+
<i>Amphiroa zonata</i>	+									
<i>Corallina pilulifera</i>									+	
<i>Corallina officinalis</i>	+	+				+	+	+		
<i>Marginisporum aberrans</i>	+	+		+	+		+		+	+
<i>Carpopeltis angusta</i>			+				+	+		+
<i>Carpopeltis cornea</i>				+						+
<i>Callophyllis japonica</i>					+					
<i>Cruoriopsis japonica</i>						+			+	
<i>Plocamium telfairiae</i>			+	+	+		+	+	+	+
<i>Anotrichium furcellatum</i>	+									
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>	+		+							
<i>Antithamnion nipponicum</i>						+				
<i>Ceramium kondoii</i>			+							
<i>Ceramium tenerrimum</i>							+			
<i>Griffithisia japonica</i>	+							+		
<i>Acrosorium flabellatum</i>	+									
<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>			+					+		
<i>Heterosiphonia japonica</i>			+							+
<i>Herposiphonia subdisticha</i>			+							
<i>Symphyocladia pennata</i>								+		

표 1-2-9. 2004년 추계(10월) 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된
해조류의 피도(%)

Table 1-2-9. Abundance(bottom cover, %) of seaweed species observed at the 10
subtidal sites in the BukJeju marine ranching area(October 2004)

Species/site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Mean
<i>Ecklonia cava</i>	5.0	24.4			2.5		20.6	4.4	18.0	13.9	8.9
<i>Sargassum serratifolium</i>		18.9		27.8					2.4	4.4	5.4
<i>Corallina officinalis</i>	15.6	6.1				1.0	1.0	1.0			2.5
<i>Amphiroa dilatata</i>	2.2		10.0		5.6		1.0	1.0	1.7	1.0	2.2
<i>Carpopeltis angusta</i>			8.9				1.0	5.6		1.0	1.6
<i>Plocamium telfairiae</i>			2.2	3.6	6.1		1.0	1.0	1.0	1.0	1.6
<i>Anotrichium furcellatum</i>	12.2										1.2
<i>Sargassum piluliferum</i>			10.0					1.1			1.1
<i>Marginisporum aberrans</i>	1.0	1.2		1.0	2.2		4.4		2.5	1.0	1.3
<i>Sargassum micracanthum</i>	1.0						6.7				0.8
<i>Carpopeltis cornea</i>				2.2						1.0	0.3
<i>Cladophora sakaii</i>		1.0	1.0		1.0		1.7				0.5
<i>Sargassum ringgoldianum</i>							2.2				0.2
<i>Lithothamnium cystocarpideum</i>			1.1	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0		0.6
<i>Ceramium kondoi</i>			1.0								0.1
<i>Cruoriopsis japonica</i>						1.0			1.0		0.2
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>	1.0		1.0								0.2
<i>Hetrosiphonia japonica</i>			1.0							1.0	0.2
<i>Herposiphonia subdisticha</i>			1.0								0.1
<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>			1.0					1.0			0.2
<i>Zonaria diesengiana</i>	1.0							1.0			0.2
<i>Peyssoneria caulifera</i>			1.0							1.0	0.2
<i>Griffithisia japonica</i>	1.0							1.0			0.2
<i>Lithophyllum okamurai</i>	1.0							1.0			0.2
<i>Lithothamnium sp.</i>		1.0								1.0	0.2
<i>Acanthopeltis japonica</i>								1.0			0.1
<i>Acrosorium flabellatum</i>	1.0										0.1
<i>Amphiroa zonata</i>	1.0										0.1
<i>Auduinella attenuata</i>								1.0			0.1
<i>Erythrotrichia carnea</i>								1.0			0.1
<i>Symphyocladia pennata</i>								1.0			0.1
<i>Hildenbrandtia rubra</i>	1.0					1.0					0.2
<i>Dilophus okamurai</i>	1.0										0.1
<i>Auduinella terminalis</i>			1.0								0.1
<i>Callophyllis japonica</i>					1.0						0.1
<i>Ceramium tenerrimum</i>							1.0				0.1
<i>Corallina pilulifera</i>									1.0		0.1
<i>Ulva japonica</i>			1.0								0.1
<i>Delisea fimbriata</i>										1.0	0.1
<i>Antithamnion nipponicum</i>						1.0					0.1

2004년 10월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 습중량은 표 1-2-10과 같다. 피도와 마찬가지로 10개 지점에서 관찰된 종별 피도를 평균하고, 이를 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태의 습중량이 가장 높았고(80g/0.25m²), 톱니모자반(48.2g/0.25m²), 참산호말(20g/0.25m²), 넓은게발(18.2g/0.25m²)의 순으로 높았다.

표 1-2-10. 2004년 추계(10월) 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량(g/0.25m²)

Table 1-2-10. Abundance(g-wet wt/0.25m) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the BukJeju marine ranching area (October 2004)

Species/site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Mean
<i>Ecklonia cava</i>	45.0	220.0			22.5		185.0	40.0	162.0	125.0	80.0
<i>Sargassum serratifolium</i>		170.0		250.0					22.0	40.0	48.2
<i>Corallina officinalis</i>	140.0	55.0				2.0	0.5	2.0			20.0
<i>Amphiroa dilatata</i>	20.0		90.0		50.0		3.0	4.0	15.0	0.3	18.2
<i>Carpopeltis angusta</i>			80.0				1.0	50.0		0.3	13.1
<i>Plocamium telfairiae</i>			20.0	32.5	55.0		0.5	2.0	1.5	1.5	11.3
<i>Anotrichium furcellatum</i>	110.0										11.0
<i>Sargassum piluliferum</i>			90.0					10.0			10.0
<i>Marginisporum aberrans</i>	0.5	11.0		2.5	20.0		40.0		22.5	1.3	9.8
<i>Sargassum micracanthum</i>	0.5						60.0				6.1
<i>Carpopeltis cornea</i>				20.0						2.5	2.3
<i>Cladophora sakaii</i>		0.5	4.0		2.5		15.0				2.2
<i>Sargassum ringgoldianum</i>							20.0				2.0
<i>Lithothamnium cystocarpideum</i>			10.0	0.5	0.5	5.0	1.0		0.8		1.8
<i>Ceramium kondoi</i>			6.0								0.6
<i>Cruoriopsis japonica</i>						5.0			0.5		0.6
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>	0.5		4.0								0.5
<i>Heterosiphonia japonica</i>			4.0							0.5	0.5
<i>Herposiphonia subdisticha</i>			4.0								0.4
<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>			2.0					1.0			0.3
<i>Zonaria diesengiana</i>	2.0							1.0			0.3
<i>Peyssoneria caulifera</i>			2.0							0.3	0.2
<i>Griffithsia japonica</i>	1.0							1.0			0.2
<i>Lithophyllum okamurai</i>	1.0							1.0			0.2
<i>Lithothamnium sp.</i>		1.0								0.3	0.1
<i>Acanthopeltis japonica</i>								1.0			0.1
<i>Acrosorium flabellatum</i>	1.0										0.1
<i>Amphiroa zonata</i>	1.0										0.1
<i>Auduinella attenuata</i>								1.0			0.1
<i>Erythrotrichia carnea</i>								1.0			0.1
<i>Symphyocladia pennata</i>								1.0			0.1
<i>Hildenbrandtia rubra</i>	0.5					0.5					0.1
<i>Dilophus okamurai</i>	0.5										0.1
<i>Auduinella terminalis</i>			0.5								0.1
<i>Callophyllis japonica</i>					0.5						0.1
<i>Ceramium tenerrimum</i>							0.5				0.1
<i>Corallina pilulifera</i>									0.5		0.1
<i>Ulva japonica</i>			0.5								0.1
<i>Delisea fimbriata</i>										0.5	0.1
<i>Antithamnion nipponicum</i>						0.5					0.1

2004년 10월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량은 그림 1-2-25와 같다. 조하대 해역에서 해조류가 차지하는 피도는 5~53%(평균 약 32%)로, 지점6에서 가장 낮았고, 지점 2에서 가장 높았다. 습중량은 13~458 g/0.25m²의 범위(평균 약 241 g/0.25m²)로 지점6에서 가장 낮았고, 지점 2에서 가장 높았다.

2005년 1월에 조사된 10개 조하대 조사지점에서 관찰된 해조류는 표 1-2-11과 같다. 출현종수는 총 40종으로 녹조류 2종, 갈조류 7종, 홍조류 31종이었다. 출현종수는 2종에서 13종의 범위로 조사지점 간에 많은 차이를 보였다.

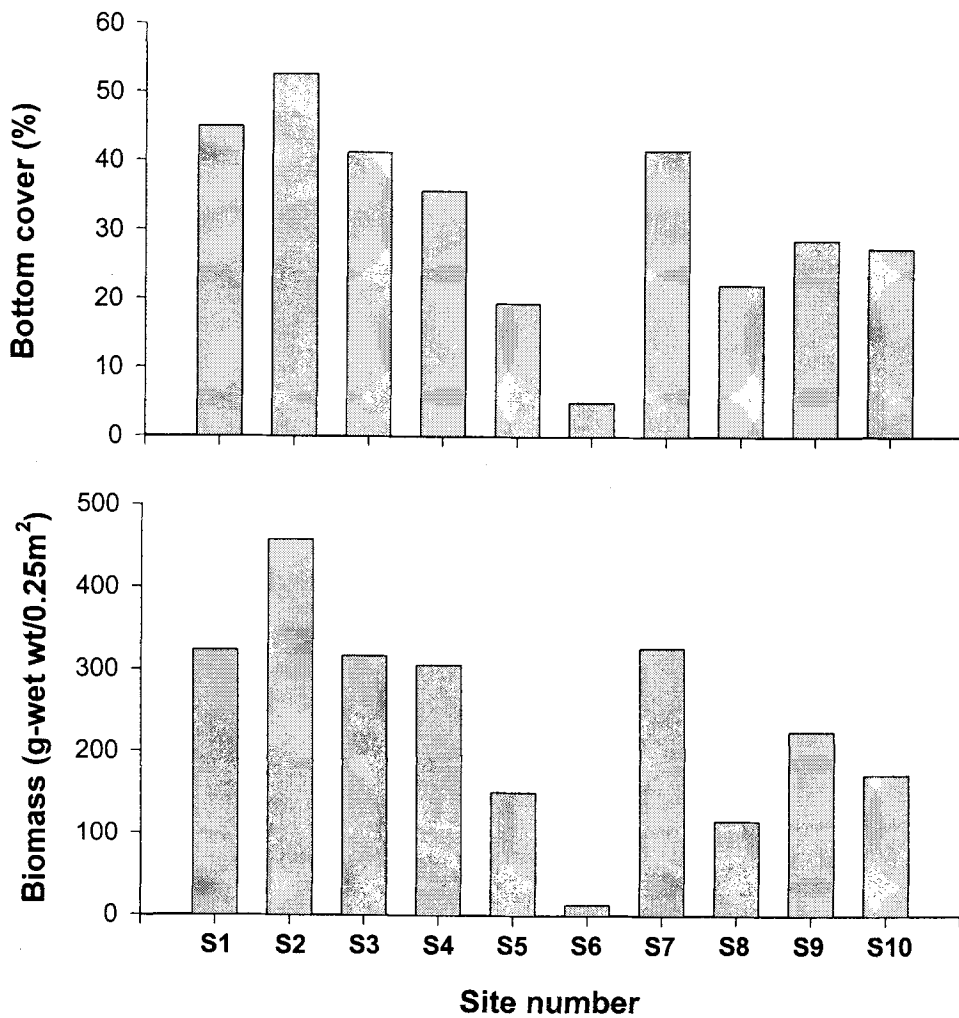


그림 1-2-25. 2004년 추계(10월) 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량.

Fig. 1-2-25. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the BukJeju marine ranching area(October 2004).

표 1-2-11. 2005년 동계(1월) 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된
해조류의 출현종수

Table 1-2-11. The list of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the
Buk-Jeju marine ranching area(January 2005)

Division/Site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Chlorophyta										
<i>Ulva japonica</i>							+			
<i>Cladophora sakaii</i>		+		+	+	+			+	
Phaeophyta										
<i>Ecklonia cava</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dilophus okamurai</i>							+			
<i>Zonaria diesengiana</i>			+							
<i>Sargassum micracanthum</i>			+							
<i>Sargassum piluliferum</i>				+						
<i>Sargassum ringgoldianum</i>					+					
<i>Sargassum serratifolium</i>				+			+		+	+
Rhodophyta										
<i>Erythrotrichia carnea</i>										
<i>Auduinella attenuata</i>								+		
<i>Auduinella terminalis</i>		+								
<i>Delisea fimbriata</i>									+	
<i>Acanthopeltis japonica</i>						+				
<i>Peyssoneria caulifera</i>									+	+
<i>Hildenbrandtia rubra</i>								+		
<i>Lithophyllum okamurai</i>					+					
<i>Lithothamnium cystocarpideum</i>				+	+	+		+		+
<i>Lithothamnium sp.</i>		+								
<i>Amphiroa dilatata</i>		+			+	+			+	+
<i>Amphiroa zonata</i>										
<i>Corallina officinalis</i>		+		+	+			+		
<i>Corallina pilulifera</i>							+			
<i>Marginisporum aberrans</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carpopeltis angusta</i>			+					+		+
<i>Carpopeltis cornea</i>				+					+	
<i>Callophyllis japonica</i>								+		
<i>Cruoriopsis japonica</i>						+				
<i>Plocamium telfairiae</i>		+	+	+	+		+		+	+
<i>Anotrichium furcellatum</i>	+							+		
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>		+								
<i>Antithamnion nipponicum</i>							+	+		
<i>Ceramium kondoii</i>										+
<i>Ceramium tenerrimum</i>		+								
<i>Griffithisia japonica</i>								+		
<i>Acrosorium flabellatum</i>		+					+			
<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>			+					+		+
<i>Hetrosiphonia japonica</i>			+		+			+		
<i>Herposiphonia subdisticha</i>		+								
<i>Symphyocladia pennata</i>						+				

2005년 1월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 피도는 표 1-2-12와 같다. 종별 피도는 10개 지점에서 관찰된 값의 평균을 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태(*Ecklonia cava*)의 피도가 가장 높았고, 톱니모자반(*Sargassum serratifolium*)과 방황게발혹(*Marginisporum aberrans*)의 피도 또한 약 3% 또는 그 이상의 값을 보였다.

표 1-2-12. 2005년 동계(1월) 북제주바다목장해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류 피도(%)

Table 1-2-12. Abundance(bottom cover, %) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the Bukjeju marine ranching area(January 2005)

Species/site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Mean
<i>Ecklonia cava</i>	20.6	51.4	25.7	4.6	5.7	5.1	8.9	33.8	6.2	4.8	16.7
<i>Sargassum serratifolium</i>				31.7			3.9		4.0	4.5	4.4
<i>Marginisporum aberrans</i>		3.4	0.7	1.0	1.0	1.0	18.9	1.0	1.0	1.0	2.9
<i>Amphiroa dilatata</i>		0.3			8.6	6.2			2.0	1.0	1.8
<i>Carpopeltis angusta</i>			8.6					1.0		1.0	1.1
<i>Corallina pilulifera</i>							8.6				0.9
<i>Lithothamnium cystocarpideum</i>				1.0	1.0	1.0		3.4		1.0	0.7
<i>Corallina officinalis</i>		1.7		1.0	1.0			1.9			0.6
<i>Plocamium telfairiae</i>		1.1	1.0	1.0	1.0		1.0		1.0	1.0	0.7
<i>Cladophora sakaii</i>		1.0		1.1	1.0	1.0			1.0		0.5
<i>Carpopeltis cornea</i>				1.1					1.0		0.2
<i>Peyssoneria caulifera</i>									1.0	1.0	0.2
<i>Anotrichium furcellatum</i>	1.0							1.0			0.2
<i>Hetrosiphonia japonica</i>			1.0		1.0			1.0			0.3
<i>Erythroglossum minimum</i>			1.0					1.0		1.0	0.3
<i>Ulva japonica</i>							1.0				0.1
<i>Acrosorium flabellatum</i>		1.0					1.0				0.2
<i>Antithamnion nipponicum</i>							1.0	1.0			0.2
<i>Ceramium kondoi</i>										1.0	0.1
<i>Lithothamnium sp.</i>		1.0									0.1
<i>Callophyllis japonica</i>								1.0			0.1
<i>Griffithsia japonica</i>								1.0			0.1
<i>Hildenbrandtia rubra</i>								1.0			0.1
<i>Acanthopeltis japonica</i>						1.0					0.1
<i>Auduinella attenuata</i>								1.0			0.1
<i>Dilophus okamurai</i>							1.0				0.1
<i>Herposiphonia subdisticha</i>		1.0									0.1
<i>Sargassum micracanthum</i>			1.0								0.1
<i>Sargassum piluliferum</i>				1.0							0.1
<i>Sargassum ringgoldianum</i>					1.0						0.1
<i>Symphyocladia pennata</i>						1.0					0.1
<i>Zonaria diesengiana</i>			1.0								0.1
<i>Auduinella terminalis</i>		1.0									0.1
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>		1.0									0.1
<i>Ceramium tenerrimum</i>		1.0									0.1
<i>Lithophyllum okamurai</i>					1.0						0.1
<i>Cruoriopsis japonica</i>						1.0					0.1
<i>Delisea fimbriata</i>									1.0		0.1
<i>Amphiroa zonata</i>											0.0
<i>Erythrotrichia carnea</i>											0.0

2005년 1월 10개 조사지점에서 출현한 해조류의 습중량은 표 1-2-13과 같다. 피도와 마찬가지로 10개 지점에서 관찰된 종별 피도를 평균하고, 이를 기준으로 우선순위를 나타내었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태의 습중량이 가장 높았고(194.6 g/0.25m²), 툽니모자반(51.5 g/0.25m²)과 방황게발혹(29.6 g/0.25m²)의 순으로 높았다.

표 1-2-13. 2005년 동계(1월) 북제주바다목장 해역 조하대 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 습중량(g/0.25m²)

Table 1-2-13. Abundance(g-wet wt/0.25m) of seaweed species observed at the 10 subtidal sites in the BukJeju marine ranching area(January 2005)

Species/site	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Mean
<i>Ecklonia cava</i>	240.0	600.0	300.0	53.3	66.7	60.0	104.0	394.0	72.0	56.0	194.6
<i>Sargassum serratifolium</i>				370.0			46.0		46.7	52.0	51.5
<i>Marginisporum aberrans</i>		40.0	8.0	8.0	10.0	3.0	220.0	4.0	1.7	1.3	29.6
<i>Amphiroa dilatata</i>		3.3			100.0	72.0			23.7	0.3	19.9
<i>Carpopeltis angusta</i>			100.0					2.0		11.3	11.3
<i>Corallina pilulifera</i>							100.0				10.0
<i>Lithothamnium cystocarpideum</i>				7.0	0.3	0.5		40.0		0.3	4.8
<i>Corallina officinalis</i>		20.0		0.3	0.3			22.0			4.3
<i>Plocamium telfairiae</i>		13.3	4.0	7.3	1.3		4.0		0.7	3.0	3.4
<i>Cladophora sakaii</i>		0.7		13.3	10.3	2.0			6.7		3.3
<i>Carpopeltis cornea</i>				13.3					3.3		1.7
<i>Peyssoneria caulifera</i>									3.3	2.0	0.5
<i>Anotrichium furcellatum</i>	4.0							1.0			0.5
<i>Heterosiphonia japonica</i>			2.0		0.3			2.0			0.4
<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>			2.0					1.0		1.3	0.4
<i>Ulva japonica</i>							4.0				0.4
<i>Acrosorium flabellatum</i>		1.3					1.0				0.2
<i>Antithamnion nipponicum</i>							1.0	1.0			0.2
<i>Ceramium kondoi</i>										1.3	0.1
<i>Lithothamnium sp.</i>		1.3									0.1
<i>Callophyllis japonica</i>								1.0			0.1
<i>Griffithsia japonica</i>								1.0			0.1
<i>Hildenbrandtia rubra</i>								1.0			0.1
<i>Acanthopeltis japonica</i>						1.0					0.1
<i>Auduinella attenuata</i>								1.0			0.1
<i>Dilophus okamurai</i>							1.0				0.1
<i>Herposiphonia subdisticha</i>		1.0									0.1
<i>Sargassum micracanthum</i>			1.0								0.1
<i>Sargassum piluliferum</i>				1.0							0.1
<i>Sargassum ringgoldianum</i>					1.0						0.1
<i>Symphyocladia pennata</i>						1.0					0.1
<i>Zonaria diesengiana</i>			1.0								0.1
<i>Auduinella terminalis</i>		0.7									0.1
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>		0.7									0.1
<i>Ceramium tenerrimum</i>		0.7									0.1
<i>Lithophyllum okamurai</i>					0.7						0.1
<i>Cruoriopsis japonica</i>						0.5					0.1
<i>Delisea fimbriata</i>									0.3		0.0
<i>Amphiroa zonata</i>											0.0
<i>Erythrotrichia carnea</i>											0.0

200533년 1월 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량은 그림 1-2-26과 같다. 조하대 해역에서 해조류가 차지하는 피도는 17~65%(평균 약 34%)로 2004년 10월보다는 약간 높았다, 피도는 지점 6에서 가장 낮았고, 지점 2에서 가장 높게 나타나 2004년 10월과는 동일한 경향을 보였다. 습중량은 140~683g/0.25m²의 범위(평균 약 338 g/0.25m²)로 역시 지점 6에서 가장 낮았고, 지점 2에서 가장 높았다.

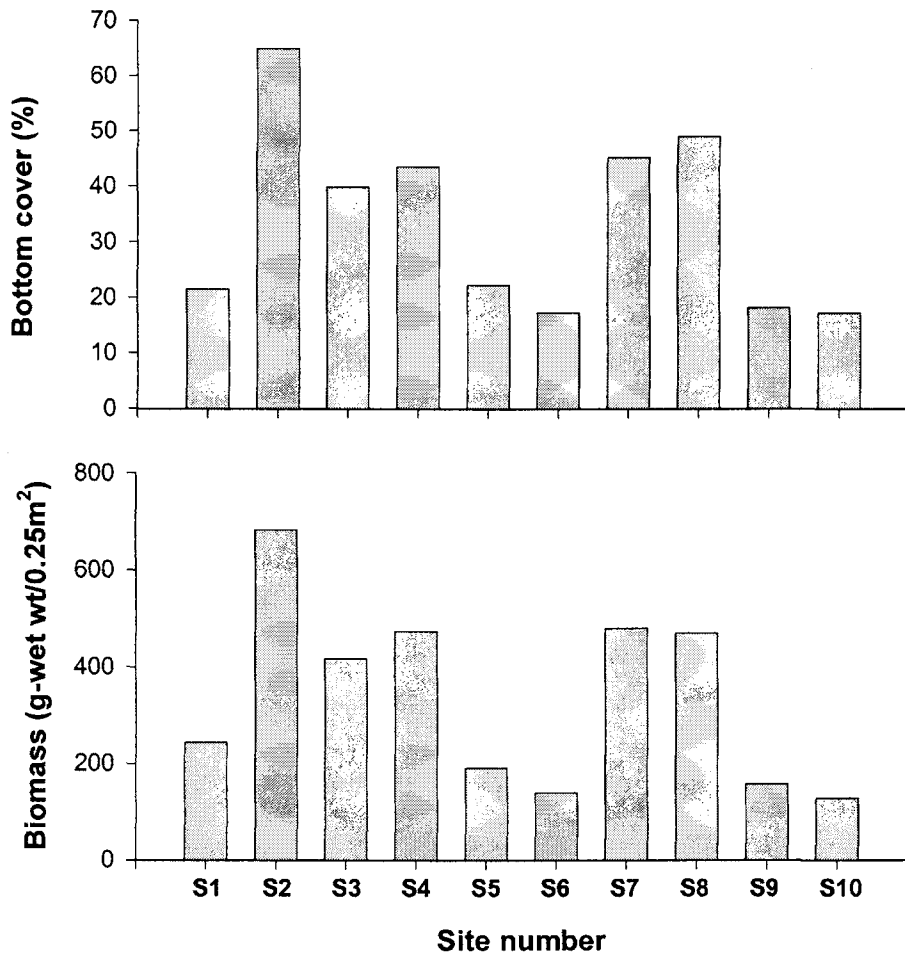


그림 1-2-26. 2005년 동계(1월) 10개 조사지점에서 관찰된 해조류의 피도와 습중량.

Fig. 1-2-26. Spatial variations in bottom cover and biomass of the subtidal seaweed species in the Buk-Jeju marine ranching area(January 2005).

바. 어류

(1) 난·자치어

(가) 난·자치어 수평분포 현황

① 하계(9월)

하계 조사해역에서의 난·자치어 수평분포 상황을 그림 1-2-27에 나타냈다. 채집기간 동안 모든 정점에서 난·자치어가 출현하고 있었는데 난인 경우에는 표층의 정점 6번을 제외하고 표층과 10m 수층 모든 정점에서 1,000개/1,000m³ 이상으로 많이 출현하고 있었다. 또한 전반적으로 차귀도를 중심으로 조사해역의 남부에서 비교적 많은 난들이 출현하고 있음을 알 수 있었다.

자치어의 경우에는 상대적으로 난 보다 출현량이 적었는데 표층과 10m 수층 대부분의 정점에서 1,000개체/1,000m³ 이하로 출현량이 낮게 나타나고 있었다. 또한 난의 분포와 마찬가지로 자치어도 차귀도를 중심으로 조사해역의 남부에서 많이 출현하고 있음을 알 수 있었다.

② 추계(11월)

추계 조사해역에서의 난·자치어 수평분포 상황을 그림 1-2-28에 나타냈다. 난은 표층과 10m 수층 모두 전반적으로 조사해역 북부에서 빈약하게 출현한 반면 중부 및 남부에서 많이 출현하고 있음을 알 수 있었다. 특히 추계에는 하계에 비해 연안(정점 3, 6, 10번)에서 난들이 2,000개/1,000m³ 이상으로 많은 출현량을 나타내고 있었다.

자치어인 경우에는 표층과 10m 수층의 모든 정점에서 1,000개체/1,000m³ 이하로 출현하고 있어 하계에 비해 매우 빈약한 출현량을 보이고 있었다.

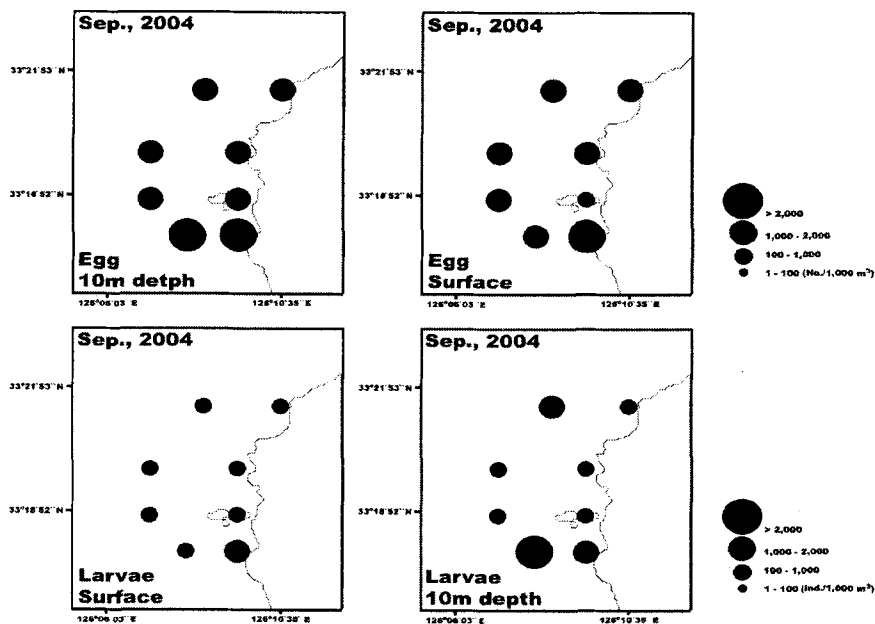


그림 1-2-27. 하계(9월) 조사해역내에서의 난·자치어 수평분포.

Fig. 1-2-27. Horizontal distribution of the egg and larvae in the study area during September.

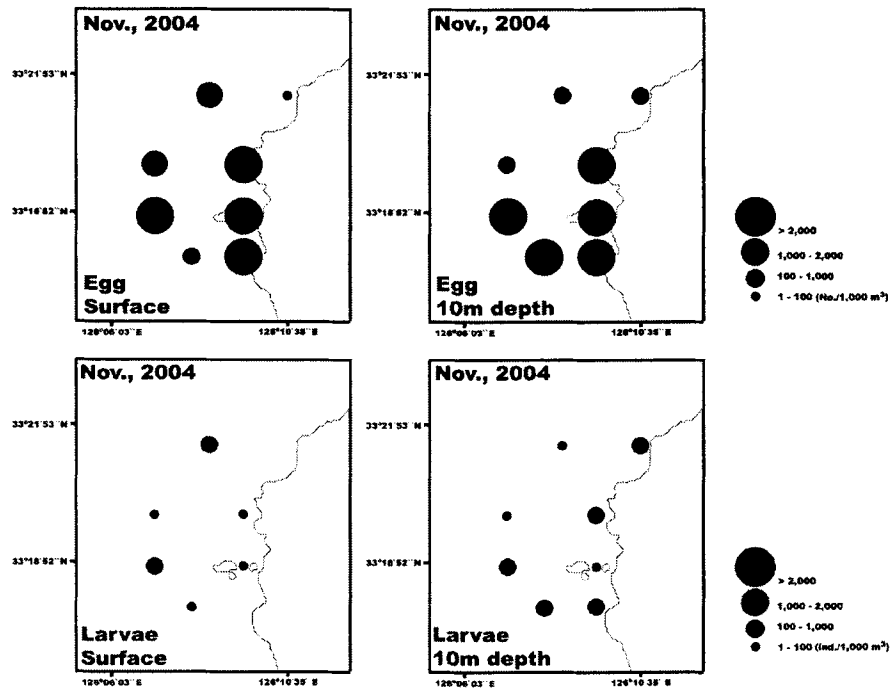


그림 1-2-28. 추계(11월) 조사해역내에서의 난·자치어 수평분포.

Fig. 1-2-28. Horizontal distribution of the egg and larvae in the study area during November.

(나) 자치어 전체 출현목록

조사기간인 하계(9월)와 추계(11월)에 연구해역내에서 출현한 전체 자치어는 몸체가 심하게 파손되어 동정이 불가능한 미동정종 11종을 제외하면 총 8목 19과 20속 36종이며 그 목록은 다음과 같다.

뱀장어목 Anguilliformes

 바다뱀과 Ophichthidae

 바다뱀과 Ophichthidae sp.

홍메치목 Aulopiformes

 히메치과 Aulopodidae

 히메치 *Aulopus japonicus*

청어목 Clupeiformes

 멸치과 Engraulididae

 멸치 *Engraulis japonicus*

샛비늘치목 Myctophiformes

 샛비늘치과 Myctophidae

깃비늘치속 *Benthoosema* spp.
얼비늘치속 *Myctophum* spp.
셋비늘치과 Myctophidae sp.

송어목 Mugiliformes

송어과 Mugilidae

송어 *Mugil cephalus*

대구목 Gadiformes

돌대구과 Moridae

짧은수염대구속 *Laemonema* spp.

쏨뱅이목 Scorpaeniformes

양볼락과 Scorpaenidae

볼락 *Sebastes inermis*

쏨뱅이 *Sebastiscus marmoratus*

쏨뱅이속 *Sebastiscus* spp.

양볼락과 Scorpaenidae sp.

농어목 Perciformes

바리과 Serranidae

바리과 Serranidae sp.

전갱이과 Carangidae

가라지 *Decapterus maruadsi*

자리돔과 Pomacentridae

자리돔 *Chromis notata*

자리돔과 Pomacentridae sp.

악어치과 Champsodontidae

악어치속 *Champsodon* spp.

꼬리점눈통이과 Percophidae

꼬리점눈통이과 Percophidae sp.

통구멍과 Uranoscopidae

푸렁통구멍 *Xenocephalus elongatus*

먹도라치과 Tripterygiidae

가막베도라치 *Enneapterygius theostomus*

가막베도라치속 *Enneapterygius* spp.

청황베도라치 *Springerichthys bapturnus*

청베도라치과 Blenniidae

청베도라치과 Blenniidae sp.

망둑어과 Gobiidae

흰줄망둑 *Pterogobius zonoleucus*

도화망둑 *Chaeturichthys hexannema*

꼬마망둑 *Luciogobius koma*

말뚝망둑어 *Periophthalmus modestus*

망둑어과 *Istigobius* spp.

망둑어과 1 Gobiidae sp.1

망둑어과 2 Gobiidae sp.2

망둑어과 3 Gobiidae sp.3

망둑어과 4 Gobiidae sp.4

갈치과 Trichiuridae

갈치 *Trichiurus lepturus*

고등어과 Scombridae

고등어 *Scomber japonicus*

고등어과 Scombridae sp.

샛돔과 Centrolophidae

샛돔과 Centrolophidae sp.

미동정 sp. 1 Unidentifiable sp. 1

미동정 sp. 2 Unidentifiable sp. 2

미동정 sp. 3 Unidentifiable sp. 3

미동정 sp. 4 Unidentifiable sp. 4

미동정 sp. 5 Unidentifiable sp. 5

미동정 sp. 6 Unidentifiable sp. 6

미동정 sp. 7 Unidentifiable sp. 7

미동정 sp. 8 Unidentifiable sp. 8

미동정 sp. 9 Unidentifiable sp. 9

미동정 sp. 10 Unidentifiable sp. 10

미동정 sp. 11 Unidentifiable sp. 11

이번에 채집된 자치어 중 망둑어과가 9종으로 종수면에서 가장 많이 출현하고 있었고 이어 양볼락과가 4종, 샛비늘치과와 떡도라치과가 각각 3종이 출현하고 있어서 이들이 종수면에서 우점종으로 나타났다. 그 다음으로 자리돔과가 2종이 출현하였고 그 이외의 과들은 모두 1종씩 출현하고 있음을 알 수 있었다.

(다) 정점별, 시기별 자치어 출현종수

조사기간 동안 연구해역내 각 정점에서 출현한 자치어들의 종수를 시기별로 구분하여 표 1-2-14에 표시하였다. 우선 하계인 경우 모든 정점에서 6종 이상의 어종들이 출현하고 있었으며 특히 조사정점 중 가장 남서부 외곽에 위치한 정점 10번에서 10종이 출현하여 가장 많은 출현종수를 보이고 있었다. 추계에 있어서 자치어 출현종수는 하계에 비해 특히 연안에 위치한 정점들에서 현저히 적게 나타나고 있었다. 특히 연안에 인접한 정점 6번과 9번에서 2종만이 출현하고 있었다. 하지만 남서부 외곽에 위치한 정점 8번과 10번에서는 각각 10종과 9종이 출현하여 하계와 비슷한 수준의 출현종수를 나타내고 있었다.

표 1-2-14. 차귀도 주변해역에서의 시기별, 정점별 자치어 출현종수

Table 1-2-14. Number of species of fish larvae and juveniles collected around Chagwido during survey period.

Number of species	Inshore				Offshore			
	St.1	St.3	St.6	St.9	St.2	St.5	St.8	St.10
September	8	6	9	8	8	6	9	10
November	6	6	2	2	5	3	10	8

(라) 시기별 자치어 출현양상

조사해역내에 출현한 자치어들 중 동정이 가능한 종들을 대상으로 정점별 출현양상을 살펴보았다.

① 하계(9월)

하계에 각 정점에서 출현한 자치어들의 출현량을 표 1-2-15에 나타냈다. 전체적으로 연안과 떨어진 정점들(정점 2, 5, 8, 10번)에서의 자치어 총 출현량은 6,011개체/1,000m³로 연안 가까이에 위치한 정점들(정점 1, 3, 6, 9번)의 총 출현량 5,351개체/1,000m³ 보다 약간 많게 나타나고 있었다. 모든 채집정점에서 출현하는 어종들로는 자리돔, 흰줄망둑, 고등어, 볼락 4어종을 들 수 있었다. 각 해역별로 자치어 출현량을 살펴보면 우선 연안과 가까운 해역에서는 볼락이 1,458개체/1,000m³로 출현량면에서 가장 우점하고 있었고 다음으로 고등어 1,317개체/1,000m³, 자리돔 1,014개체/1,000m³, 흰줄망둑 581개체/1,000m³, 가막베도라치 554개체/1,000m³의 순으로 나타나고 있었다.

이와 관련하여 연안에서 떨어진 해역을 살펴보면 고등어가 1,643개체/1,000m³으로 가장 우점하고 있었고 이어서 볼락 1,271개체/1,000m³, 흰줄망둑 1,192개체/1,000m³, 자리돔 1,168개체/1,000m³, 가막베도라치 146개체/1,000m³의 순서로 우점하고 있어서 연안과 가까운 해역에서 우점하는 구성종들과 크게 다르지 않음을 알 수 있었다.

표 1-2-15. 하계(9월) 차귀도 주변해역에서 채집된 자치어의 출현량(개체수/1000m³)

Table 1-2-15. Abundance of fish larvae and juveniles collected around Chagwido in summer(ind./1000m³)

Species (Korean name)	Inshore				Total	Offshore				Total
	St.1	St.3	St.6	St.9		St.2	St.5	St.8	St.10	
Blenniidae sp. (청베도라치과)	-	-	-	-	-	-	-	14	18	32
Centrolophidae sp. (새돔과)	-	-	-	-	-	-	-	-	35	35
<i>Chaeturichthys hexanema</i> (도화망둑)	26	-	27	-	53	46	-	88	-	134
<i>Chromis notata</i> (자리돔)	49	21	417	527	1,014	26	186	294	662	1,168
<i>Decapterus maruadsi</i> (가라지)	-	-	-	56	56	-	-	-	-	0
<i>Engraulis japonica</i> (멸치)	-	-	27	-	27	-	-	-	-	0
<i>Enneapterygius etheostoma</i> (가막베도라치)	53	-	30	471	554	-	-	59	87	146
Gobiidae sp.1 (망둑어과 1)	-	-	-	-	-	46	-	29	-	75
Gobiidae sp.2 (망둑어과 2)	-	-	-	-	-	-	29	-	-	29
Gobiidae sp.3 (망둑어과 3)	-	23	-	-	23	-	-	-	-	0
<i>Istigobius</i> spp. (망둑어과)	26	-	-	125	151	-	-	-	-	0
<i>Luciogobius koma</i> (꼬마망둑)	-	-	-	-	-	-	-	-	44	44
<i>Mugil cephalus</i> (송어)	-	-	27	-	27	-	-	-	-	0
Myctophidae sp. (새비늘치과)	-	-	-	-	-	91	29	-	-	120
<i>Periophthalmus modestus</i> (말뚝망둑어)	-	-	-	35	35	-	-	-	-	0
Pomacentridae sp. (자리돔과)	-	21	-	-	21	-	-	-	-	0
<i>Pterogobius zonoleucus</i> (흰줄망둑)	53	137	184	207	581	364	150	426	252	1,192
<i>Scomber japonicus</i> (고등어)	46	151	201	919	1,317	689	157	118	679	1,643
Scombridae sp. (고등어과)	-	-	11	-	11	-	-	-	-	0
<i>Sebastes inermis</i> (불락)	204	91	92	1,071	1,458	424	50	118	679	1,271
Serranidae sp. (바리과)	23	-	-	-	23	-	-	14	-	14
<i>Springerichthys bapturnus</i> (청황베도라치)	-	-	-	-	-	-	-	-	44	44
<i>Trichiurus lepturus</i> (갈치)	-	-	-	-	-	46	-	-	-	46
<i>Xenocephalus elongatus</i> (푸렁통구멍)	-	-	-	-	-	-	-	-	18	18
Total abundance	480	444	1,016	3,411	5,351	1,732	601	1,160	2,518	6,011

② 추계(11월)

추계에 각 정점에서 출현한 자치어들의 출현량을 표 1-2-16에 나타냈다. 전체적으로 연안과 떨어진 정점들에서의 자치어 총 출현량은 1,390개체/1,000m³로 연안 가까이에 위치한 정점들의 총 출현량 668개체/1,000m³ 보다 훨씬 많게 나타나고 있었으나 하계와 비교해서 자치어 총 출현량은 현저히 낮았다. 해역별 자치어 출현량에 있어서 우선 연안과 가까운 해역에서는 쏨뱅이가 461개체/1,000m³로 우점하고 있었고 다음으로 짧은대구수염속 54개체/1,000m³, 청황베도라치 35개체/1,000m³의 순으로 우점하고 있었다.

한편, 연안과 떨어진 해역을 살펴보면 역시 쏨뱅이가 954개체/1,000m³로 출현량면에서 가장 우점하고 있었고 그 다음으로 깃비늘치속 94개체/1,000m³, 얼비늘치속 84개체/1,000m³, 청황베도라치 60개체/1,000m³의 순으로 우점하고 있었다. 특히 쏨뱅이, 깃비늘치속, 얼비늘치속은 연안과 떨어진 모든 정점에서 출현하고 있음을 알 수 있었다.

표 1-2-16. 추계(11월) 차귀도 주변해역에서 채집된 자치어의 출현량(개체수/1000m³)

Table 1-2-16. Abundance of fish larvae and juveniles collected around Chagwido in autumn (ind./1000m³)

Species (Korean name)	Inshore				Total	Offshore				Total
	St.1	St.3	St.6	St.9		St.2	St.5	St.8	St.10	
<i>Aulopus japonicus</i> (히메치)	-	-	-	-	-	-	-	13	12	25
<i>Benthoosema</i> spp. (깃비늘치속)	11	13	-	-	24	12	20	50	12	94
<i>Champsodon</i> spp. (악어치속)	11	-	-	-	11	-	-	-	-	-
<i>Enneapterygius etheostoma</i> (가막베도라치)	11	13	-	-	24	-	-	12	-	12
<i>Enneapterygius</i> spp. (가막베도라치속)	-	-	-	-	-	12	-	25	12	49
Gobiidae sp.4 (망둑어과 4)	-	9	-	-	9	-	-	-	-	-
<i>Laemonema</i> spp. (짧은수염대구속)	54	-	-	-	54	-	-	-	12	12
<i>Mycotophum</i> spp. (얼비늘치속)	-	13	-	-	13	24	10	38	12	84
Ophichthinae sp. (바다뱀과)	11	-	-	-	11	-	-	-	-	-
Percophidae sp. (꼬리점눈통이과)	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12
Scorpaenidae sp. (양볼락과)	-	-	-	-	-	-	-	13	-	13
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-
<i>Sebastes marmoratus</i> (솜뱅이)	-	284	89	88	461	200	132	431	191	954
<i>Sebastes</i> spp. (솜뱅이속)	-	-	-	-	-	-	-	13	-	13
<i>Springerichthys bapturnus</i> (청황베도라치)	-	26	9	-	35	-	-	25	35	60
<i>Trichiurus lepturus</i> (갈치)	11	-	-	-	11	-	-	50	-	50
<i>Xenocephalus elongatus</i> (푸렁통구멍)	-	-	-	-	-	12	-	-	-	12
Total abundance	109	358	98	103	668	260	162	670	298	1,390

(2) 성어의 어류상

(가) 전체 어류목록

전체 조사기간 동안 잠수관찰에 의해 조사해역 4곳(A~D 정점)에서 관찰된 전체 출현 어류는 총 7목 32과 45속 53종이었으며 그 목록은 아래와 같다. 출현종 중 놀래기과가 7종으로 가장 많이 출현하여 종수면에서 우점하고 있었고 그 다음으로 자리돔과 6종이 출현하였다. 그 외에 양볼락과, 황줄감정어과, 청베도라치과가 각각 3종씩 출현하였으며 색줄멸과, 동갈돔과, 나비고기과, 망둑어과, 참복과가 각각 2종씩 출현하고 있었다. 나머지 과들은 모두 1종씩 출현하였다.

청어목 Clupeiformes

멸치과 Engraulidae

멸치 *Engraulis japonicus*

메기목 Siluriformes

쏨중개과 Plotosidae

쏨중개 *Plotosus lineatus*

승어목 Mugiliformes

승어과 Mugilidae

승어 *Mugil cephalus*

색줄멸목 Atheriniformes

색줄멸과 Atherinidae

은줄멸 *Hypoatherina tsurugae*

물꽃치 *Iso flosmaris*

솜뱅이목 Scorpaeniformes

양볼락과 Scorpaenidae

볼락 *Sebastes inermis*

조피볼락 *Sebastes schlegelii*

솜뱅이 *Sebastiscus marmoratus*

쥐노래미과 Hexagrammidae

노래미 *Hexagrammos agrammus*

독중개과 Cottidae

돌곽망둑 *Pseudoblennius percoides*

농어목 Perciformes

바리과 Serranidae

능성어 *Epinephelus septemfasciatus*

동갈돔과 Apogonidae

세줄얼게비늘 *Apogon doederleini*

줄도화돔 *Apogon semilineatus*

보리멸과 Sillaginidae

청보리멸 *Sillago japonica*

전갱이과 Carangidae

줄전갱이 *Caranx sexfasciatus*

통돔과 Lutjanidae

점통돔 *Lutjanus russellii*

하스돔과 Haemulidae

벤자리 *Parapristipoma trilineatum*

촉수과 Mullidae

인다안촉수 *Parupenesus indicus*

주걱치과 Pempheridae

주걱치 *Pempheris japonica*

나비고기과 Chaetodontidae

가시나비고기 *Chaetodon auriga*

나비고기과 *Chaetodon spp.*

황줄감정이과 Kyphosidae

벙에돔 *Girella punctata*

황줄감정이 *Kyphosus vaigiensis*

범돔 *Microcanthus strigatus*

돌돔과 Oplegnathidae

돌돔 *Oplegnathus fasciatus*

다동가리과 Cheilodacthlidae

아홉동가리 *Goniistius zonatus*

망상어과 Embiotocidae

망상어 *Ditrema temmincki*

자리돔과 Pomacentridae

흑줄돔 *Abudefduf bengalensis*

해포리고기 *Abudefduf vaigiensis*

검은줄꼬리돔 *Abudefduf sexfasciatus*

자리돔 *Chromis notata*

파랑돔 *Pomacentrus coelestis*

살자리돔 *Stegastes altus*

놀래기과 Labridae

호박돔 *Choerodon azurio*

용치놀래기 *Halichoeres poecilopterus*

놀래기 *Halichoeres tenuispinis*

무점황놀래기 *Pseudolabrus eoethinus*

황놀래기 *Pseudolabrus sieboldi*

어렁놀래기 *Pteragogus flagellifer*

무지개놀래기 *Stethojulis interrupta terina*

떡도라치과 Tripterygiidae

가막베도라치 *Enneapterygius theostomus*

칭베도라치과 Blenniidae

저울베도라치 *Entomacrodus stellifer lighti*

대강베도라치 *Istiblennius enosimae*

개베도라치 *Petroscirtes breviceps*

망둑어과 Gobiidae

사자코망둑 *Istigobius campbelli*

비단망둑 *Istigobius hoshinonis*

청황문절과 Microdesmidae

꼬마청황 *Parioglossus dotui*

독가시치과 Siganidae

독가시치 *Siganus fuscescens*

넙치과 Paralichthyidae

넙치 *Paralichthys olivaceus*

복어목 Tetraodontiformes

쥐치과 Monacanthidae

쥐치 *Stephanolepis cirrhifer*

거북복과 Ostraciidae

거북복 *Ostracion immaculatus*

참복과 Tetradontidae

청복 *Canthigaster rivulatus*

복섬 *Takifugu niphobles*

(나) 시기별·해역별 어류의 종조성

조사해역내에서 시기별·해역별로 출현한 어류들을 표 1-2-17에 정리하였다. 모든 조사정점에서 출현한 어종들을 살펴보면, 해포리고기, 가막베도라치, 뽕에돔, 아홉동가리, 용치놀래기, 놀래기, 은줄멸, 범돔, 돌돔, 주걱치, 개베도라치, 황놀래기, 볼락, 무지개놀래기, 복섬 등 총 15종으로서 이들이 조사해역내에서 주로 출현하는 우점종으로 판단된다. 반면에 4개의 정점 중 한 개의 정점에서만 출현한 어종들을 살펴보면, 검은줄꼬리돔, 세줄얼게비늘, 줄전갱이, 호박돔, 망상어, 능성어, 노래미, 물꽃치, 대강베도라치, 비단망둑, 점통돔, 숭어, 벤자리, 꼬마청황, 쓸종개, 파랑돔, 썸뱅이, 청보리멸 등 총 18종에 해당하였다.

정점별 출현종수면에서는 차귀도 북동쪽에 인접한 B정점에서 39종으로 가장 많은 출현종수를 보였으며, 다음으로 조사해역의 중앙부근인 A정점에서 33종이 출현하고 있었다. 또한 조사정점 중 가장 남쪽에 위치한 C정점에서는 30종이 출현한 반면 조사정점 중 가장 북쪽에 위치한 D정점에서는 24종이 출현하여 다른 정점들에 비해 가장 적은 출현종수를 나타내고 있었다.

시기별로는 10월에 46종, 11월에 37종이 출현하였는데 이는 전체 출현종수 중 10월이 약 86.8%, 11월이 약 69.8%를 차지하는 것으로서 10월이 11월에 비해 출현종수가 더 많음을 알 수 있었다.

표 1-2-17. 조사해역내에서 시기별·해역별로 관찰된 어류 종조성

Table 1-2-17. Species composition of fish by SCUBA observation in the study area

Species	Korean name	October, 2004		November, 2004	
		St. A	St. B	St. C	St. D
<i>Abudefduf bengalensis</i>	흑줄돔	○	○	×	×
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	해포리고기	○	○	○	○
<i>Abudefduf vaigiensis</i>	검은줄꼬리돔	×	○	×	×
<i>Apogon doederleini</i>	세줄얼개비늘	○	×	×	×
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	○	×	○	×
<i>Canthigaster rivulatus</i>	청복	×	○	○	×
<i>Caranx sexfasciatus</i>	줄전갱이	×	○	×	×
<i>Chaetodon auriga</i>	가시나비고기	○	○	×	×
<i>Chaetodon spp.</i>	나비고기과	○	○	○	×
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	○	×	×	×
<i>Chromis notata</i>	자리돔	○	○	○	×
<i>Ditrema temmincki</i>	망상어	×	×	×	○
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	×	×	○	○
<i>Enneapterygius theostomus</i>	가막베도라치	○	○	○	○
<i>Entomacrodus stellifer lighti</i>	저울베도라치	×	○	○	○
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	×	○	×	×
<i>Girella punctata</i>	벙에돔	○	○	○	○
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	○	○	○	○
<i>Halichoeres peecilopterus</i>	용치놀래기	○	○	○	○
<i>Halichoeres tenuispinis</i>	놀래기	○	○	○	○
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	×	×	×	○
<i>Hypoatherina tsurugae</i>	은줄멸	○	○	○	○
<i>Iso flosmaris</i>	물꽃치	×	○	×	×
<i>Istiblennius enosimae</i>	대강베도라치	×	×	○	×
<i>Istigobius campbelli</i>	사자코망둑	○	○	○	×
<i>Istigobius hoshinonis</i>	비단망둑	○	×	×	×
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	황줄깜정이	×	○	○	×

표 1-2-17. 계속

Table 1-2-17. Continued

Species	Korean name	October, 2004		November, 2004	
		St. A	St. B	St. C	St. D
<i>Lutjanus russellii</i>	점통돔	×	×	×	○
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	○	○	○	○
<i>Mugil cephalus</i>	송어	×	○	×	×
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	○	○	○	○
<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	○	○	×	×
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	×	○	×	○
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	×	×	○	×
<i>Parioglossus dotui</i>	꼬마청황	×	○	×	×
<i>Parupenesus indicus</i>	인디안촉수	○	○	×	○
<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	○	○	○	○
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	황놀래기	○	○	○	○
<i>Sebastes inermis</i>	볼락	○	○	○	○
<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뿔이	○	×	×	×
<i>Sebastes schlegelii</i>	조피볼락	○	×	○	×
<i>Sigaia fuscescens</i>	독가시치	○	○	○	×
<i>Sillago japonica</i>	청보리멸	×	×	×	○
<i>Stegastes altus</i>	살자리돔	×	○	○	×
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	○	○	○	×
<i>Stethojulis interrupta terina</i>	무지개놀래기	○	○	○	○
<i>Takifugu niphobles</i>	복섬	○	○	○	○
Number of species		33	39	30	24
Total number of species		46		37	

(다) 주요 어종의 수중 생활상

잠수관찰을 행할 시 카메라에 의해 촬영된 주요 어종들의 수중 모습들을 그림 1-2-29에 나타내었다. 잠수관찰을 실시한 조사정점들은 대부분 수심이 20m 이내로서 저질은 주로 암반과 모래로 구성되어 있었고 암반에는 여러 해조류들이 서식하고 있었다. 이러한 암반과 모래 주위, 또 그 상층에 많은 어류들이 서식하고 있는 것이 관찰되었다. 대표적인 어류들로서 주로 무리를 이루며 유영하는 자리돔(그림 1-2-29, A)과 파랑돔(그림 1-2-29, B), 주로 해조류가 붙은 암반위에서 출현하는 비단망둑(그림 1-2-29, C), 암반 주위를 유영하며 생활하는 쥐치(그림 1-2-29, D), 범돔(그림 1-2-29, E), 놀래기류(그림 1-2-29, F) 등이 자주 관찰되었다.

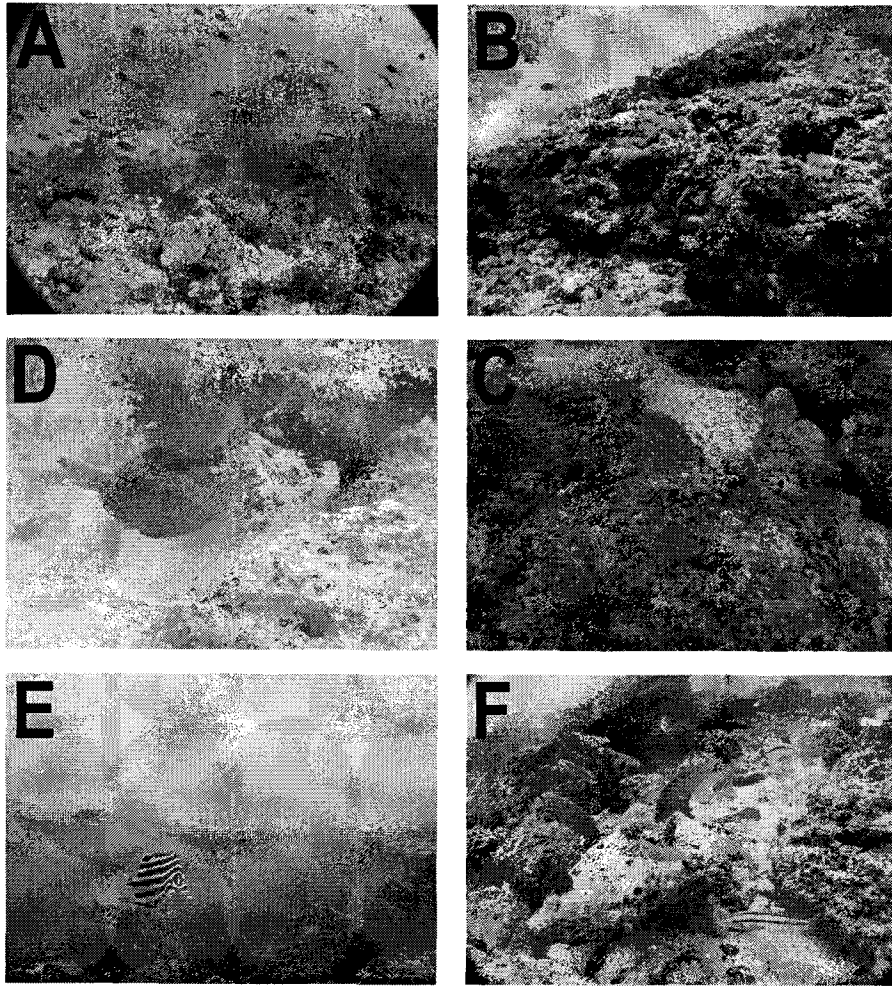


그림 1-2-29. 잠수관찰에 의한 수중 어류들의 모습들(A, 자리돔; B, 파랑돔; C, 비단망둑; D, 쥐치; E, 범돔; F, 놀래기류).

Fig. 1-2-29. Underwater features of fishes by SCUBA (A, *Chromis notata*; B, *Pomacentrus coelestis*; C, *Istigobius hoshinonis*; D, *Stephanolepis cirrhifer*; E, *Microcanthus strigatus*; F, Labridae).

(라) 자망어업에 의한 어류의 종조성

2004년 8월부터 10월까지 조사해역인 차귀도 근해에서 현지 자망어업에 의해 어획된 어종은 총 4목 12과 15속 16종으로서 그 목록은 다음과 같다.

흉상어목 Carcharhiniformes

두툽상어과 Scyliorhinidae

두툽상어 *Scyliorhinus torazame*

솜뱅이목 Scorpaeniformes

양볼락과 Scorpaenidae

쭈기미 *Inimicus japonicus*
살살치 *Scorpaena neglecta*
볼락 *Sebastes inermis*
솜뱅이 *Sebastiscus marmoratus*

농어목 Perciformes

바리과 Serranidae

붉바리 *Epinephelus akaara*
자바리 *Epinephelus bruneus*

전갱이과 Carangidae

부시리 *Seriola lalandi*

도미과 Sparidae

황돔 *Dentex tumifrons*

황줄감정이과 Kyphosidae

벙에돔 *Girella punctata*

돌돔과 Oplegnathidae

돌돔 *Oplegnathus fasciatus*

다동가리과 Cheilodactylidae

아흡동가리 *Goniistius zonatus*

놀래기과 Labridae

흑돔 *Semicossyphus reticulatus*

독가시치과 Siganidae

독가시치 *Siganus fuscescens*

넙치과 Paralichthyidae

넙치 *Paralichthys olivaceus*

복어목 Tetraodontiformes

쥐치과 Monacanthidae

말쥐치 *Thamnaconus modestus*

자망에 의해 어획된 어종들을 살펴보면 대부분 연안 정착성 어종들로 구성되어 있었는데 이 중 양볼락과가 4종으로 종수면에서 가장 많았고 다음으로 바리과가 2종 출현하고 있었다. 그 외에 두툽상어과, 전갱이과, 도미과, 황줄감정이과, 돌돔과, 다동가리과, 놀래기과, 독가시치과, 넙치과, 쥐치과가 각각 1종씩 출현하고 있었다.

2004년 8월부터 10월까지 자망에 의해 어획된 어종과 생체량(g)을 월별로 구분하여 표 1-2-18에 나타냈다. 우선 8월에 총 15종이 어획되어 종수면에서 가장 많았고 다음으로 10

월 13종, 9월 11종 순으로 나타났다. 전체 생체량면에서도 8월이 111,100g으로 10월 62,100g, 9월 32,900g에 비해 가장 많이 나타나고 있었다. 어획된 어종들의 생체량을 월별로 살펴보면 8월의 경우 돌돔이 29,900g으로 가장 많았으며 자바리 13,500g, 황돔 11,900g, 부시리 9,000g의 순으로 나타나고 있어 이들이 생체량면에서 우점종으로 나타나고 있었다. 출현종수가 가장 적었던 9월에는 황돔과 말쥐치가 각각 6,000g으로 생체량이 가장 많았고 그 다음으로 자바리 5,500g, 넙치 4,500g 순이었다. 10월의 경우에는 두툽상어가 26,000g으로 생체량이 가장 많았으며 다음으로 자바리 9,700g, 넙치 5,600g, 말쥐치 4,500g 순으로 나타나고 있었다. 이번 조사기간 동안 차귀도 근해에서 자망에 의해 어획되는 어종들 중 전체 생체량면에서 우점하는 종들을 살펴보면 연안 정착성 어종인 돌돔이 33,900g으로 가장 우점하고 있었고 그 밖에 두툽상어 32,000g, 자바리 28,700g, 황돔 19,600g, 넙치 11,300g, 말쥐치 10,500g의 순으로 높은 생체량을 나타내고 있어 조사해역 근해에는 대부분 연안 정착성 어종들이 우점하고 있음을 알 수 있었다.

표 1-2-18. 차귀도 근해에서 자망어업에 의해 어획된 어류의 종조성과 생체량(2004년 8~10월)

Table 1-2-18. List and weight of fish species collected by gill net fishery in the adjacent waters of Chagwido(Aug.~Oct., 2004)

Species (Korean name)	Aug., 2004	Sep., 2004	Oct., 2004	Total
<i>Dentex tumifrons</i> (황돔)	11,900	6,000	1,700	19,600
<i>Epinephelus akaara</i> (붉바리)	600			600
<i>Epinephelus bruneus</i> (자바리)	13,500	5,500	9,700	28,700
<i>Girella punctata</i> (벵에돔)	5,800	1,500	2,000	9,300
<i>Goniistius zonatus</i> (아홉동가리)	5,800	1,500	2,000	9,300
<i>Inimicus japonicus</i> (쭈기미)	7,000		1,000	8,000
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (돌돔)	29,900	2,400	1,600	33,900
<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)	1,200	4,500	5,600	11,300
<i>Scorpaena neglecta</i> (살살치)	5,800	1,500	2,000	9,300
<i>Scyliorhinus torazame</i> (두툽상어)	6,000		26,000	32,000
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)	5,800	1,500	2,000	9,300
<i>Sebastiscus marmoratus</i> (쏨뱅이)	5,800	1,500	2,000	9,300
<i>Semicossyphus reticulatus</i> (흑돔)	1,000			1,000
<i>Seriola lalandi</i> (부시리)	9,000			9,000
<i>Siganus fuscescens</i> (독가시치)	2,000	1,000	2,000	5,000
<i>Thamnaconus modestus</i> (말쥐치)		6,000	4,500	10,500
Total weight	111,100	32,900	62,100	206,100
Number of species	15	11	13	16

Unit : g

제 3 절 요약 및 결론

1. 해양환경

가. 수질환경

북제주 바다목장 해역에서 9월부터 12월까지 출현 수온 범위는 16.5~24.9℃로 나타났다. 표·저층간 평균수온 차이는 9월에 3.1℃이고, 10월부터 12월까지는 0.5℃ 미만으로 나타나 10월부터 수괴혼합이 활발해지고 있었다. 염분범위는 31.06~34.48psu 로 표·저층간 평균염분 차이는 9월에 0.62psu, 10월 0.04psu, 11월에 0.13psu, 12월에 0.01psu 로 나타나 수온과 마찬가지로 10월부터 연직혼합의 발달이 진행되어 있었다. 특히, 10월(34.30~34.48 psu)과 11월(33.93~34.36 psu)에 수평염분분포는 서쪽연안역에 출현하는 대마난류 주류부와 외해수의 세력소장에 의한 것이라고 사료된다.

pH는 9월에 표층은 8.25~8.30(평균 8.27), 저층은 8.23~8.32(평균 8.28)의 범위를 보였고, 11월에는 표층은 평균 8.29로 정점간 차이가 거의 없었으며, 저층은 8.21~8.39(평균 8.26)의 범위를 보였다. 용존산소량은 9월에 표층은 7.38~7.81mg/ℓ, 저층은 7.12~7.98mg/ℓ의 범위를 보였고, 11월에는 표층평균은 7.59mg/ℓ, 저층평균은 6.85mg/ℓ를 나타내어 저층에서 다소 낮은 농도분포를 보이고 있었다. 부유물질의 농도는 표층에서 6.9~9.8mg/ℓ를, 저층에서 4.0~17.1mg/ℓ의 범위로 9월에 비해 11월이 다소 낮은 농도를 나타내었으며, 월별 투명도는 9월에 최고 14.0m(정점 10), 11월에는 13.0m의 투명도를 보였다.

영양염류 중 질산염의 농도는 최저 1.802μM(9월, 정점 2의 표층)에서 최고 10.686μM(9월 정점 2의 저층)까지 비교적 큰 폭을 보였으며, 9월에 높고 11월에 낮은 분포양상을 보였다. 아질산염의 농도는 최저 0.061μM(9월, 정점 8의 저층)에서 최고 0.419μM(11월 정점 6의 표층, 정점 3의 저층)의 변화를 보였고, 11월이 다소 높은 경향을 나타내었다. 암모니아의 평균 농도는 표층에서 9월에 0.825μM, 11월에 0.321μM이었고, 저층에서는 각각 0.873μM, 0.303μM을 보였다. 인산염은 최저 0.056μM(9월, 정점 2와 10의 표층)에서 최고 0.819μM(11월 정점 9의 표층과 저층)의 변화를 보였으며, 저층에서 보다 높은 농도 분포를 나타내고 있었다.

나. 저서·퇴적환경

2004년 9월, 11월의 경우 바다목장 해역의 연질저질토는 연안육지와 가까운 안쪽 정점들은 주로 (g)mS로 이루어져 있고, 바깥쪽 정점들은 (g)mS와 gmS가 혼합된 퇴적상이 분포되어있다. pH값은 평균 8.14을 중심으로 정점별로 뚜렷한 변동을 나타내지 않았고, COD, TOC, TON, IL은 silt와 clay함량이 많은 주로 바깥쪽 정점들이 안쪽 정점들보다 약간 높은 농도를 나타내었고, CaCO₃, TC 농도는 모래함량이 다소 많은 안쪽 정점들이

약간 높은 농도를 나타내었다.

2. 생태계 특성

가. 미생물

2004년 9월과 11월에 북제주 바다목장 해역 10개 정점 표층수와 저층수에서 시료를 채집하여 평판계수법에 의하여 해수 시료에 종속영양세균, 총 대장균, 비브리오 속 세균에 분포를 조사하였다.

9월과 11월에 종속영양세균의 개체수는 표층수는 $4.3 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^4$ cfu/ml, $3.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml 그리고 저층수에서는 $5.0 \times 10^1 \sim 3.0 \times 10^3$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 8.0 \times 10^1$ cfu/ml 의 범위로 나타났다. 총 대장균수는 9월과 11월 표층수에서는 $1.0 \times 10^1 \sim 4.3 \times 10^2$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 6.0 \times 10^1$ cfu/ml, 저층수에서는 각각 $0 \sim 2.2 \times 10^2$ cfu/ml, $0 \sim 4.0 \times 10^1$ cfu/ml 의 범위를 나타냈다. 또한 비브리오 속 세균 개체수는 9월과 11월 표층수에서 $1.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^4$ cfu/ml, $1.0 \times 10^1 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml, 저층수에서 $1.0 \times 10^1 \sim 5.2 \times 10^2$ cfu/ml, 0 cfu/ml 의 범위로 나타났다.

나. 식물플랑크톤

조사해역에서 2004년 9월과 11월에 출현한 종류는 총 176종으로 규조류가 110종, 와편모조류가 34종, 식물편모조류가 32종이었으며 규조류가 62.5%, 와편모조류가 19.3%, 식물편모조류가 18.2%의 종 구성비율을 보였다. 9월에 22,146 - 62,158 cells/L로 전 정점의 평균이 35,124 cells/L을 나타내었고, 11월에 21,546 - 40,020 cells/L로 전 정점의 평균이 29,110 cells/L를 보였다. 9월의 우점종은 총 10종으로 규조류인 *Paralia sulcata*가 34.5 - 37.5%의 점유율로 가장 우점하였고, 10월에는 와편모조류인 *Prorocentrum lima*가 16.3 - 32.7%의 점유율로 가장 우점하였다. 9월 엽록소량은 0.22 - 1.02 범위로 전 정점 평균은 0.51 ugChl-a/L, 11월은 0.12 - 1.02 범위로 전 정점 평균은 0.62 ugChl-a/L을 보였다.

결론적으로 2004년의 9월과 11월 두 달의 평균값인 $0.57 \mu\text{gChl-a/L}$ 에 의한 기초생산 잠재력은 2003년의 연평균 기초생산잠재력보다 낮았으며 제주도 전 연안역의 연평균인 약 $0.7 \mu\text{gChl-a/L}$ 보다도 낮게 평가되었다.

다. 동물플랑크톤

2004년 하계(9월)과 추계(11월)에 북제주 바다목장 해역에 출현한 동물플랑크톤은 요각류 및 관해파리류 군집을 중심으로 패충류, 바다곤쟁이류, 단각류, 모악동물, 유형류, 살파류, 다모류 등과 각종 유생으로 구성되며 조성 비율은 정점별, 계절별로 차이를 나타냈다. 하계에는 요각류, 복족류와 이매패류의 유생 순으로 우점 하였으나, 추계에는 관해파리류, 요각류, 유형류 순으로 우점 하였다. 총 출현 개체수는 하계에는 평균 7,819

indv./m³에 비해 추계에는 9,015 indv./m³로 다소 높았다. 하계에는 요각류인 *Oithona decipiens*가 추계에는 관해파리류인 *Diphyes* sp.가 각각 우점 하였다. 출현 동물플랑크톤을 대상으로 먹이생물로서의 크기를 분석한 결과, 요각류가 우점군집으로 출현하는 하계의 동물플랑크톤상은 해산어류의 자어기(특히, 후기 자어)와 치어기의 동물먹이생물로서 매우 가치가 높을 것으로 판단되었다. 그러나 추계에는 먹이생물로서 가치가 높은 요각류의 출현량이 적고 더욱이 그 크기가 커지는 경향을 보여 해산어의 후기자어나 치어의 먹이로서 하계에 비교하여 그 가치가 낮을 것으로 판단된다.

라. 저서동물

고산주변해역에 대한 저서동물의 조하대 생태계를 파악하고자 4개의 조사지선을 선정 한 후, 각 조사지선 당 3개의 정점을 선정하여 2004년 9월과 2004년 11월에 SCUBA를 이용하여 조하대의 생물상을 조사하였다. 고산 주변 조하대에서 관찰된 방형구 내 저서동물 들은 모두 57종이었다. 2004년 9월과 11월의 각 조사지선 당 평균 출현개체수는 각각 163 개체/50cm², 129 개체/50cm²였다. 이 중 우점종은 회오리고둥류(Family Pyramidellidae) 및 언칭이고둥류(*Philbertia* sp.)로서 각각 60 개체/50cm², 6~98 개체/50cm²의 범위를 나타냈다. 두 시기의 차이는 겨울철 낮은 수온과 먹이조건이 좋지 않은 환경요인에 기인하는 것으로 판단된다. 수산유용생물인 소라(*Batilus cornutus*), 보라성게(*Anthocardis crassispina*) 및 거품돌산호(*Alveopora japonica*)의 개체수가 많은 것을 고려했을 때, 이 지역의 높은 일차생산력 및 해수의 질적 상태가 좋음을 시사한다고 볼 수 있다.

마. 해조류

북제주바다목장해역의 해조군집특성을 파악하기 위해 2004년 10월과 2005년 1월에 5개 조간대 조사지점과 10개 조하대 조사지점을 조사하였다. 두 계절 공히, 조간대 해조군집은 상, 중, 하부로 뚜렷이 구분되었다. 상부의 우점종은 애기우뭇가시리(*Gelidium divaricatum*)였던 반면, 중부는 지층이(*Sargassum thunbergii*)와 툃(*Hizikia fusiformis*)로 대표되었다. 하부의 우점종은 비틀대모자반(*Sargassum sagamianum*)과 작은구슬산호말(*Corallina pilulefera*)로 나타났다. 2004년 10월 조하대에서 출현한 종수는 총 40종으로 녹조류 2종, 갈조류 7종, 홍조류 31종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태(*Ecklonia cava*)의 습중량이 가장 높았고(80g/0.25m²), 툃니모자반(*Sargassum serratifolium*, 48.2g/0.25m²), 참산호말(*Corallina pilulifera*, 20g/0.25m²), 넓은게발(*Amphiroa dilatata*, 18.2g/0.25m²)의 순으로 높았다. 2005년 1월 조하대에서 출현한 종수 역시 총 40종으로 녹조류 2종, 갈조류 7종, 홍조류 31종이었다. 조사해역 전반에 걸쳐 감태의 습중량이 가장 높았고(194.6g/0.25m²), 툃니모자반(51.5g/0.25m²)과 방황게발혹(*Marginisporum abberans*, 29.6g/0.25m²)의 순으로 높았다.

바. 어류

2004년 하계(9월)와 추계(11월)에 북제주 바다목장 주변해역에서 난·자치어 분포현황과 출현종들을 조사하기 위해 자치어네트를 이용하여 채집을 실시하였고, 또한 2004년 10월과 11월에 조사해역 연안에 위치한 4개 정점에서 잠수관찰을 통해 어류상을 조사하였고, 2004년 8월부터 10월까지 현지 어민의 자망 어획일지 자료를 통해 시기별 어획된 어류들의 종조성을 조사하였다. 우선 난·자치어 채집 결과 전반적으로 조사해역의 남부 및 연안에 인접한 정점에서 난·자치어가 풍부하게 출현하고 있었다. 조사기간 동안 출현한 자치어는 총 8목 19과 20속 36종이며 종수면에서 망둑어과, 양볼락과, 셋비늘치과, 먹도라치과 등이 우점종으로 나타났다. 시기별 자치어 출현량에 있어서는 추계보다 하계에 출현량이 현저히 많이 나타나고 있었으며 하계의 경우 볼락, 고등어, 자리돔, 추계에는 특히 솜뱅이가 출현량면에서 가장 우점하고 있어 이들이 조사해역 내에서 산란을 집중적으로 행하고 있음을 알 수 있었다. 다음으로 어류상 조사에 있어서 조사해역 연안에 위치한 4개 정점에서 SCUBA에 의한 잠수관찰 결과 총 7목 31과 45속 53종이 관찰되었다. 이중 놀래기과 6종, 자리돔과 6종으로 이들이 종수면에서 가장 우점하고 있었고 이외에 양볼락과, 황줄감정어과, 청베도라치과가 각각 3종, 색줄멸과, 동갈돔과, 나비고기와, 망둑어과, 참복과가 각각 2종씩 관찰되었다. 시기별로는 10월에 46종, 11월에 37종이 관찰되어 10월이 어류다양성이 더 높게 나타나고 있었으며 모든 조사 정점에서 출현하는 어류들로는 해포리고기, 가막베도라치, 뽕에돔, 아홉동가리, 용치놀래기, 놀래기, 은줄멸, 범돔, 돌돔, 주걱치, 개베도라치, 황놀래기, 볼락, 무지개놀래기, 복섬 등 총 15종으로서 이들이 조사해역내에서 주로 출현하는 우점종으로 판단된다. 또한 현지 자망어업에 의해 어획된 어류들의 종조성을 살펴보면, 어획된 어종은 총 4목 12과 15속 16종으로 이 중 대부분이 연안 정착성 어종들로 구성되어 있었는데 양볼락과가 4종으로 종수면에서 가장 많았고 다음으로 바리과가 2종 출현하고 있었다. 그 외에 두툽상어과, 전갱어과, 도미과, 황줄감정어과, 돌돔과, 다동가리과, 놀래기과, 독가시치과, 넙치과, 쥐치과가 각각 1종씩 출현하고 있었다. 전체 생체량(g)면에서 우점하는 종들을 살펴보면 연안 정착성 어종인 돌돔이 33,900g으로 가장 우점하고 있었고 그 밖에 두툽상어 32,000g, 자바리 28,700g, 황돔 19,600g, 넙치 11,300g, 말쥐치 10,500g의 순으로 높은 생체량을 나타내고 있어 조사해역 근해에는 대부분 연안 정착성 어종들이 우점하고 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- Cappuccino J.G. and N. Sherman. 1987. Microbiology a laboratory manual. 2nd ed. The Benjamin/Cummings publishing company.
- Ederrington M.C., G.B. McManus and H.R. Harvey, 1995. Trophic transfer of fatty acids, sterols and a triterpenoid alcohol between bacteria, a ciliate and the copepod *Acartia tonsa*. *Limnol. Oceanogr.*, 40: 860-867.
- Hansen P.J. and P.K. Bjornsen, 1997. Zooplankton grazing and growth: Scaling within 2-2,000 μ m body size range. *Limnol. Oceanogr.*, 42: 687-704.
- Hirano R., 1966. Plankton culture and aquatic animals seedling production. *Inform. Bull. Planktol. Japan*, 13: 72-75.
- Kasper C.W. and M.L. Tamplin. 1993. Effects of temperature and salinity on the survival of *Vibrio vulnificus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44: 820-824.
- Kelly M.T., 1982. Effect of temperature on *Vibrio vulnificus* occurrence in a Gulf coast environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44: 820-824.
- Noguchi G.K., 1987. *V. alginolyticus*, a tetrotoxin-producing bacterium, in the intestines of the fish *Fugu vermicularis*. *Mar. Biol(Berl.)*, 94(4): 625-630.
- Nanton A.D. and J.D. Castell, 1999. The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of harpacticoid copepods, for use as a live food for marine fish larvae. *Aquaculture*, 175: 167-181.
- Odum E.P.(ed.), 1971. *Fundamentals of Ecology*, W.B. Saunders Co. 540pp.
- Paffenhöfer G.A., 1991. Some characteristics of abundant subtropical copepods in estuarine, shelf and oceanic waters. *Bull. Plankton Soc. Japan, Spec.* 201-216.
- Pang I.C., H.K. Rho and T.H. Kim, 1992. Seasonal variations of water mass distribution and their cause in the Yellow Sea, the East China Sea and the adjacent seas of Cheju Island. *Bull. Korea Fish. Soc.*, 25(2): 151-163.
- Rho H.K., 1985. Studies on marine environments of fishing grounds in the waters around Cheju Island. Ph. D. thesis, Univ. of Tokyo. 215pp.
- Reimann, B.E.F., E.L. Duke and G.L. Floyd, 1980. Fixation, embedding, sectioning and staining of algae for electron microscopy. p. 285-303, In, Elisabeth, G. ed. *Handbook of Phycological Methods*. Camb. Univ. Press London. 425 pp.
- Rheinheimer G., 1985. *Aquatic Microbiology* 3rd ed. Wiley and Sons. p. 158-159.
- Shirota A., 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.*, 36: 252-368.

- Theilacker G.H. and A.S. Kimball, 1984. Comparative quality of rotifers and copepods as foods for larval fishes. CalCOFI Rep., 25: 80-86.
- Watkins, W.D. and Cabelli, V.J., 1985. Effect of fecal pollution on *Vibrio parahaemolyticus* densities in an estuarine environment. Appl. Environ. Microbiol., 49: 1307-1313.
- Wong H.C., Liu S.H., Wang T.K., Lee C.L., Chiou C.S., Liu D.P., Mitsuaki N. and B.K. Lee. 2000. Characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 from Asia. Appl. Environ. Micro., 3981-3986.
- 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫. 1984. 日本産魚類大圖鑑. 東海大學出版會, 370pp.
- 沖山宗雄. 1988. 日本産稚魚圖鑑. 東海大學出版會, 1154pp.
- 고유봉·고경민·김종만. 1991. 제주도 북방 함덕 연안역의 자치어 출현. 한국어류학회지, 3(1): 24-35.
- 고유봉·신희섭. 1990. 제주도 남부 화순연안 수산자원 유영생물의 종조성과 다양도. 한국어류학회지, 2(1): 36-46.
- 고진필·고유봉·이승중·김성근. 2004. 제주 연안 해중 전복가두리 시설물 주변에 출현하는 어류의 종조성 및 행동 특성. 한국어류학회지, 16(2) : 155-164.
- 고유봉·전득산, 1983. 서귀포산 자리돔의 어획개선 및 적정이용을 위한 자원 생물학적 연구 - 2. 이료생물과 섭이생태. 제주대학교 해양연구소 논문집, 7: 15-21.
- 고유봉·오봉철·고방연·손태준, 1994. 제주도 연안역 부유성 요각류의 출현과 주요종의 계절변화. 제주대학교 해양연구소 논문집, 18: 15-26.
- 고유봉·오봉철·최영찬, 1996. 제주도 주변 용승역의 생물생태학적 기초 연구 - 부유성 동물플랑크톤의 현존량과 분포특성 -. 한국수산학회지, 29(3): 271-278.
- 고유봉·노홍길·방익찬·오봉철·윤석훈·윤정수·이준백·최영찬, 1998. 제주의 바다. 사단법인 제주도수산해양개발협의회, 196pp.
- 강태연, 1994. 제주도 남서부 연안해역의 해수 화학적 특성과 용승현상. 제주대학교 석사학위논문. 64pp.
- 김익수·이완옥. 1994. 제주도의 어류상. 한국의 어류상 연구, 1, 52pp.
- 김말남·임아현·이진환·김종만, 2004. 통영 바다목장 해역의 종속영양세균의 계절적 변화. Korean J. Environ. Biol. 22(1): 75-82.
- 김상진·이건형. 1998. 해양미생물학. 동화기술. 서울.
- 김지희·박정흠·이태식·이희정·김성준, 2001. 여름철 활어조 해수에서 병원성 비브리오균의 분포 및 환경인자와의 관계. J. Fd Hyg. Safety. 16(3): 241-246.
- 방익찬·김태희. 1993. 제주도 서부 연안역의 용승. 제주대학교 해양연구소 논문집, 17:

1-12.

- 백문하. 1982. 제주도 연근해의 어류상. 제주대학교 논문집, 14: 93-108.
- 유재명 · 김용억 · 차성식. 1990. 여름철 제주도 연안역의 치자어 표층 출현량의 일주기 변동. 해양연구, 12(2): 87-96.
- 유재명 · 김종만 · 김용억 · 차성식. 1990. 여름철 제주도 연안역의 치자어 분포. 해양연구, 12(2): 73-85.
- 이건형, 1987. 금강하구 퇴적토에서의 중속영양세균의 분포에 미치는 환경요인과 우점속에 대하여. 미생물학회지, 25: 137-143.
- 이건형, 2002. 수계환경에서 분변성 오염의 지표로 사용되는 미생물들. Korean J. Environ. Biol. 20(3): 189-196.
- 이준백 · 최영찬 · 고유봉, 1989. 제주도 해안선주변 식물플랑크톤의 기초생산. 한국지구과학회지, 10: 62-67.
- 이준백 · 고유봉 · 좌종현, 1990. 제주도 해안선주변 식물플랑크톤 군집의 구조와 동태. 한국조류학회지, 5: 159-171.
- 유재명 · 김성 · 이은경 · 김용억. 1998. 제주도 주변해역의 치자어 군집에 관한 연구-가을철. 한국해양학회지, 바다, 3(2): 71-79.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727pp.
- 조성환, 1994. 제주도 함덕연안 *Zostera marina* belt의 어류군집. 제주대학교 석사학위논문. 69pp.
- 최민순 · 심현빈 · 정경민, 2000. 군산 내만의 해양수에서 분리되는 세균의 분포. 한국어병학회지, 13(1): 67-73.
- 최영길, 1981. 진해만의 미생물 분포(1), 한국미생물학회지, 19: 45-51.
- 최종덕 · 정우건, 2001. 통영항 해수의 세균학적 및 이화학적 수질. J. Korean Fish. Soc., 34(6): 611-616.
- 최영찬 · 이준백 · 고유봉, 1994. 제주도 서부 연안역의 생물생태학적 기초연구 (I) 고산주변 연안역의 해수특성. 제주대학교 해양연구소 연구보고, 18: 39-48.
- 한국해양연구소, 1996. 해양목장화를 위한 기반연구. 과학기술처 BSPN 00318-969-3. 665pp.
- 한국해양연구소, 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발용역사업 보고서, 해양수산부, BSPM 98005-01-1116-3 980pp.
- 함희진 · 진영희 · 정윤태, 2002. 시판 수산물 중 장염비브리오균의 분포와 분리균주의 형태학적 특성. J. Fd. Safety. 17(3) : 152-156.
- 해양연구소. 1986. 한국연근해어란 · 치어도감. 한국과학기술원 해양연구소, 369pp.

부 록

부록 1-2-1. 차귀도 부근해역 식물플랑크톤 출현 분포 (2004년 9월과 11월)

Appendix 1-2-1. Occurrence distribution of phytoplankton around Chagwido

Species Name / Station	Sept. 2004										Nov. 2004									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diatoms																				
Centric diatoms																				
<i>Actinocyclus octonarius</i>																				S
<i>Actinoptychus senarius</i>															S					
<i>Bacteriastrium comosom</i>														S						
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>									B											
<i>Biddulphia alternans</i>							B													
<i>Biddulphia longicuris</i>												B								
<i>Biddulphia pulchella</i>									B											
<i>Chaetoceros convolutus</i>	S	B	S					S	B											
<i>Chaetoceros costatus</i>		S			S		B		B		S	S		B						
<i>Chaetoceros danicus</i>				B			B		S		S	SB	S	S		S		S	B	
<i>Chaetoceros decipiens</i>														B						
<i>Chaetoceros denticulatus</i>					B															
<i>Chaetoceros didymus</i>			S		SB			S			B			B						
<i>Chaetoceros laciniatus</i>											S				S					
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>			S								B				S		SB			
<i>Chaetoceros pendulus</i>								S			S					S				
<i>Chaetoceros peruvianus</i>													B	S			S			
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>				S	SB						SB	S	B	SB	S		S		S	
<i>Chaetoceros willei</i>														S						
<i>Cocconeis pellucida</i>	B			S		S														
<i>Cocconeis pseudomarginata</i>	S																			
<i>Cocconeis scutellum</i>		B							S											S
<i>Corethron criophilum</i>													S		S					
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>	SB																			
<i>Coscinodiscus centralis</i>				B														S		
<i>Coscinodiscus concinnus</i>																	S			
<i>Coscinodiscus granii</i>														B						
<i>Coscinodiscus marginatus</i>							S													
<i>Coscinodiscus nobilis</i>				B							S									
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>							S										S	S		
<i>Coscinodiscus rothii</i>								B												
<i>Coscinodiscus stellaris</i>									B											
<i>Cyclotella</i> sp.				B																
<i>Ditylum brightwellii</i>											B	SB	S	B	SB		SB	B		B
<i>Ditylum sol</i>											B	S								
<i>Hemiaulus hauckii</i>												S					S	S		
<i>Hemiaulus membranaceus</i>														S						
<i>Hyalodiscus scoticus</i>									B											
<i>Leptocylindrus danicus</i>		B			SB	S		B	SB	S	B	B		B	SB	S	B	SB	B	
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>																		S		
<i>Melosira moniliformis</i>		B	B				SB	B		S	SB	S	S		SB		S		B	
<i>Melosira nummuloides</i>		S																		
<i>Odontella sinensis</i>				B															S	S
<i>Odontella obtusa</i>																			B	B

부록 1-2-1. 계속

Appendix 1-2-1. Continued

Species Name / Station	Sept. 2004										Nov. 2004									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Paralia sulcata</i>			B	S														S		
<i>Podosira stelliger</i>																	S			
<i>Rhizosolenia alata</i>										SB	S	B	SB	SB			S	B	SB	
<i>Rhizosolenia bergonii</i>			B																	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>								SB					B				B	S		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	B						B						S				S			
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>							B			B			SB							
<i>Skeletonema costatum</i>					S								B							
<i>Stephanodiscus rotula</i>								S												
<i>Stephanopyxis nipponica</i>							B			B			S							
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>													S							
<i>Thalassiosira hyalina</i>					S												S			
<i>Thalassiosira pacifica</i>				B																
<i>Thalassiosira punctigera</i>													S							
<i>Thalassiosira rotula</i>										B	S		S	S			S		B	
<i>Thalassiosira subtilis</i>	B	S																		
<i>Triceratium favus</i>	SB																			
Pennate diatoms																				
<i>Achnanthes brevipes</i>			S		B	S			B			B		S	B		S		SB	
<i>Achnanthes longipes</i>							S	SB												
<i>Amphiprora gigantea</i>				B							B							B		
<i>Amphora delicatissima</i>											B							B		
<i>Bacillaria paxillifer</i>		SB	SB	SB		S			SB	S	SB	S					SB	SB	S	SB
<i>Caloneis crassa</i>							S			S			S							
<i>Caloneis schroederi</i>				B																
<i>Cylindrotheca closterium</i>	SB	B	B	SB	SB	S	SB	S	SB	B	SB	B	S	B		S	B	B	B	
<i>Diploneis bombus</i>								B												
<i>Diploneis crabro</i>			S					B												
<i>Fragilaria capucina</i>									B						B					
<i>Fragilaria striatula</i>				B															S	
<i>Grammatophora angulosa</i>				B															S	
<i>Grammatophora marina</i>										SB	B	S	B	B		S	B	SB	SB	
<i>Gyrosigma balticum</i>									S											
<i>Gyrosigma fasciola</i>							S													
<i>Licnophora abbreviata</i>												S	B		S					
<i>Licnophora paradoxa</i>								S		S								S	SB	
<i>Navicula annexa</i>					S			B						B			S			
<i>Navicula cancellata</i>					S								S	S		S				
<i>Navicula elegans</i>		S		B																
<i>Navicula incerta</i>		S	B			S	B	S	S			B		B						
<i>Navicula flanatica</i>									B											
<i>Navicula mutica</i>	B																			
<i>Navicula oblonga</i>												S	B		S	S	B	SB		
<i>Navicula obtusa</i>									B											
<i>Navicula ramosissima</i>	B																			
<i>Navicula viridula</i>		B	B		B		S	S	S	S	B	B	S	B				B		
<i>Navicula vula</i>	B								B			SB		B	S		B			

부록 1-2-1. 계속

Appendix 1-2-1. Continued

Species Name / Station	Sept. 2004										Nov. 2004									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nitzschia longissima</i>	SB	SB	SB	SB	SB	S	SB	SB	SB	SB	SB	SB	B	SB	S	SB	SB	SB	SB	
<i>Nitzschia panduriformis</i>							B													
<i>Nitzschia pseudonana</i>				B	B	S				SB		SB		B	S			B		
<i>Nitzschia sigma</i>	B	SB	SB	S	SB	S	SB	B	SB	S	SB	S	S	SB						
<i>Nitzschia socialis</i>		S	S																	
<i>Pleurosigma angulatum</i>														S		S	B	B	B	
<i>Pleurosigma elongatum</i>	B					S														
<i>Pleurosigma formosum</i>				B																
<i>Pleurosigma longum</i>		B			B		S													
<i>Pseudo-nitzschia panduriformis</i>																	B			
<i>Pseudo-nitzschia angularis</i>					B			S												
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	S																B		S	
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	S	SB		B	SB	S	B	SB	SB	SB	SB	B	SB	B	SB	S	B	SB	SB	
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>				B	S	S		SB		SB					B		S	B	SB	
<i>Stauroneis amphioxys</i>								B				S	S			S				
<i>Stauroneis membranacea</i>									B											
<i>Synedra affinis</i>											S									
<i>Thalassionema nitzschioides</i>				B						S	B	S		B	SB	S	B	SB	S	
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>																		B		
<i>Thalassiothrix longissima</i>	B			SB	B	S		B	B	SB									S	
Dinoflagellates																				
<i>Alexandrium catenella</i>						S														
<i>Amphidinium crassum</i>															S		B	B		
<i>Amphidinium lacustre</i>												B							S	
<i>Amphidinium longum</i>			S								S									
<i>Ceratium furca</i>		S		S	S			S	S											
<i>Dinophysis rotundata</i>	B		S		B															
<i>Gonyaulax digitale</i>											S				S					
<i>Gonyaulax grindleyi</i>											B	S								
<i>Gonyaulax spinifera</i>	B																			
<i>Gonyaulax sp.</i>																			B	
<i>Gymnodinium conicum</i>	S				B	S	B	S				S		S	SB			S	B	
<i>Gymnodinium lohmanii</i>											B				B		S	B		
<i>Gyrodinium glaucum</i>											B	SB	SB	SB	S		S		B	
<i>Gyrodinium spirale</i>											S							S	B	
<i>Heteraulacus sphaericus</i>			S																	
<i>Heterocapsa triquetra</i>												S								
<i>Noctiluca scintillans</i>	S																			
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>											S									
<i>Podolampas spinefera</i>			S								SB									
<i>Polykrikos schwarzii</i>														S	S	S				
<i>Prorocentrum balticum</i>		SB	SB		SB	S	B	SB						S	S					
<i>Prorocentrum compressum</i>						S	S				S		SB		SB	S	SB	B	S	
<i>Prorocentrum lima</i>											SB	SB	SB	B					S	
<i>Prorocentrum micans</i>		SB	S			S	S	S		B	SB									
<i>Prorocentrum triestinum</i>			S	S	SB	S		SB		S	S									
<i>Protoperidinium breve</i>				S									S							

부록 1-2-1. 계속

Appendix 1-2-1. Continued

Species Name / Station	Sept. 2004										Nov. 2004									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Protooperidinium brochii</i>		SB	B		B						B	SB	B	S						S
<i>Protooperidinium conicoides</i>				S				S		S										
<i>Protooperidinium depressum</i>					S											S	SB			
<i>Protooperidinium leonis</i>		S						S												
<i>Protooperidinium minutum</i>											SB					S				
<i>Protooperidinium nipponicum</i>					S														B	
<i>Protooperidinium ovatum</i>																		S		
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>											S				S	S			S	
Phytoflagellates																				
Cryptophyceae																				
<i>Chroomonas marina</i>						S	B													
<i>Hellia fusiformis</i>	SB	SB	SB	SB	SB	S	SB	B	SB	SB	SB	SB	SB	B	SB	S	S	B	S	S
<i>Hellia marina</i>	B	SB				S	SB													
<i>Hellia</i> sp.														S			B	S	B	B
<i>Hemiselmis rufescens</i>							S								S					
<i>Teleaulax acuta</i>		S			B						B									
Chrysophyceae																				
<i>Phyllomitus yorkeensis</i>	S																			
<i>Pseudobodo minimus</i>					S															
<i>Pseudobodo tremulans</i>	B				S															
<i>Pseudopedinella pyriforme</i>	S									B										
<i>Pseudopedinella tricostata</i>	B																			
<i>Sarcinochrysis marina</i>														S						
<i>Sphaleromantis marina</i>														S						
Dictyochophyceae																				
<i>Dictyocha fibula</i>												S						S	B	
Raphidophyceae																				
<i>Heterosigma inlandica</i>											B				S					
<i>Olisthodiscus luteus</i>	B										S									
<i>Oltmannsia viridis</i>											S									
Euglenophyceae																				
<i>Euglena acusformis</i>					B	S			S		SB	B			SB					
<i>Euglena</i> sp.	S														B					SB
<i>Eutreptia pertyi</i>	S		S		SB				B		SB	S								
<i>Eutreptia viridis</i>	SB	S	S	S	S	S	SB	S	SB	SB	SB	S	SB	SB	SB		B	S	SB	B
<i>Eutreptiella braarudii</i>								S												
<i>Eutreptiella cornubiense</i>							S													
<i>Eutreptiella hirudoidea</i>											S									
<i>Eutreptiella marina</i>	B	S	SB	SB	SB	S		SB	S	S	S	S	S			S	S		S	S
Prasinophyceae																				
<i>Mamiella gilva</i>	S																			
<i>Metromonas simplex</i>											B									
<i>Micromonas pusilla</i>				S	B			S			B									
<i>Nephroselmis pyriformis</i>									B											
<i>Pleurostomum gracile</i>														S						
Chlorophyceae																				
<i>Dunaliella maritima</i>		SB			S								B							
<i>Dunaliella primolecta</i>					B															
Number of species	33	28	27	32	35	28	30	31	30	24	54	38	28	45	37	19	36	36	30	28

부록 1-2-2. 차귀도 주변해역 식물플랑크톤 종조성과 현존량(cells/L)(2004년 9월)

Appendix 1-2-2. Standing crops of phytoplankton around Chagwido(September 2004)

Species Name / Station	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B
Diatoms										
Centric diatoms										
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>										
<i>Biddulphia alternans</i>										
<i>Biddulphia pulchella</i>										
<i>Chaetoceros convoltus</i>	4,781			6,214	1,345					
<i>Chaetoceros costatus</i>			3,374						1,573	
<i>Chaetoceros danicus</i>								1,007		
<i>Chaetoceros denticulatus</i>										1,704
<i>Chaetoceros didymus</i>					1,345				1,258	1,022
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>					896					
<i>Chaetoceros pendulus</i>										
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>							2,345		629	1,704
<i>Cocconeis pellucida</i>		1,437					938			
<i>Cocconeis pseudomarginata</i>	2,391									
<i>Cocconeis scutellum</i>				2,071						
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>	1,195	1,437								
<i>Coscinodiscus centralis</i>								671		
<i>Coscinodiscus marginatus</i>										
<i>Coscinodiscus nobilis</i>								671		
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>										
<i>Coscinodiscus rothii</i>										
<i>Coscinodiscus stellaris</i>										
<i>Cyclotella</i> sp.								671		
<i>Hyalodiscus scoticus</i>										
<i>Leptocylindrus danicus</i>				12,429					2,202	2,385
<i>Melosira moniliformis</i>				3,107		1,997				
<i>Melosira nummuloidee</i>			4,049							
<i>Odentella sinensis</i>								1,007		
<i>Paralia sulcata</i>						10,986	9,849			
<i>Rhizosolenia bergonii</i>						999				
<i>Rhizosolenia delicatula</i>										
<i>Rhizosolenia setigera</i>		718								
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>										
<i>Skeletonema costatum</i>										
<i>Stephanodiscus rotula</i>										
<i>Stephanopyxis nipponica</i>										
<i>Thalassiosira hyalina</i>										
<i>Thalassiosira pacifica</i>								1,007		
<i>Thalassiosira subtilis</i>		1,437	2,024							
<i>Triceratium favus</i>	2,391	718								
Pennate diatoms										
<i>Achnanthes brevipes</i>					448					1,363
<i>Achnanthes longipes</i>										

부록 1-2-2. 계속

Appendix 1-2-2. Continued

Species Name / Station	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B
<i>Amphiprora gigantea</i>								1,007		
<i>Bacillaria paxillifer</i>			2,024	4,143	1,345	999	1,407	1,342		
<i>Caloneis crassa</i>										
<i>Caloneis schroederi</i>								671		
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1,195	2,874		5,179		1,997	469	1,007	944	1,363
<i>Diploneis bombus</i>										
<i>Diploneis crabro</i>					896					
<i>Fragilaria capucina</i>										
<i>Fragilaria striatula</i>								1,342		
<i>Gramatophora angulosa</i>								671		
<i>Gyrosigma balticum</i>										
<i>Gyrosigma fasciola</i>										
<i>Licmophora paradoxa</i>										
<i>Navicula annexa</i>										
<i>Navicula cancellata</i>										
<i>Navicula elegans</i>			1,350					336		
<i>Navicula incerta</i>			1,350			999				
<i>Navicula flanatica</i>										
<i>Navicula mutica</i>		718								
<i>Navicula obtusa</i>										
<i>Navicula ramosissima</i>		2,155								
<i>Navicula viridula</i>				1,036		499				341
<i>Navicula vula</i>		718								
<i>Nitzschia longissima</i>	4,781	4,311	2,699	4,143	1,793	2,497	1,407	1,007	1,258	1,704
<i>Nitzschia panduriformis</i>										
<i>Nitzschia pseudonana</i>								1,678		681
<i>Nitzschia sigma</i>		5,748	2,024	5,179	1,345	3,995	2,345		315	2,726
<i>Nitzschia socialis</i>			2,024		448					
<i>Pleurosigma elongatum</i>		718								
<i>Pleurosigma formosum</i>								336		
<i>Pleurosigma longum</i>				1,036						1,022
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	2,391									
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>								2,349	1,258	
<i>Pseudo-nitzschia angularis</i>										681
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	2,391		1,350	2,071				671	629	681
<i>Stauroneis amphioxys</i>										
<i>Stauroneis membranacea</i>										
<i>Thalassionema nitzschioides</i>								1,678		
<i>Thalassiothrix longissima</i>		2,155					938	1,007		1,022
Dinoflagellates										
<i>Alexandrium catenella</i>										
<i>Amphidinium longum</i>					2,241					
<i>Ceratium furca</i>			2,024				938		629	
<i>Dinophysis rotundata</i>		1,437			1,793					341
<i>Gonyaulax spinifera</i>		2,874								
<i>Gymnodinium conicum</i>	3,586									1,704

부록 1-2-2. 계속

Appendix 1-2-2. Continued

Species Name / Station	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B
<i>Heteraulacus sphaericus</i>					2,241					
<i>Noctiluca scintillans</i>	4,781									
<i>Podolampas spinefera</i>					1,793					
<i>Prorocentrum balticum</i>			1,350	2,071	2,241	1,498			629	681
<i>Prorocentrum compressum</i>										
<i>Prorocentrum micans</i>			8,097	2,071	3,137					
<i>Prorocentrum triestinum</i>					896		469		944	1,022
<i>Protoperidinium breve</i>							1,407			
<i>Protoperidinium brochii</i>			2,024	3,107		999				681
<i>Protoperidinium conicoides</i>							469			
<i>Protoperidinium depressum</i>									944	
<i>Protoperidinium leonis</i>			2,024							
<i>Protoperidinium nipponicum</i>									944	
Phytoflagellates										
Cryptophyceae										
<i>Chroomonas marina</i>										
<i>Hellia fusiformis</i>	7,172	5,029	4,049	2,071	896	2,497	938	1,342	5,033	1,022
<i>Hellia marina</i>		2,874	2,699	4,143						
Chrysophyceae										
<i>Phyllomitus yorkeensis</i>	2,391									
<i>Pseudobodo minimus</i>									2,831	
<i>Pseudobodo tremulans</i>		2,155							2,202	
<i>Pseudopedinella pyriforme</i>	4,781									
<i>Pseudopedinella tricostata</i>		3,592								
<i>Hemiselms rufescens</i>										
<i>Teleaulax acuta</i>			2,024							681
Raphidophyceae										
<i>Olisthodiscus luteus</i>		718								
Euglenophyceae										
<i>Euglena acusformis</i>										341
<i>Euglena sp.</i>	1,195									
<i>Eutreptia pertyi</i>	5,977				1,345				1,258	1,363
<i>Eutreptia viridis</i>	8,367	2,874	1,350		1,345		469		1,258	
<i>Eutreptiella braarudii</i>										
<i>Eutreptiella cornubiense</i>										
<i>Eutreptiella marina</i>		718	1,350		896	1,498	938	671	1,258	1,022
Prasinophyceae										
<i>Mamiella gilva</i>	2,391									
<i>Micromonas pusilla</i>							938			2,726
<i>Nephroselmis pyriformis</i>										
Chlorophyceae										
<i>Dunaliella maritima</i>			2,024	2,071					3,775	
<i>Dunaliella primolecta</i>										1,022
Total Standing crops	62,158	47,420	51,284	62,143	28,683	31,460	26,264	22,146	31,770	31,004
No. of species	17	22	21	17	20	13	16	22	21	26
Species diversity	2.68	2.88	2.90	2.62	3.06	2.18	2.27	2.99	2.82	3.11

부록 1-2-2. 계속

Appendix 1-2-2. Continued

Species Name / Station	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Diatoms									
Centric diatoms									
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>									3,188
<i>Biddulphia alternans</i>			3,667						
<i>Biddulphia pulchella</i>									1,275
<i>Chaetoceros convoltus</i>				2,867					3,826
<i>Chaetoceros costatus</i>			2,200				1,510		
<i>Chaetoceros danicus</i>			367			1,328			
<i>Chaetoceros denticulatus</i>									
<i>Chaetoceros didymus</i>				1,911					
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>									
<i>Chaetoceros pendulus</i>				956					
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>									
<i>Cocconeis pellucida</i>	536								
<i>Cocconeis pseudomarginata</i>									
<i>Cocconeis scutellum</i>						885			
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>									
<i>Coscinodiscus centralis</i>									
<i>Coscinodiscus marginatus</i>		704							
<i>Coscinodiscus nobilis</i>									
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>		352							
<i>Coscinodiscus rothii</i>					632				
<i>Coscinodiscus stellaris</i>							604		
<i>Cyclotella sp.</i>									
<i>Hyalodiscus scoticus</i>							302		
<i>Leptocylindrus danicus</i>	5,896				1,263	885	3,021	3,435	
<i>Melosira moniliformis</i>		1,407	733		632			982	
<i>Melosira nummuloidee</i>									
<i>Odentella sinensis</i>									
<i>Paralia sulcata</i>									
<i>Rhizosolenia bergonii</i>									
<i>Rhizosolenia delicatula</i>						1,770	2,115		
<i>Rhizosolenia setigera</i>			1,467						
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>			733						
<i>Skeletonema costatum</i>		3,167							
<i>Stephanodiscus rotula</i>						443			
<i>Stephanopyxis nipponica</i>			1,834						
<i>Thalassiosira hyalina</i>	1,072								
<i>Thalassiosira pacifica</i>									
<i>Thalassiosira subtilis</i>									
<i>Triceratium favus</i>									
Pennate diatoms									
<i>Achnanthes brevipes</i>	3,752						1,813		
<i>Achnanthes longipes</i>		2,463		478	1,263				
<i>Amphiprora gigantea</i>									
<i>Bacillaria paxillifer</i>	1,608					885	604	1,472	
<i>Caloneis crassa</i>		1,056						1,472	

부록 1-2-2. 계속

Appendix 1-2-2. Continued

Species Name / Station	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Caloneis schroederi</i>									
<i>Cylindrotheca closterium</i>	2,144	1,407	1,467	956		1,328	906		1,913
<i>Diploneis bombus</i>					1,263				
<i>Diploneis crabro</i>					632				
<i>Fragilaria capucina</i>									7,015
<i>Fragilaria striatula</i>									
<i>Gramatophora angulosa</i>								982	
<i>Gyrosigma balticum</i>									
<i>Gyrosigma fasciola</i>		1,056							
<i>Licmophora paradoxa</i>						2,213			
<i>Navicula annexa</i>	1,608						1,208		
<i>Navicula cancellata</i>	2,144								
<i>Navicula elegans</i>									
<i>Navicula incerta</i>	536		367	2,867		1,328			
<i>Navicula flantica</i>							604		
<i>Navicula mutica</i>							604		
<i>Navicula obtusa</i>							604		
<i>Navicula ramosissima</i>									
<i>Navicula viridula</i>		1,056				443		1,963	
<i>Navicula vula</i>							604		
<i>Nitzschia longissima</i>	3,752	1,056	2,200	1,911	1,895	1,770	2,417	2,454	3,826
<i>Nitzschia panduriformis</i>					632				
<i>Nitzschia pseudonana</i>	1,072								
<i>Nitzschia sigma</i>	5,360	704	2,934	1,433	2,526	2,655	3,625	1,963	
<i>Nitzschia socialis</i>									
<i>Pleurosigma elongatum</i>	1,072								
<i>Pleurosigma formosum</i>									
<i>Pleurosigma longum</i>		1,407							
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>									
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	1,072			956	2,526			2,454	1,275
<i>Pseudo-nitzschia angularis</i>				956					
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1,072		1,100	956	632	1,328	1,510	491	2,551
<i>Stauroneis amphioxys</i>					1,895				
<i>Stauroneis membranacea</i>							3,021		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>								1,472	
<i>Thalassiothrix longissima</i>	1,608				1,263		1,208	1,472	1,913
Dinoflagellates									
<i>Alexandrium catenella</i>	1,072								
<i>Amphidinium longum</i>									
<i>Ceratium furca</i>				956		1,328			
<i>Dinophysis rotundata</i>									
<i>Gonyaulax spinifera</i>									
<i>Gymnodinium conicum</i>	1,072		733	3,823					
<i>Heteraulacus sphaericus</i>									
<i>Noctiluca scintillans</i>									
<i>Podolampas spinefera</i>									

부록 1-2-2. 계속

Appendix 1-2-2. Continued

Species Name / Station	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Prorocentrum balticum</i>	3,216		367	1,911	632				
<i>Prorocentrum compressum</i>	1,072	1,056							
<i>Prorocentrum micans</i>	1,608	704		478					1,913
<i>Prorocentrum triestinum</i>	1,608			478	1,263			1,472	
<i>Protoperidinium breve</i>									
<i>Protoperidinium brochii</i>									
<i>Protoperidinium conicoides</i>				956				982	
<i>Protoperidinium depressum</i>									
<i>Protoperidinium leonis</i>				478					
<i>Protoperidinium nipponicum</i>									
Phytoflagellates									
Cryptophyceae									
<i>Chroomonas marina</i>	1,072		367						
<i>Hellia fusiformis</i>	2,144	1,056	1,100		2,526	1,770	1,813	2,454	1,913
<i>Hellia marina</i>	1,072	1,056	1,834						
<i>Hemiselmis rufescens</i>		2,463							
<i>Teleaulax acuta</i>									
Chrysophyceae									
<i>Phyllomitus yorkeensis</i>									
<i>Pseudobodo minimus</i>									
<i>Pseudobodo tremulans</i>									
<i>Pseudopedinella pyriforme</i>									3,826
<i>Pseudopedinella tricostata</i>									
Raphidophyceae									
<i>Olisthodiscus luteus</i>									
Euglenophyceae									
<i>Euglena acusformis</i>	1,072					443			
<i>Euglena</i> sp.									
<i>Eutreptia pertyi</i>							1,208		
<i>Eutreptia viridis</i>	1,608	704	733	1,433		443	1,813	1,963	1,275
<i>Eutreptiella braarudii</i>				478					
<i>Eutreptiella cornubiense</i>		1,056							
<i>Eutreptiella marina</i>	1,608			956	1,895	1,328		1,472	
Prasinophyceae									
<i>Mamiella gilva</i>									
<i>Micromonas pusilla</i>				2,867					
<i>Nephroselmis pyriformis</i>							906		
Chlorophyceae									
<i>Dunaliella maritima</i>									
<i>Dunaliella primolecta</i>									
Total Standing crops	52,528	23,925	24,203	31,059	23,370	22,568	31,418	28,956	35,711
No. of species	28	19	18	22	17	18	21	17	13
Species diversity	3.13	2.81	2.67	2.89	2.71	2.77	2.87	2.75	2.43

부록 1-2-3. 차귀도 주변해역 식물플랑크톤 종조성과 현존량(cells/L)(2004년 11월)

Appendix 1-2-3. Standing crops of phytoplankton around Chagwido(November 2004)

Species name / Station	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B
Diatoms										
Centric diatoms										
<i>Actinocyclus octonarius</i>										
<i>Actinoptychus senarius</i>									517	
<i>Bacteriastrum comosom</i>							790			
<i>Biddulphia longicuris</i>				2,419						
<i>Chaetoceros costatus</i>	476		1,884					457		
<i>Chaetoceros danicus</i>	238		942	1,210	703		395			
<i>Chaetoceros decipiens</i>								2,284		
<i>Chaetoceros didymus</i>		2,449						685		
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	714								1,293	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>		816							776	
<i>Chaetoceros pendulus</i>	238									
<i>Chaetoceros peruvianus</i>						674	395			
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	1,666	1,632	1,884			2,695	1,974	457	517	
<i>Chaetoceros willei</i>							2,369			
<i>Cocconeis scutellum</i>										
<i>Corethron criophilum</i>					2,814				517	
<i>Coscinodiscus centralis</i>										
<i>Coscinodiscus concinnus</i>										
<i>Coscinodiscus granii</i>								228		
<i>Coscinodiscus nobilis</i>	476									
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>										
<i>Ditylum brightwellii</i>		816	942	605	703			914	259	706
<i>Ditylum sol</i>		272	628							
<i>Hemiaulus hauckii</i>			628							
<i>Hemiaulus membranaceus</i>							395			
<i>Leptocylindrus danicus</i>		544		1,210				1,142	1,293	2,117
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>										
<i>Melosira moniliformis</i>	714	1,632	628		703				259	1,059
<i>Odontella obtusa</i>										
<i>Odontella sinensis</i>										
<i>Paralia sulcata</i>										
<i>Podosira stelliger</i>										
<i>Rhizosolenia alata</i>	476	816	628			2,021	790	914	517	1,411
<i>Rhizosolenia delicatula</i>								228		
<i>Rhizosolenia setigera</i>							790			
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>		272					790	685		
<i>Skeletonema costatum</i>						2,021				
<i>Stephanopyxis nipponica</i>		544					1,579			
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>							1,185			
<i>Thalassiosira hyalina</i>										
<i>Thalassiosira punctigera</i>							395			
<i>Thalassiosira rotula</i>		544	314				790		517	
Pennate diatoms										
<i>Achnanthes brevipes</i>				1,815			1,185			706
<i>Amphiprora gigantea</i>		272								
<i>Amphora delicatissima</i>		272								

부록 1-2-3. 계속

Appendix 1-2-3. Continued

Species name / Station	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B
<i>Bacillaria paxillifer</i>	476	272	314							
<i>Caloneis crassa</i>					703					
<i>Cylindrotheca closterium</i>	238	272		1,210	703			457		
<i>Fragilaria capucina</i>										706
<i>Fragilaria striatula</i>										
<i>Grammatophora angulosa</i>										
<i>Grammatophora marina</i>	238	272		605	703			228		1,059
<i>Licmophora abbreviata</i>					2,814			914		
<i>Licmophora paradoxa</i>	238									
<i>Navicula annexa</i>										1,059
<i>Navicula cancellata</i>							790		776	
<i>Navicula incerta</i>				605				685		
<i>Navicula oblonga</i>			314			674			776	
<i>Navicula viridula</i>	476			605		2,021	790			706
<i>Navicula vula</i>			314	1,210				228	259	
<i>Nitzschia longissima</i>	714	1,360	628	1,815	1,407	1,348		1,142	1,035	2,117
<i>Nitzschia pseudonana</i>	238	816			703	1,348				706
<i>Nitzschia sigma</i>	714	816	1,570		703		790	2,512		
<i>Pleurostomum angulatum</i>									1,035	
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>										
<i>Pseudo-nitzschia panduriformis</i>										
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1,428	816		1,815	1,407	2,021		1,599	1,035	4,587
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>										1,059
<i>Stauroneis amphioxys</i>			942		1,407					
<i>Synedra affinis</i>	238									
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		272	942					1,599	259	706
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>										
<i>Thalassiothrix longissima</i>										
Dinoflagellates										
<i>Amphidinium crassum</i>										
<i>Amphidinium lacustre</i>		272								
<i>Amphidinium longum</i>	238									
<i>Gonyaulax digitale</i>	2,857								1,293	
<i>Gonyaulax grindleyi</i>		1,360	1,256							
<i>Gonyaulax sp.</i>										
<i>Gymnodinium conicum</i>			628				3,159		1,293	706
<i>Gymnodinium lohmanii</i>		272								1,411
<i>Gyrodinium glaucum</i>		3,265	4,082	3,024	4,220	2,695	790	1,370	1,293	
<i>Gyrodinium spirale</i>	238									
<i>Heterocapsa triquetra</i>			314							
<i>Oxyphysis oxytoxioides</i>	238									
<i>Podolampas spinefera</i>	1,904	544								
<i>Polykrikos schwarzii</i>							790		776	
<i>Prorocentrum balticum</i>							395		776	
<i>Prorocentrum compressum</i>	952				703	1,348			1,035	1,411
<i>Prorocentrum lima</i>	8,332	2,176	628	4,839	12,661	7,411		685		
<i>Prorocentrum micans</i>	238	272								
<i>Prorocentrum trietinum</i>	238									

부록 1-2-3. 계속

Appendix 1-2-3. Continued

Species name / Station	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B
<i>Protoperidinium breve</i>			628							
<i>Protoperidinium brochii</i>		544	1,884	605		1,348	395			
<i>Protoperidinium depressum</i>										
<i>Protoperidinium minutum</i>	476	272								
<i>Protoperidinium nipponicum</i>										
<i>Protoperidinium ovatum</i>										
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	238								517	
Phytofalgellates										
Cryptophyceae										
<i>Hellia fusiformis</i>	476	2,721	314	3,024	2,814	2,021		1,142	776	1,059
<i>Hellia sp.</i>							790			
<i>Hemiselmis rufescens</i>									776	
<i>Teleaulax acuta</i>		272								
Chrysophyceae										
<i>Sarcinochrysis marina</i>							1,579			
<i>Sphaleromantis marina</i>							1,185			
Dictyochophyceae										
<i>Dictyocha fibula</i>			628							
Rhaphidophyceae										
<i>Olisthodiscus luteus</i>	238									
<i>Oltmannsia viridis</i>	238									
<i>Heterosigma inlandica</i>		272							1,552	
Euglenophyceae										
<i>Euglena acusiformis</i>			314	1,210		1,348			259	706
<i>Euglena sp.</i>								228		
<i>Eutreptia pertyi</i>	238	272	628							
<i>Eutreptia viridis</i>			314	1,815	1,407		790	1,142	1,293	1,411
<i>Eutreptiella hirudoidea</i>			942							
<i>Eutreptiella marina</i>	238		1,256		1,407					
Prasinophyceae										
<i>Micromonas pussila</i>		272								
<i>Metromonas simplex</i>		816								
<i>Pleurostomum gracile</i>							1,185			
Chlorophyceae										
<i>Dunaliella martima</i>						1,348				
Total standing crops	27,376	29,382	27,317	29,638	38,686	32,340	27,246	21,924	23,280	25,404
No. of species	34	36	30	18	19	16	27	24	29	20
Species diversity	2.80	3.23	3.14	2.70	2.44	2.57	3.13	2.96	3.25	2.82

부록 1-2-3. 계속

Appendix 1-2-3. Continued

Species name / Station	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Diatoms									
Centric diatoms									
<i>Actinocyclus octonarius</i>						1,334			
<i>Actinoptychus senarius</i>									
<i>Bacteriastrum comosom</i>									
<i>Biddulphia longicuris</i>									
<i>Chaetoceros costatus</i>									
<i>Chaetoceros danicus</i>	3,572			1,789			881		
<i>Chaetoceros decipiens</i>									
<i>Chaetoceros didymus</i>									
<i>Chaetoceros lacinosus</i>									
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>		2,028	1,842						
<i>Chaetoceros pendulus</i>	1,429								
<i>Chaetoceros peruvianus</i>		338							
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>		2,366				7,337			
<i>Chaetoceros willei</i>									
<i>Cocconeis scutellum</i>								1,376	
<i>Corethron criophilum</i>									
<i>Coscinodiscus centralis</i>				1,789					
<i>Coscinodiscus concinnus</i>		676							
<i>Coscinodiscus granii</i>									
<i>Coscinodiscus nobilis</i>									
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>		1,014		447					
<i>Ditylum brightwellii</i>		338	1,842		470				607
<i>Ditylum sol</i>									
<i>Hemiaulus hauckii</i>		676		2,237					
<i>Hemiaulus membranaceus</i>									
<i>Leptocylindrus danicus</i>	3,572		4,298	1,789	4,234		3,522		
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>				1,342					
<i>Melosira moniliformis</i>		1,352							910
<i>Odontella obtusa</i>							1,321		607
<i>Odontella sinensis</i>						1,334		1,376	
<i>Paralia sulcata</i>				3,131					
<i>Podosira stelliger</i>		1,014							
<i>Rhizosolenia alata</i>		3,042			941	1,334	881		
<i>Rhizosolenia delicatula</i>			1,842	447					
<i>Rhizosolenia setigera</i>		676							
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>									
<i>Skeletonema costatum</i>									
<i>Stephanopyxis nipponica</i>									
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>									
<i>Thalassiosira hyalina</i>		338							
<i>Thalassiosira punctigera</i>									
<i>Thalassiosira rotula</i>				895					607
Pennate diatoms									
<i>Achnanthes brevipes</i>		676						1,376	607
<i>Amphiprora gigantea</i>					1,882				
<i>Amphora delicatissima</i>					1,411				

부록 1-2-3. 계속

Appendix 1-2-3. Continued

Species name / Station	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Bacillaria paxillifer</i>		676	1,842	1,342	1,411	1,334		1,376	2,428
<i>Caloneis crassa</i>									
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1,429		614		941				910
<i>Fragilaria capucina</i>								2,751	
<i>Fragilaria striatula</i>								2,751	
<i>Grammatophora angulosa</i>						2,001			
<i>Grammatophora marina</i>		676			941	2,001	881	1,376	1,517
<i>Licmophora abbreviata</i>	2,857								
<i>Licmophora paradoxa</i>				895				2,751	1,214
<i>Navicula annexa</i>				895					
<i>Navicula cancellata</i>		1,352							
<i>Navicula incerta</i>									
<i>Navicula oblonga</i>	2,857		1,228	447	470				
<i>Navicula viridula</i>					941				
<i>Navicula vula</i>			2,456						
<i>Nitzschia longissima</i>	1,429	1,014	1,842	447	1,882	1,334	881	2,064	2,124
<i>Nitzschia pseudonana</i>	1,429						11,888		
<i>Nitzschia sigma</i>									
<i>Pleurostomum angulatum</i>		338			1,411		1,321		910
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>			614					688	
<i>Pseudo-nitzschia panduriformis</i>			1,228						
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	3,572		1,228	1,342	941	3,335	881	1,376	1,214
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>		1,014			1,882	2,668	440		607
<i>Stauroneis amphioxys</i>	2,143								
<i>Synedra affinis</i>									
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1,429		614	895	1,882	1,334		688	2,124
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>					2,352				
<i>Thalassiothrix longissima</i>						1,334		1,376	
Dinoflagellates									
<i>Amphidinium crassum</i>	1,429				1,882		1,761		
<i>Amphidinium lacustre</i>						3,335			
<i>Amphidinium longum</i>									
<i>Gonyaulax digitale</i>									
<i>Gonyaulax grindleyi</i>									
<i>Gonyaulax sp.</i>									910
<i>Gymnodinium conicum</i>				1,342			881		
<i>Gymnodinium lohmanii</i>		2,028			1,411				
<i>Gyrodinium glaucum</i>		1,690							910
<i>Gyrodinium spirale</i>				895			1,321		
<i>Heterocapsa triquetra</i>									
<i>Oxyphysis oxytoxioides</i>									
<i>Podolampas spinefera</i>									
<i>Polykrikos schwarzii</i>	714								
<i>Prorocentrum balticum</i>									
<i>Prorocentrum compressum</i>	714	1,352	2,456		1,882	2,001		3,439	910
<i>Prorocentrum lima</i>						667			
<i>Prorocentrum micans</i>									
<i>Prorocentrum trietinum</i>									

부록 1-2-3. 계속

Appendix 1-2-3. Continued

Species name / Station	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Protoperidinium breve</i>									
<i>Protoperidinium brochii</i>								1,376	
<i>Protoperidinium depressum</i>	2,143	1,014	1,228						
<i>Protoperidinium minutum</i>	2,143								
<i>Protoperidinium nipponicum</i>							1,321		
<i>Protoperidinium ovatum</i>				895					
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	2,857					1,334			
Phytofalgellates									
Cryptophyceae									
<i>Hellia fusiformis</i>	714	1,014			470	2,668		2,064	
<i>Hellia</i> sp.			1,228	895			1,321		910
<i>Hemiselmis rufescens</i>									
<i>Teleaulax acuta</i>									
Chrysophyceae									
<i>Sarcinochrysis marina</i>									
<i>Sphaleromantis marina</i>									
Dictyochophyceae									
<i>Dictyocha fibula</i>				895			881		
Rhaphidophyceae									
<i>Olisthodiscus luteus</i>									
<i>Oltmannsia viridis</i>									
<i>Heterosigma inlandica</i>									
Euglenophyceae									
<i>Euglena acusiformis</i>									
<i>Euglena</i> sp.								1,376	910
<i>Eutreptia pertyi</i>									
<i>Eutreptia viridis</i>			3,070	1,342		1,334	881		607
<i>Eutreptiella hirudoidea</i>									
<i>Eutreptiella marina</i>	1,429	676				2,001		1,376	
Prasinophyceae									
<i>Micromonas pussila</i>									
<i>Metromonas simplex</i>									
<i>Pleurostomum gracile</i>									
Chlorophyceae									
<i>Dunaliella martima</i>									
Total standing crops	37,860	27,376	29,474	26,391	29,638	40,020	31,262	28,202	21,546
No. of species	19	25	17	22	20	19	17	17	20
Species diversity	2.83	3.06	2.70	2.96	2.85	2.77	2.31	2.75	2.89

부록 1-2-4. 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록

Appendix 1-2-4. List of benthic species collected from sampling area

종 명	국 명
Phylum Porifera	해면동물문
Class Demospongiae	보통해면강
Order Halichondrina	해변해면목
Family Halichodriidae	해변해면과
<i>Halichodria okadai</i>	검정해변해면
<i>Halichodria oshoro</i>	황록해변해면
<i>Halichodria panicea</i>	회색해변해면
Order Haplosclerida	단골해면목
Family Callyspongiidae	예쁜이해면과
<i>Callyspongia confoederata</i>	보라예쁜이해면
<i>Callyspongia elegans</i>	예쁜이해면
Order Hadromerina	경해면목
Family Spirastrellidae	나선별해면과
<i>Spirastrella insignis</i>	굵은나선별해면
Phylum Cnidaria	자포동물문
Class Anthozoa	산호충강
Order Actiniaria	해변말미잘목
Family Actiniidae	해변말미잘과
<i>Actinia mesembryanthemum</i>	해변말미잘
Order Scleractinia	돌산호목
Family Poritidae	구멍돌산호과
<i>Alveopora japonica</i>	거품돌산호
Phylum Mollusca	연체동물문
Class Polyplacophora	다판강
Order Neoloricata	신군부목
Family Ischnochitonidae	연두군부과
<i>Ischnochiton comptus</i> (Gould)	연두군부
Family Chitonidae	군부과
<i>Liolophura japonica</i> (Lischke)	군부
<i>Liolopura japonica</i> (Pilsbry)	비단군부
Family Cryptoplacidae	털군부과
<i>Cryptoplax japonica</i> (Pilsbry)	벌레군부
Class Gastropoda	복족강
Order Archaeogastropoda	원시복족목
Family Haliotidae	전복과
<i>Sulculus diversicolor supertexta</i> (Lischke)	오분자기
<i>Nordotis gigantea</i> (Gmelin)	말전복
<i>Eurytrochus cognatus</i> (Pilsbry)	흰집줄박이고둥
<i>Clanculus microdon</i> (A. Adams)	빨강꼭지고둥
Family Turbinidae	소라과
<i>Trochus sacellus</i> (Dunker)	바퀴고둥
<i>Batillus cornutus</i> (Lightfoot)	소라
<i>Lunella coronata coreensis</i> (Recluz)	눈알고둥
<i>Collonista</i> sp.	팔알고둥류

부록 1-2-4. 계속

Appendix 1-2-4. Continued

종 명	국 명
<i>Bolma modesta</i> (Reeve)	잔빨소라
Family Neritidae	갈고등과
<i>Nerita japonica</i> (Dunker)	갈고등
Order Mesogastropoda	중복족목
Family Rissoidae	루소고등과
<i>Alvania ogasawarana</i> Pilsbry	세로주름꼬마고등
<i>Costalynia costulata</i> (Dunker)	흰눈고등
Order Heteropoda	이족목
Family Ficidae	표주박고등과
<i>Ficus subintermedia</i> (d'Orbigny)	표주박고등
Family Eulimidae	바늘고등과
<i>Vitreolina aurata</i> (Hirase)	성개살이꼬부리고등
Family Muricidae	빨소라과
<i>Ceratostoma inornatus</i> (Récluz)	어깨빨고등
Family Columbelloididae	무룩과
<i>Pyrene flava</i> (Bruguiera)	고운점무늬무룩
<i>Mitrella bicinita</i> (Gould)	보리무룩
<i>Indomitrella lischkei</i> (Smith)	빗살무늬무룩
<i>Anachis misera</i> (Sowerby)	보살고등
Family Nassariidae	좁쌀무늬고등과
<i>Reticunassa pauperus</i> (Gould)	갈색무늬고등
<i>Reticunassa multigranosa</i> (Dunker)	왜좁쌀무늬고등
Family Turridae	언칭이고등과
<i>Hemicythara octangulata</i> (Dunker)	갈색띠흰언칭이고등
<i>Pseudorhaphitoma bipyramidata</i> (Hedley)	일곱이랑언칭이고등
<i>Ithycythara oyuzana</i> (Yokoyama)	세로줄꼬마언칭이고등
<i>Philbertia leuckarti</i> (Dunker)	갈색꼬마언칭이고등
<i>Philbertia bernardi</i> (Brazier)	갈색점두드럭언칭이고등
Order Heterogastropoda	이복족목
Family Triphoridae	띠줄고등과
<i>Viriola tricincta</i> (Dunker)	띠줄고등
<i>Triphora alveolata</i> (Adams&Reeve)	호린반점띠줄고등
<i>Triphora granulata</i> (Adams&Reeve)	흰띠줄고등
Order Entomotaeniata	양유목
Family Pyramidellidae	회오리고등과
Order Nudibranchia	나새목
Family Chromodorididae	갯민숭달팽이과
<i>Chromodoris orientalis</i> (Rudmann)	흰갯민숭달팽이
<i>Chromodoris tinctoria</i> (Riippell&Leuckart)	망사갯민숭달팽이
Class Bivalvia	이매패강
Order Arcoida	돌조개목
Family Arcidae	돌조개과
<i>Arca avellana</i> (Lamarck)	돌조개
<i>Barbatia virescens</i> (Reeve)	복털조개
<i>Barbatia stearnsii</i> (Pilsbry)	꼬마돌조개
Order Mytiloida	홍합목
Family Mytilidae	홍합과

부록 1-2-4. 계속

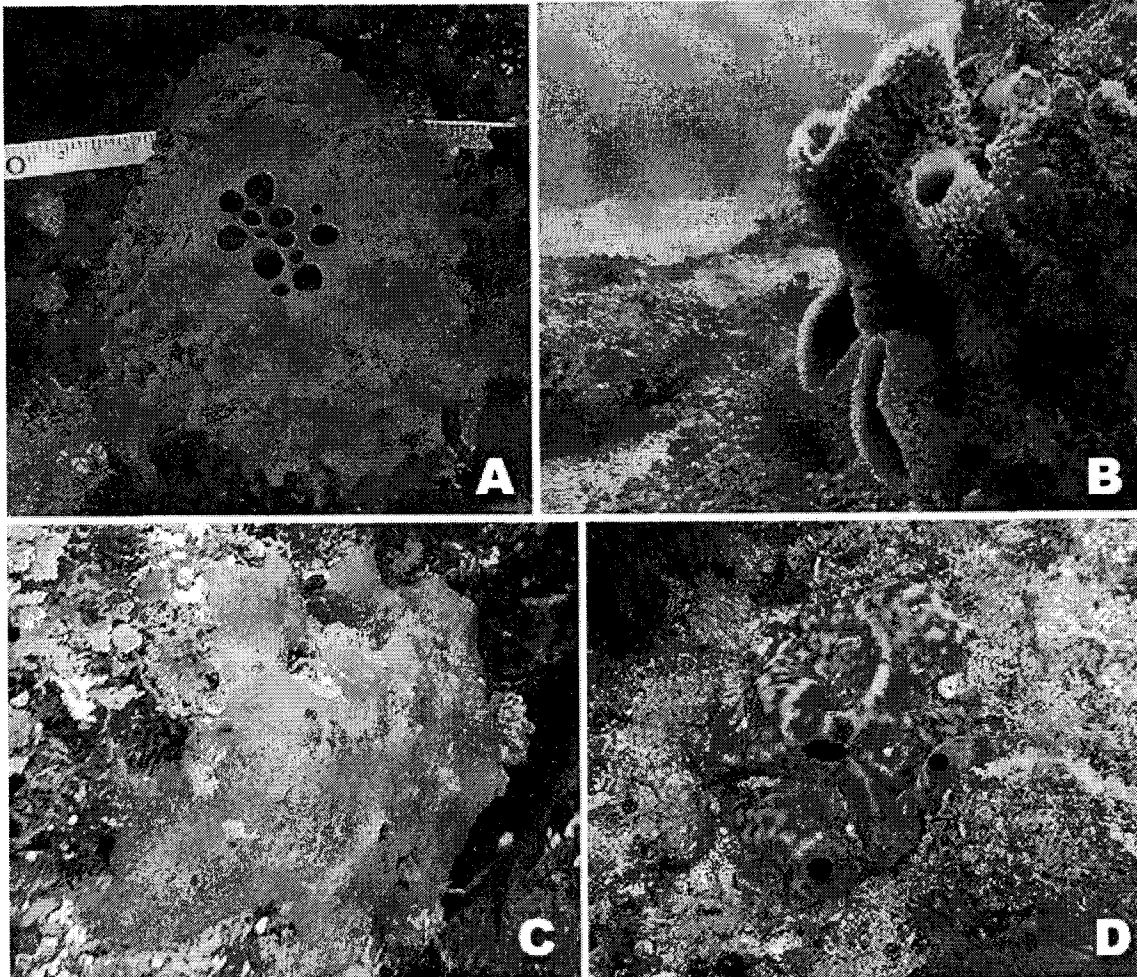
Appendix 1-2-4. Continued

종 명	국 명
<i>Septifer virgatus</i> (Wiegmann)	굵은줄격판담치
<i>Modiolus margaritaceus</i> (Nomura&Hatai)	꼬마털담치
Order Pterioida	익각목
Family Propeamussiidae	큰집가리비과
<i>Chlamys lemniscata</i> (Reeve)	비늘비단가리비
Family Spondylidae	국화조개과
<i>Spondylus varius</i> (Sowerby)	접시국화조개
Order Veneroidea	백합목
Family Carditidae	주름방사륜조개과
<i>Cardita leana</i> (Dunker)	주름방사륜조개
Family Tellinidae	접시조개 과
<i>Loxoglypta clathrata</i> (Deshayes)	햇살접시조개
Class Cephalopoda	두족강
Order Octopoda	문어목
Family Octopodidae	문어과
<i>Octopus</i> sp.	문어류
Phylum Annelid	환형동물문
Class Polychaeta	다모강
Order Sabellida	꽃갯지렁이목
Family Serpulidae	석회관갯지렁이과
<i>Serpula vermicularis</i> (Linnaeus)	석회관갯지렁이
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
Order Decapoda	십각목
Family Rhynchocinetidae	끄덕새우과
<i>Rhynchocinetes uritai</i> (Kubo)	끄덕새우
Family Paguridae	집게과
<i>Pagurus japonicus</i> (Stimpson)	붉은눈자루참집게
<i>Pagurus similis</i> (Stimpson)	얼룩참집게
Family Porcellanidae	게붙이과
<i>Petrolisthes japonicus</i> (De Haan)	갯가게붙이
Family Grapsidae	바위게과
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Haan)	무늬발게
<i>Pachygrapsus crassipes</i> (Randal)	바위게
<i>Plagusia dentipes</i> (De Haan)	툽장절개
Phylum Echinodermata	극피동물문
Class Crinoidea	바다나리강
Order Comatulidae	바다나리목
Family Comasteridae	깃갯고사리과
<i>Comansus japonica</i> (J. Muller)	깃갯고사리
Class Asteroidea	해성강

부록 1-2-4. 계속

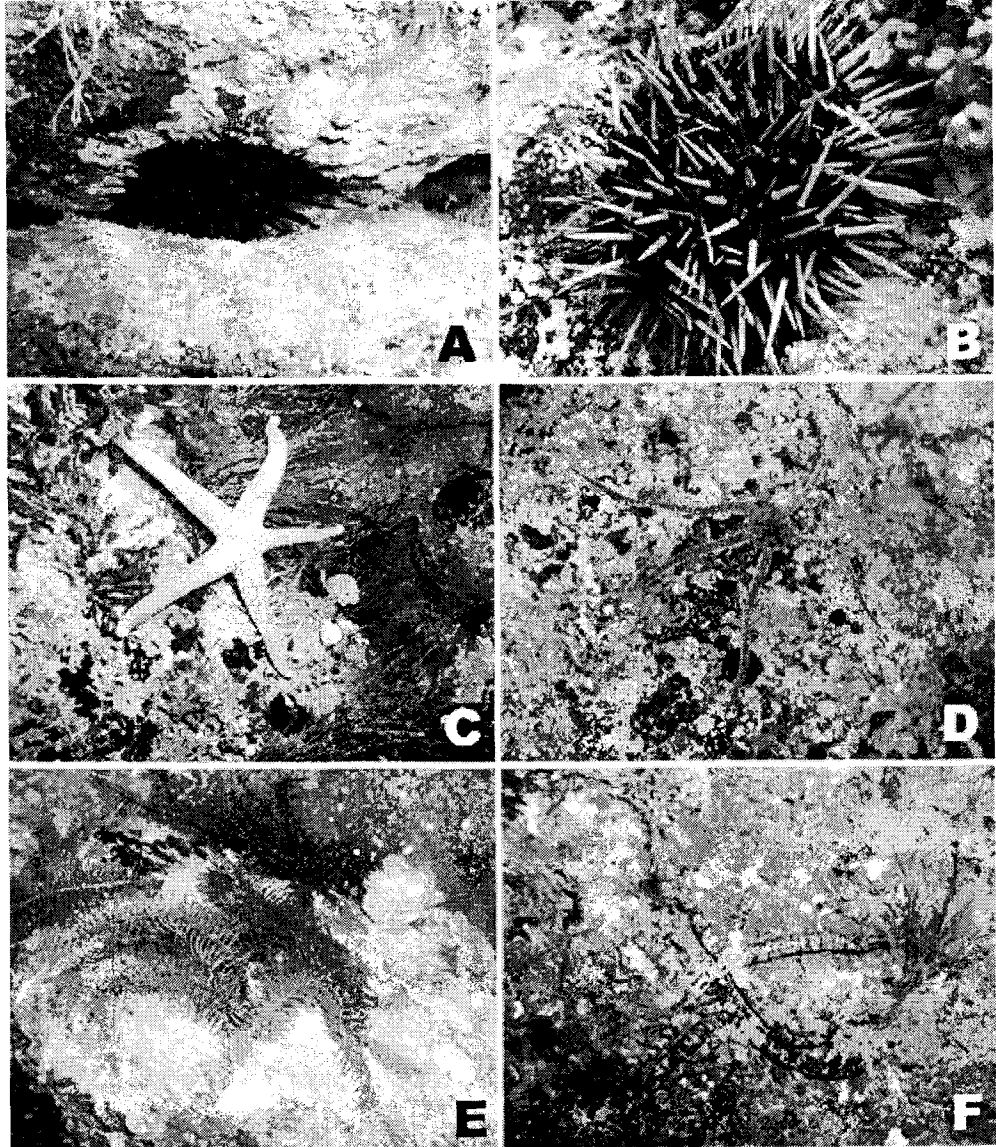
Appendix 1-2-4. Continued

종 명	국 명
Order Phanerozonia	현대목
Family Linckiidae	선불가사리과
<i>Certonardoa semiregularis</i> (M. et Troschel)	빨강불가사리
<i>Ophidiaster cribrarius</i> (Lutken)	긴팔불가사리
Order Spinulosa	유국목
Family Asterinidae	별불가사리과
<i>Asterina coronata japonica</i>	애기별불가사리
Class Ophiuroidea	거미불가사리강
Order Myophiurida	폐사미목
Family Ophi dermatidae	가죽거미불가사리과
<i>Ophiarachnella gorgonia</i> (M. et Troschel)	뱀거미불가사리
Family Ophiotrichidae	가시거미불가사리과
<i>Ophiothela exigua</i> (Lyman)	짧은가시거미불가사리
Family Ophiuridae	빗살거미불가사리과
<i>Ophioplocus japonicus</i> (H.L. Clark)	왜곱슬거미불가사리
Family Ophiocomidae	뱀털거미불가사리과
<i>Ophiomastix mixta</i> (Lutken)	빨간등거미불가사리
Class Echinoida	성게강
Order Echinoida	성게목
Family Toxopneustidae	주발성게과
<i>Pseudocentrotus depressus</i> (A. Agassiz)	분홍성게
Family Strongylocentrotidae	등근성게과
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> (A. Agassiz)	말뚝성게
Family Echinometridae	만두성게과
<i>Anthocidaris crassispina</i> (A. Agassiz)	보라성게
Phylum Chordata	척삭동물문
Class Ascidiacea	해초강
Order Pleurogona	측성해초목
Family Pyuridae	멍게과
<i>Halocynthia roretzi</i> (v. Drasche)	멍게



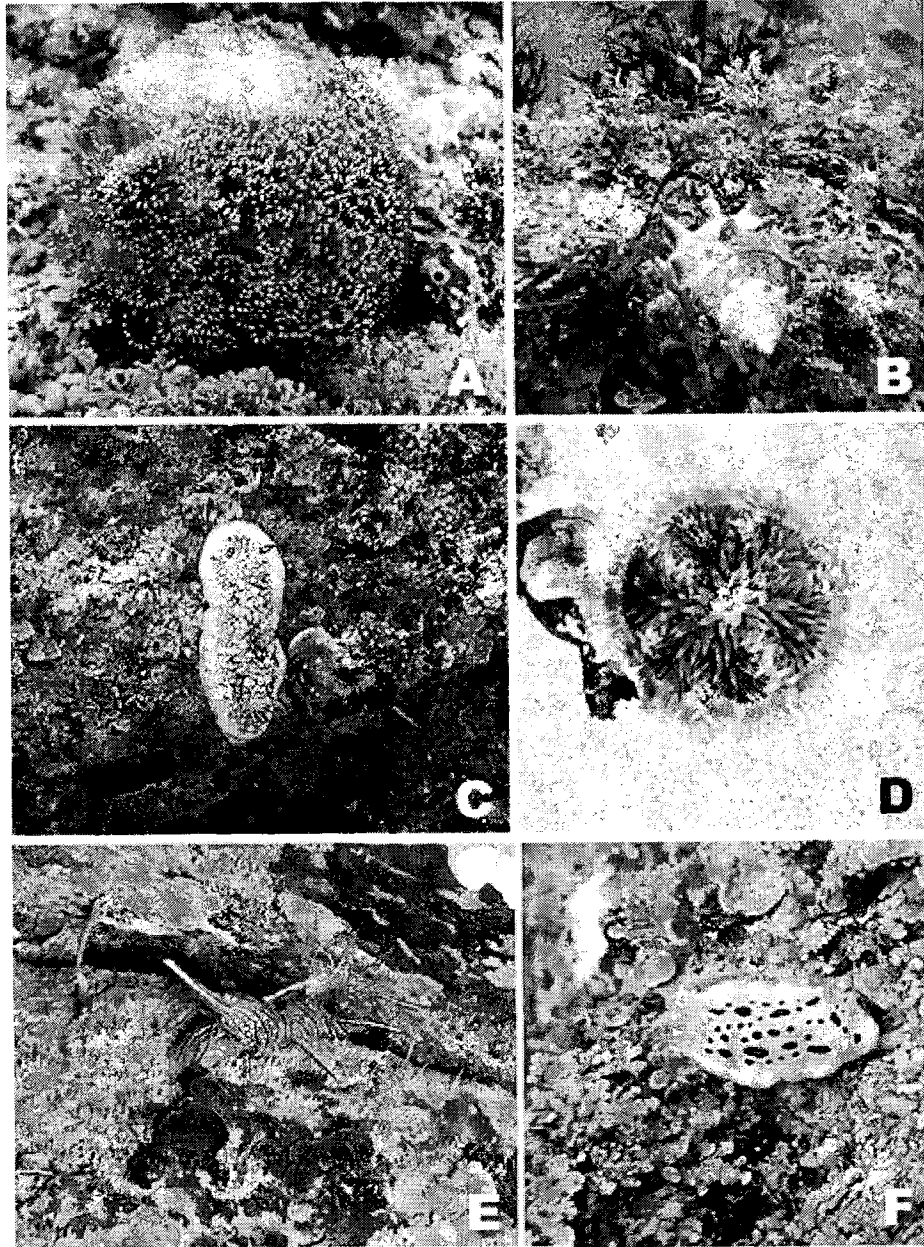
부록 1-2-5. 조사지역에서 채집된 대표적인 저서동물 중 해면동물류. A: 굽은나선별해면, B: 보라이쁜이해면, C: 황록해변해면, D: 회색해변해면

Appendix 1-2-5. Sponges collected from the sampling area. A: *Spirastrella insignis*, B: *Callyspongia confoederata*, C: *Halichodria oshoro*, D: *Halichodria panicea*.



부록 1-2-6. 조사지역에서 채집된 극피동물류. A: 보라성게, B: 분홍성게, C: 빨강불가사리, D: 뱀거미불가사리, E: 갯갯고사리, F: 긴팔불가사리
 Appendix 1-2-6. Echinoderm collected from the sampling area.

A: *Anthocidaris crassispina*, B: *Pseudocentrotus depressus*,
 C: *Certonardoa semiregularis*, D: *Ophiarachnella gorgonia*,
 E: *Comansus japonica*, F: *Ophidiaster cribrarius*



부록 1-2-7. 조사지역에서 채집된 저서동물류. A: 거품돌산호, B: 소라,

C: 망사갯민승달팽이, D: 말미잘류, E: 꼬덕새우, F: 흰갯민승달팽이

Appendix 1-2-7. Representative benthic animals collected from the sampling area

A: *Alveopora japonica*, B: *Batilus cornutus*, C: *Chromodoris tinctoria*,

D: anemone, E: *Rhynchocinetes uritai*, F: *Chromodoris orientalis*

여 백

제 2 장 어장조성

제 1 절 해저지형

1. 서 론

바다목장화 조성을 위한 선행연구 및 후속관리를 위해서는 어장조성시설 타당성 검토를 비롯해서 대상해역의 저서생태, 생물생산력, 해수순환, 부유물이동, 해저퇴적물 및 해수의 오염원과 그 이동경로 파악, 어장조성 전후 해양환경변화 등 다중 환경요소에 대한 정밀한 조사와 장기적인 예측지수를 개발하는 것이 필요하다. 대부분의 해양환경요소는 해저지형을 매개로 변화하며 환경요소의 변화양상을 측정, 분석 혹은 예측 모델링을 위해서는 일차적 전제가 해저지형 자료일 것이다. 해저지형의 중요성은 어장 조성전에 모든 어장의 설계와 배치에서 뿐만 아니라 해양에서 필연적으로 수반되는 해저의 변형에 대한 어장조건의 변화를 모니터링하는 데도 매우 중요한 요소로 작용할 것이다. 수심에 따라 시설어초의 공법이 다를 수 있고(해양수산부, 국립수산과학원, 2002), 해저지형의 형태나 수심별로 어종이나 해조류의 분포도 다를 수 있으며(해양수산부, 2002), 해저지형에 따라 해수의 유동 양상이 바뀌고, 해수의 온도변화에도 영향을 줄 수 있다. 따라서 해저지형자료는 바다목장 조성이나 사후관리 및 환경변화 모니터링에서 모두 중요하며 바다목장해역에서 정밀한 해저지형자료 구축과 맵핑을 통하여 그 변화를 지속적으로 모니터링하고 해양환경 변화양상을 정확히 파악할 수 있어야 한다. 더불어 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다. 그러므로 가능한한 해저지형 자료는 보다 정밀하게 구축하고 맵핑하는 것이 필요하며 더불어 디지털 자료구축을 통하여 다른 환경요소와의 통합활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다(해양수산부, 2003, 2004).

본 연구는 해저지형자료가 갖는 이와 같은 중요성을 인식하고 바다목장화 조성에 유용하게 활용될 수 있도록 북제주 바다목장 해역(그림 2-1-1)에 대한 지질·지구물리 해양 조사를 수행, 정밀 수심지형을 비롯한 해저면 음향영상(Side Scan Sonar Imagery), 해저면 퇴적물 및 퇴적층 분포, 해저면 장애물, 인공어초 및 암반 분포 등 해저면 실태를 파악하여 바다목장 개발에 필요한 기초 자료 제공하는 데 목적이 있다.

제주도는 화산활동으로 만들어진 섬으로 고유한 지질구조와 독자적인 지리지역을 형성하고 있다. 북제주해역 바다목장 부지가 위치한 한경면은 북제주군의 서부 끝에 위치하고 있다. 지질은 화산 현무암지대로 퇴적암층과 현무암, 조면질 안산암, 조면암 등의 화산암류와 기생화산에서 분출한 화산쇄설암 등으로 구성되어 있으며 지표는 화산회로 덮여 있다. 따라서 대부분

의 해안이 흑갈색이며 화산쇄설암 지역이다. 해안은 암석해안으로 비교적 단조롭지만 기암절벽과 조개가루 및 규조류로 이루어진 사빈이 발달해 있어 해수욕장으로 사랑을 받고 있다 (해양수산부, 2004).

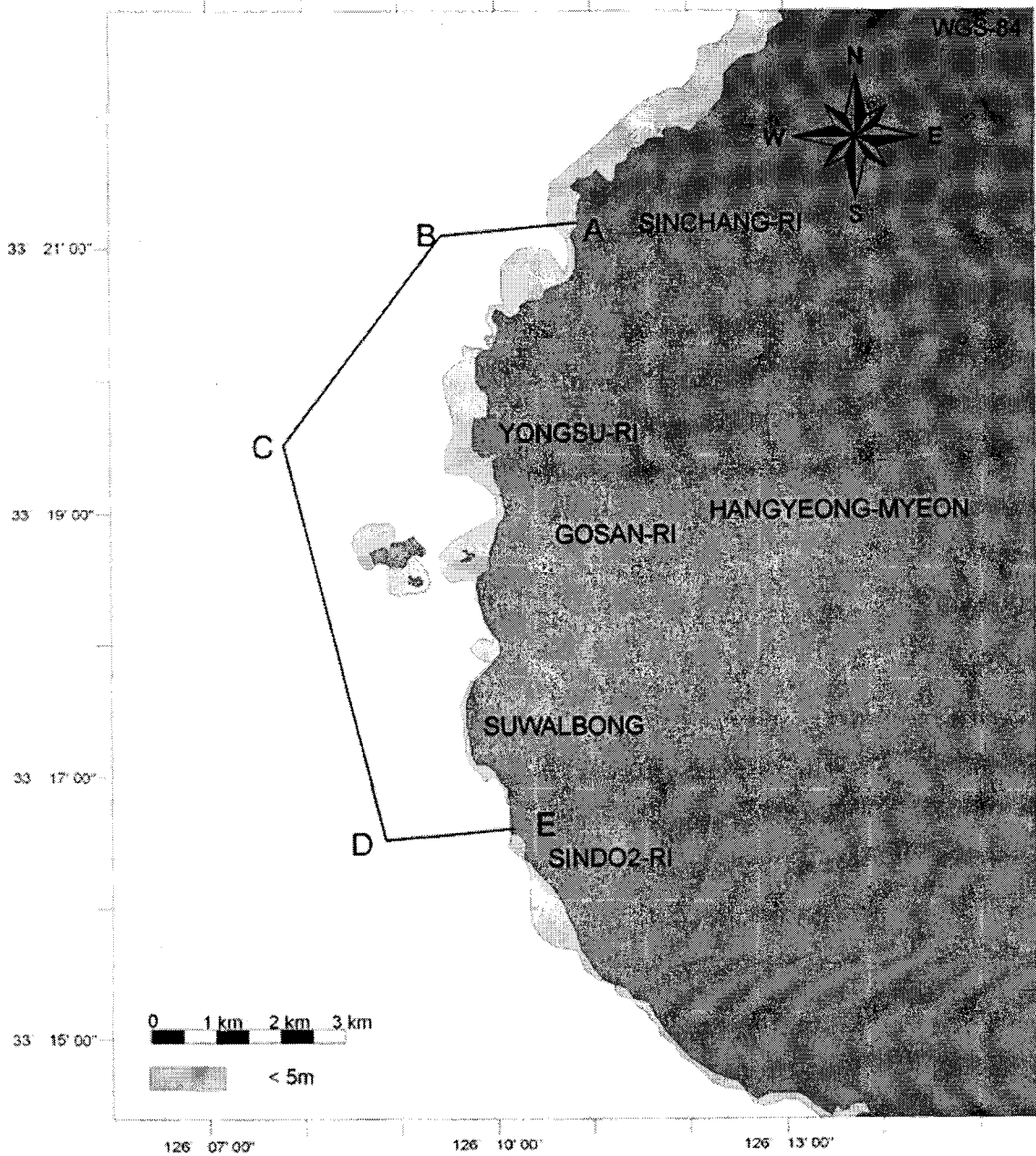


그림 2-1-1. 북제주 바다 목장화 해역도.

Fig. 2-1-1. Location map of the Buk-jeju marine ranching site.

2. 재료 및 방법

가. 현장조사

2004년도 조사구역은 북제주 바다목장 예정지의 북쪽지역이며 약 4.0km×2.5km내에서 50m 간격의 조사예정라인을 설계하고 해저면 및 해저면 하부의 지층 기록에 따라 100m 간격의 조사라인에 대하여 총4개 라인의 현장조사를 2004년 12월 20일에서 12월 30일과 2005년 01월 04일에서 01월 14일 두 차례 수행하였다(그림 2-1-2). 특히, 해저면 음향영상탐사(Side Scan Sonar)와 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 150% 이상의 탐사자료를 획득하였다.

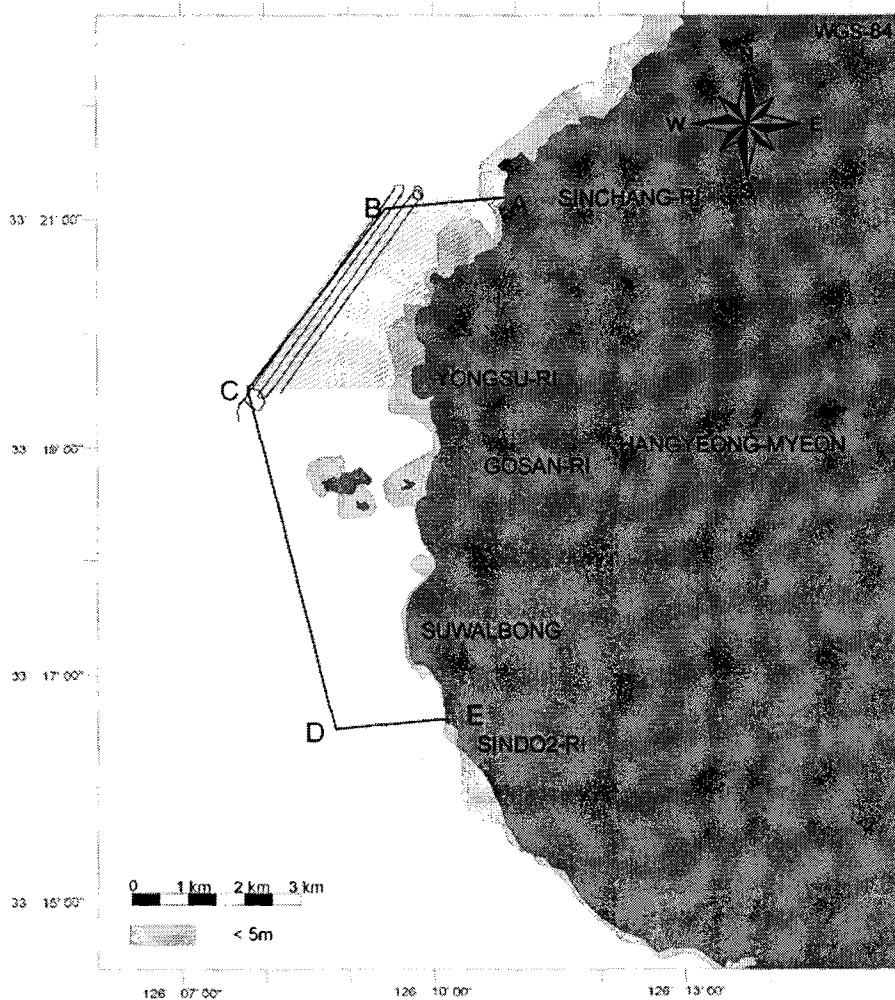


그림 2-1-2. 조사지역의 항적도.

Fig. 2-1-2. Track lines of geophysical survey.

나. 조사방법

(1) 조사선의 DGPS 운영

현장조사에 투입된 조사선(수용호, 고산소재)의 위치운영은 DGPS (Differential Global Positioning System) 위성 측위시스템을 기본으로 해양수산부에서 운영중인 연안의 마라도 육상기지국(N36°06.8' / E126°16.3' Bessel 타원체)의 보정신호를 이용한 DGPS 측위체제로 위치보정을 하였다(그림 2-1-3), 현장에서의 획득된 위치 정보는 WGS-84 위성타원체로 운영하였다. 현재까지(2004년 12월)의 연안 DGPS 기지국 운영 제원현황은 표 2-1-1과 같다.

조사선에서의 위치 운영 시스템(HawkEye98, 해양연구원)은 매초 간격으로 항적을 표시하고 예정된 조사라인을 모니터상에 나타내며, 획득된 위치정보는 하드디스크에 시간을 기준으로 한 파일이름으로 수록된다. 또한 위치정보는 매초 간격으로 주요 관련 정보(시간, 위치정보 및 수심정보 등)를 조사선에서 동시에 운영하고 있는 탐사장비(지층탐사기, 해저면 탐사기, 멀티빔 음향측심기 등)로 전송되어 시간동조가 이루어지며, 모든 시간은 DGPS 측위 장비로 부터의 시간을 기준으로 한다.

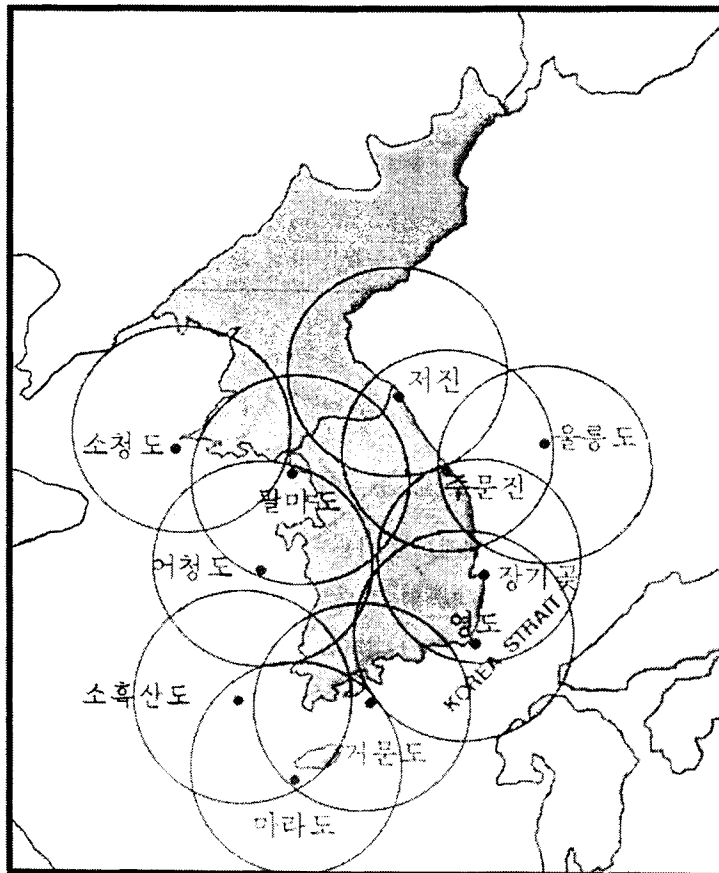


그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 분포 및 범위.

Fig. 2-1-3. DGPS sites and coverage area in Korea.

표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양

Table 2-1-1. General information of DGPS reference stations

Reference Station	Position (N/E)	Call Sign	Frequency (kHz)	Radio Pattern	Power (W)	Range (mile)
Palmido	37°21.3 126°30.8	PM	313	2K10W9W	300	100
Eochongdo	36°07.3 125°58.2	EC	295	2K10W9W	300	100
Marado	33°06.8 126°16.3	MR	290	2K10W9W	300	100
Keomundo	34°00.2 127°19.5	KM	287	2K10W9W	300	100
Youngdo	35°02.9 129°05.6	CY	300	2K10W9W	300	50
Changgigot	36°04.5 129°34.3	CG	310	2K10W9W	300	100
Chumunjin	37°53.7 129°50.2	CM	295	2K10W9W	300	100
Euleungdo	37°29.3 130°55.2	UL	319	2K10W9W	300	100

(2) 해저수심지형조사

지층탐사(Sub-Bottom Profiling) 및 단빔(Single Beam Echo Sounding)에 의한 수심지형조사는 계획된 예정 측선에 따라 자료 획득 조사가 수행되었으나, 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 100% 이상의 탐사자료 획득을 위하여 50~100m 간격의 조사라인을 설정하여 현장조사가 수행되었다.

수심지형조사는 천해용 위상차를 이용한 멀티빔 음향측심기(SUBmetrix 2000 series; SEA)와 단빔음향측심기(DE-179; Raytheon)를 이용 하였다. 멀티빔 음향측심기의 경우 상하 두개의 송신기에서 발생된 음파신호가 해저면에서 반사되어 돌아오는 두개 신호의 각각의 위상차(좌현 및 우현)를 이용하여 해저면의 수심지형정보를 2,000개 이상 획득할 수 있다. 특히 DGPS에 의한 위치정보와 시간이 일치된(동조) 조사선의 운동에 따른 뒤틀립을 보정(motion correction) 정보를 이용한 기하학적인 해저면의 수심지형정보를 획득하는 천해용 멀티빔 음향측심기로 분류된다. 본 장비의 가장 큰 특징은 이용하는 선박의 조건에 따라 선수 혹은 현측에 장착하여 운영할 수 있으며, 넓은 지역을 단기간의 조사로 정밀한 수심자료를 획득할 수 있다.

조사선 현측에 장착된 단빔 음향측심기 획득자료는 현장에서 동시에 획득되는 멀티빔 자료의 중앙 수심 자료로 이용되며, 자료처리시의 추가 보정 자료로 활용된다. 각 음파장비의 관측에 앞서 음속보정처리를 위한 수중 음속을 수직음속측정기(SVP)를 이용하여

직접 관측하며, 모든 음파 이용 장비의 수층에서의 음속값으로 이용하여 보정하였다. 멀티빔 음향측심에 사용된 기기의 구성과 일반제원은 그림 2-1-4와 표 2-1-2와 같다.

조석 현상에 의한 조위 보정은 현장조사 기간에 맞추어 고산리 죽도 조위 자료를 이용하였다. 조사구역 전체에 대한 보정은 보정대상 값의 위치에 따라 거리별 그리고 시간별에 따른 상대 조위를 산출하여 보정하였다(그림 2-1-5).

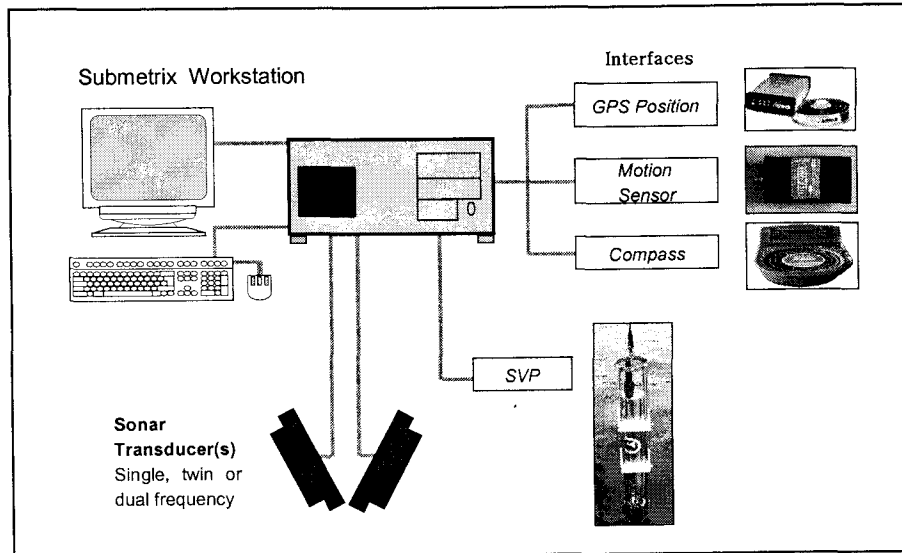


그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도.

Fig. 2-1-4. System configuration of multi-beam echo sounder.

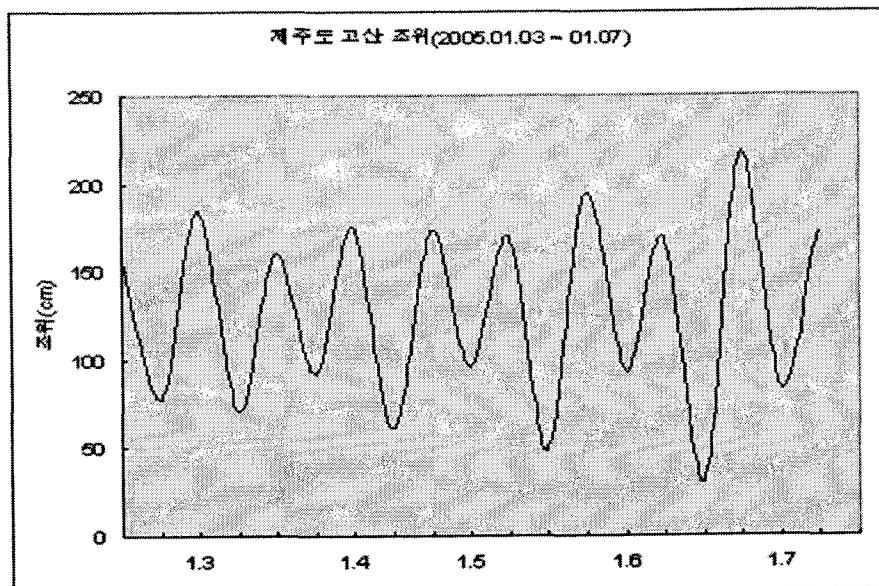


그림 2-1-5. 조사기간 동안의 관측 조위.

Fig. 2-1-5. Tide height observation during the survey period.

표 2-1-2. SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양

Table 2-1-2. General specifications of multibeam echo sounder system (SUBmetrix 2000)

	모 델	제 원
Sensor	SUBmetrix - 2000	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Frequency : 117 kHz ▶ Min/Max Depth : 2~300m ▶ Error rate : Depth < 10cm ▶ # of Beams : > 2,000
Acquisition	Swath Plus	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acquisition of 2000+ ▶ Interface with Navigation, Motion reference unit and gyro ▶ Real time display of data/quality ▶ Data saving and pre-post processing
Motion/ Gyro Sensor	- Octane	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Roll/Pitch/Heave ▶ Gyro Heading
Sound Velocity	- T150	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Observation of sound velocity interface with SwathPlus

(3) 해저면 조사

Side Scan Sonar를 이용하는 해저면 조사방법은 수심이나 해저지층조사와 같이 수직 단면을 조사하여 해저지형이나 해저면 하부의 지층구조를 조사하는 방법과는 달리 해저면을 평면적으로 조사하여 마치 항공사진을 촬영하듯이 해저면의 형태를 표현하게 된다(그림 2-1-6). 해저면 측면주사 음향영상 탐사장비는 실내운영시스템(ondeck system)과 수중예인센서(tow-fish) 그리고 예인신호케이블(towing signal cable) 및 이를 운영하는 윈치 시스템으로 구성되어 있다. GeoAcoustics사(영국)의 송수신 모듈(transceiver, SS981)은 운영·수록 시스템(acquisition unit, TEI Isis Sonar), 2중 주파수 예인센서(dual frequency towfish, 159D), 그리고 케브라 신호케이블(kevlar signal cable, 300m)이 현장조사에 투입되었으며, 보조 장비로서 예인 센서의 수중깊이(해수면에서 센서까지의 깊이) 관측용 수압센서(RMD수심계)와 윈치(signal cable winch)가 사용되었다(표 2-1-3). 해저면조사의 자료 획득은 좌우현 각 75m 씩 총 150m 해저면 폭에 대하여 조사가 수행되었다. 따라서 계획된 탐사측선간의 자료는 충분히 겹치게(overlapping) 되어 조서구역 전체 해저면의 음향영상 자료를 획득할 수 있으며 모자익 도면화 할 수 있다.

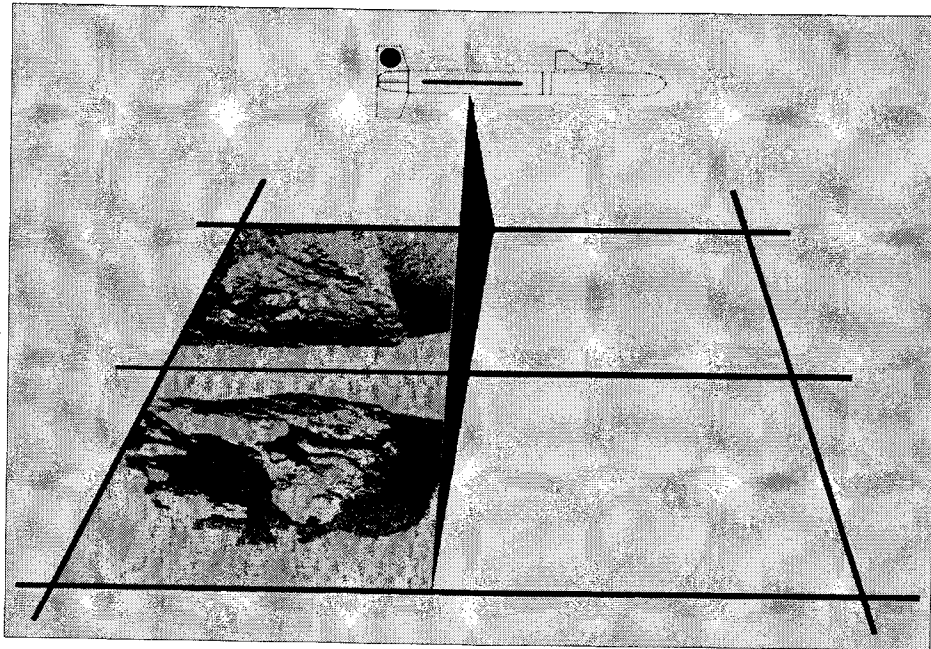


그림 2-1-6. 사이드 스캔 소나 조사 개념도.

Fig. 2-1-6. Schematic illustration of side scan sonar survey.

표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양

Table 2-1-3. Specification of side scan sonar system

Equipment	Model	Manufacturer	Function
Dual Frequency Side Scan Sonar	SS941	GeoAcoustics	Transceiver
	TEI Isis	TritonElics	Data acquisition & processing
	159D	GeoAcoustics	Transceiver

(4) 해저지층탐사

천부지층조사를 위한 지층탐사에 사용된 장비는 Chirp sonar 시스템인 Z-TAM(한국, 소나테크(주))이 사용되었다. Chirp 시스템의 경우 본 조사에서는 음파의 위상(phase)과 진폭이 일정한 비율로 변조된 주파수변조방식(FM 타입)의 복합주파수(2~9kHz) 음원을 사용하고 있다.

지층탐사장비는 음파를 발신하고 수신하는 수중 예인체와 조사선의 실내에 설치하여 운영하는 신호제어부로 구분된다. 수중 예인체는 조사선 측면이나 후미에서 예인되며 내부에는 음파를 발신하는 변환기(Transducer)와 반사되어 돌아오는 신호를 수신하는 음향

수신기 (Hydrophone)가 각각 별도로 내장되어 있다. 신호 제어부는 음파에너지를 충전하여 일정한 시간간격으로 발신·수신하는 신호제어장치(Transceiver)와 지층탐사 신호를 계수화 처리하여 출력하는 전용컴퓨터로 구성된다. 일차적으로 음향수신기에서 수신되는 지층탐사 신호가 신호제어장치를 통해 전용컴퓨터에 전달되면, 내장되어 있는 디지털 신호처리기(Digital Signal Processor, DSP)에 의해 매칭필터(Matching Filter) 과정을 거치면서 해저퇴적층의 특성이 가장 잘 표현되는 탐사신호로 재구성된다. 부속장비로 연결되어 있는 컴퓨터모니터에서 지층단면을 확인하면서 동시에 기록계에 연속적인 지층의 단면자료를 표시하게 되며, 내장된 하드디스크에 디지털 자료를 수록하게 된다.

지층탐사는 단빔 수심측량, 멀티빔 수심측량 및 해저면 조사와 동시에 수행 되었다. 음파발신 간격은 초당 4회씩으로 고정, 디지털 자료가 획득되었고 음원인 수중예인 센서는 조사선 선수로부터 약 2.0m의 깊이에서 예인되었다. 그래픽기록지의 지층단면 기록단위는 시간 길이가 아니고 미터단위로 표시되고 있다. 이것은 실제의 지층투과 깊이를 의미하는 것은 아니며 단지 해저퇴적층의 음속을 1,500m/sec 로 수층과 동일하게 간주한 결과이다. 수층보다 해저퇴적층의 음속이 빠른 것이 일반적이므로 실제의 퇴적층 두께는 기록지에 나타난 것 보다 깊게 해석하여야 한다.

3. 결과 및 토의

가. 수심지형분포

본 조사구역의 해저지형은 서쪽 북부에서 60m 정도의 최대수심이 나타나고 북부지역이 남부지역보다 깊은 수심분포를 보인다. 전반적인 해저지형의 경향은 그림 2-1-7과 같다. 북부지역에서는 연안에서 약 1.0km 부근지역에서 급경사를 이루며 60m 정도까지 깊어지고 남부지역은 40m 이내의 완만한 수심분포를 보이고 있다.

나. 퇴적층 분포

제주도는 화산활동으로 생성된 화산섬이며 화산현무암지대로 해안은 암석해안을 이루며 매우 단조롭다. 본 조사구역도 전형적인 암반해안으로 연안에서 연장된 돌출암반과 상대적으로 지형적 저지인 지역에 조립질의 얇은 퇴적층이 아주 얇게 피복되어 있다. 해저지층기록에서 기록이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는 조사지역의 남부지역에 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 수심이 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 지역적으로 저지인 북부지역에서도 거의 퇴적층이 보이지 않고 자갈모래질퇴적물이 노출암반 상부와 사이에 지역적으로 아주 얇게 퇴적되어 있다. 그림 2-1-8는 조사지역내의 해저지층기록들의 위치를 보여주고 있으며 각 해저지층기록별로 해석기록을 그림에 나타냈다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 자갈모래질퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다(그림 2-1-9, line-05).

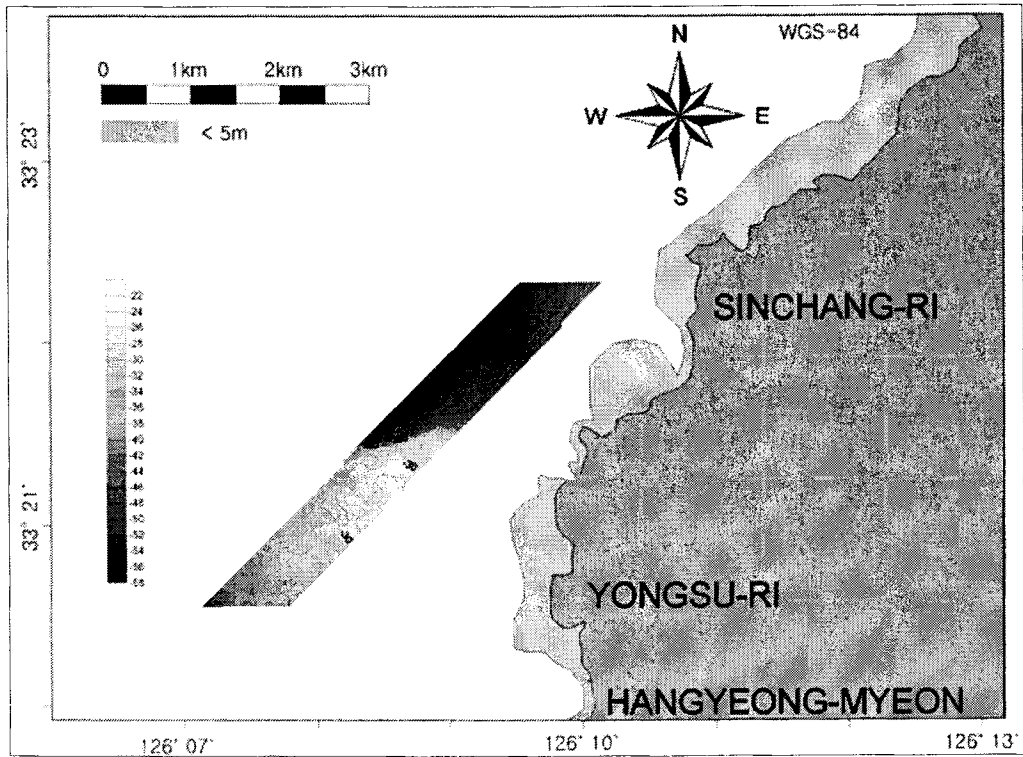


그림 2-1-7. 조사지역의 등수심도.

Fig. 2-1-7. Bathymetry contour map of survey area.

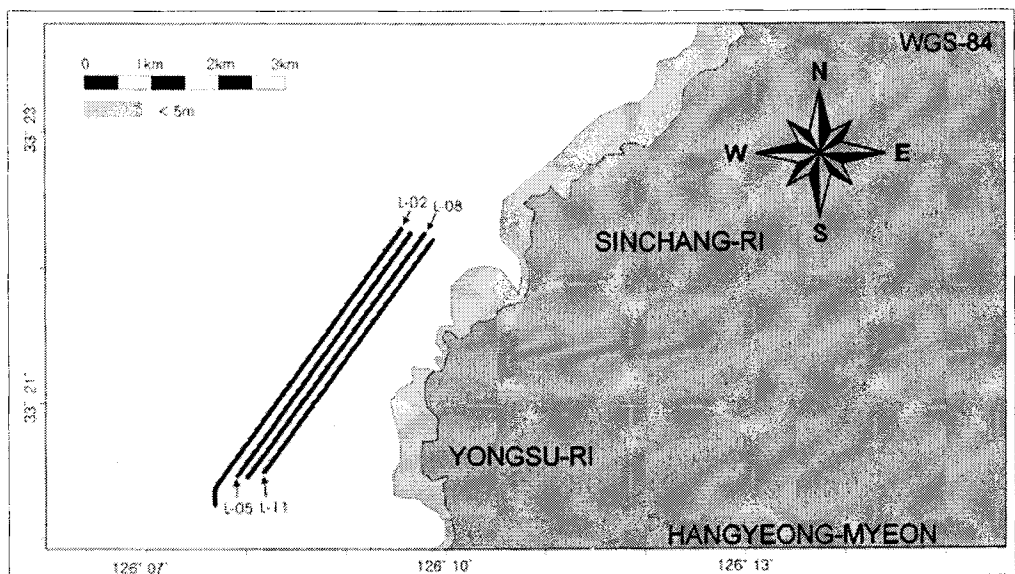


그림 2-1-8. 조사지역의 해저지층 기록 항적도. 숫자는 해저지층기록 번호 표시.

Fig. 2-1-8. Track lines of subbottom profile. Letters identify locations of subbottom profiles.

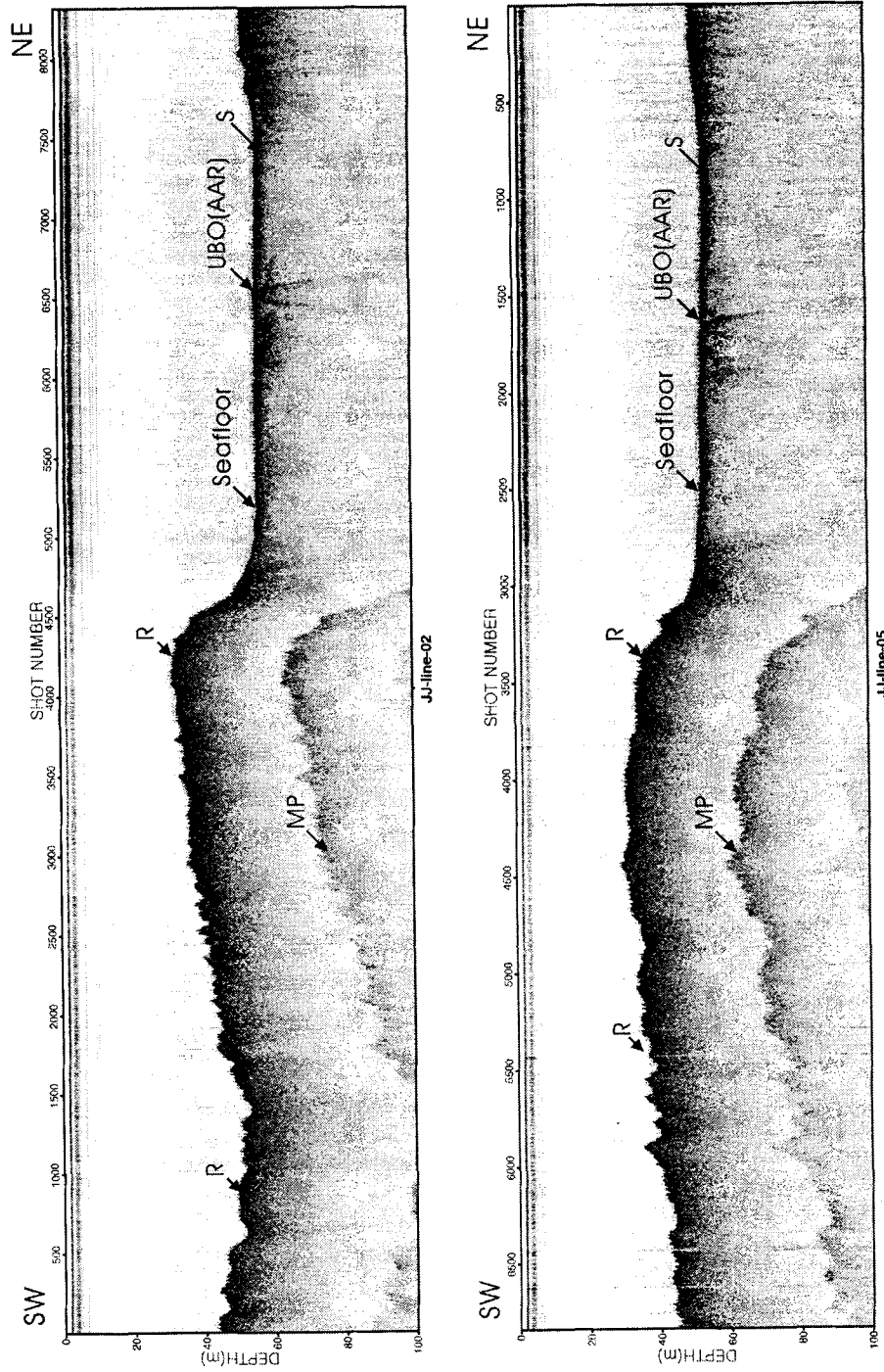


그림 2-1-9. 해저지층 기록(line 02, line 05). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뽕질모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-1-9. Subbottom profile(line 02, line 05). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

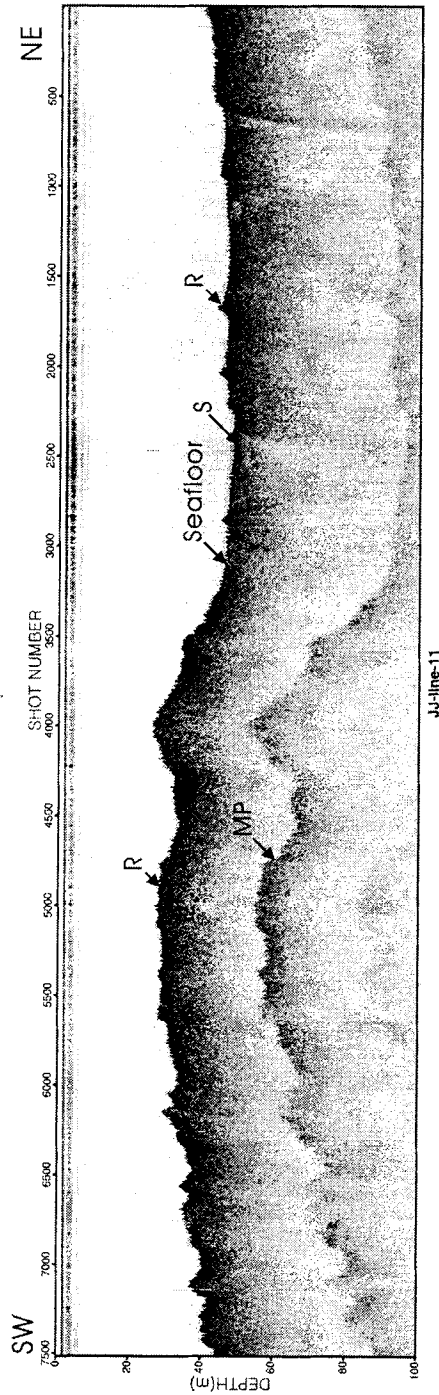
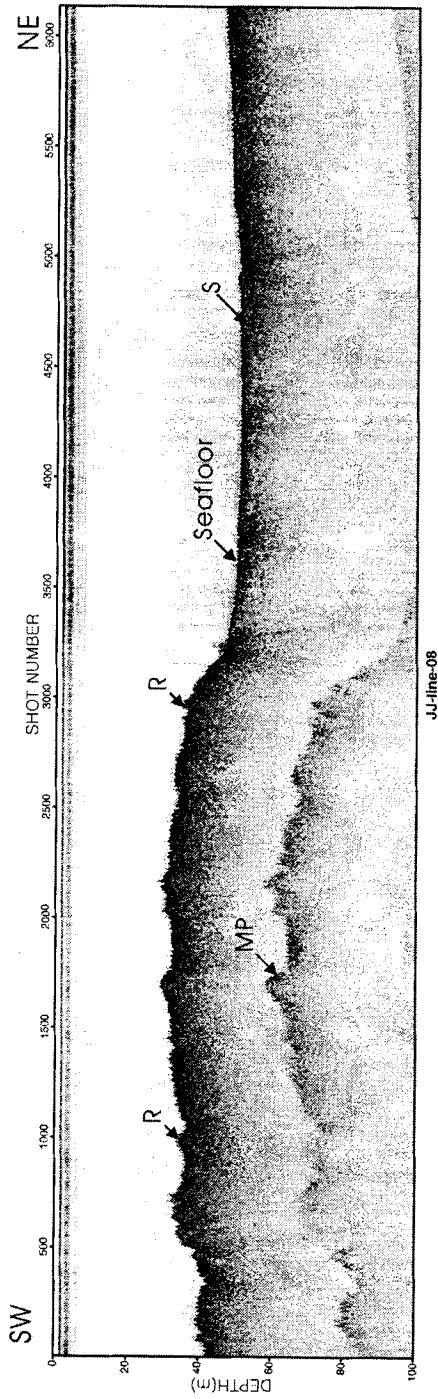


그림 2-1-10. 해저지층 기록(line 08, line 11). 기록위치 그림 참조. R, 돌출암반; mS, 뿔질모래퇴적물; S, 모래질퇴적물; UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

Fig. 2-2-10. Subbottom profile(line 08, line 11). see fig. for location R, rock; mS, muddy Sand; S, Sand; UBO, unidentified bottom object; AAR, artificial reef; MP, multiple reflector.

다. 해저면 음향영상 분포

(1) 자료처리

수중 예인센서는 예인케이블과 연결되어 윈치를 지나 운용·수록 시스템(본체)과 연결되며, 연구선의 선미로부터 일정한 거리를 두고 예인되며 해저면의 음향영상정보를 획득한다. 따라서 획득된 해저면 탐사기록의 위치는 연구선 DGPS 위치와 편차가 발생하게 된다. 특히 해저면의 이상물체나 인위적 구조물 등을 탐색해야 하는 경, 정확한 위치와 그 형태를 제시하기 위하여 수중 예인센서의 새로운 위치결정이 반드시 필요하다. 수중 예인센서의 정확한 위치결정이 우선적으로 선행되지 않으면 실제의 해저영상 모자이크 결과도면상의 위치 오차를 포함하게 된다. 연구선의 조사 항적도와 음향자료를 기하학적인 처리방법으로 적용되는 기존의 연구결과(과학기술처, 1993; 김성렬 외, 1997, 2003)를 이용하여, 수중 예인센서의 절대 위치를 결정하였다.

경사거리(slant range)란 수중 예인센서(tow-fish)에서 해저면까지의 측면거리를 의미한다. 수심측량이나 지층탐사의 경우에는 음파가 수직 상하로 왕복주행 하는 시간 및 음속에 의해서 결정되지만, 해저면 탐사에서는 측면방향으로 음파가 퍼져 나가기 때문에 해저면까지의 거리는 사선으로 경사져 있고, 그 경사거리가 증가할수록 해저면과 이루는 경사각은 점차적으로 감소한다. 따라서 현장기록의 왜곡현상은 수중 예인센서에서 먼 쪽(far-range) 보다는 직하부에서 더 심하게 나타나게 되며, 해저면에 나타난 실제 형태와는 다소 차이가 있다는 점을 감안할 필요가 있다.

해저면 탐사자료는 시간에 따라 변하는 시계열(time series) 자료이지만, 경사거리가 보정된 후에는 거리 개념의 자료(distance series)로 그 성질이 바뀌게 된다. 수중 예인센서의 바로 하부의 수직 방향 보다는 측면 방향으로 멀어질수록 자료간의 거리간격이 점점 좁아지는 형태로 공간적인 분포 배열이 달라지기 때문이다. 따라서 경사거리를 보정한 것은, 수중 예인센서에서 직하부까지의 수층 효과를 제거한 후에 음파가 왕복 주행한 시간 길이를 수평거리로 환산하는 자료처리를 의미한다.

Side scan sonar 음파 형태는 수중 예인센서의 진행방향에 대하여 수직단면으로 부채꼴 모양이므로 음파가 양쪽 측면에 대하여 해저면을 주사(scanning)해 나가는 목표 해저면의 주사면(insonification area)은 긴 띠 모양의 사다리꼴 형태가 된다. 이 띠모양의 주사면은 여러 개의 단위 주사역(foot-print area)으로 구성된다(Clay and Medwin, 1977). 이들 각각의 모양과 크기를 Malinverno et al.(1990)이 제안한 방법으로 계산한 다음, 수중 예인센서의 절대위치에서 좌현과 우현 방향으로 단위조사역의 각각 위치에 순차적으로 음향강도 값을 투영(mapping)함으로써 해저면 음향영상 결과도면이 제작된다. 그러나 단위 주사역의 개별적인 위치가 계산되더라도 이들의 크기가 일정하지 않고 펼침 형태(swath pattern)로 분포하기 때문에, 해상도를 고려한 격자자료(grid data)로 재구성하여 통계 처리된 대표값을 모자이크 처리기법에 적용한다(한국해양연구소, 1994, 1995).

결과 도면은 세계측지계(World Geodetic System, WGS-84) 좌표로 작성하였다. 경위도 좌표계를 사용하면 격자간격이 일정하지 않기 때문에 WGS-84 좌표계를 UTM 직각좌표계로 환산하여 사용한 후 필요에 따른 좌표 변환을 실시하여 최종 자료화 한 후 이를 도면화한다.

(2)모자이크 해저영상

일반적으로 해저면탐사 영상도면은 흑백농암으로 표현하며, 짙은 검정 색일수록 단단하거나 입자가 굵은 매질에 해당되며, 옅은 색일수록 부드럽고, 입자가 가는 매질을 의미한다. 따라서 어둡게 나타나는 부분은 대부분이 노출암반이거나 자갈질 모래이며, 밝은 부분은 가는 모래 또는 뽕질 퇴적물로 해석하게 된다. 조사지역의 영상도를 전체를 하나의 도면(그림 2-1-11)으로 도시하였다.

조사지역의 해저면 음향영상은 전 지역이 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 것이 특징이다. 해저음향영상에서 짙고 기복이 보이는 돌출암반이 분포하는 남쪽지역과 상대적으로 옅은 색을 띠는 북쪽지역으로 크게 구분할 수 있다(그림 2-1-12). 그림 2-1-13은 조사 라인 02번을 따라서 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층을 비교한 것이다. 불규칙한 영상을 보이는 남부지역과 비교적 옅고 요철이 보이지 않는 북부지역이 잘 일치함을 보여주고 있다. 특히, 북부지역의 경우도 해저음향영상 반사강도가 매우 크게 나타나고 이는 암반위에 아주 얇게 퇴적되어 있음을 보여준다.

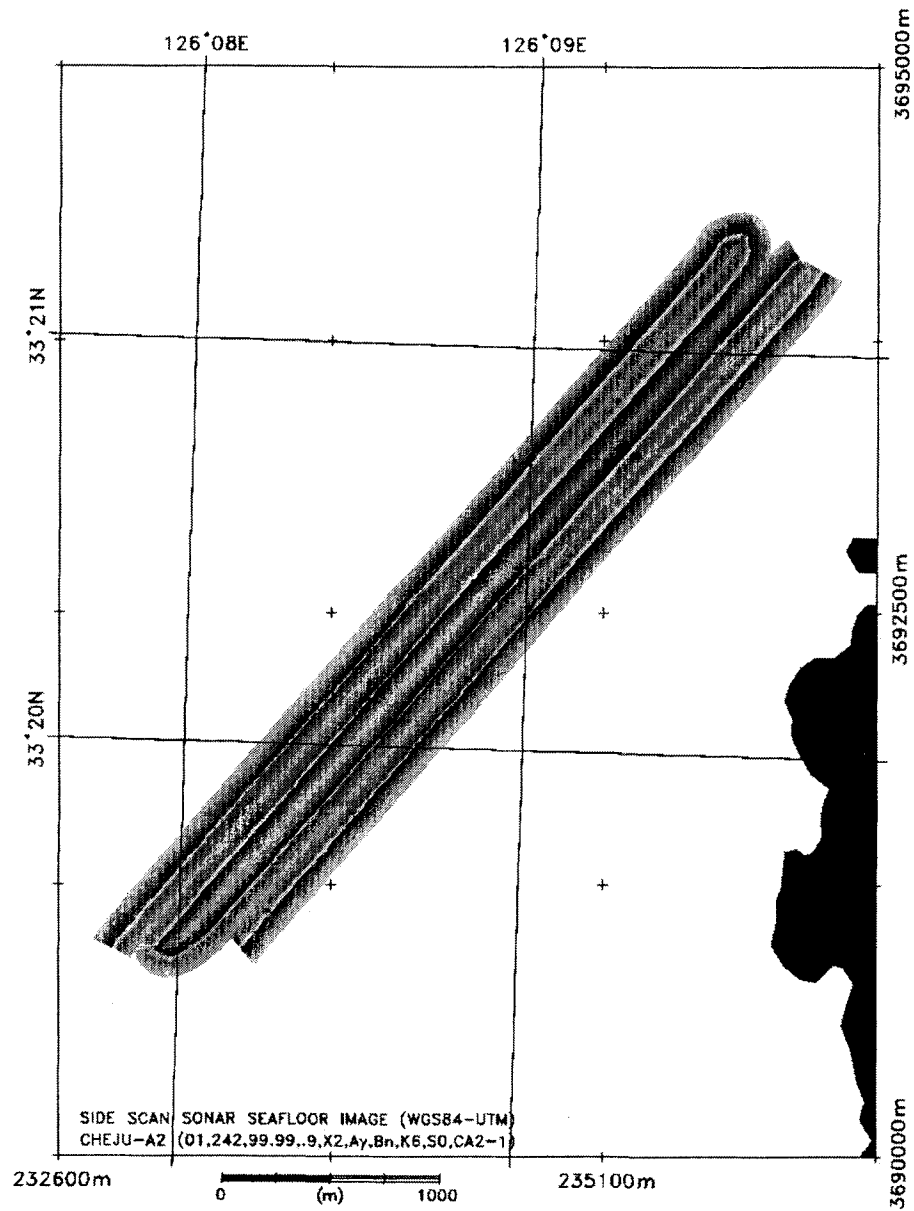


그림 2-1-11. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과.
 Fig. 2-1-11. Seafloor Side Scan Sonar mosaic result of survey area.

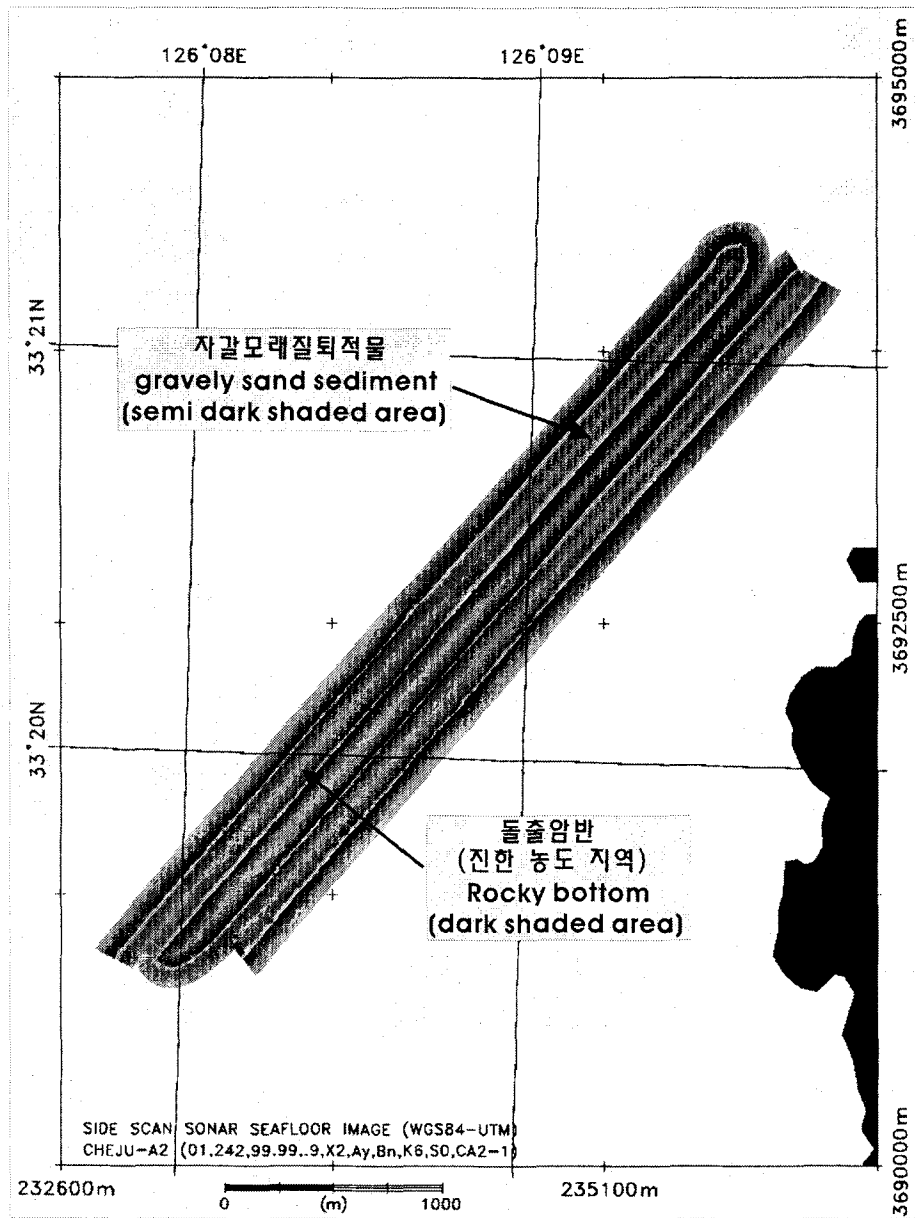


그림 2-1-12. 조사지역의 Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과 해석.

Fig. 2-1-12. An illustration of Side Scan Sonar mosaic result of survey area

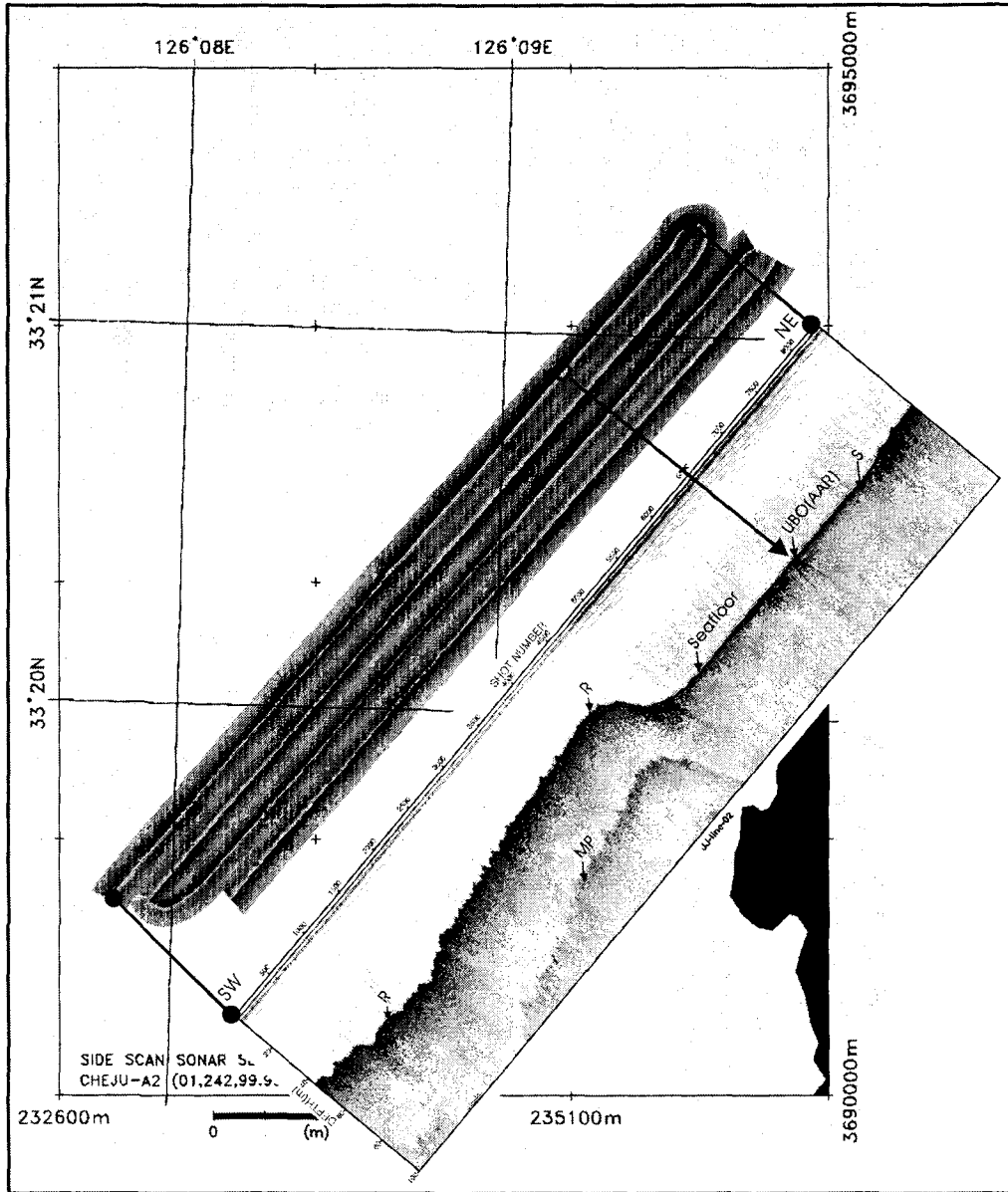


그림 2-1-13. Side Scan Sonar 모자이크 해저영상 결과와 해저지층기록(Line-02) 비교
 Fig. 2-1-13. Comparison of Side Scan Sonar mosaic result and Subbottom profile
 across line 02.

제 2 절 인공어초

1. 서 론

바다목장이란 고도의 관리수단을 이용해 해조장 조성이나 인공어초 시설, 어패류의 방류 등을 통해 최적의 관리상태 하에서 생산량을 극대화시키는 이른바 환경 친화적이고 자원관리형 어업생산 방식이라 할 수 있다. 바다목장의 최종목표는 수많은 어·패류와 해양생물이 공존하면서 증식을 지속해 나가는 복합형 배양관리 시스템을 구축하는 사업으로 이를 위해서는 대상 해양생물의 전 생활사를 통해 최적의 서식장소를 제공해 주어야 한다. 여기에 제공되는 한 방법으로 바다목장 해역에 적합한 인공어초의 개발과 배치기술 개발은 바다목장 사업의 중요 구성요소의 하나이다. 인공어초에 의한 어장조성 효과에 관해서는 많은 연구자들에 의해 오래 전부터 연구(小川, 1968; 川名, 1959; 柿元, 1966)되어 왔으며, 우리나라에서는 1976년 전남 여수시에 시설된 사각어초 어장에서 어획효과 조사를 시작한 이래 이후 지속적인 어초어장의 생산효과에 대한 연구(국립수산과학원; 1992, 1995)가 진행되어 왔다. 최근에 들어서는 인공어초 시설어장의 생산효과를 입증하기 위한 연구보다는 인공어초 어장의 생산성 증대를 목적으로 소재 다양화(세라믹, 슬래그, 강제 등)와 목적하는 대상 어종의 생태적 특성을 고려한 인공어초 개발에 연구역량을 집중하고 있다. 따라서 본 연구는 북제주 바다목장 조성 해역내에 기 투하된 인공어초 어장의 위치와 시설상태를 구명하여 바다목장 조성을 위한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 위치도

북제주 바다목장 해역의 인공어초 시설현황은 제주도의 자료에 의해서 정리를 하였으며, 시설위치는 시설현황을 근거를 잠수에 의해서 직접 확인하였다. 북제주 바다목장의 인공어초 시설현황은 바다목장 조성해역과 간접적인 영향을 받을 수 있는 인접해역으로 구분하여 조사하였다.

나. 시설상태

북제주 바다목장 해역의 인공어초 시설상태는 2004년 9월과 11월에 잠수에 의해서 배열상태, 어류의 위집량, 저서생물상 등을 조사하였으며, 조사의 정밀분석을 위하여 수중비디오와 사진기를 이용, 촬영하여 결과를 정리하였다.

3. 결과 및 토의

가. 위치도

북제주 바다목장 해역의 인공어초 시설지는 북제주군 한경면 고산리, 용수리, 용당리, 신창리의 4개 지선이었으며, 간접적인 영향을 미칠 수 있는 해역은 한경면 두모리, 금등리, 판포리의 3개 지선으로 나타났다(그림 2-2-1).

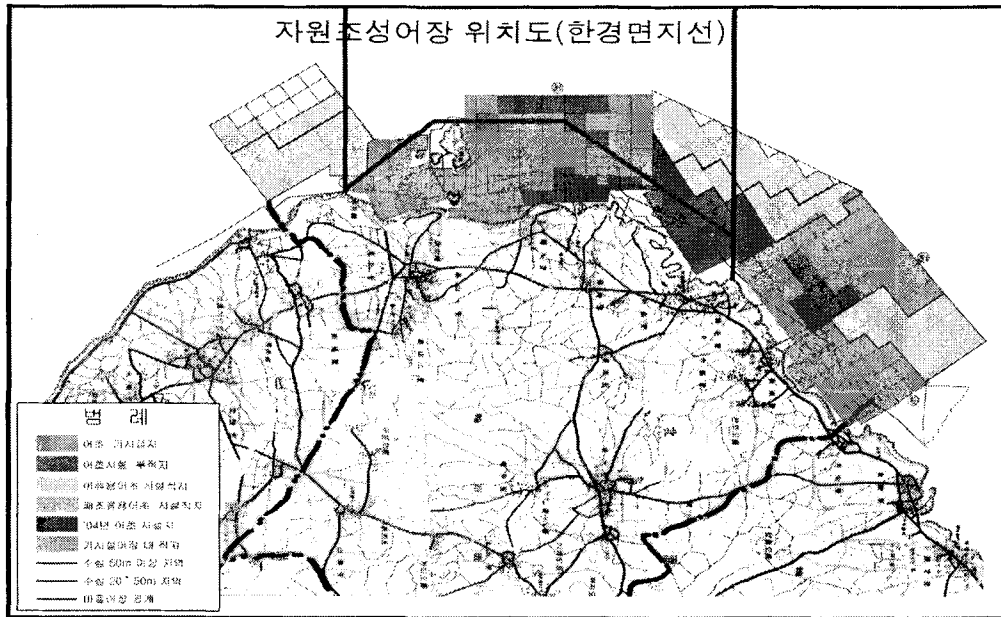


그림 2-2-1. 북제주 바다목장 해역의 인공어초 시설장소.

Fig. 2-2-1. Map showing the area of artificial reefs in Buk-jeju marine ranching area.

북제주 바다목장 해역에 시설된 인공어초는 사각어초를 포함한 7개 종류이었으며, 총면적 901ha에 10,396개가 시설되었다(표 2-2-1). 시설된 인공어초 가운데 사각어초가 516ha에 3,492개가 투하되어 가장 많이 시설되었으며, 그 다음으로 뿔삼각형, 방갈로형 순으로 시설되었다. 시험어초로 추정되는 거북이형, 십자형, 해바라기형 인공어초도 27ha가 시설되어 있었다. 강제어초는 2003년도 32ha에 2기가 시설되어 있었다.

바다목장 해역내의 인공어초 시설은 1972년부터 시작되었으나 그 후 20년 동안 시설 실적이 없었다. 1992년에 북제주군 한경면 용수리 해역에 육교형과 뿔삼각형 어초시설을 시발로 2003년도까지 지속해서 시설되었다(표 2-2-2). 각 해역별 사각어초가 가장 많이 시설된 것은 어류의 자원량을 증가시키려는 목적이 높은 것으로 추정되었으며, 뿔삼각형과 방갈로형 어초가 연안에 시설된 것은 전복, 소라 등 패류와 미역, 감태 등 해조류 자원량을 높이려는 목적으로 시설된 것으로 추정되었다.

표 2-2-1. 북제주 바다목장 해역내의 인공어초 시설현황

Table 2-2-1. The facilities of artificial reefs in Buk-jeju marine ranching area

어초종류	면적(ha)	수량(ea)	비고
사각	516	3,492	
별삼각형	214	5,085	
육교형	16	310	
방갈로형	96	1,377	
거북이형	20	80	
해바라기형	4	25	
십자형	3	25	
강제어초	32	2	
합 계	901	10,396	

북제주 바다목장 조성해역과 간접적인 영향을 미칠 수 있는 인근해역의 인공어초 시설 현황은 표 2-2-3과 같았다. 3개 지선해역에 시설된 인공어초 어장면적은 720ha에 3,350개가 시설되었다. 그 가운데 사각어초가 256ha에 1,600개, 반구형어초가 256ha에 1,734개가 시설되었다. 2000년 이후 강제어초가 192ha에 12기가 시설되어 최근 그 시설량이 증가되고 있음을 알 수 있었으며, 강선어초도 4척이 시설된 것이 파악되었다. 해역별 인공어초 시설은 특별한 어초에 한정되지 않고 여러 종류의 어초가 골고루 시설되었음을 알 수 있었다(표 2-2-4).

나. 시설상태

(1) 사각어초

바다목장 해역의 사각어초는 수심 20~35m에 시설되어 있었으며, 시야는 5~10m 정도 되었다. 저질은 모래와 자갈로 구성되어 있었다. 어초 배열상태는 해역에 따라 다르지만 보통 2~4층으로 쌓여있으며, 파손이나 매몰상태의 것은 확인되지 않았다.

인공어초 시설수심이 다른 어초에 비해 깊은 관계로 어초표면에는 감태가 우점종으로 해중립을 조성하고 있었으며, 산호말류가 70% 이상의 피도를 나타내고 있었다. 인공어초 상부에는 자리돔이 대형 군집을 이루고 있었으며, 10~20cm 정도의 돌돔 군집들도 발견할 수 있었다. 그 외에 고급어종인 자바리, 쥐치, 노래미류 등이 다양하게 서식하고 있었다.

표 2-2-2. 북제주 바다목장 해역내의 지역별 인공어초 시설현황

Table 2-2-2. The facilities of artificial reefs different from fishing villages at Buk-jeju marine ranching area

장소	시설 년도	단지	시설위치		조사위치			비고
			북위(N)	동경(E)	수심(m)	북위(N)	동경(E)	
한경면 고산리	1972	1단지						미확인
한경면 용수리	1992	1단지						미확인
		2단지						미확인
한경면 고산리	1994	1단지						미확인
		2단지						미확인
한경면 용수리		1단지						미확인
		2단지						미확인
한경면 용당리	1995	1단지			6.3	33.20.169	126.09.507	
		2단지						미확인
		3단지						미확인
한경면 용수리	1996	1단지						미확인
한경면 고산리	1997	1단지						미확인
한경면 용수리		1단지			12.8	33.19.170	126.09.874	
		2단지			9.0	33.18.993	126.10.029	
한경면 용당리		1단지			7.6	33.20.116	126.09.515	
	2단지			11.6	33.20.172	126.09.300		
한경면 용수리	1998	1단지						미확인
		2단지			8.0	33.19.503	126.09.601	
		3단지			8.5	33.18.674	126.09.610	
한경면 용당리		1단지			10.4	33.20.123	126.09.357	
한경면 고산리	1999	1단지						미확인
한경면 용수리		2단지						미확인
한경면 고산리	2000	1단지			6.5	33.18.385	126.09.990	
한경면 용수리		1단지			12	33.18.928	126.09.988	
		2단지			13	33.18.694	126.09.640	
		3단지			13	33.18.711	126.09.659	
		4단지			13	33.18.694	126.09.640	
		5단지			10	33.18.921	126.09.984	
		6단지			14.5	33.18.935	126.09.847	
7단지			13	33.18.694	126.09.640			
한경면 고산리	2001	1단지			9.0	33.18.288	126.09.797	
		2단지			9.0	33.18.271	126.09.771	
한경면 신창리		1단지			11	33.20.922	126.10.091	
		2단지			11	33.20.995	126.10.123	
한경면 고산리	2003	1단지						미확인
한경면 용당리		1단지						미확인
		2단지						미확인
한경면 신창리		1단지						미확인

표 2-2-3. 북제주 바다목장 인근해역의 인공어초 시설현황

Table 2-2-3. The facilities of artificial reefs at the approach area of Buk-jeju marine ranching area

어초종류	면적(ha)	수량(ea)	비고
사각	256	1,600	
반구형	256	1,734	
강제어초	192	12	
강선어초	16	4척	
합 계	720	3,350	

(2) 뿔삼각형어초

인공어초 시설수심은 6~15m이었으며, 한경면 용수리 해역에 시설된 것은 육지와 50m 정도의 거리에 근접되어 있었다. 수중의 시야는 7m 이상으로 수중관광에 매우 양호한 편이었다. 배열상태는 보통 2~3층으로 쌓여있으며, 일부 해역의 어초어장에서는 가장자리가 단층으로 되어 있는 곳도 있었다. 전체적으로 뿔삼각형어초는 수중에서 안정된 상태로 시설되어 있으며, 자연환경과 일치된 모습을 보여주고 있었다.

인공어초 표면에는 해조류 착생밀도가 80% 이상 되었으며, 누운칭각, 갈색그물바탕말, 감태, 톱니모자반, 큰잎모자반, 흑돌잎을 비롯한 산호말류, 뽕은뽕까막살, 참곱슬이 등이 착생하고 있었다. 어류상은 자리돔이 어초어장 상부에 위집하여 있었고, 어초어장 가장자리에는 용치놀래기, 황놀래기, 거북복, 청줄돔이 유명하고 있었으며, 어초내부를 들고나는 어종은 볼락류, 돌돔, 쥐치 등이 관찰되었다. 인공어초에 부착하고 있는 동물은 보라성게, 소라, 아무르불가사리, 방석고둥 등 패류가 다양하게 서식하고 있었다.

(3) 방갈로형어초

방갈로형어초는 차귀도와 인접한 해역에 시설되어 있었으며, 저질은 사질대로 일부 어초가 매몰상태에 있었다. 시설수심은 8~10m, 시야는 10m 이상 되었다. 인공어초 배열상태는 단층으로 편평하게 시설되어 있었다.

인공어초에는 해조류가 70% 이상 착생하고 있었으며, 그 가운데 산호말류가 50% 이상 차지하고 있었다. 감태는 어초당 4개, 톱니모자반은 어초당 1개체 정도 착생하고 있어서 해중림 조성이 매우 잘되어 있었다. 그 외에 녹조류인 갈색대마디말과 몽우리칭각이 관찰되었다. 어류는 어초주위에 노래미가 관찰되었고, 어초의 흠에는 소라가 어초당 2~6개 정도 서식하고 있었으며, 편평한 면에는 고둥류가 차지하고 있었다.

표 2-2-4. 북제주 바다목장 인근해역의 지역별 인공어초 시설현황

Table 2-2-4. The facilities of artificial reefs different from fishing villages at the approach area of Buk-jeju marine ranching area

장소	시설 년도	시설 면적 (ha)	시설량 (개)	단지	면적 (ha)	조사량 (개)	상적높이 (m)	침하깊이 (m)	어초 상태	비고
한경면 고산리	1972	17	402	1단지						미확인
한경면 용수리	1992	16	310	1단지						미확인
		16	310	2단지						미확인
한경면 고산리	1994	16	390	1단지						미확인
		67	400	2단지						미확인
한경면 용수리	1995	16	390	1단지						미확인
		80	500	2단지						미확인
한경면 용당리	1995			1단지	16	390				
		112	700	2단지						미확인
		16	90	3단지						미확인
한경면 용수리	1996	96	600	1단지						미확인
한경면 고산리	1997	32	780	1단지						미확인
한경면 용수리				1단지	48	1,170				
				2단지	48					
한경면 용당리				1단지	20	487				
				2단지	20					
한경면 용수리	1998	16	100	1단지						미확인
				2단지	26	633				
				3단지	20	80				
한경면 용당리				1단지	16	390				
한경면 고산리	1999	16	100	1단지						미확인
한경면 용수리		32	200	2단지						미확인
한경면 고산리	2000			1단지	5	120				
한경면 용수리				1단지	3	25				
				2단지	9	75				
				3단지	3	25				
				4단지	4	25				
				5단지	16	195				
				6단지	16	195				
		7단지	16	170						
한경면 고산리	2001			1단지	20	210				
			2단지	20						
한경면 신창리					1단지	32	340			
				2단지	32					
한경면 고산리	2003	64	400	1단지						미확인
한경면 용당리		32	2	1단지						미확인
		32	2	2단지						미확인
한경면 신창리		(12)	462	1단지						미확인

(4) 해바라기형어초

해바라기형 인공어초 시설장소는 차귀도의 작은 섬, 와도에 시설되어 있으며, 저질은 자갈로 조성되어 매몰됨이 없이 단층으로 편평하게 배열되어 있었다. 수심은 9~10m, 시야는 10m 이상 되었다.

인공어초 상부는 편평하여 규조류가 전면에 착생하고 있었고, 감태는 어초당 2개, 톱니모자반은 어초 2개당 1개체 정도 성장하고 있었다. 갈색대마디말이 어초당 1개체 정도 관찰되었으며, 산호말류가 어초표면의 70%를 덮고 있었다. 어류는 쥐치와 노래미가 각각 6마리와 4마리가 관찰되었고, 소라는 어초당 2~3개체 정도 서식하고 있었다.

(5) 거북이형어초

거북이형어초는 해바라기형어초와 인접하여 시설되어 있어서 2종류 모두 시험어초인 것으로 확인되었다. 인공어초 배열상태는 단층으로 편평하게 시설되어 있었으며, 어초의 복합적인 기능보다는 개별적인 기능이 우선인 것으로 제작되었다.

인공어초의 해조상은 갈색대마디말이 드물게 착생하고 있었으며, 감태와 톱니모자반이 해중립을 조성하고 있었고, 어초 표면적의 70%가 산호말류로 덮혀 있었다. 어류상은 돌돔, 쥐치, 용치놀래기, 자리돔, 흑돔 등이 관찰되었다.

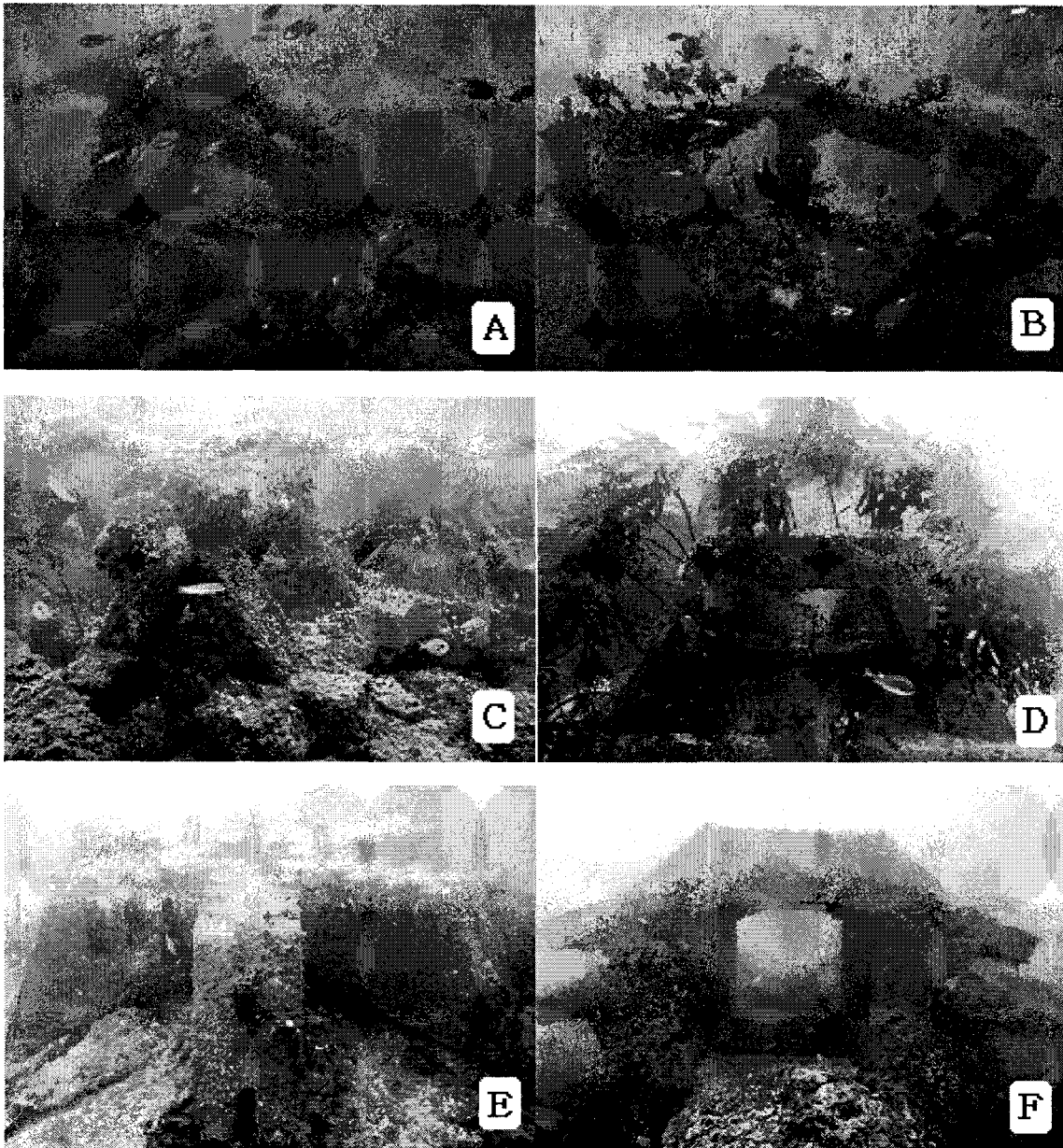


그림 2-2-2. 북제주 바다목장 해역의 인공어초 형태.

Fig. 2-2-2. The types of artificial reefs in Buk-jeju marine ranching area. A and B: square reefs, C: horn-triangle reefs, D: bangalore reefs, E: sunflower reefs, and tortoise reef.

제 3 절 요약 및 결론

가. 해저지형

본 조사구역의 해저지형은 서쪽 북부에서 60m 정도의 최대수심이 나타나고 북부지역이 남부지역보다 깊은 수심분포를 보인다. 북부지역에서는 연안에서 약 1.0km 부근지역에서 급경사를 이루며 60m 정도까지 깊어지고 남부지역은 40m 이내의 완만한 수심분포를 보이고 있다.

전형적인 암반해안으로 연안에서 연장된 돌출암반과 상대적으로 지형적 저지인 지역에 조립질의 얇은 퇴적층이 아주 얇게 피복되어 있다. 해저지층기록에서 기록이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는 조사지역의 남부지역에 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 수심이 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 지역적으로 저지인 북부지역에서도 거의 퇴적층이 보이지 않고 자갈모래질퇴적물이 노출암반 상부와 사이에 지역적으로 아주 얇게 퇴적되어 있다.

2004년도 북제주바다목장 1차년도에 조사 분석된 기초 자료는 도면 및 수치화하여 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합활용을 위한 자료로서 제공되어질 것이다. 그리고 2005년도 2차년도 수행 결과와 취합하여 해저면 종합 실태 즉, 해저면 장애물, 지형, 어장, 어초를 파악하여 바다목장의 모니터링에 필요한 해저면 기반 자료를 구축하고, 조사구역 내 신규 어초 투하적지 선정을 위한 기본 자료가 제공(평탄지, 퇴적물 물성 등)될 것이다.

나. 인공어초

제주 바다목장 해역내의 인공어초 시설지는 북제주군 한경면 해역에 4개 지선이였으며, 간접적인 영향을 미칠 수 있는 해역은 3개 지선으로 나타났다. 바다목장 해역내에 시설된 인공어초는 사각어초를 포함한 7개 종류이었으며, 총 면적 901ha에 10,396개가 시설되었다. 시설된 인공어초 가운데 사각어초가 516ha에 3,492개가 투하되어 가장 많이 시설되었으며, 그 다음으로 빨삼각형, 방갈로형 어초 순으로 시설되었다.

제주 바다목장 조성해역과 간접적인 영향을 미칠 수 있는 인근해역의 인공어초 시설 현황은 720ha에 3,350개가 시설되었다. 그 가운데 사각어초가 256ha에 1,600개, 반구형어초가 256ha에 1,734개가 시설되었다. 2000년 이후 강제어초는 192ha에 12기가 시설되어 최근 그 시설량이 증가되고 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- Clay C.S., and H. Medwin, 1977. Acoustical Oceanography: principles and applications. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, 544pp.
- Fork, R.L and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol., 27: 3-26.
- Malinverno, A, M.H. Edwards, and W.B.F. Ryan, 1990. Processing of SeaMARC swath sonar data. IEEE J. of Oceanic Eng. 15(1): 14-23.
- Mckinney, C.M. and Anderson, C.D., 1964, Measurements of backscattering of sound from the ocean bottom. J. of Acoust. Soc. Am., 36: 158-169.
- Wong, H.K. and Cesterman, W.D., 1968, Bottom backscattering near grazing incidence in shallow water. J. of Acoust. Soc. Am., 44: 1713-1733.
- 과학기술처, 1993. 해양지구물리 탐사기술개발 연구(III). BSPN 00182-602-5, 378pp.
- 김성렬 · 유홍룡 · 박건태 · 이용국 · 안충현, 1987. Side Scan Sonar 탐사자료의 영상처리와 해저면 backscattering 음향특성. 해양학회지, 22(3): 143-152.
- 김성렬 · 박건태 · 이용국 · 석봉출 · 최동립 · 한상준 · 유해수, 1997. Side Scan Sonar 해저면탐사 자료로부터 수심계산 및 Tow-Fish 위치보정의 검증. 해양연구, 19(2): 91-104.
- 김성렬 · 이용국 · 박건태 · 석봉출 · 정백훈, 2003. Side Scan Sonar 자료처리에서 수중예인체의 절대위치. 한국지구과학회지, 24(5), 467-476.
- 한국해양연구소, 1994. 천해용 105khz 해저면 탐사장비 송신 및 수신신호 제어에 관한 연구. BSPE 00416-700-5, 75pp.
- 한국해양연구소, 1995. 해저면 탐사자료의 계수화처리 및 해석기법에 관한 연구. BSPE 00472-817-5, 62pp.
- 해양수산부, 2002. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업보고서. 813pp.
- 해양수산부, 2002. 우리나라 자원 조성사업의 발전 방향 토론회. 해양수산부, 197pp.
- 해양수산부, 2004. 동·서·제주형 바다목장개발 후보지 선정을 위한 기초조사 연구용역. 314pp.

여 백

제 3 장 자원조성

제 1 절 대상종의 자원생태 특성

1. 서 론

북제주형 바다목장의 주 대상 어종에 관한 기초 생태학적 검토는 다음과 같은 종을 대상으로 하였다. 우선 고급어종으로는 돌돔, 자바리, 무척추 동물은 전복, 오분자기, 소라, 그리고 해조류로는 감태와 모자반이다. 그러나 이들 대상 종에 대한 연구는 양식 대상 종으로서 많은 연구들이 진행되어 오고 있으나 제주 지역을 중심으로 한 연안에서의 이동, 성장, 행동 등 생태적인 자료 축적은 그다지 많지 않은 실정이다.

따라서 북제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 증대를 위하여 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

북제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 자원 증대를 위한 대상생물을 고급어종, 무척추동물, 그리고 해조류를 대상으로 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였기에 그 결과를 기술한다.

3. 결과 및 토의

가. 고급어종

우리나라 서남단에 위치한 섬 제주도는 한마디로 수산자원의 종 다양성에 있어서는 보물과도 같은 지역이라고 표현하여도 부족함이 없는 해양 환경적 특성이 매우 독특한 특성을 지니고 있다. 동서로 장반경이 73km, 남북으로 단반경이 31km인 제주도는 총 해안선 253km로 우리나라 최남단의 해양성 기후를 갖고 있는 섬이다. 주변해역에는 구로시오(黑潮)로부터 분리된 난류계와 황해 저층의 영향을 받는 냉수계, 그리고 중국대륙으로부터 유입되는 담수의 영향을 받는 연안수 등이 다양한 서식 조건을 제공하는 주변 해수괴(seawater mass)를 갖고 있어 매우 복잡하고 다양한 환경적 특성을 나타내는 수역으로 구성되어 있다. 더욱 이들은 년도와 계절 등의 차이에 따라 다양한 변화 양상을 나타내고 있다(고, 1998).

제주도는 수 만년전 플라이스토세 기까지에 걸쳐 여러 차례에 활발한 화산 활동에 의하여 분출된 용암으로 만들어진 섬으로 비교적 해안선이 단조롭고 인근 해저는 대부분 수심이 150m 이내로 수중에는 암초나 굴곡이 매우 심한 지형을 갖고 있다. 특히 용암으

로 이루어진 암반대에 해조군락이 잘 발달되어 있어 자치어의 성육장은 물론이고 다양한 먹이 생물이 풍부하고 온대성 해산어류의 산란장, 섭이 생육장 그리고 월동장으로 중요한 역할을 담당하고 있다. 그리고 남쪽으로부터 흑조(黑潮)를 타고 올라오는 아열대성 어류가 많이 서식하고 있는 한마디로 어류의 보고라고 할 수 있다.

현재까지 출판된 각종 어류도감, 목록, 전문 학술지 등의 제주도 주변 해역에 출현하는 어종은 총 35목 164과 612종으로 보고 되었다(한국어류학회, 2003). 이 중에 수중사진만으로 확인된 41 종을 제외한다면 총 571종으로 한국산 어류의 절반 이상에 해당하는 다종 다양한 어류가 출현하므로 어류의 보고(寶庫)라는 표현이 타당할 것이다.

(1) 돌돔

제주도에 출현하는 경골어류 중 가장 많은 종수가 출현하는 것이 돌돔이 속해 있는 농어목으로 총 71과 337종이다.

돌돔은 학명이 *Oplegnathus fasciatus* (Temminck and Schlegel)이며 지방에 따라 시마다이(경남, 부산), 줄돔, 아홉동가리, 갯돔(제주도) 등의 이름을 가지고 있는 고급어종이다. 영명은 striped beakperch, 일본에서는 돌돔이란 뜻으로 '이시다이'라 부른다. 우리나라 전 연안에 분포하며 비교적 이동이 적은 정착성 어류에 속한다. 고기 맛이 좋아 부가가치가 높은 어종이라는 특성상 90년대에 들어와 양식기술이 확립되어 남해안 및 서해안 가두리와 축제식 양식장의 유망 품종으로 각광을 받고 있다. 그러나 아직도 종묘 생산 시 대량폐사가 빈번히 발생하고, 온수성 어종인 관계로 월동 문제, 그리고 질병 대책 등 해결해야 할 문제가 산적해 있어 안정적인 종묘 생산을 위하여 보다 많은 선결 과제를 앞두고 있는 실정이다.

돌돔의 어린 치어는 일반적으로 해수 표면에 떠다니는 유조(游藻)라 불리는 해조 아래에 모여 어린 시절을 보내다가 크기가 3~4cm 정도 성장하면 유조로부터 떨어져 나와 중층에서 무리를 지어 생활하고, 10cm에 달하면 해조류가 풍부한 암초지대에 정착하게 된다. 특히 제주도와 같은 연안에 많이 산재하여 있는 용암굴 등이 이들이 서식하기에 매우 적절한 장소로 판단된다.

돌돔은 특별히 새의 부리 모양의 강한 이빨을 갖고 있어 15cm 정도 성장하게 되면 새우나 게 등의 갑각류는 물론 성게, 소라, 전복 등 아주 딱딱한 껍질을 갖고 있는 패류도 패각을 부수어 내용물을 먹을 수 있는 강한 이빨을 가지고 있다. 그리고 성장함에 따라 체 표면에 갖고 있는 9줄의 검은 띠의 색깔이 바래 선명치 않게 된다.

생식주기가 가까워지면, 암, 수 모두 복강 내의 생식소가 비대하여지고 체강의 앞쪽까지 확대되어 체강의 대부분을 생식소가 차지하게 된다. 성숙된 암놈의 난소를 관찰하여 보면 투명한 완숙난과 미성숙 된 불투명하고 소형인 난들이 혼재하여 존재하고, 수놈의 완숙된 정소는 유백색이며 배를 압박하면 우유 빛 정액이 흘러나오는 것을 확인할 수 있

다. 산란 시기는 연령과 지역에 따라 다소 차이는 있으나 수온이 21~24℃를 유지하는 5월 하순부터 7월 초순으로 알려져 있다.

현재 돌돔은 기호도가 매우 높은 고 부가가치 어종으로 1990년대 중반부터 종묘생산 기술이 확립되어 남해안 해상 가두리와 연안 축제식 양식장, 그리고 육상 양식장에서 양식 대상 품종으로 각광을 받고 있다. 그러나 지금의 양식 상황을 짚어 볼 때 아열대성 온수성 어종으로 겨울철 수온이 하강하는 시기의 월동관리와 최근 바이러스성 질병 다발로 인하여 대량폐사가 빈번히 일어나는 현실이므로 이 문제에 대한 대책이 시급한 실정이다.

양식 생산과정에서 나타나는 돌돔의 초기 대량 폐사의 현황과 이에 따른 대책을 다음과 같이 정리하여 보았다.

< 원인 분석 >

- 부화 후 난황 흡수가 완료되면 이때부터 왕성한 섭이 행동을 보이게 되는데, 입 크기에 적합한 절절한 먹이 공급이 원활하지 않은 조건
- 이 시기에 공급되는 먹이 생물(주로 윤충)의 영양학적 물질의 구성에 문제점. 영양원의 불균형에서 발생하는 일종의 영양 결핍 현상
- 부화 20일 전후로 체색의 변화가 일어나는 변태시기의 부레 팽창에 의한 대량 폐사 현상
- 초기 먹이 생물에서 배합사료로 전환되는 시기 영양 밸런스의 붕괴에 따른 대량 폐사 등

< 대책 >

- 건강한 종묘를 생산하기 위한 생산 단계에서 우선적으로 관심을 갖고 검토하여야 할 문제점은 친어 관리 측면에서 최소한 3년 이상 인위적인 관리가 이루어진 어미를 활용하는 것이 바람직하다.
- 부화 직후 최초 먹이로 활용되는 윤충(로티퍼)은 가능한 소형 크기로 확보한다.
- 초기 원활한 먹이의 영양 균형을 유지하기 위하여 소형의 로티퍼의 영양 강화 과정을 반드시 수행한다.
- 초기 먹이 생물을 섭취 과정을 통하여 성장함에 따른 배합사료로의 전환을 가능한 빨리 수행하여 먹이 붙임의 원활한 진행을 시도한다.
- 대형 먹이 생물인 알테미아의 영양 강화도 반드시 수행하여 급이한다.
- 먹이 전환 과정(로티퍼→알테미아→배합사료)이 무리 없이 진행되도록 철저한 관리를 수행한다.
- 사육수 관리의 하나로 지속적인 자외선 살균을 실시한다.

(2) 자바리

자바리가 속해 있는 능성어류는 우리나라의 남해안과 제주도 연안에 10 여종 분포하는 것으로 알려져 있다(김과 이, 1994). 어린 미성어를 자연에서 체포하여 양식시설에서 축양하여 부가가치를 높이는 매우 고가의 어종으로 평가되고 있다. 또한 능성어류는 어류 중에서도 일반 소비자를에게 고급어종으로 인식되어 가장 기호도가 높은 고가어종으로 취급된다. 따라서 어획강도가 근자에 들어와 매우 높은 여건이 되어 자원량이 급속히 감소하는 추세에 있다. 한편 일본을 중심으로 형성되는 높은 수요에 부응하기 위하여 현재는 우리나라는 물론 동남아시아 국가들이 중심이 되어 이들의 종묘생산을 위한 번식생태에 관한 많은 연구가 현재 진행 중에 있다(황 등, 1998; 이와 히, 1998; 이 등, 1998; Duray et al., 1997; Toledu et al., 1997; Marte, 1999; Shein, 2000).

한편 연안 자원의 관리 측면에서 자바리는 제주도 연안과 일본 남부지방에 주로 서식하는 아열대성 어종으로 자성선숙형(雌性先熟型) 자웅동체어(雌雄同體魚)로 제주도 연안에서 남획으로 인한 자원 감소 현상이 뚜렷하다. 따라서 바다목장의 대상어종의 하나로 연안 자원 회복 및 종묘생산 및 양식 가능 어종으로의 전환을 위하여 성 성숙과 배란 유도, 수정란의 발생 과정, 자어의 발달 및 성장 등에 관하여 많은 노력을 집중하고 있다(황 등, 1998).

나. 무척추 동물

제주도의 특성 중에 하나인 연안 해역이 화산암 지대로 암반지역이 잘 발달되어 복족류가 자원 증대 차원에서 비교적 의미가 있는 대상 종으로 평가된다. 그리고 예전부터 전복 및 소라가 제주도의 특산품으로 인정을 받고 있다.

대상생물인 무척추동물과 해조류가 서식하게 되는 연안의 암반지대는 부착생물들의 서식처인 기질을 제공하게 된다. 이 지역 즉 딱딱한 암반으로 구성된 경질조간대(硬質潮間帶)는 기복이 심하고 조석과 파랑의 영향이 부가되어 이곳에 서식하는 생물 집단에게 다양한 서식환경을 제공하게 된다. 여기에 분포하는 생물들은 조석의 변화에 크게 영향을 받고, 파랑의 정도에 의하여 조간대의 상부 구조에도 영향을 미치는 요인이 되고 있다.

조석 간만의 차이에 의하여 연안암반지역에 구성되는 조간대는 위에서 언급한 것과 같이 제주 바다목장의 어장 조성 부분에 매우 중요한 서식지의 하나가 형성되므로 암반조간대를 수직으로 구분하여 기초 생태적인 특성을 구분하는 일반적인 개념을 다음에 소개한다(Stephenson & Stephenson, 1949).

< 암반 해안의 수직적 구분 >

- 조상대(潮上帶, supralittoral zone) : 조간대의 가장 상부에 위치한 육지에 가까운 지역. 강한 바람에 의한 물보라가 닿는 부분.

- 조간대 연변부(潮間帶 緣邊部, littoral fringe) : 이 구역의 일부분은 최대 대조 시고조선(高潮線)이 형성되어 대부분의 파도에 의한 물보라가 도달하는 지역.
- 진조간대(眞潮間帶, eulittoral zone) : 조간대의 중앙구역으로 가장 넓은 범위를 차지한다. 조석에 의하여 일정한 간격을 갖고 해수면이 상하 운동을 하는 지역이다.
- 조하대 연변부(潮下帶 緣邊部, littoral fringe): 진조간대의 하부에서부터 조하대의 가장 상부에 위치한 지역. 이 지역에서는 짧은 시간 동안 제한적인 공기 노출이 일어나며, 파도에 의한 가장 심한 해수유동이 이곳에 서식하는 생물군집에 제한요인으로 작용한다.
- 조하대(潮下帶, infralittoral zone) : 이 구역은 최저 소조시 하조선(高潮線)이 도달하는 지역을 말하며, 일반적으로 천해(천해, shallow water) 지역이 시작되는 지역을 말한다.

(1) 참전복

전복은 수산자원 중 부가가치가 매우 큰 식품 중에 하나다. 열대와 온대지역에 널리 분포하며 약 80여종으로 알려져 있고 우리나라에는 5 종, 즉 참전복(*Haliotis discus hanai*), 까막전복(*H. discus*), 시볼트전복(*H. sieboldii*), 말전복(*H. gigantea*), 그리고 오분자기(*H. diversicola aquatilis*)가 보고 되고 있다. 주로 대형 갈조류를 선호하는 어종으로 해수의 유동이 많은 암반지역의 균열 부분, 굴속, 동굴, 돌 밑 등에 서식한다. 비교적 이동성이 적고 주로 야간에 섭이 활동을 위하여 이동하는 것으로 알려져 있다. 군집성이 강하며 대황이나 감태가 번식하는 곳에 서식한다. 이런 지역에서 어획이 이루어진 후에도 일정 기간이 지나면 다시 군집이 형성됨을 보고하였다(宇野, 1967). 그리고 특히 전복의 서식지를 보면 여러 가지 형태의 지역에 분포하지만 암반 위에 서식하는 개체들이 대형인 것을 알 수 있다. 그리고 대체로 참전복과 까막전복은 특정한 곳에 모여서 군집을 이루어 살고 있는 특성을 확인할 수 있었다. 또한 서식 분포를 보면 물론 종간에는 차이가 있을 수 있지만 같은 종의 경우에 있어서도 살고 있는 위치의 분포 특성이 있다. 즉 대형 개체가 살고 있는 곳 일수록 밀도가 높고 어획 후의 회복 속도는 물론 대형개체가 차지하는 비율도 높게 나타난다는 사실이다(井上, 1973). 한편 방류 후 재 체포를 시도하여 보면 체포율의 차이가 나타나는 것은 서식지 위치에 따른 체포 용이성이 크게 작용하기 때문이다.

바다 목장의 대상생물로 선정하기 위하여 우선 먹이인 해조장의 조성이 반드시 수반되어야 할 것이다. 전복류의 경우 먹이를 섭취할 때는 치설을 사용하며 이것은 중앙치(中央齒, central tooth), 측치(側齒, lateral tooth), 연치(緣齒, marginal tooth)로 구성되어 중앙치와 측치는 매우 단단하고 날카로우며 먹이를 자르는데 사용되고, 연치는 자른 엽체를

하나로 모아 입으로 찹어 넣는 빗자루 역할을 담당한다.

산란기는 봄과 가을로 이 시기에는 얇은 곳으로 이동하여 산란하는 습성이 있다. 지금까지의 양식기술 확립에 따른 전복은 적산수온법에 근거하여 인위적인 모패의 성 성숙을 유도하고 자외선이나 간출법에 의한 자극으로 산란을 유도하여 인공 수정 후 초기 먹이 배양과 더불어 인공 종묘의 생산 방법이 확립되어 있어 자원증대 사업의 좋은 대상어종으로 평가된다.

(2) 오분자기

오분자기는 아열대성 남방 종으로 우리나라에 서식하고 있는 전복류 5 종 가운데 제주도에서만 서식하고 있는 특산종이기 때문에 대상 어종으로 검토하고 있다. 일반적으로 복족류는 경성 기질의 표면에 서식하는 해조류를 먹는 대표적인 해조식자(海藻食者, algal grazer)로 이들은 모두 치설을 이용하여 엽체를 갉아먹는다. 치설의 일반적 특징은 막 모양의 벨트에 날카로운 이빨(齒, radula tooth)이 가로로 열지어 배열되어 있다. 이 치설은 입 부분의 입구에 배열되어 있고, 평소 사용하지 않은 경우에는 치설낭에 넣어두어 입 주변이 다치지 않도록 되어 있고, 섭식을 할 때는 치설낭에서 나와 바위의 표면에 서식하는 해조류에 접촉하여 먹이를 끊도록 움직이게 된다. 이때에는 수축근(收縮筋, retractor muscle)과 신장근(伸張筋, protractor muscle)이 상호 작용하여 치설을 앞뒤로 유연성이 있는 대패처럼 움직이게 된다. 복족류는 이와 같이 독특한 도구를 가지고 섭식을 하는 대표적인 생물인 것이다. 복족류의 종류에 따라서는 동일한 치설을 활용하여 이대패류의 패각에 구멍을 내어 육질을 뜯어먹는 육식성 치설을 갖고 있는 경우도 있다.

우리나라에 서식하는 오분자기(*Haliotis diversicola aquatilis*)는 전복류에서 가장 작은 종에 해당된다. 특히 호흡공수가 6~9개이므로 일반적으로 6개 이하인 다른 종들과 쉽게 구분된다. 특히 전복류의 서식 분포를 볼 때 오분자기의 경우 가정 수심이 얇은 천해역으로 4m 이내에 분포하며, 주 산란기는 7월~8월로 알려져 있다.

기타 일반적인 생태학적 특징은 전복과 유사하다. 특히 제주도 바다목장에서는 지역적 여건을 감안하여 난류계의 전복이 대상 종으로 검토되는 것이 바람직하다. 다른 전복류와 비교할 때 난류계의 전복들이 다소 성장이 빠른 편이고, 비교적 얇은 수심 4~5 m 지역에 서식하는 어종으로 자원 관리 측면에서도 매우 용이하고, 근자에 들어와 종묘 생산이 원활하여 자원증대에 별 어려움이 없으며, 많은 소득을 창출할 수 있는 대상어종으로 평가된다. 전복의 성장은 환경이 좋은 곳에서는 패각이 얇으며, 성장이 빨라 자라는 속도가 빠르다. 특히 계절에 따른 성장 차이가 비교적 크다. 이와 같은 현상은 전복의 주요 먹이가 되는 해조류의 양에 따라 즉 섭식량의 차이에 따라 기인하는 결과로 주 산란기에는 섭식량이 매우 적고, 가을철 산란기를 지난 후부터 먹이인 해조류의 성장과 맞추어 성장하여 봄철에 절정기에 달한 후 여름과 가을을 걸쳐 성장이 늦어지는 기본적인 성장 패

턴을 유지하게 된다.

(3) 소라

대형 권패류(券貝類)로 전복 다음으로 제주도에서는 산업적으로 중요한 대상어종으로 평가된다. 식용으로서 생식소뿐만이 아니라 호소(壺燒)도 유명하고 패각은 세공의 원료로 활용된다. 예전에는 양식을 하지 않았으나 전복 양식기술이 확립된 이후에는 소라도 양식 대상종이 되고 있다. 일반적인 서식 조건이 전복과 일치하여 전복양식장은 물론 전복 양식이 어려운 소형 해조류가 많은 제주도 연안 지역에서의 사육, 관리가 가능하여 효율적인 어장 활용 측면에서도 매우 의미가 있는 어종으로 평가된다. 그러나 소라는 전복에 비하여 성장은 느리고 서식지가 쉽게 노출되는 관계로 남획의 대상이 되는 대표적인 자원으로 평가 된다.

소라류(Turbinidae)에는 약 35종이 알려져 있으나 우리나라에서 대표적인 산업적으로 알려져 있는 종이 *Turbo cornutus*이다. 이 종은 각피(殼皮)에 빨과 같은 가시가 있는 것(有棘型)과 없는 종류(無棘型)가 있는데 사는 지역의 여건이나 유전적인 요인에 의하여 나타나는 결과로 알고 있다.

복족류는 대부분 자웅이체이며, 체내수정을 한다. 그러나 전복의 경우는 최외 수정에 의하여 수정란이 만들어 진다. 만 2년이 지나면 수온이 23~24℃에서 성 성숙이 진행되어 산란하게 된다. 수정란은 한천질에 쌓여 보호를 받으며 흐름에 따라 유동하게 된다. 일반적으로 난내에서 담륜자(trochophore) 시기를 보내고 부화하여 유영생활을 시작하는 피면자(veliger) 단계를 거치며 복족이 성장하여 결국에는 바닥에 가라앉아 해저 바닥이나 기질에 정착하게 된다.

소라는 연안의 조간대 및 수심 15m 정도 깊이에서 서식처를 형성하게 되는데 어린 시절은 조간대에 살고 있는 툯(*Hijikia fusiforme*)이나 지충이(*Sargassum thunbergii*)가 서식지가 되며 성장함에 따라 깊은 곳으로 이동하게 된다. 비교적 큰 개체들은 깊은 수심에서 무리를 형성하며 살고 있지만 어린개체의 경우 연안의 얕은 곳에 흩어져 사는 경우가 많다. 이들은 살면서 먹이로는 대황, 미역, 감태 및 모자반 같은 갈조류를 주로 섭식하게 된다. 섭식활동은 해진 후 2시간 이내에 왕성하게 행하고, 약 6시간이 지나면 거의 활동을 하지 않는다. 한편 수온이 13℃ 이하로 내려가는 동절기에는 성장이 정지되는 휴지기에 들어가게 된다.

다. 해조류

제주도는 화산으로 만들어진 섬이므로 해수면과 접해있는 대부분의 해안선이 용암이 바다로 흘러들면서 식어진 화산암 지역이라는 암반의 특수성을 지니고 있어 해조류 군락이 비교적 잘 발달되어 있어 어장조성 분야에서 특별한 관심과 적절한 이용의 극대화를

염두에 두어야 바다목장 조성을 원활히 수행할 수 있는 매우 중요한 대상 생물로 판단된다.

바다 속에 조성되는 해조 군락은 생물 생산력이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 다시 말해서 바다목장 사업의 해조장 조성은 어장 환경 분야에 중요한 기반 조성 사업이나 다름없다. 즉 해조군락의 조성은 식물에 의하여 구성된 공간이나 부착기질이 작은 동물들과 부착생물에게 호적의 서식장소로 제공되고, 또한 이들을 먹이로 하는 많은 생물군집이 모여들 수 있는 여건이 조성되는 것이다. 그러므로 식물군락이 조성되면 당연히 좋은 어장이 형성될 수 있는 기반 조건을 갖춘 결과가 되고, 나아가 연안 수산자원의 유지 및 관리가 가능한 조건이 동시에 만들어 지는 결과가 된다. 뿐만 아니라 해수 중의 해조류 군락은 수질의 정화나, 기반 기질의 안정화 등 주변 어장환경 조성 측면에서도 중요한 역할을 담당하기 때문에 많은 관심을 갖게 된다.

일반적인 식물과 달리 바다 속에서 해조류의 서식과 관련하여 주변 환경과의 관계를 규명하면 왜 해조류가 일반 식물과 달리 독특한 형태와 생리적인 특성을 갖고 있는지 확인을 할 수 있다. 바다 속에 투광대 하한선까지 내려가는 바위와 같은 단단한 기질은 해조류의 적절한 서식처를 제공하게 되는 것이다. 그리고 서식처 내에서의 교란(disturbance)과 압박(stress) 정도의 차이 때문에 해조류의 분포 특성이 결정된다. 해조류 분포의 제한 요인 중에 하나인 교란이라 함은 연안의 파랑에 의한 힘이나 다른 동물 등에 의한 섭식작용으로 부분적으로나 완전히 해조류의 생물량을 제한하는 요인을 의미하며, 압박이라 함은 조석의 차이에 의한 건조 등이 성장을 제한하는 요인으로 작용되는 것을 말한다.

해조류가 빨, 모래, 자갈 등에 서식하는 것을 방해하고, 파도가 계속적으로 힘을 가하게 되어 서식을 제한하는 것은 엄청난 교란이지만, 노출되지 않는 바위 해안에서 해조류의 수직분포가 한정되는 것은 수면 위쪽에서 노출에 의한 압박과 수중의 투광대 지역 안에서 수심이 깊은 바닥 쪽에서 나타나는 낮은 광량에 기인되는 현상이다. 이러한 두 가지의 극단적인 현상 때문에 결론적으로 이들 제한요인에 의한 영향을 많이 받는 지역들 사이에 존재하는 조하대 상부는 압박과 교란의 강도가 낮아 비교적 해조류가 잘 성장할 수 있는 조건을 갖게 된다. 그러나 이 지역에서는 새로운 해조류 개체 간의 빛과, 공간에 대한 경쟁(competition)이 증가하는 현상도 수반하게 된다.

물론 이러한 연구를 위해서 현존하는 자원의 변동에 관한 기본 현황을 객관적인 정밀 분석 자료를 바탕으로 파악할 필요가 있다. 예를 들어 미국이나 캐나다의 경우는 연안 개발을 통한 해조군락의 교란 행위가 예상될 경우 주변 연안의 해중림 보호 차원에서 첨단 기법을 동원하여 이 문제를 해결하려는 시도가 다음과 같은 기본 개념을 도입하여 운용되고 있다.

● 대상해역의 지리정보 시스템(Geographical Information System) 구축

- 해조류 개체군의 분포도
- 연안역의 수심도
- 해저 지형과 경사도
- 저질분포도
- 일사량과 파고의 자료

● 장소 특이적 해조류 군락의 특성

- 해조류의 분포와 구조, 생태계 내에서의 일차 생산력
- 해중림에 의존하는 동물군집의 조성과 분포량
- 생태적 개별 자료를 장소 특이적 서식지 지형 자료로 지리정보시스템에 결합

● 해조류의 서식지 관리(장소 특이적 특성)

- 특정 해조류의 생체량 및 번식능력에 변화를 예측하기 위한 모델 구축
- 서식지에 관한 환경요인(수온 및 염분 등) 변화에 따른 모델 보정 기술
- 주요 생물 군집의 생리,생태 자료 구축
- 해조류 군집에 대한 장기 모니터링 자료 축적으로 환경 변화에 따른 모델의 feed back 체제 구축

일부 해조류들의 성장과 번식은 무성적으로 영양생식 방법에 의하지만, 대부분의 해조류는 생활사 중 세대교번을 하는 유성 생식기간을 갖고 있다. 이것은 오랜 세월 바닷속에서 생활하며 진화하는 과정에 터득한 그들만의 생존 전략이기도 하다.

더욱 바다목장 사업에서 해중림 조성이 갖는 의미는 이미 언급이 되었으나 해조군락 조성은 연안의 천해역 다시 말해서 조간대에서 20~30m 수심의 수역에 주로 형성되고, 이들이 직접적인 연안 서식 동물들의 먹이가 되는 동시에 독특한 생태계(微細環境, micro-environment)를 구성하여 많은 부착생물이 공존하게 되는 결과를 만든다.

(1) 모자반

연안해역의 대표적인 대형 해저식물 군락을 형성하는 갈조류에 속하는 모자반은 육상에 형성되는 숲에 의한 기능과 같이 바다 속에 조성된 삼림에 대표적 대상 생물로 바다목장 조성을 위하여 필수 불가결한 요인임을 다시 한번 강조하고 싶다.

연안해역의 암초 지대에서 해중림을 구성하는 모자반 군락은 우리나라 연안 수심 20 m 이내의 암초 지역에 어디서든 생육이 가능한 해조류다. 조간대에는 툿(*Hizikia fusiforme*), 지층이(*Sargassum thunbergii*)등이 있고(剛村, 1936; Kang, 1966; 齊藤, 1980), 조하대에는 잔가시모자반(*S. micracanthum*), 파배기모자반(*S. siliquastrum*), 팽생이모자반(*S. horneri*), 구슬모자반(*S. piluliferum*), 알송이모자반(*S. confusum*), 쌍발이모자반(*S. patens*) 등이 대표적으로 분포한다(大野, 1981; 梅崎·有山, 1981).

모자반류의 개체군 또는 군락에 영향을 미치는 환경 요인은 일차적으로 수온 변화와 기질의 형태(Umezaki, 1983) 등이나, 영양염 및 조석의 차 등도 복합적으로 작용하며, 또 생육 밀도에 따라서도 개체 또는 개체군의 생장에 영향을 미치게 된다. 또한 이들의 계절적 성장 변화는 수온, 영양염류, 용존산소 및 일사량 등의 수중 분포를 변동하게 하는 국소 환경을 조절하기도 한다. 따라서 서식 지역에 따른 환경 변화의 차이는 모자반류의 생장에 큰 영향을 주는 것으로 생각되어 진다. 우리나라에서는 자원조성을 위한 모자반목(Fucales)의 배양에 관한 연구(유, 1975) 등 매우 적은 수의 모자반에 생태에 관한 기초 연구가 있을 뿐이다.

특히 제주도 해역의 특성을 기초로 모자반이 갖고 있는 생태적 특성은 우선 수중의 고착 기질에서 분리된 조직들 중 기포를 갖고 있는 종들은 해수 표면에 부상하여 해류의 흐름에 따라 부유성 초기 성장단계에 속하는 여러 종류의 동물 군집의 매우 중요한 서식지를 제공하게 되어 이것을 유조(游藻, drift algae)라고 부르게 된다. 이와 같은 조건은 해조류의 성장 특성 중에 하나인 영양공급을 해수에서 직접 채 표면을 통하여 공급받을 수 있기 때문이다. 그러므로 일반 육상 식물과는 달리 저층의 화학 조성에 영향을 받지 않고 단지 해조류가 부착하여 살아가는 단순한 기질의 역할만을 행할 따름이다.

또한 모자반류의 생활사적 특성을 살펴보면, 고등식물과 유사한 포자체 세대가 없다는 사실이 다른 해조류와는 다른 점이다. 성숙한 개체는 생식기관이 접합한 웅성과 자성 생식기상(生殖器床, receptacle)이 발달하고, 그 안에서 각각의 정자와 난자가 형성된다. 성숙한 난자는 8개의 핵을 갖고 있으나 정자와 수정 후 형성된 수정핵을 제외하고 나머지 핵은 모두 퇴화하여 없어진다. 수정란은 발아하여 우선 기질에 부착하기 위한 기부에서 가근세포가 자라게 된다. 그 후 발아체는 더욱 성장하여 개체로 성장하게 된다. 모자반류에는 팽생이모자반(*Sargassum horneri*)처럼 유성생식에 의해서만 번식하는 일년생 종류와 짝잎모자반(*Sargassum hemiphyllum*)과 같이 유성생식 이외에 영양생식도 행하는 다년생 종류가 있다.

해조 군락이 형성되면 각각의 옆면이나 줄기부에 고착하여 사는 고착성 생물군과 업체 위를 기어 다니는 이동성 엽상동물 들로 구분할 수 있다. 한편 해조 군락의 바닥에 서식하는 저서동물군 등의 다양한 생물들이 모여 살수 있는 다양한 서식처가 제공된다. 이들 중 대표적인 이동성 엽상 동물 군에는 소형 갑각류인 등각류, 단각류, 저서성 요각류 등이 서식하게 되고 군소와 소형 복족류, 와충류, 선충류, 저서성 모악류 등이 모이게 된다. 이들에 관한 연구 조사 내용을 다음의 연구 사례를 통하여 생태적 특성을 검토하여 보기로 하겠다. 일본의 예를 보면 모자반 군락이 형성되면 이곳에 서식하게 되는 엽상생물에 관한 조사를 태평양 연안의 세토내해(瀬戸内海)에서 톱니모자반(*S. serratifolium*)군락에서 그물을 활용하여 엽상동물의 습중량을 정량적으로 분석한 결과(Kita & Harada, 1962) 총량이 동절기 평균 2.5kg/m² 으로 최대량을 보였고, 하절기에는 72.9g/m²이었다.

이때에 나타나는 종 조성은 소형 복족류와 갑각류에서는 꼬마새우과(Hyppolytidae), 중새우과(Palaemonidae)의 소형 새우류 등이 우점적으로 분포하였고, 이외에는 옆새우류(Gammaridae)와 바다대벌레(Caprellidae) 등이었다. 이때 해중림은 동절기부터 5월까지가 최대 현존량을 나타내며 번성하였고, 6월에 들어서 가장 적은 양이었으므로 엽상동물의 분포가 해중림의 현존량과 상관관계는 없는 것으로 확인되었다(布施, 1962). 한편, 또 다른 보고에서는 모자반류의 해조군락에 모자반을 먹이로 하는 전복과 소라, 분홍성게(*Pseudocentrotus depressus*)와 보라성게(*Anthodiaris crassispina*) 군소(*Aplysia kurodai*) 등이 많았고, 새우류와 게 유생 등도 많은 것으로 확인되며 희드라충류, 해면류, 태형동물, 그리고 불가사리 등이 출현하였다. 따라서 해조군락에 서식하는 이런 동물들은 결국 주변에 분포하는 어류들의 먹이로 활용되므로 아래와 같은 지역적 분포 특성을 나타내며 어류가 서식하는 것이 보고 되었다(八柳, 1981).

<모자반 해조군락에 분포하는 어류의 서식형태>

- 군락정주성(群落定住性) : 노래미(*Agrammus agrammus*)
조피볼락(*Sebastes schlegeli*)
가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)
- 내만정주성(内灣定住性) : 감성돔(*Acantopagurus schlegelii*)
- 내만체류성(内灣滯留性) : 전어(*Konosinis. punctatus*)
벵에돔(*Girella punctata*)
망상어(*Ditrema temmincki*)
학꽂치(*Hemirahmplus sajori*)
- 연안암초성(沿岸岩礁性) : 볼락(*Sebastes inermis*)
솜뱅이(*Sebasticus marmoratus*)
쥐노래미(*Hexagrammos otaki*)
돌돔(*Oplegnathus fasciatus*)
- 연안사니성(沿岸砂泥性) : 숭어(*Mugil cephalus*)
붕장어(*Astroconger myriaster*)
참돔(*Pagrus major*)

한편 이상과 같은 어종 이외에도 오징어류 등이 해중림 지역에 서식한다고 보고 되고 있다.

(2) 감태

갈조류 다시마목(Laminariales)에 속하는 감태(*Ecklonia cava*)는 비교적 따뜻한 수역에

서 잘 자라는 해조류로 제주도 연안에 해중림을 조성하기에 이상적인 대표적 종류이다. 감태는 고등식물에서 볼 수 있는 것과 같이 뿌리, 줄기, 잎 등의 뚜렷한 구분이 없이 직립해서 살고 있는 해조류의 구조적 특징을 대표적으로 볼 수 있어 넓고 납작한 잎모양의 엽상체(葉狀體, thallus)와 이 엽상체 하부의 경상부(莖狀部, stipe), 그리고 그 아래에 있는 기저 부착기(附着器, holdfast)로 구성되어 있다.

이들은 해양생태계의 제 일차 생산자의 역할을 수행하며, 많은 동물들에게 먹이로 직접 이용될 뿐만 아니라, 몸체는 수중 생태계의 유기질 쇄설물로 존재하며 역할을 담당한다. 한편 해수유동이 빈번히 일어나는 수중에서 고착하여 생활하기 위한 부착기는 유연성을 지니고 있는 기질의 정착 및 안정화뿐만 아니라 넓은 엽상체 부분이 부유퇴적물의 포집 작용을 수행하게 된다. 그리고 각각의 개체들이 성장하여 군락을 이루게 되면 이곳이 다른 많은 해양 동물들의 어린 시기에 성육장으로서 서식처를 제공하게 된다. 따라서 연안 생태계에서 해조 군락이 파괴 되면 해양의 생산성이 감소하게 되는 직접적인 요인이 되는 것을 충분히 예측할 수 있다.

감태는 다년생으로 제주도 및 동해안 연안에 단일종 군락을 형성하며, 때로는 감태(*Ecklonia cava*)와 곰피(*E. stolonifera*)가 혼생하는 경우도 있다.

특히 제주 연안은 타 지역에 비하여 비교적 투명도가 높은 해역으로 일반적으로 수심 20m 까지는 해조류 군락이 조성될 수 있다. 이때에 조성되는 군락은 해조류의 군집에 따라 비교적 수심에 따른 분포 양상을 확인할 수 있었다(栗原, 1988). 그 결과를 보면 일반적으로 다소 수심이 얇은 상부지역에 모자반 군락이 형성되며, 조하대 지역에서 감태의 군락이 조성되고 있음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 생태적 분포 특성은 모자반과 감태에 관한 공기 중 노출 조건에 따른 건조현상과 연계하여 상부에 서식하고 있는 모자반류와 비교적 조하대에 서식하는 감태에 관하여 뉴질랜드에서 Morton과 Miller(1973)에 의하여 확인한 결과 모자반류가 탈수현상 한가지를 비교해볼 때 감태류 보다 월등히 내성이 큰 결과를 나타내었다. 조간대에 서식하는 생물 집단이 갖는 수직분포와 물리적 현상과의 상관관계를 나타내는 일반적 현상임을 알 수 있다.

감태 등이 구성하는 해중림이 갖고 있는 생태적 특성을 간략히 정리하여 보면 다음과 같다.

- 해수유동의 제어와 해중림의 서식처 제공
- 부착생물들에게 착생 기질 제공
- 어류의 모임, 산란, 유어의 보육 및 성육장 제공
- 해중림을 구성하는 군락의 생산력 및 착생 미소 조류들의 생산력 증대
- 주변 해수 중의 질소 및 인 등의 영양염류 제거로 환경 정화 작용
- 해조류의 사멸에 따른 유기 쇄설 입자 제공

- 기초 생물 생산과 생리활성 물질의 공급 등

한편 바다의 해조류는 빛이 수중에 투과하는 범위 내에서 불활성 저층(substratum)에 잘 고정되어 있거나, 이 저층에 부착되어 있는 다른 생명체의 표피에 부착되어 서식하기도 한다. 그리고 기질에서 분리되어진 개체들이 수 표면에 무리를 이루어 살아가는데 별 지장이 없는 것도 매우 특이한 조건이기도 하다. 바로 이번 바다목장의 대상 종으로 검토되고 있는 모자반과 감태 등이 대표적인 종으로 평가된다.

그러나 바다의 해조군집은 시간과 공간의 변화에 따라 일정한 조성을 나타내는 것이 아니고 여러 가지 요인에 의하여 유동적으로 변화하기 마련이다. 바다목장 사업에서 해조장의 중요성은 여러 의미로 강조되고 있기에 분포의 규모에 변동이 있다면 그 변화 원인의 진단, 분석이 필요하고 그 변화 폭이 크다면 적절한 판단에 의거하여 정도의 심각성이나 향후 상황의 예측 등을 정확히 파악할 필요가 있다.

제 2 절 대상종의 서식 특성

1. 서 론

바다목장사업을 수행함에 있어 대상종의 서식특성과악은 사업의 첫 단계에 해당하는 필수적인 연구내용이다. 그림 3-2-1에 나타난 바와 같이 대상종의 서식특성을 파악하기 위해서는 위성자료를 통한 지형특성과 정밀해저지형조사를 통한 암반분포특성자료가 우선적으로 요구되며, 이들 자료는 연성저질 및 암반서식지의 분포특성을 파악하는데 이용된다. 서식지(기질)의 분포특성이 파악된 후, 바다목장을 실현코자 대상종으로 삼는 해조류, 무척추동물 그리고 어류 등의 수산생물의 분포특성을 이들 서식지 분포특성과 결합하여 해석할 수 있으며, 이를 통해 대상종의 서식지 구분 및 지리정보화가 가능하다. 대상종의 서식지 구분과 지리정보화는 자원을 증대시키기 위한 어장조성기술과 자원첨가 방안확립에 필요한 필수요소로 이러한 요소를 바탕으로 체계적인 바다목장이 가능할 것이다.

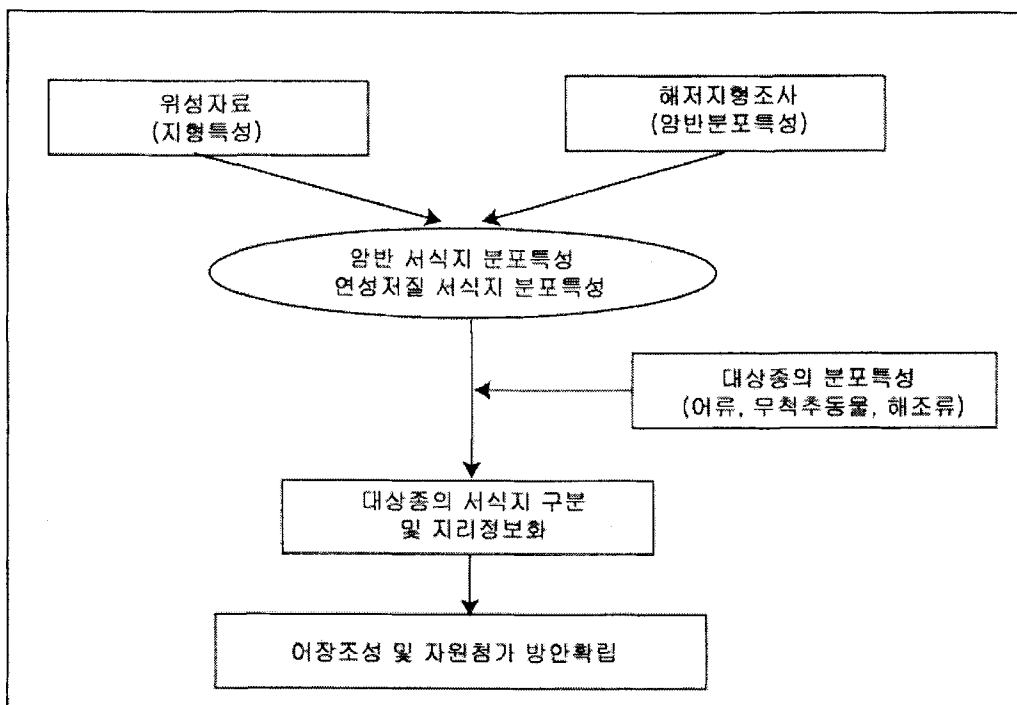


그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종의 서식특성 파악연구의 중요성을 설명하는 모식도.

Fig. 3-2-1. A flowchart describing the importance of fish habitat data projects in marine ranching.

2. 재료 및 방법

가. 북제주 바다목장해역의 지형특성

북제주 바다목장 해안선은 신창리 서단에서 고산리 수월봉 앞까지 왼쪽으로 호를 그리며 굽어 있다(그림 3-2-2). 해역의 경계는 신창리 서단에서 정서로 3.3km 떨어진 지점까지 서진한 후, 남서쪽으로 방향을 틀어 용당리 서단 3.75km 지점에서 해안까지 남서진한 후, 해안선을 따라 정남진하여 해역 남단에 위치한 수월봉에서 정서로 3.6km 외양으로 확장된다.

목장해역의 북쪽 신창리로부터 남쪽 수월봉에 이르는 해안은 경사가 완만한 바위해안이며, 반면 죽도와 차귀도는 수심이 급격히 감소하는 지형적 특성을 지니고 있다(그림 3-2-3, 3-2-4).

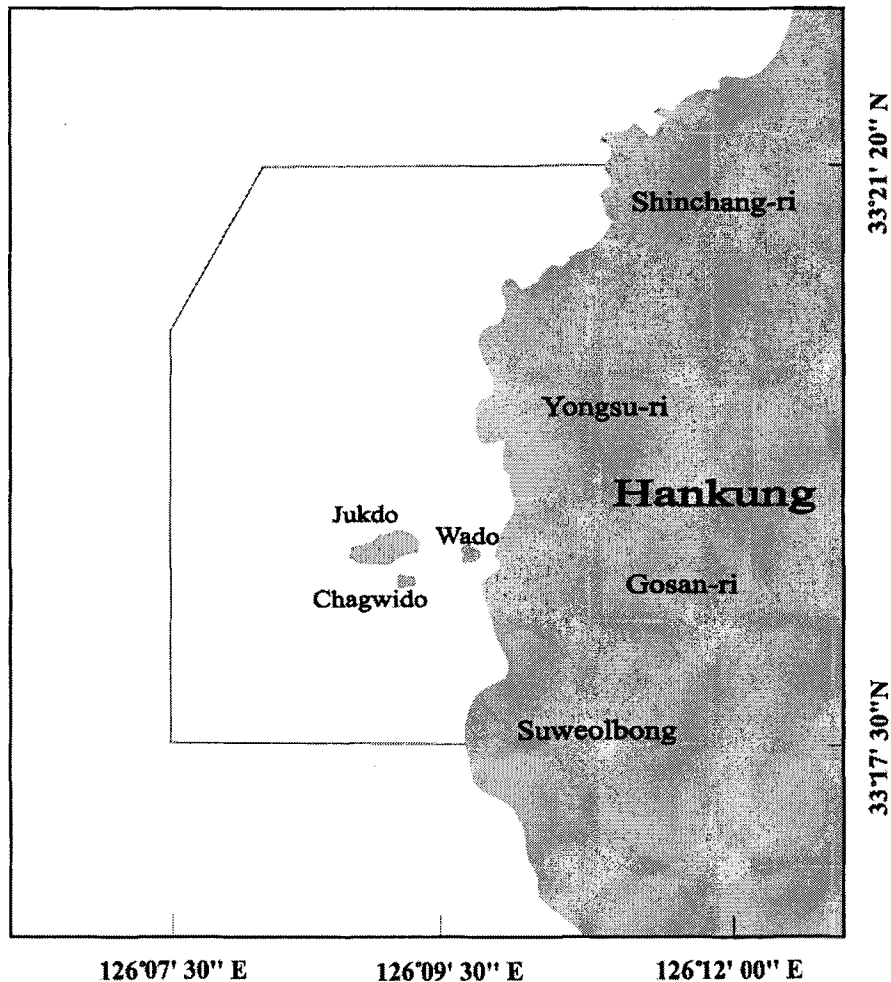


그림 3-2-2. 북제주바다목장해역의 위치도.

Fig. 3-2-2. Map showing the Buk-jeju marine ranching area.

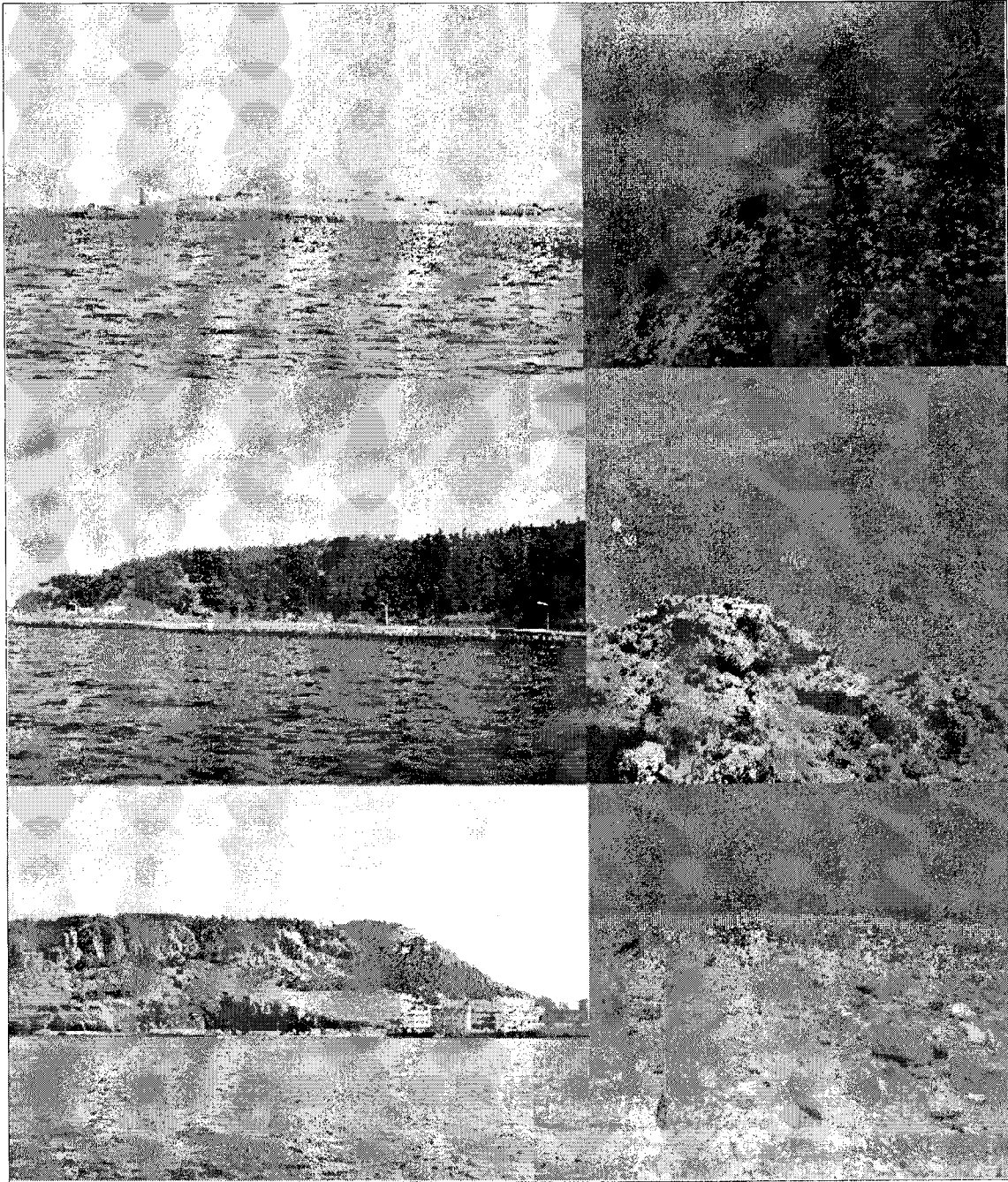


그림 3-2-3. 북제주바다목장의 해안 지형도.

Fig. 3-2-3. Topography of the coastal zone of the Buk-jeju marine ranching area

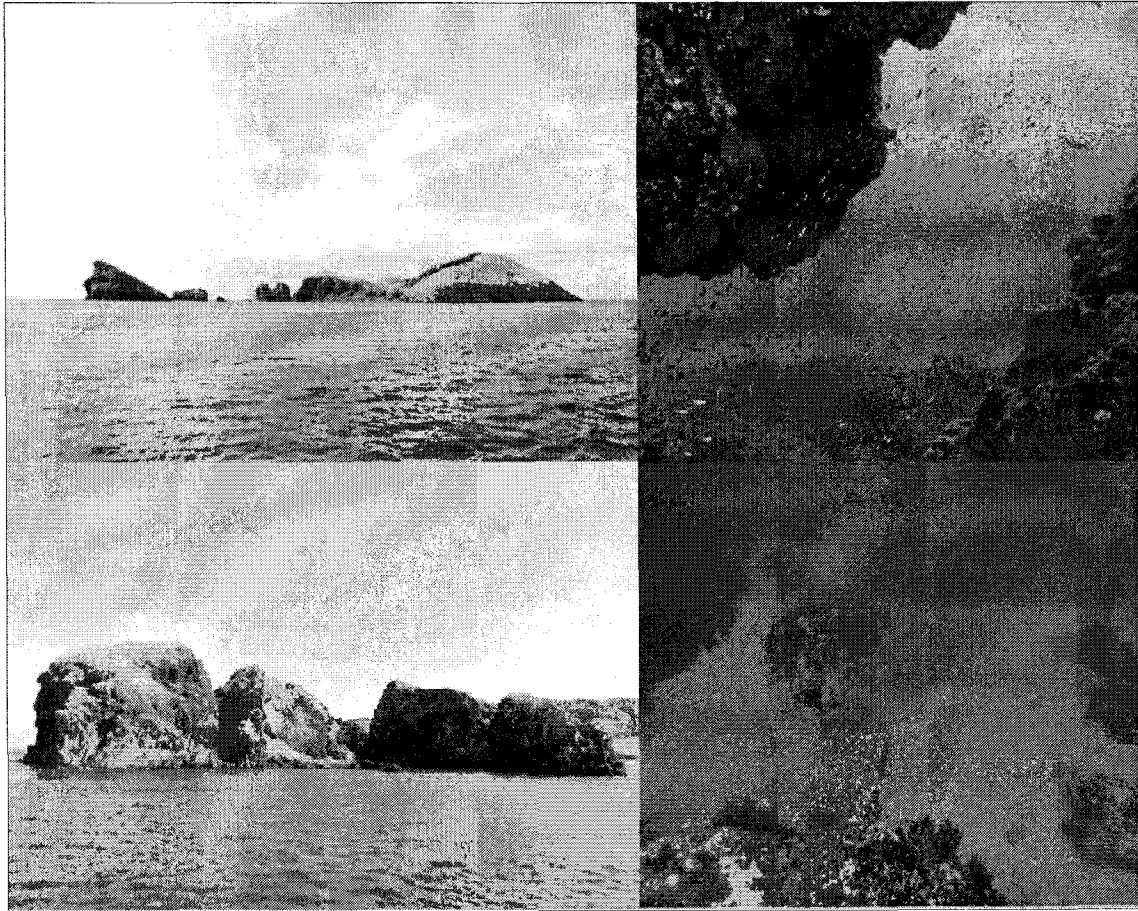


그림 3-2-4. 북제주바다목장 내 존재하는 소형 섬들의 지형도.

Fig. 3-2-4. Topography of the islets in the Buk-jeju marine ranching area.

나. 암반 및 이초에 대한 군집 특성

(1) 해조류

조하대에서 서식하는 해조류를 대상으로 군집특성을 분석하였다. 2004년 10월과 2005년 1월에 북쪽 신창리로부터 남쪽 수월봉에 이르는 해안선을 6개의 조사지점(S1-6)을 선정하였고, 차귀도와 죽도 주변에서 4개의 조사지점(S7-10)을 선정하였다(그림 3-2-5). S1-6은 기질의 경사가 완만한 곳으로 조하대 해조류 조사에서 일반적으로 적용되는 수심별 조사가 불가능하였다. 따라서 각 조사지점에서는 3개의 방형구(50×50cm)를 무작위로 설치하고, 출현하는 해조류의 피도를 측정하였다. 차귀도와 죽도주변의 S7-10에서는 수심 5m에서 20m까지 하나의 linetransect를 설치한 후 수심 5m 간격으로 한 개의 방형구(50×50cm)를 설치하고, 출현하는 해조류의 피도를 측정하였다. 조사된 피도는 방형구간 평균하여 측정치로 나타내었다.

해조류의 군집특성은 비모수통계(nonparametric methods)로 분석하였다. 입력자료는

2004년 10월과 2005년 1월에 각 조사지점에서 얻어진 종별 평균피도와 출현종의 presence/absence data로, 이 자료를 토대로 Bray and Curtis 방법에 의거한 조사지점간 유사도(similarity)를 구하였고, 유사도 matrix를 기초로 집괴분류(Cluster analysis)를 실시하였다.

(2) 저서동물

암반부착생태계 조사에서 기록된 각 해역의 주요 우점종의 분포상 자료를 통하여 서식처의 형태에 따른 저서동물군집의 차이를 정성적으로 파악하였다. 또한 정량분석을 위해서는 IMAGE PRO PLUS (v.4.5)를 이용하여 수중 촬영된 자료를 분석하여 주요종의 피도를 정량화 하여 정점간 차이를 판별하였다.

(3) 어류

어종별 서식특성은 잠수 조사시 수중에서 육안으로 관찰하였다. 각 어종의 암반 및 어초에 대한 군집 특성, 저서형별 서식 특성 및 수심별 분포 특성을 관찰 노트하였으며 비디오 촬영본이나 사진 자료를 참조하였다.

다. 저서형별 서식 특성

(1) 해조류

북제주바다목장해역에서 상업적 가치를 가지거나 또는 향후 해중림 조성을 위한 대상종으로 고려될 수 있는 대형 갈조류의 분포를 도시하였다. 입력자료는 그림 3-2-5에 나타난 10개 정점에서 2004년 10월과 2005년 1월에 각각 조사된 종별 평균 습중량(g-wet wt/0.25m²)이다.

(2) 저서동물

북제주바다목장해역에 출현하는 암반부착저서동물 중 유용생물로서의 가치를 가지는 종에 대한 분포특성 및 생물량을 추정하기 위해 2004년 12월 총 10개 정점을 대상으로 조사를 실시하였다(그림 3-2-5). 유용생물로는 전복, 소라 등 식용으로서 가치를 가지는 종과 관광자원으로서 가치가 높은 연산호 등을 대상으로 하였다.

조사해역의 지형특성을 고려하여 각 해역별로 몇 개의 서식처를 선정하여 방형구(50×50cm)를 설치한 다음, 사진촬영을 통하여 방형구내의 부착생물의 개체수 및 피도를 파악하였다.

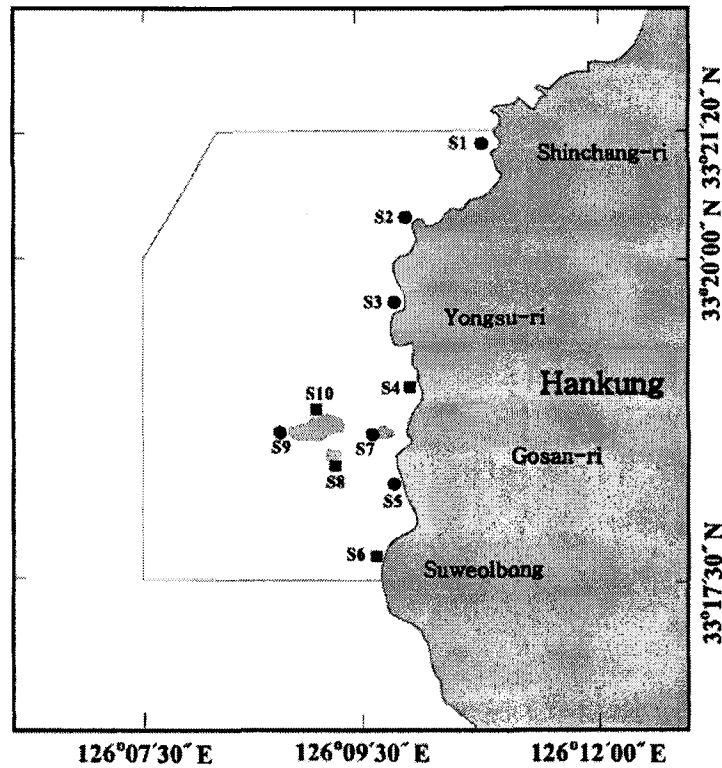


그림 3-2-5. 북제주바다목장해역의 유용저서동물 조사정점.

Fig. 3-2-5. Map showing the sampling station for benthic resources in the marine ranching area of Jeju.

3. 결과 및 토의

가. 암반 및 어초에 대한 군집 특성

(1) 해조류

2004년 10월과 2005년 1월에 조사된 해조류의 군집특성을 분석한 결과는 그림 3-2-6, 3-2-7과 같다. 두 계절 공히 종별 평균피도로 구한 조사지점간의 유사도는 출현종의 유무로 구한 유사도 보다 낮아짐을 볼 수 있으며, 이는 조사지점 간 출현하는 종은 비교적 유사하나 각 지점에서 우점하는 종의 생물량이 지점간 많은 차이가 있음을 나타내고 있다. 출현종의 유무로 구한 조사지점간 유사도는 2004년 10월보다는 2005년 1월에 더 높게 나타나, 겨울보다는 가을에 장소에 따른 군집구조의 변이가 상대적으로 큼을 알 수 있었다.

(2) 저서동물

제주바다목장해역의 10개 정점은 거품돌산호(*Alveopora japonica*), 소라(*Batillus cornutus*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*), 집게류, 해변말미잘(*Anthopleura* sp.)가 우점적으로 분포하는 수심 10m 이내의 연안 슬로프지대와 연산호 및 부채산호가 우점적으로

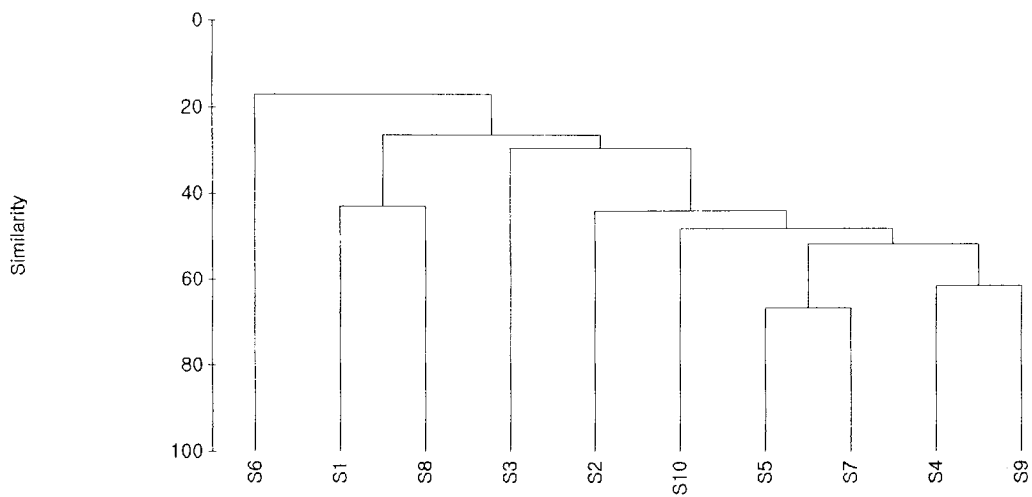
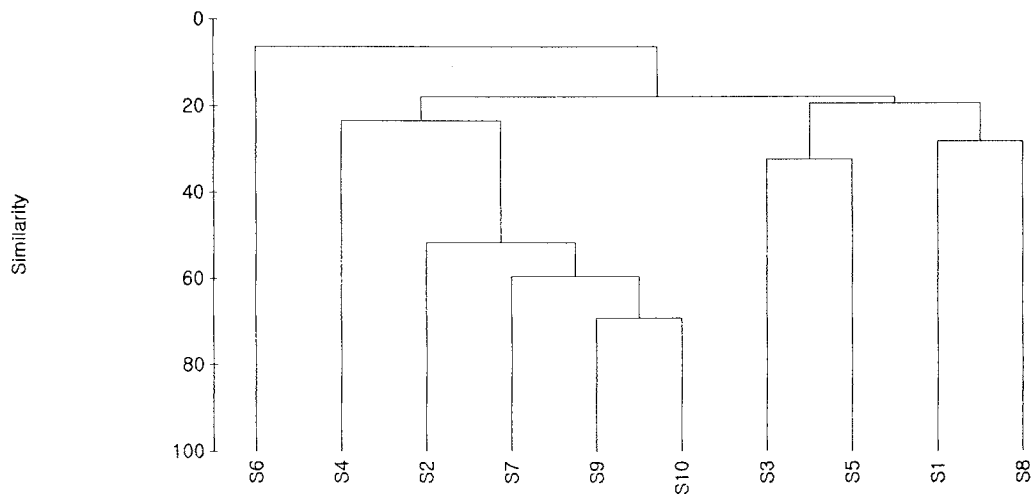


그림 3-2-6. 북제주바다목장 10개 조하대 해조류 조사지점의 유사도 (2004년 추계(10월)).

Fig. 3-2-6. Cluster analysis of the 10 subtidal seaweed sites based on bottom cover (upper panel) and presence/absence data(lower panel)(October 2004).

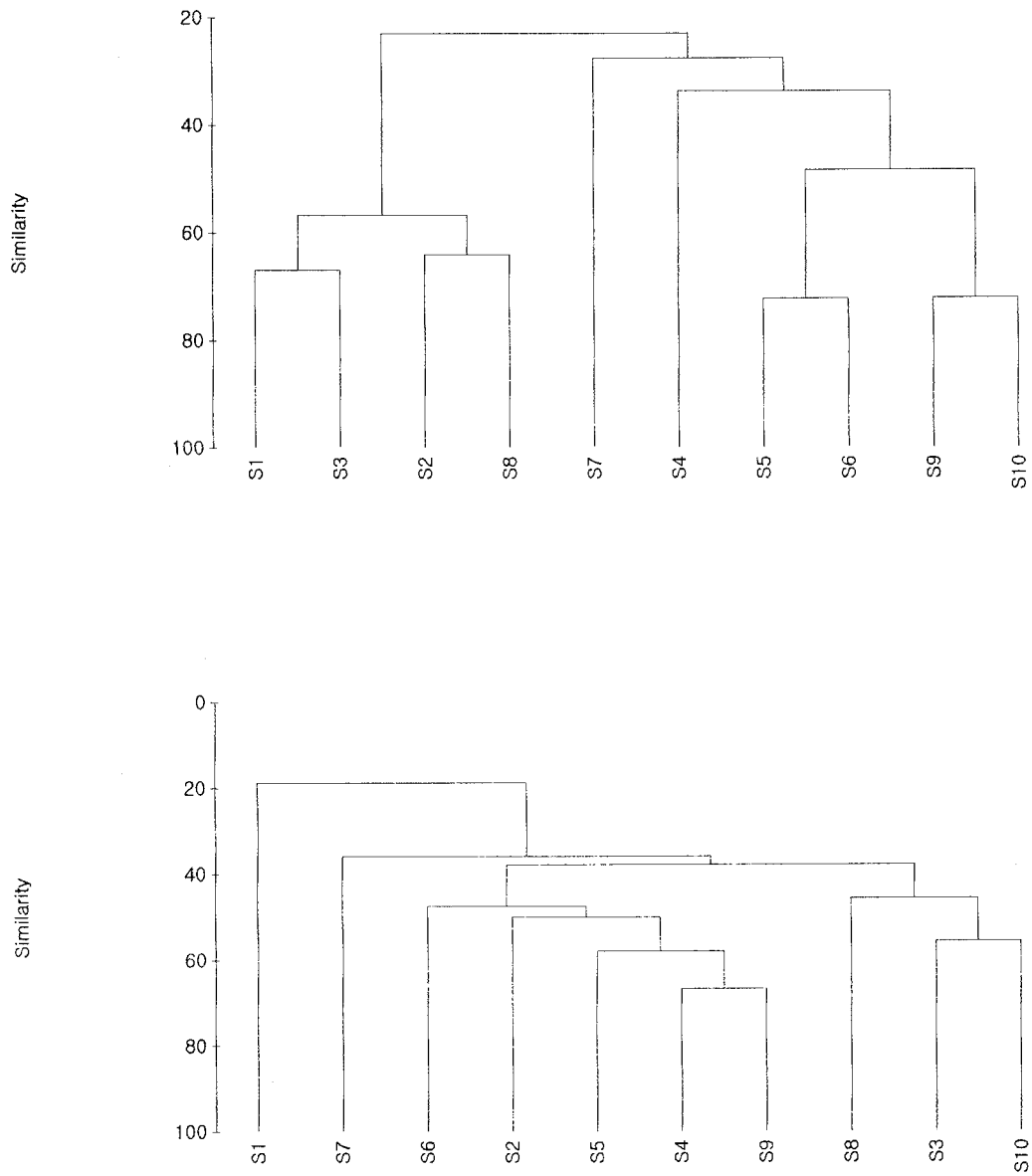


그림 3-2-7. 북제주바다목장 10개 조하대 해조류 조사지점의 유사도(2005년 동계(1월))
 Fig. 3-2-7. Cluster analysis of the 10 subtidal seaweed sites based on bottom cover
 (upper panel) and presence/absence data(lower panel)(January 2005).

착생하는 차귀도, 죽도의 수직암반지역으로 뚜렷이 구분되었다. 차귀도, 죽도 등의 지역에서도 감태 등의 대형 갈조류가 번성하는 수심 10m 내외에서는 소라, 전복 등의 대형연체동물의 출현이 높으나, 수심이 깊어질수록 이러한 거의 출현하지 않는 것으로 나타났다.

(3) 어류

말쥐치는 어초의 기질에 붙어 있는 부착생물을 먹는 행동을 나타내어 이들은 먹이를 먹는 장소로 어초 어장을 이용하고 있음을 알 수 있었으며, 20-30cm 급 돌돔 역시 어초 어장에 출현하였으나 말쥐치처럼 지속적인 먹이 섭취 활동은 보이지 않았다.

나. 저서형별 서식 특성

(1) 해조류

북제주바다목장 해역에서 상업적 가치를 가지거나 또는 향후 해중림 조성을 위한 대상으로 고려될 수 있는 대형 갈조류의 분포를 2004년 10월과 2005년 1월로 구분하여 나타낸 결과는 그림 3-2-8 및 3-2-9와 같다.

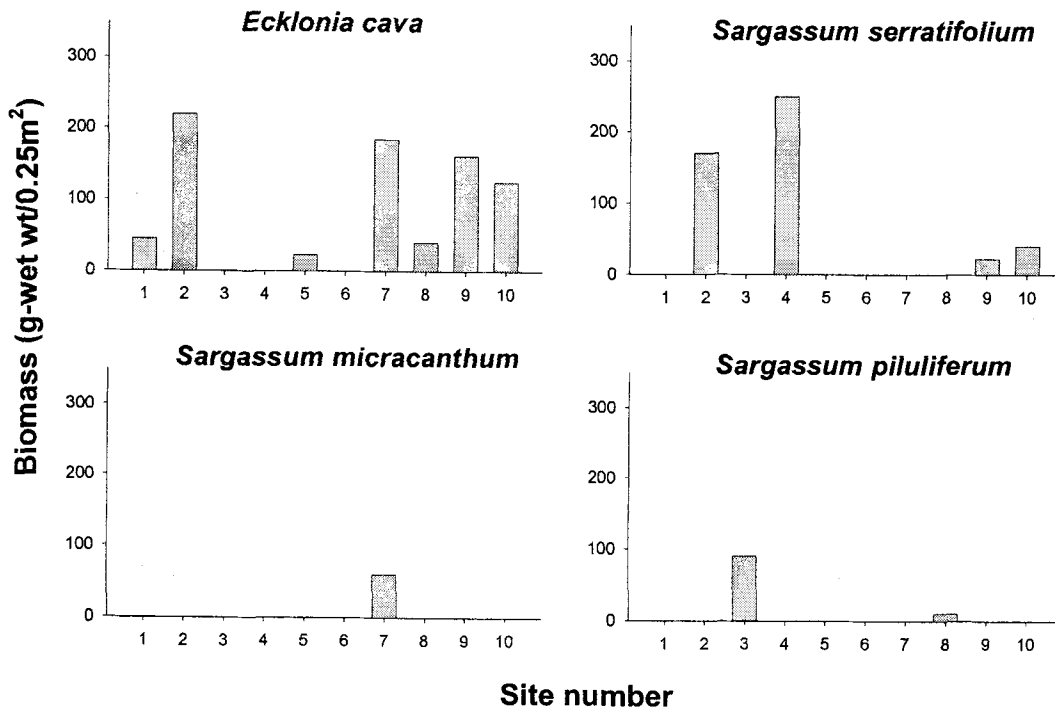


그림 3-2-8. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포 (2004년 추계(10월)).

Fig. 3-2-8. Spatial distribution of four large brown algae in the Buk-jeju marine ranching area(October 2004).

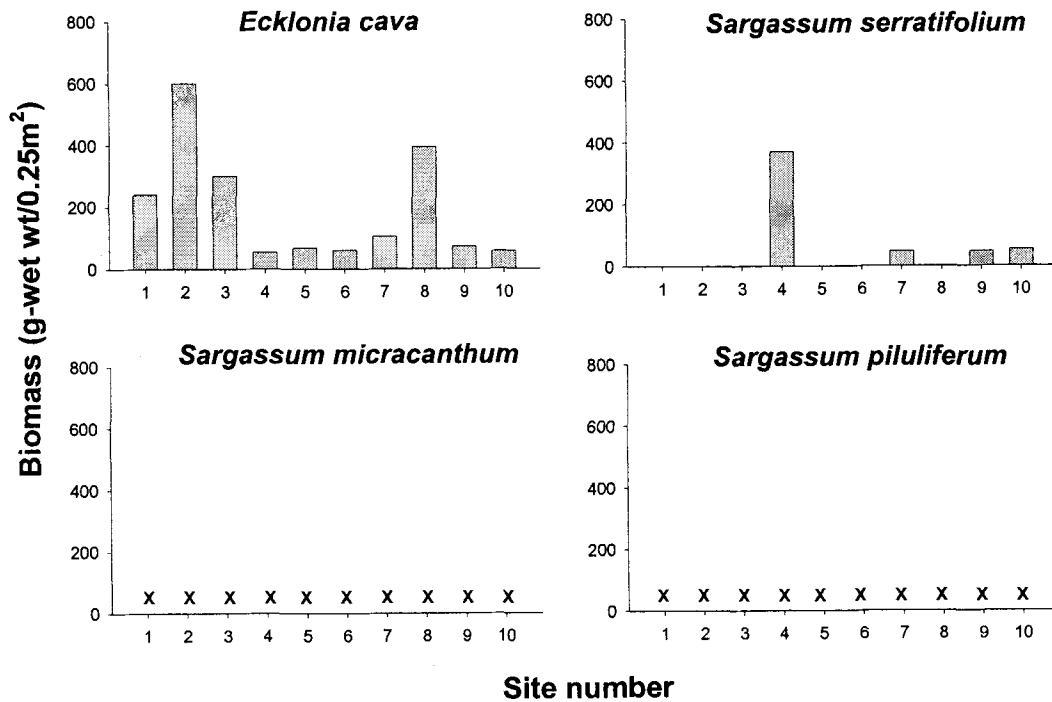


그림 3-2-9. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포 (2005년 동계(1월)).

Fig. 3-2-9. Spatial distribution of four large brown algae in the Buk-jeju marine ranching area(January 2005).

(2) 저서동물

제주바다목장해역에서 출현하는 주요 암반 부착생물의 분포는 서식처의 물리적 형태에 따라 뚜렷이 구별되었다(그림 3-2-10). 수심 10m 내외의 연안 암반해역인 정점 1~6의 경우 크게 세 개의 서식분포대로 구분할 수 있었다. 분포대 A-1의 경우 해저면의 경사도를 따라 모래해안이 형성되는 지역까지로 경사도는 대체로 20~30°내외였다. 이 지역에 분포하는 주요 종은 거품돌산호(*Alveopora japonica*), 바퀴고둥(*Astraliium haematragum*), 소라(*Batillus cornutus*), 밤고둥(*Chlorostoma lischkei*), 집게류, 전복(*Nordotis discus*) 등으로 특히 거품돌산호의 피도가 높은 것으로 나타났다. 분포대 A-2의 경우 암반 곳곳에 존재하는 틈으로 보라성게(*Anthocidaris crassispina*), 소라, 전복 등의 서식이 뚜렷이 확인되었다. 분포대 A-3의 경우 암반해역이 끝나는 지점부터 모래와 산호사가 혼재하는 해역으로 주로 해변말미잘(*Anthopleura sp.*)와 방패연잎성게(*Clypeaster japonicus*)의 서식이 우점한 것으로 파악되었다.

분포대 B의 경우 차귀도, 추도 등의 지역으로 수심이 상대적으로 깊고 암반서식처의 경사도가 급한 직벽으로 이루어진 지역이다. B-1은 조간대를 포함하는 지역으로 주로 총

알고둥(*Littorina brevicula*), 거북손(*Policipes mitella*), 검은큰따개비(*Tetraclita japonica*)가 서식하고 있었다. 분포대 B-2의 경우 A-1과 유사한 종들의 출현이 높은 지역이나 연안 해역과는 달리 감태등의 대형 갈조류의 착생이 뚜렷한 곳이다. 이 지역에서는 바퀴고둥, 소라, 보라성게, 방고둥, 말미잘류의 서식이 우점한 지역이다. 분포대 B-3의 경우 수심 15m 이하 해역으로 해조류의 서식이 감소함과 더불어 대형 산호류의 착생이 뚜렷한 지역이다. 주요 출현 종으로는 부채별산호(*Melithaea flabellifera*), 수지맨드라미류, 톱소바보산호(*Bebryce thomsoni*), 해송이 우점하였다. 해역의 기저에 낮게 형성되는 암반인 분포대 B-4의 경우 대부분 해면류에 속하는 종들이 우점적이다. 수중에 형성된 대형 암반인 분포대 B-5의 경우 분포대 B-2와 비슷하게 해조류의 착생이 뚜렷하나, 암반 상층부의 수심에 따라 분포하는 해조류의 형태가 다르며 이에 따라 서식하는 저서동물의 종조성에 차이가 나타나기도 한다. 일반적인 우점종으로는 밤고둥, 집게류, 전복 등이다. 분포대 B-6의 경우 암반에서 완전히 이격된 모래해역으로 방패연잎성게가 우점적으로 분포하는 지역이다.

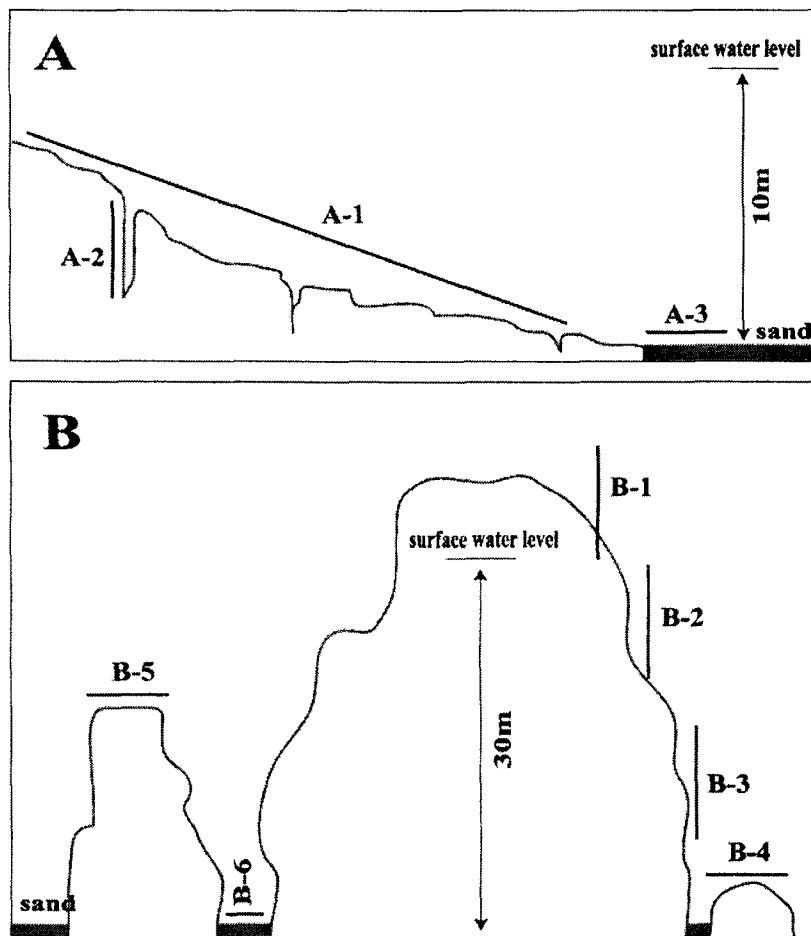


그림 3-2-10. 북제주바다목장 해역에 서식하는 주요 우점종의 서식분포대.

Fig. 3-2-10. Schematical description of hard-bottom gradient and vertical zonation of dominant species in the marine ranching area of Buk-jeju.

(3) 어류

어류는 종의 서식지 선택 특성에 따라 저서형별로 뚜렷한 패턴으로 나누어 관찰되었다. 예를 들면 조피볼락과 같은 볼락류는 암반 또는 어초에서 측수류, 넙치는 모래바닥에서 서식하고 있었으며 북제주 해역의 어종들의 많은 수가 암반에 서식하고 있었으며 수심별로는 표층에는 물꽃치, 중층에는 자리돔류, 저층에는 파랑돔, 흰동가리 등의 자리돔류, 놀래기류, 쓸배감펍, 점감펍 등 다양한 저서 정착성 어종들이 서식하고 있었다.

제 3 절 자원현황

1. 서 론

차귀도 주변해역은 쿠로시오에서 분기된 대마난류수(Rho, 1985), 황해난류수 및 혼합수 계열의 고온·고염분수와 황해역에 중심이 있는 황해냉수(Yoon, 1986), 황해저층냉수의 저온·저염의 냉수계수, 한국남해안연안수(Choi, 1989) 및 중국대륙연안수(Kim and Rho, 1994) 등 연안계수가 시기별, 계절별로 영향을 미침으로써 우리나라 연근해에 래유하는 여러 중요어종(조기, 갈치, 고등어, 전갱이, 오징어 등)의 산란장 및 서식장이 되고 있다. 또한 이 곳은 수중암반이 잘 발달해 있고 기후가 온난하고 수온이 높아 아열대해역의 특징을 보이며 계절적으로 저층으로부터 용승이 발생하고, 유속이 매우 빠르지만 수산생물이 풍부하고 다양하게 출현하는 해역으로 다양한 해조류 및 수산생물이 서식하고 있는 해역으로 국내 어느 해역보다도 자원생물학적 가치가 높은 해역이다.

북제주 바다목장은 수산자원 조성사업으로만 추진되는 것이 아니고 모델이 '수중체험형'으로 수산자원 조성은 물론 수중 경관을 가꾸고 수중구조물을 설치함으로써 국민들이 직접 바다 속을 체험하면서 즐길 수 있는 하나의 계획된 공간으로 만들어야 하는 점이 지금까지 추진 중에 있는 통영, 여수바다목장과 성격이 다른 점이다.

지금까지 인공어초는 치어육성장 보호, 어장 형성, 수산자원의 서식장이나 산란장의 역할을 위해 다양한 형태로 개발되어 전 세계적으로 이용되어져 왔다(Spanier *et al.*, 1985; Santos and Monteiro, 1997; Rilov and Benayahu, 1998). 즉, 자원 조성이나 회복을 위한 적극적인 방법으로서 이용되어 왔다(Pickering *et al.*, 1998). 우리나라에서 1970년대 시작된 인공어초 사업은 연안의 자원증대 및 해중림 조성 등을 목적으로 콘크리트사각어초, 반구형어초, 강제어초 등 일반어초를 대상으로 시행되어 왔다. 인공어초에 관련된 국내 연구로는 인공어초에 모여드는 어류 군집에 관한 연구(손 등, 1977; 이와 강, 1994; 홍과 岡本, 1998), 어초에 작용하는 유동 및 침하 특성(류와 김, 1994; 이 등, 1995; 류 등, 1997; 양과 김, 2000; 김, 2001; 윤과 김, 2001) 및 어초에 대한 기반 연구(서와 정, 1981; 류 등, 1986; 이, 1994; 김 등, 1995)가 있다. 또한 인공어초 시설 후의 효과 조사와 관리 연구(국립수산진흥원, 1967, 1987, 1989; 해양수산부, 2000; 인천광역시, 2001; 제주대 해양과환경연구소, 2002), 실험어초 연구와 바다 목장내 어초들에 대한 연구(Myoung and Park, 2001; 명 등, 2003; 한국해양연구소, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003)가 이루어져 왔다. 그러나 최근 바다를 이용하려는 레저 다이빙 인구의 증가로 인해 자연 서식처의 파괴가 심해지고 있는 상황에서 기능성 인공어초는 미적 가치를 지닌 수중 공원의 역할도 겸할 수 있어(Treeck and Schuhmacher, 1998), 수중 체험형을 모델로 개발 중인 북제주 바다목장에서의 인공어초의 기능은 당연히 자원 조성 외에 관광 레저용 등으로 다양해 질 수

밖에 없다고 생각된다.

바다목장에 있어서 유용 수산자원의 지속적 증대를 통한 어업생산력을 강화하기 위해서는 먼저 서식생물의 종조성 및 분포, 우점종을 조사하여 자연 생태계를 유지하면서 생태계 내에 첨가 혹은 보충이 가능한 유용 수산자원을 선정하는 것이 우선된다. 그리고 종 선정을 위해서는 유용 수산자원에 대한 정확한 실태를 파악하여야 하는데 어류자원, 무척추동물자원, 해조류 자원조사는 유용 수산자원의 정량적 평가와 효율적인 자원관리를 위한 기초적인 자료가 된다.

따라서, 본 연구는 복제주 바다목장 사업을 위한 기반조성 연구의 일환으로 대상해역의 어류, 무척추동물 및 해조류 자원의 종조성 및 분포, 우점종, 출현양상을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가. 어류 자원

(1) 어구조사

바다목장 조성지에 있어서 부어류(Pelagic fishes)와 저어류(Demersal fishes)의 서식실태를 파악하기 위해 2004년 9월과 11월에 각각 자망과 통발 어획시험을 실시하였다. 어획시험은 4일 중 3일간 조업하였고, 자망은 간조 또는 만조 시 물이 잔잔할 때 하루에 일반자망을 2개소, 조사용 자망을 1개소에 투망하여 다음 날 물이 잔잔할 때 양망하였다. 일반자망은 총 6개소, 조사용 자망은 총 3개소를 투·양망 조사하였으며 통발은 시험조업 첫날에 일반자망을 투망한 옆 지점에 같이 투망하고 마지막 날 전부 양망하여 조사하였다(그림 3-3-1, 표 3-3-1).

자망 어획시험에는 일반자망과 조사용 자망을 사용하였는데 일반자망은 1폭이 크기가 가로 60m, 세로 3m이며 10폭씩을 사용하였고, 그물코의 직경은 125mm를 사용하였다. 조사용 자망은 그물폭의 규격과 폭수는 일반자망과 동일하나 안쪽 그물코의 직경은 65mm, 바깥쪽 그물코의 직경은 330mm인 것을 사용하였다. 통발은 용당 어민들이 이용하고 있는 직경이 32cm, 원통길이가 60cm인 것 30개를 1 Set로 제품화 한 것을 투·양망하였다.

채취된 시료는 관측점별로 구분해서 연구소의 실험실로 운반하여, 정(1977), Kim and Kang (1993), Nakabo (1993) 등의 방법을 따라 동정 하였다. 측정은 종에 따라 전장(Total Length), 체장(Body Length), 가랑이체장(Fork Length)으로 구분하여 버니어 캘리퍼스로 0.1cm까지 측정하였으며, 전중량(Total Weight)은 0.1g(JR4KS, OHAUS)까지 측정하였다.

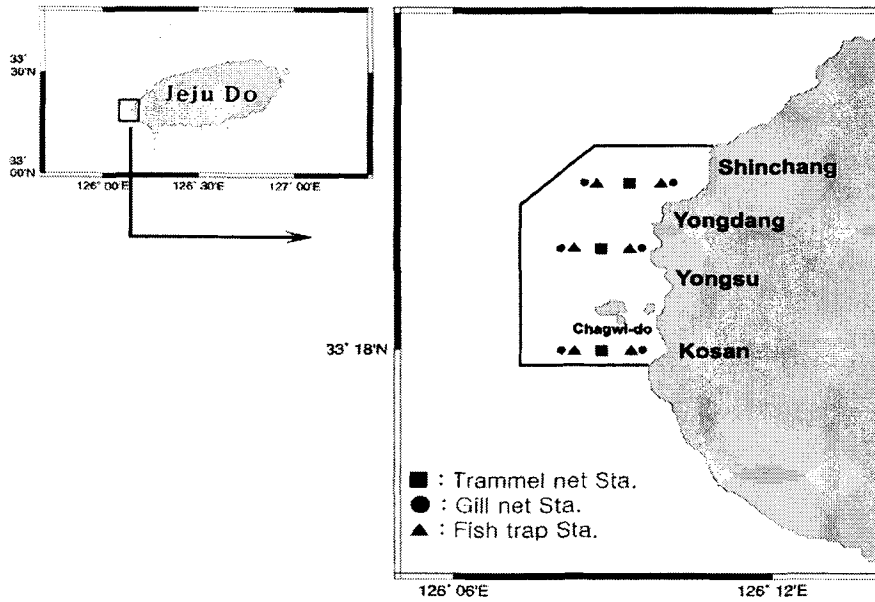


그림 3-3-1. 북제주 바다목장해역의 일반자망, 조사용 자망, 통발 어획시험 정점.

Fig. 3-3-1. Map showing the sampling stations by gill net, trammel net and fish trap in the Buk-jeju marine ranching area.

표 3-3-1. 북제주 바다목장의 조사정점 좌표 및 조사일자(2004년 9월과 11월)

Table 3-3-1. Sampling locations and dates for each fishery type in the Buk-jeju marine ranching area in September and November, 2004

Types of fishery	Latitude(N)	Longitude(E)	September		November	
			Set date	Haul date	Set date	Haul date
Gill net	33° 21' 09"	126° 10' 25"	30	1 Oct.	4	5
	33° 20' 57"	126° 09' 11"	30	1 Oct.	4	5
	33° 19' 28"	126° 09' 52"	1 Oct.	2 Oct.	5	6
	33° 19' 22"	126° 08' 49"	1 Oct.	2 Oct.	5	6
	33° 18' 33"	126° 09' 49"	2 Oct.	3 Oct.	6	7
	33° 18' 31"	126° 08' 45"	2 Oct.	3 Oct.	6	7
Trammel net	33° 20' 53"	126° 10' 00"	30	1 Oct.	4	5
	33° 19' 26"	126° 09' 21"	1 Oct.	2 Oct.	5	6
	33° 18' 29"	126° 09' 29"	2 Oct.	3 Oct.	6	7
Fish trap	33° 21' 02"	126° 10' 23"	30	3 Oct.	4	7
	33° 20' 48"	126° 09' 28"	30	3 Oct.	4	7
	33° 19' 20"	126° 09' 40"	30	3 Oct.	4	7
	33° 19' 25"	126° 09' 02"	30	3 Oct.	4	7
	33° 18' 29"	126° 09' 41"	30	3 Oct.	4	7
	33° 18' 36"	126° 08' 57"	30	3 Oct.	4	7

(2) 잠수조사

2004년 10월과 12월에 북제주 바다목장의 어류 자원에 대한 잠수 조사를 실시하였다. 조사는 자연암반 정점(지실이도 동편)과 인공어초 정점(차귀도 남쪽 콘크리트 사각어초 어장, 수심 39m)을 대상으로 하였다(그림 3-3-2).

자연암반 정점은 표층으로부터 수심 25m까지 천천히 이동하면서 종 목록과 어종별 크기와 개체수를 육안 관찰, 사진 촬영, 및 비디오 촬영을 병행하였다. 어초 어장에서는 어초 바닥까지 내려간 후 어초의 내부와 주변부(어초 주위 약 1m 범위)를 천천히 돌면서 약 10~15분간 관찰하여 어류상과 개체별 계수를 실시하였다.

어체의 전장은 목측으로 수중에서 기록하였다. 매회 조사에는 수중카메라(Nikonos V)와 수중비디오(Sony Trv 900) 촬영을 병행하여 확인이 필요한 부분을 재검토하고 어초에서의 어류 행동을 포함한 서식 생태를 관찰하여 분석 자료로 활용하였다.

어류 동정은 대부분 육안으로 하였으며 검정이 필요한 종은 분류 형질을 도감(Masuda et al., 1984; Nakabo, 1993)과 대조하였다. 어류의 분류 체계는 동물분류학회(1997)와 Nelson(1994)을, 국명은 한국산어명집(이 등, 2000)을 따랐다.

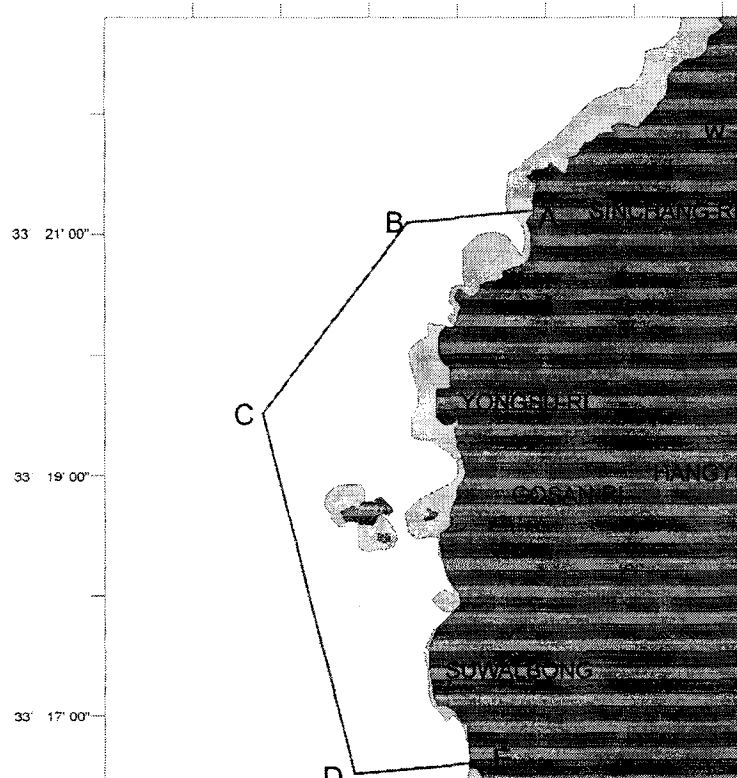


그림 3-3-2. 북제주 바다목장의 잠수에 의한 어류상 및 수산자원현황 조사 정점.

Fig. 3-3-2. Map showing the investigation stations for the fish fauna and fisheries resources in Buk-jeju marine ranching area.

나. 무척추동물 자원

(1) 서식분포

무척추 동물 생물상을 조사하기 위해 차귀도 주변해역의 고산, 용수, 용당, 신창의 4개 정선을 설정하여 2004년 9월과 2004년 11월의 2회에 걸쳐 각 지역별로 1개 정점(총 24정점)을 중심으로 2개의 추가정점을 조사하는 3반복 조사방법을 채택하여 수심별(10m, 20m, 30m이내 및 30m이상)로 방형구법(1×1m)에 의한 육안적인 무척추동물 채취 및 영상촬영 분석을 잠수조사(SCUBA)를 통해 실시하였으며 저서 무척추 동물상을 조사하기 위해 각 정선별로 연안측과 외해측에 2set(통발 1set : 32×60cm 원형 20개)씩 총 8개set에 의한 통발조사를 병행 실시하였다(그림 3-3-3). 또한, 각 정선별로 채취된 시료는 지역별로 구분해서 실험실로 운반하여 각 동물군별로 생체조사(0.1mm, 0.1g)를 실시하였다. 종동정에는 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 근거하여 한국동식물도감 제19권(문교부, 1977), 한국패류도감(도서출판한글, 2004), 동물분류학(도서출판 집현사, 1988), 원색한국패류도감(아카데미, 1993)을 참고로 동정·계수하였고(표 3-3-2), 계수 및 동정된 각 동물 문별 출현종들은 부록에 첨부하였다.

(2) 자원량

채집된 시료는 단위면적당(/m²)의 개체수와 생체량으로 환산하였으며 종별 개체수 자료를 분석한 결과를 토대로 조사해역의 무척추동물의 군집형태를 파악하기 위해 McNaughton(1968)의 우점도(Dominance index)를 이용하여 각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였으며 조사지점에 따른 종다양성 분석은 Shannon and Weaver(1949)의 종다양도 지수(Species diversity index)로 분석하였고 Pielou(1975)의 균등도와 Margalef(1958)의 종풍부도를 이용하였다.

다. 해조류 자원

(1) 서식분포

제주 바다목장 해역의 해조류 생태조사는 2004년 9월과 11월에 2차에 걸쳐 수행하였으며, 조사정점은 바다목장 조성지의 해산식물이 대표할 수 있는 5개의 정점을 선정하고, 대조시 및 간조시 조간대 상부로부터 하부까지 전반적인 채집을 실시하였으며(그림 3-3-4), 조하대 조사는 잠수장비(SCUBA)를 이용하여 채집과 사진 촬영을 병행하여 해산식물의 외형적 특징과 아올리 생육지의 환경을 기록하였다. 채집된 재료는 현장에서 5% 포르말린 해수 용액으로 고정시켜 실험실로 운반한 다음 현미경((Olympus BX50, SZX9)을 이용하여 동정하였다.

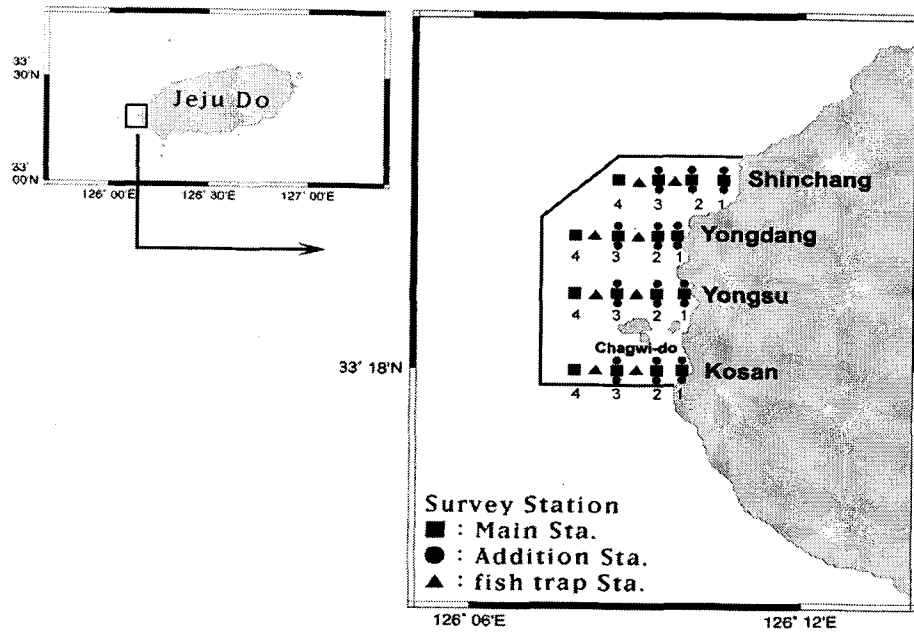


그림 3-3-3. 북제주 바다목장 조성지 해역의 무척추 동물상 조사 위치도.

Fig. 3-3-3. Map of the study area to survey station in the marine ranching area of Chagwido coastal water, Buk-jeju.

표 3-3-2. 무척추 동물상 잠수 조사정점

Table 3-3-2. Station on underwater survey

Area	Depth(m)	Longitude	Latitude
Kosan-1	10	126°09 ' 55 "	33°18 ' 00 "
Kosan-2	20	126°09 ' 41 "	33°18 ' 00 "
Kosan-3	30	126°09 ' 00 "	33°18 ' 00 "
Kosan-4	30 ↓	126°08 ' 44 "	33°18 ' 00 "
Yongsu-1	10	126°09 ' 59 "	33°18 ' 42 "
Yongsu-2	20	126°09 ' 41 "	33°18 ' 42 "
Yongsu-3	30	126°09 ' 00 "	33°18 ' 42 "
Yongsu-4	30 ↓	126°08 ' 44 "	33°18 ' 42 "
Yongdang-1	10	126°09 ' 38 "	33°19 ' 58 "
Yongdang-2	20	126°09 ' 41 "	33°19 ' 58 "
Yongdang-3	30	126°09 ' 00 "	33°19 ' 58 "
Yongdang-4	30 ↓	126°08 ' 44 "	33°19 ' 58 "
Shinchang-1	10	126°10 ' 30 "	33°21 ' 20 "
Shinchang-2	20	126°09 ' 59 "	33°21 ' 20 "
Shinchang-3	30	126°09 ' 41 "	33°21 ' 20 "
Shinchang-4	30 ↓	126°09 ' 00 "	33°21 ' 20 "

(2) 자원량

해산식물의 생물량은 조간대를 상·중·하부 수직별로 구분하고 방형구(10×10cm로 세분된 50×50cm)를 이용하여 무작위로 4회에 걸쳐 출현한 모든 종을 채집하여 실험실로 운반한 후, 담수로 깨끗하게 세척하여 종별 생중량과 우점종을 분석하였다. 조하대는 수심 3m, 6m, 9m로 구분하여 1m²당 종별 생중량을 측정하였다. 수심 20m의 조하대는 2곳을 선정하여 1m²의 해조류를 채집, 분류하였다.

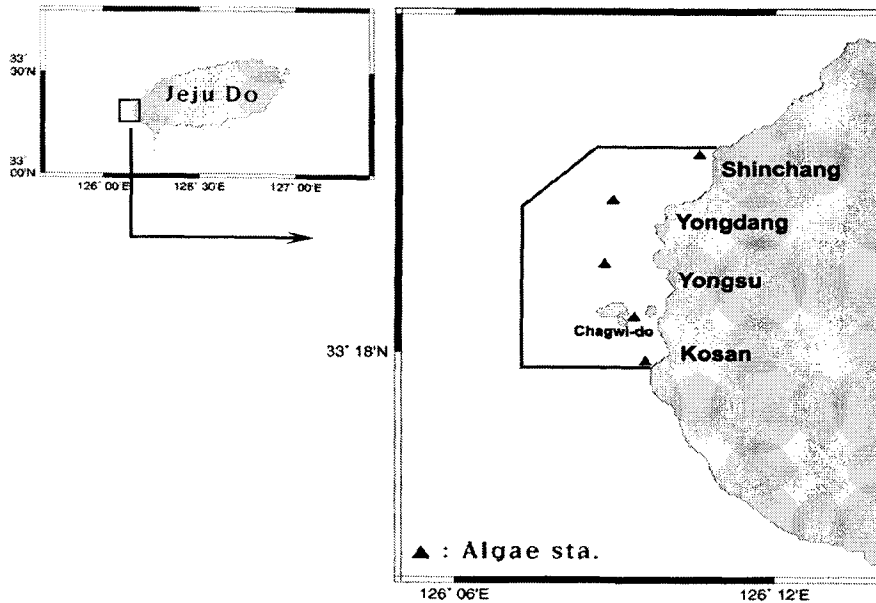


그림 3-3-4. 북제주 바다목장 조성지 해역의 해조류 생물상 조사위치도.

Fig. 3-3-4. Map showing marine algae sampling stations in the marine ranching area of Chagwido, Buk-jeju.

라. 어업자료분석

어업자료분석은 차귀도 주변해역인 고산, 용수, 용당, 신창의 마을 어촌계에서 2002년~2004년까지 해녀들에 의해 채취된 소라, 전복, 오분자기를 비롯한 해조류들에 대한 3년간의 생산량 자료를 취합한 후 각 지역별, 년별로 평균하여 단위노력당어획량(CPUE)을 분석하였다.

3. 결과 및 토의

가. 어류 자원

북제주 바다목장 해역에서 어구와 잠수 조사를 통한 어류 자원의 종수와 생체량에 관한 결과는 다음과 같다.

(1) 어구조사

(가) 자망조사

① 출현종 및 출현량

바다목장 해역에 대한 일반자망과 조사용 자망 어획시험 결과, 어획된 어류의 출현종수는 9월과 11월에 각각 총 32종과 총 17종이었고, 총 중량은 9월과 11월에 각각 61,706.3g과 29,798.9g으로 겨울이 되면서 출현종수 및 총 중량이 약 1/2수준으로 급격히 감소되었다. 바다목장 조성지 내 지역별 출현종수를 보면, 9월에는 고산이 27종으로 가장 높은 출현종수를 나타냈으며, 다음으로 용수(용당)이 22종, 신창 16종 순으로 조사되었고, 11월에는 지역별로 큰 차이가 없었다. 또한, 어획된 어류의 총 중량을 보면, 9월에는 고산 29,367g, 용수(용당) 18,331g, 신창 14,009g 순이었고, 11월에는 고산 12,706g, 용수(용당) 11,482g, 신창 5,610g 순으로 조사기간 중 자망에 의한 어획량은 고산이 가장 많았다(표 3-3-3).

표 3-3-3. 자망어업 어획시험 결과

Table 3-3-3. The numbers of species and individual and biomass of fishes collected by gill and trammel nets in the Buk-jeju marine ranching area

Season	Taxonomy groups	Shinchang	Yongdang & Yongsu	Kosan
September	no. of species	16	22	27
	no. of ind.	78	56	107
	biomass (g)	14,009.2	18,330.1	29,367
November	no. of species	11	10	11
	no. of ind.	18	23	25
	biomass (g)	5,610.5	11,482.1	12,706

② 단위노력당 어획량

단위노력당 어획량 CPUE(g/폭) 변화를 이용하여 계절별, 지역별 어획량 풍도를 상대 비교하였다. 일반자망의 단위노력당 어획량(CPUE(g/폭))을 보면, 9월에 360.5g/폭, 11월에 278.2g/폭이었고, 조사용 자망인 경우 9월에 1,335.9g/폭, 11월에 437g/폭으로 겨울에 들어 어획량 풍도는 급격히 낮아졌다.

바다목장 조성지 내 일반자망과 조사용 자망의 지역별 단위노력당 어획량을 보면, 고산이 각각 580.4g/폭과 942.8g/폭으로 최고를 보였고, 신창이 각각 102.4g/폭과 776.3g/폭으로 가장 낮은 분포를 나타내었다(그림 3-3-5).

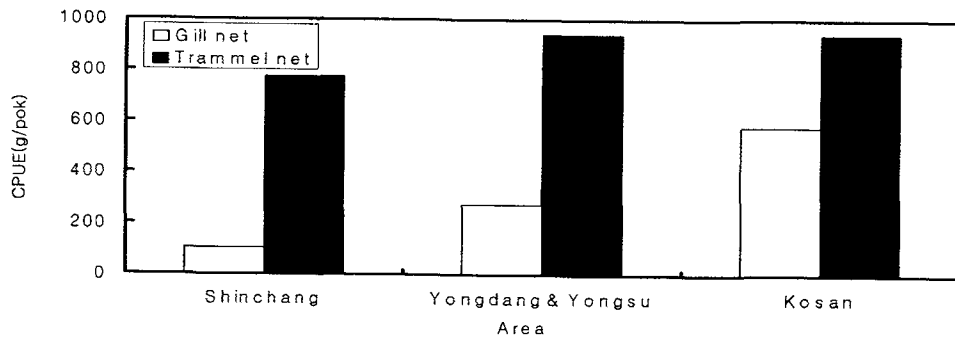


그림 3-3-5. 일반자망, 조사용 자망의 지역별 단위노력당 어획량분포.

Fig 3-3-5. The catch per unit effort(CPUE) of gill and trammel nets off survey station in the Buk-jeju marine ranching area.

③ 어종별 어획량

바다목장 조성지에서 일반자망과 조사용 자망으로 어획된 어류는 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 말쥐치(*Thamnaconus modestus*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 여덩동가리(*Goniistius quadricornis*), 독가시치(*Siganus fuscescens*), 참돔(*Pagrus major*), 자바리(*Epinephelus bruneus*) 등 총 32종이 출현하였다. 개체수 비율로는 쥐치가 최우점종으로 약 13.3%를 차지하였으며, 다음으로 여덩동가리가 약 11.6%를 차지하였다. 그 외 다른 어류들은 10% 이하였다. 중량비(%)로는 단위개체당 중량이 높은 여덩동가리가 약 17.5%로 최우점종을 이루고 있으며, 다음으로 참돔 약 14.1%, 독가시치 약 10.1%, 자바리 약 8.3% 순이었다(표 3-3-4).

④ 어획물 크기조성

9월과 11월에 차귀도 바다목장 조성지에서 일반자망과 조사용 자망에 어획된 주요 어종의 크기 조성은 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)는 전장 12.6~24.1cm, 평균 16.5cm가 어획되었으며, 전장 14.0cm와 18~20.0cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)는 전장 13.6~32.1cm, 평균 23.0cm급이 어획되었고, 전장 14~17.0cm와 27.0cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 전갱이(*Trachurus japonicus*)의 체장범위는 가랑이체장 11.7~20.8cm이었고 평균 14.4cm급이 어획되었으며, 가랑이체장 14~15.0cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 여덩동가리(*Goniistius quadricornis*)는 가랑이체장 20.4~38.9cm, 평균 28.1cm급이 어획되었으며, 가랑이체장 23.0cm와 33.0cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 독가시치(*Siganus fuscescens*)는 가랑이체장 24.4~33.8cm, 평균 28.2cm급이 어획되었으며, 가랑이체장 27.0cm에서 mode를 이루었다. 참돔(*Pagrus major*)은 20.6~43.6cm, 평균 29.2cm급이 어획되었으며, 출현한 mode는 약 3개로 추정되었다(그림 3-3-6). 그 외 소량씩 어획된 어종의 크기는 표 3-3-5와 같다.

표 3-3-4. 바다목장 해역의 일반자망, 조사용 자망에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성
 Table 3-3-4. The number of individual and biomass in species composition of fishes collected by gill and trammel nets in the Buk-jeju marine ranching area in september and November, 2004

Scientific name	Korean name	No. of ind.	(%)	Biomass (g)	(%)
<i>Pagrus major</i>	참돔	20	6.64	12,618.6	14.05
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	5	1.66	2,668.3	2.97
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	17	5.65	1,236.9	1.38
<i>Girella punctata</i>	벙에돔	4	1.33	2,448.2	2.73
<i>Prionurus scalprus</i>	쥐돔	1	0.33	253.9	0.28
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	청줄돔	9	2.99	1,111.9	1.24
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	12	3.99	5,507.3	6.13
<i>Histiopertus typus</i>	황줄돔	1	0.33	219.4	0.24
<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	10	3.32	4,804.2	5.35
<i>Diodon holacanthus</i>	가시복	7	2.33	1,899.5	2.12
<i>Ostracion cubicus</i>	거북복	12	3.99	1,830.3	2.04
<i>Scombrops boops</i>	게르치	2	0.66	69.8	0.08
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	8	2.66	7,470.8	8.32
<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	22	7.31	9,041.2	10.07
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	3	1.00	1,030.9	1.15
<i>Pterois lunulata</i>	솔배감펍	2	0.66	211.5	0.24
<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	1	0.33	171.9	0.19
<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	35	11.63	15,746.4	17.53
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	2	0.66	1,502.7	1.67
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	28	9.30	1,124.9	1.25
<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	10	3.32	608.6	0.68
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	40	13.29	3,820.1	4.25
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	25	8.31	5,001.4	5.57
<i>Chaetodermis penicilligerus</i>	가시쥐치	2	0.66	122.2	0.14
<i>Sebastes taczanowskii</i>	탁자볼락	1	0.33	186.6	0.21
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	8	2.66	1,431.8	1.59
<i>Sebastes hubbsi</i>	우럭볼락	1	0.33	49.1	0.05
<i>Pseudupeneus spilurus</i>	두줄촉수	1	0.33	669.5	0.75
<i>Upeneus bensasi</i>	노랑촉수	2	0.66	855.4	0.95
<i>Urolophus aurantiacus</i>	흰가오리	8	2.66	2,735.6	3.05
<i>Platyrrhina sinensis</i>	목탁가오리	1	0.33	1,141.6	1.27
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	1	0.33	2,216	2.47

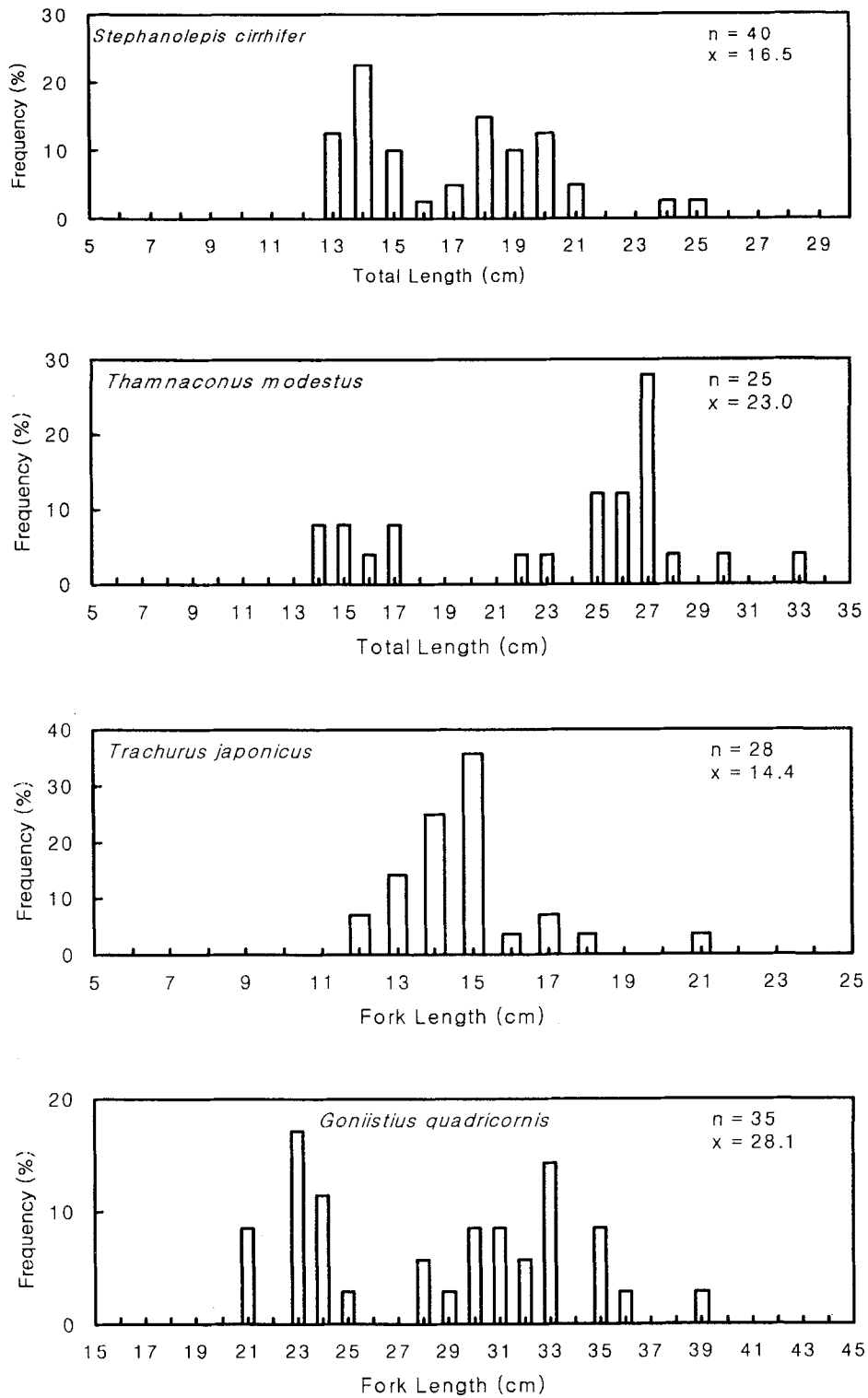


그림 3-3-6. 일반자망과 조사용 자망에서 어획된 주요 어종의 크기 조성.

Fig. 3-3-6. Distribution of length of major fishes collected by gill and trammel nets

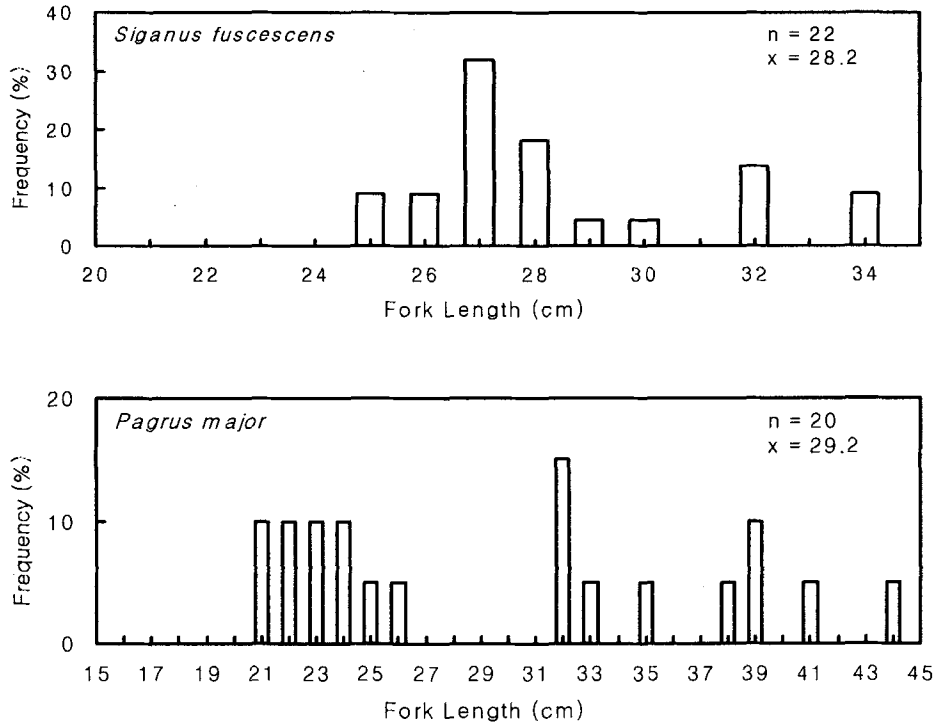


그림 3-3-6. 계속

Fig. 3-3-6. Continued

표 3-3-5. 일반자망과 조사용 자망에서 어획된 기타 어류의 크기 조성

Table 3-3-5. Length of other fishes collected by gill and trammel nets

Scientific name	Korean name	Standard length	No. of ind.	Min. length (cm)	Max. length (cm)	Mean length (cm)
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	FL	5	23.7	36.1	27.4
<i>Girella punctata</i>	뱅에돔	FL	4	25.0	34.2	30.0
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	청줄돔	TL	9	13.2	19.9	16.0
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	TL	12	22.4	35.6	27.8
<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	TL	10	18.5	32.2	25.7
<i>Diodon holacanthus</i>	가시복	TL	7	15.7	20.1	17.8
<i>Ostracion cubicus</i>	거북복	TL	12	12.6	19.6	15.8
<i>Scombrops boops</i>	게르치	FL	2	12.9	14.3	13.6
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	TL	8	26.2	49.5	37.6
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	FL	3	24.9	30.2	27.3
<i>Pterois lunulata</i>	솔배감펍	TL	2	19.3	22.2	20.8
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	FL	2	31.5	35.4	33.5
<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	FL	7	13.3	15.5	14.6
<i>Chaetodermis penicilligerus</i>	가시쥐치	TL	2	14.8	15	14.9
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	TL	8	19.2	26.7	21.8
<i>Upeneus bensasi</i>	노랑측수	FL	2	24.0	28.7	26.4
<i>Urolophus aurantiacus</i>	흰가오리	BdL	8	19.4	23.0	21.2

(나) 통발조사

① 출현종 및 출현량

바다목장 조성지에 대한 통발 어획시험 결과, 어획된 어류의 출현종수는 9월과 11월에 각각 총 21종과 총 18종이었고, 총 중량은 9월과 11월에 각각 20,302.4g과 27,776.8g로 가을이 겨울보다 출현종수는 많았으나, 총 중량은 적었다.

바다목장 조성지 내 지역별 출현종수를 보면, 9월과 11월에 고산이 각각 14종과 15종으로 가장 높은 출현종수를 나타냈으나, 지역별 차이는 크지 않았다. 또한, 어획된 어류의 총 중량을 보면, 9월에는 신창이 7,690g로 가장 높았으며, 다음으로 고산 6,486g, 용수(용당) 6,127g 순으로 지역별로 큰 차이가 없었던 반면, 11월에는 신창, 용수(용당)이 각각 10,756g, 11,278g으로 고산 5,742g보다 약 두 배정도 많았다(표 3-3-6).

표 3-3-6. 자망어업 어획시험 결과

Table 3-3-6. The numbers of species and individual and biomass of fishes collected by fish trap in the Buk-jeju marine ranching area

Season	Taxonomy groups	Shinchang	Yongdang & Yongsu	Kosan
September	no. of species	13	12	14
	no. of ind.	176	186	137
	biomass (g)	7,689.9	6,127	6,485.5
November	no. of species	13	14	15
	no. of ind.	273	259	118
	biomass (g)	10,756	11,278.8	5,742

② 단위노력당 어획량

바다목장 조성지에 있어서 통발의 단위노력당 어획량((CPUE(g/통)을 보면, 9월에 112.8g/통, 11월에 154.3g/통으로 CPUE는 가을보다 겨울에 높게 나타났다. 통발의 지역별 단위노력당 어획량을 보면, 용수(용당)이 153.7g/통으로 최고를 보였고, 고산이 101.9g/통으로 가장 낮은 분포를 나타내었다(그림 3-3-7).

③ 어종별 어획량

바다목장 조성지에서 통발에 의해 어획된 어류는 놀래기, 황놀래기(*Halichoeres tenuispinis*), 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*), 쓸종개(*Plotosus lineatus*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 자리돔(*Chromis notata*), 붕장어(*Conger myriaster*) 등 총 23종이 출현하였다. 개체수 비율로는 놀래기가 최우점종으로 약 28.8%를 차지하였으며, 다음으로 황놀래기 약 26.0%, 용치놀래기 약 13.32%를 차지하여 놀래기과 어종이 개체수비(%)의 약 73%를 차지하였다. 그 외 다른 어류들은 쓸종개를 제외하곤 10% 이하였다. 중량비(%)는 놀래기가 약 28.2%로

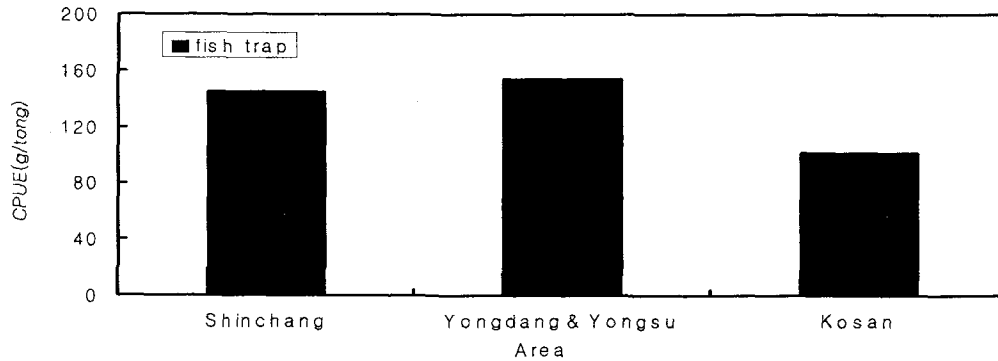


그림 3-3-7. 통발어획에 의한 지역별 단위노력당 어획량 분포.

Fig. 3-3-7. The catch per unit effort(CPUE) of fish trap for three study areas in the Buk-jeju marine ranching area.

표 3-3-7. 북제주 바다목장에서 통발에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성

Table 3-3-7. The number of individual and biomass in species composition of fishes collected by fish trap in the Buk-jeju marine ranching area in september and November, 2004

Scientific name	Korean name	No. of ind.	(%)	Biomass (g)	(%)
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	27	2.35	1191.5	2.48
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	4	0.35	186.4	0.39
<i>Chromis notata</i>	자리돔	54	4.70	710.4	1.48
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	1	0.09	193.2	0.40
<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	1	0.09	321.8	0.67
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	16	1.39	387	0.81
<i>Oplegnathus punctatus</i>	거북복	1	0.09	4	0.01
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	2	0.17	19.3	0.04
<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	63	5.48	7523.2	15.65
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	10	0.87	1098.2	2.28
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	1	0.09	38.1	0.08
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	2	0.17	168.4	0.35
<i>Sebastes hubbsi</i>	우럭볼락	3	0.26	162.0	0.34
<i>Plotosus lineatus</i>	솔종개	115	10.01	5745.1	11.95
<i>Halichoeres tenuispinis</i>	놀래기	331	28.81	13547.6	28.18
<i>Pseudolabrus gracilis</i>	실놀래기	16	1.39	928.5	1.93
<i>Pteragogus flagellifer</i>	어렁놀래기	34	2.96	1078.1	2.24
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	299	26.02	6462.1	13.44
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	153	13.32	2932.8	6.10
<i>Trachinocephalus myops</i>	황매통이	5	0.44	1127.2	2.35
<i>Apogon semilineatus</i>	줄씬뱅이	2	0.17	299.3	0.62
<i>Scorpaena onaria</i>	점감펍	1	0.09	33.7	0.07
<i>Conger myriaster</i>	붕장어	8	0.70	3921.3	8.16

최우점종을 이루었고, 다음으로 쏨뱅이 약 15.7%, 황놀래기 약 13.4%, 쓸종개 약 12%, 붕장어 8.2% 등의 순이었다.

④ 어획물 크기조성

차귀도 바다목장 조성지에서 9월과 11월에 통발로 어획된 주요 어종의 크기 조성은 놀래기(*Halichoeres tenuispinis*)는 전장 7.1~21.5cm, 평균 13.4cm가 어획되었으며, 전장 14~15.0cm에서 mode를 이루었다. 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*)는 전장 6.3~15.3cm, 평균 11.0cm급이 어획되었고, 전장 12.0cm대를 중심으로 뚜렷한 mode가 형성되었다. 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*)는 전장 8.3~19.5cm, 평균 11.7cm급이 어획되었으며, 전장 10.0cm와 15.0cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 어랭놀래기(*Pteragogus flagellifer*)는 전장 7.2~17.4cm, 평균 12.9cm급이 어획되었으며, 전장 14~16.0 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 쓸종개(*Plotosus lineatus*)는 전장 2.7~24.0cm, 평균 17.9cm급이 어획되었으며 3개의 mode를 이루고 있다. 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)는 전장 7.2~24.4cm, 평균 18.4cm급이 어획되었으며, 2~3개의 mode를 이루고 있다. 자리돔(*Chromis notata*)는 전장 6.5~10.2cm, 평균 8.0cm급이 어획되었고, 전장 8~9.0cm에서 mode를 이루었다. 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*)은 전장 8.0~24.2cm, 평균 11.3cm급인 어린 개체가 주로 어획되었으며, 10.0cm에서 mode를 이루었다(그림 3-3-8). 그 외 소량씩 어획된 어종의 크기는 표 3-3-8과 같다.

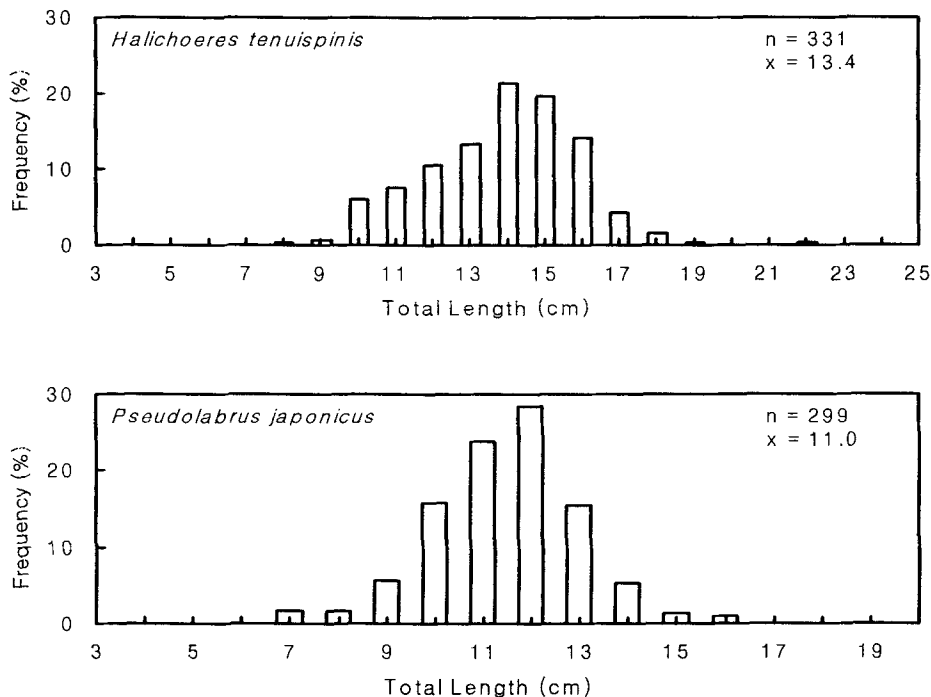


그림 3-3-8. 통발에 의해 어획된 주요 어종의 크기 조성.

Fig. 3-3-8. Distribution of length of major fishes collected by fish trap.

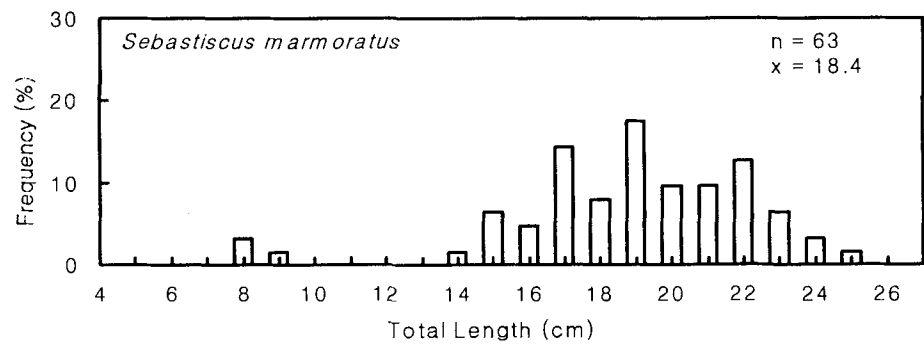
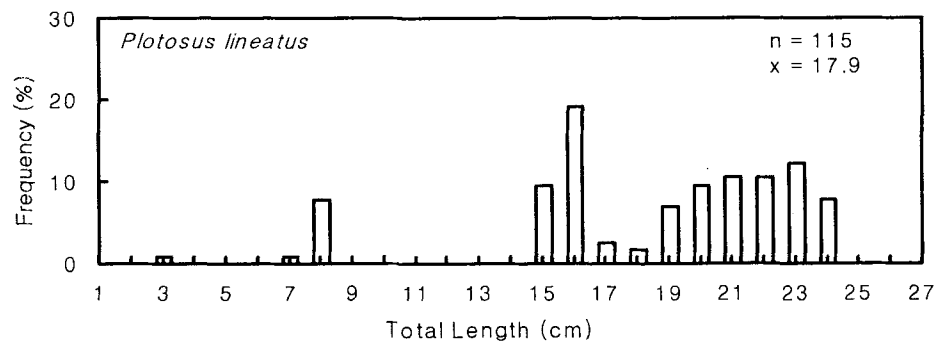
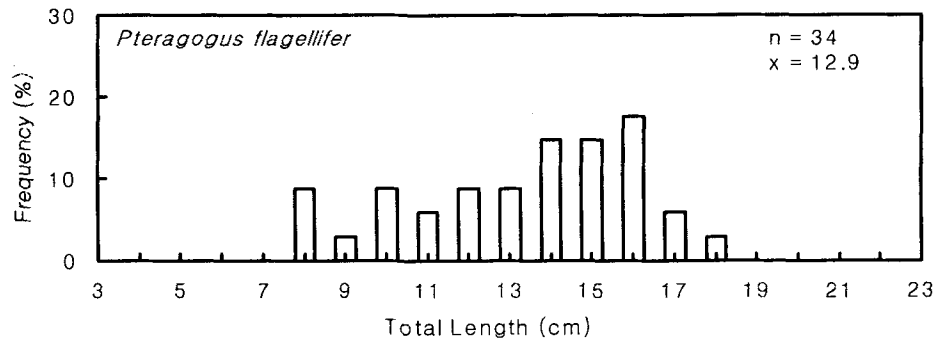
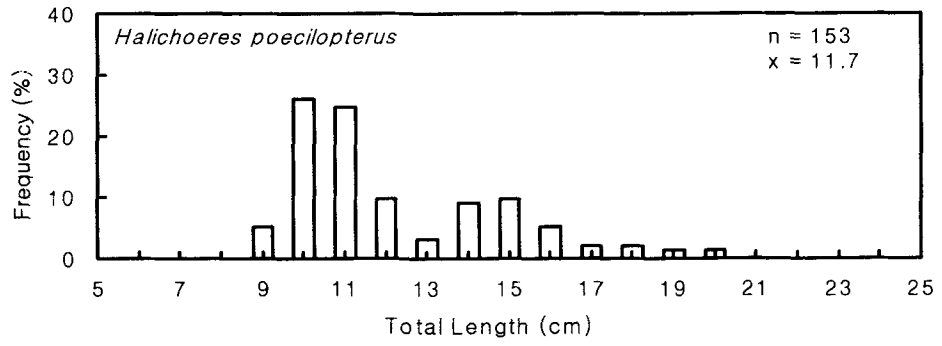


그림 3-3-8. 계속
Fig. 3-3-8. Continued

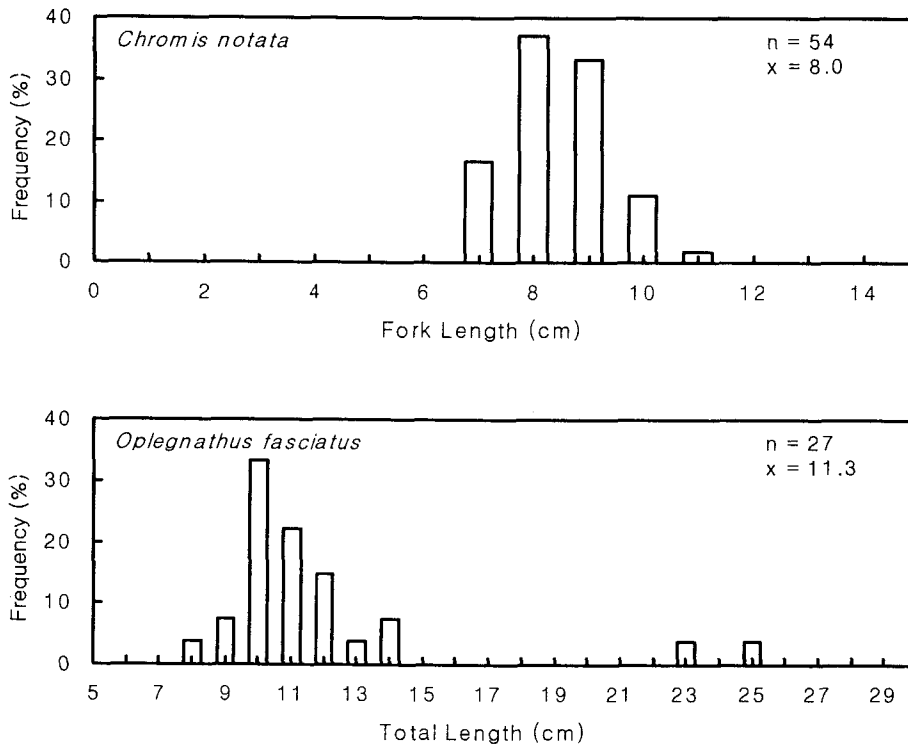


그림 3-3-8. 계 속

Fig. 3-3-8. Continued

표 3-3-8. 통발에서 어획된 기타 어류의 크기 조성

Table 3-3-8. Length of other fishes collected by fish trap

Scientific name	Korean name	Standard length	No. of ind.	Min. length (cm)	Max. length (cm)	Mean length (cm)
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	TL	4	9.0	16.8	11.4
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	FL	16	5.4	12.2	10.3
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	TL	2	7.5	9.5	8.5
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	TL	10	3.6	21.7	15.8
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	TL	2	7.0	21.1	14.1
<i>Sebastes hubbsi</i>	우럭볼락	TL	3	11.5	16.2	14.2
<i>Pseudolabrus gracilis</i>	실놀래기	TL	16	12.0	18.0	14.7
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	TL	10	3.6	21.7	15.8
<i>Trachinocephalus myops</i>	황매통이	FL	2	25.3	28.1	26.7
<i>Apogon semilineatus</i>	줄썸벙이	TL	2	10.5	16.4	13.5
<i>Conger myriaster</i>	붕장어	TL	8	37.5	87.2	59.8

(2) 잠수조사

(가) 자연암반

차귀도 지실이도의 동편 암반을 인공어초어장의 대조구 정점으로 정하여 스쿠버다이빙에 의해 실시하였고, 총 41종의 어류가 조사되었다.

2004년 10월: 조사당일 투명도는 5-6m, 수온은 22℃였다. 연안 표층에서 입수하여 수심 25m 까지 약 120m²의 면적을 조사하였다. 정점은 암반이 잘 발달된 곳으로 비교적 경사가 심한 곳이었고, 수심 25m까지는 지름이 1-6m정도의 커다란 바위들이 겹쳐져 있는 곳으로 25m 바닥에는 잔 자갈이 편평하게 깔려 있었다. 바위에는 감태가 잘 발달되어 있었으며 표층에는 색줄멸, 물꽃치, 밀멸 등 작은 색줄멸목 어류들이 수 백 마리씩 떼를 지어 있었으며 감태 숲에는 어렁놀래기, 황놀래기, 용치놀래기 등 놀래기류들과 그 위로 자리돔 떼가 유명하고 있었다. 그 외 강담돔, 쓸배감팽, 파랑돔, 금강바리, 세줄얼게비늘, 세동가리돔 등 아열대 어종들과 돌돔, 망상어, 불락, 쥐치 등 온대성 어종들이 같이 서식하고 있는 것이 관찰되었다. 조사 범위에서 관찰된 총 어종은 34종이었다(표 3-3-9).

2004년 12월: 12월 조사는 10월 같은 범위와 방법으로 수중 비디오로 촬영한 뒤 영상 분석을 통하여 확인하였다. 이 정점에서 총 확인된 어종은 20종 이었으며 10월의 36종에 비하여 조금 감소한 경향을 나타내었다. 가장 많은 개체수가 확인된 어종은 표층, 중층을 수 백 마리씩 떼지어 유영하는 전갱이류이었으며 그 외 소형어이면서 떼를 짓는 줄도화돔, 쓸종개, 자리돔 등의 개체수가 많았다. 그 외 점감팽, 육동가리돔, 세줄얼게비늘, 노랑가시돔 등은 개체수가 적은 어종으로 확인되었다(표 3-3-9).

10월 달과 비교하면 어종 구성에 있어서는 큰 차이가 없는 듯 보이지만 육안관찰과 비디오 분석이라는 차이점으로 인하여 종수의 차이는 더 많이 난 것으로 생각된다.

수산어종: 10월 조사에서 수산어종으로는 45cm 급 넙치, 20cm 급 독가시치, 15-30cm 급 뱀에돔, 쏘뱅이, 돌돔 유어들이 관찰되었으며 이 중에서 특히 개체수가 많았던 종은 뱀에돔으로 약 250마리가 관찰 해역에서 확인되었다. 12월에는 40-50cm급 방어(부시리)류와 40cm 급 넙치, 27cm 쏘뱅이 등을 들 수 있다(표 3-3-10).

(나) 인공어초

자연 암반 조사와 동일한 날 같은 방법으로 실시된 북제주 바다목장 해역내 사각어초 어장에서 총 23종이 관찰되었고 어류자원은 다음과 같다.

2004년 10월: 설치된 지 1년 지난 사각어초는 잔 모래 자갈이 깔린 편평한 바닥 위에 3-4단으로 잘 쌓여져 있었으며 표면에는 아직 많은 부착생물이 관찰되지 않았다. 조사당시 관찰된 총 어종수는 14종으로 자연 암반(지실이도 연안)에서의 34종에 비하여 50%의 종 다양성을 나타내었다. 이는 모래 바닥에 설치된 어초어장의 서식지 다양성이 자연 암반에 비하여 낮았기 때문으로 생각되었다.

표 3-3-9. 북제주바다목장의 연안 암반(차귀도)에서 확인된 어종(2004년 10월, 12월)

Table 3-3-9. Fish species observed at the rocky bed at Chagwido in Buk-jeju marine ranching area(October and December, 2004)

No.	Scientific name	Korean name	October		December	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Atherion elymus</i>	밀멸	10-15	800↑	-	-
2	<i>Hypoatherina bleekeri</i>	색줄멸	10-15	800↑	-	-
3	<i>Iso flosmaris</i>	물꽃치	10-15	500↑	-	500↑
4	<i>Plotosus lineatus</i>	솔종개	-	-	10-15	300
5	<i>Pterois lunulata</i>	솔배감펍	18-24	6	-	1
6	<i>Scorpaena onaria</i>	점감펍	-	-	-	1
7	<i>Sebastes inermis</i>	블락	14-18	32	-	-
8	<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	20	1	27	1
9	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	금강바리	7	1	-	1
10	<i>Apogon doederleini</i>	세줄얼게비늘	10-12	3	-	1
11	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	8-10	50	-	100
12	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	10-12	300↑	-	-
13	Carangidae sp.	전갱이류	-	-	-	1000↑
14	<i>Seriola</i> sp.	방어류	-	-	40-50	2
15	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	10-12	2	-	-
16	<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	12-14	33	-	-
17	<i>Chaetodon modestus</i>	세동가리돔	13	1	-	-
18	<i>Chaetodontoplus septemtrionalis</i>	청줄돔	15-18	5	-	1
19	<i>Evisitas acutirostris</i>	육동가리돔	-	-	-	1
20	<i>Cirrhichthys aureus</i>	노랑가시돔	-	-	-	1
21	<i>Girella punctata</i>	벵에돔	15-30	250	-	-
22	<i>Labracoglossa argentiventris</i>	황조어	15-18	12	-	-
23	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	15-20	4	-	-
24	<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	25	1	-	-
25	<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	28	1	-	-
26	<i>Ditrema temmincki</i>	망상어	13	1	-	-
27	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	12-14	2000↑	-	-
28	<i>Chromis fumea</i>	연무자리돔	10-12	2	10-13	2
29	<i>Chromis notata</i>	자리돔	1.5-2, 8-14	3000↑, 500↑	-	3000

표 3-3-9. 계속

Table 3-3-9. Continued

No.	Scientific name	Korean name	October		December	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
30	<i>Pomacentrus coelestis</i>	파랑돔	4	1	-	-
31	<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	18-28	7	-	-
32	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	12-18	35	-	1
33	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	8-12	15	-	1
34	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	12-20	17	-	1
35	<i>Pteragogus flagellifer</i>	어렁놀래기	14	2	-	-
36	<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄베도라치	7-9	8	-	-
37	<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	5-20	16	-	-
38	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	45	1	40	1
39	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치	7	1	-	-
40	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	24-25	5	-	-
41	<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	-	-	-	1
			34		20	

(December : Video method)

표 3-3-10. 북제주 바다목장 자연 암반에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위
 Table 3-3-10. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes observed at rocky bed in Buk-jeju marine ranching area

Scientific name	Korean name	October		December	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Sebastes inermis</i>	볼락	14-18	32	-	-
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	솜뱅이	20	1	27	1
<i>Seriola</i> sp.	방어류	-	-	40-50	2
<i>Girella punctata</i>	벙에돔	15-30	250	-	-
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	15-20	4	-	-
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	45	1	40	1

어초 어장의 중간 부분에는 많은 수의 600-700마리의 불볼락과 40-50여 마리의 도화볼락이 군집을 이루고 있었으며 20-25cm 급의 말쥐치를 포함한 10-20cm 급 용치놀래기, 황놀래기, 놀래기 등 놀래기류와 소형 줄도화돔 수 백마리가 어초 사이에 서식하고 있었다. 바닥 부근에는 등지느러미가 커다란 30-40cm 급 육동가리돔 3마리가 머물고 있었으며 10-15cm 급의 벤자리 유어도 몇 마리 관찰되었다(표 3-3-11).

2004년 12월: 12월에 비디오에 의한 수중 촬영본 분석에 의하면 총 15종의 어종의 서식이 확인되었다. 조사 당일에는 자리돔 떼와 몇 마리의 연무자리돔이 확인되었으며 놀래기, 황놀래기, 용치놀래기 등 놀래기류와 쥐치, 말쥐치, 줄도화돔 등 어종들이 머물고 있었으며 개체수는 적지만 도화볼락, 거북복 등이 어초 어장 속에서 관찰되었다(표 3-3-11).

수산어종: 인공어초 어장에서 10월에 관찰된 수산어종은 33cm 넙치 1마리, 불볼락 유어 500여 마리, 22-30cm 급 돌돔 8마리, 18-24cm 급 말쥐치 12마리가 확인되었는데, 같은 날 암반 조사에서 확인되지 않았던 종은 말쥐치와 불볼락이었다. 한편 자연암초에서 상대적으로 많은 양이 관찰되었던 뱅에돔은 인공어초와 자연암초가 가지고 있는 서식지의 특성에 따른 차이로 평가되었다. 즉, 자연암석이 만든 굴이나 좁은 틈을 좋아하는 뱅에돔은 공간이 자신들의 먹이가 되는 해조류가 적고 은신처가 상대적으로 적은 사각인공어초보다는 자연 암반제역을 선호하기 때문으로 볼 수 있다. 12월의 수산어종으로는 26-29cm 급 돌돔 3마리, 20cm 급 소형 호박돔과 25cm 급 말쥐치 1마리를 확인하였다(표 3-3-12).

나. 무척추동물 자원

(1) 서식분포

(가) 종수

① 종조성

2004년도 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 조사된 무척추 동물은 총 140종으로 연체동물의 경우 1문 4강 11목 22과 45종으로 전체 출현 동물들 중 32.1%를 차지하였고, 절지동물은 1문 1강 1목 9과 29종으로 20.7%, 자포동물은 1문 3강 7목 15과 23종으로 16.4%, 해면동물은 1문 1강 3목 5과 22종으로 15.7%, 극피동물은 1문 3강 4목 9과 13종으로 9.3%, 태형동물은 1문 1강 1목 1과 3종으로 2.1%, 환형동물은 1문 1강 2목 3과 3종으로 2.1%, 척삭동물이 1문 1강 1목 1과 2종으로 1.4%의 순으로 나타나 차귀도 연안역에서 채집된 무척추동물 중 연체동물이 가장 우점한 특징을 보였다(그림 3-3-9).

해면동물의 출현종 중 해면류(Demospongia)가 우점하였고, 자포동물 중에서 산호충류(Anthozoa)가 우점하였으며 전체 출현종 중 9.3%(13종)를 차지하였다. 태형동물에서는 유일하게 나후류(Gymnolaemata)가 2.1%(3종)를 차지하였고, 연체동물 중에서는 복족류(Gastropoda)가 25.7%(36종)가 압도적으로 우점하였다. 환형동물에서는 다모류(Polychaeta)

표 3-3-11. 북제주바다목장 사각어초어장에서 확인된 어종, 개체수 및 전장 범위
(2004년 10월, 12월)

Table 3-3-11. Number of species and individuals, total length at the artificial reef
in Buk-jeju marine ranching area(October and December, 2004)

No.	Scientific name	Korean name	October		December	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	-	-	16	1
2	<i>Sebastes joyneri</i>	도화볼락	7-15	46	17	1
3	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	7-9	500	-	-
4	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	8-11	800이상	7-9	3000↑
5	<i>Chaetodontoplus septemtrionalis</i>	청줄돔	-	-	18	1
6	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	12-15	2000이상	-	-
7	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	10-14	3	-	-
8	<i>Evistias acutirostris</i>	육동가리돔	34-36	4	-	-
9	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	15-18	4	-	-
10	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	22-30	8	26-29	3
11	<i>Chromis fumea</i>	연무자리돔	-	-	10-12	2
12	<i>Chromis notata</i>	자리돔	-	-	-	3000
13	<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	18	1	-	-
14	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	15-18	8	-	1
15	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	-	-	-	1
16	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	13-18	7	-	1
17	<i>Pteragogus flagellifer</i>	어랭놀래기	-	-	-	1
18	<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	-	-	-	1
19	Gobiidae sp.	망둑어과	-	-	-	1
20	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	33	1	-	-
21	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	12-22	6	18	1
22	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	18-24	12	26	1
23	<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	-	-	13	1
			14		16	

표 3-3-12. 북제주바다목장의 인공어초어장에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위
 Table 3-3-12. Number of individuals and total length of dominant species of commercial fishes observed at artificial reefs in Buk-jeju marine ranching area

Scientific name	Korean name	October		December	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	8-10	530		
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	22-30	8	26-29	3
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔			20	1
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	33	1	-	-
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	18-24	12	25	1

가 2.1%(3종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였으나 이 중 십각류(Decapoda)가 20.7%(29종)를 차지하였고, 극피동물에서는 불가사리류(Stelleroidae)가 5.7%(8종)으로 우점 하였으며, 척색동물에서는 유일하게 해초류(Ascidiacea)인 멩게류(Pyuridae)가 1.4%(2종)로 출현 동문 중 가장 낮은 종조성을 보였다(표 3-3-13).

2004년 9월에 조사된 무척추동물은 총 85종이었다. 종조성에서 연체동물 37.6%(32종), 절지동물 25.9%(22종), 자포동물 11.8%(10종), 극피동물 11.7%(10종), 해면동물 7.1%(6종), 환형동물 2.4%(2종), 척색동물 2.4%(2종), 태형동물 1.1%(1종)의 순으로 전체 출현종 중 연체동물이 가장 우점 하였고 이 중 복족류(Gastropoda)가 30.6%(26종)로 압도적으로 우점 하였다. 절지동물에서는 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였고, 자포동물에서는 히드라충류(Hydrozoa)가 7.1%(6종)로 우점 하였으며 극피동물에서는 불가사리류(Stelleroidae)가 5.8%(5종)로 나타났다. 해면동물에는 해면류(Demospongia)가 7.1%(6종)로 주종을 이루었고 환형동물에서는 다모류(Polychaeta)가 2.4%(2종)로 유일하게 출현하였으며 척색동물은 해초류(Ascidiacea), 태형동물은 나후류(Gymnolaemata)가 각각 2.4%(2종), 1.1%(1종)으로 나타났다(표 3-3-13).

2004년 11월에 조사된 무척추동물은 총 101종이었다. 종조성에서 연체동물 32.7%(33종), 자포동물 18.8%(19종), 해면동물 15.8%(16종), 절지동물 13.9%(14종), 극피동물 11.9%(12종), 환형동물 3.0%(3종), 태형동물 3.0%(3종) 척색동물 1.0%(1종)의 순으로 9월의 종조성과 같은 양상으로 전체 출현종 중 연체동물이 가장 우점 하였고 이 중 복족류(Gastropoda)가 25.6%(26종)로 가장 우점하였다. 자포동물에서는 산호충류(Anthozoz)가 11.9%(12종)로 우점하였고, 해면동물에는 해면류(Demospongia)가 15.8%(16종)로 주종을 이루었으며 절지동물에서는 갑각류(Crustacea)가 13.9%(14종)를 차지하였다.

극피동물에서는 불가사리류(Stelleroidae)가 6.9%(7종)로 나타났고, 환형동물에서는 다모류(Polychaeta)가 3.0%(3종), 태형동물은 나후류(Gymnolaemata)가 3.0%(1종), 척색동물은 해초류(Ascidiacea)가 1.0%(1종)으로 나타났다(표 3-3-13).

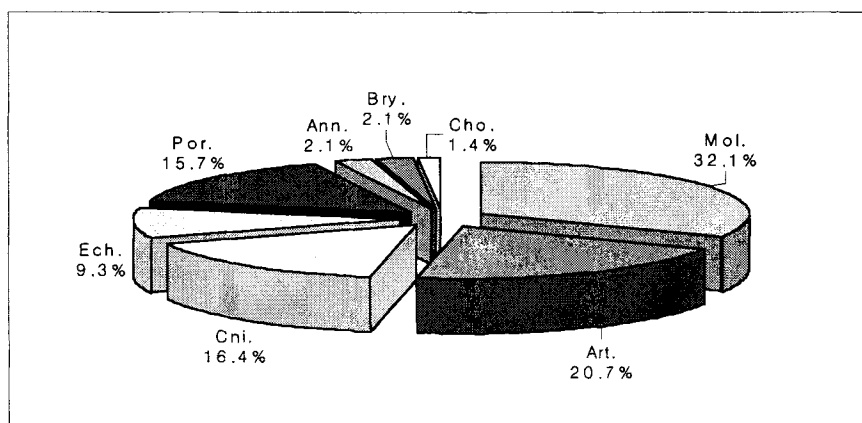


그림 3-3-9. 북제주 바다목장 해역에 출현하는 무척추동물의 종조성.

Fig. 3-3-9. Species composition of the invertebrates collected in the marine ranching area of Chagwido coastal water.

표 3-3-13. 조사해역 동물군별 총 출현종

Table 3-3-13. Comparison to number of species based on Taxonomical levels at each station

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Species	%	Species	%	Species	%
Porifera	PDe	6	7.1	16	15.8	22	15.7
	CHy	6	7.1	5	5.0	8	5.7
Cnidaria	CAn	4	4.7	12	11.9	13	9.3
	CSc	-	-	2	2.0	2	1.4
Bryozoa	BGy	1	1.1	3	3.0	3	2.1
	MPo	4	4.7	3	3.0	5	3.6
Mollusca	MGs	26	30.6	26	25.6	36	25.7
	MBi	1	1.1	2	2.0	2	1.4
	MCe	1	1.1	2	2.0	2	1.4
Annelida	APol	2	2.4	3	3.0	3	2.1
Arthropoda	ACr	22	25.9	14	13.9	29	20.7
	ESt	5	5.8	7	6.9	8	5.7
Echinodermata	EEc	4	4.7	4	4.0	4	2.9
	EHo	1	1.1	1	1.0	1	0.7
Chordata	CCh	2	2.4	1	1.0	2	1.4
Total		85	100	101	100	140	100

② 지역별 분포

차귀도 연안역에서 9월과 11월에 조사된 무척추 동물의 지역별 종수 변화를 월별로 살펴보면, 4곳의 지역 중 고산에서 9월에 46종, 11월에 76종이 출현하여 가장 높은 우위를 보였고, 용수는 9월에 32종, 11월에 60종이 출현하였으며 신창에서는 9월에 42종, 11월에 49종으로 용수의 출현양상과 비슷하였다. 용당에서는 9월에 28종, 11월에 49종으로 조사지역 중 가장 낮았고 대체적으로 모든 지역에서 9월에 비해 11월의 종수가 증가하는 경향이 나타났다(그림 3-3-10).

지역별 출현한 종들을 월별로 구분하여 분류군별로 살펴보면, 9월의 경우 조사지역에 총 148종이 출현하였고 고산에서 총 46종으로 복족류가 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 14종, 갑각류가 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)의 12종으로 가장 많이 분포하였다. 그외에 성게류의 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)의 2종, 산호류는 부채돌산호(*Flabellum distinctum*) 1종만이 출현하였으며 기타류에서는 낙지(*Octopus minor*)의 6종이 나타났다.

용수에서는 총 32종이 출현하여 복족류가 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 13종으로 가장 많았고, 갑각류는 집게류(*Pagurus sp.*)의 8종, 성게류는 보라성게 (*Anthocidaris crassispina*)의 2종, 불가사리류는 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)의 2종, 해면류는 예쁜이해면(*Callyspongia elegans*)과 산호류는 큰수지맨드라미(*Dendronephthya*)가 각각 1종만이 출현하였으며 기타류는 돌멍게(*Microcosmus hartmeyeri*)의 3종이 출현하였다.

용당에서는 총 28종이 출현하여 복족류가 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 10종으로 종 우위를 보였고, 갑각류는 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)의 5종, 성게류는 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)의 1종, 불가사리류는 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)의 2종, 해면류는 예쁜이해면(*Callyspongia elegans*)의 2종으로 출현하였으며, 산호류는 해송(*Antipathes japonica*)의 2종, 히드라류는 등글깃히드라(*Antennella integerrima*), 기타류에서는 흑고리갯민숭이(*Phyllidia ocellata*)가 각각 1종씩 출현하였다.

신창에서는 총 42종이 출현하였고, 복족류는 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 13종, 갑각류는 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)의 4종, 성게류는 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*)의 2종, 불가사리류는 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)의 3종이 출현하였고 해면류에서는 검정해면해면(*Halichondria okadai*)의 2종, 히드라류는 검정깃히드라(*Thecocarpus niger*)의 4종, 산호류는 원통빨산호(*Melithaea flabellifera cylindrata*)의 1종, 기타류에서는 멍게(*Halocynthia roretzi*)의 6종이 출현하였다. 따라서 각 지역별로 출현한 종들 중 우위를 차지한 출현 종은 바퀴고둥과 소라를 비롯한 연체동물인 복족류와 절지동물인 갑각류 우세하였으며 특히, 고산(총 46종)과 신창(42종)에서 종다양성의 우위를 보였다(표 3-3-14).

11월의 경우 조사지역에 총 234종이 출현하였고 고산의 경우 총 76종으로 복족류가

바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 19종으로 가장 많이 분포하였고, 갑각류가 붉은 눈자루참집게(*Pagurus japonicus*)의 12종이 출현하였으며 그 외에 성게류의 분홍성게(*Pseudocentrotus depressus*)의 1종, 불가사리류는 빨강불가사리(*Certonardoa semiregularis*)의 5종, 해면류는 입호박해면(*Cliona lobata*)의 18종, 히드라류는 곤봉히드라(*Coryne pusilla*)의 2종이 출현하였다.

산호류는 부채돌산호(*Flabellum distinctum*) 4종, 기타류에서는 낙지(*Octopus minor*)의 16종이 나타났다. 용수에서는 총 60종이 출현하여 해면류가 예쁜이해면(*Callyspongia elegans*)의 23종으로 가장 많았고, 복족류가 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 10종, 갑각류는 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)의 8종, 성게류는 방패연잎성게(*Clypeaster japonicus*)의 3종, 불가사리류는 빨강불가사리(*Certonardoa semiregularis*)의 2종, 산호류는 원통빨산호(*Melithaea flabellifera cylindrata*)의 4종이 출현하였으며 히드라류는 테히드라(*Sertularella levigata*)가 출현하였다.

기타류는 낙지(*Octopus minor*)의 4종이 출현하였다. 용당에서는 총 49종이 출현하여 복족류가 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)의 10종으로 가장 많았고, 갑각류는 붉은 눈자루참집게(*Pagurus japonicus*)의 5종, 성게류는 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)의 4종, 불가사리류는 빨강불가사리(*Certonardoa semiregularis*)의 3종, 해면류는 예쁜이해면(*Callyspongia elegans*)의 11종으로 출현하였으며 산호류는 원통빨산호(*Melithaea flabellifera cylindrata*)의 2종, 히드라류는 테히드라(*Sertularella levigata*)의 1종, 기타류에서는 대형동물류인 빨간망이끼벌레(*Iodictyum axillare*)의 7종이 출현하였다.

신창에서는 총 49종이 출현하였고, 복족류는 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*)의 12종, 해면류는 입호박해면(*Cliona lobata*)의 11종, 갑각류는 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)의 7종, 성게류는 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)의 1종, 불가사리류는 빨강불가사리(*Certonardoa semiregularis*)의 1종이 출현하였으며 히드라류는 곤봉히드라(*Coryne pusilla*)의 5종, 산호류는 부채빨산호(*Melithaea flabellifera*)의 1종, 기타류에서는 낙지(*Octopus minor*)의 6종이 출현하였다.

따라서 신창을 제외한 3개 지역에서 9월에 비해 출현종이 약 1/2수준으로 증가하였으며 9월과 같은 양상으로 각 지역별 출현한 종들 중 우위를 차지한 출현종은 바퀴고둥과 소라를 비롯한 연체동물인 복족류와 절지동물인 갑각류 우세하였으며 해면류도 상당히 많이 증가하고 있었다(표 3-3-14).

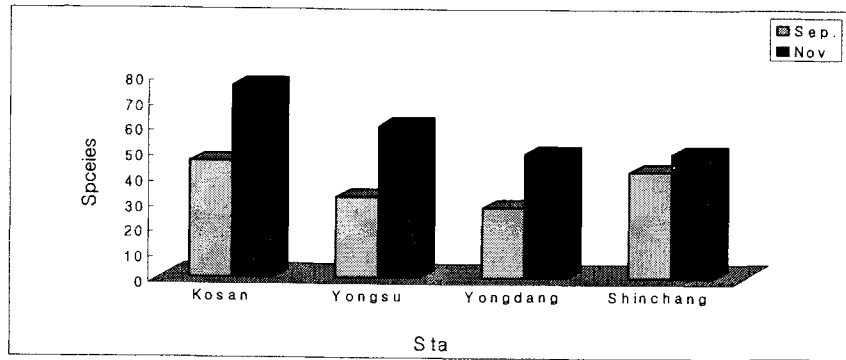


그림 3-3-10. 북제주 바다목장 해역에 출현하는 무척추동물 종수의 지역별 변화.

Fig. 3-3-10. The Number of species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004.

③ 계절별 변화

차귀도 연안역에서 조사된 출현 종들에 대한 계절별 종수 변화를 살펴보면, 전체적으로 9월(85종)보다 11월(101종)에 종수가 증가(16종)하는 경향을 보였으며 9월에 우위를 보인 종은 자포동물의 히드라충류(Hydrozoa), 연체동물의 다판류(Polyplacophora), 절지동물의 갑각류(Crustacea) 및 척삭동물의 해초류(Ascidiacea)였으며 11월의 경우 해면동물의 해면류(Demospongia), 자포동물의 산호충류(Anthozoz)와 해파리류(Scyphozoa), 태형동물의 나후류(Gymnolaemata), 연체동물의 이미패류(Bivalvia)와 두족류(Cephalopoda), 환형동물의 다모류(Polychaeta), 극피동물의 불가사리류(Stelleroidae)와 성게류(Echinoidea), 척삭동물의 해초류(Ascidiacea)로 9월보다 출현종의 종수가 증가하였다. 그러나 조사해역에서 채집된 무척추 동물 중 가장 높은 우점율을 보인 연체동물의 복족류(Gastropoda)는 9월과 11월에 각각 26종으로 나타났다(그림 3-3-11).

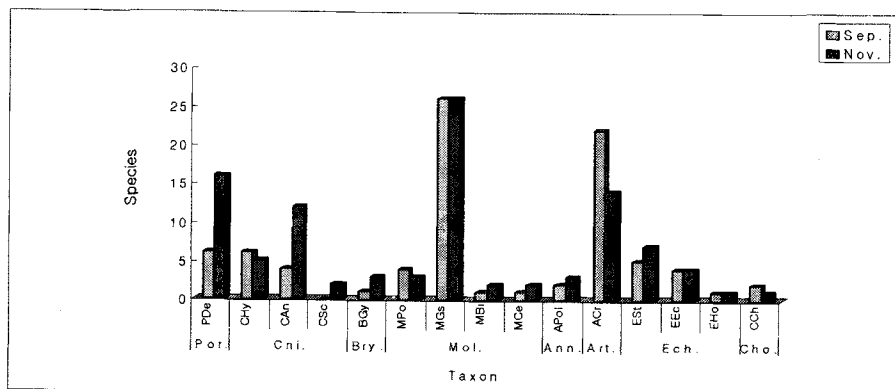


그림 3-3-11. 북제주 바다목장 조성 해역에 출현하는 무척추동물 종수의 계절별 변화.

Fig. 3-3-11. The Seasonal variation number of species in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004.

표 3-3-14. 2004년 9월과 11월에 출현하는 무척추동물의 지역별 종수

Table 3-3-14. The Number of species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004

※ Kosan

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Species	%	Species	%	Species	%
Porifera	PDe	-	-	19	25.0	19	24.6
	CHy	-	-	3	3.9	3	3.9
Cnidaria	CAn	1	2.2	5	6.6	3	3.9
	CSc	-	-	2	2.6	2	2.6
Bryozoa	BGy	-	-	2	2.6	2	2.6
	MPo	4	8.7	3	3.9	4	5.2
Mollusca	MGs	15	32.6	20	26.3	18	23.4
	MBi	1	2.	1	1.3	1	1.3
	MCe	1	2.2	2	2.6	2	2.6
Annelida	APol	2	4.3	1	1.3	2	2.6
Arthropoda	ACr	13	28.3	9	11.8	11	14.3
	ESt	6	13.0	6	7.9	6	7.8
Echinodermata	EEc	3	6.5	2	2.6	3	3.9
	EHo	-	-	-	-	-	-
Chordata	CCh	-	-	1	1.3	1	1.3
Total		0	100	99.8	100	99.7	100

※ Yongsu

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Species	%	Species	%	Species	%
Porifera	PDe	1	3.1	24	40.0	13	26.5
	CHy	-	-	1	1.7	1	2.0
Cnidaria	CAn	1	3.1	5	8.3	3	6.1
	CSc	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	BGy	-	-	1	1.7	1	2.0
	MPo	-	-	-	-	-	-
Mollusca	MGs	14	43.8	11	18.3	13	26.5
	MBi	-	-	-	-	-	-
	MCe	-	-	1	1.7	1	2.0
Annelida	APol	-	-	-	-	-	-
Arthropoda	ACr	9	28.1	9	15.0	9	18.4
	ESt	3	9.4	3	5.0	3	6.1
Echinodermata	EEc	3	9.4	3	5.0	3	6.1
	EHo	-	-	1	1.7	1	2.0
Chordata	CCh	1	3.1	1	1.7	1	2.0
Total		0	100	100	100	100.1	100

표 3-3-14. 계속

Table 3-3-14. Continued

※ Yongdang

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Species	%	Species	%	Species	%
Porifera	PDe	3	10.7	12	24.5	8	17.4
	CHy	1	3.6	2	4.1	2	4.3
Cnidaria	CAn	2	7.1	3	6.1	3	6.5
	CSc	-	-	1	2.0	1	2.1
Bryozoa	BGy	-	-	3	6.1	3	6.5
	MPo	-	-	-	-	-	-
Mollusca	MGs	11	39.3	11	22.4	11	23.9
	MBi	-	-	2	4.1	2	4.3
	MCe	-	-	1	2.0	1	2.1
Annelida	APol	-	-	1	2.0	1	2.1
Arthropoda	ACr	6	21.4	4	8.2	5	10.9
	ESt	3	10.7	4	8.2	4	8.7
Echinodermata	EEc	2	7.1	5	10.2	5	10.9
	EHo	-	-	-	-	-	-
Chordata	CCh	-	-	-	-	-	-
Total		28	100	49	100	99.9	100

※ Shinchang

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Species	%	Species	%	Species	%
Porifera	PDe	3	7.1	12	24.4	8	16.0
	CHy	5	11.9	2	4.1	4	8.0
Cnidaria	CAn	2	4.8	6	12.2	4	8.0
	CSc	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	BGy	1	2.4	2	4.1	2	4.0
	MPo	1	2.4	-	-	1	2.0
Mollusca	MGs	14	33.3	13	26.5	14	28.0
	MBi	-	-	-	-	-	-
	MCe	-	-	1	2.0	1	2.0
Annelida	APol	-	-	-	-	-	-
Arthropoda	ACr	6	14.3	8	16.3	7	14.0
	ESt	4	9.5	2	4.1	3	6.0
Echinodermata	EEc	3	7.1	2	4.1	3	6.0
	EHo	1	2.4	-	-	1	2.0
Chordata	CCh	2	4.8	1	2.0	2	4.0
Total		0	100	100	100	99.8	100

(2) 자원량

(가) 개체수

① 개체수 조성

2004년도에 차귀도 연안역에서 조사된 무척추 동물의 개체수는 총 2,123개체로 연체동물 54.2%(1,151개체/m²), 극피동물 23.0%(488개체/m²), 절지동물 18.1%(384개체/m²), 해면동물 1.9%(40개체/m²), 자포동물 1.8%(39개체/m²), 태형동물 0.4%(8개체/m²), 척색동물 0.4%(8개체/m²), 환형동물 0.2%(5개체/m²)의 순으로 차지하였다(그림 3-3-12).

개체수 변화에서 가장 우점을 보인 연체동물의 경우 우점종은 복족류로 나타났으며 전체의 51.3%(1,090개체/m²)로 압도적으로 많았다. 극피동물에서는 성게류가 17.0%(361개체/m²)로 우점 하였고, 절지동물은 갑각류로 전체의 18.1%(384개체/m²)를 차지하였다. 해면동물은 해면류가 1.9%(40개체/m²)가 출현하였으며 자포동물에서는 산호충류가 전체의 1.1%(23개체/m²)로 우점 하였고, 태형동물은 나후류가 전체의 0.4%(8개체/m²)로 차지하였다. 척색동물과 환형동물에서는 해초류 0.4%(8개체/m²) 및 다모류 0.2%(5개체/m²)로 나타나 차귀도 연안역에서 조사된 무척추동물 중 연체동물, 극피동물, 절지동물이 전반적인 개체수 우위를 보였으며 가장 적은 개체수는 환형동물로 나타났다(표 3-3-15).

2004년 9월에는 연체동물 49.4%(1,218개체/m²), 극피동물 32.9%(809개체/m²), 절지동물 15.8%(390개체/m²), 해면동물 0.7%(18개체/m²), 자포동물 0.7%(16개체/m²), 척색동물 0.3%(9개체/m²), 태형동물 0.1%(2개체/m²), 환형동물 0.1%(3개체/m²)를 차지하였다.

동물문별 각 우점종들을 살펴보면 연체동물은 복족류가 전체의 47.4%(1,168개체/m²)였으며 압도적으로 우점하였고, 극피동물은 성게류가 25.9%(639개체/m²)로 개체수 비율이 높게 나타났다. 절지동물에서는 모두 갑각류가 출현하여 전체의 15.8%(390개체/m²)로 우점적 동물군 이었고 해면동물은 모두 해면류였으며 전체의 0.7%(18개체/m²)를 차지하였다. 자포동물에서는 히드라충류가 전체의 0.4%(9개체/m²)로 우점하였으며 척색동물은 해초류가 0.3%(9개체/m²), 태형동물에서는 나후류, 환형동물에서는 다모류가 각각 0.1%(2개체/m²), 0.1%(3개체/m²)로 나타났다.

2004년 11월에는 연체동물 62.7%(1,084개체/m²), 절지동물 21.9%(378개체/m²), 극피동물 6.9%(121개체/m²), 자포동물 6.5%(56개체/m²), 해면동물 3.5%(61개체/m²), 태형동물 0.8%(14개체/m²), 환형동물 0.4%(7개체/m²), 척색동물 0.3%(6개체/m²)를 차지하였다. 동물문별 각 우점종들을 살펴보면 연체동물은 복족류가 전체의 58.6%(1,013개체/m²)였으며 9월과 같은 양상으로 전체적인 우점적 동물군이었고, 절지동물은 갑각류가 21.9%(378개체/m²)로 나타났으며 극피동물에서는 불가사리류가 4.7%(83개체/m²)로 개체수 출현율이 높았다. 자포동물에서는 산호충류가 2.3%(39개체/m²)로 우점하였고, 해면동물은 해면류가 전체의 3.5%(61개체/m²)를 차지하였다. 태형동물은 나후류가 0.8%(14개체/m²), 환형동물에서는 다모류, 척색동물에서는 해초류가 각각 0.4%(7개체/m²), 0.3%(6개체/m²)로 나타났다.

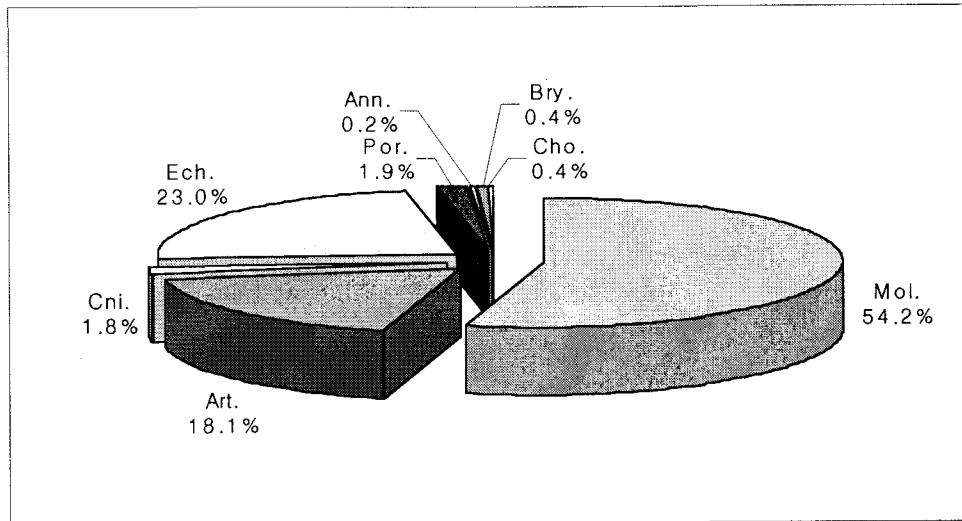


그림 3-3-12. 북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추 동물의 개체조성.

Fig. 3-3-12. Individual composition of invertebrates collected in the marine ranching area of Chagwido coastal water.

표 3-3-15. 북제주 바다목장해역의 동물군별 총 개체조성(/m²)

Table 3-3-15. Individual composition of invertebrates collected in the marine ranching area of Chagwido coastal water

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		ind	%	ind	%	ind	%
Porifera	PDe	18	0.7	61	3.5	40	1.9
	CHy	9	0.4	12	0.7	11	0.5
Cnidaria	CAn	7	0.3	39	2.3	23	1.1
	CSc	-	-	5	0.3	5	0.2
Bryozoa	BGy	2	0.1	14	0.8	8	0.4
	MPo	8	0.3	6	0.3	7	0.3
Mollusca	MGs	1,168	47.4	1,013	58.6	1,090	51.3
	MBi	4	0.2	3	0.2	4	0.2
	MCe	38	1.5	62	3.6	50	2.4
Annelida	APol	3	0.1	7	0.4	5	0.2
Arthropoda	ACr	390	15.8	378	21.9	384	18.1
	ESt	169	6.9	83	4.7	126	5.9
Echinodermata	EEc	639	25.9	37	2.1	361	17.0
	EHo	1	0.1	1	0.1	1	0.1
Chordata	CCh	9	0.3	6	0.3	8	0.4
Total		0	100	100	100	99.8	100

② 지역별 분포밀도

9월과 11월에 차귀도 연안역에서 조사된 무척추 동물의 지역별 개체수 변화를 월별로 살펴보면 4곳의 지역 중 신창의 경우 9월에 625개체/m², 11월에 650개체/m²로 가장 높은 밀도를 보였고, 다음으로 고산이 9월에 401개체/m², 11월에 535개체/m², 용수가 9월에 547개체/m², 11월에 333개체/m²의 순위였으며 용당이 9월 350개체/m², 11월 240개체/m²로 가장 낮은 밀도분포를 보였다. 신창과 고산은 9월에 비해 11월의 개체수가 증가하고 있는 반면 용수와 용당에서 개체수가 감소하고 있었다(그림 3-3-13).

지역별로 나타난 개체수를 월별로 구분하여 개체수가 많은 종들을 우선으로 살펴보면, 9월의 경우 조사지역에 총 1,923개체/m²가 출현하였고 고산에서 총 401개체/m²로 복족류가 총 225개체/m²로 가장 높은 밀도를 보였으며 그 중 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 160개체/m²로 가장 많이 출현하였고 소라(*Batillus cornutus*)는 29개체/m²였다. 갑각류는 총 107개체/m²가 출현하여 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*) 43개체/m², 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*) 32개체/m²이고 그 이외에 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 21개체/m², 분홍성게(*Pseudocentrotus depressus*) 4개체/m² 등으로 나타났다(표 3-3-16).

용수에서는 총 547개체/m²로 복족류가 290개체/m²로 분포밀도가 가장 많았고 그 중 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 192개체/m²로 가장 많이 출현하였고 소라(*Batillus cornutus*)는 44개체/m²였으며 불가사리류는 총 104개체/m²로 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*) 93개체/m²로 출현하였다.

갑각류는 총 87개체/m²로 집게류가 (*Pagurus sp.*) 43개체/m², 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*) 8개체/m²였고, 그 이외에 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 41개체/m², 큰수지맨드라미(*Dendronephthya gigantea*) 1개체/m², 들멍게 (*Mirocosmus hartmeyeri*) 5개체 등이 출현하였다.

용당에서는 총 350개체가 출현하였고, 복족류가 239개체/m²로 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 133개체/m²로 가장 많이 출현하였고 소라(*Batillus cornutus*)는 65개체/m²였으며 성게류는 총 50개체로 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 45개체/m², 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*) 5개체/m²로 나타났다.

신창에서는 총 625개체/m²로 4곳의 지역 중 가장 높은 밀도분포를 보였고, 복족류에서 총 396개체/m²가 출현하여 조사지역 중 복족류의 출현이 가장 높았다. 특히, 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 179개체/m²로 가장 많이 출현하였고, 팽이고둥(*Omphalius pfeifferi carpenteri*)은 124개체/m²였으며 갑각류는 총 177개체/m²로 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*) 153개체/m²가 출현하였다. 따라서 각 지역별로 개체수 밀도가 높은 종은 복족류와 갑각류 차차하였으며 특히, 바퀴고둥과 팽이고둥, 소라, 납작손참집게가 우점한 것으로 나타났으며 신창에서 이들 종의 개체수가 가장 높게 나타났다.

11월의 경우 조사지역에 총 1,758개체/m²로 9월에 비해 개체수가 약간 감소하였고, 고

산에서 총 535개체/m²로 복족류가 총 214개체/m²로 가장 높은 밀도를 보였고 그 중 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 72개체/m², 소라(*Batillus cornutus*)는 70개체/m²였다. 갑각류는 총 185개체/m²가 출현하여 붉은눈자루참집게(*Pagurus japonicus*)가 85개체/m²로 가장 많았고, 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*) 39개체/m²였다. 해면류는 총 35개체로 입호박해면(*Cliona lobata*)이 8개체/m²였으며 불가사리류는 총 32개체/m²가 출현하여 그 중 빨강불가사리가 20개체/m²였다. 용수의 경우 총 333개체/m²가 출현하여 복족류는 총 168개체/m²로 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 87개체/m², 소라(*Batillus cornutus*)는 36개체/m²였으며 갑각류는 총 82개체/m²로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 각각 43개체/m²로 높은 밀도를 보였다.

용당의 경우 총 240개체/m²로 조사지역 중 개체수가 가장 낮게 나타났으며 복족류는 145개체/m²로 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 75개체/m², 소라(*Batillus cornutus*)는 43개체/m²였다. 갑각류는 총 17개체/m²로 타 지역에 비해 갑각류 개체밀도가 매우 낮았고 성게류는 총 23개체/m²로 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 13개체/m², 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*) 4개체/m²로 나타났다.

신창에서는 총 650개체/m²로 4곳의 지역 중 가장 높은 밀도분포를 보였고, 복족류(총 490개체/m²) 또한 조사지역에서 가장 높게 나타났다. 그 중 털깍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*)이 242개체/m²로 매우 우점 하였으며 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)은 193개체/m², 소라(*Batillus cornutus*)는 32개체/m²로 출현하였다. 갑각류는 총 94개체/m²가 출현하여 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*) 38개체/m², 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*) 26개체였고, 이들 종들을 제외한 다른 출현종들의 개체밀도는 낮게 나타났다. 따라서 각 지역별로 개체수 밀도가 높은 종은 9월과 같은 양상으로 복족류와 갑각류 차차하였으며 신창에서 복족류의 출현 밀도가 가장 높았으며 특히, 신창에서 털깍질돼지고둥 (*Cantharus cecillei*)이 242개체/m²가 나타나 가장 우세한 출현 특징을 보였다.

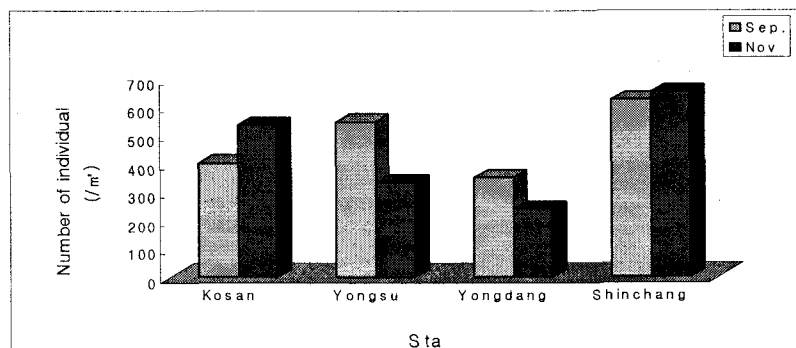


그림 3-3-13. 제주 바다목장 조성 해역에 출현하는 무척추동물 개체수의 지역별 변화.

Fig. 3-3-13. Regional variation of Number of individual in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004.

표 3-3-16. 2004년 9월과 11월에 출현하는 무척추동물의 지역별 개체수(/m²)

Table 3-3-16. The Number of individual at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004

※ Kosan

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		ind	%	ind	%	ind	%
Porifera	PDe	-	-	35	6.5	35	7.1
	CHy	-	-	4	0.7	4	0.8
Cnidaria	CAn	2	0.5	6	1.1	4	0.8
	CSc	-	-	4	0.7	4	0.8
Bryozoa	BGy	-	-	3	0.6	3	0.6
	MPo	7	1.7	6	1.1	7	1.4
Mollusca	MGs	225	56.1	214	40.0	220	44.4
	MBi	4	1.0	11	2.1	8	1.6
	MCe	13	3.2	25	4.7	19	3.8
Annelida	APol	3	0.7	3	0.6	3	0.6
Arthropoda	ACr	107	26.7	185	34.6	146	29.5
	ESt	13	3.2	32	6.0	23	4.6
Echinodermata	EEc	27	6.7	4	0.7	16	3.2
	EHo	-	-	-	-	-	-
Chordata	CCh	-	-	3	0.6	3	0.6
Total		0	100	99.8	100	100	100

※ Yongsu

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		ind	%	ind	%	ind	%
Porifera	PDe	1	0.2	33	9.9	17	3.8
	CHy	-	-	1	0.3	1	0.2
Cnidaria	CAn	1	0.2	8	2.4	5	1.1
	CSc	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	BGy	-	-	2	0.6	2	0.4
	MPo	-	-	-	-	-	-
Mollusca	MGs	290	53.0	168	50.5	229	51.5
	MBi	-	-	-	-	-	-
	MCe	1	0.2	10	3.0	6	1.3
Annelida	APol	-	-	-	-	-	-
Arthropoda	ACr	87	15.9	82	24.6	85	19.1
	ESt	104	19.0	21	6.3	63	14.2
Echinodermata	EEc	58	10.6	5	1.5	32	7.2
	EHo	-	-	1	0.3	1	0.2
Chordata	CCh	5	0.9	2	0.6	4	0.9
Total		0	100	100	100	100	100

표 3-3-16. 계속

Table 3-3-16. Continued

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		ind	%	ind	%	ind	%
Porifera	PDe	4	1.1	15	6.3	10	3.3
	CHy	2	0.6	5	2.1	4	1.3
Cnidaria	CAn	2	0.6	3	1.2	3	1.0
	CSc	-		1	0.4	1	0.3
Bryozoa	BGy	-		7	2.9	7	2.3
	MPo	-		-		-	
Mollusca	MGs	239	68.3	145	60.4	192	62.7
	MBi	-		2	0.8	2	0.7
	MCe	-		5	2.1	5	1.6
Annelida	APol	-		2	0.8	2	0.7
Arthropoda	ACr	30	8.6	17	7.1	24	7.8
	ESt	23	6.6	15	6.3	19	6.2
Echinodermata	EEc	50	14.3	23	9.6	37	12.1
	EHo	-		-		-	
Chordata	CCh	-		-		-	
Total		0	100	100.1	100	100	100

※ Shinchang

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		ind	%	ind	%	ind	%
Porifera	PDe	3	0.5	20	3.1	12	1.8
	CHy	7	1.1	2	0.3	5	0.8
Cnidaria	CAn	3	0.5	4	0.6	4	0.6
	CSc	-		-		-	
Bryozoa	BGy	2	0.3	2	0.3	2	0.3
	MPo	1	0.2	-		1	0.2
Mollusca	MGs	396	63.4	490	75.4	443	68.0
	MBi	-		-		-	
	MCe	-		22	3.4	22	3.4
Annelida	APol	-		-		-	
Arthropoda	ACr	177	28.3	94	14.5	134	20.6
	ESt	27	4.3	12	1.8	20	3.1
Echinodermata	EEc	4	0.6	3	0.5	4	0.6
	EHo	1	0.2	-		1	0.2
Chordata	CCh	4	0.6	1	0.2	3	0.5
Total		0	100	100	100	100.1	100

③ 계절별 분포밀도

차귀도 연안역에서 조사된 출현 종들에 대한 계절별 종수 변화를 살펴보면 전체적으로 9월(2,465개체/m²)에 비해 11월(1,727개체/m²)에 개체수가 감소(738개체/m²)하였다. 개체수 비율에 있어 9월에 우위를 보인 종은 연체동물의 다관류, 복족류, 이미패류였고, 절지동물은 갑각류로 나타났으며 극피동물에서는 불가사리류, 성게류의 개체수가 많았으며 척삭동물은 해초류였다. 11월의 경우 해면동물의 해면류와 자포동물에서는 히드라충류, 산호충류, 해파리류로 자포동물에서 출현한 모든 종의 개체수가 11월에 높게 나타났고 연체동물에서는 두족류만이 유일한 개체수 증가를 보였으며 환형동물의 다모류와 척삭동물의 해초류의 순으로 나타났다. 또한 종수의 계절별 변화와 같은 양상으로 연체동물의 복족류에서 11월의 개체수가 약간 감소하였지만 전체 출현 동문문들 중에서 가장 우점적인 개체비율을 보였다(그림 3-3-14).

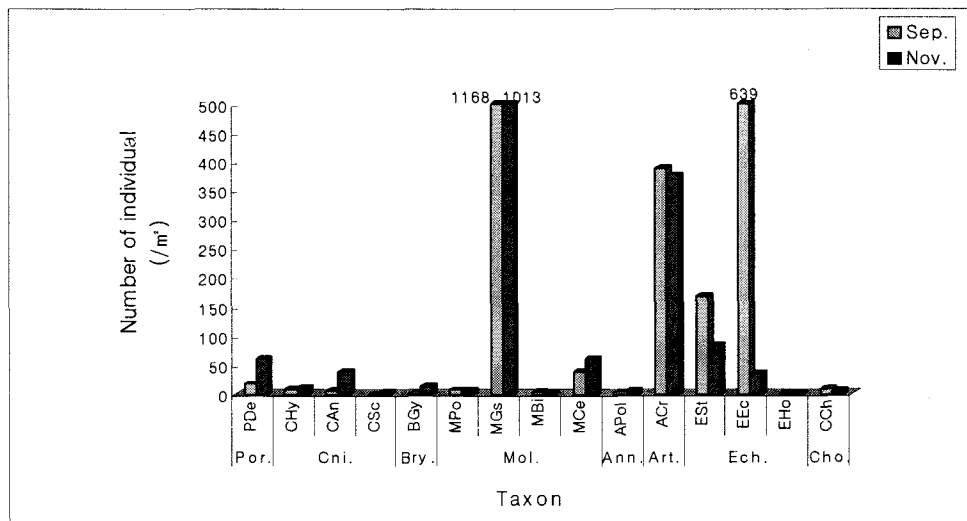


그림 3-3-14. 북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추동물 개체수의 계절별 변화.

Fig. 3-3-14. Seasonal variation of number of species in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004.

(나) 생체량

① 생체량 조성

2004년도에 차귀도 연안역에서 조사된 무척추 동물의 생체량은 총 11,158.8(g/m²)로 연체동물 59.4%(6,630.4g/m²), 절지동물 17.4%(1,945.1g/m²), 극피동물 12.8%(1,417.7g/m²), 척삭동물 4.6%(517.0g/m²), 해면동물 3.7%(413.2g/m²), 자포동물이 1.8%(206.0g/m²), 대형동물 0.2%(26.5g/m²), 환형동물 0.02%(2.9g/m²)의 순으로 차지하였다(그림 3-3-15).

출현동물군 중 가장 높은 생체량을 보인 연체동물의 경우 우점종은 복족류로 전체의

40.5%(4,516.1g/m²)로 압도적으로 우점 하였고, 절지동물은 갑각류로 전체의 17.4%(1,945.1g/m²)였으며 극피동물에서는 6.2%(690.6g/m²)로 성게류가 우점적으로 나타났다. 척삭동물인 해초류는 전체의 4.6%(517.0g/m²)를 차지하였고, 해면동물은 3.7%(413.2g/m²)로 나타났다. 태형동물과 환형동물은 전체 생체량 1%이하로 가장 낮은 생체량을 보였으며 그 값은 각각 0.2%(26.5g/m²), 0.02%(2.9g/m²)로 나타났다(표 3-3-17).

2004년 9월에 조사된 무척추 동물의 생체량 조성에서 전체 62.2%(5,423.4g/m²)로 연체동물이 가장 높게 나타났으며 그 중 복족류가 49.7%(4,311.7g/m²)로 가장 우점적 이었다. 극피동물은 전체 15.6%(1,348.0g/m²)를 차지하였고 그 중 10.5%(909.2g/m²)를 차지한 성게류가 우점적 이었으며 절지동물은 모두 갑각류 12.1%(1,044.6g/m²)가 차지하였고 척삭동물은 해초류가 8.4%(725.4g/m²)를 차지하였다. 그 외에 생체량 1%미만의 동물로는 해면동물 0.4%(36.4g/m²), 태형동물 0.2%(18.9g/m²), 환형동물 0.1%(1.3g/m²)로 나타났다.

2004년 11월에 조사된 무척추 동물의 경우 9월과 마찬가지로 연체동물이 전체의 57.5%(7,837.2g/m²)로 우점 하였고 그 중 복족류가 34.7%(4,720.4g/m²)를 차지하였다. 절지동물은 전체 20.9%(2,845.6g/m²)로 갑각류가 우점 하였으며 극피동물은 전체 10.9%(1,487.2g/m²)로 그 중 해삼류가 5.3%(725.9g/m²)의 생체량을 보였다. 해면동물은 해면류가 5.8%(790.0g/m²)를 차지하였고, 척삭동물의 해초류가 2.3%(308.6g/m²)로 나타났으며 자포동물의 경우 전체 2.2%(311.3g/m²)중 산호충류가 2.0%(271.7g/m²)의 우점 하였고, 생체량 1%이하의 동물문은 태형동물과 환형동물로 각각 0.2%(34.0g/m²), 0.03%(4.5g/m²)의 낮은 생체량을 보였다.

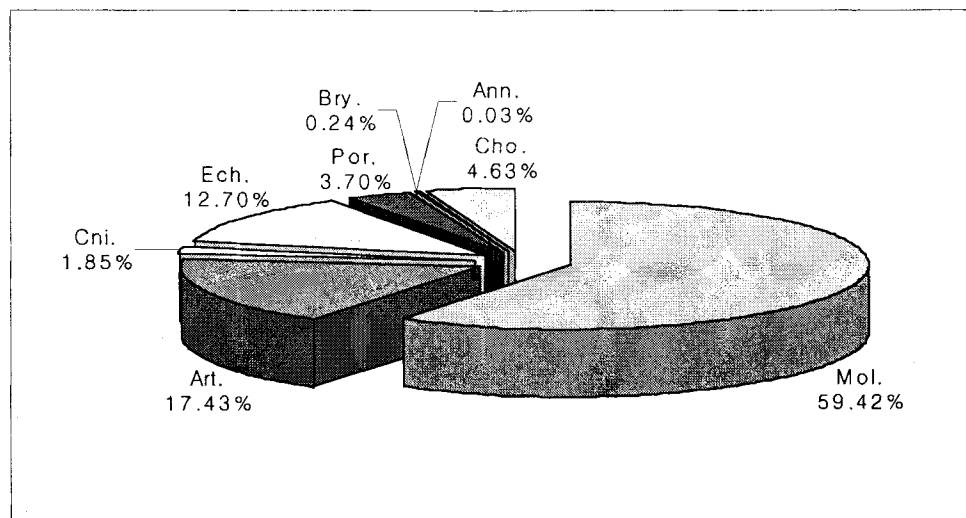


그림 3-3-15. 북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추 동물의 생체량 조성.

Fig. 3-3-15. Biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water.

표 3-3-17. 북제주 바다목장해역의 동물군별 총 생체량 조성(g/m³)

Table 3-3-17. Biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Biomass	%	Biomass	%	Biomass	%
Porifera	PDe	36.4	0.42	790.0	5.8	413.2	3.7
	CHy	3.3	0.03	7.7	0.01	5.5	0.04
Cnidaria	CAn	65.5	0.8	271.7	2.0	168.6	1.5
	CSc	0	0	31.9	0.2	31.9	0.3
Bryozoa	BGy	18.9	0.2	34.0	0.2	26.5	0.2
	MPo	1.6	0.02	275.2	2.0	138.4	1.2
Mollusca	MGs	4,311.7	49.7	4,720.4	34.7	4,516.1	40.5
	MBi	26.6	0.3	30.8	0.2	28.7	0.3
	MCE	1,083.5	12.5	2,810.8	20.6	1,947.2	17.4
Annelida	APol	1.3	0.01	4.5	0.03	2.9	0.02
Arthropoda	ACr	1,044.6	12.1	2,845.6	20.9	1,945.1	17.4
	ESt	169.4	2.0	289.4	2.1	229.4	2.1
Echinodermata	EEc	909.2	10.5	471.9	3.5	690.6	6.2
	EHo	269.4	3.1	725.9	5.3	497.7	4.5
Chordata	CCh	725.4	8.4	308.6	2.3	517.0	4.6
Total		0	100	100.08	100	99.84	100

② 지역별 분포

9월과 11월에 차귀도 연안역에서 조사된 무척추 동물의 지역별 생체량 변화를 월별로 살펴보면, 4곳의 지역 중 고산에서 9월에 11,487.0g/m³, 11월에 20,084.7g/m³로 평균 19,650.1g/m³로 가장 높은 분포를 보였고, 다음으로 신창이 9월에 6,689.2g/m³, 11월에 18,317.4g/m³로 평균 9,295.6g/m³, 용수가 9월에 5,543.4g/m³, 11월에 8,617.1g/m³로 평균 7,450.5g/m³의 순위였으며 용당이 9월에 6,334.4g/m³, 11월에 4,736.0g/m³로 가장 낮았다. 고산, 용수, 신창의 생체량 계절변화에서 9월에 비해 11월의 생체량이 증가하고 있는 반면 용당에서 생체량은 감소하였다(그림 3-3-16).

지역별로 나타난 생체량을 월별로 구분하여 생체량이 높은 종들을 우선적으로 살펴보면, 9월의 경우 조사지역에 총 30,054g/m³이 출현하였고 고산에서 총 11,487.0g/m³(38.2%)을 차지하였고, 그 중 복족류가 총 4,315.5g/m³(37.6%)로 가장 높은 밀도를 보였다. 다음으로 갑각류가 총 3,785.6g/m³(33.0%), 두족류가 총 2,059g/m³(17.9%)의 순으로 나타났으며 이미패류와 다판류, 다모류의 총 생체량이 각각 26.6g/m³(0.2%), 2.1g/m³(0.01%), 1.3g/m³(0.01%)으로 가장 낮은 생체량 분포를 보였다.

용수에서는 총 5,543.4g/m³(18.4%)이 출현하여 그 중 복족류가 총 3,292.8g/m³(59.4%)로 가장 높은 밀도를 보였다. 다음으로 성게류가 총 1,203.6g/m³(21.7%), 해초류가 총 549.3g/m³(9.9%)의 순으로 나타났고, 산호류와 해면류가 59.8g/m³(1.1%), 7.2g/m³(0.1%)로

가장 낮은 밀도를 보였다. 용당에서는 총 6,334.4g/m²(21.1%)이 출현하여 그 중 복족류가 총 4,693.5g/m²(74.1%)로 가장 높은 밀도를 보였고, 다음으로 성게류가 총 1,211.8g/m²(19.1%), 갑각류가 총 242.0g/m²(3.8%)의 순으로 나타났으며 산호류와 히드라류가 9.5g/m²(0.1%), 0.6g/m²(0.01%)로 가장 낮았다. 신창에서는 총 6,689.2g/m²(22.3%)으로 고산에 이어 생체량 밀도가 높았으며 그 중 복족류가 총 4,945.0g/m²(73.9%)로 조사지역 중 복족류의 생체량 분포밀도가 가장 높았고, 다음으로 해초류가 총 901.5g/m²(13.5%)순으로 나타났으나 그 이외의 종들은 10.0%이하로 낮게 나타나 나후류와 히드라류가 각각 18.9g/m²(0.3%), 6.0g/m²(0.1%)로 가장 낮게 출현하였다(표 3-3-18).

11월의 경우 조사지역에 총 45,066.0g/m²이 출현하였고, 고산에서 총 20,084.7g/m²(44.6%)을 차지하여 그 중 복족류가 총 9,566.4g/m²(47.6%)로 가장 높은 밀도를 보였으며 다음으로 두족류가 총 4,194.3g/m²(20.9%), 갑각류가 총 3,766.0g/m²(18.8%)의 순으로 나타났으며 다모류와 히드라류의 총 생체량은 각각 7.1g/m²(0.04%), 11.1g/m²(0.01%)으로 가장 낮은 생체량 분포를 보였다. 용수에서는 총 8,617.1g/m²(19.1%)이 출현하여 그 중 갑각류가 총 4,641.3g/m²(75.0%)로 가장 높은 밀도를 보였다. 다음으로 해면류가 총 843.7g/m²(9.8%), 해삼류가 총 725.9g/m²(8.4%)의 순으로 나타났고, 복족류와 나후류, 히드라류의 총 생체량이 각각 19.8g/m²(0.2%), 13.7g/m²(0.2%), 0.3g/m²(0.01%)로 가장 낮은 밀도를 보였다. 용당에서는 총 4,736.0g/m²(10.5%)이 출현하여 그 중 복족류가 총 3,169.6g/m²(66.9%)로 가장 높은 밀도를 보였고, 다음으로 성게류가 총 1,001.5g/m²(21.1%), 해면류가 총 174.4g/m²(3.7%)의 순으로 나타났으며 히드라류와 다모류가 각각 5.3g/m²(0.1%), 1.9g/m²(0.04%)로 가장 낮았다. 신창에서는 총 11,628.2g/m²(25.8%)으로 9월과 같은 양상으로 고산에 이어 생체량 밀도가 높았으며 그 중 복족류가 총 6,125.8g/m²(52.7%)로 분포밀도가 가장 높았고, 다음으로 두족류가 총 3,153.0g/m²(27.1%), 갑각류가 2,958.4g/m²(25.4%)순으로 나타났다. 나후류와 히드라류가 각각 21.7g/m²(0.2%), 3.8g/m²(0.03%)로 가장 낮게 출현하였다(표 3-3-18).

③ 계절별 분포

차귀도 연안역에서 조사된 출현종 들에 대한 계절별 생체량 변화를 살펴보면 전체적으로 9월(8,666.8g/m²)에 비해 11월(13,618.4g/m²)의 생체량 비율이 증가하였고, 출현 동물문 중 자포동물과 척색동물의 생체량이 감소하였으며 이외 11월에 조사된 다른 동물들의 생체량은 증가하는 경향이 나타났다. 9월에 우위를 보인 종은 극피동물의 성게류(902.2g/m²)와 척색동물의 해초류(725.4g/m²)였고, 연체동물의 복족류의 경우 전체 49.7%(4,311.7g/m²)로 출현종 중 가장 높은 생체량을 나타냈으며 해면동물을 비롯한 그 이외의 종들은 감소하였다. 11월의 경우 극피동물과 척색동물을 제외한 모든 출현 동물들이 증가하였고, 특히, 연체동물의 복족류와 두족류, 절지동물의 갑각류가 9월에 월등한 생체량 우위를 보였다(그림 3-3-17).

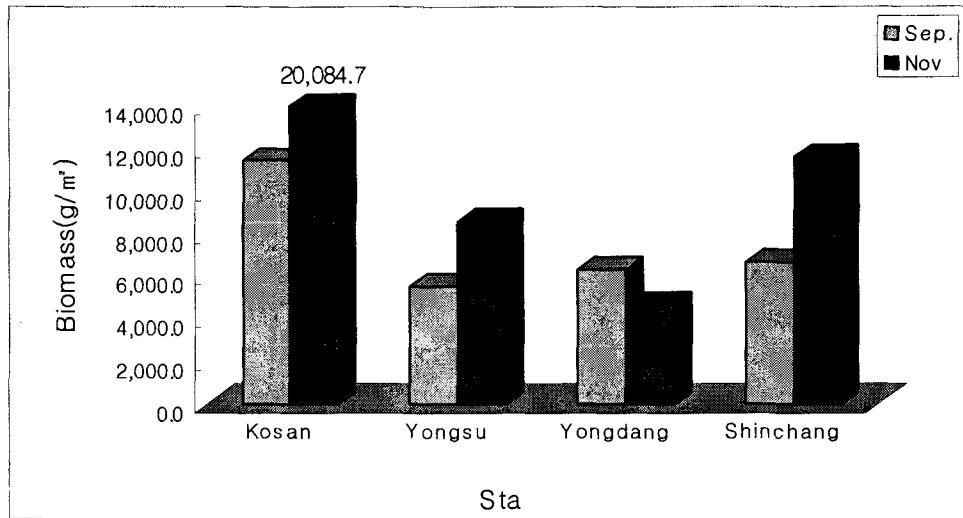


그림 3-3-16. 북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추동물 생체량의 지역별 변화.
 Fig. 3-3-16. Regional variation of biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004.

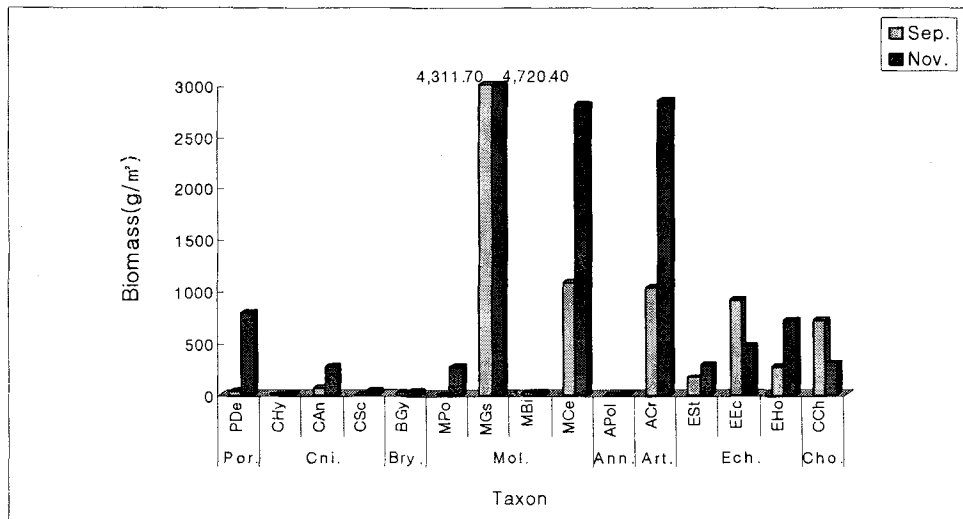


그림 3-3-17. 북제주 바다목장해역에 출현하는 무척추동물 생체량의 계절별 변화.
 Fig. 3-3-17. Seasonal variation of Biomass composition of the invertebrates in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004.

표 3-3-18. 2004년 9월과 11월에 출현하는 무척추동물의 지역별 생체량(g/m³)

Table 3-3-18. Regional variation of Biomass composition of individual in the marine ranching area of Chagwido coastal water in September and November, 2004

※ Kosan							
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Biomass	%	Biomass	%	Biomass	%
Porifera	PDe	-	-	769.5	3.8	769.5	3.9
	CHy	-	-	11.1	0.01	11.1	0.1
Cnidaria	CAn	87.6	0.8	166	0.8	126.8	0.6
	CSc	-	-	58.4	0.3	58.4	0.3
Bryozoa	BGy	-	-	17.5	0.1	17.5	0.1
	MPo	2.1	0.01	275.2	1.4	138.7	0.7
Mollusca	MGs	4,315.5	37.6	9,566.4	47.6	6,940.9	35.3
	MBi	26.6	0.2	10.9	0.1	18.8	0.1
	MCE	2,059	17.9	4,194.3	20.9	6,253.3	31.8
Annelida	APol	1.3	0.01	7.1	0.04	4.2	0.1
Arthropoda	ACr	3,785.6	33.0	3,766	18.8	3,775.8	19.2
	ESt	148.2	1.3	486.6	2.4	317.4	1.6
Echinodermata	EEc	1,061.1	9.2	137.2	0.7	599.2	3.0
	EHo	-	-	-	-	-	-
Chordata	CCh	-	-	618.5	3.1	618.5	3.1
Total		11,487.0	100	100.02	100	100.05	100

※ Yongsu							
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Biomass	%	Biomass	%	Biomass	%
Porifera	PDe	7.2	0.1	843.7	9.8	425.5	5.7
	CHy	-	-	0.3	0.01	0.3	0.01
Cnidaria	CAn	59.8	1.1	360.5	4.2	210.2	2.8
	CSc	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	BGy	-	-	13.7	0.2	13.7	0.2
	MPo	-	-	-	-	-	-
Mollusca	MGs	3,292.8	59.4	19.8	0.2	1,656.3	22.2
	MBi	-	-	-	-	-	-
	MCE	107.9	1.9	1,085.2	12.6	596.6	8.0
Annelida	APol	-	-	-	-	-	-
Arthropoda	ACr	109.8	2.0	4,641.3	75.0	2,375.6	31.9
	ESt	213	3.8	357.3	4.1	285.2	3.8
Echinodermata	EEc	1,203.6	21.7	363	4.2	783.3	10.5
	EHo	-	-	725.9	8.4	725.9	9.7
Chordata	CCh	549.3	9.9	206.4	2.4	377.9	5.1
Total		0	100	99.9	100	121.11	100

표 3-3-18. 계속

Table 3-3-18. Continued

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Biomass	%	Biomass	%	Biomass	%
Porifera	PDe	45.9	0.7	174.4	3.7	110.2	2.0
	CHy	0.6	0.01	15.4	0.3	8.0	0.1
Cnidaria	CAn	9.5	0.1	82.8	1.7	46.2	0.8
	CSc	-	-	5.3	0.1	5.3	0.1
Bryozoa	BGy	-	-	82.9	1.8	82.9	1.5
	MPo	-	-	-	-	-	-
Mollusca	MGs	4,693.5	74.1	3,169.6	66.9	3,931.6	70.1
	MBi	-	-	50.7	1.1	50.7	0.9
	MCe	-	-	-	-	-	-
Annelida	APol	-	-	1.9	0.04	1.9	0.03
Arthropoda	ACr	242	3.8	16.5	0.3	129.3	2.3
	ESt	131.1	2.1	135.6	2.9	133.4	2.4
Echinodermata	EEc	1,211.8	19.1	1,001.5	21.1	1,106.7	19.7
	EHo	-	-	-	-	-	-
Chordata	CCh	-	-	-	-	-	-
Total		0	100	99.91	100	99.94	100

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		Total	
		Biomass	%	Biomass	%	Biomass	%
Porifera	PDe	56.1	0.8	1,372.5	11.8	714.3	7.7
	CHy	6	0.1	3.8	0.03	4.9	0.1
Cnidaria	CAn	105	1.6	477.6	4.1	291.3	3.1
	CSc	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	BGy	18.9	0.3	21.7	0.2	20.3	0.2
	MPo	1.1	1.1	-	-	1.1	0.01
Mollusca	MGs	4,945	73.9	6,125.8	52.7	5,535.4	59.5
	MBi	-	-	-	-	-	-
	MCe	-	-	3.153	27.1	3.153	33.9
Annelida	APol	-	-	-	-	-	-
Arthropoda	ACr	40.8	0.6	2,958.4	25.4	1,499.6	16.1
	ESt	185.2	2.8	178.2	1.5	181.7	2.0
Echinodermata	EEc	160.2	2.4	386	3.3	273.1	2.9
	EHo	269.4	4.0	-	-	269.4	2.9
Chordata	CCh	901.5	13.5	101	0.9	501.3	5.4
Total		0	100	101.1	100	127.03	100

(3) 우점도

(가) 개체수에 의한 우점종

2004년 9월과 11월에 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 총 140종이 출현하였고, 각 출현종의 총 개체수에 대한 출현을 중에서 5%이상을 차지하는 종은 5종으로 나타났다. 이 5종 중 압도적인 우점을 보인 종은 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)으로 나타났고, 다음으로 소라(*Batillus cornutus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)의 순으로 나타났으며 이들 5종은 총 개체수의 약 61.6%를 차지하였다.

① 지역별 개체수 우점종

차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 2004년 9월과 11월에 조사된 출현종 중 가장 우점적인 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)은 총 1,094개체/m²로 총 개체수의 29.4%를 차지하였다. 이 바퀴고둥의 출현상황을 지역별로 보면, 4곳의 지역 중 신창에서 372개체/m²(34.0%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 용수에서 282개체/m²(25.8%), 고산에서 232개체/m²(21.2%), 가장 개체수가 낮은 곳은 용당으로 208개체/m²(19.0%)가 출현하였다. 두 번째 우점종인 소라(*Batillus cornutus*)는 총 365개체/m²가 출현하여 총 개체수의 9.8%를 차지하였으며 지역별로는 용당에서 108개체/m²(29.6%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 고산에서 99개체/m²(27.1%), 용수에서 80개체/m²(21.9%)의 순으로 나타났으며 신창에서 78개체/m²(21.4%)로 가장 낮게 나타났다. 세 번째 우점종인 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)는 총 336개체/m²가 출현하여 총 개체수의 9.0%를 차지하였으며 지역별로는 신창에서 191개체/m²(56.8%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 고산에서 82개체/m²(24.4%), 용수에서 48개체/m²(14.3%)의 순으로 나타났으며 용당에서 15개체/m²(4.5%)로 가장 낮게 나타났다. 네 번째 우점종인 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*)은 총 315개체/m²가 출현하여 총 개체수의 8.5%를 차지하였으며 지역별로는 신창에서 251개체/m²(79.7%)로 압도적으로 분포하였고, 다음으로 용수에서 31개체/m²(9.8%), 용당에서 18개체/m²(5.7%)의 순으로 나타났으며 고산에서 15개체/m²(4.8%)로 가장 낮게 나타났다. 다섯 번째 우점종인 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)는 총 202개체/m²가 출현하여 총 개체수의 5.4%를 차지하였으며 지역별로는 용수에서 82개체/m²(40.6%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 고산에서 58개체/m²(28.7%), 신창에서 39개체/m²(19.3%)의 순으로 나타났으며 용당에서 23개체/m²(11.4%)로 가장 낮게 나타났다(그림 3-3-18).

따라서, 개체수에 의한 우점종이 출현한 지역 중 신창에서 3개의 종인 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*)이 출현하여 압도적으로 우점 하였고, 용당에서 소라(*Batillus cornutus*), 용수에서는 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 나타나는 지역별 특성을 보였다.

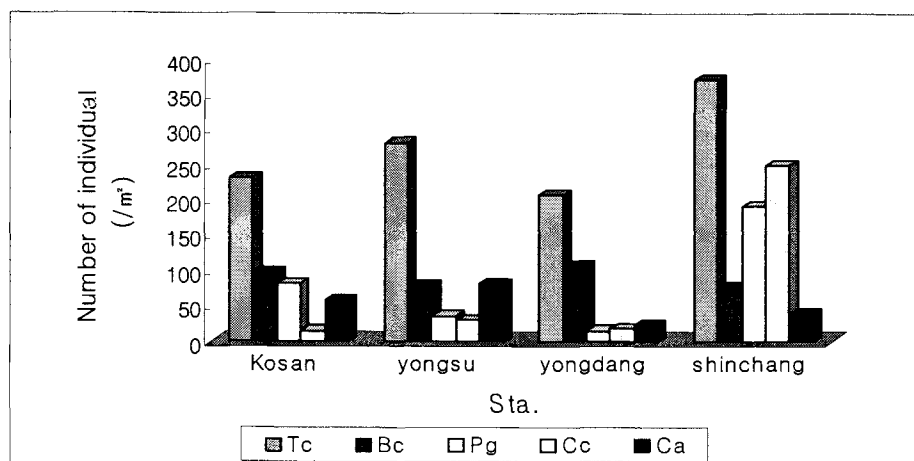


그림 3-3-18. 무척추동물의 지역별 개체수 우점종 분포. Tc: 바퀴고둥(*Trochus sacellus* *rota* Dunker), Bc: 소라(*Batillus cornutus*), Pg: 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), Cc: 털깍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), Ca: 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*).

Fig. 3-3-18. Distribution of the number of individual dominant species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water.

② 계절별 개체수 우점종

2004년 9월 차귀도 연안역에 출현한 종들에 대한 총 개체수는 1,943개체/m²로 이들 중 전체 개체수의 5%이상을 차지한 종은 7종으로 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 665개체/m²(34.2%)로 가장 우점 하였다. 다음으로 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 196개체/m²(10.1%), 소라(*Batillus cornutus*) 184개체/m²(9.5%), 팽이고둥(*Omphalius pfeifferi carpenteri*)이 150개체/m²(7.7%), 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*) 122개체/m²(6.3%), 보라성게(*Anthodiaris crassispina*) 109개체/m²(5.6%), 홍색민꽃게 (*Charybdis acuta*) 107개체/m²(5.5%)의 순으로 나타났다.

11월의 경우 총 개체수는 1,776개체/m²로 이들 중 전체 개체수의 5%이상을 차지한 종은 5종으로 9월과 마찬가지로 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 429개체/m²(24.2%)로 가장 우점 하였다. 다음으로 털깍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*) 274개체/m²(15.4%), 소라 (*Batillus cornutus*) 181개체/m²(10.2%), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 120개체/m²(6.8%), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*) 95개체/m²(5.3%)의 순으로 나타났다(그림 3-3-19).

따라서, 월별 우점종에 의한 개체수 변동을 살펴보면 9월에 총 1,193개체/m², 11월에 총 1,119개체/m²로 개체수가 점차 감소하고 있었으며 9월에 비해 11월에 감소된 종으로는 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 소라(*Batillus cornutus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 홍색민꽃게 (*Charybdis acuta*)였고, 유일하게 털깍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*)만이 11월에 개체수가 증가하였다.

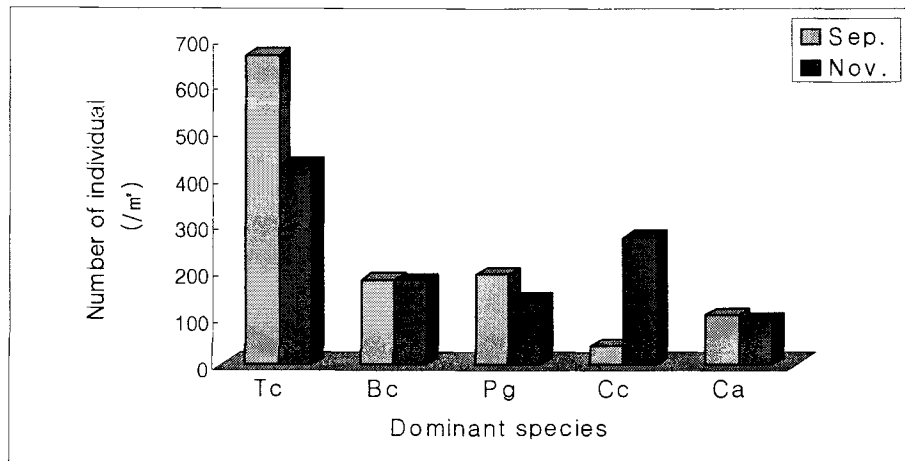


그림 3-3-19. 무척추동물의 월별 우점종 밀도 변화. Tc: 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota* Dunker), Bc: 소라(*Batillus cornutus*), Pg: 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), Cc: 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), Ca: 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)

Fig. 3-3-19. Seasonal variation of density of dominant species in the marine ranching area of Chagwido coastal water

(나) 생체량에 의한 우점종

2004년 9월과 11월에 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 조사된 출현종의 총 생체량 (35,304.0g/m²)에 대한 출현율 중에서 5%이상을 차지하는 종은 5종으로 나타났고, 이 5종 중 가장 압도적인 우점을 보인 종은 소라(*Batillus cornutus*)로 나타났으며 다음으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 낙지(*Octopus minor*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 매끈이고둥(*Kelletia lischkei* Kuroda) 순으로 나타났으며 이들 5종은 총 개체수의 약 44.6%를 차지하였다(그림 3-3-20).

① 지역별 생체량 우점종

차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 2004년 9월과 11월에 조사된 출현종 중 가장 우점적인 소라(*Batillus cornutus*)는 총 6,106.5g/m²로 총 생체량의 17.3%를 차지하였다. 이 소라의 출현상황을 지역별로 보면, 4곳의 지역 중 고산에서 9,498.9g/m²(38.9%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 용당에서 5,820.3g/m²(23.8%), 용수에서 4,697.9g/m²(19.2%), 가장 개체수가 낮은 곳은 신창으로 4,408.9g/m²(18.1%)가 출현하였다.

두번째 우점종인 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)는 총 3,141.9g/m²가 출현하여 총 개체수의 8.9%를 차지하였으며 지역별로는 용수에서 4,972.2g/m²(39.6%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 고산에서 3,668.9g/m²(29.2%), 신창에서 2,806.8g/m²(22.3%)의 순으로 나타났으며 용당에서 1,119.5g/m²(8.9%)로 가장 낮게 나타났다.

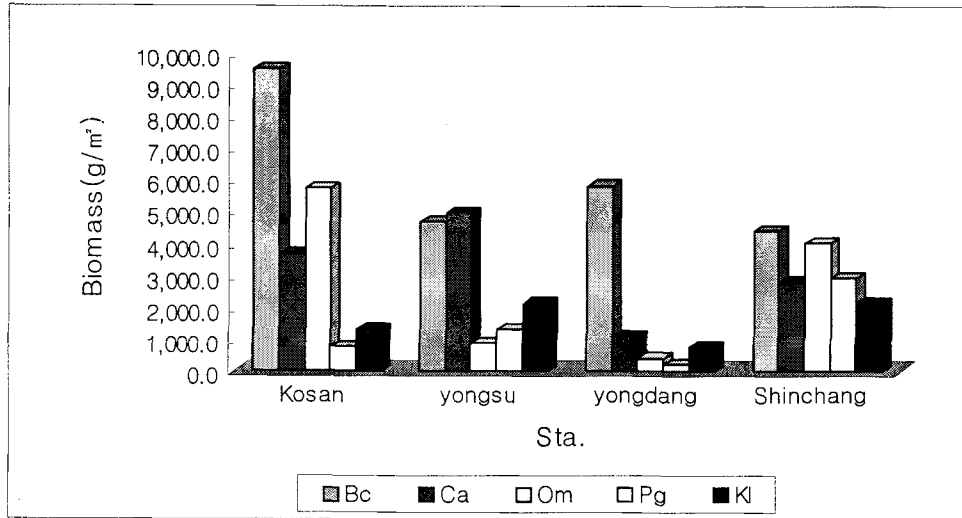


그림 3-3-20. 무척추동물의 지역별 생체량 우점종 분포. Bc: 소라(*Batillus cornutus*), Ca: 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), Om: 낙지(*Octopus minor*), Pg: 납작손참집게, (*Pagurus gracilipes*), Kl: 매끈이고둥(*Kelletia lischkei Kuroda*).

Fig. 3-3-20. Distribution of biomass dominant species at each station in the marine ranching area of Chagwido coastal water.

세 번째 우점종인 낙지(*Octopus minor*)는 총 3,028.2g/m³가 출현하여 총 개체수의 8.6%를 차지하였으며 지역별로는 고산에서 5,738.5g/m³(51.9%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 신창에서 4,029.5g/m³(36.4%), 용수에서 889.5g/m³(8.0%)의 순으로 나타났으며 용당에서 406.7g/m³(3.7%)로 가장 낮게 나타났다.

네 번째 우점종인 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)는 총 1,870.0g/m³가 출현하여 총 개체수의 5.3%를 차지하였으며 지역별로는 신창에서 2,926.4g/m³(55.8%)로 압도적으로 분포하였고, 다음으로 용수에서 1,319.3g/m³(25.1%), 고산에서 772.0(14.7%)의 순으로 나타났으며 용당에서 231.0g/m³(4.4%)로 가장 낮게 나타났다.

다섯 번째 우점종인 매끈이고둥(*Kelletia lischkei Kuroda*)은 총 1,600.2g/m³가 출현하여 총 개체수의 5.0%를 차지하였으며 지역별로는 신창에서 2,160.5g/m³(33.8%)로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 용수에서 2,133.7(33.3%), 고산에서 1,330.6g/m³(20.8%)의 순으로 나타났으며 용당에서 775.9(12.1%)로 가장 낮게 나타났다.

따라서, 생체량에 의한 우점종이 출현한 지역 중 고산에서 소라(*Batillus cornutus*), 낙지(*Octopus minor*)의 출현이 매우 우점 하였고, 신창에서는 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 매끈이고둥(*Kelletia lischkei Kuroda*)의 출현이 우점 하였으며 용수에서는 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 우점하는 등 용당을 제외한 3곳의 지역에서 우점종들이 다양하게 출현하는 지역적 특성이 나타났다.

② 계절별 생체량 우점종

2004년 9월 차귀도 연안역에 출현한 종들에 대한 총 생체량은 15,859.4g/m²로 이들 중 전체 개체수의 5%이상을 차지한 종은 5종으로 소라(*Batillus cornutus*)가 2,604.5g/m² (16.4%)로 가장 우점 하였다. 다음으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)는 1,577.2g/m²(9.9%), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 1,274.1g/m²(8.0%), 낙지(*Octopus minor*) 1,048.8g/m² (6.6%), 납작소라(*Pomaulax japonicus*)가 824.5g/m²(5.2%)의 순으로 나타났다.

11월의 경우 총 생체량은 3,502.0g/m²로 이들 중 전체 개체수의 5%이상을 차지한 종은 4종으로 소라(*Batillus cornutus*)가 3,502.0g/m²(18.0%)로 가장 우점 하였다. 다음으로 낙지 (*Octopus minor*) 1,979.5/m²(10.2%), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*) 1,564.7g/m²(8.0%), 매끈이고둥(*Kelletia lischkei* Kuroda) 1,004.2g/m²(5.2%)의 순으로 나타났다(그림 3-3-21).

따라서 월별 우점종에 의한 개체수 변동을 살펴보면 9월에 총 7,100.6g/m², 11월에 총 8,646.4g/m²로 생체량이 점차 증가하고 있었으며 9월에 비해 11월에 증가된 종으로는 소라(*Batillus cornutus*), 낙지(*Octopus minor*)이외에 매끈이고둥(*Kelletia lischkei* Kuroda)을 포함한 3종이 증가하였고, 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)는 감소하고 있었다(그림 3-3-21).

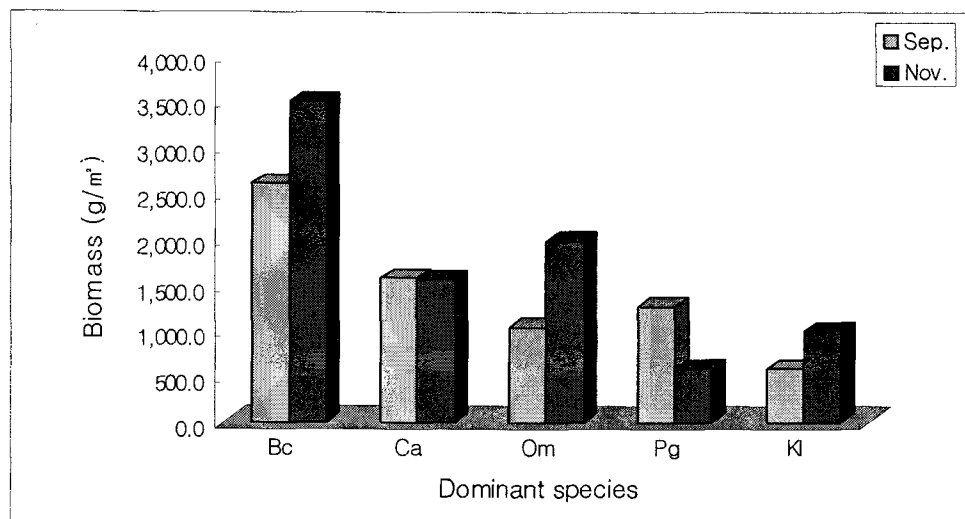


그림 3-3-21. 무척추동물의 월별 우점종 생체량 변화. Bc: 소라(*Batillus cornutus*), Ca: 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), Om: 낙지(*Octopus minor*), Pg: 납작손참집게, (*Pagurus gracilipes*), Kl: 매끈이고둥(*Kelletia lischkei* Kuroda).

Fig. 3-3-21. Seasonal Variation of biomass-dominant species in the marine ranching area of Chagwido coastal water.

(다) 종다양도

2004년 9월과 11월에 차귀도 연안역에서 조사된 월별 자료를 종합한 각 정점별 총 종 다양도(H')는 2,155~3.164범위로 평균 2.548로 나타났다. 정점별로 살펴보면 종다양도가 가장 높게 나타난 곳은 고산이었으며 다음으로 용당, 용수의 순으로 신창에서 가장 낮은 종 다양도를 보였다(표 3-3-19).

9월의 경우 각 지역별 종다양도(H')는 2.203~2.497범위로 평균 2.369로 지역별 종다양도 지수 값은 큰 차이를 보이지 않고 거의 균등하게 나타났으며 용당(H'=2.497)에서 가장 높았고, 신창(H'=2.203)에서 가장 낮은 값을 보였다.

11월의 경우 종다양도(H')는 2.155~3.164범위로 평균 2.727로 나타나 9월에 비해 전반적으로 종다양도가 증가하였고, 고산(H'=3.164)에서 가장 높게 나타났으며 다음으로 용수, 용당, 신창 순으로 점차 감소하였으나 9월에 비해 종다양도(H') 값이 상대적으로 높게 나타난 것이 특징이다.

표 3-3-19. 각 지역별 무척추동물의 종다양도(H')

Table 3-3-19. Diversity index(H') of the invertebrates at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water

Sampling stations	Diversity index(H')				average
	Kosan	Yongsu	Yongdang	Shinchang	
'04. Sep.	2.444	2.330	2.497	2.203	2.369
'04. Nov.	3.164	2.814	2.775	2.155	2.727
average	2.804	2.572	2.636	2.179	2.548

(라) 균집우점도

조사지역내 각 지역별 총 출현종에 따른 균집내 제 1우점종은 4곳의 지역에서 모두 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 출현하였으며 제 2우점종은 소라(*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)였고, 제 3우점종은 붉은눈자루참집게(*Pagurus japonicus*), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)가 차지하여 복족류에 의한 균집내 우점도가 매우 높게 나타나고 있다(표 3-3-20).

조사지역내에 균집의 분포유형을 각 지역별로 살펴보면 고산에서 출현한 균집 우점종은 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 소라(*Batillus cornutus*), 붉은눈참집게(*Pagurus japonicus*)의 순으로 균집우점도(CDI)는 9.18~25.05범위였으며 평균 14.97로 나타났다.

용수의 경우 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)의 순으로 균집우점도는 9.20~31.65범위였고, 평균 17.09로 나타났

으며 용당에서는 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 소라(*Batillus cornutus*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)의 순으로 군집우점도 9.80~35.25의 범위로 평균 21.11이었다.

신창의 경우 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 출현하여 군집우점도 14.59~28.42의 범위로 평균 20.73으로 나타났다.

따라서, 군집우점도에 의한 조사지역내 군집 분포유형은 대부분 복족류와 갑각류 등 특정종에 의한 군집우점도가 높게 나타나고 있었고, 4곳의 지역 모두 제1우점종으로 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)의 점유율이 매우 높게 나타나는 특성을 보였으며 신창에서 군집밀도가 가장 높게 나타난 반면 고산에서 가장 낮게 나타났다.

표 3-3-20. 각 지역별 군집우점도

Table 3-3-20. Dominant species and CDI at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water

Sampling stations	Community dominant species and index(CDI)					
	First		Second		Third	
	dominant species	CDI	dominant species	CDI	dominant species	CDI
Kosan	<i>Trochus sacellus</i>	25.05	<i>Batillus cornutus</i>	10.69	<i>Pagurus japonicus</i>	9.18
Yongsu	<i>Trochus sacellus</i>	31.65	<i>Ophiomastix mixta</i>	10.44	<i>Charybdis acuta</i>	9.20
Yongdang	<i>Trochus sacellus</i>	35.25	<i>Batillus cornutus</i>	18.30	<i>Anthocidaris crassispina</i>	9.80
Shinchang	<i>Trochus sacellus</i>	28.42	<i>Cantharus cecillei</i>	19.18	<i>Pagurus gracilipes</i>	14.59

(마) 종다양성, 균등도, 풍부도

차귀도 연안역 바다목장 조성지의 각 지역별에 따른 군집내 종다양도 지수(H'), 균등도(E'), 풍부도(R)를 전체 종합하여 분석한 결과는 표 3-3-21과 같다.

각 지역에 따른 종다양도 지수(H')는 2.4527~3.1196범위로 조사지역 남부에 위치해 있는 고산에서 3.1196으로 가장 높았고, 북쪽에 위치한 신창에서 가장 낮았다.

군집내 종구성의 동일한 정도를 나타내는 균등도(E')의 경우 조사지역 전반에 걸쳐 0.5646~0.6731범위로 고산에서 높게 나타났고, 용수와 용당에서 각각 0.6279, 0.6159로 지역별 차가 크지 않았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다.

풍부도(R)의 경우 조사지역 군집내 9.718~14.932의 범위로 균등도와 마찬가지로 고산에서 14.932로 가장 높았고, 용수와 신창에 이어 용당에서 가장 낮게 나타났다.

조사지역내의 종구성도(H', E', R)를 각 지역에 따른 월별변동을 살펴보면, 종다양도(H')의 경우 9월에 2.2034~2.4969의 범위로 평균 2.3688이었으며 용당에서 높았고, 신창에서 가장 낮33았다. 이에 11월의 경우 2.1551~3.1642범위에 평균 2.7272로 9월에 비해 종다양도 지수가 증가하여 고산에서 가장 높게 나타났고, 신창에서 가장 낮게 나타났다. 월

별 균등도(E') 변동에 있어 경우 9월에 0.5823~0.7493의 범위로 평균 0.6577이었고 종다양도와 마찬가지로 용당에서 가장 높았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다. 이에 11월의 경우 0.5481~0.7284의 범위로 평균 0.6692였으며 9월과 비교하면 약간 증가하고 있지만 군집내 균등도 지수는 거의 유사하게 경향이 나타났으며 균등도(E')가 가장 높게 나타난 지역은 고산이었고, 신창에서 가장 낮게 나타났다. 월별 풍부도(R)의 경우 9월에 4.6091~7.5170의 범위로 평균 6.0009였고, 고산에서 높게 나타난 반면 용당에서 가장 낮은 풍부도를 보였다. 이에 11월의 경우 7.6800~12.1230의 범위로 평균 9.6798로 9월에 비해 월등히 증가하였으며 고산에서 12.1230으로 가장 높은 값을 보였고, 신창에서 가장 낮게 나타났다. 따라서, 종구성에 따른 월별 변동에 있어 전반적으로 9월에 비해 11월이 높게 나타나 군집내 종구성이 다양하게 나타났고, 9월 조사 시 종다양도, 균등도 및 풍부도의 최고값과 최저값이 나타난 지역은 매우 혼재된 양상이었지만 11월의 경우 대체로 각 지수의 최고값은 고산에서, 최저값은 신창에서 나타나는 안정된 군집형태를 보였다(그림 3-3-22).

표 3-3-21. 각 정점별 종다양도, 균등도, 풍부도 지수

Table 3-3-21. The value of Biodiversity index(H'), Evennes index(E') and Richnes index(R) at each stations in the marine ranching area of Chagwido coastal water

Sampling stations	Community species diversity index		
	Biodiversity index(H')	Evennes index(E')	Richness index(R)
Kosan	3.1196	0.6731	14.932
Yongsu	2.7357	0.6279	11.336
Yongdang	2.5516	0.6159	9.718
Shinchang	2.4527	0.5646	10.589

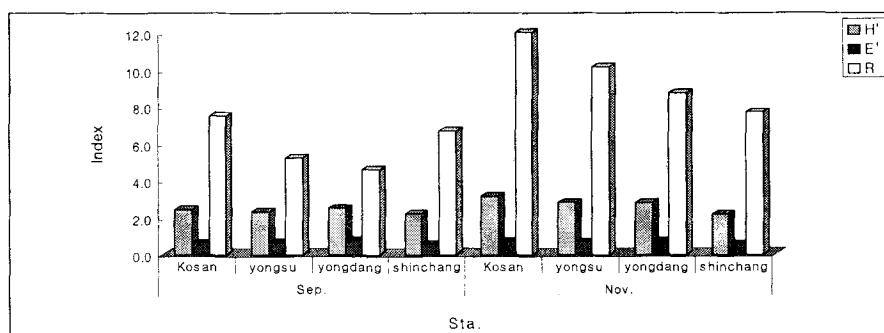


그림 3-3-22. 각 정점별 종다양도, 균등도, 풍부도 지수의 월별 변화.

Fig. 3-3-22. Seasonal variation of Biodiversity index(H'), Evennes index(E') and Richness index(R) at each stations in the marine ranching ground of Chagwido coastal water.

다. 해조류 자원

(1) 서식지 분포

제주 바다목장 해역내에는 천연보호구역인 차귀도가 있고, 차귀도 주위에는 4개의 섬으로 구성되어 있어 다양한 생물이 서식할 수 있는 환경이 조성되어 있다. 특히, 차귀도 섬 주위에 모자반 대형 군락이 조성되어 있어 어·패류 산란장과 성육장으로서의 큰 역할을 하고 있었다. 북제주군 한경면 고산리 해안은 수월봉과 수직벽으로 구성되어 있고, 조간대가 넓게 발달되어 있지 않으며, 조하대는 수심 9m까지 급경사를 이루고 있다. 저질은 암반과 모래가 절반정도 혼합식으로 구성되어 있었다. 한편, 한경면 용수리, 용당리, 신창리는 조간대 암반이 잘 발달되어 있고, 조하대도 경사각도가 낮아 해조류 성장기질로서는 매우 좋은 조건을 가지고 있었다.

(2) 해조상

제주 바다목장 조성지의 해조류 출현종은 녹조류 13종, 갈조류 26종, 홍조류 73종 총 112종으로 나타났다. 9월에는 녹조류 12종, 갈조류 24종, 홍조류 69종으로 모두 106종이 출현하였으나, 11월에는 38종만이 채집되었다. 11월의 종들은 대부분 다년생인 청각류, 모자반류, 산호말류 등이었다(표 3-3-22). 해조류는 대부분이 1년생으로 하계에 소실되었다가 추계에 발아하는 생활사를 갖고 있어서 이러한 결과를 나타낸 것으로 판단된다. 한편 이끼깃털말(*Bryopsis hypnoides*)와 팽생이모자반(*Sargassum horneri*) 2종이 추가되어 수확이라고 할 수 있었다(부록 3-3-1).

해조류 조사시기가 9월과 11월에 수행하여 조간대의 해조상은 바위틈의 습기가 있는 곳, 조수웅덩이, 패류에 착생하여 성장하는 것 등이 대부분이었다. 따라서 연약한 개체와 11월에 출현하는 종류는 거의 찾아볼 수가 없었다. 조간대의 상부에는 해조류 대부분이 소실되었고, 중부에는 엽체의 일부가 소실되어 하부만 남아있는 경우, 11월에 접어들면서 일부 개체가 재생되어 성장하는 개체, 9월에 포자상태로 있다가 발아하는 개체들이 전부였다. 파래류를 제외한 발아상태의 엽체 대부분이 육안적으로 분류가 불가능하였다.

표 3-3-22. 북제주 바다목장해역의 해조류 출현종 수

Table 3-3-22. Numbers of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coast water

Seasonal	Chlorophyta	Phaeophyta	Rholophyta	total
September	12	25	69	106
November	5	10	23	38
Total	13	26	73	112

북제주군 한경면 고산리 해역은 조간대 하부와 저조선 부근에서 짝잎모자반(*S. hemiphyllum*)과 알송이모자반(*S. confusum*)이 20% 이상의 피도를 나타내고 있었으며, 산호말류가 60% 이상 착생하고 있었다. 수심 3m 서식대에는 감태(*E. cava*), 톱니모자반(*S. serratifolium*), 쌍발이모자반(*S. patens*) 등 해중립을 조성하고 있었으며, 수심 9m까지 지속되어 자연군락이 잘 보존되고 있었다. 차귀도 해역의 조간대에는 중·하부에 지층이 (*S. thunbergii*)와 톳(*Hizikia fusiformis*)이 우점종으로 성장하고 있었으며, 저조선 부근에서는 짝잎모자반이 해중립을 조성하고 있었다. 수심 3m와 6m의 조하대에서는 쌍발이모자반과 톱니모자반이 대형군락을 이루어 해중립을 조성하고 있었으나 일부 업체에서는 상부가 탈락되기도 하였다. 모자반 군락 저층에는 고리마디게발(*A. beauvoisii*)을 비롯한 산호말류가 50% 이상의 피도를 나타내고 있었다. 수심 9m의 조하대에서는 감태군락이 잘 발달되어 일차생산자로서 큰 역할을 하고 있었다. 한경면 용수리 해역은 조간대 중부에 지층이 상부는 탈락되고 하부줄기만 남아 있는 상태로 성장하고 있었으며, 저조선 부근에서는 톳이 11월에 접어들면서 업체 크기가 5cm 이상 성장하여 우점종으로 나타났다. 저조선에서 수심 3m의 조하대에서는 팽생이모자반, 쌍발이모자반, 톱니모자반으로 구성된 해중립이 발달되어 있었으며, 수심 6m 이상의 조하대에서는 해중립이 소실되고 들레게발혹(*M. crassissima*) 등을 비롯한 산호말류가 대부분 착생하고 있었다. 반면 수심 14m 이상의 조하대에서는 톱니모자반과 감태가 자연상태의 군락을 조성되고 있어서 매우 안정적인 생태계를 이루고 있었다. 한경면 용당리 해역의 조간대에는 중부에서 하부까지 지층이 우점종으로 출현하고 있었고, 조간대 하부에는 톳이 큰 군락을 이루어 성장하고 있었다. 저조선 부근에는 애기돌가사리(*G. intermedia*)와 작은구슬산호말이 30% 이상의 피도를 나타내고 있었으며, 조수웅덩이와 지층이 업체에 구멍갈파래가 착생하고 있었다. 조간대에서 조하대 수심 9m까지 완만한 경사를 이루고 있었으며, 조하대에는 참곱슬이(*P. telfairiae*)와 우뭇가사리류(*Gelidium spp.*)가 드물게 관찰되었고 대부분이 산호말류가 덮고 있었다. 수심 15m 이상의 조하대에서는 감태군락이 조성되어 해중립을 이루고 있었으며, 감태군락 저층에는 넓은게발(*A. dilatata*)을 비롯한 산호말류가 대부분 차지하고 있었다. 일부 지역에서는 자루바다표고(*P. caulifera*)와 붉은뼈까막살(*C. angusta*)이 관찰되었다. 한경면 신창리 해역은 조간대 하부와 저조선 부근에서 지층이와 톳이 20% 이상의 피도를 나타내고 있었고, 곳에 따라 구멍갈파래(*U. pertusa*)와 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)이 우점종으로 출현하고 있었다. 수심 3m에서 6m의 해역에서는 들레게발혹을 포함한 산호말류가 70% 이상의 피도를 나타내고 있었다. 수심 9m의 해역에서는 감태군락이 조성되어 있었으며, 이끼깃털말(*B. hypnoides*)과 청각(*C. fragile*)이 관찰되었다.

5개 조사지역에서 차귀도는 조간대 상부에서 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*)와 애기풀가사리(*G. complanata*) 등이 채집되었으며, 그 외 지역은 조수웅덩이에서 작은구슬산호말과 구멍갈파래가 관찰되었다. 조간대 중부 이하에서는 공통적으로 비슷한 해조상을 나타

내었으며, 암반이 수평 또는 수직의 발달형태에 따라 군락형태가 다르게 나타났다. 조하대 수심 2~9m의 한경면 용당리 해역 등 일부 해역에서는 산호말 군락이 번무하여 갯녹음 현상이 확산되고 있었다. 저조선 부근에는 무절산호말이 착생하여 암반이 백색 또는 분홍색을 띄고 있었다. 그러나 대부분 해역에서는 해수의 투명도가 높아 수심 30m이상 되는 해역에도 감태를 비롯한 대형 갈조류 대량으로 분포하고 있었다. 차귀도 섬 주위에는 감태, 툽니모자반 등 해중림이 잘 조성되어 어패류의 산란장 또는 성육장으로서의 기능이 크게 작용하고 있었다.

(3) 자원량

(가) 생물량

해조류 생물량은 9월에 조간대 상부에서 점심대까지 7개 정점에서 채집된 총량은 10,663.3g으로 11월의 6,238.5g 보다 약 1.7배 정도 많은 양이었다(표 3-3-23). 조간대 상부는 9월에만 채집되었고, 11월에는 거의 소실되어 방형구내의 채집된 것은 없었다. 조간대 중부와 하부의 생물량도 11월의 것에 비해 1.5배 이상 많았다. 11월의 조간대 중부 생물량이 하부의 것보다 많게 나타났으며, 그것은 조간대 하부에 무절산호말이 번무하여 채집이 불가능하였고, 새로운 엽체는 발아되지 않아 나타난 결과이다. 조하대는 9월이 11월의 것에 비해 1.5배, 수심 20m의 점심대는 약 2.7배가 높게 나타났다. 조하대의 해조류 생물량은 암반의 경사도에 따라 수심별로 점차 많게 나타났으며, 11월에도 비슷한 경향을 나타냈다. 9월에는 조하대에서 성장하는 모자반류와 감태가 군락을 이루어 해중림을 조성하고 있어서 생물량이 높게 나타난 결과이며, 11월에는 태풍 또는 엽체가 성숙하여 수정난을 방출하기 위해 엽체 전부 혹은 일부가 탈락하여 생물량이 낮게 나타난 것으로 추정된다.

(나) 우점종

해조류 생물량에 의한 서식대별 우점종은 9월에 조간대 상부에서 하부까지 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*), 지충이, 작은구슬산호말, 짝잎모자반(*S. hemiphyllum*), 잎꼬시래기(*G. textorii*) 순으로 나타나고 있으며, 추계에는 조간대 상부의 것은 소실되었으나 중부에서 하부까지 지충이, 툽, 작은구슬산호말 순으로 출현하고 있었다(표 3-3-23).

수심 3m에서는 9월에 감태와 긴잎모자반(*S. coreanum*)이 우점종으로 출현하였으나 11월에는 쌍이모자반(*S. patens*), 툽니모자반, 그리고 고리마디게발을 포함한 산호말류가 우점하고 있었다. 수심 6~9m의 우점종은 9월에 감태와 모자반류이었으나 11월에는 대형갈조류의 생물량은 적게 나타났고, 그 대신에 누운청각(*C. coatum*)과 방황게발혹 등 산호말류의 생물량이 많았다. 수심 20m의 점심대에서는 9월에 감태의 생물량이 2,182.1g/m²로 가장 많은 것으로 나타났으나 11월에는 1/4로 감소되었다. 9월에 출현하였던 담배잎

산말(*D. tabacoides*)도 11월에는 관찰되지 않았다. 추계의 톱니모자반은 엽장이 1m 이하로 상부가 탈락되어 재생되고 있었다.

본 조사가 해조류의 소실 또는 포자상태에서 발아하는 시기에 실시하여 출현종 수 및 생물량이 매우 낮게 나타났다. 조간대 상부의 김류, 파래류 등 연약한 개체들은 관찰할 수가 없었다. 조하대의 우점종인 미역은 발아상태이었으며, 모자반류는 대부분 하부줄기만 남아있어 생물량 감소의 직접적인 원인이 되었다. 그러나 산호말류는 번식이 왕성한 시기이어서 출현종수 및 그 양이 증가되었으며, 저조선 부근에서는 무절산호말이 확산되어 갯녹음 현상이 나타나고 있었다. 바다목장 해역의 해조류 생태적 특성 구명 및 자원조성을 위하여 해조류 생장이 가장 활발한 시기인 동계와 춘계의 조사가 반드시 실시되어야 하며, 그 결과에 의해서 해중림 조성의 기초 자료가 제공될 것이다.

표 3-3-23. 북제주 바다목장해역의 해조류 생물량

Table 3-3-23. Biomass and vertical distribution of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coastal water

구 분	9월(g/ m ²)	11월(g/ m ²)	비 고	
조간대	상부	263.1	-	mean at 5 sites
	중부	924.9	811.6	mean at 5 sites
	하부	1,175.7	723.6	mean at 5 sites
	소계	2,363.7	1,535.2	
조하대	3m	1,080.9	1,342.1	mean at 5 sites
	6m	2,257.0	1,122.6	mean at 5 sites
	9m	2,346.9	1,269.5	mean at 5 sites
	소계	5,684.8	3,734.2	
점심대	14~20m	2,614.1	969.1	mean at 2 sites
합계	10,663.3	6,238.5		

표 3-3-24. 북제주 바다목장해역의 해조류 우점종

Table 3-3-24. Dominant species of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coastal water

구 분	종 명	9월 습중량 (g/ m ²)	11월 습중량(g/ m ²)	
조간대	상부	<i>G. divaricatum</i>	200.7	-
		<i>C. ustulatus</i>	49.2	-
		<i>E. intestinalis</i>	13.2	-
	중부	<i>S. thunbergii</i>	425.1	348.3
		<i>I. okamurae</i>	383.5	4.0
		<i>H. fusiformis</i>	116.3	459.3
	하부	<i>C. pilulifera</i>	303.4	374.7
		<i>S. hemiphyllum</i>	251.8	348.9
		<i>S. sagamianum</i>	247.7	-
		<i>G. textorii</i>	142.9	-
	<i>G. amansii</i>	133.5	-	
	<i>A. galapagensis</i>	96.4	-	
조하대	3m	<i>E. cava</i>	265.4	99.0
		<i>S. coreanum</i>	708.5	-
		<i>S. patens</i>	-	320.0
		<i>S. serratifolium</i>	107	153.9
		<i>Amphiroa beauvoisii</i>	-	769.2
	6m	<i>E. cava</i>	1,272.5	234.4
		<i>S. coreanum</i>	436	-
		<i>S. serratifolium</i>	408.7	263.9
		<i>S. patens</i>	101.5	-
		<i>M. crassissima</i>	-	624.3
9m	<i>G. turuturu</i>	38.3	-	
	<i>B. hypnoides</i>	-	74.9	
	<i>C. coatum</i>	-	418.9	
	<i>E. cava</i>	850.9	307.9	
	<i>S. serratifolium</i>	1,496.0	215.8	
	<i>A. dilatata</i> and Corallina algae	-	252.0	
점심대	20m	<i>E. cava</i>	2,182.1	525.9
		<i>D. tabacoides</i>	240.2	-
		<i>S. serratifolium</i>	112.9	167.8
		<i>A. anceps</i>	44.7	-
		<i>P. telfairiae</i> f. <i>uncinatum</i>	34.8	-
		Corallina algae		275.4
합계		10,663.3	6,238.5	

(다) 해중림 조성종

북제주군 바다목장 조성지의 해중림 조성종은 11종으로 나타났다(표 3-3-25). 조간대에서는 지층이를 포함한 4종이었으며, 툇은 9월에 포복지만 남고 줄기부분은 소실되었다. 수심 10m의 조하대 해중림 조성종은 7종이었으며, 미역은 1년생으로 7월부터 10월까지 자연상태에서는 관찰할 수가 없었다. 감태는 제주도의 해중림을 위한 대표종으로 어·패류의 먹이, 산란장, 성육장으로서 큰 역할을 하고 있는 것으로 알려져 있다. 감태는 10월에서 11월까지 포자를 방출한 후 엽상부가 탈락되었다. 대부분의 모자반류도 하계에 엽체상부가 성숙하여 생식기탁을 중심으로 탈락되었다. 수심 20m의 점심대에서는 3종이 해중림을 조성하고 있으며, 감태와 툇니모자반은 조하대 전해역에 서식하는 것으로 나타났다.

표 3-3-25. 북제주 바다목장해역의 해중림 조성종

Table 3-3-25. Composing species of submarine forest around proposed in the marine ranching of Chagwido coastal water

구 분	학명	국명
조간대	<i>S. thunbergii</i>	지층이
	<i>H. fusiformis</i>	툇
	<i>S. hemiphyllum</i>	작잎모자반
	<i>S. sagamianum</i>	비틀대모자반
조하대 (1~10m)	<i>U. pinnatifida</i>	미역
	<i>E. cava</i>	감태
	<i>S. confusum</i>	알송이모자반
	<i>S. coreanum</i>	큰잎모자반
	<i>S. horneri</i>	괭생이모자반
	<i>S. patens</i>	쌍발이모자반
	<i>S. serratifolium</i>	툇니모자반
점심대 (15~20m)	<i>D. tabacoides</i>	담배잎산말
	<i>E. cava</i>	감태
	<i>S. serratifolium</i>	툇니모자반
합 계	14	

라. 어업자료분석

(1) CPUE 년 변동

차귀도 주변 연안역 마을 어촌계 4곳(고산, 용수, 용당, 신창)에서 해녀들에 의해 채취된 어획량 자료(CPUE)를 표 3-3-26에 나타냈다.

각 지역별 어획량에 따른 CPUE 년 변동을 살펴보면, '02년 총 5,892.0(kg/명), '03년 총 2,356.0(kg/명), '04년 총 2,511.8(kg/명)으로 '02년에 가장 높았고, '03년과 '04'년은 거

의 유사한 값을 보였지만 '02년에 비해 약 41%정도 감소하고 있는 것으로 나타났다. 3년간 지역별 CPUE 총 생산량 변동의 경우 신창에서 총 6,029.3(kg/명)으로 가장 높게 나타났다, 용당에서 1,766.5(kg/명), 용수에서 1,811.3(kg/명)이며 가장 낮은 어획량을 보인 곳은 고산으로 총 1,153.2(kg/명)으로 나타났다(그림 3-3-23).

(2) 품종별 CPUE 변동

3년간 각 지역에서 어획된 품종별 총 CPUE변화를 그림 3-3-24와 같다. 이들 4곳의 지역에서 수산물을 채취하기 위한 조업시간은 대체적으로 4~5시간으로 채취된 수산물들 중 소라(*Batillus cornutus*)가 총 1,280.6kg/명으로 가장 높았고, 다음으로 해초류인 우뚝가사리(*Gelidium amansii*) 1,211.5kg/명, 툇(*Sargassum fulvellum*) 741.5kg/명의 순으로 이들은 전체 어획량의 약 21%이상을 차지하였고, 그 이외에는 100kg/명 이하로 낮은 CPUE를 보였다.

또한, 각 지역에서 채취된 수산물에 대한 CPUE 현황을 3년간 자료를 종합하여 각 지역별로 살펴보면, 용수에서 소라(*Batillus cornutus*), 보말고둥(*Omphalius rusticum*)의 CPUE가 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있으나 그 이외에 전복(*Haliotis discus*), 오분자기(*Haliotis diversicolor aquatilis*), 해삼(*Stichopus japonicus*)을 비롯한 대부분의 수산물은 신창에서 가장 높게 나타나고 있으며 특히, 우뚝가사리(*Gelidium amansii*)의 CPUE(1,168.2kg/명)가 전체 품종 중 가장 많은 양을 차지하였다(그림 3-3-25).

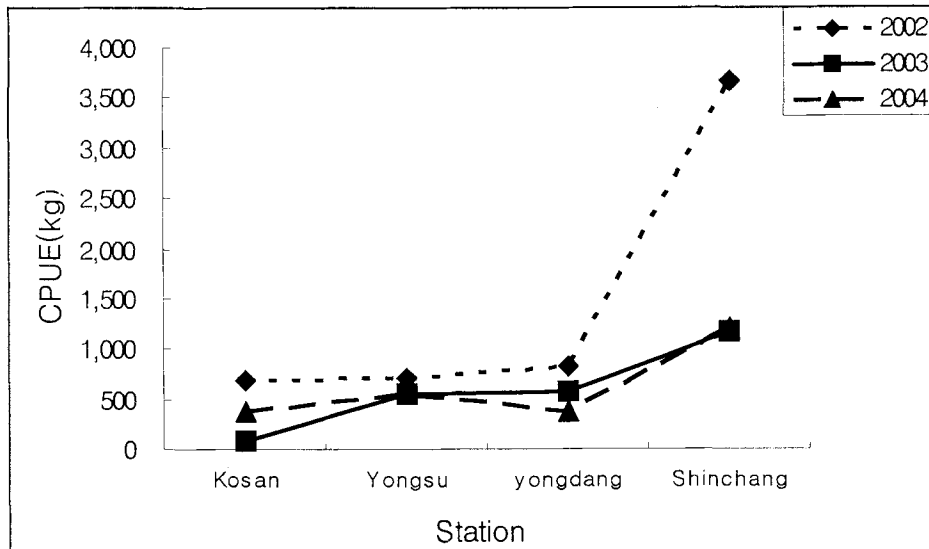


그림 3-3-23. 각 지역별 CPUE 년 변동.

Fig. 3-3-23. Interannual fluctuations of Catch per unit effort(CPUE) at each station.

표 3-3-26. 북제주 바다목장해역의 각 지역별 단위노력당 어획량 분포

Table 3-3-26. The catch per unit effort(CPUE) at each stations in marine ranching area in 2002~2004

Year	Station	Ba	Hd	Had	Sj	Ot	Or	Ga	Sf	Total
'02	Kosan	428.4	2.7	9.0	41.1	12.2	7.9	0.0	181.3	682.6
	Yongsu	517.6	4.0	5.5	29.5	10.9	90.0	0.0	58.0	715.5
	Yong-dang	480.6	1.3	4.2	16.7	2.7	112.8	0.0	204.7	822.9
	Shin-chang	430.8	3.6	36.8	39.4	60.2	0.0	2,727.3	340.9	3,639.0
	Total	1857.4	11.6	55.5	126.7	86	210.7	2727.3	784.9	5860
'03	Kosan	42.9	2.1	6.0	20.3	4.2	0.0	0.0	0.0	75.5
	Yongsu	464.9	2.5	3.1	17.1	9.1	0.0	0.0	51.2	547.9
	Yong-dang	297.0	1.2	5.9	9.6	1.5	0.0	0.0	246.9	562.0
	Shin-chang	287.7	4.4	45.4	29.0	80.5	0.0	354.5	381.8	1,183.3
	Total	1092.5	10.2	60.4	76	95.3	0	354.5	679.9	2368.7
'04	Kosan	356.4	1.3	4.3	14.6	11.6	0.0	0.0	0.0	388.2
	Yongsu	341.0	1.6	1.6	7.4	4.9	78.0	43.8	69.5	547.9
	Yong-dang	91.8	0.9	1.5	1.8	0.0	0.0	86.2	199.4	381.6
	Shin-chang	102.6	5.1	42.1	57.5	0.0	0.0	422.7	490.9	1,120.9
	Total	891.8	8.9	49.5	81.3	16.5	78	552.7	759.8	2438.6

※ Ba: *Batillus cornutus*, Hd: *Haliotis discus*, Had: *Haliotis diversicolor aquatilis*, Sj: *Stichopus japonicus*, Ot: *Octopus* Or: *Omphalius rusticum*, Ga: *Gelidium amansii* Sf: *Sargassum fulvellum*

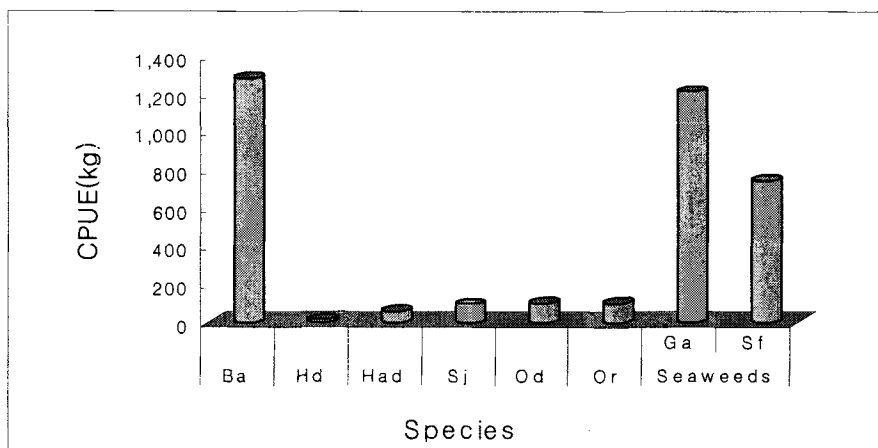


그림 3-3-24. 품종별 총 CPUE 변동.

Fig. 3-3-24. Fluctuations of Catch per unit effort(CPUE) at species.

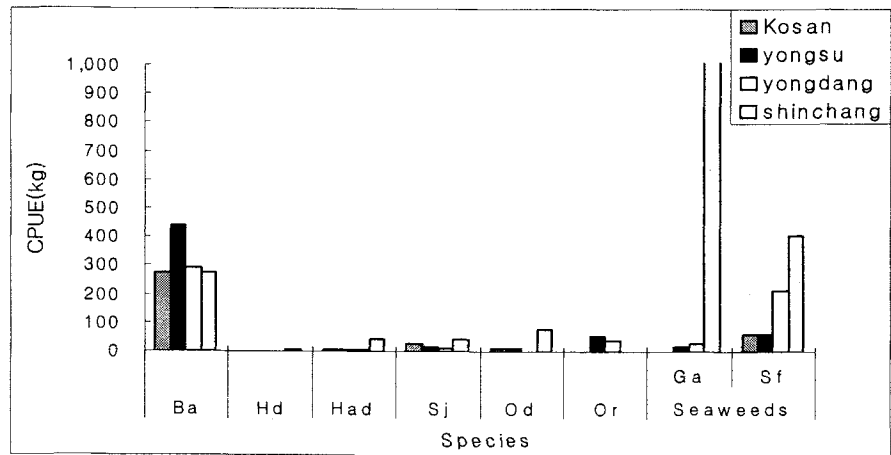


그림 3-3-25. 각 품종별 어획량에 대한 지역별 CPUE 변화.

Fig. 3-3-25. Variation of CPUE at each station by a fish catch of species.

제 4 절 요약 및 결론

1. 대상 종의 자원 생태 특성

북제주 바다목장의 주 대상 어종은 우선 고급어종으로는 돌돔 자바리, 무척추 동물은 참전복, 오분자기, 소라, 그리고 해조류로는 감태와 모자반이다. 이들 대상 종에 대한 연구는 양식 대상 종으로서 많은 연구들이 진행되어 오고 있으나 제주 지역을 중심으로 한 연안에서의 이동, 성장, 행동 등 생태적인 자료 축적은 그다지 많지 않은 실정이다.

따라서 제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 증대를 위하여 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

가. 고부가가치 어류 및 무척추 동물

제주도에서 고부가가치 어류에 해당하는 돌돔과 자바리, 그리고 무척추 동물에 해당하는 참전복, 오분자기, 소라 등은 바다목장 조성에 따른 해당 지역어민의 직접적인 소득증대를 창출할 수 있는 매우 중요한 어종임은 자명한 사실이다. 일반적인 대상 어류의 생태 특성을 검토하여 본 결과 제주도 지역의 특수성 즉 관광을 토대로 많은 인구가 운집하는 여건에서 본 어종이 갖는 일반 생태적 적합성에는 이론의 여지가 없다는 사실이다. 다시 말해서 바다목장 해역의 특산품으로 자리 매김하기에 손색이 없는 어종들이다.

나. 해조류

제주도는 화산으로 만들어진 섬이므로 해수면과 접해있는 대부분의 해안선이 용암이 바다로 흘러들면서 식어진 화산암 지역이라는 암반의 특수성을 지니고 있어 해조류 군락이 비교적 잘 발달될 수 있어 어장조성 분야에서 특별한 관심과 적절한 이용의 극대화를 염두에 두어야 바다목장 조성을 원활히 수행할 수 있는 매우 중요한 대상 생물로 판단된다. 특히 제주 연안은 타 해역에 비하여 비교적 투명도가 높은 해역으로 일반적으로 수심 20m 까지는 해조류 군락이 조성될 수 있다. 그 결과를 보면 일반적으로 다소 수심이 얕은 상부지역에 모자반 군락이 형성되며, 조하대 지역에서 감태의 군락이 조성되고 있음을 확인하였다.

2. 대상 종의 서식 특성

북제주바다목장해역의 어류서식지 특성을 조사하였다. 목장해역의 지형특성을 알기 위해 해저지형자료를 분석하였다. 또한 바다목장해역 내 암반서식지에서 살아가는 생물의 군집특성을 분석하기 위해 조하대에서 10개 조사지점을 선정하였고, 해조류와 부착동물의 풍도를 조사하였다. 어류에 대해서는 잠수관찰을 통해 나타난 정성자료를 토대로 서식특

성을 기술하였다. 획득한 자료는 주요종의 공간분포를 기술하는데 사용되었다.

3. 자원현황

가. 어류자원

어구조사: 차귀도 주변 바다목장 조성지에 부어류 및 저어류의 자원실태를 파악하기 위해 2004년 9월과 11월에 15개 정점을 설정하여 일반자망과 조사용 자망 및 통발을 이용한 어획실험을 실시하였다.

각 어구조사별로 조사기간 동안 총 49종이 출현하였고, 총 어획량은 105,946.6g이었다. 3중 자망에서 31종, 53,187.4g으로 출현종 및 어획량이 가장 높게 나타났으며 통발에서 27종(48,124.0g), 일반자망에서 18종(38,317.8g)의 순으로 나타났다.

월별 출현 양상은 조사용 자망에 의해 어획된 어류의 출현종수 및 어획량은 9월과 11월에 각각 29종(40,078.0g)과 14종(13,109.4g)이었으며 일반자망의 경우 14종(21,628.3g)과 11종(16,689.5g)이었고, 통발은 22종(20,302.4g)과 21종(27,821.6g)으로 나타나 전반적으로 9월에 비해 11월의 출현종 및 어획량이 감소하는 경향이 나타났다.

지역별 출현양상에 있어 일반자망과 조사용 자망의 경우 9월에는 고산이 27종으로 가장 높게 나타났고, 신창이 16종으로 가장 낮은 출현 종수를 보였으나 11월에 들어서는 지역별로 큰 차이는 없었다. 통발의 경우 출현종수는 지역별로 큰 차이가 없었던 반면, 11월에 생체량은 신창, 용수(용당)이 각각 10,756g, 11,278g로 고산 5,742g보다 약 두 배정도 많았다.

조사용 자망의 지역별 단위노력당 어획량(CPUE)은 고산이 942.8g/폭으로 최고를 보였고, 용수·용당이 940.3g/폭이었으며 신창이 776.3g/폭으로 가장 낮은 분포를 나타내었다. 일반자망은 조사용 자망과 같은 양상으로 고산에서 580.4g/폭으로 가장 높았고, 신창이 102.4g/폭으로 가장 낮았다.

통발에 있어서는 용수·용당에서 153.7g/폭으로 가장 높게 나타났고, 자망과는 달리 고산에서 101.9g/폭으로 가장 낮게 나타났다.

부어류 자원은 고산에서 높게 나타나 반면, 저어류는 용수·용당과 신창에서 높게 나타나는 지역적 특성을 보였다.

우점종은 일반자망과 조사용 자망으로 어획된 어류는 총 32종 중 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer*(40마리), 여덫동가리 *Goniistius quadricornis*(35마리), 전갱이 *Trachurus japonicus*(28마리), 말쥐치 *Thamnaconus modestus*(25마리), 독가시치 *Siganus fuscescens*(22마리), 참돔 *Pagrus major*(20마리) 등이 우점 하였으며 통발로 어획된 어류는 총 23종 중에서 놀래기 *Halichoeres tenuispinis*(331마리), 황놀래기 *Pseudolabrus japonicus*(299마리), 용치놀래기 *Halichoeres poecilopterus*(153마리), 솔종개 *Plotosus lineatus*(115마리), 쏨뱅이 *Sebastiscus marmoratus*(63마리), 자리돔 *Chromis notata*(54마리), 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*(27마리)순으

로 우점 하였다.

잠수조사: 자연암반과 인공어초 정점에서 SCUBA 다이빙을 이용하여 북제주 바다목장의 어류 자원 조사를 실시하였다.

자연암반 조사에서는 수심 25m까지 약 120m²에서 강담돔, 솔배감펍, 파랑돔, 금강바리, 세줄얼게비늘, 세동가리돔 등을 포함하여 총 어종은 34종이 확인되었고 수산어종으로는 45cm 급 넙치, 20cm 급 독가시치, 15-30cm 급 벵에돔, 썸뱅이, 들돔 유어들이 관찰되었으며 이 중에서 특히 개체수가 많았던 종은 벵에돔으로 약 300마리가 관찰 해역에서 확인되었다.

설치된 지 1년 지난 사각어초는 잔 모래 자갈이 깔린 편평한 바닥 위에 3-4단으로 잘 쌓여져 있었으며 총 14종의 어종이 확인되었다. 수산어종으로는 33cm 넙치 한 마리, 불블락 유어 500여 마리, 22-30cm 급 돌돔 8마리, 18-24cm 급 말쥐치 12마리가 관찰되었다.

나. 무척추동물 자원

제주 바다목장 조성지인 차귀도 주변해역의 2004년 9월과 11월의 2차에 걸쳐 4개지역 24개 정점에 방형구를 이용하여 SCUBA에 의한 생물채집 및 통발어획을 병행 실시하여 무척추동물 자원조사를 실시하였다.

출현종은 총 140종으로 이들 중 연체동물이 1문 4강 11목 22과 45종으로 전체 출현 동물들 중 32.1%로 가장 높게 나타났다.

출현개체수는 총 2,123개체/m²로 연체동물 중 복족류(Gastropoda)가 전체51.3%(1,090개체/m²)로 가장 높게 나타났다. 총 개체수에 대한 출현율 중 5%이상을 차지하는 종은 5종으로 나타났고, 이 5종들 중 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 가장 높게 출현하였고, 다음으로 소라(*Batillus cornutus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)의 순으로 나타났다.

출현생체량은 총 35,304.0(g/m²)로 연체동물 중 복족류(Gastropoda)가 전체의 38.7%(13,652.4g/m²)로 가장 높게 나타났고, 총 생체량에 대한 출현율 중 5%이상을 차지하는 종은 5종으로 소라(*Batillus cornutus*)가 가장 높게 나타났으며 다음으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 낙지(*Octopus minor*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 매끈이고둥(*Kelletia lischkei* Kuroda) 순으로 나타났다.

우점종은 4개지역 모두 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 제1우점종으로 가장 높게 나타났고 제2우점종은 소라(*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)였으며, 제3우점종은 붉은눈자루참집게(*Pagurus japonicus*), 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 보라성게(*Anthodiaris crassispina*)가 차지하여 복족류에 의한 군집내 우점도가 매우 높게 나타났다.

각 정점별 총 종 다양도(H')는 2.155~3.164로 평균 2.548로 나타났다. 종 다양도가 가

장 높게 나타난 곳은 고산이었고 다음으로 용당, 용수의 순으로 신창에서 가장 낮은 종 다양도를 보였다. 균등도(E')는 0.5646~0.6731로 고산에서 높게 나타났고, 용수와 용당에서 각각 평균 0.6279, 0.6159로 지역별 차이는 크지 않았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다. 풍부도(R)는 9.718~14.932로 고산에서 14.932로 가장 높았고, 용수와 신창에 이어 용당에서 가장 낮게 나타났다.

다. 해조류 자원

제주 바다목장 해역의 해조류조사는 2004년 9월과 11월에 2차에 걸쳐 5개 정점을 설정하여 수행하였다.

해조류 출현 종은 녹조류 13종, 갈조류 26종, 홍조류 73종 등 총 112종으로 나타났다. 9월에는 녹조류 12종, 갈조류 24종, 홍조류 69종으로 모두 106종이 출현하였으나, 11월에는 38종만이 채집되었다.

해조류 생물량은 9월에 조간대 상부에서 점심대까지 채집된 총량은 10,663.3g으로 11월의 6,238.5g 보다 약 1.7배 정도 많은 양이었다. 해조류 생물량에 의한 서식대별 우점종은 조간대 상부에서 하부까지 애기우뭇가사리, 지충이, 작은구슬산호말, 짝잎모자반, 잎꼬시래기 순으로 나타나고 있으며, 조하대에서는 감태, 쌍발이모자반, 큰잎모자반, 툽니모자반, 그리고 고리마디게발을 포함한 산호말류가 우점종으로 출현하고 있었다. 바다목장 조성지의 해중림조성 가능성종은 11종으로 검토해 볼 수 있었다.

라. 어업자료분석

차귀도 주변 각 지역별 어획량에 따른 CPUE 년 변동을 살펴보면, 2002년 총 5,892.0(kg/명)으로 2003년과 2004년에 비해 높았고, 3년간 지역별 CPUE 총 생산량 변동의 경우 신창에서 총 6,029.3(kg/명)으로 가장 높게 나타났다.

3년간 각 지역에서 어획된 품종별 총 CPUE변화는, 수산물을 채취하기 위한 조업시간은 대체적으로 4~5시간으로 채취된 수산물들 중 소라(*Batillus cornutus*)가 총 1,280.6kg/명으로 가장 높았고, 다음으로 해초류인 우뭇가사리(*Gelidium amansii*) 1,211.5kg/명, 툯(*Sargassum fulvellum*) 741.5kg/명의 순으로 이들은 전체 어획량의 약 21%이상을 차지하였고, 그 이외에는 100kg/명 이하로 낮은 CPUE를 보였다.

또한, 각 지역에서 채취된 수산물에 대한 CPUE 현황을 3년간 자료를 종합하여 각 지역별로 살펴보면, 용수에서 소라(*Batillus cornutus*), 보말고둥(*Omphalius rusticum*)의 CPUE가 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있으나 그 이외에 전복(*Haliotis discus*), 오분자기(*Haliotis diversicolor aquatilis*), 해삼(*Stichopus japonicus*)을 비롯한 대부분의 수산물은 신창에서 가장 높게 나타나고 있으며 특히, 우뭇가사리(*Gelidium amansii*)의 CPUE(1,168.2kg/명)가 전체 품종 중 가장 많은 양을 차지하였다.

참고문헌

- Bilyard, G.R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Poll. Bull.* 18(11): 581-585.
- Choi, C.M. 1989. A study on the origin of coastal waters in the southwestern seas of Korea. M.S. Thesis, Cheju Nat'l Univ., 44 pp. (in Korean)
- Choi, S.D, S.Y. Kim, H.Y. Moon, J.S. Park, S.J. Rha, C.Y. Woo, D.Y. Kim, D.S. Jung. 1999. Mass mortality of oyster, *Crassostrea gigas* in Kamak Bay(I). *J. of Res. Ind., Yosu Univ.*, 8: 259-266.
- Duray, M. N., C. B. Estudillo, and L.G. Alpasan. 1997. Larval rearing of the grouper, *Epinephelus suillus* under laboratory conditions. *Aquaculture*, 150: 63-73.
- Kang, J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea, *Bull. Pusan Fish. Coll.*, 7(1, 2): 1-125.
- Kim, I.O. and H.K. Rho. 1944. A study China coastal water appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. *J. Kor. Fish. Soc.*, 27(5), 515~528. (in Korean)
- Kim, I.S. and E.J. Kang. 1993. Coloured fishes of Korea. Academy Publ. Co., Seoul, 477pp.
- Kita, T. and E. Harada. 1962. Studies on the epiphytic communities, I The abundance and distribution of microalgae and small animals on the *Zostera blades* *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 10: 145-257.
- Lee, J.J. 1990. Bioecological study of the northern coastal area in Cheju Island. *Korea J. Malacol.*, 6(1): 33-44. (in Korean)
- Lee, J.J. and Jwa, Y.W. 1988. Ecological study on the intertidal zone around Cheju Island - 1. Estmation of plankton production and community structure of marine shells - Community structure of molluscan shells. *Korean J. Malacol.*, 4(1): 17-29. (in Korean)
- Lee, J.J. Zhang, C. I. and Cho, U. S. 1989. Community structure of the ecosystem on the intertidal zone and grass land in Cheju Island - Distribution and community structure of benthic macroinvertebrates. *Korean J. Malacol.*, 5(1): 10-28. (in Korean)
- Marte, C. 1999. status of grouper research in the Philippines. Proceedings of the grouper aquaculture research workshop, Bangkok, Thaliland, 7-8, April, 1999. 15-20.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press. Tokyo, pls. 370, 448pp.

- Morton, J. and M. C. Miller. 1973. *The New Zealand Sea Shore*. 2nd. ed. Collins, London. 653pp.
- Myoung, J.G. and Y.J. Park. 2001. Monthly changes of fish fauna at experimental artificial reef in Tongyeong marine ranching area, Korea. *Ocean and Polar Research*, 23(3): 311-313.
- Nakabo, T. 1993. *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474pp.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World* (3rd ed.). John Wiley & Sons. New York, 550 pp.
- Oshima, M. 1934. Life-history and distribution of the freshwater salmon founds in the water of Japan. *Proc. Fifth Pac. Sci. Congress(Canada, 1933)*. V5 : 3751-3733.
- Pickering, H., D. Whitmarsh and A. Jensen. 1998. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: Investigating the potential. *Marine Pollution Bulletin*, 37(3): 505-514.
- Rilov, G. and Y. Benayahu. 1998. Vertical artificial structures as an alternative habitat for coral reef fishes in disturbed environments. *Marine Environmental Research*, 45: 431-451.
- Rho, H.K 1985. Studies on arine environmental of fishing ground in the waters around Jeju Island PH.D. Thesis, Tokyo university., pp. 215(in Janpanses)
- Santos, M.N. and C.C. Monteiro. 1997. The Olhão artificial reef system (south Portugal): Fish assemblages and fishing yield. *Fisheries Research*, 30: 33-41.
- Shein, N. L. 2000. A new method for inductionof ovulation using LHRH analogue in culture seven-band grouper. M. S. Thesis, University of Ngasaki, 11pp.
- Simpson. E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. 163:1-688.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Univ, 125pp.
- Sorensen, T, 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skar*. 5: 1-33.
- Spanier, E., M. Tom and S. Pisanty. 1985. Enhancement of fish recruitment by artificial enrichment of man-made reefs in the southeastern Mediterranean. *Bull. Mar. Sci.*, 37(1): 356-363.
- Stephenson, T. A. and A. Stephenson. 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *J. Ecol.*, 38: 289-305.
- Toledu, J. D., S. N. Golez, M. Doi, and A Ohno. 1997. Food srlrction of early

- grouper, *Epinephelus coioides*, larvae reared by the semi-intensive method. *Susanzoshoku*, 45: 327-337.
- Trecek, P.V. and H. Schuhmacher. 1998. Mass diving tourism-A new dimension calls for new management approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 37: 499-504.
- Umezaki, I. 1983. Ecological studies of *Sargassum miyabei* Yendo in Maizuru bay Japan sea. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 49: 1825-1834.
- 栗原 康. 1988. 河口, 沿岸域の生態學とエコテクノロジー. 東海大學出版會, 東京. 335pp.
- 井上喜平治. 1969. タコの増殖. 水増叢書. 20. 東京. 160 pp.
- 井上正昭. 1973. アワビの大きさによるすみ場の差異. 水増. 20(3).
- 大野正夫. 1981. 藻場・海中林. 水産學シリーズ 38. 日本水産學會論, 163pp.
- 宇野寛. 1967. 養魚學各論. アワビ. 水産學全集, 23.
- 松井魁. 1966. ウニの増殖. 水産増養殖叢書. 12. 160 pp.
- 梅崎 勇・有山啓之. 1981. 藻場(ガラモ場)の生態の總合的研究. ホンダワラ科植物群落について. 昭和55年度文部省科學研究費補助金(總合研究A) 研究成果報告書, 2-7.
- 齊藤雄之助. 1980. 瀬戸内海およびその周邊海域におけるホンダワラ科海藻類の分布について. 南西水研報, 12: 51-68.
- 布施鎮一郎. 1962. ガラモ場における生物群集. 生理生態. 11: 23-44.
- 고유봉. 1998. 제주의 바다. (사) 제주도수산해양개발협의회, 제주. p. 11-42.
- 국립수산과학원. 2004. 한국연근해유용어류도감. 도서출판 한글. 333pp.
- 국립수산진흥원. 1967. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 67: 1-180.
- 국립수산진흥원. 1968. 연안 어업 실태 및 자원조사. 국립수산진흥원 사업보고, 66: 128-168.
- 국립수산진흥원. 1987. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 72: 1-77.
- 국립수산진흥원. 1989. 전국연안 인공어초어장 생산성조사. 수진사업보고, 82: 107pp.
- 국립수산진흥원. 1991. 연안 어업 자원조사. 국립수산진흥원 사업보고, 92: 114-125.
- 김두남·강영실·이정우. 1995. 인공어초에 서식하는 부착생물의 시공간적 연구. 수진연구보고, 49: 7-16.
- 김용익·명정구·김영섭·한경호·강충배·김진구. 2001. 한국해산어류도감. 도서출판 한글. 382pp.
- 김익수·이완옥. 1994. 제주도의 어류상. 한국의 어류상 연구, 1. 52pp.
- 김익수·이완옥. 1995. 한국 황해 연안의 어류. 한국의 어류상 연구, 2. 52pp.
- 김훈수. 1973. 한국동식물도감. 제 14권. 문교부. 694pp.
- 김현태. 2001. 비정상 흐름장의 인공어초 침하특성에 관한 실험적 연구. 한국해양공학회지. 15(2): 33-38.

- 류청로 · 김현주. 1994. 착저식 인공어초에 작용하는 파력특성에 관한 연구. 한국수산학회지, 27(5): 605-612.
- 류청로 · 김현주 · 이한수 · 신동일. 1997. 생태계 제어 시설물의 설계 및 배치 최적화 (2)-호름장에서의 인공어초의 침하 및 매몰 특성. 한국수산학회지, 30(1): 139-147.
- 류청로 · 장선덕 · 임기봉. 1986. 인공어초의 규모와 배치에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 38: 1-24.
- 명정구 · 박용주 · 조선형 · 강래선 · 박홍식 · 김종만 · 박정호 · 홍경표 · 최홍석. 2003. 통영바다 목장 내에 설치된 목선강제복합어초의 어류상. 수중과학기술, 4(1); 1-8.
- 방익찬 · 김태희. 1993. 제주도 서부 연안역의 용승. 제주대학교 해양연구소 연구보고, 17, 1~12.
- 서두옥 · 정용진. 1981. 제주도연안에 있어서 인공어초의 안정성. 제주대학 해양자원연구소, 47-54.
- 손용호. 1980. 조선동해어류지. 과학백과사전출판사. 평양, 464 pp.
- 손태준 · 박정식 · 서두옥. 1977. 어초의 형태와 어군의 위집에 관한 연구. 한국수산학회지, 10(3): 179-187.
- 이규형. 1993. 가막만의 양식굴의 생산에 관한 수산해양학적 연구, 이학박사논문. 부산수산대학교. 188pp.
- 이순길 · 김용익 · 명정구 · 김종만. 2000. 한국산어명집. 정인사. 서울, 222pp.
- 이인규 · 강제원. 1986. 한국산 해조류의 목록. 한국조류학회지, 1: 311~325
- 이정우. 1994. 인공어초의 분산특성에 관한 실험적 연구. 부산수산대학교 석사학위졸업논문, 43pp.3
- 이정우 · 강영실. 1994. 인공어초어장의 어류군집상과 어량변동. 한국수산학회지, 27(5): 535-548.
- 이정우 · 배헌민 · 김창길. 1995. 인공어초모형의 유체역학적 특성연구. 국립수산진흥원 연구보고, 49: 1-6.
- 인천광역시. 2001. 2000년 인공어초 시설사업 효과조사(최종보고서). 인천, 223pp.
- 양찬규 · 김현주. 2000. 침선어초 주위의 유동특성에 관한 연구. 한국해양공학회지, 14(4): 9-16.
- 유순애. 1975. 한국산 Fucales목(갈조류)의 분류학적 특성에 대하여. 서울대 석사학위논문. 145pp.
- 윤상준 · 김현태. 2001. 비정상 호름-파랑 공존장의 인공어초 침하 특성에 관한 연구. 한국해양공학회지, 15(3): 18-24.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 727pp.
- 제주대 해양과환경연구소. 2002. 2001년 해중립 조성용 인공어초 효과조사 보고서. 65pp.

- 차형기 · 이장욱 · 박차수 · 백철인 · 홍성운 · 박종화 · 이동우 · 최영민 · 황강석 · 김장근 · 최광호 · 손호선 · 손명호 · 김대현 · 최정화. 2001. 한국새우류도감. 국립수산진흥원. 188pp.
- 최병래 · 박미선 · 전임기 · 박승열 · 김희태. 1999. 한국연근해유용연체동물도감. 국립수산진흥원. 197pp
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적. 서울, 489pp.
- 한국어류학회. 2003. 한국연안 어류의 현황과 보전. 한국어류학회, 160 pp.
- 한국해양연구소. 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 980pp.
- 한국해양연구소. 1999. '99 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 902 pp.
- 한국해양연구소. 2000. 바다목장 해역내에서의 강제어초 효과에 관한 연구. 서울, 246 pp.
- 한국해양연구원. 2002. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 1차년도) 보고서. 서울, 738pp.
- 한국해양연구원. 2003. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 2차년도) 보고서. 서울, 708pp.
- 한국해양연구원. 2004. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 3차년도) 보고서. 서울, 1119pp.
- 홍성완 · 岡本峰雄. 1998. 부침식 인공해저에 설치한 인공어초에 대한 어군의 행동특성. 한국어업기술학회지, 34(4): 378-385.
- 해양수산부. 2000. 인공어초시설사업의 종합 평가 및 향후 정책방향 설정에 관한 연구. 서울, 242pp.

부 록

부록 3-3-1. 북제주 바다목장 해역의 해조류 출현종

Appendix 3-3-1. List of marine algae around proposed in the marine ranching sites of Chagwido coastal water

학명	국명	9월	11월
Division Chlorophyta	녹조식물문		
Order Ulvales	갈파래목		
Family Ulvaceae	갈파래과		
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus) Nees	창자파래	*	
<i>Ulva conglobata</i> Kjellman	모란갈파래	*	
<i>Ulva pertusa</i> Kjellman	구멍갈파래	*	*
Order Cladophorales	대마디말목		
Family Cladophoraceae	대마디말과		
<i>Chaetomorpha crassa</i> (C. Agardh) K?tzing	굵은염주말	*	
<i>Chaetomorpha spiralis</i> Okamura	나선염주말	*	
<i>Cladophora conchopheria</i> Sakai	고등옷대마디말	*	
<i>Cladophora meridionalis</i> Sakai et Yoshida	낮대마디말	*	
<i>Cladophora wrightiana</i> Harvey	갈색대마디말	*	*
Order Codiiales	청각목		
Family Bryopsidaceae			
<i>Bryopsis hypnoides</i> Lamouroux	이끼깃털말		*
Family Codiaceae	청각과		
<i>Codium arabicum</i> K?tzing	떡청각	*	
<i>Codium coactum</i> Okamura	누운청각	*	*
<i>Codium contractum</i> Kjellman	몽우리청각	*	
<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	청각	*	*
Division Phaeophyta	갈조식물문		
Order Sphacelariales	갯쇠털목		
Family Sphacelariaceae	갯쇠털과		
<i>Sphacelaria divaricata</i> Montagne	갈래갯쇠털	*	
Order Dictyotales	그물바탕말목		
Family Dictyotaceae	그물바탕말과		
<i>Dictyopteris prolifera</i> (Okamura) Okamura	가시뼈대그물말	*	
<i>Dictyopteris undulatus</i> Holmes	주름뼈대그물말	*	
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	참그물바탕말	*	
<i>Dictyota lineris</i> (C. Agardh) Greville	실그물바탕말	*	
<i>Dictyota maxima</i> Zanardini	큰그물바탕말	*	
<i>Pachydictyon coriaceum</i> (Holmes) Okamura	참가죽그물바탕말	*	
<i>Padina arborecens</i> Holmes	부챗말	*	
<i>Padina crassa</i> Yamada	분부챗말	*	
Order Chordariales	민가지말목		
Family Chordariaceae	민가지말과		
<i>Papenfussiella kuromo</i> (Yendo) Inagaki	연두털말	*	
Family Ishigeaceae	패과		
<i>Ishige okamurae</i> Yendo	패	*	*
<i>Ishige sinicola</i> (Setchell et Gardner) Chihara	넓패	*	
Order Dictyosiphonales	바위수염목		
Family Asperococcaceae	바위수염과		

부록 3-3-1. 계속

Appendix 3-3-1. Continued

학명	국명	9월	11월
<i>Myelophycus simplex</i> (Harvey) Papenfuss	바위수염	*	
Order Scytosiphonales	고리매목		
Family Scytosiphonaceae	고리매과		
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Martens et Roth) Derbes et Solier	블레기말	*	*
Order Desmarestiales	산말목		
Family Desmarestiaceae	산말과		
<i>Desmarestia tabacoides</i> Okamura	담배잎산말	*	
Order Laminariales	다시다목		
Family Alariaceae	미역과		
<i>Ecklonia cava</i> Kjellman	감태	*	*
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar	미역		*
Order Fucales	모자반목		
Family Sargassaceae	모자반과		
<i>Hizikia fusiformis</i> (Harvey) Okamura	툇	*	*
<i>Sargassum confusum</i> C. Agardh	알송이모자반	*	*
<i>Sargassum coreanum</i> J. Agardh	큰잎모자반	*	
<i>Sargassum hemiphyllum</i> (Turner) C. Agardh	작잎모자반	*	*
<i>Sargassum horneri</i> (Turner) C. Agardh	팽생이모자반		*
<i>Sargassum patens</i> C. Agardh	쌍발이모자반	*	*
<i>Sargassum sagamianum</i> Yendo	비틀대모자반	*	
<i>Sargassum serratifolium</i> (C. Agardh) C. Agardh	툇니모자반	*	*
<i>Sargassum thunbergii</i> (Martens ex Roth) Kuntze	지층이	*	*
<i>Sargassum yendoi</i> Okamura et Yamada	엔도오모자반		
Division Rhodophyta	홍조식물문		
Order Nemaliales	국수나물목		
Family Dermonemataceae	놀래기과		
<i>Dermonema pulvinatum</i> (Grunow) Fan	놀래기	*	
<i>Actinotrichia fragilis</i> (Forsskal) Borgesen	고리방사털	*	
Family Galaxauraceae	가위손말과		
<i>Galaxaura falcata</i> Kjellman	여린가위손말	*	
Family Liagoraceae	분홍국수말과		
<i>Helminthocladia australis</i> Harvey	큰가지국수나물	*	
<i>Helminthocladia yendoana</i> Narita	잔가지국수나물	*	
Order Corallinales	산호말목		
Family Corallinaceae	산호말과		
<i>Alatocladia modesta</i> (Yendo) Johansen	참화살깃산호말	*	*
<i>Amphiroa anceps</i> (Lamarck) Decaisne	넓은게발	*	*
<i>Amphiroa beauvoisii</i> Lamouroux	고리마디게발	*	*
<i>Amphiroa ephedraea</i> (Lamarck) Decaisne	에페드라게발		*
<i>Amphiroa galapagensis</i> Taylor		*	
<i>Amphiroa misakiensis</i> Yendo	난쟁이게발	*	*
<i>Amphiroa zonata</i> Yendo	고리마디적	*	*
<i>Corallina confusa</i> Yendo	비늘산호말	*	*
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	참산호말	*	*
<i>Corallina pilulifera</i> Postels et Ruprecht	작은구슬산호말	*	*

부록 3-3-1. 계속

Appendix 3-3-1. Continued

학명	국명	9월	11월
<i>Corallina</i> sp.		*	
<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux	덩이애기산호말	*	
<i>Jania arborescens</i> (Yendo) Yendo	나무꼴애기산호말	*	
<i>Jania ungulata</i> (Yendo) Yendo	발굽애기산호말	*	
<i>Lithophyllum okamurae</i> Foslie	흑돌잎	*	*
<i>L. shioense</i> Foslie	납작흑돌잎		*
<i>Lithothamnion cystocarpideum</i> Foslie	낭과쩍	*	*
<i>Marginisporum aberrans</i> (Yendo) Jahansen et Chihara	둘레게발혹	*	*
<i>Marginisporum crassissimum</i> (Yendo) Ganesan	방황게발혹		*
<i>Mesophyllum erubescens</i> (Foslie) Lemoine	돌나무쩍	*	
<i>Titanoderma canescens</i> (Foslie) Woelkerling, Chamberlain et Silva	회색버짐	*	
<i>Titanoderma tumidulum</i> (Foslie) Woelkerling, Chamberlain et Silva	덧우무쩍	*	
Order Gelidiales	우뭇가사리목		
Family Gelidiaceae	우뭇가사리과		
<i>Acanthopeltis japonica</i> Okamura	새발	*	
<i>Gelidium amansii</i> (Lamouroux) Lamouroux	우뭇가사리	*	
<i>Gelidium divaricatum</i> Martens	애기우뭇가사리	*	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	실우뭇가사리	*	
<i>Pterocladia capillacea</i> (Gmelin) Santelices et Hommersand	개우무	*	*
Order Hildenbrandiales	분홍딱지목		
Family Hildenbrandiaceae	분홍딱지과		
<i>Hildenbrandia dawsonii</i> (Ardr) Hollenberg	연골분홍딱지	*	
Order Gigartinales	돌가사리목		
Family Caulacanthaceae	가시덤불과		
<i>Caulacanthus ustulatus</i> Kützting	애기가시덤불	*	*
Family Endocladaceae	풀가사리과		
<i>Gloiopeltis furcata</i> (Postels et Ruprecht) J. Agardh	불등풀가사리	*	
<i>Gloiopeltis tenax</i> (Turner) Decaisne	참풀가사리	*	
Family Gigartinaceae	돌가사리과		
<i>Chondracanthus intermedia</i> (Suringar) Hommersand	애기돌가사리	*	*
<i>Chondrus ocellatus</i> Holmes	진두발	*	
Family Hypneaceae	가시우무과		
<i>Hypnea saidana</i> Holmes	사이다가시우무	*	
Family Kallymeniaceae	붉은땀띠과		
<i>Callophyllis adhaerens</i> Yamada	좁은붉은잎	*	
<i>Callophyllis japonica</i> Okamura	벚붉은잎	*	
Family Peyssonneliaceae	바다표고과		
<i>Peyssonnelia caulifera</i> Okamura	자루바다표고	*	*
Family Phacelocarpaceae	평꼬리풀과		
<i>Phacelocarpus japonicus</i> Okamura	평꼬리풀	*	
Family Phylloporaceae	부챗살과		
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> (Harvey) Masuda	부챗살	*	
Family Rhizophyllidaceae	잎송진내과		
<i>Portieria hornemanni</i> (Lyngbye) Silva	가는잎송진내	*	
Family Schizymeniaceae	갈래잎과		
<i>Schizymenia dubyi</i> (Chauvin) J. Agardh	갈래잎	*	

부록 3-3-1. 계속

Appendix 3-3-1. Continued

학명	국명	9월	11월
Family Solieriaceae	끈적살과		
<i>Meristotheca papulosa</i> (Montagne) J. Agardh	갈래곰보	*	
Order Halymeniales	도박목		
Family Halymeniaceae	지누아리과		
<i>Carpopeltis affinis</i> (Harvey) Okamura	참까막살	*	
<i>Grateloupia elliptica</i> Holmes	참도박	*	
<i>Grateloupia filicina</i> (Lamouroux) C. Agardh	참지누아리	*	
<i>Grateloupia imbricata</i> Holmes	꽃지누아리	*	
<i>Grateloupia turuturu</i> Yamada	미끌지누아리	*	
<i>Kintokiocolax aggregato-cerantha</i> Tanaka et Nozawa	까막살만축	*	
<i>Prionitis angusta</i> (Okamura) Okamura	붉은뼈까막살	*	*
Order Gracilariales	꼬시래기목		
Family Gracilariaceae	꼬시래기과		
<i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) Hariot	앞꼬시래기	*	
Order Plocamiales	곱슬이목		
Family Plocamiaceae	곱슬이과		
<i>Plocamium telfairiae</i> (Hooker et Harvey) Harvey ex K?tzing	참곱슬이	*	*
<i>Plocamium telfairiae</i> f. <i>uncinatum</i> Okamura	갈고리참곱슬이	*	*
Order Rhodymeniales	분홍치목		
Family Champiaceae	사슬풀과		
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey	참사슬풀	*	
Family Faucheaceae			
<i>Fauchea</i> sp.		*	
Family Lomentariaceae	마디잘록이과		
<i>Lomentaria catenata</i> Harvey	마디잘록이	*	
Order Ceramiales	비단풀목		
Family Ceramiaceae	비단풀과		
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne	가시풀	*	
Family Dasyaceae	다홍풀과		
<i>Heterosiphonia pulchra</i> (Okamura) Falkenberg	털엇가지풀	*	
Family Delesseriaceae	보라잎과		
<i>Acrosorium flabellatum</i> Yamada	부채분홍잎	*	
<i>Acrosorium yendoi</i> Yamada	누운분홍잎	*	
<i>Erythroglossum minimum</i> Okamura	꼬마붉은혀	*	
<i>Martensia denticulata</i> Harvey	비단망사	*	*
Family Rhodomelaceae	빨간검둥이과		
<i>Chondria crassicaulis</i> Harvey	개서실	*	
<i>Chondrophyucus intermedia</i> (Yamada) Garbary et Harper	검은서실	*	
<i>Chondrophyucus undulatus</i> (Yamada) Garbary et Harper	흑서실	*	
<i>Herposiphonia parca</i> Setchell	기느거미줄	*	
<i>Laurencia okamurae</i> Yamada	쌍발이서실	*	
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Montagne	각시붉은실	*	
<i>Symphyclocladia pennata</i> Okamura	애기보라색우무	*	

부록 3-3-2. 차귀도 주변해역에서 조사된 해면동물문(Porifera)의 출현종

Appendix 3-3-2. List of Phylum Porifera to observation in the Chagwido coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Porifera 해면동물 문 Class Demospongia 보통해면 강 Order Hadromerida 경해면 목 Family Clionidae 호박해면 과 <i>Cliona celata</i> 호박해면 <i>Cliona sp.</i> <i>Cliona sp-1</i> <i>Cliona lobata</i> 입호박해면 <i>lobata sp.</i>			 + + + + +
Order Haplosclerida 단골해면 목 Family Haliclonidae 보라해면 과 <i>Haliclona permollis</i> 보라해면 Family Callyspongiidae 예쁜이해면 과 <i>Callyspongia elegans</i> 예쁜이해면			 + +
Order Halichondrida 해변해면 목 Family Halichondriidae 해변해면 과 <i>Halichondria okadai</i> 검정해변해면 Family Hymeniacionidae 주황해변해면 과 <i>Hymeniacion sinapium</i> 주황해변해면 <i>Hymeniacion sp.</i> <i>Hymeniacion sp-1</i> <i>Hymeniacion sp-2</i> <i>Hymeniacion sp-3</i>		 + + + + +	 + + + + +
total		6	16

부록 3-3-3. 차귀도 주변해역에서 조사된 자포동물문(Cnidaria)의 출현종

Appendix 3-3-3. List of Phylum Cnidaria to observation in the Chagwi-do coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Cnidaria 자포동물 문 Class Hydrozoa 히드라충 강 Order Athecatae 민킵히드라충 목 Family Corynidae 곤봉히드라 과 <i>Coryne pusilla</i> 곤봉히드라 Family Tubulariidae 관히드라 과 <i>Tubularia mesembryanthemum</i> 관히드라		+	+
Order Thecatae 컵히드라충 목 Family Sertulariidae 테히드라 과 <i>Dynamena crisioides</i> 민테히드라 <i>Sertularella levigata</i> 테히드라 <i>Sertularia distans</i> 화관히드라 Family Plumulariidae 깃히드라 과 <i>Antennella integerrima</i> 등글깃히드라 <i>Plumularia setacea</i> 깃히드라 <i>Thecocarpus niger</i> 검정깃히드라		+	+
Class Anthozoz 산호충 강 Order Gorgonacea 해양 목 Family Acanthogorgiidae 가시산호 과 <i>Acanthogorgia dofleini</i> 가시산호 <i>Acalycigorgia inermis</i> 민가시산호 Family Ellisellidae 회초리산호 과 <i>Verrucella umbraculum</i> 흑가시산호 Family Primnoidae 풀뿔산호 과 <i>Plumarella spinosa</i> 깃산호 Family Melithaeidae 빨산호 과 <i>Melithaea flabellifera</i> 부채빨산호 <i>Melithaea flabellifera cylindrata</i> 원통빨산호 Family Plexauridae 총산호 과 <i>Anthoplexaura dimorpha</i> 꽃총산호 <i>Euplexaura anastomosans</i> 유착진총산호			+
Order Alcyonacea 해계두 목 Family Siphonogorgiidae 관산호 과 <i>Siphonogorgia dofleini</i> 등색관산호 Family Nephtheidae 곤봉바다맨드라미 과 <i>Dendronephthya gigantea</i> 큰수지맨드라미		+	+

부록 3-3-3. 계속

Appendix 3-3-3. Continued

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Order Scleractinia 돌산호 목 Family Flabellidae 부채돌산호 과 <i>Flabellum distinctum</i> 부채돌산호 Family Dendrophylliidae 나무돌산호 과 <i>Dendrophyllia cribrosa</i> 유착돌산호		+	+
Order Antipatharia 각산호 목 Family Antipathidae 해송 과 <i>Antipathes japonica</i> 해송		+	
Class Scyphozoa 해파리 강 Order Actiniaria 해변말미잘 목 Family Actiniidae 해변말미잘 과 <i>Actinia equina</i> 해변말미잘 <i>Anthopleura japonica</i> 갈색꽃해변말미잘			+
			+
total		10	19

부록 3-3-4. 차귀도 주변해역에서 조사된 태형동물문(Bryozoa)의 출현종

Appendix 3-3-4. List of Phylum Bryozoa to observation in the Chagwido coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Bryozoa 태형동물 문 Class Gymnolaemata 나후 강 Order Cheilostomata 순구 목 Family Phidoloporidae 연구멍이끼벌레 과 <i>Iodictyum axillare</i> 빨간망이끼벌레 <i>Reteporellina denticulata</i> 등색망이끼벌레 <i>Iodictyum sp.</i>		+	+
			+
			+
total		1	3

부록 3-3-5. 차귀도 주변해역에서 조사된 연체동물문(Mollusca)의 출현종
 Appendix 3-3-5. List of Phylum Mollusca in the Chagwido coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Mollusca 연체동물 문 Class Polyplacophora 다판 강 Order Ischnochitonida 연두군부 목 Family Ischnochitonidae 연두군부 과 <i>Ischnochiton comptus</i> 연두군부 + + <i>Ischnochiton boninensis</i> 가는줄연두군부 +			
Family Chitonidae 군부 과 <i>Liolophura japonica</i> 군부 + + <i>Rhyssoplax kurodai</i> 꼬마군부 +			
Family Cryptoplacidae 털군부 과 <i>Cryptoplax japonica</i> 벌레군부 +			
Class Gastropoda 복족 강 Order Archaeogastropoda 원시복족 목 Family Haliotidae 전복 과 <i>Haliotis discus</i> 전복 + <i>Haliotis diversicolor aquatilis</i> 오분자기 + + <i>Haliotis diversicolor diversicolor</i> 마대오분자기 + +			
Family Turbinidae 소라 과 <i>Batillus cornutus</i> 소라 + + <i>Pomaulax japonicus</i> 납작소라 + + <i>Galeoastraea modesta</i> 잔빨소라 +			
Family Acmaeidae 흰삿갓조개 과 <i>Patelloida saccharina</i> 테두리고등 +			
Family Trochidae 밤고등 과 <i>Trochus sacellus rota</i> 바퀴밤고등 + + <i>Tristichotrochus unicus</i> 방석고등 + + <i>Trochus sacellus rota Dunker</i> 바퀴고등 + + <i>Clanculus denticulatus</i> 이빨울타리고등 +			
<i>Omphalius pfeifferi carpenteri</i> 팽이고등 + <i>Clanculus ater</i> 빨강꼭지고등 + <i>Clanculus margaritarius</i> 보석고등 +			
Order Aplysiomorpha 군소 목 Family Aplysiidae 군소 과 <i>Aplysia kurodai</i> Baba 군소 +			
Order Heteropoda 이족 목 Family Cassidae 계란고등 과 <i>Casmaria ponderosa</i> 매끈이계란고등 +			
Family Cymatiidae 수염고등 과 <i>Monoplex echo</i> 각시수염고등 + + <i>Charonia sauliae</i> 나팔고등 + +			
Order Neogastropoda 신복족 목 Family Muricidae 빨소라 과			

부록 3-3-5. 계속

Appendix 3-3-5. Continued

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
<i>Reishia bronni</i> 빨두드럭고둥			+
<i>Ocenebrellus aduncus</i> 날개빨고둥			+
<i>Ocenebra japonica</i> 어깨빨고둥		+	
<i>Reishia bronni</i> 두드럭고둥		+	+
Family Buccinidae 물레고둥 과			
<i>Kelletia lischkei</i> Kuroda 매끈이고둥		+	+
<i>Cantharus cecillei</i> 털껍질돼지고둥		+	+
<i>Ceratostoma fougieri</i> 세빨고둥		+	+
<i>Pollia subrubiginosus</i> 쇠털껍질고둥		+	
Family Pyrenidae 무릅 과			
<i>Pyrene testudinaria</i> 무릅		+	+
Family Nassariidae 좁쌀무늬고둥 과			
<i>Niotha livescens</i> 좁쌀무늬고둥		+	
<i>Zeuxis sufflatus</i> 모눈좁쌀무늬고둥		+	
Family Busyconidae 털탑고둥 과			
<i>Hemifusus ternatanus</i> 털탑고둥		+	
Family Conidae 청자고둥 과			
<i>Chelyconus fulmen</i> 청자고둥			+
Order Nudibranchia 나새 목			
Family Chromodorididae 갯민숭달팽이 과			
<i>Hypselodoris festiva</i> 파랑갯민숭달팽이			+
<i>Chromodoris orientalis</i> 흰갯민숭달팽이			+
<i>Ceratosoma cornigerum</i> 긴꼬리갯민숭이			+
Family Phyllidiidae 흑갯민숭이 과			
<i>Phyllidia ocellata</i> 흑고리갯민숭이		+	+
<i>Phyllidiella pustulosa</i> 흑투성이갯민숭이		+	+
Class Bivalvia 이매패 강			
Order Pterioida 익각 목			
Family Ostreidae 굴 과			
<i>Ostrea denselamellosa</i> 토굴			1
Order Veneroida 백합 목			
Family Chamidae 굴아제비 과			
<i>Chama japonica</i> 햇빛굴아제비		+	+
Class Cephalopoda 두족 강			
Order Sepioidea 갑오징어 목			
Family Sepiidae 갑오징어 과			
<i>Sepia esculenta</i> 참갑오징어			+
Order Octopoda 문어 목			
Family Octopodidae 문어 과			
<i>Octopus minor</i> 낙지		+	+
total		32	33

부록 3-3-6. 차귀도 주변해역에서 조사된 환형동물문(Annelida)의 출현종

Appendix 3-3-6. List of Phylum Annelida to observation in the Chagwido coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Annelida 환형동물 문 Class Polychaeta 다모 강 Order Sabellida 꽃갯지렁이 목 Family Serpulidae 석회관갯지렁이 과 <i>Serpula vermicularis</i> 석회관갯지렁이			+
Order Phyllodocida 부채발갯지렁이 목 Family Nereidae 참갯지렁이 과 <i>Neanthes caudata</i> 참갯지렁이		+	+
Family Glyceridae 미갑갯지렁이 과 <i>Glycera decipiens</i> 참미갑갯지렁이		+	+
total		2	3

부록 3-3-7. 차귀도 주변해역에서 조사된 절지동물문(Arthropoda)의 출현종

Appendix 3-3-7. List of Phylum Arthropoda to observation in the Chagwido coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Mandibulata 대악아 문 Class Crustacea 갑각 강 Order Decapoda 십각 목 Family Scyllaridae 매미새우 과 <i>Scyllarus kitanoviriosus</i> 꼬마매미새우			+
Family Porcellanidae 게붙이 과 <i>Petrolisthes japonicus</i> 갯가게붙이			+
Family Diogenidae 넓적원손집게 과 <i>Dardanus arrosor</i> 털줄원손집게		+	
<i>Dardanus impressus</i> 두드러기원손집게			+
<i>Paguristes barbatus</i> 털보긴눈집게		+	+
<i>Paguristes kagoshimensis</i> 민무늬긴눈집게		+	
Family Paguridae 집게 과 <i>Pagurus gracilipes</i> 납작손참집게		+	+
<i>Pagurus pectinatus</i> 빗참집게			+
<i>Pagurus japonicus</i> 붉은눈자루참집게			+
<i>Pagurus sp.</i>		+	
<i>Pagurus sp-1</i>		+	
<i>Pagurus sp-2</i>		+	
<i>Pagurus sp-3</i>		+	
Family Calappidae 금게 과 <i>Calappa philargius</i> 안경만두게		+	

부록 3-3-7. 계속

Appendix 3-3-7. Continued

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
<i>Calappa lophos</i> 범무늬만두게		+	
Family Dromiidae 해면치레 과			
<i>Dromidia unidentata</i> 털보해면치레		+	
Family Portunidae 꽃게 과			
<i>Portunus trituberculatus</i> 꽃게		+	
<i>Portunus argentatus</i> 꼬마두드러기꽃게		+	
<i>Charybdis acuta</i> 홍색민꽃게		+	+
<i>Charybdis bimaculata</i> 두점박민꽃게		+	+
<i>Portunus sanguinolentus</i> 점박이꽃게		+	
<i>Charybdis japonica</i> 민꽃게		+	
<i>Thalamita sima</i> 두갈래민꽃게		+	+
<i>Thalmita prymna</i> 여섯갈래민꽃게		+	
<i>Ovalipes punctatus</i> 깨다시꽃게		+	
<i>Portunus sp.</i>		+	+
<i>Portunus sp-1</i>			+
Family Grapsidae 바위게 과			
<i>Plagusia dentipes</i> 남방바위게		+	+
Family Palinuridae 닭새우 과			
<i>Panulirus japonicus</i> 닭새우			+
total		22	14

부록 3-3-8. 차귀도 주변해역에서 조사된 척삭동물문(Chordata)의 출현종

Appendix 3-3-8. List of Phylum Chordata to observation in the Chagwido coastal water

Speies	Sites	Study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Chordata 척삭동물 문			
Class Ascidiacea 해초 강			
Order Enterogona 내성해초 목			
Family Pyuridae 멍게 과			
<i>Halocynthia roretzi</i> 멍게		+	
<i>Microcosmus hartmeyeri</i> 돌멍게		+	+
total		2	1

부록 3-3-9. 차귀도 주변해역에서 조사된 극피동물문(Echinodermata)의 출현종
 Appendix 3-3-9. List of Phylum Echinodermata to observation in the Chagwido
 coastal water

Speies	Sites	study area	
		Sep.	Nov.
Phylum Echinodermata 극피동물문			
Class Stelleroidae 불가사리 강			
Order Myophiurida 폐사미 목			
Family Ophiocomidae 뱀털거미불가사리 과			
<i>Ophiomastix mixta</i> 빨간등거미불가사리		+	+
Family Ophiidermatidae 가죽거미불가사리 과			
<i>Ophiarachnella gorgonia</i> 뱀거미불가사리		+	
<i>Pectinura anchista</i> 빗거미불가사리		+	+
Family Ophiuridae 빗살거미불가사리 과			
<i>Ophiopenia disacantha</i> 민가시거미불가사리			+
<i>Ophiothela danae</i> 비단꼭지거미불가사리			+
Family Ophiotrichidae 가시거미불가사리 과			
<i>Ophiogymma fulgens</i> 큰뱀가시거미불가사리			+
Order Valvatida 연변 목			
Family Goniasteridae 뿔족불가사리 과			
<i>Certonardoia semiregularis</i> 빨강불가사리		+	+
<i>Ophidiaster cribrarius</i> 긴팔불가사리		+	+
Class Echinoidea 성게 강			
Order Clypeastroida 연잎성게 목			
Family Clypeastroidae 연잎성게 과			
<i>Clypeaster japonicus</i> 방패연잎성게		+	+
Order Echinoida 성게 목			
Family Strongylocentrotidae 둥근성게 과			
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> 말뚝성게		+	+
<i>Pseudocentrotus depressus</i> 분홍성게		+	+
Family Echinometridae 만두성게 과			
<i>Anthocidaris crassispina</i> 보라성게		+	+
Class Holothuroidea 해삼 강			
Order Aspidochirotida 순수 목			
Family Stichopodidae 돌기해삼 과			
<i>Stichopus japonicus</i> 돌기해삼		+	+
total		10	12

여 백

제 4 장 이용 · 관리

제 1 절 서 론

본 절에서는 북제주바다목장 해역에 대해 사회과학적인 측면에서 수산업 현황 및 이용 · 관리실태를 조사 및 분석하고, 기존에 수립된 바다목장의 사업계획에 근거하여 실시계획을 재검토하며, 이용관리 기본계획을 수립하는데 연구목표를 둔다. 2004년은 바다목장사업의 기반조성 1차년도 단계이므로 북제주바다목장 해역에 대한 전체적인 수산업 현황 및 어업실태를 정확히 파악하는데 주안점을 두었으며, 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 바다목장 수역 및 인근수역 어업인의 해역이용과 수산업 실태를 조사하여 직접 어업 편익 및 비용을 조사 · 분석하고 레저 및 관광의 편익을 추정하는데 이것은 향후 바다목장 조성에 따른 효과를 비교하기 위한 기초 자료로 활용한다.

둘째, 기존에 수립된 바다목장의 사업계획을 점검하고 자연과학분야 및 사회과학 조사 자료를 통해 구체적인 사업실시계획을 재검토한다.

셋째, 바다목장 산 수산물의 이용계획을 수립하기 위한 기초조사로 기존 북제주지역 수산물의 유통과정 및 해역 주변의 수산물 유통실태를 조사한다.

넷째, 국민들의 바다이용 수요에 부응하기 위해 관광형 바다목장으로 개발해 나갈 예정이다, 이에 따른 구체적인 수중관광자원 아이템 도출 및 사업실시계획을 수립한다.

마지막으로, 북제주바다목장 사업의 효율적인 추진을 위하여 어업인의 협조가 불가결한데 이를 위해 북제주바다목장 관리이용협의회 및 자율관리어업위원회의 설치 및 운영 방안을 검토하며, 아울러 바다목장 사업의 성공적인 정착을 위하여 보호수역 및 수산자원 관리수면 지정에 대한 계획을 수립한다.

제 2 절 해역이용 · 관리 실태

1. 해역 이용 및 수산업 실태

가. 어가수 및 어업인구

2003년 현재 북제주군 전체의 가구수와 어가수는 각각 37,206세대, 3,215세대이며, 인구는 102,189명, 어업인구는 10,006명이다. 한편, 북제주바다목장 사업지역인 한경면은 행정구역상 15개리로 구성되어 있으나, 이중에서 두모리, 신창리, 용당리, 용수리, 고산리 5지역이 바다목장 해역에 접해 있다(표 4-2-1). 즉, 두모리 동남쪽에서 고산리 수월봉 북쪽 해안까지가 바다목장 해역에 포함된다.

2003년 현재 한경면 전체 가구는 3,624세대, 인구는 9,475명이며, 이중에서 어가는 410세대, 어업인구 1,067명이다. 그리고 해역 내 어가 및 어업인구는 각각 358세대, 955명이 거주하고 있는데 한경면 전체에 비해 어업의존도가 높다. 해역 내 지역별로는 용당, 용수가 어업인구의 비중이 타 지역에 비해 높다. 어촌계원수는 한경면 전체가 881명이며 이 중에서 해역 내에는 759명이 있으며, 지역별로는 신창, 고산, 용수, 두모, 용당 순이다. 해녀인력은 280명이 상시로 잠수 활동을 하며, 고산, 신창, 용수에 많이 분포한다.

표 4-2-1. 북제주바다목장 해역의 어가와 어업인구 및 잠수인력 현황(2003)

Table 4-2-1. Marine household and fishing population, divers of Buk-jeju marine ranching site(2003)

(단위 : 세대, 명)

구분	가구			어업인구			어촌계원수	해녀인력
	전체가구	어가	비중(%)	전체인구	어업인구	비중(%)		
북제주군	37,206	3,215	8.4	102,189	10,006	9.8	6,935	2,967
한경면	3,624	410	11.3	9,475	1,067	11.3	881	321
해역내 계	1,898	358	18.9	5,096	955	18.7	759	280
두모	201	79	39.3	547	127	23.2	151	43
신창	396	94	23.7	1,048	241	23.0	207	60
용당	134	42	31.3	303	128	42.2	76	28
용수	193	60	31.1	522	273	52.3	153	60
고산	974	83	8.5	2,676	186	7.0	172	89

자료 : 제주도(2003) : [www. http://Buk-jeju.go.kr/](http://Buk-jeju.go.kr/), 2004년도 북제주군 해양수산업현황

주 : 해녀의 경우는 상시 잠수인력을 나타내었음.

나. 어선세력 및 어업인허가

한경면의 어선척수는 북제주군 전체 어선 1,179척의 9.5%인 112척이 있으며, 북제주바다목장 해역 내에는 104척이 존재하는데 대부분 10톤 미만이 소형어선이 존재하는 것으로 파악되었다(표 4-2-2).

표 4-2-2. 한경면의 어선세력 현황

Table 4-2-2. Fishing vessels of Hankyung-myun Buk-jeju

(단위 : 척, 톤)

구분	계		1톤 미만		1-5톤		5-10톤		10-20톤		20-30톤		30톤 이상	
	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수
북제주	1,179	7,469.4	173	105.7	654	1,697.3	341	2,523.5	20	277.9	32	886.0	49	1,979.0
한경면	112	470.2	19	10.2	67	225.2	23	153.8			3	81.0		
해역내계	104	10.9	16	9.1	61	205.8	23	153.8			3	81.0		
두모	11	56.9	2	1.6	6	14.3	2	11.9			1	29.0		
신창	24	63.6	8	4.7	13	40.2	3	18.8						
용당	5	8.0	2	1.2	2	6.7								
용수	15	82.7	3	1.0	5	19.7	6	39.0			1	23.0		
고산	49	238.6	1	0.6	35	124.9	12	84.1			1	29.0		

자료 : 2004년도 북제주군 해양수산업현황

일부 5톤 이상의 어선은 바다목장해역 외에서 회유하는 갈치조업에 주력하고 계절별로 해역 내에서 조업하는 경우가 많은 반면, 5톤 이하의 어선은 규모가 작으므로 대부분 바다목장 해역내외에서 조업한다. 어촌계별 어선척수를 보면, 고산 49척, 신창 24척, 용수 15척, 두모 11척, 용당 5척의 순이다. 이 중에서 고산은 어선척수가 가장 많지만 대부분 유어선박으로 사용되어 실제로 어업에만 종사하는 어선은 많지 않다.

다음으로 표 4-2-3을 통해 목장해역 내의 인허가 상황을 살펴보면, 연안어업허가는 복합 100건, 자망 32건, 초망 7건, 들망 27건이 있으며, 어선 1척에 중복허가를 가지고 여기별로 허가종류를 달리하면서 조업하는 경우가 대부분이다. 연안복합과 자망을 겸업하는 경우가 많다. 마을어업은 각 어촌계별로 1건이 있으나 차귀도 및 용수·고산 2건은 한림수협이 면허권자로 되어 있다. 정치망은 용수와 고산을 제외한 지역에 각각 1건씩 분포한다. 양식업은 11건으로서 대부분 어류, 패류 육상양식이다. 유어는 33건 중에서 거의 고산에 집중되어 있다.

표 4-2-3. 북제주 환경면의 인허가 상황

Table 4-2-3. Fisheries license of Hankyung-myun, Buk-jeju

(단위 : 건, ha)

구분	연안어업허가				정치망		마을어업		유어신고	양식(건)	
	복합	자망	초망	들망	건수	면적	건수	면적		어류	패류
환경면	108	34	7	27	5	14	7	899	34	11	7
해역내 계	100	32	7	24	3	9	5	661	33	4	7
두모	10	5		3	1	3	1	84		1	4
신창	24	10	1	8	1	3	1	156			
용당	4	1		1	1	3	1	79			1
용수	14	2	2	4			1	57	2		1
고산	48	14	4	8			1	285	31	3	1

자료 : 2004년도 북제주군 해양수산업현황, 한림수협 내부자료

주 : 마을어업의 경우 두모, 신창, 용당은 각 어촌계로 면허가 되어 있으나, 차귀도와 용수·고산 2건은 한림수협에 면허되어 있음.

다. 수산업 기반시설 및 어촌계 현황

바다목장 해역내의 수산 기반시설로는 지방어항 2곳, 어촌정주어항 2곳이 있고, 간이 급유시설은 고산에 1기가 있으며, 출입항 신고소는 각 어촌계별로 있다(표 4-2-4). 그 외 어촌계 공동시설로서 공동창고, 직매장, 탈의장, 민박 등이 있다. 향후 북제주바다목장의 본격적인 추진과 바다목장의 성격이 관광형임을 감안한다면, 민박 등의 기반시설 확충이 필요할 것이다.

표 4-2-4. 어항 및 수산물 유통·보급시설 현황

Table 4-2-4. Fishing ports and marketing infra structure

(단위 : 개소, 기)

	어항				급유 시설	출입항 신고소	수산 가공	공동시설			
	계	국가	지방	어촌 정주				공동 창고	직매장	탈의장	민박
북제주	49	2	8	39	7	53	26	79	16	84	7
환경면	6		2	4	1	7	2	9	3	11	2
해역내 계	4		2	2	1	6	1	7	1	8	2
두모						1	1	2			1
신창	1		1			1		1			2
용당	1			1		1		1			1
용수	1			1		1		2			2
고산	1		1		1	1		1	1	2	1

표 4-2-5는 2002년 기준으로 바다목장 해역 내 5개 어촌계의 현황을 나타낸 것이다. 어촌계원은 신창 207명으로 가장 많고 다음으로 고산 172명, 용수 153명, 두모 151명, 용당 76명의 순이다. 해녀를 어촌계원으로 포함하고 있으므로 여자 계원의 비중이 높은 점이 특징이다. 어촌계의 유형은 어선어업과 마을어업이 중심이 된 복합유형에 속하며, 발전수준은 자립 내지 복지수준이다. 각 어촌계 계원의 연간 평균소득은 22,500백만원이다.

표 4-2-5. 북제주바다목장 해역 내 어촌계 현황(2003)

Table 4-2-5. Marine organization in Buk-jeju marine ranching site(2003)

(단위 : 명, 천원, 척, 톤, 백만원)

어촌계	계원			어업인 후계자	유형	발전 수준	평균소득	어선세력
	계	남	여					
합 계	759	158	601	24	-	-	22,500	104
두 모	151	42	109	5	복합	자립	21,000	11
신 창	207	32	175	2	복합	복지	22,000	24
용 당	76	7	69	1	복합	자립	21,500	5
용 수	153	41	112	2	복합	복지	24,000	15
고 산	172	36	136	14	복합	복지	24,000	49

자료 : 2004년 북제주군 해양수산현황, 2004년 어촌계분류평정 및 현황(수협중앙회)

주 : 평균소득의 합계는 평균을 의미함.

2. 어업별 조업 실태

가. 마을어업, 양식업, 정치망어업의 조업 실태

북제주바다목장 해역 내 어업권어업의 조업현황을 살펴보면, 마을어업은 해녀들이 전복, 소라, 해삼 등의 패류와 연체류를 어획하며 해조류는 전체어촌계원들이 공동으로 작업한다. 마을어업의 생산금액을 보면 신창 329,178천원으로 가장 많고, 다음으로 고산 229,234천원, 용수 134,837천원, 용당 100,791천원, 두모 98,387천원의 순서이다. 양식업은 용당에 전복육상이 1개소가 있다. 정치망은 두모, 신창, 용당에 각각 1개 있는데, 마을어장 내에 위치하며 5-10명이 종사한다. 통상 5-9월에 어기가 시작되어 방어, 한치, 독가시치 등이 어획되며, 특히 두모가 30,500천원으로 가장 높은 생산실적을 올리고 있다.

표 4-2-6. 마을어업, 양식업, 정치망어업의 조업 현황(2004)

Table 4-2-6. State of community fishery and aquaculture, set net fishery(2004)

(단위 : 건, kg, 천원)

	마을어업(마을+협동)		양식업		정치망				
	주 어획물	생산실적		전복육상양식		조업시기/어획물	건수	생산실적	
		수량	금액	건수	생산고			수량	금액
두모		54,452	98,387				1	8,500	30,500
신창	전복,소라,오	165,024	329,178			5-9월/방어,송어, 한치,따치,독가시치, 오징어 등	1	2,500	20,500
용당	분자기,툇,천	58,118	100,791	1	150,000		1	980	6,958
용수	초,감태,해삼,	44,240	134,837						
고산	성게,문어 등	41,007	229,234						

자료 : 북제주군 해양수산과 내부자료

나. 어선어업의 조업 실태

북제주바다목장 해역 내 어선은 모두 104척이 있으며 대부분 복합(채낚기, 연승), 자망, 들망 등을 복합적으로 운용하고 있다(표 4-2-7).

해역 내에서 실제로 조업하는 전업 어업인은 대략 25-30명인 것으로 파악되었으며, 그 외 나머지는 농업 등에 종사하면서 계절적으로 겸업한다. 그러나 고산의 경우는 전술한 바와 같이, 유어에 종사하는 경우가 많다.

어촌계별 전업자는 고산과 용당은 복합어업(연승, 채낚기)에 종사하는 반면, 신창, 용수 어업인은 자망, 들망과 겸업하는 경우가 많다. 특히 고산의 6-8톤급 어선은 갈치채낚기의 의존도가 높다. 연간 180-200일 조업하며, 12월부터 3월까지의 바다가 험하므로 휴어를 한다. 어업별로는 연승 3-6월, 채낚기 6-10월(갈치, 한치), 자망 3-12월, 들망 11-2월(쥐치)이 주어기에 해당한다. 어획물 판매는 갈치의 경우 수협에 위판되지만, 그 외는 대부분 활어로 상인들에게 판매되기 때문에 어종별 어획량을 파악하기가 곤란한 점이 있다.

한편, 낚시어선은 전술한 바와 같이, 고산이 많고 일부 용수에 분포하는데, 2004년 기준으로 총 이용객은 7,362명으로 척당평균은 436명인 것으로 파악되었다. 낚시객은 년 중 분포하지만 주로 제주도에 관광객이 집중되는 6-8월에는 척당 1일 평균 4-5회 왕복한다.

표 4-2-7. 북제주바다목장 해역 내 어선어업의 조업 상황(2004)

Table 4-2-7. States of fishery in Buk-jeju marine ranching site(2004)

구분	어선 척수	허가건수				실제조업 어업인수 및 조업개요	어업별 주어기	판매	
		복합	자망	초망	들망				
두모	11	10	5	-	3	- 전업: 3명(복합+자망+들망) - 겸업: 9명(농업)	-조업일수: 180-200일 -연 승: 3-6월 -채낚기: 6-10월 -자 망: 3-12월 -들 망: 11-2월	갈치를 제외하 고 모두 상인판 매	
신창	24	24	10	1	8	- 전업: 5-7명(복합+자망+들망) - 겸업: 17명(농업)			
용당	5	4	1	-	1	- 전업: 2명(복합) - 겸업: 3명(농업 主)			
용수	15	14	2	2	4	- 전업: 4-5명(복합+자망+들망) - 겸업: 9-10명(농업)			
고산	49	48	14	4	8	- 전업: 8-9명(복합) - 겸업: 39-40(유어+농사)			
낚시선 운영		- 척수 : 고산 33척, 용수 2척, - 평균 승선객 : 436명, 평균수입 : 5,449천원, 평균지출 : 2,783천원							

자료 : 북제주군 해양수산물과 내부자료

표 4-2-8은 주어종별 어기와 바다목장 해역의 이용을 나타낸 것이다. 주요 어종별 주어기는 갈치 6-12월, 황돔 3-8월, 다금바리·붉바리 3-9월, 한치 6-10월이며, 들돔, 참돔, 벤자리, 뱀에돔은 주년 조업이 이루어진다. 독가시치는 6-8월, 쥐치 10-12월이 주어기이다.

표 4-2-8. 어종별 주어기 및 바다목장 해역 이용도

Table 4-2-8. Main fishing season and fishing ground of each species

	주 어 기												목장해역 이용도	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	해역내	해역외
갈 치													-	100.0
황 돔													64.7	35.3
우 력													89.9	10.1
다금바리													89.2	10.8
붉바리													100.0	-
방 어													45.9	54.1
오징어(한치)													77.9	22.1
들돔/참돔													85.5	14.5
삼 치													-	100.0
벤자리													-	100.0
뱀에돔													-	100.0
독가시치													100.0	-
쥐 치													36.2	63.8
넙 치													86.9	13.1

주 : 현지조사 결과를 토대로 작성하였음.

북제주바다목장 해역의 어장이용은 갈치채낚기를 제외하고는 대부분 목장해역 내외를 걸치면서 조업하고 있다. 어종별로는 갈치, 삼치, 벤자리, 뽕에돔, 쥐치는 주로 목장해역을 벗어난 어장에서 어획하고 있으며, 우럭, 다금바리, 붉바리, 한치, 돌돔·참치, 독가시치, 넙치는 목장해역의 의존도가 높은 것으로 조사되었다.

어선어업의 평균어획량, 평균어획금액은 2,436톤, 52,574천원으로 파악되었다(표 4-2-9). 어종구성비는 쥐치, 한치가 가장 높고 다음으로 황돔, 갈치, 우럭, 돌돔·참돔의 순이다. 어획금액은 어가가 높은 갈치, 돌돔·참돔, 다금바리, 그리고 어획량이 많은 황돔, 쥐치, 한치의 금액이 많다. 고어가 어종인 갈치, 다금바리, 붉바리, 돌돔·참돔, 뽕에돔이 많이 어획되고 있으며, 대부분 활어로 판매되므로 어가는 타 지역에 비해 높은 편이다.

표 4-2-9. 어선어업의 어종별 어획량 및 어획금액

Table 4-2-9. Main fishes and revenue of Buk-jeju marine ranching

(단위 : 톤, %, 천원, kg/원)

	평균어획량	어종구성비	평균어획금액	어가
갈치	250	10.3	16,088	64,250
황돔	335	13.8	5,964	17,800
우럭	193	7.9	1,782	9,250
다금바리	51	2.1	3,561	70,200
붉바리	8	0.3	579	71,667
방어	91	3.7	986	10,833
오징어(한치)	352	14.5	4,665	13,250
벤자리	45	1.8	405	9,000
돌돔/참돔	207	8.5	10,869	52,600
광어	50	2.1	1,000	20,000
쥐치	369	15.1	2,796	7,583
멸치	167	6.8	333	2,000
뽕에돔	64	2.6	1,600	25,000
독가시치	70	2.9	840	12,000
삼치	75	3.1	225	3,000
기타	110	4.5	880	8,000
합계	2,436	100.0	52,574	21,582

주 : 어가합계는 평균어가를 의미함

3. 어업경영 실태 및 가계수지 실태

어업경영 실태의 분석은 바다목장의 직접효과인 어업소득을 측정하기 위한 것이며, 향후 본격적인 바다목장사업의 진행에 따라 어업소득이 어떻게 변화하는 지를 비교, 분석할 수 있는 기초 자료로도 활용할 수 있다.

조사는 5개 어촌계별로 방문조사를 하였으며, 대상 어업은 북제주바다목장과 직접관련이 있는 복합, 자망, 들망을 영위하는 연안어업에 한정하여 실시하였고, 조사경영체는 두모 2곳, 신창 3곳, 용당 1곳, 용수 3곳, 고산 4곳이다.

북제주바다목장 해역의 어선어업의 평균자산 및 부채 현황을 보면, 자산은 81,635천원, 부채는 61,317천원으로 조사되었다(표 4-2-10).

표 4-2-10. 어선어업의 자산 및 부채

Table 4-2-10. Assets and debts of fishery

(단위 : 천원)

	자산			부채
	계	고정자산	유동자산	
평균	81,635	64,442	17,193	61,317
두모	71,300	53,800	17,500	21,500
신창	132,150	67,150	65,000	62,500
용당	6,600	5,600	1,000	30,000
용수	88,487	86,020	2,467	86,333
고산	109,638	109,638		106,250

표 4-2-11. 어선어업의 수지 및 가계수익

Table 4-2-11. Revenue and cost of fishery

(단위 : 천원)

	가계수입			가계지출			가계소득	어업이익	어업의존도 (%)
	소계	어업수입	어업외수입	소계	어업비용	어업외비용			
평균	68,743	50,966	17,777	38,615	30,995	7,619	30,129	19,971	66.3
두모	66,819	26,319	40,500	23,310	15,660	7,650	43,509	10,659	24.5
신창	62,430	38,863	23,567	41,938	24,338	17,600	20,492	14,525	70.9
용당	26,865	23,715	3,150	6,130	5,950	180	20,735	17,765	85.7
용수	56,259	34,592	21,667	25,145	12,478	12,667	31,114	22,114	71.1
고산	131,343	131,343		96,550	96,550		34,793	34,793	100.0

어선어업의 평균가계수입은 68,743천원이며 이중에서 어업수입은 50,966천원으로 파악되었고, 가계지출은 38,615천원이고 여기에서 어업비용은 30,995천원으로 조사되었다(표 4-2-11). 평균가계소득은 30,129천원이며 이중에서 66.3%인 19,971천원이 어업이익에서 차지하고 있다. 특히, 두모는 가계소득에서 타 산업 특히 농업 의존도가 높다.

4. 수산물 유통실태 및 소비패턴

가. 북제주지역의 활어유통시설 현황

북제주관 내에는 한림수협과 추자도수협의 2개 수협이 있으며, 이들 수협이 개설한 위판장이 7개소가 있는데, 3개소가 상설로, 나머지는 비상설 운영되고 있다(표 4-2-12). 이 중에서 추자도수협이 운영하는 3개 위판장은 바다목장 해역과 멀리 떨어져 있으므로 직접적인 관련성이 희박하다. 이 밖에 재래시장으로는 한림읍 대림리의 한림민속 5일시장과 구좌읍 세화리의 세화민속 5일시장이 있다.

표 4-2-12. 북제주관 내 판매 시설의 현황

Table 4-2-12. The present status of facilities for sale in Buk-jeju

소 재 지	규 모	수산물중매인수	비 고
한림읍 한림리 1328-17	1,563m ²	35	상설운영
구좌읍 세화리(세화항내)	231m ²	-	비상설운영
애월읍 애월리(애월항내)	399.3m ²	-	비상설운영
추자면 대서리 4-21	330m ²	8	상설운영
추자면 대서리 4-19, 4-20	330m ²	8	상설운영
추자면 신양리	99.56m ²	-	비상설운영
구좌읍 종달리 477-16	355.5m ²	-	비상설운영



그림 4-2-1. 신창항의 전경.

Fig. 4-2-1. Shinchang Fishing Port.

바다목장 어획물 위판을 위한 직판장 후보지는 물양장과 가공시설 등이 입지할 수 있는 배후지가 있는 것이 유리한 데, 고려될 수 있는 어항으로 신창항이 있다. 한경면 신창리에 위치한 신창항은 1993년에 지정된 지방어항으로 바다목장 내에 위치하고 있으며, 연안복합어업을 영위하는 어업인들이 양륙을 하기에 적합한 위치로 파악된다. 또한 2004년 8월에 물양장 축조공사를 입찰하였으므로 배후지의 확보도 바다목장 사업진행에 맞추어 가능할 것으로 판단된다.

나. 활어유통실태 분석

본 설문조사는 제주바다목장의 브랜드구축을 통한 부가가치를 제고를 위해 사전실태 조사의 목적으로 행해졌다. 설문지는 총 50부를 배부하였으나, 회수는 12부에 그쳐 24.0%의 회수율을 나타내었다. 배부처의 유형은 활어소매점(횃집)과 일반음식점, 일식집 등이 있으나 횃집 이외에는 회수되지 않아 횃집으로만 특정하여 분석하였다(표 4-2-13). 분석방법은 설문지의 설계 상 통계분석이 곤란하므로 단순집계방식으로 분석하였다.

표 4-2-13. 설문지 회수 현황

Table 4-2-13. Number of returned survey

배부처	배부설문지수	회수설문수	회수율
활어소매점(횃집)	50	12	24.0%
합계	50	12	24.0%

제주관내 활어 소매점에서 취급하고 있는 활·선어의 취급 추이를 유형별로 알아보면 다음 그림 4-2-2와 같다. 가장 많이 취급되고 있는 형태는 자연산 활어로 2003년에 77.2%를 차지하고 있었으며, 다음으로 많은 것이 양식산 활어로 17.8%였다. 자연산 선어는 3.9%, 수입산 활어는 1.1%로 일부만 취급하고 있는 것으로 나타났다.

유형별 연도별 취급추이를 보면, 자연산 활어는 변동이 없으며, 양식산 활어도 2002년에 약간 감소했다가 다시 이전수준으로 회복되었다. 다소 변동이 있는 것은 수입산으로 2002년에 3.9%를 취급하던 것이 2003년에 1.1%로 취급비율이 하락하였다.

양식산 수산물의 일시적인 감소는 양식산이 수입산으로 대체되었다가 원상태로 회복된 것으로 보인다. 자연산 활어의 사용비율이 높은 것은 관광지라는 지역특성상 자연산 활어에 대한 선호가 높고 공급도 원활하기 때문인 것으로 보인다.

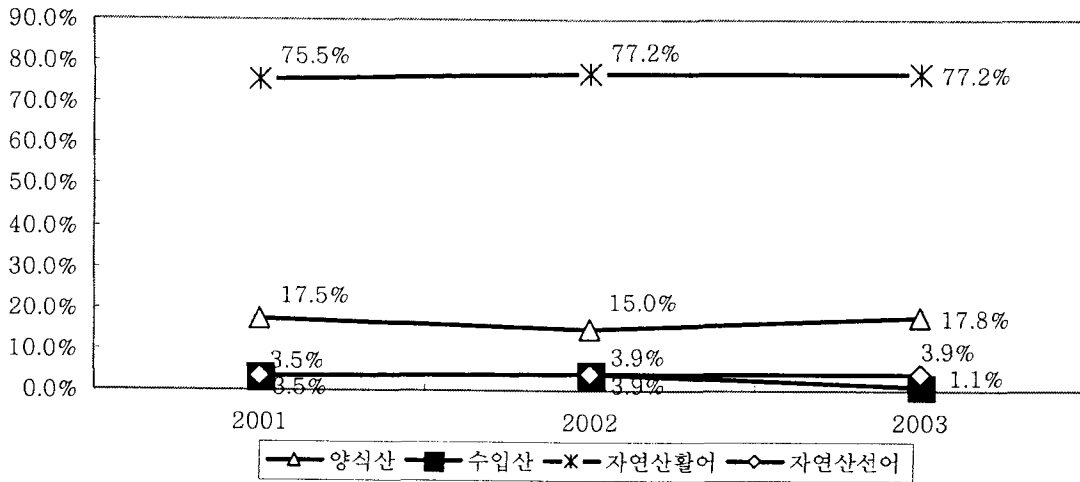


그림 4-2-2. 제주관내 활어 소매점의 유형별 활선어 취급 추이.

Fig. 4-2-2. Trend of various types of line fishes carried by retail market in Jeju.

다음으로 활어의 구입경로를 살펴보면(그림 4-2-3), 활어상인(활어운반차)에서 구입하는 경우가 48%로서 가장 많으며, 수협 위판장의 중매인에게 구입하는 경우는 21%이다. 선어의 구입경로는 수협중도매인에게 구입이 100%로 나타났다.

이상에서 살펴본 바와 같이 활선어 모두 위판장의 이용비율보다 활어운반차를 이용하는 비율이 월등히 높게 나타나고 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 제주지역의 경우는 자연산 활어의 비중이 높음에도 불구하고 양식산 활어와 마찬가지로 활어운반차의 이용비율이 높게 나타나는 것은 활어위판이 취약한 제주지역의 특성을 반영하는 것이라 볼 수 있다.

다음으로 활선어 구매방법을 선택한 이유에 대한 설문을 나타낸 것이 그림 4-2-4이다. 가장 많은 응답을 보인 것은 안정적인 공급으로 42%였다. 다음으로 많은 것이 품질과 구매가 쉽기 때문으로 각각 25%, 저렴한 가격이 8%로 나타났다. 이러한 결과는 활어소매점들이 가격이나 품질보다는 안정적인 공급에 더 큰 비중을 두고 있음을 나타내는 것이다.

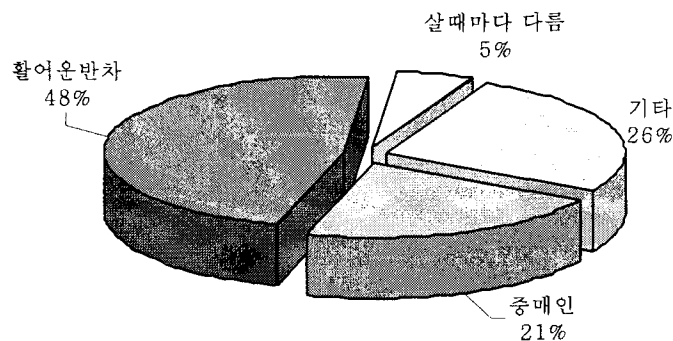


그림 4-2-3. 활어의 구입경로.

Fig. 4-2-3. Purchasing route for live fishes.

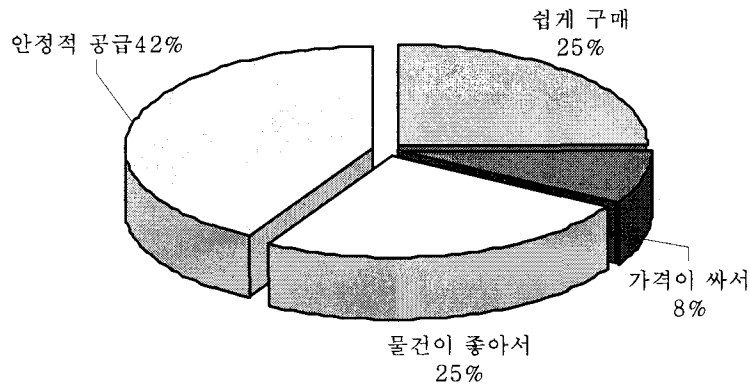


그림 4-2-4. 구매방법의 선택이유.

Fig. 4-2-4. Selection of cashing method.

활어구매시의 가격결정요인에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것은 시장가격기준으로 64%였으며, 계약구매가 27%였다(그림 4-2-5 참조). 이 경우 시장가격이란 활어위판장 혹은 도매시장의 활어시세를 의미하기도 하지만 중간유통업자들이 제시하는 가격을 의미하기도 한다. 계약구매가 다소 높은 것은 북제주지역의 활어소매점들이 안정적인 공급을 선호하는 것에 연유하는 것으로 보이며, 타 지역과 비견될만한 특징이다. 기타는 상황에 따라 다르게 구입한다는 것을 의미한다.

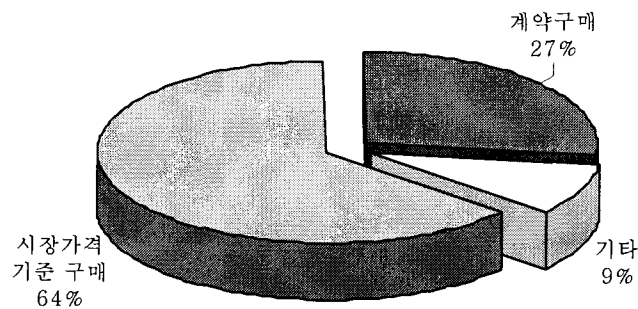


그림 4-2-5. 활어구매시의 가격결정 방법.

Fig. 4-2-5. The way of deciding price when purchasing live fishes.

이상에서 살펴본 제주관내의 유통실태는 자연산 활어의 이용비율이 아주 높고 양식산이 상대적으로 낮은 특성을 보이고 있다. 구매방법, 구매결정요인에서 나타난 응답의 특성을 보면, 가격보다는 품질과 구매의 편의 등을 높게 응답하고 있는데, 이는 타 바다목장의 경우 가격이 상대적으로 큰 비중을 차지하고 있는 것에 비추어 상당히 독특하다. 이러한 응답에 비추어 볼 때 제주바다목장의 브랜드화에 대한 기반은 타 바다목장보다 높

다고 할 수 있다. 전체적으로 유통구조가 지역 내에 한정되어 있고, 활어소매점들의 구매 결정이 차별화되어 있는 것으로 보여 브랜드화의 추진이 보다 쉬울 것으로 판단된다.

다. 시장에서의 경쟁력 평가(가격 및 품질)

여기에서는 앞의 설문결과 중에서 브랜드와 품질 및 가격에 대한 평가만을 별도로 구분하여 제시하였다. 먼저 브랜드화에 대한 설문을 보면 다음의 그림 4-2-6과 같다.

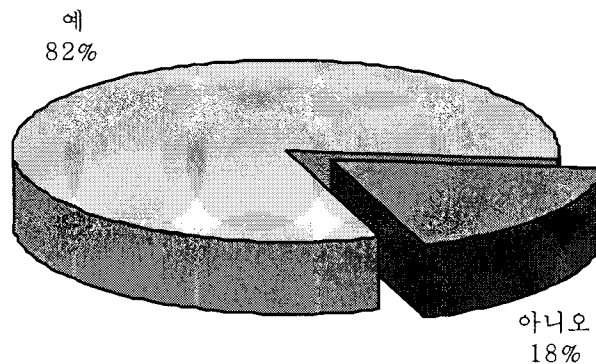


그림 4-2-6. 제주바다목장 어획물의 브랜드화 판매시의 구매의사.

Fig. 4-2-6. Willing-to-buy of the brandes fishes from marine ranching.

제주바다목장에서 생산되는 활어, 선어를 브랜드화 해서 판매한다면 구매할 의향이 있는지에 대한 설문에서는 82%가 긍정적으로 응답하여 제주바다목장 어획물에 관심이 많음을 보여주고 있다.

다음으로 제주바다목장의 브랜드로 출하되는 활·선어가 자연산 혹은 양식산과 품질과 가격에서 차별화될 수 있는지에 대한 설문결과를 나타낸 것이 그림 4-2-7이다. 먼저 품질차별화를 살펴보면, 총 응답자의 54.6%가 품질의 차별화가 가능한 것으로 응답하였다. 가격에서의 차별화는 총 응답자의 18.2%가 아주 긍정적인 것으로 응답하였으며, 다소 긍정적인 응답을 한 것은 18.2%였다. 가격에서도 제주바다목장 어획물의 브랜드 가치가 있는 것으로 나타났으나 품질보다는 가격의 브랜드가치가 다소 취약한 것으로 나타났다.

마지막으로 자연산, 양식산, 목장산 등 3종의 어류 품질에 대한 소매점들의 예상 평가를 집계한 것이 그림 4-2-8이다.

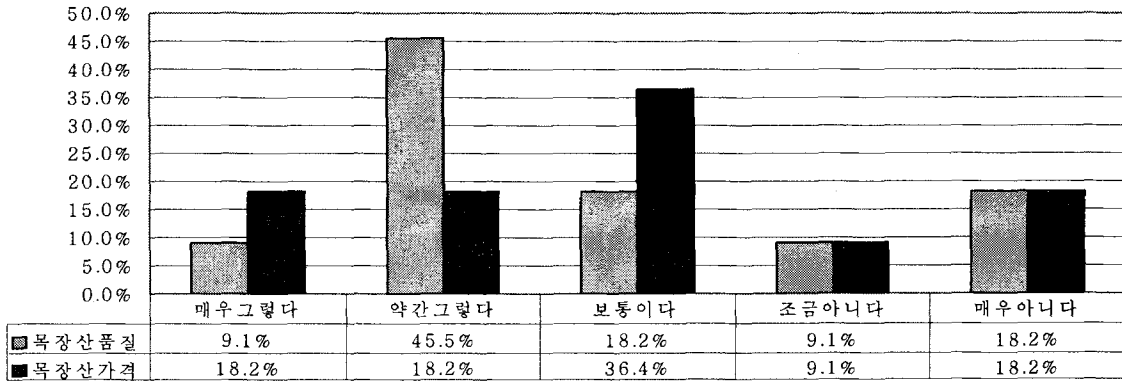


그림 4-2-7. 제주바다목장 브랜드 활선어의 차별화 가능성(품질과 가격).

Fig. 4-2-7. Possibility of discrimination for brandes fishes from marine ranching.

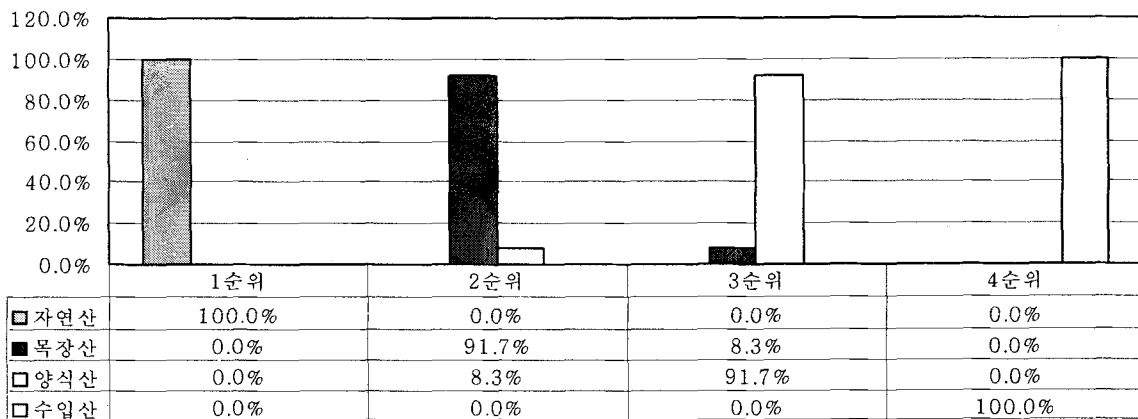


그림 4-2-8. 자연산, 양식산, 목장산등 3종의 어류 품질 예상 평가.

Fig. 4-2-8. Expectation analysis for fish quality for fishes, farmed fishes and marine ranching fishes.

설문결과는 1순위의 경우 자연산이 총 응답수의 100.0%가 응답하여 가장 품질면에서 높게 평가하였으며, 2순위는 목장산 91.7%, 3순위는 양식산, 4순위는 100.0%가 수입산으로 응답하였다.

전체적으로 자연산의 품질이 가장 좋은 것으로 인식하고 있으며, 다음이 목장산이다. 설문조사결과 나타난 이들 품질의 우열에 대한 인식관계는 다음과 같다.

자연산수산물 > 바다목장산수산물 > 양식수산물 > 수입수산물

이상에서 살펴본 제주바다목장 어획물의 브랜드 가능성은 상당히 높게 평가되고 있었다. 특히 품질차별화가 가격보다 높았다. 품질에 대한 사전평가에서는 자연산 수산물보다

못하고, 양식수산물과 수입산 수산물보다는 높다는 평가를 하고 있었다. 이러한 결과는 제주바다목장에서 어획되는 수산물이 실제 판매될 경우에 자연산 활·선어보다 낮은 가격대를 형성할 가능성을 나타내는 것이다.

결국 제주관내의 소매점들의 평가는 자연산보다 품질이 낮다는 것에서부터 출발하고 있으므로, 부가가치 또한 자연산을 뛰어넘기 힘들다는 것을 의미한다. 브랜드화를 통한 부가가치의 제고는 출발점을 자연산과 동일, 혹은 그 이상의 품질을 가지는 것부터 출발하지 않으면 상당한 제약을 받게 될 것이므로 이를 충분히 고려해야 할 것이다.

5. 레저 및 관광 편익추정

가. 조사대상 및 방법

북제주 바다목장 지역의 유어낚시객에 대한 설문조사는 바다목장 사업 전·후의 이용도 및 어촌경제에 미치는 소득효과와 북제주군의 관광사업에 대한 비교, 분석을 하기 위한 기초 자료로 사용하기 위하여 조사되었다. 또한 관광객과 유어낚시객의 소비자 잉여를 추정하기 위한 자료로 사용된다.

설문조사는 북제주지역의 지역적 특성과 설문내용을 감안하여 주중과 주말을 이용하여 연구진과 현지 조사원에 의하여 1대1 직접면담식으로 진행되었으며, 설문지의 내용은 여행비용법을 분석하기 위한 여러 가지 변수인 응답자의 월평균소득, 여행시간과 비용, 체재시간, 연간방문횟수 등과 나이, 출조지역, 낚시에 대한 여가비율, 출조형태, 낚시여행비용, 바다목장의 인지도 등에 대한 추가조사를 실시하였다. 여기에서는 중요하다고 판단되는 응답자의 거주지, 어획물의 종류와 어획량, 여행비용만을 알아본다.

나. 조사결과

(1) 유어낚시

우선, 낚시 여행객의 거주지는 그림 4-2-9와 같이 조사되었다. 북제주로 오는 낚시객들의 거주지는 주중에는 여수와 경남이 18.8%로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 충주, 대구, 대전이 1.0%로 가장 낮은 수치를 보였다. 주말에는 전체 낚시객들 중 약 절반이 제주 지역 사람들로 나타났으며, 서울도 25%로 높은 수치를 보였다. 하지만, 주중에 많은 사람들이 방문하던 여수, 경남 지역의 낚시객들은 주말에는 북제주를 찾지 않는 것으로 나타났다.

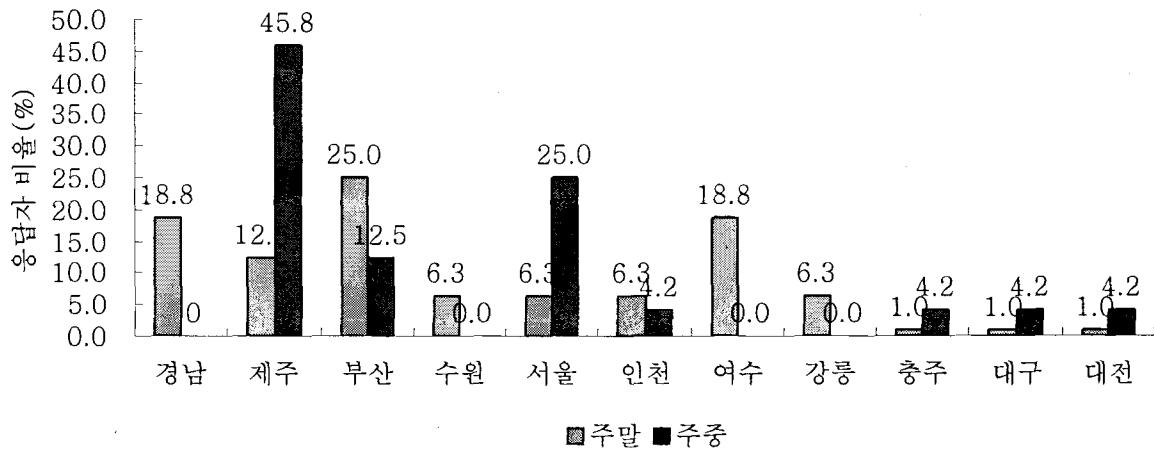


그림 4-2-9. 거주지.

Fig. 4-2-9. Residence.

표 4-2-14. 낚시비용

Table 4-2-14. Cost of fishing

(단위 : 천원)

구분	총비용	교통비	식비	숙박비	낚시배임대	기타 잡비
1인 평균(주중)	558	165	217	129	27	20
1인 평균(주말)	360	162	87	75	8	28

다음으로 낚시에 대한 총비용은 1인평균 주말 비용이 558,000원, 주중 비용이 360,000원이었다. 비용 가운데 교통비와 식비의 비중이 가장 높은 것으로 나타났다(표 4-2-14).

어획량을 묻는 질문에 대해서는 주중에는 평균 3.2마리 정도를 어획하며 그 양은 약 2.0kg이라고 응답했으며, 주말 낚시 관광객들은 이보다 적은 2.7마리를 어획하며 그 양은 1.2kg 정도라고 답했다(표 4-2-15).

표 4-2-15. 어획량

Table 4-2-15. Amount of fishing

(단위 : 마리, kg)

	어획수	어획량
주말	2.7	1.2
주중	3.2	2.0

(2) 관광

북제주를 찾는 관광객들의 거주지는 주중, 주말 모두 서울, 경기 지역에서 온 관광객이 가장 많았다. 그리고 주중에는 대전, 충북지역, 주말에는 대구, 경북지역에서 온 관광객이 가장 적은 것으로 나타났다(그림 4-2-10).

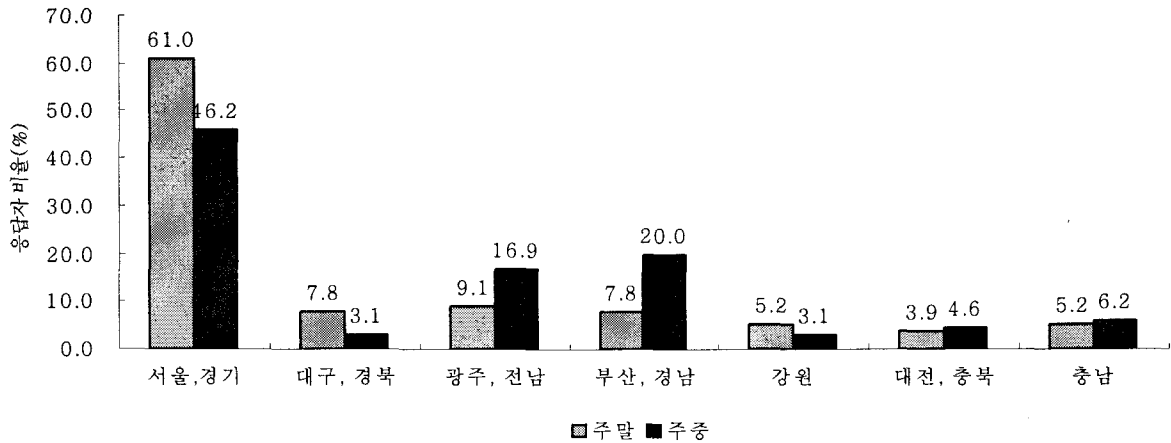


그림 4-2-10. 거주지.

Fig. 4-2-10. Residence.

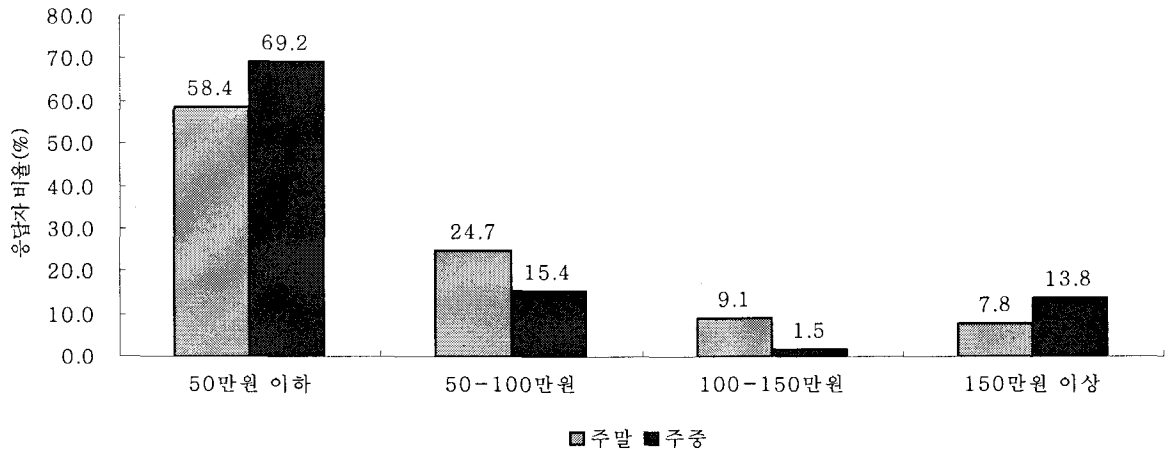


그림 4-2-11. 여행비용.

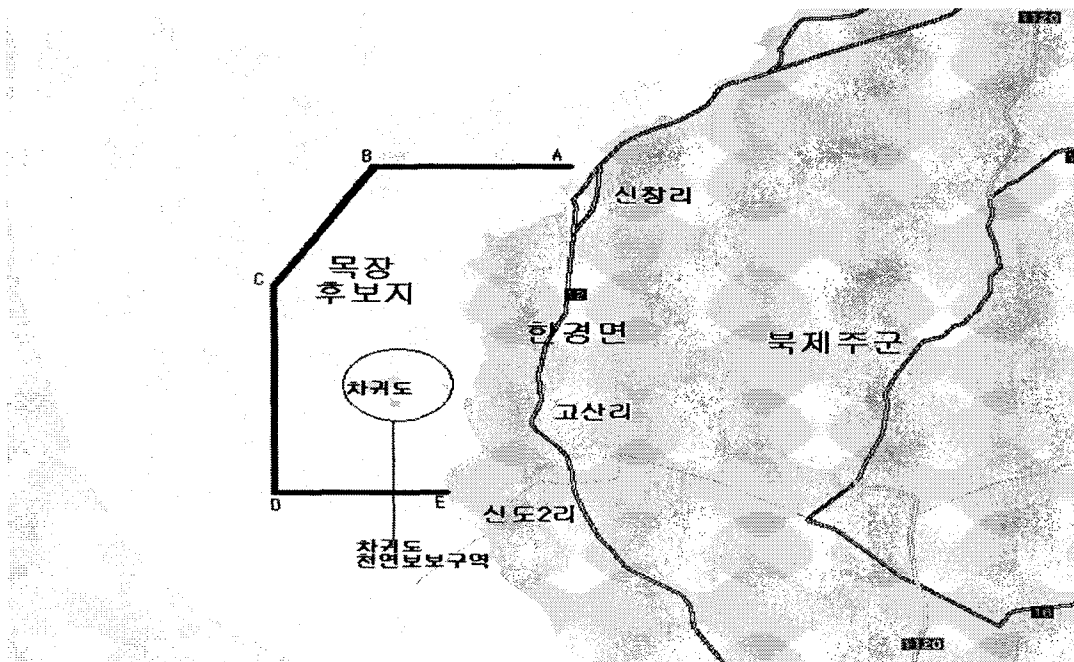
Fig. 4-2-11. Cost of travel.

총 여행비용은 주중, 주말 모두 50만원 이하의 경비를 사용한다고 응답한 관광객이 58.34%, 69.2%로 가장 많았다. 또한 150만원 이상을 지출한다는 응답도 주중에는 7.8%로 가장 수치를 보였으며, 주말에는 주중에 비해 많은 사람들이 고액의 여행경비를 지출하는 것으로 나타났다(그림 4-2-11).

제 3 절 바다목장 실시계획 수립

1. 바다목장 주 해역 범위 설정

북제주군바다목장의 해역범위는 아직까지 자연과학 분야와 사회과학 분야에서 사계절 조사가 끝나지 않았으므로 후보지 선정 시와 동일하게 적용하였다. 금년도 봄, 여름 조사를 실시하여 사계절 조사가 끝나고 각계 의견을 수렴하여 2005년도에 수정마스터플랜을 검토할 때 이를 반영할 예정이다. 바다목장 해역은 북위 33° 21' 20", 동경 126° 10' 57" 지점, 북위 33° 21' 20", 동경 126° 08' 45" 지점, 북위 33° 20' 00", 동경 126° 07' 30" 지점, 북위 33° 17' 30", 동경 126° 07' 30" 지점, 북위 33° 17' 30", 동경 126° 09' 54" 지점을 연하는 선 안쪽이다(그림 4-3-1). 바다목장 해역 안에는 차귀도 천연보호구역이 포함되어 있으므로 이를 제외한 2,872ha가 바다목장 해역의 면적이다.



구분	위도	경도	구분	위도	경도
A	33°21' 20"	126°10' 57"	D	33°17' 30"	126°07' 30"
B	33°21' 20"	126°08' 45"	E	33°17' 30"	126°09' 45"
C	33°20' 00"	126°07' 30"	= 2,872 ha		

그림 4-3-1. 북제주바다목장 해역.

Fig. 4-3-1. Map showing the Buk-jeju marine ranching site.

2. 바다목장 시설투자계획 수립

북제주바다목장사업의 투자계획 수립의 기준은 첫째, 북제주바다목장의 모델인 생태계 보호·자원증대 복합형과 해양관광 및 수중체험형 모델에 적합하도록 실시한다는 것이다. 둘째는 이미 수립된 정부의 바다목장사업 마스터플랜에 부합시킨다. 셋째는 연구개발투자는 국가 투자를 원칙으로 하고 시설투자는 국가 외에 지자체, 어업인 및 민간기업의 투자를 유도한다. 넷째는 사업추진단계에 따라 연차별 및 분야별 투자액을 배정한다. 다섯째는 2002-2004년 동안 이미 집행된 정부 투자액을 감안하여 연차별 투자계획을 조정한다는 것이다.

일반적으로 바다목장 사업은 바다목장 기반조성, 바다목장 조성, 사후관리 및 효과분석이라는 단계별로 3단계 추진과정을 거치게 된다. 2004년 북제주바다목장사업은 표 4-3-1 서 보는 바와 같이 1단계 1차 년도에 해당된다.

제1단계(2004-2005)는 바다목장 기반조성 단계로서 주요 내용은 해역환경 특성조사, 어장조성 기반조사, 대상생물 생리생태조사, 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 등을 수행한다. 제2단계(2006-2009)는 바다목장 조성단계로서 모니터링시스템에 의한 환경관리, 시설물 실효역 투입 및 어장조성, 방류 및 생물군집 변화조사, 바다목장 이용관리 방안 수립 및 관리실태 조사 등을 실시한다. 마지막으로 제3단계(2010-)는 사후관리 및 효과분석 단계로서 환경 및 생태계 동태 파악, 바다목장 시설의 관리 및 효과조사, 방류종의 자원관리 및 재생산 조사, 사후 투자효과분석 및 바다목장 이관계획 수립 등이다.

표 4-3-1. 북제주바다목장 사업의 추진단계

Table 4-3-1. Implementation plan for Buk-jeju Marine Ranching Program

구 분	1단계	2단계	3단계
기 간	1~2차년도	3~6차년도	7차년도
목 표	바다목장 기반조성	바다목장 조성	사후관리·효과분석
주 요 내 용	• 해역환경 특성조사	• 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리	• 환경 및 생태계 동태 파악
	• 어장조성 기반조사	• 시설물 실효역 투입 및 어장조성	• 바다목장시설의 관리 및 효과조사
	• 대상생물 생리생태조사	• 방류 및 생물군집변화조사	• 방류종의 자원관리 및 재생산 조사
	• 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가	• 바다목장 이용관리방안 수립 및 관리실태 조사	• 사후 투자효과분석 및 바다목장이관 계획 수립

표 4-3-2은 북제주바다목장사업의 재원별 연도별 투자계획을 나타낸 것이다. 북제주바다목장사업은 총사업비 87,640백만원 중 국비 35,000백만원, 지방비 3,140백만원, 어업인 1,500백만원, 민간 48,000백만원을 투자하는 대규모 사업으로 이중 시설투자비가 78,540백만원으로 총사업비의 89.6%를 차지하며, 연구개발비가 9,100백만원으로 총사업비의 10.4%를 차지한다.

시설투자는 어장조성과 자원증대로 양분되는데, 어장조성 시설에는 인공어초, 해조장, 환경모니터링 및 급이시스템, 육상관측시스템, 해상수중공원, 기타 등이 있다. 한편 자원증대를 위한 투자는 종묘방류와 중간육성장 시설인 내파성 가두리 시설이다.

표 4-3-2. 북제주바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획

Table 4-3-2. Annual investment plan for Buk-jeju Marine Ranching Program by funding source

(단위 : 백만원)

구분		합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재원	합 계	87,640	500	800	2,005	10,414	6,496	27,429	28,208	11,788
	국 가	35,000	500	600	900	3,459	5,111	5,544	12,123	6,763
	지자체	3,140	0	200	555	605	515	505	405	355
	어업인	1,500	0	0	50	350	370	380	180	170
	민 간	48,000	0	0	500	6,000	500	21,000	15,500	4,500
시설 투자	소 계	78,540	0	200	1,105	8,714	4,796	25,729	27,208	10,788
	국 가	25,900	0	0	0	1,759	3,411	3,844	11,123	5,763
	지자체	3,140	0	200	555	605	515	505	405	355
	어업인	1,500	0	0	50	350	370	380	180	170
	민 간	48,000	0	0	500	6,000	500	21,000	15,500	4,500
연구 개발	소 계	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
	국 가	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
	지자체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0

어장조성 시설투자 규모는 71,025백만원으로 총투자비의 81.0%, 총시설투자비의 90.4%를 각각 점한다(표 4-3-3). 시설규모를 보면, 유치자어 보육초 및 어획용 어초, 부어초, 관광용어초 등 인공어초시설에 10,112백만원, 해조장 조성에 1,483백만원을 투자한다. 그리

고 환경 및 급이시스템 417백만원, 육상관측시스템 400백만원, 유어낚시터, 잠수함, 수중공원, 수중전망대 등 해상수중공원 49,710백만원, 기타 7,083백만원을 각각 투자하는 것으로 하였다. 특히 해상수중공원 사업에는 민간기업들의 투자를 중심으로 사업을 진행하도록 한다.

표 4-3-3. 북제주바다목장 사업의 어장조성 시설투자계획

Table 4-3-3. Investment plan of fishing grounds construction for Buk-jeju Marine Ranching Program

(단위 : 백만원)

분 야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재 원	소 계	71,025	0	100	955	7,890	3,605	24,199	25,343	8,933
	국 가	19,495	0	0	0	1,085	2,400	2,494	9,438	4,078
	지자체	2,430	0	100	455	505	405	405	305	255
	어업인	1,100	0	0	0	300	300	300	100	100
	민 간	48,000	0	0	500	6,000	500	21,000	15,500	4,500
시 설 내 역	인공어초	10,112	0	0	0	674	1,685	1,348	3,034	3,371
	해조장	1,483	0	0	0	135	337	337	337	337
	환경·급이시스템	417	0	0	0	208	209	0	0	0
	육상관측시스템	400	0	0	0	100	300	0	0	0
	해상수중공원*	49,710	0	0	150	600	450	300	100	100
	기타	7,083	0	100	305	173	124	1,214	6,372	625

* : 해상수중공원 : 수중호텔, 수중전망대, 잠수함, Bottom Glass 보트, 해상레포츠 시설 등

자원증대를 위한 시설투자는 크게 종묘방류와 중간육성시설로 구분되는데 총투자규모는 7,515백만원으로 총투자비의 8.6%이고 총시설투자비의 9.6%에 해당된다(표 4-3-4). 내역을 보면 종묘방류비, 중간육성장 시설 등이 포함된다.

다음으로 연구개발투자는 크게 바다목장 적지선정, 환경관리 및 개선, 어장조성, 자원증대, 바다목장 이용관리분야로 나누어 투자하는 것을 기본으로 하였다. 각 분야별 투자계획은 표 4-3-6과 같이 바다목장 적지선정에 500백만원, 환경관리 및 개선에 1,912백만원, 어장조성분야에 1,696백만원, 자원증대 분야에 3,644백만원, 바다목장 이용관리분야에 1,348백만원으로 총 9,100백만원을 투입하는 것으로 하였다.

표 4-3-4. 북제주바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획

Table 4-3-4. Investment plan for resource enhancement facilities for Buk-jeju Marine Ranching Program

(단위 : 백만원)

분야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재원	소 계	7,515	0	100	150	824	1,191	1,530	1,865	1,855
	국 가	6,405	0	0	0	674	1,011	1,350	1,685	1,685
	지자체	710	0	100	100	100	110	100	100	100
	어업인	0	0	0	50	50	70	80	80	70
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
시설내역	종묘방류 및 중간육성장	7,515	0	100	150	824	1,191	1,530	1,865	1,855

표 4-3-5. 북제주바다목장 사업의 연구개발 투자계획

Table 4-3-5. Investment plan of R&D for Buk-jeju Marine Ranching Program

(단위 : 백만원)

분 야	연구내용	합 계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	합 계	9,100	500	600	900	1,700	1,700	1,700	1,000	1,000
적지선정		500	500	0	0	0	0	0	0	0
환경 관리 및 개선	소 계	1,912		244	385	385	513	129	129	129
	환경조사	1,015		244	129	129	129	129	129	129
	생태계 특성 분석	897		0	256	256	385	0	0	0
어장 조성	소 계	1,696		227	180	377	377	268	12	256
	인공어초	1,028		177	93	202	202	87	12	256
	해중림	233		25	39	39	39	45	0	45
	환경, 급이시스템	616		25	48	136	136	136	0	136
자원 증대	소 계	3,644		367	549	721	1,057	476	89	385
	방류용 우량종묘	272		91	91	45	45	0	0	0
	중간육성기술	502		91	129	154	129	0	0	0
	음향순치기술	404		22	29	73	201	41	38	0
	건묘생산기술	521		106	112	151	151	0	0	0
	대상생물생태연구	444		13	37	82	211	51	51	0
	방류기술	283		45	87	87	64	0	0	0
	자원조사	1,218		0	64	129	256	385	0	385
바다 목장 이용 관리	소계	1,348		167	141	167	193	193	257	231
	제도적 행정체계구축	51		25	13	13	0	0	0	0
	마스터플랜수립	90		90	0	0	0	0	0	0
	이용관리체재구축 및 운영	951		52	129	154	193	193	129	102
	투자효과분석	129		0	0	0	0	0	0	129
	종합계획수립	129		0	0	0	0	0	129	0

3. 경제성 평가

가. 직접효과

어장조성과 종묘방류를 통하여 생산될 수 있는 어획량은 방류한 목표 어종이 산란하여 재생산된 자원량의 50%만을 어획한다는 가정 하에 추정하였다. 다만 각 어종별 자원 특성에 따라 생존율을 달리하여 재생산력을 계산하였다.

예를 들면, 돌돔의 방류어 생존율은 $0.4(1년) \times 0.4(2년) \times 0.5(3년)$ 로 하였고, 방류어가 성어가 되어 산란하는 산란량은 $친어수 \times 0.5(암수) \times 15\text{만미(미당 산란량)} \times 0.5(\text{정상산란율})$ 로 하였으며, 방류어가 산란한 후 성어로 된 산란성어의 생존율은 $0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였다. 자바리의 경우, 방류어 생존율을 $0.4(7년)$ 로 하였고, 방류어가 성어가 되어 산란하는 산란량은 $친어수 \times 0.5(암수) \times 200\text{만미(미당 산란량)} \times 0.5(\text{정상산란율}) \times 0.005(1년 후 생존율)$ 로 하였으며, 방류어가 산란한 후 성어진 산란성어의 생존율은 $0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였다.

한편, 소라, 전복, 오분자기 등 패류에 대해서도 과학적인 자문을 구하여 생존율 및 산란량을 적용하였다. 그러나 공식에 의한 단순한 대입은 기하급수적인 자원의 증가를 나타낼 수 있으므로 현실을 감안하여 조정하는 작업을 추가하였다.

전술한 어종별 방류량과 자원 재생산력에 의하여 추정된 최대어획 가능량은 표 4-3-6에서 보는 바와 같이, 2023년 약 1,775톤으로 추정되었다. 바다목장 조성기간인 2007년까지 어업활동이 제한된다는 가정 아래 어획은 2008년부터 시작하되, 자원량 중 MSY 수준인 자원량의 1/2 수준만을 어획하는 것으로 계획을 수립하였다.

어업수익은 어종별 어획량에 어종별 가격을 곱하여 구하였다.

한편, 어업비용은 고정비인 어선관련 비용과 변동비인 1일 출어 비용, 판매관리비로 구분하였다. 어선은 20,000천원 신조가격을 기준으로 내구년수를 20년으로 하였고, 감가상각비, 유지보수비 등의 척당 어선관련 비용은 약 3,600천원으로 하였다. 한편 1일 출어 비용은 약 80,000원으로 하였으며, 출어일수는 약 150일로 하였다. 한편 판매관리비는 어획금액의 5%로 하였다.

이상과 같이 어업수익과 어업비용을 계산하여 어업이익을 산출하여 수익률을 계산한 결과 약 68% 수준으로 분석되었고, 조업에 참여한 어가의 어업소득은 약 113백만원으로 추정되었다.

2005년도 연구부터 직접효과는 방류 가능한 어종을 중심으로 자원평가를 실시해 어획효과만으로 분석할 예정이다.

표 4-3-6. 북제주바다목장 사업의 직접효과

Table 4-3-6. Direct effect of Buk-jeju Marine Ranching Program

(단위 : 천미, kg, 백만원, 척, %, 천원)

연도	방류량 (천미)	최대어획가 능량	최대 어획량	총어업 수익	어획비율	조업 가구	수익율	가구당 어업소득
2005	329	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2006	988	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2007	2,196	1,819	0	0	0.0	0	0.0	0
2008	2,086	13,644	5,847	271	0.3	5	41.4	54,239
2009	2,306	37,876	16,679	763	0.9	13	45.3	58,721
2010	2,086	72,698	33,105	1,570	1.9	25	48.3	62,807
2011	1,098	100,939	43,975	2,031	2.5	32	48.8	63,456
2012		154,873	66,096	3,170	3.7	50	48.7	63,392
2013		234,385	92,773	4,147	5.2	65	49.0	63,806
2014		306,438	107,495	4,578	6.1	70	50.1	65,395
2015		720,435	193,079	5,563	10.9	85	50.1	65,449
2016		1,294,021	317,392	6,943	17.9	105	50.5	66,120
2017		4,977,795	1,066,245	10,938	60.1	165	50.6	66,291
2018		5,194,267	1,148,580	15,964	64.7	240	50.8	66,517
2019		5,545,700	1,312,949	24,452	74.0	360	51.6	67,922
2020		5,685,369	1,343,056	27,572	75.7	378	54.4	72,874
2021		6,098,939	1,475,248	37,069	83.1	416	61.3	89,197
2022		6,386,822	1,586,509	43,673	89.4	447	63.9	97,718
2023		6,992,475	1,774,918	56,599	100.0	500	67.8	113,198
2024		6,992,475	1,774,918	56,599	100.0	500	67.8	113,198
2025		6,992,475	1,774,918	56,599	100.0	500	67.8	113,198
계	11,090	57,803,445	14,133,780	358,500				

주 : 2023년도부터 최대지속적 생산이 이뤄지기 때문에 이후에는 동일함.

나. 간접효과

(1) 분석방법

과거와는 달리 최근 바다는 어업활동을 하고 있는 어업인들이 전유물이 아니라 다양한 사람들에게 가치를 부여하는 것으로 인식이 바뀌고 있다. 특히 유어를 하는 사람들은 어업인들과 마찬가지로 어업자원을 이용함에 따라 개인의 효용을 느끼고 있다. 따라서 바다목장에 대한 효과는 수산자원량의 증대가 어획량의 증가에 미치는 직접적인 효과와 시장에서 거래 될 수 없는 비시장가치의 변화인 간접효과로 나눌 수 있다.

바다목장사업으로 인한 간접효과는 유어낚시를 하는 사람들의 증가와 관광객의 유치에 따른 지역경제 활성화를 들 수 있다. 본 연구에서는 바다낚시의 경제적 가치를 추정하기 위해 2004년부터 12월부터 2005년 2월까지 설문조사가 실시되었다. 주중 24명, 주말 17명으로 총 41명을 조사하였으나 주요 출조 지역이 제주도가 아닌 사람 그리고 분석에 필요한 항목이 누락되거나 질문에 대해 신뢰성이 결여된 것들을 제외한 37명만 분석 대

여기서 V_i 는 각각의 관광객의 연간 방문 횟수를 나타내고 TC_i 는 관광여행에 소요되는 평균 비용을 의미한다. Age_i 는 해당 관광객의 나이를 나타낸다. 괄호 안의 숫자는 변수의 유의성을 보여주는 기준인 t-value값을 나타내며, 2를 넘을 경우 해당 변수가 유의하다고 판단된다. 이 경우, Age_i 의 t-value가 2를 넘지 못하고 있지만 2와 가까운 수치로 나타나고 있으며, 해당 조사가 첫조사로 데이터의 신뢰도가 떨어진다는 점을 감안하여 분석자의 입장에서 변수를 추가하여 함수를 추정하였다. 관광객의 북제주 방문시 소비자 잉여는 34천원으로 추정되었다.

간접효과를 추정하기 위하여 매년의 어획비율에다 총간접효과를 곱하여 추정된 간접효과는 표 4-3-7과 같다. 즉 이용일수를 100일로 가정하였을 경우 2010년에는 219백만원이지만, 최대가 되는 2023년에는 연간 117억원의 간접효과가 있을 것이고, 150일로 가정하였을 경우 2010년에는 320백만원이지만, 최대가 되는 2023년에는 연간 171억원의 간접효과가 있을 것으로 추정되었다.

표 4-3-7. 최소 간접효과

Table 4-3-7. Minimum indirect effect

(단위 : 백만원)

연 도	매년어업생산비율	간접효과 (100일)	간접효과 (150일)
2007	0.00033	4	6
2008	0.00329	39	57
2009	0.00940	110	161
2010	0.01865	219	320
2011	0.02478	290	426
2012	0.03724	436	640
2013	0.05227	612	898
2014	0.06056	709	1,041
2015	0.10878	1,274	1,869
2016	0.17882	2,095	3,072
2017	0.60073	7,038	10,322
2018	0.64712	7,581	11,119
2019	0.73972	8,666	12,710
2020	0.75669	8,865	13,001
2021	0.83116	9,737	14,281
2022	0.89385	10,471	15,358
2023	1.00000	11,715	17,182

다. 사전 타당성 평가

바다목장의 경제적 타당성 분석은 어업을 통하여 어민들에게 발생하는 직접효과와 바다 낚시하는 관광객의 편익 및 갯벌 관광객의 편익을 추정된 간접효과를 포함하여 분석하였다. 분석방법으로는 순현재가치(Net Present Value: NPV), 내부수익율(Internal Rate of Return: IRR) 그리고 투자회수기간(Payback Period)을 사용하였다.

분석기간은 50년으로 설정하였고 바다목장에 대한 투자는 후보지선정에 소요된 2002년과 2003년을 제외한 2004년부터 2010년까지 7개년으로 하였다. 분석에 이용된 할인율은 5%와 3%를 가정하여 사용하였다. 분석결과를 종합해 볼 때(표 4-3-8), 북제주바다목장은 NPV가 0이상, 내부수익율이 10% 이상, 투자 회수기간은 19년으로 경제적 타당성은 높은 것으로 평가되었다.

표 4-3-8. 북제주바다목장 사업의 경제적 타당성 분석

Table 4-3-8. Results of economic analysis of Buk-jeju Marine Ranching Program

(단위: 백만원, %, 년)

구 분		100일 기준	150일 기준
순현재가치 (NPV)	3%	550,466	626,166
	5%	280,963	324,454
내부수익율 (IRR)		13.3	14.39
투자회수 기간		19	19

제 4 절 바다목장 이용·관리 기본계획 수립

바다목장 이용관리는 지속적이고 합리적으로 이용하기 위해서는 보호수면 및 수산자원관리수면을 지정한 다음, 민·관·학·연이 중심이 된 관리이용협의회를 구성하고, 어업인 자율적으로 조직되는 자율관리어업위원회를 구성하는 것을 기본 틀로 하여 추진해야 할 것이다. 이러한 것은 울진 및 태안바다목장 등 타 바다목장사업에서도 동일하게 적용되어야 할 부분이다.

북제주바다목장의 특성이 반영된 이용관리 기본계획을 수립하기 위해서는 목장해역 내의 해양·자연환경, 조업현황, 어업경영, 관광 실태 등 자연과학 및 사회과학 분야에서의 정밀도 높은 조사가 선행되어야 한다. 이들이 전제가 되어야지만 종합적이고 지역현실에 적합한 이용관리 계획이 수립될 수 있기 때문이다.

2004년 1차년도에 경우는 북제주바다목장 해역의 전체적인 실태를 분석하는데 주력을 두었고, 또한 자연과학, 사회과학 분야에서 사계절 조사가 끝나지 않았으므로 2005년 후반기에 이용관리 기본계획을 수립할 예정이다.

1. 바다목장 이용·관리 기본계획

북제주바다목장은 어장환경 보전, 풍부한 어장조성, 자원증대, 적절한 어업관리를 통해 어업소득증대, 수산물 안정공급, 레저관광산업 발전, 어촌지역 진흥을 최종목표로 삼고 있다. 다시 말하면, 북제주바다목장은 자원증대형 및 해양관광체험형이 복합된 모델로서 수산자원을 증대시켜 어업인에게 이용시키는 것뿐만 아니라 일반 국민에게도 해양레저 및 관광 등에 이용도록 한다는 개념을 포함한다. 따라서 북제주바다목장의 이용관리 기본계획은 통영, 여수 등 타 지역과 차별성을 가지며, 사업비 투자도 국가, 지자체, 어업인, 민간이 공동 투자하는 형태를 가진다.

바다목장의 이용관리에 있어서 가장 핵심적인 부분은 바다목장을 누가 소유하며, 어떤 사람에게 이용시키고 관리의 주체는 누구로 할 것인가 하는 점이다. 북제주바다목장은 국가의 R&D사업으로서 시범사업의 성격을 가지고 있으므로 사업의 주체는 당연히 국가가 되어야 할 것이다. 그 이후 바다목장 조성과정에서 지자체와 어업인을 적극적으로 참여시키면서, 어느 정도 사업이 정착되어 가시적인 성과를 거두고, 지역의 관리능력이 있다고 판단될 경우 지자체로 이관을 검토할 수 있을 것이다.

다음으로 바다목장을 어떠한 사람에게 이용시키는 가도 매우 중요하다. 바다목장사업의 목표를 달성하기 위해서는 적정한 이용자의 범위를 한정시키는 것이 바람직하다. 북제주바다목장은 자원증대와 해양관광이 결합된 모델을 지향하고 있으므로 어업인과 관광객이 이용자로 상정할 수 있다. 관광객은 불특정 다수인이기 때문에 제한할 수 없지만, 자

원조성이 이루어진 바다목장을 이용하는 어업인은 지속적 어업을 달성할 수 있는 인원으로 한정할 필요가 있다. 통영바다목장의 경우, 수산자원관리수면의 지정 및 이용관리 규정을 정함에 있어서 이용자 범위를 바다목장에 인접한 어촌계원, 관리이용협의회에서 허용한 어업인으로 한정시키고 있다.

북제주바다목장의 이용자 범위는 당초 후보지 선정을 위한 기초조사 1차 년도에는 신창, 용당, 용수, 고산 4개 어촌계로 정하였지만, 2차 년도에는 신창 위쪽에 있는 두모 어촌계가 추가되어 5개로 늘어났다. 한편, 금년에 북제주군에서 판포, 금등 2개 어촌계를 추가하여 바다목장 이용범위를 7개 어촌계로 확대해 줄 것을 요청하였다. 북제주군은 판포, 금등 어촌계는 바다목장 주 해역에서 떨어져 있음에도 지역정서 측면, 바다목장 이용이 확대 등을 고려하여 한경면 전체 어촌계가 이용하는 것이 타당하다고 건의한 바가 있었다.

이 건의에 대해 본 연구진은 북제주 지역적 여건을 감안하여 이용자 범위를 재검토할 예정이다. 2005년에 자연과학 분야에서 목장해역의 범위 설정 등 연구결과와 사회과학적 측면에서의 심도 있는 실태조사를 토대로 이용범위를 확정지을 예정이다. 이와 아울러 목장해역 이용실태 및 실시계획과 연계하여 허용 업종(복합어업, 자망어업, 들망어업 등), 어업인의 범위, 그리고 해양관광 내용 및 투자계획 등을 포괄적으로 검토하여 구체적인 이용관리 기본계획을 확정할 것이다.

한편, 북제주바다목장의 관리자는 기르는어업육성법(제10조 제2항)에 시·도지사가 수면에 대한 관리이용규정을 정하여 관리하여야 한다고 규정되어 있으므로, 본 연구진은 제주군수가 관리자로 하는 것을 상정하고 있다.

2. 바다목장 관리이용협의회 및 자율관리어업위원회의 구성·운영

바다목장의 합리적 이용과 합리적 관리를 하기 위해서는 바다목장 조성단계에서 그 기반을 충실하게 갖춰져야 한다. 바다목장의 이용관리에 대해 전체적 관점에서 방향, 즉 큰 틀을 제시하고 지도·지원을 담당하는 조직과 이를 토대로 바다목장의 구체적인 이용과 운영을 수행하는 조직이 필요하다. 이미 통영바다목장에서는 상기의 관점에서 민·관·학·연이 중심이 되어 '통영바다목장 관리이용협의회'와 어업인이 대표로 구성된 '통영바다목장 자율관리어업위원회'의 2개 협조조직이 있다.

북제주바다목장의 경우도 상기와 같은 성격의 조직이 필요하며, '북제주바다목장 관리이용협의회'의 구성은 표 4-3-1과 같이 제안할 수 있다. 구성원은 관계, 어업인, 학계 및 업계, 민간투자자 등으로 구성하며, 협의회장과 부회장 및 간사를 두게 된다. 위원회 정기총회는 1년에 2회 개최하되, 필요시에는 별도로 개최할 수 있다. 소요경비는 시범사업 중에는 북제주바다목장사업 추진 연구기관, 어업인 및 해당 행정기관이 공동으로 부담하고, 이용관리권 이양 후에는 어업인 및 민간이 공동 부담한다.

표 4-4-1. 북제주바다목장 관리이용협의회

Table 4-4-1. Buk-jeju Marine Ranching Management Council

구 분	소 속	직 위	역 할
관 계	제주도	해양수산과장	행정지원
	북제주군	해양수산과장	지도, 단속, 행정지원
	제주지방해양수산청	수산관리과장	교육, 지도
학 계	한국해양연구원	연구책임자	교육, 홍보, 자문
	한국해양수산개발원	연구책임자	교육, 홍보, 자문
	제주수산연구소	자원환경과장	기술지도
	해양수산자원연구소	소 장	기술지도
	제주대학	교 수	교육, 자문
업 계	한림수협	지도과장	지도, 홍보
어업인	5개 어촌계	계 장	감시, 어업인 교육·홍보
민 간	미정	민간투자자	해양관광 이용

목장조성 단계에서는 관리이용협의회가 바다목장 조성을 위한 현장 모니터링, 바다목장 이용관리 및 감시에 관한 사항을 논의하여 결정하고, 어업인들은 관리이용협의회와 협력하여 여기에서 결정된 각종 방침을 수행하는 역할 분담이 이루어져야 한다.

사후관리 단계에서는 이용권의 이양과 사후평가를 담당하는 것으로 전환할 필요가 있다. 즉, 바다목장에 시설물 설치 및 종묘방류 등이 모두 이루어짐으로써 바다목장이 완성되면 이를 실질적으로 이용하는 주체(자율관리어업위원회)에게 이용·관리권을 대폭 이양하고, 이양된 이후에는 바다목장 운영 및 지원을 집행하고, 사후평가를 수행하는 자문기관으로 존속시키는 방향이 바람직할 것이다.

또한, 목장해역에 접한 어촌계의 어업인을 중심으로 자율관리어업위원회를 조직하여 관리이용협의회와 긴밀한 협조체제를 행하면서 동 위원회가 바다목장 관리이용에 있어서 자율적 이용 주체가 되는 것이 바람직할 것이다. 바다목장 관리이용협의회과 자율관리어업위원회의 역할은 울진 및 태안바다목장의 경우와 같이 상호협력 관계를 이루게 될 것이다.

한편, 북제주군은 '이용관리후원회'와 '이용관리위원회'이란 조직구성을 제안하고 있다. 각 조직의 성격과 역할은 '관리이용협의회'와 '자율관리어업위원회'와 비슷한 성격을 가진다. '이용관리후원회'에서는 관·학·연이 구성원이 되어 이용관리 계획의 수립, 기술적 자문, 지도감독 등을 한다. '이용관리위원회'는 어업인 뿐 만 아니라 지역주민을 포함시키고 있으며 이용관리계획을 집행, 추진하는 역할을 수행하는 것으로 되어 있다.

북제주바다목장이 자원증대와 해양관광을 목표로 추진되고 있고, 북제주군 지역여건에 비추어 타당하다는 측면도 있지만, 바다목장 기반조성단계에서는 동질성을 가지는 구성원들을 자율관리어업위원회 구성원으로 한정시킬 필요가 있다. 그 이후 바다목장이 조성되면서 추진상황을 감안하여 지역주민으로 확대하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 상기의 문제에 대해서는 2005년도에 다시 검토하여 구성원 범위 및 운영내용, 역할 등 구체적인 방안을 도출할 생각이다.

3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정

바다목장에 대한 보호수면과 수산자원관리수면 지정은 성공적인 바다목장 조성과 효율적인 이용·관리를 위해 반드시 필요하며, 그 당위성에 대해서는 이미 이전의 관련 보고서에도 언급되어 있다. 또한 기르는어업육성법에도 바다목장이 조성된 수면에 대해서는 수산자원관리수면을 지정하도록 의무 지워져 있는 사항이기도 하므로 여기에서는 보호수면과 수산자원관리수면의 의의 및 내용에 대해서는 생략한다.

북제주바다목장이 합리적 관리와 지속적 이용을 하기 위해서는 보호수면과 수산자원관리수면이 조속히 지정되어야 할 것이다. 따라서 2005년말까지 자연과학적 연구와 관리이용 분야에서 사회과학 조사 결과를 토대로 하여 보호수면과 수산자원관리수면 지정 및 운영방안을 도출할 예정이다.

제 5 절 요약 및 결론

2002년부터 추진된 북제주바다목장사업은 유치단계에서부터 북제주군 지역에서 기대와 협조가 충실하게 이루어지고 있다. 총사업비 87,640백만원이 투입될 예정인 북제주바다목장 사업은 기존에 추진되고 있는 통영바다목장과 전남다도해형바다목장이 가지는 어로이용의 기능에 추가하여 해양관광 및 수중체험형이라는 복합적 모델로서 개발될 예정이다. 총투자비 중에서 48,000백만원을 민자로 유치하여 잠수함, 해중전망대, 유어장 조성 등 해양관광 및 수중체험형으로 조성해 나갈 계획을 가지고 있다.

동 사업이 계획대로 추진될 경우 북제주바다목장은 NPV가 0이상, 내부수익율이 13% 이상, 투자회수기간도 19년으로 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났다.

이상과 같이 북제주바다목장사업이 가시적인 성과를 거두기 위해서는 수산자원을 풍부하게 조성하는 것만으로 끝나는 것이 아니라 조성된 자원을 어떠한 사람(어업인)에게 이용시키는 것이 무엇보다 중요하다. 그리고 지속적인 이용을 달성하기 위한 관리시스템의 구축이 뒤 따라야 할 것이다.

이를 위해서는 북제주바다목장사업의 추진과정에서부터 현재 초점이 되고 있는 목장해역의 이용주체를 한정하고, 보호수면과 수산자원관리수면의 지정이 조속한 시일 내에 이루어져야 한다. 그리고 목장해역의 관리이용에 대한 계획을 수립하고 실행방향을 제시하는 관리이용협의회와, 목장해역의 이용관리주체로서 자율관리어업위원회의 구성, 범위, 역할 분담 등에 대한 실행 안의 마련도 필요하다. 또한 본 연구진과 북제주군청, 지역민들과 긴밀한 협조체제를 구성함으로써 상호의견을 조정해 나가야 할 것이다.

2005년에는 북제주바다목장이 본격적으로 궤도에 설수 있도록 기반을 조성하는 단계이며, 바다목장 이용·관리실태, 마스터플랜의 재검토, 이용관리체제의 구축 등에 대해 조사를 지속적으로 실시할 예정이다. 특히 2004년에 미비하였던 해양관광분야에 대해서도 구체적 내용을 중점적으로 연구할 계획이다. 이를 통해 금년도에 도출된 결과를 면밀하게 검토함으로써 북제주바다목장의 구체적인 기본계획을 수립해 나갈 것이다.

결론 및 정책건의

Conclusion & Policy Suggestion

결론 및 정책 건의

동, 서, 제주바다목장 시범 사업은 후보지 선정에서 나타난 각 종 기초 자료를 바탕으로 1차 년도는 생태, 자원 현황 파악 및 목장 모델정립을 위한 기본적인 자료수집 및 분석에 그 목표를 두고 진행되었다. 1단계 사업을 진행하면서 3개 시범 목장 지역에서 나타난 문제점이나 시범목장 사업을 성공적으로 이끌기 위한 몇 가지 건의사항은 다음과 같다.

첫째, 울진, 태안 및 제주 바다목장 해역의 생태, 어장 자원조성 분야 조사는 매 분기별 또는 격월간 조사로 지금까지 이상 없이 진행되고 있다. 바다목장으로 정해진 해역의 기초 생태 자료나 기본 자원량을 파악하는데 목표를 두고 있는 사업 초기 단계에서의 대부분의 조사 항목이 1차 년도에 이어 2차년도 사업으로 계속되는 까닭에 이 사업은 예산의 집행 주기와 관계없이 연속적인 사업이 될 수 있도록 행정적인 지원이 필요하다고 생각된다.

둘째, 태안바다목장 해역 내에는 현재 많은 양식장들이 운영되고 있어 향후 자원보호 수면 지정에 문제점이 있을 수 있고 바다목장 사업이 공공기술 개발이라는 성격상 양식장을 포함하는 일부 해역의 개발 방향에 문제점이 있을 것으로 본다. 따라서 2005년도 사업이 끝나는 시점에서 해역의 이용 및 개발 범위와 성격에 대한 구체적인 바다목장 모델이 정해지면 차후 이 해역의 개발 방향, 개발 기간 및 범위를 대폭 조정할 필요가 있을 것으로 사료되었다.

셋째, 울진과 제주 바다목장은 모델의 성격이 각각 관광형, 수중 체험형으로 제시되어 있으므로 사업이 시작된 기반 기술정립단계에서 기초 생태학적인 자료나 기초자원량에 대한 정밀조사를 실시함과 동시에 기본 모델에서 제시되었던 바다목장 건설을 위하여 필요하다고 생각되는 대형 구조물들, 예를 들면 수중 전망탑, 수중 거주 건축물 또는 관광용 잠수함 도입 등에 대한 기술적, 사업적 차원에서의 검토가 동시에 수행되어야 하겠다. 나아가 지자체, 경제 분석팀과 민간투자 유치단 등을 가동하여 모델이 정립되는 1단계 말기에는 이 시범 사업과 동시에 구체적인 민간 합작투자 등이 이루어져야 연구 목표달성이 가능할 것으로 생각된다.

주 의

1. 이 보고서는 해양수산부에서 시행한 해양수산연구개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 해양수산연구개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가 과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.