

동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역  
- 울진바다목장 -

Studies on the Development of Marine Ranching  
Program in the East, West and Jeju Coast of Korea  
- Uljin Marine Ranching -  
(1단계 2차년도 보고서)

2005.12.

주관연구기관  
한국해양연구원

해 양 수 산 부

# 제 출 문

해양수산부 장관 귀하

이 보고서를 "동·서·제주해역 바다목장화 개발(울진바다목장) 연구용역" 사업의 1단계 2차년도 최종보고서로 제출합니다.

2005. 12.

주관연구기관명 : 한국해양연구원

총괄연구책임자 : 김 종 만

협동연구기관명 : 한국해양수산개발원, 부경대학교

위탁연구기관명 : 국립수산과학원 동해수산연구소,

부경대학교, 강릉대학교

강원도립대학, 대구대학교

## 참 여 연 구 원

### 한국해양연구원 :

이순길, 박철원, 명정구, 강래선, 홍경표, 노충환, 박홍식, 김민석, 박용주, 최희정, 노봉호, 백상규, 오승용, 강돈혁, 임주백, 장요순, 강충배, 이학철, 박정호, 조선형, 이천희, 윤병선, 최동문, 김지영, 한정미, 최승민, 이종욱, 정종범, 정태운, 유재명, 김 성, 이은경, 강형구, 이창래, 문유미, 서경희, 홍순혜, 이용국, 김성렬, 석봉출, 권수재, 우한준, 장남도, 장 석, 이하웅, 정백훈, 이철구, 김은석, 박은영, 금병철, 이은혜, 김혜지, 정선미, 한영찬, 문지현, 김인철, 김재훈, 강재훈, 유정화

### 국립수산과학원 :

이정우, 홍승현, 손용수, 김완기, 정창수, 고우진, 심정민, 김영숙, 황운기, 황재동, 김영대, 황필기, 이성일, 박종화, 김 윤, 배봉성, 홍정표, 이 주, 황선재, 양제형, 강수경, 권혁찬

### 한국해양수산개발원 :

류정곤, 조정희, 강종호, 김대영, 안재현, 임경희, 정혜원, 정명화, 김수현, 김정협, 정혜란, 나미애, 전희성, 이승진

### 부경대학교 :

김창훈, 이원재, 이대성, 김윤숙, 지근호, 문은주, 강현순, 김근용, 손명백, 황철희, 장성욱, 손민호, 김미향, 김희진, 남기완, 윤인구, 황선희, 김보름, 강필준, 허민경

**강릉대학교 :**

김형근, 전병희, 노현석, 박용규, 안진수, 박기영, 최수하

**강원도립대학 :**

김병기, 김형배, 박정환, 박미애, 김종구, 김주용, 박문창

**대구대학교 :**

윤성규, 박준철, 전재옥, 박세훈, 정성배

# 요 약 문

## I. 제 목

동·서·제주 해역 바다목장화(울진바다목장) 개발 연구 용역 사업 (1단계 2차년도)

## 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) 연안에 바다목장을 건설하고 이를 관리하는 기술을 개발하는 것이다.

## III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 환경, 생태분야
  - 환경특성
  - 생물군집특성
2. 어장조성
  - 해저지형
  - 인공어초
  - 해중립
3. 자원조성
  - 대상생물의 생태학적 특성
  - 목장해역의 서식지 특성
  - 유용생물의 자원량 추정
  - 대상생물의 자원역학 파라미터
  - 대상생물생산
  - 울진바다목장 기본계획수립



#### 4. 이용·관리분야

- 해역이용·관리실태
- 바다목장 실시계획수립
- 바다목장 이용·관리체제구축
- 바다목장 간접효과분석

### IV. 연구결과 울진바다목장

#### 1. 환경·생태

환경 및 생물군집조사의 경우, '04'년도 사업기간 중 수행된 2005년 2월 자료는 분석에 소요되는 시간등의 이유로 '04'년도 보고서에 수록되지 못했기 때문에 금년도 보고서에 추가로 수록하였다. 또한 '05'년도 사업기간 중 수행된 2005년 11월 자료 중 일부는 분석시간등의 이유로 내년도 사업보고서에 첨부할 계획이다.

##### 환경특성

울진 바다목장해역에 대한 해양환경 특성 조사를 위하여 15개 정점 표·저층 및 퇴적물에 대해 2005년 2월, 5월, 8월 현장조사한 결과는 다음과 같다. 수온은 2.54~23.99℃의 범위로 공간적으로는 수온변화가 크게 나타나지 않았으며 2월과 8월에는 30m 수층에 수온약층이 나타났다. 염분은 32.56~34.67의 분포로 저층이 표층보다 다소 높게 나타났다. pH는 7.92~8.29, 용존산소량은 7.05~8.63mg/L의 분포를 보였고, 부유물질의 농도는 0.2~8.3mg/L의 분포로 8월이 비교적 높게 나타났으나 그 외 정점은 낮게 나타났다. 투명도는 2월, 5월, 11월에 평균 각각 9.6m, 10.4m, 10.1m로 높게 나타났다. 화학적산소요구량은 0.21~2.07mg/L 분포를 보였으며 총질소와 총인은 각각 0.095~0.624mg/L, 0.010~0.071mg/L의 분포로서 내측의 정점이 외측 정점보다 다소 높은 농도를 보였으며 총질소와 총인은 2월에 높게 나타났다. 퇴적물의 저질화학적산소요구량과 강열감량은 각각 2.34~6.14mg/g.d., 0.65~2.44%였으며 특히 후포항 인접한 정점에서 높은 농도를 보였다.

##### 생물군집특성

2005년 2월, 5월, 8월 3차례에 걸쳐 해양세균의 개체수와 군집의 종조성을 조사하였다. 2005년 2월에 조사한 총균수는  $4.7 \times 10^7 \sim 1.9 \times 10^8$  cells/ml로 나타났고 5월에 조사한 총균수는  $5.5 \times 10^7 \sim 4.7 \times 10^8$  cells/ml로 나타났으며 8월에 조사한 총균수는  $1.0 \times 10^7 \sim 4.9 \times 10^7$  cells/ml로 나타났다. 그리고 2005년 2월에 조사한 생균수는  $5.0 \times 10^1 \sim 1.7 \times 10^3$  cfu/ml 였고 5월에 조사한 생균수는  $5.0 \times 10^1 \sim 4.5 \times 10^2$  cfu/ml 였으며 8월에 조사한 생균수는  $3.0 \times 10^1 \sim 2.3 \times 10^2$  cfu/ml로 나타났다. 2005년 2월에는 *Staphylococcus* sp. (33.7%), *Roseobacter* sp. (29.8%), *Agrococcus* sp. (11.2%), *Gillisia* sp. (5.5%)순으로 나타났고 5월에

는 *Knoellia* sp. (47.0%), *Pseudoalteromonas* sp. (16.7%), *Bacillus* sp. (12.1%) 순으로 나타났으며 8월에는 *Pseudoalteromonas* sp. (26.5%), *Vibrio* sp. (14.9%), *Flavobacterium* sp. (13.5%), *Psychrobacter* sp. (11.6%) 순으로 나타났다.

2005년 2월, 5월, 8월 3차례에 걸쳐 식물플랑크톤의 군집특성을 조사하였다. 2월 조사에서는 매우 낮은 식물플랑크톤의 밀도가 관찰되었지만 5월에는 그 밀도가 상승하였다. 그 이후에는 다소 낮아지는 경향을 보였다. 규조강은 전체 식물플랑크톤의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 주요 우점종으로는 *Nitzschia* spp., *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus subconcaus*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Pleurosigma angulatum*, *Thalassiosira* spp., *Melosira* spp. 그리고 *Leptocylindrus minimus*이다. 또한 와편모조류 중에서는 *Gonyaulax polygramma*와 *Protoperdinium* spp.가 다수 동정되었다. 수층별 식물플랑크톤 밀도는 표층에서 가장 높았으며 중층과 저층은 이보다 낮았다. 저층에서 높은 밀도를 관찰할 수 있었던 2004년 조사 결과와는 반대의 경향이였다. 또한 조사 해역을 연안, 중앙 해역 그리고 외해역으로 나누어 보면 중앙 해역에서 높은 밀도의 식물플랑크톤을 관찰 할 수 있었다. Chlorophyll a 의 값은 전체적으로 낮은 수치였으나 정점별 식물플랑크톤의 변화 양상과 유사한 변화를 보임으로써 식물플랑크톤 현존량과 Chlorophyll a 값은 일차생산력 추측에 효과적인 자료로 생각된다.

2005년 2월, 5월, 8월에 울진 연안 해역에서 15개 정점에 대한 동물플랑크톤 군집구조를 조사하였다. 우점적인 동물플랑크톤은 요각류였으며, 그 중에서도 *Paracalanus* copepodite기 유생과 *Oithona similis* 또는 *Oithona* copepodite기 유생이 우점적인 출현을 보였다. 개체수로서 나타난 동물플랑크톤의 현존량은 여름철인 8월이 가장 높았으며, 겨울철인 2월이 가장 낮았다. 조사해역에서 지각류는 주로 여름철에 출현량이 많았으며, 8월을 제외하면 야광충의 현존량은 대체로 낮아서 중요하지 않았다. 군집분석 결과 조사해역의 동물플랑크톤 군집 구조는 연안 가까운 정점을 포함하는 해역과 외해쪽 정점을 포함하는 해역으로 크게 둘로 나누어지는 경향을 보였는데, 이러한 특징은 전체 동물플랑크톤의 현존량이나 우점 동물플랑크톤의 현존량 차이, 그리고, 특정 소분류군의 출현 유무와 관련이 있었다.

저서동물은 15개 정점에서 2005년 2월에서 8월에 걸쳐 계절별로 조사하였다. 총 275종이 평균 2,037개체/m<sup>2</sup>의 밀도로 출현하였으며, 평균 생체량은 75.83 gwwt/m<sup>2</sup>였다. 이 해역의 연질기저 저서동물군집은 다른 해역과 비교하여 상당히 종다양성과 밀도가 높았다. 출현한 분류군 가운데 환형동물의 갯지렁이류가 130종 (47.3%)의 1,605개체/m<sup>2</sup> (78.8%)가 출현하여 종수와 개체수 측면에서 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 한편, 생체량에서는 극피동물이 45.36 gwwt/m<sup>2</sup> (59.8%)로 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 총 개체수 중 5% 이상 차지하는 우점종으로는 민얼굴갯지렁이 (*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이 (*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이 (*Magelona japonica*)였으며, 각각 490개체/m<sup>2</sup>, 245

개체/m<sup>2</sup>, 192개체/m<sup>2</sup>의 출현을 보였다. 총 생체량 중에서 5% 이상을 차지하는 우점종은 엽통성게 (*Schizaster lacunosus*), 연잎성게 (*Scaphechinus mirabilis*), 살시뿔살거미불가사리류 (*Ophiura sarsi*)였다. 특히 엽통성게 (*Schizaster lacunosus*)는 19.96 gwwt/m<sup>2</sup>로 전체 생체량의 26.3%를 차지하며 압도적으로 우점하였다. 집괴분석 결과에 의하면 크게는 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.

암반부착동물은 2005년 5월, 8월에 조사를 실시하였다. 총 146종과 1,566개체가 채집되었고, 연체동물문이 66종으로 가장 다양하였으며, 다음으로 환형동물의 다모류가 39종 출현하였다. 이 밖의 절지동물 갑각류, 기타동물군 및 극피동물의 순으로 18종, 16종 및 7종이 채집되었다. 한편 계절에 따라서는 5월과 8월에 각각 92종, 637개체와 82종, 929개체가 출현하였다. 중요 우점종으로 5월과 8월에 복족류의 빨두드럭고둥(*Thais luteostoma*), 보리무룩(*Mitrella bicincta*), 뚝뚝이짚신고둥(*Crepidula onyx*), 이매패류의 지중해담치(*Mytilus galloprovincialis*), 다모류의 *Hydroides ezoensis* 등이었다. 이들 5위종이 차지하는 밀도는 총 878개체로 전체의 56.1%를 점유하였다.

해조류는 2005년 5월, 8월, 11월에 조사를 수행하였다. 출현한 해조류의 종 조성은 녹조류 9종, 갈조류 16종, 홍조류 37종 모두 62종으로 나타났다. 우점종으로 나타난 수직분포의 특성은 조하대 수심 3m에서는 미역, 모자반, 그물바탕말 종류가 7m 생육대에서는 우뚝가사리, 도박, 서실 종류가 분포하였다. 습중량을 측정된 현존량은 5월 지점3에서 8.9kg/m<sup>2</sup>으로 최고치를 보였으며 11월 같은 지점에서 0.1을 보였을 때는 최저치를 나타냈다. 이는 미역 종류가 5월에 피크를 이루다가 여름철이 되면서 끝녹음에 의해 해조류의 쇠퇴가 이루어졌기 때문이다. 현존량으로 볼 때 봄철 5월에 지점 1, 3, 4, 5, 6에서 2.0 kg/m<sup>2</sup> 이상을 보여 증가하였지만 가을철에는 현존량이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 또한 종수에 있어서도 수심 7m보다는 3m에서 더 높게 나타났다. 갈조 미역은 특히 수심 3m에서 우점하여 나타났으며 조간대에는 녹조인 구멍갈파래류가 대표적으로 분포하였다. 대체로 5월과 8월에는 미역과 모자반 종류가 우점종으로 나타났으나 11월에는 산호말 종류가 우점종으로 조사되었다. 종다양성은 11월에 비해 5월과 8월에 낮았으며 해조의 생육대로 보면 수심 3m보다 7m에서 더 낮게 나타났다. 울진해역의 건강성을 인접해역인 삼척호산 갯녹음 해역과 비교해 볼 때 종다양성이 다소 높은 반면 갈남 조간대의 곳보다는 다소 떨어졌다. 이는 해조의 생육대별로 차이를 보여 울진해역의 조간대에는 빈약한 식생을 보이는 반면 조하대 수심 3m에서는 양호한 식생을 보여 바다목장으로서의 잠재적 가능성을 충분히 갖고 있다고 볼 수 있다.

자치어와 성어의 종조성에 관한 연구는 2005년 3월, 5월, 8월, 11월에 실시되었다. 자치어는 조사 기간동안 자치어는 총 20종이 출현하였다. 주요 우점종은 멸치(75.9%), 청보리멸(14.8%), 돛양대류(4.7%), 까나리(2.6%)였다. 위의 4종을 제외한 대부분의 종들은 출현량 비율이 1% 미만이었다. 기타 어종들은 망둑어류, 횃대류, 양볼락과, 볼락류 등 대부분은 연안성 어종들이었다. 성어는 총 50종이 출현하였다. 이들은 난류성 종인 말쥐치, 달고기, 독가시치, 전갱이, 말쥐치, 부시리 등과 냉수성 어종인 대구와 도루묵 그리고 소하성 어류인 황어 등으로 구성되었다.

## 2. 어장조성

### 해저지형

울진바다목장 조사구역의 수심은 조사선박의 접근 가능한 연안해역에서 9.0m에서 동쪽 외해의 약 65m의 수심분포를 보인다. 전체적인 수심 분포는 외해쪽으로 가면서 해안선과 평행한 등수심선 분포를 보이며 깊어지는 동해안의 나타나는 일반적인 수심 분포 경향을 보인다. 조사지역의 남쪽 거일리 및 북쪽의 구산리 연안은 수심 35m 등심선을 기준으로 연안에서 외해쪽으로 연장된 돌출암반대로 인하여 주변과 비교하여 약 5~9m 낮은 수심 분포가 특징적으로 나타난다.

조사구역의 남북방향에 대한 해저면 하부의 지층기록상에는 곳곳의 노출암반이 연안으로부터 외해로 넓게 이어져 분포하고 있으며 암반 지역의 경우 수심은 주변에 비하여 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡하게 나타난다. 남쪽 후포리 및 거일리 부근의 연안은 모래질 퇴적층이 지역적으로 비교적 두껍게 쌓여 있고, 연결성이 양호하며 안정된 퇴적층 분포를 보인다. 돌출된 암반은 지층기록상 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는 반면 모래질로 구성된 퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하며 밝은 색상의 반사면특성이 나타난다. 특히 노출암반의 분포양상은 해저퇴적물조사와 해저영상자료를 종합 분석하여 해저퇴적상 분포도를 작성하였다. 조사지역의 중앙지역은 암반분포지역 사이에 1~2m 두께의 모래질 퇴적층으로 덮혀 있고 조사지역 남부의 후포리 외해쪽은 약 3m이상의 두꺼운 퇴적층을 보이며 육상쪽으로 퇴적층은 점차 얇아진다. 조사지역의 정자말 연안은 해저면의 외부로 돌출된 암반은 분포하지 않고 모래질 퇴적층이 1~2m의 두께로 분포하며, 지층 기록상에 강한 이상쌍곡선 반사파가 많이 나타나는데 이는 주로 해저면상에 또는 해저면 하부에 묻혀 있는 인공어초 등에 의한 인공구조물로 해석된다.

조사지역의 해저면 영상기록은 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉, 돌출암반이 분포하는 암반지역과 상대적으로 옅은 색을 띠는 모래질 빨 혹은 빨질 모래로 구성된 지역으로 크게 구분할 수 있다. 육상의 암체가 조사구역 남쪽의 거일리 연안에서 외해까지 연장되어 있고, 정자말과 직산리 사이 연안은 돌출 암반 사이에 세립질의 퇴적물이 연안에서 외해쪽으로 연결되어 있다. 조사구역의 연안은 남쪽 지역은 전체적으로 모래질 퇴

적층이 분포하고 있으며, 후포리 연안에서는 다소 짙은 색의 해저영상으로 나타난다. 조사구역의 북부 지역은 연안으로부터 외해로 암반대가 넓게 분포하며, 암반대 이외의 퇴적층 분포지역은 모래질 퇴적물로 구성된 해저면을 확인할 수 있다.

채취된 표층퇴적물의 조성을 보면, 조사지역 중부와 북부지역은 대부분이 암반으로 구성되어 있고, 남부지역에는 주로 모래 및 빨모래로 분포한다. 모래함량의 공간적 분포는 연안에서 외해로 갈수록 모래함량이 감소하고 있다. 빨(실트와 점토)함량은 반대로 외해로 갈수록 증가하는 분포가 나타난다.

### 인공어초

본 연구는 울진바다목장해역의 인공어초 시설현황, 시설적지면적, 시설적지 별 투입 가능한 어초의 종류, 수량, 비용을 추정하고, 울진바다목장해역의 특성에 맞는 인공어초를 개발하는 것이다. 또한 향후 울진바다목장에 투입되는 어초에 부착하는 생물의 종류를 예측하기 위해 현재 투입된 인공어초의 부착생물을 조사하였다. 1988년부터 현재까지 총 11,274개 (사각형: 8,748, 반구형: 1,904, 강재어초: 2, 삼각빨: 881)의 어초가 투입되었으나, 단지 9,742개 (사각형: 7,178, 반구형: 1,682, 강재어초: 2, 삼각빨: 880)의 어초가 금번 조사에서 확인되었다. 인공어초에 부착된 해조류의 현존량은 245~1476 g-wet wt./m<sup>2</sup>였으며, 5월에 현존량이 가장 높았다. 우점종은 큰그물바탕말(*Dictyota maxima*), 알송이모자반(*Sargassum confusum*), 참곱슬이(*Plocamium telfairiae*)로 나타났다. 부착동물의 생체량은 507~1343 g-wet wt./m<sup>2</sup>였으며, 10월에 현존량이 가장 높았다. 우점종은 극피동물인 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*)와 연체동물인 보말고둥(*Omphalius rusticus*)와 입빨고둥(*Ceratosstoma Burnettii*)로 나타났다. 일반어초 현황 및 인공어초 시설 적지의 경우, 현재까지 개발된 인공어초 시설량은 총 30종이고, 시설 적지는 연안가까이에 시설될 연안용 인공어초가 시설되어 있지 않으므로 암반과 사질이 인접한 곳에 인공어초를 집중적으로 시설하여 바다목장내 수산자원 구성에 기여하여야 할 것으로 판단된다. 동해 특성을 고려한 인공어초 어장 조성방안은 패·조류용, 어류용, 수중레저용 어초어장 조성 및 해중림 조성으로 나눌 수 있다.

### 해중림

본 연구는 울진해역에서의 해중림 조성사업을 위해 해조류가 서식할 수 있는 적지(수심)를 파악하는데 집중하였다. 이를 위해 첫째, 울진해역에 살아가는 주요 해조류의 광합성 특성(P-I curve 및 보상광도)을 밝혔고, 둘째 울진해역의 광량분포를 현장조사를 통해 해석하였고, 셋째 이 두 가지를 종합적으로 해석하여 향후 해중림이 조성될 수 있는 적합수심을 결정하고자 하였다. 각 종의 보상광도(광합성율과 호흡률이 같아지는 광량)를 추정한 결과, 구멍갈파래는 1.91~113.92  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 미역 2.05~45.9  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 팽생

이모자반  $10.8 \sim 67.4 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 우뚝가사리  $7 \sim 73.6 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 개도박  $0.2 \sim 135.5 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 그리고 잎꼬시래기  $0.23 \sim 341.8 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 계절별로 큰 차이를 보였다. 2005년 10월 울진바다목장해역에서 조사된 소광계수(k)는 0.324~0.47의 범위를 보였다. 이 소광계수와 조사기간 중 측정된 일사량( $I_s$ )을 Beer-Lambert expression ( $I_z = I_s \times e^{-kz}$ )에 대입하여 5, 10, 15, 20m에 도달할 수 있는 광량을 계산한 결과 수심 5m에서는  $135 \sim 247 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  정도의 빛이 도달되며, 10m에서는  $14.6 \sim 48.9 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 15m에서는  $1.6 \sim 9.7 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 그리고 20m에서는  $0.2 \sim 1.9 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 빛이 도달하는 것으로 나타났다. 이러한 보상광도를 앞서의 수심별 광량분포와 비교해 볼 때, 이식된 해조류가 왕성하게 성장할 수 있는 수심은 최대 15m까지임을 알 수 있다.

### 3. 자원조성

#### 대상종의 생태 및 번식

울진바다목장해역의 방류 대상 어종인 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)의 서식 생태 및 행동 양상에 관해 문헌 조사와 SCUBA를 통해 현장 조사를 실시하였다. 쥐노래미는 암반 저질을 기호하는 것으로 알려져 있으나 현장 조사에서는 암반에서 뿐만 아니라 사질로 이루어진 지점에서도 많이 관찰되었다. 따라서 쥐노래미의 서식지는 먹이 포식이 용이한 곳을 중심으로 이루어진 것으로 판단된다.

쥐노래미의 번식 특성에 관해 문헌 조사와 산란기 현장 채집한 자연산을 대상으로 조사하였다. 암컷과 수컷의 생식소 중량지수는 1월에 가장 높았고, 간 중량지수는 12월에 가장 높았으며 이후 5월까지 점차 감소하였다. 동해안과 서해안에서 채집한 자연산을 대상으로 조사한 결과, 11월에 양질의 난을 충분히 얻을 수 있었다.

#### 목장해역의 서식지 특성

울진바다목장해역의 환경특성과 더불어 서식하고 있는 생물군집의 유기적인 평가를 통해 바다목장해역의 대략적 생물서식환경특성을 분석하고자 조사를 실시하였다. 조사를 위해 울진바다목장해역을 격자화 한 후 해역의 수심을 고려하여 총 47개 정점을 선정하였다. 조사를 위해 수심 10m 이내 지점은 다이버에 의한 조사를 실시하였으며, 20~30m 범위는 무인케이틀카메라를, 그리고 30m 이상 수심에 대해서는 무인잠수정을 이용하였다. 수심 및 퇴적상을 변수로 K-mean clustering algorithm으로 조사해역의 서식지를 구분한 결과, 총 4개의 서식지(Type A, B, C, D)로 구분되었다. Type A의 경우 수심 30 m 이내의 연안 암반지대로 구성되었으며, 생물다양성 및 생물량에서 가장 높게 나타났다. 미역(*Undaria pinnatifida*), 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 참그물바탕말(*Dictyota dichotoma*), 말잘피(*Phyllospadix japonica*)등의 해조류와 우산석회관갯지렁이(*Hydroides ezoensis*), 말뚝성게(*Hemisentrotus pulcherrimus*), 사방조름석회관갯지렁이(*Spriobranchnus*

*tetracer*) 등의 저서동물이 우점적으로 출현하였다. 북방전복(*Nordotis discus hannai*) 등 대부분의 유용저서생물이 출현하는 지역이었다. Type B와 C는 수심 30m을 기점으로 연안의 모래지대와 외해의 모래 및 니질퇴적상을 보이는 지역으로 구분되며, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*) 등의 다모류가 우점적으로 출현하며, 특히 Type C에서는 극피동물인 살시빗살 거미불가사리(*Ophiura sarsii*)의 출현이 우점적이었다. Type D의 경우 수심 25m 이상의 암반으로 구성된 정점군으로 해조류의 경우 구멍쇠미역(*Agarum cribrosum*)이 우점하며, 저서동물의 경우 섬유세닐말미잘(*Metrdium senile*), 해면류, 피낭동물 등이 우점하였다.

### 유용생물의 자원량 추정

울진 바다목장 해역내의 연성저질 생물자원조사를 위하여 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 걸쳐 어류자원은 소형저인망, 자망 및 통발 어구를 선정하여 조사해역내 북쪽지역과 남쪽지역으로 크게 나누어 2개 조사정점에서 어획조사를 하였고, 패류자원은 형망을 사용하여 바다목장 해역연안 10개 정점에서 조사를 하였다. 조사기간중에 출현한 어종은 총 90종이 출현하였으며 이중 어류가 43종으로 전체출현종수의 47.8%를 차지하여 가장 많이 출현한 분류군이었으며 그 다음으로 연체동물류 18종, 갑각류 17종, 극피동물류 11종, 환형동물류 1종이 각각 출현하였다. 조사어구별로는 저인망에 47종이 출현하였고 우점종은 황아귀, 문어, 용가자미, 기름가자미, 참가자미, 물메기 순으로 나타났다. 어획량을 보면 총 107.8kg을 어획하였으며 노력당어획량은 11.9kg/10분(인망)으로 나타났다. 자망에서는 총 32종이 출현하였고 우점종은 쥐노래미, 등근성게, 물가자미, 참가자미, 조피볼락 순으로 나타났다. 어획량을 보면 총 37.1kg을 어획하였으며 노력당어획량은 0.93kg/꼭으로 나타났다. 통발에서는 총 27종이 출현하였으며 우점종은 문어, 붕장어, 임연수어 순으로 나타났다. 어획량을 보면 총 45.8kg을 어획하였으며 노력당어획량은 11.4kg/100개(통발)이었다. 형망에서는 총 17종이 출현하였으며 우점종은 민들조개, 돌구슬우렁이, 개량조개 순으로 나타났다. 조사해역의 전체자원의 상대 자원밀도는 41.5g/m<sup>2</sup>으로 추정된다. 2005년 3월부터 2005년 10월까지 후포항 주변의 정치망에 드는 어류를 매월 1회씩 조사하였다. 어구에 어획된 어류는 1,214개체, 498,051g이 어획되었으며 출현 분류군은 총 11목 27과 47종이 출현하였다. 출현 종 가운데 개체수에서는 망상어가 23.5%로 가장 우점 하였고, 생체량에서는 방어가 39.9%로 가장 우점 하였다. 한편 종수는 여름철이 겨울보다 다소 높게 나타났으며, 아열대에서 많이 볼 수 있는 어류인 철갑동어, 점주동치, 날새기, 두줄베도라치, 몽치다래, 삼치, 셋돔 등이 함께 채집되었다.

울진 바다목장 해역에서 수산자원의 공간 분포 및 현존량을 추정하기 위한 음향 자원 조사를 실시하였다. 음향 조사는 2005년 10월에 실시하였으며, 사용한 음향 시스템은 BioSonics의 DT-X 유무선 음향 시스템이다. 사용한 주파수는 38, 200, 400 kHz 분할빔으

로 매 20분 간격으로 음향 자료를 수신하였으며, 총 20개 정선에 걸쳐 약 43.7 km (23.6 마일)를 조사하였다. 어군 분포는 북쪽에서 미약하게 나타난 반면, 남쪽의 연안쪽에서 강하게 나타나는 공간 특성을 보였다. 개개 어류로부터 관측된 현장 음향 자료로부터 추정된 음향 산란체를 0.7-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15 cm 이상의 네 부분으로 구분하여 각 길이에 해당하는 어류 개체수를 추정하였다. 남쪽 해역을 제외하고는 모든 조사 해역에서 10 cm 이상의 길이를 가진 어류 개체수는 모든 정선에서 20 개체 미만이었으며, 남쪽 정선에서는 200 개체 이상으로 나타나 어류의 공간 분포가 지역적으로 큰 편차를 보이고 있었다. 한편, 5 cm 미만의 소형 어류는 전 정선에서 큰 편차를 보이지 않게 나타났다. 향후, 개개 우점 어류에 대한 음향 특성 실험과 시기별 조사가 진행되어 바다목장 해역내의 어류에 대한 공간 분포 및 현존량 추정을 보다 정확히 수행해야 할 것이다.

울진 바다목장 해역에서 암반어류자원의 현황을 추정하기 위해 2004년 9월부터 2005년 9월까지 자연 암반정점과 인공어초 어장 정점을 정하고 스쿠버 다이빙에 의한 수중 생태, 자원조사를 실시하였다. 수심이 25m 전후인 수중 암반 정점에서 수온은 15℃였고, 총 4~13종이 확인되었으며 쥐노래미, 황놀래기, 불락, 불불락 등이 주로 관찰되었다. 수심 28m의 모래바닥에 설치된 콘크리트 사각어초는 4-5단으로 잘 쌓여져 있었으며 불불락, 누루시불락, 조피불락 등을 포함하여 총 17종이 확인되었다. 울진바다목장 해역 내의 인공어초나 자연 암반에서의 종 다양성이나 수산 자원량은 남해와는 달리 단순하면서 그 양도 적어 이 해역은 회유성 어종의 출현 여부에 계절별 변동이 클 것으로 판단된다.

암반지역 해조류는 2005년 1월(겨울), 5월(봄), 8월(여름), 11월(겨울)의 총 4회 조사를 실시하였으며 수심 10m 이내에 존재하는 수중어의 분포에 맞추어 총 10개의 조사지점(St. 1~10)을 선정하였다. 각 조사지점에 존재하는 수중어의 깊이는 장소마다 많은 차이를 보여 수심별 조사가 어려웠다. 울진바다목장해역에서 상업적 가치를 가지거나 또는 향후 해중림 조성을 위한 대상으로 고려될 수 있는 대형 갈조류의 분포를 도시화하였으며 주요종으로는 *Undaria pinnatifida*(미역), *Laminaria japonica*(다시마), *Sargassum confusum*(알송이모자반), *Sargassum horneri*(괭생이모자반)으로 총 4종으로 나타내었다.

암반무척추동물은 2005년 1월부터 11월까지 계절별로 울진바다목장해역의 10개 정점에 대한 암반무척추동물 조사를 실시한 결과 총 7종의 자원생물이 파악되었다. 이들 종은 북방전복(*Nordotis discus hannai*), 홍합(*Mytilus coruscus*), 굴(*Crassostrea gigas*), 우렁쉥이(*Halocynthia roretzi*), 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*), 돌기해삼(*Stichopus japonicus*), 아므르불가사리(*Asterias amurensis*) 등 7종이다. 개체수 및 생체량 측면에서 가장 우점한 종은 홍합으로 평균 47개체/40m<sup>2</sup> 1,096 wwtg/40m<sup>2</sup>로 출현하였다. 한편 울진바다목장해역 암반 무척추동물 증대의 주요종인 둥근전복의 경우 평균 10개체/40m<sup>2</sup>, 57 wwtg/40m<sup>2</sup>로 출현하였다. 이들 종은 전 해역에 걸쳐 출현하기는 하나 바다목장해역의 최북단의 구산리와 남단에 위치한 거일리에서 상대적으로 높은 출현밀도를 보였다. 이들 두 지역은 마을



공동어장에 위치한 지역으로 다른 정점에 비해 전복서식지의 우수성뿐만 아니라 방류 등의 인위적 관리에 의해 현존량이 유지되는 것으로 보인다. 향후 해중립 조성 및 지속가능한 생산량을 추정을 통해 자원증대 및 관리할 적지로 판단된다.

울진바다목장 중부에 위치한 남대천의 담수어류를 조사하기 위하여 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 조사를 실시하였다. 11월 조사결과에의 경우, 분석시간등의 이유로 내년도 사업보고서에 첨부할 계획이다. 총 10목 14과 26종이 출현하였다. 출현 종 가운데 우리나라 고유 어종인 꺾지가 출현하였으나 외래어종은 한 종도 출현하지 않았다. 조사기간 동안 우점종은 은어(83.7%, 정점 1), 밀어(29.2%, 정점 2) 및 갈겨니(55.7%, 정점 3)로 조사되었으며, 아우점종으로는 황어(정점 1), 점물개 (정점 2와 3)로 나타났다.

### 대상생물의 자원역학 파라미터

울진 바다목장해역산 조피볼락의 성숙과 산란 및 연령과 성장, 그리고 사망에 대한 연구를 위해 2005년 6월부터 11월까지 자망, 통발 및 정치망에서 어획된 시료를 구입하여 수행하였다. 성숙도, 생식소중량 지수, 간중량 지수, 난경 및 조직학적 변화 등을 분석한 결과, 울진 바다목장해역산 조피볼락의 산란기는 3~5월로 추정되었다. 조피볼락의 체장(TL)과 체중(BW)간의 상대성장식은  $BW = 0.0232 \times TL^{2.9171}$  ( $R^2=0.9679$ )이었으며, 비선형 회귀방법으로 von Bertalanffy 성장파라미터는  $L_{\infty}=54.08\text{cm}$ ,  $K=0.277/\text{년}$ ,  $t_0=-0.572\text{세}$ 로 추정되었다. 조피볼락의 생산율은 0.353이었고, 순간전사망계수(Z)는 1.041/년으로 추정되었다. 그리고 순간자연사망계수(M)는 0.763/년으로 추정되었으며, 따라서 순간어획사망계수(F)는 0.278/년으로 계산되었다. 넙치의 자원생태학적 연구는 기존의 연구자료를 사용하여 수행되었다. 넙치의 산란기는 2~6월로, 균 성숙체장은 암컷은 41cm, 수컷은 36cm이었으며, 성숙연령은 약 3세 정도로 추정되었다. 넙치의 von Bertalanffy 성장식은 암컷의 경우  $L_t = 185.6(1 - e^{-0.061(t+1.011)})$ 이었고, 수컷은  $L_t = 92.9(1 - e^{-0.133(t+0.955)})$ 이었다. 넙치의 순간자연사망계수(M)는 0.474/년으로 추정되었다.

전복에 대해서는 기존 조사된 전복에 대한 성장, 산란 등의 개체군생태학적 자료를 종합하는 한편 울진바다목장해역의 전복 서식처에 대한 실제 조사를 통해 서식처특성을 파악하였다. 울진바다목장해역에서 출현하는 종은 북방전복(*Nordotis discus hannai*)으로 연안에서부터 10 m 내외의 얕은 수심범위를 서식처로 하며, 파도의 영향이 많은 암초지대를 선호한다. 산란 및 생식소의 성장은 수온과 밀접한 관계를 가져 7월 중순부터 10월 중순까지 산란하는 것으로 알려져 있으며, 주 산란 시기는 여름철인 8월 중순이다. 조사기간 동안 울진바다목장해역에서 출현한 북방전복은 총 320개체로 체장의 경우 20-120 mm 범위였으며, 생체량의 경우 1.0-298.0g 범위였다. 출현한 전복의 체장에 대한 생체량의 회귀곡선은 체장이 커질수록 생체량이 증가하는 지수성장형태를 보이고 있었다. von

Bertalanffy의 성장식은  $L_t = 124.6 (1 - e^{-0.251(t-0.315)})$ 이었으며, 평균 체장이 79.0 mm인 4세군의 빈도가 45% 이상으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 3세군(57.5 mm) 25%, 5세군(97.5 mm) 17% 순으로 나타났다. 실내수조 실험에 의한 섭식실험에 의하면 미역(*Undaria pinnatifida*)에 대한 섭식을 및 선택률이 가장 높은 것으로 나타났다.

### 대상생물생산

해중립 조성 대형조의 초기 생활사 단계에서의 성장생리적 특성 구명에 대한 연구의 일환으로 우리나라 동해안산 팽생이모자반의 배아생장에 대한 온도 및 광의 영향과 다시마의 초기생장에 관해 조사하였다. 다시마에 대한 연구는 자연산 어미모조를 구할 수 있는 시기가 9~10월로 제한되고, 채집된 어미해조류의 성숙상태가 좋지 못해 연구성과가 좋지 못했다. 따라서 다시마에 관한 연구는 기존자료를 정리하였고, 팽생이모자반의 연구에 집중하였다. 팽생이모자반의 연구를 위하여 성숙 모조가 2005년 6월 22일 울진군 후포면 삼울리에서 채집되었고, 이로부터 유도된 배아에 대하여 조도온도 구배장치를 이용한 다양한 온도 (10, 18, 23, 26, 30°C), 조도 (20, 30, 40, 60, 80  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 광주기(16:8, 12:12, 8:16h LD) 및 파장대 (백색광, 청색광, 녹색광, 황색광, 적색광)에서의 실내배양 실험을 통한 성장반응을 관찰하였다. 배아의 생장은 저수온일수록 높은 성장률을 나타내어 10-18 °C에서는 가장 높은 성장률을 기록했다. 그러나 조도의 경우는 10-18 °C의 구간에서는 20-40  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 범위내에서 조도가 높을 수록 높은 성장률을 나타낸 반면, 20°C 이상의 고수온 구간에서는 조도에 따른 성장률의 변화에 정의 상관성이 관찰되지 않았다. 광주기의 경우는 12:12h LD에서 가장 높은 성장률을 보인 반면, 8:16h LD에서는 성장률도 전반적으로 저조하며, 배양시작 3주후부터는 오히려 감소하였다. 파장에 대하여는 백색광, 청색광에서 가장 높은 성장률을 나타냈고, 실험 종료 5주까지 계속적으로 성장률이 증가한 반면, 황색광과 적색광에서는 배양 후 3주를 기점으로 오히려 성장률의 감소현상이 관찰되었다. 이러한 결과는 본 실험종이 전형적인 춘계 성숙형 성장 패턴을 따르고 있음을 시사한다.

쥐노래미는 부화기간이 길고 수생균의 대량 감염으로 부화율이 급격히 떨어지는 점, 부유성 난과는 달리 점착란이어서 부착기질이 제공되어야 하는 점 등 부화기간 동안 수정란의 관리에 많은 어려움이 따르고 있다. 따라서 본 연구에서는 쥐노래미를 자원조성용으로 개발하고자 종묘의 대량생산을 위한 어미의 확보와 관리, 대량 종묘생산을 위한 공정을 개발하였다. 2004년 4월에 구입하여 관리하고 있는 친어의 경우 11월 현재 성성숙이 지연되고 있으며, 향후 자연산 친어와 비교할 예정이며, 2005년 11월에 구입된 친어는 암컷은 평균 전장 28.13±0.33cm, 체중 284.24±10.89g 이고, 수컷은 평균 전장 26.26±0.16cm, 체중 217.96±5.34g 으로 암컷이 수컷보다 개체의 크기가 컸다. 11월의 생식소중량지수(GSI)는 암컷 11.62±0.48, 수컷 1.23±0.03이었다. 15°C에서 수정 후 19일부터 부화하기 시작하여

3~4일후에 부화가 완료되었으며, 수정율은 60%, 부화율은 25%였다. 부화 후 2일부터 25일간 로티퍼를 공급하였고, 10일 후부터 35일동안 *Artemia*, 그리고 15일 후부터 배합사료를 공급하였다. 쥐노래미의 부화에 적합한 수온은 12°C, 자치어의 사육에는 약 15~18°C, 20°C 이상에서는 폐사율이 크게 증가하였다. 쥐노래미 자치어의 성장은 부화 후 41일에 체장 1.54±0.23cm, 54일에 1.64±0.17cm, 68일에 2.05±0.46cm, 81일에 3.67±0.82cm, 183일에 10.85±0.75cm, 그리고 303일에 18.0cm에 도달하였다.

### 울진바다목장 기본계획수립

지금까지 수집된 목장해역의 환경 및 자원구조, 지형특성, 인공어초배치현황과 같은 서식지특성자료와 교통, 편의시설, 행락객의 유동량과 같은 인문사회적 자료를 종합하여 목장조성 기본계획을 수립하였다. 기본계획은 크게 어업형, 관광형 두 가지 대별될 수 있으며, 어업형은 울진바다목장해역의 주요 수산물인 전복, 민들조개, 가자미류의 자원증대를 목표로 삼고 있으며, 관광형은 수중전망대, 해상잔교, 수중 및 항만조명시설, 수서생태체험장, 수중테마관광단지과 같은 시설물을 설치하고, 이들 시설물에서 체험할 수 있는 해양생물을 증대시켜 지역 해양레저 활성화 및 바다목장 네트워크 구축을 통한 지역경제를 활성화를 목표로 한다. 경우에 따라서는 어업형을 목적으로 투입된 구조물이나 수산자원은 관광형을 위해 사용될 수 있으며, 반대로 관광형을 목적으로 투입된 구조물이나 해양생물은 어업형을 위해 사용될 수 있다. 더불어 본 글에서는 어업형 또는 관광형을 위해 투입되는 각종 시설물의 안정성을 예측코자 목장해역의 파랑특성을 기존자료를 이용하여 분석하였다.

기본계획은 암반패류조성단지, 수서생태체험장, 어항관광단지, 수중테마관광단지, 사질패류조성단지로 크게 다섯 가지로 나뉘며, 기타 바다목장해역 전체를 하나의 서식지로 활용하여 방류를 통한 가자미류의 자원증대사업이 있다. 울진바다목장해역은 난류와 한류가 교차하는 조경 수역으로 어족자원이 풍부하다고 알려져 있지만, 수온의 연교차가 심해 목장해역에 정착시킬 수 있는 어류가 거의 없다. 저서어류인 가자미류가 모래질로 이루어진 서식지 특성으로 인해 우점하고 있지만, 이 또한 가두어 놓고 원하는 시기에 수확하는 바다목장의 고유개념을 적용시키기에는 무리가 있다. 따라서 본 사업은 단순한 자원방류를 통해 자원증대를 기대하는 자원방류사업에 해당한다. 예상되는 시설물은 어장조성시설물로 환경관측부이, 중간육성장, 인공어초(연안어초, 대수심어초, 테트라포드 및 자연석)가 있으며, 해양관광시설로는 수중관광시설(퇴역함정, 퇴역열차, 수중전망대), 어항관광단지조성시설(인공낙시터, 해상잔교, 수중조명시설), 생태체험장(수서생태체험장, 해양홍보관), 그리고 배후지조성시설(육상조형물, 해안접근로)을 들 수 있다. 종묘방류는 자원조성용으로 어류(가자미류) 및 패류(전복 및 민들조개)가 있으며, 수중테마관광용 어류(쥐노래미, 조피볼락)와 생태체험용 어류(연어, 은어)를 들 수 있다.

#### 4. 이용 · 관리

2005년 현재 울진바다목장은 기반조성 1단계 2차년도에 해당한다. 총사업비 59,970백만 원이 투입될 예정인 울진바다목장 사업은 기존에 추진되어 온 통영바다목장과 전남다도해형바다목장이 가지는 어로이용의 기능에 관광자원으로서의 이용이라는 복합적 기능을 갖도록 추진될 예정이다.

이에 따라 총사업비 중 18,000백만 원의 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 관리이용협의회를 출범시키고 자원의 주이용자인 어업인과 민간투자자들이 견해를 조정할 수 있는 자율관리위원회를 조직하여 운영해나갈 수 있는 체제가 마련되어야 할 것이다.

동 사업이 계획대로 추진될 경우 울진바다목장이 가지는 순현재가치(NPV)는 할인율 3%, 5%에서 최소 374,267~942,019백만 원으로 모든 시나리오에서 NPV가 +로 나타나 경제성이 있는 것으로 평가되었고, 내부수익률(IRR)도 20.3~21.4%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.

# SUMMARY

## I . Title

Studies on the Development of Marine Ranching Program in the East(Uljin) 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) coastal regions in Korea.

## III. Contents and Scope of the Study

- A. Ecosystem of the ranching area
  - Physicochemical characteristics of the ranching area
  - Community structure of all biota in the ranching area
- B. Development of habitat improvement techniques
  - Topography of the ranching area
  - Construction of fish habitats using artificial reefs
  - Construction of submarine forests
- C. Development of marine stock enhancement techniques
  - Ecological study of the target species
  - Habitat characteristics of the ranching area
  - Estimation of marine living resources
  - Population dynamics of target species
  - Techniques on target seed production
- D. Action plan for the Uljin marine ranching program

#### E. Use and Management of Marine Ranching

- Survey on the actual condition of utilization and management of marine ranching area
- Investment plan for Uljin marine ranching program
- Constructing system on utilization and management of marine ranching
- Analysis of indirect effectiveness of marine ranching program

## IV. Results

### A. Ecosystem of the ranching area

#### Physicochemical characteristics of the ranching area

The water quality and sediment properties was seasonally investigated at 15 stations in both the surface and bottom layer during the period of February, May and August 2005 in the marine ranching ground off Uljin coastal waters. Water temperature was changed from 2.54°C to 23.99°C and thermocline was formed at 25~30m depth in February and August. Salinity varied from minimum 32.56 to maximum 34.67 and the higher at the bottom than the surface. Dissolved oxygen ranged from 7.05~8.63mg/L, pH 7.92~8.29 and SS 0.2~8.3mg/L. Mean transparency was 9.6m in Feb., 10.4m in May and 10.1m in Aug. COD ranged from 0.21~2.07mg/L. Total Nitrogen and total phosphorous were 0.095~0.624mg/L and 0.010~0.071mg/L, respectively, and the inner stations showed the higher concentrations than outer stations and the higher at February than May and August. The concentrations of COD and IL in sediment were ranged from 2.34~6.14mg/g.d. and 0.65~2.44% respectively. Particularly St. 11 adjacent to Hupo harbor showed higher values

#### Community structure of all biota in the ranching area

The number of microbial cells and species composition of marine bacteria were examined in the marine ranching ground of Uljin coastal waters in February, May and August 2005. The total cell number of bacteria was  $4.7 \times 10^7 \sim 1.9 \times 10^8$  cells/ml in February,  $5.5 \times 10^7 \sim 4.7 \times 10^8$  cells/ml in May and  $1.0 \times 10^7 \sim 4.9 \times 10^7$  cells/ml in August 2005, respectively. The number of viable bacteria was  $5.0 \times 10^1 \sim 1.7 \times 10^3$  cfu/ml in February,  $5.0 \times 10^1 \sim 4.5 \times 10^2$  cfu/ml in May and  $3.0 \times 10^1 \sim 2.3 \times 10^2$  cfu/ml in August 2005, respectively. The dominant species were found to be *Staphylococcus* sp. (33.7%), *Roseobacter* sp. (29.8%), *Agrococcus* sp. (11.2%), *Gillisia* sp. (5.5%) in February, *Knoellia*

sp. (47.0%), *Pseudoalteromonas* sp. (16.7%), *Bacillus* sp. (12.1%) in May and *Pseudoalteromonas* sp. (26.5%), *Vibrio* sp. (14.9%), *Flavobacterium* sp. (13.5%), *Psychrobacter* sp. (11.6%) in August 2005, respectively.

The composition and abundance of phytoplankton community of the ranching area varied both in season and space. In February, the concentration of phytoplankton was observed to be low, but it became higher in May. Since then, a little low concentration of phytoplankton was observed. *Bacillariophyceae* accounted for an overwhelming majority. The dominant species were *Nitzschia* spp., *Chaetoceros* spp., *Coccolodiscus subconcaus*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Pleurosigma angulatum*, *Thalassiosira* spp., *Melosira* spp. and *Leptocylindrus minimus*. Moreover, *Gonyaulax polygramma* and *Protoberidinium* spp. were identified in the dinoflagellate in large numbers. Different layers showed different concentrations. A higher concentration showed on the surface. This observation was totally different from that in summer, 2004. The concentrations of phytoplankton were different in different three zones, that is, inshore, central and offshore zones. Among them, the central area observed to show the highest concentration. Although the concentration of chlorophyll a was low, the variation of chlorophyll a showed a similar tendency with that of phytoplankton in stations.

The zooplankton community structure was investigated at 15 stations in coastal waters of Uljin in February, May and August 2005. Copepods were observed to be dominant during our survey. Among them, *Paracalanus copepodite*, *Oithona similis* and *Oithona copepodite* showed to be dominant. The standing biomass of zooplankton in terms of abundance was the highest in August and lowest in February. *Cladoceran* zooplankton was found to develop dominantly in summer, and *Noctiluca scintillans* was not important in terms of their abundance except in August, when it was relatively high abundant. The analysis of zooplankton community showed that the community structures can be divided into two groups, each of which belonged to the coastal and offshore area respectively, depending on the difference in zooplankton biomass, the dominant zooplankton species, and the presence or absence of the other zooplankton species.

The community structure of macrobenthos was studied in the marine ranching area of Uljin coastal waters, an eastern coastal area of Korea. Sampling was conducted seasonally using a Smith-McIntyre grab (0.05m<sup>2</sup>) at 15 stations from February to August 2005. A total of 275 species occurred. The mean density of individuals was 2,037 ind/m<sup>2</sup> and the mean biomass was 75.83 gwwt/m<sup>2</sup>. Annelids were the most

dominant group in species composition (130 spp., 47.3%). Annelids were an individual-dominant fauna group with a mean density of 1,605 ind/m<sup>2</sup> which accounted for 78.8% of the total individuals of benthic animals. Echinoderms were represented as a biomass-dominant group with a mean biomass of 45.36 gwwt/m<sup>2</sup> (59.8%). The major individual-dominant species were three polychaetes, *Spiophanes bombyx* (490 ind/m<sup>2</sup>), *Scoletoma longifolia* (245 ind/m<sup>2</sup>) and *Magelona japonica* (192 ind/m<sup>2</sup>). Biomass-dominant species were *Schizaster lacunosus* (heart urchin, 19.96 gwwt/m<sup>2</sup>, 26.3%), *Scaphechinus mirabilis* (sand dollar, 12.41 gwwt/m<sup>2</sup>, 16.4%), and *Ophiura sarsii* (brittle star, 5.31 gwwt/m<sup>2</sup>, 7.0%). A cluster analysis showed that the study areas could be divided into two station groups; the inner part and outer part. In the inner part, the density of two polychaetes, which were *Spiophanes bombyx* and *Magelona japonica*, affected their similarity a lot. In the outer part, the density of three species, which were *Spiophanes bombyx*, *Scoletoma longifolia* and *Magelona japonica*, affected their similarity a lot. The species in these stations showed a higher diversity and density than in any other coast of Korea.

The macrobenthic fauna on the intertidal and subtidal rocky shore, Uljin Marine Ranching site, Korea were sampled with a SCUBA diving and underwater quadrat (50 cm×50cm) for studying their biological diversity and/or community structure (ecological indices) at ten stations from May to August, 2005. One of two samplings collected 1,566 individuals belonging to 146 species of polychaetes, molluscs, crustaceans, echinoderms and other taxa. The major species are 66 species of molluscs, 39 species of polychaetes, and 18 species of crustaceans. The total number of species and individuals was 92 species with 637 individuals in May, and 82 species with 929 individuals in August, 2005. In overall, the diversity of species was the highest in May, but density was the highest in August. In terms of individuals, Uljin Marine Ranching site were numerically dominated by the gastropods *Thais luteostoma*, *Mitrella bicincta* and *Crepidula onyx*, the bivalve *Mytilus galloprovincialis* and the polychaete *Hydroides ezoensis*. The major five species accounted for approximately 56.1% of total individuals.

The species composition and seasonal changes of marine algal communities was conducted from May to November 2005 depending on depth and station in Uljin coast in eastern coast of Korea. A total of 62 algal species 9 greens, 16 browns and 37 reds were identified. The vertical distribution of dominant species was as follows: *Undaria pinnatipida*, *Sargassum* and *Dictyota* at 3m, *Gelidium*, *Pachymeniopsis* and



*Laurencia* at 7m depth. In terms of standing crop, the maximum value at station 3 was 8.9 kg/m<sup>2</sup> in May: the minimum value was below 0.1kg/m<sup>2</sup> in November at station 3 and 9. Marine algal biomass, on the whole, showed minimum in autumn and increased through spring peak(over 2kg/m<sup>2</sup> in station 1, 3, 4, 5, 6 at May). There was a general trend that species number became higher in the 3m depth waters than in 7m. *Undaria* species of brown algae were particularly well represented in 3m, whereas *Ulva pertusa* green algae were common in intertidal zone. In general, the dominant species in biomass were *Undaria pinnatifida* and *Sargassum* in May and August. In November, however, dominant species in biomass, particularly, *Corallina* spp. occurred exclusively in 3m depth. Species diversity was lower in May and August than in November and it was lower in 7m than in 3m depth.

The survey on the species composition of the larval fish and the adult fish were conducted in March, May, August and November 2005. A total 20 larval fish species were found in the study area. Among them, the dominant larval fish was *Engraulis japonicus* accounting for 75.9 % of the total fish larvae, followed by *Sillago japonica* for 14.8 %, *Repomucenus* spp. for 4.7 %, and *Ammodytes personatus* for 2.6 %. The rare species such as *Gobiidae* spp., *Gymnocanthus* sp., *Scorpaenidae* sp., and *Sebastes* sp. were from the coastal waters. As for adult fishes, a total of 50 species were found in the study area. Among them, there were water species (*Thamnaconus modestus*, *Zeus faber*, *Siganus fuscescens*, *Trachurus japonicus*, and *Seriola lalandi* etc.), cold water species (*Gadus macrocephalus*, *Arctoscopus japonicus*) and anadromous species (*Tribolodon hakonensis*)

## **B. Development of habitat improvement techniques**

### **Topography of the ranching area**

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 65m, 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.

### **Construction of fish habitats using artificial reefs**

To construct fish habitats using artificial reefs in the Uljin marine ranching area,

we investigated the distribution patterns of artificial reefs deployed during the past 20 years, the possible area for deploying additional artificial reefs, the possible types and number of artificial reefs and the cost for the deployment. In addition, to provide insight into the plant and animal communities established on the artificial reefs, which will be deployed, we also investigated the plant and animal communities established on the artificial reefs deployed during the period between 1995 and 2000. A total 11,274 (8748 box-type concrete reefs, 1904 dome-type concrete reefs, 2 steel reefs and 881 triangular reefs) artificial reefs has been deployed in the ranching area. However, only 9,742 artificial reefs (7178 box-type concrete reefs, 1682 dome-type concrete reefs, 2 steel reefs and 880 triangular reefs) remained. The standing crop of seaweed species on artificial reefs ranged from 245 to 1476 g-wet wt./m<sup>2</sup> and was the highest in May. Dominant seaweed species were *Dictyota maxima*, *Sargassum confusum* *Plocamium telfairiae*. The biomass of hard-bottom animals on artificial reefs was 507-1343 g-wet wt./m<sup>2</sup> and was the highest in October. Dominant animals were echinodermata *Strongylocentrotus nudus* and mollusks *Omphalius rusticus* and *Ceratostoma Burnetti*.

### **Construction of submarine forests**

To provide insight into the best place (i.e., depth) for the construction of submarine algal forests in the Uljin marine ranching area, we seasonally measured the photosynthetic rates of the dominant seaweed (*Ulva pertusa*, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum horneri*, *Gelidium amansii*, *Pachymeniopsis lanceolata* and *Gracilaria textorii*) and the amount of light penetrated into the water column. The light at the compensation point of the examined seaweed species was seasonally changed; *U. pertusa* 1.91-113.92  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , *U. pinnatifida* 2.05-45.9  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , *S. horneri*: 10.8-67.4  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , *G. amansii*: 7-73.6  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , *P. lanceolata*: 0.2-135.5  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and *G. textorii*: 0.23-341.8  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The light attenuation coefficient ( $k$ ) measured in November 2005 ranged from 0.324 to 0.47. The amount of light at the depth of 5, 10, 15 and 20m calculated using Beer-Lambert expression ( $I_z = I_s \times e^{-kz}$ ) was 135~247  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 14.6~48.9  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 1.6~9.7  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and 0.2~1.9  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , respectively. Taken together, we can conclude that the maximum depth for the substantial growth of seaweed species in this area was 15m.

## C. Development of marine stock enhancement techniques

### Ecological study of the target species

The ecology of greenling (*Hexagrammos otakii*) was studied by literature searching and underwater observation around artificial reefs and sandy bottoms in marine ranching areas. Greenling preferred natural and artificial rocky beds than muddy and sandy beds. But a group of greenings observed around sandy beds during day time. Thus the main habitat area of greenling may be affected by prey presence. And diurnal pattern was observed. The reproductive characteristics of greenling were reported in previous studies. Gonadosomatic indices of female and male were highest in January and Hepatosomatic indices were highest in December and then decreased gradually until May (Lee et al, 2000). However in our study the ripe eggs of good quality were obtained in November.

### Habitat characteristics of the ranching area

To identify the habitat characteristics of the Uljin marine ranching area, a total 47 sites on the grid with a 500-m interval were chosen, and the water depth, sediment type and dominant benthic organisms of each site were seasonally investigated during the period from May 2005 to November 2005. At sites shallower than 10m in depth, SCUBA diving was applied for the investigation, at the sites between 10 and 30m, underwater camera system (FM 4100, QI cooperation, Japan) was applied and at the sites deeper than 30m, ROV (Delta 150, QI cooperation, Japan) was applied. K-mean clustering algorithm using the water depth and sediment type as major variables was applied in order to categorize the Uljin marine ranching area into smaller habitat types. The Uljin marine ranching area was divided into 4 types (Type A, B, C and D). Type A was the rocky area located at the depth less than 30m and showed the highest diversity and biomass. Dominant species of the area were seaweeds, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum horneri* and *Dictyota dichotoma*, the seagrass, *Phyllospadix japonica*, hard-bottom benthos, *Hydroides ezoensis*, *Hemisentrotus pulcherrimus*, *Spriobranchus tetracer*, and the living resources, *Nordotis discus hannai*. Type B was the sandy area with a depth less than 10m and the dominant species was ipolychaeta, *Spiophanes bombyx* and *Scoletoma longifolia*. Type C was the muddy-sand area located at the depth between 10 and 30m, and the dominant species was polychaeta, *Spiophanes bombyx*, *Scoletoma longifolia* and *Magelona japonica*, and echinodermata, *Ophiura sarsii*. Type D was the rocky area deeper than 25, and the dominant species were the seaweed species, *Agarum cribrosum*, and the hard-bottom animal, *Metrdium senile*.

### Estimation of marine living resources

We carried out the direct survey to investigate fisheries resources in Uljin marine ranching area in February, May and August, 2005. The survey was conducted using small trawl net, gillnet and trap for fish stock at 2 sites and dredged net for shellfish at 10 sites. A total of 90 species was collected in the study area. The species were consisted of 43 fishes, 18 mullusks, 17 crustaceans, 11 echinoderms and 1 others. A total of 47 species was collected by the small trawl net. The dominant species were *Lophius litulon*, *Paraoctopus dofleini*, *Cleisthenes pinetorum*, *Glyptocephalus stelleri*, *Pleuronectes herzensteini*, and *Liparis tessellatus*. The total catch was 107.8kg and the catch per unit effort was 11.9kg/10min. A total of 32 species was collected by the gillnet. The dominant species were *Hexagrammos otakii*, *Strongylocentrotus nudus*, *Eopsetta grigorjewi*, and *Pleuronectes herzensteini*. The total catch was 37.1kg and the catch per unit effort was 0.93kg/pok. A total of 27 species was collected by the trap. The dominant species were *Paraoctopus dofleini*, *Conger myriaster*, and *Pleurogrammus azonus*. The total catch was 45.8kg and the catch per unit effort was 11.4kg/100 traps. A total of 17 species was collected by the dredged net. The dominant species were *Gomphina aequilatera*, *Cryptonatica janthostomoides* and *Mactra chinensis*. The catch per unit effort was 41.5g/m<sup>2</sup>. In addition, the species composition and monthly variation of fish assemblage was also studied using set-net from March to October 2005. A total of 1,214 individuals and 498.051g biomass were sampled and classified into 11 orders, 27 families and 46 species in Uljin. The most of dominant species *Ditrema temmincki* accounted for 23.5% of the number of individuals and *Seriola quinqueradiata* was accounted for 39.9% of the total biomass. The number of species showed a seasonal variation, higher in summer, than in winter. And also it was together collected subtropical fish (*Monocentris japonica*, *Leiognathus ruvulatus*, *Rachycentron canadum*, *Peroscirtes breviceps*, *Auxis rochei*, *Scomberomorus niphonius*, *Psenopsis anomala*) with frigid fish in Hupo Uljin.

Hydroacoustic survey was conducted to estimate spatial distribution and standing stock of the fisheries resources around Uljin marine ranching area. The acoustic survey was carried out with wire-wireless system (BioSonics, DT-X series, USA) on October 2005. Carried frequencies were 38, 200, 400 kHz with split beam type and acoustic data were obtained with 20 minute in time interval. Acoustic survey line and total distance were 20 and approximately 43.7 km (23.6 mile), respectively. From data analysis, fish school was appeared very weakly in the northern part, whereas the

school was very strong in the southern parts. With individual *in situ* acoustic target strength, fish length (total length, cm) was estimated with 4 length interval with  $0.7 \text{ cm} \leq \text{TL} < 5 \text{ cm}$ ,  $5 \text{ cm} \leq \text{TL} < 10 \text{ cm}$ ,  $10 \text{ cm} \leq \text{TL} < 15 \text{ cm}$ ,  $\text{TL} > 15 \text{ cm}$ . Except southern transect, the number of fish was less than 20 within the almost transect. However, the number of fish was much than 200 individual, this meant that spatial distribution shown very high variation in the regional area. In the mean time, very small sized fish ( $< 5 \text{ cm}$ ) shown small variation within all transect. In the future research, individual fish target strength must be conducted and seasonal survey needs to know seasonal variations of the fisheries resources in the Uljin marine ranching area.

Fisheries resources were investigated at the natural rocky bed and the artificial reef in Uljin marine ranching area by SCUBA diving, from September 2004 to September 2005. Water depth of the rocky bed recorded around 25m. *Hexagrammos otakii*, *Pseudolabrus japonicus*, *Sebastes thompsoni*, *Sebastes inermis* were mainly observed at this station. Also, we investigated in the artificial reef and checked up on total 17 species, such as *Sebastes thompsoni*, *Sebastes inermis*, *Sebastes schlegeli* and so on.

The amount of hard-bottom living resources in the Uljin marine ranching area was seasonally assessed during the period from January 2005 to November 2005. A total 10 sites were arbitrary chosen at the depth less than 10m along the coast of the ranching area. At each site, three 50x50cm quadrats were randomly established and all biota occurred in each of the quadrat was sampled. Among the biota, four seaweed species (*Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, *Sargassum confusum* and *Sargassum horneri*) and seven hard-bottom animals (*Nordotis discus hannai*, *Mytilus coruscus*, *Crassostrea gigas*, *Halocynthia roretzi*, *Strongylocentrotus nudus*, *Stichopus japonicus* and *Asterias amurensis*) were recognized as the living resources of the marine ranching area. The standing crop of the species was highly variable in both season and space. The average density of *S. nudus*, which is one of the target species for the Uljin marine ranching project, was 0.25 individual per  $\text{m}^2$ .

The ichthyofauna and fish community in Namdaecheon creek was investigated seasonal variation from February to August 2005. During the surveyed period 26 species belonging to 14 families were collected. It found one Korean species, *Coreoperca herzi* but exotic fish were not found in this area. Dominant species were *Plecoglossus altivelis* (Station 1), *Rhinogobius brunneus* (Station 2) and *Zacco temmincki* (Station 3) and sub-dominant species were *Tribolodon hakonensis* (Station 1), *Squalidus multimaculatus*

(Station 2, 3)

### Population dynamics of target species

Maturity, spawning, growth and mortality of *Sebastes schlegeli* was investigated using samples caught by gillnet, trap and set net from June to October 2005 in Uljin marine ranching area of the East Sea. We analyzed monthly changes in maturity stages, gonadosomatic index(GSI), hepatosomatic index(HSI), egg diameter and histology of *Sebastes schlegeli* and the spawning period was March to May. The relationship between total length and body weight was  $BW = 0.0232 \times TL^{2.9171}$  ( $R^2=0.9679$ ). For describing growth of *Sebastes schlegeli*, von Bertalanffy growth model was employed and growth parameters were estimated from a nonlinear regression as  $L_{\infty}=54.08\text{cm}$ ,  $K=0.277/\text{year}$ ,  $t_0=-0.572\text{year}$ . The survival rate of *Sebastes schlegeli* was 0.353, and the instantaneous coefficient of total mortality was estimated to be 1.041/year. And the instantaneous coefficient of natural mortality was estimated to be 0.763/year and the instantaneous coefficient of fishing mortality was calculated as 0.278/year from the values of total and natural mortality. An ecological study on *Paralichys olivaceus* was conducted using previous results. The spawning period of *Paralichys olivaceus* was February to June, and total length at 50% group maturity were 41cm for female and 36cm for male, which corresponded to the age of 3 years. The von Bertalanffy growth equations of *Paralichys olivaceus* were  $L_t = 185.6(1 - e^{-0.061(t+1.011)})$  for female and  $L_t = 92.9(1 - e^{-0.133(t+0.955)})$  for male, respectively. The instantaneous coefficient of natural mortality of *Paralichys olivaceus* was estimated to be 0.763/year.

Surveys to determine the population dynamics of the abalone, *Nordotis discus hannai*, were carried out in 2 sites at Uljin marine ranching area. The abalone occur from mean tide level to 10 meter deep, prefer to shallow rocky subtidal bed. They are all algaevoirs relying on macro algae such as *Undaria pinnatifida*, *Ulva pertusa*, *Ekalonia cava* or micro algae for sustenance. An intense period of vitellogenic and spermatogenic growth of the abalone closely related in sea water temperature and started in spring. The main spawning season of the abalone was mind July to October. The age of the abalone can divided an eight age groups. The one year grown up abalone extended 19.5 mm in mean shell length, two years group arranged from 19 mm to 42 mm. In Uljin marine ranching area, age 3 and 4 occupied up to

70% of total inhabit the population.

### **Techniques on target seed production**

In the course of ecophysiological study on the growth of some brown algae in an early life cycle stage for construction of marine forests, the effects of temperature and light on the germling growth of *Sargassum horneri* (Phaeophyceae) were examined in indoor culture. For this, fertile plants with receptacles were collected at Uljin, eastern coast of Korea, in June 22, 2005, and then the germlings induced from the plants were cultured under various conditions, such as temperatures (10, 18, 23, 26, 30°C), irradiances (20, 30, 40, 60, 80  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), photoperiods(16:8, 12:12, 8:16h LD) and light qualities (white, blue, green, yellow, red). The germling growth was effective with lower temperature among the examined temperature range, and its RGR exhibited maximum value at 10-18°C. In light intensity, the growth was effective with higher irradiance at 10-18°C, then the maximum RGR was recorded in 40 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . However, this positive relationship between RGR and irradiance was not found in higher temperature range than 20°C. In the experiment on photoperiods, the maximum RGR was observed in 12:12h LD. In contrast, the germling growth was inhibited in short day length (8:16h LD), and, after 3 weeks, its RGR decreased with the elapsed time. In response on wave length of light, the growth was most effective in white and blue light, and RGR continues to increase to 5 weeks, the ending duration of experiment. In yellow and red light, it was inhibited, and decrease of RGR was found after 3 weeks of culture. These growth responses suggest that *S. horneri* from Uljin, eastern coast of Korea, has a typical spring maturation type in field.

Fertilized egg management of Greenling, *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks encounter the some kinds of problems, such as enlarged hatching time, adhesion of the egg to the substrate, and serious infection of water fungi. Therefore the present study was conducted to develop securing and management regime of brood stock, and the process of mass production of greenling for enhancement of nature population. Brood stock collected in April, 2004 has delayed maturation comparing natural stock. And female collected in November, 2005 has 28.96±0.33 cm in total length, 284.24±10.89 g in total weight, being larger than male which has 26.26±0.16 cm in total length, 217.96.24±5.34 g in total weight. Gonadosomatic index(GSI) of female and male were 11.62±0.45 and 1.23±0.03, respectably. It takes 19~23 days to hatching at 15°C with 60% of fertilization rate and 25% of hatching rate. Fry was fed with



rotifer from 2 to 25 days, with artemia from 10 to 35, and with artificial feed from 15 days after hatching. The optimum temperatures for hatching of egg and growth of fingerling were 12°C and 15~18°C, respectively, while temperature up to 20°C increased the mortality. Fingerling of greenling reached 1.54±0.23 cm on 41 days, and 18.0 cm on 303 days after hatching.

#### **D. Use and Management of Marine Ranching**

Uljin Marine Ranching Program is for the promotion of both marine tourism and fisheries while Tongyeong marine ranching and Jeonnam archipelago marine ranching are merely for the promotion of fisheries. 59,970 million won will be invested for the Uljin marine ranching program.

For the program 18,000 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 the most important to have a system to manage the fish stocks sustainably in addition to rebuilding the stocks in the marine ranching site.

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 374(min)~942(max) hundred million won under the 3% or 5% discount rate and the IRR will be 20.3(min)~21.4(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.

# 목 차

표 목차 .....	xl
그림 목차 .....	xlvi
종합서론 .....	1
제 1 장 환경 · 생태특성 .....	5
제 1 절 환경특성 .....	5
1. 서론 .....	5
2. 재료 및 방법 .....	6
가. 수질환경 .....	6
나. 퇴적환경 .....	7
3. 결과 및 토의 .....	7
가. 수질환경 .....	7
나. 퇴적환경 .....	14
제 2 절 생물군집특성 .....	18
1. 서론 .....	18
2. 재료 및 방법 .....	19
가. 미생물 .....	19
나. 식물플랑크톤 및 일차생산 .....	20
다. 동물플랑크톤 .....	21
라. 저서동물 .....	21
마. 암반부착동물 .....	23
바. 해조류 .....	24
사. 난치자어 및 성어 .....	25
3. 결과 및 토의 .....	27
가. 미생물 .....	27
나. 식물플랑크톤 및 일차생산 .....	32

다. 동물플랑크톤 .....	40
라. 저서동물 .....	49
마. 암반부착동물 .....	70
바. 해조류 .....	95
사. 난치자어 및 성어 .....	121
<b>참고문헌</b> .....	129

## **제 2 장 어장조성** ..... 137

### **제 1 절 해저지형** ..... 137

1. 서론 .....	137
2. 재료 및 방법 .....	139
가. 현장조사 .....	139
나. 조사방법 .....	140
3. 결과 및 토의 .....	150
가. 수심지형분포 .....	150
나. 퇴적층 분포 .....	150
다. 해저면 음향영상 분포 .....	152
라. 해저퇴적물 분포 .....	156
4. 요약 및 토의 .....	162

### **제 2 절 인공어초** ..... 164

1. 서론 .....	164
2. 재료 및 방법 .....	164
가. 해저지형조사 .....	164
나. 자원조성 기반조사 .....	166
다. 인공어초 부착생물상조사 .....	166
3. 조사 결과 .....	166
가. 해저지형조사 .....	166
나. 자원조성 기반 조사 .....	170
다. 인공어초 부착생물상조사 .....	179
라. 일반어초 현황 및 인공어초 시설 적지 .....	186
마 동해 특성을 고려한 인공어초 어장 조성방안 .....	187

<b>제 3 절 해중립 조성</b> .....	192
1. 서론 .....	192
2. 재료 및 방법 .....	192
가. 주요종의 광합성특성 .....	192
나. 광량분포 .....	194
3. 결과 .....	194
가. 주요종의 광합성 특성 .....	194
나. 광량분포 .....	195
다. 해중립 조성 적합수심 .....	195
<b>참고문헌</b> .....	204

**제 3 장 자원조성** ..... 205

<b>제 1 절 대상종의 생태 및 번식</b> .....	205
1. 서 론 .....	205
2. 재료 및 방법 .....	205
가. 대상생물생태 .....	205
나. 대상생물번식 .....	205
3. 결과 및 토의 .....	206
가. 대상생물생태 .....	206
나. 대상생물번식 .....	207

<b>제 2 절 목장해역의 서식지 특성</b> .....	212
1. 서 론 .....	212
2. 재료 및 방법 .....	213
가. 조사점점의 선정 .....	213
나. 서식지특성 .....	213
3. 결과 및 토의 .....	215
가. 환경특성 .....	215
나. 생물군집특성 .....	218

<b>제 3 절 유용생물자원량 추정</b> .....	223
1. 서 론 .....	223
2. 재료 및 방법 .....	223

가. 어구조사 .....	223
나. 음향조사 .....	227
다. 잠수조사 .....	230
라. 남대천 어류자원조사 .....	233
3. 결과 및 토의 .....	234
가. 어구조사 .....	234
나. 음향조사 .....	251
다. 잠수조사 .....	257
라. 남대천 어류자원조사 .....	269
<b>제 4 절 대상생물의 자원역학 파라미터 .....</b>	<b>275</b>
1. 서론 .....	275
2. 재료 및 방법 .....	276
가. 조피볼락 .....	276
나. 넙치 .....	278
다. 전복 .....	278
3. 결과 및 고찰 .....	280
가. 조피볼락 .....	280
나. 넙치 .....	294
다. 전복 .....	297
<b>제 5 절 대상생물생산 .....</b>	<b>306</b>
1. 서론 .....	306
2. 재료 및 방법 .....	306
가. 해조류 .....	306
나. 어류 .....	311
3. 결과 및 고찰 .....	314
가. 해조류 .....	314
나. 어류 .....	326
<b>제 6 절 울진바다목장 기본계획수립 .....</b>	<b>337</b>
1. 서론 .....	337
2. 울진바다목장해역의 서식지 특성 .....	338

3. 울진바다목장해역의 인문 사회적 특성 .....	344
4. 울진바다목장 기본계획 .....	344
가. 암반패류조성단지 .....	344
나. 사질패류조성단지 .....	344
다. 수서생태체험장 .....	347
라. 수중테마관광단지 .....	348
마. 어항관광단지 .....	348
바. 기타(방류를 통한 가자미류의 자원증대) .....	348
사. 기본계획종합 .....	349
5. 목장해역의 해수유동 .....	355
가. 해상관측소 자료 .....	355
나. 수치모델의 장기과랑산출자료 .....	362
다. 수치계산결과분석 .....	363
<b>참고문헌</b> .....	378

## **제 4 장 바다목장 이용 · 관리** .....

### **제 1 절 서론** .....

### **제 2 절 해역이용 · 관리실태** .....

1. 수산업 실태 .....	385
2. 해역이용 실태 .....	386
3. 어업경영실태 및 가계수입 .....	388
4. 수산물 유통실태 및 양륙항 기초조사 .....	389
5. 유통판매 시설 계획 .....	392
6. 레저 및 관광 편익추정 .....	396
가. 유어낚시 .....	396
나. 관광객 .....	402

### **제 3 절 바다목장 실시계획 수립** .....

1. 주해역 범위 .....	409
2. 바다목장 시설투자계획 수립 .....	410
3. 경제성 분석 .....	417
가. 어업효과 .....	417

나. 관광효과 .....	419
다. 사전 타당성 평가 .....	420
<b>제 4 절 바다목장 이용 · 관리체제 구축 .....</b>	<b>422</b>
1. 바다목장 이용 · 관리체제 .....	422
가. 소유권과 이용 · 관리권 .....	422
나. 이용 · 관리 체제의 방향 .....	423
2. 바다목장 관리 · 이용 조직의 구성 .....	423
3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정 검토 .....	425
<b>제 5 절 결론 .....</b>	<b>427</b>
참고문헌 .....	428
<b>부 록 .....</b>	<b>429</b>

# Contents

List of Tables .....	xl
List of Figures .....	xlvi
<b>General introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapter 1. Ecosystem of the ranching area .....</b>	<b>5</b>
<b>Section 1. Physiological characteristics of the ranching area .....</b>	<b>5</b>
1. Introduction .....	5
2. Materials and methods .....	6
A. Water quality .....	6
B. Sediments .....	7
3. Results and discussion .....	7
A. Water quality .....	7
B. Sediments .....	14
<b>Section 2. Community structure .....</b>	<b>18</b>
1. Introduction .....	18
2. Materials and methods .....	19
A. Microorganism .....	19
B. Phytoplankton .....	20
C. Zooplankton .....	21
D. Soft-bottom macrobenthos .....	21
E. Hard-bottom animals .....	23
F. Seaweeds .....	24
G. Fish and egg larvea .....	25
3. Results and discussion .....	27
A. Microorganism .....	27
B. Phytoplankton .....	32



C. Zooplankton .....	40
D. Soft-bottom macrobenthos .....	49
E. Hard-bottom animals .....	70
F. Seaweeds .....	95
G. Fish and egg larvea .....	121
<b>References</b> .....	129

## **Chapter 2. Habitat improvement** ..... 137

### **Section 1. Bottom topography** ..... 137

1. Introduction .....	137
2. Materials and methods .....	139
A. Field survey .....	139
B. Investigation method .....	140
3. Results and discussion .....	150
A. Depth and topography .....	150
B. Thickness of sediment .....	150
C. Sound and image data on seabed .....	152
D. Sediment composition .....	156

### **Section 2. Artificial reefs** ..... 164

1. Introduction .....	164
2. Materials and methods .....	164
A. Bottom topography .....	164
B. Distribution patterns of artificial reefs .....	166
C. Plants and animals on artificial reefs .....	166
3. Results and discussion .....	166
A. Bottom topography .....	166
B. Distribution patterns of artificial reefs .....	170
C. Plants and animals on artificial reefs .....	179
D. The actual conditions of artificial reefs and suitable site .....	186
E. artificial reefs in due consideration of regional a characteristic .....	187

### **Section 3. Subtidal algal forests** ..... 192

1. Introduction .....	192
2. Materials and methods .....	192
A. P-I curves of dominant seaweeds .....	192
B. Light penetration .....	194
3. Results and discussion .....	194
A. P-I curves of dominant seaweeds .....	194
B. Light penetration .....	195
C. Suitable depth for constructing submarine algal forests .....	195
<b>References</b> .....	204

## **Chapter 3. Marine stock enhancement** ..... 205

### **Section 1. Ecological study of target species** ..... 205

1. Introduction .....	205
2. Materials and methods .....	205
A. Habitat and behavior pattern .....	205
B. Reproduction .....	205
3. Results and discussion .....	1206
A. Habitat and behavior pattern .....	206
B. Reproduction .....	207

### **Section 2. Habitat characteristics of the ranching area** ..... 212

1. Introduction .....	212
2. Materials and methods .....	213
A. Study sites .....	213
B. Catholicization of habitats .....	213
3. Results and discussion .....	215
A. Environmental characteristics of each habitat type .....	215
B. Marine biota of each habitat type .....	218

### **Section 3. Estimation of marine living resources** ..... 223

1. Introduction .....	223
2. Materials and methods .....	223
A. Estimation using fishing gears .....	223

B. Estimation using acoustic telemetry .....	227
C. Estimation using SCUBA diving .....	230
D. Fish stock in Namdaecheon creek .....	233
3. Results and discussion .....	234
A. Estimation using fishing gears .....	234
B. Estimation using acoustic telemetry .....	251
C. Estimation using SCUBA diving .....	257
D. Fish stock in Namdaecheon creek .....	269
<b>Section 4. Population dynamics of target species .....</b>	<b>275</b>
1. Introduction .....	275
2. Materials and methods .....	276
A. Rock <i>Sebastes schlegeli</i> .....	276
B. Flat <i>Paralichys olivaceus</i> .....	278
C. Abalone <i>Nordotis</i> spp. ....	278
3. Results and discussion .....	280
A. Rock <i>Sebastes schlegeli</i> .....	280
B. Flat <i>Paralichys olivaceus</i> .....	294
C. Abalone <i>Nordotis</i> spp. ....	297
<b>Section 5. Target seed production .....</b>	<b>306</b>
1. Introduction .....	306
2. Materials and methods .....	306
A. Seaweed <i>Sargassum horneri</i> .....	306
B. Fish <i>Hexagrammos otakii</i> .....	311
3. Results and discussion .....	314
A. Seaweed <i>Sargassum horneri</i> .....	314
B. Fish <i>Hexagrammos otakii</i> .....	326
<b>Section 6. Master plan of Uljin marine ranching program .....</b>	<b>337</b>
1. Introduction .....	337
2. Habitat characteristics of the area .....	338
3. Sociological characteristics of the area .....	344

4. Action plan for the Uljin marine ranching program .....	344
5. Wave energy of the ranching area .....	355
<b>References</b> .....	378

## **Chapter 4. Utilization and management of marine ranching** .....

<b>Section 1. Introduction</b> .....	383
--------------------------------------	-----

<b>Section 2. Current status of utilization and management of marine ranching</b> .....	385
---	-----

1. Current status of fisheries .....	385
2. Current status of fishing activities in marine ranching area .....	386
3. Current status of fisheries management .....	388
4. Analysis of fisheries marketing .....	389
5. Plan of distribution and sales facilities .....	392
6. Evaluation of leisure & tourism benefits .....	392

<b>Section 3. Implementation plans of marine ranching program</b> .....	409
---	-----

1. Marine ranching site .....	409
2. Investment plans of marine ranching program .....	410
3. Economic evaluation .....	417

<b>Section 4. System establishment on the utilization and management of marine ranching program</b> .....	422
---	-----

1. Utilization and management system .....	422
2. Implementation of utilization and management organization .....	423
3. Marine protected area & fisheries resource management area .....	425

<b>Section 5. Conclusions</b> .....	427
-------------------------------------	-----

<b>References</b> .....	428
-------------------------	-----

# 표 목 차

표 1-1-1.	2005년 2월 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 변화 .....	10
표 1-1-2.	2005년 5월 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 변화 .....	11
표 1-1-3.	2005년 8월 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 변화 .....	12
표 1-1-4.	2005년 울진 바다목장 해역의 퇴적물 입도 .....	16
표 1-1-5.	2005년 울진 바다목장 해역에서 저질환경요인의 계절별 변화 .....	17
표 1-2-1.	PPES-II 배지 조성 (Taga, 1968) .....	20
표 1-2-2.	2005년 2월에 출현한 동물플랑크톤 (개체/m <sup>3</sup> ) .....	42
표 1-2-3.	2005년 5월에 출현한 동물플랑크톤(개체/m <sup>3</sup> ) .....	43
표 1-2-4.	2005년 8월에 출현한 동물플랑크톤(개체/m <sup>3</sup> ) .....	44
표 1-2-5.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 월별 종조성 (2005년도) .....	49
표 1-2-6.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 정점별 종수 (2005년도) .....	50
표 1-2-7.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 월별 개체수 조성 (/m <sup>2</sup> ) (2005년도) .....	52
표 1-2-8.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 정점별 개체수(/m <sup>2</sup> ) (2005년도) .....	53
표 1-2-9.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 월별 생체량 조성 (/m <sup>2</sup> ) (2005년도) .....	55
표 1-2-10.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 정점별 생체량 (/m <sup>2</sup> ) (2005년도) .....	56
표 1-2-11.	연질기저 저서생물 중 개체수 우점종의 분포 .....	57
표 1-2-12.	연질기저 저서생물 중 생체량 우점종의 분포 .....	60
표 1-2-13.	조하대 연질기저 저서생물 군집의 종다양도 .....	62
표 1-2-14.	울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 유사도에 의한 정점군의 특징 .....	66
표 1-2-15.	우리나라 연질기저 저서생물 군집의 특성 .....	68
표 1-2-16.	우리나라 연안에서 조사된 저서동물 중 오염지표종의 서식밀도 .....	70
표 1-2-17.	2005년 5월 수심 3m에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종 .....	77
표 1-2-18.	2005년 5월 수심 7m에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종 .....	81

표 1-2-19. 2005년 8월 3m 수심에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종 .....	86
표 1-2-20. 2005년 8월 수심 7m에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종 .....	90
표 1-2-21. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 개체수 .....	92
표 1-2-22. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 생체량 .....	93
표 1-2-23. 울진 조사지점의 단위면적당 해조류 종류별 습중량(단위:g/m <sup>2</sup> ) .....	99
표 1-2-24. 지점별, 월별 종다양도 지수 .....	113
표 1-2-25. 지점별 월별 종다양도 지수 .....	114
표 1-2-26. 조사해역에서 출현한 자치어의 계절별 평균 출현량 (2005년) .....	127
표 1-2-27. 조사해역에서 출현한 자치어의 정점별 종조성 (2005년) .....	127
표 1-2-28. 조사해역에서 출현한 성어의 종목록 (2005년) .....	128
표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양 .....	142
표 2-1-2. Submetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양 .....	144
표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양 .....	145
표 2-1-4. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치(2004년) .....	148
표 2-1-5. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치(2005년) .....	149
표 2-1-6. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수(2004년) .....	157
표 2-1-7. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수(2005년) .....	158
표 2-2-1. 울진 바다목장 해역의 인공어초 종류별 시설 현황 .....	171
표 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 인공어초 시설 현황 .....	171
표 2-2-3. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류 종조성 및 습중량 (g/m <sup>2</sup> ) .....	180
표 2-2-4. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 종조성 및 습중량(g/m <sup>2</sup> ) .....	181
표 2-2-5. 우리나라 일반어초 현황 .....	186
표 2-2-6. 울진바다목장 인공어초 시설현황 적지조사 면적 .....	187
표 2-3-1. 울진연안에 분포하는 주요 해조류의 광합성 특성 .....	202
표 2-3-2. 울진연안의 해수 중 광량분포 .....	203
표 2-3-3. 울진 연안 주요 우점 해조류의 보상광도 .....	203
표 3-2-1. 서식지유형 구분결과 요약 .....	216
표 3-2-2. Type A에서 출현하는 대표적 저서생물 .....	218
표 3-2-3. Type B에서 출현하는 대표적 저서동물(individual/m <sup>2</sup> ) .....	219
표 3-2-4. Type C에서 출현하는 대표적 저서동물(individual/m <sup>2</sup> ) .....	220

표 3-3-1.	음향 조사를 위한 각 전선의 좌표 및 조사 거리 .....	228
표 3-3-2.	음향 자원 조사에 사용된 시스템 변수들 .....	229
표 3-3-3.	울진 바다목장해역 조하대 암반생물자원 조사정점의 좌표 .....	233
표 3-3-4.	2005년 울진 바다목장해역 저인망에 어획된 어종별 생체량(g) .....	236
표 3-3-5.	2005년 울진 바다목장해역 저인망에 어획된 주요 어종의 체장범위 .....	237
표 3-3-6.	2005년 울진 바다목장해역 자망에 어획된 어종별 생체량(g) .....	239
표 3-3-7.	2005년 울진 바다목장해역 자망에 어획된 주요 어종의 체장범위 .....	239
표 3-3-8.	2005년 울진 바다목장해역 통발에 어획된 어종별 생체량(g) .....	241
표 3-3-9.	2005년 울진 바다목장해역 통발에 어획된 주요 어종의 체장범위 .....	241
표 3-3-10.	2005년 울진 바다목장해역 형망에 어획된 어종목록 .....	242
표 3-3-11.	2005년 울진 바다목장해역 형망에 어획된 주요 어종의 체장범위 .....	243
표 3-3-12.	정치망에 어획된 어류의 목, 과, 종별 출현 종수 .....	244
표 3-3-13.	정치망에 어획된 어류의 개체 수 및 생체량 .....	245
표 3-3-14.	현장 음향 산란강도로부터 추정된 음향 산란체의 길이 분포 .....	256
표 3-3-15.	울진바다목장의 연안 암반과 인공 어초에서 확인된 어종의 크기 및 개체수 .....	258
표 3-3-16.	울진바다목장의 연안 자연암반 확인된 어종 .....	258
표 3-3-17.	울진바다목장의 인공어초에서 확인된 어종 .....	260
표 3-3-18.	울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서무척추동물의 개체수(개체/40m <sup>2</sup> ) 및 생체량(g-wwt/40m <sup>2</sup> ) .....	266
표 3-3-19.	남대천에서 어획된 어류의 목, 과, 종별 출현 종 수 .....	271
표 3-3-20.	남대천에서 채집된 어류의 개체 수 및 출현빈도 .....	272
표 3-3-21.	남대천에서 어획된 조사지점별 우점종 및 아우점종 .....	274
표 3-4-1.	울진 바다목장해역산 조피불락의 월별 성비 .....	288
표 3-4-2.	울진 바다목장해역산 조피불락의 연령군별 평균 윤경 .....	290
표 3-4-3.	울진 바다목장산 조피불락의 연령군별 체장 및 체중의 역계산 추정치 .....	291
표 3-4-4.	울진 바다목장해역산 조피불락 어획물의 연령조성 .....	293
표 3-4-5.	넙치의 연령별 체장 및 체중 자료 .....	294
표 3-4-6.	전복류의 산란기 및 산란 적수온 .....	298
표 3-4-7.	북방전복의 각 연령에 대한 체장 및 생체량 .....	301
표 3-4-8.	먹이 종류에 따른 참전복의 먹이 섭취와 성장 .....	304
표 3-4-9.	방류 1년 후에 있어서의 방류 수심별 생존율과 2년 후의 성장률 .....	305
표 3-5-1.	일령에 따른 쥐노래미 자어의 먹이 공급계열 .....	333
표 3-5-2.	쥐노래미 치어의 사료계수 및 일간성장율 .....	336

표 3-6-1.	울진바다목장에 투입되는 시설물의 종류 .....	354
표 3-6-2.	울진바다목장에 투입되는 방류어의 종류 .....	354
표 3-6-3.	왕돌초 등표에 설치된 센서의 용도 및 제원 .....	355
표 3-6-4.	왕돌초 등표에서 관측된 유의파고와 주기 .....	361
표 3-6-5.	년별 및 월별에 따른 평균 유의파고 및 주기 .....	365
표 3-6-6.	월별에 따른 평균 유의파고 급간별 분포 .....	366
표 3-6-7.	재현기간동안에 급간별 유의 파고 및 주기분포 .....	366
표 3-6-8.	년별 및 월별에 대하여 파향에 따른 최대파고와 주기 및 일시 .....	367
표 3-6-9.	태풍내습으로 인한 최대유의파고 순위 .....	373
표 3-6-10.	수치 입력에 사용된 태풍목록 및 최대유의파고 및 주기 .....	374
표 4-2-1.	울진지역 어가 및 어업인구 현황 .....	385
표 4-2-2.	울진바다목장해역 어가 및 어업인구 현황 .....	385
표 4-2-3.	울진바다목장해역 어업권 및 어선세력 현황 .....	386
표 4-2-4.	울진바다목장해역 어선어업 현황 .....	387
표 4-2-5.	울진바다목장해역 어선어업 형태별 주어기 .....	387
표 4-2-6.	어선어업의 자산 및 부채 .....	388
표 4-2-7.	어선어업의 수지 및 가계수익 .....	388
표 4-2-8.	설문지 회수 현황 .....	389
표 4-2-9.	울진지역 설문대상자의 인구통계학적 특징 .....	396
표 4-2-10.	출조지역 .....	397
표 4-2-11.	출조장소 .....	397
표 4-2-12.	출조지역 선호이유 .....	397
표 4-2-13.	연간 출조 횟수 .....	397
표 4-2-14.	울진 출조 횟수 .....	398
표 4-2-15.	낚시 여행지 결정 중요 요소 .....	398
표 4-2-16.	낚시에 투자하는 시간과 금액 .....	398
표 4-2-17.	낚시 여행 타입 .....	398
표 4-2-18.	동반 여행객 수 .....	399
표 4-2-19.	동반객 유형 .....	399
표 4-2-20.	출조 기간 및 실제 낚시하는 시간 .....	399
표 4-2-21.	이용한 숙박시설 .....	400
표 4-2-22.	총 여행시간 및 이용 교통수단 .....	400
표 4-2-23.	1인당 출조경비 .....	400
표 4-2-24.	항목별 금액 평균 및 비율 .....	400



표 4-2-25. 주요 어획 어종 .....	400
표 4-2-26. 1회 출조 시 어획량 .....	401
표 4-2-27. 필요한 편의시설(다중응답) .....	401
표 4-2-28. 바다목장 조성 혜택에 대한 의견 .....	402
표 4-2-29. 바다목장 방문 의향 .....	402
표 4-2-30. 희망 방문 횟수 .....	402
표 4-2-31. 울진지역 설문대상자의 인구통계학적 특징 .....	403
표 4-2-32. 방문 횟수 .....	404
표 4-2-33. 동반자 유형 .....	404
표 4-2-34. 동반자 수 .....	404
표 4-2-35. 교통수단 .....	404
표 4-2-36. 소요시간 .....	405
표 4-2-37. 방문 유형 .....	405
표 4-2-38 숙박시설 .....	405
표 4-2-39. 방문 목적(다중응답) .....	405
표 4-2-40. 목적지 선택의 중요도 .....	406
표 4-2-41. 1인당 여행경비 .....	406
표 4-2-42. 항목별 금액 평균 및 비율 .....	406
표 4-2-43. 재방문 의사 .....	406
표 4-2-44. 재방문 의사가 없는 이유 .....	407
표 4-2-45. 바다목장 인지도 .....	407
표 4-2-46. 바다목장 방문 의향 .....	407
표 4-2-47. 희망 방문횟수 .....	407
표 4-2-48. 희망 동반자 .....	408
표 4-2-49 희망 방문시기 .....	408
표 4-2-50. 희망 방문기간 .....	408
표 4-2-51. 희망 소비금액 .....	408
표 4-3-1. 울진바다목장 사업의 추진단계 .....	410
표 4-3-2. 울진바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획 .....	411
표 4-3-3. 울진해역 바다목장 사업의 어장조성시설 투자계획 .....	412
표 4-3-4. 울진해역 바다목장 사업의 관광시설 투자계획 .....	413
표 4-3-5. 울진해역 바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획 .....	415
표 4-3-6. 울진해역 바다목장 사업의 연구개발 투자계획 .....	416
표 4-3-7. 울진바다목장 사업의 어업효과 .....	418

표 4-3-8.	울진바다목장 사업의 관광효과 .....	420
표 4-3-9.	울진바다목장 사업의 경제적 타당성 분석 .....	421
표 4-4-1.	울진바다목장 관리이용협의회 .....	

# 그림 목 차

그림 1-1-1.	울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 조사정점	6
그림 1-1-2.	2005년 울진 바다목장 해역에서 월별 물리, 화학적 환경요인의 변화	13
그림 1-1-3.	2005년 울진 바다목장 해역에서 월별 화학적 환경요인의 변화	15
그림 1-1-4.	2005년 울진 바다목장 해역에서 저질환경요인의 계절별 변화	17
그림 1-2-1.	울진 바다목장해역 조사정점	19
그림 1-2-2.	울진 바다목장의 연결기저 저서생물 군집의 조사정점	22
그림 1-2-3.	울진 바다목장 해역 암반 부착동물 및 해조류 정점	23
그림 1-2-4.	조사지점을 나타내는 육상에서 바라본 현장 사진	26
그림 1-2-5.	울진바다목장 해역의 정점도	27
그림 1-2-6.	2005년 2월, 5월과 8월 울진 바다목장 해역의 총균수	28
그림 1-2-7.	2005년 2월, 5월과 8월 울진 바다목장 해역의 생균수	30
그림 1-2-8.	2005년 2월, 5월과 8월 울진 바다목장 해역의 종조성	31
그림 1-2-9.	2005년 2월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 식물플랑크톤 현존량	33
그림 1-2-10.	2005년 2월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 chlorophyll-a 값	33
그림 1-2-11.	2005년 2월 울진 바다목장 해역 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화와 chlorophyll-a 값 변화 비교	34
그림 1-2-12.	2005년 5월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 식물플랑크톤 현존량	35
그림 1-2-13.	2005년 5월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 chlorophyll-a 값	35
그림 1-2-14.	2005년 5월 울진 바다목장 해역 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화와 chlorophyll-a 값 변화 비교	36
그림 1-2-15.	2005년 8월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 식물플랑크톤 현존량	37
그림 1-2-16.	2005년 8월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 chlorophyll-a 값	37
그림 1-2-17.	2005년 8월 울진 바다목장 해역 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화와 chlorophyll-a 값 변화 비교	38
그림 1-2-18.	2005년 2월의 동물플랑크톤 개체수 변동	45
그림 1-2-19.	2005년 5월의 동물플랑크톤 개체수 변동	45
그림 1-2-20.	2005년 8월의 동물플랑크톤 개체수 변동	46
그림 1-2-21.	2005년 2월의 동물플랑크톤 군집 분석	46
그림 1-2-22.	2005년 5월의 동물플랑크톤 군집 분석	47
그림 1-2-23.	2005년 8월의 동물플랑크톤 군집 분석	48
그림 1-2-24.	울진 바다목장의 연결기저 저서생물 군집의 계절별 종수 (2005년도)	51

그림 1-2-25. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 계절별 개체수 (2005년도) .....	54
그림 1-2-26. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 계절별 생체량 (2005년도) .....	57
그림 1-2-27. 연질기저 저서생물 중 개체수 우점종의 분포(2005년도) .....	58
그림 1-2-28. 연질기저 저서생물 중 우점종의 월별 개체수 변화 .....	59
그림 1-2-29. 연질기저에서 우점적인 저서생물의 생체량 분포 (2005년도 종합) .....	61
그림 1-2-30. 조하대 연질기저 저서동물 군집의 정점별 종다양도 (2005년 종합) .....	62
그림 1-2-31. 조하대 연질기저 저서생물군집의 총종다양도의 계절별 변화 (2005년 종합) .....	63
그림 1-2-32. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 유사도 .....	64
그림 1-2-33. 울진 바다목장 연질기저 저서생물군집의 유사도에 의한 해역의 구분 .....	65
그림 1-2-34. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	71
그림 1-2-35. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 계절에 따른 분류군별 출현 종수의 변화 .....	71
그림 1-2-36. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 분류군별 출현 개체수 .....	72
그림 1-2-37. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 계절에 따른 분류군별 출현 개체수의 변화 .....	72
그림 1-2-38. 2005년 5월에 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	73
그림 1-2-39. 2005년 5월에 채집된 저서동물의 분류군별 개체수 .....	73
그림 1-2-40. 2005년 5월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	74
그림 1-2-41. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화 .....	74
그림 1-2-42. 2005년 5월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수 .....	75
그림 1-2-43. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화 .....	75
그림 1-2-44. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화 .....	76
그림 1-2-45. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화 .....	76
그림 1-2-46. 2005년 5월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	78
그림 1-2-47. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화 .....	78
그림 1-2-48. 2005년 5월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수 .....	79

그림 1-2-49. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화 .....	79
그림 1-2-50. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화 .....	80
그림 1-2-51. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화 .....	80
그림 1-2-52. 2005년 8월에 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	82
그림 1-2-53. 2005년 8월에 채집된 저서동물의 분류군별 개체수 .....	82
그림 1-2-54. 2005년 8월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	83
그림 1-2-55. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화 .....	83
그림 1-2-56. 2005년 8월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수 .....	84
그림 1-2-57. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수의 변화 .....	84
그림 1-2-58. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화 .....	85
그림 1-2-59. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화 .....	85
그림 1-2-60. 2005년 8월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수 .....	87
그림 1-2-61. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화 .....	87
그림 1-2-62. 2005년 8월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수 .....	88
그림 1-2-63. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수의 변화 .....	88
그림 1-2-64. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화 .....	89
그림 1-2-65. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화 .....	89
그림 1-2-66. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 개체수 및 생체량 .....	91
그림 1-2-67. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 계절에 따른 개체수 변화 .....	91
그림 1-2-68. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 계절에 따른 생체량 변화 .....	93

그림 1-2-69. 동해안 암반조간대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물의 지역별 출현 종수 .....	94
그림 1-2-70. 동해안 암반조간대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물의 지역별 출현 개체수 .....	94
그림 1-2-71. 동해안 암반조간대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물 군집의 지역별 다양도 .....	95
그림 1-2-72. 조간대에서의 조사지점별 해조류 상관 .....	96
그림 1-2-73. 2005년 8월 각 지점별 조하대 해조식생 .....	97
그림 1-2-74. 울진해역 지점별, 월별, 수심 3m에서의 해조류의 현존량 .....	106
그림 1-2-75. 울진해역 지점별, 월별, 수심 7m에서의 해조류의 현존량 .....	107
그림 1-2-76. 울진해역 지점별, 월별, 수심 3m에서의 해조류의 분류군별 현존량. ....	108
그림 1-2-77. 울진해역 지점별, 월별, 수심 7m에서의 해조류의 분류군별 현존량 .....	109
그림 1-2-78. 2005년 11월 각 지점별 3m에서 현장 채집된 해조류 .....	110
그림 1-2-79. 2005년 11월 각 지점별 7m에서 현장 채집된 해조류 .....	111
그림 1-2-80. 지점별과 수심별로 나타난 종다양도의 월별 변화 .....	112
그림 1-2-81. 울진해역의 대조구로서 삼척호산과 종다양도로 나타난 해조생태의 건강성 비교 .....	113
그림 1-2-82. 조사해역에 출현한 자치어의 계절별 출현종수 분포 (2005년) .....	123
그림 1-2-83. 조사해역에서 출현한 자치어의 계절별 출현량 분포 (2005년) .....	124
그림 1-2-84. 멸치 자치어의 계절별 분포 (2005년) .....	125
그림 1-2-85. 청보리멸, 돛양태류, 까나리 자치어의 계절별 분포 (2005년) .....	126
그림 2-1-1. 울진 바다목장 조사구역도 .....	138
그림 2-1-2. 현장조사 항적도(2004년 및 2005년) .....	139
그림 2-1-3. 현장 해양조사 모식도 .....	140
그림 2-1-4. DGPS 연안 보정 기지국 위치 및 범위 .....	141
그림 2-1-5. 다중빔 음향 측심장비 구성도 .....	143
그림 2-1-6. 조사기간(2004년) 동안의 후포항 조위 .....	143
그림 2-1-7. 사이드 스캔 소나 조사 개념도 .....	145
그림 2-1-8. 조사지역의 표층퇴적물 시료 채취 위치도 .....	147
그림 2-1-9. 울진 바다목장 조사구역의 수심 분포 .....	151
그림 2-1-10. 울진 바다목장 조사구역의 퇴적층 분포 .....	152
그림 2-1-11. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 음향영상 결과 .....	154
그림 2-1-12. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 음향영상 해석 .....	155
그림 2-1-13. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 암반 분포 .....	156

그림 2-1-14.	울진 바다목장 조사구역의 모래 함량 분포 .....	159
그림 2-1-15.	울진 바다목장 조사구역의 뽕 함량 분포 .....	160
그림 2-1-16.	울진 바다목장 조사구역의 표층퇴적물 평균입도( $\phi$ ) 분포도 .....	161
그림 2-1-17.	울진 바다목장 조사구역의 표층퇴적물 분급도( $\phi$ ) 분포 .....	162
그림 2-2-1.	울진 바다목장의 조사해역도 및 조사위치도 .....	165
그림 2-2-2.	울진 바다목장 해역의 해저경사도 .....	167
그림 2-2-3.	울진 바다목장 해역의 수심 및 경사도 .....	168
그림 2-2-4.	울진 바다목장 해역의 저질 및 암반분포도 .....	169
그림 2-2-5.	울진 바다목장 해역의 저질 입도 분석 .....	170
그림 2-2-6.	울진 바다목장 해역내에 시설된 인공어초 시설도 .....	175
그림 2-2-7.	울진 바다목장 해역내에 있는 인공어초 종류별 시설 면적비 .....	176
그림 2-2-8.	울진 바다목장 해역에 Side scan sonar으로 조사된 인공어초 .....	177
그림 2-2-9.	울진 바다목장 해역에 Side scan sona와 Multi-beam으로 조사된 인공어초 어장시설상태 .....	178
그림 2-2-10.	울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 출현종수 .....	182
그림 2-2-11.	울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 출현 개체수 .....	183
그림 2-2-12.	울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 습중량 .....	183
그림 2-2-13.	울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경(10월) .....	184
그림 2-2-14.	울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경(1월) .....	185
그림 2-2-15.	동해안 모래지대에 적합한 레저형 인공어초 모델 .....	189
그림 2-3-1.	울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(1, 2월) .....	196
그림 2-3-2.	울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(3, 4월) .....	197
그림 2-3-3.	울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(5, 6월) .....	198
그림 2-3-4.	울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(7, 8월) .....	199
그림 2-3-5.	울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(9, 10월) .....	200
그림 2-3-6.	울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(11, 12월) .....	201
그림 3-1-1.	수심 20~35m의 암반에 붙어있는 쥐노래미 성어 .....	207
그림 3-1-2.	인공어초위에 붙어있는 부채빨산호 사이에 부착된 쥐노래미 난 .....	209
그림 3-1-3.	11월 채집된 쥐노래미 암컷의 체장에 따른 생식소 중량지수와 간 중량 지수 .....	210
그림 3-1-4.	동해안과 서해안에서 채집된 쥐노래미 .....	211

그림 3-1-5.	쥐노래미 수정 과정 .....	211
그림 3-2-1.	바다목장사업에서 대상종의 서식특성과악연구의 중요성을 설명하는 모식도 .....	212
그림 3-2-2.	울진바다목장해역 서식특성 격자조사 정점도 .....	214
그림 3-2-3.	울진바다목장해역의 수심 및 암반 분포도 .....	216
그림 3-2-4.	울진바다목장해역의 서식지 유형 구분 및 각 유형 전경 .....	217
그림 3-3-1.	울진 바다목장해역 연성저질 생물자원 조사해역도 .....	224
그림 3-3-2.	패류자원조사에 사용된 형망어구 .....	225
그림 3-3-3.	울진 정치망 어구의 조사 지점 .....	226
그림 3-3-4.	울진바다목장의 음향 자원조사 정선 .....	227
그림 3-3-5.	음향 자원조사를 위한 예인체 설치, 음향 센서 및 저장 시스템 .....	229
그림 3-3-6.	울진바다목장의 어류상 및 수산자원현황 조사 정점 .....	231
그림 3-3-7.	울진바다목장해역 조하대 암반생물자원 조사정점 .....	232
그림 3-3-8.	남대천 지역의 조사 지점 .....	233
그림 3-3-9.	어류자원조사에 사용된 소형저인망 .....	234
그림 3-3-10.	어류자원조사에 사용된 자망 .....	237
그림 3-3-11.	어류자원조사에 사용된 통발 .....	240
그림 3-3-12.	정치망에 어획된 어류의 분류군별 출현빈도 .....	244
그림 3-3-13.	정치망에 어획된 어류의 개체수 출현빈도 .....	248
그림 3-3-14.	정치망에 어획된 어류의 생체량 출현빈도 .....	248
그림 3-3-15.	정치망에 어획된 어류의 출현 종수, 개체수, 다양도지수(H') 및 수온. ....	249
그림 3-3-16.	음향 정선 1, 2의 수직분포도 .....	252
그림 3-3-17.	음향 정선 7, 8의 수직분포도 .....	252
그림 3-3-18.	음향 정선 13, 14의 수직분포도 .....	253
그림 3-3-19.	음향 정선 17, 18의 수직분포도 .....	253
그림 3-3-20.	음향 조사를 통한 모든 정선에서의 어군 분포 .....	254
그림 3-3-21.	조사 해역의 남·북쪽 해역에서 관측된 현장 음향 산란강도의 분포 .....	255
그림 3-3-22.	울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 1월) .....	261
그림 3-3-23.	울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 5월) .....	262
그림 3-3-24.	울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 8월) .....	263
그림 3-3-25.	울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 11월) .....	264
그림 3-3-26.	울진바다목장해역 조하대 암반무척추동물의 종별·정점별 출현밀도 .....	267
그림 3-3-27.	울진바다목장해역 조하대 암반무척추동물의 종별·정점별 출현밀도 .....	268
그림 3-3-28.	울진바다목장해역 조하대 암반무척추동물의 종별·계절별 출현밀도 .....	269



그림 3-3-29.	남대천에서 어획된 어류의 출현빈도 .....	274
그림 3-4-1.	울진바다목장해역의 전복 개체군 관련 조사 정점도 .....	280
그림 3-4-2.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 성숙도 변화 .....	281
그림 3-4-3.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 생식소중량 지수(GSI) 변화 .....	282
그림 3-4-4.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 간중량 지수(HSI) 변화 .....	283
그림 3-4-5.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 난경 변화 .....	284
그림 3-4-6.	울진 바다목장해역산 조피볼락 난소의 조직학적 변화 .....	286
그림 3-4-7.	울진 바다목장해역산 조피볼락 정소의 조직학적 변화 .....	287
그림 3-4-8.	울진 바다목장해역에서 어획된 조피볼락의 체장조성 .....	289
그림 3-4-9.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 이석반경(R)과 윤경(r)간의 관계 .....	290
그림 3-4-10.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 이석반경(R)과 전장(TL)간의 관계 .....	291
그림 3-4-11.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 체장과 체중간의 관계 .....	292
그림 3-4-12.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 von Bertalanffy 성장곡선 .....	292
그림 3-4-13.	울진 바다목장해역산 조피볼락의 연령조성에 의한 어획물 곡선 .....	293
그림 3-4-14.	넙치의 체장과 체중간의 관계 .....	295
그림 3-4-15.	넙치의 von Bertalanffy 성장곡선 .....	296
그림 3-4-16.	북방전복의 수온에 따른 생식소 중량지수의 변화 .....	298
그림 3-4-17.	울진바다목장해역에서 출현하는 전복 체장과 생체량의 관계 .....	300
그림 3-4-18.	우리나라 연안에서 출현하는 전복류의 연령에 따른 각장 .....	300
그림 3-4-19.	울진바다목장해역 북방전복의 von Bertalanffy 성장곡선 .....	301
그림 3-4-20.	울진바다목장해역에서 출현한 북방전복의 연령구성 빈도 .....	302
그림 3-4-21.	전복의 종별 각장과 방류시 연간 생존율 .....	305
그림 3-5-1.	모조 채집지점 (울진군 후포면 삼울리) .....	310
그림 3-5-2.	팽생이모자반 모조 .....	310
그림 3-5-3.	실내배양 실험 .....	311
그림 3-5-4.	주문진 연근해의 연간 수온변화 .....	313
그림 3-5-5.	쥐노래미 사육용 순환여과시스템 .....	313
그림 3-5-6.	쥐노래미 부화기간 동안의 수온변화 .....	314
그림 3-5-7.	쥐노래미의 성장률 평가를 위한 사육수온 .....	314
그림 3-5-8.	수온 5~20℃ 범위 내에서는 광량에 따라 70.2~85.7%의 발아율 .....	315
그림 3-5-9.	서로 다른 수온과 광량에 따른 배우체의 성장과 성숙변화 .....	317
그림 3-5-10.	서로 다른 수온과 광량에 따른 암배우체의 총 세포수와 성숙률 .....	318
그림 3-5-11.	팽생이모자반 배아의 길이생장에 대한 온도 및 조도의 영향 .....	319
그림 3-5-12.	조도별 팽생이모자반 배아의 길이생장에 대한 온도의 영향 .....	320

그림 3-5-13. 조도별 팽생이모자반 배아생장에 대한 온도의 영향 .....	321
그림 3-5-14. 온도별 팽생이모자반 배아생장에 대한 조도의 영향 .....	322
그림 3-5-15. 팽생이모자반 배아생장에 대한 광주기의 영향 .....	324
그림 3-5-16. 팽생이모자반 배아생장에 대한 광질의 영향 .....	325
그림 3-5-17. 자연산을 채집하여 순치사육중인 쥐노래미 어미 .....	327
그림 3-5-18. 쥐노래미 생식소중량지수와 간중량지수를 측정하기 위한 실험 .....	328
그림 3-5-19. 쥐노래미 수정란 발생 및 부화자어의 형태 .....	329
그림 3-5-20. 쥐노래미 부화조 및 채란상 .....	330
그림 3-5-21. 점액질을 제거한 난의 발생과정 .....	331
그림 3-5-22. 쥐노래미 사육을 위한 시설 및 먹이생물 .....	333
그림 3-5-23. 쥐노래미 자어 사육시 수온변화 .....	334
그림 3-5-24. 쥐노래미의 성장 .....	336
그림 3-6-1. 울진바다목장해역의 위치도 .....	340
그림 3-6-2. 울진바다목장의 북쪽 해안의 지형도 .....	341
그림 3-6-3. 울진바다목장의 남쪽 해안의 지형도 .....	342
그림 3-6-4. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 음향영상 해석 .....	343
그림 3-6-5. 울진바다목장해역내 시설된 어초의 분포도 .....	344
그림 3-6-6. 울진바다목장해역 목장조성기본계획 .....	346
그림 3-6-7. 울진바다목장 기본계획(암반패류조성단지) .....	347
그림 3-6-8. 울진바다목장 기본계획(수중생태체험장) .....	350
그림 3-6-9. 울진바다목장 기본계획(수중테마관광단지) .....	351
그림 3-6-10. 울진바다목장 기본계획(어항관광단지) .....	352
그림 3-6-11. 울진바다목장 개념도 .....	353
그림 3-6-12. 왕돌초 등표의 전경 .....	356
그림 3-6-13. 왕돌초 등표에서 관측된 유의파고와 주기 시계열 .....	358
그림 3-6-14. 통계분석에 사용된 연안격자점의 위치 .....	363
그림 4-2-2. 어업인들의 유통경로 .....	389
그림 4-2-2. 어업인들의 기존 판매경로에 대한 만족도 .....	390
그림 4-2-3. 기존 판매경로의 문제점 .....	390
그림 4-2-4. 자연산 혹은 양식산과의 품질 및 가격차별화 가능성 .....	391
그림 4-2-5. 직거래의 필요성 .....	391
그림 4-2-6. 자연산, 양식산, 목장산, 수입산의 어류 품질 예상 평가 .....	392
그림 4-2-7. 직판장의 필요성 .....	393
그림 4-2-8. 직판장에 필요한 형태와 기능 .....	393

그림 4-2-9. 직판장에 기대하는 것 .....	394
그림 4-2-10. 직판장의 운영주체 .....	394
그림 4-2-11. 직판장의 거래방법 .....	395
그림 4-2-12. 직판장의 후보지 .....	395
그림 4-3-1. 울진바다목장 구획도 .....	409

# 종합서론

---

# 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 남획자원을 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 수산 종묘의 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 목장으로서 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 국립수산물품질관리원과 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 2차년도 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) 환경·생태분야 2) 어장·자원 조성 분야, 3) 이용·관리 분야로 나누었으며, 해역별 주요 연구 개발 내용은 아래와 같다.

#### 첫째, 동해 울진 바다목장

- 바다목장 기반조성 2차년도 사업으로 어장조성 및 자원조성 분야 기술 연구
  - 목장해역의 환경특성 파악
  - 해저지형도 작성 및 기존 어초조사

- 현존 유용 자원량 조사
- 목장조성 기본계획 수립
- 바다목장 이용·관리에 대한 연구
  - 바다목장 투자계획 수립
  - 바다목장 관리체제 기본계획 수립

둘째, 서해 태안해역 바다목장

- 바다목장 기반조성 2차년도 사업으로 어장조성 및 자원조성 분야 기술 연구
  - 목장해역의 환경특성 파악
  - 생태계 구성요소 파악
  - 해저지형도 작성 및 기존 어초조사
  - 현존 유용 자원량 조사
  - 목장조성 기본계획 수립
- 바다목장 이용·관리에 대한 연구
  - 바다목장 투자계획 수립
  - 바다목장 관리체제 기본계획 수립

셋째, 제주 북제주해역 바다목장

- 바다목장 기반조성 2차년도 사업으로 어장조성 및 자원조성 분야 기술 연구
  - 목장해역의 환경특성 파악
  - 해저지형도 작성 및 기존 어초조사
  - 현존 유용 자원량 조사
  - 목장조성 기본계획 수립
- 바다목장 이용·관리에 대한 연구
  - 바다목장 투자계획 수립
  - 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 연안

의 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.



# 제 1 장 환경 · 생태 특성

---

제 1 절 환경특성

제 2 절 생물군집특성

참고문헌

# 제 1 장 환경 · 생태특성

## 제 1 절 환경특성

### 1. 서론

해양생태계의 구성요소는 물리·화학적 환경요인과 생산자, 소비자, 분해자등 생물학적 요인이며, 이들이 하나의 계(system)를 이루어 상호 작용 및 반작용으로 생태학적인 기능을 발휘하고 있다. 특히 연안해역의 물질 순환은 질소 및 인과 같은 주요 영양염류와 각종 미량 원소 등이 기초 생산자에 의해 광합성을 통한 유기질 형태로 합성되면서 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 받는 동시에 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 되어 바닥과 인접한 저층수에 저산소층 내지 무산소층을 만든다. 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 조사하여야 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.

환경특성조사의 경우, '04'년도 사업기간 중 수행된 2005년 2월 자료는 분석에 소요되는 시간등의 이유로 '04'년도 보고서에 수록되지 못했기 때문에 금년도 보고서에 추가로

수록하였다. 또한 '05'년도 사업기간 중 수행된 2005년 11월 자료는 분석시간등의 이유로 내년도 사업보고서에 첨부할 계획이다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 수질환경

울진 바다목장해역에 대하여 15개 정점을 선정하여 2005년 2월, 5월, 8월에 현장조사 및 시료를 채취하였다(그림 1-1-1). 표층해수는 수심 0.3m에서, 저층해수는 바닥에서 1m 상층에서 채수하였다. 수온, 염분, 수소이온농도(pH)는 CTD(Itraunaut)로 현장에서 측정하였으며, 용존산소(DO)는 winkler-azide 변법으로 측정하였다. 부유물질(SS)은 해수 1~2L를 유리섬유 여과지(GF/F filter, 47mm)로 여과한 후 여과 전후의 무게차이로 측정하였다(해양수산부, 2002). 화학적산소요구량(COD)은 알칼리성 과망간산칼륨법으로 측정하였다. 총질소(TN)는 시료 20ml에  $K_2S_2O_8$  10g과  $H_3BO_3$  6g을 0.075M NaOH 1L에 첨가한 산화용액 10mL 첨가하고 120℃ 2기압에서 30분간 가열 분해한 후, Cu-Cd 칼럼을 이용한 아질산환원법으로 분석하였다. 총인(TP)은 시료 50ml에 4% 과황산칼륨용액 10mL 첨가하고 120℃에서 30분간 가열 분해한 후 Ascorbic acid를 사용한 몰리브덴청법으로 분석하였다.

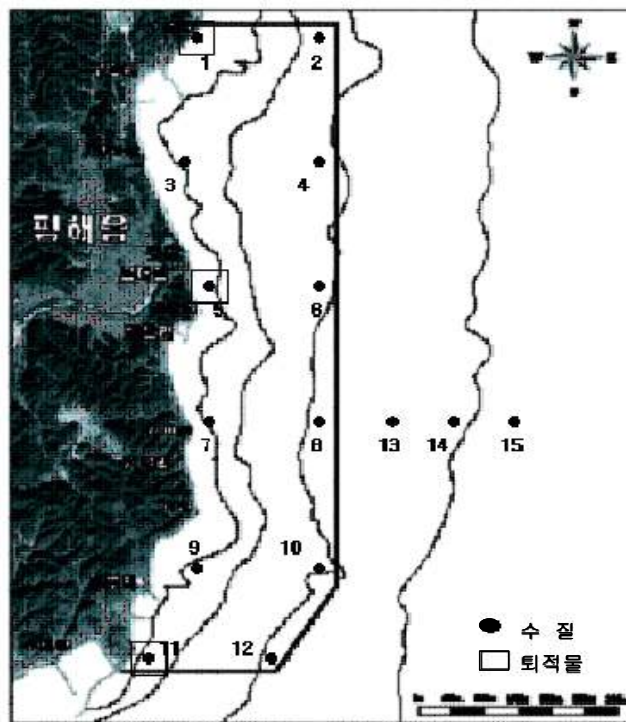


그림 1-1-1. 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 조사정점.

## 나. 퇴적환경

표층 퇴적물을 대상으로 2005년 2월, 5월, 8월에 울진 바다목장화 해역의 3개 정점(정점 1, 5, 11)에 대하여 표층 퇴적물을 채취하여 해양환경 공정시험법(해양수산부, 2002)에 의거해 분석을 실시하였다.

입도는 Sedigraph(입도분석기)를 이용하여 분석하였으며 함수율(water content)은 퇴적물의 습시료 일정량을 취하여 60℃에서 2일 이상 건조시킨 다음 항량이 될 때까지 건조하여 건조 전 무게와 건조 후 무게차이로 측정하였다. 강열감량(IL)은 시료 약 5g을 110℃에서 항량으로 건조한 무게와 550℃의 온도로 2시간 가열한 후의 무게차이로 측정하였다. COD은 퇴적물 습시료 약 1g을 정확히 취한 후 알칼리성 과망간산칼륨법으로 정량하였다. 산취발성 황화물(acid volatile sulfide, AVS)함량은 퇴적물 습시료 약 2g을 취한 다음 검지관법으로 정량하였다.

## 3. 결과 및 토의

### 가. 수질환경

월별 물리 및 화학적 환경요인 조사 결과를 표 1-1-1, 표 1-1-2 및 표 1-1-3 그리고 그림 1-1-2 및 1-1-3에 나타내었다.

#### (1) 수온

2005년 2월의 표층수온은 9.97~11.11℃의 범위를 보였으며, 평균수온은 10.8℃였다. 표층은 전 조사정점이 동한난류의 영향을 받아 공간적인 수온변화가 크게 나지 않았다. 저층수온은 2.54~10.77℃의 범위를 보였으며, 평균수온은 7.4℃였다. 조사해역에서 표·저층간의 평균 수온차이는 3.4℃를 보였다. 울진 바다목장 해역은 연안에서 근해로 갈수록 수심이 급격하게 깊어지는 지형구조를 가지고 있어 연안정점(1, 3, 5, 7, 9점)들은 수심 15m 내에 위치하며, 전 수층이 동한난류의 영향을 받아 표·저층간의 수온차이가 1.5℃내외로 차이가 크게 나지 않는다. 반면 그 외 정점들은 수심 50~100m에 위치하여 상층은 동한난류의 영향을 받지만 저층은 표층으로부터 침하된 북한난류의 영향을 받음으로서 이들 정점에서는 표·저층간의 수온차이가 최대 7℃정도로 크게 나타나며 25~30m 수층에 수온약층이 나타났다.

2005년 5월의 표층수온은 12.85~15.42℃의 범위를 보였으며 평균은 14.2℃였다. 저층수온은 4.05~13.12℃의 범위를 보였으며 평균 9.4℃였다. 연안정점들은 연직혼합에 의해 표·저층간의 수온차이가 4.9℃내외로 차이가 있었다. 대부분의 정점에서는 큰 차이가 없었으나 가장 외측인 13, 14, 15 정점에서 표·저층 간에 큰 차이를 나타내었다.

2005년 8월의 표층수온은 20.16~23.99℃의 범위를 보였으며 평균은 22.5℃였다. 저층수온은 5.20~21.71℃의 범위를 보였으며 평균 12.8℃였다. 대부분의 정점에서 표층은 동한난류의 영향으로 높은 수온을 나타냈으나 수심이 깊어지는 외해 정점들의 저층은 북한 난

류의 영향으로 받고 있으며 최대 18.6℃로 큰 수온차이를 나타내었다. 2월과 5월에 비해 8월의 표층수온이 높은 것은 동한난류의 세력 증가와 태양 일사량의 증가에 따른 것이며, 표층수온의 증가로 인해 8월에 표·저층 간의 수온차이가 큰 것으로 나타났다.

## (2) 염분

2005년 2월의 표층염분은 34.08~34.43ppt의 범위를 보였으며, 평균 34.3ppt로 나타났다. 저층염분은 34.05~34.44ppt의 범위를 보였으며, 평균 34.2ppt였다. 표층의 공간적 차이가 0.35였으며 저층에서는 공간적 차이가 0.39로 유사하게 나타났다. 연안정점은 수심 15m 내외로서 전 수층의 연직혼합에 의해 균일한 분포를 보이고 있어 염분약층(halocline)은 거의 형성되지 않았다.

2005년 5월의 표층 염분은 34.19~34.67ppt의 범위를 보였으며, 평균 33.0ppt였다. 저층 염분은 34.01~34.32ppt의 범위를 보였으며 평균 34.2ppt였다. 염분의 수평분포 차이는 표층에서 0.48이었으며, 저층에서 0.3로 나타났다.

2005년 8월의 표층 염분은 32.72~33.34ppt의 범위를 보였으며, 평균 33.0ppt였다. 저층 염분은 32.56~33.88ppt의 범위를 보였으며 평균 33.4ppt였다. 염분의 수평분포 차이는 표층에서 0.62였으며, 저층에서 1.32로 나타났다. 2월과 5월에 비해 8월의 평균 염분 농도가 낮은 것은 2월과 5월에 비해 강수량이 많았기 때문에 남대천에서의 담수유입이 증가했기 때문이라 생각된다.

## (3) pH

pH는 2월에 표층 8.04~8.29의 범위를 보였으며 평균 8.2를 나타내었고, 저층은 7.95~8.11의 범위로 평균 8.0을 나타내었다. 정점별, 수층별로 pH는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 표층이 저층에 비해 평균 0.15 높은 값을 나타내었다.

2005년 5월에 표층 7.90~8.29로 평균 8.1을 보였고, 저층은 7.96~8.12로 평균 8.1를 나타내었다. 염분의 수평분포는 표층에서 0.39를 나타냈으며 저층은 0.16을 나타내었다. 표층 평균이 저층에 비해 0.05 높은 값을 나타내었다.

2005년 8월에 표층 8.06~8.11로 평균 8.1을 보였고, 저층은 8.10~8.15로 평균 8.1을 나타내었다. 염분의 수평분포는 표층과 저층에서 0.05를 나타냈으며 저층 평균이 표층에 비해 0.02 높은 값을 나타내었다. 계절별로 수층과 정점에 따라 pH의 변화는 크지 않는 것으로 나타났다.

## (4) 용존산소량

용존산소량은 2월 표층에서 7.92~8.43mg/L로 평균 8.1mg/L를 보였고, 저층에서 8.10~8.41mg/L로 평균 8.3mg/L를 보였다. 수층별로는 표층이 저층에 비해 다소 낮은 값을 보였

으며 정점별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

5월은 표층에서 7.05~8.97mg/L로 평균 7.9mg/L를 보였고, 저층에서 8.03~9.63mg/L로 평균 8.8mg/L를 보여 표층 보다는 저층의 평균값이 0.84mg/L 높은 값을 나타내었다. 정점별 차이는 표층에서는 1.92mg/L, 저층에서는 1.60mg/L를 나타내었다.

8월은 표층에서 7.35~9.26mg/L로 평균 8.3mg/L를 보였다. 저층에서는 7.50~9.43mg/L로 평균 8.3mg/L를 보여 표층이 저층보다 평균값이 0.09mg/L 높은 값을 나타내었다. 정점별 차이는 표층에서는 1.91mg/L, 저층에서는 1.93mg/L를 나타내었다.

### (5) 부유물질

부유물질 농도는 2월에 표층에서 1.4~4.4mg/L로 평균 2.6mg/L를 보였고 저층에서는 0.2~4.8mg/L로 평균 2.8mg/L를 나타내었다. 표·저층 간에 부유물질 농도는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 저층이 표층에 비해 정점별로 다소 차이를 나타내었다.

5월에는 표층에서 0.2~7.6mg/L로 평균 3.0mg/L를 보였고 저층에서는 0.2~6.2mg/L로 평균 3.2mg/L를 나타내었다. 표·저층 간에 부유물질 농도는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 표층과 저층이 정점별로 2월에 비해 다소 차이를 나타내었다.

8월에는 표층에서 2.0~7.8mg/L로 평균 4.3mg/L를 보였고 저층에서는 0.8~7.6mg/L로 평균 3.5mg/L를 나타내었다. 표·저층 간에 부유물질 농도는 표층이 저층에 비해 다소 높은 값을 나타냈으나 정점별로는 저층이 표층에 비해 정점별로 다소 큰 차이를 나타내었다.

### (6) 투명도

투명도는 2월에 9.0~11.0m로 평균 9.6m를 보였고, 5월에는 9.0~11.0m로 평균 10.4m를 나타내었다. 8월에는 9.0~11.0m로 평균 10.1m를 나타내 계절별, 정점별로 큰 차이를 나타내지 않았다.

### (7) 화학적 산소요구량

화학적 산소요구량은 2월 표층에서 0.05~1.93mg/L로 평균 0.83mg/L를 보였고, 저층에서 0.21~1.69mg/L로 평균 0.85mg/L를 보였다. 수층별로는 큰 농도 차이를 나타내지 않았으나, 정점별로는 다소의 차이를 나타내었다.

5월의 경우에는 표층이 0.65~1.61mg/L로 평균 1.22mg/L를 보였고, 저층에서 0.89~1.93mg/L로 평균 1.38mg/L를 보였다. 5월의 경우도 2월과 비슷하게 수층별로는 큰 농도 차이를 나타내지 않았으나, 정점별로는 다소의 차이를 나타내었다.

8월에는 표층이 1.03~2.04mg/L로 평균 1.41mg/L를 보였고, 저층에서 0.80~1.80mg/L로 평균 1.26mg/L를 보였다. 8월의 경우에는 2월과 5월에 비해 정점별로 큰 차이를 나타내지

않았다.

계절별로는 2월이 5월과 8월에 비해 상대적으로 낮은 평균값을 나타내 해역수질 I 등급(1mg/L 이하) 수준의 양호한 수질을 보인 반면 5월과 8월에는 해역수질 II등급(2mg/L 이하)의 수질상태를 나타내었다.

표 1-1-1. 2005년 2월 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 변화

	수온 (°C)	염분 (ppt)	pH	용존 산소 (mg/L)	부유 물질 (mg/L)	투명도 (m)	화학적산 소요구량 (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	규산 규소 (mg/L)	
표층	1	9.97	34.08	8.12	7.97	4.4	10	1.05	0.173	0.028	0.389
	2	10.87	34.17	8.04	7.98	4.2	11	1.01	0.189	0.034	0.317
	3	10.27	34.29	8.10	8.20	1.6	9	0.72	0.199	0.025	0.390
	4	11.11	34.40	8.18	8.03	1.6	9	1.05	0.140	0.034	0.418
	5	10.40	34.13	8.13	8.43	2.6	10	1.93	0.095	0.036	0.433
	6	10.92	34.40	8.28	8.25	1.8	9	0.05	0.135	0.029	0.429
	7	10.65	34.42	8.29	7.92	3.2	10	0.49	0.286	0.038	0.404
	8	10.90	34.43	8.26	8.24	1.4	10	0.77	0.169	0.038	0.339
	9	10.75	34.42	8.27	7.98	3.0	9	1.21	0.158	0.049	0.432
	10	10.87	34.41	8.23	8.16	4.0	10	0.49	0.241	0.040	0.449
	11	10.36	34.40	8.26	8.20	2.0	9	0.89	0.177	0.042	0.487
	12	10.39	34.43	8.28	8.27	2.2	10	1.16	0.184	0.036	0.372
	13	10.84	34.42	8.20	8.02	3.2	9	0.57	0.181	0.019	0.439
	14	10.68	34.31	8.19	8.12	2.0	10	0.34	0.183	0.016	0.431
	15	9.97	34.28	8.15	7.97	1.9	10	0.42	0.180	0.015	0.389
평균	10.7	34.3	8.2	8.1	2.6	10	0.8	0.18	0.03	0.41	
저층	1	9.62	34.35	8.10	8.25	3.5		1.21	0.247	0.022	0.427
	2	9.95	34.35	8.10	8.26	3.1		0.69	0.255	0.023	0.509
	3	9.77	34.27	8.11	8.13	4.2		1.01	0.151	0.033	0.442
	4	8.55	34.16	8.05	8.25	4.8		1.17	0.141	0.056	0.434
	5	10.42	34.29	8.11	8.41	0.6		0.55	0.234	0.035	0.533
	6	6.86	34.08	8.00	8.31	2.3		0.21	0.145	0.032	0.427
	7	10.29	34.35	8.08	8.10	1.4		0.97	0.148	0.035	0.413
	8	5.82	34.05	7.97	8.31	1.5		0.89	0.155	0.026	0.438
	9	10.77	34.44	8.07	8.12	0.2		1.69	0.262	0.037	0.432
	10	6.01	34.06	7.95	8.31	1.7		0.73	0.624	0.026	0.468
	11	7.45	34.16	7.96	8.35	1.3		0.37	0.193	0.045	0.409
	12	6.24	34.05	7.98	8.33	1.7		1.01	0.198	0.017	0.452
	13	3.21	34.08	8.00	8.20	2.0		0.45	0.239	0.071	0.489
	14	3.01	34.16	8.05	8.31	1.8		0.83	0.189	0.038	0.497
	15	2.54	34.20	8.03	8.13	1.2		0.68	0.164	0.031	0.521
평균	7.3	34.2	8.0	8.3	2.8		0.9	0.24	0.04	0.4	

표 1-1-2. 2005년 5월 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 변화

	수온 (°C)	염분 (ppt)	pH	용존 산소 (mg/L)	부유 물질 (mg/L)	투명도 (m)	화학적산 소요구량 (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	규산 규소 (mg/L)	
	1	12.85	34.35	7.99	7.07	7.2	10	0.65	0.210	0.033	0.221
	2	13.42	34.67	7.99	7.86	7.6	11	1.37	0.236	0.038	0.291
	3	13.28	34.32	7.96	7.06	4.0	9	1.57	0.231	0.048	0.285
	4	13.40	34.20	8.03	7.38	3.8	11	1.41	0.250	0.049	0.238
	5	13.88	34.55	8.20	7.98	4.2	10	1.21	0.200	0.047	0.200
	6	14.52	34.23	7.90	7.05	1.6	10	1.09	0.150	0.033	0.219
	7	14.87	34.19	8.27	8.96	0.2	10	1.33	0.290	0.052	0.274
표층	8	14.19	34.30	8.29	8.11	0.6	10	1.57	0.200	0.048	0.202
	9	14.42	34.26	8.08	7.18	0.8	11	1.45	0.270	0.049	0.283
	10	14.61	34.21	8.21	8.70	1.0	10	1.53	0.220	0.048	0.296
	11	15.42	34.29	8.12	8.05	1.0	11	1.61	0.230	0.036	0.289
	12	14.00	34.21	8.07	7.53	4.0	10	0.89	0.230	0.036	0.276
	13	14.31	34.22	8.09	8.56	1.0	11	0.97	0.232	0.032	0.315
	14	14.53	34.31	8.13	8.97	0.8	11	0.90	0.296	0.028	0.285
	15	15.10	34.23	8.12	7.98	0.9	11	1.03	0.268	0.021	0.355
평균		14.2	34.4	8.1	7.9	3.0	10	1.2	0.26	0.04	0.27
	1	10.49	34.20	8.06	8.76	6.0		0.89	0.250	0.022	0.363
	2	10.44	34.01	8.07	8.64	3.6		1.05	0.170	0.060	0.314
	3	11.58	34.09	8.04	8.75	4.0		1.69	0.170	0.033	0.305
	4	10.23	34.13	8.06	9.46	2.2		1.49	0.170	0.040	0.397
	5	12.15	34.07	7.98	9.18	6.0		1.93	0.170	0.034	0.359
	6	11.19	34.21	8.09	9.07	6.2		1.21	0.210	0.036	0.357
저층	7	12.81	34.14	8.12	8.33	0.6		1.77	0.210	0.037	0.300
	8	10.82	34.10	8.08	9.10	3.6		1.77	0.120	0.038	0.344
	9	13.12	34.27	8.10	8.23	5.6		1.69	0.220	0.038	0.313
	10	11.49	34.21	8.11	8.83	0.2		1.33	0.170	0.037	0.309
	11	11.45	34.04	8.10	8.88	2.0		1.49	0.160	0.034	0.343
	12	4.22	34.03	7.96	9.63	6.2		1.13	0.210	0.031	0.325
	13	4.23	34.25	7.99	8.03	0.9		1.09	0.202	0.029	0.455
	14	4.05	34.32	8.03	8.16	0.7		1.03	0.136	0.024	0.410
	15	4.11	34.26	8.05	8.11	0.5		1.08	0.169	0.031	0.429
평균		9.4	34.2	8.1	8.8	3.2		1.4	0.18	0.04	0.36



표 1-1-3. 2005년 8월 울진 바다목장 해역에서 물리·화학적 환경요인의 변화

	수온 (°C)	염분 (ppt)	pH	용존 산소 (mg/L)	부유 물질 (mg/L)	투명도 (m)	화학적산 소요구량 (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	규산 규소 (mg/L)	
	1	22.46	32.95	8.09	7.83	4.2	10	1.56	0.282	0.014	0.260
	2	22.26	33.07	8.10	7.98	3.8	10	1.64	0.184	0.012	0.252
	3	22.56	33.01	8.06	7.55	4.6	9	1.56	0.237	0.013	0.200
	4	22.26	33.07	8.10	7.98	3.6	11	1.80	0.283	0.010	0.243
	5	22.10	32.78	8.09	7.35	4.6	10	2.04	0.229	0.019	0.242
	6	20.16	33.01	8.11	8.31	2.0	11	1.64	0.119	0.012	0.241
	7	21.38	32.96	8.10	8.08	5.0	9	1.60	0.282	0.014	0.287
표층	8	20.30	33.11	8.11	8.70	7.8	10	1.20	0.262	0.025	0.360
	9	22.71	32.83	8.10	8.18	5.6	10	1.08	0.265	0.016	0.233
	10	23.80	32.72	8.10	8.94	3.8	11	1.04	0.277	0.013	0.306
	11	23.99	32.76	8.10	9.26	4.8	9	1.16	0.203	0.013	0.372
	12	23.80	32.72	8.10	8.94	2.6	11	1.32	0.243	0.010	0.326
	13	23.79	33.05	8.11	8.03	3.9	10	1.20	0.158	0.019	0.335
	14	22.97	33.23	8.10	8.35	3.9	10	1.03	0.202	0.015	0.350
	15	23.84	33.34	8.09	8.11	3.8	10	1.05	0.177	0.011	0.357
평균		22.5	33.0	8.1	8.3	4.3	10	1.4	0.22	0.02	0.29
	1	14.79	33.52	8.11	8.04	2.4		1.44	0.351	0.020	0.284
	2	13.04	33.60	8.13	8.60	7.6		0.96	0.314	0.017	0.361
	3	21.71	33.13	8.10	7.54	3.8		1.16	0.293	0.013	0.327
	4	13.04	33.60	8.13	8.60	2.0		1.52	0.282	0.017	0.375
	5	21.23	33.02	8.10	7.50	5.0		1.4	0.279	0.019	0.314
	6	12.62	33.64	8.14	8.77	7.6		0.84	0.119	0.014	0.381
저층	7	20.33	32.56	8.11	8.24	3.6		1.52	0.381	0.012	0.445
	8	9.04	33.88	8.15	9.43	2.8		1.56	0.293	0.012	0.488
	9	19.64	33.25	8.10	8.44	2.8		0.80	0.843	0.015	0.336
	10	8.88	33.88	8.15	8.20	5.0		1.80	0.257	0.023	0.325
	11	10.46	33.62	8.13	8.47	0.8		1.48	0.287	0.016	0.446
	12	8.88	33.88	8.15	8.20	2.0		1.24	0.313	0.018	0.486
	13	6.12	33.35	8.12	8.32	1.8		0.95	0.289	0.013	0.434
	14	5.64	33.29	8.10	8.40	1.6		1.00	0.230	0.011	0.432
	15	5.20	33.39	8.13	8.18	1.9		0.94	0.287	0.010	0.460
평균		12.8	33.4	8.1	8.3	3.5		1.3	0.29	0.02	0.39

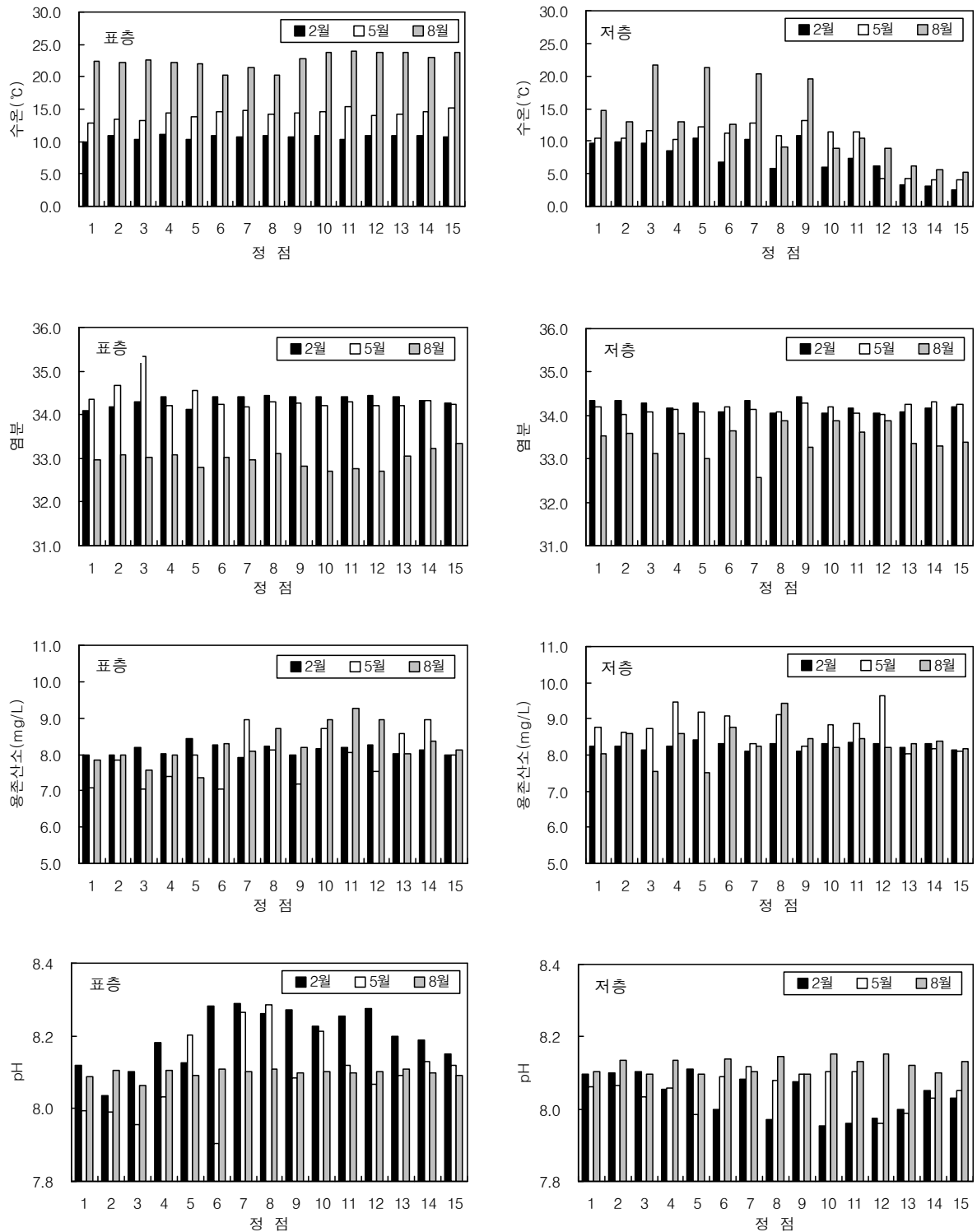


그림 1-1-2. 2005년 울진 바다목장 해역에서 월별 물리, 화학적 환경요인의 변화.

## (8) 총질소

총질소는 2월에 표층에서 0.095~0.332mg/L로 평균 0.184mg/L를 보였고, 저층에서 0.141~0.624mg/L로 평균 0.242mg/L를 보였다. 5월의 경우에는 표층에서 0.150~0.460mg/L로 평균 0.256mg/L를 보였고, 저층에서 0.120~0.250mg/L로 평균 0.183mg/L를 보였다. 8월에는 표층에서 0.119~0.283mg/L로 평균 0.224mg/L를 보였고, 저층에서 0.199~0.381mg/L로 평균 0.293mg/L를 보였다. 계절별로는 8월이 2월과 5월에 비해 높은 값을 나타냈으며 수층별로는 5월의 표층만이 저층에 비해 높게 나타났으나 2월과 8월의 경우에는 저층이 표층에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

## (9) 총인

총인은 2월 표층에서 0.015~0.049mg/L로 평균 0.032mg/L를 보였고, 저층에서 0.017~0.071mg/L로 평균 0.036mg/L를 보였다. 5월의 경우에는 표층에서 0.020~0.052mg/L로 평균 0.039mg/L를 보였고, 저층에서는 0.022~0.060mg/L로 평균 0.036mg/L를 보였다. 8월에는 표층에서 0.010~0.025mg/L로 평균 0.015mg/L를 보였고 저층에서 0.010~0.023mg/L로 평균 0.015mg/L를 보였다. 계절별로는 2월과 5월이 8월에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었으나 수층별로는 큰 차이를 나타내지 않았다.

## (10) 규산규소

규산규소는 2월 표층에서 0.317~0.487mg/L로 평균 0.41mg/L를 보였고, 저층에서 0.409~0.533mg/L로 평균 0.46mg/L를 보였다. 5월의 경우에는 표층에서 0.200~0.355mg/L로 평균 0.27mg/L를 보였고, 저층에서는 0.300~0.455mg/L로 평균 0.36mg/L를 보였다. 8월에는 표층에서 0.200~0.372mg/L로 평균 0.29mg/L를 보였고 저층에서 0.284~0.488mg/L로 평균 0.39mg/L를 보였다. 계절별로는 2월이 5월과 8월에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었으며 수층별로는 저층이 표층에 비해 다소 높은 값을 나타내었다. 정점별로는 목장 해역 밖의 왕돌초 인근 정점 저층에서 특히 높은 농도 분포를 보였다.

## 나. 퇴적환경

### (1) 입도

울진 바다목장 해역 3개 정점에서 채취한 표층 퇴적물의 퇴적물 입도 조성은 표 1-1-4와 같다. 점토(clay)의 조성비는 0.0~0.4%, 실트(silt)의 조성비는 1.9~2.7%(평균4.15%), 모래(sand)의 조성비는 96.9~98.1%의 분포로 모래가 주 구성을 이루었으며 상대적으로 점토와 실트의 구성비는 낮았다.

평균입도(mean)는 퇴적환경의 퇴적물이 이동, 퇴적되는 물리적 기작을 나타내는 기초 자료로서 평균입도 분포는 2.01~2.48 $\psi$  범위로서 중립사(medium sand)로 조성되었으며,

정점별로는 비슷한 경향을 나타내었다. 분급도(sorting)는 어떤 표준편차를 나타내는 값으로 0.79~0.92 $\psi$  범위를 나타내었으며 퇴적침전물의 에너지 환경을 반영하는 지수인 왜도(skewness)는 양의 지수 1.19~16.47의 범위를 나타내어 고립된 환경에서의 퇴적작용을 받았음을 나타내었다.

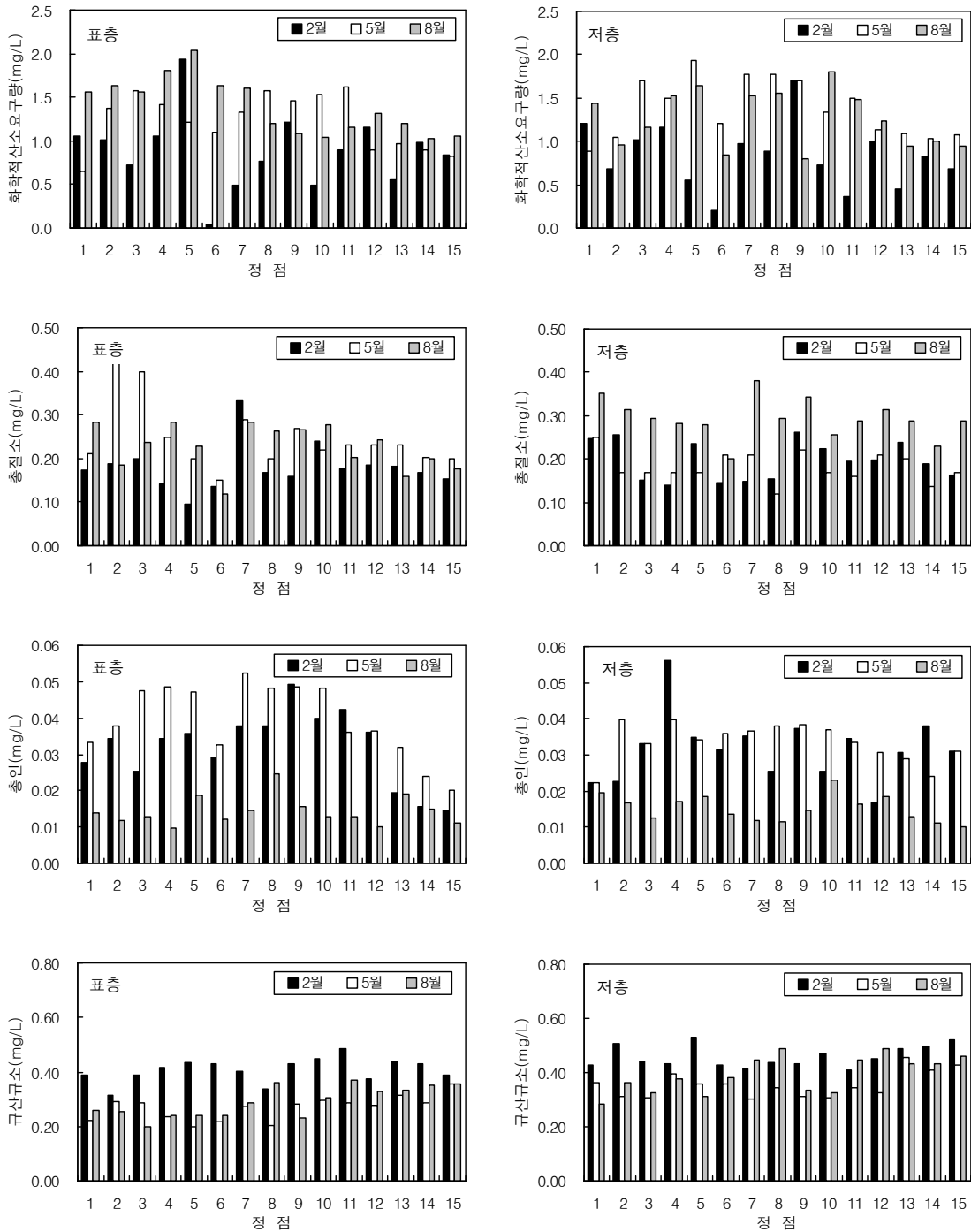


그림 1-1-3. 2005년 울진 바다목장 해역에서 월별 화학적 환경요인의 변화.

표 1-1-4. 2005년 울진 바다목장 해역의 퇴적물 입도

St.	모래(%)	실트(%)	점토(%)	평균입도( $\phi$ )	분급도( $\phi$ )	왜도( $\phi$ )
St. 1	98.1	1.9	0	2.01	0.79	1.19
St. 5	98.1	1.9	0	2.05	0.92	9.05
St. 11	96.9	2.7	0.4	2.48	0.91	16.47

### (2) 강열감량

월별 강열감량 조사 결과를 표 1-1-5와 그림 1-1-4에 나타내었다.

2월은 0.84~1.35%(평균 1.03%)의 범위로 정점 11이 1.35%, 정점 1이 0.91%, 정점 5가 0.84% 순서로 나타나, 상대적으로 오염원 유입이 많은 후포항 인근 해역인 정점 11이 중간 해역인 정점 5에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

5월은 0.76~1.28%(평균 0.92%)를 나타냈으며, 2월의 결과와 유사하게 정점 11이 1.28%, 정점 1이 0.76%, 정점 5가 0.71% 순서로 나타나 후포항과 구산항 인근해역에서 상대적으로 IL의 값이 높은 것을 알 수 있었다.

8월은 0.65~2.44%(평균 1.44%)를 나타냈으며, 정점 11이 2.44%, 정점 5가 1.21%, 정점 1이 0.65% 순서로 나타나 후포항 인근 정점 11이 가장 높게 나타났으며 2월, 5월과는 다르게 정점 5가 정점 1보다 다소 높게 나타났다.

### (3) 퇴적물 화학적 산소요구량

월별 퇴적물 화학적 산소요구량 조사 결과를 표 1-1-5와 그림 1-1-4에 나타내었다.

2월에 COD의 농도범위는 2.95~4.52mg/g · dry(평균 3.61mg/g · dry)를 나타냈으며 정점 11이 4.52mg/g · dry, 정점 1이 3.35mg/g · dry, 정점 5가 2.95mg/g · dry 순서로 나타나 IL과 유사하게 후포와 구산항 인근해역이 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

5월에 조사된 COD의 농도범위는 2.46~5.13mg/g · dry(평균 5.354mg/g · dry)로 정점 11이 5.13mg/g · dry, 정점 1이 3.01mg/g · dry, 정점 5가 2.46mg/g · dry 순으로 2월의 결과와 유사하게 나타났다.

8월에 조사된 COD의 농도범위는 2.35~6.15mg/g · dry(평균 3.64mg/g · dry)로 정점 11이 6.15mg/g · dry, 정점 1이 2.35mg/g · dry, 정점 5가 2.41mg/g · dry 순으로 나타났으며 후포와 구산항 인근해역이 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

월별로는 8월이 상대적으로 높은 값을 나타내었으나 모든 정점에서 일본오염기준치 20mg/g · dry이하를 나타내었다.

#### (4) 산취발성황화물

월별 산취발성황화물 조사 결과를 표 1-1-5와 그림 1-1-4에 나타내었다.

산취발성황화물의 농도범위는 2월, 5월 및 8월 모두 0.000~0.001mg/g·dry(평균 0.000 mg/g·dry)의 범위로 정점 11과 정점 1에서 0.001mg/g·dry의 농도를 보였으며 정점 5에서는 거의 검출되지 않았다.

표 1-1-5. 2005년 울진 바다목장 해역에서 저질환경요인의 계절별 변화

	2월			5월			8월		
	IL (%)	AVS (mg/g.d.)	COD (mg/g.d.)	IL (%)	AVS (mg/g.d.)	COD (mg/g.d.)	IL (%)	AVS (mg/g.d.)	COD (mg/g.d.)
St. 1	0.91	0.001	3.35	0.76	0.001	3.01	0.65	0.001	2.35
St. 5	0.84	0.000	2.95	0.71	0.000	2.46	1.22	0.000	2.41
St. 11	1.35	0.001	4.52	1.28	0.001	5.13	2.44	0.001	6.15

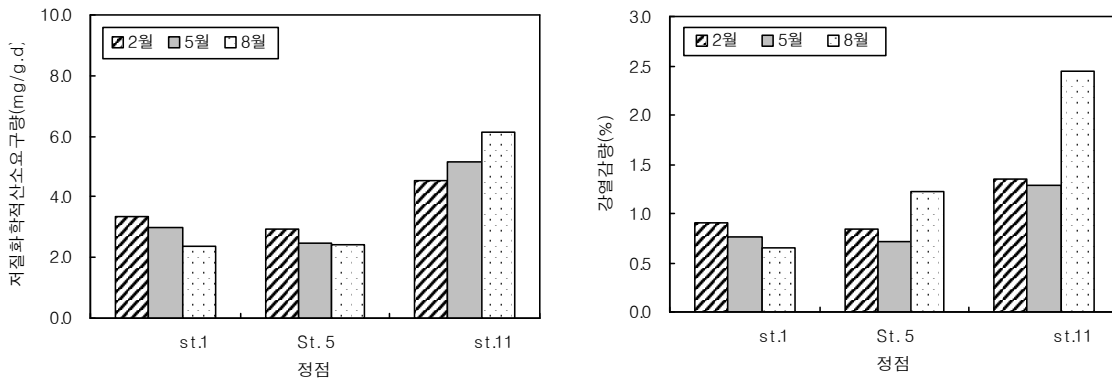


그림 1-1-4. 2005년 울진 바다목장 해역에서 저질환경요인의 계절별 변화.

## 제 2 절 생물군집특성

### 1. 서론

인류의 가장 중요한 식량 자원은 단백질 자원이며, 이중 많은 부분은 수산단백질로 충당하고 있다. 그러나 현재 농·축산업의 단백질 생산량은 증가율이 한계에 다다른 상황이고 인구 증가와 환경 문제를 고려할 때 계속해서 증가하는 단백질 수요를 수산자원에서 충당해야 할 것으로 보인다. 그러나 지난 수십 년간 수산 자원의 남획과 연안오염으로 인하여 연근해의 수산 자원이 고갈되고 있는 실정이다. 또한 수산물 수입 자유화로 인해 연근해어업의 경쟁력이 저하되고, 해양질서 정립에 따른 200해리 배타적 경제수역의 선포, FAO의 책임 있는 수산업 규범 이행 촉구로 원양 어장의 축소가 가속화되고 있어 어촌의 존립기반이 점차 약화되는 등 어려움에 직면해 있는 것이다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여 양식 기술의 개발을 시도하고 있으며 그 일환으로 바다목장 개념을 도입하게 되었다.

바다목장화 사업은 해양 생물자원의 높은 생산력 유지와 함께 환경 친화적으로 자원 잠재력을 증대하는 것에 그 목적이 있다(해양연구원, 1998). 즉, 물고기들이 모여 살 수 있도록 청정해역에 인공어초를 설치하고, 치어 때부터 음향급이기를 통해 먹이를 공급하여 물고기가 다른 곳으로 이동하는 것을 방지하며 성어는 자연스럽게 어획할 수 있도록 유도하는 것이다. 이러한 바다목장이 조성된다면 종합적이고 체계적인 해양생태계 관리가 이루어 질 수 있고, 연안자원관리와 어업인들의 소득증대, 기르는 어업의 실현으로 수산물의 안정적 공급, 어촌지역의 진흥 그리고 상업적 어업과 레크리에이션 어업의 균형을 달성할 수 있게 된다. 이러한 바다목장을 건립하기 위해서는 기본적으로 현재의 해양 생태계 상황을 파악하고 이를 기초로 인위적인 생물자원의 첨가와 수확에 대해 생태계가 갖는 수용 능력을 평가해야만 한다. 따라서 향후 지속적인 조사를 실시한다면 효율적인 자원 관리에 유용한 정보를 확립해 줄 것이다.

이에 지난 1998년 이후 통영 해역과 다도해역에서 목장화 설립을 위한 연구가 지속되었으며 이를 기초로 전국 연안으로 확대 실시하고 있다. 특히 동해의 경우 한류와 난류가 교차하기 때문에 다양하고 풍부한 수산 자원을 포함하고 있는 곳이지만 UN해양법협약에 의한 한·일 어업협정 체결로 한국과 일본의 영토 분쟁이 잔재해 있어 우리나라 어장이 축소되었기 때문에 바다목장화를 통해 내연적 어장 확대가 필요한 곳이다. 이러한 동해를 근원으로 하는 울진바다목장 해역은 위협 받는 수산 자원을 증대시키고 효율적으로 관리하여 관광형 바다목장 형성을 목표로 하고 있다. 위치는 울진군 평해읍 직산리-후포면 후포리 일대 21km<sup>2</sup>가 해당된다. 이 일대 바다 속은 바위가 70%여서 어패류의 산란과 육성에 매우 적당한 곳으로 알려져 있기 때문에 보다 그 기대 효과는 매우 크다고 할

수 있다. 따라서 안정적이고 지속적인 수산물 공급과 수중 관광 등 연안 특성에 적합한 바다목장 개발을 위하여 수질 분석, 기초 생산력 및 부유 생태계, 저서 군집의 생산력, 난자치어를 주로 하는 어류 군집구조, 그리고 해조류 생태 등을 파악하여 구체적이고 정확한 해양 환경을 분석하고자 하였다.

생물군집특성조사의 경우, '04'년도 사업기간 중 수행된 2005년 2월 자료는 분석에 소요되는 시간등의 이유로 '04'년도 보고서에 수록되지 못했기 때문에 금년도 보고서에 추가로 수록하였다. 또한 '05'년도 사업기간 중 수행된 2005년 11월 자료 중 일부(미생물, 식물플랑크톤 및 일차생산, 동물플랑크톤, 저서동물, 암반부착동물)는 분석시간등의 이유로 내년도 사업보고서에 첨부할 계획이다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 미생물

#### (1) 시료채취

울진 바다목장 해역의 해양 세균의 분포를 조사하기 위해 울진 바다목장 해역 15개 정점에서 2005년 2월, 5월, 8월의 3회에 걸쳐 조사를 실시하였다(그림 1-2-1). 채수한 해수 시료는 멸균된 광구병에 담아 Ice-box에 보관하여 4℃를 유지하면서 실험실로 옮겨 즉시 실험을 실시하였다.

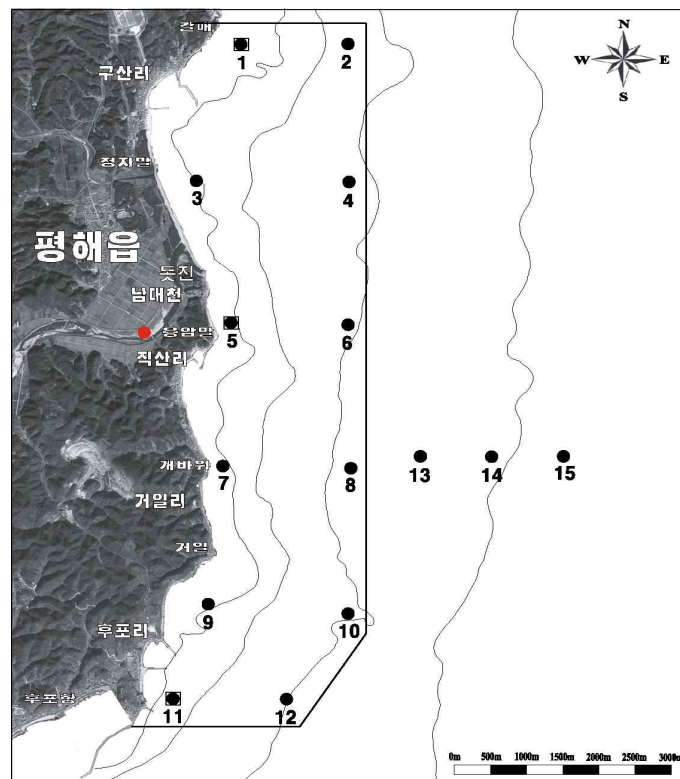


그림 1-2-1. 울진 바다목장해역 조사정점.



## (2) 연구방법

### (가) 해양 세균의 총균수와 생균수 조사

총균수는 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 평판배양법(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)

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℃에서 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 primer쌍은 Moyer 등(1994)에 의해 고안된 것을 사용하였다.

### 나. 식물플랑크톤 및 일차생산

식물플랑크톤 현존량과 chlorophyll-*a* 값을 이용한 일차 생산력 평가 조사는 2005년 3, 5, 8월에 울진군 평해읍 직산리-후포면 후포리 일대 15개 정점에서 실시하였다(그림 1-2-1). 계획상으로는 동계 채집을 2월에 실시할 예정이었으나 현지 기상 악화로 인하여 부득이하게 3월 초에 실시하게 되었다. 조사 항목은 정점별 표·중·저층의 식물플랑크

톤 현존량과 chlorophyll-*a* 값이었다. 해수의 채수는 수중 펌프를 이용하였으며 식물플랑크톤 현존량은 각 정점에서 2L씩 채수 후 선상에서 필터(20-120  $\mu\text{m}$  nylon mesh) 여과한 뒤, Lugol solution을 첨가하여 최종농도를 5%로 하였다. 고정된 시료는 불투명한 polyethylene 채집병(50mL)에 보관하였다. 수심이 낮은 일부 정점들(정점 1, 3, 5, 7, 9, 11)에서는 표층과 저층만을 채수하였다.

식물플랑크톤의 동정과 계수는 Sedgwick-Rafter counting chamber에서 광학 현미경(Olympus BX50)으로 최대 400배 배율에서 수행하였으며 그 현존량이 매우 낮은 경우에는 원심분리 후 농축 시료를 모두 관찰하였다. 동정은 심(1994)과 Thomas(1997)의 방법을 따랐으며, 특히 분류 과정에서 종(species) 단위 까지 분류 기재 하였으나 동일 속(genus)에 속하지만 형태가 유사하여 타종과 명확한 구분이 어려운 경우에는 속명만을 기재하고 spp.로 처리하였다.

chlorophyll-*a* 값은 10-AU Fluorometer (Turner Designs)를 이용하여 선상에서 바로 측정하였다. 수중펌프를 이용하여 채수 하여 고무호스에 남아 있을지 모를 잔여물을 제거하기 위하여 일정 시간 해수를 흘려보냈으며 1-3분 동안의 데이터를 저장한 후, 실험실에서 자료를 분석하여 평균값을 나타내었다.

#### 다. 동물플랑크톤

동물플랑크톤 현장 조사는 2005년 2월, 5월, 8월에 울진 연안의 15개 조사 정점에서 실시하였다(그림 1-2-1). 동물플랑크톤은 현장에서 네트(망구직경, 45cm, 망목크기 200 $\mu\text{m}$ )를 이용하여 수심까지 내린 후 2회의 수직채집을 통하여 채집 되었다. 채집된 동물플랑크톤은 현장에서 중성포르말린을 이용하여 전체 농도가 4-5%가 되도록 고정하였다. 실험실에서 시료의 일부를 취하여 Bogorov관에 넣은 후 현미경하에서 동정 및 계수 하였다. 야광충의 경우 전체 동물플랑크톤 현존량에는 고려하지 않았다. 망구를 통하여 통과한 물의 양은 flow meter (Hydro-bios)를 이용하여 계산하였다.

#### 라. 저서동물

##### (1) 조사지역

2005년 2월부터 8월까지 3회에 걸쳐 경북 울진군 후포면 일대의 바다목장 연질기저 해역에서 이 해역을 대표할 수 있는 15개의 정점을 선정하여 조사하였다(그림 1-2-2). 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.

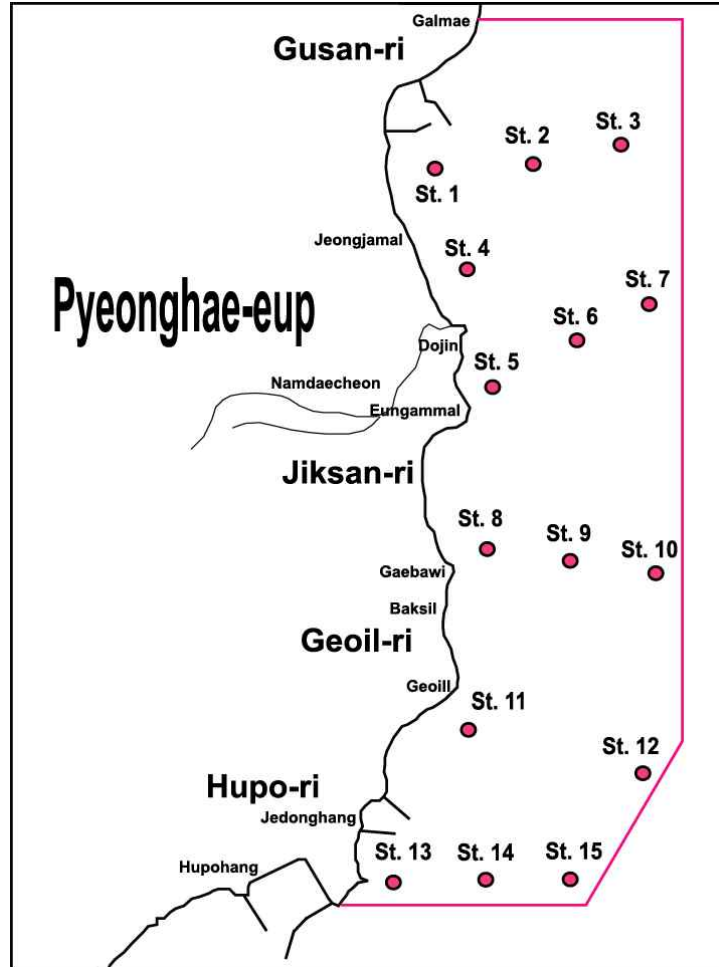


그림 1-2-2. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 조사정점.

### (2) 저서생물의 채집

저서생물의 채집에는 채니면적이 0.05m<sup>2</sup>되는 Smith-McIntyre grab을 사용하였다. 각 정점에서 4회씩 퇴적물을 채집하였으므로 1개 정점에서 채집되는 면적은 0.2m<sup>2</sup>이다. 인양된 퇴적물은 선상에서 1.0×1.0 mm 그물코(mesh size)의 체(sieve)를 사용하여 걸렀으며, 체에 걸린 모든 퇴적물은 10% 중성포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다.

### (3) 자료의 분석

채집된 저서생물은 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 0.01g 단위까지 측정하였다.

채집된 저서동물은 단위면적당(/m<sup>2</sup>)의 개체수와 생체량으로 환산하였다. 종별 개체수

자료를 분석하여 Shannon-Weaver의 종다양도지수(H', Pielou, 1977)를 구하였다. 군집유사도 분석(similarity analysis)을 위해서 Bray-Curtis지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 수지도(dendrogram)로 도시하였다. 모든 개체수 자료는 정점간과 중간 밀도의 차이를 줄여 자료의 편중을 피하기 위하여 대수로 변환하였다.

## 마. 암반부착동물

### (1) 조사지역

울진바다목장 해역은 행정구역상 경상북도 울진군 평해읍 구산리에서 후포리에 속하는 지역이다(그림 1-2-3). 암반 조간대와 조하대에 서식하는 대형저서동물의 생물량(생물 다양성 및 개체수)과 군집구조(생태학적 체지수)를 파악하기 위하여 2005년 5월, 8월에 총 10개 정점을 선정하여 현장조사를 실시하였다. 각 지역의 조사 정점은 대형저서동물의 수직적 대상 분포가 잘 발달되어 있고, 생물 채집이 비교적 용이하다고 판단되는 지역을 우선적으로 고려하였다.

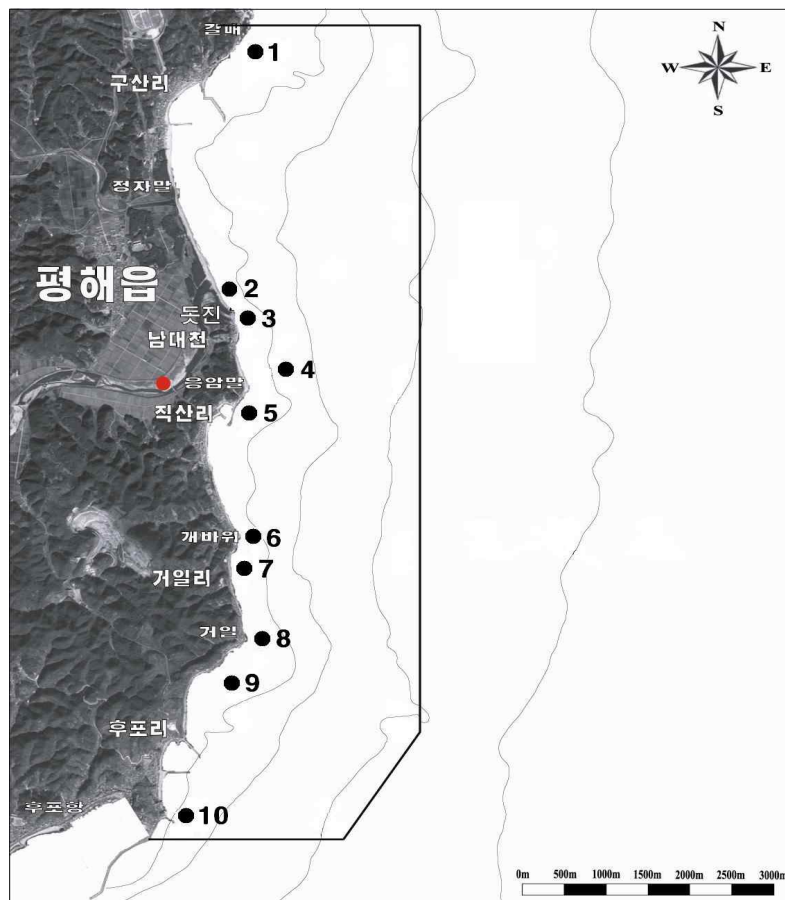


그림 1-2-3. 울진 바다목장 해역 암반 부착동물 및 해조류 정점.

## (2) 표본의 채집 및 분석

각 정점의 표본은 2005년 5월, 8월, 11월에 SCUBA diving 및 수중방형구와 끌갈 등을 이용하여 수심 3m와 7m 지점의 암반 조간대와 조하대(경성기질)에 부착하여 서식하는 대형저서동물을 정량적으로 채집하였다. 각 정점의 해당 수심에 대하여 대형저서동물상을 대표할 수 있을 것으로 추측되는 지점에서 수중 방형구(50cm×50cm)를 설치하였고, 수중에서 생물의 유실이 최소화될 수 있도록 방형구내의 모든 대형저서동물을 끌갈로 긁어내었다. 이후 선상에서 최종농도 10%의 중성-해수 포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 최소한 48시간의 고정 과정을 거친 이후, 흐르는 물에 세척하였다. 세척된 표본은 확대경과 해부현미경을 이용하여 선별과 동정을 실시하였고, 개체수를 계수하였다. 또한 중요 산업종에 대해서는 생체량을 측정하였다. 한편 종 동정을 위해서는 Nishimura(1992, 1995), Okutani(1994, 2000), 김(1998), 박과 최(2001), 권 등(1993)과 손과 홍(2003)을 참고하였다. 각 종에 대한 국명은 한국동물분류학회(1997)를 근거로 하였다. 한편, 방형구내에 분포하는 종으로서 해당 정점의 수심에서 출현은 하였으나, 종의 생물학적 특성(예, 군체형성 등)상 밀도를 계수하기가 불가능한 경우에는 출현 유무만을 표시하였고, 개체수에는 포함시키지 않았다.

## (3) 생태학적 제 지수, 군집구조 및 우점종 분석

암반 조간대와 조하대에 서식하는 대형저서동물의 군집구조를 파악하기 위하여, 다양도(Shannon and Weaver, 1949), 풍부도(Margalef, 1958), 균등도(Pielou, 1975)와 우점도(Simpson, 1949) 등의 생태학적 제지수를 구하였다. 우점종 서열분석은 LeBris index (1988)를 이용하였고, 그 식은 아래와 같다.

$$D'_{ij} = F_{ij} \times D_{ij} \times 100 \\ = \left( \frac{P_{ij}}{P_j} \times 100 \right) \times \left( \sum_{k=1}^{P_j} \frac{N_{ik}}{N_k} / P_j \right) \times 100$$

$P_{ij}$  : j번째 군집에서 종 i의 출현 횟수,  $P_j$  : j번째 군집의 전체 정점수,

$N_{ik}$  : j번째 군집에서 k번째 정점에 출현하는 종 i의 개체수,

$N_k$  : k번째 정점에서 전체 개체수

## 바. 해조류

### (1) 조사해역의 특성

조사는 울진군 평해읍의 갈매리에서 남쪽으로 후포항에 이르는 10곳의 조사정점에서 수행되었다(그림 1-2-3). 그림 1-2-4에는 조사지점을 육상에서 바라본 현장 사진을 나타냈

다. 육지와 바다가 만나는 곳은 대부분 모래사장으로 연결되어 있거나 방파제로 축조되어 해조 식생은 조하대에 식생이 잘 형성되어 선박을 이용해 잠수 다이빙으로 조사되었다. 육상에서 본 조사지점의 특징은 지점 1은 갈매리 앞 바다로 약간의 암반과 모래로 구성되어 있고 지점2와 3은 돛진 앞바다로 지점2는 대부분이 모래해변이었으나 지점3은 암반이 특히 많았다. 지점 4는 응암말 앞바다로 육지에서 가장 많이 떨어진 곳이고 지점 5는 직산리, 지점 6은 개바위 앞으로 조사지점이었고 지점 6은 암초가 많은 지역이고 지점 7, 8과 9는 거일리 방파제 앞으로 모래해변이었고 지점 10은 제동항 북쪽 방파제로 모래질로 연결되어 있다.

## (2) 조사방법

2005년 5월부터 11월까지 총 3회에 걸쳐 울진의 해조식생을 조사하기 위해 10개 지점에서 조사하였다. 야외 조사에서는 조사지의 연안선에서 수직방향으로 Line-transect를 설정하여 조하대에서 수심 3m와 7m에서 해조류의 분포를 조사하였다. 시료의 채집을 위해 SCUBA-diving 방법을 사용하였고 조위별로 조간대의 상부에서 하부로 내려가면서 차례로 방형구(50×50cm)를 놓아가며 해조류의 피도를 측정하고 해조의 현존량 분석을 위하여 방형구 안에 있는 모든 해조류를 채집하였다.

채집한 표본은 실험실로 옮긴 후 동정하였다. 각 방형구별로 채집된 해조류는 현존량 분석을 위해 실험실에서 담수로 충분히 씻고 종류별로 구분하여 습중량의 무게를 0.1g 수준까지 측정하여 단위면적당(wet weight in kg/m<sup>2</sup>) 무게로 나타내었다. 무게 측정이 끝난 해조류는 10% 포르말린-해수용액으로 고정하여 또한 연안에서 바다숲을 구성하는 해조류의 종조성을 분석하였다. 또한 해조군집의 종조성이나 풍도를 종다양도 지수로서 분석하고자 Shannon-Weaver의 종다양성 지수(H)를 구하였다. 여기서 Pi는 전체출현종의 습중량에 대한 어떤 종의 습중량의 비율을 뜻한다.

$$H = -\sum_{i=1}^n (P_i)(\log_2 P_i)$$

## 사. 난치자어 및 성어

울진바다목장해역 및 주변해역을 대상으로 자치어 조사를 실시하였다(그림 1-2-5). 자치어네트(망구직경 150cm, 망목 417um)를 이용하여 자치어 표본을 2005년 3월 9일, 5월 25일, 8월 31일, 11월 17일의 총 4회, 15개 정점에서 수집하였다. 네트의 예망시간은 약 7분, 예망속도는 약 1 m/sec였다. 네트 입구에 부착된 유량계를 이용하여 네트의 여수량을 측정하였다. 채집된 표본을 선상에서 에탄올(최종농도 70%)로 고정한 후, 실험실에서 해부현미경을 이용하여 자치어를 골라내었다. 자치어의 종분석에 정(1977), 이 등(1981), 김(1986), Okiyama(1988) 등의 문헌을 이용하였다.





그림 1-2-4. 조사지점을 나타내는 육상에서 바라본 현장 사진.

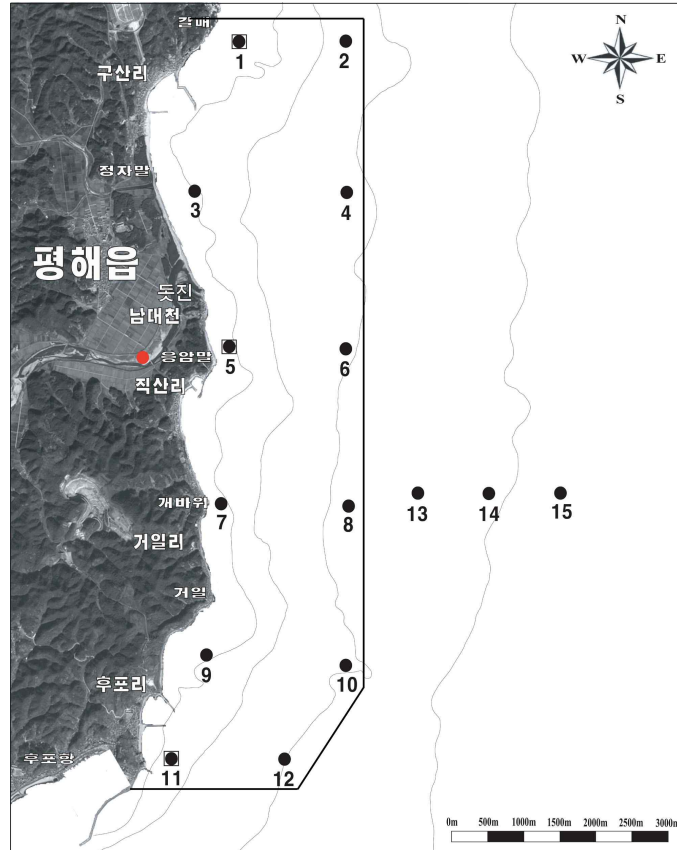


그림 1-2-5. 울진바다목장 해역의 정점도.

성어의 종조성 분석을 위해 바다목장 및 주변해역에 설치된 정치망과 자망 등으로 어획된 표본을 수집하였다. 성어표본의 종분석에 정(1977), 윤(2002), 김 등(2001), 김 등(2005) 등의 문헌을 참고하였다.

### 3. 결과 및 토의

#### 가. 미생물

##### (1) 해양세균의 총균수

2005년 2월, 5월과 8월에 울진 바다목장 해역 15개 정점의 표층수와 저층수에서 분리한 해양세균의 총균수는 그림 1-2-6에 나타내었다.

2005년 2월에 조사한 총균수는 평균  $1.1 \times 10^8$  ( $4.7 \times 10^7 \sim 1.9 \times 10^8$ ) cells/ml로 나타났다. 5월에 조사한 총균수는 평균  $1.7 \times 10^8$  ( $5.5 \times 10^7 \sim 4.7 \times 10^8$ ) cells/ml 이었으며, 8월에 조사한 총균수는 평균  $2.5 \times 10^7$  ( $1.0 \times 10^7 \sim 4.9 \times 10^7$ ) cells/ml로 나타났다. 2월과 5월의 평균 총균수는 거의 차이가 없었으나 5월의 균수가 전체적으로 다소 높았다. 8월의 평균 총균수는 2월보다 작았다.



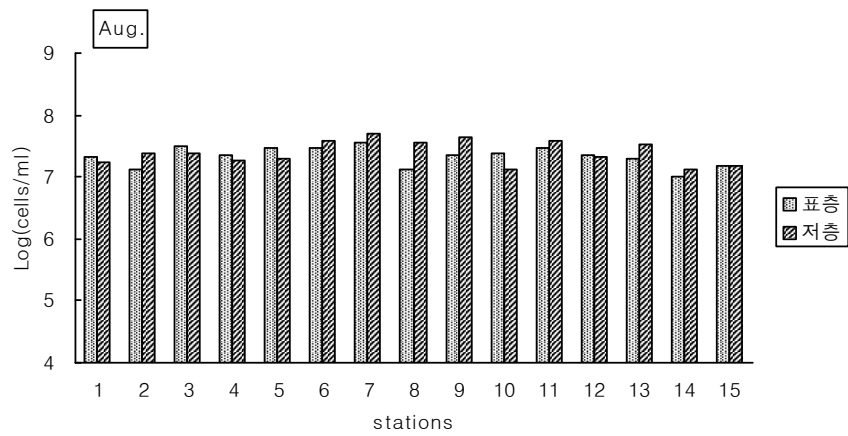
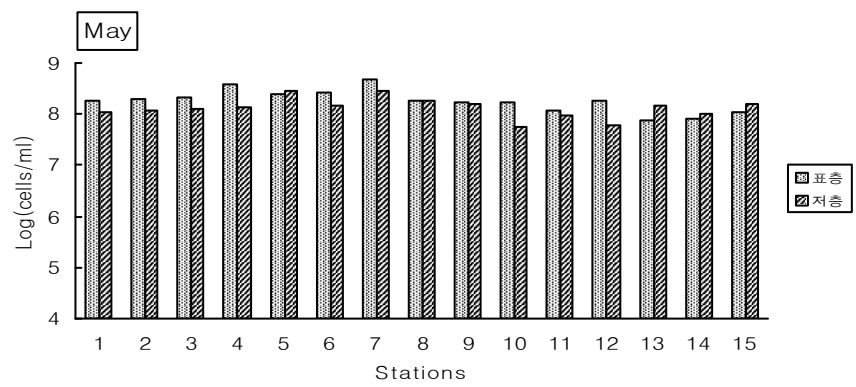
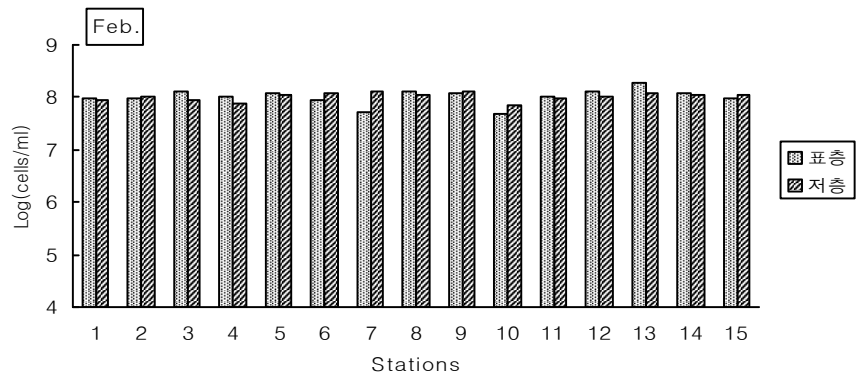


그림 1-2-6. 2005년 2월, 5월, 8월 울진 바다목장 해역의 총균수.

## (2) 해양세균의 생균수

2005년 2월, 5월과 8월에 울진 바다목장 해역 15개 정점의 표층수와 저층수에서 분리한 해양세균의 생균수를 그림 1-2-7에 나타내었다.

2005년 2월에 조사한 생균수는 평균  $5.5 \times 10^2$  ( $5.0 \times 10^1 \sim 1.7 \times 10^3$ ) cfu/ml로 나타났다. 5월에 조사한 생균수는 평균  $1.1 \times 10^2$  ( $5.0 \times 10^1 \sim 4.5 \times 10^2$ ) cfu/ml 이었으며, 8월의 생균수는 평균  $7.2 \times 10^1$  ( $3.0 \times 10^1 \sim 2.3 \times 10^2$ ) cfu/ml로 나타났다. 2월보다 5월이 총균수가 다소 높았지만 생균수는 오히려 5월이 더 낮았다. 총균수와 비슷한 양상으로 8월의 경우 2월과 5월보다 작은 생균수가 나타났다.

해양세균의 분포양상은 환경인자의 영향을 많이 받으며 동계에 비해 하계에 높은 생균수 분포를 보인다는 강 등(1999)의 연구결과와 상반되는 결과를 보인다. 내만이 외만보다 다소 높은 생균수를 나타내며 이는 유기물의 농도가 낮은 외해에 비해 유기물의 농도가 높은 내해에서 더 높은 세균 군집이 나타난다는 Chung and Park(1988)의 연구결과와 일치하지만 이는 유기물과 세균수와의 관계를 재확인해볼 필요가 있다. 하계에 생균수가 더 줄어드는 결과는 동해안 연안에서 계절에 따른 종속영양세균의 개체수를 측정 보고한 이 등(1999)의 결과와 상이된 경향을 보였다. 동해 연안의 생균수에 관한 보고에서 강 등(1999)은 영일만에서  $1.1 \times 10^3 \sim 5.0 \times 10^4$  cfu/ml의 생균수 분포를 보고했고 이 등(1999)은 대진, 갈남, 울산 포항 등에서  $2.1 \times 10^2 \sim 1.0 \times 10^4$  cfu/ml의 생균수 분포를 보고한 것과 비교하여 울진 해역의 생균수는  $3.0 \times 10^1 \sim 1.7 \times 10^3$  cfu/ml으로 10배 정도 적게 나타났다.

## (3) 해양세균의 동정 및 종조성 조사

2005년 2월, 5월과 8월에 울진 바다목장 해역 15개 정점의 표층수와 저층수에서 분리한 해양세균의 동정 및 종조성 조사결과를 그림 1-2-8에 나타내었다. 분리한 해양 세균의 동정은 형태 검사 및 16S rRNA gene sequencing을 이용하였다.

2005년 2월에는 *Staphylococcus* sp. (33.7%), *Roseobacter* sp. (29.8%), *Agrococcus* sp. (11.2%), *Gillisia* sp. (5.5%)순으로 우점종이 나타났고 5월에는 *Knoellia* sp. (47.0%), *Pseudoalteromonas* sp. (16.7%), *Bacillus* sp. (12.1%), 8월에는 *Pseudoalteromonas* sp. (26.5%), *Vibrio* sp. (14.9%), *Flavobacterium* sp. (13.5%), *Psychrobacter* sp. (11.6%) 순으로 우점종이 나타났다. 5월과 8월은 유사한 종조성 분포를 보이지만 2월은 다른 조성을 나타냈다. *Pseudoalteromonas*는 5월과 8월에 우점종인데 비하여 2월에는 1%로 나타났다. 반대로 *Staphylococcus*의 경우는 2월에 33.7%로 우점종이었으나 5월과 8월에는 각각 5%와 1%로 감소함을 보인다. 또한 *Bacillus*나 *Psychrobacter*가 2월에는 2% 미만이었던데 반하여 5월에는 *Bacillus*가 12.1%, *Psychrobacter*가 5%로, 8월에는 *Bacillus* 10%, *Psychrobacter* 12%로 점점 증가함을 보여준다. 하계에 *Bacillus*가 우점하는 것은 부영양화 해역의 우점속 구도와 비슷한 양상을 보였다.

다(Choi, 1995). 그리고 수온이 상승하는 춘계와 하계에는 종의 다양성이 떨어졌는데 이는 수온 및 유기물 등의 환경요인에 의해 제한 받는 환경에서 적응되는 종이 작아 다양성이 높게 나타나기 때문이라는 Atlas(1986)의 연구 결과와 일치하였다. 8월에는 *Vibrio*가 우점하는 것으로 나타났는데 이는 우리나라 연안 해수에서 병원성 *Vibrio*는 9월에 검출율이 높고 10월부터 감소한다는 최와 정(2001)의 연구 결과와 일치한다.

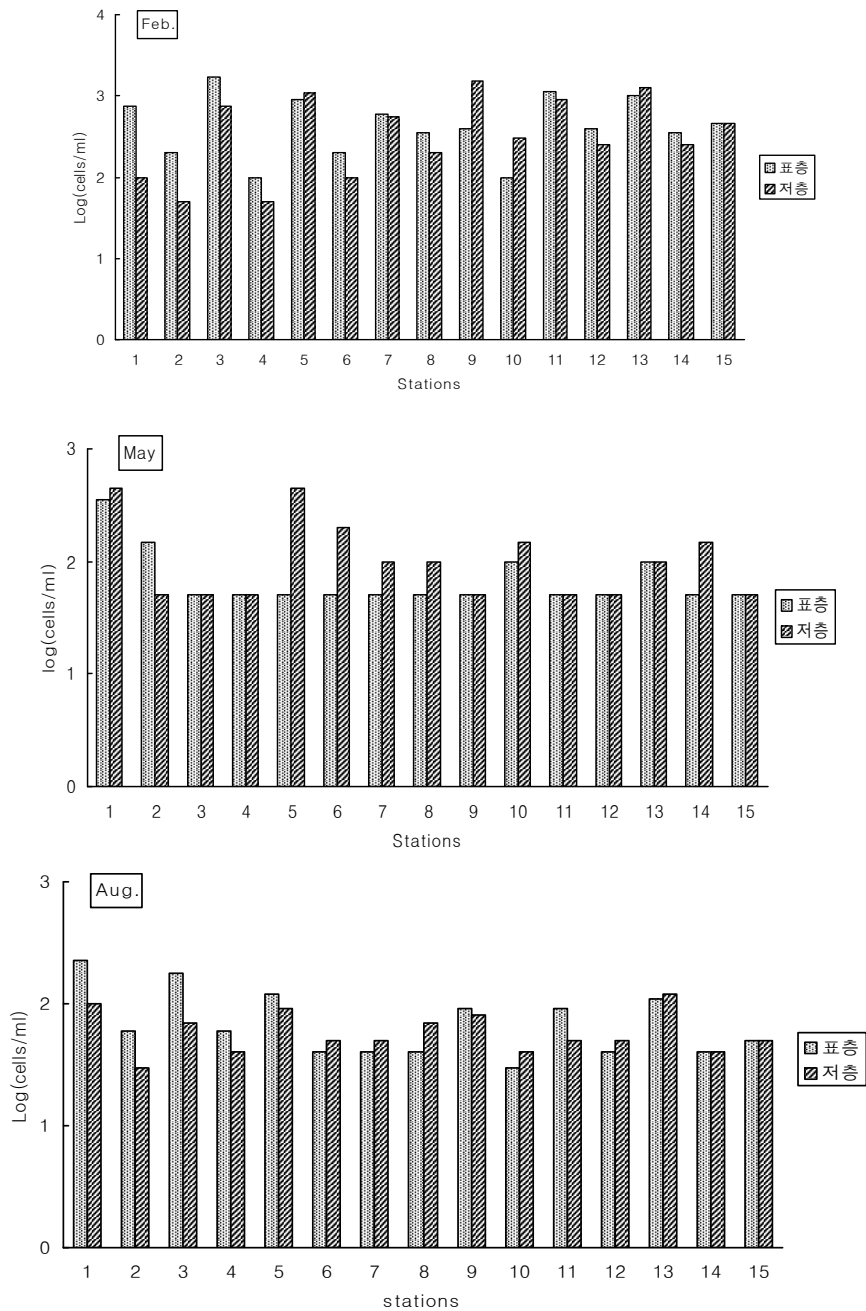


그림 1-2-7. 2005년 2월, 5월, 8월 울진 바다목장 해역의 생균수.

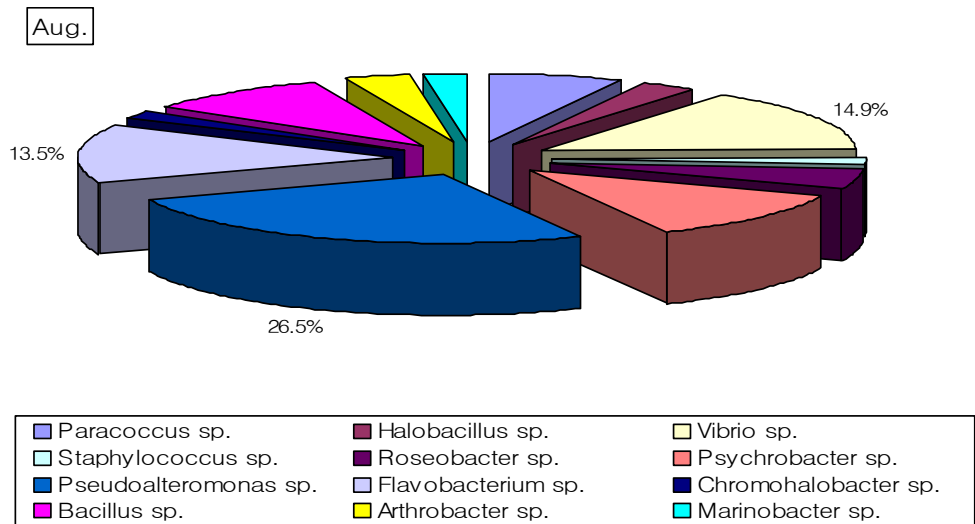
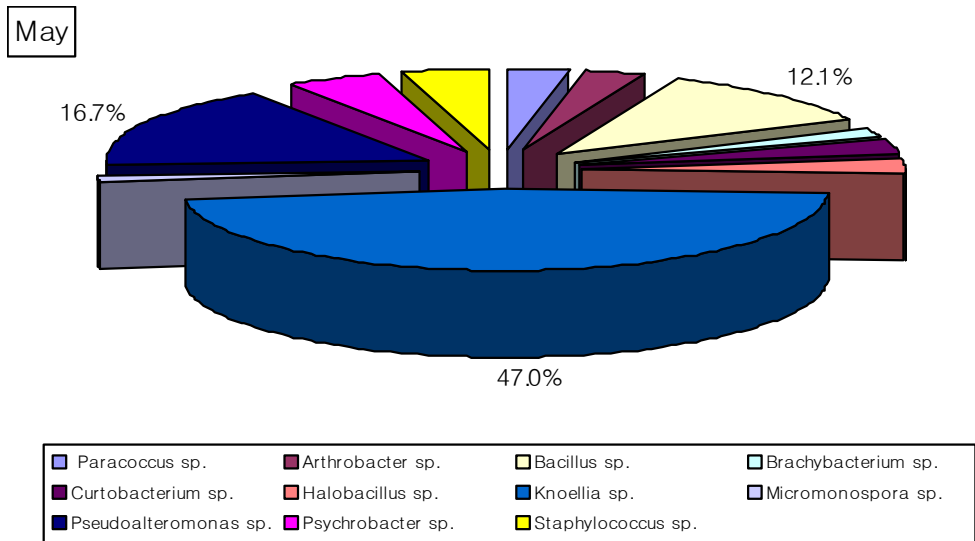
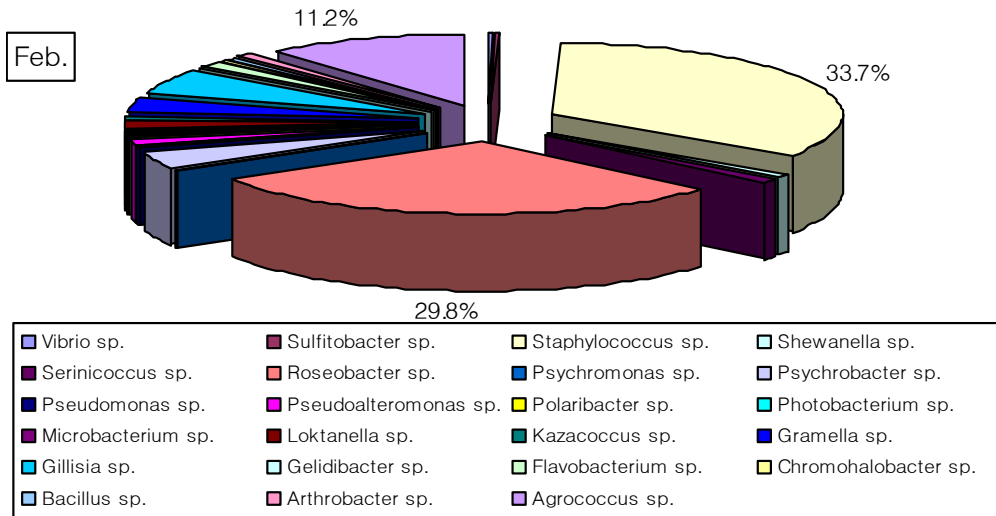


그림 1-2-8. 2005년 2월, 5월 및 8월 울진 바다목장 해역의 종조성.

## 나. 식물플랑크톤 및 일차생산

해양 생태계의 수많은 생물군들은 복잡한 먹이사슬을 형성하고 있으며 이들의 상호관계에 따라 에너지가 전달되어 생태계의 순환 및 기능을 유지할 수 있게 된다. 이러한 해양 생태계에서 식물플랑크톤은 일차생산자로서 매우 중요한 위치를 차지하며 물리, 화학 및 생물학적인 환경요인들의 변화와 각 해역의 지리, 해양학적 특성에 따라 그 군집 구성이 변화할 수 있다. 또한 식물플랑크톤은 광합성 색소를 가지고 있기 때문에 빛이 존재하는 환경에서는 무기물로부터 높은 에너지의 유기화합물을 합성할 수 있다. 특히 chlorophyll-a는 식물플랑크톤 중 가장 높은 비율을 나타내는 색소로써 해양 생태계의 기초 영양단계가 되고 식물플랑크톤의 일차 생산력을 측정해 볼 수 있는 중요 자료가 된다. 이렇게 합성된 일차생산물은 해양 및 담수계의 에너지 흐름에 근간을 구성하며 광합성에 의해 생산된 산소는 수중생물의 호흡에 필요한 산소의 대부분을 공급해 줄 수 있다.

### (1) 2005년 2월

2005년 2월 조사에서는 총 27종의 식물플랑크톤이 동정되었다. 이 중 규조강(Bacillariophyceae) 18종, 와편모조강(Dinophyceae) 9종이었으며 주요 우점종으로는 *Pleurosigma angulatum*, *Thalassiosira* spp., *Melosira* spp. 그리고 *Leptocylindrus minimus*이다. 이들은 모두 규조류에 속하는 종들로 전체의 12-27%를 차지하였다. 와편모조류 중에서는 *Gonyaulax polygramma*가 다수 동정되었으나 그 비율은 약 2%로 매우 적은 양이었다.

수층별로는 큰 차이 없이 분포하는 것을 볼 수 있었다(198-203 cells/L). 표층에서는 11, 12번 정점(332-382 cells/L)에서 높은 밀도를 관찰 할 수 있었고, 중층에서는 4, 8번 정점(321-371 cells/L), 저층에서는 9, 10번 정점(362-442 cells/L)에서 높은 밀도가 관찰되었다. 그러나 전체적으로 식물플랑크톤 밀도가 매우 낮은 편이었으며, 각 층 및 각 정점별 차이가 크지 않았으므로 전체적으로 고루 분포하는 양상이라 할 수 있겠다(그림 1-2-9).

또한 chlorophyll-a 값 또한 매우 낮은 양상을 보였다. 표층에서는 3, 10번 정점에서 높은 chlorophyll-a 값을 확인 할 수 있었으며 중층, 저층에서는 각각 3, 15번 정점에서 chlorophyll-a 값이 높았다. 비록 식물플랑크톤 밀도와 상관관계가 일치하지는 않았으나 변화 양상은 매우 유사하게 나타났다(그림 1-2-10).

특히 동계인 2005년 2월 식물플랑크톤 분포 양상 결과는 가을철과 겨울철 사이인 지난 2004년 11월 조사와는 조금 다른 양상이었다. 즉 11월 조사에서는 외해로 나갈수록 그 수치가 높아지는 것을 볼 수 있었으나 2월 조사에서는 정점 간 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다. 또한 chlorophyll-a 값 역시 11월 조사에서 높게 나타났으며 그 분포 양상 역시 차이를 보였다.

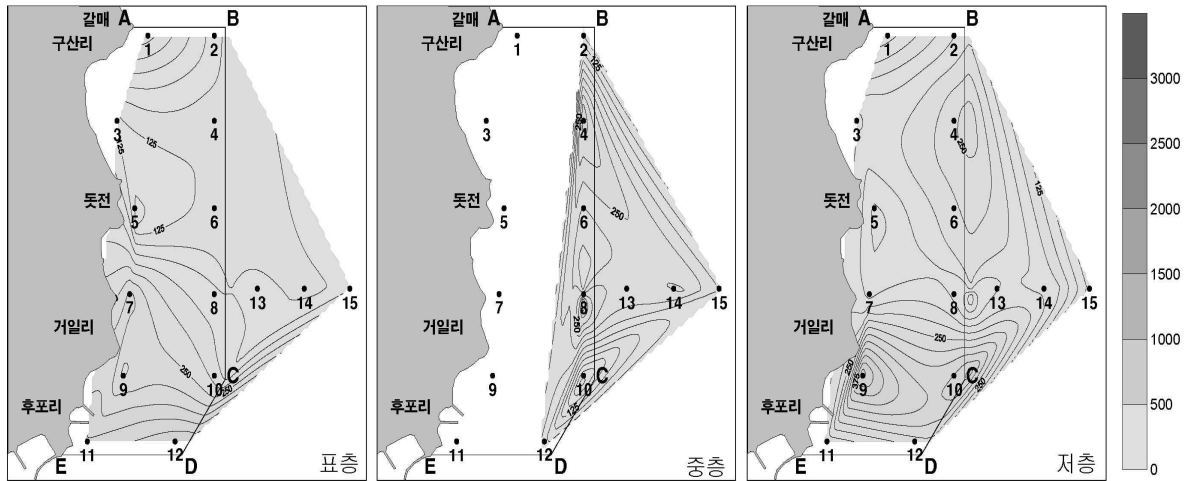


그림 1-2-9. 2005년 2월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 식물플랑크톤 현존량.

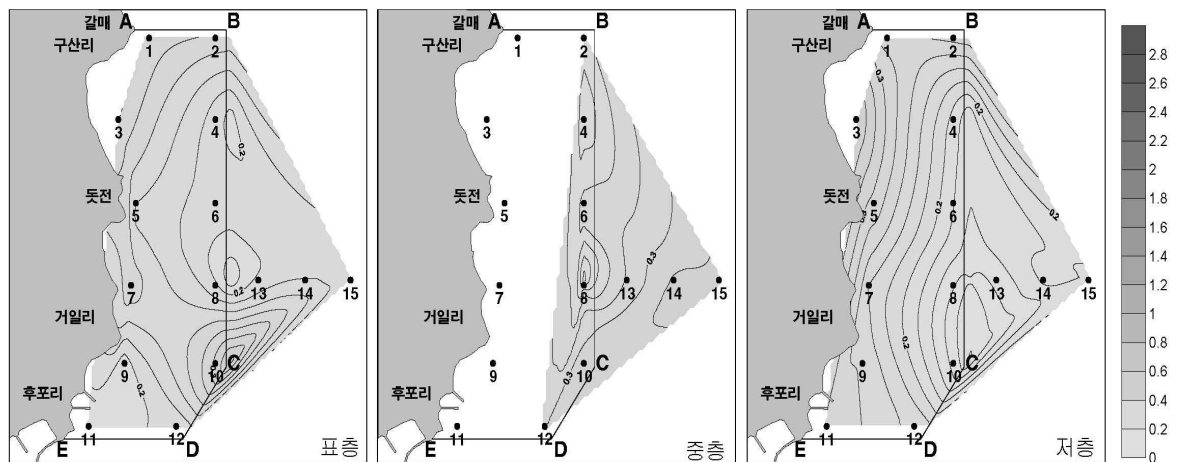


그림 1-2-10. 2005년 2월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 chlorophyll-a 값.

(2) 2005년 5월

2005년 5월 조사에서는 총 45종의 식물플랑크톤이 동정되었다. 황금녹색조강(Chrysophyceae) 2종, 규조강(Bacillariophyceae) 29종 그리고 와편모조강(Dinophyceae) 14종이 동정되었다. 주요 우점종은 *Nitzschia* spp., *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus subconcaus* 그리고 *Pseudo-nitzschia* spp.로 나타났다(5-60%). 특히 *Nitzschia* spp.의 비율이 약 60%로 전체 식물플랑크톤 밀도의 절반 이상을 차지하고 있었으며 이는 조사 정점 대부분에서 유사하게 나타났다. 와편모조강에서는 *Protoperidinium* spp.가 다수 출현하였으며 그 비율은 2.7%로 전체적으로 와편모조강의 비율이 동계보다는 약간 상승하였다.

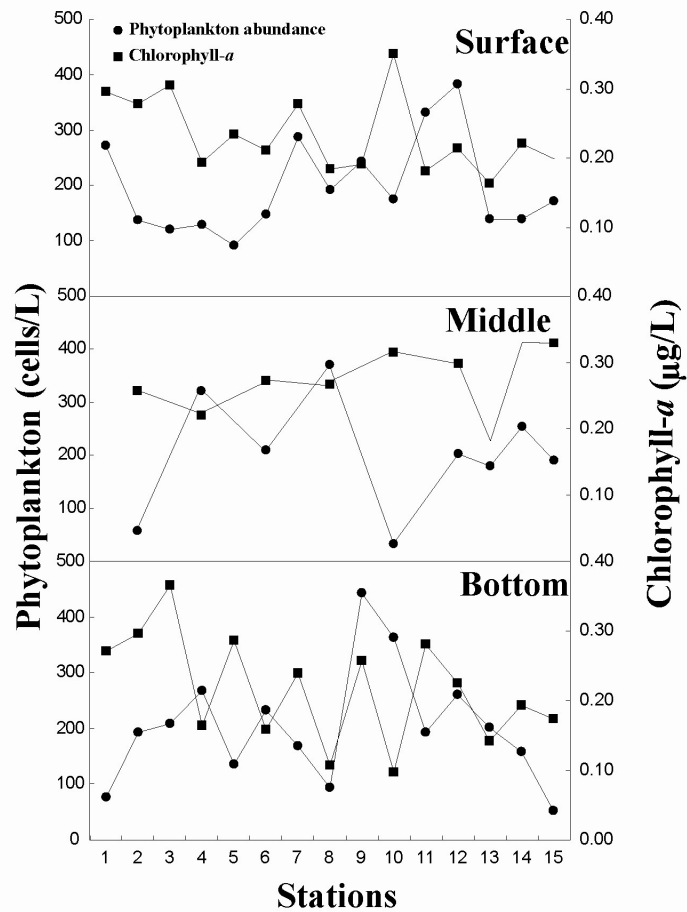


그림 1-2-11. 2005년 2월 울진 바다목장 해역 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화와 chlorophyll-a 값 변화 비교.

수층별로는 표층에서 평균 621 cells/L로 높게 나타났으며 중층과 저층은 각각 263 cells/L, 215 cells/L로 나타났다. 또한 표층에서는 6, 8번 정점(1,223-3,599 cells/L)에서 높은 밀도를 관찰 할 수 있었으며 중층은 8번(590 cells/L), 저층에서도 8번 정점(977 cells/L)에서 높은 밀도의 식물플랑크톤을 확인할 수 있었다. 특히 중앙 해역인 8번 정점은 전 수층에서 높은 값을 나타내었다(그림 1-2-12).

chlorophyll-a는 동계 조사보다 높게 측정되었다. 표층에서는 6, 8번 정점(1,223-3,599), 중층에서는 4, 8번 정점, 저층에서는 8, 13번 정점에서 높은 값을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 식물플랑크톤 계수 결과와 매우 유사한 것으로 8번 정점에서는 높은 일차 생산력이 존재하는 것을 알 수 있었다. 또한 그림 1-2-13에서 알 수 있듯이 식물플랑크톤 현존량과 chlorophyll-a 값이 유사한 경향으로 변화하였다.

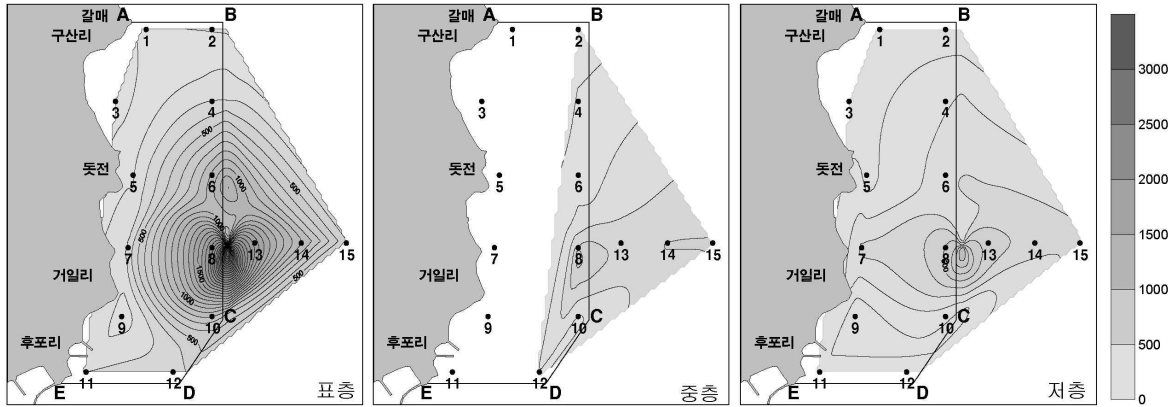


그림 1-2-12. 2005년 5월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 식물플랑크톤 현존량.

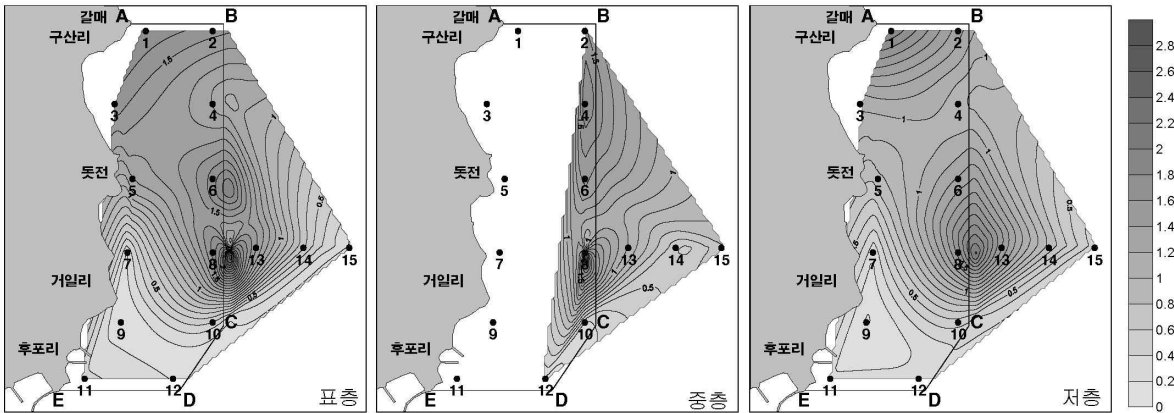


그림 1-2-13. 2005년 5월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 chlorophyll-a 값.

(3) 2005년 8월

2005년 8월 조사에서는 총 42종의 식물플랑크톤이 동정되었다. 황금녹색조강(Chrysophyceae) 2종, 규조강(Bacillariophyceae) 28종 그리고 와편모조강(Dinophyceae) 12종이 동정되었다. 주요 우점종으로는 *Nitzschia* spp., *Coscinodiscus subconcaus* 그리고 *Chaetoceros* spp. 이며 이는 지난 봄철 조사 결과와 유사하였다(15-42%).

표층에서는 6, 8번 정점(1,471-1,481 cells/L)에서 높은 밀도로 관찰되었으며 중층에서는 8번 정점(812 cells/L), 저층에서는 6번 정점(932 cells/L)에서 식물플랑크톤 밀도가 높게 나타났다. 이 역시 봄철 조사 때와 유사한 결과로써, 외해역인 13, 14, 15번 정점 보다는 중간 해역인 6, 8번 해역에서 높은 밀도를 나타내는 특징을 볼 수 있다(그림 1-2-15).



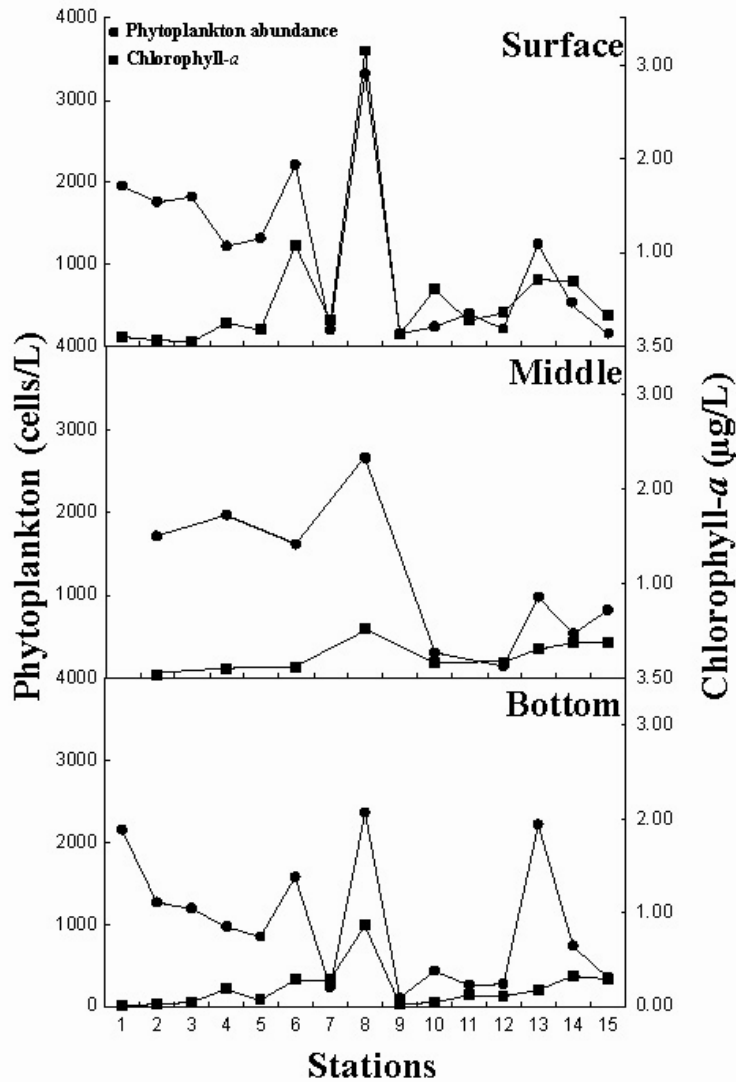


그림 1-2-14. 2005년 5월 울진 바다목장 해역 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화와 chlorophyll-a 값 변화 비교.

chlorophyll-a는 동계 조사보다 높게 나타났으나 춘계조사 보다는 낮은 값으로 측정되었다. 표층에서는 6, 8번 정점(1,223-3,599 cells/L), 중층에서는 4, 8번 정점, 저층에서는 6번 정점에서 높게 측정되었다. 이러한 경향 역시 식물플랑크톤 계수 결과와 매우 유사한 결과이며 chlorophyll-a 값은 식물플랑크톤의 밀도와 밀접한 연관을 가지는 것으로 나타났다(그림 1-2-16).

지난 2004년 9월 조사 결과에서는 표층 보다는 저층에서 높은 밀도의 식물플랑크톤이 존재하였으며 chlorophyll-a값 역시 저층에서 높았었다. 그리고 중앙 해역보다는 연안역과 외해역에서 일차생산력이 높았었다. 와편모조류의 비율 역시 2004년 9월에는 45%로 비교적 높은 수치였으나 2005년 8월에는 이에 훨씬 못 미치는 3%정도에 불과하였다.

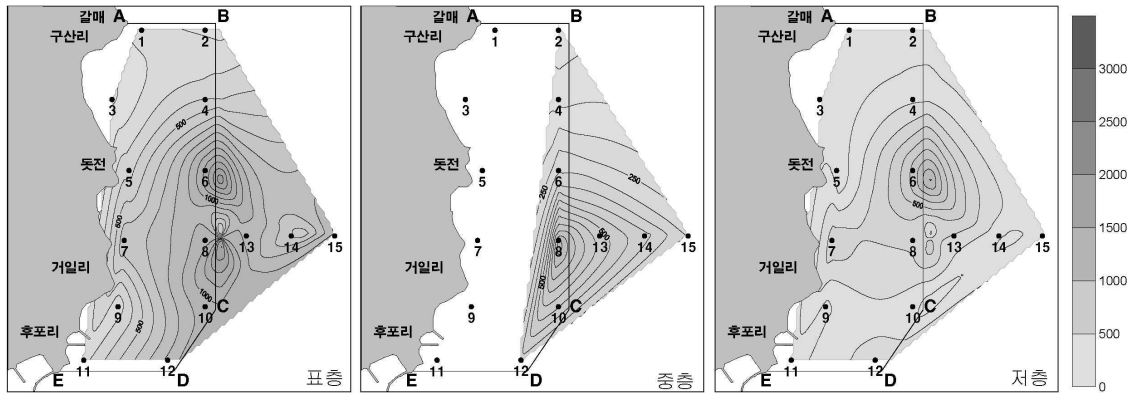


그림 1-2-15. 2005년 8월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 식물플랑크톤 현존량.

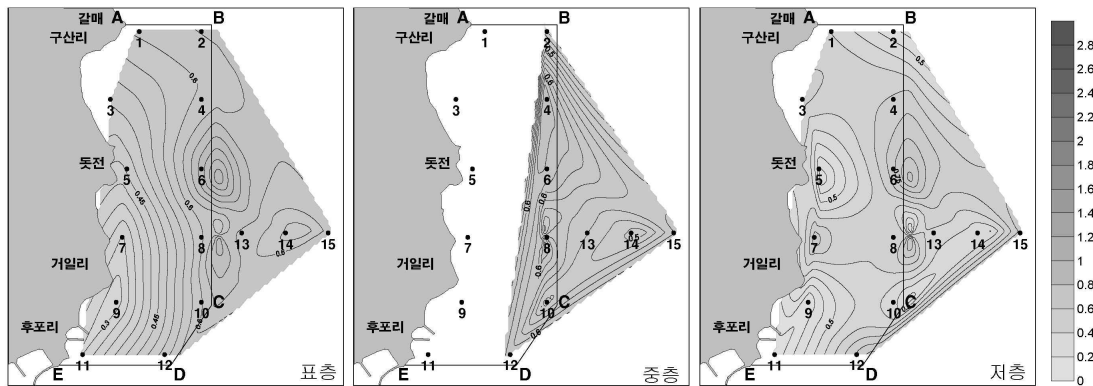


그림 1-2-16. 2005년 8월 울진 바다목장 해역 정점·수층별 chlorophyll-a 값.

#### (4) 다른 지역과의 비교

이 등(2001)은 제주도 남부 조간대에서의 미세조류 군집을 연중 조사하여 보고하였는데 규조류와 와편모조류를 비롯하여 유글레나류, 침편모류, 은편모류 등이 동정되었다. 특히 와편모조류의 비중이 크게 차지하였으며 평균적으로 9월에 식물플랑크톤 밀도가 가장 높았으며 3월에 가장 낮았다. 심 등(1984)은 광양만의 계절별 식물플랑크톤 분포에 관하여 보고하였다. 계절별로는 가을, 여름, 겨울 그리고 봄 순으로 출현 종수가 높았으며 수층별 식물플랑크톤의 밀도는 큰 차이가 없었으나 정점별 차이는 비교적 큰 것으로 나타났다. 또한 규조류가 전체의 75% 가까이 차지하였으며 이 밖에도 와편모조류와 규질편모조류 등이 있었으나 종 다양성 지수는 낮은 편이었다. 윤(1999)은 1992년 6월부터 1993년 4월까지 득량만 식물플랑크톤 군집의 시·공간적 분포 특성을 파악하여 보고하였다. 여기서는 여름과 가을에 비교적 다양한 종이 출현하였던 반면에 봄과 겨울에는 단순한 종 출현 양상을 보였다. 연간 우점종은 규조류가 대부분이었으며 표층보다는 저층에서

높은 생물량을 관찰할 수 있었다. 이는 식물플랑크톤 성장에 알맞은 수온과 충분한 영양염 공급에 따른 것으로 사료되며 만을 형성하는 지역에서의 연구(심, 1994; 윤, 1999)에서는 제주도의 개방형 조사 지역보다는 더욱 높은 양의 식물플랑크톤을 관찰할 수 있었던 것이다.

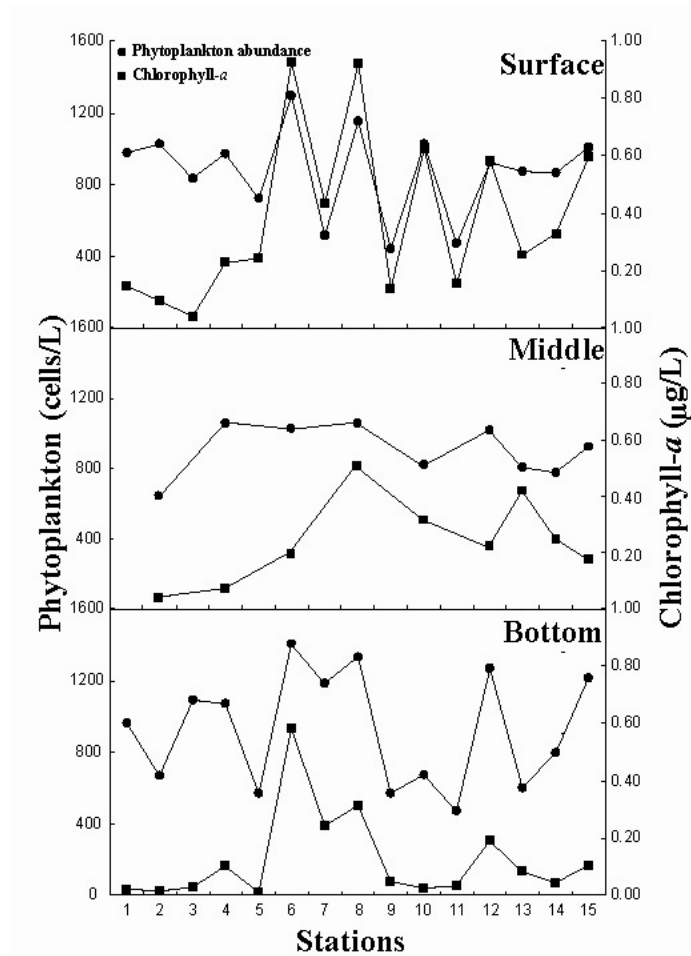


그림 1-2-17. 2005년 8월 울진 바다목장 해역 정점별 식물플랑크톤 현존량 변화와 chlorophyll-a 값 변화 비교.

이러한 결과로 미루어 양식장이 고밀도로 분포하는 남해안에서는 상당량의 식물플랑크톤이 관찰되는 것이 일반적이거나 동해 연안은 남해안 보다 적은 유기물로 인하여 식물플랑크톤의 밀도가 낮은 것으로 사료되고, 수온이나 수심 등과 같은 지형적 물리, 화학적 특징도 식물플랑크톤 밀도에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

강과 최(2001)는 1992년부터 1996년 까지 고리, 월성, 울진 및 영광 연안 해역에서의 식물플랑크톤의 종조성 및 분포를 조사하였다. 여기서 출현한 식물플랑크톤은 76.8%가

규조류이며 와편모조류는 20.9%로 나타났다. 그리고 연중 출현종 수는 규조류가 25-35종, 와편모조류가 2-3종이었다. 이는 우리 조사 결과와 큰 차이는 없었으나 식물플랑크톤 현존량에 관한 내용이 부족하여 직접적인 비교는 어려웠다.

또한 정 등(2001)은 울릉도와 독도 근해의 식물플랑크톤 군집 구조의 변화를 보고한바 있는데 역시 규조류가 다수 차지하였으며 다음으로 와편모조류와 규질편모조류, 남조류가 많이 나타났다. 전체적으로는 8월과 11월에 많은 종이 나타났으며 일부 정점에서는 가을에 식물플랑크톤의 종수가 증가하는 일반적인 특징을 나타냈다. 특히 이번 연구 결과와 비교해서는 울릉도 쪽에 출현하는 식물플랑크톤의 현존량이 더 높았으며 독도에서의 현존량과 유사하였다고 생각된다. 이는 울진 해역이 해수 오염원에 비교적 적게 노출되어 유기물로 인한 부영양화 현상이 적게 일어나는 것과 관련이 있는 것으로 사료된다.

### (5) 요약 및 결론

이번 조사에서는 계절별 식물플랑크톤의 변화량을 알 수 있었다. 즉 겨울철에 현저히 낮아졌던 식물플랑크톤의 현존량이 봄철에 다시 상승하였다가 여름철에는 조금 하락하는 것을 볼 수 있었다. 총 27-45종이 계절별로 동정되었으며 이중 대부분이 규조강(Bacillariophyceae)이었다. 또한 지난 2004년 하계 조사에서는 상당량의 와편모조류를 관찰 할 수 있었으나 2005년 조사에서는 전체적으로 상당히 낮은 와편모조류만이 관찰되었다. 주요 우점종으로는 *Nitzschia* spp., *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus subconcaus*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Pleurosigma angulatum*, *Thalassiosira* spp., *Melosira* spp. 그리고 *Leptocylindrus minimus*와 같은 규조류가 대부분이었으며 와편모조류 중에서는 *Gonyaulax polygramma*와 *Protoperdinium* spp.가 다수 관찰되었다.

수층별로는 표층에서 높은 밀도의 식물플랑크톤을 관찰 할 수 있었으며 중층과 저층은 상대적으로 그 밀도가 낮았다. 이는 지난 2004년 여름철 조사와 비교하여서는 반대의 양상이었다. 또한 동계의 경우 낮은 밀도와 더불어 수층별 식물플랑크톤 밀도가 큰 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있었다.

울진 해역을 연안 해역, 중앙 해역, 외해역으로 나누어 본다면 식물플랑크톤 밀도는 중앙 해역에서 높게 나타났으며 수심이 깊은 외해역의 경우는 연안 해역보다도 그 밀도가 낮은 것을 알 수 있었다. 이는 외해역의 부영양화 정도가 낮고 빠른 조류 때문으로 사료되며 수심이 낮은 연안 해역보다는 수심 40-60m의 중앙 해역의 밀도가 높은 것은 주목할 만한 특징이다.

Chlorophyll-*a* 값은 그 수치가 매우 낮게 나타났으나 식물 플랑크톤 변동과 유사한 경향을 보이는 것으로 관찰되었다. 그러나 실제 해역에서의 현존량과 시료 내에 존재하는 식물플랑크톤 현존량은 약간의 차이를 보일 수 있으므로 정확하게 일치한다고 보기는 어려웠다. 즉, 식물플랑크톤 동정에서 오는 오차를 비롯하여 식물플랑크톤이 아닌 다른 미

생물의 영향, 고정 과정에서의 생물 파괴 등도 무시할 수 없기 때문에 이번 조사에서와 같이 식물플랑크톤 현존량과 chlorophyll-a 값의 두 결과를 동시에 관찰하는 것이 필요한 것이다.

이렇게 산출된 일차생산력은 남해안이나 다른 동해연안 보다는 낮은 것으로 판단되지만 봄철에 출현하는 식물플랑크톤의 종수와 그 밀도는 상당량이었으므로 비관적인 결과는 아닌 것으로 사료된다. 그리고 이러한 결과들은 채집일시의 기상과 해역 상황 등에 따라 수시로 변화하는 상황이라 지속적인 조사와 검토가 필요할 것이다.

## 다. 동물플랑크톤

### (1) 결과

2005년 2월에 채집된 동물플랑크톤은 야광충을 제외하면 65개 소분류군으로 나누어졌다(표 1-2-2). 전체적으로 보면, 대분류군 가운데 요각류(copepoda)가 전체 출현한 동물플랑크톤의 76%를 차지하여 가장 우점적인 동물플랑크톤인 것으로 나타났다. 소분류군 가운데서는 요각류인 *Paracalanus copepodite*기 유생이 전체 출현량의 22.2%를 차지하여 가장 우점하였다. 그 다음이 요각류인 *Oithona similis*(11.4%), *Oithona copepodite*기 유생(9.0%) 순이었다. 동물플랑크톤 현존량은 427-2130개체/m<sup>3</sup>(평균 1315개체/m<sup>3</sup>)범위로서 정점 1, 3, 7, 13-15에서 1000개체/m<sup>3</sup>이상으로 다른 정점보다 상대적으로 높았다(그림 1-2-18). 야광충의 현존량은 9개체/m<sup>3</sup>로서 중요하지 않았다.

2005년 5월에 채집된 동물플랑크톤은 모두 48개 소분류군으로 나누어졌다(표 1-2-3). 전체적으로 보면, 대분류군 가운데 요각류가 2월과 마찬가지로 전체 출현한 동물플랑크톤의 90%를 차지하여 가장 중요하였다. 소분류군 가운데서는 요각류인 *Oithona copepodite*기 유생이 전체 출현량의 25.6%를 차지하여 가장 우점하였으며, 그 다음이 *Paracalanus copepodite*기 유생(18.6%), *Oithona similis*(18.0%) 순으로 나타났다. 동물플랑크톤 현존량은 554-2734개체/m<sup>3</sup>(평균 1758개체/m<sup>3</sup>)범위로서 정점 1-2에서 가장 낮았고, 정점 15에서 가장 높았다. 정점 1-2를 제외하면 전 정점이 1000개체/m<sup>3</sup> 이상의 상대적으로 높은 현존량을 보였다(그림 1-2-19). 한편, 야광충은 출현하지 않았다.

2005년 8월에 채집된 동물플랑크톤은 모두 46개 소분류군으로 구분되었다(표 1-2-4). 전체적으로 보면, 대분류군 가운데 요각류가 전체 출현한 동물플랑크톤의 83%를 차지하여 가장 중요한 분류군으로 나타났다. 소분류군 가운데서는 요각류인 *Paracalanus copepodite*기 유생이 37.5%의 조성률로서 가장 우점하였으며, 그 다음이 지각류(cladocera)인 *Penilia avirostris*(13.8%), 지각류 *Podon polyphemoides*(8.3%) 순으로 나타났다. 동물플랑크톤 현존량은 1199-5070개체/m<sup>3</sup>(평균 3143개체/m<sup>3</sup>)범위로서 모든 정점이 1000개체/m<sup>3</sup>이상의 높은 현존량을 보였으며, 정점 1, 3, 5에서의 현존량이 상대적으로 낮았다(그림 1-2-20). 야광충의 현존량은 평균 531개체/m<sup>3</sup>로서 조사기간 중에서 가장 높은 현존

량을 보였다.

2005년 2월에 채집된 동물플랑크톤 소분류군별 개체수 자료를 근거로 하여 군집분석한 결과, 유사도 수준 60%에서 2개의 군집군으로 나누어졌다(그림 1-2-21): 정점 1만을 포함하는 군집군(A)과 나머지 정점들로 구성된 군집군(B)이다. 대체로 군집군 A에서는 동물플랑크톤 출현량이 상대적으로 높은 것과 우점 요각류 중의 하나인 *Oithona similis*의 개체수가 다른 정점보다 상대적으로 매우 높은 특징을 보였다.

2005년 5월의 동물플랑크톤 군집분석 결과, 유사도 수준 68%에서 3개의 군집군으로 나누어졌다(그림 1-2-22): 정점 1-2를 포함하는 군집군(A), 정점 3-6을 포함하는 군집군(B), 나머지 외해쪽 정점을 포함하는 군집군(C)이다. 군집군 A의 경우는 상대적으로 낮은 동물플랑크톤 현존량을 보이는 해역에 해당하며, 군집군 B의 경우는 다른 군집군에 비해서 연체동물 유생이나 갯지렁이 유생의 출현량이 많은 특징을 보이고 있으며, 군집군 C의 경우는 모악류인 화살벌레의 출현량이 상대적으로 많은 특징을 보이고 있다.

2005년 8월의 동물플랑크톤 군집분석 결과, 유사도 수준 63%에서 3개의 군집군으로 나누어졌다(그림 1-2-23): 정점 1과 3을 포함하는 군집군(A), 정점 5-6을 포함하는 군집군(B), 정점 2와 4 및 나머지 외해쪽 정점을 포함하는 군집군(C)이다. 군집군 A의 경우는 상대적으로 낮은 동물플랑크톤 현존량을 보이고 있으며, 군집군 B의 경우는 비교적 낮은 동물플랑크톤 현존량과 연체동물 가운데 복족류 유생과 지각류인 *Evadne spinifera*가 출현하지 않은 특징을 보이면서 다른 군집군과 차이를 보였다.

## (2) 결론

조사기간에 출현한 우점적인 동물플랑크톤은 요각류였으며, 그 중에서도 *Paracalanus copepodite*기 유생과 *Oithona similis* 또는 *Oithona copepodite*기 유생이 우점적인 출현을 보였다. 조사해역에서 지각류는 주로 여름철에 출현량이 많았다. 개체수로서 나타낸 동물플랑크톤의 현존량은 여름철인 8월에 가장 높았으며, 겨울철인 2월에 가장 낮았다. 8월을 제외하면 야광충의 현존량은 매우 낮았다. 2005년 2월, 5월, 8월의 동물플랑크톤에 대한 군집분석 결과, 조사해역에서의 동물플랑크톤 군집 구조는 연안 가까운 정점을 포함하는 해역(정점 1~6)과 외해쪽 정점을 포함하는 해역(정점 7~15)으로 크게 두 개로 나누어지는 경향을 보였는데, 이러한 특징은 전체 동물플랑크톤의 현존량이나 우점 동물플랑크톤의 현존량 차이, 그리고, 특정 소분류군의 출현 유무와 관련이 있었다.

표 1-2-2. 2005년 2월에 출현한 동물플랑크톤 (개체/㎥)

분류군	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11	St12	St13	St14	St15	평균	%
Cnidaria																	
Shiponophora	74		*	*	33	33	17	23	4	7	76	44	42	26	93	39	3.0
Hydroida	*		*	*			*	6		*					9	7	0.5
Mollusca																	
Bivalvia																	
Larvae	*											7				7	0.6
Gastropoda																	
Larvae	*			*	*		*	*	*	7	*		*		*	7	0.5
Annelida																	
Polychaete larvae	12		*		*		*		*	*		*	*			12	0.9
Crustacea																	
Cladocera																	
Podon lekarti			1	*	*		*	6	*							3	0.3
Podon polyphemoides																	
Ostracoda	*	*	*	*	*		*	*	*				4			4	0.3
Copepoda																	
Acartia omorii	37	40	5	23	8	12	29	29	35	24	6	22	*	5	24	21	1.6
Acartia copepodite	25		4	38	41	29	6	12	*	18	6	*	*	2	52	21	1.6
Aetideusnacus					*												
Calanus sinicus	*		*	8	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	8	0.6
Calanus copepodite	98	27	12	15	41	25	74	35	76	24	6	22	29	26	24	36	2.7
Calocalanus copepodite	12															12	0.9
Candacia copepodite					*												
Centropages abdominalis	*	4	*	8	*	4	*	*	*		*	*	4	*	*	5	0.4
Centropages copepodite	25		1	8	*	*	23	6	*	*					4	11	0.8
Clausocalanus furcatus	*	4		*	*		6	6	2		1	7	4			4	0.3
Clausocalanus minor	12		1	*	*		6	6	*	*			8	*	9	7	0.5
Clausocalanus copepodite	12	40	2		66	29	12	5	24	35	15	5	11	4	20	1.5	
Clytemnestra sp.					8	6										7	0.5
Corycaeus affinis	37	9	*	15	*	4	17	29	5	*	6	7	17	21	24	16	1.2
Corycaeus copepodite	160	49	51	54	17	49	51	23	2	12	1	22	29	58	4	39	3.0
Ctenocalanus vanus	*				*			*									
Euchaeta copepodite	*		*		*								*				
Macrosetella gracilis					*												
Mesocalanus teunicornis					*			*					4			4	0.3
Mesocalanus copepodite	37	13														25	1.9
Metridia pacifica	*							*					*				
Metridia copepodite	37	4		15	8	4	6	*	2		*	7	29	5	*	12	0.9
Oithona similis	566	124	297	54	99	99	166	178	156	7	126	20	71	152	137	150	11.4
Oithona plumifera	*		*	8	*		11	6	5	*	*		8	5		7	0.6
Oithona copepodite	28	142	235	77	91	58	154	150	17	48	96	95	138	200	250	119	9.0
Oncaea clevei			*														
Oncaea conifera					*												
Oncaea media	12	*		*	8	4	11		2	*	*	*	*		4	7	0.5
Oncaea venusta	12												13	*		12	0.9
Oncaea sp.	12		*	*												12	0.9
Oncaea copepodite	*		1	8	*	*	11	6	5	7	2	15	13	*	4	7	0.5
Paracalanus spp.	148	138	133	122	50	99	126	13	172	36	4	80	80	116	181	100	7.6
Paracalanus copepodite	344	37	369	222	282	358	377	283	252	97	243	30	327	357	794	291	22.2
Pseudocalanus minutus		9	1	8	*	4	6		5	*	6		*	5	13	6	0.5
Pseudocalanus copepodite						4										4	0.3
Scolecithricella minor					8											8	0.6
Harpacticoida					*	*		*	*		*						
Nauplii	49	4	2	23	33	25	34	23	25	18	6	15	29	32	48	24	1.9
Cirripedia																	
Nauplii	98		*	8	*	4			5							29	2.2
Mysidacea																	
Larvae	25		*	*	*	*										25	1.9
Isopod							6									6	0.4
Amphipod																	
Larvae	*							*		*	*	*	4	5	4	5	0.3
Euphausiacea																	
Eggs												7	*	5	4	6	0.4
Nauplii	135	13	82	8	17	29	23	17	15	24	3	6	63	42	13	33	2.5
Larvae	*			*		4	*	*			*		*	5	4	5	0.3
Decapoda																	
zoa					*								*	*			
Chaetognatha																	
Sagitta crassa	12		*	*			*	*	*	*			*	*	4	8	0.6
Sagitta minima	12						*	*	*	*			*	*	*	12	0.9
Sagitta immature	*	4	1	8	*	*	6	*	*	*	6	*	*	5	4	5	0.4
Echinodermata																	
Larvae	12	18	*		50	3	17	12	2	48	35	30	59	26	2	24	1.8
Chordata																	
Appendiculata																	
Oikopleuridae	61	27	72	92	41	25	74	9	3	24	66	12	55	11	165	49	3.7
Fritillariidae	25	9	1		17	4	17	6	5		1	*	*	37	56	16	1.2
Fish eggs			*	*	*	*	6	6	*	*	*	*	*	*	*	6	0.4
Fish larvae	*										*			*			
Foraminifera													4			4	0.3
Urochordata larvae		4														4	0.3
Starfish larvae								*									
Total	2130	721	1274	819	920	880	1314	898	805	427	731	460	1042	1160	1939	1315	100
Protozoa																	
Noctiluca scintillans					17						7		*	5		9	

\*, 출현

표 1-2-3. 2005년 5월에 출현한 동물플랑크톤(개체/m<sup>3</sup>)

분류군	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11	St12	St13	St14	St15	평균	%
Cnidaria				*		*											
Shiponophora				*		*											
Hydroida	6			*	*	11							3			7	0.4
Ctenophora											*						
Mollusca																	
Bivalvia																	
Larvae			10	*	12	11					*	8				10	0.6
Gastropoda																	
Larvae	*	*	10	18	12	17				*			3			12	0.7
Annelida																	
Polychaete larvae	6	*	10	18	*	6					*			*	3	8	0.5
Crustacea																	
Copepoda																	
<i>Acartia omorii</i>	6	*	10	18	*	6	36	15	24	11	3	8	14	10	8	13	0.7
<i>Acartia</i> copepodite	17	10		*			4					4				9	0.5
<i>Calanus sinicus</i>															*		
<i>Calanus</i> copepodite					*			12	15	4	11			7	2	8	0.5
<i>Centropages abdominalis</i>				*	*	6			*		3	*	7	*	3	5	0.3
<i>Centropages</i> copepodite	6	10	10		37	6			5		3	8				11	0.6
<i>Clausocalanus minor</i>												8				8	0.5
<i>Corycaeus affinis</i>	*	*		36	*	17	12		*	11	17	12	7	10	14	15	0.9
<i>Corycaeus</i> copepodite	17	*	30	36	37	51	36	30	*	15	20	4	65	29	37	31	1.8
<i>Eucalanus</i> copepodite														5	*	5	0.3
<i>Euchaeta</i> copepodite					*												
<i>Microsetella norvegica</i>							*										
<i>Oithona nana</i>										4			3		3	3	0.2
<i>Oithona pluminiifera</i>			*		*	*	4		5	*	3				8	5	0.3
<i>Oithona similis</i>	84	131	237	182	259	335	219	430	456	451	257	486	386	314	532	317	18.0
<i>Oithona</i> copepodite	134	212	287	455	493	459	442	521	385	417	311	391	300	595	1357	451	25.6
<i>Oncaea media</i>							4	5								5	0.3
<i>Oncaea</i> sp.				*													
<i>Oncaea</i> copepodite															*		
<i>Paracalanus</i> sp.	17	10	10	73	123	284	231	127	138	227	184	230	410	154	291	167	9.5
<i>Paracalanus</i> copepodite	156	121	406	309	629	754	442	132	252	315	158	284	469	182	288	326	18.6
<i>Pseudocalanus minutus</i>	*	10	*	*	*	6	122	253	62	303	23	111	3	89	65	95	5.4
<i>Pseudocalanus</i> copepodite	11	*	20	18	74	28	167	128	315	42	115	34	91	57	85	85	4.8
Harpacticoida					*					*							
Harpacticoida copepodite										*							
Calanoida copepodite	11															11	0.6
Nauplii	39	30	40			17			14	11	3	8		7	3	17	1.0
Cirripedia																	
Nauplii	50	10	30	*	12	6				*						22	1.2
Cypris		*	10	*	*	6			*	4						6	0.4
Mysidacea																	
Larvae					*	*											
Amphipod																	
Larvae	6	10	20	455	37	6	57	25	24	27	8	29	31	26	45	54	3.1
Euphausiacea																	
Eggs					*						3					3	0.2
Nauplii					*												
Larvae				18			4	*				8	*	5	3	8	0.4
Decapoda																	
zoaea				*													
Larvae										4						4	0.2
Chaetognatha																	
<i>Sagitta</i> immature	6	*			*		16	15	14	11	3	4	24	2	8	10	0.6
Chordata																	
Appendiculata																	
Oikopleuridae	*	*		*			5	*	8			16	24	12		13	0.7
Fritillariidae	6							*								6	0.3
Thaliacea											3					3	0.2
Urochordata larvae								*		6						6	0.3
Starfish larvae								*									
Total	575	554	1138	1637	1726	2002	1669	1741	1510	2138	1060	1736	1792	1533	2734	1758	100

\*, 출현



표 1-2-4. 2005년 8월에 출현한 동물플랑크톤(개체/m<sup>3</sup>)

분류군	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11	St12	St13	St14	St15	평균	%
Cnidaria																	
Shiponophora		13		29	15	61	17	18	12	21	15	127	18	41	11	32	1.0
Hydroida	2	26	28	*	15	24	8	12				20			*	17	0.5
Mollusca																	
Bivalvia																	
Larvae	2	*	28	43	*	12	17	*	18	2	7	*	18	28	11	17	0.6
Gastropoda																	
Larvae	33	*	14	29			25	6	12	2	7	29	13	9	6	16	0.5
Annelida																	
Polychaete larvae	22	7	*		15	*	8	12	6	2		10	4	9	11	9	0.3
Crustacea																	
Cladocera																	
<i>Penilia avirostris</i>	15	642	348	883	411	575	76	612	429	682	284	196	470	445	514	433	13.8
<i>Evadne spinifera</i>	26	144	29	174			18	88	23	2	*	159	11	136	67	67	2.1
<i>Evadne tergestina</i>	98	66	125	72	15		8	35	23	21	*	40	55	6	51	51	1.6
<i>Podon polyphemoides</i>	347	413	26	362	338	783	174	288	288	213	75	59	173	129	119	262	8.3
Copepoda																	
<i>Acartia erythraea</i>	*					12								5		8	0.3
<i>Acartia</i> copepodite	2				15	12	8			*	7				6	8	0.3
<i>Calanus</i> copepodite		7					8	6	23	21	*		4		23	12	0.4
<i>Centropages</i> copepodite						*											
<i>Corycaeus affinis</i>	2	*		14			17	6	6	*	15	10	9	5	6	9	0.3
<i>Corycaeus</i> copepodite		7	14		15		17	12	*			10	4	5	*	10	0.3
<i>Labidocera japonica</i>	*																
<i>Labidocera</i> copepodite	54		28					6	6		7		9	5	*	16	0.5
<i>Metridia</i> copepodite													*				
<i>Oithona davisae</i>	2		42	14			17			21						19	0.6
<i>Oithona similis</i>	22	46	14	*	15	61	141	35	12	43	52	29	27	18	45	40	1.3
<i>Oithona plumifera</i>								*	2	*	*	4			11	3	0.1
<i>Oithona</i> copepodite	66	92	84	72	59	122	299	341	129	394	494	34	173	248	384	186	5.9
<i>Paracalanus</i> sp.	249	17	111	159	15	28	432	247	200	373	299	274	487	487	458	241	7.7
<i>Paracalanus</i> copepodite	197	1264	16	1824	411	116	2316	1795	1533	2718	124	823	3217	163	183	1180	37.5
<i>Pseudocalanus minutus</i>							8	*							*	8	0.3
<i>Pseudocalanus</i> copepodite										2				5		3	0.1
<i>Pseudodiaptomus</i> copepodite												*					
Harpacticoida		7															7
Harpacticoida copepodite	2				*												2
Nauplii	33		42	58	29		25		6	*	7	20	*	9	6	25	0.8
Cirripedia																	
Nauplii		13				24			*	21		*		*		20	0.6
Cypris			*				*				*						
Mysidacea																	
Larvae									6							6	0.2
Amphipod												10			6	10	0.3
Euphausiacea																	
Eggs				*						*	7	29	4	9	17	13	0.4
Nauplii					*		*	29	*	43	60	*	4	14	*	30	1.0
Larvae										2		*	*	5		3	0.1
Decapoda																	
zoea				*													
Chaetognatha																	
<i>Sagitta crassa</i>							17	12	12	53	7	29	9	14	6	19	0.6
<i>Sagitta immature</i>	43	33	56	58	44	122	18	129	100	128	90	127	12	79	85	74	2.4
Echinodermata																	
Larvae	2	33	28	29	15	86	42	29	18	32	29	196	13	23	45	41	1.3
Chordata																	
Appendiculata																	
Oikopleuridae	15	85	154	13	59	539	257	235	76	49	546	353	168	174	24	195	6.2
Fritillariidae		7	14		*		33	24	6	2		18	32	11	17	17	0.5
Thaliacea						24					22	49	9			26	0.8
Fish eggs			*							*							
Fish larvae								6						*		6	0.2
Total	1231	2920	1199	3835	1484	2604	4006	3985	2942	4849	2158	2434	5070	2025	2130	3143	100
Protozoa																	
<i>Noctiluca scintillans</i>	98	17	264	825	198	52	100	135	25	320	1645	3684	40	37	28	531	

\*, 출현

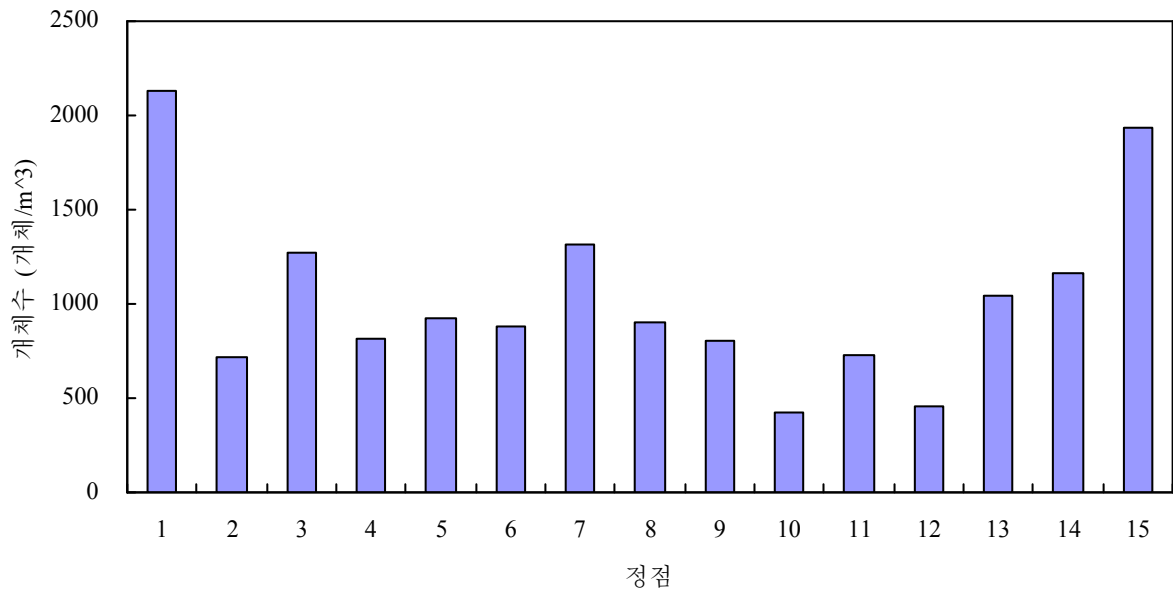


그림 1-2-18. 2005년 2월의 동물플랑크톤 개체수 변동.

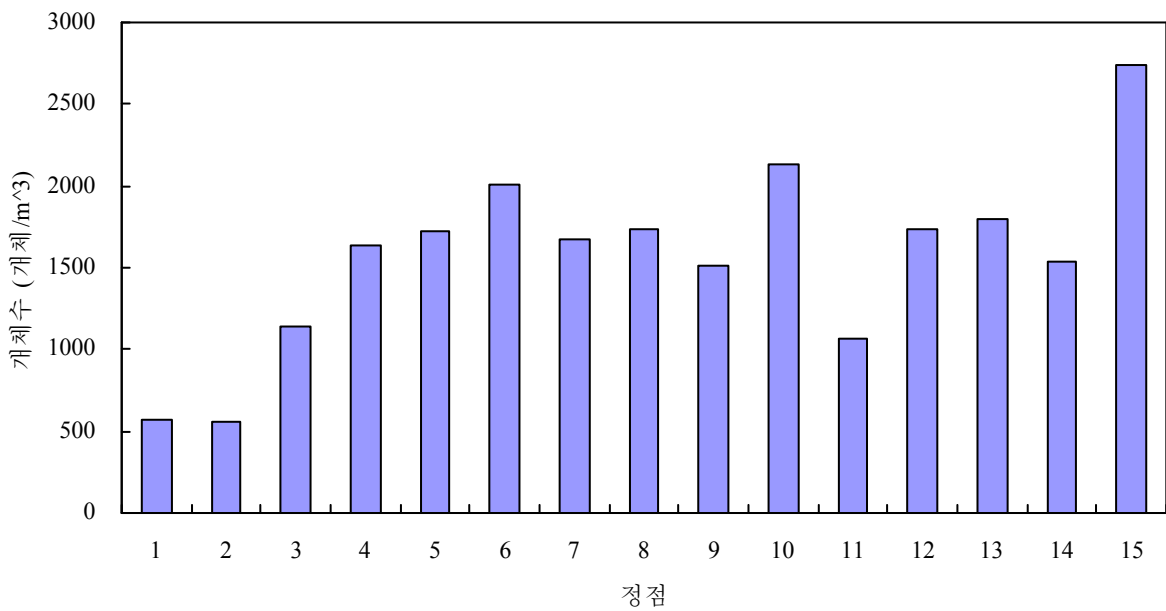


그림 1-2-19. 2005년 5월의 동물플랑크톤 개체수 변동.

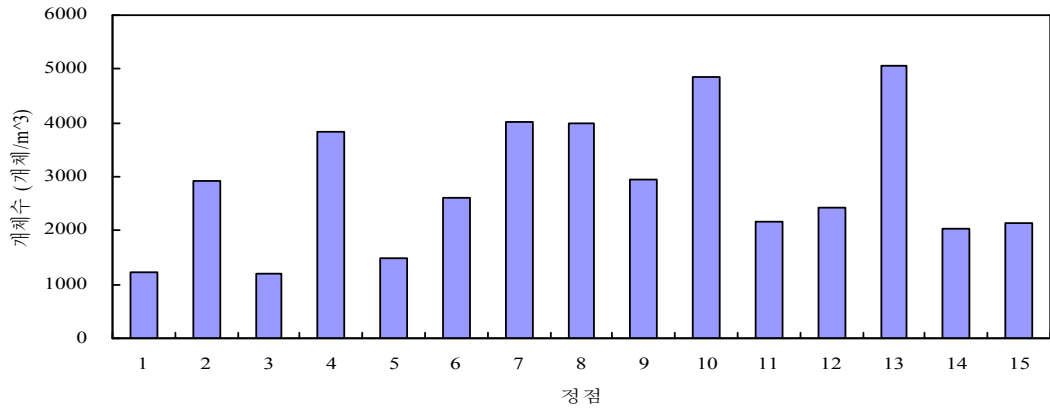


그림 1-2-20. 2005년 8월의 동물플랑크톤 개체수 변동.

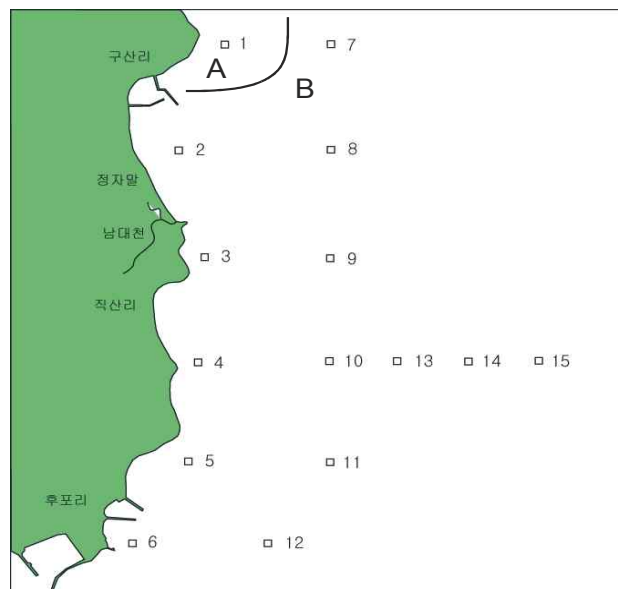
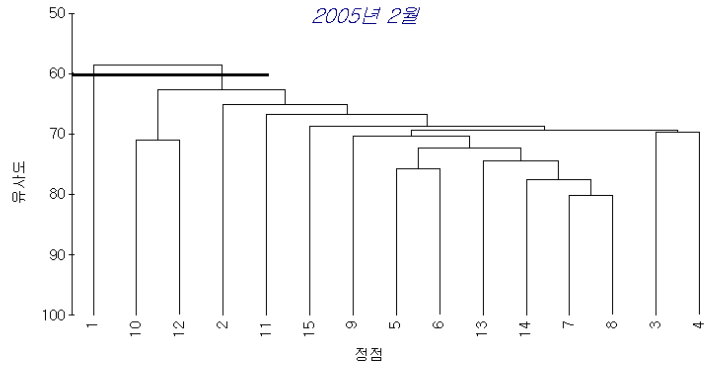


그림 1-2-21. 2005년 2월의 동물플랑크톤 군집 분석.

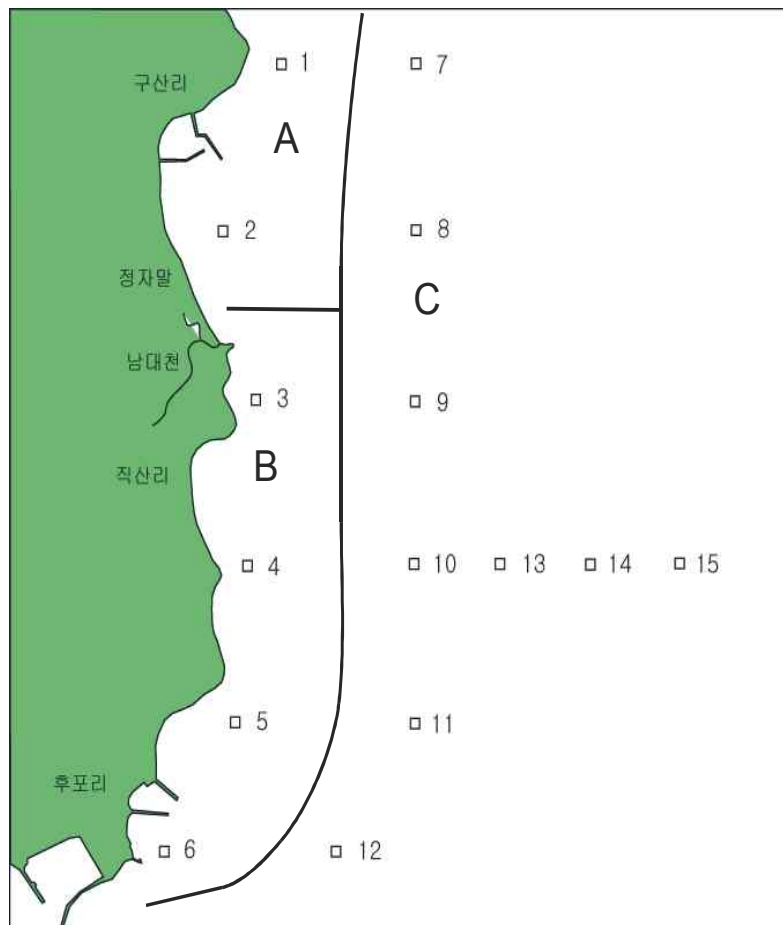
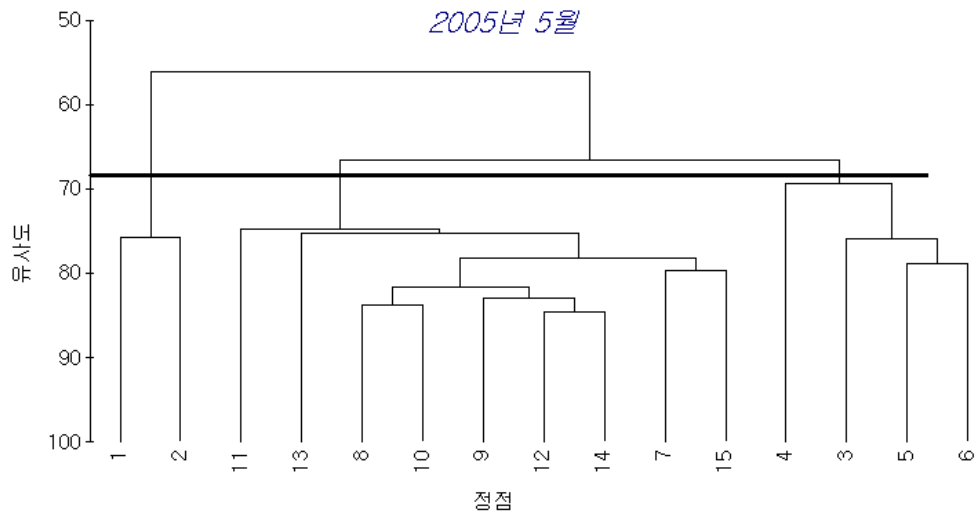


그림 1-2-22. 2005년 5월의 동물플랑크톤 군집 분석.

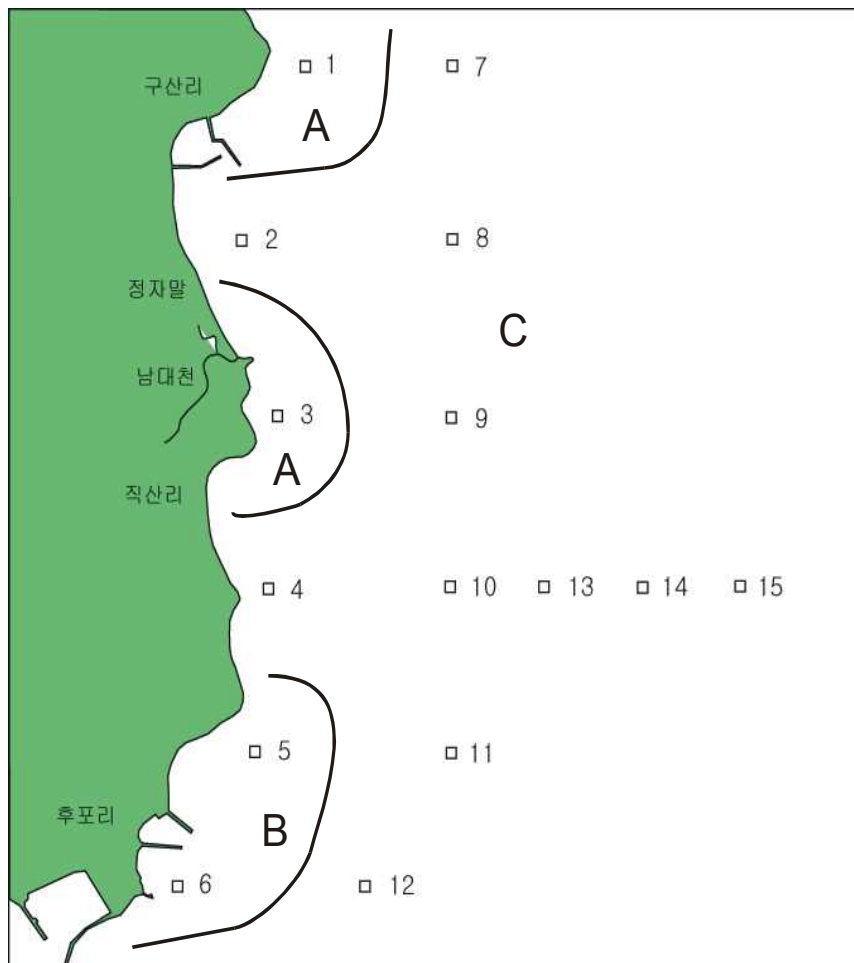
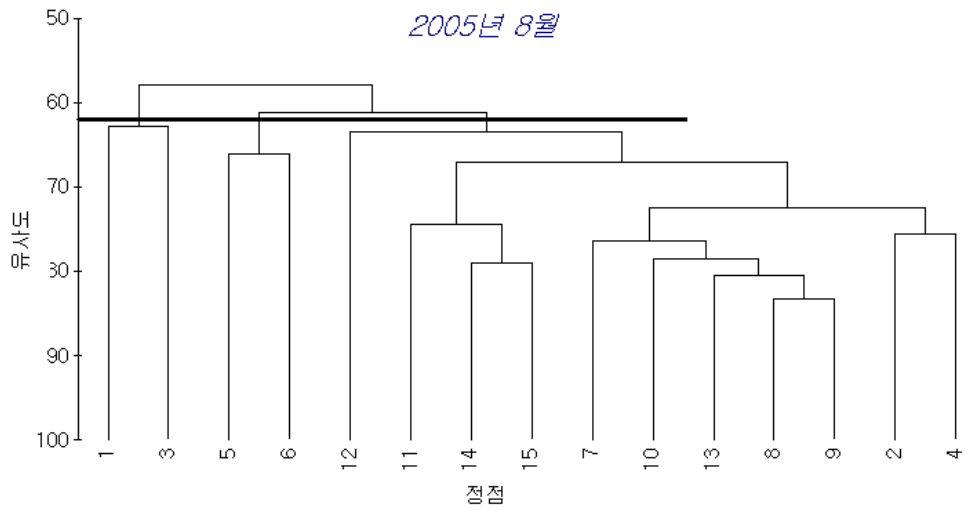


그림 1-2-23. 2005년 8월의 동물플랑크톤 군집 분석.

라. 저서동물

(1) 종수

(가) 종조성

2005년 2월부터 8월까지 조사된 저서동물은 총 275종이었다(표 1-2-5). 종조성에서 환형동물이 47.3%(130종), 연체동물이 15.6%(43종), 절지동물이 26.9%(74종), 극피동물이 5.1%(14종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류(Polychaeta)로 압도적으로 우점적이었고, 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 전체의 13.1%(36종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였으며, 이 중 단각류가 16.0%(44종)를 차지하여 가장 우점적이었다.

표 1-2-5. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 월별 종조성 (2005년도)

Taxon		2월		5월		8월		종합	
		종수	%	종수	%	종수	%	종수	%
환형동물	갯지렁이류	96	55.2	85	52.8	106	52.7	130	47.3
	미공류	1	0.6	1	0.6	1	0.5	1	0.3
연체동물	다관류	0	0	0	0	0	0	0	0
	복족류	6	3.5	0	0	1	0.5	6	2.2
	이매패류	18	10.3	14	8.7	25	12.4	36	13.1
절지동물	단각류	22	12.6	25	15.5	27	13.4	44	16.0
	십각류	6	3.5	7	4.3	5	2.5	11	4.0
	기타	10	5.7	12	7.5	14	7.0	19	6.9
극피동물	거미불가사리류	4	2.3	5	3.1	6	3.0	6	2.2
	불가사리류	1	0.6	0	0	0	0	1	0.3
	성게류	1	0.6	3	1.9	2	1.0	3	1.1
	해삼류	1	0.6	2	1.2	2	1.0	4	1.5
기 타		8	4.6	7	4.3	12	6.0	14	5.1
계		174	100	161	100	201	100	275	100

2005년 2월에 조사된 저서동물은 총 174종이 출현하였다. 종조성에서 환형동물이 55.2%(96종), 연체동물이 14.4%(25종), 절지동물이 21.8%(38종), 극피동물이 4.0%(7종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류(Polychaeta)로 압도적으로 우점적이었고, 연체동물 중에서는 이매패류(25종)가 우점적이었다. 절지동물은 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였으며, 이 중 단각류(22종)가 우점적이었다.

5월에 조사된 저서동물은 총 161종이었다. 종수에서 환형동물이 52.8%(85종), 연체동물이 9.3%(15종), 절지동물이 27.3%(44종), 극피동물이 6.2%(10종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하여 압도적으로 우점적이었고, 연체동물의 대부분 이매패류가 차지하여 우점적이었고 전체의 8.7%(14종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류였으며, 이 중 단각류가 전체의 15.5%(25종)를 차지하여 우점적이었다. 극피동물 중에서는 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 3.1%(5종)를 차지하였다.

8월에 조사된 저서동물은 총 201종 이었다. 종수에서 환형동물이 52.7%(106종), 연체동물이 13.4%(27종), 절지동물이 22.9%(46종), 극피동물이 5.0%(10종) 등을 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하여 압도적으로 우점적이었고, 연체동물의 대부분 이매패류가 차지하여 우점적이었고 전체의 12.4%(25종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류였으며, 이 중 단각류가 전체의 13.4%(27종)를 차지하여 우점적이었다. 극피동물 중에서는 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 3.0%(6종)를 차지하였다.

**(나) 정점별 종수**

2005년도에 조사된 저서동물의 정점별 종수의 분포는 표 1-2-6과 같다. 정점 9에서 125종이 출현하여 가장 많았고, 다음으로 정점 15에서 108종, 정점 6에서 101종 등의 순서로 많았다. 한편, 정점 4에서는 27종으로 가장 적었다.

**표 1-2-6. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 정점별 종수 (2005년도)**

Month	Station															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Feb	2	55	54	6	4	65	65	14	37	40	18	49	12	44	54	174
May	13	42	42	10	11	39	38	29	52	30	33	51	22	39	52	161
Aug	32	41	67	19	40	62	51	43	80	37	33	55	25	63	61	201
Total	43	85	93	27	51	101	89	63	125	64	54	91	42	96	108	275

2005년 2월의 정점별 종수는 4~67종으로 차이가 많았다. 정점 9에서 67종으로 가장 많이 출현하였고, 그 다음으로 정점 6과 정점 7에서 65종이 출현하였다. 정점 5에서는 4종으로 가장 적게 출현되었다. 정점 1, 정점 4에서도 8종 이하로 적게 출현하였다.

5월의 정점별 종수는 10~52종으로 차이가 많았다. 정점 9와 정점 15에서 52종으로 많이 출현하였고, 다음으로 정점 12에서 51종, 다음으로 정점 2와 정점 3에서 42종으로 많이 출현하였다. 한편, 정점 4에서는 10종으로 가장 적게 출현되었다. 정점 1, 정점 5에서도 13종 이하로 적게 출현하였다.

8월의 정점별 종수는 19~80종으로 차이가 많았다. 정점 9에서 80종으로 많이 출현하

였고, 다음으로 정점 3에서 67종, 다음으로 정점 14에서 63종으로 많이 출현하였다. 한편, 정점 4에서는 19종으로 가장 적게 출현되었다. 정점 13에서도 25종으로 적게 출현되었다.

### (다) 계절별 종수

2005년도에 조사된 저서동물의 계절별 종수의 변화는 그림 1-2-24와 같이 3계절 거의 비슷하였다(161-201종).

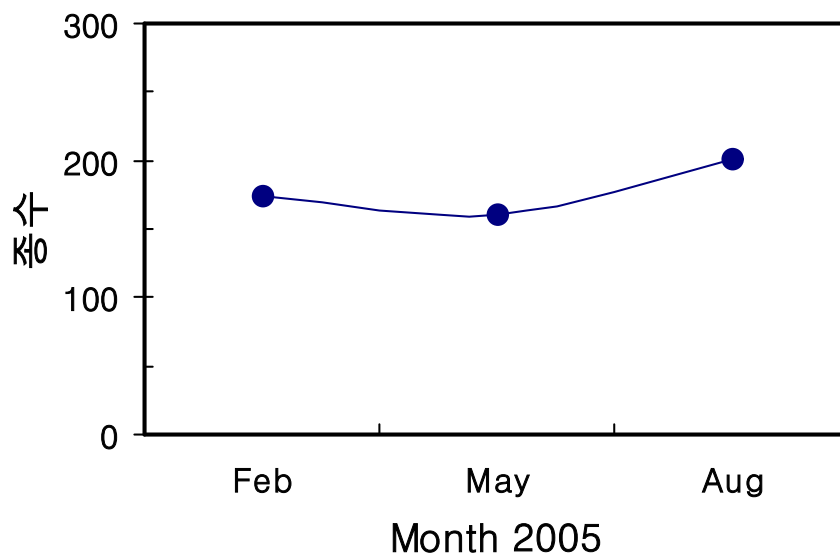


그림 1-2-24. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 계절별 종수 (2005년도).

## (2) 개체수

### (가) 개체수 조성

2005년도의 3계절의 개체수 자료를 종합하면 평균 2,037개체/m<sup>2</sup>였다(표 1-2-7). 개체수 조성에서 환형동물이 78.8%(1,605개체/m<sup>2</sup>), 연체동물이 8.7%(178개체/m<sup>2</sup>), 절지동물이 8.8%(179개체/m<sup>2</sup>), 극피동물이 1.6%(32개체/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류로 압도적으로 우점적인 동물군이였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 총 개체수의 8.2%(167개체/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 절지동물 중에서는 단각류가 우점적이었으며 전체의 6.7%(136개체/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 극피동물 중에서는 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 1.4%(28개체/m<sup>2</sup>)를 차지하였다.



표 1-2-7. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 월별 개체수 조성 ( $/m^2$ ) (2005년도)

동 물 군		2월		5월		8월		종합	
		개체수	%	개체수	%	개체수	%	개체수	%
환형동물	갯지렁이류	1,385	78.7	1,407	78.7	2,023	78.9	1,605	78.8
	미공류	15	0.8	4	0.2	9	0.3	9	0.4
연체동물	다관류	0	0	0	0	0	0	0	0
	복족류	3	0.2	0	0	2	0.1	2	0.1
	이매패류	176	10.0	70	3.9	257	10.0	167	8.2
절지동물	갑각류	59	3.3	190	10.6	158	6.1	136	6.7
	십각류	8	0.5	5	0.3	3	0.1	5	0.2
	기타	25	1.4	41	2.3	48	1.9	38	1.9
극피동물	거미불가사리류	18	1.0	30	1.7	36	1.4	28	1.4
	불가사리	1	0.1	0	0	0	0	0	0
	성게류	2	0.1	4	0.2	1	0	3	0.1
	해삼류	1	0.1	1	0.1	1	0	1	0.1
기 타		67	3.8	35	2.0	27	1.1	43	2.1
계		1,760	100	1,787	100	2,565	100	2,037	100

2005년 2월에는 환형동물이 78.7%(1,385개체/ $m^2$ ), 연체동물이 11.0%(194개체/ $m^2$ ), 절지동물이 5.2%(92개체/ $m^2$ ), 극피동물이 1.3%(22개체/ $m^2$ )를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류였으며 압도적으로 우점적인 동물군이였다. 연체동물 중에서 이매패류가 우점적이었으며 총 개체수의 10.0%(176개체/ $m^2$ )를 차지하여 전체에서 두 번째로 우점적인 동물군이였다. 절지동물 중에서 단각류가 우점적이었으며 총 개체수의 3.3%(59개체/ $m^2$ )를 차지하여 전체에서 세 번째로 우점적인 동물군이였다. 극피동물 중에서 거미불가사리류가 우점적이었으며 전체의 1.0%(18개체/ $m^2$ )를 차지하였다.

5월에는 환형동물이 78.7%(1,407개체/ $m^2$ ), 연체동물이 4.1%(74개체/ $m^2$ ), 절지동물이 13.2%(236개체/ $m^2$ ), 극피동물이 2.0%(35개체/ $m^2$ )를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류로 압도적으로 우점적인 동물군이였다. 연체동물 중에서 이매패류가 우점적이었고, 전체 총 개체수의 3.9%(70개체/ $m^2$ )를 차지하여 전체 동물군 중에서 세 번째로 우점적이였다. 절지동물 중에서 단각류가 우점적이었고 전체 총 개체수의 10.6%(190개체/ $m^2$ )를 차지하여 전체 동물군 중에서 두 번째로 우점적이였다. 극피동물 중에서 거미불가사리류가 우점적이었고, 전체의 1.7%(30개체/ $m^2$ )를 차지하여 우점적인 동물군이였다.

8월에는 환형동물이 78.9%( 2,023개체/ $m^2$ ), 연체동물이 10.4%(268개체/ $m^2$ ), 절지동물이 8.1%(209개체/ $m^2$ ), 극피동물이 1.4%(38개체/ $m^2$ )를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지

렁이류로 압도적으로 우점적인 동물군이였다. 연체동물 중에서 이매패류가 우점적이었고, 전체 총 개체수의 10.0%(257개체/m<sup>2</sup>)를 차지하여 전체 동물군 중에서 두 번째로 우점적이였다. 절지동물 중에서 단각류가 우점적이었고 전체 총 개체수의 6.1%(158개체/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 극피동물 중에서 거미불가사리류가 우점적이었고, 전체의 1.4%(36개체/m<sup>2</sup>)를 차지하여 우점적인 동물군이였다.

### (나) 정점별 개체수

2005년도의 3계절의 자료를 종합한 정점별 개체수의 분포는 표 1-2-8와 같다. 정점 2에서 4,443개체/m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 6에서 4,255개체/m<sup>2</sup>가 출현하였다. 한편, 정점 5에서는 343개체/m<sup>2</sup>로 가장 적게 출현되었다.

표 1-2-8. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물의 정점별 개체수(/m<sup>2</sup>) (2005년도)

Month	Station															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Feb	85	3370	3575	215	30	4040	3125	200	2180	3710	700	1100	190	2905	975	1760
May	590	4920	2190	1010	280	4100	2510	590	2660	1990	1690	1260	900	1045	1065	1787
Aug	1115	5040	3070	3065	720	4625	2820	1945	2750	3805	810	1015	1000	5775	915	2565
Total	597	4443	2945	1430	343	4255	2815	912	2530	3168	1067	1125	697	3245	985	2037

2005년 2월에는 정점 6에서 가장 많이 출현하였고(4,040개체/m<sup>2</sup>), 다음으로 정점 10에서 3,710개체(/m<sup>2</sup>)로 많이 출현하였다. 한편, 정점 5에서는 30개체(/m<sup>2</sup>)로 가장 적게 출현되었다. 한편, 정점 1, 4, 8, 13에서는 215개체(/m<sup>2</sup>) 이하로 적게 출현하였다.

5월에는 정점 2에서 4,920개체/m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 6에서 4,100개체/m<sup>2</sup>, 정점 9에서 2,660개체/m<sup>2</sup>로 많이 출현하였다. 정점 5에서 280개체/m<sup>2</sup>로 가장 적게 출현하였다. 한편 정점 1, 8, 13에서도 900개체/m<sup>2</sup>이하로 적게 출현하였다.

8월에는 정점 14에서 5,775개체/m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 2에서 5,040개체/m<sup>2</sup>, 정점 6에서 4,625개체/m<sup>2</sup>로 많이 출현하였다. 정점 5에서 720개체/m<sup>2</sup>로 가장 적게 출현하였다.

### (다) 계절별 개체수

2005년도에 조사된 저서동물의 계절별 개체수의 변화는 그림 1-2-25와 같이 2월에서 8월로 갈수록 약간 증가하는 경향이 있었다(1,760-2,565개체/m<sup>2</sup>).

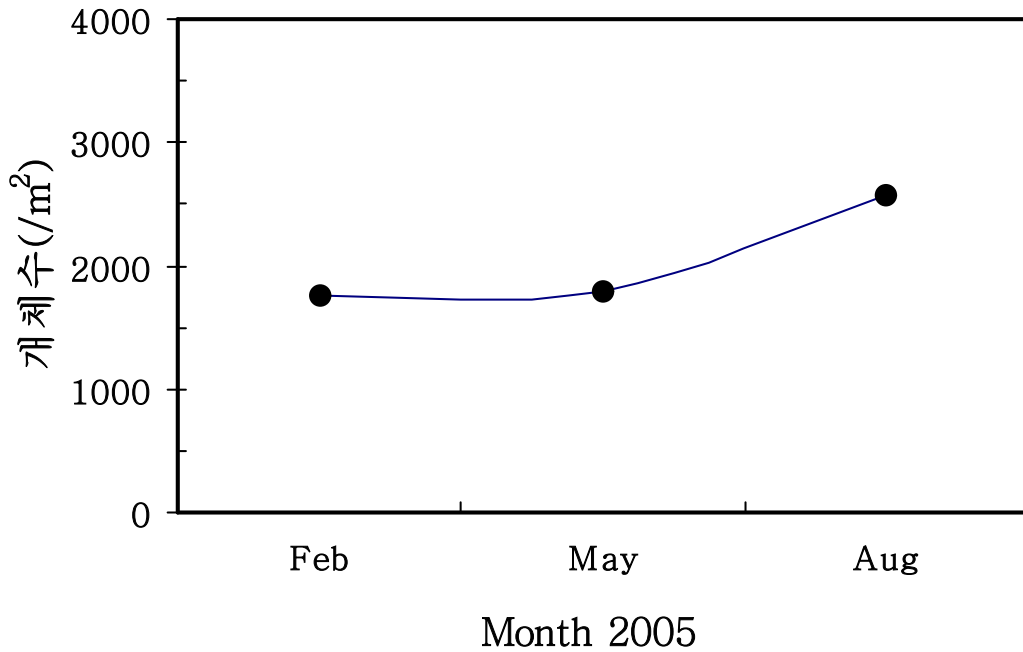


그림 1-2-25. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 계절별 개체수 (2005년도).

### (3) 생체량

#### (가) 생체량 조성

2005년도의 3회에 걸쳐 조사된 결과를 종합한 결과는 표 1-2-9와 같다. 생체량은 평균 75.83 gwwt/m<sup>2</sup>였다. 생체량 조성에서 환형동물이 31.6%(24.00 gwwt/m<sup>2</sup>), 연체동물이 3.5%(2.67 gwwt/m<sup>2</sup>), 절지동물이 3.5%(2.66 gwwt/m<sup>2</sup>), 극피동물이 59.8%(45.36 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었고 전체의 3.2%(2.46 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 절지동물 중에서는 십각류가 우점적이었으며 전체의 2.3%(1.77 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 그리고, 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 42.9%(32.54 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다.

2005년 2월에 조사된 저서동물의 생체량 조성에서 환형동물이 29.3%(17.15 gwwt/m<sup>2</sup>), 연체동물이 6.0%(3.53 gwwt/m<sup>2</sup>), 절지동물이 1.6%(0.95 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 전체의 5.0%(2.94 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 그리고, 절지동물 중에서는 단각류가 우점적이었으며 전체의 1.3%(0.73 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하여 우점적인 동물군이였다. 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 40.2%(23.55 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다.

5월에 조사된 저서동물의 생체량 조성에서 환형동물이 22.7%(22.80 gwwt/m<sup>2</sup>), 연체동물이 1.1%(1.12 gwwt/m<sup>2</sup>), 절지동물이 4.4%(4.41 gwwt/m<sup>2</sup>), 극피동물이 70.1%(70.54 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 환형동물은 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물도 모두 이

매패류였다. 절지동물 중에서는 십각류가 우점적이었으며 전체의 3.6%(3.62 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하여 네 번째로 우점적인 동물군이였다. 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 60.2%(60.56 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다.

8월에 조사된 저서동물의 생체량 조성에서 환형동물이 47.1%(32.04 gwwt/m<sup>2</sup>), 연체동물이 4.4%(3.02 gwwt/m<sup>2</sup>), 절지동물이 3.9%(2.62 gwwt/m<sup>2</sup>), 극피동물이 43.1%(29.28 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 환형동물의 모두 갯지렁이류가 차지하였다. 연체동물 중에서는 이매패류가 우점적이었으며 전체의 4.4%(3.00 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 절지동물 중에서는 십각류가 우점적이었으며 전체의 2.2%(1.52 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하여 우점적인 동물군이였다. 극피동물 중에서는 성게류가 우점적이었으며 전체의 19.9%(13.52 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다.

표 1-2-9. 울진 바다목장의 연결기저 저서생물의 월별 생체량 조성 (t/m<sup>2</sup>) (2005년도)

동 물 군	2월		5월		8월		종합		
	생체량	%	생체량	%	생체량	%	생체량	%	
환형동물	갯지렁이류	17.15	29.3	22.80	22.7	32.04	47.1	24.00	31.6
	미공류	0.03	0	0.01	0	0.02	0	0.02	0
연체동물	다관류	0	0	0	0	0	0	0	0
	복족류	0.56	1.0	0	0	0	0	0.19	0.3
	이매패류	2.94	5.0	1.11	1.1	3.00	4.4	2.46	3.2
절지동물	갑각류	0.73	1.3	0.62	0.6	0.80	1.2	0.72	1.0
	십각류	0.17	0.3	3.62	3.6	1.52	2.2	1.77	2.3
	기타	0.05	0.1	0.17	0.2	0.30	0.5	0.17	0.2
	거미불가사리류	6.75	11.5	9.67	9.6	12.36	18.2	9.59	12.6
극피동물	불가사리	5.90	10.1	0	0	0	0	1.97	2.6
	성게류	23.55	40.2	60.56	60.2	13.52	19.9	32.54	42.9
	해삼류	0.06	0.1	0.31	0.3	3.40	5.0	1.26	1.7
기 타	0.62	1.1	1.75	1.7	1.06	1.6	1.14	1.5	
계	58.51	100	100.62	100	68.02	100	75.83	100	

### (나) 정점별 생체량

2005년도의 자료를 종합한 생체량의 분포를 정점별로 보면, 정점 5에서 153.72 gwwt/m<sup>2</sup>으로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 7에서 142.75 gwwt/m<sup>2</sup>, 다음으로 정점 2에서 125.98 gwwt/m<sup>2</sup>로 많이 출현하였다(표 1-2-10). 정점 13에서는 5.87 gwwt/m<sup>2</sup>으로 가장 적게 출현하였다.

2월에는 정점 2월에는 정점 9에서 가장 많이 출현하였고(149.65g wwt/m<sup>2</sup>), 다음으로 정점 6에서 107.20g(wwt/m<sup>2</sup>)으로 많이 출현하였고, 다음으로 정점 10에서 97.10g(wwt/m<sup>2</sup>)이 출현하였다. 한편, 정점 8에서는 2.15g(wwt/m<sup>2</sup>)으로 가장 적게 출현하였다(표 1-2-10). 그리고 정점 1, 4, 5, 13에서 7.10g(wwt/m<sup>2</sup>)이하로 적게 출현하였다.

5월에는 정점 5에서 가장 많이 출현하였고(430.40g wwt/m<sup>2</sup>), 다음으로 정점 7에서

227.10g(wwt/m<sup>2</sup>)으로 많이 출현하였다. 다음으로 정점 8에서 188.20g (wwt/m<sup>2</sup>)이 출현하였다. 한편, 정점 4에서는 4.40g(wwt/m<sup>2</sup>)으로 가장 적게 출현하였다 (표 1-2-10). 그리고 정점 13에서 6.95g(wwt/m<sup>2</sup>)으로 적게 출현하였다.

8월에는 정점 15에서 188.25 gwwt/m<sup>2</sup>으로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 정점 2에서 155.15 gwwt/m<sup>2</sup>으로 많이 출현하였다. 그 다음으로 정점 3에서 150.15 gwwt/m<sup>2</sup>으로 많이 출현하였다. 한편 정점 13에서는 6.70 gwwt/m<sup>2</sup>으로 극히 적게 출현하였다.

표 1-2-10. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 정점별 생체량 (g/m<sup>2</sup>) (2005년도)

Month	Station															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Feb	3.75	95.70	60.25	2.80	7.10	107.20	81.75	2.15	149.65	97.10	90.90	70.10	3.95	62.15	43.30	58.52
May	22.90	127.10	71.20	4.40	430.40	41.70	227.10	188.20	32.90	94.70	99.10	107.95	6.95	28.65	30.80	100.94
Aug	24.00	155.15	150.15	8.65	23.65	37.75	119.40	8.70	84.35	59.50	30.10	57.75	6.70	66.15	188.25	68.02
Total	16.88	125.98	93.87	5.28	153.72	62.22	142.75	66.35	88.97	83.77	73.37	78.60	5.87	52.32	87.45	75.83

(다) 계절별 생체량

2005년도에 조사된 저서동물의 계절별 생체량의 변화는 그림 1-2-26와 같이 5월에 가장 많고(100.94 gwwt/m<sup>2</sup>) 2월에 가장 적었다(58.52 gwwt/m<sup>2</sup>).

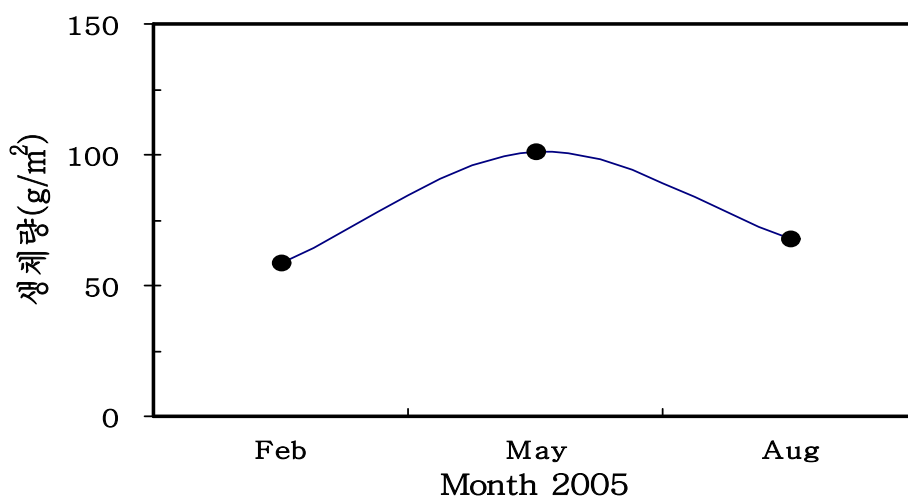


그림 1-2-26. 울진 바다목장의 연질기저 저서생물 군집의 계절별 생체량 (2005년도).

(4) 우점종

(가) 개체수 우점종

2005년도의 조사에서 출현된 총 275종 중에서 90종이 개체수 누적의 95% 이상을 차지하였고, 총 개체수 중에서 5% 이상을 차지하는 종은 3종이었다(표 1-2-11). 이 3종은 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였으며, 이들은 총 개체수의 45.54%를 차지하였다.

표 1-2-11. 연질기저 저서생물 중 개체수 우점종의 분포(2005년도)

월	우점종	정점															평균	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
2	민얼굴갯지렁이 ( <i>S. bombyx</i> )	0	1115	15	0	0	1025	195	15	580	0	0	0	0	1615	0	304	17.3
	긴자락송곳갯지렁이 ( <i>S. longifolia</i> )	0	530	1085	0	0	785	675	0	90	470	0	110	0	0	40	252	14.3
	양손갯지렁이 ( <i>M. japonica</i> )	0	160	85	0	0	110	35	0	20	2340	195	25	0	5	25	200	11.4
	말발조개류 ( <i>A. subquadrata</i> )	0	85	620	0	0	165	440	0	35	50	0	0	0	40	10	96	5.5
	숨털바퀴실타래갯지렁이 ( <i>C. setosa</i> )	0	2390	50	0	0	1750	190	170	620	20	15	10	20	600	15	390	21.8
5	한국대나무갯지렁이 ( <i>C. koreana</i> )	0	730	610	0	0	1090	800	0	120	230	0	125	0	5	130	256	14.3
	긴자락송곳갯지렁이 ( <i>S. longifolia</i> )	0	170	110	0	0	40	50	50	100	1050	325	45	65	15	10	135	7.6
	민얼굴갯지렁이 ( <i>S. bombyx</i> )	15	3050	10	5	5	2160	295	1020	520	0	105	5	130	4305	0	775	30.2
8	양손갯지렁이 ( <i>M. japonica</i> )	15	160	60	5	30	40	35	75	35	2780	180	55	10	100	15	240	9.3
	긴자락송곳갯지렁이 ( <i>S. longifolia</i> )	0	525	775	0	20	960	550	0	230	220	0	60	0	50	15	227	8.9
	민들조개 ( <i>G. aequilatera</i> )	10	0	0	1945	0	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	130	5.1
종합	민얼굴갯지렁이 ( <i>S. bombyx</i> )	5	2185	25	2	2	1645	227	402	573	7	40	5	50	2173	5	490	24.0
	긴자락송곳갯지렁이 ( <i>S. longifolia</i> )	0	595	823	0	7	945	675	0	147	307	0	98	0	18	62	245	12.0
	양손갯지렁이 ( <i>M. japonica</i> )	5	163	85	2	10	63	40	42	52	2057	233	42	25	40	17	192	9.4
	말발조개류 ( <i>A. subquadrata</i> )	0	48	335	0	0	103	407	0	62	28	0	15	0	32	3	69	3.4

이들 3종의 정점별 분포는 그림 1-2-27와 같다. 가장 우점적인 민얼굴갯지렁이 (*Spiophanes bombyx*)는 평균 490개체/m<sup>2</sup>로 총 개체수의 24.0%를 차지하였다. 민얼굴갯지렁이는 정점 2에서 2,185개체/m<sup>2</sup>로 가장 많이 분포하였다. 다음으로 정점 14에서 2,173개체/m<sup>2</sup>, 다음으로 정점 6에서 1,645개체/m<sup>2</sup>가 분포하였다. 한편, 정점 4, 정점 5에서는 2개체/m<sup>2</sup>로 가장 적게 분포하였다. 정점 1, 10, 12, 15에서도 5개체/m<sup>2</sup> 이하로 매우 적게 출현하였다.

두 번째로 우점적인 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 평균 245개체/m<sup>2</sup>가 출현하여 총 개체수의 12.0%를 차지하였다. 이 갯지렁이는 정점 6에서 945개체/m<sup>2</sup>로 가장 많이 분포하였으며, 다음으로 정점 3에서 823개체/m<sup>2</sup>로 우점적으로 분포하였다. 그러나 정점 1, 4, 8, 11, 13에서는 출현하지 않았다.

세 번째로 우점적인 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는 평균 192개체/m<sup>2</sup>가 출현하여 총 개체수의 9.4%를 차지하였다. 이 갯지렁이는 정점 10에서 2,057개체/m<sup>2</sup>로 집중적으로 많이 분포하였다. 그러나 정점 4에서는 2개체/m<sup>2</sup>로 가장 적게 출현하였다. 정점 1, 5, 11에서도 10개체/m<sup>2</sup>이하로 매우 적게 출현하였다.

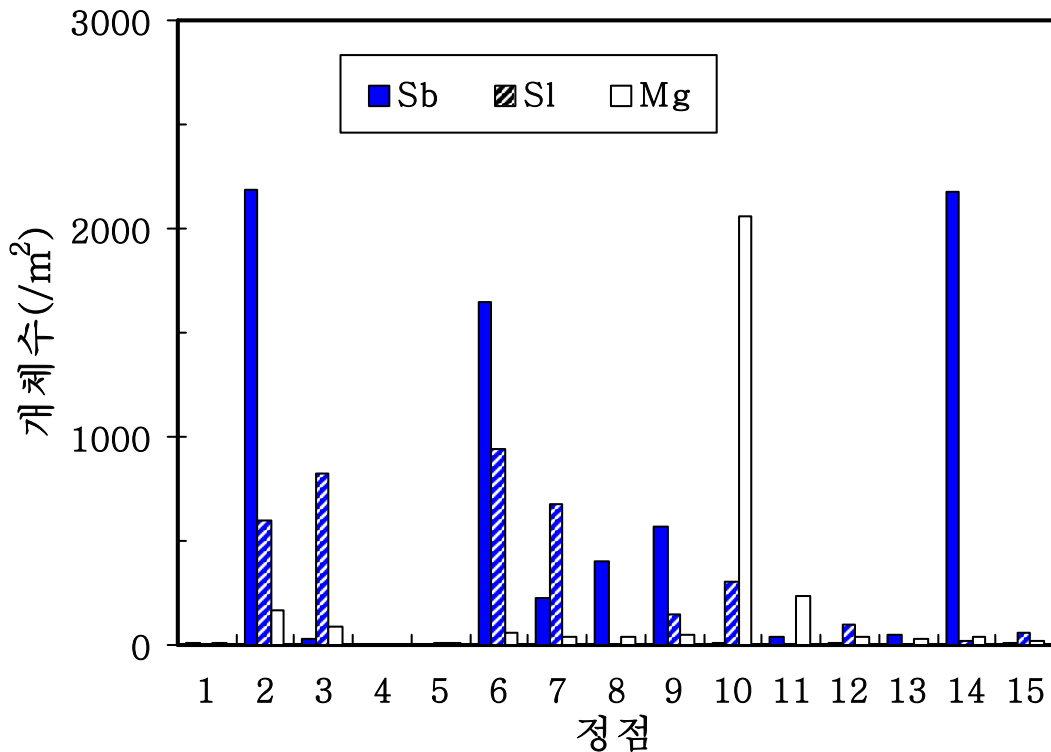


그림 1-2-27. 연질기저 저서생물 중 개체수 우점종의 분포(2005년도). Sb: 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), Sl: 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*), Mj: 양손갯지렁이(*Magelona japonica*).

계절별 출현양상을 볼 때, 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)는 2월에 304개체/m<sup>2</sup>로 가장 적었고, 5월에 약간 증가하여 390개체/m<sup>2</sup>, 8월에는 490개체/m<sup>2</sup>로 증가하였다(그림 1-2-28). 두 번째로 우점적인 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 3월에 252개체/m<sup>2</sup>였고, 5월에 256개체/m<sup>2</sup>, 8월에 245개체/m<sup>2</sup>로 약간 감소하였다. 3번째로 우점적인 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는 2월에 200개체/m<sup>2</sup>였고, 5월에 135개체/m<sup>2</sup>로 약간 감소하다가 8월에는 192개체/m<sup>2</sup>로 증가하였다.

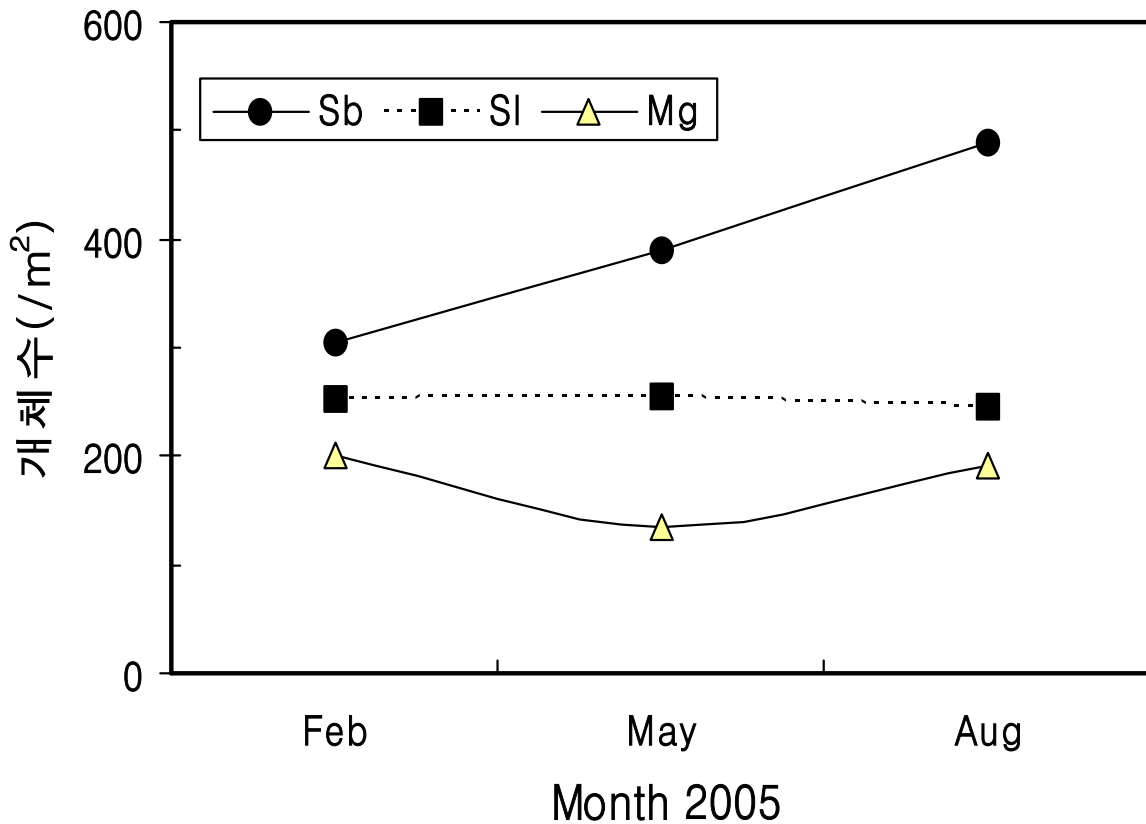


그림 1-2-28. 연질기저 저서생물 중 우점종의 월별 개체수 변화.

#### (나) 생체량 우점종

2005년도의 자료를 종합하면 출현된 268종 중에서 59종이 누적생체량에서 95% 이상을 차지하였다(표 1-2-12). 생체량에서 5% 이상을 차지한 종은 4종이었다. 이들은 염통성게(*Schizaster lacunosus*), 연잎성게(*Scaphechinus mirabilis*), 살시빃살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*), 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)였으며 이들은 총 생체량의 54.9%를 차지하였다.



표 1-2-12 연질기저 저서생물 중 생체량 우점종의 분포(2005년도)

월	우점종	정점															평균	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
2	염통성게 ( <i>S. lacunosus</i> )	0	71.50	0	0	0	78.80	43.60	0	117.70	0	0	0	41.60	0	23.55	40.2	
	가시불가사리 ( <i>A. polyacanthus</i> )	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0	87.90	0	0	0	0	5.90	10.1	
	살시빗살 거미불가사리 ( <i>Ophiura sarsi</i> )	0	0	8.05	0	0	0	14.15	0	0	22.55	0	30.45	0	0	10.05	5.68	9.7
	염통성게 ( <i>S. lacunosus</i> )	0	35.20	0	0	0	0	187.10	169.80	0	0	92.55	0	0	0	32.31	32.1	
5	연잎성게 ( <i>S. mirabilis</i> )	0	0	0	0	415.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.71	27.5	
	살시빗살 거미불가사리 ( <i>Ophiura sarsi</i> )	0	0	6.60	0	0	0	15.60	0	0	25.20	0	29.60	0	0	5.13	5.1	
	ech 123 연잎성게 ( <i>S. mirabilis</i> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142.60	9.51	14.0	
	가시고슴도치 갯지렁이 ( <i>A. aculeata</i> )	0	105.20	5.05	0	0	0	5.80	0	0	0	0	0	0	0	7.74	11.4	
8	민얼굴갯지렁이 ( <i>S. bombyx</i> )	0	25.75	0	0	0	16.55	1.85	4.65	4.85	0	0.60	0	0.35	48.25	0	6.86	10.1
	빗살거미불사리류 ( <i>Ophiura unid.</i> 100B)	0	0	71.25	0	0	0	27.20	0	0	0	0	0.20	0	0	0	6.58	9.7
	살시빗살 거미불가사리 ( <i>Ophiura sarsi</i> )	0	0	4.65	0	0	0	17.30	0	2.95	13.85	0	23.45	0	0	14.70	5.13	7.5
	염통성게 ( <i>S. lacunosus</i> )	0	0	0	0	0	0	49.00	0	0	0	11.15	0	0	0	4.01	5.9	
총 합	염통성게 ( <i>S. lacunosus</i> )	0	35.57	0	0	0	26.27	93.23	56.60	39.23	0	34.57	0	0	13.87	0	19.96	26.3
	연잎성게 ( <i>S. mirabilis</i> )	0	0	0	0	138.57	0	0	0	0	0	0	0	0	47.53	12.41	16.4	
	살시빗살 거미불가사리 ( <i>Ophiura sarsi</i> )	0	0	6.43	0	0	0	15.68	0	0.98	20.53	0	27.83	0	0	8.25	5.31	7.0
	민얼굴갯지렁이 ( <i>S. bombyx</i> )	0	18.33	0.07	0	0	10.82	1.32	1.83	4.43	0	0.20	0	0.12	21.87	0	3.93	5.2

이들 4종의 정점별 분포는 그림 1-2-29과 같다. 우점도가 가장 높은 염통성(*Schizaster lacunosus*)는 전체의 26.3%(19.96 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였다. 이 종은 정점 7에서 93.23 gwwt/m<sup>2</sup>, 정점 8에서 56.60 gwwt/m<sup>2</sup>에 집중적으로 분포하였다. 나머지 정점에서는 적거나 출현하지 않았다.

두 번째로 우점적인 연잎성게(*Scaphechinus mirabilis*)는 전체의 16.4%(12.41 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였고, 정점 5에서 138.57 gwwt/m<sup>2</sup>, 정점 15에서 47.53 gwwt/m<sup>2</sup>으로 집중적으로 분포하였다. 나머지 정점에서는 출현하지 않았다.

세 번째로 우점적인 살시빗살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*)는 전체의 7.0%(5.31 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였고, 정점 12에서 27.83 gwwt/m<sup>2</sup>로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 정점 10에서 20.53 gwwt/m<sup>2</sup>으로 많이 분포하였다. 그 다음으로 정점 7에서 15.68 gwwt/m<sup>2</sup>으로 많이 분포하였다. 나머지 정점에서는 8.25 gwwt/m<sup>2</sup>이하로 적거나 출현하지 않았다.

네 번째로 우점적인 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)는 전체의 5.2%(3.93 gwwt/m<sup>2</sup>)를 차지하였고, 정점 14에서 21.87 gwwt/m<sup>2</sup>로 가장 많이 분포하였고, 다음으로 정점 2에서 18.33 gwwt/m<sup>2</sup>으로 많이 분포하였다. 그 다음으로 정점 6에서 10.82 gwwt/m<sup>2</sup>으로 많이 분포하였다. 나머지 정점에서는 4.43 gwwt/m<sup>2</sup>이하로 적거나 출현하지 않았다.

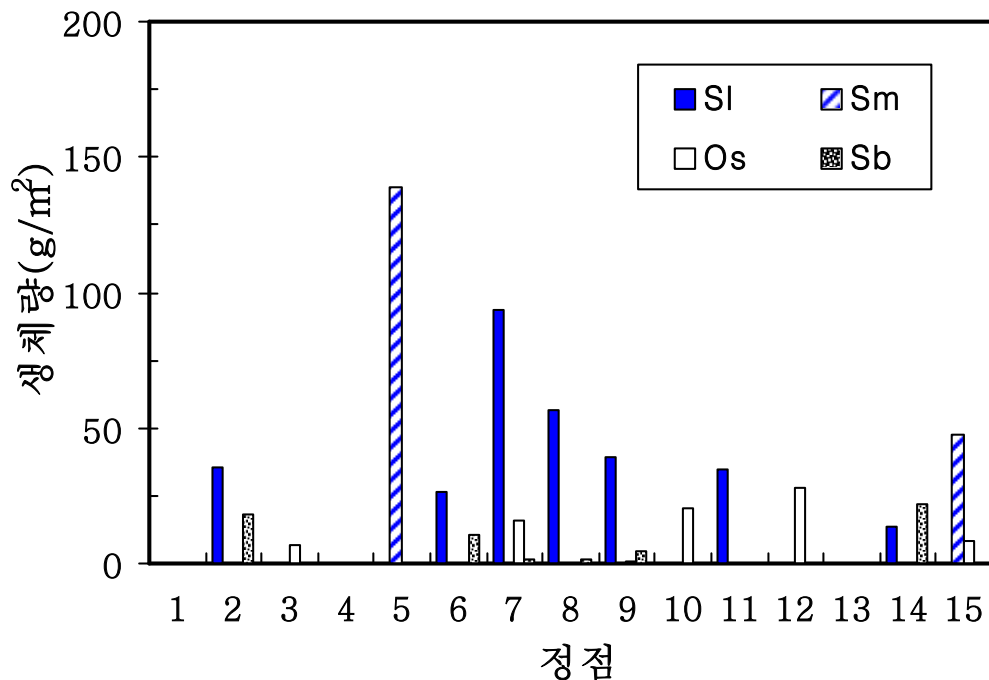


그림 1-2-29. 연질기저에서 우점적인 저서생물의 생체량 분포 (2005년도 종합).

SI: 엽통성게(*Schizaster lacunosus*), Sm: 연잎성게(*Scaphechinus mirabilis*)

Os: 살시빗살거미불가사리류(*Ophiura sarsii*), Sb: 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*).

### (5) 종다양도

#### (가) 정점별 종다양도

2005년의 3계절에 걸쳐 조사된 저서동물 군집의 정점별 총 종다양도(H')의 범위는 1.66~3.78이었고, 평균 종다양도는 2.77이었다. 한편, 15개 정점의 자료를 종합한 총 종다

양도는 3.53이었다(표 1-2-13). 총 종다양도는 정점 15에서 가장 높았고, 그 다음으로 정점 12에서 높았다(그림 1-2-30). 한편, 정점 4에서 가장 낮았다.

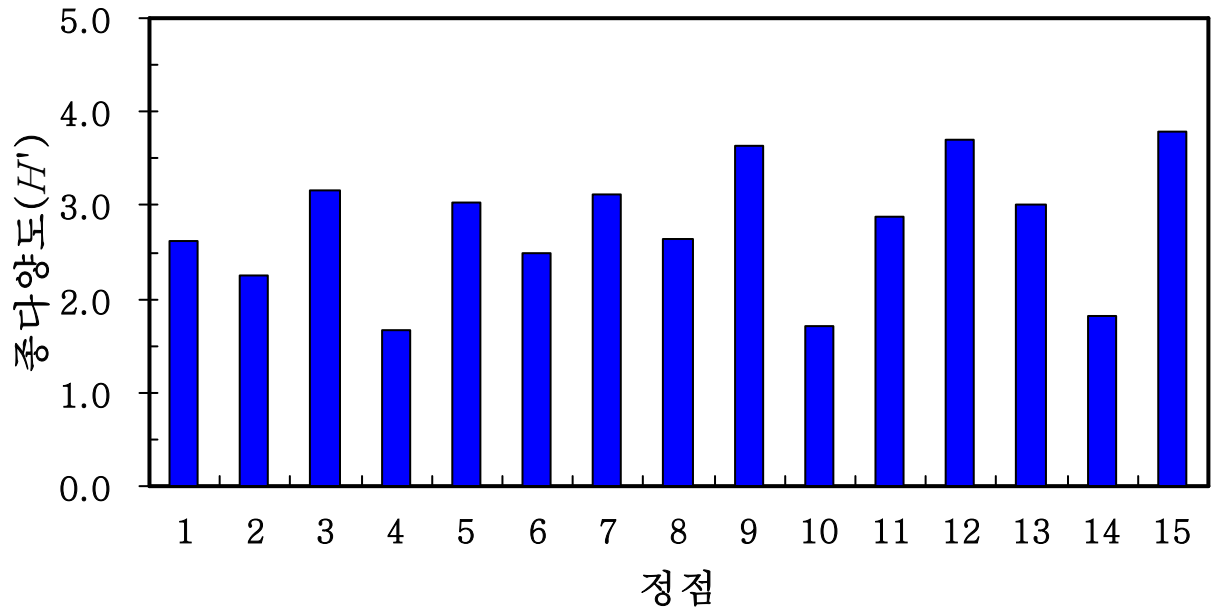


그림 1-2-30. 조하대 연질기저 저서동물 군집의 정점별 종다양도(H') (2005년 종합).

표 1-2-13. 조하대 연질기저 저서생물 군집의 종다양도(H') (2005년)

월	정 점															평 균	총 합
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
2	1.76	2.66	2.75	1.09	1.33	2.76	3.12	2.46	3.28	1.65	2.34	3.22	2.13	1.74	3.38	2.38	3.47
5	1.75	2.14	3.02	0.92	1.96	2.05	2.73	2.72	3.17	2.00	2.38	3.39	2.49	2.06	3.19	2.40	3.46
8	2.67	1.74	3.13	1.40	2.98	2.14	2.77	2.18	3.51	1.37	2.85	3.55	2.66	1.48	3.65	2.54	3.30
평균	1.76	2.40	2.89	1.01	1.65	2.41	2.93	2.59	3.32	1.83	2.36	3.31	2.31	1.90	3.29	2.77	3.53
종합	2.62	2.26	3.15	1.66	3.03	2.48	3.11	2.64	3.64	1.72	2.88	3.71	3.00	1.82	3.78	2.77	3.53

2005년 2월의 정점별 종다양도(H')의 범위는 1.09~3.38이었고, 평균 종다양도는 2.38이었다. 한편, 15개 정점의 자료를 종합한 총 종다양도는 3.47이었다. 정점 15에서 가장 높았고, 다음으로 정점 9에서 높았다. 한편, 정점 4에서 가장 낮았다.

5월의 정점별 종다양도(H')의 범위는 0.92~3.39이었고, 평균 종다양도는 2.40로 2월과 비슷하였다. 한편, 15개 정점의 자료를 종합한 총 종다양도는 3.46으로 2월과 비슷하였다. 종다양도(H')는 정점 12에서 가장 높았으며, 다음으로 정점 15이었다. 한편, 정점 4에서 가장 낮았다.

8월의 정점별 종다양도(H')의 범위는 1.40~3.65이었고, 평균 종다양도는 2.54이었다. 한편, 15개 정점의 자료를 종합한 총 종다양도는 3.30이었다. 정점 15에서 가장 높았고, 그 다음으로 정점 12에서 높았다. 한편, 정점 4에서 가장 낮았다.

#### (나) 계절별 종다양도

2005년의 3회에 걸쳐 조사된 저서동물의 계절별 총 종다양도는 3.30~3.47로 거의 비슷하였다(그림 1-2-31).

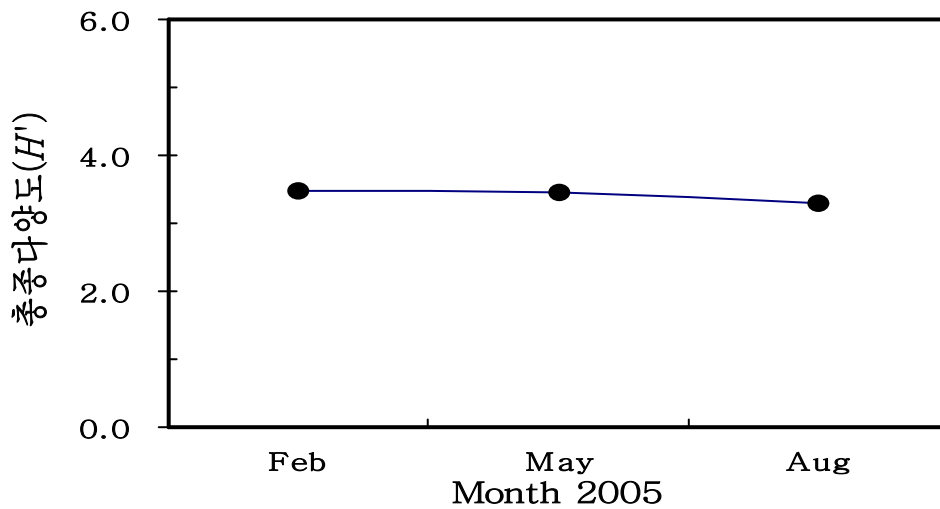


그림 1-2-31. 조하대 연결기저 저서생물군집 총종다양도의 계절별 변화(2005년 종합).

#### (6) 군집 유사도

2005년도의 3회에 걸친 조사에서 출현한 저서동물 개체수 자료를 이용하여 정점간의 군집유사도 분석을 실시하였다. 조사기간 동안 출현한 모든 종을 대상으로 분석을 실시한 결과 총 15개 정점은 크게 해안선에 인접한 연안역의 정점군과 해안선에서 어느 정도 떨어진 외해역의 정점군으로 구분되어졌다(그림 1-2-32).

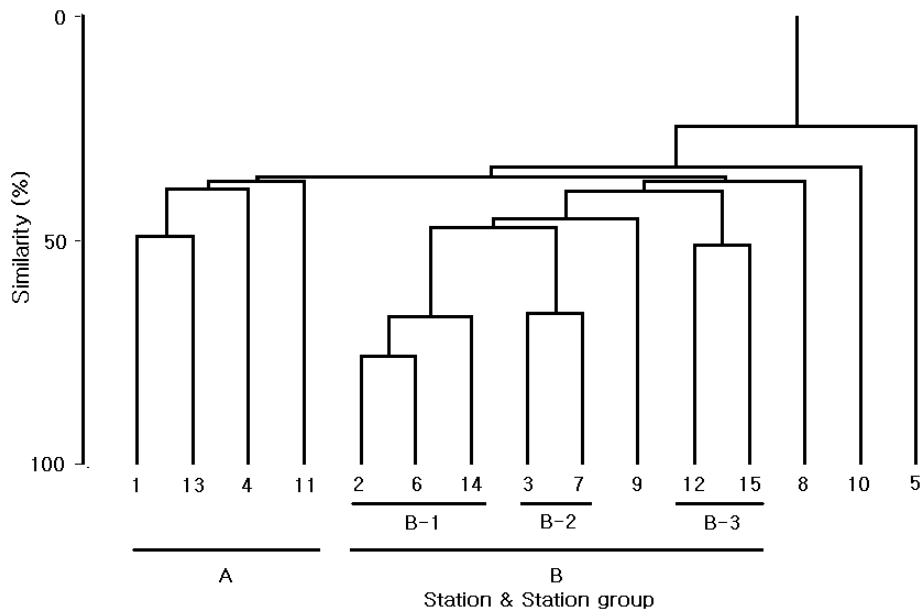


그림 1-2-32. 울진 바다목장 연결기저 저서생물군집의 유사도.

유사도 분석에 의해 구분된 정점군을 종합하여 지도상에 도시해 보면, 연안을 따라 크게는 내해역과 외해역(대정점군 A와 B)으로 구분되었다(그림 1-2-33). 대정점군 A의 경우 정점 1, 4, 11, 13이 하나로 묶였으며, 정점 5와 8은 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, 14)과 북쪽의 수심이 깊은 정점군 B-2(정점 3, 7) 및 남쪽의 수심이 깊은 정점군 B-3(정점 12, 15)로 구분되었다.

유사도 분석에 의해 구분된 각 정점군의 생태학적 특징은 표 1-2-14과 같다. 대정점군 A는 연안을 따라 수심이 얕은 곳에 위치해 있다. 종수의 경우 27~54종으로 대정점군 B보다는 적었다. 개체수에서는  $948 \pm 380$ 개체/ $m^2$ 로 대정점군 B보다는 적었다. 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(85-101종)와 개체수( $3981 \pm 644$ 개체/ $m^2$ )에서는 다른 정점군에 비하여 상당히 높은 것으로 나타났다. 생체량에서는  $80.17 \pm 39.98$  gwwt/ $m^2$ 으로 다른 정점군에 비하여 많았지만 같은 대정점군에 속하는 B-2에 비하여 적게 나타났다. 소정점군 B-1에서 우점적인 저서동물은 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*), 긴자락송곳지렁이(*Scoletoma longifolia*), 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였다. 민얼굴갯지렁이(*Spiophanes bombyx*)는 다른 정점군에 비하여 가

장 밀도가 높았고( $2001 \pm 308$ 개체/ $m^2$ ), 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 소정점군 B-2에 비하여 낮았지만 그 외 다른 정점군 보다는 높았다. 양손갯지렁이 (*Magelona japonica*)는 가장 많이 분포하였다.

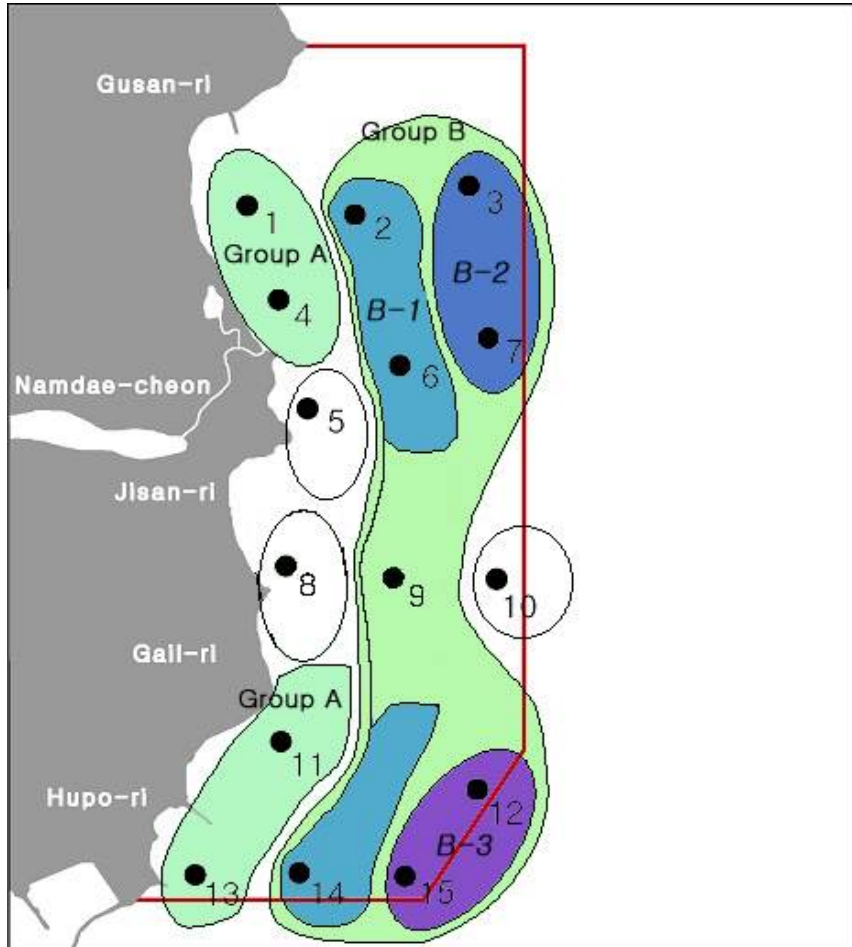


그림 1-2-33. 울진 바다목장 연질기저 저서생물군집의 유사도에 의한 해역의 구분.

소정점군 B-2는 북쪽의 가장 외해역에 위치하고 있다 종수는 89-93종으로 다른 정점군에 비하여 상대적으로 높았다. 개체수에서도  $2880 \pm 92$ 개체/ $m^2$ 로 종수에서와 마찬가지로 다른 정점군과 비교하여 높은 것으로 나타났다. 생체량의 경우도  $118.06 \pm 34.21$  gwwt/ $m^2$ 로 높은 것으로 나타났다. 종다양도도 높게 나타났다. 소정점군 B-2에서 우점적인 저서동물은 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)와 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)였다. 긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는  $749 \pm 105$ 개체/ $m^2$ 로 가장 많이 분포하였다. 양손갯지렁이(*Magelona japonica*)는  $63 \pm 32$ 개체/ $m^2$ 로 소정점군 B-1보다는 적었지만 다른 정점군에 비하여 분포밀도가 높았다.

소정점군 B-3는 남쪽의 가장 외해에 위치하고 있다. 출현 개체수는 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 1-2-14. 울진 바다목장의 연결기저 저서생물 군집의 유사도에 의한 정점군의 특징

Ecological indices	Group	Group B					St. 8	St. 10	St. 5
	A St. 1, 4, 11, 13	B-1 St. 2, 6, 14	B-2 St. 3, 7	B-3 St. 12, 15	St. 9				
No. of species	27-54	85-101	89-93	91-108	125	63	64	51	
Density (ind./m <sup>2</sup> )	948±380	3981±644	2880±92	1055±99	2530	912	3168	343	
Biomass (wwtg/m <sup>2</sup> )	25.35±32.45	80.17±39.98	118.06±34.21	83.03±6.26	88.97	66.35	83.77	153.72	
Species diversity ( <i>H</i> )	2.54±0.61	2.19±0.34	3.13±0.03	3.75±0.05	3.64	2.64	1.72	3.03	
Dominant species (ind./m <sup>2</sup> )									
<i>Spiophanes bombyx</i> (Pol)*	24±24	2001±308	126±143	5±0	573	402	7	2	
<i>Scoletoma longifolia</i> (Pol)	0	519±468	749±105	80±25	147	0	307	7	
<i>Magelona japonica</i> (Pol)	66±112	89±65	63±32	30±18	52	42	2057	10	

\* (Pol): Polychaete

## (7) 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 1-2-15).

울진 바다목장의 15개 정점에서 전 조사기간 동안 총 275종의 저서동물이 출현하였으며 지난해(268종)와 거의 비슷하였다. 이곳에서 출현된 종수를 다른 해역과 비교해 보면, 먼저 남해안의 경우 여자만에서 142종(Lim et al., 1991), 득량만에서 118종(Ma et al., 1995), 소라도 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 2,037개체/m<sup>2</sup>로 지난해(2,171개체/m<sup>2</sup>)와 거의 비슷하였고, 전체 저서무척추동물 분류군을 대상으로 조사된 다른 지역의 결과와 비교해 보아도 그 분포밀도가 높음을 알 수 있다. 남해안의 여자만 388개체/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1991), 동해안 울산만 953개체/m<sup>2</sup> (Yi et al., 1982)와 비교해서는 현저하게 높았으며, 남해안의 득량만 1,432개체/m<sup>2</sup> (Ma et al., 1995), 진해만 1,045개체/m<sup>2</sup> (Lim and Hong, 1997b), 앵강만 1,358개체/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1999), 서해안 대부도 1,093개체/m<sup>2</sup> (Lim and Choi, 1998) 보다도 높음을 알 수 있었다. 이제까지의 통영 바다목장 해역에서 파악된 1,631-4,751개체/m<sup>2</sup>(한국해양연구원, 2000; 2001; 2002; 2003)의 평균치였으며, 특히 같은 계절에 통영 바다목장에서 2001년 8월과 11월에 조사한 결과(한국해양연구원, 2002)의 절반 정도의 분포밀도를 보였다. 보다 더 장기적인 조사를 해 보아야 하겠지만 울진 바다목장에서 2005년 3회의 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 1605개체/m<sup>2</sup>로 지난해(1,805개체/m<sup>2</sup>)와 거의 비슷하였다. 이러한 밀도는 남해안의 광양만에서 490개체/m<sup>2</sup> (Choi and Koh, 1984)와 724~1,276개체/m<sup>2</sup> (Jung et al., 1995), 여자만 189개체/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1991), 가막만 253개체/m<sup>2</sup> (Shin, 1995), 득량만 275개체/m<sup>2</sup> (Ma et al., 1995), 진해만 824개체/m<sup>2</sup> (Lim and Hong, 1997a), 앵강만 874개체/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1999)와 비교하여 월등히 높은 분포밀도이다. 서해의 경기만 북부해역에서 488개체/m<sup>2</sup> (Shin and Koh, 1998), 대부도 주변에서 608개체/m<sup>2</sup> (Lim and Choi, 1998)와 비교해서도 월등히 높은 분포밀도를 보였다. 한편, 동해안의 영일만 1,484개체/m<sup>2</sup> (Shin et al., 1992a)와는 비교적 비슷한 수준을 보였다.



표 1-2-15. 우리나라 연질기저 저서생물 군집의 특성

Locality	Sediment type	No. of replication sampling	Sampling interval	No. of species	ind/m <sup>2</sup>	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	한국해양연구원 (2004)
	?	3	Feb, May, Aug	275	2,037	Present study

(나) 생체량

울진 바다목장에서의 생체량은 평균 75.83 gwwt/m<sup>2</sup>로서 지난해(85.30 gwwt/m<sup>2</sup>)와 거의 비슷하였다. 남해안의 여자만 231.6 gwwt/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1991), 앵강만 262.0 gwwt/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1999) 보다는 월등히 낮았다. 그리고, 진해만 98.4 gwwt/m<sup>2</sup> (Lim and Hong, 1997a)과 171.6 gwwt/m<sup>2</sup> (Paik and Yun, 2000), 서해안 천수만 104.0

gwwt/m<sup>2</sup> (Park et al., 2000), 대부도 134.9 gwwt/m<sup>2</sup> (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.

#### (다) 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 있다(표 1-2-16). 등가시버들갯지렁이(*Capitella capitata*)는 오염지표종으로 알려져 있다.

긴자락송곳갯지렁이(*Scoletoma longifolia*)는 우리나라 전 연안 조하대의 니질 퇴적상에서 우점하는 종으로서 울진 바다목장에서는 평균 245개체/m<sup>2</sup>가 출현하여 지난해(248개체/m<sup>2</sup>)와 거의 비슷하였다. 이것은 남해에서 조사된 앵강만 124개체/m<sup>2</sup> (Lim et al., 1999), 광양만 147개체/m<sup>2</sup> (Shin and Koh, 1990), 진해-마산만 174개체/m<sup>2</sup> (Lim and Hong, 1997a), 가막만과 진해만 서부해역에서 각 70개체/m<sup>2</sup> (Shin, 1995; Lim et al., 1992), 영산강 하구역 44개체/m<sup>2</sup> (Lim and Park, 1998)가 출현한 것과 비교하여 상당히 높은 분포밀도이다. 하지만 통영 바다목장 해역에서 보고된 150-772개체/m<sup>2</sup>(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 퇴적상의 관계는 추정할 수 없다. Jung et al.(2002)은 가두리 양식장 인근에서 상당히 고밀도로 분포하여, 가두리 시설이 없는 대조구와 비교하여 상당한 차이가 있음을 밝히고 이러한 원인을 가두리 양식장으로부터 유입되는 유기물에 의한 것이라 보고한 바 있다.

표 1-2-16. 우리나라 연안에서 조사된 저서동물 중 오염지표종의 서식밀도

종	장소	밀도 (개체수/m <sup>2</sup> )	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)
			63	한국해양연구원 (2004)
	울진바다목장	24	Present study	
	긴자락송곳갯지렁이 ( <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)	
		248	한국해양연구원 (2004)	
울진바다목장	245	Present study		

(Pol) : Polychaeta

#### 마. 암반부착동물

2005년 5월과 8월에 수행된 총 2회의 조사 결과, 146종과 1,566개체가 출현하였다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문은 66종이 출현하여 전체의 45.2%를 점유하였다. 다음으로 환형동물문의 다모류와 절지동물문의 갑각류가 각각 39종, 26.7%와 18종, 12.3%를 차지하였다. 이 밖의 해면동물문, 자포동물문, 유형동물문, 태형동물문, 성구동물문, 미삭동물문을 포함한 기타동물군(이하 기타동물군으로 표기)은 16종, 11.0%를, 극피동물문은 7종이 채집되어 4.8%의 낮은 점유율을 보였다(그림 1-2-34). 계절별 출현 종수를 보면, 5

월과 8월에 각각 102종과 82종이 출현하여 시간 경과에 따라 생물다양성이 감소하는 것으로 나타났다. 분류군별로 살펴보면, 연체동물문과 기타동물군은 큰 폭으로 감소한 반면 절지동물문과 극피동물문은 증가하는 경향을 보였다. 다모류는 변화가 없었다(그림 1-2-35).

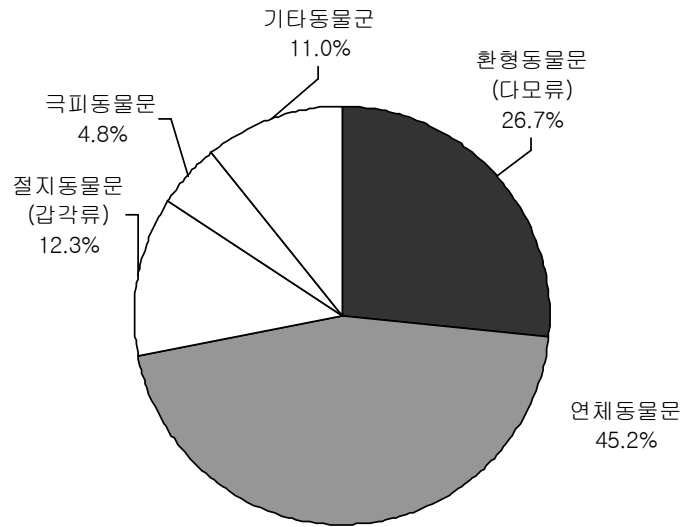


그림 1-2-34. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 분류군별 출현 종수.

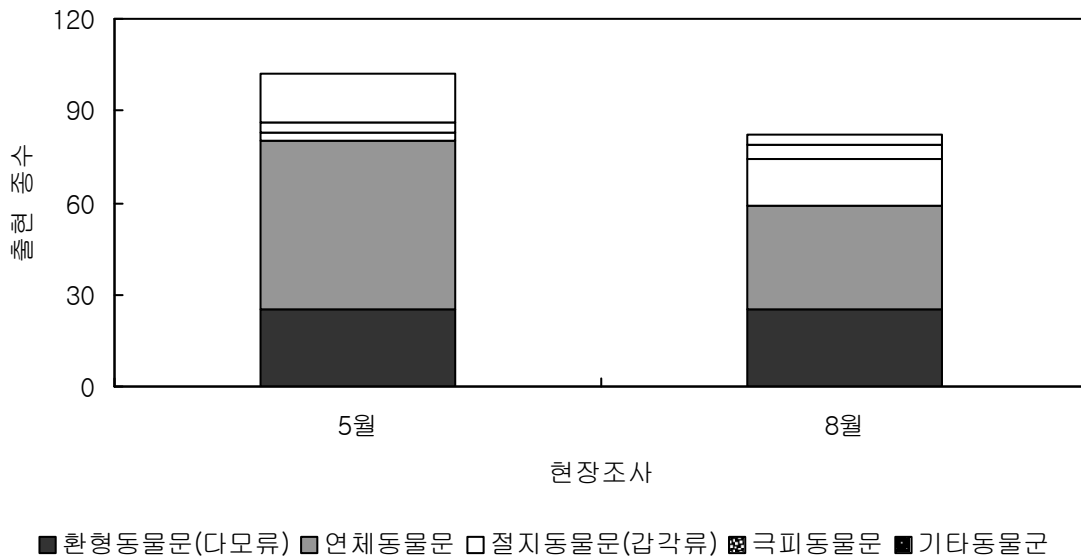


그림 1-2-35. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 계절에 따른 분류군별 출현 종수의 변화.

분류군별 개체수를 보면, 생물다양성이 가장 높았던 연체동물문이 851개체가 채집되어 전체의 54.3%를 점유하였다. 다음으로 다모류가 589개체로 37.6%를 차지하였다. 이 밖의 절지동물문, 기타동물문 및 극피동물문의 순으로 각각 66개체(4.2%), 34개체(2.2%) 및 26개체(1.7%)가 채집되어 점유율이 상대적으로 낮았다(그림 1-2-36). 계절별 개체수의 변화를 보면, 5월과 8월에 각각 637개체와 929개체가 출현하여 출현 종수의 경향과는 상반되게 시간 경과에 따라 밀도가 증가하였다. 특히 다모류는 136개체에서 453개체로 증가하여 매우 특징적이었다. 그러나 연체동물문은 464개체에서 387개체로 감소하였고, 이 밖의 생물군에서는 변화폭이 상대적으로 적었다(그림 1-2-37).

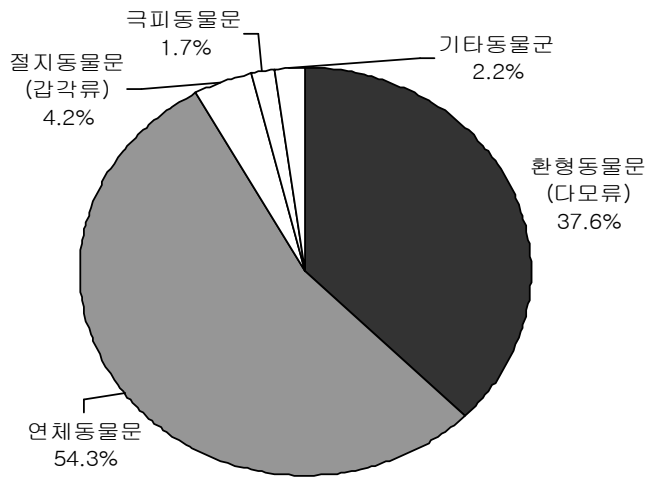


그림 1-2-36. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 분류군별 출현 개체수.

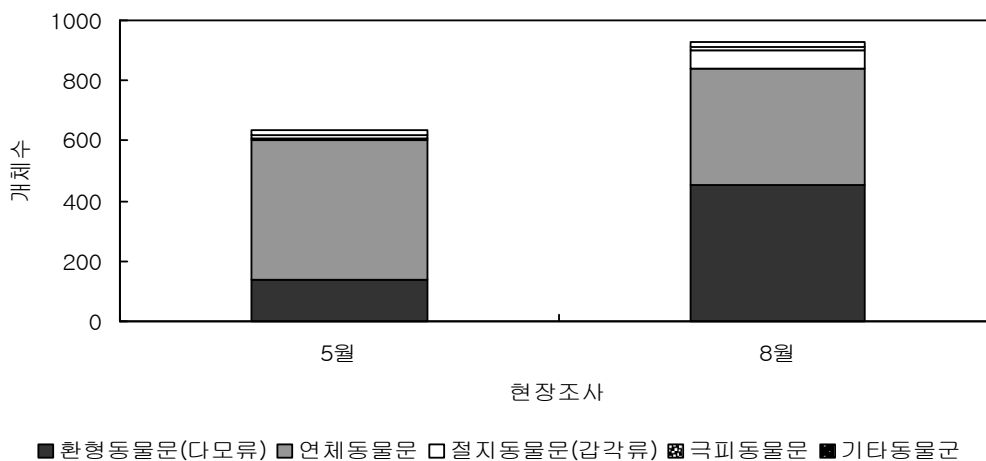


그림 1-2-37. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에서 채집된 대형저서동물의 계절에 따른 분류군별 출현 개체수의 변화.

**(1) 2005년 5월 대형저서동물의 출현 종수와 개체수**

2005년 5월에 채집된 대형저서동물은 총 92종과 637개체이었다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문이 55종 출현하여 전체의 59.8%를 점유하였고, 다모류가 25종이 채집되어 27.2%를 차지하였다. 이 밖의 기타동물군이 6종, 6.5%를, 갑각류와 극피동물문은 각 3종이 채집되어 3.3%의 낮은 점유율을 보였다(그림 1-2-38).

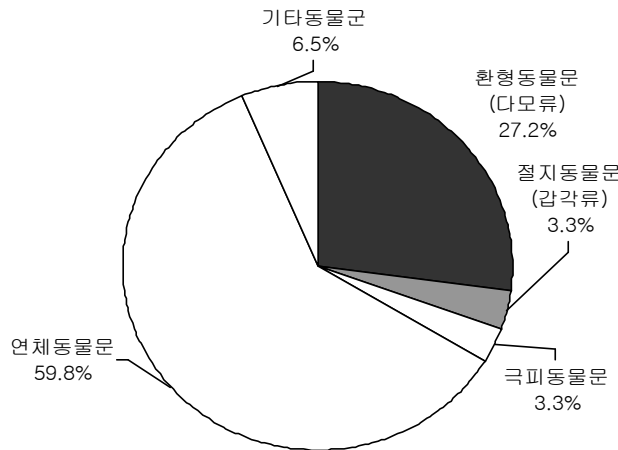


그림 1-2-38. 2005년 5월에 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수.

다음으로 분류군별 출현 개체수를 보면(종의 생물학적 특성상 군체를 형성하여 계수가 불가능한 종들의 밀도는 제외하였음), 총 637개체가 채집되었고, 출현 종수와 동일하게 연체동물문이 464개체로 72.8%의 높은 점유율을 보였으며, 다모류는 136개체가 출현하여 21.4%를 차지하였다. 이 밖에 기타동물군, 극피동물문과 갑각류는 16개체(2.5%), 13개체(2.0%)와 8개체(1.3%)가 채집되어 3%이하로 점유율이 낮았다(그림 1-2-39).

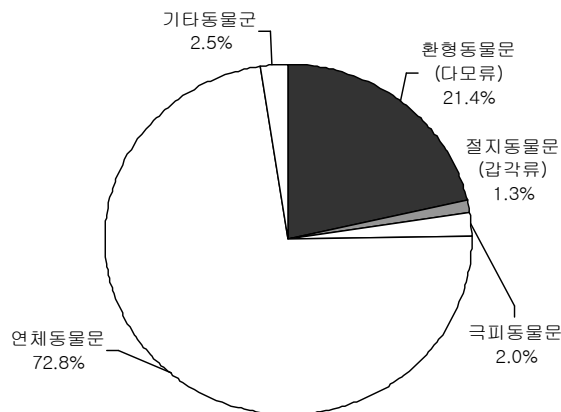


그림 1-2-39. 2005년 5월에 채집된 저서동물의 분류군별 개체수.

(가) 2005년 5월 3m 수심에서의 대형저서동물의 출현 종수와 개체수

① 출현 종수와 개체수

수심 3m에서는 총 70종, 439개체의 저서동물이 출현하였다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문은 총 43종이 채집되어 전체의 61.4%를 점유하였다. 특히, 복족류의 생물 다양성이 24종으로 가장 높았다. 다음으로 다모류는 16종으로 22.9%를 차지하였고, 기타 동물군은 6종으로 8.6%를 점유하였다. 극피동물문과 갑각류는 각각 3종, 4.3%와 2종, 2.9%로 생물 다양성이 매우 낮았다(그림 1-2-40). 한편, 정점별 출현 종수의 변화를 보면, 5~21종의 범위에 정점별 평균 출현 종수는 15종이었다. 정점 5에서 가장 적었고, 정점 2에서 가장 많았다. 이 밖에도 정점 1, 4, 6, 8과 9에서 15종 이상이 출현하여 상대적으로 많았다. 한편 생물 다양성이 가장 낮았던 정점 5에서는 연체동물의 이매패류와 기타동물군의 태형동물과 자포동물만이 채집되어 특징적이었다(그림 1-2-41).

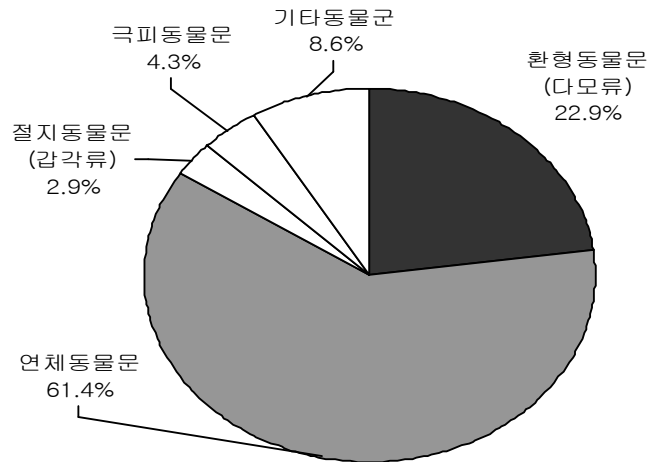


그림 1-2-40. 2005년 5월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수.

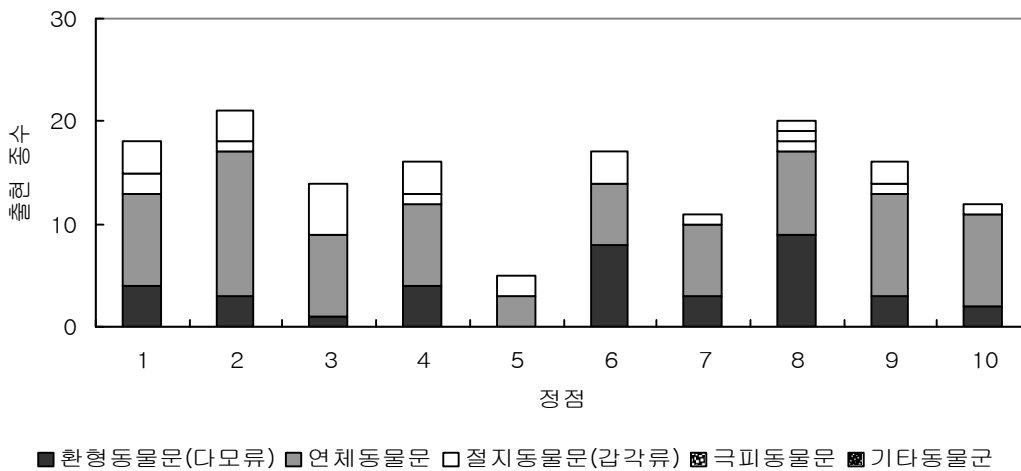


그림 1-2-41. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화.

수심 3m에서의 개체수는 연체동물문과 다모류가 각각 320개체, 72.9%와 91개체, 20.7%를 점유하여 이들 두 분류군이 전체의 93.6%를 차지하는 것으로 나타났다. 극피동물문, 기타동물문과 갑각류는 12개체, 10개체와 6개체만이 채집되어 3%이하로 점유율이 매우 낮았다(그림 1-2-42). 정점별 출현 밀도의 변화를 보면, 최소 13개체(정점 10)에서 최대 139개체(정점 3)의 범위에 정점별 평균 개체수는 44개체이었다. 특히, 가장 밀도가 높았던 정점 3에서는 연체동물문이 137개체로 가장 우점하였고, 그 중에서도 지중해담치(*Mytilus galloprovincialis*)와 빨두드럭고둥(*Thais luteostoma*)이 85개체와 41개체로 가장 많았다. 이 밖의 정점에서는 정점 7과 8이 60개체 이상을 나타내어 상대적으로 많았고, 기타 정점들에서는 50개체 이하로 적었다(그림 1-2-43). 이상을 종합해 보면, 3m 수심에서는 생물다양성과 개체수에 있어서 연체동물문(이매패류, 복족류, 다판류)과 다모류가 특징적인 생물군임을 파악할 수 있었다.

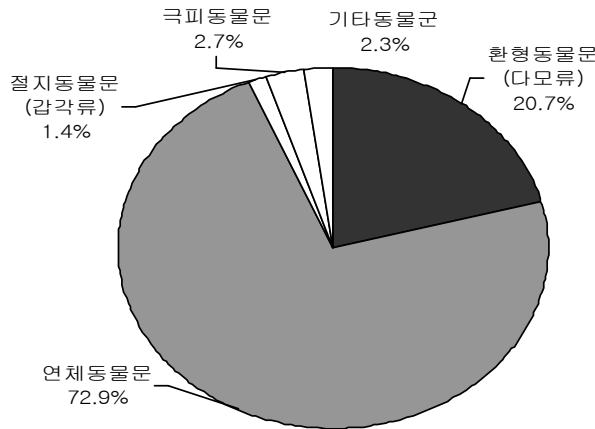


그림 1-2-42. 2005년 5월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수.

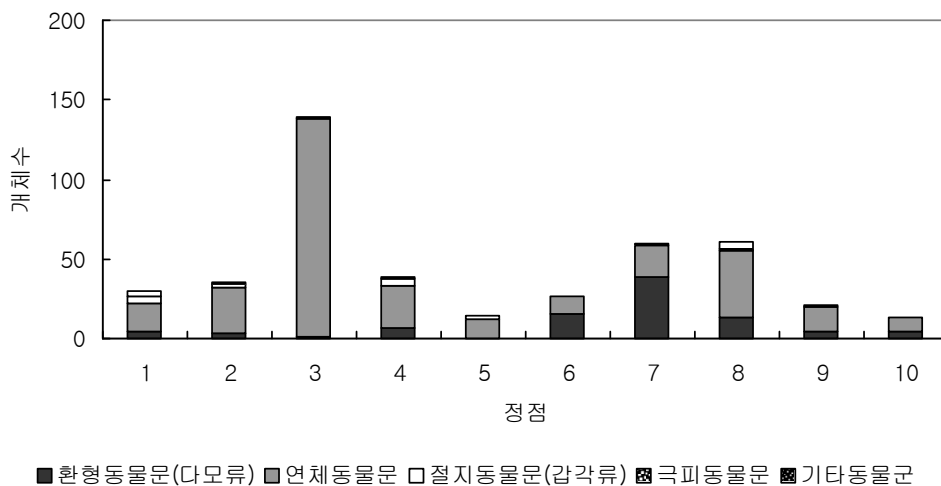


그림 1-2-43. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화.



## ② 생태학적 제지수

수심 3m에서의 생태학적 제지수를 보면, 풍부도는 1.1~5.1의 범위에 평균 값은 3.5를 나타내었다. 생물다양성과 개체수가 가장 빈약하였던 정점 5에서 낮았고, 정점 2에서 높았다. 이 밖에도 정점 1, 8과 9에서 4이상으로 높았다. 다양도는 최소 1.1(정점 5)에서 최대 2.6(정점 2)의 범위에 평균 2.1이었다. 풍부도의 경향과 동일하였다. 한편 가장 출현 밀도가 많았던 정점 3은 풍부도와 다양도가 매우 낮은 것이 특징이었다(그림 1-2-44). 균등도는 0.6~1.0의 범위에 평균 값은 0.8이었다. 전반적으로 정점 3, 7과 8을 제외하면 0.8이상으로 높게 나타났다. 반면 우점도는 0.4~0.1의 범위에 평균 0.2값을 나타내었고, 균등도가 높았던 정점군과 정점 5에서 0.4이상으로 높게 나타나 일부 종의 우점이 있었던 것을 파악할 수 있었다(그림 1-2-45).

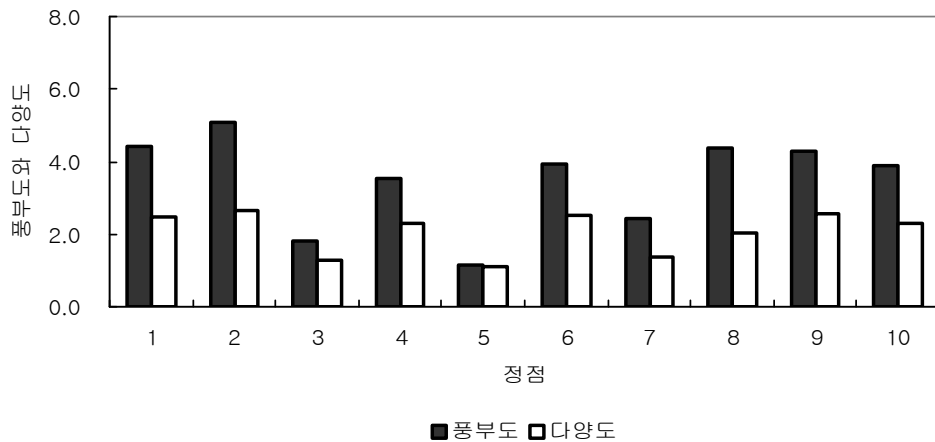


그림 1-2-44. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화.

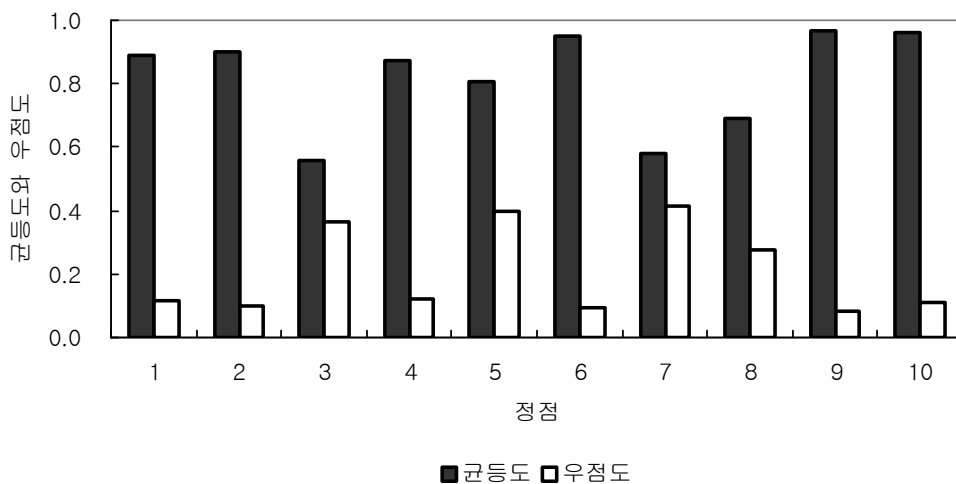


그림 1-2-45. 2005년 5월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화.

### ③ 우점종

개체수 자료와 출현 빈도를 고려한 LeBris(1988)를 이용하여 상위 15위까지의 우점종을 선정하였다. 연체동물문이 9종으로 가장 많았고, 다모류는 4종이 서열 되었다. 극피동물문과 자포동물은 단 1종이 상위에 위치하고 있었다. 한편 이들 15종이 차지하는 밀도는 총 331개체로 전체 출현 밀도의 75.2%를 점유하였다(표 1-2-17). 특히, 이들 가운데 빨두드럭고둥(*Thais luteostoma*)과 지중해담치의 밀도가 101개체와 80개체로 해당 수심에서 가장 우점하는 생물이었다.

표 1-2-17. 2005년 5월 수심 3m에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종

분류군	종명	개체수	출현빈도	출현빈도 (백분율)	LeBris index
MGS	<i>Thais luteostoma</i>	101	7	70.0	107803.9
APOL	<i>Hydroides ezoensis</i>	48	8	80.0	89655.0
MGS	<i>Mitrella bicincta</i>	26	6	60.0	34362.4
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	80	2	20.0	21788.3
APOL	<i>Sabellastarte indica</i>	10	4	40.0	13076.1
OCNI	Actiniid unid.	8	4	40.0	12739.9
MGS	<i>Crepidula onyx</i>	9	4	40.0	11923.1
APOL	Terebellidae unid.	6	4	40.0	7459.2
APOL	<i>Nereis neoneanthes</i>	7	4	40.0	6622.5
MBI	<i>Modiolus agripetus</i>	4	3	30.0	6022.0
MGS	<i>Facelina bilineata</i>	4	4	40.0	5745.2
EEC	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	8	3	30.0	5173.3
MBI	<i>Irus irus</i>	6	3	30.0	5000.0
MGS	<i>Cantharidus callichroa</i>	9	2	20.0	4732.6
MBI	<i>Modiolus comptus</i>	4	2	20.0	4619.0

(약어: APOL, 환형동물문 다모류; MBI, 연체동물문 이매패류; MGS, 연체동물문 복족류; EEC, 극피동물문 성게류; OCNI, 기타동물문 자포동물)

### (나) 2005년 5월 7m 수심에서의 대형저서동물의 출현 종수와 개체수

#### ① 출현 종수와 개체수

수심 7m에서는 총 62종, 198개체의 저서동물이 출현하였다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문은 총 35종이 채집되어 전체의 56.5%를 점유하였다. 다음으로 다모류가 20종으로 32.3%를 차지하였고, 기타 동물군은 4종으로 6.5%를 점유하였다. 이 밖의 극피동물문과 갑각류는 각각 2종, 3.2%와 1종, 1.6%로 생물다양성이 매우 낮았다(그림 1-2-46). 한편, 대형저서동물이 채집되지 않은 정점 1, 3, 5, 9를 제외한 정점별 출현 종수의 변화를 보면, 9~23종의 범위에 정점별 평균 출현 종수는 9종이었다. 정점 6에서 가장 적었고, 정점 10에서 가장 많았다. 이 밖의 정점에서는 약 10종이 채집되었다(그림 1-2-47).

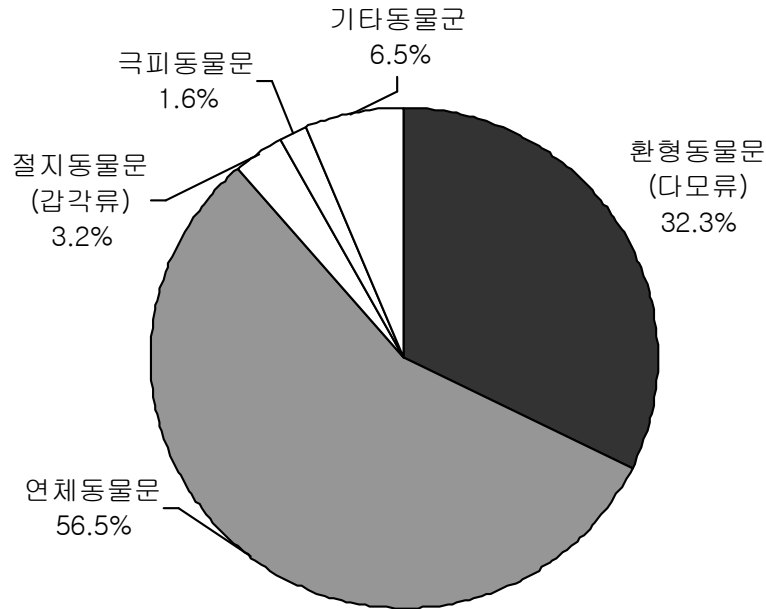


그림 1-2-46. 2005년 5월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수.

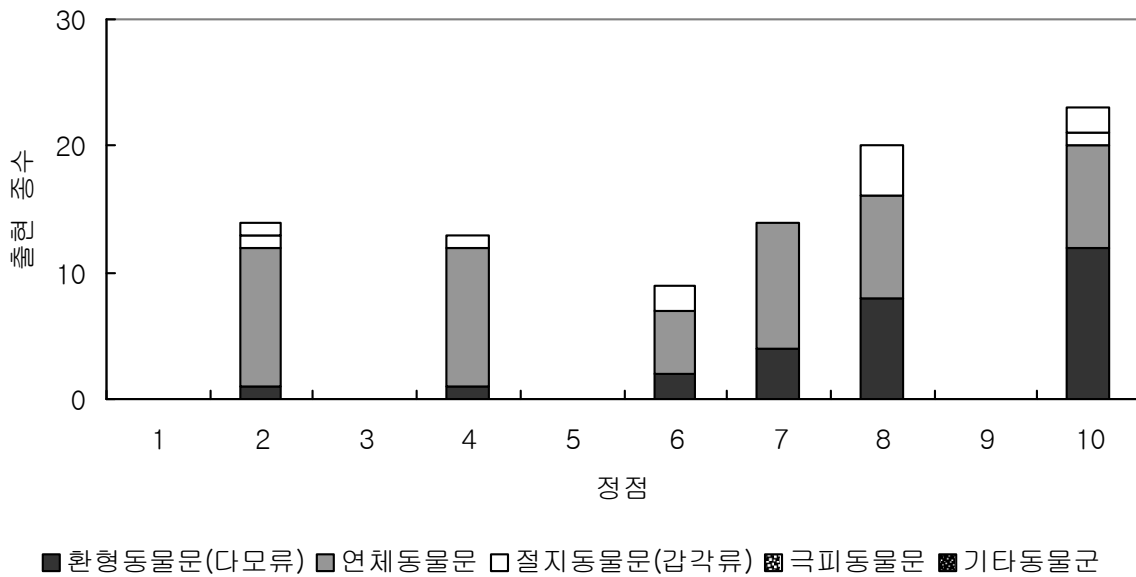


그림 1-2-47. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화.

수심 7m에서의 개체수는 연체동물문과 다모류가 각각 144개체, 72.7%와 45개체, 22.7%를 점유하여 이들 두 분류군이 전체의 95.4%를 차지하는 것으로 나타났다. 이 밖의 기타동물군, 극피동물문과 갑각류는 6개체, 2개체와 1개체만이 채집되어 3%이하로 점유율이 매우 낮았다(그림 1-2-48). 정점별 출현 밀도의 변화를 보면, 최소 17개체(정점 6)에

서 최대 50개체(정점 2)의 범위에 정점별 평균 개체수는 20개체이었다. 전반적으로 연체동물문을 제외한 다른 생물군의 생물 다양성 및 출현 종의 밀도가 매우 낮았는데, 이것은 생물채집이 용이하지 않은 정점이 상대적으로 많았다는 점에 원인이 있었다(그림 1-2-49).

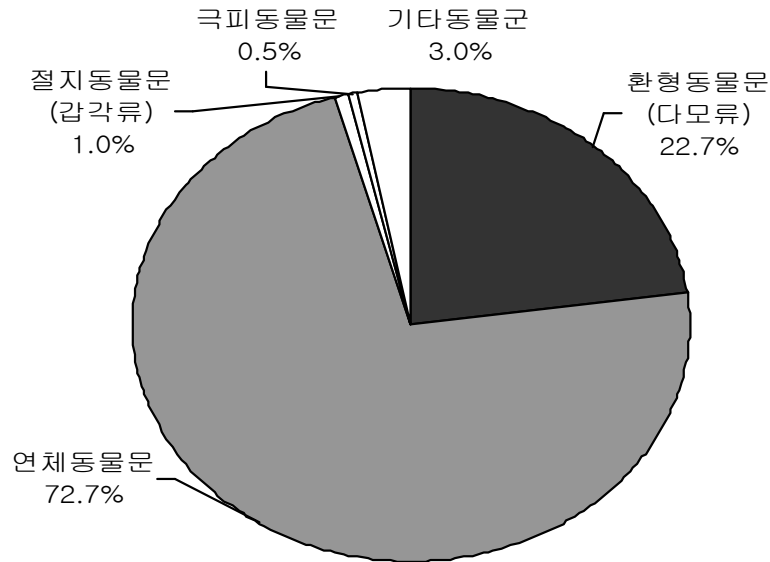
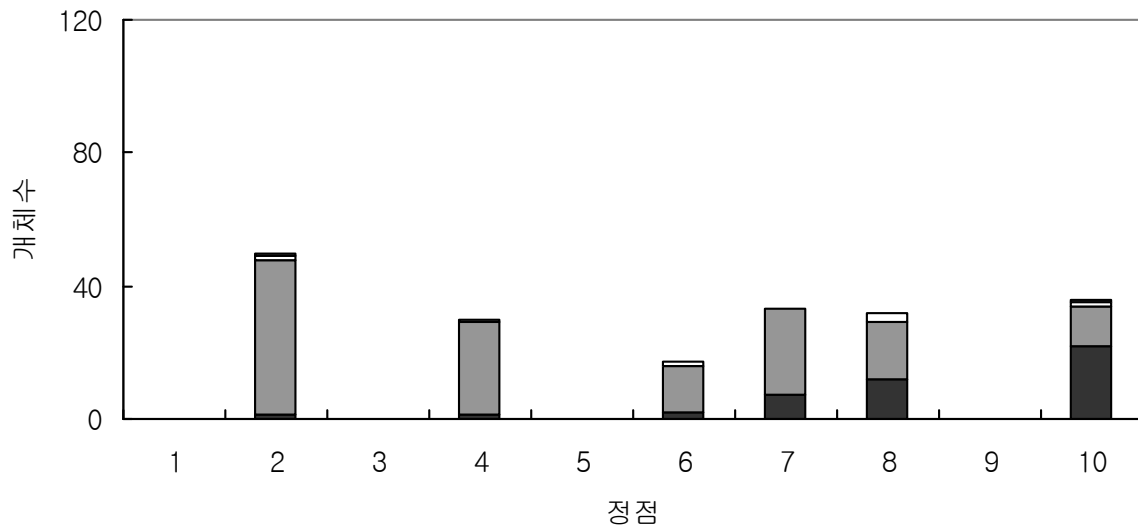


그림 1-2-48. 2005년 5월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수.



■ 환형동물문(다모류) ■ 연체동물문 □ 절지동물문(갑각류) ▨ 극피동물문 ■ 기타동물군

그림 1-2-49. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화.

## ② 생태학적 제지수

수심 7m에서의 생태학적 제지수를 보면, 풍부도는 2.5~5.2의 범위에 평균 값은 2.4이었다. 생물다양성과 개체수가 가장 빈약하였던 정점 6에서 낮았고, 정점 8에서 높았으며, 이 밖의 정점에서는 3 내외의 값을 나타내었다. 다양도는 최소 1.8(정점 6)에서 최대 2.7(정점 8)의 범위에 평균 1.4이었다(그림 1-2-50). 균등도는 0.7~1.0의 범위에 전반적으로 모든 정점에서 0.7이상으로 높게 나타났다. 반면 우점도는 0.1~0.2의 범위에 모든 정점에서 0.2이하로 나타나 일부 종에 의한 우점보다는 상대적으로 다양한 종이 고르게 분포하고 있음을 파악할 수 있었다(그림 1-2-51).

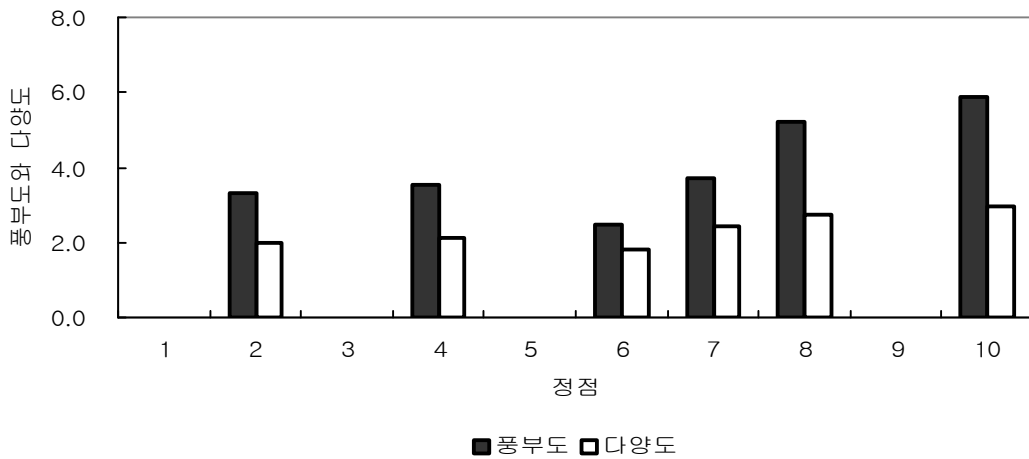


그림 1-2-50. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화.

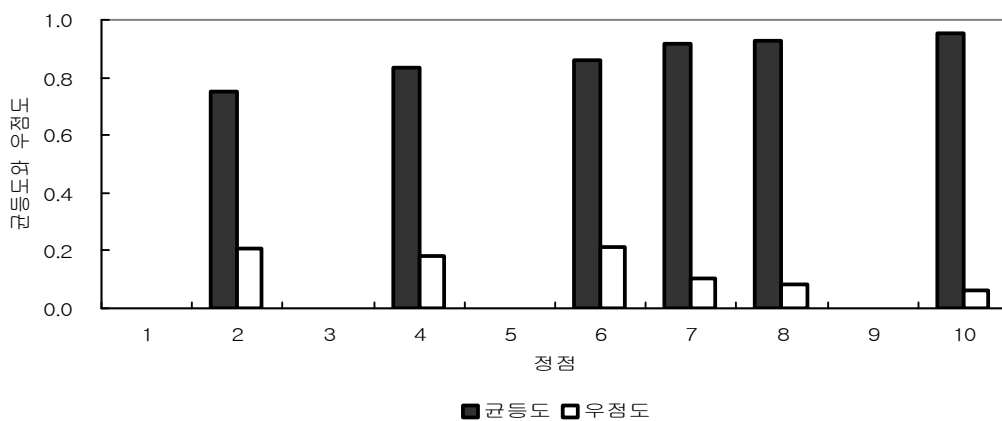


그림 1-2-51. 2005년 5월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화.

### ③ 우점종

개체수 자료와 출현 빈도를 고려한 LeBris(1988)를 이용하여 상위 15위까지의 우점종을 선정하였다. 연체동물문이 9종으로 가장 많았고, 다모류와 자포동물문은 각각 5종과 1종이 서열되었다. 이들 15종이 차지하는 밀도는 총 128개체로 전체 출현 밀도의 64.6%를 점유하였다(표 1-2-18). 특히, 이들 가운데 똥똥이짚신고둥(*Crepidula onyx*)과 빨두드럭고둥(*Thais luteostoma*)은 각 24개체가 채집되어 가장 우점하는 생물이었다.

표 1-2-18. 2005년 5월 수심 7m에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종

분류군	종명	개체수	출현빈도	출현빈도 (백분율)	LeBris index
MGS	<i>Crepidula onyx</i>	24	3	50.0	53939.4
MBI	<i>Irus irus</i>	9	4	66.7	34935.0
MGS	<i>Mitrella bicincta</i>	15	3	50.0	31921.3
MGS	<i>Thais luteostoma</i>	24	2	33.3	30101.0
MBI	<i>Musculus pusio</i>	7	2	33.3	21291.3
APOL	<i>Hydroïdes ezoensis</i>	6	3	50.0	15020.0
MBI	<i>Arca boucardi</i>	7	2	33.3	10740.7
APOL	<i>Lumbrineris japonica</i>	6	2	33.3	9645.1
OCNI	Actiniid unid.	3	3	50.0	8883.4
MGS	<i>Nipponacmaea schrenckii schrenckii</i>	5	2	33.3	8585.9
MBI	<i>Petricola lapcida</i>	5	2	33.3	8294.8
APOL	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	5	2	33.3	8101.9
APOL	<i>Polyopthalmus pictus</i>	5	2	33.3	7856.3
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	4	1	16.7	6535.9
APOL	Exogoninae sp.	3	2	33.3	6354.4

(약어: APOL, 환형동물문 다모류; MBI, 연체동물문 이매패류; MGS, 연체동물문 복족류; OCNI, 기타동물문 자포동물)

### (2) 2005년 8월 대형저서동물의 출현 종수와 개체수

2005년 8월에는 총 82종과 929개체의 저서동물이 출현하였다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문과 다모류가 각각 34종, 41.5%와 25종, 30.5%를 점유하였고, 갑각류는 15종으로 18.3%를 차지하였다. 극피동물문과 기타 동물군은 5종, 6.1%와 3종, 3.7%를 나타내어 상대적으로 적었다(그림 1-2-52).

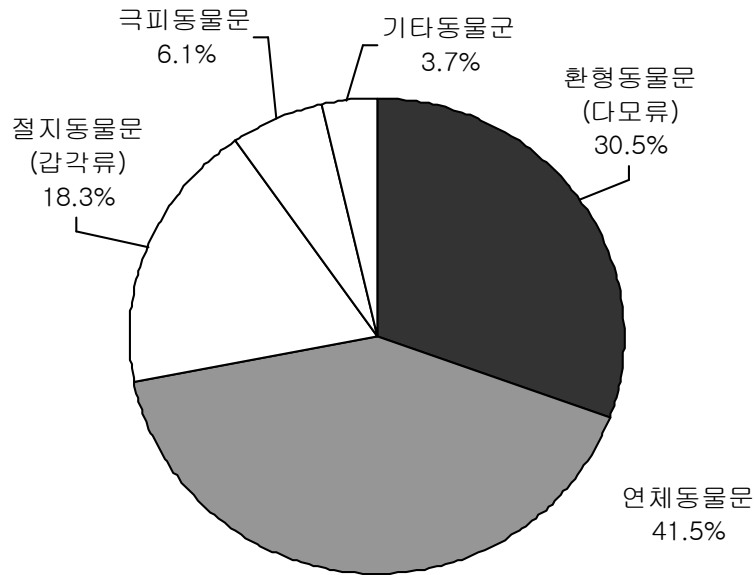


그림 1-2-52. 2005년 8월에 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수.

다음으로 분류군별 출현 개체수를 보면, 총 929개체가 채집되었고, 다모류와 연체동물문이 453개체와 387개체가 채집되어 각각 48.8%와 41.7%를 점유하였다. 다음으로 절지동물문이 58개체로 6.2%를 차지하였고, 기타동물군과 극피동물문은 18개체와 13개체가 출현하여 2%이하의 낮은 점유율을 보였다(그림 1-2-53).

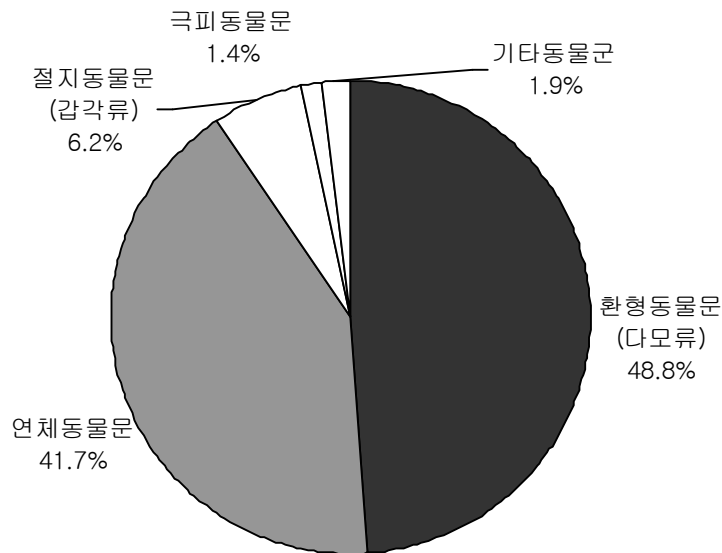


그림 1-2-53. 2005년 8월에 채집된 저서동물의 분류군별 개체수.

(가) 2005년 8월 3m 수심에서의 대형저서동물의 출현 종수와 개체수

① 출현 종수와 개체수

수심 3m에서는 총 72종, 496개체의 저서동물이 출현하였다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문이 총 30종이 채집되어 전체의 41.7%를 점유하였다. 다음으로 다모류와 갑각류가 24종, 33.3%와 12종, 16.7%를 차지하였다. 기타동물군과 극피동물문은 각 3종이 출현하여 4.2%를 점유하였다(그림 1-2-54). 한편, 정점별 출현 종수의 변화를 보면, 6~32종의 범위에 정점별 평균 출현 종수는 14종이었다. 정점 1과 2에서 가장 적었고, 정점 6에서 가장 많았다. 이 밖에도 정점 4와 10에서 20종 이상이 출현하여 상대적으로 많았다(그림 1-2-55).

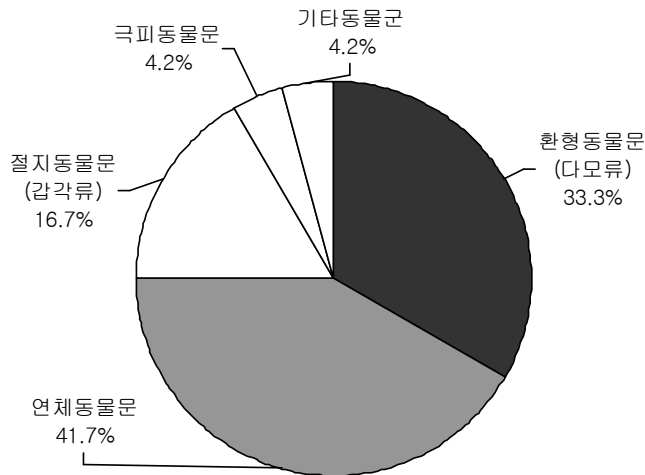


그림 1-2-54. 2005년 8월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수.

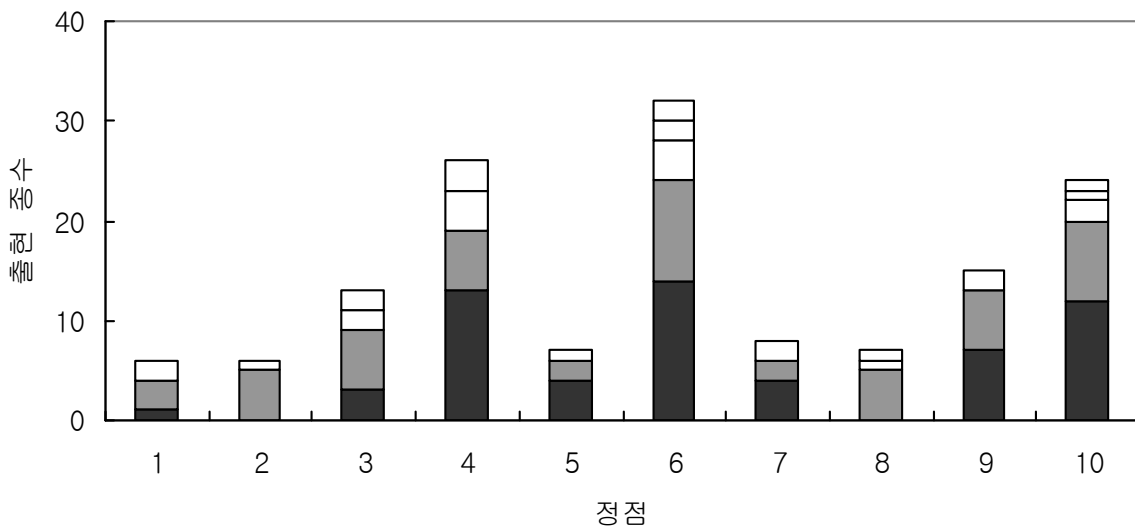


그림 1-2-55. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화.



수심 3m에서의 개체수는 다모류가 318개체로 전체의 64.1%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 연체동물문이 123개체로 24.8%를 점유하였다. 이 밖의 갑각류, 기타동물군과 극피동물문의 순으로 29개체, 17개체와 9개체가 채집되어 5%이하의 낮은 점유율을 보였다(그림 1-2-56). 정점별 출현 밀도의 변화를 보면, 최소 12개체(정점 1)에서 최대 145개체(정점 4)의 범위에 정점별 평균 개체수는 50개체이었다. 특히, 가장 밀도가 높았던 정점 4에서는 다모류가 122개체로 가장 우점하였고, 그 중에서도 *Hydroides ezoensis*가 특징적이었다. 이 밖의 정점에서는 정점 6과 9에서 103개체와 88개체가 채집되어 상대적으로 많았다(그림 1-2-57).

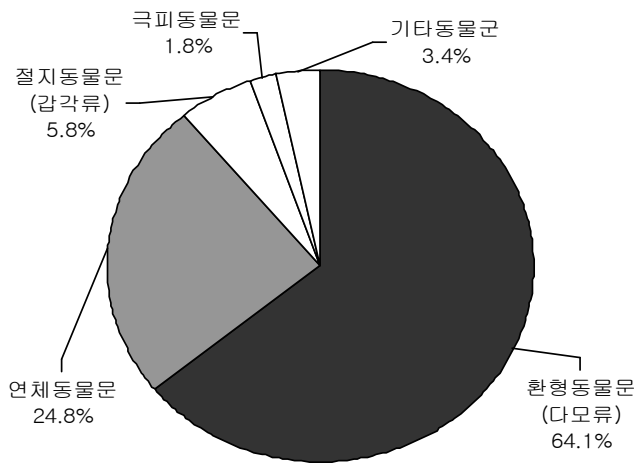


그림 1-2-56. 2005년 8월 수심 3m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수.

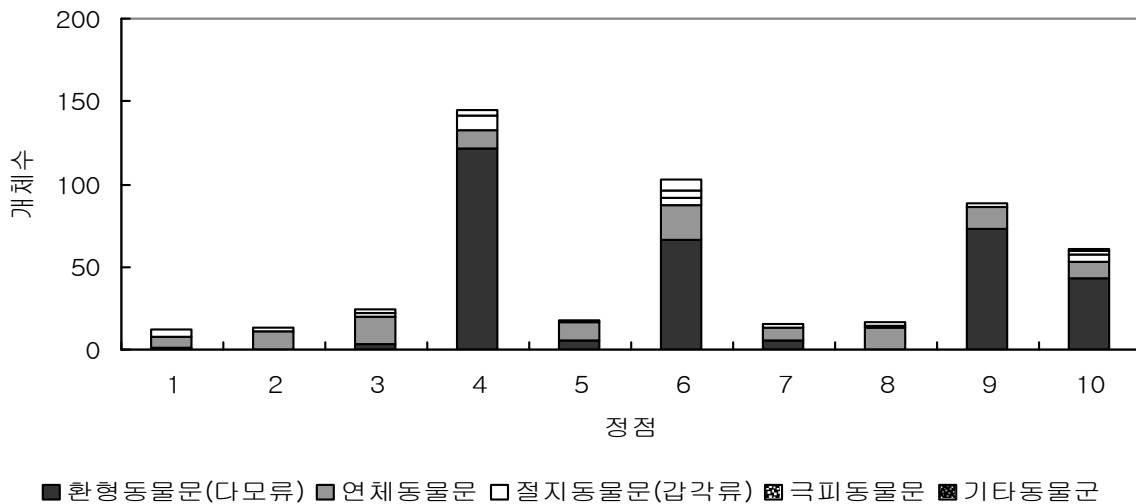


그림 1-2-57. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수의 변화.

## ② 생태학적 제지수

수심 3m에서의 생태학적 제지수를 보면, 풍부도는 1.9~6.7의 범위에 평균값은 3.5를 나타내었다. 생물다양성과 개체수가 가장 빈약하였던 정점 2에서 낮았고, 정점 6에서 높았다. 이 밖에도 정점 4와 10에서 5이상으로 높았다. 다양도는 최소 1.4(정점 4)에서 최대 2.9(정점 6)의 범위에 평균 1.9이었다. 가장 출현 밀도가 높았던 정점 4의 낮은 다양도는 다모류의 일종인 *H. ezoensis*의 우점에 기인한 결과이었다(그림 1-2-58). 균등도는 0.4~1.0의 범위에 평균값은 0.8이었다. 전반적으로 정점 4를 제외하면 모든 정점에서 0.8이상으로 높게 나타났다. 반면 우점도는 0.5~0.1의 범위에 평균 0.3값을 나타내었고, 정점 4와 9를 제외하면 모든 정점에서 0.3이하로 낮은 값을 보였다(그림 1-2-59).

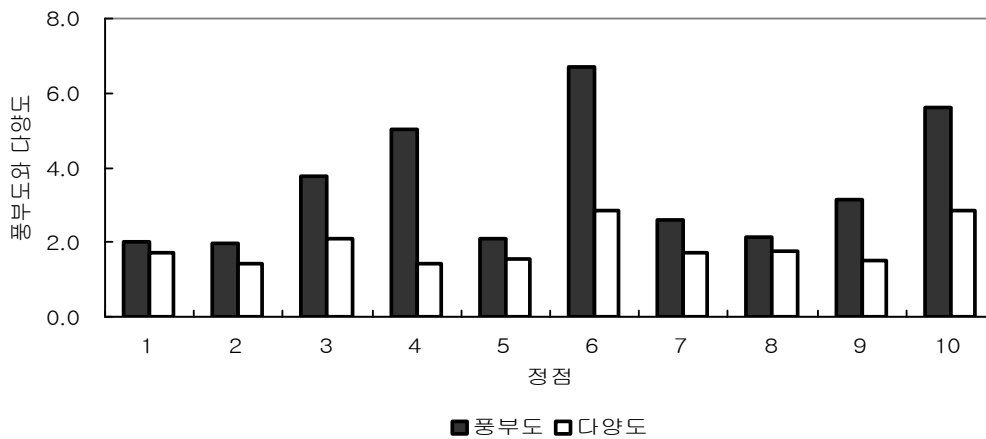


그림 1-2-58. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화.

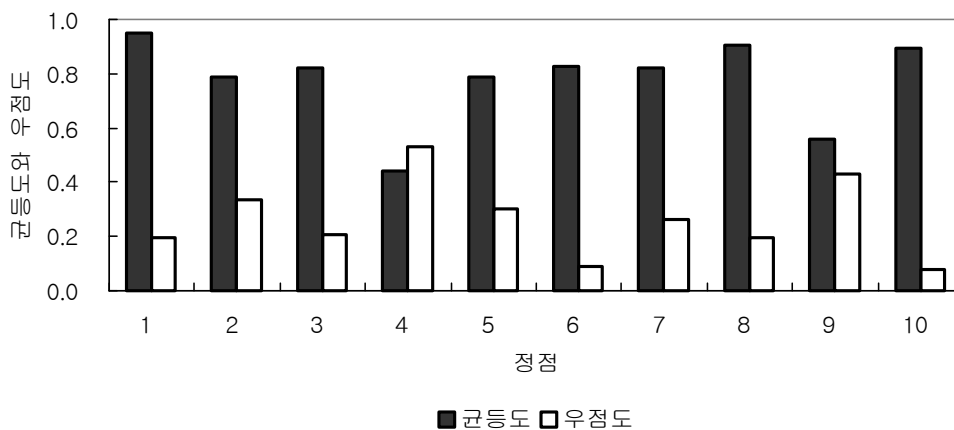


그림 1-2-59. 2005년 8월 수심 3m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화.

### ③ 우점종

개체수 자료와 출현 빈도를 고려한 LeBris(1988)를 이용하여 상위 15위까지의 우점종을 선정하였다. 다모류와 연체동물문이 각 6종으로 가장 많았고, 갑각류, 극피동물문과 기타동물군은 각 1종이 서열 되었다. 이들 상위 15종이 차지하는 밀도는 총 336개체로 전체 출현 밀도의 67.7%를 점유하였다(표 1-2-19). 특히, 이들 가운데 *H. ezoensis*가 190개체로 가장 많았고, 다음으로 빨두드럭고둥(*Thais luteostoma*)과 두드럭고둥(*T. bronni*)의 밀도가 높게 나타났다.

표 1-2-19. 2005년 8월 3m 수심에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종

분류군	종명	개체수	출현빈도	출현빈도 (백분율)	LeBris index
APOL	<i>Hydroides ezoensis</i>	190	6	60.0	105963.0
MGS	<i>Thais luteostoma</i>	27	6	60.0	53689.3
MGS	<i>Thais bronni</i>	15	3	30.0	25851.2
OCNI	Actiniid unid.	13	5	50.0	20593.0
APOL	<i>Cirriformia tentaculata</i>	12	6	60.0	17640.4
APOL	<i>Nereis zonata</i>	6	5	50.0	11092.7
MBI	<i>Modiolus kurilensis</i>	7	3	30.0	9949.0
CDB	<i>Pugettia incisa</i>	5	3	30.0	8956.9
MGS	<i>Mitrella bicincta</i>	5	3	30.0	7791.3
MGS	<i>Lataxiena fimbriata</i>	5	2	20.0	6666.7
APOL	<i>Cirratulus gilchristi</i>	21	3	30.0	6633.8
APOL	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	9	3	30.0	6359.3
MBI	<i>Arca boucardi</i>	4	3	30.0	6044.0
EEC	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	5	4	40.0	5719.4
APOL	<i>Nereis multignatha</i>	12	3	30.0	5131.3

(약어: APOL, 환형동물문 다모류; MBI, 연체동물문 이매패류; MGS, 연체동물문 복족류; CDB, 절지동물문 갑각류 계류; EEC, 극피동물문 성게류; OCNI, 기타동물문 자포동물)

### (나) 2005년 8월의 7m 수심에서의 대형저서동물의 출현 종수와 개체수

#### ① 출현 종수와 개체수

수심 7m에서는 47종, 433개체의 저서동물이 출현하였다. 분류군별 출현 종수를 보면, 연체동물문, 다모류와 갑각류가 각각 17종, 15종과 11종이 출현하여 각각 36.2%, 31.9%와 23.4%를 점유하였다. 이 밖의 극피동물문과 기타동물군은 각각 3종, 6.4%와 1종, 2.1%로 생물다양성이 매우 낮았다(그림 1-2-60). 한편, 대형저서동물이 채집되지 않은 정점 5와 9를 제외한 정점별 출현 종수의 변화를 보면, 4~19종의 범위에 정점별 평균 출현 종수는

8종이었다. 정점 3에서 가장 적었고, 정점 2에서 가장 많았다. 이 밖의 정점 1, 7과 8에서 10종이상 이 출현하여 상대적으로 많았다(그림1-2-61).

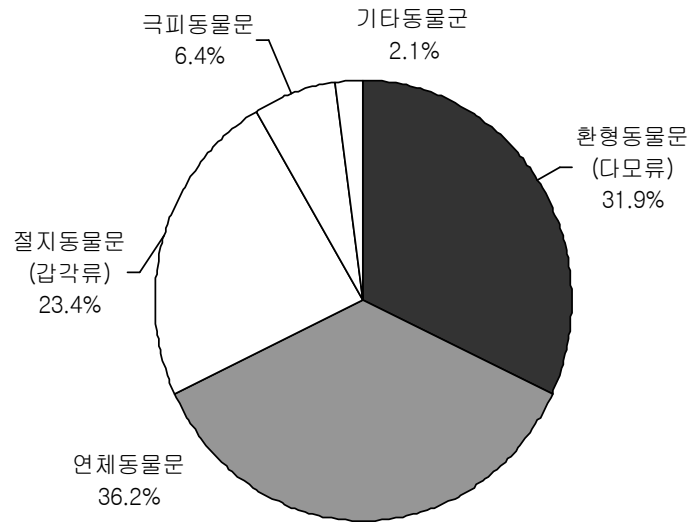


그림 1-2-60. 2005년 8월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수.

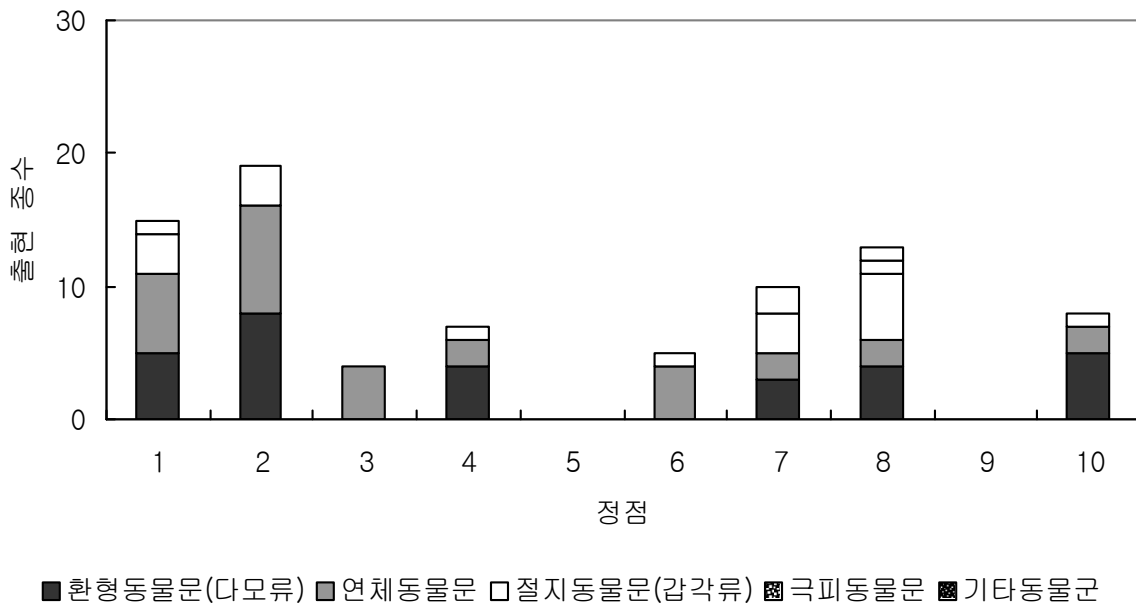


그림 1-2-61. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 종수의 변화.

수심 7m에서의 개체수는 연체동물문이 264개체로 전체의 61.0%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 다모류가 135개체, 31.2%를 점유하였다. 이 밖의 갑각류는 29개체로 6.7%

를, 극피동물문과 기타동물군은 각각 4개체와 1개체가 출현하여 1%이하의 매우 낮은 밀도를 나타내었다(그림 1-2-62). 정점별 출현 밀도의 변화를 보면, 최소 17개체(정점 6, 7)에서 최대 154개체(정점 6)의 범위에 정점별 평균 개체수는 43개체이었다(그림 1-2-63). 정점 2의 92개체를 제외하면, 모든 정점에서 50개체로 밀도가 적었다. 한편 가장 밀도가 높았던 정점 6에서는 연체동물이 153개체로 대부분을 차지하였으며, 그 중에서도 지중해담치 (*Mytilus galloprovincialis*)가 144개체로 가장 많았다.

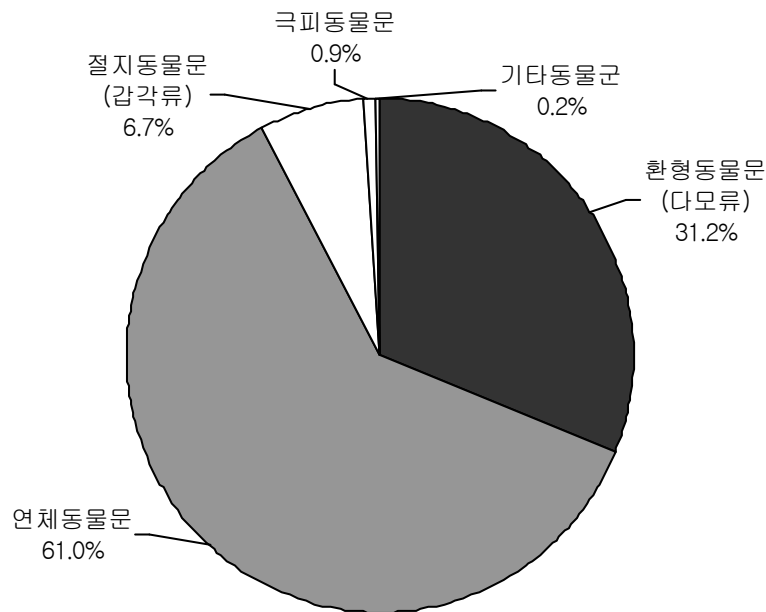
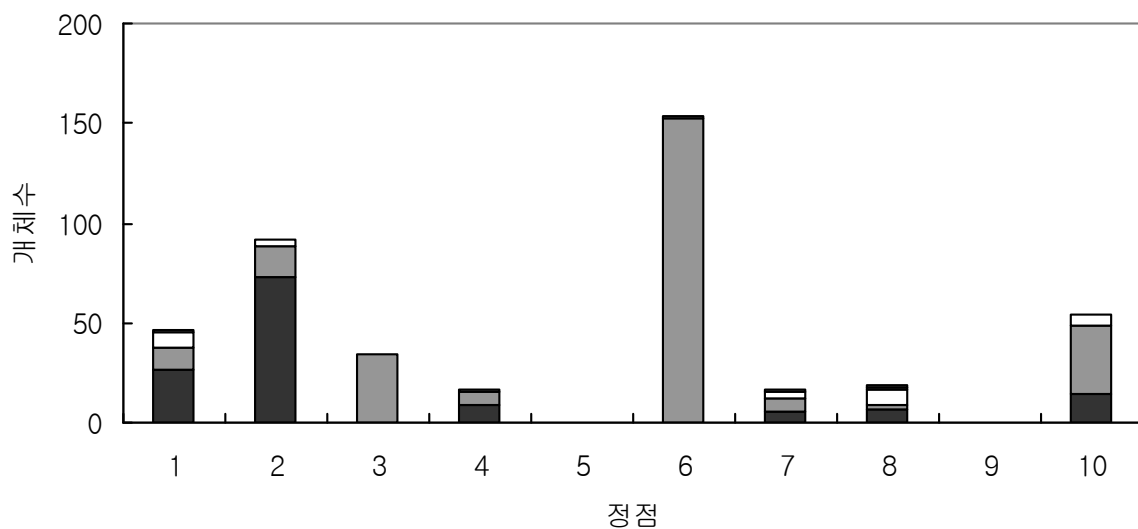


그림 1-2-62. 2005년 8월 수심 7m에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수.



■ 환형동물문(다모류) ■ 연체동물문 □ 절지동물문(갑각류) ▨ 극피동물문 ■ 기타동물문

그림 1-2-63. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물의 분류군별 출현 개체수의 변화.

## ② 생태학적 제지수

수심 7m에서의 생태학적 제지수를 보면, 풍부도는 0.8~4.1의 범위에 평균값은 2.6이었다. 생물다양성이 가장 빈약하였던 정점 4에서 낮았고, 정점 8에서 높았다. 전반적으로 정점 1과 7을 제외하면 기타 정점군에서는 1이하로 낮았다. 다양도는 최소 0.3(정점 6)에서 최대 2.5(정점 8)의 범위에 평균 1.5이었다(그림 1-2-64). 균등도는 0.2~1.0의 범위에 평균값은 0.7이었다. 다모류 한 종이 우점하였던 정점 6과 정점 3(0.4)을 제외하면 0.6이상의 값을 보였다. 반면 우점도는 0.9~0.1의 범위에 정점 3과 9에서 0.5이상으로 높았고, 기타 정점군에서는 0.4이하로 낮았다(그림 1-2-65).

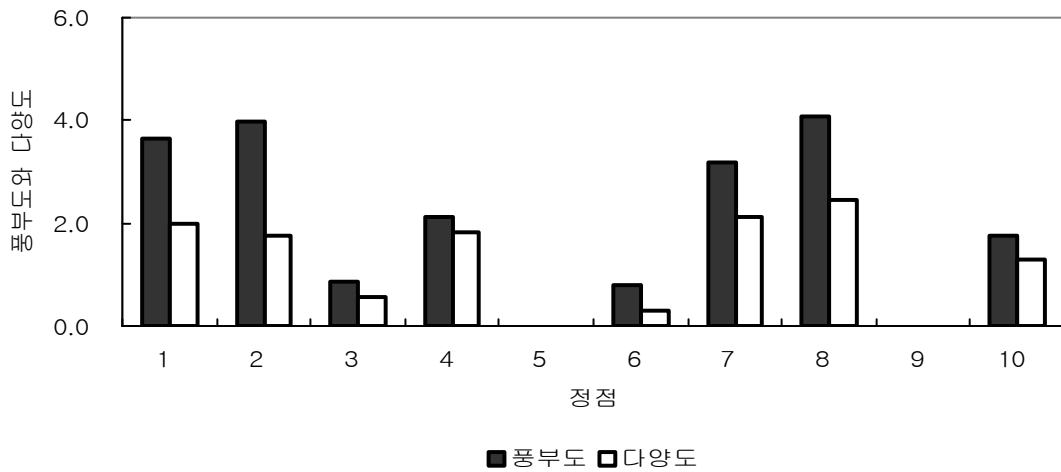


그림 1-2-64. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 풍부도와 다양도 변화.

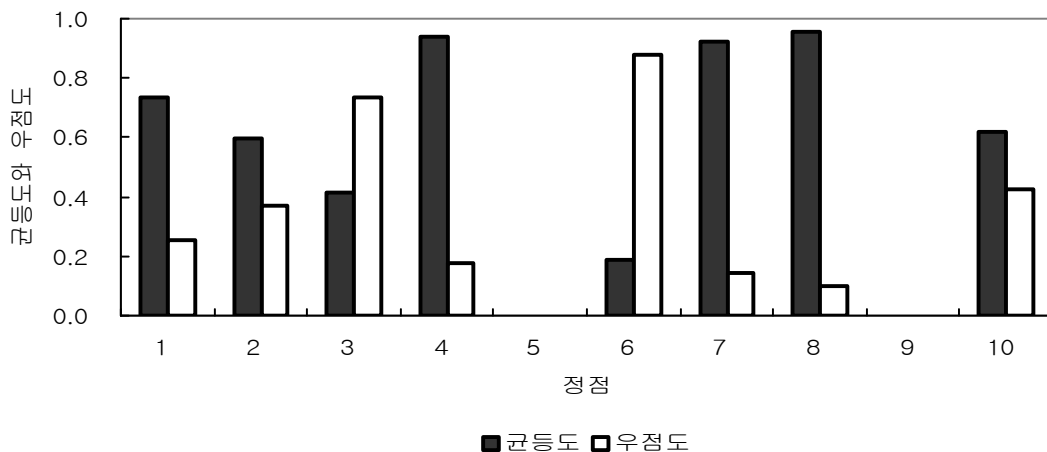


그림 1-2-65. 2005년 8월 수심 7m의 각 정점에서 채집된 저서동물 군집의 균등도와 우점도 변화.

### ③ 우점종

개체수 자료와 출현 빈도를 고려한 LeBris(1988)를 이용하여 상위 15위까지의 우점종을 선정하였다. 연체동물문이 7종으로 가장 많았고, 다모류는 5종이 상위에 위치하였다. 다음으로 갑각류와 극피동물문이 각각 2종과 1종이 서열되었다. 이들 15종이 차지하는 밀도는 총 364개체로 전체 출현 밀도의 84.1%를 점유하였다(표 1-2-20). 특히, 이들 가운데 지중해담치, *H. ezoensis*, 보리무룩(*Mitrella bicincta*)와 뿔뚜드럭고둥 등이 가장 우점하는 생물이었다.

표 1-2-20. 2005년 8월 수심 7m에서 출현한 대형저서동물의 개체수에 근거한 상위 15위 우점종

분류군	종명	개체수	출현빈도	출현빈도 (백분율)	LeBris index
APOL	<i>Hydroides ezoensis</i>	86	5	62.5	124462.1
MGS	<i>Mitrella bicincta</i>	38	3	37.5	35038.1
APOL	<i>Nereis zonata</i>	9	5	62.5	26621.8
MBI	<i>Arca boucardi</i>	8	3	37.5	19811.0
CDA	<i>Paguristes ortmanni</i>	9	3	37.5	15253.8
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	144	1	12.5	14610.4
MGS	<i>Crepidula onyx</i>	29	1	12.5	13327.2
MGS	<i>Ceratostoma inornatum</i>	5	3	37.5	11248.7
MPO	<i>Placiphorella stimpsoni</i>	5	2	25.0	7931.6
CDB	<i>Pugettia quadridens</i>	4	3	37.5	6243.5
APOL	<i>Nereis multignatha</i>	6	3	37.5	6022.0
APOL	<i>Cirratulus gilchristi</i>	6	2	25.0	5991.3
MGS	<i>Thais luteostoma</i>	7	3	37.5	4380.5
EEC	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	2	2	25.0	3483.0
APOL	<i>Spirobranchus tetracerus</i>	6	2	25.0	3343.1

(약어: APOL, 환형동물문 다모류; MBI, 연체동물문 이매패류; MGS, 연체동물문 복족류; CDA, 절지동물문 갑각류 집게류; CDB, 절지동물문 갑각류 게류; EEC, 극피동물문 성게류; OCNI, 기타동물문 자포동물)

### (3) 중요 산업종의 개체수 및 생체량

본 조사에서 중요 산업종으로 고려할 대상으로는 연체동물문 이매패류의 지중해담치 (*Mytilus galloprovincialis*)와 꼬마대복(*Gomphina neastartoides*), 복족류의 바다방석고둥 (*Omphalius pfeifferi pfeifferi*), 뿔뚜드럭고둥(*Thais luteostoma*), 두드럭고둥(*Thais bronni*), 북방전복(*Nordotis discus hannai*), 극피동물문의 성게류인 말뚝성게(*Hemicentrotus pulcherrimus*) 등이었다. 2회의 조사에서 7종이 차지하는 밀도는 445개체이었으며, 생체량은 1,021.5 gWWt이었다. 이 가운데 지중해담치와 뿔뚜드럭고둥이 각각 237개체, 127.6 gWWt와 159개체, 559.7 gWWt로 가장 우점하는 종이였다(그림 1-2-66).

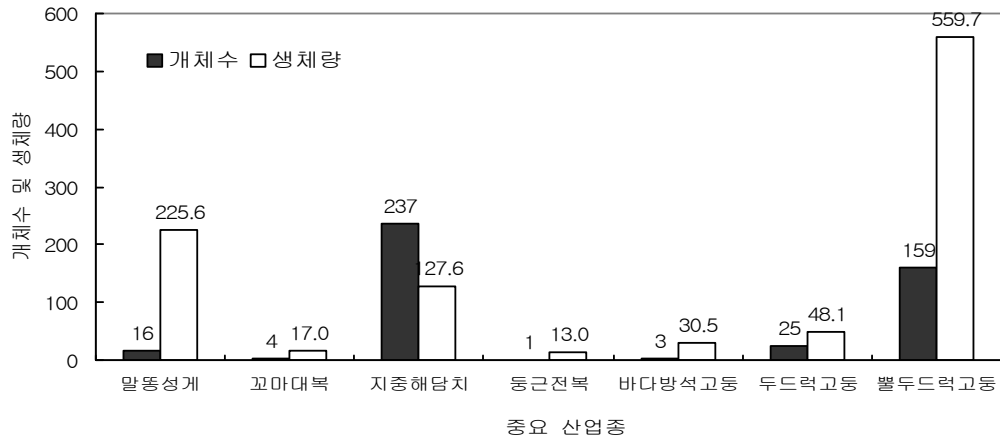


그림 1-2-66. 울진바다목장 암반조건대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 개체수 및 생체량.

계절에 따른 중요종의 개체수 변화를 보면, 총 445개체가 채집된 가운데 5월에는 9개 정점에서 224개체가, 8월에는 221개체가 출현하여 차이가 없었다. 한편, 산업종의 계절간 변화 양상을 보면, 5월에는 총 224개체가 채집된 가운데 빨두드럭고둥이 125개체로 가장 많았고, 다음으로 지중해담치가 84개체가 출현하였다. 기타 종들은 10개체 미만으로 적었다. 그러나 8월에는 지중해담치의 밀도가 현저히 증가하여 153개체가 채집되었고, 빨두드럭고둥은 34개체로 매우 감소하였다. 반면 두드럭고둥은 5월에 3개체만이 출현하였으나, 8월에는 22개체로 증가하였다. 기타 종들에 있어서도 상대적인 밀도는 많지 않으나, 5월과 비교해 증가한 결과를 보였다(그림 1-2-67, 표 1-2-21).

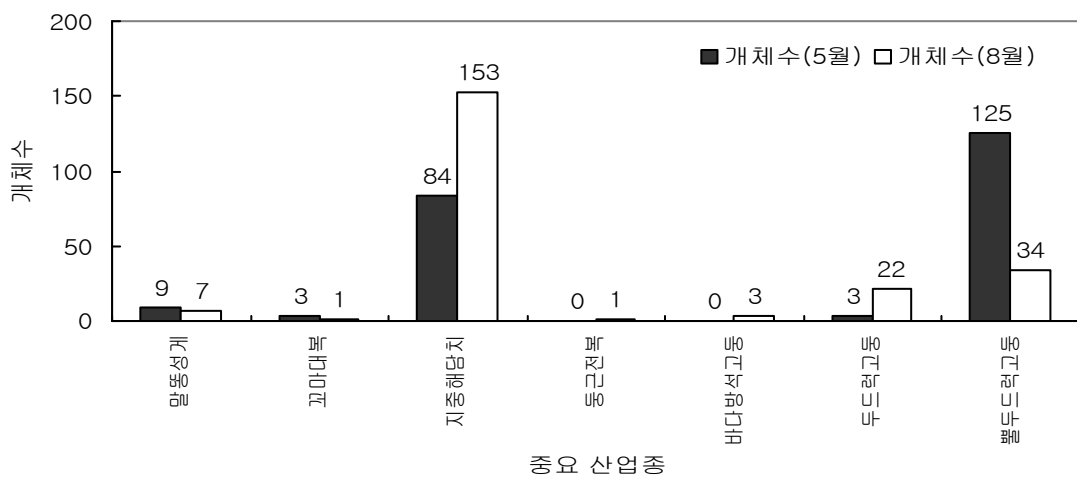


그림 1-2-67. 울진바다목장 암반조건대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 계절에 따른 개체수 변화.



표 1-2-21. 울진바다목장 암반조간대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 개체수

(5월)												
종명	국명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	총합계
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	말뚝성게	1	2		1				5			9
<i>Gomphina neastartoides</i>	꼬마대복							3				3
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치			72		8	4					84
<i>Nordotis discus hannai</i>	둥근전복											
<i>Omphalius pfeifferi pfeifferi</i>	바다방석고둥											
<i>Thais bronni</i>	두드럭고둥									3		3
<i>Thais luteostoma</i>	빨두드럭고둥	4	25	41	7		2	15	31			125

(8월)												
종명	국명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	총합계
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	말뚝성게			1			1	1	2		2	7
<i>Gomphina neastartoides</i>	꼬마대복			1								1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치					9	144					153
<i>Nordotis discus hannai</i>	둥근전복				1							1
<i>Omphalius pfeifferi pfeifferi</i>	바다방석고둥			2						1		3
<i>Thais bronni</i>	두드럭고둥		7				10		5			22
<i>Thais luteostoma</i>	빨두드럭고둥	5	5	10			8			3	3	34

생체량은 총 1,021.5 gWWt가 채집되었고, 5월과 8월에 각각 694.8 gWWt과 326.7 gWWt를 나타내어 춘계와 비교하여 하계에 1/2정도 생체량이 감소한 것으로 나타났다. 중요 산업종의 계절에 따른 생체량 변화를 보면, 5월에는 빨두드럭고둥이 440.0 gWWt로 가장 생체량이 높았고, 다음으로 말뚝성게와 지중해담치의 순으로 각각 126.9 gWWt와 107.6 gWWt의 생체량을 나타내었다. 그러나 8월에는 전반적으로 생체량이 감소하여 빨두드럭고둥이 119.7 gWWt를 나타내어 가장 높았고, 다음으로 말뚝성게, 두드럭고둥 및 바다방석고둥의 순으로 98.7 gWWt, 40.6 gWWt 및 30.5 gWWt를 나타내었다(그림 1-2-68, 표 1-2-22). 한편 정점에 따라서 5월에는 정점 6에서 163개체, 71.5 gWWt로 높았으나, 8월에는 정점 3에서 113개체, 218.8 gWWt으로 높았다. 특히 이들 정점에서는 지중해담치의 개체밀도와 생체량이 특징적으로 높은 결과를 보였다.

#### (4) 기 조사와의 비교

울진바다목장 주변해역 암반 조간대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물의 생물다양성과 개체수를 파악하기 위하여 총 2회의 현장조사를 실시하였다. 현장조사 결과, 총 146종과 1,566개체가 채집되었다. 해양연구원(2004)의 동·서·제주해역 바다목장 개발 후보지 선정을 위한 기초조사 결과(4.5m<sup>2</sup>)와 비교하면, 본 조사가 생물다양성이나 개체수 면에서 상대적으로 높은 값을 나타내고 있다(그림 1-2-69, 그림 1-2-70).

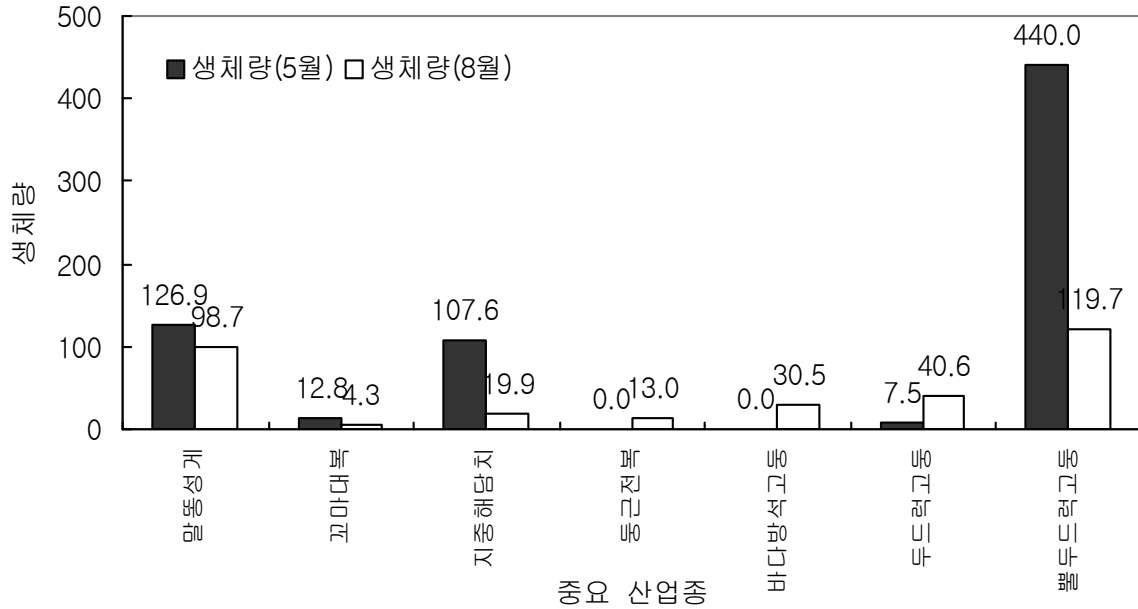


그림 1-2-68. 울진바다목장 암반조건대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 계절에 따른 생체량 변화.

표 1-2-22. 울진바다목장 암반조건대 및 조하대에 서식하는 중요 산업종의 생체량

		(5월)										
종명	국명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	총합계
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	말뚝성게	14.1	28.2		14.1				70.5			126.9
<i>Gomphina neastartoides</i>	꼬마대복							12.8				12.8
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치			74.5		10.8	22.3					107.6
<i>Nardotis discus hannai</i>	둥근전복											
<i>Omphalius pfeifferi pfeifferi</i>	바다방석고둥											
<i>Thais bronni</i>	두드럭고둥									7.5		7.5
<i>Thais luteostoma</i>	뿔두드럭고둥	14.1	88.0	144.3	24.6		7.0	52.8	109.1			440.0

		(8월)										
종명	국명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	총합계
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	말뚝성게			14.1			14.1	14.1	28.2		28.2	98.7
<i>Gomphina neastartoides</i>	꼬마대복			4.3								4.3
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치					10.1	9.9					19.9
<i>Nardotis discus hannai</i>	둥근전복				13.0							13.0
<i>Omphalius pfeifferi pfeifferi</i>	바다방석고둥			20.3						10.2		30.5
<i>Thais bronni</i>	두드럭고둥		10.5				19.4		10.7			40.6
<i>Thais luteostoma</i>	뿔두드럭고둥	17.6	17.6	35.2			28.2			10.6	10.6	119.7

그러나 이러한 결과는 조사시기, 조사장소, 채집면적 및 동정의 강도 등의 상이성 등으로 직접적으로 비교하기에는 어렵다. 특히 2003년도의 당시 조사에서는 5m, 10m 및 15m 수심에서 현장조사가 수행된 반면 본 조사는 3m와 7m 수심에서 대형저서동물의 채집이 이루어져 생물량의 비교가 매우 어렵다.

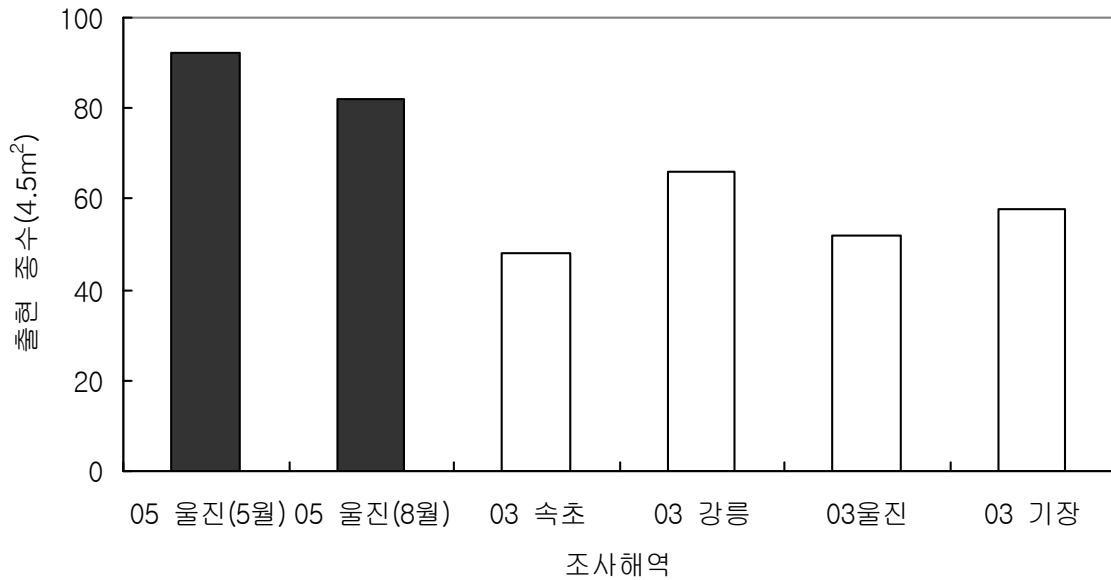


그림 1-2-69. 동해안 암반조건대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물의 지역별 출현 종수.

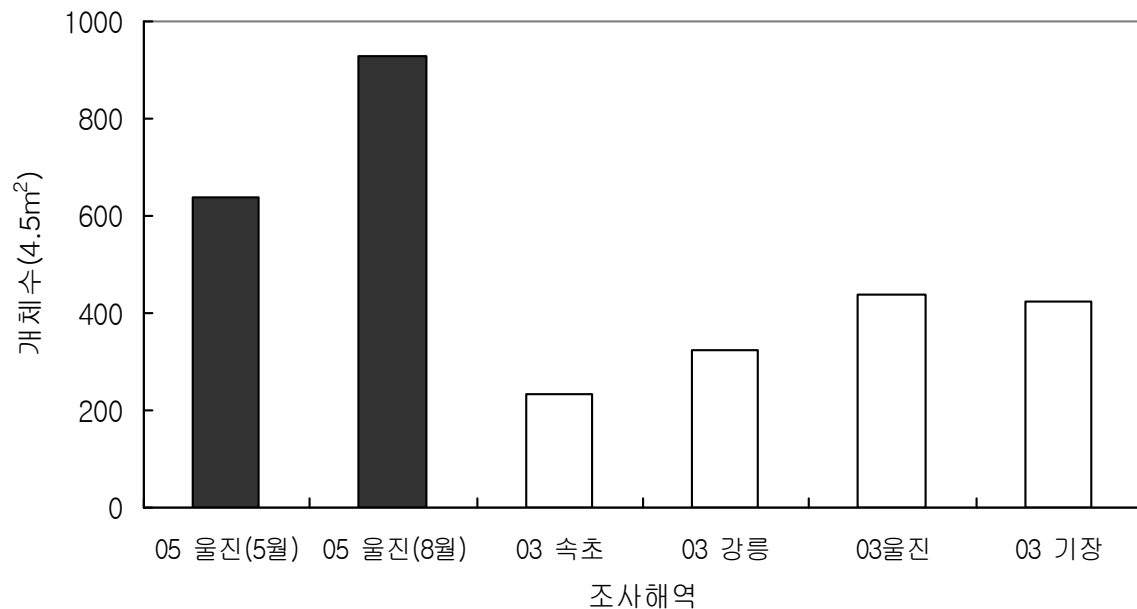


그림 1-2-70. 동해안 암반조건대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물의 지역별 출현 개체수.

그럼에도 불구하고, 각 종의 출현 개체수와 출현 종을 고려한 다양도 지수에서도 2005년의 5월과 8월에 2.2와 1.7을 나타내어 기 조사에서 수행된 1이하보다 상대적으로 매우 높은 값을 나타내고 있었다(그림 1-2-71). 이상을 종합해 볼 때, 동해안 해역 중에서 울진 지역은 다른 지역과 비교해서 생물다양성이나 생물량에서 상대적으로 높음을 파악하였다.

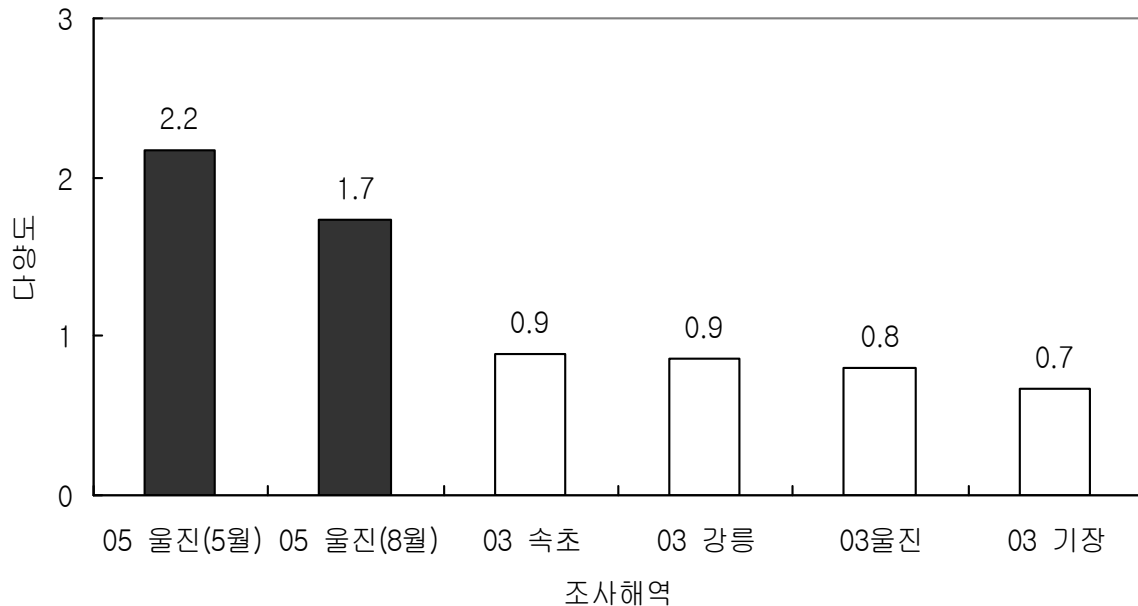


그림 1-2-71. 동해안 암반조간대 및 조하대에 서식하는 대형저서동물 군집의 지역별 다양도.

## 바. 해조류

### (1) 조사지점별 해조상의 상관

해조상관은 조사정점에서 눈에 들어오는 해조식생을 간접하게 파악할 수 있다. 정점별 특성을 파악하기 위해 조간대와 조하대로 나뉘어 사진으로 나타냈다.

#### (가) 조간대 해조의 상관

2005년 5월에 조사된 조간대에서 본 해조류의 대표적인 종류(그림 1-2-72)는 지점1에는 구멍갈파래가 우점하고 있다. 어떤 종은 생식포자를 거의 방출하여 엽면이 탈색되어 백색모습을 보인다. 저조선에는 암반이 무절석회조로 피복된 곳이 많다. 조간대 하부에는 지층이, 모자반, 미역, 그물바탕말 종류가 보인다. 지점 3에는 편평한 조간대에 구멍갈파래, 도박 종류가 대표적으로 나타나고 있다. 지점 6은 그물바탕말, 미역이 우점하고 있다. 지점7에는 백사장이 연안과 암초지역으로 암초에는 미역, 파래, 그물바탕말 종류가 분포하고 있다.

### (나) 조하대 해조의 상관

2005년 8월에 조사된 조하대의 해조는 수심 10m 이내의 해조류 생태를 보인다(그림 1-2-73). 지점 1에는 미역엽체가 끝녹음 하는 것을 볼 수 있다. 미역은 1년생으로 여름에 쇠퇴하기 전으로 포자주머니가 크고 미역엽체의 길이는 작아진 모습이 보인다. 또한 주변에 말잘피 종류인 해산 현화식물이 군락을 이룬다. 이 종류는 조하대의 암반에 숲을 이루어 해중림을 형성하고 있다. 이 지점의 대표적인 갈조 식물인 미역과 말잘피 종류이다. 지점 2에는 미역, 팽생이모자반 종류가 우점하고 있다. 팽생이모자반 또한 늦봄에 생식포자가 방출하고 나서 여름에 쇠퇴하는 1년생 해조류이다. 3지점에서는 미역과 지누아리 종류가 대표적이다. 지점 4에는 조하대의 암반에 무절석회조로 우점하여 피복되어 있다. 석회조가 번무함으로서 갯녹음 현상이 나타나기도 한다. 이곳에 미역의 포자체가 성숙하여 포자방출 시기임을 알 수 있다(그림 1-2-75 H). 지점 5에는 미역, 그물바탕말, 구멍갈파래가 대표적으로 서식하고 있다. 또한 암반에는 무절석회조가 번무한 것을 알 수 있다.



그림 1-2-72. 조간대에서의 조사지점별 해조류 상관(지점 1, A와 B: 지점 2, C와 D: 지점 6, E와 F: 지점 7, G와 H).



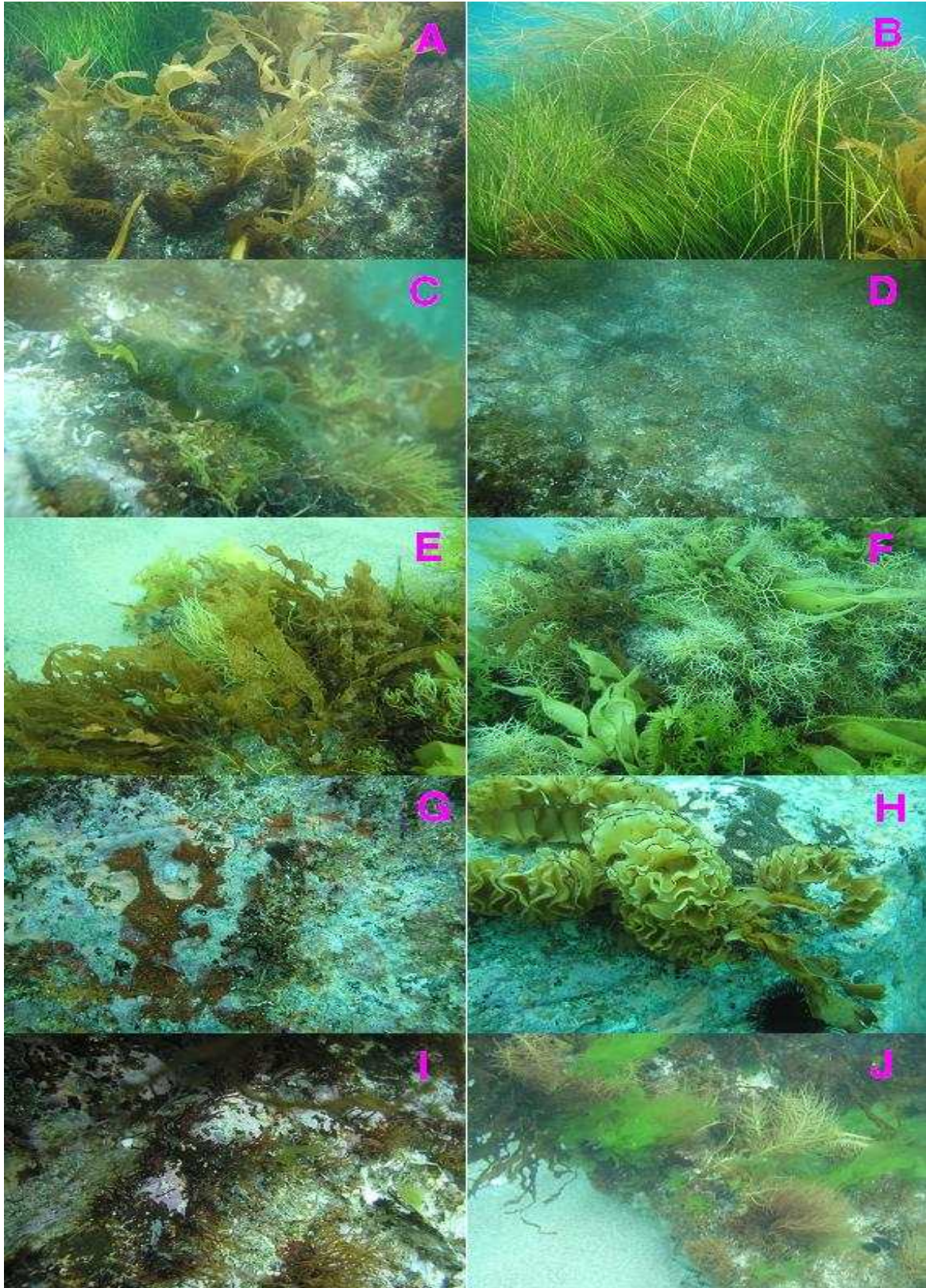


그림 1-2-73. 2005년 8월 각 지점별 조하대 해조식생(지점 1, A와 B: 지점 2, C와 D: 지점 3, E와 F: 지점 4, G와 H: 지점 5, I와 J).

## (2) 조사지점의 해조류 출현종과 우점종

### (가) 조사지점에 출현한 해조류의 종조성

조사지점에서 출현한 해조는 녹조류 7종, 갈조류 12종, 홍조류 36종 모두 55종류로 나타났다. 지점별로는 2와 6지점에서 20 종 이상을 보였으며 3, 5, 9 지점에서 10종 이하로 종조성이 낮았다.

### (나) 계절별 수직분포와 우점종

현존량(단위:g/m<sup>2</sup>) 100g 이상인 해조를 우점종으로 나타냈을 때 5월 조사에서 지점 1에는 3m에서 미역종류, 7m에는 미역, 참그물바탕말과 도박종류, 8월에는 미역과 검은서실, 떡청각 종류가 11월에는 서실 종류가 우점하였다. 지점 2에서는 5월에 미역, 쇠미역, 팽생이모자반, 8월에는 미역, 우뚝가사리, 검은서실, 11월에는 검은서실 종류로 나타났다. 5월과 8월에 미역이 우점하였으나 11월에는 갈조식물이 쇠퇴하였다. 지점 3에는 5월에는 미역이 수심 3m에는 8.9kg이 조사되어 현존량이 매우 높았다. 7m에는 2.2kg으로 감소하였다. 8월에는 미역이 거의 쇠퇴하였으며 반면 진두발과 마디잘록이 종이 우점하였다. 지점 4에는 5월에 미역이 3m에는 7.8kg, 7m에는 1.9kg을 보였으며 8월에도 3m에는 1.1kg, 7m에 0.4kg을 보였다. 지점 5에는 3m에서 쇠미역과 참그물바탕말이 대표적으로 많은 양을 보였다. 지점 6에서는 미역, 까막살, 털지누아리, 작은구슬산호말 종류로 다양하였다. 11월에는 서실 종류가 189g을 보였으며 그 외 마디잘록이, 아크로소리움 종류 등이 다양하게 나타났다. 지점 7에서는 5월에 구멍갈과래 종류가 우점하였다. 8월에는 미역과 참그물바탕말이, 11월에는 팽생이모자반과 서실 종류가 우점하였다. 지점8에서는 5월에 미역, 도박 종류가 8월에도 미역종류가 우점하였다. 11월에는 알뽕이모자반과 검은서실이 크게 나타났다. 지점 9에는 떡청각, 미역이 대표적이며 지점 10에는 5월에 미역과 도박 종류가 우점하며 8월인 여름에도 미역이 현존량이 높게 나타났다. 특히 8월에는 수심 7m에서 4.2kg으로 수심 3m의 1.4kg에 비해 높게 나타났다. 여름철 고수온기에는 수심이 깊은 곳에 미역 엽체가 더 오래 지속된 것을 알 수 있다.

울진해역의 조하대 해조식생의 특성은 봄철에 미역이 우점종을 보이고 있다. 특히 여름철인 8월에도 지점 1, 2, 4, 6, 7, 8과 10지점에서는 현존량이 높게 나타났다. 이는 수심 10m 이내의 조하대 해조군락 조사에서 밝혀졌다. 조간대의 하부에 분포하는 미역 엽체는 봄철에 쇠퇴하여 여름철에 거의 나타나지 않지만 수심 깊은 곳에는 끝녹음이 수심이 낮은 곳보다 천천히 일어남을 알 수 있다. 미역 다음으로 우점하는 종은 갈조에는 팽생이모자반과 참그물바탕말, 녹조류에는 구멍갈과래와 떡청각 종류였으며 홍조류에는 도박, 서실 종류로 분석되었다.

표 1-2-23. 울진 조사지점의 단위면적당 해조류 종류별 습중량(단위:g/m<sup>2</sup>)

종 명	지 점 수 십	1		2		3		4		5	
		3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m
<b>녹 조 류</b>											
<i>Ulothrix flacc</i> (초록실)											
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)										778.8	
<i>Cladophora sakaii</i> (사카이대마디말)				2.0							
<i>Cladophora sp.</i> (대마디말)											
<i>Codium adhaerens</i> (떡청각)											
<i>Codium fragile</i> (청각)											
<i>Derbesia sp.</i>											
<b>갈 조 류</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i> (불레기말)				108.0	6.0						
<i>Sphacelaria furcigera</i> (가위괘쇠털)											
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)		5231.2	519.2	98.0	726.4	8936.8	2254.8	7788.0	1936.4		
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)					950.4					140.8	
<i>Dictyopteris divaricata</i> (미끌빼대그물말)											
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)		13.6	287.6		9.6					3913.6	
<i>Dictyota sp. A</i>											
<i>Dictyota sp. B</i>											
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)											
<i>Sargassum horneri</i> (팽생이모자반)				115.6						7.6	
<b>홍 조 류</b>											
<i>Gelidium amansii</i> (우뭇가사리)											
<i>Pterocladia capillacea</i> (개우무)											
<i>Corallina pilulifera</i> (작은구슬산호말)											
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은부챗살)											
<i>Carpopeltis elata</i> (긴가막살)						21.2		8.8			
<i>Grateloupia divaricata</i> (빼지누아리)											
<i>Grateloupia acuminata</i> (지누아리사촌)											
<i>Grateloupia okamurae</i> (털지누아리)											
<i>Grateloupia turuturu</i> (미끌지누아리)											
<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (참도박)											
<i>Pachymeniopsis sp.</i> (도박)											
<i>Chondrococcus japonicus</i> (왜잎송진내)			162.4	150.8							
<i>Plocamium telfairae</i> (참곱슬이)		37.6									
<i>Plocamium sp.</i>											
<i>Gracilaria sp.</i> (꼬시래기)											
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> (부챗살)					60.8						
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두발)											
<i>Gigartina intermedia</i> (애기돌가사리)											
<i>Gigartina tenella</i> (돌가사리)											
<i>Lomentaria catenata</i> (마디잘록이)											
<i>Lomentaria sp.</i>											
<i>Champia parvula</i> (참사슬풀)											
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i> (석목)											
<i>Ceramium japonica</i> (비단풀사촌)											
<i>Ceramium boydenii</i> (단박)											
<i>Acrosorium sp.</i>											
<i>Dasya sessilis</i> (민자주다홍풀)											
<i>Chondria crassicaulis</i> (개서실)											
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)											
<i>Laurencia intricata</i>											
<i>Laurencia sp.</i>											
<i>Polysiphonia morrowii</i> (모로우붉은실)											
<i>Polysiphonia sp.</i> (붉은실)											
<i>Symphocladia sp.</i> (보라색우무)											
<i>Symphocladia linearis</i> (가는보라색우무)											
Total		5282.4	969.2	356.8	1870.8	8958.0	2254.8	7796.8	1944.0	4833.2	



표 1-2-23. 계속(채집일 2005-05-23(단위:g/m<sup>2</sup>))

종 명	지 점 수 십	6		7		8		9		10	
		3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m
<b>녹 조 류</b>											
<i>Ulothrix flacc</i> (초록실)											
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)			1704.8	661.6	462.4				31.6		
<i>Cladophora sakaii</i> (사카이대마디말)											
<i>Cladophora sp.</i> (대마디말)											
<i>Codium adhaerens</i> (떡청각)									221.2		
<i>Codium fragile</i> (청각)					5.6						1.2
<i>Derbesia sp.</i>											
<b>갈 조 류</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i> (불레기말)			2.4	2.4					24.4		
<i>Sphacelaria furcigera</i> (가위갯쇠털)											
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)		956.8					138.4	1107.6		1287.2	1470.4
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)											
<i>Dictyopteris divaricata</i> (미끌뼀대그물말)											
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)		5.2			10.0		15.2	31.2			
<i>Dictyota sp. A</i>											
<i>Dictyota sp. B</i>											
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)											
<i>Sargassum horneri</i> (괭생이모자반)		2.0		310.8	114.8	114.0		1.6		12.8	
<b>홍 조 류</b>											
<i>Gellidium amansii</i> (우뭇가사리)											
<i>Pterocladia capillacea</i> (개우무)											
<i>Corallina pilulifera</i> (작은구슬산호말)			134.0								
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은부챗살)											
<i>Carpopeltis elata</i> (긴까막살)		726.0									
<i>Grateloupia divaricata</i> (뼀지누아리)			1.2								
<i>Grateloupia acuminata</i> (지누아리사촌)											
<i>Grateloupia okamurae</i> (털지누아리)		374.0						4.4			
<i>Grateloupia turuturu</i> (미끌지누아리)											
<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (참도박)		38.8									
<i>Pachymeniopsis sp.</i> (도박)											
<i>Chondrococcus japonicus</i> (왜잎송진내)		74.0		3.2			305.6				126.8
<i>Plocamium teluira</i> (참곱슬이)											7.2
<i>Plocamium sp.</i>											
<i>Gracilaria sp.</i> (꼬시래기)											
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> (부챗살)		10.0									
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두말)											
<i>Gigartina intermedia</i> (에기돌가사리)											
<i>Gigartina tenella</i> (돌가사리)											
<i>Lomentaria catenata</i> (마디잘록이)											
<i>Lomentaria sp.</i>											
<i>Champia parvula</i> (참사슬풀)											
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> (석묵)											
<i>Ceramium japonica</i> (비단풀사촌)											
<i>Ceramium boydenii</i> (단박)											
<i>Acrosorium sp.</i>											
<i>Dasya sessilis</i> (민자주다홍풀)											
<i>Chondria crassioaulis</i> (개서실)											
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)											
<i>Laurencia intricata</i>											
<i>Laurencia sp.</i>											
<i>Polysiphonia morrowii</i> (모로우붉은실)											10.4
<i>Polysiphonia sp.</i> (붉은실)										42.0	
<i>Symphocladia sp.</i> (보라색우무)											
<i>Symphocladia linearis</i> (가는보라색우무)											
Total		2186.8	1842.4	978.0	592.8	114.0	459.2	1422.0		1342.0	1616.0

표 1-2-23. 계속(채집일 2005-08-12(단위:g/m<sup>2</sup>))

종 명	지 점 수 십	1		2		3		4		5	
		3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m
<b>녹 조 류</b>											
<i>Ulothrix flacc</i> (초록실)											
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)										107.2	
<i>Cladophora sakaii</i> (사카이대마디말)											
<i>Cladophora sp.</i> (대마디말)											
<i>Codium adhaerens</i> (떡청각)		140.4						39.2			
<i>Codium fragile</i> (청각)											
<i>Derbesia sp.</i>			0.4								
<b>갈 조 류</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i> (불레기말)					1.6						
<i>Sphacelaria furcigera</i> (가위갯쇠털)											
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)		372.0	300.4	133.2	66.8			1054.8	476.0		
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)											
<i>Dictyopteris divaricata</i> (미끌뼀대그물말)											
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)			62.8					12.4	86.0	1307.6	
<i>Dictyota sp. A</i>											
<i>Dictyota sp. B</i>											
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)											
<i>Sargassum horneri</i> (괭생이모자반)											
<b>홍 조 류</b>											
<i>Gellidium amansii</i> (우뭇가사리)					122.8					23.2	
<i>Pterocladia capillacea</i> (개우무)											
<i>Corallina pilulifera</i> (작은구슬산호말)				12.4							
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은부챗살)											
<i>Carpopeltis elata</i> (긴까막살)											
<i>Grateloupia divaricata</i> (뼀지누아리)											
<i>Grateloupia acuminata</i> (지누아리사촌)										55.2	
<i>Grateloupia okamurae</i> (털지누아리)						2008.0					
<i>Grateloupia turuturu</i> (미끌지누아리)											
<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (참도박)											
<i>Pachymeniopsis sp.</i> (도박)					6.4						
<i>Chondrococcus japonicus</i> (왜잎송진내)											
<i>Plocamium telfairae</i> (참곱슬이)						6.4					
<i>Plocamium sp.</i>											
<i>Gracilaria sp.</i> (꼬시래기)											
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> (부챗살)											
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두말)							586.0				
<i>Gigartina intermedia</i> (에기돌가사리)											
<i>Gigartina tenella</i> (돌가사리)											
<i>Lomentaria catenata</i> (마디잘록이)							394.4			40.8	
<i>Lomentaria sp.</i>											
<i>Champia parvula</i> (참사슬풀)											
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> (석묵)											
<i>Ceramium japonica</i> (비단풀사촌)											
<i>Ceramium boydenii</i> (단박)											
<i>Acrosorium sp.</i>		1.2									
<i>Dasya sessilis</i> (민자주다홍풀)											
<i>Chondria crassioaulis</i> (개서실)											
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)		245.6		155.6				10.4			
<i>Laurencia intricata</i>											
<i>Laurencia sp.</i>		37.2						3.6			
<i>Polysiphonia morrowii</i> (모로우붉은실)											
<i>Polysiphonia sp.</i> (붉은실)											
<i>Symphocladia sp.</i> (보라색우무)											
<i>Symphocladia linearis</i> (가는보라색우무)											
Total		796.4	363.6	307.6	197.6	2988.4		1120.4	562.0	1534.0	

표 1-2-23. 계속(채집일 2005-08-05(단위:g/m<sup>2</sup>))

종 명	지 점 수 십	6		7		8		9		10	
		3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m
<b>녹 조 류</b>											
<i>Ulothrix flacc</i> (초록실)				0.4							
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)			579.2								
<i>Cladophora sakaii</i> (사카이대마디말)											
<i>Cladophora sp.</i> (대마디말)											
<i>Codium adhaerens</i> (떡청각)								54.8			
<i>Codium fragile</i> (청각)											
<i>Derbesia sp.</i>											
<b>갈 조 류</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i> (불레기말)											
<i>Sphacelaria furcigera</i> (가위괘쇠털)											
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)		878.8		1334.8	1729.2	3146.4				1357.2	4250.4
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)											
<i>Dictyopteria divaricata</i> (미끌뼀대그물말)											
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)				4002.4	8.8	43.2					
<i>Dictyota sp. A</i>											
<i>Dictyota sp. B</i>											
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)											
<i>Sargassum horneri</i> (괭생이모자반)											
<b>홍 조 류</b>											
<i>Gellidium amansii</i> (우뭇가사리)				47.6							
<i>Pterocladia capillacea</i> (개우무)							1.6				
<i>Corallina pilulifera</i> (작은구슬산호말)											
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은부챗살)											
<i>Carpopeltis elata</i> (긴까막살)											
<i>Grateloupia divaricata</i> (뼀지누아리)			13.6								
<i>Grateloupia acuminata</i> (지누아리사촌)											
<i>Grateloupia okamurae</i> (털지누아리)				10.8							
<i>Grateloupia turuturu</i> (미끌지누아리)											
<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (참도박)		266.0								59.2	
<i>Pachymeniopsis sp.</i> (도박)											
<i>Chondrococcus japonicus</i> (왜잎송진내)											
<i>Plocamium teluira</i> (참곱슬이)											
<i>Plocamium sp.</i>											
<i>Gracilaria sp.</i> (꼬시래기)											
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> (부챗살)											
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두말)											
<i>Gigartina intermedia</i> (에기돌가사리)							10.8				
<i>Gigartina tenella</i> (돌가사리)											
<i>Lomentaria catenata</i> (마디잘록이)											
<i>Lomentaria sp.</i>											
<i>Champia parvula</i> (참사슬풀)											
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> (석묵)											
<i>Ceramium japonica</i> (비단풀사촌)											
<i>Ceramium boydenii</i> (단박)											
<i>Acrosorium sp.</i>											
<i>Dasya sessilis</i> (민자주다홍풀)											
<i>Chondria crassioaulis</i> (개서실)		14.0									
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)								89.6			
<i>Laurencia intricata</i>											
<i>Laurencia sp.</i>											
<i>Polysiphonia morrowii</i> (모로우붉은실)											
<i>Polysiphonia sp.</i> (붉은실)											
<i>Symphocladia sp.</i> (보라색우무)											
<i>Symphocladia linearis</i> (가는보라색우무)											
Total		1158.8	592.8	4003.2	1402.0	1772.4	3158.8	144.4		1416.4	4250.4

표 1-2-23. 계속(채집일 2005-11-02(단위:g/m<sup>2</sup>))

종 명	지 점 수 심	1		2		3		4		5	
		3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m
<b>녹 조 류</b>											
<i>Ulothrix flacc</i> (초록실)											
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)								0.4		1.2	
<i>Cladophora sakaii</i> (사카이대마디말)											
<i>Cladophora sp.</i> (대마디말)											
<i>Codium adhaerens</i> (떡청각)								15.2		1.6	
<i>Codium fragile</i> (청각)											
<i>Derbesia sp.</i>											
<b>갈 조 류</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i> (불레기말)											
<i>Sphacelaria furcigera</i> (가위갯쇠털)					0.4						
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)											
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)											
<i>Dictyopteris divaricata</i> (미끌뼀대그물말)											
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)											
<i>Dictyota sp. A</i>		72.0	1.6	2.4	5.2						
<i>Dictyota sp. B</i>		12.4									
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)											
<i>Sargassum horneri</i> (괘쟁이모자반)					2.4			1.6			
<b>홍 조 류</b>											
<i>Gellidium amansii</i> (우뭇가사리)								66.0		6.8	
<i>Pterocladia capillacea</i> (개우무)											
<i>Corallina pilulifera</i> (작은구슬산호말)			72.0	5.6	2.0						
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은부챗살)											
<i>Carpopeltis elata</i> (긴까막살)											
<i>Grateloupia divaricata</i> (뺨지누아리)											
<i>Grateloupia acuminata</i> (지누아리사촌)											
<i>Grateloupia okamurae</i> (털지누아리)											
<i>Grateloupia turuturu</i> (미끌지누아리)											
<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (참도박)											
<i>Pachymeniopsis sp.</i> (도박)					2.0						
<i>Chondrococcus japonicus</i> (왜잎송진내)											
<i>Plocamium telfairae</i> (참곱슬이)											
<i>Plocamium sp.</i>		1.2			0.8						
<i>Gracilaria sp.</i> (꼬시래기)											
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> (부챗살)								0.8			
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두말)											
<i>Gigartina intermedia</i> (에기돌가사리)											
<i>Gigartina tenella</i> (돌가사리)											
<i>Lomentaria catenata</i> (마디잘록이)										72.8	
<i>Lomentaria sp.</i>		56.8	1.2								
<i>Champia parvula</i> (참사슬풀)								0.4			
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> (석묵)											
<i>Ceramium japonica</i> (비단풀사촌)					0.4			0.4			
<i>Ceramium boydenii</i> (단박)					0.4						
<i>Acrosorium sp.</i>		36.4			1.2			32.4		28.4	
<i>Dasya sessilis</i> (민자주다홍풀)					0.4	0.4		0.4			
<i>Chondria crassioaulis</i> (개서실)											
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)				209.2	3.6						
<i>Laurencia intricata</i>		189.6	10.0							2.0	
<i>Laurencia sp.</i>		40.0									
<i>Polysiphonia morrowii</i> (모로우붉은실)											
<i>Polysiphonia sp.</i> (붉은실)											
<i>Symphocladia sp.</i> (보라색우무)											
<i>Symphocladia linearis</i> (가는보라색우무)					0.4						
Total		408.4	84.8	219.2	17.2	0.4		117.6		112.8	

표 1-2-23. 계속(채집일 2005-11-01(단위:g/m<sup>2</sup>))

종 명	지 점 수 십	6		7		8		9		10	
		3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m	3m	7m
<b>녹 조 류</b>											
<i>Ulothrix flacc</i> (초록실)											
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)		3.2	0.8	11.6							
<i>Cladophora sakaii</i> (사카이대마디말)				24.0		69.6	16.0				16.8
<i>Cladophora sp.</i> (대마디말)											
<i>Codium adhaerens</i> (떡청각)											
<i>Codium fragile</i> (청각)											
<i>Derbesia sp.</i>											
<b>갈 조 류</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i> (불레기말)											
<i>Sphacelaria furcigera</i> (가위갯쇠털)											
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)											
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)											
<i>Dictyopteria divaricata</i> (미끌뼀대그물말)											
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)				6.8							40.8
<i>Dictyota sp. A</i>											
<i>Dictyota sp. B</i>											
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)						548.8					
<i>Sargassum horneri</i> (괭생이모자반)				549.2	9.2						
<b>홍 조 류</b>											
<i>Gellidium amansii</i> (우뭇가사리)											
<i>Pterocladia capillacea</i> (개우무)											6.8
<i>Corallina pilulifera</i> (작은구슬산호말)						1.2	9.2				0.8
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은부챗살)		69.6									
<i>Carpopeltis elata</i> (긴까막살)											
<i>Grateloupia divaricata</i> (뼀지누아리)											
<i>Grateloupia acuminata</i> (지누아리사촌)			8.4								
<i>Grateloupia okamurae</i> (털지누아리)											
<i>Grateloupia turuturu</i> (미끌지누아리)											
<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (참도박)											
<i>Pachymeniopsis sp.</i> (도박)											52.8
<i>Chondrococcus japonicus</i> (왜잎송진내)											
<i>Plocamium teluira</i> (참곱슬이)						2.4					0.8
<i>Plocamium sp.</i>											
<i>Gracilaria sp.</i> (꼬시래기)											
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> (부챗살)		6.8				3.2					
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두말)											
<i>Gigartina intermedia</i> (에기돌가사리)											
<i>Gigartina tenella</i> (돌가사리)											94.4
<i>Lomentaria catenata</i> (마디잘록이)		148.4									
<i>Lomentaria sp.</i>											
<i>Champia parvula</i> (참사슬풀)											
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> (석묵)		39.2									
<i>Ceramium japonica</i> (비단풀사촌)											
<i>Ceramium boydenii</i> (단박)											
<i>Acrosorium sp.</i>		6.8	1.6	34.4		34.0	0.8				42.0
<i>Dasya sessilis</i> (민자주다홍풀)											
<i>Chondria crassioaulis</i> (개서실)											
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)						108.4	46.0				
<i>Laurencia intricata</i>			1.2	120.0							
<i>Laurencia sp.</i>										62.4	28.0
<i>Polysiphonia morrowii</i> (모로우붉은실)			2.4								
<i>Polysiphonia sp.</i> (붉은실)											
<i>Symphocladia sp.</i> (보라색우무)											
<i>Symphocladia linearis</i> (가는보라색우무)											
Total		274.0	14.4	746.0	9.2	767.6	72.0			250.4	95.2

### (3) 해조의 현존량 분석과 해중립 구성종

조사지점에서 월별과 수직분포(수심 3m와 7m)로 나타난 해조의 현존량은 그림 1-2-74와 그림 1-2-75에 나타났다. 이 그림에서 보면 5월에서 8월과 11월로 갈수록 현존량은 급감하고 있다. 이는 5월 해조가 번무하는 시기로 특히 미역 엽체에 의해 현존량의 많은 비율을 차지하고 있기 때문으로 분석된다. 미역 엽체는 5월에 가장 번무하여 여름이 되면서 차츰 끝녹음이 시작되어 8월에 수심이 깊은 곳을 엽체의 부위가 남아있다 하더라도 거의 사라진다. 여름철 고수온기를 거치면서 11월에는 새로운 해조가 발아하는 시기로 이때는 해조의 출현종 수와는 별개로 무게로 나타난 현존량이 낮게 나타났다.

수심 3m에서는 5월에는 지점 1, 3, 4, 5 지점에서는  $4\text{kg}/\text{m}^2$  이상을 나타낸 반면 6~10 지점에는  $2\text{kg}/\text{m}^2$  이하를 보였다. 8월에는 지점 2와 7에서만  $2\text{kg}/\text{m}^2$  이상을 보였고 11월에는 모든 지점에서  $1\text{kg}/\text{m}^2$  이하를 나타냈다.

수심 7m에서는 5월에 지점 2, 3, 4, 6과 10에서  $1\text{kg}/\text{m}^2$ 을 보였는데 8월에는 지점 7, 8, 10에서  $1\text{kg}/\text{m}^2$  이상을 보였다. 특히 10지점에서는  $4\text{kg}/\text{m}^2$  이상으로 나타났다. 11월에는  $1\text{kg}/\text{m}^2$  이하로 수심 3m에서보다 더 적게 나타났다.

지점별, 월별과 수심별로 나타난 현존량의 분석에서 분류군별로 보면(그림 1-2-76과 그림 1-2-77) 갈조류인 미역의 변동폭이 매우 크게 나타났다. 같은 시기에도 수심별로 볼 때 수심 7에서는 이보다 얕은 수심에서 변동폭이 적게 나타나 보다 안정성을 보였다. 현존량은 녹조>홍조>갈조 순으로 나타났으며 11월 7m에서는 모든 분류군에서 현존량이 매우 소량만이 나타났다.

현존량의 자료에서 보면 해중립을 이루는 해조의 생육대는 조간대의 하부에서 수심 10m 이내이고 현존량이 높은 곳은 수심 5m 이내의 얕은 수심인 것을 알 수 있다. 특히, 현존량을 결정하는 해조류는 이 해역에서는 갈조류의 미역과 모자반 종류로 나타났다.

그림 1-2-78와 그림 1-2-79에는 현장조사에서 방형구에서 모든 해조류를 채집한 직후 선상에서 찍은 사진이다. 전체적으로 5월과 8월에 비해 현존량이 매우 낮게 나타났다. 특히 지점 5와 9 지점에는 수심이 낮아서 수심 7m에서는 조사가 되지 않았다.

울진해역에서 해중립을 구성하는 종류는 미역, 팽생이모자반, 알쏭이모자반 종류가 대형 갈조류로서 중요한 종류로 파악되었다. 또한 홍조의 도박, 서실, 우뭇가사리 종류가 해조군락을 구성하는 중요종으로 관찰되었다.

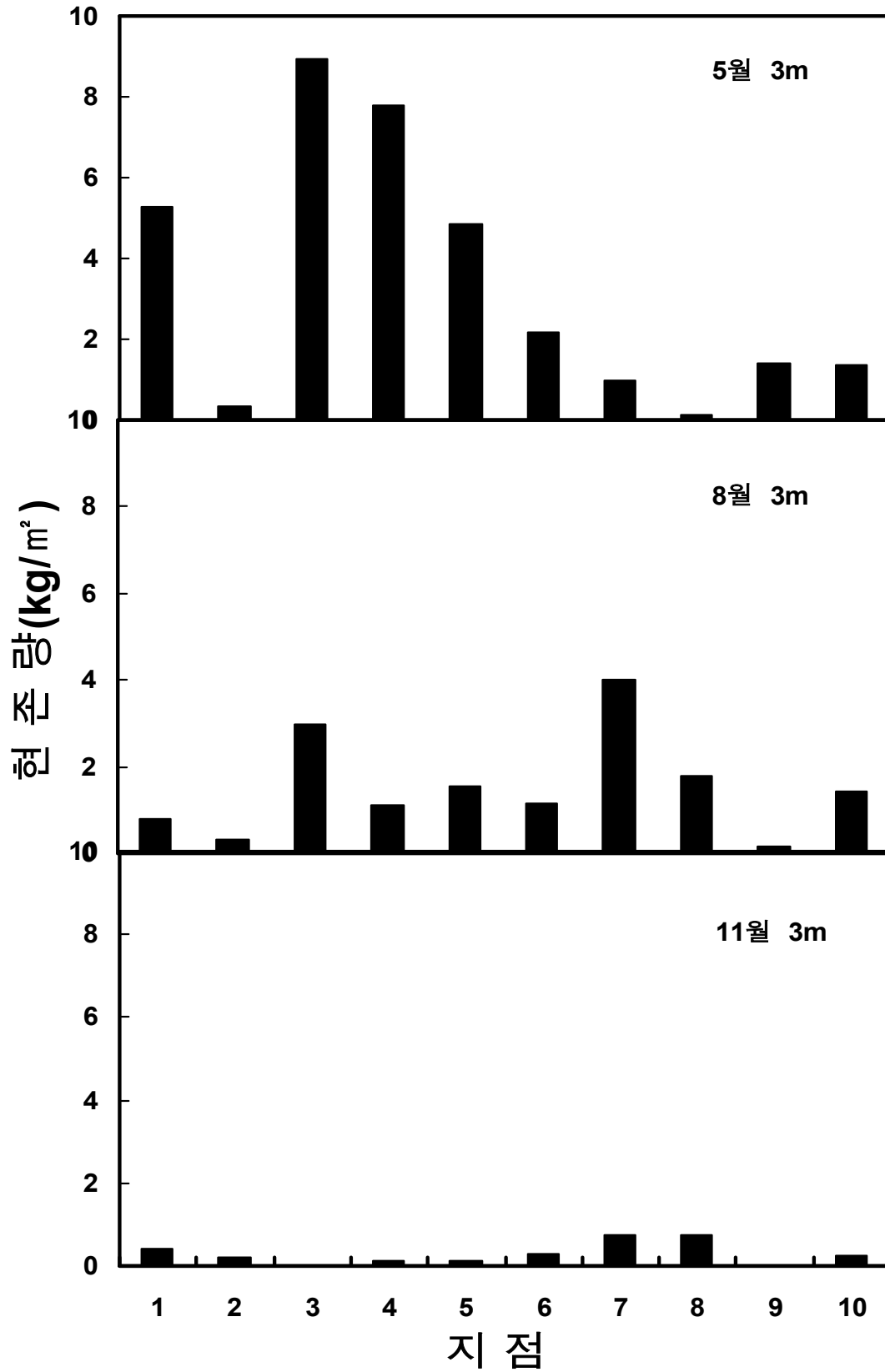


그림 1-2-74. 울진해역 지점별, 월별, 수심 3m에서의 해조류의 현존량(kg/m³).

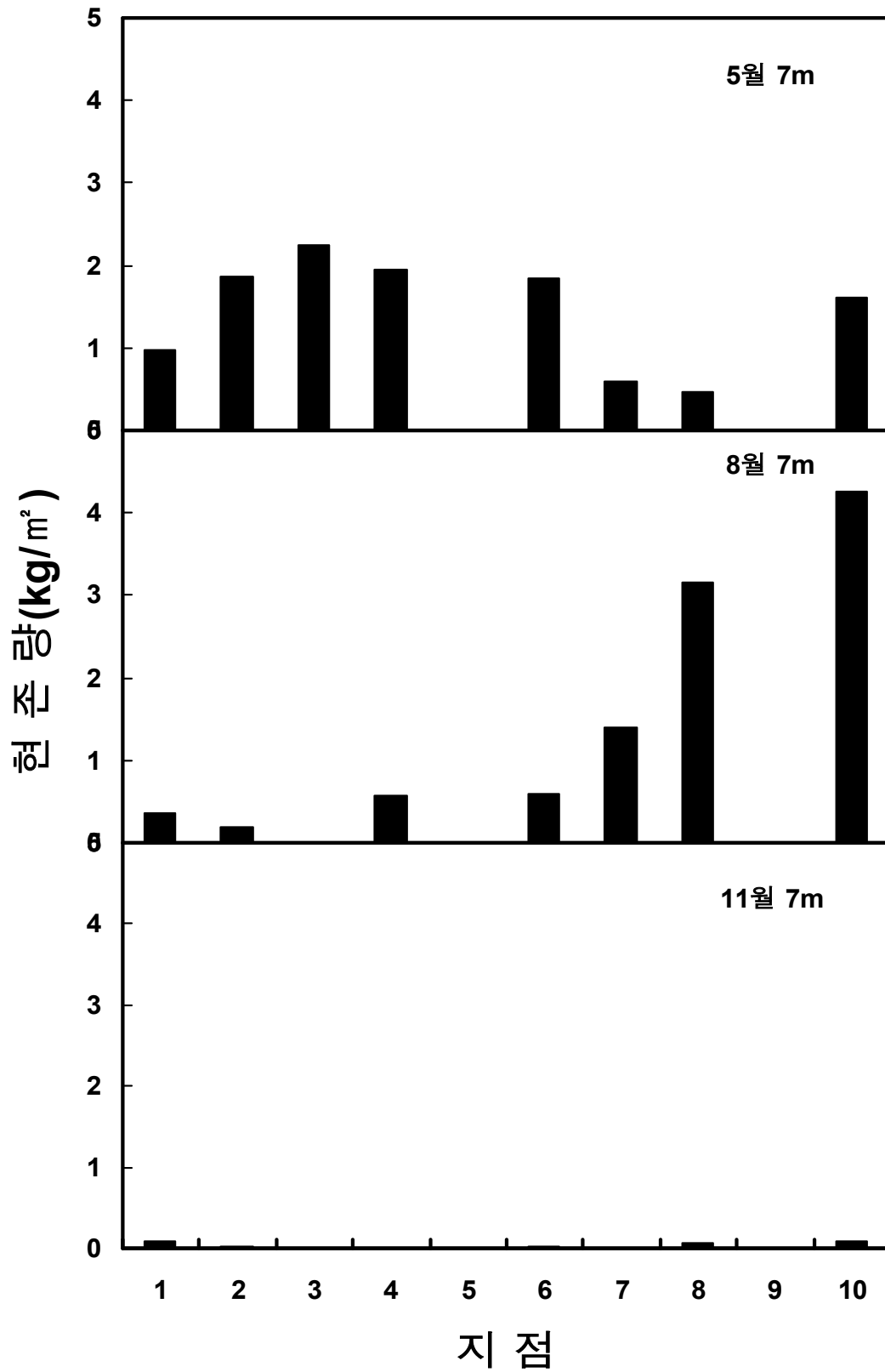


그림 1-2-75. 울진해역 지점별, 월별, 수심 7m에서의 해조류의 현존량(kg/m²).



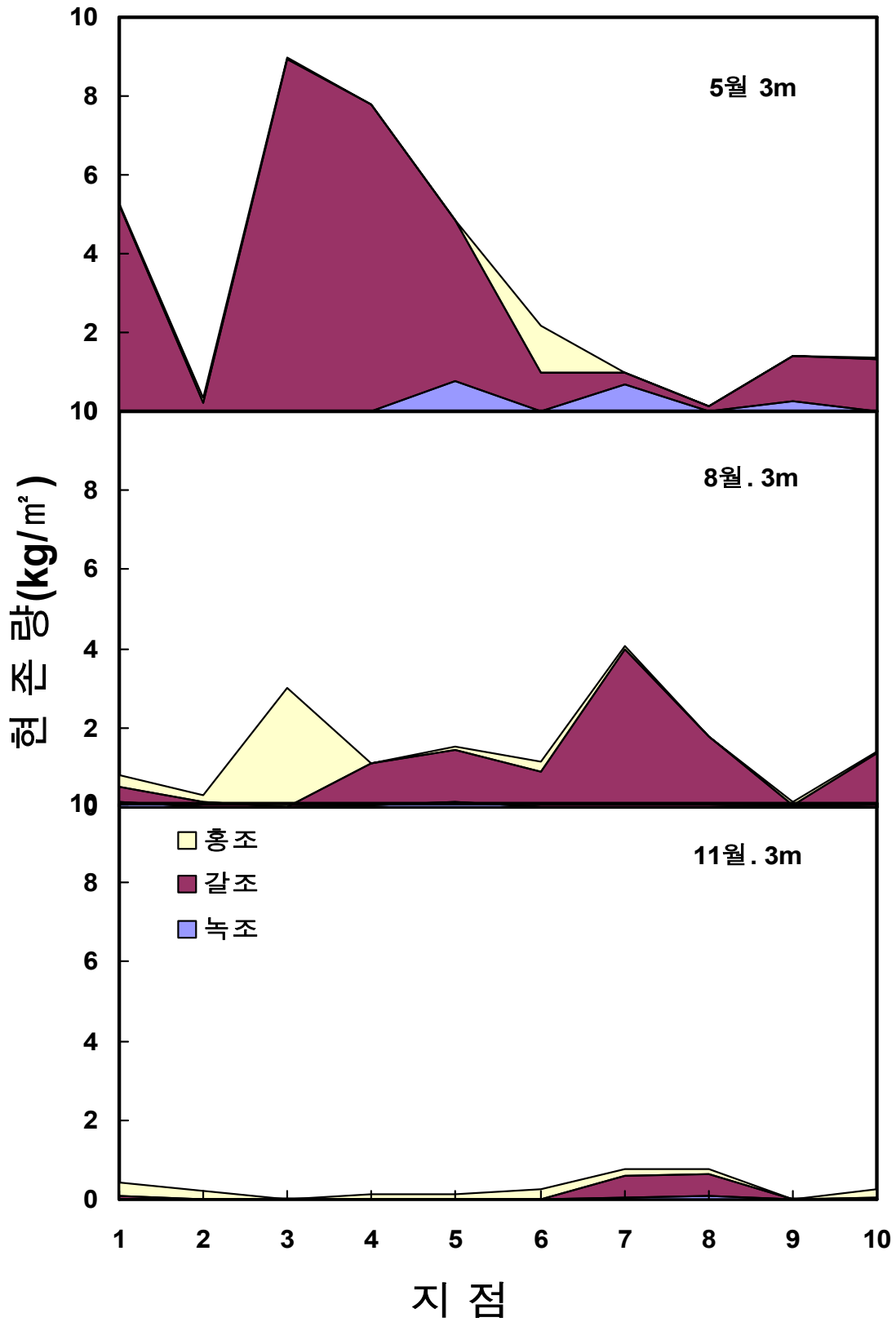


그림 1-2-76. 울진해역 지점별, 월별, 수심 3m에서의 해조류의 분류군별 현존량(kg/m²).

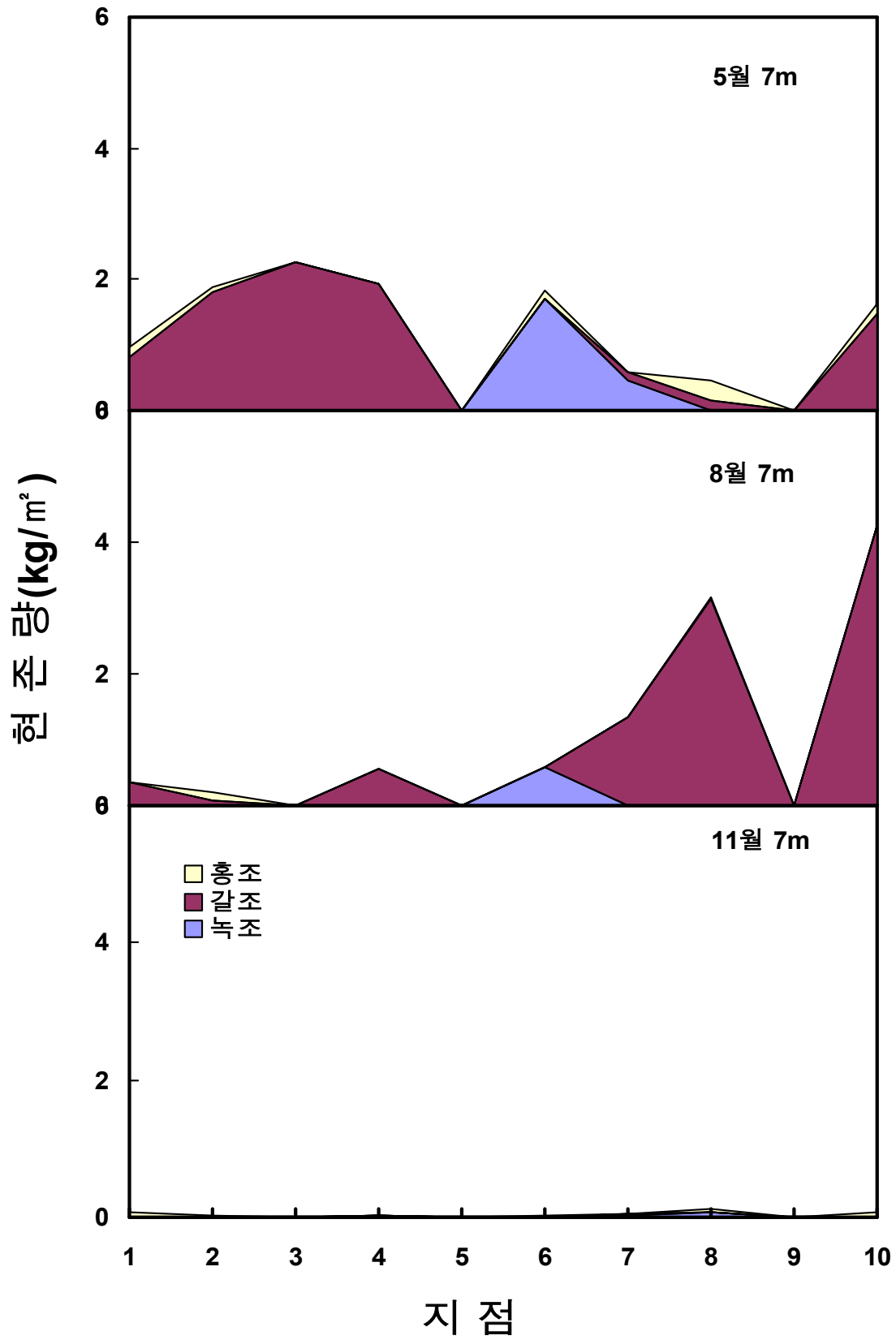


그림 1-2-77. 울진해역 지점별, 월별, 수심 7m에서의 해조류의 분류군별 현존량(kg/m²).



그림 1-2-78. 2005년 11월 각 지점별 3m에서 현장 채집된 해조류.





그림 1-2-79. 2005년 11월 각 지점별 7m에서 현장 채집된 해조류.

(4) 울진 해역 해조생태의 건강성

(가) 울진해역 조사지점의 종다양도

울진해역 해조군락의 건강성을 분석하기 위해 지점별, 월별, 수심별로 종다양성을 계산하였다(표 1-2-24와 1-2-25: 그림 1-2-80). 이 지수를 근거로 다른 지역의 종다양성과 비교 분석하였다. 현존량은 5월에 높았지만 종 다양성은 낮았다. 반면 11월에는 현존량이

매우 낮은집만 종다양성은 다소 증가하는 경향을 보였다. 조간대보다는 수심 3m에서 좋은 식생을 보였다.

**(나) 대조구 삼척호산해역과 종다양성에 의한 해조생태의 건강성 비교**

호산해역에서는 팽생이모자반이 가장 우점하였다. 삼척호산 조하대 갯녹음역에서는 100g/m<sup>2</sup> 이상인 종은 구멍갈파래, 그물바탕말, 우뭇가사리 종류였으며 삼척호산 갯녹음 인접구역에서는 다시마(*Laminaria japonica*), 우뭇가사리, 붉은잎(*Callophyllis*) 종류였다.

울진해역은 아래 종다양성 지수와 비교할 때 갈남해역의 조간대보다는 식생이 빈약한 반면 갯녹음 현상이 심한 삼척호산 해역과 비교할 때 건강성이 다소 양호함을 보여준다 (그림 1-2-81).

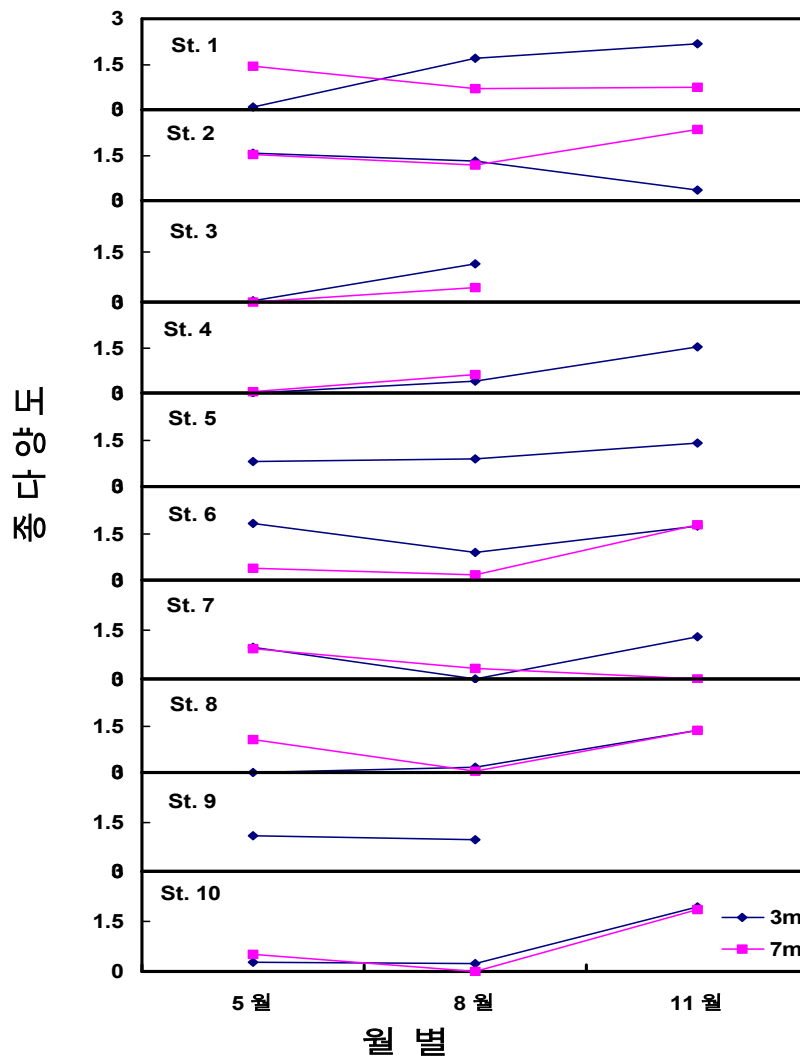


그림 1-2-80. 지점별과 수심별로 나타낸 종다양도의 월별 변화.

표 1-2-24. 지점별, 월별 종다양도 지수

지 점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5 월	3m	0.09	1.56	0.02	0.01	0.82	1.82	0.96	0	1.08	0.28
	7m	1.43	1.51	0	0.04	-	0.40	0.90	1.08	-	0.50
8 월	3m	1.70	1.32	1.12	0.41	0.87	0.87	0.0015	0.17	0.96	0.25
	7m	0.68	1.17	0.41	0.62	-	0.16	0.33	0.0392	-	0
11 월	3m	2.17	0.33	-	1.52	1.41	1.72	1.27	1.33	-	1.93
	7m	0.76	2.34	-	-	-	1.77	0	1.35	-	1.87

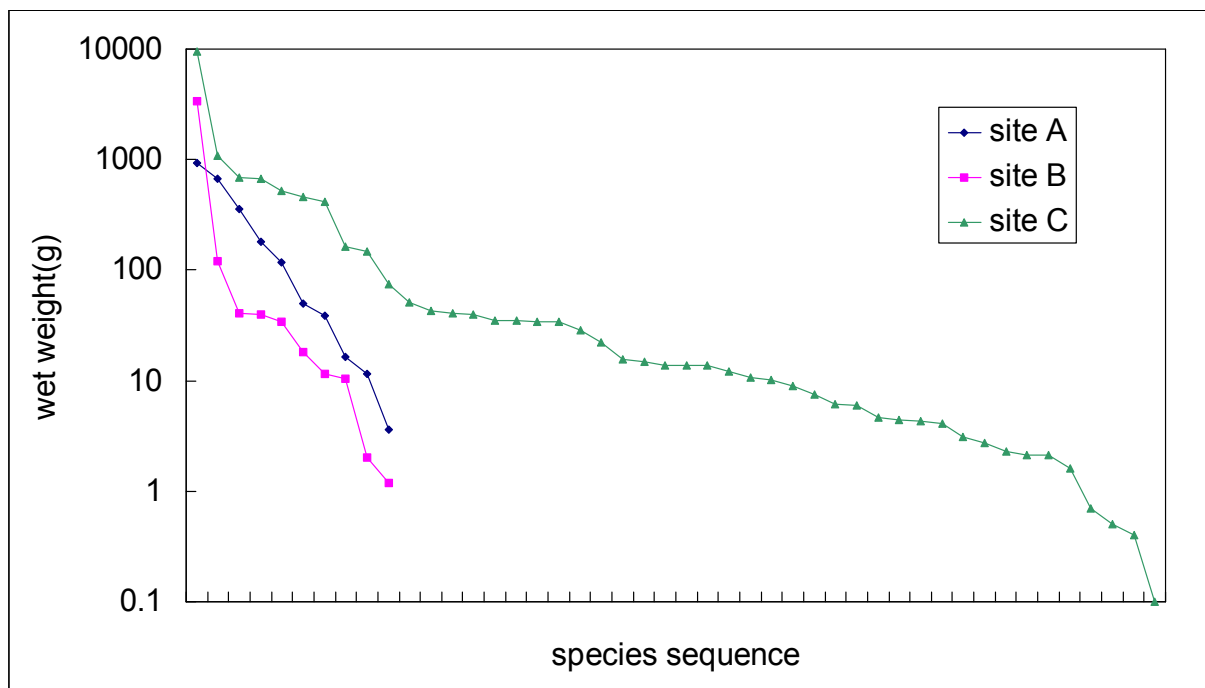


그림 1-2-81. 울진해역의 대조구로서 삼척호산과 종다양도로 나타낸 해조생태의 건강성 비교(Site A: 삼척호산 조하대 갯녹음역, B: 삼척호산 갯녹음 인접 구역, C: 갈남 조간대).

표 1-2-25. 지점별 월별 종다양도 지수

5월

St1(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	1307.8	0.9903	-0.9903	-0.0042	-0.0141	0.0139
2	3.4	0.0026	-0.0026	-2.5893	-8.6014	0.0221
3	9.4	0.0071	-0.0071	-2.1476	-7.1343	0.0508
	1320.6					H=0.0868

St1(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	129.8	0.5357	-0.5357	-0.2711	-0.9005	0.4824
2	71.9	0.2967	-0.2967	-0.5276	-1.7527	0.5201
3	40.6	0.1676	-0.1676	-0.7758	-2.5772	0.4318
	242.3					H=1.4343

St2(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	24.5	0.2747	-0.2747	-0.5612	-1.8643	0.5120
2	27	0.3027	-0.3027	-0.5190	-1.7241	0.5219
3	37.7	0.4226	-0.4226	-0.3740	-1.2425	0.5251
	89.2					H=1.5590

St2(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.5	0.0011	-0.0011	-2.9710	-9.8694	0.0106
2	181.6	0.3883	-0.3883	-0.4109	-1.3648	0.5299
3	237.6	0.5080	-0.5080	-0.2941	-0.9770	0.4964
4	1.5	0.0032	-0.0032	-2.4939	-8.2845	0.0266
5	2.4	0.0051	-0.0051	-2.2898	-7.6064	0.0390
6	28.9	0.0618	-0.0618	-1.2091	-4.0164	0.2482
7	15.2	0.0325	-0.0325	-1.4881	-4.9434	0.1607
	467.7					H=1.5113

St3(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	2234.2	0.9976	-0.9976	-0.0010	-0.0034	0.0034
2	5.3	0.0024	-0.0024	-2.6259	-8.7230	0.0206
	2239.5					H=0.0241

St3(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	563.7	1	-1	0	0	0
	563.7					0

St4(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	1947	0.9989	-0.9989	-0.0005	-0.0016	0.0016
2	2.2	0.0011	-0.0011	-2.9474	-9.7912	0.0111
	1949.2					H=0.0127

표 1-2-25. 계속

St4(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	484.1	0.9961	-0.9961	-0.0017	-0.0057	0.0056
2	1.9	0.0039	-0.0039	-2.4079	-7.9988	0.0313
	486					H=0.0369

St5(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	194.7	0.1611	-0.1611	-0.7928	-2.6337	0.4244
2	35.2	0.0291	-0.0291	-1.5356	-5.1013	0.1486
3	978.4	0.8097	-0.8097	-0.0917	-0.3045	0.2465
	1208.3					H=0.8195

St6(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	239.2	0.4375	-0.4375	-0.3590	-1.1925	0.5218
2	1.3	0.0024	-0.0024	-2.6238	-8.7161	0.0207
3	0.5	0.0009	-0.0009	-3.0388	-10.0946	0.0092
4	18.5	0.0338	-0.0338	-1.4706	-4.8852	0.1653
5	93.5	0.1710	-0.1710	-0.7669	-2.5477	0.4357
6	2.5	0.0046	-0.0046	-2.3398	-7.7727	0.0355
7	181.5	0.3320	-0.3320	-0.4789	-1.5908	0.5281
8	9.7	0.0177	-0.0177	-1.7510	-5.8166	0.1032
	546.7					H=1.8196

St6(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	426.2	0.9253	-0.9253	-0.0337	-0.1120	0.1036
2	0.6	0.0013	-0.0013	-2.8852	-9.5843	0.0125
3	33.5	0.0727	-0.0727	-1.1383	-3.7813	0.2750
4	0.3	0.0007	-0.0007	-3.1862	-10.5843	0.0069
	460.6					H=0.3980

St7(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	165.4	0.6765	-0.6765	-0.1697	-0.5639	0.3815
2	0.6	0.0025	-0.0025	-2.6101	-8.6707	0.0213
3	77.7	0.3178	-0.3178	-0.4979	-1.6538	0.5256
4	0.8	0.0033	-0.0033	-2.4852	-8.2556	0.0270
	244.5					H=0.9553

St7(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	115.6	0.7800	-0.7800	-0.1079	-0.3584	0.2796
2	1.4	0.0094	-0.0094	-2.0247	-6.7260	0.0635
3	2.5	0.0169	-0.0169	-1.7729	-5.8895	0.0994
4	28.7	0.1937	-0.1937	-0.7130	-2.3684	0.4587
	148.2					H=0.9011



표 1-2-25. 계속

St8(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	34.6	0.3014	-0.3014	-0.5209	-1.7303	0.5215
2	3.8	0.0331	-0.0331	-1.4802	-4.9170	0.1628
3	76.4	0.6655	-0.6655	-0.1768	-0.5875	0.3910
	114.8					H=1.0752

St9(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	7.9	0.0222	-0.0222	-1.6532	-5.4919	0.1220
2	55.3	0.1556	-0.1556	-0.8081	-2.6845	0.4176
3	276.9	0.7789	-0.7789	-0.1085	-0.3605	0.2808
4	6.1	0.0172	-0.0172	-1.7655	-5.8649	0.1006
5	7.8	0.0219	-0.0219	-1.6587	-5.5102	0.1209
6	0.4	0.0011	-0.0011	-2.9488	-9.7956	0.0110
7	1.1	0.0031	-0.0031	-2.5094	-8.3362	0.0258
	355.5					H=1.0788

St10(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	321.8	0.9592	-0.9592	-0.0181	-0.0601	0.0577
2	3.2	0.0095	-0.0095	-2.0205	-6.7121	0.0640
3	10.5	0.0313	-0.0313	-1.5045	-4.9979	0.1564
	335.5					H=0.2781

St10(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.3	0.0007	-0.0007	-3.1293	-10.3952	0.0077
2	367.6	0.9099	-0.9099	-0.0410	-0.1362	0.1239
3	1.8	0.0045	-0.0045	-2.3511	-7.8102	0.0348
4	31.7	0.0785	-0.0785	-1.1053	-3.6718	0.2881
5	2.6	0.0064	-0.0064	-2.1914	-7.2797	0.0468
	404					H=0.5014

표 1-2-25. 계속

8월

St1(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	35.1	0.1763	-0.1763	-0.7538	-2.5040	0.4414
2	93	0.4671	-0.4671	-0.3306	-1.0982	0.5130
3	61.4	0.3084	-0.3084	-0.5109	-1.6972	0.5234
4	9.3	0.0467	-0.0467	-1.3306	-4.4201	0.2065
5	0.3	0.0015	-0.0015	-2.8220	-9.3743	0.0141
	199.1					H=1.6984

St1(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	75.1	0.8262	-0.8262	-0.0829	-0.2755	0.2276
2	15.7	0.1727	-0.1727	-0.7627	-2.5335	0.4376
3	0.1	0.0011	-0.0011	-2.9586	-9.8281	0.0108
	90.9					H=0.6760

St2(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	33.3	0.4330	-0.4330	-0.3635	-1.2075	0.5229
2	3.1	0.0403	-0.0403	-1.3946	-4.6326	0.1868
3	1.6	0.0208	-0.0208	-1.6818	-5.5868	0.1162
4	38.9	0.5059	-0.5059	-0.2960	-0.9832	0.4974
	76.9					H=1.3232

St2(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	16.7	0.3381	-0.3381	-0.4710	-1.5647	0.5289
2	0.4	0.0081	-0.0081	-2.0917	-6.9484	0.0563
3	1.6	0.0324	-0.0324	-1.4896	-4.9484	0.1603
4	30.7	0.6215	-0.6215	-0.2066	-0.6863	0.4265
	49.4					H=1.1720

St3(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	502	0.6719	-0.6719	-0.1727	-0.5736	0.3854
2	146.5	0.1961	-0.1961	-0.7075	-2.3504	0.4609
3	98.6	0.1320	-0.1320	-0.8795	-2.9216	0.3856
	747.1					H=1.2319

St4(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	9.8	0.0350	-0.0350	-1.4561	-4.8370	0.1692
2	263.7	0.9414	-0.9414	-0.0262	-0.0870	0.0819
3	3.1	0.0111	-0.0111	-1.9560	-6.4975	0.0719
4	2.6	0.0093	-0.0093	-2.0323	-6.7513	0.0627
5	0.9	0.0032	-0.0032	-2.4931	-8.2818	0.0266
	280.1					H=0.4124

표 1-2-25. 계속

St4(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	119	0.8470	-0.8470	-0.0721	-0.2396	0.2029
2	21.5	0.1530	-0.1530	-0.8152	-2.7082	0.4144
	140.5					H=0.6174

St5(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	26.8	0.0699	-0.0699	-1.1556	-3.8389	0.2683
2	326.9	0.8524	-0.8524	-0.0694	-0.2304	0.1964
3	5.8	0.0151	-0.0151	-1.8203	-6.0470	0.0915
4	13.8	0.0360	-0.0360	-1.4439	-4.7965	0.1726
5	10.2	0.0266	-0.0266	-1.5752	-5.2326	0.1392
	383.5					H=0.8679

St6(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	219.7	0.7584	-0.7584	-0.1201	-0.3990	0.3026
2	66.5	0.2295	-0.2295	-0.6391	-2.1231	0.4874
3	3.5	0.0121	-0.0121	-1.9179	-6.3711	0.0770
	289.7					H=0.8669

St6(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	144.8	0.9771	-0.9771	-0.0101	-0.0335	0.0327
2	3.4	0.0229	-0.0229	-1.6394	-5.4459	0.1249
	148.2					H=0.1577

St7(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.1	0.0001	-0.0001	-4.0003	-13.2889	0.0013
2	1000.7	0.9999	-0.9999	0.0000	-0.0001	0.0001
	1000.8					H=0.0015

St7(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	333.7	0.9521	-0.9521	-0.0213	-0.0709	0.0675
2	2.2	0.0063	-0.0063	-2.2023	-7.3158	0.0459
3	11.9	0.0340	-0.0340	-1.4691	-4.8804	0.1657
4	2.7	0.0077	-0.0077	-2.1133	-7.0203	0.0541
	350.5					H=0.3332

St8(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	432.3	0.9756	-0.9756	-0.0107	-0.0356	0.0347
2	10.8	0.0244	-0.0244	-1.6131	-5.3585	0.1306
	443.1					H=0.1653

St8(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	786.6	0.9961	-0.9961	-0.0017	-0.0057	0.0057
2	2.7	0.0034	-0.0034	-2.4661	-8.1922	0.0280
3	0.4	0.0005	-0.0005	-3.2954	-10.9471	0.0055
	789.7					H=0.0392

표 1-2-25. 계속

St9(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	13.7	0.3795	-0.3795	-0.4208	-1.3978	0.5305
2	22.4	0.6205	-0.6205	-0.2073	-0.6885	0.4272
	36.1					H=0.9577

St10(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	339.3	0.9582	-0.9582	-0.0185	-0.0616	0.0590
2	14.8	0.0418	-0.0418	-1.3789	-4.5805	0.1914
	354.1					H=0.2505

표 1-2-25. 계속

11월

St1(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	18	0.1763	-0.1763	-0.7538	-2.5039	0.4414
2	3.1	0.0304	-0.0304	-1.5177	-5.0416	0.1531
3	0.3	0.0029	-0.0029	-2.5319	-8.4108	0.0247
4	47.4	0.4643	-0.4643	-0.3332	-1.1070	0.5139
5	10	0.0979	-0.0979	-1.0090	-3.3519	0.3283
6	14.2	0.1391	-0.1391	-0.8567	-2.8460	0.3958
7	9.1	0.0891	-0.0891	-1.0500	-3.4880	0.3109
	102.1					H=2.1682

St1(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.4	0.0189	-0.0189	-1.7243	-5.7279	0.1081
2	18	0.8491	-0.8491	-0.0711	-0.2361	0.2004
3	2.5	0.1179	-0.1179	-0.9284	-3.0841	0.3637
4	0.3	0.0142	-0.0142	-1.8492	-6.1430	0.0869
	21.2					H=0.7591

St2(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.6	0.0109	-0.0109	-1.9606	-6.5131	0.0713
2	1.4	0.0255	-0.0255	-1.5927	-5.2907	0.1352
3	0.5	0.0091	-0.0091	-2.0398	-6.7761	0.0618
4	52.3	0.9544	-0.9544	-0.0203	-0.0674	0.0643
	54.8					H=0.3326

St2(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	1.3	0.3421	-0.3421	-0.4658	-1.5475	0.5294
2	0.6	0.1579	-0.1579	-0.8016	-2.6630	0.4205
3	0.2	0.0526	-0.0526	-1.2788	-4.2479	0.2236
4	0.5	0.1316	-0.1316	-0.8808	-2.9260	0.3850
5	0.9	0.2368	-0.2368	-0.6255	-2.0780	0.4922
6	0.3	0.0789	-0.0789	-1.1027	-3.6630	0.2892
	3.8					H=2.3398

표 1-2-25. 계속

St4(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.1	0.0034	-0.0034	-2.4639	-8.1849	0.0281
2	3.8	0.1306	-0.1306	-0.8841	-2.9369	0.3835
3	0.4	0.0137	-0.0137	-1.8618	-6.1849	0.0850
4	16.5	0.5670	-0.5670	-0.2464	-0.8186	0.4641
5	0.2	0.0069	-0.0069	-2.1629	-7.1849	0.0494
6	8.1	0.2784	-0.2784	-0.5554	-1.8450	0.5136
	29.1					H=1.5237

St5(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.3	0.0106	-0.0106	-1.9731	-6.5546	0.0697
2	0.4	0.0142	-0.0142	-1.8482	-6.1396	0.0871
3	1.7	0.0603	-0.0603	-1.2198	-4.0521	0.2443
4	0.5	0.0177	-0.0177	-1.7513	-5.8176	0.1031
5	18.2	0.6454	-0.6454	-0.1902	-0.6318	0.4077
6	7.1	0.2518	-0.2518	-0.5990	-1.9898	0.5010
	28.2					H=1.4129

St6(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.8	0.0117	-0.0117	-1.9326	-6.4200	0.0750
2	1.7	0.0248	-0.0248	-1.6052	-5.3325	0.1323
3	17.4	0.2540	-0.2540	-0.5951	-1.9770	0.5022
4	9.8	0.1431	-0.1431	-0.8445	-2.8053	0.4013
5	37.1	0.5416	-0.5416	-0.2663	-0.8847	0.4792
6	1.7	0.0248	-0.0248	-1.6052	-5.3325	0.1323
	68.5					H=1.7223

St6(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	0.2	0.0556	-0.0556	-1.2553	-4.1699	0.2317
2	2.1	0.5833	-0.5833	-0.2341	-0.7776	0.4536
3	0.3	0.0833	-0.0833	-1.0792	-3.5850	0.2987
4	0.4	0.1111	-0.1111	-0.9542	-3.1699	0.3522
5	0.6	0.1667	-0.1667	-0.7782	-2.5850	0.4308
	3.6					H=1.7671

St7(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi}/\log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	2.9	0.0155	-0.0155	-1.8083	-6.0070	0.0934
2	6	0.0322	-0.0322	-1.4925	-4.9581	0.1595
3	1.7	0.0091	-0.0091	-2.0402	-6.7775	0.0618
4	137.3	0.7362	-0.7362	-0.1330	-0.4418	0.3253
5	30	0.1609	-0.1609	-0.7936	-2.6361	0.4240
6	8.6	0.0461	-0.0461	-1.3362	-4.4387	0.2047
	186.5					H=1.2687

표 1-2-25. 계속

St8(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi} / \log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	17.4	0.0907	-0.0907	-1.0425	-3.4632	0.3140
2	137.2	0.7150	-0.7150	-0.1457	-0.4841	0.3461
3	0.6	0.0031	-0.0031	-2.5049	-8.3212	0.0260
4	0.3	0.0016	-0.0016	-2.8060	-9.3212	0.0146
5	0.8	0.0042	-0.0042	-2.3800	-7.9061	0.0330
6	27.1	0.1412	-0.1412	-0.8501	-2.8240	0.3988
7	8.5	0.0443	-0.0443	-1.3537	-4.4967	0.1992
	191.9					H=1.3316

St8(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi} / \log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	4	0.2222	-0.2222	-0.6532	-2.1699	0.4822
2	2.3	0.1278	-0.1278	-0.8935	-2.9683	0.3793
3	11.5	0.6389	-0.6389	-0.1946	-0.6464	0.4130
4	0.2	0.0111	-0.0111	-1.9542	-6.4919	0.0721
	18					H=1.3466

St10(3m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi} / \log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	10.2	0.1629	-0.1629	-0.7880	-2.6176	0.4265
2	13.2	0.2109	-0.2109	-0.6760	-2.2456	0.4735
3	23.6	0.3770	-0.3770	-0.4237	-1.4074	0.5306
4	15.6	0.2492	-0.2492	-0.6034	-2.0046	0.4996
	62.6					H=1.9302

St10(7m)	Biomass	Pi	-(Pi)	$\log_{10}^{Pi}$	$\log_{10}^{Pi} / \log_{10}^2$	$-(Pi)\log_2^{Pi}$
1	4.2	0.1765	-0.1765	-0.7533	-2.5025	0.4416
2	0.2	0.0084	-0.0084	-2.0755	-6.8948	0.0579
3	1.7	0.0714	-0.0714	-1.1461	-3.8074	0.2720
4	0.2	0.0084	-0.0084	-2.0755	-6.8948	0.0579
5	7	0.2941	-0.2941	-0.5315	-1.7655	0.5193
6	10.5	0.4412	-0.4412	-0.3554	-1.1806	0.5208
	23.8					H=1.8696

### 사. 난치자어 및 성어

조사 기간 동안 총 20개 분류군의 자치어가 출현하였다. 계절별 종조성, 평균 출현량과 총 출현종수는 표 1-2-26과 같다. 우점종은 멸치(*Engraulis japonicus*)로 전체 출현량의 75.9 %를 차지하였다. 다음으로 출현량이 많은 종은 청보리멸(*Sillago japonica*) 14.7 %, 돛양태류(*Repomucenus* spp.) 4.6%, 까나리(*Ammodytes personatus*) 2.6%였다. 위의 4 종 이외의 종들은 출현량 비율이 1 % 미만이었다. 평균 출현량은 여름철인 8월에 가장 많은 528.4 개체/1,000m<sup>3</sup>이었고 3월과 5월에 17.4 개체/1,000m<sup>3</sup>과 31.7 개체/1,000m<sup>3</sup>로 8월보다 매우 적었다. 계절별 우점종은 3월에 까나리, 5월과 8월은 멸치였다. 본 연구해역에서

2004년 9월과 11월에 실시된 조사에서 우점종은 멸치와 돛양태류(김, 2005)로 본 연구결과와 같이 우점종은 멸치로 일치하였다. 돛양태류의 출현량은 본 연구와 큰 차이는 없었으나 본 연구에서 멸치의 출현량은 김(2005)의 보고 보다 큰 폭으로 증가하였다. 이러한 차이는 조사 시기의 차이나 멸치의 산란회유와 연관된 것으로 판단된다.

자치어의 계절별 출현종수와 출현량 분포는 그림 1-2-82와 그림 1-2-83과 같다. 출현종수는 3 회의 조사 모두 연안쪽의 모든 정점에서는 최소 한 종 이상의 자치어가 출현하였다. 반면 바다목장 조사해역의 외양쪽 경계면과 외부해역에서는 8월에 모든 조사정점에서 자치어가 출현하였지만 3월과 5월에는 일부 정점에서만 출현하였다. 출현량은 3월의 경우 연안에서 바다목장 경계구역보다 다소 많은 경향을 보였다. 5월과 8월에는 정점에 따라 출현량에 큰 차이는 없었다.

우점종은 멸치(*E. japonicus*)와 출현량 비율이 1%이상인 청보리멸(*S. japonicus*), 돛양태류(*Repomucenus* spp.), 까나리(*A. personatus*)의 출현량 분포는 그림 1-2-84와 그림 1-2-85와 같다. 먼저 멸치는 3회의 조사 기간 동안 모두 출현하였다. 3월에는 출현빈도가 매우 낮았으며 외양역의 2개 정점에서 출현하였다. 5월에는 3월보다 출현빈도가 증가하였다. 연안에 위치한 모든 정점에서는 자치어가 출현하였으나 바다목장 외양역 및 경계해역에서는 출현빈도가 매우 낮았다. 8월에는 모든 정점에서 출현하였다. 정점에 따라 출현량에 큰 차이는 없었다(그림 1-2-84). 청보리멸은 8월에만 출현하였다. 모든 정점에서 출현하였으며 정점에 따라 출현량에 큰 차이는 없었다(그림 1-2-85a). 돛양태류는 5월과 8월에 출현하였다. 5월에는 후포항 주변해역의 2개 정점에서 소량 출현하였다. 8월에는 구산리 외양역에 위치한 정점 2를 제외한 모든 정점에서 출현하였다. 정점간 출현량에 큰 차이는 없었다(그림 1-2-85b). 까나리는 3월에만 출현하였다. 연안에 위치한 모든 정점에서 출현하였다. 외양역에 위치한 정점에서는 출현빈도가 낮았다(그림 1-2-85c).

위의 4종을 제외한 나머지 희소종들의 정점별 출현종수와 출현량은 표 1-2-27 같다. 희소종 중에서 개볼락(*Sebastes pachycephalus*), 횃대류(*Gymnocanthus* sp.), 양볼락과(*Scorpaenidae* spp.), 볼락류(*Sebastes* spp.), 황늘래기(*Pseudolabrus japonicus*) 등 대부분의 종들이 연안성 어종들이었다.

성어는 조사기간 동안 50종이 출현하였다. 난류성종, 연안성종, 냉수성 어류, 소하성종 등으로 구분되었다. 난류성 어류에는 쥐치, 달고기, 독가시치, 고등어, 아홉동가리, 부시리, 삼치, 전갱이, 쓸배감펍 등이 있고, 연안성종에는 가시망둑, 가시횃대, 노래미, 전어, 조피볼락 등, 냉수성 어류에는 대구와 도루묵, 그리고 소하성 어류에는 황어가 있었다(표 1-2-28). 본 연구해역과 인접한 울진원자력발전소의 취수구와 배수구에서 멸치, 대구, 물메기, 삼치, 전갱이, 쥐치, 청어, 가자미류 등 총 22종이 출현하였다(유, 2002). 2004년 울진 바다목장 조사(김, 2005)에도 본 조사와 같이 다양한 종류의 난류성 종들이 출현하였고, 출현종수는 적으나 냉수성 어종 역시 출현하였다.

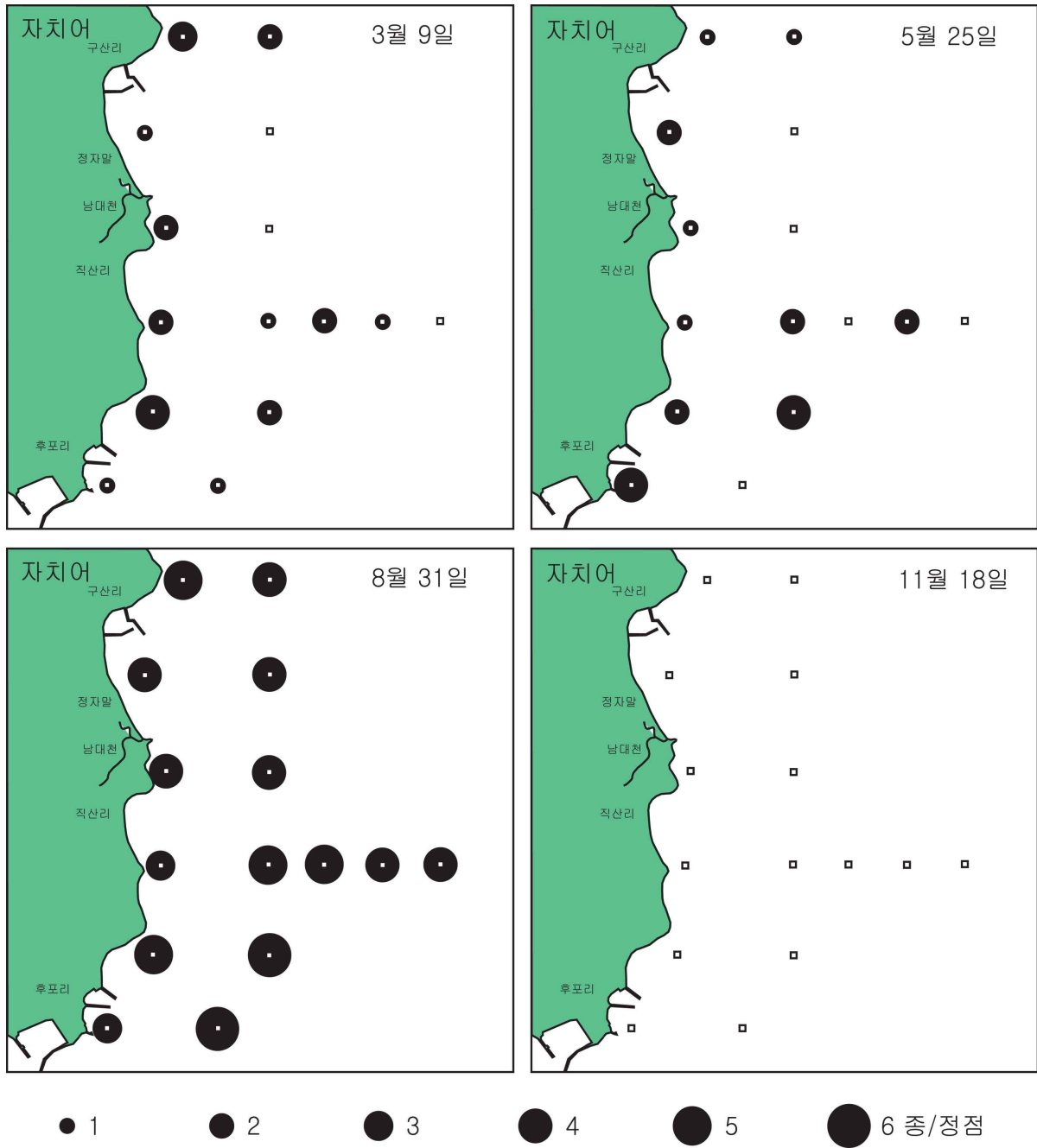


그림 1-2-82. 조사해역에 출현한 자치어의 계절별 출현종수 분포 (2005년).



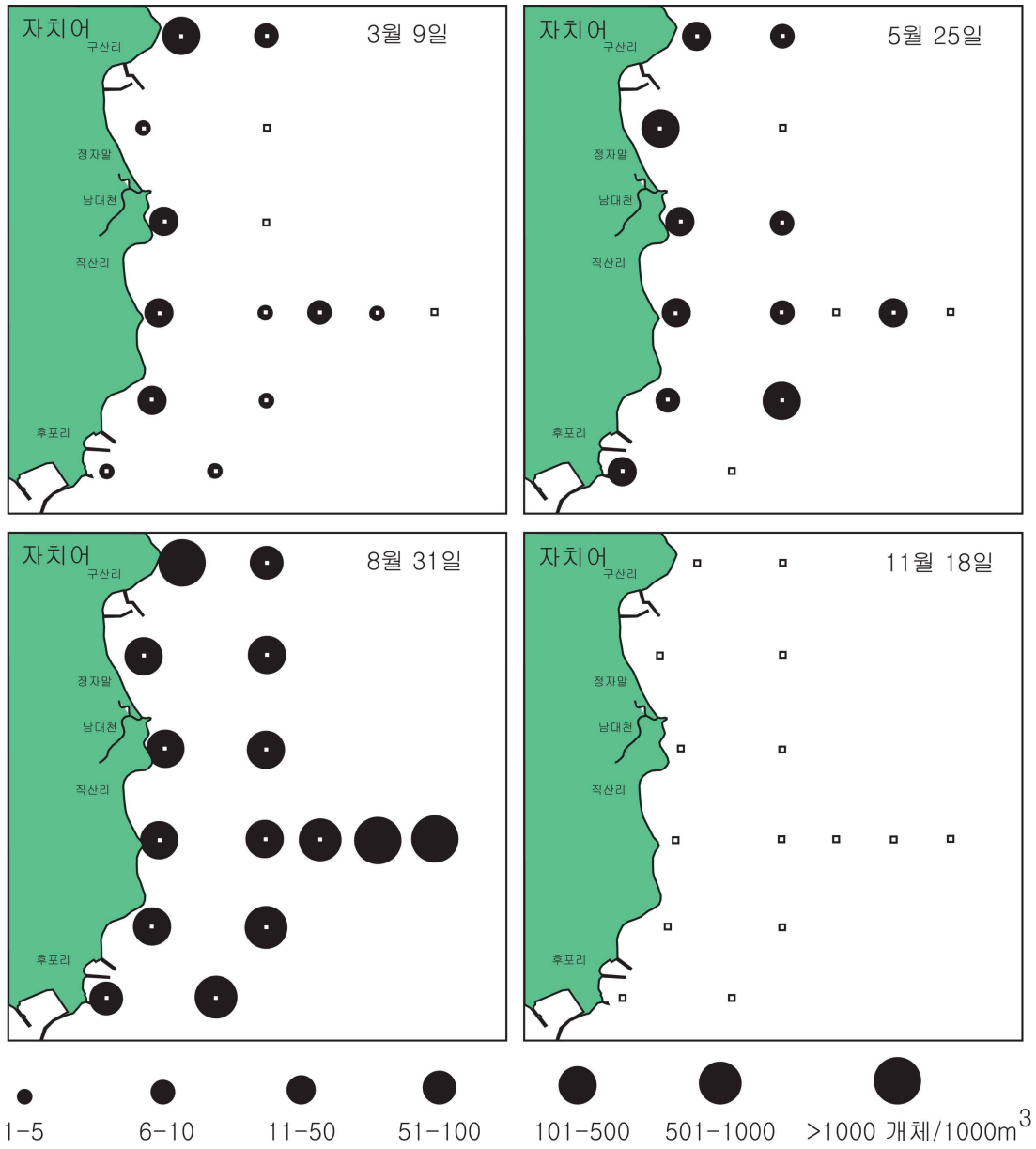


그림 1-2-83. 조사해역에서 출현한 자치어의 계절별 출현량 분포 (2005년).

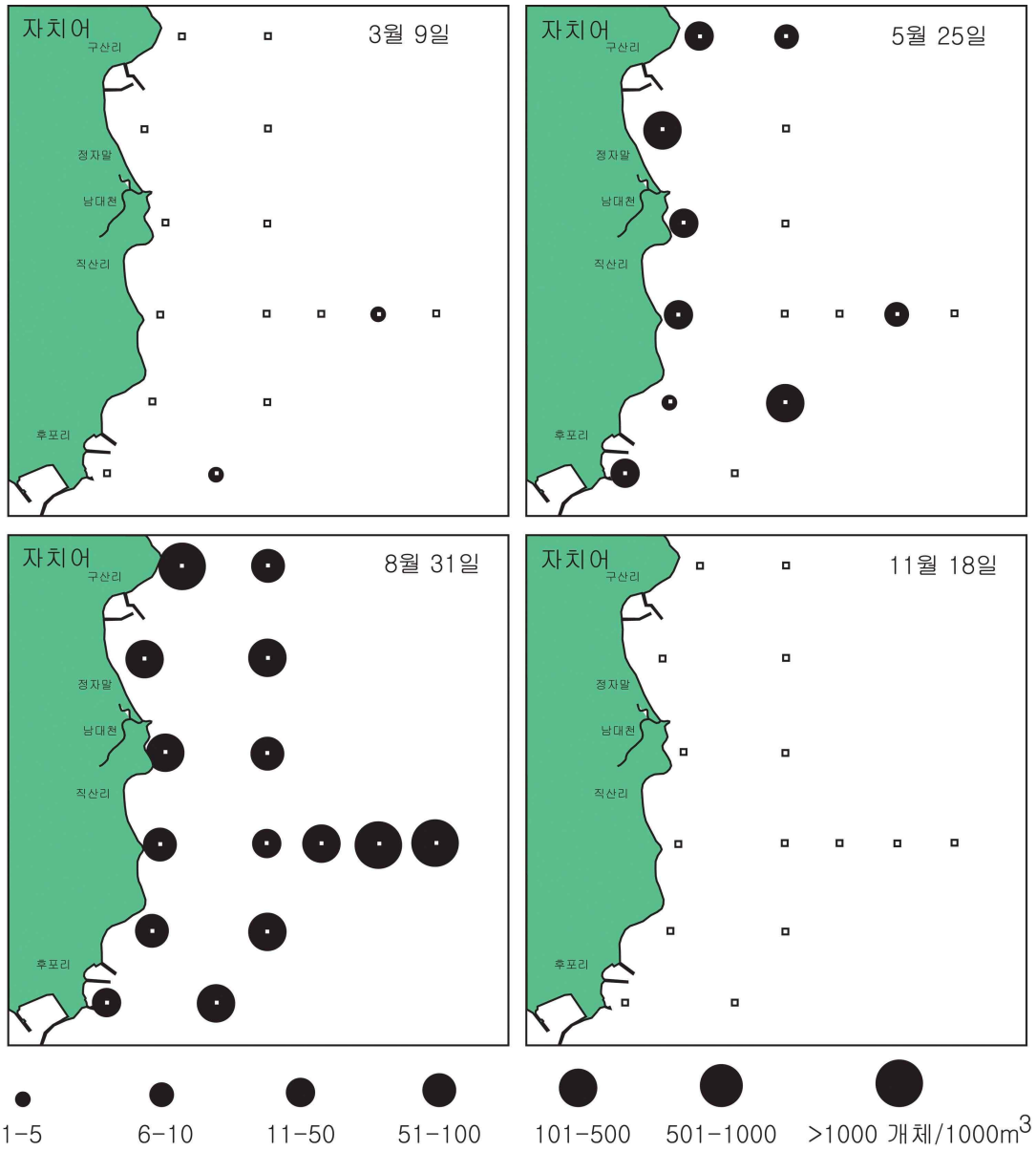


그림 1-2-84. 멸치 자치어의 계절별 분포 (2005년).

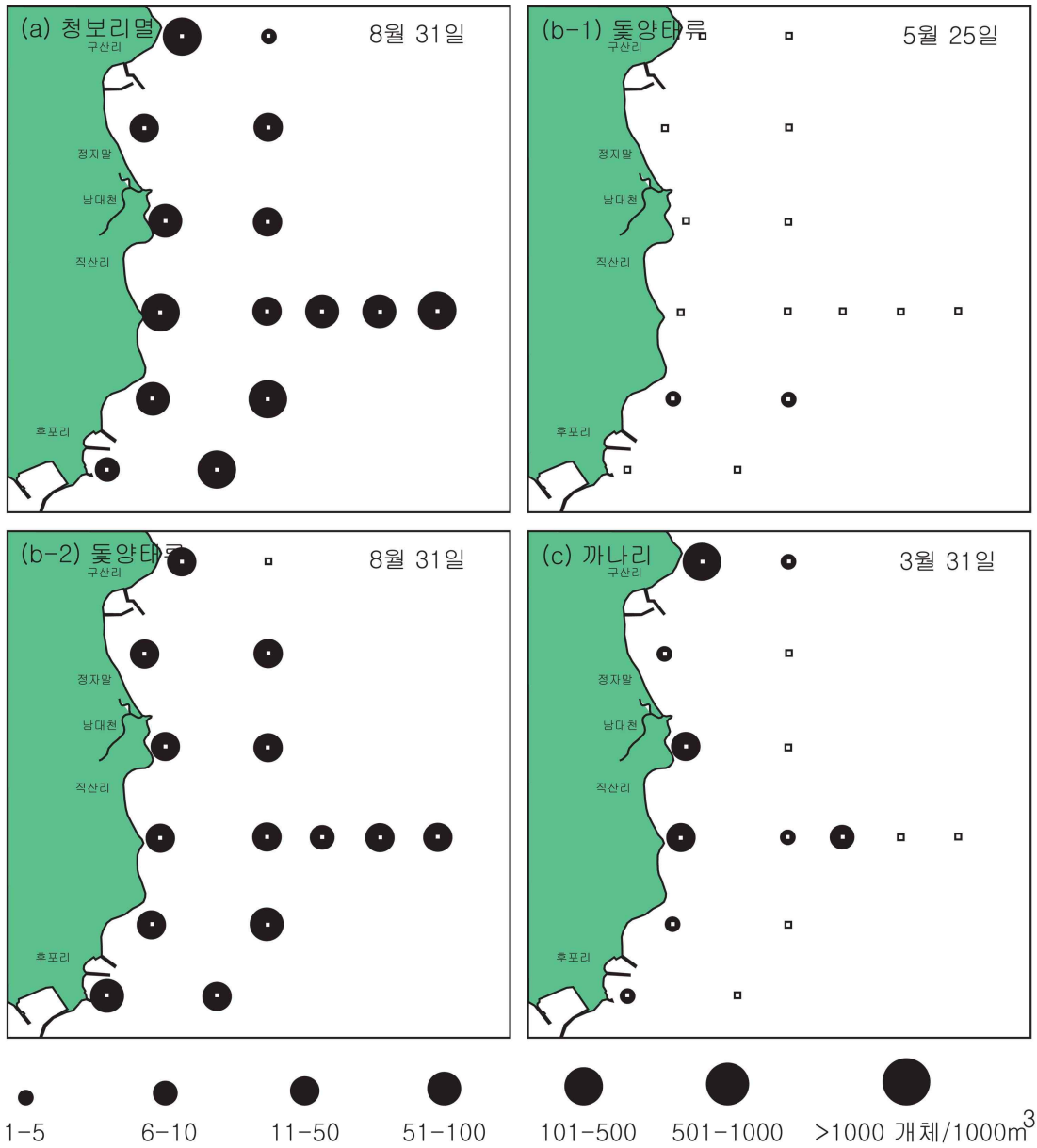


그림 1-2-85. 청보리멸, 돛양타류, 까나리 자치어의 계절별 분포 (2005년).

표 1-2-26. 조사해역에서 출현한 자치어의 계절별 평균 출현량 (2005년)

		(개체/1,000m <sup>3</sup> )					
학 명 / 월		3월 9일	5월 25일	8월 31일	합 계	(%)	
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	0.5	29.0	409.0	438.5	75.9	
<i>Sillago japonica</i>	청보리멸			85.6	85.6	14.8	
<i>Repomucenus</i> spp.	돛양태류		0.3	26.7	27.0	4.7	
<i>Ammodytes personnatus</i>	까나리	15.1			15.1	2.6	
<i>Parablennius yatabei</i>	참베도라치			5.1	5.1	0.9	
Gobiidae spp.	망둑어과	0.4	0.1	0.8	1.3	0.2	
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	0.1	0.9		1.0	0.2	
<i>Gymnocanthus</i> sp.	횃대류	0.3	0.5		0.8	0.1	
Scorpaenidae spp.	양볼락과			0.7	0.7	0.1	
<i>Cottus</i> spp.	독중개류	0.1	0.2		0.3	0.1	
<i>Sebastes</i> spp.	볼락류	0.1	0.2		0.3	0.1	
<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	0.3			0.3	0.1	
<i>Hippocampus mohnikei</i>	산호해마			0.3	0.3	0.1	
<i>Pleuronectes</i> spp.	가자미류	0.3			0.3	0.1	
<i>Spartelloides gracilis</i>	삿줄멸		0.3		0.3	0.1	
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	문치가자미	0.2			0.2	-	
<i>Pseudolabrus japonica</i>	황놀래기			0.2	0.2	-	
<i>Liparis</i> sp.	꿈치류		0.1		0.1	-	
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	점넙치		0.1		0.1	-	
Unidentified spp.	미동정종	0.1		6.7	6.8	1.2	
합 계		17.4	31.7	528.4	577.5	100.0	
출현종수		11	10	9	20		

- < 0.1

표 1-2-27. 조사해역에서 출현한 자치어의 정점별 종조성 (2005년)

		(개체/1,000m <sup>3</sup> )															
학 명 / 정 점		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	평 균
<i>Ammodytes personnatus</i>	까나리	127	5	5	0	32	0	40	3	5	0	4	0	6	0	0	15.1
Gobiidae spp.	망둑어과	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
<i>Pleuronectes</i> spp.	가자미류	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.3
<i>Gymnocanthus</i> spp.	횃대류	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0.3
<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.3
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0.5
<i>Sebastes</i> spp.	볼락류	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
<i>Cottus</i> spp.	독중개류	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.1
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.1
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	문치가자미	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0.2
Unidentified spp.	미동정종	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
합 계		136	8	5	0	34	0	42	3	14	4	4	3	9	4	0	17.5
출현종수		3	2	1	0	2	0	2	1	4	2	1	1	2	1	0	11

		(개체/1,000m <sup>3</sup> )															
학 명 / 정 점		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	평 균
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	29	7	130	0	16	0	13	0	2	217	13	0	0	8	0	29.0
<i>Gymnocanthus</i> spp.	횃대류	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0.5
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	0	0	2	0	0	4	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0.9
<i>Spartelloides gracilis</i>	삿줄멸	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
<i>Repomucenus</i> spp.	돛양태속	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0.3
<i>Sebastes</i> spp.	볼락류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0.2
Gobiidae spp.	망둑어과	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.1
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	점넙치	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.1
<i>Cottus</i> spp.	독중개류	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0.2
<i>Liparis</i> spp.	꿈치류	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.1
합 계		29	7	132	0	16	8	13	9	6	227	16	0	0	11	0	31.6
출현종수		1	1	2	0	1	0	1	2	2	4	4	0	0	2	0	

		(개체/1,000m <sup>3</sup> )															
학 명 / 정 점		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	평 균
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	1463	57	214	139	255	54	79	45	66	300	11	305	471	1166	1510	409.0
<i>Sillago japonica</i>	청보리멸	170	5	15	24	62	20	111	28	51	115	6	103	76	97	401	85.6
<i>Repomucenus</i> spp.	돛양태속	18	0	15	24	21	39	26	31	12	63	63	31	8	14	36	26.7
<i>Parablennius yatabei</i>	참베도라치	4	3	19	8	4	0	0	10	8	0	0	8	0	9	4	5.1
Scorpaenidae spp.	양볼락과	0	3	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0.7
Gobiidae spp.	망둑어과	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0.8
<i>Pseudolabrus japonica</i>	황놀래기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.2
<i>Hippocampus mohnikei</i>	산호해마	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0.3
Unidentified spp.	미동정종	0	0	0	0	0	0	7	0	24	0	61	8	0	0	0	6.7
합 계		1659	68	263	195	342	118	216	121	141	508	80	512	567	1286	1951	535.1
출현종수		5	4	4	4	4	4	3	5	5	6	3	6	5	4	4	

표 1-2-28. 조사해역에서 출현한 성어의 종목록 (2005년)

학 명 / 월		5-6월	8월
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	가시망둑	0	
<i>Gymnocanthus intermedius</i>	가시횃대	0	
<i>Platichthys stellatus</i>	강도다리	0	
<i>Cynoglossus robustus</i>	개서대	0	
<i>Takifugu porphyreus</i>	검복	0	
<i>Scombrops boops</i>	게르치		0
<i>Scomber japonicus</i>	고등어		0
<i>Dasycottus setiger</i>	고무క్క정어	0	
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	기름가자미	0	0
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	0	0
<i>Zebrias fasciatus</i>	노랑각시서대		0
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미		0
<i>Zeus faber</i>	달고기	0	0
<i>Gadus macrocephalus</i>	대구	0	0
<i>Arctoscopus japonicus</i>	도루묵		0
<i>Ostichthys japonicus</i>	도화돔		0
<i>Sebastes joyneri</i>	도화볼락		0
<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치		0
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	0	0
<i>Ditrema temminchii</i>	망상어		0
<i>Furcina osimae</i>	무늬횃대	0	0
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	문치가자미	0	
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	박대	0	
<i>Aetobatus flagellum</i>	박쥐가오리		0
<i>Lycodes tanakae</i>	벌레문치	0	
<i>Seriola lalandi</i>	부시리	0	0
<i>Evynnis japonica</i>	볶돔	0	
<i>Conger myriaster</i>	봉장어	0	0
<i>Hemitripterus villosus</i>	삼세기		0
<i>Scomberomorus niphonius</i>	삼치		0
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	성대	0	0
<i>Chelon sp.</i>	송어류	0	
<i>Pterois lunulata</i>	쓸배감펍	0	
<i>Liparis agassizii</i>	아가씨물메기	0	
<i>Lophiomus setigerus</i>	아귀	0	0
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	0	
<i>Platycephalus indicus</i>	양태		0
<i>Uranoscopus japonicus</i>	얼룩통구멍		0
<i>Pleurogrammus azonus</i>	임연수어	0	
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이		0
<i>Konosirus punctatus</i>	전어		0
<i>Sebastes schlegelii</i>	조피볼락	0	0
<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미		0
<i>Pleuronectes herzensteini</i>	참가자미	0	
<i>Pagrus major</i>	참돔	0	0
<i>Raja pulchra</i>	참홍어	0	
<i>Isurus oxyrinchus</i>	청상아리	0	
<i>Tribolodon hakonensis</i>	황어	0	0
<i>Dasyatis matsubarai</i>	흑가오리		0
<i>Paraplagusia japonica</i>	흑대기	0	0

## 참고 문헌

- Atlas, R. M. 1984. Diversity of microbial communities. *Advances in microbial ecology*, 7: 1-47.
- Bray, J. R. and J. T. Curtis 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Borowitzka, M.A. 1972. Intertidal algal species diversity and the effect of pollution. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 23: 73-84.
- 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, K. H. and Y. C. Park. 1988. Primary production and Nitrogen Regeneration by macrozooplankton in the Kyunggi Bay. Yellow Sea, *J. Oceanol. Soc. Korea*, 23: 194-206.
- Choi J. D. W. G. Jeong. 2001. Bacteriological and Physiochemical Water Quality of Seawater in Tongyeong Harbor , Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 34: 611-616.
- 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.
- Coyer J.A., Ambrose R. F. Engle J. M and Carroll J. C. 1993. Interactions between corals and algae on a temperate zone rocky reef: mediation by sea urchins. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 167: 21-37.
- Elner, R.W. and R. L. Vadas, Sr. 1990. Inference in ecology : The sea urchin phenomenon in the Northwestern Atlantic. *Am. Nat.* 136:108-125.
- 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.
- J.S. Pearse and A.H. Hines. 1979. Expansion of a central California Kelp forest following the mass mortality of Sea urchins. *Mar. Biol.* 51:83-91.
- 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 J.W. 1966. On the Geographical Distribution of the Marine Algae in Korea. *Bull. Pusan. Fish. Coll.*, 7: 1-125.
- Keats, D.W., I. Matthews & G. Maneveldt. 1994. Competitive relationships in a guild of crustose algae in the eulittoral zone, Cape Province, South Africa. *S. A. J. Bot.*, 60, 108-113.
- Kim, H.G. et al., 2002. Cause of phenomena of Getnokgum and the way to control it. Korea Maritime Institute program. 263 pp.
- 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).
- Krebs C. J. 1978. The experimental analysis of distribution and abundance. in *Ecology*. Second Edition. Univ. of British Columbia. 678pp.
- LeBris, H., 1988. Fonctionnement des Écosystèmes Benthiques Côtiers au Contact

- d'Estuaries: la Rade de Lorient et la Baie de Vilaine. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 311 pp.
- Lee K. S., D. K. Ko, G. H. Kim, Y. K. Lee, C. I. Choi, Y. K. Choi. 1999. Bacterial Productivity and Degradability of Organic Compounds in the Coastal Area of East Sea. Korean J. Environ. Biol., 17 : 59-69.
- 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 Korean).
- 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).
- Margalef, R., 1958. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publnes Inst. Biol. apl. Barcelona*, 9: 5-27.
- 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.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial key to the species. Tokai Univ. press, Tokyo. 1474pp.
- Nishimura, S. (ed.). 1992. Guide to seashore animals of Japan with color pictures and keys, Vol. I. Hoikusha, Tokyo, 663pp.
- Nishimura, S. (ed.). 1992. Guide to seashore animals of Japan with color pictures and keys, Vol. II. Hoikusha, Tokyo, 425pp.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press 1154 pp.
- Okutani, T. 1994. Field books, Vol. 8. Yama-kei Publishers Co., Ltd., Tokyo, 367pp.
- Okutani, T. (ed.). 2000. Marine mollusks in Japan. Tokai Univ. Pre., Tokyo, 1173pp.
- 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).
- 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. 1975. Ecological Diversity. John Wiley and Sons, New York, 165pp.
- 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.
- 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.
- Shannon, C. E. and W. Weaver 1949. The mathematical theory of Communication Univ. Illinois Press, Urbana, Illinois, 125pp.
- 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).
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688.
- Sivertsen, Knut 1997. Geographic and environmental factors affecting the distribution of kelp beds and barren grounds and changes in biota associated with kelp reduction at sites along the Norwegian coast. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 2872-2887.
- Snelgrove, P. V. R. and C. A. Butman 1994. Animal-sediment relationship revisited: Cause versus effect. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 32: 111~177.
- Sohn, C. H., I. K. Lee and J. W. Kang. 1986. Quantitative analysis of the structure and dynamics of benthic marine algal communities at the Southern coast of Korea. 1. Yonwha-do, near Chungmu. Bull. Korean Fish. Soc. 19, 265-273.
- Steneck, R.S., S.D. Hacker & M.N. Dethier, 1991. Mechanisms of competitive dominance between crustose coralline algae: an herbivore-mediated competitive reversal. Ecology, 72, 938-950.

- Stenek, R. S., M. H. Graham, B. J. Bourque, D. Corbett, J. M. Erlandson, J. A. Estes and M. J. Tegner 2002. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation* 29(4): 436-459.
- 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.
- 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).
- 강연식, 최중기 2001. 고리, 월성, 울진 및 영광 연안 해역의 식물플랑크톤 군집의 생태학적 특성 1. 종조성 및 분포 (1992년-1996년). *Algae*, 16: 85-111.
- 권오길, 박갑만, 이준상 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적, 445pp.
- 권오길, 민덕기, 이종락, 이준상, 제종길, 최병래 2001. 신원색 한국패류도감. 민 패류박물관, 서울. 332pp.
- 김일회 1998. 한국동식물도감, 제38권 동물편(따개비류, 공생성 요각류, 바다거미류). 교육부 국정교과서주식회사, 서울, 1038pp.
- 김용익, 명정구, 김영섭, 한경호, 강충배, 김진구 2000. 한국해산어류도감. 도서출판 한글, 부산. 382pp.
- 김용익, 명정구, 김진영, 한경호, 강충배, 김진구, 2001. 한국해산어류도감. 도서출판한글, 382 pp.
- 김종만, 유재명, 명정구, 임주열, 1986. 한국근해 연란 치어도감. 한국해양연구소 보고서, 369 pp.
- 김종만, 2005. 동,서,제주해역 바다목장화 개발 연구용역. 해양수산부 보고서 BSPM 30600-1663-3.
- 김익수, 최윤, 이충열, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 원색 한국어류대도감. 교학사, 615 p.
- 김인영 2001. 한국해양생물사진도감. 풍등출판사, 서울. 287pp.
- 김훈수 1973. 한국동식물도감-제 14권 동물편(집게 · 게류). 문교부, 서울. 694pp.
- 박홍식, 1998. 연안간척에 따른 천수만의 저서환경과 저서생물군집의 변화에 대한 연구.
- 박홍식, 최성순 2001. 한국해양생물사진도감. 풍등출판사, 서울, 290pp.
- 명정구, 김병일, 이선명, 전길봉, (주)다락원-낙시춘추 2002. 우리바다 어류도감. 다락원, 서울. 287pp.
- 손민호, 홍성윤 2003. 바위해변에 사는 해양생물. 풍등출판사, 서울, 143pp.

- 유재명, 2002. 울진 원전 4개호기 가동에 따른 온배수 영향 및 어업피해조사. 한국해양연구원 부경대학교 보고서 702pp.
- 이택열, 김용익, 진평, 강용주, 1981. 한국근해 나치자 도감. 부산수대 해양연구소, 109 pp.
- 이준백, 신범, 이무형 2001. 제주도 남부 조간대 조수웅덩이의 미세조류 군집의 계절 동태. *Algae*, 16: 197-207.
- 윤창호, 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 747 pp.
- 심재형 1994. 한국동식물도감. 487pp.
- 심재형, 신윤근, 이원호 1984. 광양만 식물플랑크톤 분포에 관한 연구. *J. Ocean. Soc. Kor.*, 19: 172-186.
- 윤양호 1999. 득량만 식물플랑크톤 군집의 시공간적 분포특성. *Kor. J. Environ. Biol.* 17: 281-492.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 727pp.
- 정운기 1977. 한구어도보. 일지사, 서울. 727pp.
- 정지안, 조은영, 차재훈, 김미경, 김기태 2001. 울릉도, 독도 근해의 환경요인에 따른 식물플랑크톤 군집 구조의 변화. *Algae*, 16: 325-335.
- 한국동물분류학회 1997. 한국동물명집. 아카데미서적, 서울, 489pp.
- 한국해양연구원 1998. '98 통영해역의 바다목장 개발 용역사업 보고서. 해양수산부, BSPM980005-01-1116-3. 981pp.
- 한국해양연구원, 1999. '99 통영해역의 바다목장화 개발 용역 사업 보고서, 902pp.
- 한국해양연구원, 2000. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 775pp.
- 한국해양연구원, 2001. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 756pp.
- 한국해양연구원, 2002. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 783pp.
- 한국해양연구원, 2003. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 792pp.
- 한국해양연구원, 2004. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 803pp.
- 해양수산부 2004, 동·서·제주해역 바다목장 개발 후보지 선정을 위한 기초조사 연구용역 (2차년도). SCPM220-00-1595-3, 392pp.
- 해양수산부 2002, 해양환경공정시험방법.
- 환경교육연구회편 2000, 수질오염공정시험법.

## 제 2 장 어장조성

---

제 1 절 해저지형

제 2 절 인공어초

제 3 절 해중림 조성

참고문헌

## 제 2 장 어장조성

### 제 1 절 해저지형 및 해저면 특성

#### 1. 서론

바다목장 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 조성 전에 모든 어장의 설계와 배치에서 뿐만 아니라 해양에서 필연적으로 수반되는 해저의 변형에 대한 어장조건의 변화를 모니터링 하는데도 매우 중요한 요소로 작용할 것이다. 수심에 따라 시설어초의 공법은 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 조성과 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 자료로써 제공되어야만 할 것이다. 그러므로 가능한 한 해저지형 자료는 보다 정밀하게 구축되고 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 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 그 목적이 있다.

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

를 이루고 있다. 따라서 동해안쪽으로 흐르는 하천은 길이가 비교적 짧고 경사가 급하여 삼각주는 발달하지 못하였으며 해안선이 비교적 단조롭다. 울진군 지역의 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).

조사지역은 울진바다목장 조성 예정구역내의 그림 2-1-1 구역에서 100% 해저면 지형 정보에 대한 자료 획득을 위한 현장조사가 수행되었으나, 일부 구간에서는 장애물(항해선박 등), 암초 및 어장 등으로 인하여 자료 미 획득 구간도 발생하였다. 특히 획득된 자료의 정밀 위치 및 통일성 확보를 위하여 WGS-84 위치 체계로 수행, 자료처리 및 보고서 내용에 수록하였다.

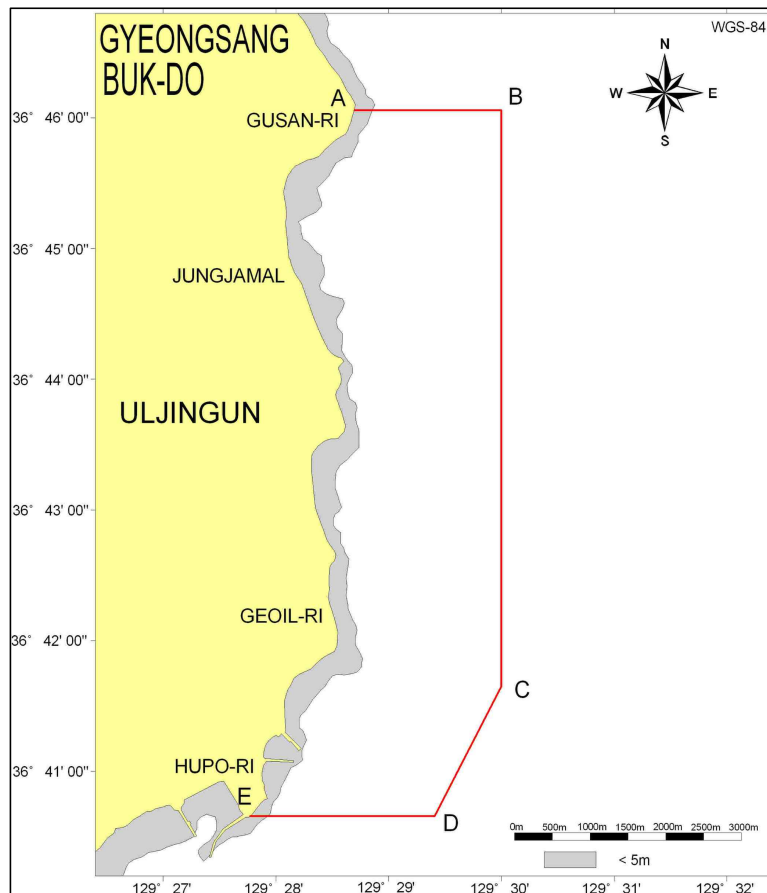


그림 2-1-1. 울진 바다목장 조사구역도.

## 2. 자료 및 방법

### 가. 현장조사

2004년 및 2005년 울진 바다목장 예정지의 조사구역은 동-서 약 2.0km, 남북 약 7.2km내에서 50m 간격의 조사예정라인을 설계하고 해저면 및 해저면 하부의 지층 기록에 따라 100m 간격의 조사라인에 대하여 총 21개 라인의 현장조사를 2004년 10월 21일에서 10월 29일과 2005년 10월 7일에서 10월 15일 사이에 수행하였다(그림 2-1-2). 해저퇴적물채취를 위한 현장조사는 2004년 10월 27~28일과 2005년 9월 28일~10월 2일 사이에 울진 바다목장 조성 예정지내에서 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 2-1-3).

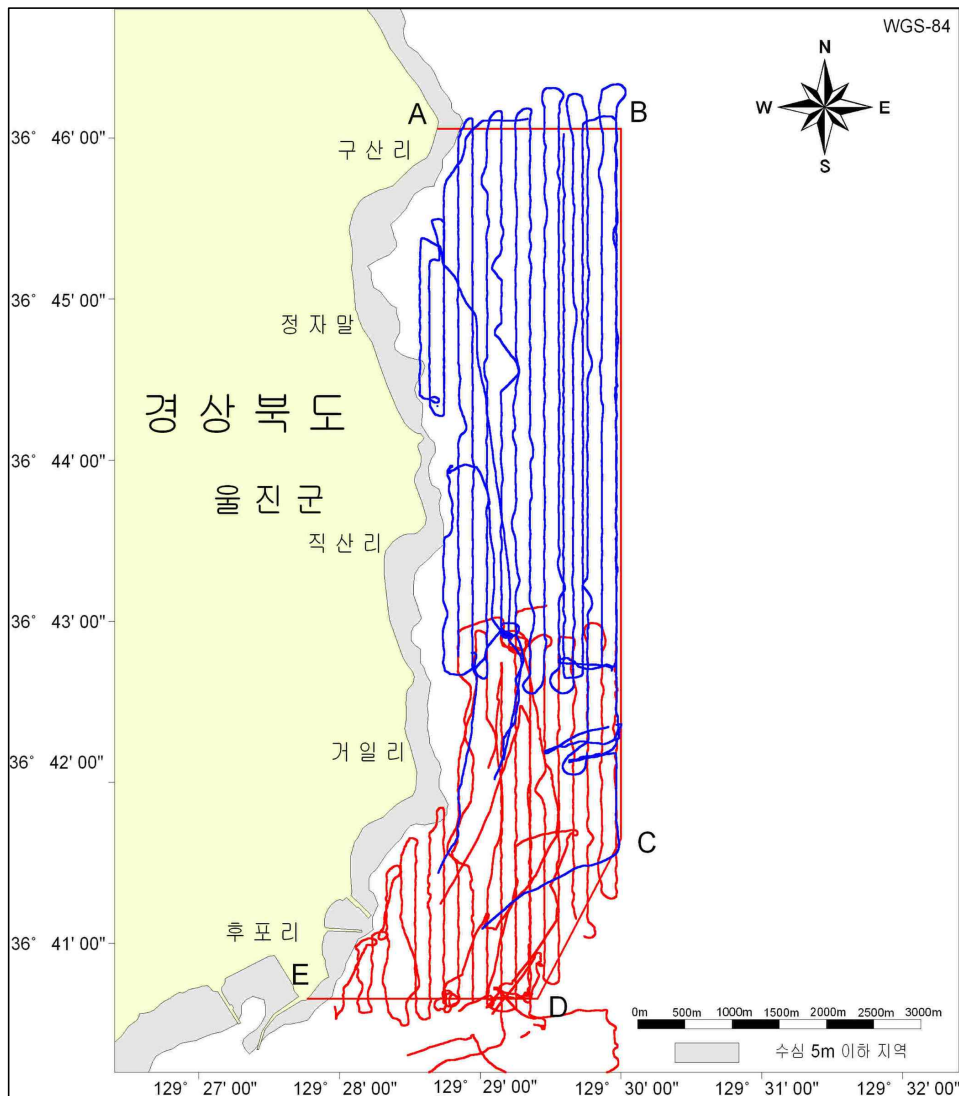


그림 2-1-2. 현장조사 항적도(2004년 및 2005년).



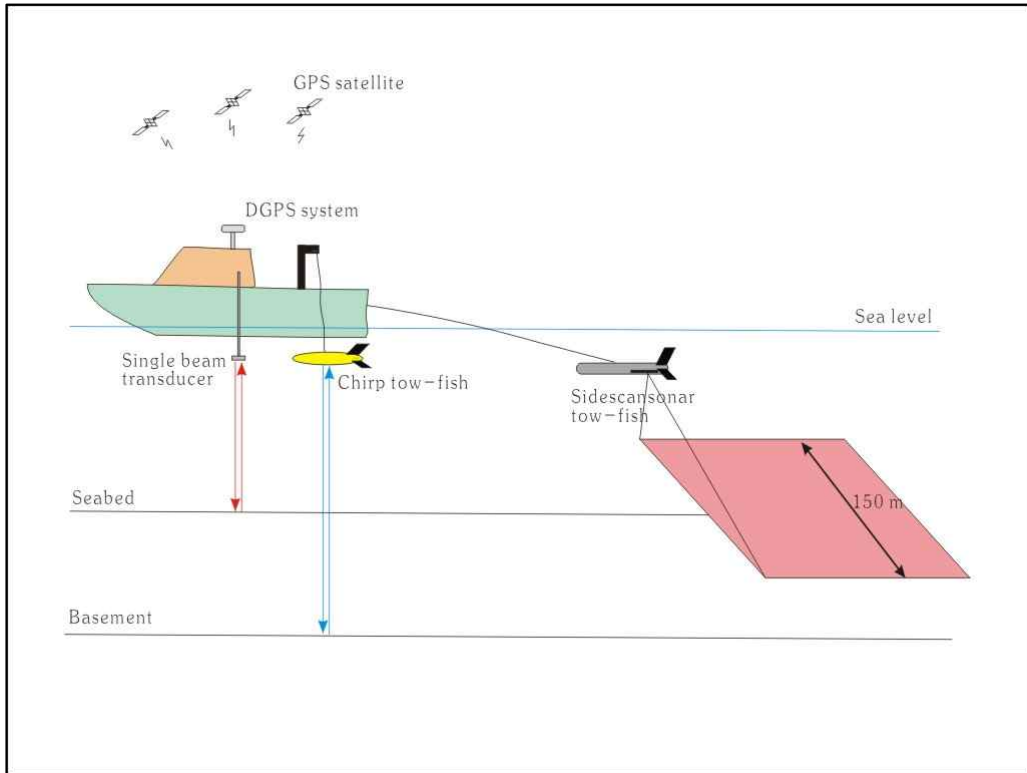


그림 2-1-3. 현장 해양조사 모식도.

## 나. 조사방법

### (1) 조사선의 DGPS 운영

현장조사에 투입된 조사선(2004년 바다스타호, 2005년 대명호; 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 2-1-4), 현장에서의 획득된 위치 정보는 WGS-84 위성타원체로 운영하였다. 2005년 10월까지의 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 시간 정보를 기준으로 파일을 작성하여 수록된다. 또한 위치정보는 매초 간격으로 주요 관련 정보(시간, 위치정보 및 수심정보 등)를 동시에 운영하고 있는 탐사장비(지층탐사기, 해저면 탐사기, 멀티빔 음향측심기 등)로 전송되어 시간 동조가 이루어지며, 모든 시간은 DGPS 측위 장비로부터의 시간을 기준으로 한다.

현장조사는 측선설계에 따라 계획된 측선을 미리 컴퓨터에 입력하여 모니터에 나타나도록 하였으며, 모니터 공유기를 이용하여 동일 정보를 조사선의 조타실에도 제공함으로

써 조사선이 정해진 측선 상에서 정확히 일직선 항해 할 수 있도록 하였다. 그러나 예정 측선 상의 장애물(항해선박, 암초 및 어망 등)이 발생하였을 경우에는 조사선과 장비의 안전을 고려하여 관측 야장에 기록을 남기고 장애물을 우회하도록 하였다. 현장에서 수행된 조사측선의 총 길이는 측선 간 이동거리를 포함하여 2004년 약 100km, 2005년 약 120km, 총 220km의 조사가 수행되었다.

특히 해저 또는 수중에 존재하는 폐어망, 수거되지 않은 로우프 등으로 인해 조사선에 장착되어 있는 장비나 조사선박의 후미에서 견인되는 장비 등이 걸리는 일이 많이 발생하여 장비의 회수 및 새로운 조사로 인한 현장의 시간 지연이 자주 발생하였다.

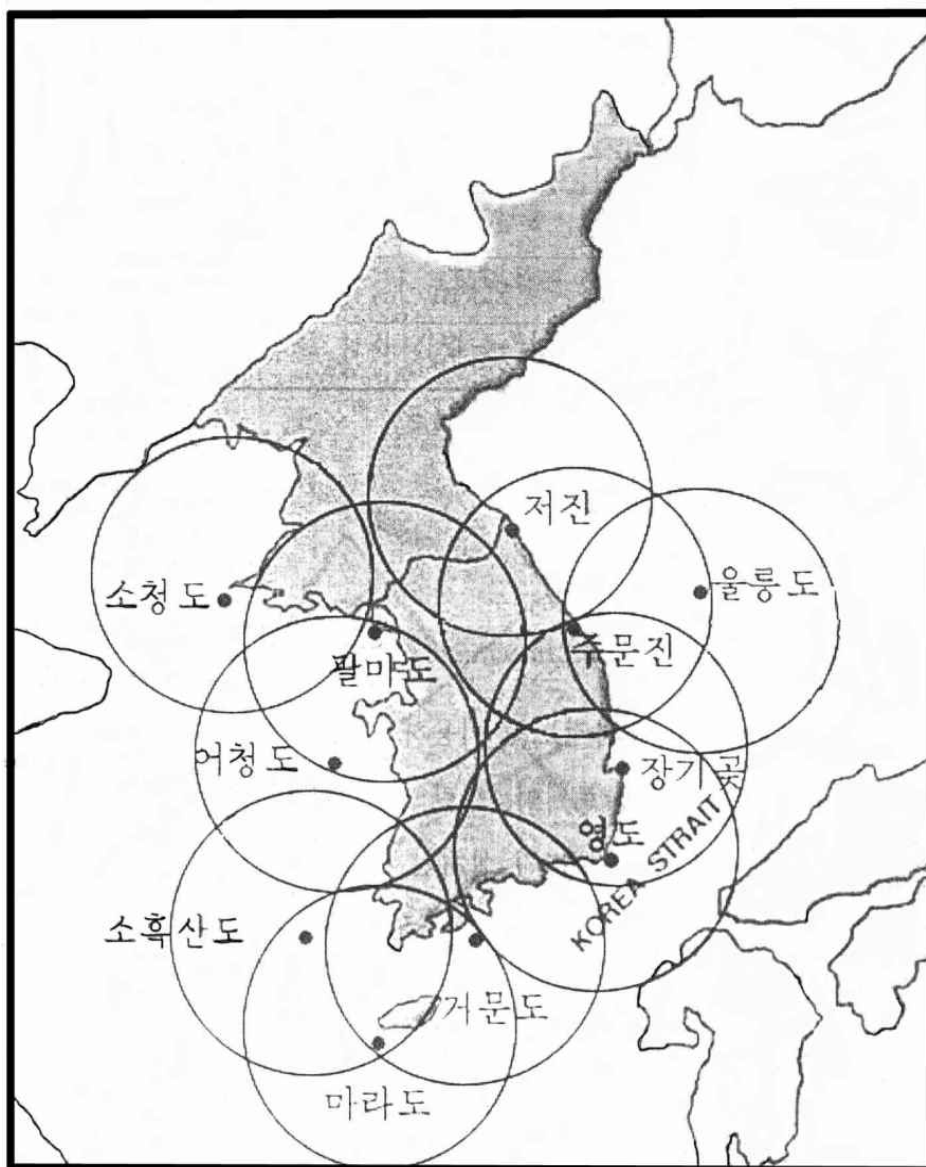


그림 2-1-4. DGPS 연안 보정 기지국 위치 및 범위.

표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양

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 획득 자료는 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 이용하

여 직접 관측하며, 모든 음파 이용 장비의 수층에서의 음속 값으로 이용하여 보정하였다. 멀티빔 음향측심에 사용된 기기의 구성과 일반 제원은 그림 2-1-5와 표 2-1-2와 같다.

조석 현상에 의한 조위 보정은 현장조사 기간(2004년 및 2005년 각각)에 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 2-1-6에서와 같이 2004년 조사기간 동안의 후포항 조위변화는 최대 약 10~15cm임을 알 수 있다.

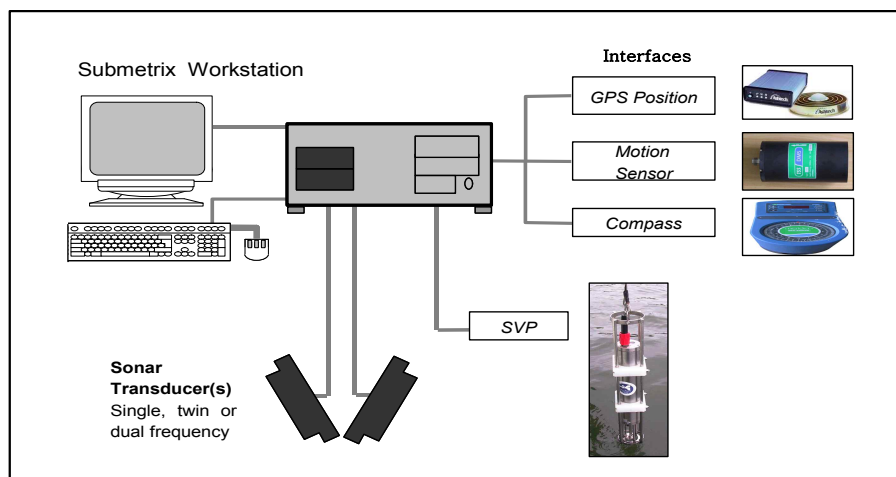


그림 2-1-5. 다중빔 음향 측심장비 구성도.

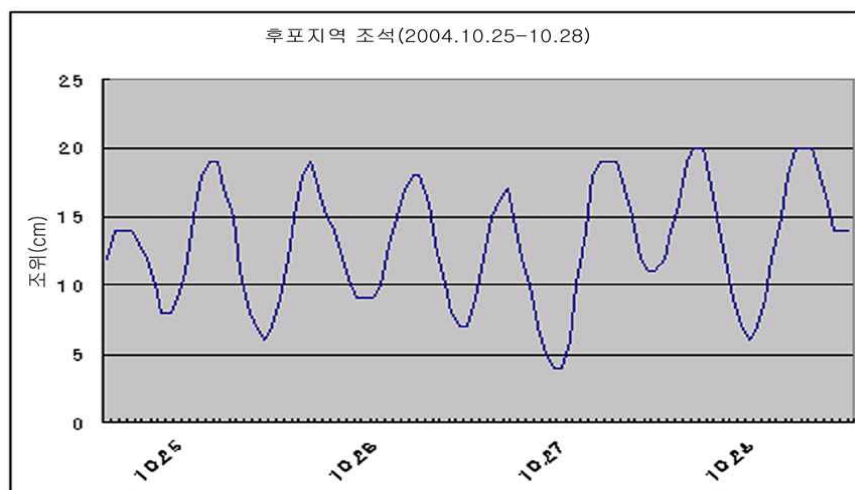


그림 2-1-6. 조사기간(2004년) 동안의 후포항 조위.

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

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

### (3) 해저면 조사

사이드 스캔 소나를 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 2-1-7). 해저면 측면주사 음향영상 탐사장비는 실내운영시스템(ondeck system)과 수중 예인 센서(tow-fish) 그리고 예인 신호케이블(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 현장 조사에 투입되었으며, 보조 장비로서 예인 센서의 수중깊이(해수면에서 센서까지의 깊이) 관측용 수압센서(RMD수심계)와 윈치(signal cable winch)가 사용되었다(표 2-1-3). 해저면 조사의 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 모자익도면화 할 수 있다.

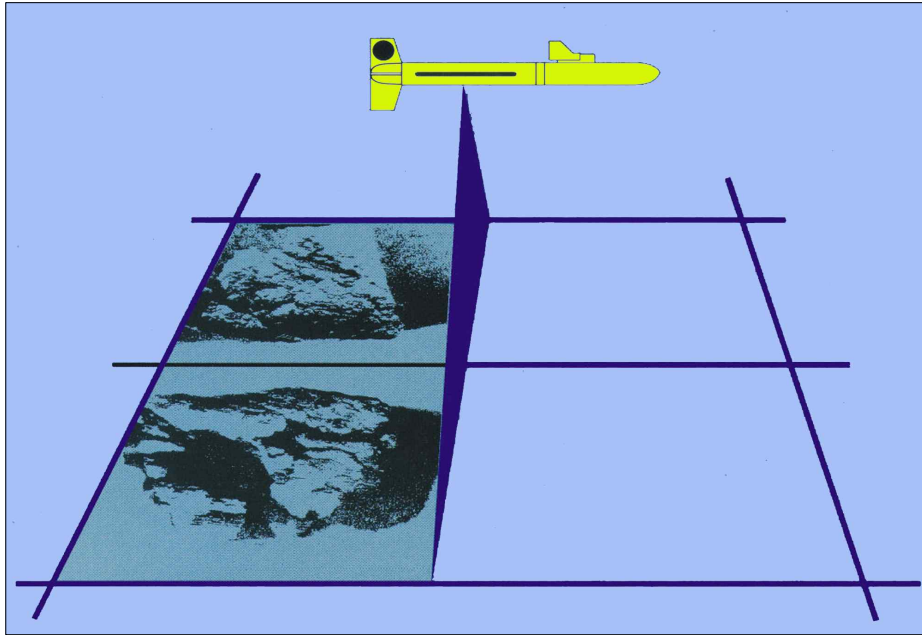


그림 2-1-7. 사이드 스캔 소나 조사 개념도.

표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양

Equipment	Model	Manufacturer	Function
	SS941	GeoAcoustics	Transceiver
Dual Frequency Side Scan Sonar	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 내

부에는 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 매칭 필터(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/sec로 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  $\pm 1\text{m}$ 인 DGPS를 이용, WGS-84좌표로 표시하였다. 퇴적물채취는 그랩 채취기를 이용하여 해저면의 퇴적물을 선상으로 끌어올린 후 최 표층(깊이 0~1cm)의 퇴적물을 용기에 담아 실험실로 운반·분석하였다. 표층퇴적물은 총 56개 정점을 계획하였으나, 2004년의 UJ-11, 13, 15 정점 3곳과 2005년의 2곳에서 해저면이 암반으로 구성되어 있어 일부 시료를 채취하지 못하였다(그림 2-1-8). 채취된 퇴적물의 위치 및 시간은 표 2-1-4~5에 나타내었다.

#### (가) 입도(grain size)

퇴적물의 입도 분석은 퇴적물에 과산화수소수( $\text{H}_2\text{O}_2$ )와 염산(HCl)을 넣어 유기물과 탄산염을 제거 후 습식체질(wet sieving)에 의해 4 $\Phi$ 이하의 조립질 퇴적물과 그 이상의 세립질 퇴적물로 각각 구분하였다. 4 $\Phi$ 이하의 조립질 퇴적물은 0.5 $\Phi$ 간격으로 건식체질(dry sieving)하여 무게백분율을 구하고, 4 $\Phi$ 이상의 세립질 퇴적물은 전체를 대표하는 2g을 취해 300ml의 0.1% 확산제 용액을 넣고 초음파 자기진동기로 균일하게 분산시킨 후 자동 입도분석기(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 통계처리 하여 각각의 값을 구하였다.

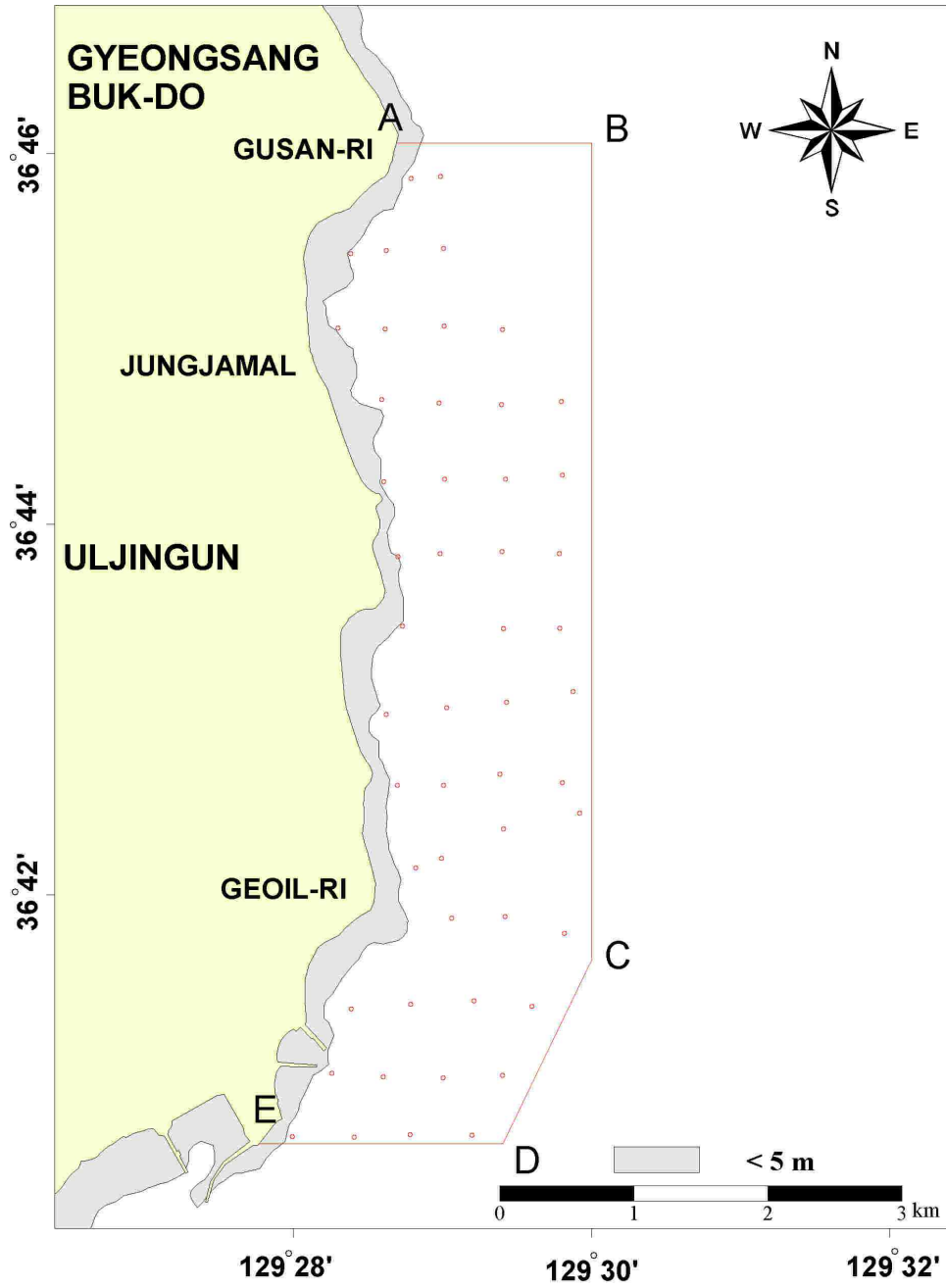


그림 2-1-8. 조사지역의 표층퇴적물 시료 채취 위치도.



표 2-1-4. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치(2004년)

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 ′	

표 2-1-5. 조사지역의 표층퇴적물 채취시간 및 위치(2005년)

Station No.	Date (2005)	Time (GMT)	Location(WGS84)		Remark
			Lat(N)	Long(E)	
05UJ-01	10.10.	01:04	36° 45.8636	129° 29.7927	
05UJ-02	10.10.	00:57	36° 45.8746	129° 28.9878	
05UJ-03	10.10.	00:51	36° 45.8686	129° 29.4067	암반
05UJ-04	10.10.	00:39	36° 45.8836	129° 29.8047	암반
05UJ-05	10.10.	01:43	36° 45.4627	129° 29.8057	암반
05UJ-06	10.10.	01:35	36° 45.4626	129° 29.3997	암반
05UJ-07	10.10.	01:27	36° 45.4866	129° 29.0078	
05UJ-08	10.10.	01:12	36° 45.4776	129° 28.6238	
05UJ-09	10.10.	01:18	36° 45.4596	129° 28.3838	
05UJ-10	10.10.	02:21	36° 45.0567	129° 28.2999	
05UJ-11	10.10.	02:15	36° 45.0537	129° 28.6148	
05UJ-12	10.10.	02:09	36° 45.0677	129° 29.0118	
05UJ-13	10.10.	02:02	36° 45.0497	129° 29.4008	
05UJ-14	10.10.	01:53	36° 45.0657	129° 29.8167	암반
05UJ-15	10.10.	02:51	36° 44.6607	129° 29.7977	
05UJ-16	10.10.	02:44	36° 44.6447	129° 29.3948	
05UJ-17	10.10.	02:37	36° 44.6517	129° 28.9758	
05UJ-18	10.10.	02:27	36° 44.6727	129° 28.5928	
05UJ-19	10.10.	03:21	36° 44.2298	129° 28.6048	
05UJ-20	10.10.	03:13	36° 44.2438	129° 29.0148	
05UJ-21	10.10.	03:07	36° 44.2418	129° 29.4238	
05UJ-22	10.10.	03:00	36° 44.2648	129° 29.8037	
05UJ-23	10.10.	03:58	36° 43.8418	129° 29.7818	
05UJ-24	10.10.	03:51	36° 43.8508	129° 29.3988	
05UJ-25	10.10.	03:45	36° 43.8398	129° 28.9838	
05UJ-26	10.10.	03:28	36° 43.8248	129° 28.7009	
05UJ-27	10.10.	04:26	36° 43.4489	129° 28.7309	
05UJ-28	10.10.	04:15	36° 43.4469	129° 28.9938	암반
05UJ-29	10.10.	04:21	36° 43.4369	129° 29.4108	
05UJ-30	10.10.	04:07	36° 43.4379	129° 29.7868	

### 3. 결과 및 토의

#### 가. 수심지형분포

동해 연안은 좁은 폭의 대륙붕이 특징적이며, 해저지형은 깊은 수심으로 급경사의 대륙사면으로 이어진다. 울진바다목장 조사구역의 수심 분포는 조사선박의 접근 가능한 연안해역에서 9.0m에서 동쪽 외해로 약 64m의 최대수심 지역으로 점차 깊어지는 분포를 보이며, 전반적인 해저지형의 경향은 그림 2-1-9와 같다. 수심 60m이내 지역의 내 대륙붕에 속하고 전체적인 수심 분포는 외해쪽으로 가면서 해안선과 평행하게 깊어지는 동해안의 일반적인 경향과 같다. 조사지역 남쪽 구역은 암반대를 중심으로 수심 35m의 동일 수심선으로 연안에서 연장된 돌출암반의 형태로 이어지며, 주변과 비교하여 약 5~9m가 낮은 수심이 특징적으로 나타난다.

#### 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, 지형적으로 주변과 비교하여 상대적으로 낮은 곳에서는 세립질 및 모래질 퇴적물이 퇴적되어 있는 양상을 보인다. 해저면 하부의 지층기록에서는 조사지역의 곳곳에서 동-서 방향으로 노출암반이 넓게 분포하고 있다. 특히 암반대가 분포하는 지역은 상대적으로 수심이 5~9m정도 주변 보다 낮고, 해저지형 변화 또한 매우 복잡한 양상으로 나타난다. 조사구역의 남쪽 해역은 모래질 퇴적물이 조사구역의 다른 곳과 비교하여 상대적으로 두껍게 쌓여 있고, 연결성이 양호하며 안정된 퇴적층의 형태를 보인다. 암반으로 구성된 지역은 지층기록상에서 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는데 반해 모래질 퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하며, 암반층과 비교하여 상대적으로 옅은 색의 퇴적층 반사면이 나타난다. 그림 2-1-10은 조사지역내의 지층 기록, 해저면 음향영상 기록과 퇴적물 채취 기록을 종합하여 작성된 퇴적층 두께 분포도로 조사구역내에서는 전반적으로 암반지역의 아닌 경우에는 퇴적층이 1m미만 그리고 이 이상의 퇴적층 두께 분포를 보이는 지역으로 그 구분이 가능하다. 조사지역의 중앙에 위치하는 암반대 분포 지역 사이에 나타나는 퇴적층 분포 지역의 경우는 약 2~4m의 모래질 퇴적층이 덮혀 있고, 남쪽 지역의 외해쪽에서는 최대 약 10m이상의 퇴적층 분포가 나타나지만, 후포리 연안으로는 점차적으로 퇴적층이 얇아진다.

조사지역의 남쪽의 암반이 분포하지 않는 모래질 퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 해석되어진다. 조사지역의 동북끝과 남쪽 모래질 퇴적층에 인공어초로 보이는 기록들이 보이고 있다.

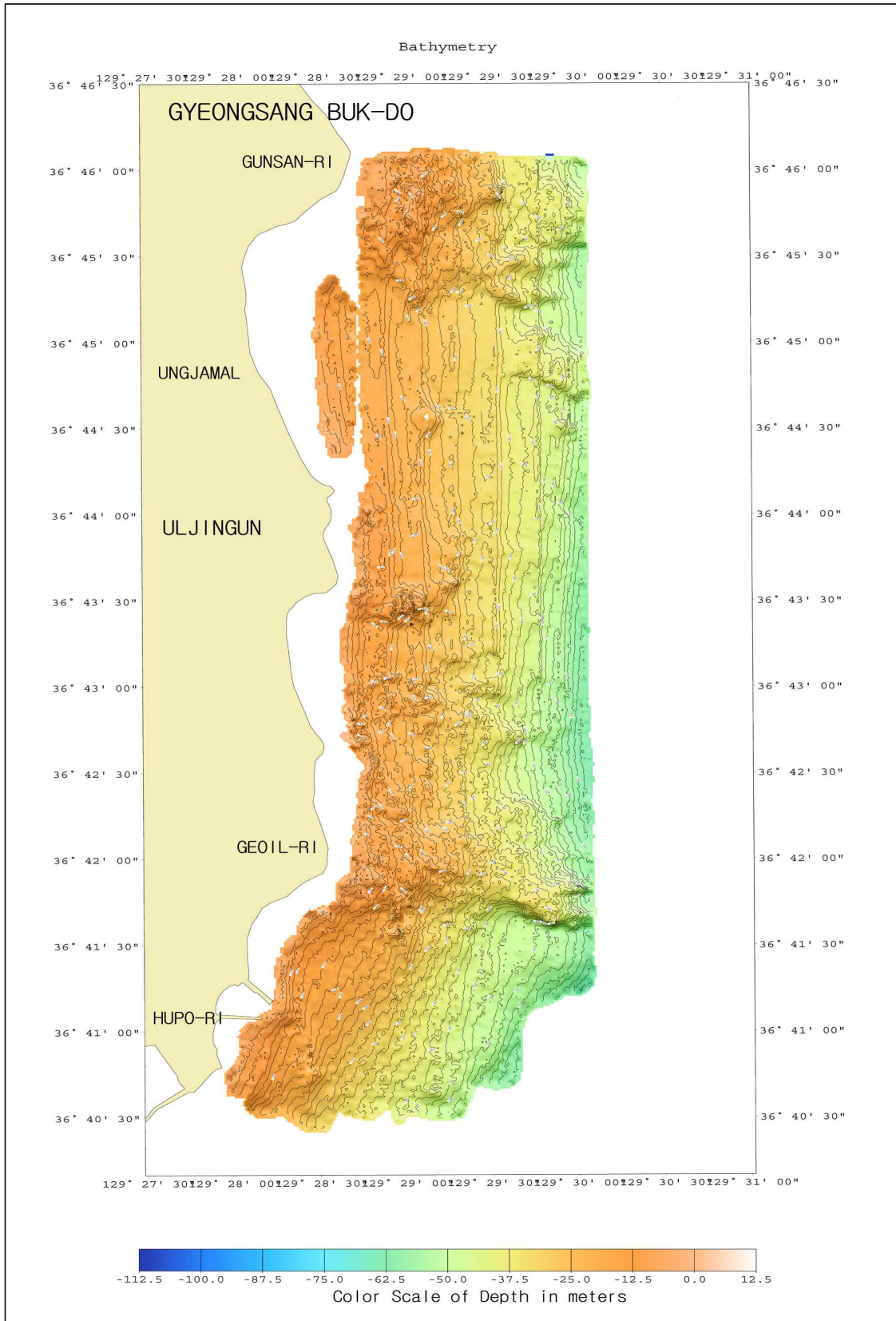


그림 2-1-9. 울진 바다목장 조사구역의 수심 분포.

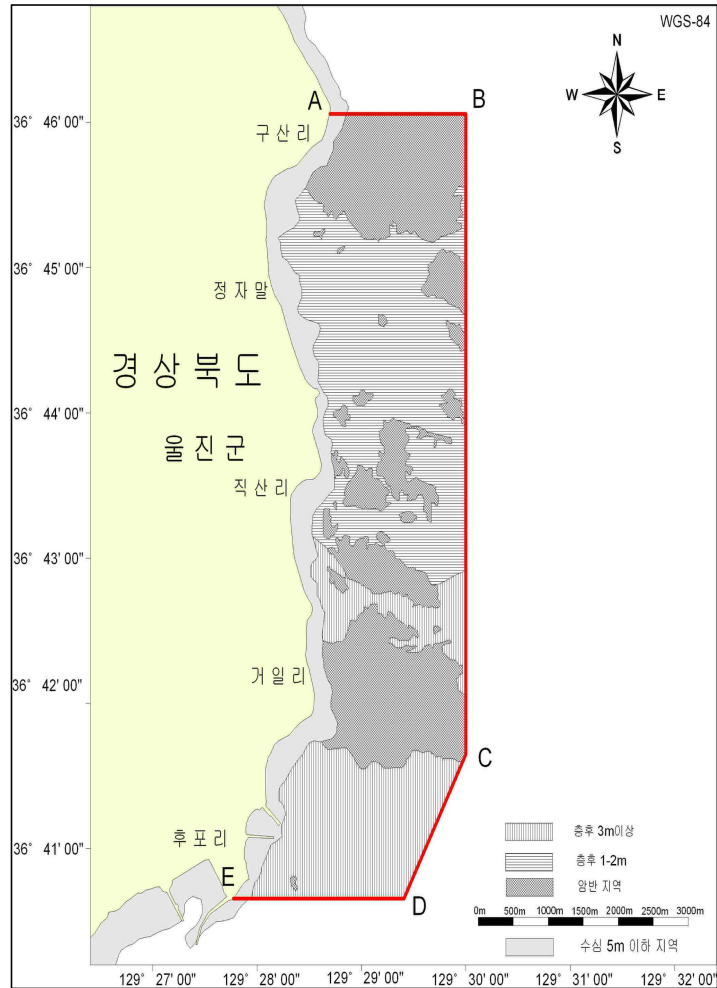


그림 2-1-10. 울진 바다목장 조사구역의 퇴적층 분포.

#### 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 경우, 정확한 위치와 그 형태를 제시하기 위하여 수중 예인 센서의 새로운 위치결정이 반드시 필요하다. 수중 예인 센서의 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 예인 센서의 절대 위치를 결정하였다.

경사거리(slant range)란 수중 예인센서(tow-fish)에서 해저면까지의 측면거리를 의미한

다. 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 예인 센서에서 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 예인 센서에서 직하부까지의 수층 효과를 제거한 후에 음파가 왕복 주행한 시간 길이를 수평거리로 환산하는 자료처리를 의미한다.

사이드 스캔 소나의 음파 형태는 수중 예인 센서의 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 예인 센서의 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 도면화 한다.

## (2) 모자이크 해저영상

일반적으로 해저면탐사 음향영상도면은 흑백농담으로 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 2-1-11)으로 도시하였으며 각 축선의 해저면 영상기록이 서로 잘 연결됨을 확인할 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 빨모래질 퇴적물이 혼재하는 것으로 보인다. 조사지역의 해저면 음향영상은 해저지층기록과 마찬가지로 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 즉, 돌출암반이 분포 지역과 상대적으로 옅은 색을 띠는 해저면이 퇴적물로 구성된 지역으로 구분할 수 있다. 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 모래질 퇴적물이 분포하고 있고 후포리 연안에서는 다소 짙은 색의 해저영상을 보여 주고 있다. 그림 2-1-12는 해저면 음향영상 결과 해석에 대한 도면으로 확인된 암반, 어초 및 해저면 구성 퇴적물을 표시하였다. 그림 2-1-13은 음향영상도 상에 지층탐사 기록에 의해 확인된 해저면 암반 분포를 표시하였다.

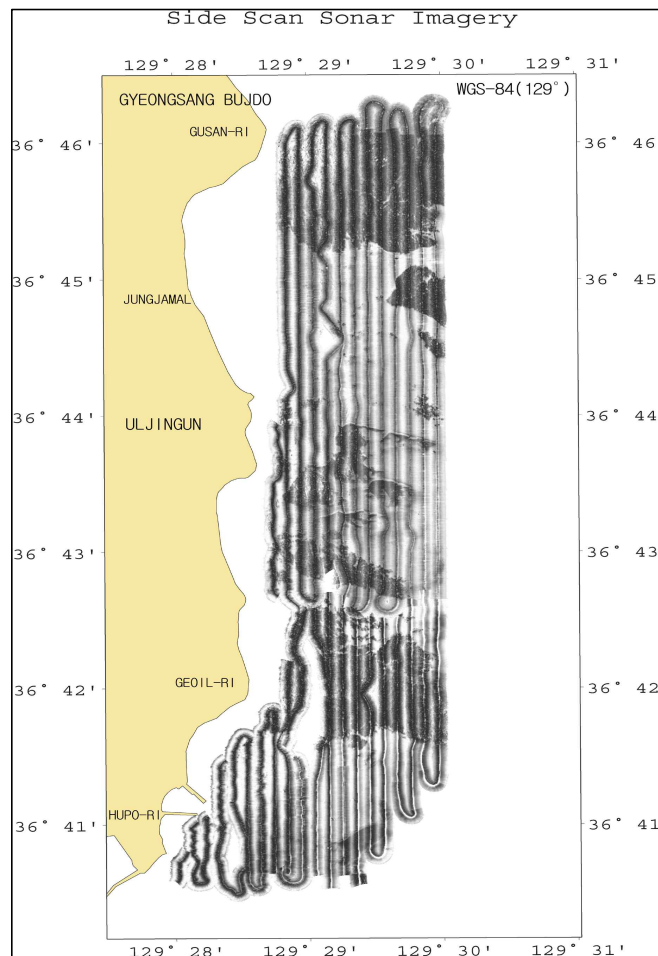


그림 2-1-11. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 음향영상 결과.

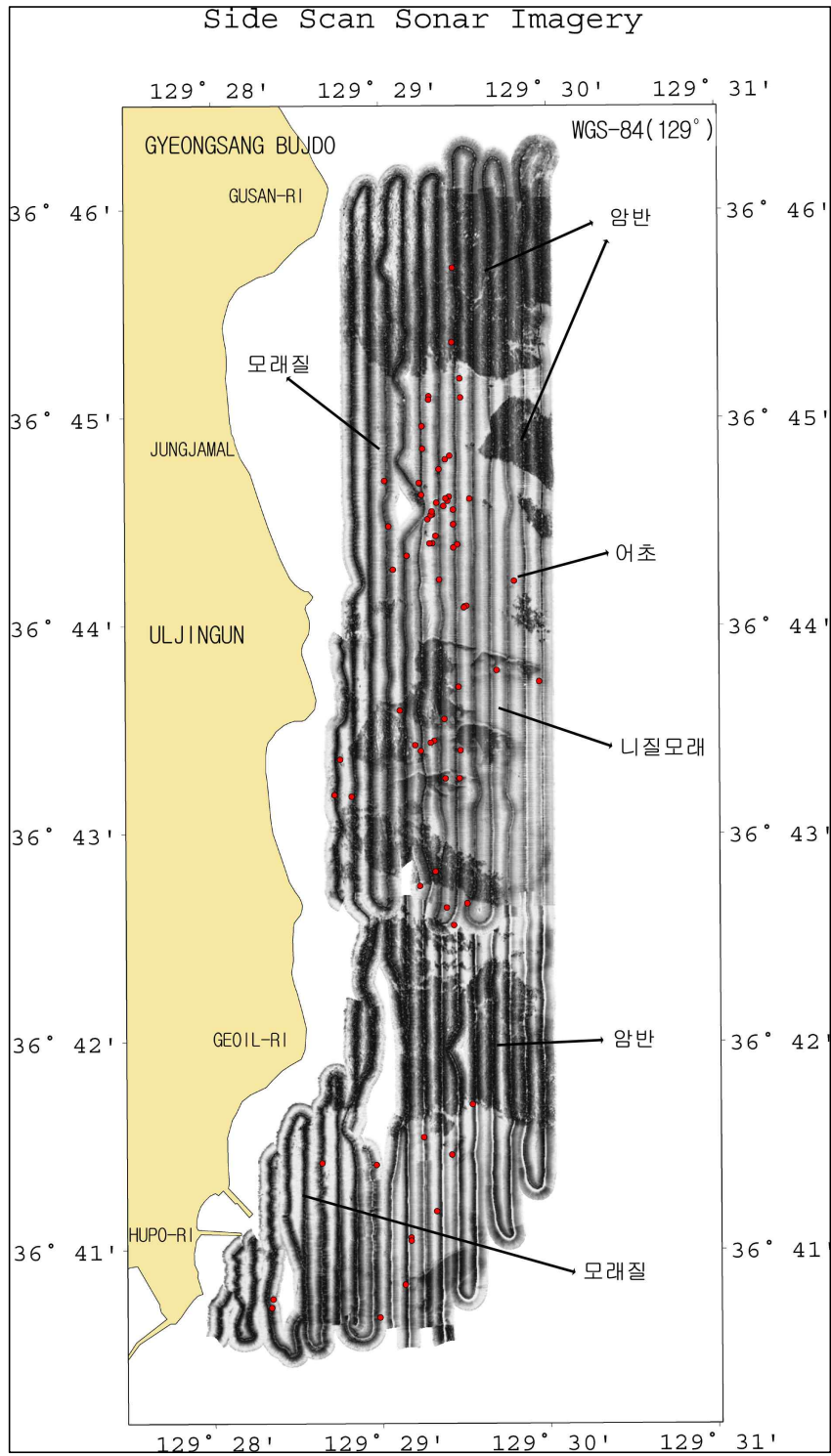


그림 2-1-12. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 음향영상 해석.



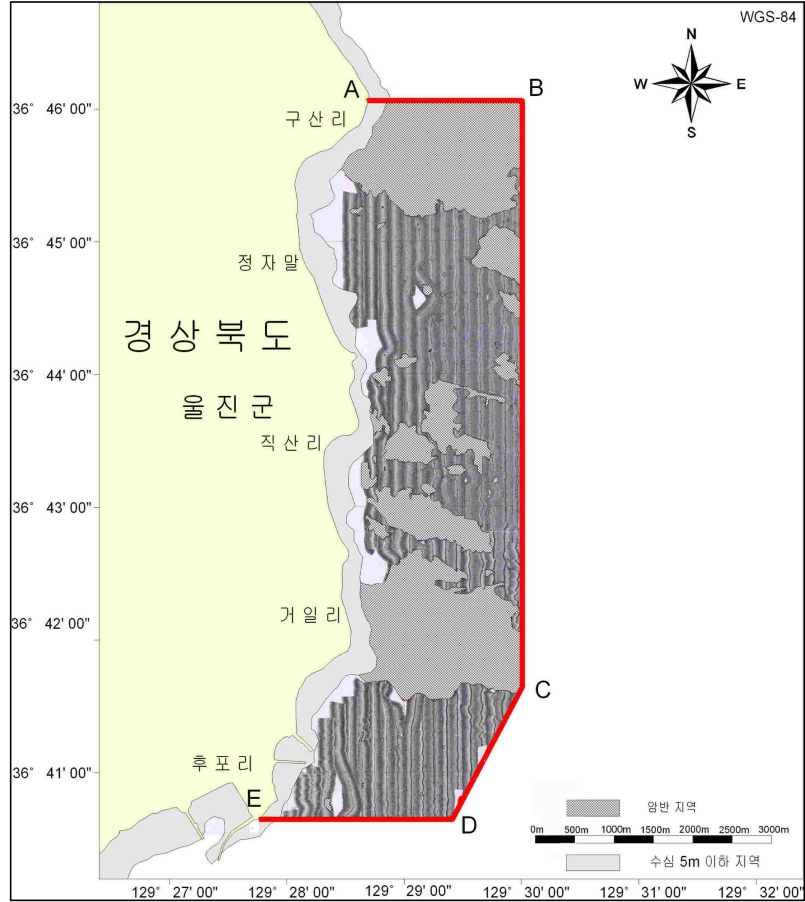


그림 2-1-13. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 암반 분포.

### 라. 해저퇴적물 분포

#### (1) 표층퇴적물 조성 및 퇴적상

채취된 표층퇴적물의 조성에 의하면, 조사지역 남쪽의 하일리 연안과 북부 연안은 대부분이 돌출된 암반으로 구성되어 있다. 정자말 연안은 군데군데 돌출된 암반 및 모래질 퇴적물로 해저면이 구성되어 있으며 외해로 이어지며 니질 모래로 구성되어 있다. 표층퇴적물 채취 분석 결과 중 암반위의 정점 UJ-12, UJ-14, 05UJ-7, 05UJ-9 및 05UJ-19에서는 자갈의 함량(0.45~68.66%)을 확인할 수 있으나, 나머지 정점에서는 표층퇴적물의 모래 함량은 25.00~100.00%의 분포로 연안으로 갈수록 높아지며, 실트의 함량은 0.00~100%의 분포로 외해로 갈수록 높아진다. 그리고 실트 및 점토함량은 각각 0.62~100.00%, 0.00~13.26%의 분포 범위를 보인다(표 2-1-6 및 표 2-1-7). 모래함량의 공간적 분포는 자갈 함량이 상대적으로 높은 정점을 일부 제외하면 연안에서 외해로 갈수록 모래함량은 감소하고 있다(그림 2-1-14). 뿔(실트와 점토)함량은 반대로 외해로 갈수록 증가하는 분포가 나타난다(그림 2-1-15). 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상은 전체적으로 실트질모래(zG), 뿔모래

질자갈(msG), 모래(S), 실트질모래(zS) 그리고 빨질모래(mS)의 분포를 보이고 있다. 거일리 앞 해역에서 주로 빨과 모래가 섞인 자갈이 나타나고 있으며 연안에서 외해로 갈수록 모래에서 빨이 섞인 모래로 바뀌고 있다(그림 2-1-16).

## (2) 표층퇴적물의 조직변수

조사지역의 표층퇴적물의 조직변수를 보면, 평균입도는  $-1.25 \sim 4.78\Phi$ , 분급도는  $0.42 \sim 3.01\Phi$ , 왜도는  $0.06 \sim 4.41\Phi$ 의 분포 범위를 보이고 있다(표 2-1-6 및 표 2-1-7). 평균입도의 공간적 분포를 보면, 거일리 앞 해역에서 암반을 포함한 자갈에 의해서 상대적으로 조립한 퇴적물이 나타나고 외해로 갈수록 세립해지고 있다(그림 2-1-16). 분급도는 일반적으로 동해연안에서 나타나는 형태로 외해로 갈수록 불량한 분급값을 나타내고 있다(그림 2-1-17). 이는 파랑의 체질작용에 의해서 세립한 퇴적물이 외해로 이동되어 나타난 것으로 사료된다. 왜도는 뚜렷한 분포양상은 보이지 않고 양의 왜도 값이 나타내고 있다.

표 2-1-6. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수(2004년)

St. No.	Composition(%)				Sed. Type	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ( $\Phi$ )	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

표 2-1-7. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수(2005년)

St. No.	Composition(%)				Sed. Type	Statistical Parameters			
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ( $\Phi$ )	St.De.( $\Phi$ )	Skew.	Kurt.
05UJ-01	0.00	100.00	0.00	0.00	S	1.08	0.49	0.87	4.69
05UJ-02	0.00	100.00	0.00	0.00	S	0.53	0.42	1.42	13.28
05UJ-07	6.57	88.97	2.27	2.19	gS	1.15	1.99	2.60	14.24
05UJ-08	0.00	100.00	0.00	0.00	S	0.90	0.49	1.07	5.88
05UJ-09	0.22	98.24	0.94	0.60	(g)S	0.70	1.12	5.15	43.16
05UJ-10	0.00	100.00	0.00	0.00	S	1.21	0.58	0.89	4.09
05UJ-11	0.00	98.02	1.37	0.61	S	1.88	1.09	3.73	30.09
05UJ-12	0.00	91.50	6.95	1.55	S	2.82	1.38	2.77	15.91
05UJ-13	0.00	69.60	25.08	5.32	zS	3.81	2.05	1.99	8.03
05UJ-15	0.00	46.99	42.58	10.43	sZ	4.78	2.48	1.18	4.16
05UJ-16	0.00	64.24	29.63	6.13	zS	4.05	2.13	1.88	7.11
05UJ-17	0.00	93.68	4.99	1.33	S	2.60	1.26	3.05	18.94
05UJ-18	0.00	98.17	1.32	0.51	S	1.81	1.08	3.19	24.93
05UJ-19	0.45	99.38	0.17	0.00	(g)S	0.94	0.52	0.14	9.51
05UJ-20	0.00	96.34	2.72	0.94	S	2.33	1.22	3.31	24.13
05UJ-21	0.00	76.07	20.69	3.23	zS	3.40	1.80	2.19	10.40
05UJ-22	0.00	67.06	26.09	6.85	zS	4.02	2.14	1.55	5.39
05UJ-23	0.00	56.12	36.30	7.58	zS	4.35	2.25	1.07	4.40
05UJ-24	0.00	93.69	4.37	1.94	S	2.59	1.53	2.35	13.33
05UJ-25	0.00	96.64	2.24	1.12	S	2.33	1.21	3.72	26.03
05UJ-26	0.00	100.00	0.00	0.00	S	1.05	0.48	0.84	3.96
05UJ-27	0.00	99.19	0.81	0.00	S	1.66	0.74	0.35	3.14
05UJ-29	0.00	87.01	11.46	1.53	zS	2.75	1.69	1.92	8.33
05UJ-30	0.00	95.39	3.05	1.56	S	0.92	1.57	4.41	24.87

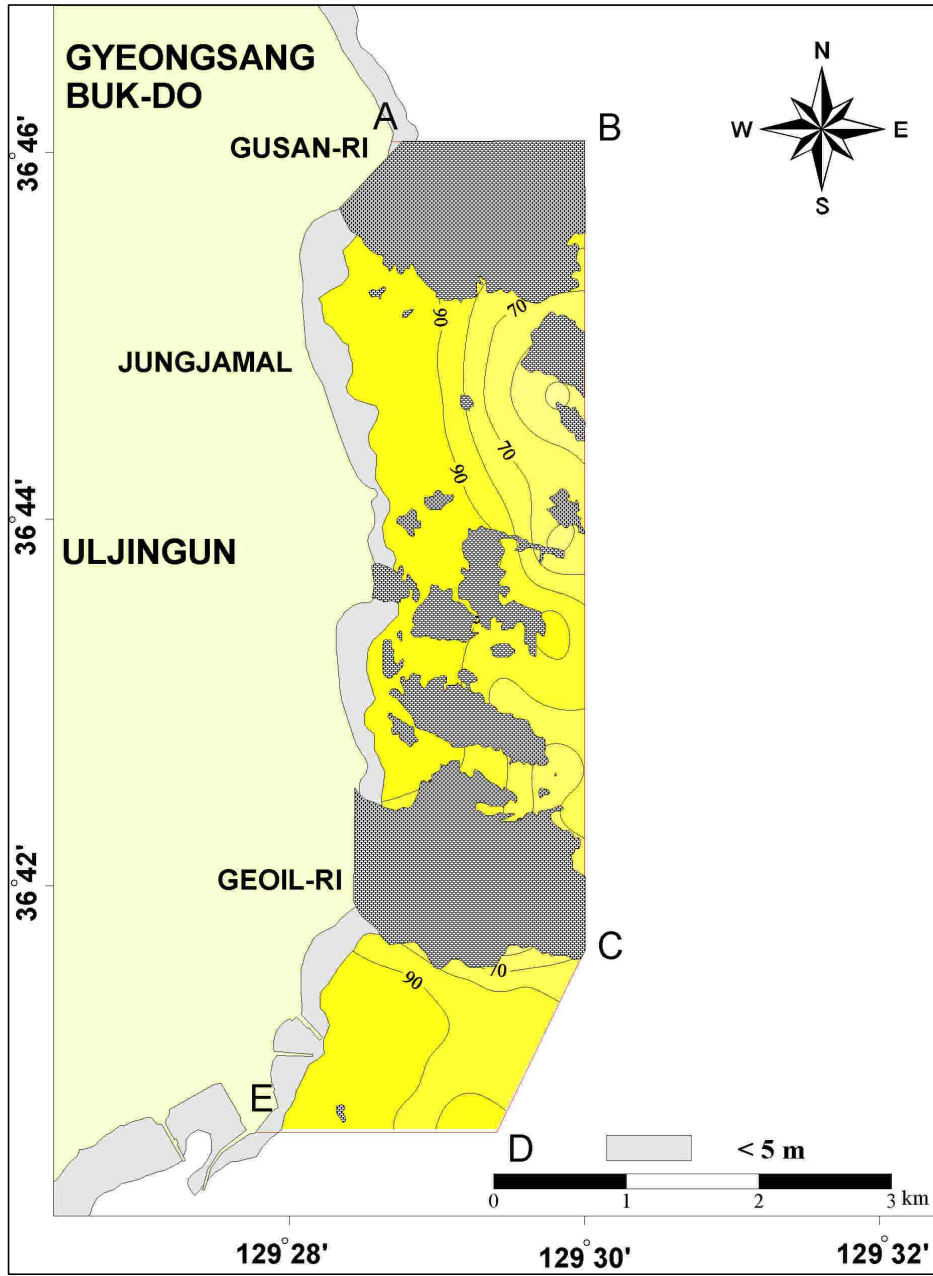


그림 2-1-14. 울진 바다목장 조사구역의 모래 함량 분포.

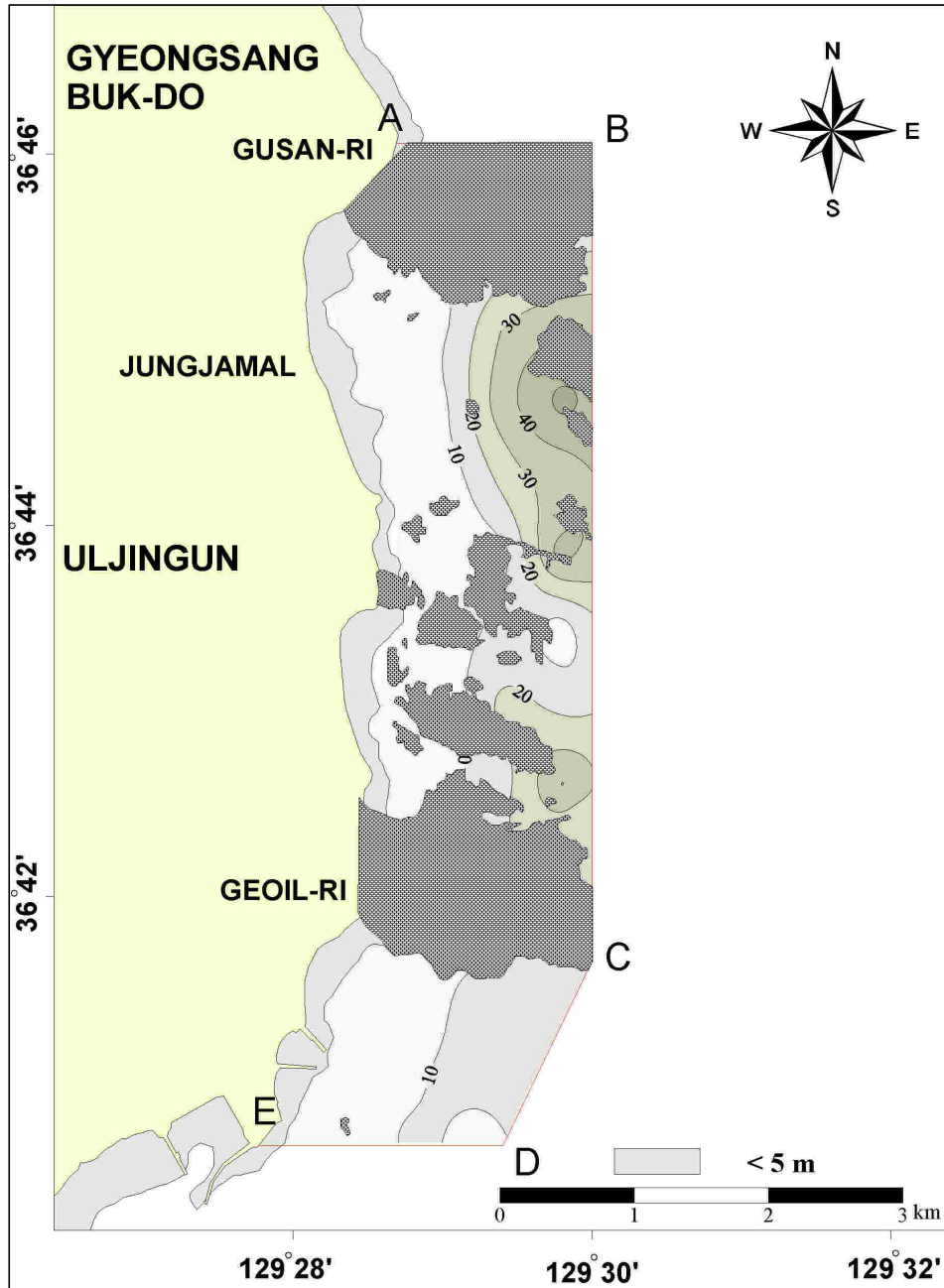


그림 2-1-15. 울진 바다목장 조사구역의 뺨 함량 분포.

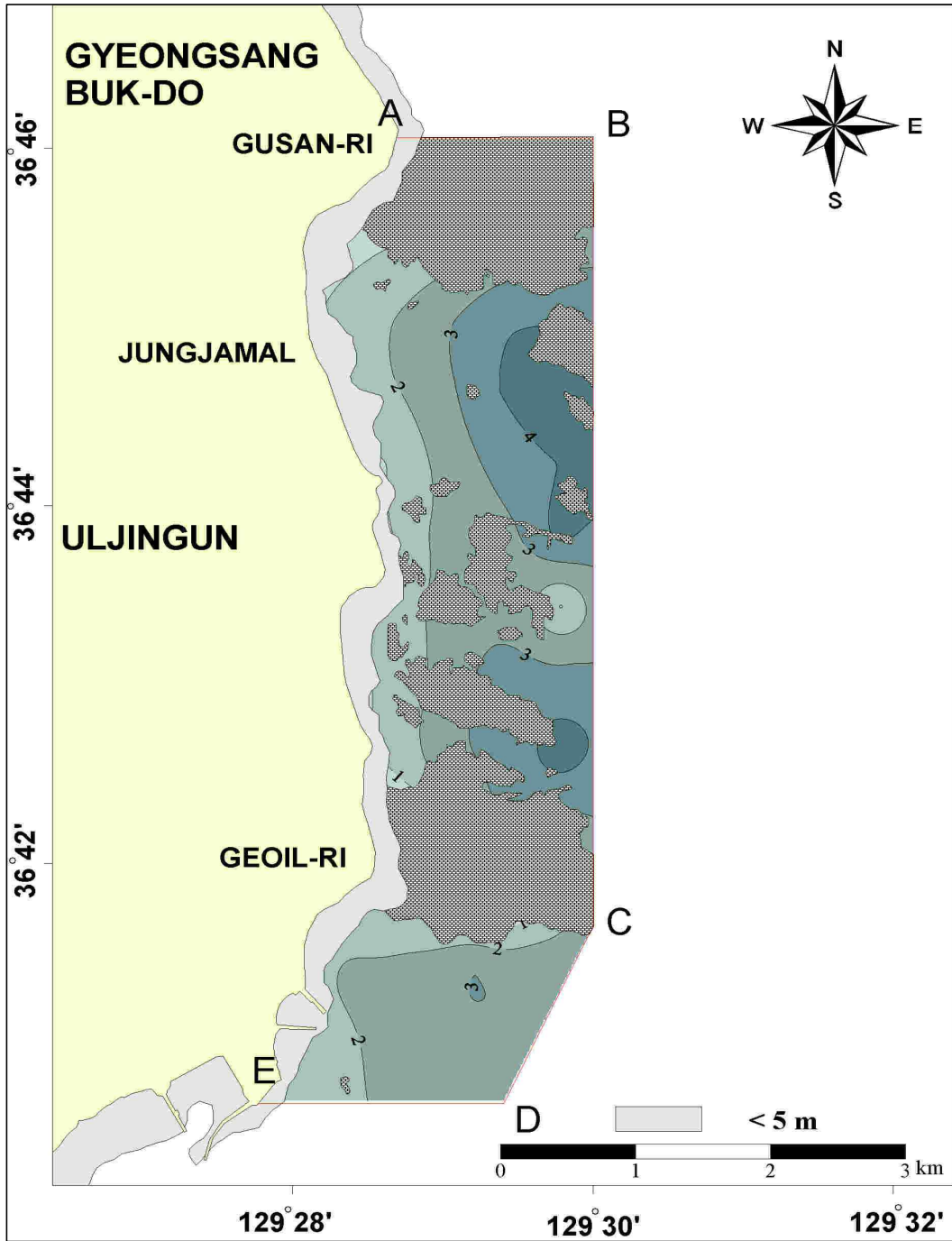


그림 2-1-16. 울진 바다목장 조사구역의 표층퇴적물 평균입도( $\phi$ ) 분포도.

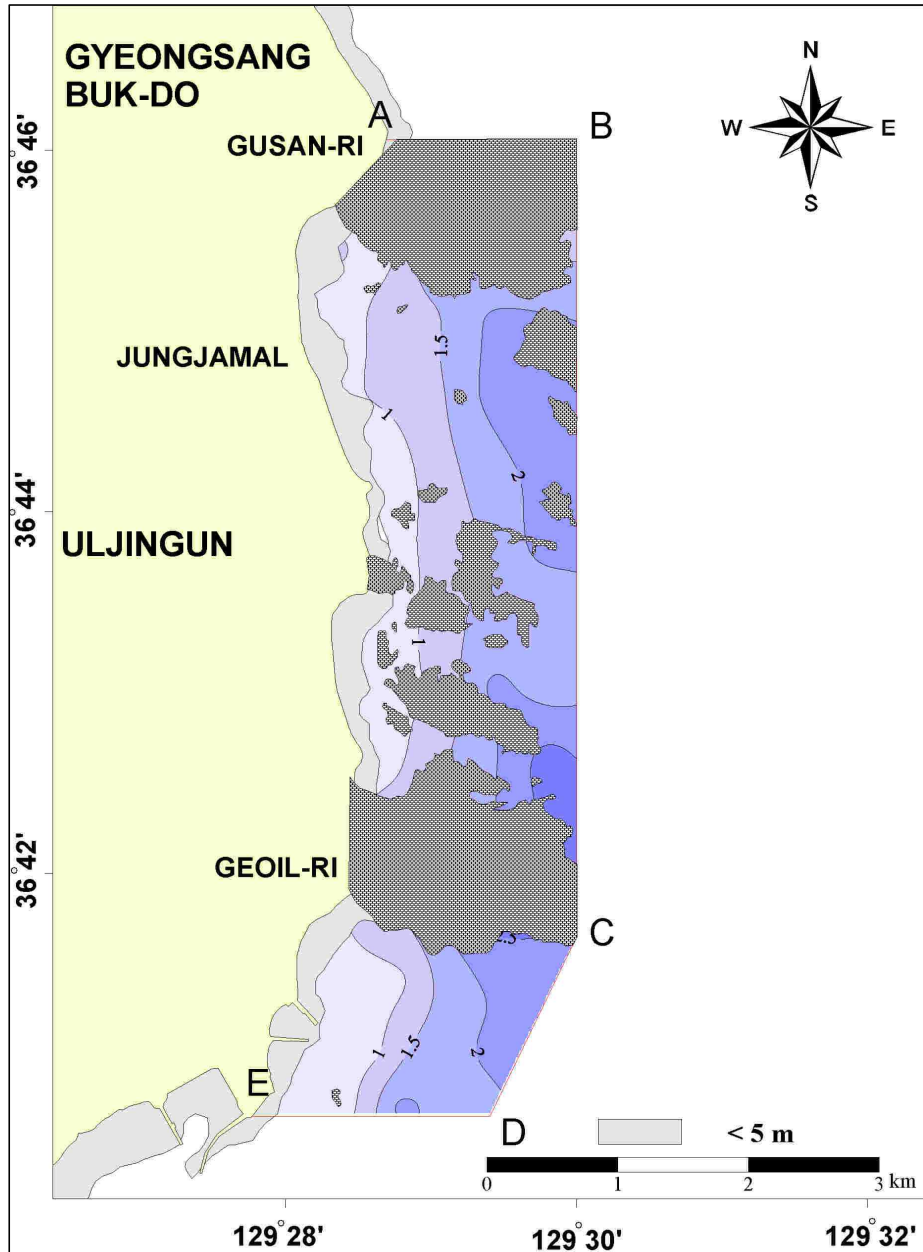


그림 2-1-17. 울진 바다목장 조사구역의 표층퇴적물 분급도( $\phi$ ) 분포.

#### 4. 요약 및 토의

울진바다목장 조사구역의 수심은 조사선박의 접근이 가능한 연안해역에서 약 9.0m이며, 동쪽 외해에서 약 60m의 최대수심 분포를 보인다. 수심은 전 조사구역에서 해안선과 평행한 등수심선이 외해 쪽으로 깊어지는 동해안의 전형적인 경향을 보인다. 조사구역 남쪽의 거일리 연안은 수심 35m 등심선을 기준으로 연안에서 연장된 돌출암반의 형태로 외해로 이어지며, 주변 보다 5~9m 상대적으로 낮은 수심 분포 특징을 보인다.

해저지층기록 결과에 의하면, 조사구역의 남쪽 하일리 연안은 노출암반이 넓게 분포하고 있으며 남쪽으로 상대적으로 수심이 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상이 나타난다. 지역적으로 남쪽의 수심이 낮은 경계지역 부근에서는 모래질 퇴적물이 비교적 두껍게 쌓여 있고, 연결성이 양호하게 안정된 해저면 하부의 지층 형태를 보인다. 암반 돌출 지역은 해저지층기록상에서 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이는데 반해 모래질 퇴적층은 상대적으로 평탄하고 투명하고 옅은 색의 반사면과 퇴적층이 나타난다. 특히, 노출암반의 분포양상은 해저퇴적물조사와 해저영상자료를 참고하여 해저퇴적상 분포도에 종합하여 도시하였다. 조사지역의 중앙구역인 직산리 연안의 해저면 분포 암반 사이의 퇴적층 분포지역은 약 1~2m의 모래질 퇴적층이 덮혀 있고 후포리 외해로는 5m이상의 퇴적층을 매우 두텁게 분포하고 있다. 그러나 이 퇴적층은 연안으로 이어지면서 점차 그 두께가 얇아진다. 조사지역의 정자말 연안에서는 연안선을 따라 암반이 분포하지 않는 해저면의 모래질 퇴적층 위에서는 강한 이상쌍곡선 해저면 또는 지층의 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초등에 의한 구조물에 의한 신호로 해석된다.

조사지역의 해저면 영상기록은 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 모래질 퇴적물이 분포하고 있고 후포리 연안에서는 다소 짙은 색의 해저영상을 보여 주며, 북쪽의 구산리 연안은 돌출된 암반대가 짙은 영상으로 잘 나타난다.

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.

2004년 및 2005년 울진바다목장 조사구역내에서 획득 분석된 자료는 도면 및 수치화하여 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합 활용을 위한 자료로서 제공될 것이다. 그리고 수행 결과 및 파악된 해저면 장애물, 지형, 어장, 어초 등에 대한 자료는 바다목장의 모니터링에 필요한 해저면 기반 자료로 구축되며, 조사구역 내 신규 어초 투하적지 선정에 위한 기본 자료로 제공(평탄지, 퇴적물 물성 등)될 것이다.



## 제 2 절 인공어초

### 1. 서론

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 대상 어종의 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 생산율 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.

본 과제와 관련된 서식환경 개선 및 조성을 위한 어장시설물 시설 타당성조사는 인공어초, 양식가두리, 음향순치시설에 대한 경제적, 공학적 관점에서 평가하였다. 평가항목으로는 저질 등 기초기반, 극치과고와 최강조류 등 어장시설 적합성, 수심별 면적 비율차와 저면 경사도 등 시설물 안정성이다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 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 대

한 결과를 도출하여 수산자원 조성에 필요한 조사를 실시하였다. 그 항목으로는 수심, 저질, 해저지형(경사도), 어초 시설 유무 등에 대한 조사를 실시하였다(그림 2-2-1).

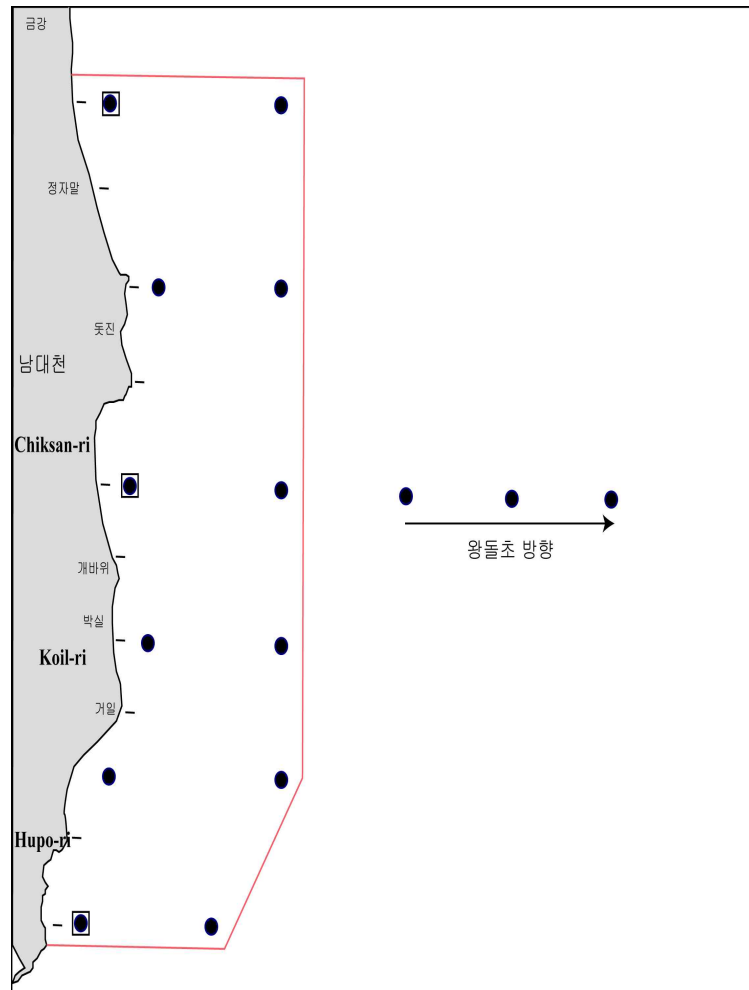


그림 2-2-1. 울진 바다목장의 조사해역도 및 조사위치도.

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 측정된 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 $\phi$ )하여 조립질과 세립질 퇴적물로 분리, 4 $\phi$ 보다 굵은 직경의 조립질 시료는 1 $\phi$  단위의 단계별 순환 체 교반기(sieve shaker)를 사용, 습식체질에 의해 1000ml 실린더에 담긴 4 $\phi$  이하의 세립질 시료에는 확산제(0.1% sodium hexametaphosphate 용액)를 첨가하

여 뒤섞은 다른 입자의 특성에 따른 clarks 속도(Stoke's law)를 고려한 시각에 맞추어 피펫을 이용 1 $\phi$  단위로 분리, 추출하여 각  $\phi$ 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.

#### 나. 자원조성 기반조사

인공어초 등 어장 조성 시설조사는 1971년부터 2004년까지 시설된 어초의 종류별 및 시설량에 대한 자료를 이용하여 분석하였으며 인공어초별 시설상태 및 시설량을 M/B을 이용하여 산정하여 인공어초 배치 등을 정밀 분석하였으며 전체 어초 분포 파악을 위해서는 사이드스캔소너를 이용하였다. 또한 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.

#### 다. 인공어초 부착생물상조사

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 $\times$ 1m)설치해 방형구내에 부착 서식하고 있는 생물을 수중 카메라로 촬영하고, 채집하여 실험실에서 분석 하였다.

### 3. 조사 결과

#### 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).

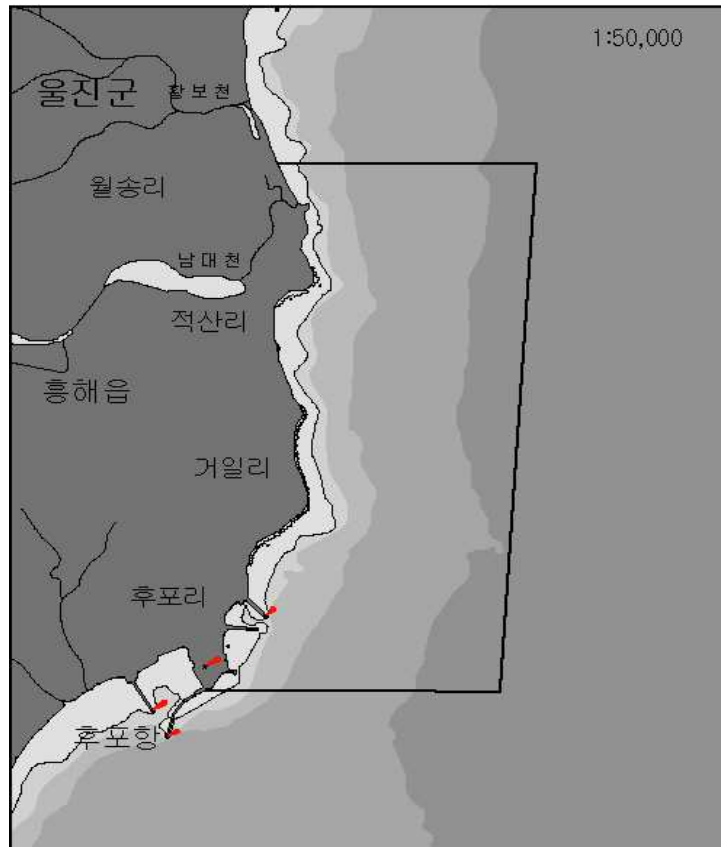


그림 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 해저경사도.

## (2) 수심분포도

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

울진 바다목장 해역의 수심분포는 65m이전으로 수심이 다소 깊은 해역이나 연안에 수중 암반이 발달해 있어 수산생물이 많이 서식하는 해역으로 바다목장의 적지로 판단되는 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%로 높은 해역으므로 수심 40~70m에서는 수중 관광사업을 하기에 다소 불리한 해역으로 사료된다(그림 2-2-3).

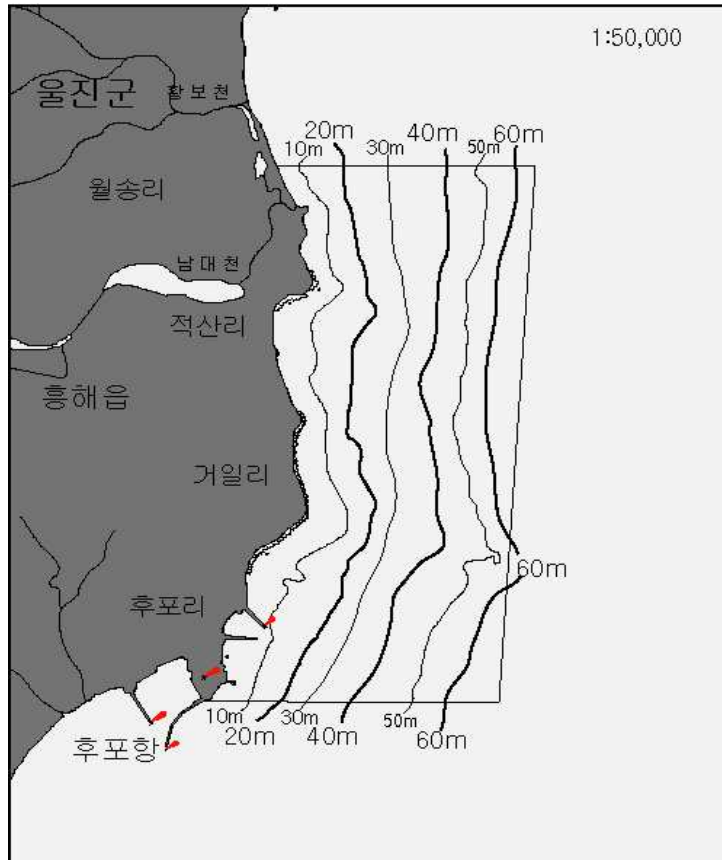


그림 2-2-3. 울진 바다목장 해역의 수심 및 경사도.

### (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 50m내외 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.

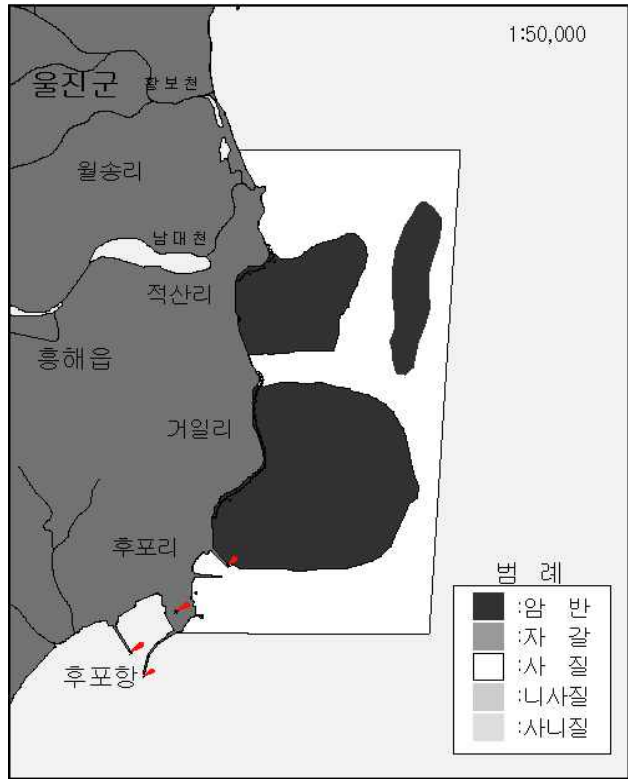


그림 2-2-4. 울진 바다목장 해역의 저질 및 암반분포도.

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

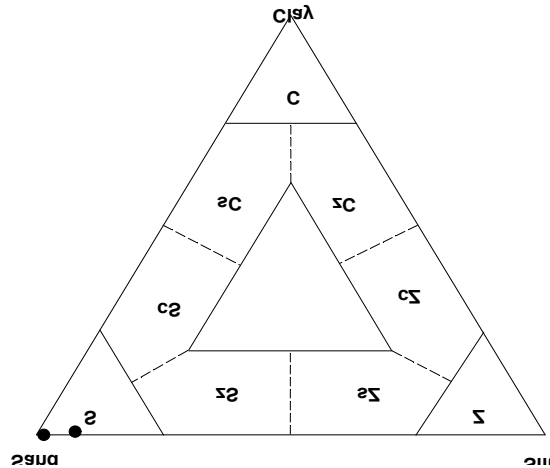
울진 바다목장 해역의 수심이 10~40m, 40~70m 분포율을 조사하여 수중관광, 시설물 설치 등을 고려할 때 10~40m의 분포율이 아주 중요하다. 이 해역에서의 10~40m 분포율은 47.3%로 낮게 나타났으나 잘 발달된 암반대로 인해 바다목장 조성 예정지로 적합하고, 40~70m 분포율이 38.1%를 차지해 40~70m대에는 수중관광, 시설물 설치 등이 부적합한 것으로 사료된다(그림 2-2-4).

**(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 $\phi$  범위로써 극조립사(very coarse sand)~중립사

(medium sand)의 분포를 나타내었다. 분급도(sorting)의 분포는 0.63~0.85 $\psi$  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.

#### 나. 자원조성 기반 조사

##### (1) 인공어초 시설 현황

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 6,351개가 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 1,502ha이고 시설량은 11,274개가 시설되었다. 이러한 울진 해역의 인공어초 종류별 시설 면적비를 살펴보면 사각형이 90.3%(1,359ha), 반구형이 7.0%(106ha), 뿔삼각형이 3.7%(56ha)를 차지하여 사각형 어초가 이 해역에서는 수산자원의 조성에 유리해 이 지역에서 선호하는 어초형임을 알 수 있었다(표 2-2-1).

표 2-2-1. 울진 바다목장 해역의 인공어초 종류별 시설 현황

구 분	항 목			
	시설면적(ha)	시설량(개)	확인량(개)	확인율(%)
사 각 형	1,359	8,487	7,178	84.6
반 구 형	106	1,904	1,682	88.4
강 제	8	2	2	100.0
빨삼각형	56	881	880	99.9
<b>계</b>	<b>1,505</b>	<b>11,274</b>	<b>9,742</b>	<b>86.4</b>

표 2-2-2. 울진 바다목장 해역의 인공어초 시설 현황

시설인공어초					조사인공어초							
고유 번호	시설 년도	어초 종류	시설 면적 (ha)	시설 물량 (개)	경위도(도-분-초) WGS-84		어초 번호	조사 물량 (개)	시설 면적 (ha)	주변수 심(m)	저질 상태	번 호
					경도	위도						
68	1988	사각형	200	1,250	129-28-40	36-40-24	23-02	100	0.16	39.1	사질	83
					129-28-25	36-40-17	22-05	100	0.16	34.1	사질	84
					129-28-35	36-40-18	23-03	100	0.16	37.4	사질	85
					129-28-08	36-40-15	22-07	50	0.16	31.2	사질	87
					129-28-20	36-40-14	22-06	100	0.16	33.9	사질	88
					129-28-27	36-40-12	23-05	100	0.16	38.1	사질	89
					129-28-06	36-40-08	24-01	60	0.16	33.0	사질	90
					129-28-17	36-40-08	22-09	40	0.16	35.6	사질	91
					129-28-22	36-40-09	22-08	100	0.16	37.0	사질	92
					129-28-28	36-40-08	23-06	80	0.16	38.9	사질	93
					129-28-39	36-40-04	23-07	100	0.25	41.0	사질	94
					129-28-10	36-40-01	24-02	70	0.16	38.6	사질	95
					129-28-43	36-39-49	24-03	40	0.49	45.0	암반	96
소계			200	1,250	1,040							
74	1989	사각형	112	700	129-28-21	36-40-46	20-01	90	0.25	20.4	사질	77
					129-28-20	36-40-43	20-02	100	0.56	20.2	사질	78
					129-28-25	36-40-39	22-01	100	0.16	25.5	니질	79
					129-28-28	36-40-39	22-02	100	0.16	27.3	니질	80
					129-28-19	36-40-36	22-03	100	0.16	23.5	사질	81
					129-28-24	36-40-32	22-04	100	0.16	27.8	니질	82
소계			112	700	590							
80	1990	사각형	168	1,050	129-29-13	36-43-02	14-03	30	0.49	28.9	암반	53
					129-29-22	36-43-32	13-06	200	0.25	34.3	사질	44
					129-29-12	36-43-25	12-03	100	0.64	29.0	사질	45
					129-29-18	36-43-26	12-04	90	0.25	31.4	사질	46
					129-29-26	36-43-25	13-07	200	0.25	35.5	사질	47
					129-29-14	36-43-22	12-05	90	0.25	29.0	암사	48
					129-29-23	36-43-15	13-08	200	0.25	33.8	사질	49
소계			168	1,050	910							



표 2-2-2. 계속

시설인공어초					조사인공어초							
고유 번호	시설 년도	어초 종류	시설 면적 (ha)	시설 물량 (개)	경위도(도-분-초) WGS-84		어초 번호	조사 물량 (개)	시설 면적 (ha)	주변수 심(m)	저질 상태	번 호
					경도	위도						
84-1	1991	사각형	192	1,200	129-29-48	36-44-12	11-01	100	0.16	44.3	사질	34
					129-29-30	36-44-05	10-06	150	0.09	36.3	니질	37
					129-29-22	36-43-43	13-02	100	0.25	33.6	암반	38
					129-29-27	36-43-42	13-03	90	0.25	35.3	니질	39
					129-29-42	36-43-47	13-01	100	0.25	41.1	사질	40
					129-29-56	36-43-43	13-04	100	0.16	53.3	사질	41
					129-29-18	36-43-38	12-01	100	0.09	29.6	사질	42
소계			192	1,200	740							
97	1993	사각형	160	1,000	129-29-23	36-44-48	08-03	90	0.25	33.1	니질	14
					129-29-21	36-44-45	08-04	80	0.25	33.0	사질	16
					129-29-14	36-44-41	08-06	90	0.16	29.9	니질	18
					129-29-13	36-44-37	08-07	100	0.09	29.9	암사	19
					129-29-23	36-44-34	08-10	100	0.16	34.0	사질	21
					129-29-24	36-44-36	08-08	100	0.16	34.2	사질	22
					129-29-25	39-44-33	08-11	20	0.02	35.0	사질	25
					129-29-18	36-44-32	08-13	20	0.09	32.1	사질	24
					129-29-26	36-44-29	08-14	200	0.16	35.0	사질	27
					129-29-18	36-44-25	08-16	150	0.16	32.0	니질	29
					129-29-26	36-44-23	08-17	100	0.15	35.0	니질	30
129-29-09	36-44-20	10-01	70	0.16	28.1	니질	31					
소계			160	1,000	1,120							
136	1997	사각형	128	800	129-29-19	36-42-48	14-05	100	0.06	30.7	암반	56
					129-29-30	36-42-48	15-01	100	0.04	38.4	암반	57
					129-29-30	36-42-39	17-01	100	0.06	37.7	사질	58
					129-29-30	36-42-27	17-02	100	0.09	41.3	암반	59
					129-29-23	36-42-03	18-01	100	0.06	31.6	암반	64
					129-29-43	36-41-51	18-02	100	0.06	38.8	암반	65
					129-29-18	36-41-44	18-03	100	0.06	35.7	암반	66
129-29-32	36-41-42	18-04	100	0.09	45.6	사질	67					
소계			128	800	800							

표 2-2-2. 계속

시설인공어초					조사인공어초								
고유 번호	시설 년도	어초 종류	시설 면적 (ha)	시설 물량 (개)	경위도(도-분-초) WGS-84		어초 번호	조사 물량 (개)	시설 면적 (ha)	주변수 심(m)	저질 상태	번 호	
					경도	위도							
145	1998	사각형	50	310	129-29-20	36-44-35	08-09	100	0.09	33.0	사질	20	
					129-29-19	36-44-25	08-15	100	0.16	33.0	니질	28	
					129-29-20	36-44-13	10-03	100	0.09	32.5	니질	33	
소계			50	310			300						
146	1998	사각형	64	400	129-28-58	36-41-24	19-03	100	0.09	27.2	니질	69	
					129-29-15	36-41-32	19-05	100	0.09	36.8	니질	71	
					129-29-19	36-41-12	19-04	100	0.09	44.6	사질	72	
					129-29-10	36-41-02	19-06	100	0.16	41.8	사질	73	
소계			64	400			400						
152	1998	반구형	24	396	129-28-46	36-43-20	12-02	200	0.16	15.6	니질	50	
							14-01	130					51
							14-02	70					52
소계			24	396			400						
160	1999	사각형	125	779	129-29-00	36-45-14	07-01	100	0.09	23.0	암반	7	
					129-29-12	36-45-19	07-02	100	0.09	26.0	암반	8	
					129-29-25	36-45-22	07-03	100	0.04	33.0	사질	9	
					129-29-29	36-45-11	07-04	100	0.09	36.0	니질	10	
					129-29-17	36-45-05	07-05	100	0.09	31.0	니질	11	
					129-29-14	36-44-52	08-01	80	0.10	30.3	니질	13	
					129-29-31	36-44-51	08-02	100	0.06	36.0	니질	15	
					129-29-31	36-44-36	09-01	100	0.09	37.1	사질	23	
소계			125	779			780						
161	1999	사각형	32	200	129-29-15	36-41-32	19-01	100	0.09	36.5	사질	68	
					129-29-24	36-41-26	19-02	100	0.09	45.2	사질	70	
소계			32	200			200						
167	1999	반구형	16	262	129-28-46	36-43-02	14-04	140	0.49	14.9	사질	54	
					129-28-46	36-42-40	16-01	122	0.64	13.8	니질	55	
소계			16	262			262						

표 2-2-2. 계속

시설인공어초					조사인공어초							
고유 번호	시설 년도	어초 종류	시설 면적 (ha)	시설 물량 (개)	경위도(도-분-초) WGS-84		어초 번호	조사 물량 (개)	시설 면적 (ha)	주변수 심(m)	저질 상태	번 호
					경도	위도						
185	2000	반구형	16	264	129-28-52	36-42-28	16-02	108	1.00	17.7	암반	60
					129-28-54	36-42-25	16-03	60	1.00	16.4	암반	61
					129-28-51	36-42-22	16-04	80	1.00	15.8	암반	62
					129-28-52	36-42-18	16-05	40	1.00	16.1	암반	63
소계			16	264			288					
195	2001	사각형	64	400	129-29-08	36-40-49	21-01	100	0.09	42.0	사질	74
					129-28-58	36-40-41	21-02	100	0.09	41.1	사질	75
					129-28-55	36-40-28	23-01	100	0.09	42.9	사질	76
					129-28-48	36-40-15	23-04	100	0.16	42.0	사질	86
소계			64	400			400					
196	2001	반구형	18	300	129-28-58	36-46-09	04-03	300	1.00	13.0	암사	4
소계			18	300			300					
209	2002	반구형	32	680	129-28-51	36-45-42	06-01	300	0.42	12.1	암반	5
					129-28-38	36-46-26	02-04	130	1.00	09.8	암사	1
소계			32	680			430					
223	2003	사각형	64	400	129-28-59	36-44-57	07-06	100	0.09	24.0	니질	12
					129-29-01	36-44-42	08-05	100	0.12	24.0	사질	17
					129-29-03	36-44-28	08-12	100	0.09	24.3	사질	26
					129-29-03	36-44-16	10-02	100	0.09	25.4	사질	32
소계			64	400			400					
225	2003	강제	32	2	129-29-05	36-44-07	10-04	1	0.01	25.6	암반	35
					129-29-05	36-44-06	10-05	1	0.01	25.8	암반	36
소계			32	2			2					
238	2004	빨삼각형	4	441	129-28-38	36-46-24	04-01	440	4.00	09.8	사질	2
					129-28-41	36-46-22	04-02	440	2.00	09.5	사질	3
소계			8	881			880					
계			1,505	11,274			10,242					

129°27'00"E

129°30'00"E

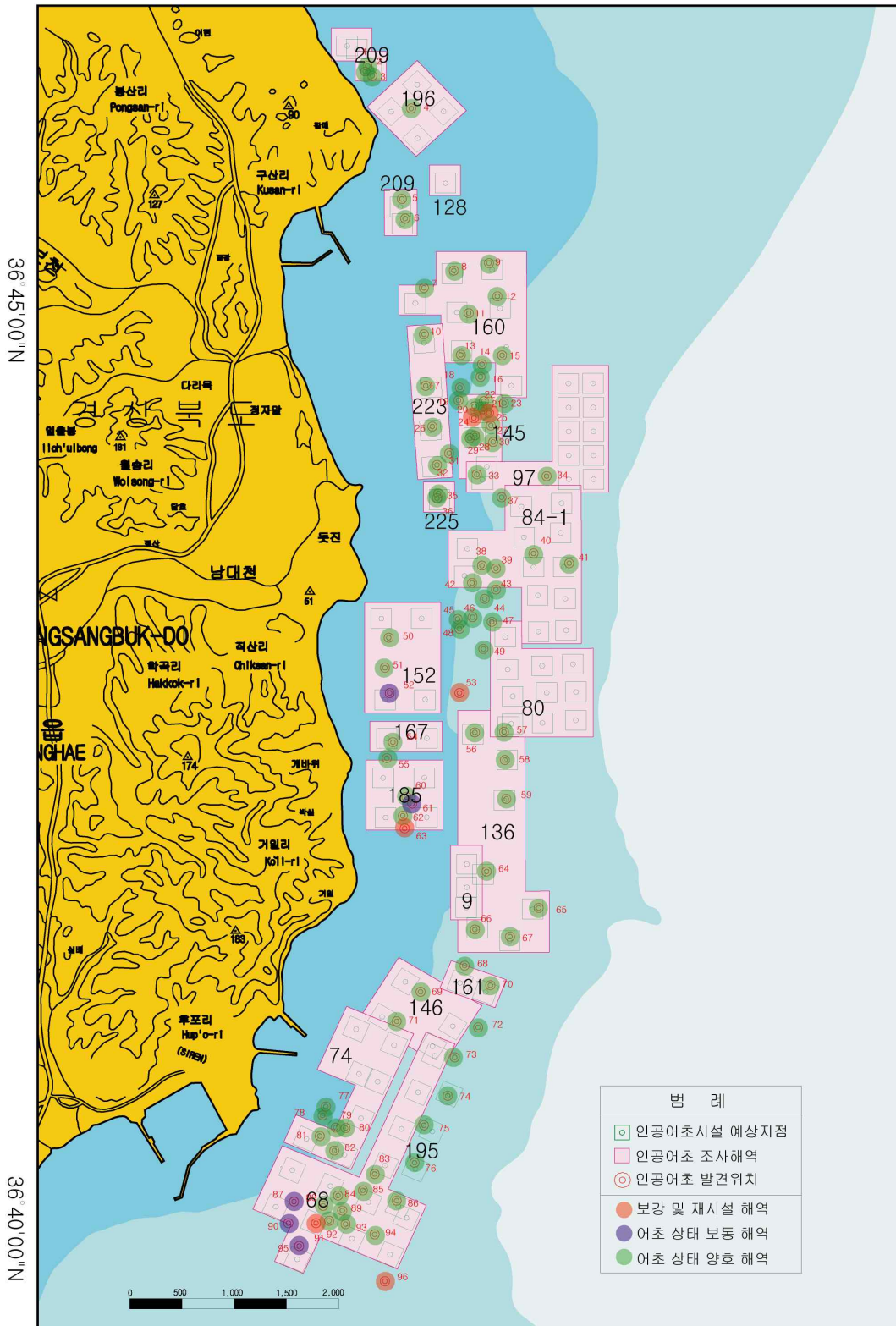


그림 2-2-6. 울진 바다목장 해역내에 시설된 인공어초 시설도.

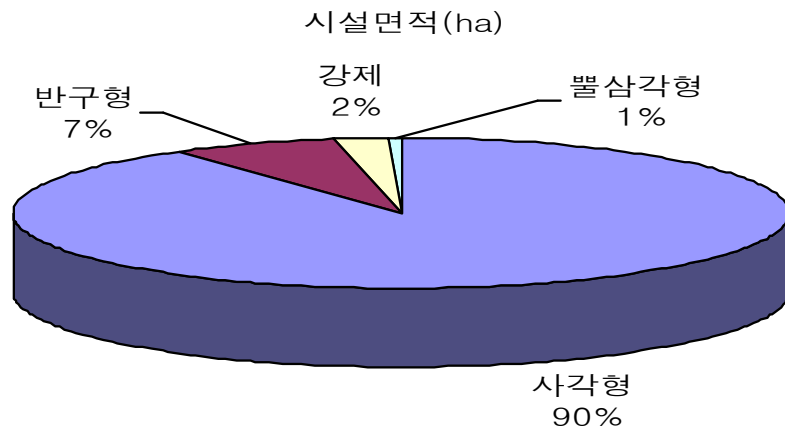


그림 2-2-7. 울진 바다목장 해역내에 있는 인공어초 종류별 시설 면적비.

## (2)인공어초 시설 상태 및 위치 파악

인공어초 시설현황을 살펴보기 위하여 Side scan sonar를 이용 인공어초 시설 주변해역을 정밀 관찰 결과 해역별 시설 시기별 특이성이 관찰되었다. 그림(a)는 일련번호 16-01번으로 1999년 울진군 평해읍 거일리 지선의 니사질 해역에 반구형어초를 넓게 분산시설 하였으나 침하량은 최대 1m로 침하가 추가로 계속 일어날 수 있는 해역으로 침하에 의한 매몰 등을 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다. 그림(b)는 일련번호 02-04번으로 2002년 울진군 기성면 봉산2리 지선 수심 10m이내의 암반 및 암반틈 사이의 사질 지역에 분산 시설되어 있어 침하량은 없으며 암반이 발달한 주변 해저지형을 감안할 때 향후에도 침하 및 매몰에 대한 우려는 없을 것으로 판단되며 인공어초의 상태는 양호하다. 그림(c)는 일련번호 13-07번으로 1990년 울진군 후포면 후포리 지선에 시설한 사각형 어초 어장으로 저질은사질대 해역에 시설되었으며 어초 시설은 3단 이상으로 넓게 상적시설 되어있고 침하량은 최대 0.5m이내이며 시설년도 및 규모로 분석한 결과 추후 진행되는 침하 및 매몰에 대한 우려는 없을 것으로 판단된다. 그림(d)는 일련번호 09-01번으로 1999년 울진군 기성면 구산리 지선에 시설된 사각형 어초어장으로 사질대에 4단 이상 상적시설 되어있으며 침하량은 0.5m이내이며 시설규모는 100개로 추가 침하 및 매몰이 없을 경우 인공어초의 시설 상태는 매우 양호하게 관찰되었다. 일련번호 14-03번은 1990년 울진군 후포면 후포리 지선에 시설된 사각형 어초어장의 일부분으로 저질이 암반지대에 날개로 분산 시설하여 불법어업 방지를 위해 분산 시설되었으나 침하량이 그의 없어 인공어초의 시설상태는 양호하나 개수가 적어 추가 보강시설이 필요할 것으로 사료된다. 일련번호 22-07번은 1988년 울진군 후포면 후포리 수심 31m의 사질대에 분산 시설되어 시설당시에는 불법어업 방지에 도움이 되었으나 침하가 최대 0.5m내외로 추가 침하에 의한 매몰 가능성도 매우 높고 시설량이 적어 현재는 보강시설 하여야 수산자원 조성효과가 있을 것으로 판단되는 해역이다. 일련번호 08-14번으로 1993년 울진군 평해읍 월송리



지선에 시설된 사각형 어초어장으로 그림(a)는 Side scan sonar조사 자료이며 그림(b)는 Multi-beam 자료로 붉은색은 상대적으로 높은 지대이며 파란색은 수심이 깊은 곳 도식화되었다. 저질이 사질대에 시설되어 외력에 의한 인공어초 주변이 국부세굴로 인해 최대 2m 가량의 침하가 일어나 매우 불안하게 보이거나 어초가 4단 이상 상적되어 있고 더 이상 침하가 일어나지 않을 것으로 판단되어 어초의 기능은 하고 있는 것으로 조사되었다.

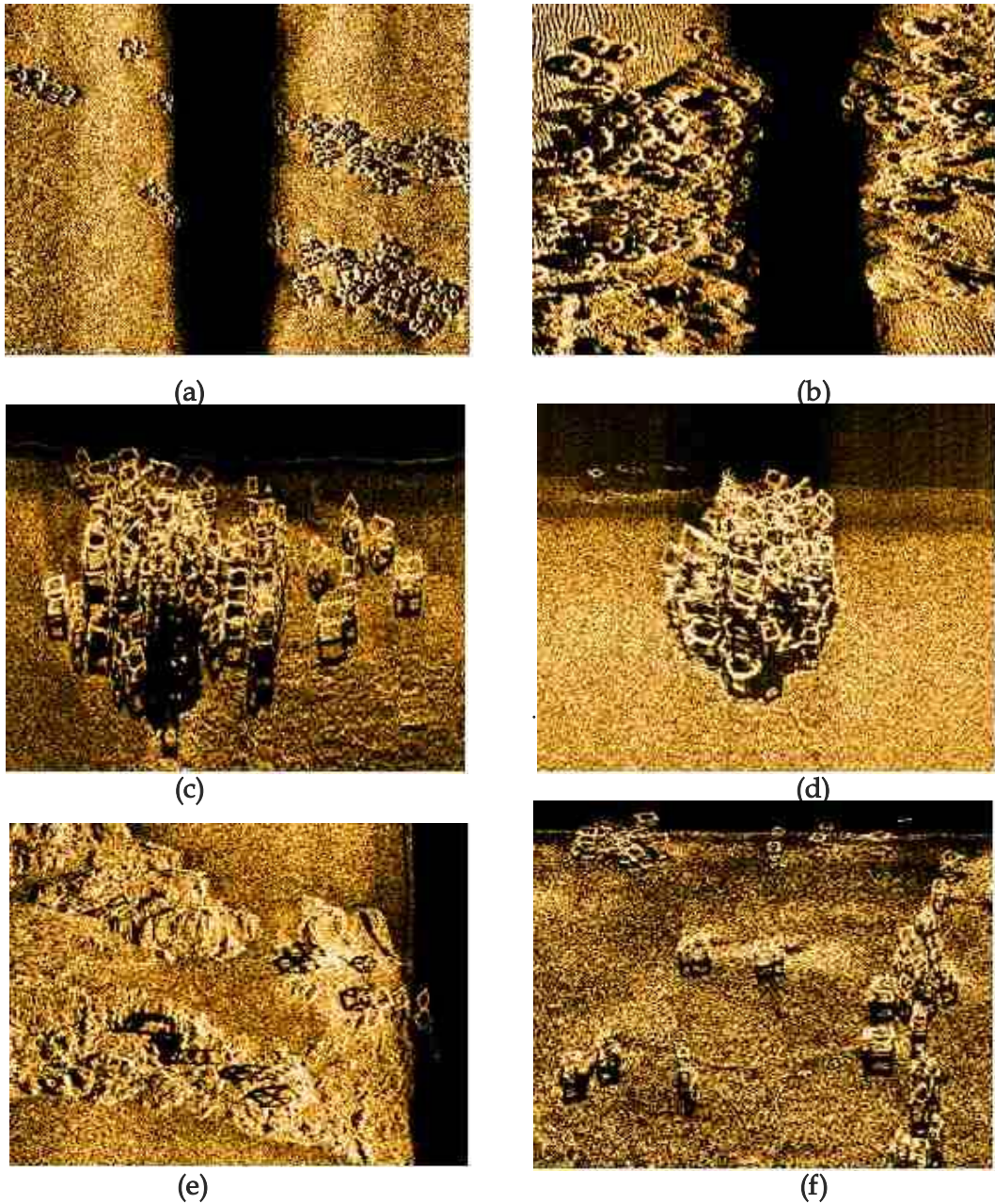
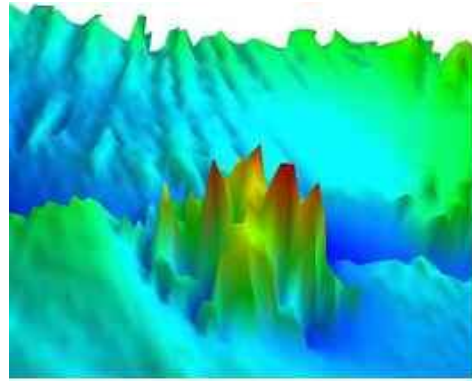


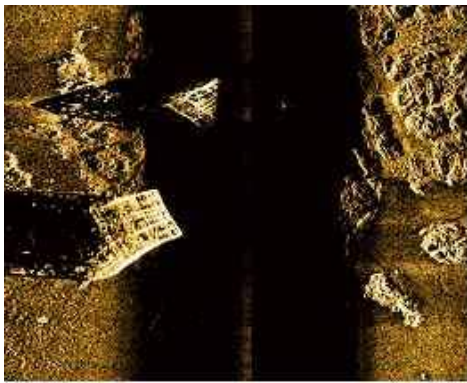
그림 2-2-8. 울진 바다목장 해역에 Side scan sonar로 조사된 인공어초 어장시설상태.



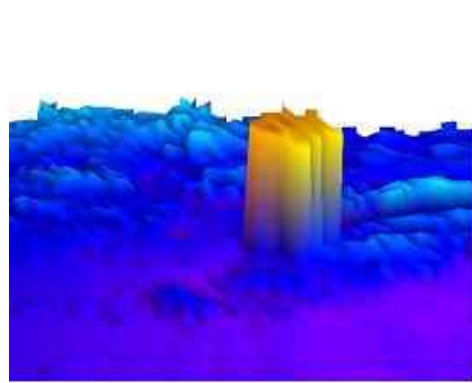
(a)



(b)



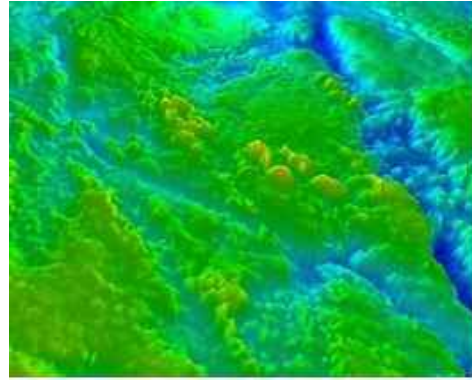
(c)



(d)



(e)



(f)

그림 2-2-9. 울진 바다목장 해역에 Side scan sona와 Multi-beam으로 조사된 인공어초 어장시설상태.

일련번호 10-04번으로 2003년 울진군 평해읍 직산1리 지선에 시설 강제어초어장으로 그림(c)는 Side scan sonar조사 자료이며 그림(d)는 Multi-beam 자료로 붉은색은 상대적으로 높은 지대이며 파란색은 수심이 깊은 곳 도식화 되었다. 저질은 평탄한 암반지대에 시설되어 침하량이 전혀 없으며 인공어초의 시설 상태가 매우 양호하여 수산자원조성이



잘되는 해역으로 조사되었다.

그림 (e), (f)는 일련번호 19-05번으로 2000년 울진군 평해읍 거일2리 지선에 시설된 반구형어초 264개중의 일부분으로 암반 틈에 분산 시설되어 있으며 다른 반구형 인공어초와는 달리 날개로 분산 시설되어 있으며 파랑이나 외력 의해 인공어초 일부가 전도(顛倒)되어 된 어초도 많은 것으로 보아 시설상태가 좋지 않은 것으로 판단된다.

#### 다. 인공어초 부착생물상조사

##### (1) 기반조성지의 부착생물상 조사

울진군 바다목장 해역에서 수심 15m 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류의 출현종은 총 26종이 관찰되었다. 이중 홍조류가 가장 많은 16종(73.3%)이 출현하였고, 녹조류 4종(2.2%), 갈조류 6종(24.5%)이었다.

군집의 종조성은 계절별로 추계(10월)에는 16종 695g/m<sup>2</sup>가 관찰되었으며, 동계에는 9종 245g/m<sup>2</sup>, 5월에는 102종 1,265g/m<sup>2</sup>으로 계절변화가 뚜렷하며, 대체로 홍조류 참곱슬이 많이 관찰되었고, 진두발이 조사기간 내내 관찰되었다. 추계(10월)에는 녹조류인 애기염주말이 가장 많고 떡청각이 소량 관찰되었으며, 갈조류는 큰그물바탕말, 알송이모자반이 주로 서식하였다. 동계(1월)에 발아한 다시마의 유엽이 관찰되었으며 5월에는 알송이모자반이 가장 우점하였다. 홍조류의 경우 추계와 동계 5월 전조사기간에 주로 참곱슬이 가장 우점하였으며 5월 조사결과 참곱슬이 다음으로 두갈래분홍치, 부채분홍잎, 명주지누아리가 주로 서식하고 있었다.

조사지에서의 계절별 출현 해조류의 문별 습중량은 추계(10월)에 총 695g/m<sup>2</sup>이 관찰되었으며, 녹조류 52g/m<sup>2</sup>(7.5%), 갈조류 378/m<sup>2</sup>(54.4%), 홍조류 265g/m<sup>2</sup>(38.1%)로 나타났다. 동계(1월)의 문별 습중량은 총 245g/m<sup>2</sup>이 관찰되었으며, 녹조류는 관찰되지 않았고, 갈조류는 다시마 유엽만 2g/m<sup>2</sup>(0.8%)이 출현하였고, 홍조류가 243g/m<sup>2</sup>(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. 5월에 총 1,276g/m<sup>2</sup>이 관찰되었으며, 녹조류는 1월과 같이 관찰되지 않았으며, 갈조류 211/m<sup>2</sup>(14.3%), 홍조류 1,265g/m<sup>2</sup>(85.7%)로 대부분 홍조류가 서식하고 있었다. 조사지의 계절별 출현 종수는 추계(10월)에 총 16종이 출현하였으며, 녹조류 4종, 갈조류52종, 홍조류 7종이 출현하였다. 동계(1월)에는 총 9종이 출현하였으며, 녹조류는 관찰되지 않았고, 갈조류 1종, 홍조류 8종이 관찰되었다. 5월에는 총 10종으로 1월과 동일하게 녹조류는 출현하지 않았으며 갈조류 2종, 홍조류 8종으로 전 조사기간 동안 개체수 및 습중량은 다른 해조류 문 보다 홍조류가 월등히 많이 출현한 것으로 나타난 것으로 조사되었으며 종조사 해역의 수심 15m에는 주요 우점종이 홍조류로 판단된다(표 2-2-3).



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 등근성계가 우점하는 것으로 나타났으며, 추계(10월)에는 연체동물문인 보말고둥, 뚝뚝이쥘신고둥, 입빨고둥과 극피동물문인 별불가사리, 미끈애기불가사리 그리고 피낭동물문인 우렁쟁이가 주로 출현한 것이 관찰되었고, 동계(1월)에는 절지동물문인 집게과의 집게류와 연체동물문인 보리무룩, 돼지고둥, 극피동물문의 아펠불가사리, 말뚝성계와 피낭동물문인 우렁쟁이가 많이 출현한 것으로 관찰되었다(표 2-2-4).

표 2-2-3. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 해조류 종조성 및 습중량(g/m)

출 현 종	조 사 장 소	후 포			
		2004. 10월	2005.1월	2005. 5월	2005. 11월
<b>녹조류</b>					
떡청각 <i>Codium adhaerens</i>		2			3
참홀파래 <i>Monostroma nitidum</i>		9			3
애기염주말 <i>Chaetomorpha aerea</i>		22			15
사카이대마디말 <i>Cladophora densa</i>		19			7
계		52			28
<b>갈조류</b>					
야키시리구멍쇠미역 <i>Agarum cribrosum</i>		7		11	11
다시마 <i>Laminaria japonica</i>			2		
알송이모자반 <i>Sargassum confusum</i>		40		200	4
참그물바탕말 <i>Dictyota dichotoma</i>		4			2
큰그물바탕말 <i>Dictyota maxima</i>		293			200
팽생이모자반 <i>Sargassum horneri</i>		34			50
계		378	2	211	267
<b>홍조류</b>					
나도평꼬리 <i>Delisea fimbriata</i>			25		11
넓은게발 <i>Amphiroa dilatata</i>	5				3
난쟁이게발 <i>Amphiroa misakiensis</i>			3		
방향게발혹 <i>Marginisporum aberrans</i>	14		16		11
둘레게발혹 <i>Marginisporum crassissima</i>			15	4	
개지누아리 <i>Grateloupia prolongata</i>			5		
명주지누아리 <i>Grateloupia sparsa</i>	20			182	25
얼룩도박 <i>Halymeniopsis dilatata</i>	9				8
벚붉은잎 <i>Callophylis japonica</i>			1		
참곱슬이 <i>Plocamium telfairiae</i>	130	170		518	200
진두발 <i>Chondrus ocellatus</i>	62	8		91	80
깃꼴서실 <i>Laurencia pinnata</i>	25				
두갈래분홍치 <i>Rhodymenia intricata</i>				227	
붉은분홍치 <i>Rhodymenia petusa</i>				18	
부채분홍잎 <i>Acrosorium flabellatum</i>				5	
갈래분홍잎 <i>Acrosorium uncinatum</i>				220	
계		265	243	1265	338
<b>합 계</b>		<b>695</b>	<b>245</b>	<b>1476</b>	<b>633</b>

표 2-2-4. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 종조성 및 습중량(g/m)

출 현 종	조 사 장 소	후 포				
		2004.10월	2005. 1월	2005.5월	2005.11월	
절지	집게과 Paguridae		19 (5)			
동물	빨게류 <i>Hyastenus</i> sp.		- (1)			
	<i>Paguristes japonicus</i>			33 (44)		
	<i>Pagurus middendorffii</i>			1 (1)		
	두꺼비게 <i>Hyas coarctatus</i>			1 (6)		
	빨물맞이게 <i>Pugettia quadricens</i>			1 (1)		
	계		19 (6)	36 (52)		
연체	보말고둥 <i>Omphalius rusticus</i>	192 (13)			149 (10)	
동물	뚝뚝이짚신고둥 <i>Crepidula onyx</i>	111 (7)		16 (3)	94 (6)	
	입빨고둥 <i>Ceratostoma burnetti</i>	135 (11)		1 (2)	148 (15)	
	보리무룩 <i>Mitrella bicincta</i>		1 (3)	10 (3)		
	돼지고둥 <i>Siphonalia cassidariaeformis</i>		42 (1)		70 (2)	
	군소 <i>Aplysia kurodai</i>			1 (23)		
	팔알고둥 <i>Homalopoma nocturnum</i>			31 (25)		
	흰삿갓조개 <i>Acmaea pallida</i>			2 (2)		
	관절매물고둥 <i>Neptunea arthritica</i>			2 (102)		
	매끈이고둥 <i>Kelletia lischkei</i>			3 (54)		
	얼룩고둥 <i>Cantharidus callichroa callichroa</i>			6 (1)		
	긴빨매물고둥 <i>Searlesia fuscolabiata</i>			1 (1)		
	방석고둥 <i>Tristichotrochus unicus</i>			2 (2)		
	각시언챙이고둥 <i>Inquisitor japonica</i>			1 (1)		
	살조개 <i>Notochuone jedoensis</i>			1 (1)		
	홍합 <i>Mytilus coruscus</i>			1 (1)		
	계		438 (31)	43 (4)	78 (221)	461 (33)
	극피	별불가사리 <i>Asterina pectinifera</i>	26 (1)		2 (157)	30 (1)
동물	미끈애기불가사리 <i>Henricia leviuscula</i>	18 (1)				
	아펠불가사리 <i>Aphelasterias japonica</i>		22 (1)	2 (69)	44 (2)	
	꼬리아펠불가사리 <i>Aphelasterias japonina torquata</i>	172 (4)			80 (2)	
	말뚝성게 <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>		1 (2)			
	둥근성게 <i>Strongylocentrotus nudus</i>	592 (7)	143 (1)	10 (1,138)	660 (9)	
	아무르불가사리 <i>Asterias amurensis</i>			1 (50)		
	돌기해삼 <i>Stichopus japonicus</i>			5 (650)		
	계		808 (13)	166 (4)	20 (2064)	814 (25)
피낭	우렁쉥이 <i>Halocynthia roretzi</i>	97 (2)		2 (51)	150 (3)	
동물	우렁쉥이류 <i>Halocynthia</i> sp.		279 (4)			
	미더덕 <i>Styela clava</i>			4 (77)		
	계		97 (2)	279 (4)	6 (128)	150 (3)
합 계		1,343 (46)	507 (18)	140 (246)	1,425 (61)	

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 둥근성게가 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 2-2-10).

조사 해역의 각 문별 출현 개체수는 추계(10월)의 경우 연체동물문의 보말고둥이 13개체로 가장 많은 개체수가 출현하였고 그 다음으로 입빨고둥이 11개체, 극피동물문의 둥근성게가 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 2-2-11).

조사해역의 부착동물의 습중량을 보면 추계(10월)의 경우 극피동물문이 전체 습중량의 60%를 차지하였는데 이는 둥근성게가  $592\text{g}/\text{m}^2$ (44.1%)으로 대형 개체가 많이 서식하고 있기 때문인 것으로 보인다. 그 다음으로 연체동물문의 보말고둥이과 입빨고둥이 각각  $192\text{g}/\text{m}^2$ (14.3%),  $135\text{g}/\text{m}^2$ (10.1%) 순으로 많이 서식하고 있는 것으로 나타났다. 동계(1월)의 경우 피낭동물문의 우렁쟁이류가  $279\text{g}/\text{m}^2$ (55%)로 나타나 전체 습중량의 55%를 차지하였고, 극피동물문의 둥근성게와 연체동물문의 돼지고둥이 각각  $143\text{g}/\text{m}^2$ (28.2%),  $42\text{g}/\text{m}^2$ (8.3%) 순으로 나타났다(그림 2-2-12).

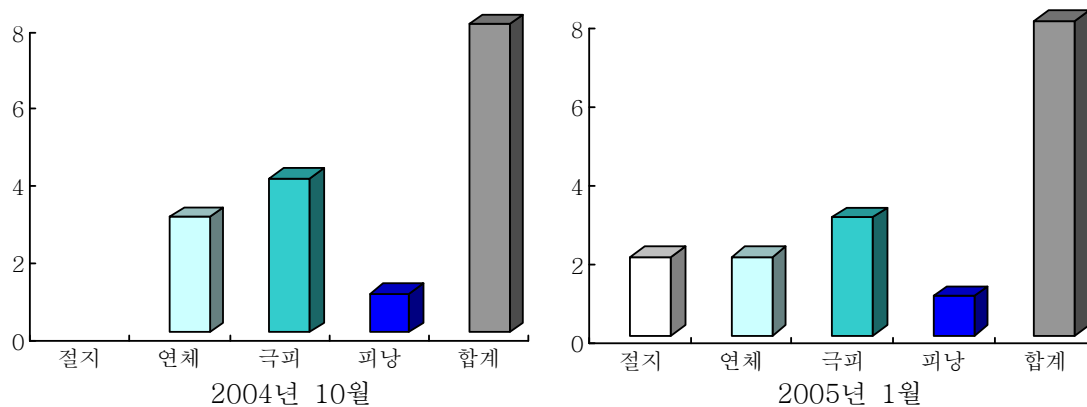
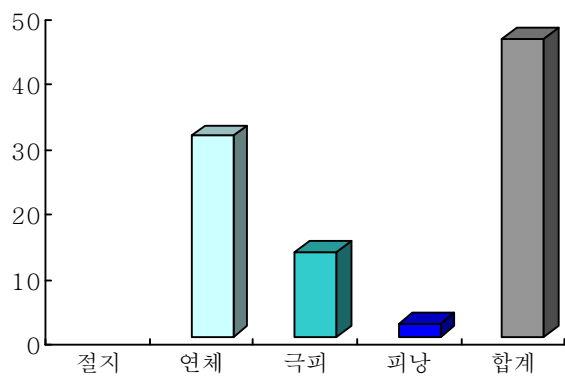
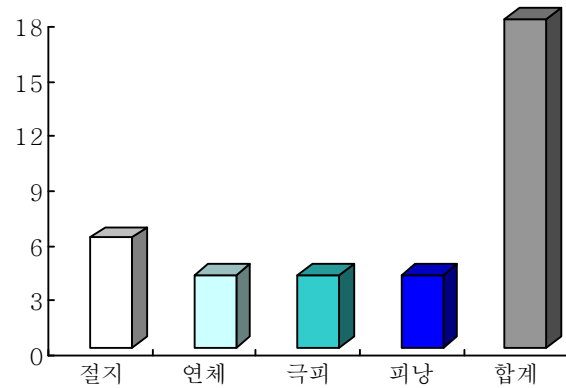


그림 2-2-10. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 계절별 출현종수



2004년 10월



2005년 1월

그림 2-2-11. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 출현 개체수.

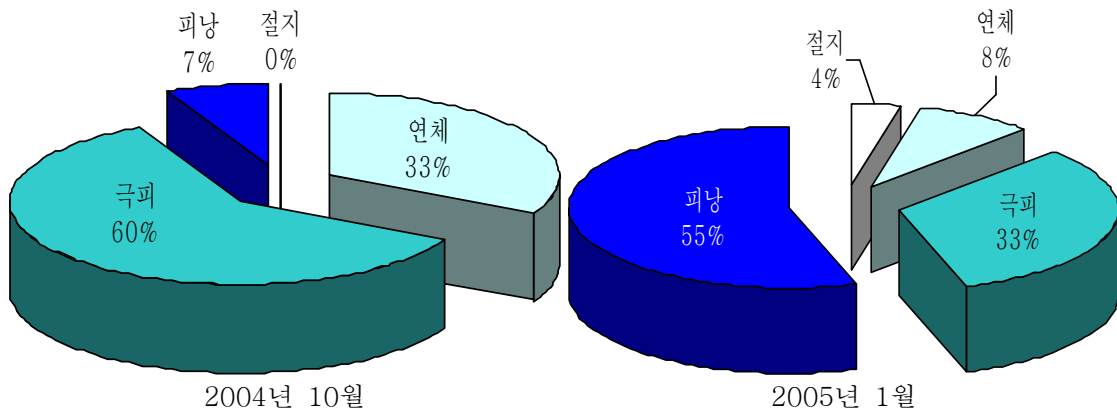


그림 2-2-12. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초에 부착 서식하는 동물의 습중량.



그림 2-2-13. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경(2004년 10월).





그림 2-2-14. 울진 바다목장 해역에 시설된 인공어초 어장의 수중광경(2005년 1월).

## 라. 일반어초 현황 및 인공어초 시설 적지

### (1) 일반어초 현황 및 시설수량 및 단가

현재까지 개발된 인공어초는 총 30종(표 2-2-5)의 시설량과 시설방법은 인공어초시설 사업집행 및 관리규정 제17조 시설기준에 의하면 어류용 인공어초는 16ha를 1개 단지로 하여 단지의 중앙 1ha에 어초기본시설도와 같이 집중 시설하되, 단지간의 거리는 300m이상 되도록 하며, 1개단지당 시설기준은 총 용적 800m<sup>3</sup> 시설을 원칙으로 하되, 수심 등 해역여건 등을 감안하여 800~2,400m<sup>3</sup>이내의 시설이 필요한 경우 시·도지사는 수과원장에게 조사를 의뢰할 수 있으며, 수과원장의 조사의견에 따라 시설제한 범위내에서 1개단지당 시설물량을 조정할 수 있으며, 어류용 어초 1개의 용적이 100m<sup>3</sup>이하인 어초를 분산하여 시설할 경우 어초간의 거리는 가장 큰 변 길이의 4~6배로 하여 시설하고 있다

표 2-2-5. 우리나라 일반어초 현황(1971~2005년)

어 초 명 칭	규 격	용 도	재 질	개당단가 (천원)	시설방법
사각어초	2.0×2.0×2.0m	어 류	콘크리트	459	집중
잠보형어초	6.8×5.0×5.97m	어 류	콘크리트	3,240	단독
원통형어초	φ 1.8×2.0m	패조류	콘크리트	308	집중
반구형어초	φ 2.0×1.3m	패조류	콘크리트	442	병렬
육각어초	6.0×5.2×3.0m	어 류	콘크리트	2,965	"
요철형어초	2.5×2.0×1.5m	패조류	콘크리트	626	"
육교형어초	2.4×2.4×1.2m	패조류	콘크리트	660	"
빨삼각형어초	1.4×1.3×1.5m	패조류	콘크리트	389	"
방갈로형어초	2.2×2.2×1.4m	패조류	콘크리트	1,039	"
반원가지형어초	5.0×3.45×2.85m	어패류	콘크리트	4,003	"
신요철형어초	2.45×2.0×1.5m	패조류	콘크리트	990	"
2단상자형강제어초	14.0×14.0×9.0m	어 류	강 제	68,940	단독
상자형강제어초	9.0×9.0×10.2m	어 류	강 제	77,269	"
연약지반용강제어초	10.0×10.0×2.0m	어 류	강 제	30,480	"
강제침선어초		어 류	강 제	46,584	"
상자형어초	3.0×3.0×3.0m	어 류	콘크리트	4,592	"
어패류용세라믹어초	2.33×2.44×1.5m	어패류	황토·패각	7,290	병렬
패조류용대형세라믹어초	3.02×3.45×1.8m	패 류	황토·패각	8,593	"
패조류용어초	2.0×2.0×1.15m	패 류	콘크리트	-	"
강제증식어초	6.0×4.0×1.0m	어패류	강제·석재	-	"
대형강제어초	12.0×12.0×8.0m	어 류	강 제	89,976	"
사각전주어초	3.64×3.64×3.64m	어 류	콘크리트	2,161	"
대형전주어초	3.22×3.66×7.5m	어패류	콘크리트	5,59	"
중형연약지반용강제어초	9.0×9.0×4.0m	어 류	강 제	-	단독
팔각반구형대형강제어초	13.5×9.0m	어 류	강 제	-	"
팔각반구형중형강제어초	12.8×6.0m	어 류	강 제	-	"
팔각반구형소형강제어초	12.5×4.0m	어 류	강 제	-	"
폴리콘어초	9.5×12.0×5.5m	어패류	PE, 황토, 강제	-	"
아치형어초	2.9×2.4×1.4m	패조류	콘크리트	-	병렬
원통2단강제어초	11.0×11.0×13.2m	어류용	강 제	-	단독

패·조류용어초는 제13조의 규정에 의하여 선정된 시설예정수역 4ha를 1개단지로 하여 병렬로 시설하여야 하며, 단지당 시설면적은 시설된 어초가 해저와 접촉하는 면적을 기준으로 1,000m<sup>2</sup> 이내로 시설한다라고 규정되어 있다.

## (2) 인공어초 시설 적지

울진바다목장 조성 대상면적이 2,500ha로 1971년부터 현재까지 인공어초 면적은 1,505ha로 인공어초가 시설되어 있지 않은 해역은 995ha로 연안가까이에 시설될 연안용인공어초가 시설되어 있지 않으므로 암반과 사질이 인접한 곳에 인공어초를 집중적으로 시설하여 바다목장내 수산자원 조성에 기여하여야 할 것으로 판단된다(표 2-2-6).

인공어초 시설상태 등을 면밀히 분석하여 기 시설되어 있는 인공어초 어장에도 인공어초를 보강 시설하여 인공어초 어장의 기능을 극대화할 수 있는 방안이 있다.

표 2-2-6. 울진바다목장 인공어초 시설현황 적지조사 면적

구 분	울진바다목장 대상면적	인공어초 시설가능지			비고
		계	어초 시설면적	미시설면적	
대상면적	2,500	2,500	1,505	995	중복 시설이 가능

## 마. 동해 특성을 고려한 인공어초 어장 조성방안

### (1) 패·조류용 어초어장 조성방안

속초 바다목장 후보지의 해저 지형의 특성은 암반이 잘 형성되어 있으나 그 면적이 극히 제한적으로 그 주위에 사질대가 발달되어 있어 연안 어업인의 소득원인 미역, 다시마, 모자반 등 경제성이 높은 대형 해조류의 서식장이 많지 않다. 그러므로 대형해조류의 부착기질인 패·조류용 인공어초를 연안 15m미만 수역에 대량으로 시설하여 연안 고유 정착성어류의 산란 서식장을 제공하고 패·조류의 서식환경을 개선, 보강하여 연안어업인의 소득증대에 기여하여야 한다.

패·조류용 인공어초는 패·조류 서식 공간을 제공하기 위하여 표면적이 넓고 연안의 생산성이 높은 15m 미만에 시설하므로 파랑에 대하여 전도 이동에 대하여 안정한 구조를 가져야 한다. 그리고 동해연안에 주로 서식하는 전복, 성게 등 대상 패류의 습성에 적합한 구조를 가지기 위해서는 작은 틈과 홈이 산재해 있는 구조를 가진 인공어초를 개발하여야 한다.

또한, 동해연안은 제주도와 같이 백화현상 등과 같은 천연 재해가 심한 해역으로 해조류용 어초를 개발하여 사막화되어 가고 있는 동해안에 적합한 해중립 조성용 인공어초를



개발하여야 한다. 해중립 조성용 어초를 개발하기 위해서는 해조류의 포자를 이식하는 방법을 강구하여야 하는데 그 방법으로는 종사를 감거나 유주자 방출시기에 해조류의 모근을 망태에 담아 어초에 이식하거나 인공어초의 시설시기를 해조류의 유주자 방출시기를 고려하여 시설하여야 한다. 해조류의 부착시기를 이용하려면 인공어초 제작 사업시기를 조절하여야 하는데 그렇게 하기 위해서는 인공어초 제작고 투하 시설을 이원화하여 인공어초를 시설하여야 한다.

동해안의 주요 수산물인 문어, 오징어의 산란장을 제공하기 위한 산란초를 개발하여 연안에 집중적으로 시설, 수산자원 조성에 기여하여 어업인 소득증대에 기여할 수 있다.

## (2) 어류용 어초어장 조성방안

동해형 바다목장에 적합한 어류용 인공어초는 동해 연안 주요 서식종인 도다리, 불락, 우럭, 돌돔, 가자미, 쥐치, 쥐노래미, 용치놀래기, 망상어 등의 서식에 적합한 구조를 가진 인공어초를 시설하여야 한다. 이들 어류 중 도다리, 가자미류 등 저서성 어류는 인공어초를 저면에 넓게 시설하면 좋은 효과를 보이고 불락, 우럭, 쥐치, 쥐노래미 등은 인공어초 구조가 태구조 형상을 가지면서 내부구조가 복잡한 인공어초를 선호한 경향이 있다.

인공어초 부재의 폭이 0.15m이상으로 유체 자극면적이 크고 먹이생물인 동물성 부착생물이 부착해 있으면 먹이를 먹기 위해 모여드는 쥐치, 돌돔 등은 1~2m내외의 공간이 많으며 복잡한 구조의 인공어초가 적합하다.

또한 동해안의 연안은 자연 암반이 많이 산재해 있어 인공어초를 자연암반과 연계하여 균으로 어초 어장을 조성하면 연안의 다양한 어종이 서식하기에 적합하리라 판단된다.

회유성 어류를 대상으로 인공어초 어장을 조성할 경우는 인공어초를 쌓거나 대형 강제어초를 적당한 높이를 유지 시설하면 표·중층까지 유동환경의 변화를 주어 회유성 어류 서식에 적합하다. 강한 접촉자극을 필요로 하거나 항상 몸의 일부를 인공어초 표면에 접촉시키는 I형 어류는 겉보기 용적인 공간용적이 큰 어초를 선호하고 몸을 거의 어초에 접촉시키지는 않지만 아주 가까운 거리에 인공어초를 필요로 하는 어류인 II형 어류는 투영면적을 크게 설치하여야 한다.

인공어초 어장을 조성하기 위해 1971년부터 시설된 인공어초 어장은 인공어초시설사업 집행지침 및 관리규정에 의거하여 16ha를 1단지로 하여 1단지에 800m<sup>3</sup>의 인공어초를 시설하여 어류의 행동 특성과 사회·경제성을 고려하여 1971년부터 시설되었다. 현재 속초, 강릉의 바다목장 후보지 해역내에 시설된 인공어초 시설량은 이미 시설이 완료된 것으로 되어 있으나 동해안 특성을 고려하여 현재 시설상태를 관찰하여 보강·재시설 유무를 판단하여 어초어장을 재정비하는 것이 급선무라고 생각된다.

### (3) 수중레저용 어초어장 조성방안

동해형 바다목장 후보지의 해역은 대부분 모래가 많은 것이 특징인데 이러한 모래지대는 수중경관이 황량한 모래벌판으로 수중관광을 유도하기에는 매우 불리하다. 이러한 모래지대에 적합한 인공어초는 파도등과 같은 외력에 의한 세굴침하가 적고 볼거리와 수산자원조성의 효과가 높고 안정성이 높은 구조이어야 한다.

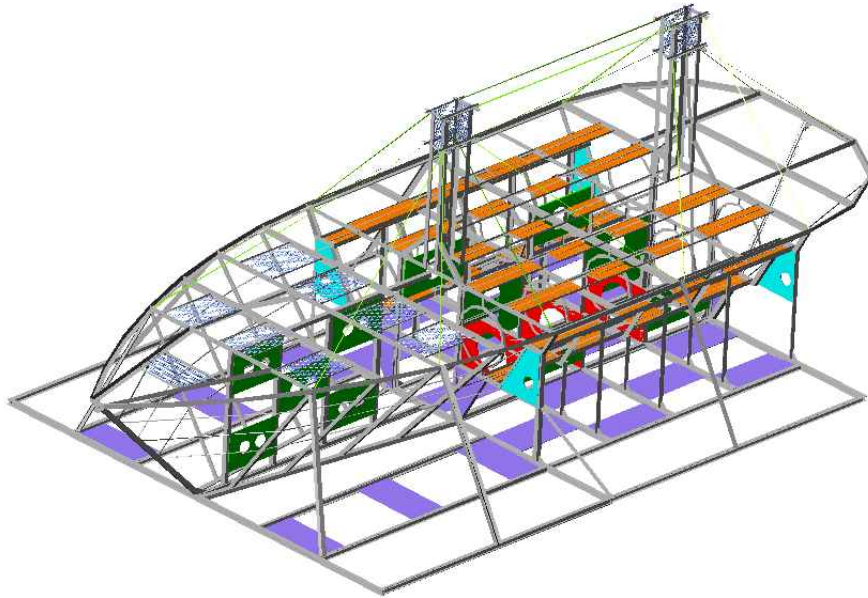


그림 2-2-15. 동해안 모래지대에 적합한 레저형 인공어초 모델.

수중레저활동을 위한 형상을 가진 어초로서 수중생태공원을 조성 어촌관광을 활성화를 위한 어초 모델은 그림 2-2-15와 같이 스킨스쿠버들의 호기심을 유발하는 형상을 가지고 상부 로프, 내부터널 등 스킨스쿠버들의 활동공간을 제공하고 어초의 크기가 크기 때문에 Openwater교육은 물론 Advanced까지 다양한 다이버를 포용할 수 있다. 그리고 인공어초 재료가 친환경적이어야 하므로 강재와 환경친화적인 세라믹판을 이용하여 해양자원조성에 효과가 매우 높을 것으로 판단되는 구조의 인공어초를 개발하여야 한다.

해역 특성에 적합한 인공어초를 개발하기 위해서는 친환경 소재의 발굴과 수리역학적인 특성을 수산공학적 해석에 의한 인공어초 개발이 중요하다. 그러기 위해서는 우선 환경친화적인 재질을 이용함으로써 해조류 및 산호류의 부착 효과가 기초생산성을 높여 어류의 서식환경을 개선하고 충분한 그늘을 제공하여 어류의 서식 및 휴식처를 제공하고 이고 복잡한 내부구조로서 설계하여 와류 및 음향효과를 유발하여 어류 위집에 효과가 높은 인공어초를 개발하기 위해서는 충분한 검토가 있어야 한다고 생각된다.

이렇게 개발되어 조성된 인공어초 어장은 제주도과 유사하게 물이 맑아 투명도 높은

동해안은 해중림 조성이 용이하여 바다숲이 어류 뿐만 아니라 수중관광객을 모이게 하는 효과가 있다. 그리고 해조류가 서식하지 않는 수심에도 부착동물인 석산호, 부채빨산호, 말미잘, 보라멍게 등이 많이 서식하고 있어 동해를 찾아오는 관광 레저용 스쿠버인들에게 좋은 상품을 제공하여 많은 수중관광객이 모일 것으로 생각된다.

#### (4) 해중림 조성 방안

동해형 바다목장 후보지에 시설할 해중림조성용 어초를 개발하기 위해서는 해조류의 포자를 이식하는 방법이 가장 우선적으로 강구되어야 한다. 종사를 감거나 유주자 방출시기에 해조류의 모근을 망태에 담아 어초에 이식하거나, 패조류용 인공어초를 시설하여 해중림을 조성하는 방법이다. 이 방법은 패조류용 어초를 보상심도보다 얇은 수심에 부착기질을 제공하는 기능을 하기 때문에 유용해조류 및 기타 부착생물의 서식이 용이하게 된다.

패조류용 어초의 시설 시기는 성숙해조의 유주자 및 포자의 방출시기를 고려하여 시설하는 것이 중요한 요소이다. 그러나 현재 인공어초 시설사업은 유주자 방출시기 등을 고려하지 않고 연말에 집중적으로 인공어초를 시설함으로써 그 효과가 반감되는 결과를 낳고 있고 그 효과를 극대화하기 위해서는 인공어초 시설시기를 앞당기고 장소, 재질, 안정성, 형상등을 종합적으로 고려하여 시설하는 것이 타당하다.

그리고 유주자 등이 부착할 수 있는 기질을 제공한다 하더라도 부착면의 강도가 약할 경우 감태와 같은 대형해조류는 파랑 등과 같은 외력에 쉽게 탈락하는 경우가 있으며 이것을 보완하기 위해서는 경도가 높은 안산암과 바이오세라믹 등과 같은 재질로 인공어초를 개발, 보강함으로써 어초강도와 유주자의 부착력을 높여 해중림 조성에 효과적이다. 또한 기질의 표면을 거칠게 하고 홈을 만들어 패류의 은신처를 만들어줌으로써 수산생물 자원 재생에 기여하는 복합기능의 인공어초를 개발하여야 한다.

보다 직접적인 해중림 조성을 위한 인공어초 제작방법으로는 어초에 모근이나 종사를 부착 시설하여 해조류의 이식을 도모하고 다공질의 소형 부착기질을 개발하여 유주자 방출시기에 포자가 부착하게 한 후 중간육성장에서 집중적으로 관리하는 것이 중요하며 인공어초 시설시기에 소형부착기질을 어초에 부착하여 해조류의 부착효율을 높일 수 있는 인공어초를 제작하여야 한다.

근래에 동해안과 제주도 연안에서 심각하게 나타나고 있는 갯녹음 현상은 연안이 사막화되어가는 일종의 자연재해로 이를 극복하기 위해서는 해중림 조성용 인공어초를 개발·시설하는 것이 반드시 필요하다.

해중림 조성용 시설 사업은 인공어초 조성사업과 더불어 전반적인 정책방향을 미래 지향적인 관점에서 제시하면, 첫째, 연안어장의 인공어초 사업은 생물 생태적 특성에 맞게 조성하는 것이다. 즉 지금까지 인공어초 사업은 인공어초의 매몰 및 유실을 방지하는데

치중하였으나, 앞으로는 생물 생태적 관점에서 적지를 재조사하고 사업의 규모 등을 재조정하여 생산성을 향상시켜야 한다. 인공어초 어장의 규모 결정기준을 현재 면적 당 몇 개라는 식의 일률적인 기준에서 자원상태, 어장 조성의 물리적 조건 및 사회경제적 여건 그리고 인공어초 어장의 조성목적 및 목표량에 따라 결정될 수 있도록 기준을 변경하여야 한다. 대부분 단위 인공어초 어장이 인공어초 어장으로서의 기능을 발휘하기엔 너무 규모가 적고 단순하여 효과를 상당히 떨어뜨리고 있기 때문이다.

둘째, 인공어초를 다양화하여 자원조성 효과 및 사회경제적 효과를 극대화하는 것이다. 이러한 다양화 방안으로는 ①재질의 다양화 ②어초 형태의 다양화 ③배치구조의 다양화 등이다. 목적형 인공어초, 다양한 재질의 인공어초의 개발 및 사후관리를 위하여 인공어초 사업 예산의 일정비율 확보하는 방안이 필요하다.

셋째, 인공어초 사업과 다른 수산자원조성사업을 연계하여 종합적으로 사업이 실시되어야 한다는 것이다. 즉 수산종묘방류 및 바다목장사업은 인공어초 사업과 연계 실시할 때 그 효과가 훨씬 클 것이다.

넷째, 집행단계의 개선사항으로서 제작 및 투하의 공정성 및 성실성을 확보하기 위하여 관 주도보다는 민간주도를 유도하여 시장경제 원리에 입각한 책임을 물을 수 있는 제도적 보완이 필요하며, 인공어초 개발에 주력할 수 있도록 전문 인공어초 제작업체를 발굴 육성시킬 수 있는 인센티브제도 방안을 연구할 필요가 있다.

다섯째, 목적형 인공어초 어장을 조성하는 것이다. 동 사업이 경제적 이익을 극대화하기 위한 투자사업인 만큼 보다 사업효과를 극대화시키기 위해서는 한정된 투자자금을 집약적으로 사용하는 것이 필요하다. 그러한 방법으로서 인공어초 사업의 목표를 분명하게 설정하고 그에 맞는 적지선정, 어초형태 및 수량을 결정하여 사업추진을 행하는 것이 바람직하다.

## 제 3 절 해중림 조성

### 1. 서론

연안 생태계에서 해조류는 계의 주요한 일차 생산자로서 물질순환의 중심을 이루고 있을 뿐만 아니라, 어류 또는 무척추동물에 포함한 다양한 분류군의 서식공간으로서 군집의 이차생산력을 높이는 역할을 하고 있다. 그러므로 바다목장과 같이 생태계를 효율적으로 이용하고자 하는 사업에 있어서는 인위적으로 해중림 조성에 노력해 왔다.

해중림 조성에 있어 대상이 되는 종은 주로 대형 갈조류들이다. 이들은 첫째 상대성장이 크므로 인해 단위 시간당 물질생산력이 높아 해당 생태계에 필요한 물질을 상대적으로 많이 제공하며, 둘째 개체의 크기가 크므로 인해, 모여 살 경우, 큰 숲을 이루어 주요 수산자원이 되는 어류에게 포식자로부터 숨어 있을 공간을 제공해 주며, 셋째 개체의 형태구조가 복잡함으로 인해 표면부착생물의 착생율을 증가시켜 생물종의 다양성 증대 및 이를 먹이를 삼는 어류의 생물량 증대를 유도한다.

해중림을 보다 효율적으로 조성하기 위해서는 체계적인 연구 흐름이 필요하며, 연구의 흐름은 다음과 같이 크게 일곱 단계로 구분할 수 있다. 첫째 바다목장해역의 해조군집을 광범위하게 조사함으로써 해중림을 이룰 수 있는 해조류의 선정, 둘째 이들 해조류의 생물학적 특성과 생태(생활사, 성장양상, 번식주기, 공간분포, 개체군 동태 등) 파악, 셋째 이들 해조류가 해중림에 적합한 종인가에 대한 평가, 넷째 이들 해조류의 종묘생산 및 이식하는 방법결정, 다섯 번째 해중림 조성의 최적 장소의 선정, 여섯 번째 조성된 해조장의 효과검정, 그리고 마지막으로 조성된 해중림의 지속적 관리 및 보전이다.

1단계 2차년도에 해당하는 금년도의 연구내용은 2단계에서 본격적으로 수행될 울진해역에서의 해중림 조성사업을 위해 해조류가 서식할 수 있는 적지(수심)를 파악하는데 집중하였다. 이를 위해 첫째, 울진해역에 살아가는 주요 해조류의 광합성 특성(P-I curve 및 보상광도)을 밝혔고, 둘째 울진해역의 광량분포를 현장조사를 통해 해석하였고, 셋째 이 두 가지를 종합적으로 해석하여 향후 해중림이 조성될 수 있는 적합 수심을 결정하고자 하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 주요종의 광합성특성

주요종의 광합성은 통영바다목장사업을 통해 얻어진 자료를 활용하였다. 통영바다목장 사업에서는 통영연안의 해조류를 대상으로 광합성 특성을 조사하였기 때문에 울진바다목장해역에 흔하게 분포하지 않는 종들이 있다. 따라서 자료 중 울진해역에 적합한 종(구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 미역(*Undaria pinnatifida*), 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 우뚝가사

리(*Gelidium amansii*), 개도박(*Pachymeniopsis lanceolata*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*), 사이다가시우무(*Hypnea saigdana*), 분홍잎류(*Acrosorium spp.*)만을 선별하여 기술했다. 통영해역에서의 광합성 측정방법은 다음과 같다. 광합성은 장두도 해조군집에서 우점하는 해조류를 대상으로 매월 측정하였다. 군집을 이루는 각 구성종은 계절적 소장에 의해 생체량이 변동하며, 또 이에 의해 군집의 우점종이 변화하므로 매월 광합성을 측정한 종은 일정하지 않았다. 자료정리는 1998년 5월부터 현재까지 매월 조사된 결과를 연도를 구분하지 않고 월별로 취합하였다. 그러므로 매월 조사된 자료는 해당되는 그 달의 반복실험자료 및 보완실험자료에 해당한다.

광합성률은 산소명암병(light and dark bottle oxygen method)으로 측정하였다(Gerard 1986). 즉, 채집한 시료에 부착한 이물질을 깨끗이 제거한 후, 종류에 따라 50~150 g-wwt.의 시료를 투명한 비닐(용량: 20 l, 두께: 0.1mm)에 담고 해수를 채워, 여러 수심에서 배양하였다. 월별로 해수의 투명도가 달라졌기 때문에, 배양수심과 그로 인한 배양광량이 매월 일정하지 않았다. 배양하기 전에는 LI COR-1400 광량계를 이용하여 각 수심별 광량을 측정하여, 수심별로 도달할 수 있는 광량과 소광계수( $K$ )를 파악하였고, 이를 토대로 배양수심을 결정하였다. 배양은 대개 0~15m 사이에서 이루어졌다. 배양 중에는 광량계를 이용하여 해수면으로 도달하는 광량을 측정하였고, 이 값에 소광계수( $K$ )를 곱하여 배양시간 동안 배양 수심별 광량을 추정하였다. 배양시간은 1시간을 기준하였다. 배양 후에는 시료를 들어내고, 비닐내부에서 일어난 산소량의 변화를 측정하였다. 호흡량은 시료를 검정비닐에 투입하여 수심 5m에서 1시간 배양하여, 용존산소의 변화를 측정하였다. 용존산소량은 D.O meter (model: YSI-200)와 Winkler법 두 가지를 이용하여 측정하였다. 사용한 시료는 실험실로 운반하여 70~80°C에서 48시간 건조하여 건조량을 측정하였다. 광합성률과 호흡률은  $\text{mg O}_2 \cdot \text{gdw}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 나타내었고, 배양용기 내 산소량의 변화는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$P_n = (\text{water volume} \times (\text{final } [O_2] - \text{initial } [O_2])) / (\text{incubation period} \times \text{blade weight}) \dots \dots \dots (1)$$

자료는 다음과 같이 처리하였다. 매월 각 우점종에 대한 광합성률을 연도 구분 없이 월별로 모아 P-I 특성을 구하였다. 호흡률은 월별 평균치를 이용하였다. 그러므로 매월 조사된 자료는 해당되는 월의 P-I 특성을 알기 위한 반복실험(duplicates) 자료에 해당한다.

각 종의 계절별 P-I 특성에 있어서는 광저해 현상이 없었기 때문에, 자료를 Webb *et al.* (1974)의 광합성 모델에 적합시켜 P-I 매개변수를 구하였고, 비선형회귀의 유의성은 분산분석(ANOVA)으로 검정하였다.

$$P_g = P_{gmax} \cdot (1 - \exp[-I/I_k]) \dots \dots \dots (2)$$

여기서  $P_g$ 는 총광합성량,  $P_{gmax}$ 는 포화광도에서의 최대총광합성량,  $I$ 는 광량( $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ), 그리고  $I_k$ 는 포화광량을 나타낸다.

### 나. 광량분포

광량은 2005년 10월 울진바다목장해역의 복단에 위치한 구산으로부터 남단에 위치한 후포까지 10, 20, 30, 40, 50m 등 수심을 따라 각 4개씩의 조사지점을 선정하고, 각 지점에서는 consine-corrected underwater PAR sensors (LiCor LI-1400)을 이용하여 표층과 수심 1, 3, 6m에서 3분간의 photosynthetic photon flux density를 누적하여 측정된 후, 소광계수(k)를 Beer-Lambert expression ( $I_z = I_s \times e^{-kz}$ )으로 구하였다. 그런 다음 관측시간 중 측정된 일사량을 이 식에 대입하여 5, 10, 15, 20m에 도달할 수 있는 광량을 계산하였다.

## 3. 결과

### 가. 주요종의 광합성 특성

1998년 5월부터 2000년 6월까지 산소명암법으로 현장에서 구한 주요 우점종의 광합성을 토대로 연도에 상관없이 월별로 구한 P-I curve를 그림 2-3-1~6과 같고, P-I curve를 토대로 구한 매개변수는 표 2-3-1과 같다. 미역(육안으로 식별될 크기의 포자체)은 대개 12월부터 이듬해 6월까지 분포하는데 매월 측정된 총광합성량( $P_{max}$ )은 10.46~38.31  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률(Respi.)은 0.25~2.55  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다. 팽생이모자반은 10월부터 이듬해 4월까지 분포하며 매월 측정된 총광합성량은 5.19~18.54  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률은 0.37~2.47  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다. 개도박은 연중 출현하며 매월 측정된 총광합성량은 0.49~23.31  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률은 0.01~0.74  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다. 잎꼬시래기는 12월부터 이듬해 7월까지 나타나며, 매월 측정된 총광합성량은 2.24~16.36  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률은 0.01~1.14  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다. 우뚝가사리는 연중 출현하나 4월부터 10월까지 광합성 특성이 파악되었다. 총광합성량은 2.17~12.39  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률은 0.4~1.01  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다. 구멍갈파래 역시 매월 출현하나 광합성 특성은 7월부터 11월까지 측정되었다. 총광합성량은 2.81~16.93  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률은 0.44~1.17  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다. 분홍잎류는 11월만 측정되었는데 총광합성량은 7.22  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ , 호흡률은 0.13  $mg O_2 \cdot gdw \cdot h^{-1}$ 로 나타났다.

## 나. 광량분포

2005년 10월 울진바다목장해역에서 조사된 소광계수(k)는 표 2-3-2와 같다. 소광계수는 0.324~0.47의 범위를 보였다. 이 소광계수와 조사기간 중 측정된 일사량( $I_s$ )을 Beer-Lambert expression( $I_z = I_s \times e^{-kz}$ )에 대입하여 5, 10, 15, 20m에 도달할 수 있는 광량을 계산한 결과 수심 5m에서는  $135 \sim 247 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  정도의 빛이 도달되며, 10m에서는  $14.6 \sim 48.9 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 15m에서는  $1.6 \sim 9.7 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 그리고 20m에서는  $0.2 \sim 1.9 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 빛이 도달하는 것으로 나타났다. 물론 일사량( $I_s$ )을 조사기간(11월) 중 관측된 자료뿐만 아니라 일사량이 높은 여름철을 고려한다면 빛의 투과량은 예측된 값보다 높게 추정될 수 있다. 2단계에서는 기상청 울진관측소에서 측정된 일사량 자료와 월별로 측정된 소광계수를 이용하여 해중립 조성에 적합한 수심을 정밀히 추정할 계획이다.

## 다. 해중립 조성 적합수심

앞서 추정된 각 종의 광합성 특성(P-I curve)으로부터 각 종의 보상광도(광합성율과 호흡률이 같아지는 광량)를 추정한 결과는 표 2-3-3과 같다. 구멍갈파래는  $1.91 \sim 113.92 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 미역  $2.05 \sim 45.9 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 팽생이모자반  $10.8 \sim 67.4 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 우뚝가사리  $7 \sim 73.6 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 개도박  $0.2 \sim 135.5 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 그리고 앞꼬시래기  $0.23 \sim 341.8 \mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 계절별로 큰 차이를 보였다. 이러한 보상광도를 앞서의 수심별 광량분포와 비교해 볼 때, 이식된 해조류가 왕성하게 성장할 수 있는 수심은 최대 15m까지임을 알 수 있다.



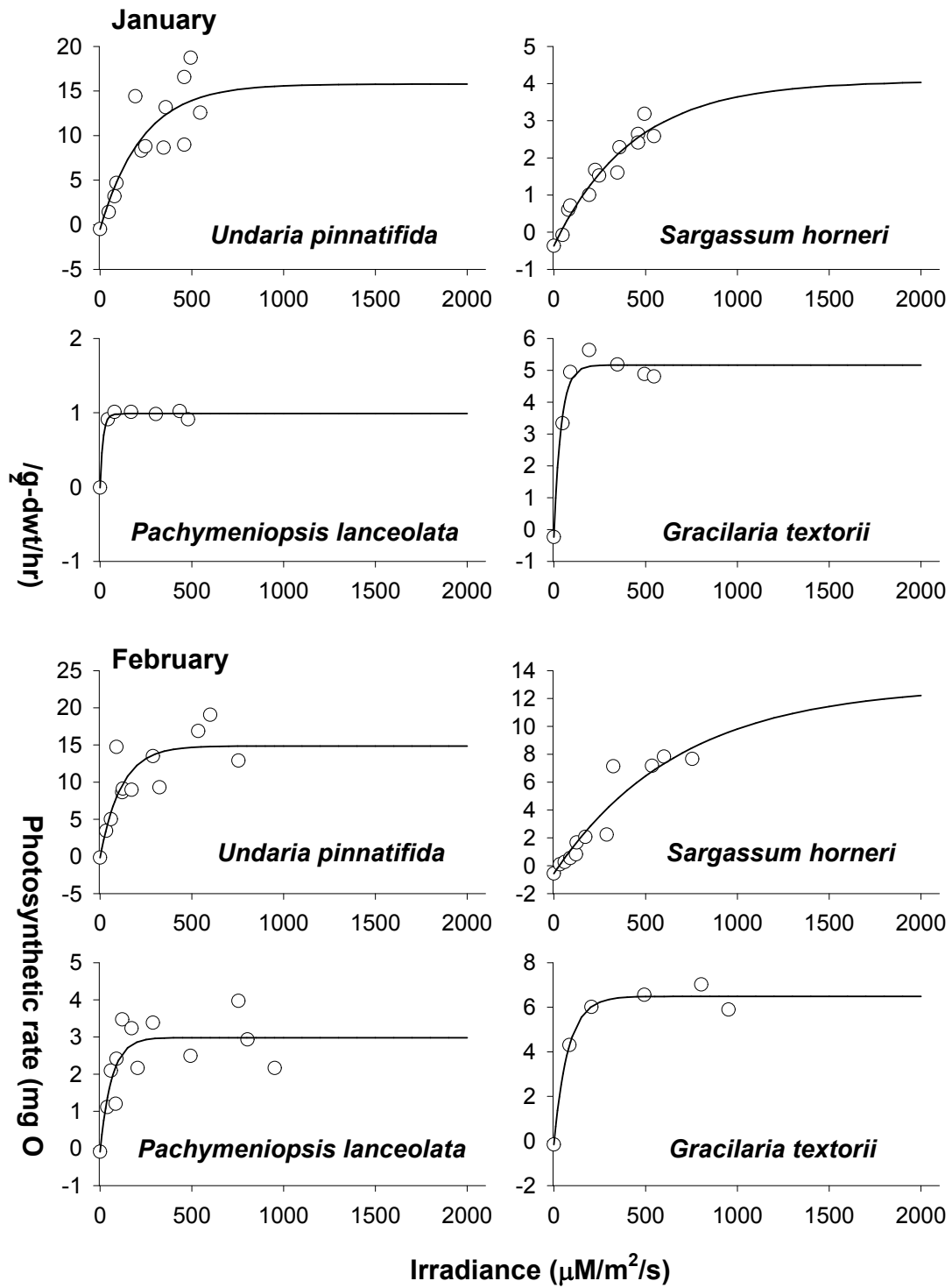


그림 2-3-1. 울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(1, 2월).

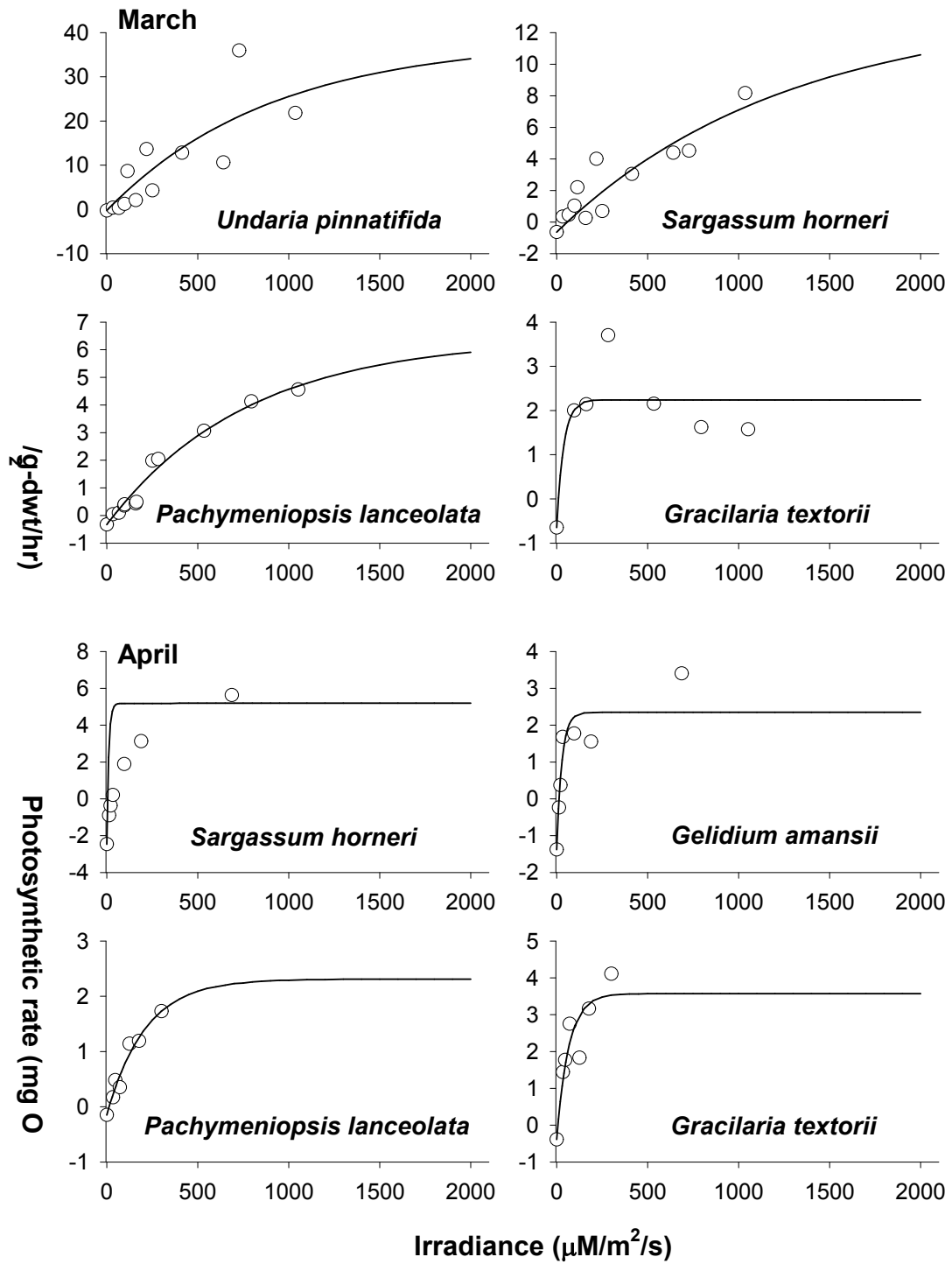


그림 2-3-2. 울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(3, 4월).

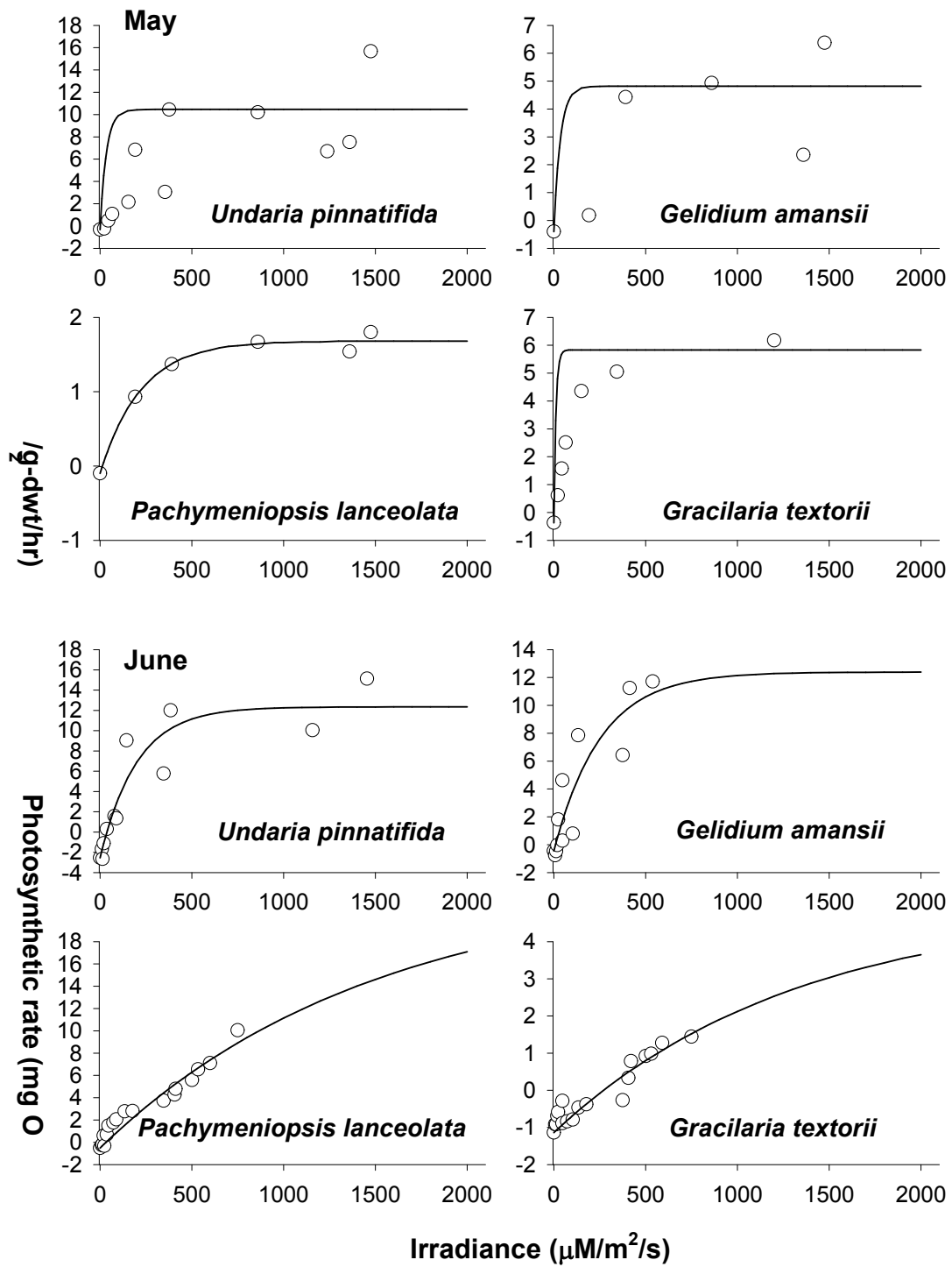


그림 2-3-3. 울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(5, 6월).

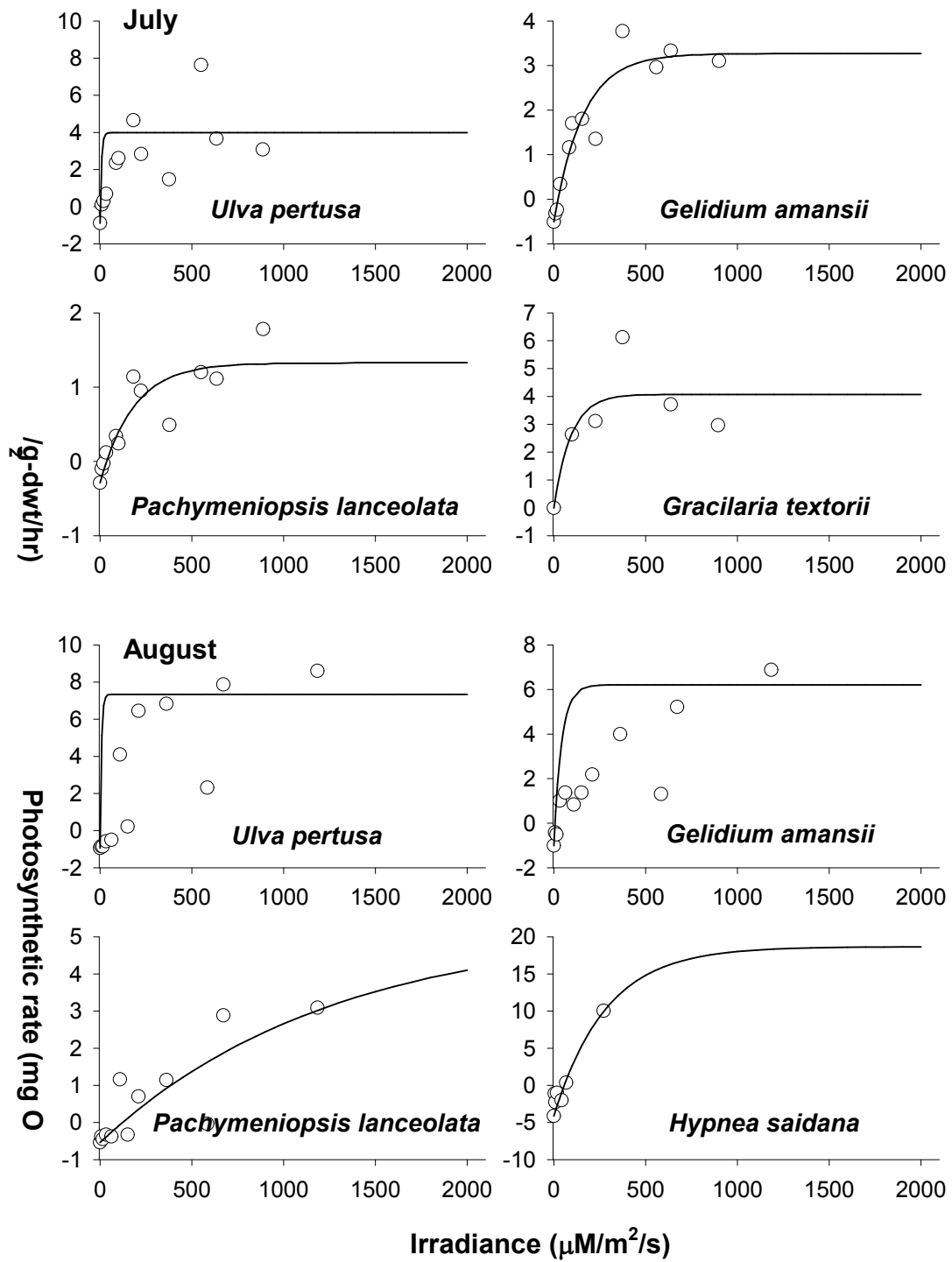


그림 2-3-4. 울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(7, 8월).

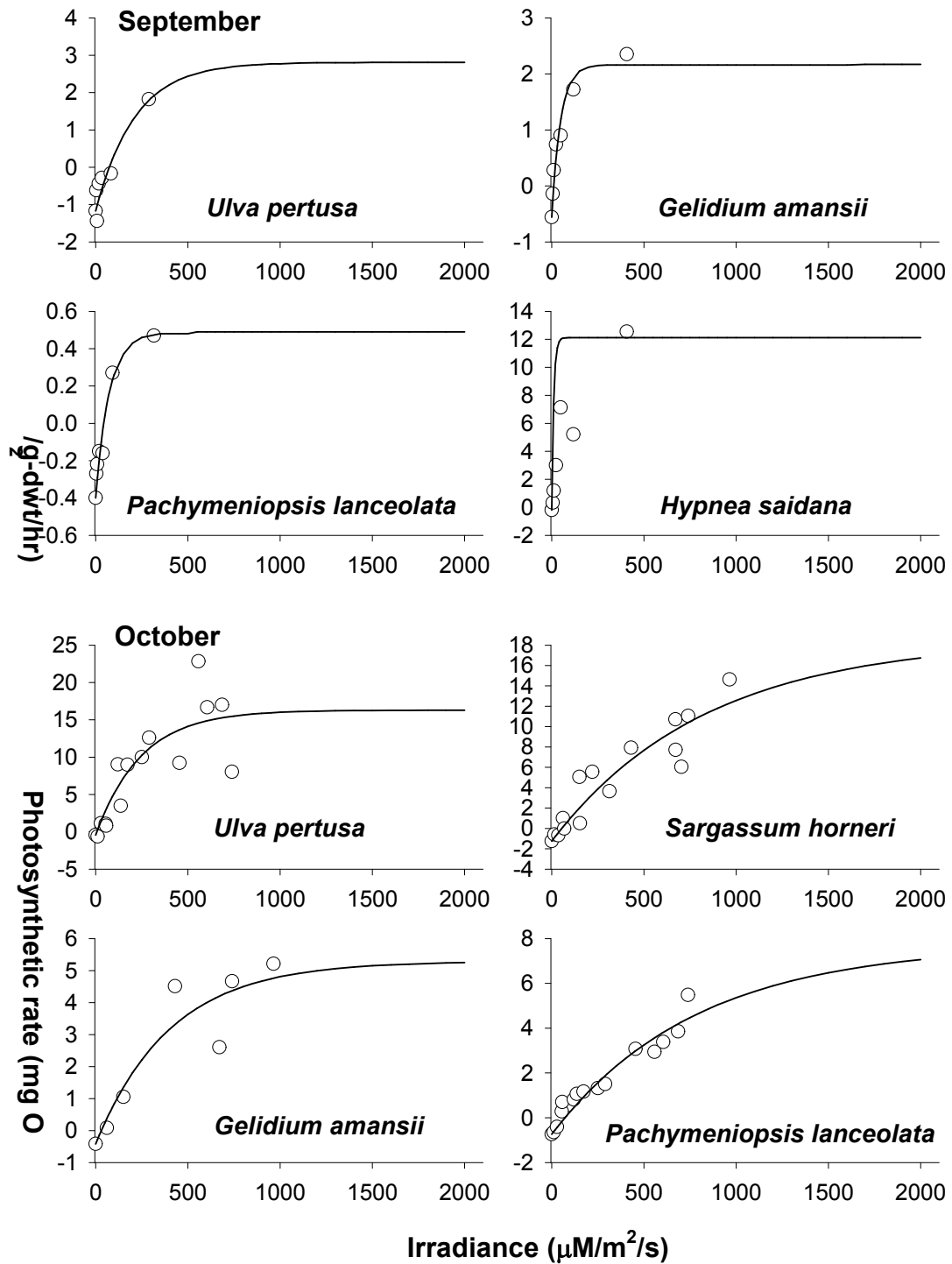


그림 2-3-5. 울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(9, 10월).

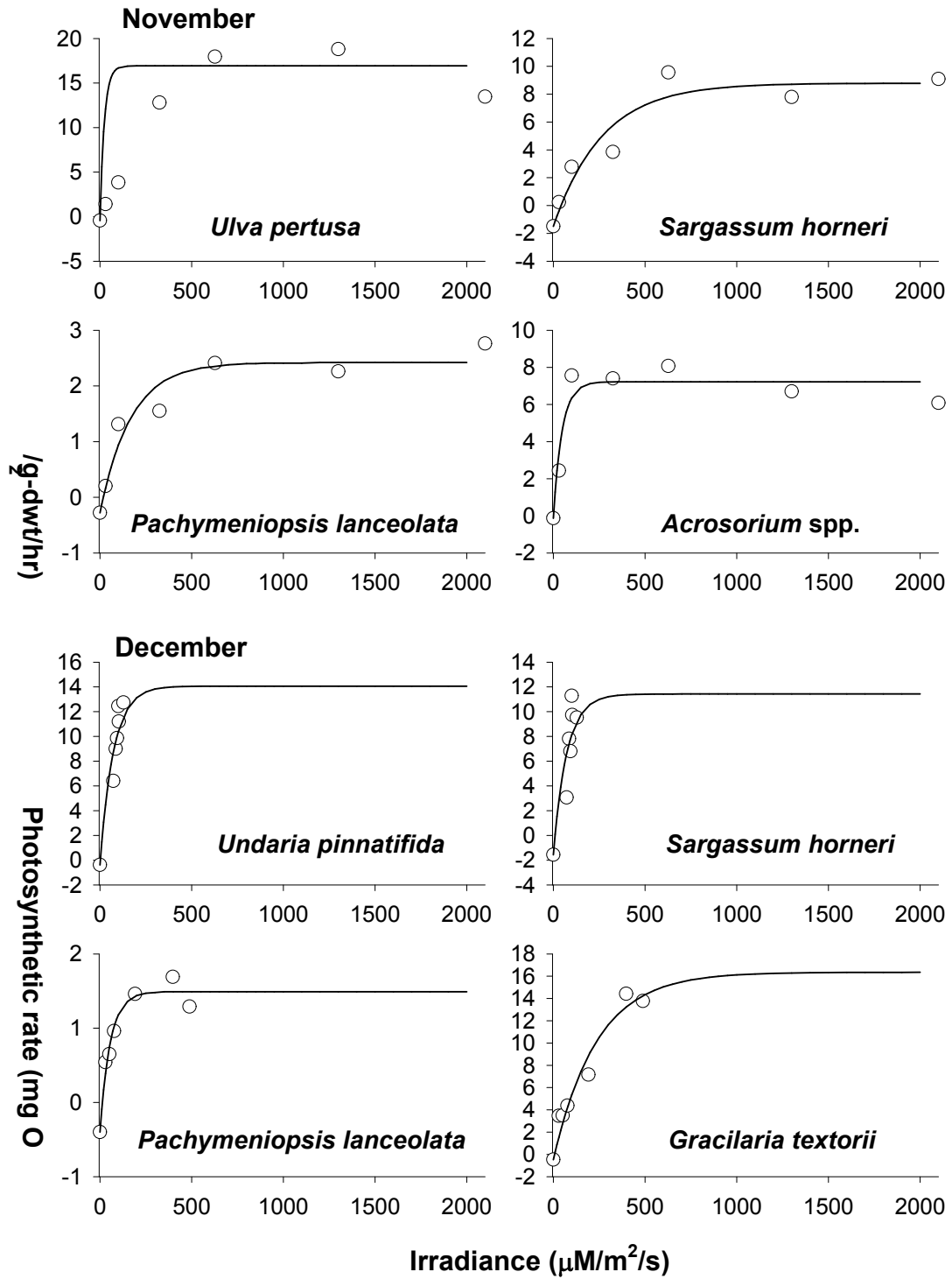


그림 2-3-6. 울진 연안에 분포하는 주요 우점종의 광합성 특성(11, 12월).

표 2-3-1. 울진연안에 분포하는 주요 해조류의 광합성 특성

Date	Species	Pmax	Ik	r <sup>2</sup>	p	a (b')	Respi.
Jan.	<i>Undaria pinnatifida</i>	15.78	229.36	0.936	<0.01	0.0710	0.50
	<i>Sargassum horneri</i>	4.07	429.00	0.851	<0.01	0.0104	0.37
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.99	15.83	0.990	<0.01	0.0630	0.01
	<i>Gracilaria textorii</i>	5.16	38.70	0.975	<0.01	0.1395	0.24
Feb.	<i>Undaria pinnatifida</i>	14.86	114.27	0.705	<0.01	0.1316	0.18
	<i>Sargassum horneri</i>	12.94	683.53	0.898	<0.01	0.0198	0.57
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	2.99	62.38	0.681	<0.01	0.0493	0.09
	<i>Gracilaria textorii</i>	6.49	76.69	0.982	<0.01	0.0867	0.16
Mar.	<i>Undaria pinnatifida</i>	38.31	904.16	0.678	<0.01	0.0426	0.25
	<i>Sargassum horneri</i>	13.44	1252.82	0.810	<0.01	0.0112	0.64
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	6.42	772.80	0.974	<0.01	0.0087	0.33
	<i>Gracilaria textorii</i>	2.24	38.01	0.701	<0.01	0.0761	0.65
Apr.	<i>Sargassum horneri</i>	5.19	104.24	0.949	<0.01	0.0734	2.47
	<i>Gelidium amansii</i>	2.35	28.26	0.848	<0.01	0.1319	1.38
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	2.31	208.55	0.961	<0.01	0.0118	0.15
	<i>Gracilaria textorii</i>	3.57	66.05	0.836	<0.01	0.0599	0.39
May	<i>Undaria pinnatifida</i>	10.46	335.68	0.708	<0.01	0.0321	0.33
	<i>Gelidium amansii</i>	4.82	349.90	0.653	<0.01	0.0149	0.40
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	1.68	222.27	0.986	<0.01	0.0080	0.10
	<i>Gracilaria textorii</i>	5.83	111.43	0.988	<0.01	0.0557	0.37
Jun.	<i>Undaria pinnatifida</i>	12.35	198.65	0.880	<0.01	0.0750	2.55
	<i>Gelidium amansii</i>	12.39	253.36	0.819	<0.01	0.0507	0.45
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	23.31	1488.98	0.929	<0.01	0.0160	0.52
	<i>Gracilaria textorii</i>	5.01	1320.66	0.887	<0.01	0.0047	1.14
Jul.	<i>Ulva pertusa</i>	3.99	7.57	0.615	<0.01	0.6443	0.89
	<i>Gelidium amansii</i>	3.27	157.23	0.917	<0.01	0.0240	0.51
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	1.33	180.93	0.803	<0.01	0.0089	0.29
	<i>Gracilaria textorii</i>	4.08	91.58	0.679	<0.01	0.0446	0.01
Aug.	<i>Ulva pertusa</i>	7.34	242.42	0.727	<0.01	0.0342	0.94
	<i>Gelidium amansii</i>	6.21	414.59	0.738	<0.01	0.0174	1.01
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	5.30	1260.56	0.692	<0.01	0.0046	0.54
	<i>Hypnea saicana</i>	18.67	281.69	0.901	<0.01	0.0809	4.13
Sep.	<i>Ulva pertusa</i>	2.81	211.55	0.887	<0.01	0.0188	1.17
	<i>Gelidium amansii</i>	2.17	48.01	0.949	<0.01	0.0568	0.56
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.49	72.31	0.946	<0.01	0.0122	0.40
	<i>Hypnea saicana</i>	12.12	106.30	0.862	<0.01	0.1159	0.20
Oct.	<i>Ulva pertusa</i>	16.29	245.16	0.748	<0.01	0.0682	0.44
	<i>Sargassum horneri</i>	18.54	834.03	0.863	<0.01	0.0237	1.25
	<i>Gelidium amansii</i>	5.29	404.53	0.863	<0.01	0.0141	0.42
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	7.72	783.09	0.927	<0.01	0.0108	0.74
Nov.	<i>Ulva pertusa</i>	16.93	234.30	0.937	<0.01	0.0741	0.44
	<i>Sargassum horneri</i>	8.79	266.10	0.921	<0.01	0.0387	1.50
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	2.42	167.03	0.934	<0.01	0.0162	0.28
	<i>Acrosorium sp.</i>	7.22	46.77	0.919	<0.01	0.1572	0.13
Dec.	<i>Undaria pinnatifida</i>	14.06	72.99	0.955	<0.01	0.1980	0.39
	<i>Sargassum horneri</i>	11.43	72.99	0.832	<0.01	0.1781	1.57
	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	1.49	55.19	0.961	<0.01	0.0342	0.40
	<i>Gracilaria textorii</i>	16.36	235.90	0.953	<0.01	0.0714	0.48

표 2-3-2. 울진연안의 해수 중 광량분포

Site	extinction coefficient (k)	ALI <sup>1</sup>	Photon density ( $\mu\text{M}/\text{m}^{2/\text{s}}$ )			
			5m	10m	15m	20m
1	0.326	1253.8	245.7	48.1	9.4	1.8
2	0.411	1253.8	161.0	20.7	2.7	0.3
3	0.382	1253.8	185.9	27.6	4.1	0.6
4	0.373	1253.8	194.3	30.1	4.7	0.7
5	0.441	1253.8	138.0	15.2	1.7	0.2
6	0.376	1253.8	191.8	29.3	4.5	0.7
7	0.371	1253.8	195.9	30.6	4.8	0.7
8	0.349	1253.8	219.3	38.4	6.7	1.2
9	0.337	1253.8	232.0	42.9	7.9	1.5
10	0.324	1253.8	247.6	48.9	9.7	1.9
11	0.347	1253.8	221.1	39.0	6.9	1.2
12	0.470	1253.8	119.5	11.4	1.1	0.1
13	0.433	1253.8	143.7	16.5	1.9	0.2
14	0.467	1253.8	121.7	11.8	1.1	0.1
15	0.413	1253.8	159.0	20.2	2.6	0.3
16	0.365	1253.8	202.1	32.6	5.3	0.8
17	0.347	1253.8	221.2	39.0	6.9	1.2
18	0.445	1253.8	135.3	14.6	1.6	0.2
19	0.427	1253.8	148.3	17.5	2.1	0.2
20	0.404	1253.8	166.1	22.0	2.9	0.4

<sup>1</sup>ALI: average light intensity at the surface of seawater during daytime ( $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )

표 2-3-3. 울진 연안 주요 우점 해조류의 보상광도

Species name	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
<i>Ulva pertusa</i>							1.91	33.22	113.9	6.71	6.17	
<i>Undaria pinnatifida</i>	7.38	1.39	5.92		10.76	45.94						2.05
<i>Sargassum horneri</i>	40.88	30.79	61.13	67.44						58.22	49.79	10.79
<i>Gelidium amansii</i>				25.06	30.32	9.37	26.68	73.58	14.37	33.48		7.02
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.16	1.91	40.78	13.99	13.62	33.59	44.65	135.5	125.6	78.93	20.56	17.27
<i>Hypnea saidana</i>									1.77			
<i>Gracilaria textorii</i>	1.84	1.92	13.01	7.64	7.30	341.3	0.23	70.43				
<i>Acrosorium</i> sp.												0.85



## 참고 문헌

- 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.
- 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, 378p.
- 김성렬, 유홍룡, 박건태, 이용국, 안충현, 1987. Side Scan Sonar 탐사자료의 영상처리와 해저면 backscattering 음향특성. 해양학회지 22(3):143-152.
- 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, 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. 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.

## 제 3 장 자원조성

---

제 1 절 대상종의 생태 및 번식

제 2 절 목장해역의 서식지 특성

제 3 절 유용생물자원량 추정

제 4 절 대상생물의 자원역학 파라미터

제 5 절 대상생물생산

제 6절 울진바다목장 기본계획수립

참고문헌

# 제 3 장 자원조성

## 제 1 절 대상종의 생태 및 번식

### 1. 서 론

바다목장해역에 분포하는 어류의 번식 및 생태에 관한 조사는 대상어종의 종 보존을 위한 기초 조사로 향후 대상 어종에 대한 인공종묘생산의 기초 자료로 활용되며, 인공종묘생산에 의한 토속 어종의 보존과 중간 육성 및 방류기술의 확립으로 효과적인 방류에 의한 연안 어업의 생산성이 향상과 지역 경제에 일익을 담당하는데 그 목적이 있다. 바다목장사업 연구가 향후 어업생산성 향상의 초석이 될 것이라는 관점에서 바다목장 해역에 방류되는 어류의 번식 및 생태 조사는 그 의의를 갖는다.

울진바다목장해역의 자원조성 대상 생물인 쥐노래미는 중국 북부 및 일본 연안에 주로 분포하고 우리나라에서는 전 연안의 조하대의 암초에 주로 서식하는 정착성 어류로 상품성이 높은 고급 어종이다. 최근 주 서식장인 연안지대의 환경오염과 무분별한 남획으로 인해 현존량이 급격히 감소하고 있는 어종으로 현재 생산되는 쥐노래미는 서해안의 일부 소규모 가두리양식장에서 자연산 종묘를 채집하여 육성 생산하는 것 외에는 대부분 자연 어획에 의존하고 있는 실정이다. 이에 따라 쥐노래미의 인공 번식에 의한 대량 종묘 생산 기술의 확립은 양식 목적이외에도 연안의 자원 증대 목적으로도 반드시 필요하다.

본 연구는 방류어종인 쥐노래미를 대상으로 인공종묘생산 기술 개발과 방류 기술의 확립을 위한 기초 조사로서 국내외 문헌과 현장 조사를 통하여 행동과 서식 생태 그리고 번식에 관한 정보를 얻고자 수행하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 대상생물생태

문헌 및 현장 조사를 통해 울진바다목장 대상 어종인 쥐노래미의 자연 생태계내에서의 서식 특성과 행동 특성을 조사하였으며, SCUBA를 통해 대상 해역내에 인공 어초가 설치된 지점과 자연 상태가 그대로 유지되는 지점에 서식하는 야생 쥐노래미를 현장 조사하였다.

#### 나. 대상생물번식

문헌 조사를 통하여 쥐노래미의 연중 번식 주기와 산란 특성을 조사하였다. 번식 지수는 완숙 시기인 11월 중 자연산 채집한 쥐노래미를 대상으로 암컷과 수컷의 생식소 중량

지수 그리고 간 중량지수를 아래 공식에 따라 구하였다.

생식소중량지수(GSI)=100×생식소 중량/(체중-생식소 중량)

간중량지수(HSI)=100×간 중량/(체중-간 중량)

### 3. 결과 및 토의

#### 가. 대상생물생태

##### (1) 서식특성

쥐노래미의 체형은 노래미와 유사하지만 노래미보다 회색이 짙고 50cm이상으로 자라는 대형어로 몸은 서식장소에 따라 황갈색 회갈색, 자갈색 등 다양하다. 눈 위와 머리 뒤에 피질 돌기가 나 있다. 옆줄이 5개로 많은 것이 특징이며, 4번째 옆줄은 아가미 뒤에서 배지느러미까지로 짧다. 만 1년이면 체장 10~15cm, 2년이면 15~21cm, 3년이면 21~26cm, 4년이면 26~30cm로 자라며, 이후 약 50cm 이상 자라는 대형어이다. 우리나라 동·서·남해 전 연안, 일본 북해도이남, 황해, 동중국해 등에 분포하고 주로 서식하는 장소는 연안 암반이나 해조류가 무성한 곳, 또는 모래와 펄이 섞인 암초지대며 잘 움직이지 않고 암반의 구석진 곳에서 배 부분을 바위나 돌 주변에 접촉하거나 해조류중 홍조류가 번무하는 장소에서 노래미와 같이 단독생활(Kanamoto, 1976)을 하는 것으로 알려져 있다. 쥐노래미는 전장 20cm이하일때 바위의 돌출된 부분과 바위의 아랫면, 해조류의 윗부분에 주로 서식하고, 전장 20cm이상(그림 3-1-1)인 개체들은 암반의 돌출된 부분과 암반 위의 구석진 부분에 주로 서식하는데 성장함에 따라 서식지의 선택성이 강한 어종이다. 현장 조사 결과 쥐노래미는 수심대에 따라 연안 암반지대이면서 해조가 군집을 이루며 바닥이 모래인 수심 1~10m 부근에는 전장이 10~20cm 크기가 관찰되었고, 수심이 20~35m이하인 인공어초와 주위 암반 부근에는 전장이 20~40cm 크기의 성어가 주로 관찰되었다. 현장 조사에서 쥐노래미는 대부분 암반이나 어초에서 관찰되었지만 일부 개체들은 경성 저질과 가까운 모래바닥에서 발견되고 있어 이들이 먹이 활동을 위하여 주서식지인 암반이나 어초를 떠나 행동하는 것으로 판단되었다.

쥐노래미의 부화 자어는 부화 후부터 약 60일까지 부유생활을 하는데, 이때 크기는 약 30~40mm로 부유 플랑크톤을 주로 포식하며 생활하고 50~70mm크기가 되어 저서생활로 들어가면서부터 해조류의 조성비가 증가하고 모자반류 해조류가 무성한 암초지대에서 주로 서식한다. 섭식하는 대상 생물은 엽새유류, 카프렐라류, 스페로마류 및 단미류이며, 이후 성장하면서 갯지렁이, 망둥어 그리고 까나리 등을 주로 먹는데 어릴 때는 낮에만 먹고 밤에는 잘 먹지 않는 특징을 가지고 있다.

## (2) 행동특성

쥐노래미는 치어기(50~70mm)때부터 저서생활로 들어가는데 당년생의 경우 먹이를 먹을 때 우뚝가사리를 입을 크게 벌려 배어 먹거나 우뚝가사리를 문채로 머리를 좌우로 흔들며 잡아채는 행동을 한다. 성장을 하면서 먹이가 나타나면 상대방을 목표로 돌진하여 주둥이로 찌르는 행동을 보이며, 행동 범위가 좁은 것으로 알려진 쥐노래미는 주위에 침범하는 어종에 대해서 격렬하게 방어하는 행동(Kanamoto, 1976)을 보인다. 수컷의 경우 산란한 알 주위를 맴돌면서 알이 부화 할 때까지 알이 외부 침입자로부터의 공격을 격렬한 행동으로 막아내는 강한 부성애를 가지는 특성이 있다. 실내 사육조 내에서의 초기 구조물에 대한 반응이나 행동에 대한 실험은 구체적인 실험 계획을 갖고 조사할 필요가 있다.



그림 3-1-1. 수심 20~35m의 암반에 붙어있는 쥐노래미 성어.

### 나. 대상생물의 번식

#### (1) 번식주기

쥐노래미의 암컷 생식주기 발달은 초기성장기, 후기성장기, 성숙기, 완숙 및 산란기 그리고 회복 및 휴지기의 5단계로 나눌 수 있으며, 수컷은 성장기, 성숙기, 완숙 및 방정기, 회복 및 휴지기의 연속적인 4단계로 구분 할 수 있다. 쥐노래미의 난소는 7월경에 난소가 활성화되기 시작하는 초기 성장기를 보이며 난소 소엽 내에 초기 난모세포가 발달하고, 8월에 대부분의 개체가 후기 성장기로 접어들어 난소 내에는 난황포기 및 난황과립을 갖는 난황구기 난모세포들로 난소소엽을 가득 채운다(강 등, 2004). 8월 이후부터 대부분의 난소 내에는 다량의 난황이 축적된 난모세포들과 성숙 난모세포들로 가득 채워지고, 9월과 12월에는 완숙기의 난소가 출현하는데, 이때부터 암컷의 난소소엽 내에는 난경 1,100

~1,400 $\mu$ m전후의 완숙 난으로 가득 채워지며 이들 완숙난의 난황구는 균질화 되고 11월 초순부터 배란 흔적을 보이기 시작하여 11월 12월에 주로 산란을 한다.

12월 이후 방란이 끝난 암컷 개체들의 난소소엽 내에는 미방출 난모세포들과 잔존여포들이 회복·흡수되고 난소 소엽은 위축 되며, 특히 난소소엽 내에서 난황포기 난모세포보다 더 발달한 모든 난모세포들은 모두 회복·흡수되고, 호염기성 세포질을 가지는 초기 성장기의 염색인기 및 주변인기의 난모세포들이 난소소엽을 채우며, 이들은 12월부터 6월까지 장기간에 걸쳐 회복 및 휴지기에 들어간다.

정소는 6~7월경에 이미 생식소가 활성화되어 비후된 정소소엽 상피내에는 정원세포들이 활발하게 증식하고 정모세포들이 출현하며, 7~8월에는 세포질이 호염기성으로 변한 정세포군들과 일부 소수 변태된 정자들이 출현하고, 8~10월에는 정소소엽의 생식상피는 아주 얇아지고 포낭 내에는 소수의 정원세포를 비롯하여 성숙분열중인 정모세포군과 변태중인 정세포군들이 나타나며, 일부 정자는 정소소엽의 중앙부에서 출현 하여 9월 이후에 성숙개체들이 나타난다. 9~12월에 정소소엽과 수정세관 내에는 변태를 마친 정자들이 밀집되어 방정이 일어나며, 방정을 마친 개체들은 정자를 자체 회복·흡수하고 생식소가 위축되면서 회복기에 들어가는데 정소 내 정자들은 2월까지 계속 회복·흡수 되고 정소소엽상피 위에는 소수의 정원세포들이 출현. 배열된 후 1~5월까지 장기간에 걸쳐 휴지기 상태로 들어간다.

쥐노래미의 생식소 중량지수의 변화를 보면 암컷의 경우 생식소 중량지수(GSI)의 변화는 9월부터 서서히 증가하다가 11월부터 빠르게 상승하였으며, 12월 중순에 최고로 상승하였다(이 등, 2000). 산란이 종료되는 시기인 12월 하순부터 생식소 중량지수는 낮아지기 시작하여 이후 1월에 급격히 낮아져 8월까지 거의 변화 없이 유지 된다. 수컷의 생식소 중량지수도 암컷과 같이 8월까지 낮은 수준을 유지하였으나 9월부터 상승하기 시작하여 12월 말부터 급격히 낮아져 1월에 가장 낮았다.

이상의 결과 쥐노래미의 성 성숙도는 일장이 길어지는 9월부터 증가하기 시작하여 연중 일장이 가장 짧고, 저수온을 이루는 11, 12월에 최대로 상승하는 것을 볼 때, 쥐노래미의 생식소는 광주기의 단일화와 저수온에 의해 성숙이 유도되어 산란에 이르게 되는 것을 알 수 있다.

## (2) 산란

쥐노래미의 등지느러미는 연한 갈색이고 가시부의 바깥쪽 부위는 어두운 갈색이며, 가슴지느러미와 꼬리지느러미는 노란색이다. 배지느러미와 뒷지느러미는 흑갈색이지만, 주산란기인 11~12월이면 쥐노래미의 수컷은 혼인색을 나타내어 몸 빛깔이 황색으로 매우 아름답게 변하지만 산란기가 지나면 혼인색은 이내 소멸한다. 산란장은 수심 5~15m의 암반이나 자갈로 형성되고 조류소통과 투명도가 높은 해조장과 산호초 군락이 주 산란장

이며, 알은 침성 점착난으로 덩어리로 뭉쳐져 해조류 줄기나 산호초, 바위 등에 부착시키는데, 수컷은 부화될 때까지 옆에서 알을 보호하는 특징을 갖고 있는 어류다(그림3-1-2). 쥐노래미가 산란에 참가하는 암컷의 크기는 전장 25cm내외고, 수컷은 전장 20cm내외의 크기에서 산란에 참가하나 전 개체가 산란에 참가하는 크기는 전장 30cm이상이다. 포란수는 25cm정도의 크기에서는 약 20,000개 내외를 포란하며, 30cm 크기의 어미에서는 약 40,000개 정도를 포란한다. 쥐노래미의 생물학적 최소형은 암컷은 2년생으로 19.0cm, 수컷은 1년생인 11.6cm내외이나 암·수가 최초 방란·방정 하여 산란에 참가하는 크기로 볼 때 수컷은 2년부터 방정하여 산란에 참가하고 암컷은 3년에 산란에 참가하는 것으로 추정된다.



그림 3-1-2. 인공어초위에 붙어있는 부채빨산호 사이에 부착된 쥐노래미 난.

### (3) 산란기의 체장에 따른 생식소지수 및 간중량지수

본 실험에 사용된 쥐노래미의 친어는 2005년 11월에 구입된 것으로 암컷은 평균 전장  $28.13 \pm 0.33$ cm, 체중  $284.24 \pm 10.89$ g이고, 수컷은 평균 전장  $26.26 \pm 0.16$ cm, 체중  $217.96 \pm 5.34$ g으로 암컷이 수컷보다 개체의 크기가 컸다. 생식소 중량지수의 경우 암컷은  $11.62 \pm 0.48$ 이고, 수컷이  $1.23 \pm 0.03$ 으로 나타났다. 간중량지수의 경우 암컷은  $4.31 \pm 0.11$ 이고, 수컷의 경우  $1.87 \pm 0.06$ 이었다.

체장 분포에 따른 출현 빈도를 살펴보면 암컷의 경우 24~25cm 크기와 32cm 이상이 전체의 15.4%로 가장 많았으며, 25~29cm의 크기의 개체들도 7.7~14.3%로 고르게 출현하였다. 생식소 중량지수의 경우 30~31cm의 개체가 16.32로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 32cm 이상의 개체가 12.79로 높게 나타났다. 간 중량지수는 31~32cm의 개체가 4.58로 가장 높게 나타났으며, 29cm이상인 개체에서 전체적으로 4.0이상의 값을 나타내었다(그림 3-1-3). 수컷의 경우에는 26~27cm의 개체가 26.3%로 가장 출현빈도가 높았으며, 전체적으

로 24~28cm의 개체가 많이 출현하여 암컷에 비해 크기가 작았다. 생식소 중량지수의 경우 31~32cm의 개체가 2.00으로 가장 높은 값을 나타내었으나 출현 개체수가 매우 적었으며, 전체적으로 출현빈도가 많은 24~28cm크기는 1.16~1.32의 값을 나타내었다. 간 중량지수의 값은 24cm이하의 크기에서 2.72로 가장 높은 값을 나타내었으며, 24~28cm의 간 중량지수는 1.89~2.20의 값을 나타내었다(그림 3-1-3). 이 시기에 채집한 자연산 쥐노래미(그림 3-1-4)로부터 인공 종묘 생산을 위한 수정란 생산 과정은 그림 3-1-5와 같으며, 그 결과는 제 4 장 제 3 절에 나타내었다.

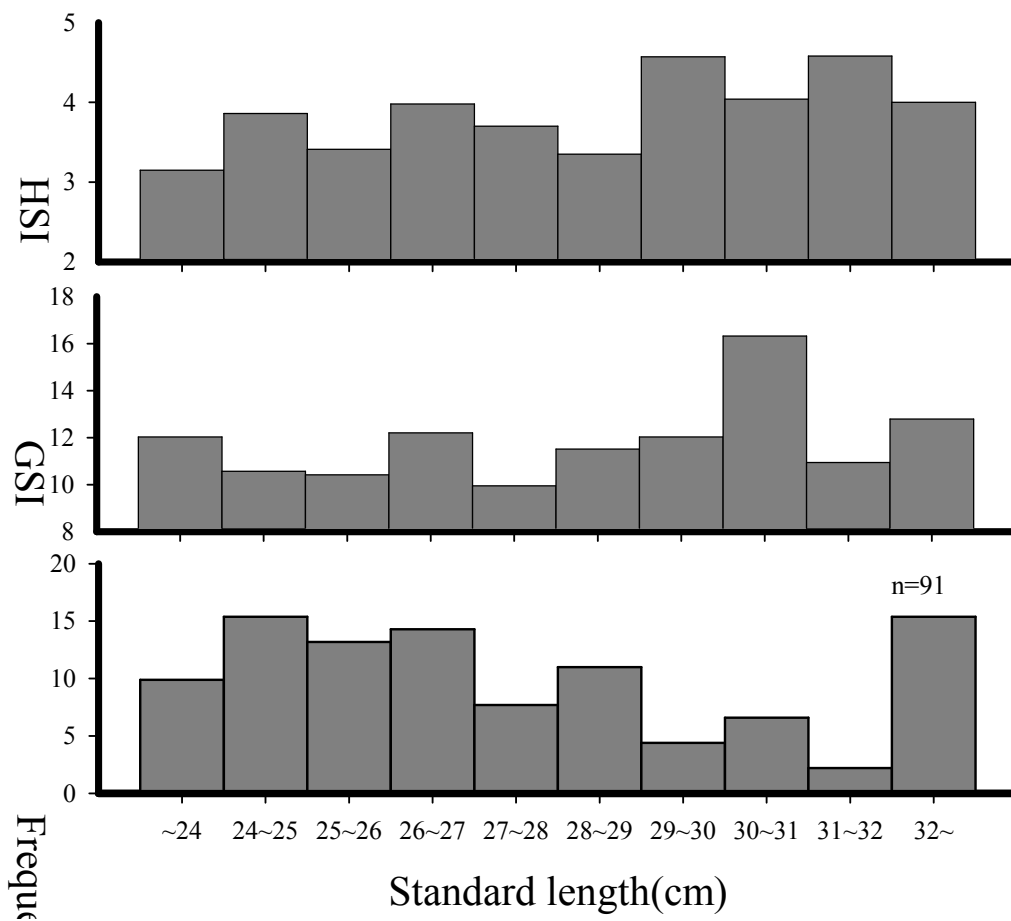


그림 3-1-3. 11월 채집된 쥐노래미 암컷의 체장에 따른 생식소 중량지수와 간중량지수.





그림 3-1-4. 동해안과 서해안에서 채집된 쥐노래미(위: 동해안, 아래: 서해안).

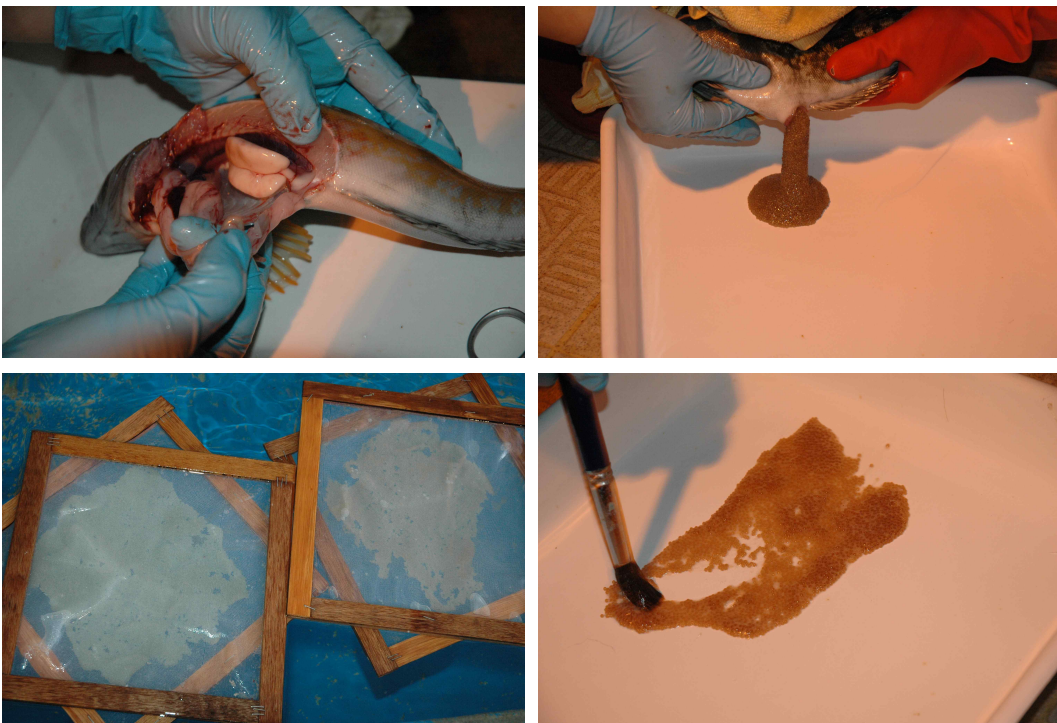


그림 3-1-5. 쥐노래미 채란과정(시계방향으로 수컷의 정소, 채란, 수정, 채란판 부착).

## 제 2 절 목장해역의 서식지 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 실현하고자 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.

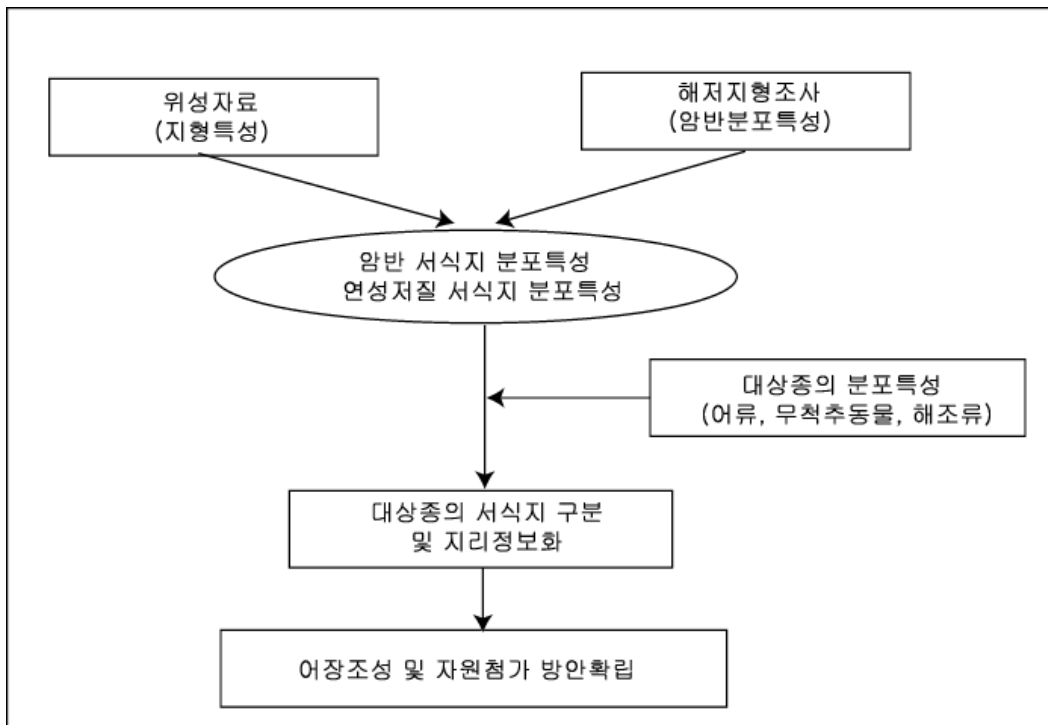


그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종의 서식특성과악연구의 중요성을 설명하는 모식도.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 조사점점의 선정

울진바다목장해역은 남북으로의 직선거리가 10km에 이르고, 해역의 북단에 위치한 구산으로부터 외양으로 향하는 거리는 2km, 그리고 해역의 남단에 위치한 후포로부터 외양으로 이르는 거리는 2.5km에 이르며, 바다목장해역은 50m 등수심을 따라 연안 쪽으로 위치하고 있다. 본 조사에서는 울진바다목장해역을 500m 간격의 격자로 구분한 후 조사해역의 수심에 따라 고르게 분산된 총 47개 정점을 대상으로 조사를 실시하였다(그림 3-2-2).

### 나. 서식지특성

각 정점에 대한 환경특성 및 생물군집특성에 대한 자료는 영상촬영에 의해 획득하였으며, 서식지유형에 따른 생물군집의 특성을 더욱 면밀히 파악하기 위해 생태계조사 부분에서 조사된 자료를 추가하여 분석을 실시하였다. 영상자료의 획득은 수심에 따라 각기 다른 장비가 사용되었으며, 수심 10m이내의 연안 쇄파대의 경우 조사선박의 접근성이 떨어지는 지역으로 인해 다이버에 의한 수중비디오촬영 장비(Sony TRV-900, V-350)에 의존하였다. 수심 10~30m 범위에서는 무인케이틀카메라(FM 4100, QI Co.)가 사용되었으며, 30 m이상의 수심에는 무인잠수정(ROV, Delta-150, QI Co.)에 탑재된 카메라를 이용하여 해역에 대한 정성분석 자료를 획득하였다.

DGPS를 통해 동일한 정점을 탐색하여 조사를 하였으나, 매 조사시 해당 정점의 수심과 저질특성을 기록하였으며, 계절자료는 반복구로 사용하였다. 서식처유형을 구분하기 위한 기본 자료로는 수심과 저질특성이 사용되었으며, 저질특성자료의 경우 영상분석을 통해 암반, 암반과 모래의 혼합지역, 모래의 3가지 유형으로 단순화하여 분석을 실시하였다. 분석시 사용된 자료는 표준화를 거쳐 사용되었으며, 조사정점 간 Euclidean distance를 계산하고, 이를 이용한 K-mean clustering algorithm을 통해 해역을 구분하였다.

촬영된 영상자료를 통해 각 정점에서 출현하는 해조류 및 무척추동물의 동정을 실시하였으며, 명확한 동정이 어려운 종은 code를 붙여 다른 종임을 표시하였다. 영상자료로 확보되는 출현 종이 대부분 표서생물에 집중되는 단점을 보완하기 위해 본 조사정점과 동일한 생태계조사(암반부착생물 및 연결기저저서동물) 정점자료를 추가하여 서식특성분석을 실시하였다.

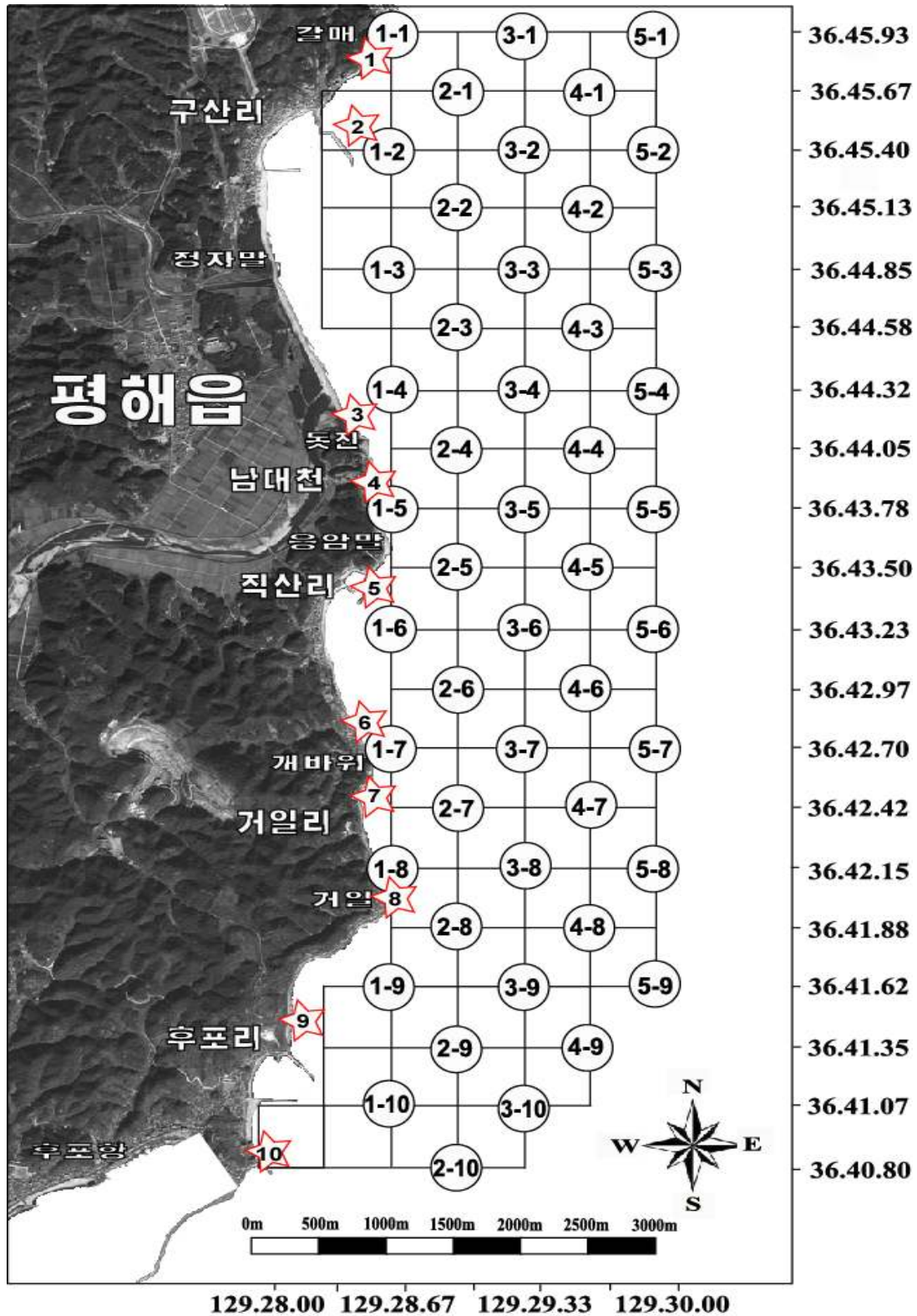


그림 3-2-2. 울진바다목장해역 서식특성 격자조사 정점도.



### 3. 결과 및 토의

#### 가. 환경특성

울진바다목장해역의 47개 정점에 대해 서식지특성을 조사한 결과 각 정점의 수심은 7~52m범위로 나타났다(그림 3-2-3). 수심은 대략 해안선을 따라 외해역 방향으로 수심 50m지점까지 점진적으로 깊어지는 특성을 보이고 있었다. 퇴적상의 경우 영상 촬영된 자료를 바탕으로 암반지역, 암반과 모래의 혼합지역, 모래지역으로 구분되었다. 모래지역의 경우 사질 혹은 니질 등 구성요소의 우세도를 파악할 수는 있었으나, 분석 자료에서는 모래지역으로 통일하였다. 전체적으로 볼 때 바다목장해역 북부지역인 구산리의 암반분포가 해안선에서부터 깊은 수심대에 걸쳐 우세한 것으로 나타났다(그림 3-2-4). 또한 직산리와 거일리 10 m 연안 암반지대 일부와 20m 및 30m 일부지역에서도 암반퇴적상을 보이는 것으로 나타났다. 반면 정자말과 월송정 해수욕장 부근, 후포항 동측은 연안에서부터 외해역에 걸쳐 사질퇴적상이 우세한 지역이었다. 영상자료를 통한 이러한 실제 해역의 퇴적상 관측 자료는 지형특성에서 분석된 자료와의 통합을 통해 해역의 퇴적상을 상세히 파악할 수 있는 기초 자료가 될 것이다.

각 조사정점의 평균 수심자료와 3가지 형태의 퇴적상 자료를 바탕으로 k-mean clustering 분석을 실시한 결과 전체 47개 조사정점은 4개의 서식유형을 구분되었다(표 3-2-1, 그림 3-2-4). 수심이 얇은 연안역에서부터 25m 정도까지의 암반과 모래가 혼합된 정점이 우세한 Type A, 연안역에서 30m 수심까지의 모래지대인 Type B, 35m이상 수심이면서 모래지대인 Type C, 25~47m 수심의 암반지대가 우세한 Type D였다. 따라서 울진바다목장해역은 대략 수심 30m를 기준으로 안쪽의 암반과 모래로 이루어진 두 가지 서식지유형과 30m 이상 수심대의 암반과 모래의 두 가지 서식지유형 크게 구별됨을 알 수 있었다.

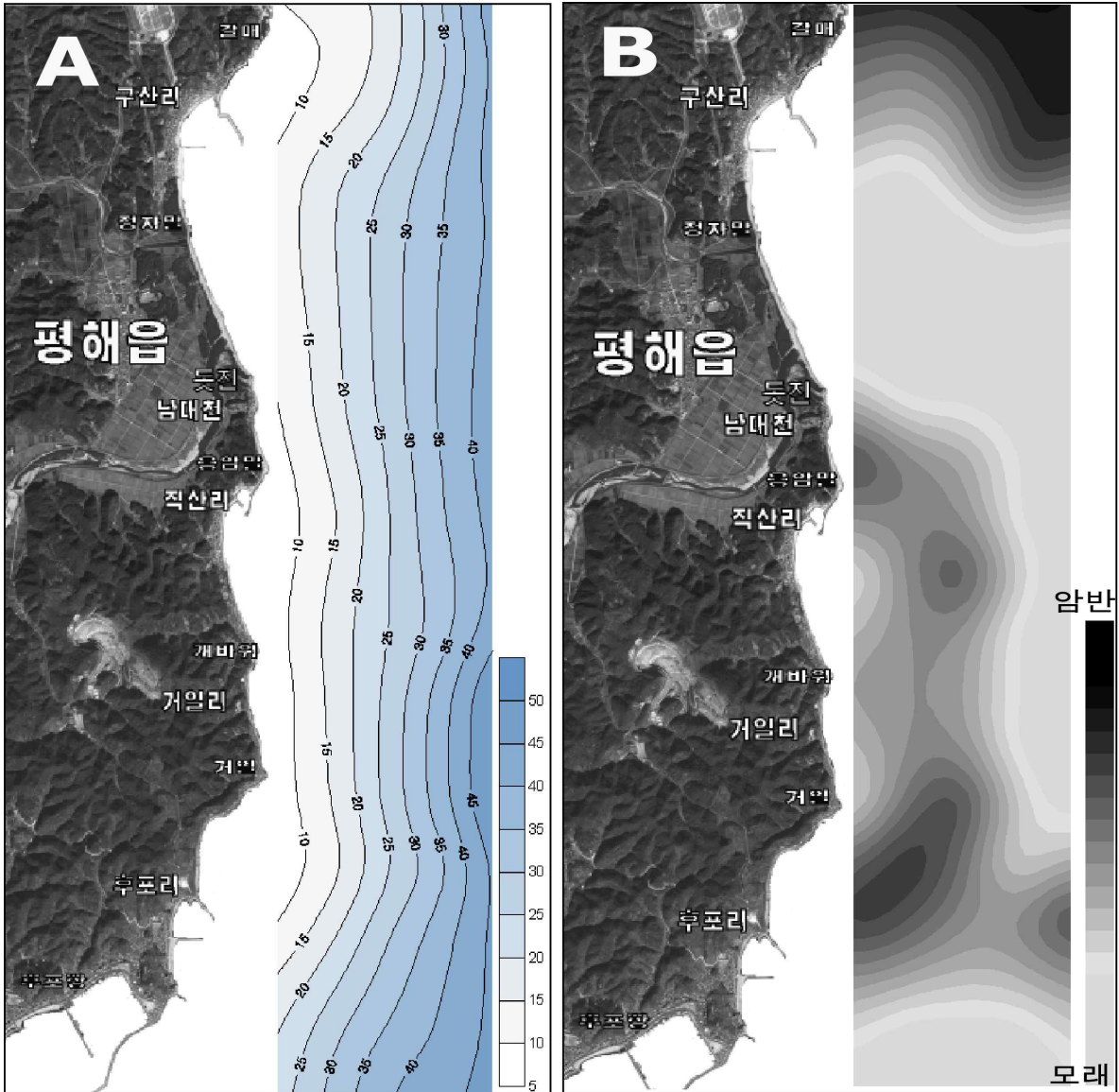


그림 3-2-3. 울진바다목장해역의 수심 및 암반 분포도.

표 3-2-1. 서식지유형 구분결과 요약

Habitats type	Depth range(m)	Bottom type
A	7 - 25	rock (35%), rock+sand (65%)
B	8 - 30	sand (100%)
C	35 - 52	sand (100%)
D	25 - 47	rock (87%), rock+sand (13%)

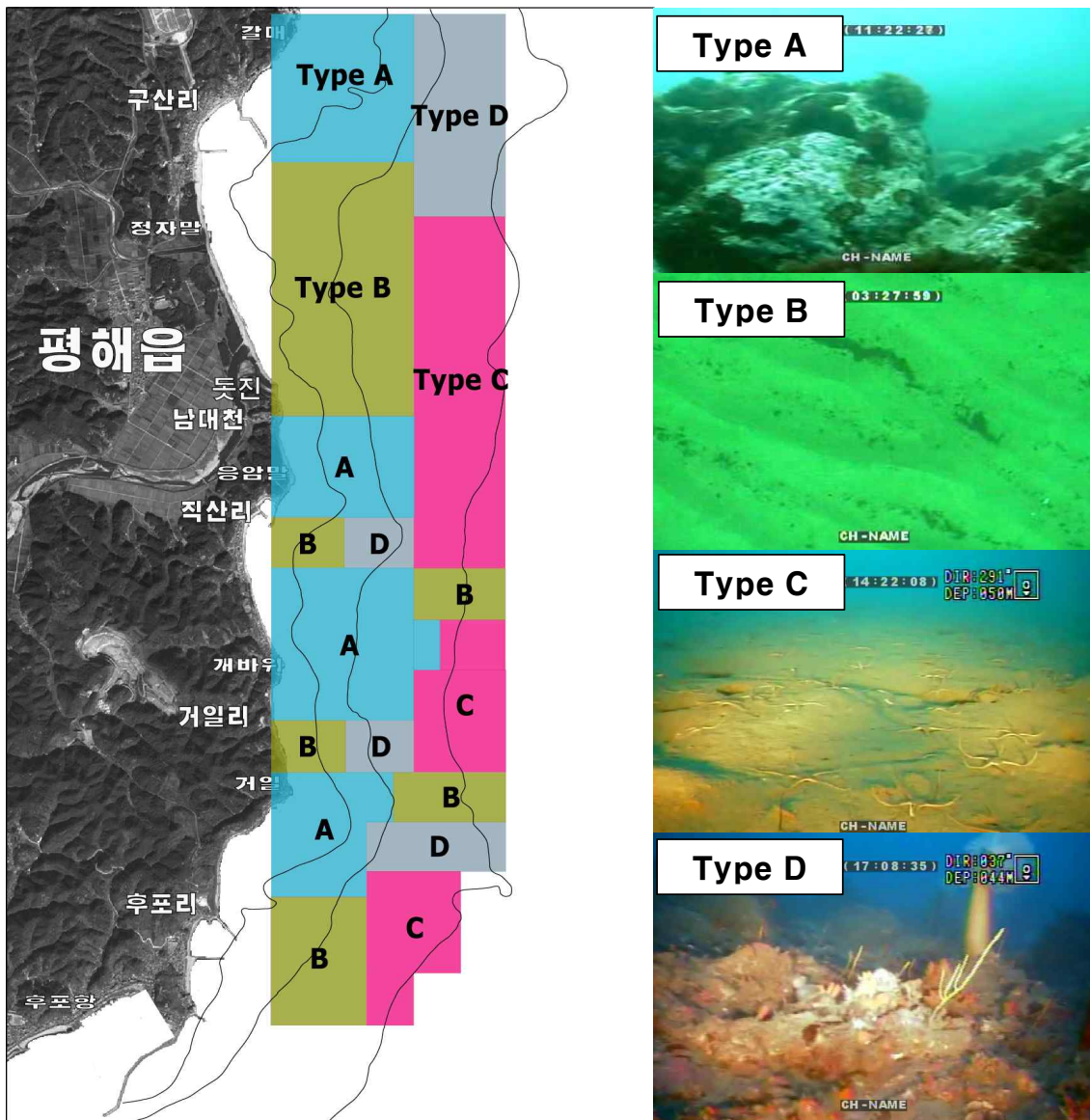


그림 3-2-4. 울진바다목장해역의 서식지 유형 구분 및 각 유형 전경.

## 나. 생물군집특성

Type A는 수심 30m이내의 연안 암반지대로 구성된 정점군으로 출현 생물의 다양성 및 생물량에서 가장 높을 것으로 추정된다. 해역의 생물다양성은 생물서식처가 되는 기질의 다양성과 밀접한 관계를 가지고 있는데, 이러한 측면에서 2차원적인 서식처특성을 띠는 연질기저에 비해 기본적인 암반서식처와 해조류 등의 부착기로 인해 형성되는 다양한 서식기질의 암반해역에서의 다양도가 높다. 또한 다양한 해조류의 부착 및 이들을 서식하는 전복 등 대형 저서동물의 서식지로 이용되는 해역으로 생체량 측면에서도 다른 서식지유형과 비교하여 높은 특징을 지닐 것으로 판단된다. 연안암반지대에서 실제 채집을 통해 작성된 자료를 바탕으로 볼 때, 해조류의 경우 미역, 팽생이모자반, 참그물바탕말, 말잘피 등이 생물량 측면에서 우점적인 것으로 나타났다(표 3-2-2). 저서동물의 경우 부착생물의 출현이 우점적인 것으로 나타났으며, 우산석회관갯지렁이, 사방조름석회관갯지렁이, 말뚝성게, 보리무룩, 털보눈집게 등 다양한 분류군에 걸쳐 출현하는 것으로 나타났다(표 3-1-2). 또한 미역, 홍합, 굴, 미더덕, 우렁쉥이, 전복 등 울진바다목장해역의 대표적인 자원생물의 출현은 Type A와 같은 서식처의 중요성을 잘 보여주고 있다. Type B는 수심 30m 이내의 모래지역으로 구성된 정점군으로 암반으로 구성된 type A에 비하여 상대적 인 종다양성이 떨어지는 것으로 나타났다. 부착 기질의 부재로 인해 해조류의 출현이 전혀 없으며, 저서동물의 경우에는 내서성인 다모류가 우세하게 출현하였다(표 3-2-3). 이러한 서식지의 대표적 우점종으로는 민얼굴갯지렁이, 긴자락송곳갯지렁이, 얼굴갯지렁이류, 등가시버들갯지렁이, 송곳갯지렁이류 등으로 나타났다. 자원학적 측면에서의 가치는 type A에 비해 떨어지나, 연안해역의 먹이망에 있어 생산자와 최종소비자인 어류사이의 연결고리로 작용하는 다모류 등의 우점적인 출현으로 미루어 볼 때 해역의 전체적 생물생산에 중요한 한 요소를 담당하는 지역으로 판단된다. 따라서 이러한 서식지 유형의 경우 바다목장해역의 건강성을 평가하고 모니터링 할 수 있는 장소로 활용될 수 있다. Type C는 35~52m정도 수심의 모래 혹은 모래와 니질이 혼합된 퇴적상을 보이는 정점으로 구성된다. Type B와 마찬가지로 해조류의 부착은 없으며, 다모류 등의 내서성 저서동물의 출현이 우점적인 곳이다(표 3-2-4). 단 생물다양성 및 생물량 측면에서 type B 보다 높을 것으로 보이며, 이러한 결과는 단순한 퇴적상을 보이는 지역보다는 니질 등의 퇴적상이 혼합된 지역에서 다양한 섭식유형을 가진 생물의 출현이 조장되기 때문이다. 실제 해역에서도 퇴적물식자와 함께 현탁물식자의 출현도 높게 나타났다. 생물량의 경우 살시뱃살거미불가사리 등 극피동물의 출현으로 인해 type B에 비해 높게 나타났다. 살시뱃살거미불가사리의 경우 수심 30m이상의 수심대에서부터 높은 피도로 분포하고 있었으며, 향후 동해생태계를 이해하는데 중요한 요소로서 연구가 진행되어야 할 분류군으로 보인다. 또한 영상 분석 시 가자미류, 문어, 가시배새우 등 산업종의 출현이 기록된 지역이다.



표 3-2-2. Type A에서 출현하는 대표적 저서생물(해조류: biomass g/0.25m<sup>2</sup>, 저서동물: density ind./m<sup>2</sup>)

Taxon	Season				Mean
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
Seaweeds					
<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)	324.5	251.7	0	103	169.8
<i>Sargassum horneri</i> (괭생이모자반)	0	0	111.9	206.5	79.6
<i>Dictyota dichotoma</i> (참그물바탕말)	107.2	145.7	0	0	63.2
<i>Phyllospadix japonica</i> (말잘피)	0	0	150.3	86	59.1
<i>Sargassum confusum</i> (알송이모자반)	0	0	191.3	0	47.8
<i>Sargassum ringgoldianum</i> (큰잎모자반)	0	0	0	102.5	25.6
<i>Ulva pertusa</i> (구멍갈파래)	91	0	0	0	22.8
<i>Cladophora sakaii</i> (애기대마디말)	0	68.6	0	0	17.2
<i>Chondrus ocellatus</i> (진두발)	0	58.69	0	0	14.7
<i>Acrosorium flabellatum</i> (부채분홍잎)	0	0	0	57.2	14.3
<i>Costaria costata</i> (쇠미역사촌)	54.6	0	0	0	13.7
<i>Laurencia intermedia</i> (검은서실)	0	50.1	0	0	12.5
<i>Carpopeltis cornea</i> (붉은까막살)	34.9	0	27.4	0	15.6
<i>Plocamium telfairiae</i> (참곱슬이)	0	0	25.3	0	6.3
Macrobenthos					
<i>Hydroides ezoensis</i> (우산석회관갯지렁이)	24	25	26	19	23.5
<i>Spriobranchus tetracer</i> (사방조름석회관갯지렁이)	12	4	21	32	17.3
<i>Hemisentrotus pulcherrimus</i> (말뚝성게)	7	14	11	6	9.5
<i>Mitrella bicincta</i> (보리무룩)	6	8	1	7	5.5
<i>Crepidula onyx</i> (뚱뚱이짚신고둥)	9	5	2	4	5.0
<i>Thais luteostoma</i> (뿔두드럭고둥)	8	6	0	0	3.5
<i>Paguristes ortmanni</i> (털보긴눈집게)	7	3	2	1	3.3
<i>Mytilus coruscus</i> (홍합)	3	4	2	3	3.0
<i>Modiolus difficilis</i> (털담치)	3	2	1	2	2.0
<i>Halocynthia roretzi</i> (우렁쟁이)	2	2	2	1	1.8
<i>Actiniidae unid.</i> (해변말미갈류)	1	2	2	2	1.8
<i>Styela clava clava</i> (미더덕)	0	0	1	4	1.3
<i>Crassostrea gigas</i> (굴)	1	1	1	1	1.0
<i>Halocynthia roretzi</i> (우렁쟁이)	2	1	1	1	1.3
<i>Pachycheles stevensii</i> (게불이)	1	0	3	0	1.0
<i>Strongylocentrotus nudus</i> (둥근성게)	1	1	2	1	1.3
<i>Nordotis discus hannai</i> (북방전복)	1	1	1	1	1.0

표 3-2-3. Type B에서 출현하는 대표적 저서동물(individual/m<sup>2</sup>)

Taxon	Season				Mean
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
<i>Spiophanes bombyx</i> (민얼굴갯지렁이)	680	863	793	536	718
<i>Scoletoma longifolia</i> (긴자락송곳갯지렁이)	261	211	169	18	165
<i>Prionospio</i> sp. (얼굴갯지렁이류)	40	204	30	39	78
<i>Capitella capitata</i> (등가시버들갯지렁이)	38	147	72	41	75
<i>Lumbrinerides hayashii</i> (송곳갯지렁이류)	78	51	62	34	56
Sipunculida unid. (성구동물류)	44	0	85	82	53
Gammaridea unid. 1 (옆새우류)	164	39	0	0	51
<i>Praxillella affinis</i> (꼬리대나무갯지렁이)	19	25	46	66	39
<i>Magelona japonica</i> (양손갯지렁이)	41	34	35	39	37
<i>Amphitrite cirrata</i> (실꽃유령갯지렁이)	14	0	69	44	32
<i>Chone teres</i> (빛꽃갯지렁이)	0	29	31	29	22
<i>Prionospio japonicus</i> (매끈예쁜얼굴갯지렁이)	0	66	0	0	17
<i>Ampelisca bocki</i> (안경옆새우류)	0	32	19	0	13
<i>Nephtys polybranchia</i> (남방백금갯지렁이)	34	0	0	14	12
<i>Clymenella koreana</i> (한국대나무갯지렁이)	0		23	21	11
<i>Goniada maculata</i> (작은갈매기고리갯지렁이)	27	0	0	16	11
<i>Chaetozone setosa</i> (숨털바퀴실타래갯지렁이)	0	21	21	0	11
<i>Hemipodus yenourensis</i> (반다리미갑갯지렁이)	0	0	23	17	10
<i>Macoma praetexta</i> (얇은대양조개)	0	39	0	0	10
<i>Sigambra tentaculata</i> (투구갯지렁이류)	0	21	11	0	8
Gammaridea unid. 3 (옆새우류)	0	31	0	0	8
Gammaridea unid. 2 (옆새우류)	29	0	0	0	7
<i>Nephtys caeca</i> (북방백금갯지렁이)	0	28	0	0	7
Cumacea unid. 2 (올챙이새우류)	0	27	0	0	7
<i>Haploscoloplos elongatus</i> (갯모갯지렁이)	0	0	11	11	6
<i>Pista cristata</i> (총채유령갯지렁이)	0	0	16	0	4
<i>Praxillella pacifica</i> (꼬리대나무갯지렁이류)	15	0	0	0	4
<i>Nucula paulula</i> (작은호두조개)	0	0	0	14	4
<i>Glycera chirori</i> (치로리미갑갯지렁이)	13	0	0	0	3
Cumacea unid. 1 (올챙이새우류)	13	0	0	0	3

표 3-2-4. Type C에서 출현하는 대표적 저서동물(individual/m<sup>2</sup>)

Taxon	Season				Mean
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
<i>Magelona japonica</i> (양손갯지렁이)	370	1020	383	800	643
<i>Scoletoma longifolia</i> (긴자락송곳갯지렁이)	387	340	485	395	402
<i>Chaetozone</i> unid. 1 (바퀴실타래갯지렁이류)	0	303	113	57	118
<i>Clymenella koreana</i> (한국대나무갯지렁이)	108	110	100	122	110
<i>Scalibregma inflatum</i> (수염구더기갯지렁이)	70	97	168	63	100
<i>Spiophanes bombyx</i> (민얼굴갯지렁이)	63	95	75	65	75
<i>Haploscoloplos elongatus</i> (갯모갯지렁이)	75	58	70	72	69
<i>Aricidea (Allia) elongata</i> (갯모갯지렁이류)	27	68	100	30	56
<i>Goniada maculata</i> (작은갈매기고리갯지렁이)	42	32	70	62	52
<i>Thelepus japonicus</i> (긴싸리비유렁갯지렁이)	62	35	28	43	42
<i>Chaetozone setosa</i> (솜털바퀴실타래갯지렁이)	50	52	42	23	42
<i>Praxillella affinis</i> (꼬리대나무갯지렁이)	0	48	45	22	29
<i>Prionospio</i> unid. 1 (얼굴갯지렁이류)	0	30	0	67	24
<i>Ophiura sarsii</i> (살시빚살거미불가사리)	22	0	32	22	19
<i>Asychis pigmentata</i> (점박이대나무갯지렁이)	32	28	15	0	19
<i>Capitella capitata</i> (등가시버들갯지렁이)	0	37	32	0	17
<i>Chaetoderma japonicum</i> (참가시벌레조개)	0	0	20	43	16
Sipunculida unid. (성구동물류)	23	0	0	37	15
<i>Melinna elisabethae</i> (황금뿔사슴갯지렁이)	27	25	0	0	13
<i>Ampelisca miharaensis</i> (안경옆새우류)	0	22	17	0	10
<i>Amphitrite cirrata</i> (실꽃유렁갯지렁이)	0	0	0	38	10
<i>Ophiura</i> unid. 1 (빚살거미불사리류)	0	0	37	0	9
<i>Lumbrineris japonica</i> (참송곳갯지렁이)	17	0	20	0	9
<i>Sigambra tentaculata</i> (투구갯지렁이류)	0	30	0	0	8
<i>Amphisamytha japonica</i> (고리사슴갯지렁이)	30	0	0	0	8
<i>Hemipodus yenourensis</i> (반다리미갑갯지렁이)	0	0	0	22	6
<i>Amphiodia craterodmeta</i> (둥근거미불가사리)	18	0	0	0	5
<i>Dorvillea matsushimaensis</i> (구슬수염갯지렁이)	17	0	0	0	4

Type D의 경우 수심 25m이상의 암반으로 구성된 정점군으로 실제 해역에 대한 생물 채집이 불가능하여 자세한 출현 종을 파악할 수는 없었다. 단 영상분석에 의한 우점적인 대형개체의 출현을 보면 해조류의 경우 구멍쇠미역(*Agarum cribrosum*)이 출현하였으며, 저서동물의 경우 섬유세닐말미잘(*Metridium senile*), 해면류, 피낭동물 등이 우점적으로 부착하는 것으로 나타났다. 생물에 대한 동정은 이루어지지 않았으나, 다른 서식처와 비교하여 어류들의 출현 빈도가 가장 높은 지역이었다. 따라서 향후 대수심어초의 투입 시 Type D 해역을 대상으로 실시하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단되며, 어류뿐만 아니라 산란시 연안으로 이동하는 저서동물의 중간 기착지 혹은 산란장으로서 중요한 기능을 담당할 것으로 판단됨으로 이들의 생태특성을 고려한 어초설계가 이루어진다면 더욱 높은 효과를 얻을 것으로 사료된다.

## 제 3 절 유용생물자원량 추정

### 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 관한 기초조사를 마치고 최종심의 및 평가에서 동해에서는 울진해역이 바다목장 우선 대상지로 선정됨에 따라 2004년부터 동해 울진해역 바다목장 기반 조성을 위한 1차 연구 과제로 울진 바다목장 해역내 유용생물자원조사를 실시하게 되었으며 2005년부터 2차 연구과제로 울진 바다목장 해역내 연성저질에 서식하고 있는 생물자원에 대하여 조사를 실시하였다.

울진 바다목장 해역의 일반적인 특징은 타 해역에 비해 해안선이 단조롭고 외해쪽으로 갈수록 수심이 증가하고 있으며 연안쪽에는 사니질 및 암반 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 있다.

울진 바다목장내에서 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 자원량조사, 해양환경의 변동 특성조사 및 해양생태계에 대한 기초조사를 수행하였으며, 이번 조사에서는 2004년도부터 조사된 울진해역의 바다목장 기반조성을 위한 세부 연구과제로 해역내 연성저질 생물자원에 대한 자원조사를 통하여 바다목장내 주요 어류자원 및 패류자원 상태와 조사해역의 해양환경 특성 조사를 통해 목장내 현재의 유용생물자원의 실태를 파악하여 향후 추진하고 있는 바다목장 자원조성에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다. 또한 지난 2년간 울진연안의 암반, 어초 등 기질별 또는 어구별로 생물상 및 자원 현황조사와 남대천에 서식하는 담수어류에 대한 조사가 이루어졌으며, 2005년에는 수산음향을 이용한 수산자원의 현존량 조사가 추가되었다. 이 결과는 울진바다목장에서의 관광용 수중구조물 개발과 자원증대를 함께 하는 모델 개발에 기초 자료가 될 것이다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 어구조사

##### (1) 어류자원

울진 바다목장 조성해역내의 어류자원을 조사하기 위하여 연안해역에서 주로 어류를 어획하는 어구인 소형저인망, 자망 및 통발 세 가지 어구를 선정하여 조사해역의 북쪽지

역과 남쪽지역으로 크게 나누어 2개 조사정점에서 각 어구별 어획조사를 하였다(그림 3-3-1).

채집된 시료는 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 0.1cm까지 측정하였으며, 전중량(Total Weight)은 0.1g까지 측정하였다. 새우류 및 게류는 갑장(Carapace Length), 두족류는 외투장(Mantle Length), 패류는 각장(Shell Length) 등을 각각 측정하였다.

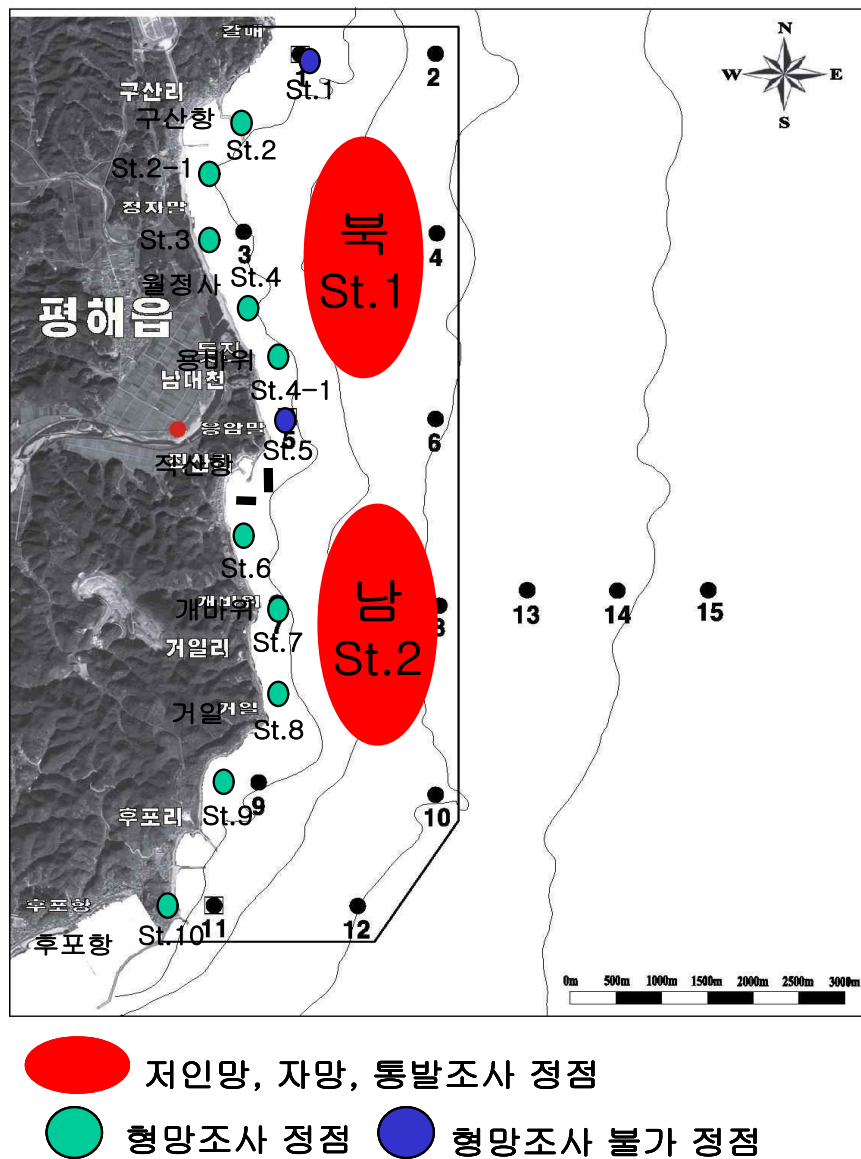


그림 3-3-1. 울진 바다목장해역 연성저질 생물자원 조사해역도.

## (2) 패류자원

울진 바다목장화 해역내의 패류자원을 조사하기 위하여 연안의 패류를 주로 어획하는 어구인 형망을 사용하여 조사를 실시하였다(그림 3-3-2). 조사에 사용된 어구는 가로 130cm, 세로 64cm의 사각형태의 형망틀에 쇠갈퀴를 달았고, 자루그물은 큰그물코가 48mm, 작은그물코가 31mm인 그물로 만든 형망을 사용하였다. 조사는 형망틀을 해안선 수심 2~3m에서 수중 투하하여 예인줄을 200m정도 푼 다음 어선을 닻으로 고정시키고 형망 예인줄을 어선쪽으로 로울러를 이용하여 인망하는 방법으로 저층의 패류를 어획하였다.



그림 3-3-2. 패류자원조사에 사용된 형망어구.

채집된 시료는 인망 후 선상에서 어획물을 대분류하여 패류는 현장에서 어획량의 일부를 표본 채집하였고 기타 부수어획종은 전량 채집하여 연구소의 실험실로 운반하여 동정·계수하였다. 어획물의 정밀측정은 패류의 각장, 각고는 0.1cm까지 측정하였으며, 전중량(Total Weight)은 0.1g까지 측정하였고 기타 어획종은 각종의 측정기준에 따라 조사하였다.

## (3) 정치망에 의한 어류조사

2005년 3월부터 10월까지 정치성구획어업(정치망)을 이용하여 바다목장화 지역에 분포하는 어류상을 조사하였다. 조사 지점은 경북 울진군 평해읍 거일1리의 구암 남단에 위치하는 지역으로서 어장은 육지로부터 약 330m 떨어진 수심 약 15m 정도 되는 지역으로 바닥은 주로 암반과 약간의 모래가 섞인 곳이며(그림 3-3-3), 조사 시기는 정치망 어류 조사의 경우 2005년 3월~10월 사이에 1개월 단위로 10회 조사를 실시하였으며, 정치망 조사에 사용된 어구는 호망을 대상으로 그물을 설치한 후 만 하루가 지난 후 어획된 어류를 대상으로 조사를 실시하였으며, 출현량이 많은 어종은 10%를 임의 추출하여 전체 단위로 환산하였다. 남대천에 서식하는 하천의 어류 조사는 삼각망, 투망, 반두, 족대 등을 사용하여 채집하였다.

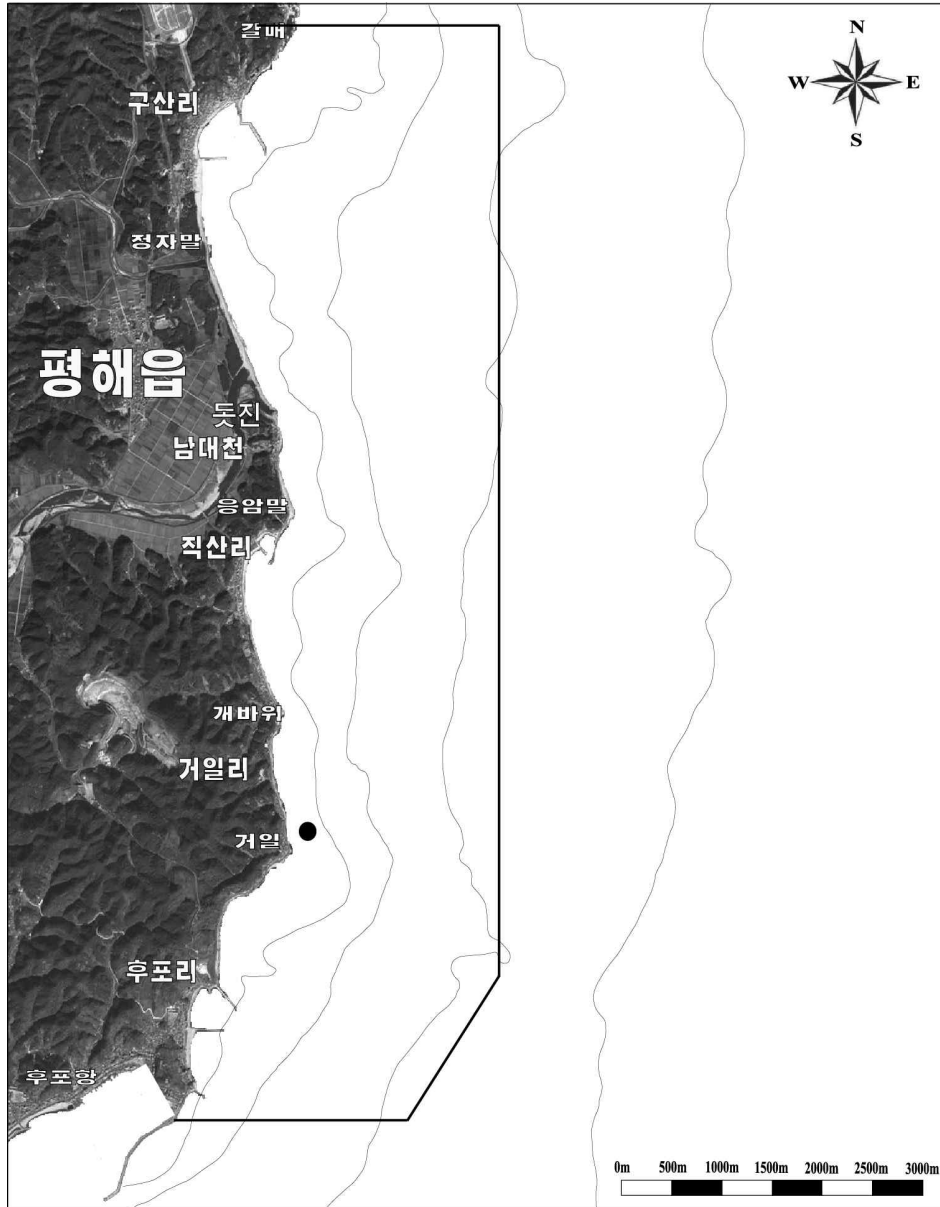


그림 3-3-3. 울진 정치망 어구의 조사 지점.



## 나. 음향조사

음향 자원 조사는 울진 바다목장 해역인 구산리-후포읍 해역에서 2005년 10월 7일에 실시하였다(그림 3-3-4). 조사 정선수는 20개로 수심 10m의 연안에서 50m 수심까지를 포함하였으며, 정선 간 거리는 균등하지 않은 random parallel 방법을 사용하였다.

한편, 조사 정선으로 이동하기 위한 남북 방향의 이동 정선은 19개였다. 20개 음향 정선의 총거리는 33.9km(18.32 마일) 이며, 정선간 이동 거리까지 포함하면 총 음향 자료 수신 거리는 43.7km(23.6 마일)이었다. 각 정선의 좌표와 거리는 표 3-3-1과 같다.

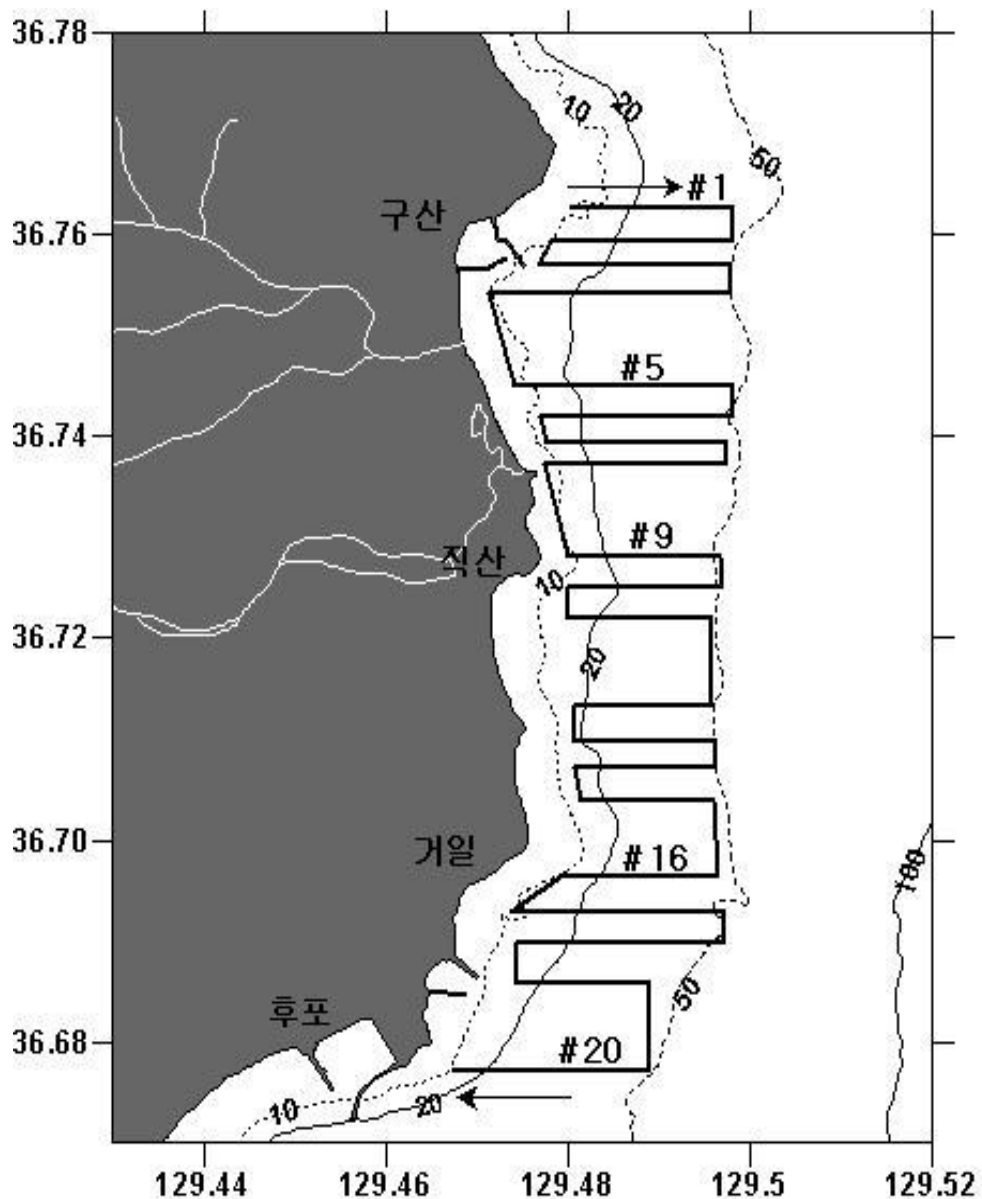


그림 3-3-4. 울진바다목장의 음향 자원조사 정선.

표 3-3-1. 음향 조사를 위한 각 전선의 좌표 및 조사거리

정선 번호	출발점		도착점		거리 (m)	거리 (mile)
	위도(도)	경도(도)	위도(도)	경도(도)		
1	36.76295	129.48030	36.76265	129.49820	1591.8	0.860
2	36.75923	129.49830	36.75923	129.47810	1799.5	0.972
3	36.75690	129.47680	36.75669	129.49800	1888.0	1.019
4	36.75407	129.49800	36.75407	129.47120	2382.7	1.287
5	36.74498	129.47390	36.74488	129.49820	2157.3	1.165
6	36.74175	129.49820	36.74196	129.47700	1887.0	1.019
7	36.73952	129.47770	36.73931	129.49750	1766.1	0.954
8	36.73727	129.49770	36.73727	129.47730	1817.7	0.982
9	36.72790	129.48010	36.72790	129.49680	1488.8	0.804
10	36.72497	129.49690	36.72497	129.48000	1505.2	0.813
11	36.72193	129.48010	36.72184	129.49560	1382.9	0.747
12	36.71314	129.49570	36.71305	129.48070	1339.6	0.723
13	36.70993	129.48080	36.70982	129.49620	1375.0	0.742
14	36.70700	129.49610	36.70700	129.48060	1383.2	0.747
15	36.70396	129.48140	36.70396	129.49600	1305.7	0.705
16	36.69636	129.49640	36.69655	129.47960	1497.8	0.809
17	36.69283	129.47380	36.69283	129.49720	2088.0	1.128
18	36.68990	129.49730	36.68981	129.47430	2047.3	1.106
19	36.68581	129.47450	36.68560	129.48890	1279.0	0.691
20	36.67721	129.48900	36.67732	129.46730	1932.0	1.043
총 거리					33,914.6	18.316

조사에 사용된 음향 시스템은 분할빔 방법을 사용하는 3개의 음향 센서를 사용하였으며, 주파수는 38, 200, 420kHz였다. 3개의 음향 센서를 예인체에 설치한 후, 소형 선박의 선측에 고정하였다(그림 3-3-5). 조사 시기 동안 선속은 예인체의 수평을 고려하여 4~5 노트를 유지하였으며, 예인체의 기울기는 200kHz 센서에 부착된 기울기 센서를 이용하여 가능한 수평을 유지하고자 하였다. 음향 자료의 수신 위치 정보는 조사 면적이 원양에 비해 상대적으로 좁은 연안임을 고려하여 정확한 위치 정보를 제공하는 DGPS를 이용하였으며, 매 1초당 거리 좌표를 음향 자료와 동시에 수신하였다.

연구 지역에서 최대 수심이 50m이내임을 고려하여 각 주파수당 매 초당 5번 음파를 송신하였으며, 수직 분해능을 향상시키기 위하여 펄스 폭은 0.2m/sec로 설정하였다. 표 3-3-2는 조사 기간에 사용된 음향 센서의 여러 변수들을 나타낸다.

본 연구에서는 음향 조사 시기에 어구를 이용한 직접적인 채집이 이루어지지 않아 우점종에 대한 정보의 제한으로 어류의 일반적인 반사 특성 함수를 이용하였다. 즉, 체장에 대한 어류의 일반적인 음향 반사 강도는 다음의 식으로 표현된다(Nakken and Olsen, 1979).

$$TS = m \cdot \log_{10}(TL, \text{cm}) + a \cdot \log_{10}(f, \text{kHz}) + b \quad (1)$$

식에서  $m$ ,  $a$ ,  $b$ 는 계수 값이며,  $f$ 는 주파수를 나타낸다. 일반적으로  $m$ 은 어류의 길이에 비례하는 특성을 이용하여 20의 값을 사용하며  $b$ 는 실험을 통하여 얻어지게 된다.



그림 3-3-5. 음향 자원조사를 위한 예인체 설치, 음향 센서 및 저장 시스템.

표 3-3-2. 음향 자원 조사에 사용된 시스템 변수들

Parameter	38 kHz	200 kHz	420 kHz
Beam type	split beam	split beam	split beam
Beam width, (degree)	10.4	6.6	6.8
Source level, (dB/μPa)	217.8	221.5	218.5
Sound velocity, (m/s)	1519.8	1519.8	1519.8
Absorption coeff., (dB/m)	0.00762	0.07390	0.12385
Ping rate, (pps)	5.0	5.0	5.0
Pulse width, (ms)	0.2	0.2	0.2
Data threshold, (dB)	-130.0	-130.0	-130.0

본 연구에 사용된 3개의 음향 센서 가운데 자료 처리를 위하여 어류나 동물플랑크톤 등에 동시에 사용이 가능한 200kHz를 사용하였다. 일반적으로 계수 b는 38kHz인 경우 대부분 -62dB에서 -65dB의 값을 가지고 있다(Foote, 1985). 이 값은 주파수 종속성이 있어 어류의 경우 고주파로 갈수록 감소하는 경향이 있으므로 본 연구에 사용한 200kHz의 경우 -67dB의 값을 사용하였다. 따라서 식(1)로부터 현장에서 TS값을 측정하면 역으로 어류의 체장 길이를 계산할 수 있게 된다. 어체의 길이에 따른 TS 및 후방산란단면적의 예는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
\text{TL}=5.0 \text{ cm} &\rightarrow \text{TS}=-53.0 \text{ dB} \rightarrow \sigma_s = 5.01 \times 10^{-6} m^2 \\
\text{TL}=10.0 \text{ cm} &\rightarrow \text{TS}=-47.0 \text{ dB} \rightarrow \sigma_s = 1.99 \times 10^{-5} m^2 \\
\text{TL}=15.0 \text{ cm} &\rightarrow \text{TS}=-43.5 \text{ dB} \rightarrow \sigma_s = 4.47 \times 10^{-5} m^2 \\
\text{TL}=20.0 \text{ cm} &\rightarrow \text{TS}=-41.0 \text{ dB} \rightarrow \sigma_s = 7.94 \times 10^{-5} m^2 \\
\text{TL}=22.5 \text{ cm} &\rightarrow \text{TS}=-39.9 \text{ dB} \rightarrow \sigma_s = 1.02 \times 10^{-4} m^2 \\
\text{TL}=25.0 \text{ cm} &\rightarrow \text{TS}=-39.0 \text{ dB} \rightarrow \sigma_s = 1.25 \times 10^{-4} m^2
\end{aligned}
\tag{2}$$

연구에 사용된 장비는 현장에 분포하는 개개 음향 산란체의 현장 TS를 분포 수심, 빔 축으로부터의 위치와 함께 측정할 수 있는 기능이 내장되어 있어 현장에서 관측된 모든 TS 자료를 이용하여 어류의 길이를 계산하고자 하였다. 위 식으로부터 수신된 현장 TS 값이 -53dB보다 낮은 경우 대상 생물의 길이가 5cm미만으로 작은 음향 산란체의 존재를 의미하게 된다. 총 20개의 음향 정선으로 구성되어 있지만 음향 자료의 저장을 위한 시간 간격을 20분으로 설정하였으므로 각 정선별로 계산하지 않고 시간 간격으로 음향 자료를 계산하였다.

## 다. 잠수조사

### (1) 어류

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 3-3-6). 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 보면서 전진하면서 조사하였으며 인공어초 어장에서는 어초 바닥까지 내려간 후 어초의 내부와 주변부(어초 주위 약 1m범위)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 서식생태를 관찰하여 분석자료로 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.

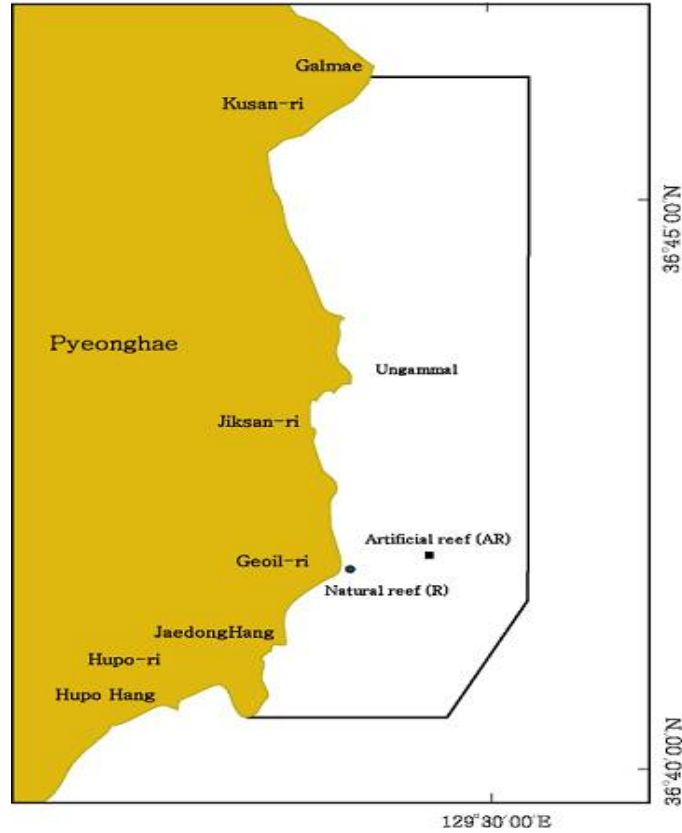


그림 3-3-6. 울진바다목장의 어류상 및 수산자원현황 조사 정점.

## (2) 암반 무척추동물 및 해조류

조사해역은 해안선이 단조롭고, 수면위로 돌출된 암초가 거의 없다. 남대천 북쪽 수심 10m이내의 연안은 수중여가 거의 없는 사질 퇴적물로 이루어져 있는 반면, 남쪽 연안은 사질 퇴적물에 수중여가 조밀한 덩이를 이루어 해안가로 이어진 암반형태를 보인다. 조하대의 해조류는 해안선을 따라 잘 발달된 사질 퇴적물 사이에 부분적으로 존재하는 수심 10m 이내의 암반에 부착하여 살아가고 있었다. 따라서 2005년 1월(겨울), 5월(봄), 8월(여름), 11월(가을)의 총 4회 조사를 실시하였으며 수심 10m 이내에 존재하는 수중여의 분포에 맞추어 총 10개의 조사지점(St. 1~10)을 그림 3-3-7, 표 3-3-3과 같이 선정하였다. 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.

무척추동물의 경우, 2004년 1단계 1차년도 생태계조사 자료 및 서식특성자료를 바탕으로 해역의 유용종을 선정하였으며, 대표적 마을어촌계 방류어종인 북방전복(*Nordotis discus hannai*)을 비롯한 홍합(*Mytilus coruscus*), 굴(*Crassostrea gigas*), 우렁쟁이(*Halocynthia roretzi*), 둥근성게(*Strongylocentrotus nudus*), 돌기해삼(*Stichopus japonicus*) 등이 속한다. 주요선

정 종에 대한 조사에 중점을 두었으나, 현장조사에서 출현하는 새로운 유용무척추동물에 대한 조사도 병행하여 실시하였다. 모든 현장조사는 다이버에 의해 이루어졌으며, 출현하는 유용저서무척추동물의 종류 및 개체수는 현장에서 기록되었으며, 이들 종의 생체량을 파악하기 위해 정성적 채집을 병행하였다. 각 정점에 대한 정량적 자료를 얻기 위해 해안선에 수직방향으로 총 4회의 transect line(10m)을 설치한 후, 방형구(1m x 1m)를 연속적으로 설치하여 조사를 실시하였다. 전복과 성게와 같이 야행성이거나 암반의 틈사이 등 특정한 서식처를 선호하는 생물에 대해서는 다이버가 인위적인 탐색 후 방형구를 설치하여 출현개체수를 파악하였으며, 분석 시 모든 자료를 종합하여 분석을 실시하였다. 각 정점 당 파악된 평균 조사면적은 40m<sup>2</sup>이었다.

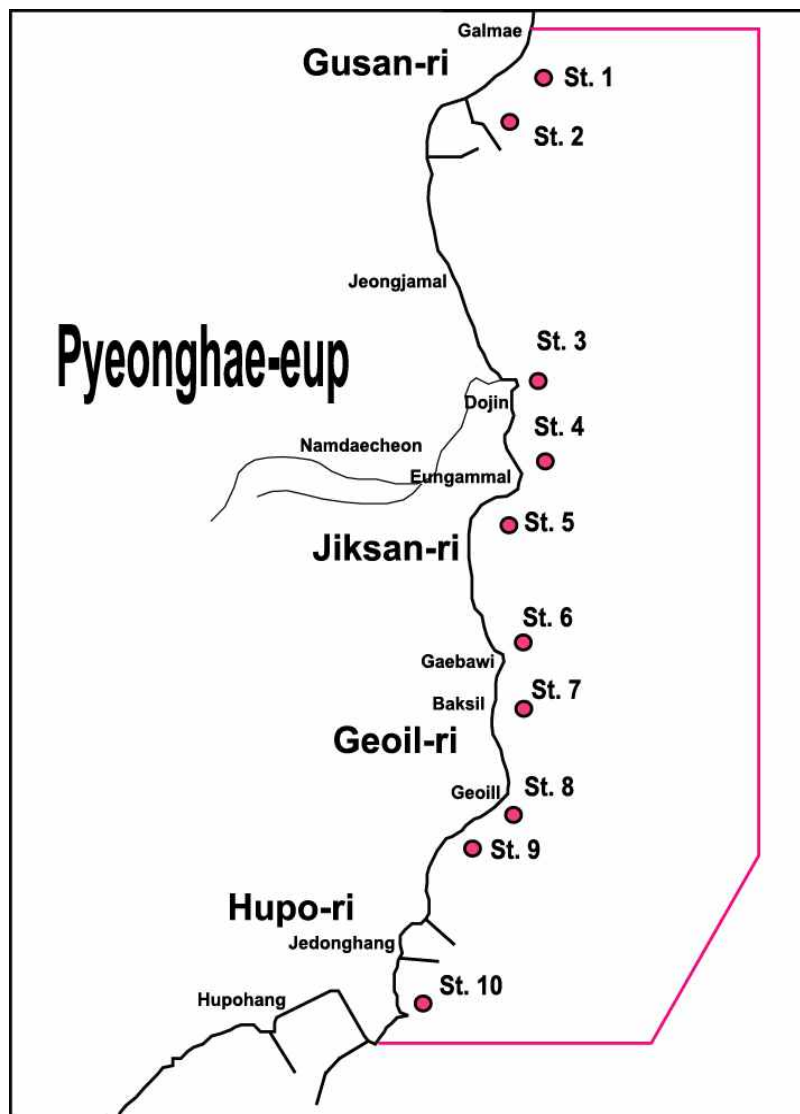


그림 3-3-7. 울진바다목장해역 조하대 암반생물자원(해조류 및 무척추동물) 조사정점.

표 3-3-3. 울진 바다목장해역 조하대 암반생물자원 조사정점의 좌표

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' 827" N 129° 28' 903"	수심 8 m (여)
St. 4 (직산리)	E 36° 43' 438" N 129° 28' 893"	초소 앞, 수심 8 m (여)
St. 5 (직산리)	E 36° 43' 299" N 129° 29' 208"	직산항 방파제에서 1 km 외측, 수심 18 m (여)
St. 6 (개바위)	E 36° 42' 500" N 129° 28' 787"	개바위 앞, 여의 길이가 10 m정도로 보임, 수심 4 m (여)
St. 7 (박실)	E 36° 42' 283" N 129° 28' 710"	박실 앞, 대정수산 앞의 모래 해안 앞, 수심 5 m (여)
St. 8 (거일)	E 36° 41' 713" N 129° 28' 818"	거일 마을 방파제 앞, 수심 5 m (여)
St. 9 (거일)	E 36° 41' 497" N 129° 28' 415"	제동항 북쪽 방파제 500 m지점, 수심 3 m (여)
St. 10 (후포리)	E 36° 40' 637" N 129° 28' 138"	빙장말 부리 앞, 수심 8 m (여)

### 라. 남대천 어류자원조사

동해안에 유입하는 남대천의 어류상을 조사하기 위하여 울진군에 위치한 남대천의 담수어류를 조사하였다(그림 3-3-8). 총 3개 지점에서 2005년 2월, 5월, 8월, 11월에 각각 1회씩 총 4회 조사하였다. 11월 조사결과의 경우, 분석시간 등의 이유로 내년도 사업보고서에 첨부할 계획이다.

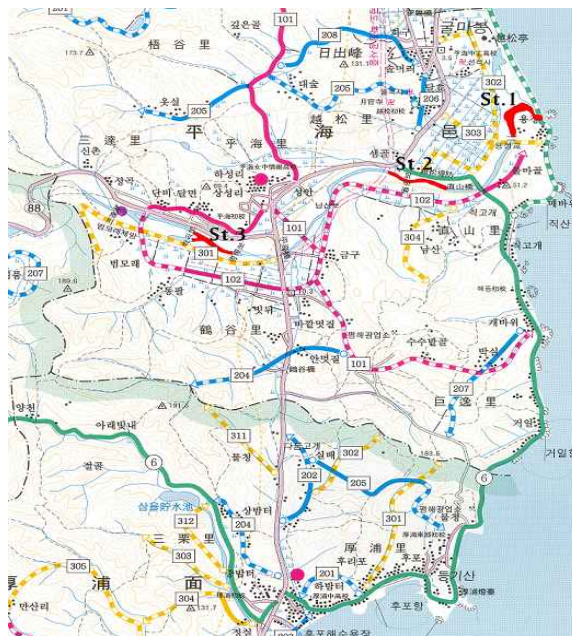


그림 3-3-8 남대천 지역의 조사 지점.



### 3. 결과 및 토의

#### 가. 어구조사

##### (1) 어류자원

##### (가) 저인망 어획시험 결과

조사는 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 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 10~30분간 인망하여 어획시험을 실시하였다(그림 3-3-9). 5월에는 바다목장해역의 외측 1개 정점을 대조구로 정해 어획비교를 하였다.



그림 3-3-9. 어류자원조사에 사용된 소형저인망.

조사기간중에 출현한 어종은 총 47종으로 이중 어류가 29종, 갑각류 12종, 극피동물류 2종, 연체동물류 3종, 환형동물류 2종이었다. 특히 어류는 전체출현종수의 61.7%를 차지하여 가장 높은 출현군이었으며 출현종수는 2004년도에 2회에 걸쳐 조사된 19종보다 높은 출현종수를 보였다.

채집된 주요 어종은 황아귀, 용가자미, 기름가자미, 물메기, 대게, 참가자미, 마루자주새우, 빨간횃대, 꼬마횃대, 문어, 귀꼴뚜기 등이었다. 특히 어류중 가자미과(Family Pleuronectidae)에는 총 6종이 포함되어 가장 중요한 분류군으로 나타났고 우점종은 전체 어획량의 20.5%를 차지한 황아귀이었으며 이며 그 다음으로 문어, 용가자미, 기름가자미, 참가자미, 물메기 순으로 나타났다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-4과 같으며 조사월별 출현어종은 2005년 2월에 25종, 5월에 21종, 8월에 18종, 11월에 21종이 각각 출현하여 2월이 가장 출현종수가 높았으며 전반적으로 2004년에 비해 출현종수가 높았다. 전 조사월에 출현한 어종은 7종으로 기름가자미, 꼬마횃대, 빨간횃대, 용가자미, 참가자미, 황아귀, 마루자주새우였다.



조사기간중 어획량을 보면 총 107.8kg을 어획하였으며 전체 노력당어획량은 11.9kg/10분(인망)으로 나타났으며 2004년의 21.5kg/10분(인망) 보다 크게 감소하였다. 조사월별로 2월이 20.5kg/10분(인망)으로 가장 높았고 8월이 6.7kg/10분(인망)으로 가장 낮았으며 정점별로는 2월 및 5월은 남쪽정점에서 약간 높았다.

5월에 조사한 바다목장 외측 대조구의 출현종 및 어획량은 내측과 비교한 결과, 출현종수는 낮지만 어획량은 비슷하게 나타났으며 특히 대개는 수심이 약간 깊은 외해측에서 많이 출현하였다.

저인망에 어획된 주요 어종의 체장범위는 표 3-3-5와 같다. 주요 종의 체장범위는 대부분 소형어 및 미성어 크기로 나타남으로서 이들 생물들이 울진 연안해역을 주로 성육장으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

조사기간중에 출현한 어종은 총 32종으로 이중 어류가 17종, 극피동물류 7종, 연체동물류 6종, 갑각류 2종이었다. 채집된 주요 어종은 쥐노래미, 물가자미, 보라성게, 임연수어, 조피볼락, 참가자미 등이었다. 우점종은 전체어획량의 33.9%를 차지한 쥐노래미이며 그 다음으로 보라성게, 물가자미, 참가자미, 조피볼락 순으로 나타났다. 2004년도 조사시 출현종수는 22종이며 우점종도 쥐노래미로 나타나 전년도에 비해 출현종수는 증가하였고 우점종 동일한 결과를 보였다. 정점별로는 북쪽해역이 21종, 남쪽해역이 23종이 출현하여 거의 차이를 보이지 않았다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-6과 같으며 2005년 2월에 13종, 5월에 13종, 8월에 8종, 11월에 14종이 각각 출현하여 11월이 가장 높은 출현종수를 나타내었고 전 조사월에 출현한 어종은 쥐노래미 1종으로 나타났다.

조사기간중 어획량을 보면 총 37.1kg을 어획하였으며 전체 노력당어획량은 0.93kg/폭으로 나타났고 2004년의 노력당어획량(0.90kg/폭)과는 큰 차이를 보이지 않았다. 월별로는 5월이 1.05kg/폭으로 가장 높게 나타났으며 최근 동해안 해역별 자망(삼중자망) 어획시험조사를 통한 최근 노력당어획량과 비교해 보면 속초연안은 2005년 3~8월간 평균 0.6kg/폭, 삼척연안은 2005년 2~8월간 평균 1.7kg/폭, 왕돌초 주변해역은 2005년 2월, 5월, 8월에 평균 4.2kg/폭, 독도연안은 2004년 4월 5.4kg/폭으로 각각 조사되어 동해 연안해역의 어획율이 상대적으로 독도나 왕돌초 주변해역 보다는 어획효율이 낮은 해역으로 나타났다. 자망에 어획된 주요 어종의 체장범위는 표 3-3-7와 같다.

표 3-3-4. 2005년 울진 바다목장해역 저인망에 어획된 어종별 생체량(g)

국명 (학명)	2월	5월	8월	11월
황아귀 ( <i>Lophius litulon</i> )	11,073	704	868	9,535
용가자미 ( <i>Cleisthenes pinetorum</i> )	3,630	357	4,837	5,596
기름가자미 ( <i>Glyptocephalus stelleri</i> )	4,477	3,265	1,211	1,114
참가자미 ( <i>Pleuronectes herzensteini</i> )	1,066	2,377	1,673	3,292
물메기 ( <i>Liparis tessellatus</i> )	1,787	3,914	649	
참홍어 ( <i>Raja pulchra</i> )		173		1,641
민달고기 ( <i>Zenopsis nebulosa</i> )				1,751
대구횃대 ( <i>Gymnocanthus herzensteini</i> )		628	1,077	
대구 ( <i>Gadus macrocephalus</i> )	47	1,612		
빨간횃대 ( <i>Alcichthys alcornis</i> )	168	325	513	252
미거지 ( <i>Liparis ingens</i> )		1,249		
쥐노래미 ( <i>Hexagrammos otakii</i> )			31	938
고무꺼정어 ( <i>Dasycottus setiger</i> )	190	594		
붕장어 ( <i>Conger myriaster</i> )	725			
꼬마횃대 ( <i>Cottiusculus gonez</i> )	29	75	290	256
장갱이 ( <i>Stichaeus grigorjewi</i> )	556			
가시베도라치 ( <i>Lumpenella longirostris</i> )		502		
물가자미 ( <i>Eopsetta grigojewi</i> )			366	23
넙치 ( <i>Paralichthys olivaceus</i> )	348			
줄가자미 ( <i>Clidoderma asperrimum</i> )				
돌가자미 ( <i>Kareius bicoloratus</i> )			90	158
성대 ( <i>Chelidonichthys spinosus</i> )	131			160
돛양태 ( <i>Repomucenus lunatus</i> )				
고등어 ( <i>Scomber japonicus</i> )	83			103
청보리멸 ( <i>Sillago japonica</i> )	60			
아가씨물메기 ( <i>Liparis agassizii</i> )		60		
빨횃대 ( <i>Ceratocottus diceraus diceraus</i> )	23			
전갱이 ( <i>Trachurus japonicus</i> )				14
갈전갱이 ( <i>Kaiwarinus equule</i> )				7
대게 ( <i>Chionoecetes opilio</i> )		5,482		
마루자주새우 ( <i>Crangon hakodatei</i> )	110	46	540	329
가시투성어리새우 ( <i>Paracrangon echinata</i> )	214		143	56
꽃게 ( <i>Portunus trituberculatus</i> )				293
북방참집게 ( <i>Pagurus ochotensis</i> )				152
도화새우 ( <i>Pandalus hypsinotus</i> )	134			
진흙새우 ( <i>Argis lar</i> )	38	65		
툽등큰꼬마새우 ( <i>Spirontocaris arcuata</i> )		13		
갯가재 ( <i>Squilla oratoria</i> )			11	
북방갯가꼬마새우 ( <i>Birulia kishinouyei</i> )	7	2		
어리꼬마새우 ( <i>Birulia kishinouyei</i> )	5			
붉은눈자루참집게 ( <i>Pagurus japonicus</i> )				3
해삼 ( <i>Stichopus japonicus</i> )			594	
말뚝성게 ( <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> )	258		150	
문어 ( <i>Paraoctopus dofleini</i> )	15,597	3,859	457	
귀꼴뚜기 ( <i>Euprymna morsei</i> )	390	2,163	74	
갑오징어 ( <i>Sepia esculenta</i> )				39
참갯지렁이 ( <i>Neanthes japonica</i> )				2
합계	41,145	27,464	13,575	25,713
출현종수	25종	21종	18종	21종

표 3-3-5. 2005년 울진 바다목장해역 저인망에 어획된 주요 어종의 체장범위

어 종 명	조사미수	체장범위 (cm) (평균.)	측정기준
기름가자미	501	6.1 ~ 25.7 (14.2)	전장
물메기	179	11.2 ~ 21.8 (15.2)	"
가시투성어리새우	174	0.8 ~ 2.0 (1.2)	두흉갑장
대게	113	3.2 ~ 8.2 (5.0)	갑장
용가자미	110	6.3 ~ 33.5 (19.6)	전장
꼬마횃대	80	5.1 ~ 15.8 (7.0)	"
마루자주새우	76	0.12 ~ 2.06 (0.93)	두흉갑장
귀꼴뚜기	73	2.2 ~ 8.9 (4.4)	외투장
참가자미	46	11.2 ~ 32.8 (20.9)	전장
문어	34	4.9 ~ 23.6 (9.9)	외투장
대구횃대	32	10.5 ~ 20.2 (15.9)	전장

(나) 자망 어획시험 결과

자망어구에 의한 어획시험 조사는 2005년 2월, 5월, 8월, 및 11월에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 남쪽 및 북쪽 2개 지역에서 어획수심 20~30m에서 삼중자망(망목 80mm) 5폭을 1틀로 구성하여 2개 정점에 투망하여 24시간 침적 후에 양망하여 조사하였다(그림 3-3-10).



그림 3-3-10. 어류자원조사에 사용된 자망.

조사기간중에 출현한 어종은 총 32종으로 이중 어류가 17종, 극피동물류 7종, 연체동물류 6종, 갑각류 2종이었다. 채집된 주요 어종은 쥐노래미, 물가자미, 보라성게, 임연수어, 조피볼락, 참가자미 등이었다. 우점종은 전체어획량의 33.9%를 차지한 쥐노래미이며 그 다음으로 등근성게, 물가자미, 참가자미, 조피볼락 순으로 나타났다. 2004년도 조사시 출현종수는 22종이며 우점종도 쥐노래미로 나타나 전년도에 비해 출현종수는 증가하였고 우점종 동일한 결과를 보였다. 정점별로는 북쪽해역이 21종, 남쪽해역이 23종이 출현하여 거의 차이를 보이지 않았다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-6과 같으며 2005년 2월에 13종, 5월에 13종, 8월에 8종, 11월에 14종이 각각 출현하여 11월이 가장 높은 출현종수를 나타내었고 전 조사월에 출현한 어종은 쥐노래미 1종으로 나타났다.

조사기간중 어획량을 보면 총 37.1kg을 어획하였으며 전체 노력당어획량은 0.93kg/폭으로 나타났고 2004년의 노력당어획량(0.90kg/폭)과는 큰 차이를 보이지 않았다. 월별로는 5월이 1.05kg/폭으로 가장 높게 나타났으며 최근 동해안 해역별 자망(삼중자망) 어획 시험조사를 통한 최근 노력당어획량과 비교해 보면 속초연안은 2005년 3~8월간 평균 0.6kg/폭, 삼척연안은 2005년 2~8월간 평균 1.7kg/폭, 왕돌초 주변해역은 2005년 2월, 5월, 8월에 평균 4.2kg/폭, 독도연안은 2004년 4월 5.4kg/폭으로 각각 조사되어 동해 연안해역의 어획율이 상대적으로 독도나 왕돌초 주변해역 보다는 어획효율이 낮은 해역으로 나타났다. 자망에 어획된 주요 어종의 체장범위는 표 3-3-7과 같다.

표 3-3-6. 2005년 울진 바다목장해역 자망에 어획된 어종별 생체량(g)

국 명 (학 명)	2월	5월	8월	11월
쥐노래미 ( <i>Hexagrammos otakii</i> )	1,024	4,456	2,197	4,915
물가자미 ( <i>Eopsetta grigojewi</i> )	2,555		426	
참가자미 ( <i>Pleuronectes herzensteini</i> )	890	1,232	196	
조피볼락 ( <i>Sebastes schlegeli</i> )	1,330			798
돌가자미 ( <i>Kareius bicoloratus</i> )				1,788
황아귀 ( <i>Lophius litulon</i> )			1,156	500
임연수어 ( <i>Pleurogrammus azonus</i> )	960	459		
감성가자미 ( <i>Pleuronectes obscurus</i> )	580			
선홍치 ( <i>Erythrocles schlegelii</i> )	560			
넙치 ( <i>Paralichthys olivaceus</i> )	530			
말쥐치 ( <i>Thamnaconus modestus</i> )				449
띠볼락 ( <i>Sebastes zonatus</i> )	190			
찰가자미 ( <i>Microstomus achne</i> )				178
불볼락 ( <i>Sebastes thompsoni</i> )				170
빨간횃대 ( <i>Alcichthys alcicornis</i> )	145			
점넙치 ( <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> )				119
망상어 ( <i>Ditrema temmincki</i> )	50			
깨다시꽃게 ( <i>Dvalipes trituberculatus</i> )				165
북방참집게 ( <i>Pagurus ochotensis</i> )				5
등근성게 ( <i>Strongylocentrotus nudus</i> )		2,447	1,790	385
왜주름불가사리 ( <i>Crossaster papposus japonicus</i> )		344	1,151	
해삼 ( <i>Stichopus japonicus</i> )	792	289		
가시불가사리 ( <i>Astropecten polyacanthus</i> )		365	78	
아무르불가사리 ( <i>Asterias amurensis</i> )	110	192		
아펠불가사리 ( <i>Aphelasterias japonica</i> )			201	
말뚝성게 ( <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> )		44		
납작소라 ( <i>Pomaulax japonicus</i> )		156		121
군소 ( <i>Aplysia kurodai</i> )		245		
소라 ( <i>Turbo cornutus</i> )		230		
상투매물고둥 ( <i>Neptunea subdilata</i> )				70
입빨고둥 ( <i>Ceratostoma burnetti</i> )				41
매끈이고둥 ( <i>Retimohnia vernalis</i> )		29		
합계	9,716	10,488	7,196	9,705
출현종수	13종	13종	8종	14종

표 3-3-7. 2005년 울진 바다목장해역 자망에 어획된 주요 어종의 체장범위

어종명	조사미수	체장범위 (cm) (평균)	측정기준
등근성게	43	1.7~8.0 (5.6)	각경
쥐노래미	22	18.3~36.2 (30.1)	가랑이체장
물가자미	15	21.2~35.2 (25.3)	전장
참가자미	10	20.5~35.5 (25.2)	"

#### (다) 통발 어획시험 결과

조사는 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 총 4회에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 북쪽해역(정점 1)과 남쪽해역(정점 2) 2개 해역 어획수심 20~30m에서 장구형 통발(높이 76cm, 망목 20mm) 50개를 1틀로 구성하여 각 조사정점에 투망하여 24시간 침적 후에 양망하여 조사하였다(그림 3-3-11).



그림 3-3-11. 어류자원조사에 사용된 통발.

조사 기간 중에 출현한 어종은 총 27종으로 이중 어류가 6종, 갑각류 8종, 극피동물류 7종, 연체동물류 6종으로 나타났다. 채집된 주요 어종은 문어, 노래미, 붕장어, 보라성게, 군소 등이었다.

조사 기간 중 출현 어종목록은 표 3-3-8과 같으며 월별로는 2005년 2월 9종, 5월 13종, 8월 16종이 출현하여 가장 많은 출현종수를 나타내었고 11월에는 6종으로 가장 출현종수가 낮았다. 조사정점별로는 정점 1(북쪽해역)에서 21종이 출현하였고 정점 2(남쪽해역)에서는 18종이 출현하여 정점 1이 약간 높은 출현종수를 나타내었다. 출현종중 전 조사정점에서 출현종은 문어, 군소, 보라성게, 북방참집게, 붕장어, 솜털문히, 주름꽃게 등 12종이었다. 한편 전조사월 및 2개 조사정점에서 모두 출현한 어종은 문어였다.

조사 기간 중 어획량을 보면 총 45.8kg을 어획하였으며 월별로는 2월에 28.8kg으로 가장 많이 어획되었으며 11월이 2.9kg으로 가장 적었다. 정점별로는 정점 1에서 총 35.8kg, 정점 2에서 총 10.0kg이 어획되어 북쪽해역이 출현종수 및 어획량이 모두 높게 나타났다.

우점종은 중량비 기준으로 전체어획량의 68.8%를 차지한 문어였으며 그 다음으로 붕장어, 임연수어 순이었고, 개체수비 기준으로는 전체개체수의 20.3%를 차지한 솜털문히였으며 그 다음으로 잘록외줄고둥, 북방참집게, 보라성게 순이었다.

노력당 어획량은 2005년 전체 11.4kg/100개(통발)으로 나타나 2004년의 14.0kg/100개(통발)보다 낮게 나타났으나 출현종수는 2004년에 비해 크게 증가하였다. 월별로는 2월이 28.8kg/100개(통발)으로 가장 높았고 11월이 3.0kg/100개(통발)로 가장 낮았다.

통발에 어획된 주요 어종의 체장범위는 표 3-3-9와 같으며, 우점종인 문어의 체장범위는 대부분 소형으로서 이들 생물들이 울진 연안해역을 주로 성육과 산란장으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

표 3-3-8. 2005년 울진 바다목장해역 통발에 어획된 어종별 생체량(g)

국 명 (학 명)	2월	5월	8월.	11월
붕장어 ( <i>Conger myriaster</i> )		260	828	1,328
임연수어 ( <i>Pleurogrammus azonus</i> )	730			
물메기 ( <i>Lipatis tessellatus</i> )	100	426		
노래미 ( <i>Hexagrammos agrammus</i> )	240			
용치놀래기 ( <i>Halichoeres poecilopterus</i> )			116	
가시횃대 ( <i>Gymnocanthus intermedius</i> )	100			
솜털문히 ( <i>Petalomera wilsoni</i> )		146	177	294
북방참집게 ( <i>Pagurus ochotensis</i> )			374	29
주름꽃게 ( <i>Macropipus corrugalus</i> )			50	96
깨다시꽃게 ( <i>Dvalipes trituberculalus</i> )			22	23
붉은눈자루참집게 ( <i>Pagurus japonicus</i> )			38	
꽃게 ( <i>Portopus trituberculalus</i> )			16	
가시투성어리새우( <i>Paracrangon echinata</i> )	7			
빨물맞이게 ( <i>Pugellia guadridentis</i> )		7		
별불가사리 ( <i>Asterina pectinitera</i> )		3,378		
등근성게 ( <i>Strongylocentrotus nudus</i> )	230	77	1,355	
아무르불가사리 ( <i>Asterias amurensis</i> )	825	582	228	
문어다리불가사리 ( <i>Plazaster borealis</i> )		264		
왜주름불가사리 ( <i>Crossaster papposus japonicus</i> )			172	
가시불가사리 ( <i>Astropecten polyacanthus</i> )		59		
말똥성게 ( <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> )		7		
문어 ( <i>Paroctopus dofleini</i> )	26,620	1,353	2,341	1,230
군소 ( <i>Aplysia kurodai</i> )	20	1,041		
잘록외줄고둥 ( <i>Buccinum opisoplectum</i> )			419	
매끈이고둥 ( <i>Retimohnia vernalis</i> )		118	41	
물레고둥 ( <i>Buccinum striatissimum</i> )			104	
탑불고둥 ( <i>Ergalatax contracta</i> )			6	
합계	28,872	7,718	6,289	2,998
출현종수	9종	13종	16종	6종

표 3-3-9. 2005년 울진 바다목장해역 통발에 어획된 주요 어종의 체장범위

어종명	조사미수	체장범위 (cm) (평균)	측정기준
문어	11	6.8 ~ 24.3 (12.4)	외투장
물메기	12	10.4 ~ 19.7 (16.3)	전장
등근성게	16	2.1 ~ 7.2 (3.8)	각경
솜털문히	20	1.6 ~ 2.8 (2.4)	갑장
잘록외줄고둥	26	4.9 ~ 5.9 (5.3)	각고

## (2) 패류자원

패류자원 조사는 형망어구를 이용하였으며 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 걸쳐 울진 바다목장 연안해역중 형망조업이 가능한 사니질 해역을 조사하였으며 연안의 암반지역은 조사에서 제외하였다. 형망은 정점별 1회 투망 및 인망하여 조사하였으며 인망면적은 사용형망의 형망폭과 인망거리를 측정하였고 이를 통해 자원의 상대밀도를 파악하기 위하여 단위면적당 어획량을 비교 분석하였다.

조사 기간 중에 출현한 어종은 총 17종으로 이중 연체동물류가 9종, 갑각류 4종, 극피동물류 3종, 어류 1종이었다. 채집된 어종은 민들조개, 개량조개, 돌구슬우렁이, 게가재 및 깨다시꽃게 등이었다.

조사시기별 출현 어종목록은 표 3-3-10과 같으며 2005년 2월에 7종, 5월에 12종, 8월에 13종, 11월 5종이 각각 출현하여 8월이 가장 출현종수가 높았고 11월에 출현종수가 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 저층의 수온이 낮은 동계에는 저서 표층생물의 출현종수가 매우 낮은 반면 수온이 상승하는 5월 이후부터는 출현종수가 증가하는 것으로 보여진다.

어획량을 보면 형망의 주어획 대상종인 민들조개가 전체어획량의 84.9%이상을 차지하여 우점종으로 나타났고 그 다음으로 돌구슬우렁이 7.9%, 개량조개 3.9%로 나타났고 나머지 출현종은 부수적으로 어획된 종으로 나타났다. 형망조사가 가능한 해역의 전체자원의 상대 자원밀도는 바다목장 연안 총 10개 정점에 대해 연안쪽으로 주로 수심 1~5m의 내측 해역과 수심 5~10m의 외측 해역을 구분하여 인망한 단위면적당 어획량을 비교해 본 결과, 내측 해역은 202.2 g/m<sup>2</sup>, 외측은 41.5 g/m<sup>2</sup>으로 내측해역이 약 5배정도 높은 분포밀도를 보였으며 전체적으로는 단위면적당 자원밀도는 141.9 g/m<sup>2</sup>으로 추정된다. 주요 출현어종의 채장범위는 표 3-3-11에 나타내었다.

표 3-3-10. 2005년 울진 바다목장해역 형망에 어획된 어종별 목록

국명 (학명)	2월	5월	8월	11월
민들조개 ( <i>Gomphina aequilatera</i> )	○	○	○	○
개량조개 ( <i>Macra chinensis</i> )	○	○	○	○
돌구슬우렁이 ( <i>Cryptonatica janthostomoides</i> )	○	○	○	○
비단고둥 ( <i>Umbonium costatum</i> )		○	○	
매끈이고둥 ( <i>Retimohnia vernalis</i> )			○	
밤고둥 ( <i>Chlorostoma lischkei</i> )		○		○
접시조개 ( <i>Meganggulus venulosus</i> )			○	
잘록외줄고둥 ( <i>Buccinum opisoplectum</i> )			○	
입뿔고둥 ( <i>Ceratostoma burnetti</i> )			○	
게가재 ( <i>Squilla oratoria</i> )	○	○	○	○
깨다시꽃게 ( <i>Divalipes trituberculatus</i> )	○	○	○	
북방참집게 ( <i>Pagurus ochotensis</i> )	○	○	○	
마루자주새우 ( <i>Crangon hakodatei</i> )		○		
방패연잎성게 ( <i>Clypeaster japonicus</i> )	○	○	○	
별불가사리 ( <i>Asterina pectinitera</i> )			○	
둥근성게 ( <i>Strongylocentrotus nuchus</i> )		○		
까나리 ( <i>Ammodytes personatus</i> )		○		
출현종수	7종	12종	13종	5종



표 3-3-11. 2005년 울진 바다목장해역 형망에 어획된 주요 어종의 체장범위

어종명	조사미수	체장범위 (cm) (평균)	측정기준
민들조개	1,369	1.7 ~ 7.4 (4.0)	각장
개량조개	64	3.1 ~ 7.6 (5.7)	"
돌구슬우렁이	95	1.0 ~ 2.7 (1.8)	"
깨다시꽃게	36	2.3 ~ 9.0 (4.5)	갑장

### (3) 정치망 어류

조사기간 동안 정치망에 어획된 어류는 총 11目 27科 47種이 출현하였으며, 그 중 농어목어류(Perciformes)가 10과 17종으로 가장 많이 출현하였다. 그 다음으로 썸뱅이목어류(Scorpaeniformes)가 5과 9종, 복어목어류(Tetraodontiformes)가 2과 8종, 가자미목어류(Pleuronectiformes)가 2과 4종, 청어목어류(Clupeiformes)가 2과 3종의 순으로 나타났으며, 그 외의 분류군은 각각의 목에 각 1과 1종씩 나타났다(표 3-3-12, 그림 3-3-12). 또한 과별 출현 종수를 살펴보면 양볼락과어류(Scorpaenidae), 전갱이과어류(Carangidae), 참복과어류(Tetraodontidae)가 가장 많은 5종씩 출현하였다. 그 외 고등어과어류(Scomberidae), 가자미과어류(Pleuronectidae), 쥐치과어류(Monacanthidae)가 3종씩 출현하였고, 청어과어류(Clupeidae), 망상어과어류(Embiotocidae)가 2종씩 출현하였다. 그 외의 종들은 각각 1과에 1종씩 출현하였다.

47개 분류군의 총 개체수는 1,214마리 498,051g이 출현하였다(표 3-3-13, 그림 3-3-13). 개체수에서 가장 많이 출현한 어종은 망상어(*Ditrema temminckii*)로 전체 개체수의 23.5%로 가장 우점하였고, 그 다음으로 전갱이(*Trachurus japonicus*)가 13.9%, 방어(*Seriola quinqueradiata*)가 12.9%, 고등어(*Scomber japonicus*)가 12.7%, 송어(*Mugil cephalus*)가 11.4% 순으로 우점하였다. 그 외의 분류군에 있어서는 전어(*Konosirus punctatus*)와 날치(*Cypselurus agoo*)가 각각 4.2%, 인상어(*Neoditrema ransonneti*)가 2.7%, 삼치(*Scomberomorus niphonius*)가 2.0% 및 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)가 1.7%로 나타났으며, 나머지 종들은 1%미만(기타 어종 총 23.4%)으로 극히 미미하였다.

생체량에서 가장 많이 출현한 어종은 방어가 39.9%를 차지하여 가장 우점하였다. 그 다음 송어가 18.2%, 부시리가 12.9%를 차지하여 우점하였고, 그 외 고등어가 6.6%, 전어와 망상어가 3%, 삼치가 2.5%, 몽치다래와 아귀가 각각 1.9%와 아귀 1.3%, 날치, 전갱이, 말쥐치가 1.2%, 나머지 종들은 1% 미만(기타 어종 총 23.4%)으로 나타났다(그림 3-3-14).

월별 채집 종수를 살펴보면 첫 조사 시기인 3월에 12개 분류군, 4월에 8개 분류군, 5월에 14개 분류군, 6월에 15개 분류군, 7월과 8월에 12개 분류군, 9월에 7개 분류군 및 12월 16개 분류군이 출현하여 전체 출현종 47개 분류군 가운데 10월에 34%로 가장 높았으며, 9월에 14.9%로 가장 낮았다(그림 3-3-15).

표 3-3-12. 정치망에 어획된 어류의 목, 과, 종별 출현 종수

Class(강)	Orders(목)	Families(과)	종수
Actinopterygii (조기강)	Clupeiformes (청어목)	Engraulididae(멸치과)	1
		Clupeidae(청어과)	2
	Cypriniformes (잉어목)	Cyprinidae(잉어과)	1
		Mugiliformes (송어목)	Mugilidae(송어과)
	Beloniformes (동갈치목)	Exocoetidae(날치과)	1
		Lophiiformes (아귀목)	Lophiidae(아귀과)
	Beryciformes (금눈돔목)	Monocentridae(철갑둥어과)	1
		Zeiformes (달고기목)	Zeidae(달고기과)
			Scorpaenidae(양불락과)
			Triglidae(성대과)
	Scorpaeniformes (쏨뱅이목)		Hexagrammidae(쥐노래미과)
			Cottidae(독중개과)
			Liparidae(꼼치과)
			Rachycentridae(날새기과)
			Carangidae(전쟁이과)
			Leiognathidae(주둥치과)
			Oplegnathidae(돌곰과)
		Perciformes (농어목)	Embiotocidae(망상어과)
			Pholididae(황줄베도라치과)
			Blenniidae(청베도라치과)
			Sphyraenidae(꼬치고기과)
			Scombridae(고등어과)
			Centrophidae(셋돔과)
		Pleuronectiformes (가자미목)	Paralichthyidae(넙치과)
			Pleuronectidae(가자미과)
		Tetraodontiformes (복어목)	Monacanthida(쥐치과)
			Tetraodontidae(참복과)
1		11	27

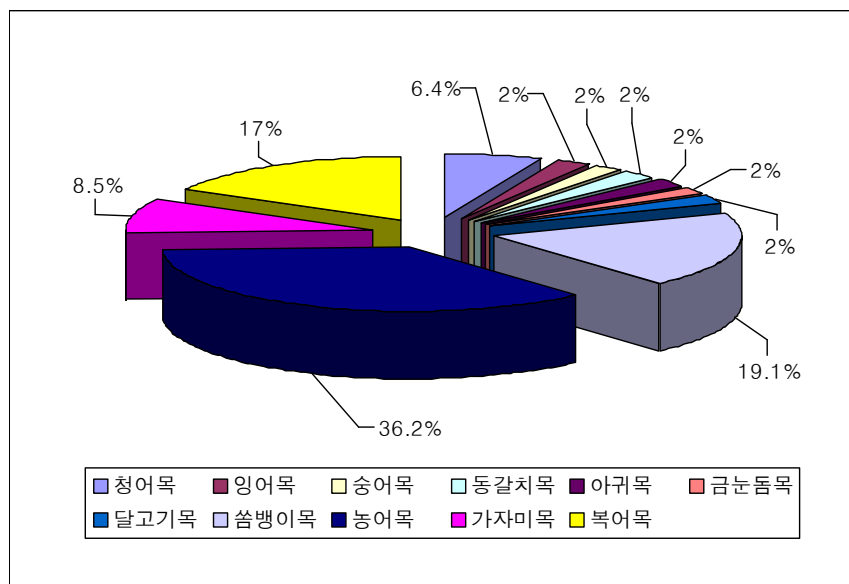


그림 3-3-12. 정치망에 어획된 어류의 분류군별 출현빈도.

표 3-3-13. 정치망에 어획된 어류의 개체 수 및 생체량

학명(국명)	3월		4월		5월	
	N	W	N	W	N	W
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)						
<i>Cupea pallasii</i> (청어)	1	207.3				
<i>Kpnosirus punctatus</i> (전어)			11	5,395.9	30	7,500.8
<i>Tribolodon hakonensis</i> (황어)	2	13,000.0				
<i>Mugil cephalus</i> (송어)			129	89,268.2		
<i>Cypselurus agoo</i> (날치)						
<i>Lophiomus setigerus</i> (아귀)			2	1,601.0	6	4,804.8
<i>Monocentris japonica</i> (철갑등어)			1	40.9		
<i>Zeus faber</i> (달고기)	1	17.9	1	346.8		
<i>Sebastes hubbsi</i> (우럭볼락)	1	81.5				
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)						
<i>Sebastes thompsoni</i> (불볼락)						
<i>Sebastes schlegeli</i> (조피볼락)						
<i>Sebastes trivittatus</i> (세줄볼락)					1	426.0
<i>Chelidonichthys spinosus</i> (성대)					2	365.8
<i>Pleurogrammus azonus</i> (임연수어)	1	249.0				
<i>Pseudoblennius percooides</i> (돌꽂망둑)						
<i>Liparis tessellatus</i> (물메기)	1	96.1				
<i>Rachycentron canadum</i> (날새기)						
<i>Seriola dumerili</i> (젯방어)						
<i>Seriola lalandi</i> (부시리)					18	64,010.0
<i>Seriola quinqueradiata</i> (방어)					11	77,130.0
<i>Trachurus japonicus</i> (전갱이)	2	63.5				
<i>Uraspis helvola</i> (민전갱이)						
<i>Leiognathus ruvulatus</i> (점주둥치)						
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (돌돔)						
<i>Ditrema temmincki</i> (망상어)					284	15,000.0
<i>Neoditrema ransonneti</i> (인상어)	3	51.1	10	271.1		
<i>Pholis nebulosa</i> (베도라치)			1	100.2	1	69.5
<i>Peroscirtes breviceps</i> (두줄베도라치)						
<i>Sphyræna pinguis</i> (꼬치고기)						
<i>Auxis rochei</i> (몽치다래)						
<i>Scomber japonicus</i> (고등어)						
<i>Scomberomorus niphonius</i> (삼치)					2	1,429.8
<i>Psenopsis anomala</i> (셋돔)						
<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)	1	1,000.9			2	1,200.0
<i>Pleuronectes herzensteini</i> (참가자미)	2	256.4				
<i>Pleuronectes yokohamae</i> (문치가자미)						
<i>Microstomus achne</i> (찰가자미)	1	317.6				
<i>Aluterus monocerus</i> (객주리)						
<i>Stephanolepis cirrifer</i> (쥐치)	2	93.8				
<i>Thamnaconus modestus</i> (말쥐치)						
<i>Takifugu chinensis</i> (참복)					1	380.0
<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)						
<i>Takifugu porphyreus</i> (검복)			1	284.4	1	284.4
<i>Takifugu rubripes</i> (자주복)					1	155.6
<i>Takifugu xanthopterus</i> (까치복)					1	226.5
Total	18	15,435.1	156	97,308.5	361	172,983.1

표 3-3-13. 계속

학명(국명)	6월		7월		8월	
	N	W	N	W	N	W
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)			2	1.4	1	7.7
<i>Cupea pallasii</i> (청어)						
<i>Kpnosirus punctatus</i> (전어)					10	1,800.0
<i>Tribolodon hakonensis</i> (황어)	2	866.7	5	3,500.0	20	3,360.0
<i>Mugil cdpbalus</i> (송어)	2	440.0			4	666.0
<i>Cypselurus agoo</i> (날치)	1	131.8	50	5,651.4		
<i>Lophiomus setigerus</i> (아귀)						
<i>Monocentris japonica</i> (철갑등어)						
<i>Zeus faber</i> (달고기)	1	12.3				
<i>Sebastes hubbsi</i> (우럭볼락)						
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)	1	250.0				
<i>Sebastes thompsoni</i> (불볼락)	4	3.5				
<i>Sebastes schlegeli</i> (조피볼락)	4	1,611.3				
<i>Sebastes trivittatus</i> (세줄볼락)						
<i>Chelidonichthys spinosus</i> (성대)						
<i>Pleurogrammus azonus</i> (임연수어)						
<i>Pseudoblennius percoides</i> (돌팍망둑)			1	5.4		
<i>Liparis tessellatus</i> (물메기)	1	666.5				
<i>Rachycentron canadum</i> (날새기)						
<i>Seriola dumerili</i> (갯방어)						
<i>Seriola lalandi</i> (부시리)						
<i>Seriola quinqueradiata</i> (방어)	11	5,800.0				
<i>Trachurus japonicus</i> (전갱이)	3	5.4	20	89.2	50	810.0
<i>Uraspis helvola</i> (민전갱이)						
<i>Leiognathus ruvulatus</i> (점주둥치)					2	13.0
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (돌돔)						
<i>Ditrema temmincki</i> (망상어)						
<i>Neoditrema ransonneti</i> (인상어)	15	727.8	1	52.3	4	18.5
<i>Pholis nebulosa</i> (베도라치)			1	85.6		
<i>Peroscirtes breviceps</i> (두줄베도라치)						
<i>Sphyræna pinguis</i> (꼬치고기)					1	72.0
<i>Auxis rochei</i> (몽치다래)						
<i>Scomber japonicus</i> (고등어)	3	708.0	1	4.2	1	107.0
<i>Scomberomorus niphonius</i> (삼치)					2	622.0
<i>Psenopsis anomala</i> (셋돔)					2	93.0
<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)			1	550.0		
<i>Pleuronectes herzensteini</i> (참가자미)						
<i>Pleuronectes yokohamae</i> (문치가자미)			1	710.0		
<i>Microstomus achne</i> (찰가자미)						
<i>Aluterus monocerus</i> (객주리)	1	340.0				
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (쥐치)			1	181.0		
<i>Thamnaconus modestus</i> (말쥐치)			20	6,000.0		
<i>Takifugu chinensis</i> (참복)						
<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)					1	68.0
<i>Takifugu porphyreus</i> (검복)	1	281.0				
<i>Takifugu rubripes</i> (자주복)						
<i>Takifugu xanthopterus</i> (까치복)	1	158.5				
Total	51	12,002.8	104	16,830.5	98	7,637.2

표 3-3-13. 계속

학명(국명)	Sep.		Oct.		전 체			
	N	W	N	W	N	W	N(%)	W(%)
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)					3	9.1	0.2	0.0
<i>Cupea pallasii</i> (칭어)					1	207.3	0.1	0.0
<i>Kpnosirus punctatus</i> (전어)					51	14,696.7	4.2	3.0
<i>Tribolodon hakonensis</i> (황어)					29	20,726.7	2.4	4.2
<i>Mugil cephalus</i> (숭어)			3	519.0	138	90,893.2	11.4	18.2
<i>Cypselurus agoo</i> (날치)					51	5,783.2	4.2	1.2
<i>Lophiomus setigerus</i> (아귀)					8	6,405.8	0.7	1.3
<i>Monocentris japonica</i> (철갑등어)					1	40.9	0.1	0.0
<i>Zeus faber</i> (달고기)			1	73.0	4	450.0	0.3	0.1
<i>Sebastes hubbsi</i> (우럭볼락)					1	81.5	0.1	0.0
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)			2	206.0	3	456.0	0.2	0.1
<i>Sebastes thompsoni</i> (불볼락)					4	3.5	0.3	0.0
<i>Sebastes schlegeli</i> (조피볼락)					4	1,611.3	0.3	0.3
<i>Sebastes trivittatus</i> (세줄볼락)					1	426.0	0.1	0.1
<i>Chelidonichthys spinosus</i> (성대)			2	780.0	4	1,145.8	0.3	0.2
<i>Pleurogrammus azonus</i> (임연수어)					1	249.0	0.1	0.0
<i>Pseudoblennius percoides</i> (돌팍망둑)					1	5.4	0.1	0.0
<i>Liparis tessellatus</i> (물메기)					2	762.6	0.2	0.2
<i>Rachycentron canadum</i> (날새기)			1	188.0	1	188.0	0.1	0.0
<i>Seriola dumerili</i> (젯방어)	1	534.3			1	534.3	0.1	0.1
<i>Seriola lalandi</i> (부시리)					18	64,010.0	1.5	12.9
<i>Seriola quinqueradiata</i> (방어)	108	102,412.1	26	13,270.4	156	198,612.5	12.9	39.9
<i>Trachurus japonicus</i> (전갱이)	9	505.2	85	4,284.0	169	5,757.3	13.9	1.2
<i>Uraspis helvola</i> (민전갱이)			1	59.4	1	59.4	0.1	0.0
<i>Leiognathus ruvulatus</i> (점주둥치)					2	13.0	0.2	0.0
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (돌돔)	1	22.2			1	22.2	0.1	0.0
<i>Ditrema temmincki</i> (망상어)	1	17.7			285	15,017.7	23.5	3.0
<i>Neoditrema ransonneti</i> (인상어)					33	1,120.8	2.7	0.2
<i>Pholis nebulosa</i> (베도라치)					3	255.3	0.2	0.1
<i>Peroscirtes breviceps</i> (두줄베도라치)			2	3.8	2	3.8	0.2	0.0
<i>Sphyaena pinguis</i> (꼬치고기)	3	208.7	2	123.0	6	403.7	0.5	0.1
<i>Auxis rochei</i> (몽치다래)			2	9,546.4	2	9,546.4	0.2	1.9
<i>Scomber japonicus</i> (고등어)			149	31,935.2	154	32,754.4	12.7	6.6
<i>Scomberomorus niphonius</i> (삼치)	2	1,016.5	18	9,201.6	24	12,269.9	2.0	2.5
<i>Psenopsis anomala</i> (셋돔)			2	190.9	4	283.9	0.3	0.1
<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)					4	2,750.9	0.3	0.6
<i>Pleuronectes herzensteini</i> (참가자미)					2	256.4	0.2	0.1
<i>Pleuronectes yokohamae</i> (문치가자미)			4	584.8	5	1,294.8	0.4	0.3
<i>Microstomus achne</i> (찰가자미)					1	317.6	0.1	0.1
<i>Aluterus monocerus</i> (객주리)					1	340.0	0.1	0.1
<i>Stephanolepis cirrifer</i> (퀴치)					3	274.8	0.2	0.1
<i>Thamnaconus modestus</i> (말퀴치)			1	172.0	21	6,172.0	1.7	1.2
<i>Takifugu chinensis</i> (참복)					1	380.0	0.1	0.1
<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)					1	68.0	0.1	0.0
<i>Takifugu porphyreus</i> (검복)					3	849.8	0.2	0.2
<i>Takifugu rubripes</i> (자주복)					1	155.6	0.1	0.0
<i>Takifugu xanthopterus</i> (까치복)					2	385.0	0.2	0.1
Total	125	104,716.7	301	71,137.5	1214	498,051.4	100	100

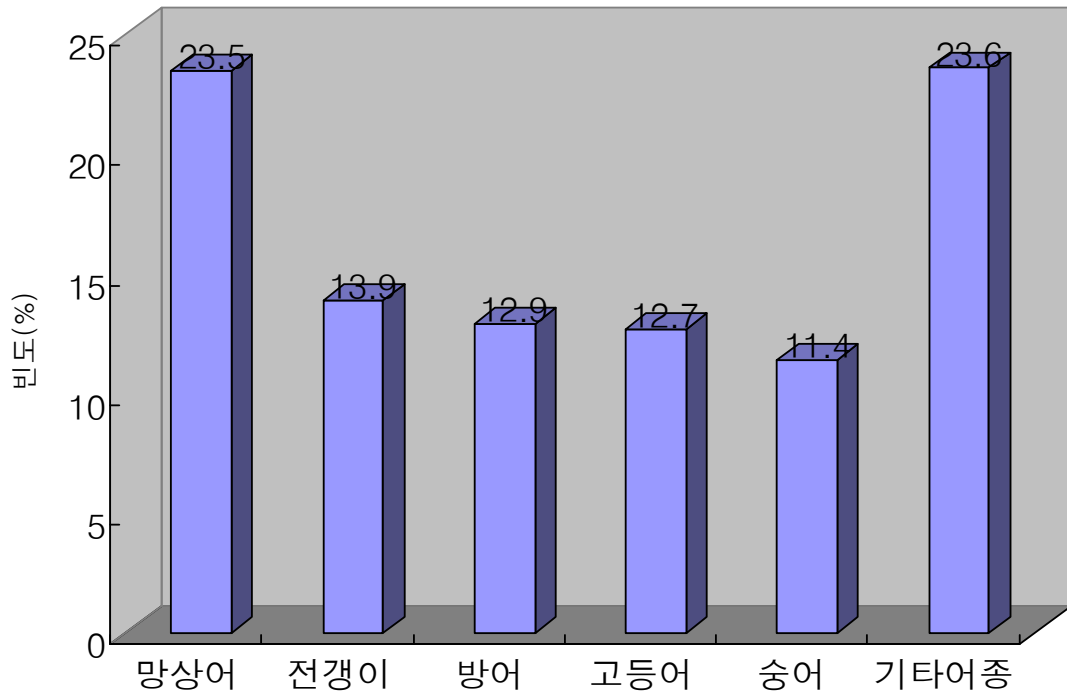


그림 3-3-13. 정치망에 어획된 어류의 개체수 출현빈도.

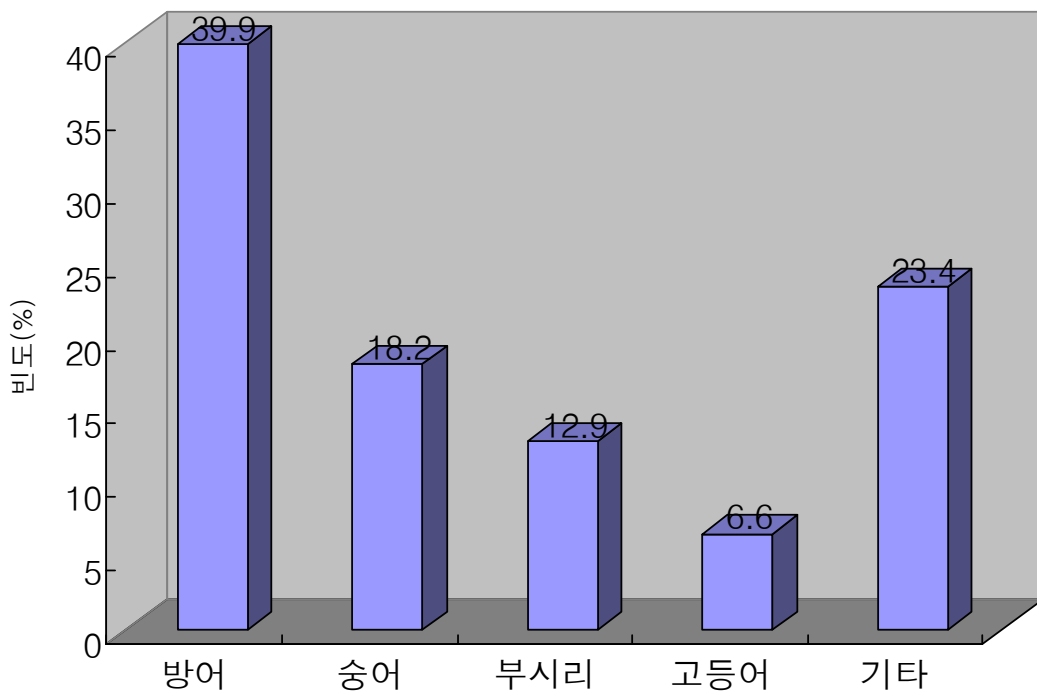


그림 3-3-14. 정치망에 어획된 어류의 생체량 출현빈도.

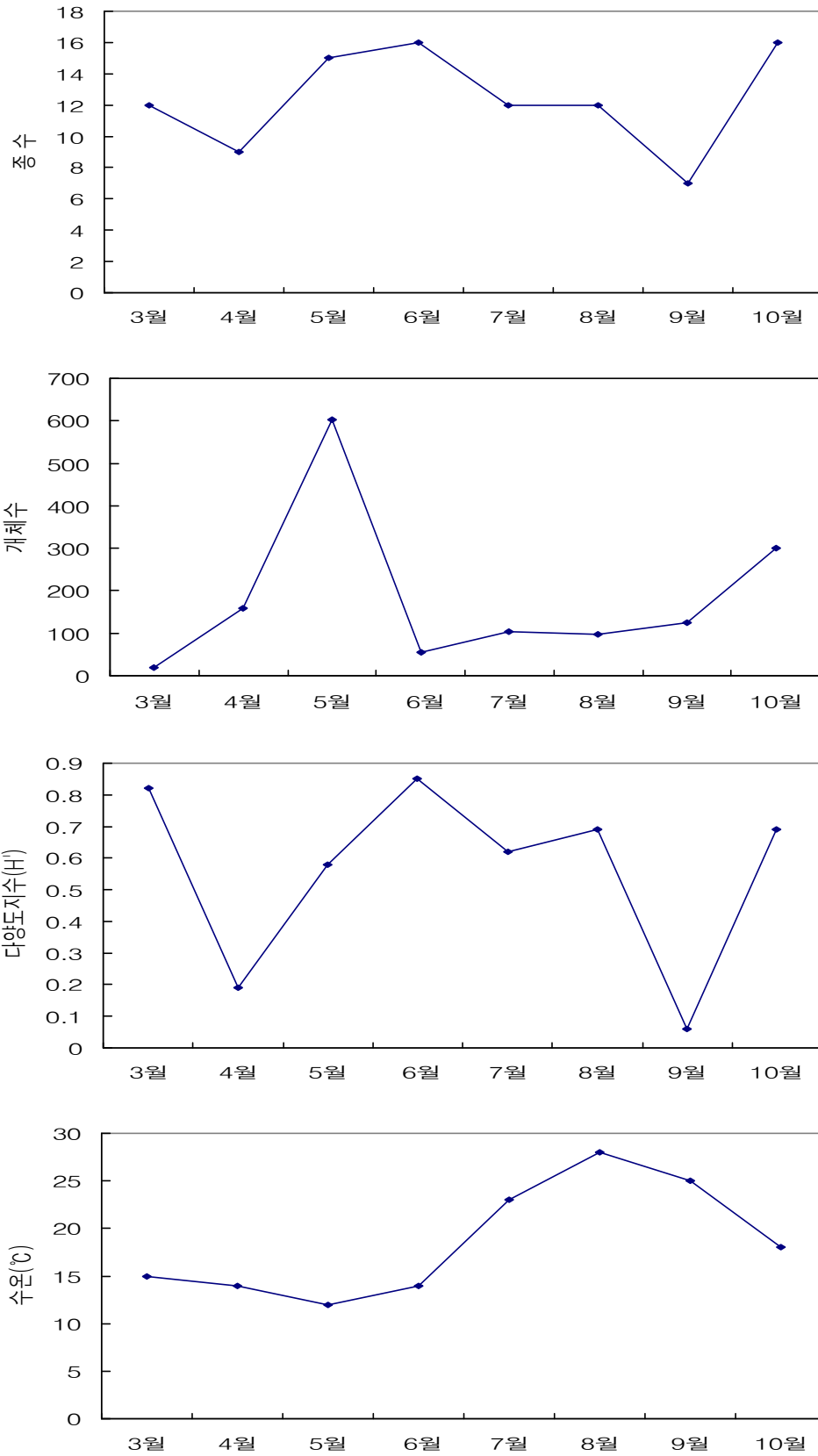


그림 3-3-15. 정치망에 어획된 어류의 출현 종수, 개체수, 다양도지수(H') 및 수온.

채집된 어종의 월별 생체량의 변동을 살펴보면 5월에 172,983.1g으로 전체 출현량의 34.7%를 차지하여 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 9월에 104,716.7g으로 21%를 차지하여 높게 나타났다. 그 외 4월에 97,308.5g, 19.5%, 10월에 71,137.5g, 14.3% 순으로 나타났다. 한편 8월에 7,637.2g으로 전체 출현량의 1.5%를 차지하여 가장 낮게 출현하였다

채집된 어종의 월별 개체 수의 변동을 살펴보면 1차 조사인 3월에 총 18개체로 대부분의 종들이 1-2 정도씩 출현하였고, 2차 조사인 4월에는 총 156개체가 출현하였는데 그 가운데 송어가 82.7%로 대부분을 차지하였다. 3차 조사인 5월에는 총 361개체 중에서 망상어가 284개체로 전체의 78.7%로 대부분이었으며, 그 외 전어가 30개체로 8.3%를 나타내었다. 6월에는 총 51개체 중 인상어가 15개체로 29.4%, 방어가 11개체로 21.6%로 두 종이 절반이 좀 넘는 51%를 차지하여 높게 나타났다. 7월에는 총 104개체로 그 가운데 날치가 50개체로 48.1%, 전갱이와 말쥐치가 각각 20개체씩 19.2%로 3종이 대부분을 차지하였다. 8월에는 총 98개체로 그 중 전갱이가 50개체로 51%를 차지하였으며, 그 외 황어가 20개체 20.4%, 전어가 10개체 10.2%로 나타났다. 그 외종들은 몇 개체씩만 출현하여 미미하였다. 9월에는 총 125개체 중에서 방어가 108개체로 86.4%로 대부분을 차지하였다. 마지막 조사인 10월에는 총 301개체로 그 가운데 고등어가 149개체 49.5%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 전갱이가 85개체로 28.2%, 방어가 26개체로 8.6%를 나타내었다. 그 외 삼치가 18개체가 채집되어 6%를 나타내었고 나머지 종들은 몇 개체에 불과하였다.

또한 채집된 어종의 월별 생체량의 변동을 살펴보면 1차 조사인 3월에 전체 생체량 중에서 황어가 84.2%로 가장 많았다. 2차 조사인 4월은 송어가 91.7%로 가장 높았으며, 그 다음으로 전어가 5.5%를 나타내었다. 3차 조사인 5월은 방어가 44.6% 및 부시리가 37%로 두 종이 81.6%로 거의 대부분을 차지하였다. 4차 조사인 6월에도 방어가 전체 출현량의 48.3%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 조피볼락이 13.4%였다. 5차 조사인 7월은 말쥐치와 날치 및 황어가 각각 36.6%, 33.6%, 20.8%로 높게 나타났다. 6차 조사인 8월은 황어가 44%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 전어가 23.6%로 높았다. 7차 조사인 9월은 방어가 총 출현량의 97.8%로 대부분을 차지하여 매우 높게 출현하였다. 마지막 조사인 10월에는 고등어가 44.9%로 가장 높았으며, 그 외 방어가 18.7%, 몽치다래가 13.4% 및 삼치가 12.9%로 비교적 높게 나타났다. 이상의 조사 결과에 의하면 개체수 및 생체량의 변동에는 대부분의 경우 회유성 어종의 출현에 가장 큰 영향을 받는 것으로 조사되었다.

한편, 조사지역의 군집구조를 나타내는 생물학적 특성을 살펴보기 위하여 출현 종수, 출현 개체수, 종다양도 지수(H') 및 수온(°C)을 살펴보았다(그림 3-3-15). 월별 출현 양상을 분석한 결과, 출현 종수의 경우 10월에 16종으로 가장 많은 출현 종수를 보였고, 반면에 9월에 7종으로 가장 낮은 출현 종수를 나타내었다. 그러나 전반적으로 월별 출현 양상을 살펴보면 봄철(3-5월)에서 여름철(6-8월)에 접어들면서 감소하는 경향을 보이다가 다소 가



울철로 접어들면서 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 개체수의 변화 양상을 살펴보면 3월에 가장 낮은 출현량을 보이라고 서서히 증가하여 5월에 가장 높은 출현량을 나타내었고. 이후 6월에 다시 줄어들었다가 다시 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 다양도 지수(H')는 3월(0.82)과 6월(0.85)에 높은 값을 나타내고 반면에 4월(0.19)과 9월(0.09)에 낮은 값을 보였는데 이는 회유성 어종인 황어, 날치, 방어, 전갱이, 부시리, 송어 등의 출현에 의한 영향으로 생각된다. 조사기간 동안의 수온의 변화는 3월-6월 사이(12~15℃)에는 비교적 큰 변화를 보이지 않았지만 7월~9월까지 높은 수온(23-28℃)을 유지하다가 10월(18℃)에 다소 수온이 내려가는 변화를 나타내었다. 특이한 점은 열대성 및 아열대성 어류에 속하는 철갑등어, 날새기, 돌돔, 두줄베도라치, 삼치, 셋돔 등이 지난 1차 조사보고서의 출현종인 독가시치, 범돔, 가시복 등과 고려해볼 때 동해안의 표층 해류는 난류의 영향을 받는 것으로 생각되므로 추후 좀더 자세한 조사 및 검토가 필요할 것으로 생각된다.

#### 나. 음향조사

음향 자료를 각 정선별로 분리하여 수직 분포를 알아보았다. 가장 북쪽에 위치하며 구산리 동쪽에 해당하는 정선 1, 2의 경우 대부분의 음향 수신 강도는 -67dB이하를 보이고 있었으며 분포 수심은 30m이하에서 대부분 분포하는 것으로 나타났다. 어류 신호를 의미하는 -45dB이상의 높은 음향 수신 강도는 나타나지 않아 이 정선에서는 어군 분포가 미약함을 알 수 있다(그림 3-3-16).

직산리 북쪽에 위치한 정선 7, 8에서도 수직 분포는 정선 1, 2와 큰 차이를 보이지 않게 어군 신호를 의미하는 음향 신호는 미약하게 나타나고 있다. 다만 정선 8에서 해저면 근처에서 상대적으로 높은 음향 신호가 나타나고 있었다(그림 3-3-17).

거일리 북쪽에 위치한 정선 13, 14에서 음향 산란체는 연안쪽에 주로 분포하며 수심 30-40m이상의 수심에서는 표층 부근에서 미약한 신호가 수신되고 있었다. 정선 8에서 보이기 시작한 해저면 부근의 음향 신호가 이들 정선에서는 더욱 크게 나타나 조사 지역의 중간 해역에서 해저면에 소형 어군의 존재를 나타내고 있다(그림 3-3-18).

조사 해역의 남쪽에 위치한 정선 17, 18은 거일리 인근 해역으로 중간 해역에서 나타난 해저면 부근의 음향 신호는 사라지고 조사 지역 가운데 어군 신호가 가장 뚜렷이 나타나는 특징을 보이고 있었다. 특히 정선 18의 연안 지역에서는 대규모의 어군이 탐지되어 정선 19번의 연안까지 분포하는 것으로 나타났다. 수신된 음향 수신 강도는 -40dB이상으로 고밀도 어군을 의미하는 수준까지 탐지가 되었다(그림 3-3-19).

각 정선별로 나타낸 자료에서 전체적으로 조사 기간동안 어군의 분포는 북쪽의 경우 미약한 어군 분포를 보이고 있었으며, 저층의 경우에는 조사 해역의 중간 부분에서 나타나고 있었다. 대규모의 어군 신호는 조사 해역의 남쪽에만 나타나 전체적으로 어류의 분포 강도가 높지 않음을 보여주고 있었다. 그림 3-3-20은 조사가 진행된 시기에 형성된 울

진 바다목장 전 해역에 대한 표층에서 해저면까지의 어군 분포 강도를 공간적으로 나타내고 있다. 고밀도 어군은 후포와 거일리 사이에서만 존재할 뿐 나머지 해역에서는 소규모의 분포만을 보여주고 있다.

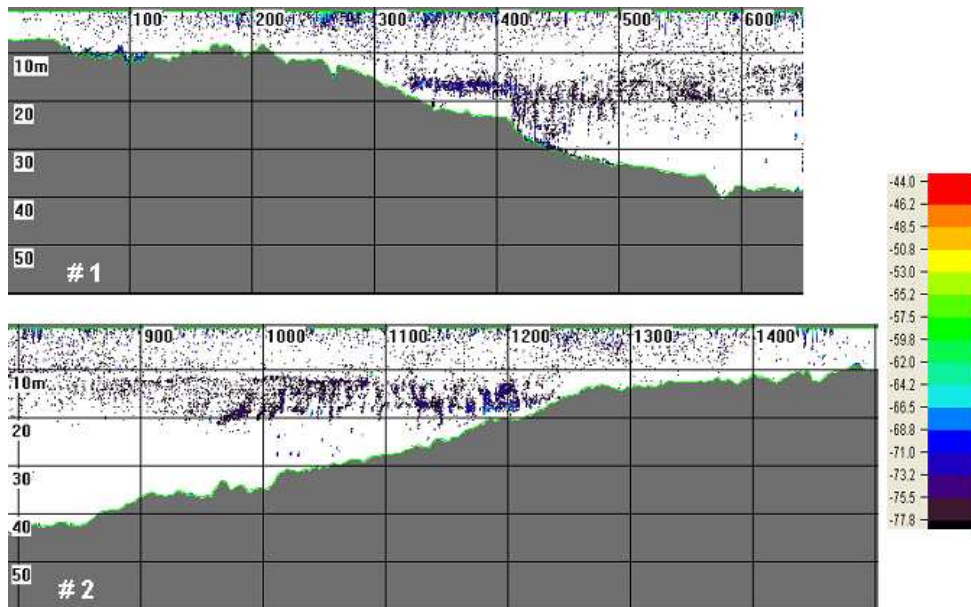


그림 3-3-16. 음향 정선 1, 2의 수직분포도.

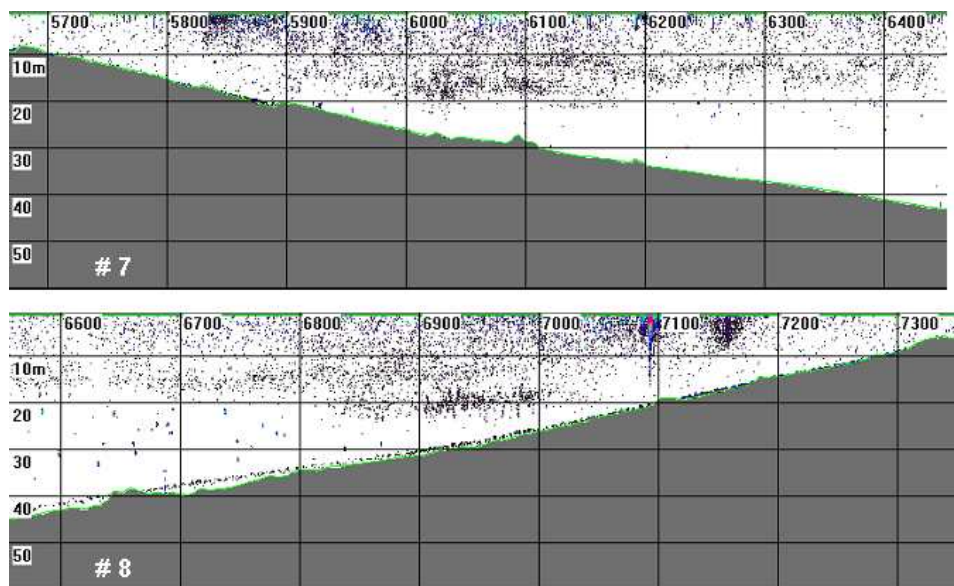


그림 3-3-17. 음향 정선 7, 8의 수직분포도.

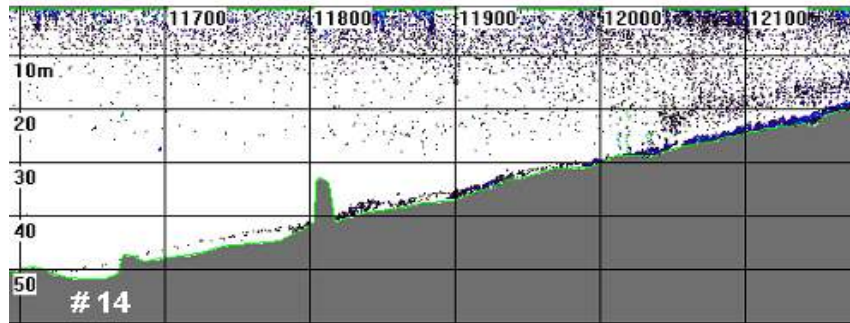
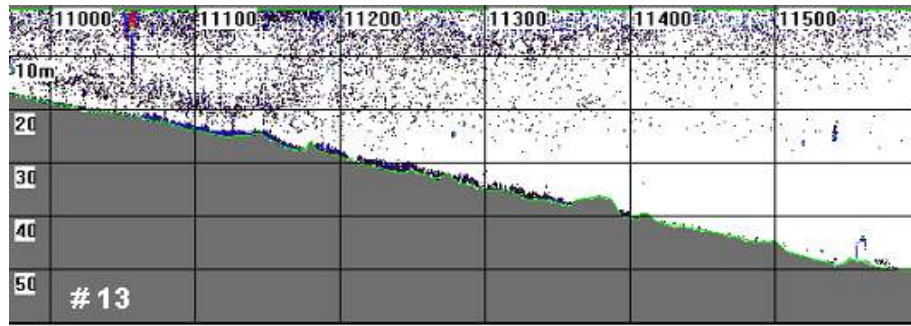


그림 3-3-18. 음향 정선 13, 14의 수직분포도.

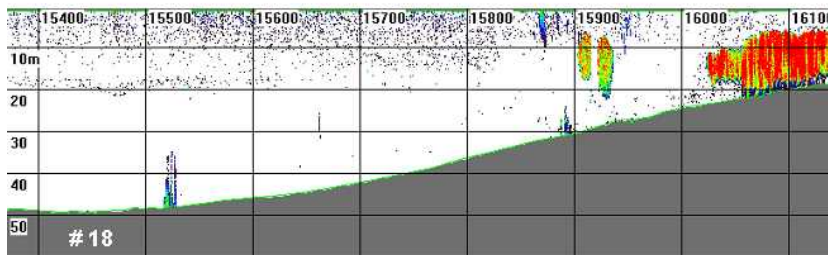
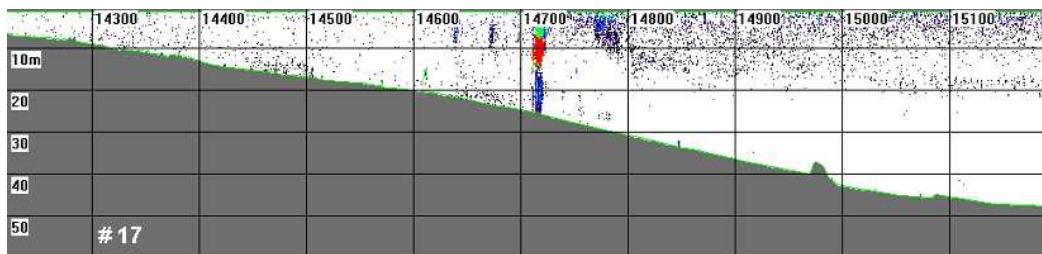


그림 3-3-19. 음향 정선 17, 18의 수직분포도.

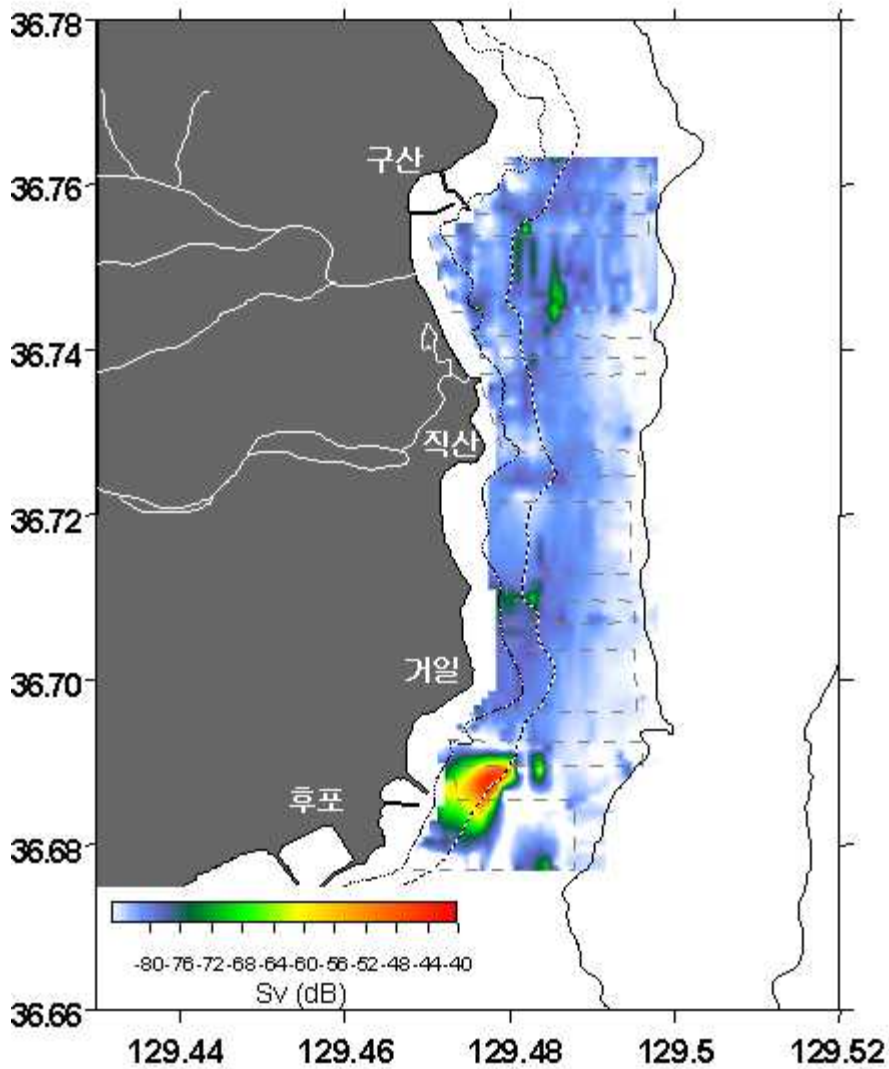


그림 3-3-20. 음향 조사를 통한 모든 정선에서의 어군 분포.

모든 수층에서 수신된 현장 음향 산란강도 값으로부터 식 (2)를 이용하여 어류 및 치어의 길이를 역추정 하고자 하였다. 자료에서 음향 역치값(threshold level)은 -70dB로 설정을 하였는데 이러한 설정을 산란체 길이로 환산하면 0.7cm이다. 따라서, 음향 산란체 길이의 최소 값은 0.7cm임을 의미한다.

그림 3-3-21의 (a), (b)는 북쪽과 남쪽의 조사 정선에서 얻어진 각각 20분 동안의 현장 음향 산란강도의 분포를 나타내고 있다. 그림 (a)는 10:12-10:32동안 약 834개의 개개 음향 산란체가 수신된 자료이다. 식 (2)에서 어체의 길이가 15cm일 경우 음향 산란강도는 약 -43.5dB로 예상되는데 이러한 기준을 현장 음향 자료에 대입을 하면 이 시간 동안의 현장 음향 자료에는 -43.5dB 이상의 높은 산란강도 관측 수가 작은 것으로 보아 20분 정도의 음향 조사를 실시했음에도 불구하고 15cm이상의 어류는 극소수 개체만 존재하는 것

으로 나타나고 있다. 이 시간 동안 관측된 현장 음향 자료의 총 개수는 834개였다. 이 가운데 15cm이상의 어류 개수는 12개체이며, 5-15cm의 개체수는 27개, 나머지 804개체는 5cm미만의 길이를 가진 음향 산란체로 추정되었다. 이러한 대다수의 음향 산란체는 대부분 소형 치어로 예측되고 있다.

그러나 (b)에 수신된 현장 음향 산란강도는 다른 양상을 보이고 있다. 14:32-14:52동안 수신된 자료에서 조사 초반에 -43.5dB이상의 높은 산란강도를 나타내는 산란체가 많이 분포하여 많은 어군이 형성됨을 알 수 있다. 이 시간 동안 관측된 현장 음향 자료의 총 개수는 2,668개였다. 이 가운데 15cm이상의 어류 개수는 384개체이며, 5-15cm의 개체수는 647개체로, 나머지 1,637개체는 5cm미만의 길이를 가진 음향 산란체로 추정되었다. 이러한 대다수의 음향 산란체는 대부분 소형 치어로 예측되고 있다. 조사 해역의 남쪽에 해당하는 이 시간대의 음향 자료는 북쪽에 비해 15cm이상의 어류 분포가 높게 나타나 어류 밀도가 높게 나타남을 보이고 있었다.

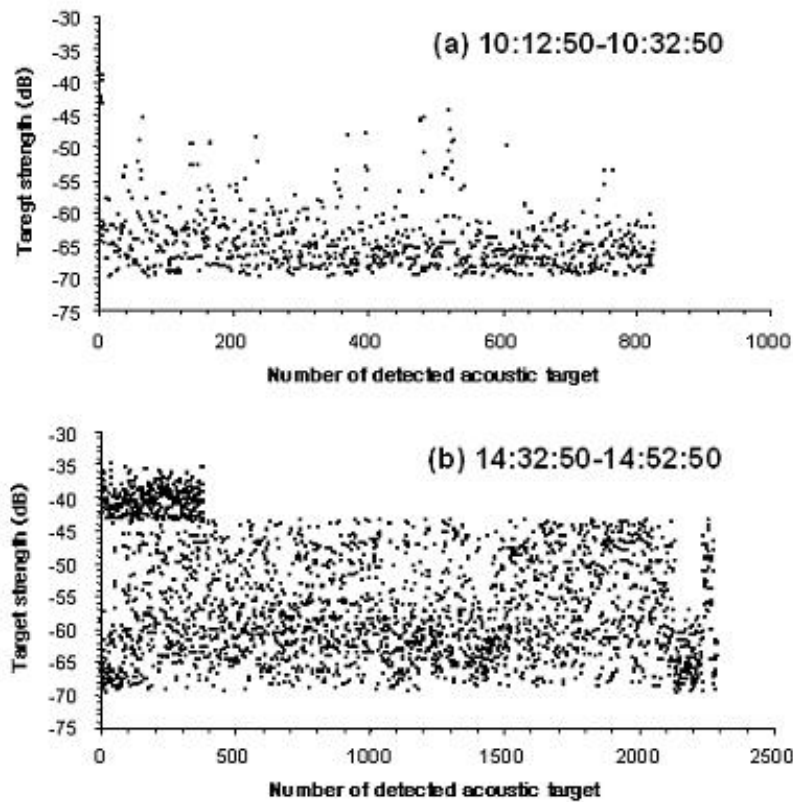


그림 3-3-21. 조사 해역의 남·북쪽 해역에서 관측된 현장 음향 산란강도의 분포.

표 3-3-14는 매 20분 간격으로 수신된 현장 음향 산란강도로부터 역추정한 음향 산란체의 길이를 나타냈다. 길이 분포는 5cm미만, 5-10cm, 10-15cm, 15cm이상의 네 부분으로 구분하였다. 09:52-14:12까지의 결과를 보면, 약 38km를 조사하였지만 15cm이상의 어류는

80여 개체만 탐지되는 것으로 나타나 어류 분포가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 14:12-14:52시간대의 자료에서는 40여분 간의 조사였지만 약 1,100마리의 개체수가 탐지되어 남·북 사이에 큰 차이를 보이고 있었다. 이러한 경향은 10-15cm의 길이에서도 나타나고 있다. 그러나 0.7-5cm미만의 작은 치어들은 전 조사 지역에서 편차는 있지만 대부분 골고루 분포하는 것으로 나타났다. 이러한 음향 조사 결과로부터 울진 바다목장 해역의 10월 어류 자원 분포는 소형 치어의 경우 전 조사 지역에서 큰 편차를 보이지 않으나, 성어의 경우에는 조사 지역간 큰 편차를 보여 해저면 부근의 정착어 보다는 회유성 어종일 가능성이 큼을 알 수 있다.

**표 3-3-14. 현장 음향 산란강도로부터 추정된 음향 산란체의 길이 분포**

Measuring time	target size (total length, TL, cm)				Total number
	0≤TL<5	5≤TL<10	10≤TL<15	TL>15	
09:52-10:12	1767	20	7	12	1806
10:12-10:32	804	19	4	7	834
10:32-10:52	956	27	15	10	1008
10:52-11:12	805	6	4	12	827
11:12-11:32	1521	8	1	2	1532
11:32-11:52	2202	14	5	3	2224
11:52-12:12	693	14	2	3	712
12:12-12:32	2092	16	1	1	2110
12:32-12:52	3143	46	4	1	3194
12:52-13:12	3493	30	8	11	3542
13:12-13:32	1937	6	0	3	1946
13:32-13:52	840	4	0	2	846
13:52-14:12	1054	13	4	13	1084
14:12-14:32	852	257	246	631	1986
14:32-14:52	1637	400	247	384	2668
	Summation		558	1,110	

한편, 어류의 평균 무게로 이용하여 바다목장 해역에서 관측된 음향 자료로부터 어류의 전체 현존량을 추정하였다. 20cm 어류의 경우 대부분의 어류 무게는 약 150g정도이므로 이 값을 15cm이상의 어류 개체수에 적용하면 성어의 현존량은 약 166kg정도로 예측되었다.

본 연구는 어류 채집을 실시하지 않고 음향 자원 조사만으로 목장 해역내의 어류 자원의 공간 분포 특성을 알아보았으며, 수신된 개개 음향 산란체의 현장 음향 산란강도 값으로부터 역으로 어류 개체수와 현존량을 추정하였다. 이러한 접근법은 시공간 분포 특성을 짧은 시간 내에 알 수 있는 장점이 있으나 채집 자료의 미비로 우점 어류에 대한 종별 분포 양을 예측하는 데는 한계를 가지고 있었다. 이러한 문제점은 향후 조사에서 문제점을 보완해야 할 사항이다. 또한 음향 자료로부터 어류 길이를 역 추정하기 위한 식(1)



에서 사용 주과수에 대한 각각의 계수 정보의 정확도가 보완되어야 할 사항이다. 이러한 정보는 우점 어류에 대한 각 주과수의 음향 실험을 통해 얻어야만 하며, 또 다른 접근법으로 현장에서 어종 판별이 가능한 어종에 대해서는 현장 음향 자료를 이용할 수 있을 것이다. 향후에는 각 시기별 음향 자료 조사를 통하여 계절별 어류 자원의 분포 특성에 대한 연구가 진행될 것이다.

#### 다. 잠수조사

울진 바다목장 해역 내에서의 어류 자원 조사를 위하여 2004년 9월부터 2005년 9월까지 자연 암반정점과 인공어초 어장 정점을 정하고 스쿠버 다이빙에 의한 수중 생태, 자원 조사를 실시하였다.

##### (1) 어류

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.

**2004년 9월:** 조사당일 수온은 15℃였으며 투명도는 4~5m이상으로 육안으로 생물상으로 조사하기에 적합한 날이었다. 선박에서 입수하여 바로 수심 25m인 바닥 층까지 내려간 후 약 75m<sup>2</sup>의 면적 내 어류를 조사하였다. 조사 지역은 굴곡이 그다지 크지 않은 암반이 잘 발달된 곳으로 전체적으로 편평한 곳이었다. 높이 1~1.5m정도의 얇은 굴곡이 있다고는 하지만 비교적 단순한 해저면 때문인지 어류의 종수나 양적인 면에서 많이 부족한 곳이었다. 암반 표면에는 한대성 해조류인 구멍쇠미역과 소형 홍조류들이 드물게 서식하였다. 관찰된 어류로는 쥐노래미, 황놀래기, 흰꼬리볼락, 바닥문절 등 4종뿐이었으며 개체수는 15~30cm 크기의 쥐노래미가 7마리, 황놀래기 2마리, 흰꼬리볼락 1마리로서 극히 적은 자원량을 나타내었다(표 3-3-15). 이러한 결과는 조사 당시 수온이 15℃로 계절에 비하여 차갑고 앞서 언급한 바와 같이 단순한 해저 지형에도 그 이유가 있겠지만 연중 차가운 해류가 흐르는 동해 연안의 바닥층의 특성을 그대로 보여주는 결과라 하겠다.

이러한 결과는 남해, 서해에 비교하여도 극히 작은 값으로 종 다양성이 지극히 낮았으며 수산어종으로는 30cm급 쥐노래미 두 마리밖에 없어 회유성 어종에 의하여 수산물 생산이 좌우되는 동해의 전형적인 생물상을 보여주는 곳이었다.

**2005년 9월:** 수온이 12℃였으며 확인된 어종은 쥐노래미, 노래미를 비롯하여 황놀래기, 볼볼락, 가시망둑 등 총 9종으로 2004년 4종보다는 많았다. 어종별로는 볼볼락이 100여 마리로 가장 많았으며 그다음으로 한해성 어종인 탁자볼락이 15마리, 황놀래기 5마리가 확인되었고, 나머지는 거의 1~2마리가 확인되었을 뿐이다. 조사 기간 중 울진 자연암반에서 확인된 어종수는 월별로 4~13종으로 총 23종이 확인되었으며 2005년 7월에 13종으로 가장 다양성이 높게 나타났다. 당시 표층수온은 20.3℃였으며 수심 24m인 바닥층에

서는 수온이 13.2℃로 낮았다. 조사 기간 중 출현한 어종은 볼락, 불볼락, 쥐노래미, 황놀래기 등이 꾸준히 관찰되었으며 개체수로 많았던 것은 인상어와 불볼락 등이었다(표 3-3-16).

표 3-3-15. 울진바다목장의 연안 암반과 인공 어초에서 확인된 어종의 크기 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	연안 암반				인공 어초			
			Sep. 2004		Sep. 2005		Sep. 2004		Sep. 2005	
			TL (cm)	No.	TL (cm)	No.	TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
1	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치	-	-	7	1	-	-	-	-
2	<i>Sebastes longispinis</i>	흰꼬리볼락	15	1	-	-	-	-	-	-
3	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	-	-	-	-	25	1	-	-
4	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	-	-	12~14	100	6	10	14~17	100
5	<i>Sebastes taczanowkii</i>	탁자볼락	-	-	7~9	15	-	-	-	-
6	<i>Sebastes vulpes</i>	누루시볼락	-	-	-	-	24	1	15	1
7	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	-	-	14~15	2	-	-	-	-
8	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	15~30	7	18	1	30~40	2	15	1
9	<i>Pseudoblennius cottooides</i>	가시망둑	-	-	13	1	8	1	12	1
10	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑	-	-	12	1	-	-	-	-
11	<i>Bero elegans</i>	베로치	-	-	7	1	-	-	-	-
12	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	-	-	-	-	6~8	2000	-	-
13	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	-	-	-	-	12~13	3	-	-
14	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	-	-	-	-	6~8	3000	12~14	1000
15	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	12~22	2	13	5	12	1	-	-
16	<i>Sagamia geneionema</i>	바닥문질	6	2	-	-	-	-	-	-
17	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	-	-	-	-	14~16	80	-	-
Number of species			4		9		10		5	

표 3-3-16. 울진바다목장의 연안 자연암반 확인된 어종

No.	Scientific name	Korean name	Sep. '04	May '05	June	July	Aug.	Sep.
1	<i>Conger myriaster</i>	붕장어	-	-	-	+	-	-
2	<i>Sebastes longispinis</i>	흰꼬리볼락	+	-	-	-	-	-
3	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	-	+	-	-	-	-
4	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	-	+	++	-	+	-
5	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	-	+	+	-	-	+++
7	<i>Sebastes taczanowkii</i>	탁자볼락	-	+	-	+	-	++
8	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	+	-	+	++	+	+
9	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	-	-	+	+	-	+
10	<i>Pseudoblennius cottooides</i>	가시망둑	-	-	+	+	+	+
11	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	-	-	+++	-	++++	-
12	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	+	-	+	+	+++	+
13	<i>Sagamia geneionema</i>	바닥문질	+	-	-	-	-	-
14	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치	-	+	-	-	-	+
15	<i>Alcichthys alcicornis</i>	빨간횃대	-	+	-	+	-	-
16	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑	-	+	-	-	-	-
17	<i>Bero elegans</i>	베로치	-	-	+	+	+	+
18	<i>Ditrema temminckii</i>	망상어	-	-	+	-	+	-
19	<i>Dictyosoma burgeri</i>	그물베도라치	-	-	-	+	-	-
20	<i>Halichoeres tenuispinis</i>	놀래기	-	-	-	+	++	-
21	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	-	-	-	+	++	-
22	<i>Istigobius hoshinonis</i>	비단망둑	-	-	-	+	-	-
23	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑	-	-	-	+	+	+
Number of species			4	7	9	13	10	9

개체수: +; <10, ++; 10-100, +++; 100-1000, ++++; <1000



## (2) 인공어초

자연 암반의 자원량 조사와 동일한 날, 같은 방법으로 조사가 실시된 울진바다목장 해역 내 사각어초어장에서의 어류자원 조사를 실시하였다.

**2004년 9월:** 수심 28m의 모래바닥에 설치된 콘크리트 사각어초어장에서는 수온이 15(저층)~21(표층)℃를 기록하여 대조구인 자연 암반정점보다 수온이 조금 높았다. 조사 대상의 어초는 편평한 모래바닥에 4~5단으로 잘 쌓여져 있었고, 확인된 어종은 총 11종으로 암반 지형에 주로 서식하는 불불락, 조피불락, 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 14~16cm급 어린 말쥐치가 25마리로 다음으로 많았다. 그 외는 12~14cm급 돌돔 유어가 3마리, 쥐노래미, 황놀래기, 조피불락, 누루시불락 등이 각각 한 마리씩으로 전체적으로량이 적었다. 당시 결과는 총 12종이 확인되었던 2003년도 조사 결과와 비교하면 인상어 및 전갱이가 수 천 마리씩 관찰되었던 점은 유사하지만 불락류의 자원량은 이번 조사에서 적게 나타났다. 이곳의 쥐노래미는 모래 바닥에서 설치된 인공어초로 인하여 정착하게 된 어종으로 생각되었다. 당시 수온 환경은 수면에서 21℃로 여름철 고수온을 유지하고 있었던 반면 수심 8~9m에서는 20℃, 그 이심에서는 수온이 하강하여 어초가 있는 층은 15℃를 나타내었다.

**2005년 9월:** 수온 12℃로 자연암반의 표층 수온(23℃)보다 무려 11℃가 낮았으며 확인된 총 어종 역시 불불락, 인상어 떼 외에는 누루시불락, 쥐노래미 등 각각 한 마리씩으로 총 5종이 확인되어 자연암반의 9종보다 낮은 종 다양성을 나타내었다. 2004년(수온 15℃)과 비교하여도 중수에 있어 약 50%정도에 지나지 않았는데 이는 조사 당시 낮은 수온 환경의 영향으로 인하여 출현하는 어종수가 적었다고 볼 수 있다. 이처럼 불과 수심이 25~28m인 자연암반 정점과 인공어초 정점에서 이처럼 년도별 또는 표층과 저층의 수온 차이가 크게 나는 것은 울진바다목장 해역인 연안이 차가운 물덩이와 따뜻한 물덩이가 교차하면서 섞이고 있는 것을 나타낸다고 볼 수 있다. 이 경우 조사 대상이 되는 어종의 다양성이나 자원량이 이러한 물덩이의 수직적인 분포나 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. 조사 기간 중 울진 인공어초어장에서 어종수는 월별로 5~11종(총 17종)으로 월별로는 자연암반의 4~13종과 거의 유사하였으나 자연암반의 23종보다 적었다. 2005년 조사에서 어종수는 7월에

자연암반과 마찬가지로 10종으로 가장 다양하였다. 조사 기간 중 출현한 어종은 불볼락이 계속 관찰되었으며 그 외 쥐노래미, 탁자볼락 등도 자주 확인되는 종이였다. 가장 많은 개체수는 자연 암반에서와 마찬가지로 역시 인상어와 불볼락이었다(표 3-3-17). 편, 울진 바다목장에서는 채낚기, 자망, 동해구기선저인망, 트롤, 연승, 정치망 및 통발어업이 이루어지고 있으며 2000~2002년의 어업별 어획량을 보면 오징어 외에는 썩치, 고등어 등이 40~90%를 차지하고 그밖에 방어류, 다랑어류, 감성돔, 조피볼락, 가오리류, 대구, 개볼락 등이 어획되고 있어 이 해역에서의 주 어종이 난류를 따라다니는 회유성 어종임을 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 지금까지의 조사에서도 결과에서 보듯이 울진바다목장 해역 내의 인공어초나 자연 암반에서의 종 다양성이나 수산 자원량은 남해와는 달리 단순하면서 그 양도 적어 이 해역이 회유성 어종의 출현 여부에 따라 이런 요소들에 대한 계절별 변동이 큰 특징을 보일 것으로 판단되었다.

표 3-3-17. 울진바다목장의 인공어초에서 확인된 어종

No.	Scientific name	Korean name	Sep. '04	May'05	June	July	Aug.	Sep.
1	<i>Sebastes longispinis</i>	흰꼬리볼락	+	-	-	-	-	-
2	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	-	-	-	+	-	-
3	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	++	+++	+++	+++	++	+++
4	<i>Sebastes vulpes</i>	누루시볼락	+	+	+	+	+	+
5	<i>Sebastes taczanowkii</i>	탁자볼락	-	++	+	++	+	-
6	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	+	+	+	+	-	+
7	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	-	-	+	+	+	-
8	<i>Pseudoblennius cottooides</i>	가시망둑	+	-	-	++	+	+
9	<i>Trachurus japonicus</i>	진갱이	++++	-	-	-	-	-
10	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	+	-	-	-	-	-
11	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	++++	-	-	++++	++++	++++
12	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	+	+	-	-	-	-
13	<i>Sagamia geneionema</i>	바닥문절	+	-	-	-	-	-
14	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	++	-	-	-	-	-
15	<i>Alcichthys alcicornis</i>	빨간횃대	-	-	-	+	-	-
16	<i>Ditrema temminckii</i>	망상어	-	-	-	+	+	-
17	<i>Ptetogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑	-	-	-	+	-	-
<b>Total Number of species</b>			<b>11</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

개체수: +; <10, ++; 10-100, +++; 100-1000, +++++; <1000

### (1) 해조류

울진바다목장해역에서 상업적 가치를 가지거나 또는 향후 해중림 조성을 위한 대상종으로 고려될 수 있는 대형 갈조류의 분포를 도시한 결과는 그림 3-3-22~25와 같다. 대형 갈조류는 *Undaria pinnatifida*(미역), *Laminaria japonica*(다시마), *Sargassum confusum*(알송이모자반), *Sargassum horneri*(괭생이모자반)으로 총 4종으로 나타내었다.

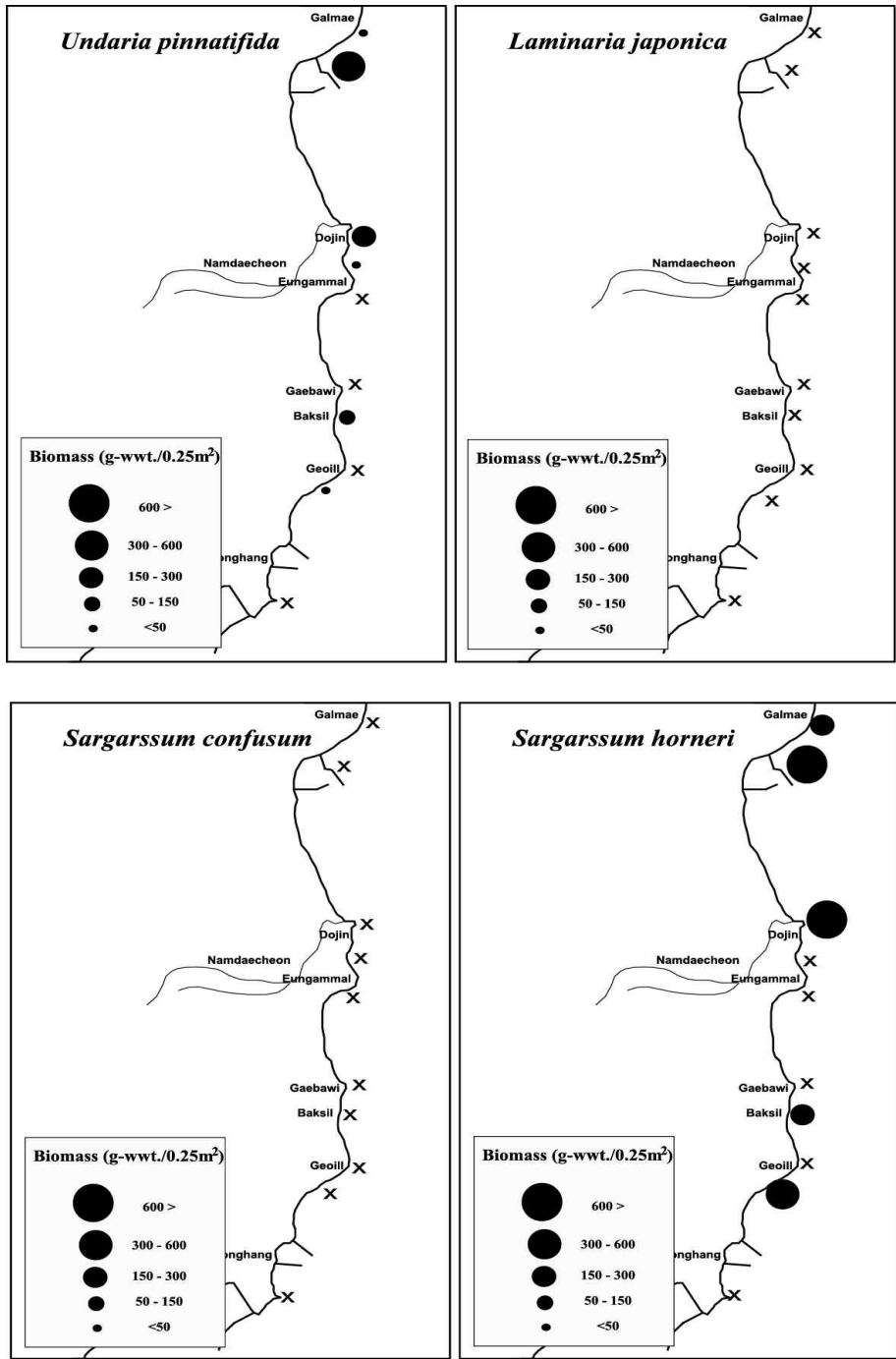


그림 3-3-22. 울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 1월).

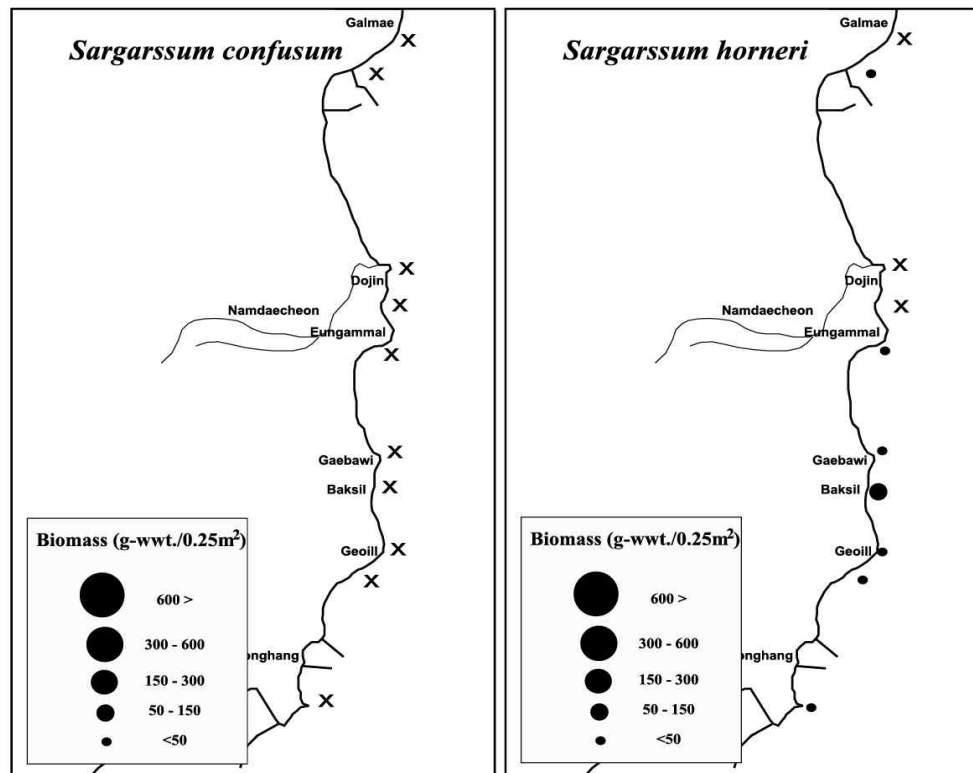
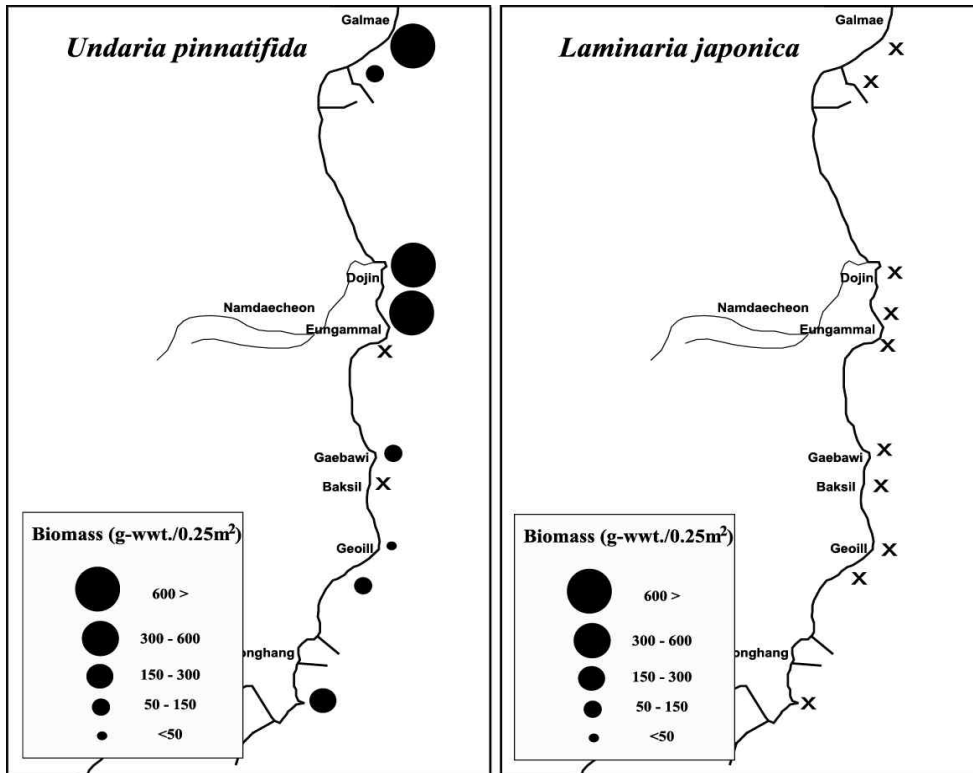


그림 3-3-23. 울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 5월).

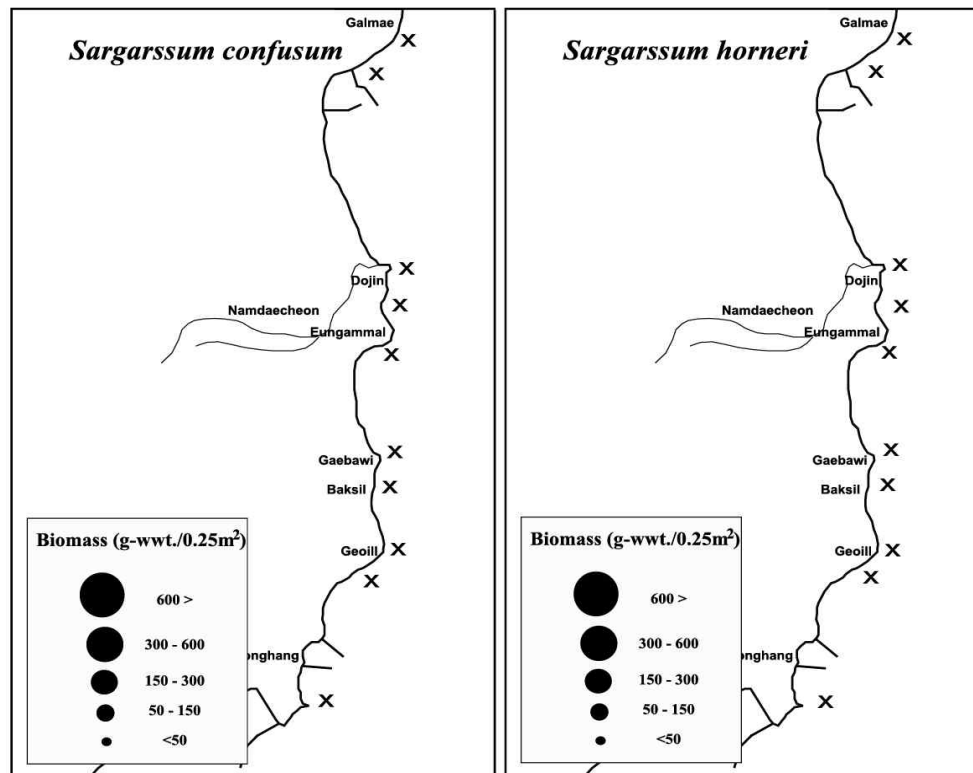
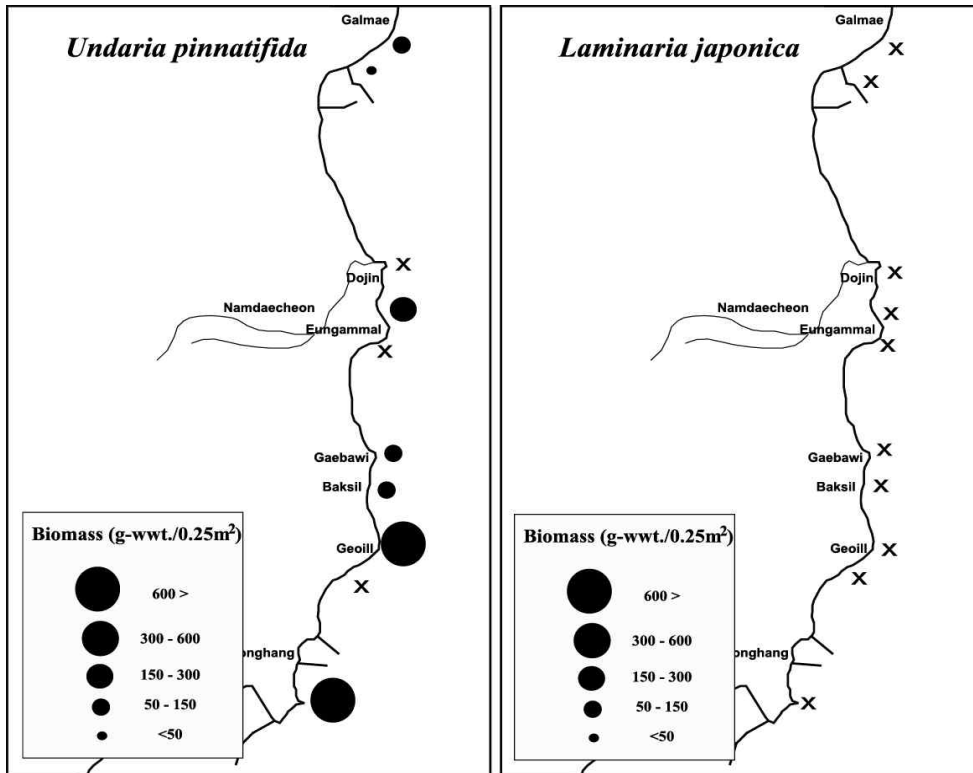


그림 3-3-24. 울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 8월).

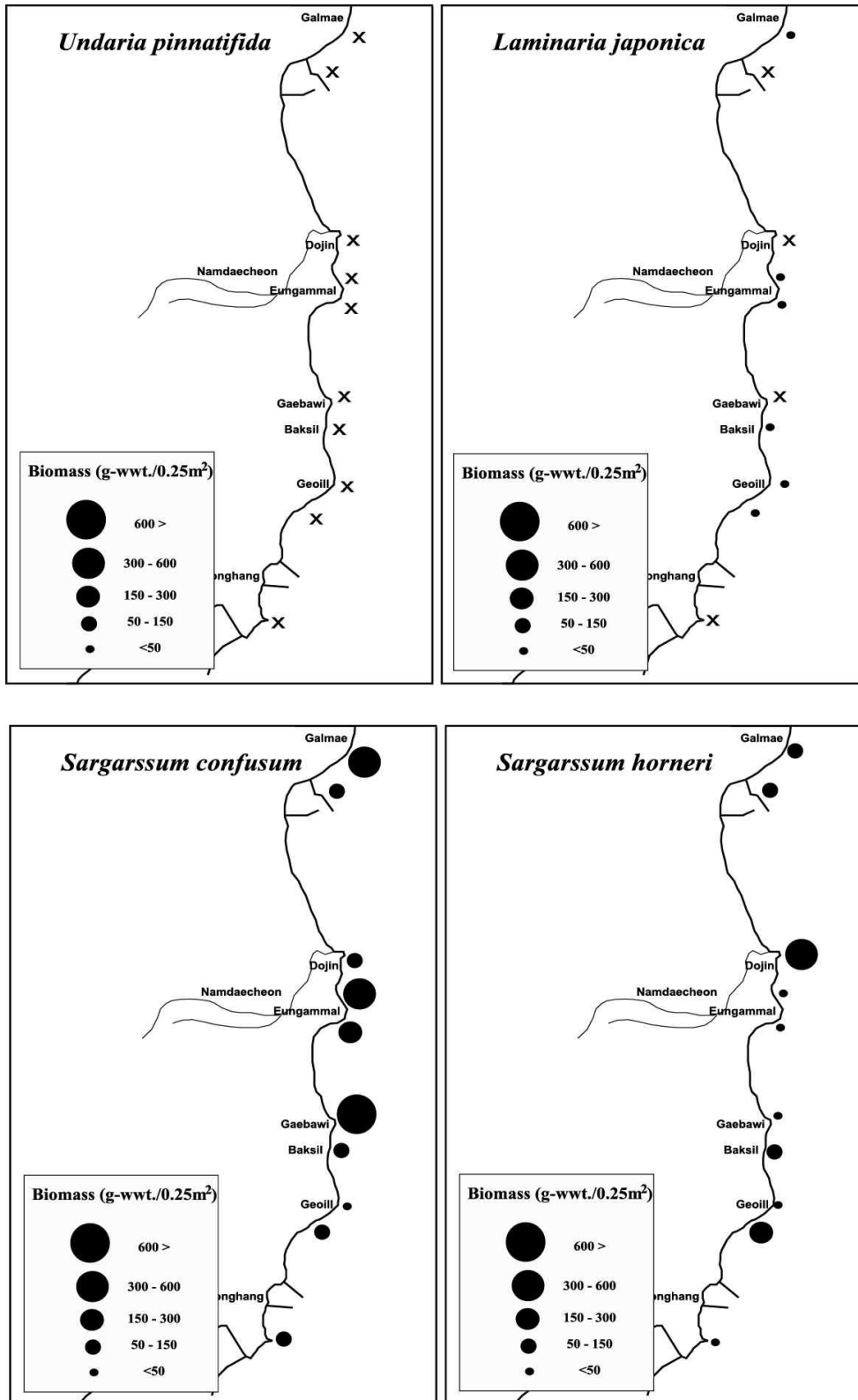


그림 3-3-25. 울진바다목장해역 내 대형갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 11월).

### (3) 무척추동물

울진바다목장해역에서 출현한 유용무척추저서동물은 총 3개 동물문 6종이 출현하였다(표 3-3-18). 연체동물에서는 홍합, 굴, 북방전복 등 3종, 극피동물에서는 돌기해삼, 둥근성게 등 2종, 우렁쉥이 및 동해 연안에서의 대표적 육식자인 아르르불가사리(*Asterias amurensis*)를 대상으로 하였다.

홍합의 경우 울진바다목장해역의 10개 조사정점에서 평균 47개체/40m<sup>2</sup>, 1,096 wwtg/40m<sup>2</sup>로 출현하였으며, 정점 3, 4, 8, 9에서만 출현을 보였다(표 3-3-18, 그림 3-3-26). 정점 8과 9에서 상대적으로 많은 개체가 출현하였는데, 이들 정점은 이들 정점은 수심이 8m 내외의 모래해안에 5~10m 정도 면적의 수중 암반이 형성된 지역이며 과도의 영향을 많이 받는 지역이다. 이 종은 상대적으로 안정된 지역인 해안선 쪽의 암반 경사면에 밀집하여 서식하는 특성을 보이고 있었다. 출현하는 대부분의 개체가 6cm 이상의 대형개체로 계절에 따른 개체수의 변동은 크게 없는 것으로 나타났다(그림 3-3-28).

굴은 평균 20개체/40m<sup>2</sup>, 88g-wwt/40m<sup>2</sup>로 출현하였는데, 정점 6과 7을 제외한 전 정점에서 출현하였다(표 3-3-2, 그림 3-3-26). 홍합의 출현이 가장 높았던 정점 9에서 가장 많은 개체가 출현하였으며, 암반 곳곳에 밀집하여 부착하고 있었다. 조간대에서부터 8m 수심까지 암반 경사지로 구성된 정점 10에서는 일정한 패턴 없이 암반 곳곳에 분포하며, 개체의 크기가 정점 9와 비교하여 상대적으로 작은 개체의 부착이 우점하였다. 홍합에서와 같이 계절에 따른 출현개체수의 변동은 파악할 수 없었다(그림 3-3-28).

우렁쉥이의 경우 평균 18개체/40m<sup>2</sup>, 217g-wwt/40m<sup>2</sup>로 출현하였으며, 주로 정점 1과 2에서 상대적으로 높은 출현밀도를 보였으며, 전 조사정점에서 출현하였다(표 3-3-18, 그림 3-3-26). 정점 1과 2의 경우 조간대에서부터 대략 20m 수심대에 이르기까지 완만한 경사의 암반지대와 모래지대가 혼재하는 곳으로서 수심 7m 정도 이하부터 많은 출현을 보이고 있었다. 겨울철부터 여름철까지 감소하는 양상을 보이고는 있으나 명확한 원인을 파악할 수는 없었다(그림 3-3-28). 단 정점 1과 2의 경우 어촌계를 통한 잠수기조업 후 개체수가 급격히 낮아진 것으로 미루어 볼 때, 조업에 의한 개체수의 변동이 가장 큰 요인으로 판단된다.

둥근성게의 경우 전 조사정점에서 평균 16개체/40m<sup>2</sup>, 38g-wwt/40m<sup>2</sup>로 출현하였으며, 전 정점에서 비교적 고르게 출현하는 것으로 나타났다(표 3-3-18, 그림 3-3-26). 주로 야행성인 특성으로 인하여 바위틈에서 많은 개체들이 출현하였으며, 계절에 따라 여름에 높고 겨울과 가을철에 낮은 수준을 보이나 명확한 원인을 파악할 수는 없었다(그림 3-3-28). 단 이번 조사가 다이버에 의한 육안조사 및 수중촬영에 의존했기 때문에 해역에 부착하는 해조류의 유무 및 피도에 따라 차이가 나타나는 것으로 추정된다.

표 3-3-18. 울진바다목장해역의 각 정점에서 출현하는 주요 유용저서무척추동물의 개체수(개체/40m<sup>2</sup>) 및 생체량(g-wwt/40m<sup>2</sup>)

Taxon		Station										Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Mytilus coruscus</i>	Density	0	0	42	37	0	0	0	75	312	0	47
	Biomass	0	0	1,150	785	0	0	0	1,100	7,920	0	1,096
<i>Crassostrea gigas</i>	Density	10	11	12	4	3	0	0	22	103	33	20
	Biomass	475	400	371	130	150	0	0	1,450	5,420	432	88
<i>Halocynthia roretzi</i>	Density	60	30	22	10	2	3	4	5	20	24	18
	Biomass	12,000	4,351	2,351	910	111	120	145	190	650	870	217
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Density	10	14	17	9	13	17	10	11	21	33	16
	Biomass	220	350	575	230	450	560	175	220	324	734	38
<i>Nordotis discus hannai</i>	Density	10	5	1	1	0	4	3	4	68	1	10
	Biomass	870	345	34	43	0	215	165	248	3,754	1	57
<i>Asterias amurensis</i>	Density	2	7	2	12	10	7	5	7	11	28	9
<i>Stichopus japonicus</i>	Density	1	2	0	0	0	0	0	0	0	12	2

전복의 경우 전 조사정점에서 평균 10개체/40m<sup>2</sup>, 57g-wwt/40m<sup>2</sup>로 출현하였다(표 3-3-18, 그림 3-3-23). 정점 5를 제외한 전 조사정점에서 출현하였으나, 정점 1, 2, 9에서 상대적으로 높은 출현밀도를 보였다. 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. 한편 이 지역은 2004년 조사에서 18-20개체/40m<sup>2</sup>의 출현을 보인 지역으로 우렁쉥이와 마찬가지로 어촌계의 조업으로 인한 개체수의 감소가 파악되었다. 정점 9의 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 이들 지역에 전복의 방류가 이루어질 경우 효과적인 자원증대 및 변화상을 추정할 수 있을 것으로 기대되며, 해중립 조성 등을 통한 서식지 증대를 추진해볼 지역으로 판단된다.

아프르불가사리의 경우 전 조사정점에서 평균 9개체/40m<sup>2</sup>로 출현하였다(표 3-3-18). 이 종은 연안 양식패류에 가장 많은 영향을 미치는 해적생물로 알려져 있으며, 개체수가 증가할 경우 해역의 생물다양성 및 생산량에 영향을 미칠 수 있는 생물이다. 울진바다목장해역의 경우 정점 10에서 상대적으로 높은 밀도를 보이고 있었는데, 파도의 영향을 직접적으로 받는 수직암반으로 구성되어 자연적인 생물의 탈락에 의한 풍부한 먹이원의 공급으로 인해 개체수가 높은 것으로 추정된다. 또한 이 지역은 낚시객들이 많이 찾는 지역으로 낚시 미끼에 의한 영향도 추정해 볼 수 있다. 전복 등 주요 생물자원의 분포에 영향을 주는 종인만큼 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 보인다.



해삼의 경우 평균 2개체/40m<sup>2</sup>로 출현하였으며, 정점 1, 2, 10에서만 출현하였다(표 3-3-18). 대부분의 출현 개체는 암반과 사질퇴적물이 만나는 곳이나, 암반과 암반사이의 비교적 안정된 곳에서만 출현하는 것으로 나타났다.

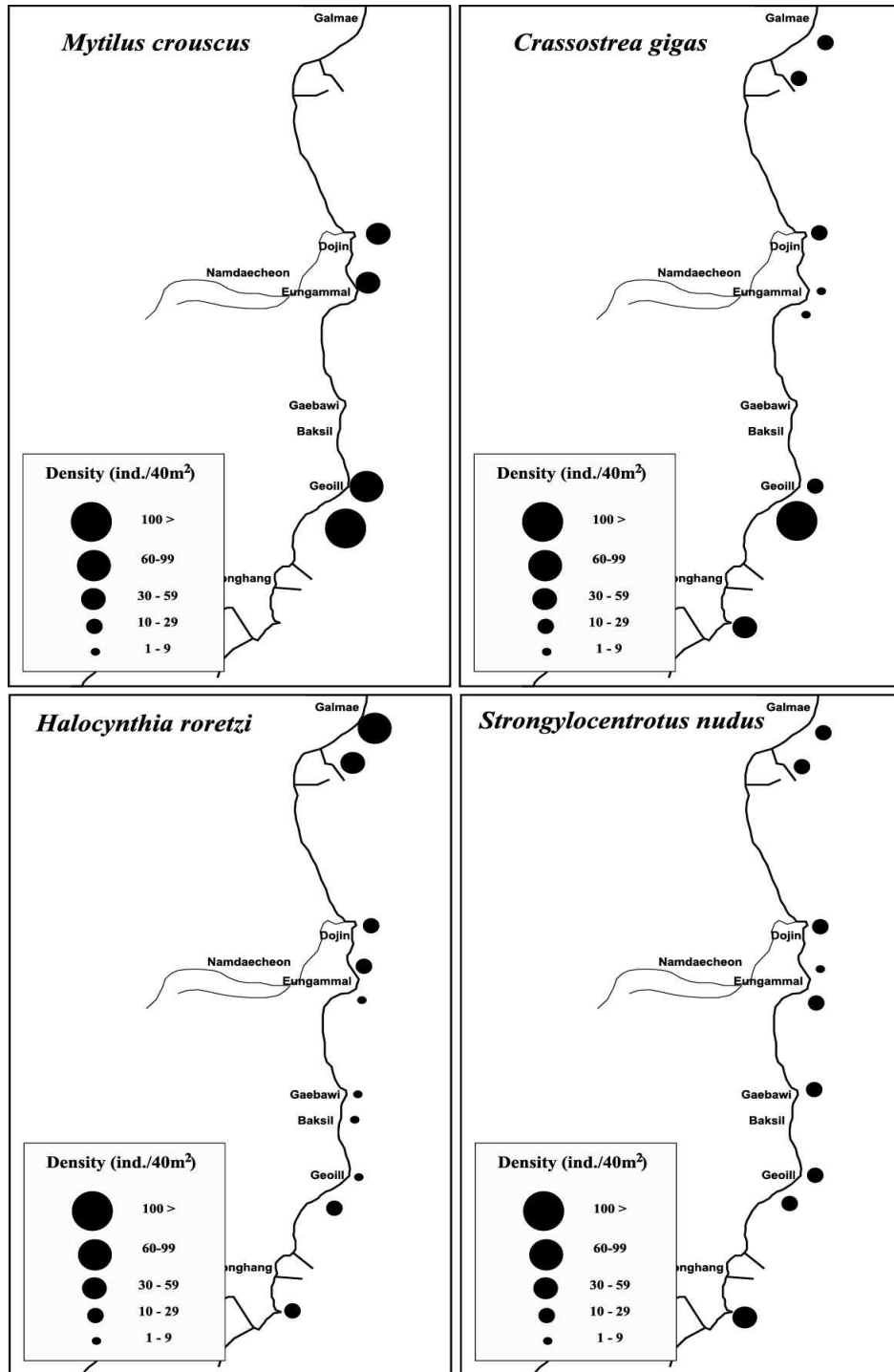


그림 3-3-26. 울진바다목장해역 조하대 암반무척추동물의 종별·정점별 출현밀도.

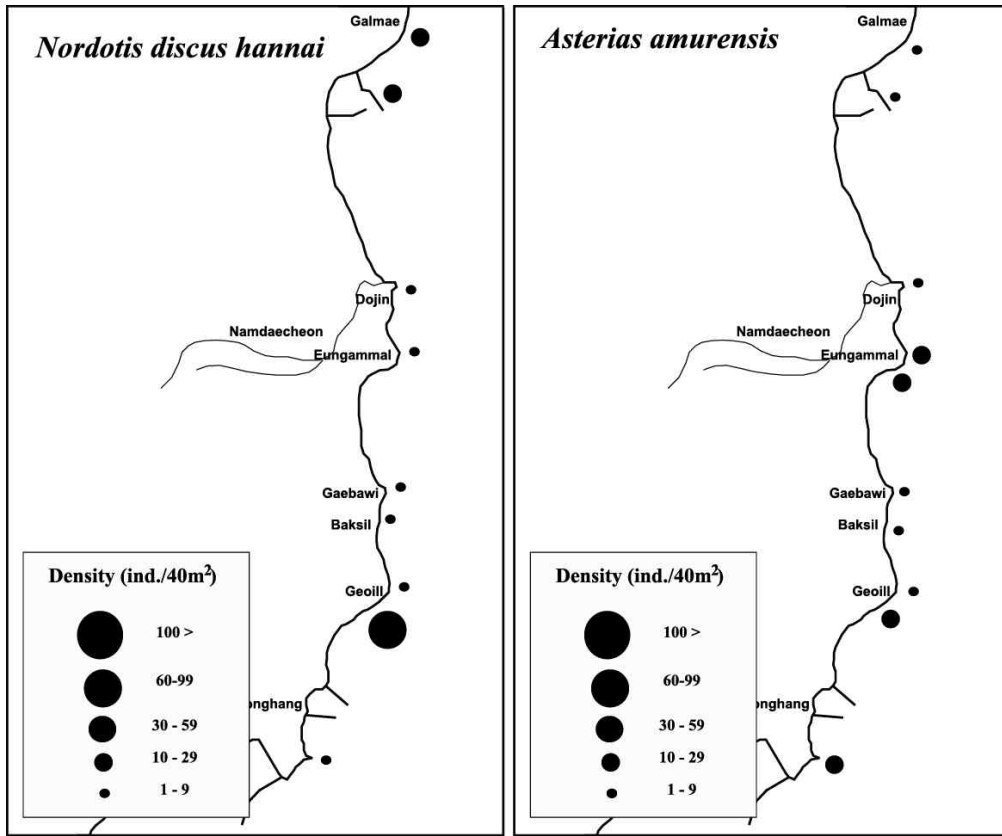


그림 3-3-27. 울진바다목장해역 조하대 암반무척추동물의 종별·정점별 출현밀도.

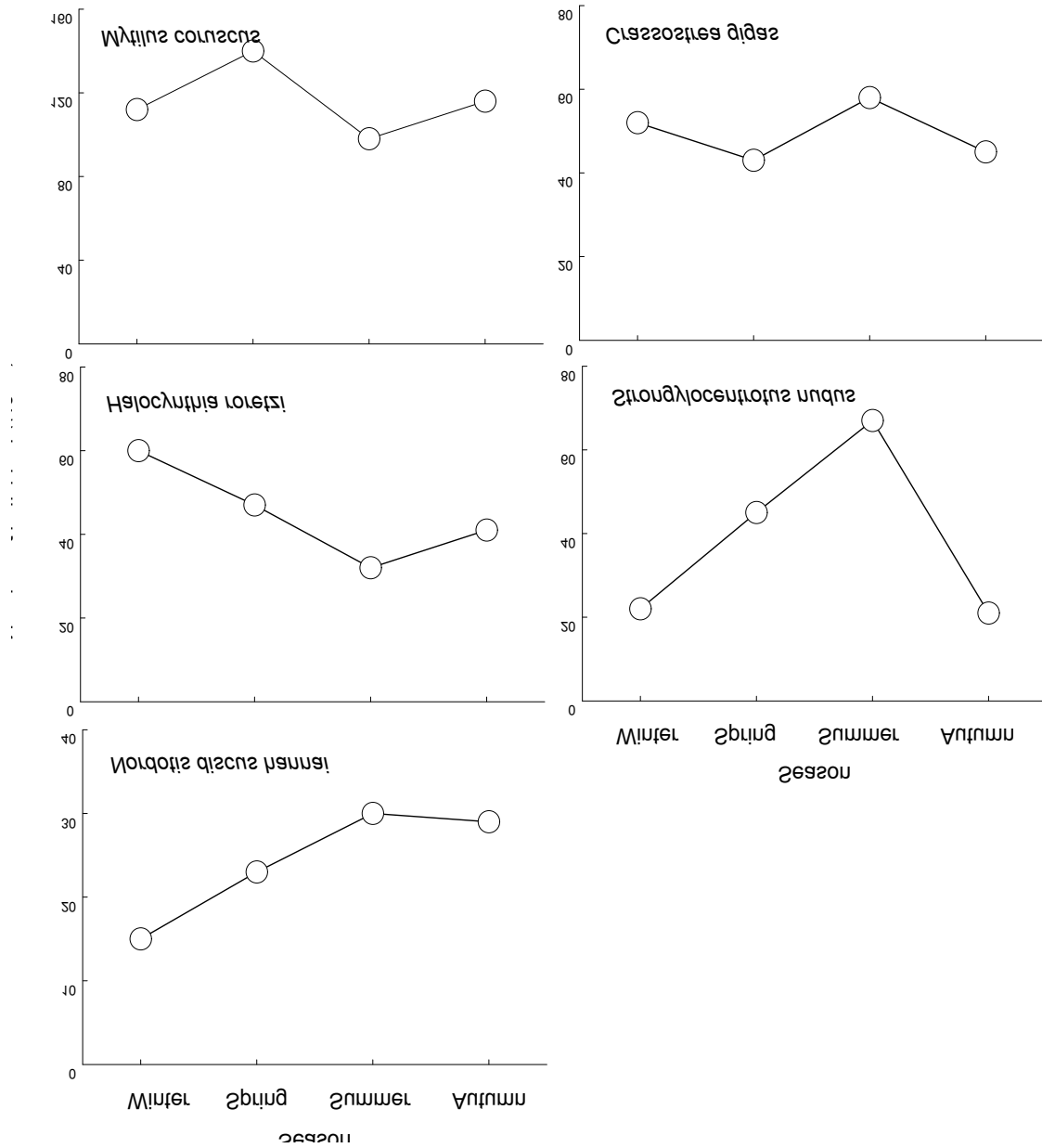


그림 3-3-28. 울진바다목장해역 조하대 암반무척추동물의 종별·계절별 출현밀도.

### 라. 남대천 어류자원조사

#### (1) 어류목록

조사 기간 동안 출현한 담수어류는 총 10목 14과 26종이 출현하였으며, 그 가운데 농어목어류(Perciformes)가 3과 10종으로 가장 많이 출현하였으며, 그 다음으로 잉어목어류(Cypriniformes)가 2과 6종이 출현하였다. 그 외 바다빙어목어류(Osmeriformes)가 1과 2종이 출현하였고, 나머지는 분류군 가운데 목 1과 1종씩 출현하였다(표 3-3-19).

## (2) 출현개체수

본 조사에서 채집된 어류는 총 26종, 19,372개체가 출현하였다(표 3-3-20). 2월에 13종 2,284개체, 5월에 16종 15,570개체, 8월에 21종 1,518개체가 출현하였는데 출현종수 및 개체수에서 겨울철에 가장 낮은 출현 현상을 보이다가 여름철에 가장 높은 결과를 나타내었다.

## (3) 정점별 개체수 구성비

본 조사에서 설정된 총 3개 정점에서 출현한 개체수의 구성비를 살펴보면 바다와 인접하는 남대천의 하류 지역인 정점 1에서 가장 많은 19,192개체, 정점 2에서 65개, 정점 3에서 115개체로 조사되어 정점 1이 전체 개체수의 99%를 차지하여 가장 높게 출현하였고, 정점 2가 0.3%, 정점 3이 0.6%를 차지하였다.

## (4) 우점종(출현빈도)

출현 어종 가운데 은어(*Plecoglossus altivelis*)가 16,067개체로 약 83%로 가장 우점 하였다. 그 외 황어(*Tribolodon hakonensis*)가 2,365개체가 채집되어 약 12.2%로 우점 하였고 점물개(*Squalidus multinaculatus*)가 503개체로 약 2.6%를 차지하였다. 그 외기타 어종들이 나머지 2.3%로 나타났다(그림 3-3-29). 조사기간 동안 출현한 정점별 우점종은 정점 1에서는 은어가 83.7%로 가장 우점 하였고, 그 다음으로 황어가 12.3%로 우점 하였다. 정점 2에서는 밀어가 29.2%로 가장 우점 하였고, 그 다음으로 점물개가 36.2%로 우점 하였다. 정점 3에서는 갈겨니가 55.7%로 가장 우점하였고, 그 다음으로 점물개가 30.4%로 우점 하였다(표 3-3-21).

## (5) 어류군집 분석

각 조사 정점별 어류군집 지수에 우점도 지수는 대부분의 경우 낮은 값을 나타내었는데 정점 1에서 가장 낮은 0.26을 나타내었고 정점 2에서는 가장 높은 0.72, 정점 3에서 0.49를 나타내었다. 균등도 지수는 정점 1에서 가장 낮은 0.19, 정점 2에서 가장 높은 0.86을 정점 3에서 0.63을 나타내었다. 이는 아마도 정점 2에서 상대적으로 안정적인 어류군집을 유지하는 것으로 생각된다.

이상 본 조사기간 동안 출현한 어종을 살펴보면 채집된 어종 가운데 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 물의 수량의 소의 크기에 따라서 출현 종의 개체 수와 종수가 적게 나타난 것으로 생각된다. 조사기간 동안 우리나라 고유종은 꺾지(*Coreoper a herzi*) 한 종만이 출현하였고 또한 본 조사지역에서 외래어종은 한 종도 출현하지 않았다.

표 3-3-19. 남대천에서 어획된 어류의 목, 과, 종별 출현 종 수

Class (강)	Orders (목)	Families (과)	Species (종)
Actinopterygii 6 (조기강)	Anguilliformes(뱀장어목)	1 Anguillidae (뱀장어과)	1
	Clupeiformes (청어목)	1 Clupeidae (청어과)	1
	Cypriniformes (잉어목)	1 Cyprinidae (잉어과)	5
		1 Cottidae (기름종개과)	1
		1 Siluridae (메기과)	1
	Siluriformes (메기목)	1 Amblycipitidae (통가리과)	1
	Osmeriformes (바다빙어목)	1 Osmeridae (바다빙어과)	2
	Mugiliformes (송어목)	1 Mugilidae (송어과)	1
	Belontiiformes (동갈치목)	1 Hemiramphidae (학공치과)	1
	Gasterosteiformes (큰가시고기목)	1 Gasterosteidae (큰가시고기과)	1
		1 Centropomidae (꺽지과)	1
	Perciformes (농어목)	1 moronidae (농어과)	2
		1 Gobiidae (망둑어과)	7
	Tetraodontiformes (복어목)	1 Tetraodontidae (참복과)	1
1	10	14	26

표 3-3-20. 남대천에서 채집된 어류의 개체 수 및 출현빈도

국 명	학 명	2005년					
		2월			5월		
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
뱀장어	<i>Anguilla japonica</i>				2		
전어	<i>Konosirus punctatus</i>	13					
붕어	<i>Carassius auratus</i>	2			10		
잉어	<i>Cyprinus carpio</i>	4					
황어	<i>Tribolodon hakonensis</i>	1,635	7		664	3	
점물개	<i>Squalidus multimaculatus</i>	438	13	17	11		15
갈겨니	<i>Zacco temmincki</i>			26	3		11
미꾸라지	<i>Misgurnus mizolepis</i>						
메기	<i>Silurus asotus</i>						
통가리	<i>Liobagrus andersoni</i>						2
빙어	<i>Hypomesus nipponensis</i>	53			4		
은어	<i>Plecoglossus altivelis</i>				14,808	3	
숭어	<i>Mugil cephalus</i>	7	2		4		
학공치	<i>Hyporhamphus sajori</i>						
가시고기	<i>Pungitius sinensis</i>	3					
꺼지	<i>Coreoperca herzi</i>				1		4
농어	<i>Lateolabrax japonicus</i>						
점농어	<i>Lateolabrax maculatus</i>						
문절망둑	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	32					
흰발망둑	<i>Acanthogobius lactipes</i>	7			1		
날망둑	<i>Gymnogobius castaneus</i>	4			5		
미기록종	<i>Gymnogobius taranetzi</i>						
꼭저구	<i>Chaenogobius urotaenia</i>		5		3		
밀어	<i>Rhinogobius brunneus</i>		16			2	5
검정망둑	<i>Tridentiger obscurus</i>				6		2
복섬	<i>Takifugu niphobles</i>				1		
출현종수 (Number of species)		11종	5종	2종	14종	3종	6종
		13종			16종		
출현개체수 (Number of individuals)		2,198	43	43	15,523	8	39
		2,284			15,570		

표 3-3-20.계속

국명	학명	2005년			개체수	비율(%)
		8월				
		St. 1	St. 2	St. 3		
뱀장어	<i>Anguilla japonica</i>	1			3	0.02
전어	<i>Konosirus punctatus</i>	36			49	0.25
붕어	<i>Carassius auratus</i>	33			45	0.23
잉어	<i>Cyprinus carpio</i>	4			8	0.04
황어	<i>Tribolodon hakonensis</i>	56			2,365	12.21
점몰개	<i>Squalidus multimaculatus</i>	2	4	3	503	2.60
갈겨니	<i>Zacco temmincki</i>			27	67	0.35
미꾸라지	<i>Misgurnus mizolepis</i>	1			1	0.01
메기	<i>Silurus asotus</i>	5			5	0.03
통가리	<i>Liobagrus andersoni</i>				2	0.01
빙어	<i>Hypomesus nipponensis</i>	7			64	0.33
은어	<i>Plecoglossus altivelis</i>	1,248	8		16,067	82.94
숭어	<i>Mugil cephalus</i>	6			19	0.10
학공치	<i>Hyporhamphus sajori</i>	1			1	0.01
가시고기	<i>Pungitius sinensis</i>				3	0.02
꺼지	<i>Coreoperca herzi</i>	1			6	0.03
농어	<i>Lateolabrax japonicus</i>	5			5	0.03
점농어	<i>Lateolabrax maculatus</i>	5			5	0.03
문절망둑	<i>Acanthogobius flavimanus</i>				32	0.17
흰발망둑	<i>Acanthogobius lactipes</i>	2			10	0.05
날망둑	<i>Gymnogobius castaneus</i>				9	0.05
미기록종	<i>Gymnogobius taranetzi</i>	2			2	0.01
꼭저구	<i>Chaenogobius urotaenia</i>				8	0.04
밀어	<i>Rhinogobius brunneus</i>		1	3	27	0.14
검정망둑	<i>Tridentiger obscurus</i>	33	1		42	0.22
복섬	<i>Takifugu niphobles</i>	23			24	0.12
출현종수 (Number of species)		19종	4종	3종		
		21종				
출현개체수 (Number of individuals)		1,471	14	33	19,372	100.00
		1,518				

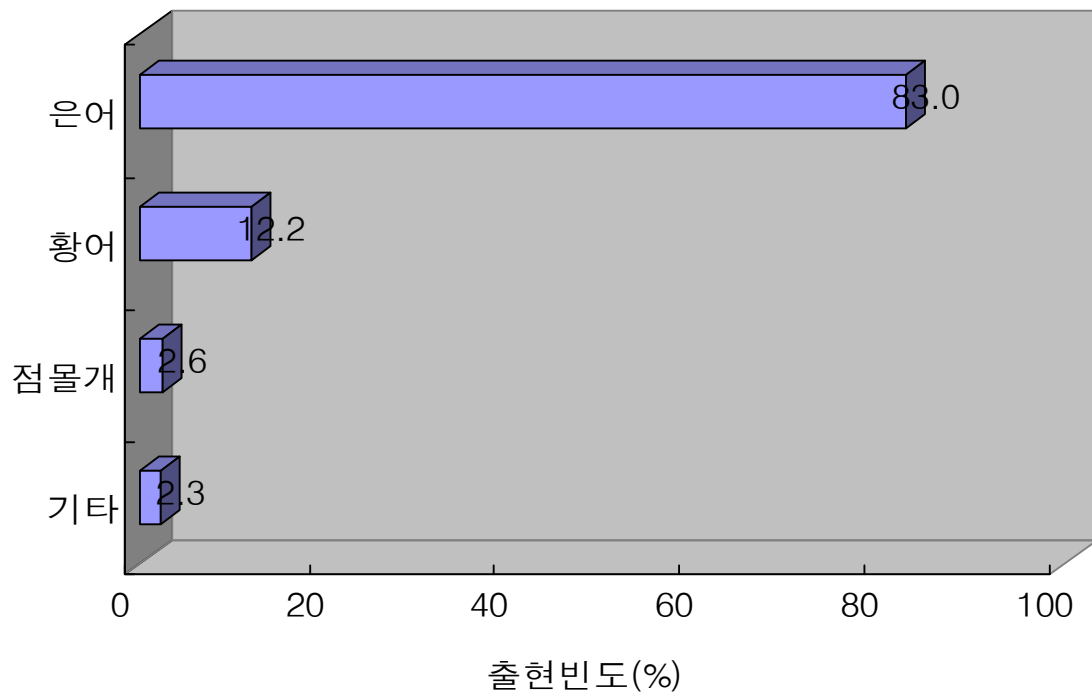


그림 3-3-29. 남대천에서 어획된 어류의 출현빈도.

표 3-3-21. 남대천에서 어획된 조사지점별 우점종 및 아우점종

정점(Station)	우점종(Dominant species)	아우점종(Sub-Dominant species)
1	은어( <i>Pleoglossus altivelis</i> ) (83.7%)	황어( <i>Tribolodon hakonensis</i> ) (12.3%)
2	밀어( <i>Rhinogobius brunneus</i> ) (29.2%)	점몰개( <i>Squalidus multimaculatus</i> ) (26.2%)
3	갈겨니( <i>Zacco temminckii</i> ) (55.7%)	점몰개( <i>Squalidus multimaculatus</i> ) (30.4%)



## 제 4 절 대상생물의 자원역학 파라미터

### 1. 서론

울진 바다목장해역의 주요 대상어종인 조피볼락, 넙치 및 전복에 대한 자원역학조사로, 바다목장의 효과적인 자원조성 및 이용·관리를 위해서는 먼저 자원생태학적인 기초연구가 필요하다. 전복류는 세계적으로 100여종이 서식하는 것으로 알려져 있으며, 우리나라를 비롯한 동아시아 연안, 호주 및 뉴질랜드 연안, 북미 태평양 연안에서 상업적인 생산이 주로 이루어지고 있다. 분류학상 연체동물문, 복족강, 전복과(Family Haliotidae), 전복속(Genus *Nordotis*)에 속하며 우리나라에는 북방전복, 말전복, 등근전복 등 6종이 분포하고 있다. 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등 아시아 연안에서는 건강식품으로서 각광을 받고 있으며, 발암물질인 Paolin을 함유하고 있다는 연구결과 이후 식용하는 국가들이 증가하고 있다. 이렇듯 전복은 건강에 도움을 주는 귀한 수산식품으로 1970년대 남획으로 인한 자원량 감소 뚜렷하여 1973년도 어획량이 2,346mt이었으나 이후 1974-1978년에는 평균 500-600mt전후로 감소하기도 하였다. 우리나라에서는 국립수산과학원을 중심으로 1972년도부터 인공종묘생산 등 양식에 관한 연구들이 진행되기 시작하여 1997년 2,000만 마리, 2000년 8,993만마리, 2002년 37,166만마리 이상의 인공종묘를 생산하고 있으며, 그에 따른 생산량도 증가하고 있다. 생산된 종묘는 양성용으로 사용되는데 육상수조양성, 해상가두리양성, 방류 후 자연 양성 등의 방법이 주로 사용되어 지고 있다. 천해 자연 암초지를 대상으로한 자연 양성법의 경우 1970년대 이후 현재까지 가장 보편적으로 사용되는 방법으로 방류 크기에 따른 생존률 및 방류 후 환경에 대한 적응력이나 해적생물 등으로 인한 방류효과의 감소가 큰 문제점이나 판매가격이 가장 높다는 장점을 가지고 있다. 최근 확산되고 있는 해상가두리 양성의 경우 방류 전 양성비용이 소비되지 않는 육상수조양성과 자연 양성법의 장점을 동시에 가지고 있으나, 가두리설치 비용의 문제 및 인위적 시설에 따른 환경문제 등이 지적되고 있다. 최근 우리나라 전복 양식분야의 주요 중심 과제는 방류 종묘의 생존률 향상과 양성기간의 단축 등 인공종묘생산, 양성, 수확 등 비교적 단순한 시스템 내에서의 생산량 증가에 역점을 두고 있다. 바다목장화의 관점에서 볼 때, 전통적인 방류, 양성, 수확을 통한 생산량의 증가도 중요한 부분이라 할 수 있겠으나, 개체군 역학 파라미터에 대한 이해를 통해 서식처의 복원 및 증대와 적정 방류물량 및 수확량의 기준을 제시하는 일이 무엇보다 중요한 측면으로 생각된다.

따라서 본 연구는 조피볼락 및 넙치의 성숙과 산란 및 연령과 성장, 그리고 사망에 대한 연구를 수행하였고, 기존 조사된 전복에 대한 성장, 산란 등의 개체군생태학적 자료를 종합하는 한편 울진바다목장해역의 전복 서식처에 대한 실제 조사를 통해 서식처특성을 파악해 보고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 조피볼락

본 연구에 사용된 조피볼락 시료는 울진 바다목장해역에서 통발, 자망 및 정치망어업에 의해 어획되어 후포 공동어시장에 양육된 것으로, 2005년 6월부터 11월까지 6개월간 매월 약 30미씩 구입하였다.

구입된 시료는 실험실에서 각 개체의 성별을 구분한 후 전장은 0.1cm까지, 체중은 0.1g, 생식소 중량은 0.01g까지, 간중량은 0.01g까지 측정하였고, 이석과 생식소를 추출하였다.

생식소 속도는 생식선 크기, 색조, 난의 투명상태, 난립 크기 등을 기준으로 어체 측정시 육안관찰 하였으며, 단계는 미숙(immature), 중숙(maturing), 완숙(mature), 방중(spawning), 방후(spent)의 5단계로 구분하였다. 생식소 및 간 발달의 월변화를 알아보기 위하여 생식소중량 지수(gonadosomatic index : GSI) 및 간중량 지수(hepatosomatic index : HSI)를 다음 식으로 구하였다.

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 1,000$$

$$HSI = \frac{LW}{BW} \times 1,000$$

여기서, BW는 체중(g), GW는 생식소 중량(g), LW는 간중량(g)을 나타낸다.

난경의 월변화를 알아보기 위해 난소 중 일부 부위를 절단하여 Gilson 용액(Love and Westphal, 1981)에 넣어 분리한 후, 해부 현미경으로 난의 장경을 측정하였다.

생식소의 내부구조 및 생식소 발달의 조직학적 변화를 관찰하기 위하여 생식소를 추출한 후, Bouin's 용액에 24시간 고정하였고, 이후 수세(水洗)와 탈수과정을 거쳐 paraplant에 포매 후 5~6 $\mu$ m두께로 연속 절편하여 조직 표본을 만들었다. 조직표본의 haematoxyline-eosin 염색은 조직표본을 xylene 용액에서 parapine을 제거한 후 알코올에 저농도 순 단계로 친수과정을 거쳐 조직내에 수분을 첨가시켰다. 그 후 Mayer's haematoxylin에서 약 3분 동안 핵을 염색한 후, 0.5% eosin에서 약 2분 동안 세포질 염색을 실시하였고, 탈수과정을 거쳐 Canada balsam으로 봉입하였다. 제작된 생식소 조직표본은 광학 현미경 하에서 검경하였다.

성비는 조사기간동안 어체를 측정할 전 개체에 대해 월별 암수 비가 1:1인지 아닌지를 알아보기 위해  $\chi^2$ 검정을 이용하여 분석하였다.

$$\chi^2 = \frac{(n_1 - n_1')^2}{n_1} + \frac{(n_2 - n_2')^2}{n_2}$$

여기서,  $n_1, n_2$ 는 암컷 및 수컷의 개체수,  $n_1', n_2'$ 는  $n_1, n_2$ 의 기대치이다.

이석(otolith)은 좌우대칭으로 이루어져 있으나 연구에서는 통일성을 기하기 위해 왼쪽 이석만을 이용하였다. 이석 관찰을 위해 표면의 유기물을 증류수로 1차 제거하였고, 5% KOH 용액에 1일간 침전시킨 후 표면에 남아있는 이물질들을 2차 제거하고 건조시켰다. 건조된 이석을 물속에 담가 저배율 실체현미경(Stemi 2000-C, ZEISS)에서 반사광과 투사광을 이용하여 관찰하고, 정확한 윤문을 확인하기 위해서 일부 이석은 박편으로 만들어 관찰하였다. 이석의 윤문은 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계를 기준으로 하였으며, 반사광에서 보다 뚜렷하게 관찰되었다. 이석반경(R)은 핵으로부터 최외측까지의 직선거리로 장축 반경을 측정하였고, 윤경(r)은 핵으로부터 불투명대 끝부분까지 직선거리로 현미경에 연결된 Digital Cam(Infinity USB3.0 Canon)를 통해 영상을 획득한 후 영상분석시스템(Image Analyzer)로 모니터 상에서 영상을 확대해서 해당 배율로 영점 조정하여 이석 반경 및 각 윤경을 mm단위까지 측정하였다. 이석이 연령형질로서 적합한지를 판별하기 위해서 이석반경과 윤경간의 관계 및 이석반경과 체장간의 관계를 분석하였고, 이석에 윤문이 형성되는 시기를 알아보기 위해 월별 연역지수(Marginal index : MI) 변화를 다음 식으로 구하였다.

$$MI = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$$

여기서, R은 이석반경이고 핵으로부터 최외측까지의 거리이며,  $r_n$ 은 윤경으로 핵으로부터 n번째 윤경까지의 거리이다.

조피볼락의 전장(TL)과 체중(BW)간의 관계를 상대성장식은 다음 식을 사용하여 구하였다.

$$BW = aTL^b$$

여기서, BW는 체중(g), TL은 전장(cm)이며, a, b는 상수이다.

윤문형성시의 체장은 계측된 표본의 평균 윤경을 사용하여 이석반경과 체장간의 관계식으로부터 역계산하였으며, 이 역계산된 체장을 체장과 체중간의 상대성장식에 대입하여 윤문형성시의 체중을 추정하였다.

성장모델은 von Bertalanffy 성장식을 이용하여 추정하였으며, 성장식의 매개변수는

Walford 방법으로 구한 매개변수들을 초기값으로 사용하여 비선형 회귀방법에 의해 추정하였다. von Bertalanffy 성장식은 다음과 같다.

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

여기서,  $t$ 는 연령,  $L_t$ 는 연령  $t$ 시의 전장(cm),  $L_\infty$ 는 이론적 최대체장,  $K$ 는 성장계수,  $t_0$ 는 체장이 0일 때의 이론적 연령이다.

조피볼락의 생산율( $S$ )은 어획물로부터 조사한 연령별 어획개체수 자료를 사용하여 어획물 곡선법(1918)으로 추정하였고, 순간전사망계수( $Z$ )는 생산율 추정치를 이용하여 다음식에 의해서 계산하였다.

$$Z = -\ln S$$

순간자연사망계수( $M$ )는 Alvenson and Carney(1975) 방법인 다음 식으로 추정하였고,

$$M = \frac{3K}{e^{K(0.38 \times \text{max.age})} - 1}$$

여기서,  $K$ 는 von Bertalanffy 성장식의 성장계수이고,  $\text{max.age}$ 는 최고연령이다.

순간어획사망계수( $F$ )는 추정된 순간전사망계수( $Z$ )와 순간자연사망계수( $M$ ) 값을 이용하여 다음과 같은 관계식에 의해 추정하였다.

$$F = Z - M$$

## 나. 넙치

넙치에 대한 자원생태학적인 연구를 위해 기존에 조사된 자료(국립수산과학원, 2004; 2005)를 사용하여 넙치의 성숙과 산란 및 연령과 성장, 그리고 사망에 대한 자원역학적 파라미터를 추정하였다.

## 다. 전복

### (1) 개체군 역학 파라미터의 추정

전복류에 대한 개체군 역학 파라미터를 추정하기 위해 생식, 성장, 방류에 따른 생존율, 섭식에 관한 문헌조사 및 현장 조사 자료를 통한 분석을 실시하였다. 결과에 언급된 자료 중 문헌조사에 의한 자료는 참고문헌을 표시하였다.

울진바다목장해역에 서식하는 전복의 성장을 알아보기 위해서는 문헌조사를 통해 추정된 각 연급군별 크기자료와 함께, 2004년 5월부터 2005년 10월까지 울진바다목장해역 내에 위치한 거일리(S 2) 암반조하대에서 채집된 전복의 각장(shell length, mm)와 생체량(wet weight, g)이 사용하였다(그림 3-4-1). 이러한 출현 전복에 대한 체장 및 생체량 자료는 von Bertalanffy 성장모델을 통하여 성장방정식을 산출하였다. von Bertalanffy 성장방정식의 정수인 성장계수(K)와 극한체장( $L_{\infty}$ )은 Walford 정착도(Walford, 1946)를 이용하여 추정하였다.

$$L = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

$L_{\infty}$  = 극한체장

$K$  = 성장계수

$t_s$  = 가상의 시간

$t_0$  = 최초 성장까지의 시간

또한 조사해역의 연령조성을 파악하기 위해서는 출현한 전복을 10 mm단위의 체장군으로 구분한 후 출현빈도를 파악하였다. 한편 von Bertalanffy 성장식에 따라 구분된 전복의 각 연령별 출현 개체수 자료를 바탕으로 울진바다목장해역에 출현하는 전복의 생존율( $\hat{S}$ )을 구하였다. 조사에서 출현한 전복을 어획물로 정의하고 이들의 어획물곡선을 통해 생존율을 구하였다.

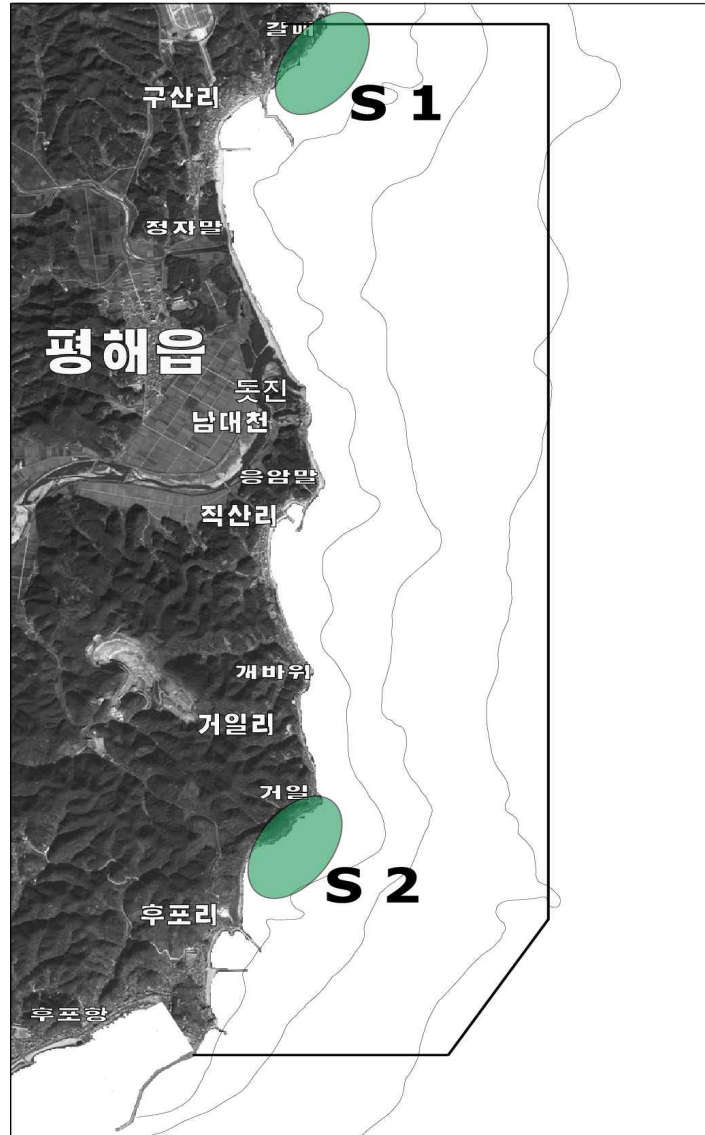


그림 3-4-1. 울진바다목장해역의 전복 개체군 관련 조사 정점도.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 조피볼락

##### (1) 성숙과 산란

##### (가) 성숙도의 월변화

어체 측정시 육안관찰로서 난소의 속도를 5단계로 나누어 조사하였다. 미숙상태 (immature)에서는 난소가 왜소하고, 색깔이 분홍색 혹은 황적색을 띠며 난립을 볼 수 없었다. 중숙상태(maturing)는 난소의 색깔이 짙은 황색이고 난립이 육안으로 관찰되었다. 방후상태(spent)는 난소가 수축되고, 색깔이 회색이며 산란흔적만 있었다.

2005년 6월부터 11월까지 월별 성숙도를 보면, 미숙단계의 개체는 전월에 나타났으며, 중숙단계는 6월에는 27%, 10월에 40%, 11월에 33%로 증가하였다. 7월에는 43%의 방후단계 개체가 나타났다(그림 3-4-2).

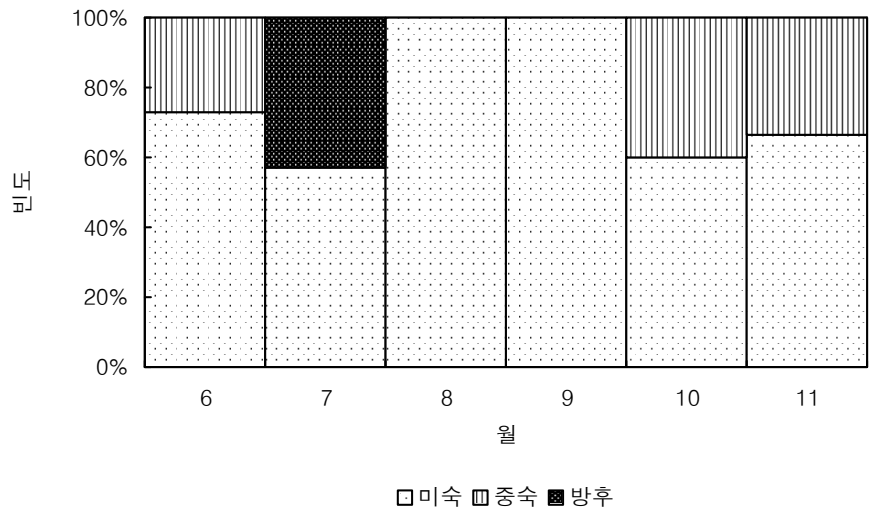


그림 3-4-2. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 성숙도 변화.

#### (나) 생식소중량 지수(GSI) 및 간중량 지수(HSI)의 월변화

암컷의 생식소중량 지수의 월변화는 6월에 2.78에서 11월에 4.79로 큰 변화가 없었으며, 수컷의 생식소중량 지수는 11월에 3.80으로 10월 이후 크게 증가한 것으로 나타났다(그림 3-4-3).

생식소의 발달과 관계있는 간중량 지수는 암컷의 경우 6~11월에 15.41~32.45를 나타내어 9~10월에 15.41~16.51로 비교적 낮은 값을 보였고, 수컷의 경우도 9~10월에 14.84~16.25로 낮은 값을 보였으나 GSI간에 뚜렷한 경향은 알 수 없었다(그림 3-4-4).

#### (다) 난경의 월변화

난소 내 난 크기의 월별 변화를 조사한 결과는 그림 3-4-5와 같다. 6월에는 70~80 $\mu$ m 전후의 난모세포가 주 모드를 형성하고 있으며, 7월~9월에는 난경 크기 90~100 $\mu$ m가 주 모드를 형성하고 있었고, 10~11월에는 100~130 $\mu$ m 모드가 주군을 형성하고 있어 월이 진행됨에 따라 난경의 크기가 커지고 있음을 알 수 있다(그림 3-4-5).

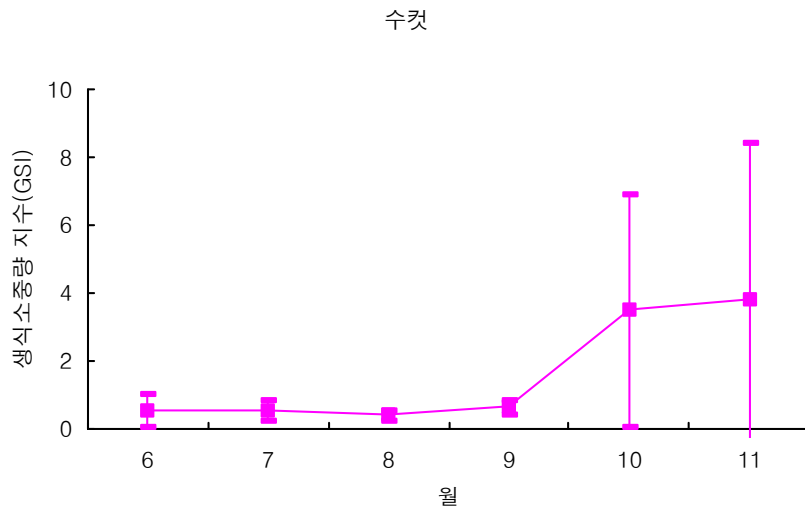
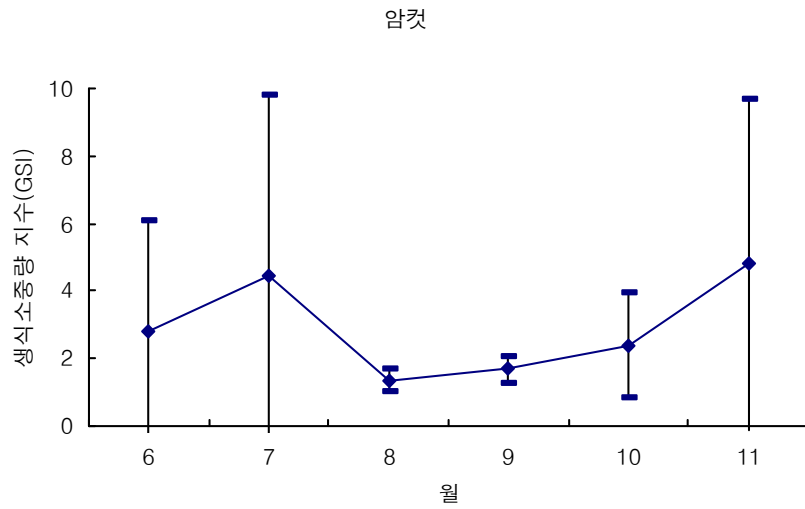


그림 3-4-3. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 생식소중량 지수(GSI) 변화.



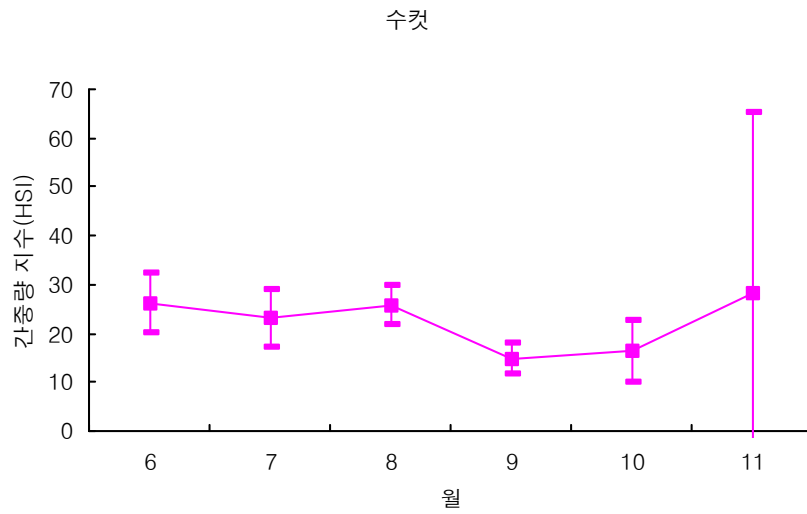
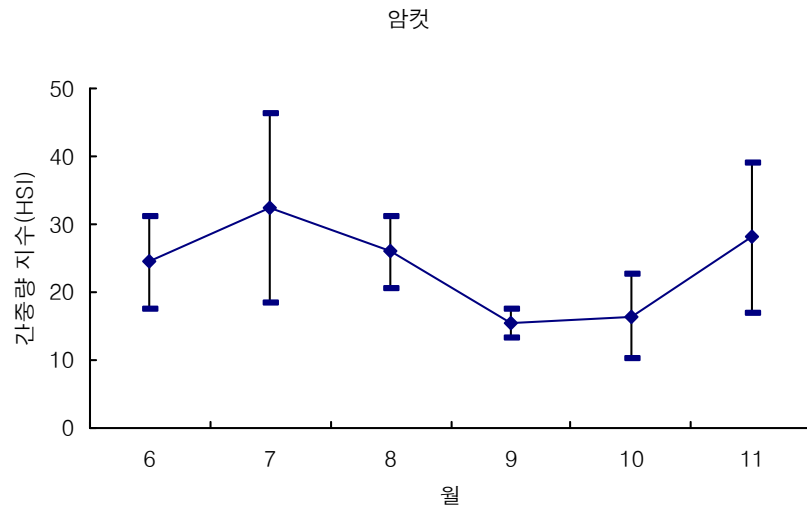


그림 3-4-4. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 간중량 지수(HSI) 변화.

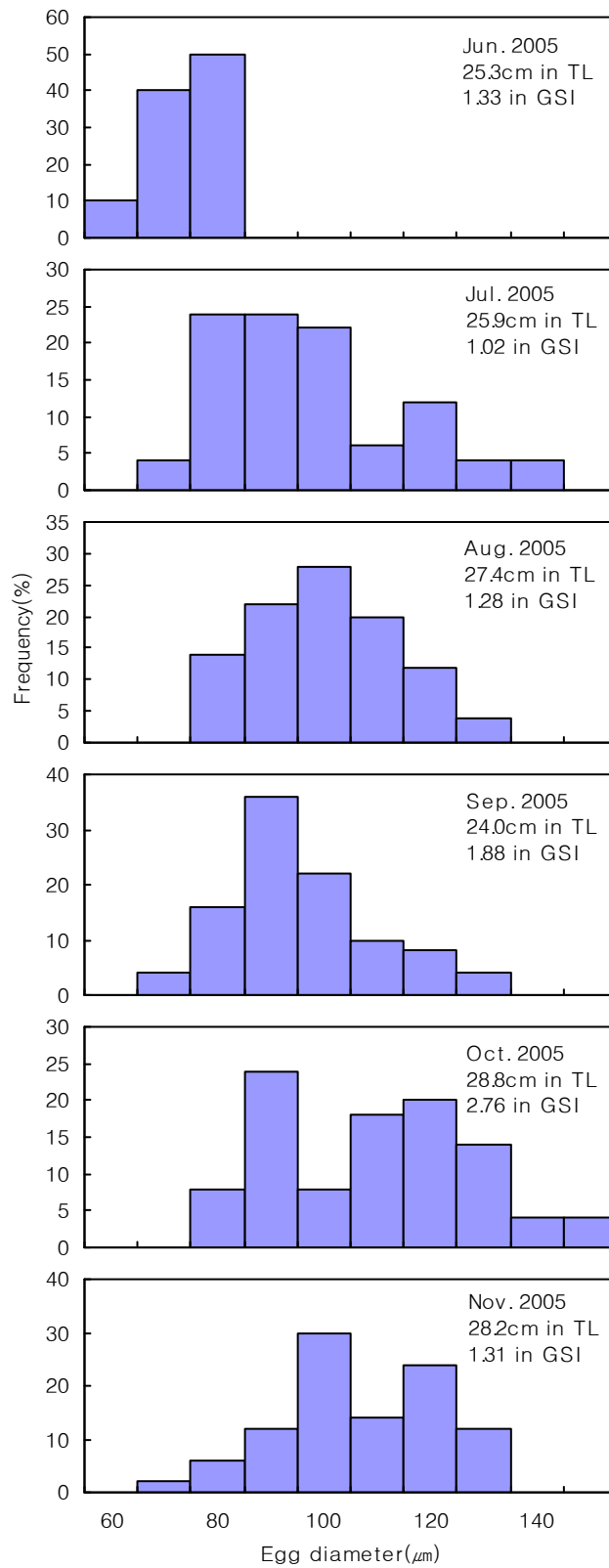


그림 3-4-5. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 난경 변화.

## (라) 난소발달의 조직학적 변화

난소의 조직학적 월변화는 그림 3-4-6와 같다. 난 형성과정은 난의 형태적 특징 및 염색성, 난황 축적상태, 난막과 여포세포의 발달과정, 그리고 핵의 상태 등에 따라 다음과 같이 5단계로 나누었다.

### ① 미숙기(immature stage)

6~7월경에 채집된 대부분의 개체에서는 난소가 극히 빈약하며, 외관상 분홍색 혹은 황적색이었다. 이 시기의 난소조직은 세포질이 극히 빈약하였고, 핵은 배포상으로 세포질의 대부분을 차지하고 있었다. 이때 난원세포의 직경은 10~30 $\mu\text{m}$ 범위이었다(그림 3-4-6 ①).

### ② 주변인기(nucleolus stage)

8월~9월에는 난소가 팽대해졌고 색깔은 황적색이었다. 주변인기의 난모세포는 직경 20~50 $\mu\text{m}$ 로 세포질이 haematoxyline에 농염되어 있었으며, 호염기성인 고립상의 인들이 핵망을 따라 일정하게 배열되어 있는 것이 관찰되었다(그림 3-4-6 ②).

### ③ 난황포기(yolk vesicle stage)

난소가 짙은 황색을 띠게 되는 10월부터 일부 개체에서 난소가 활성화되어 성장하기 시작하였다. 난모세포가 직경 60 $\mu\text{m}$ 이상으로 성장하고 세포질 내에 난황포들이 관찰되었다. 난황포들은 처음에 세포질 피질부로부터 작은 소포형태로 나타나고, 이후 난모세포의 형성과 함께 난황포들은 점진적으로 그 수가 증가하면서 핵막 주변까지 확산되는 것이 관찰되었다(그림 3-4-6 ③).

### ④ 난황형성기(vitellogenic stage)

10월에 채집된 개체 중 일부는 난소가 비대해지기 시작하였고, 난모세포가 난경 100 $\mu\text{m}$  이상으로 성장하면서 세포질의 염색성은 약한 호산성으로 변하였다. 난황이 난 전체에 가득차 있었으며, 여러 개의 크고 작은 난황구를 볼 수 있었고, 이후 난황구들의 급속한 축적이 일어나는 것이 관찰되었다(그림 3-4-6 ④).

### ⑤ 휴지기(spent stage)

7월에 채집된 개체 중 일부에서 산란을 마치고 난소가 퇴화하기 시작한 것이 관찰되었다. 산란을 마친 난소 내 잔존하는 미방출 난은 핵내 염색질이 흩어져 소피상을 이루었으며, 서서히 핵막과 함께 소실되어졌고, 이후 세포질의 붕괴가 일어나면서 퇴화 흡수되어 새로운 난원세포가 재배치되고 있었다(그림 3-4-6 ⑤).

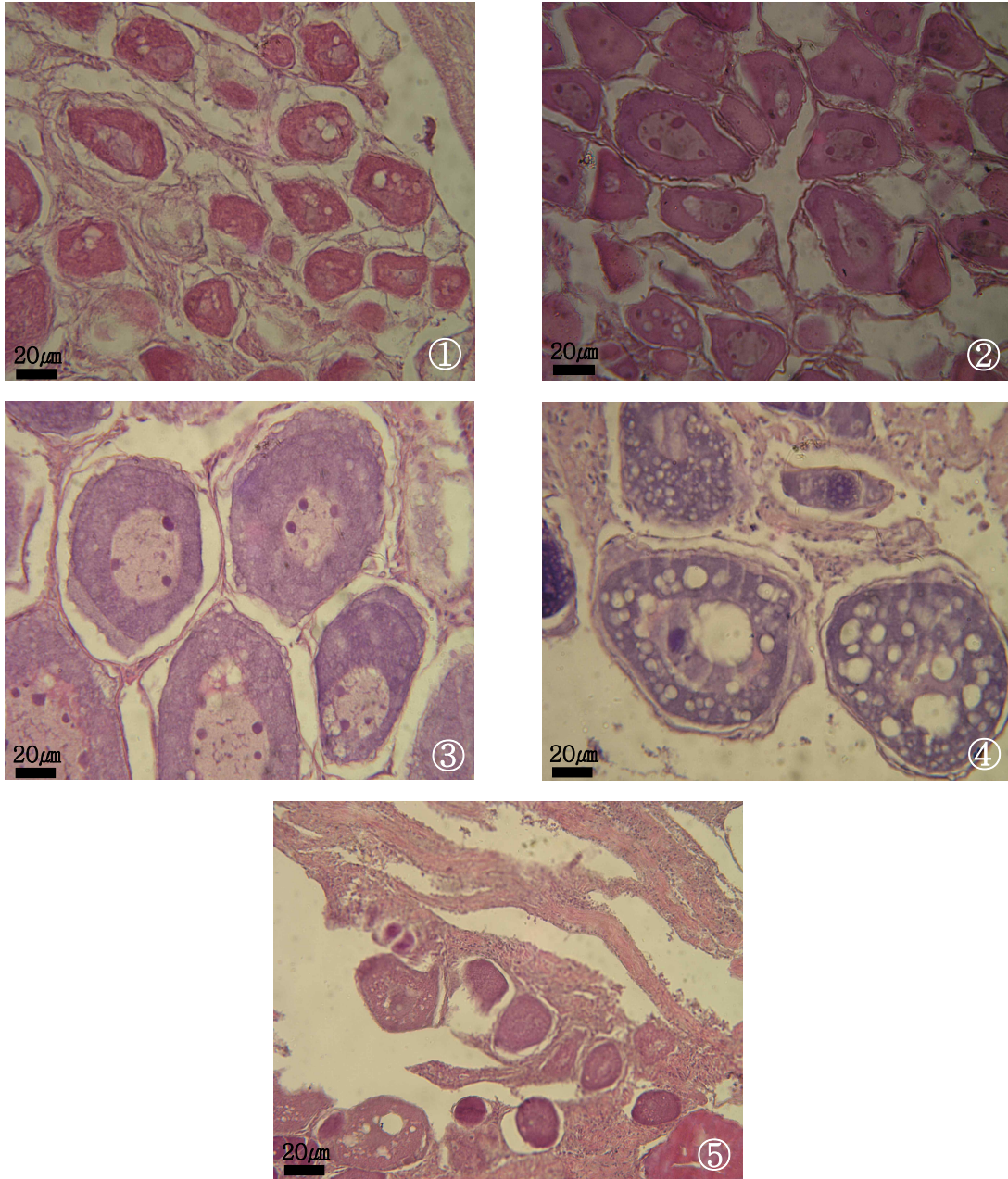


그림 3-4-6. 울진 바다목장해역산 조피불락 난소의 조직학적 변화. 1 : 미숙기, 2 : 주변인기, 3 : 난황포기, 4 : 난황형성기, 5 : 휴지기(scale bar=20 $\mu$ m).

#### (마) 정소발달의 조직학적 변화

정소의 조직학적 변화는 그림 3-4-7에 나타내었다. 6월에 채집된 일부 개체에서는 정원세포만이 관찰되었고(그림 3-4-7①), 대부분의 개체에서는 정원세포의 분열 증식으로 정원세포들로 이루어진 포낭과 정모세포가 관찰되었다(그림 3-4-7②). 7월~9월에 채집된 대부분의 개체들은 정모세포들이 활발히 분열하여 정모세포의 포낭과 정세포(ST)의 포낭들

이 관찰되었다(그림 3-4-7③). 10월에는 정소 내에서 정세포가 분열 증식하여 정자(SZ)를 형성하였고, 정세관 내강도 확장되어 내강 내에는 완숙상태로 변태된 정자들로 채워져 가는 것이 관찰되었다(그림 3-4-7④).

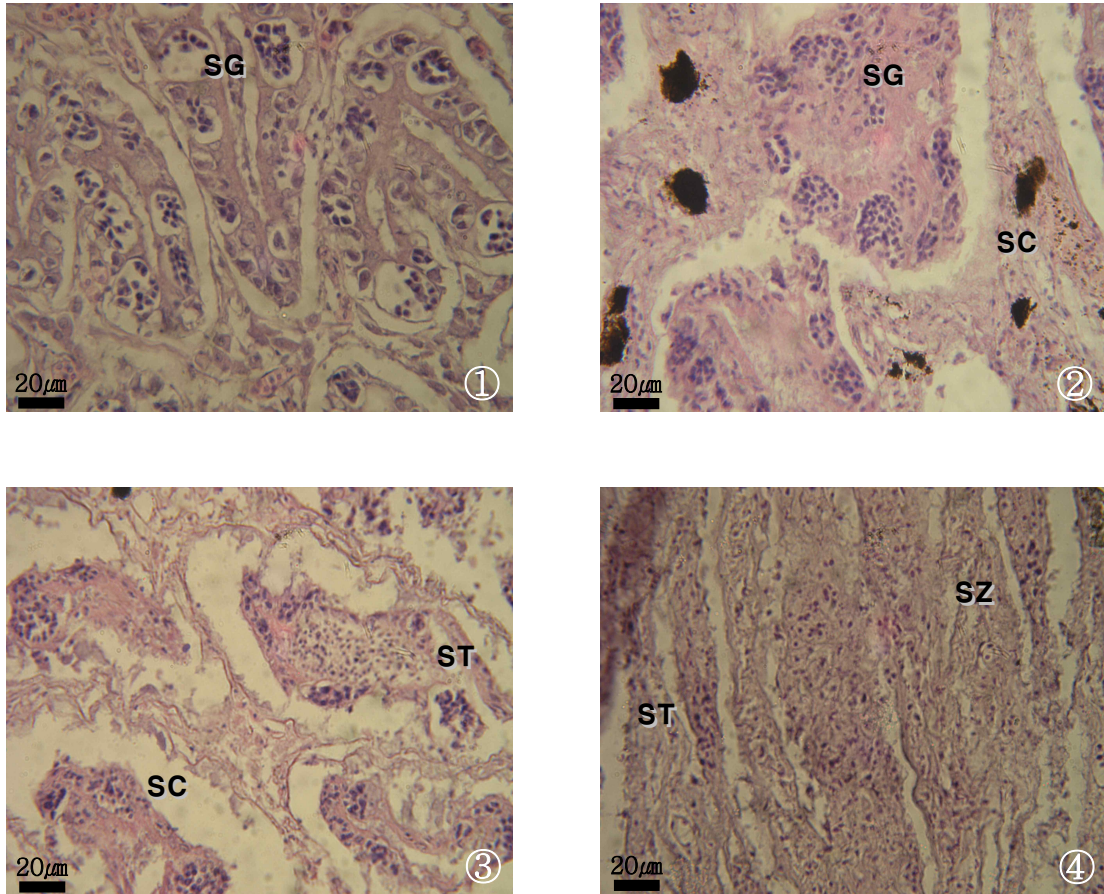


그림 3-4-7. 울진 바다목장해역산 조피볼락 정소의 조직학적 변화. 1 : 회복기, 2 : 정원세포 증식기, 3 : 정자형성기, 4 : 성숙기(SG : 정원세포, SC : 정모세포, ST : 정세포, SZ : 정자)(Scale bar=20µm).

#### (바) 성비

2005년 6월~11월까지 채집된 조피볼락의 월별 성비를 분석하였다(표 3-4-1). 조사기간 전체에 대한 성비(암:수)는 45:55로 수컷이 암컷보다 우세하였다. 6~8월과 11월에는 수컷이 62.50%, 55.56%, 57.89% 및 65.38%로 다소 많았고, 9월~10월까지는 암컷이 63.16%, 55.56%로 다소 많았으나, 암컷과 수컷간의 성비차이 유무를  $\chi^2$ 검정한 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.



표 3-4-1. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 월별 성비

월	개체수		비율(%)		$\chi^2$
	암컷	수컷	암컷	수컷	
6	12	20	37.50	62.50	2.000
7	8	10	44.44	55.56	0.222
8	24	33	42.11	57.89	1.421
9	12	7	63.16	36.84	1.316
10	15	12	55.56	44.44	0.333
11	9	17	34.62	65.38	2.462
전체	80	99	44.69	55.31	2.017

이상의 결과로부터 울진 바다목장해역산 조피볼락의 성숙과 산란에 대한 결과를 정리해 보면, 다음과 같다. 홍 등(1990)에 의하면, 조피볼락의 자어산출시기는 5월로 알려져 있으며, 백 등(2000)에 의한 조피볼락의 생식주기 연구에서도 난소의 조직학적 분석 결과, 3월부터 난소 내에서 자어의 관찰이 용이하고 4월부터 일부 개체에서 퇴화된 난소를 가진다고 보고하였고, 11월에는 정소에 정자들이 가득차있어 조피볼락의 교미 시기는 11~12월, 산란기는 3~4월로 추정하였다.

따라서, 본 연구에서도 암컷의 경우 성숙도의 육안식별 및 조직학적 분석에서 7월에 난소가 퇴화된 일부 개체가 관찰되었고, 6월에는 대부분의 개체가 미숙기였으며, 수컷의 경우에는 10월에 정자가 형성되는 것이 관찰되고 GSI가 증가하는 것으로 보아 울진 바다목장해역산 조피볼락 역시 3~5월이 산란기로 추정된다. 그러나 주 산란기인 3~4월에 대한 조사가 불가하였으며, 또한 주 산란시기에 대한 조사불가로 조피볼락의 포란수 추정 및 성숙체장에 대한 분석이 불가하였으므로, 차후 조피볼락의 성숙과 산란에 대한 연구를 더 보완하고자 한다.

## (2) 연령과 성장

### (가) 체장조성

조사기간 동안 총 223마리의 조피볼락이 채집되었으며, 암컷의 평균체장은 27.4cm, 체장범위는 20~44cm의 범위를 보였고, 수컷의 평균체장은 26.5cm, 체장범위는 18~43cm의 범위를 보였다(그림 3-4-8).

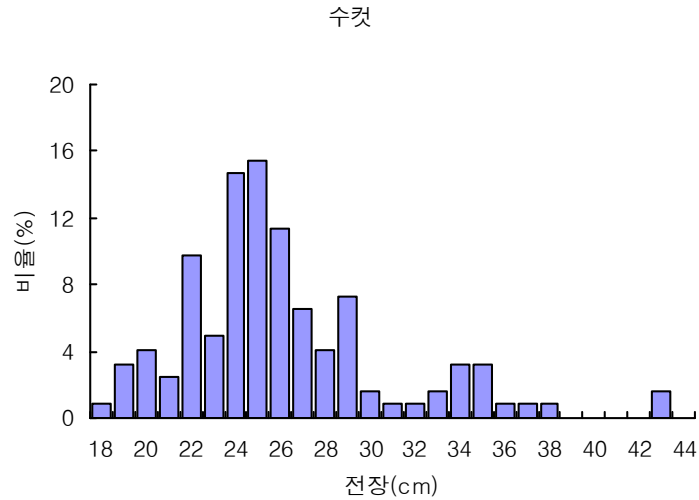
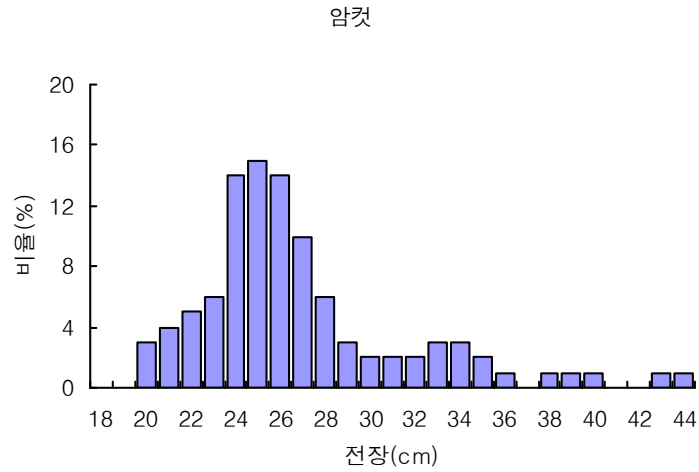


그림 3-4-8. 울진 바다목장해역에서 어획된 조피블락의 체장조성.

**(나) 윤문형성**

이석에 나타나는 윤문이 연령형질로 적합한가를 판별하고 윤문 판독의 정확성을 검토하기 위해서 각 윤문별 윤경과 이석반경간의 관계를 분석한 결과는 그림 3-4-9와 같다.

각 윤경은 일정한 폭을 두고 구분되어 인접한 윤경과 중복됨이 없이 분리가 잘 되어 으며, 각 윤경은 이석반경이 커질수록 커지는 직선적 상관관계를 가진다. 따라서, 이석이 조피블락의 연령형질로서 이용 가능하며, 이석의 윤문을 연륜으로 사용할 수 있음을 알 수 있다.

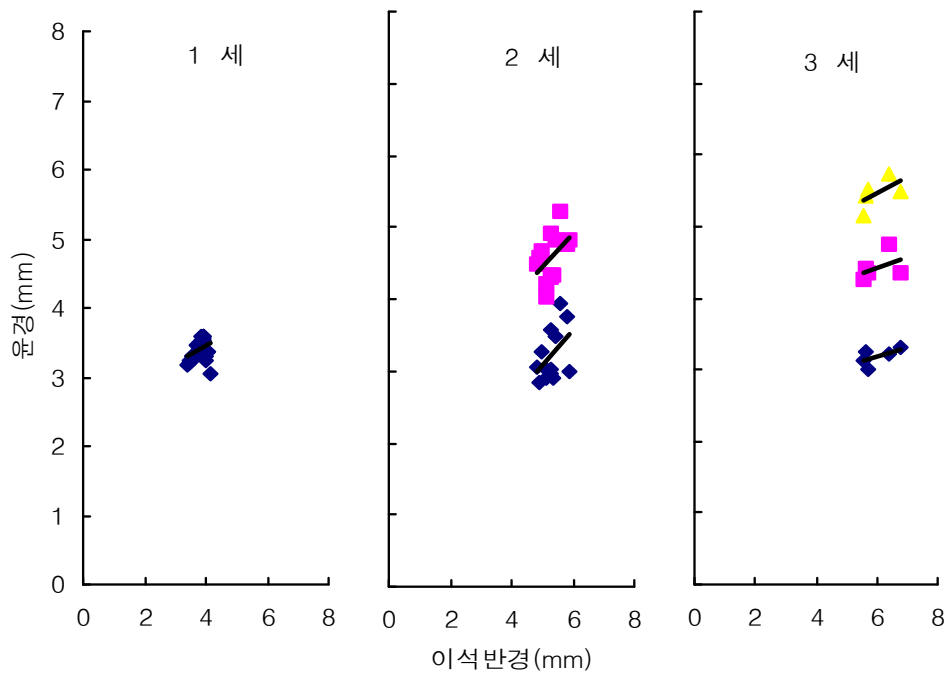


그림 3-4-9. 울진 바다목장해역산 조피불락의 이석반경(R)과 윤경(r)간의 관계.

(다) 연령별 윤경과 체장의 역계산

조피불락의 자어산출시기는 5월로 알려져 있고, 첫 번째 연륜은 다음해 6월~7월에 형성되므로, 첫 번째 연륜이 형성되는 시기를 1.2세, 두 번째는 2.2세에 형성되는 것으로 간주하였다(임과 황, 2002).

연령군의 평균 윤경은 표 3-4-2와 같으며, 이석의 중심으로부터 각 윤문까지의 평균 윤경은  $r_1=3.32$ ,  $r_2=4.54$ ,  $r_3=5.46\text{mm}$ 이었다.

표 3-4-2. 울진 바다목장해역산 조피불락의 연령군별 평균 윤경

연령	개체수	평균 윤경(mm)		
		$r_{1.2}$	$r_{2.2}$	$r_{3.2}$
1.2	26	3.41		
2.2	13	3.21	4.58	
3.2	5	3.18	4.43	5.46
가중평균		3.32	4.54	5.46



조피볼락의 이석반경(R)과 체장(TL)간의 관계식은  $TL = 6.5901R - 0.9459$ 이었으며(그림 3-4-10), 체장은 이석반경에 비례하므로 이 식을 사용하여 평균 윤경으로부터 윤문 형성 시기의 평균체장을 역계산하였다(표 3-4-3). 역계산된 체장은 각각  $L_{1.2}=22.70\text{cm}$ ,  $L_{2.2}=27.80\text{cm}$ ,  $L_{3.2}=33.64\text{cm}$ 이었다.

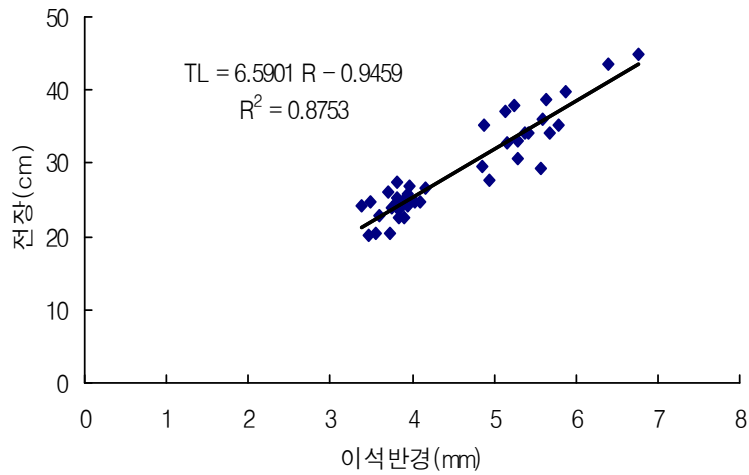


그림 3-4-10. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 이석반경(R)과 전장(TL)간의 관계.

표 3-4-3. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 연령군별 체장 및 체중의 역계산 추정치

연령	개체수	평균 체장(cm)		
		$L_{1.2}$	$L_{2.2}$	$L_{3.2}$
1.2	95	23.46		
2.2	17	19.49	28.01	
3.2	5	19.13	27.07	33.64
가중평균		22.70	27.80	33.64

연령	개체수	평균 체중(g)		
		$W_{1.2}$	$W_{2.2}$	$W_{3.2}$
1.2	95	242.51		
2.2	17	145.62	402.81	
3.2	5	133.33	361.56	673.47
가중평균		223.43	393.43	673.47

(라) 성장

조피불락의 체장(TL)과 체중(BW)간의 상대성장식은 그림 3-4-11과 같다. 역계산된 연령별 체장으로부터 조피불락의 성장파라미터는 이론적 최대체장( $L_{\infty}$ )이 54.08cm, 성장계수(K)가 0.277/년, 체장이 0일 때의 이론적 연령( $t_0$ )는 -0.572세로 추정되었으며, von Bertalanffy 성장식은  $L_t = 54.08(1 - e^{-0.277(t+0.572)})$ 이었다(그림 3-4-12). 따라서, 이론적 최대체중( $W_{\infty}$ )은 체장과 체중간의 상대성장식에 의해 2,620.6g으로 추정되었다. 울진 바다목장해역산 조피불락의 율문형성시기 추정 및 정확한 성장파라미터를 구하기 위해서는 차후 연령과 성장에 대한 연구가 더 보완되어야 할 것이다.

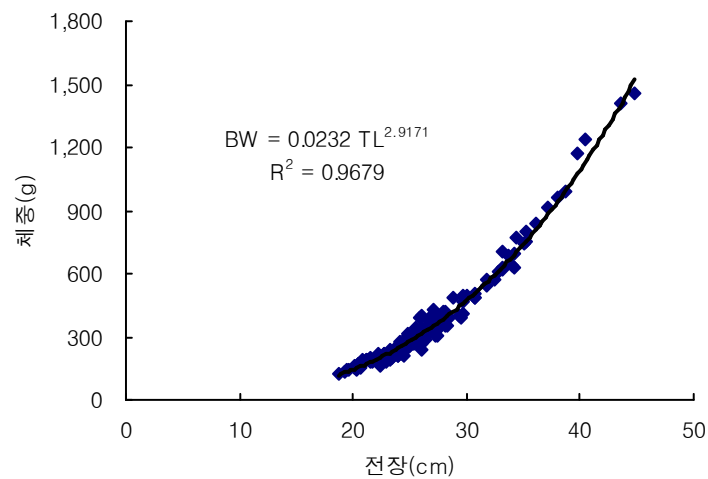


그림 3-4-11. 울진 바다목장해역산 조피불락의 체장과 체중간의 관계.

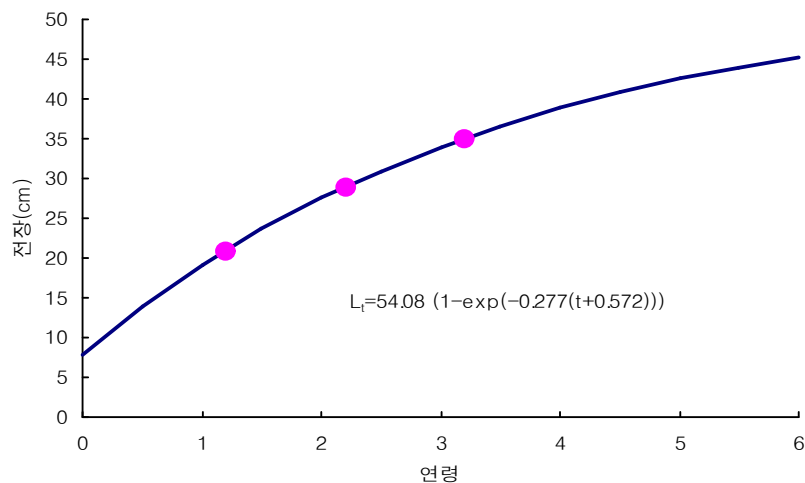


그림 3-4-12. 울진 바다목장해역산 조피불락의 von Bertalanffy 성장곡선.

### (3) 사망

#### (가) 생산율(S) 및 순간전사망계수(Z)

울진 바다목장산 조피볼락의 생산율을 구하기 위해 먼저 연령조성을 구하였다(표 3-4-4). 표 3-4-4의 자료에 대해 어획물 곡선을 나타내면 그림 3-4-13과 같고, 이때 연령 1세를 완전가입연령으로 간주하여 어획물 곡선법에 의한 조피볼락의 생산율(S)은 0.353으로 추정되었다. 따라서 조피볼락의 순간전사망계수(Z)는  $Z=-\ln(S)$ 에 의해 1.041/년으로 산출되었다.

표 3-4-4. 울진 바다목장해역산 조피볼락 어획물의 연령구성

연령	0	1	2	3	4	5	합계
어획개체수	1	152	46	18	2	4	223

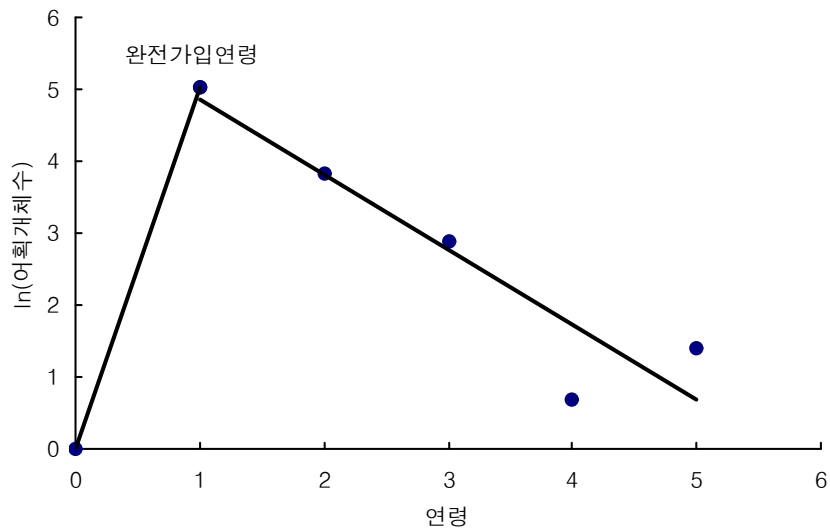


그림 3-4-13. 울진 바다목장해역산 조피볼락의 연령조성에 의한 어획물 곡선.

#### (나) 순간자연사망계수(M) 및 순간어획사망계수(F)

울진 바다목장산 조피볼락의 순간자연사망계수(M)는 Alverson and Carney(1975) 방법을 사용하여 0.763/년으로 추정되었는데, 이때 성장계수(K)는 0.277/년, 최고연령( $t_{mb}$ )은 7세가 사용되었다. 그리고 순간어획사망계수(F)는 순간전사망계수(Z)에서 순간자연사망계수(M)를 제함으로써 0.278/년으로 계산되었다.

## 나. 넙치

### (1) 성숙과 산란

넙치는 수온 8~17.5℃ 범위의 수심 20~200m사이의 연안해역에 분포하며, 우리나라 전 연근해에 서식하고 있다. 산란장은 수심 20~40m인 바닥이 자갈 또는 암초지대로서 조류 소통이 좋은 곳으로, 산란기는 2~6월이며 주 산란기는 3~5월로 알려져 있다(국립수산과학원, 2004). 넙치의 균성숙체장은 암컷은 41cm, 수컷은 36cm로 암컷이 수컷보다 크며(국립수산과학원, 2005), 이때의 연령은 von Bertalanffy 성장식에 의해 암컷은 3.1세, 수컷은 2.7세로 추정되어 넙치의 성숙연령은 약 3세 정도인 것으로 추정된다. 그리고 넙치의 포란수는 체장 45~60cm 정도이면 14만~40만 개의 난을 여러 번 나누어 산란하는 것으로 알려져 있다(국립수산과학원, 2004).

### (2) 연령과 성장

넙치의 연령별 체장 및 체중자료는 표 3-4-5와 같다. 표 3-4-5의 자료를 사용하여 암수 별 체장과 체중간의 상대성장식을 추정하였으며, 결과는 그림 3-4-14와 같다.

표 3-4-5. 넙치의 연령별 체장 및 체중 자료(국립수산과학원, 2005)

연령		1	2	3	4	5	6
암컷	체장(cm)	21.3	31.0	40.1	48.6	56.7	64.3
	체중(g)	114	351	761	1,355	2,151	3,137
수컷	체장(cm)	21.2	30.1	37.9	44.7	50.7	
	체중(g)	117	335	670	1,099	1,603	

표 3-4-5의 연령별 체장자료로부터 넙치의 성장파라미터는 암컷의 경우 이론적 최대체장( $L_{\infty}$ )이 185.6cm, 성장계수(K)가 0.061/년, 체장이 0일 때의 이론적 연령( $t_0$ )은 -1.011세로 추정되었으며, von Bertalanffy 성장식은  $L_t = 185.6(1 - e^{-0.061(t+1.011)})$ 이었다(그림 3-4-15). 수컷의 성장파라미터는 이론적 최대체장( $L_{\infty}$ )이 92.9cm, 성장계수(K)가 0.133/년, 체장이 0일 때의 이론적 연령( $t_0$ )은 -0.955세로 추정되었으며, von Bertalanffy 성장식은  $L_t = 92.9(1 - e^{-0.133(t+0.955)})$ 이었다(그림 3-4-15).

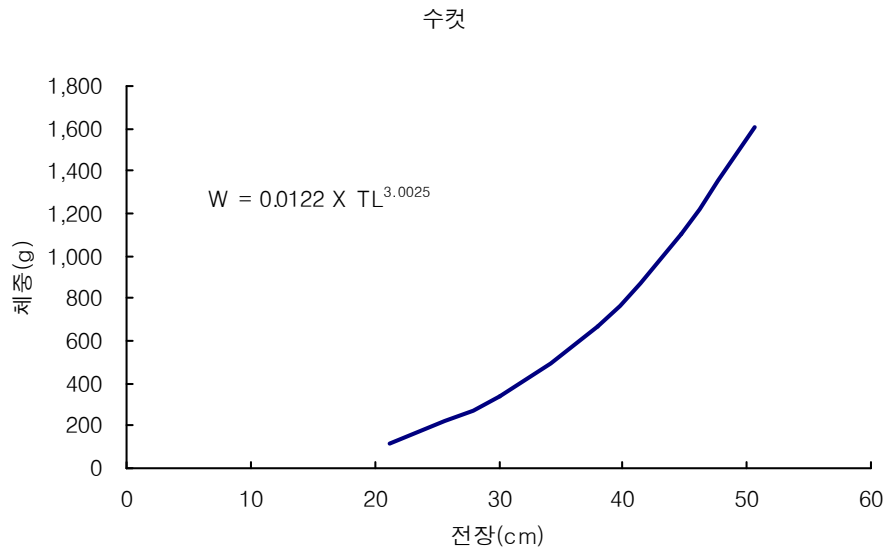
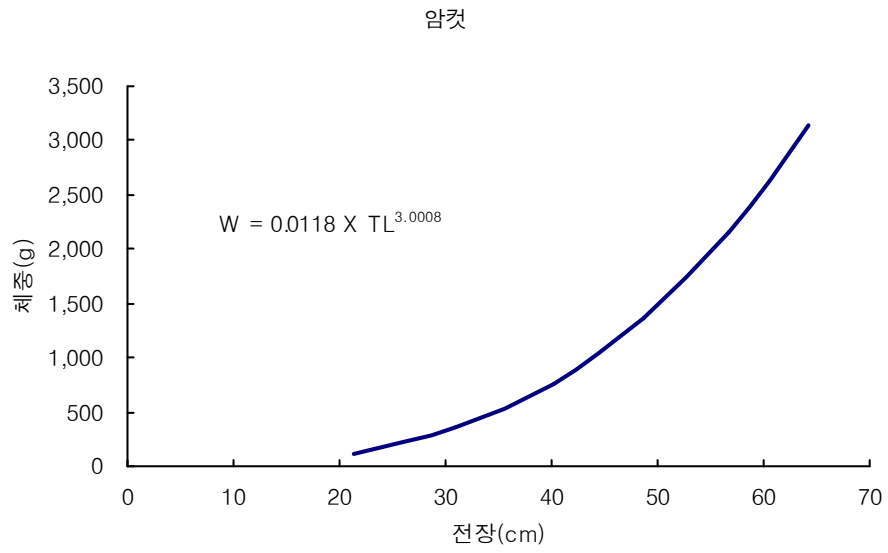


그림 3-4-14. 녀치의 체장과 체중간의 관계.

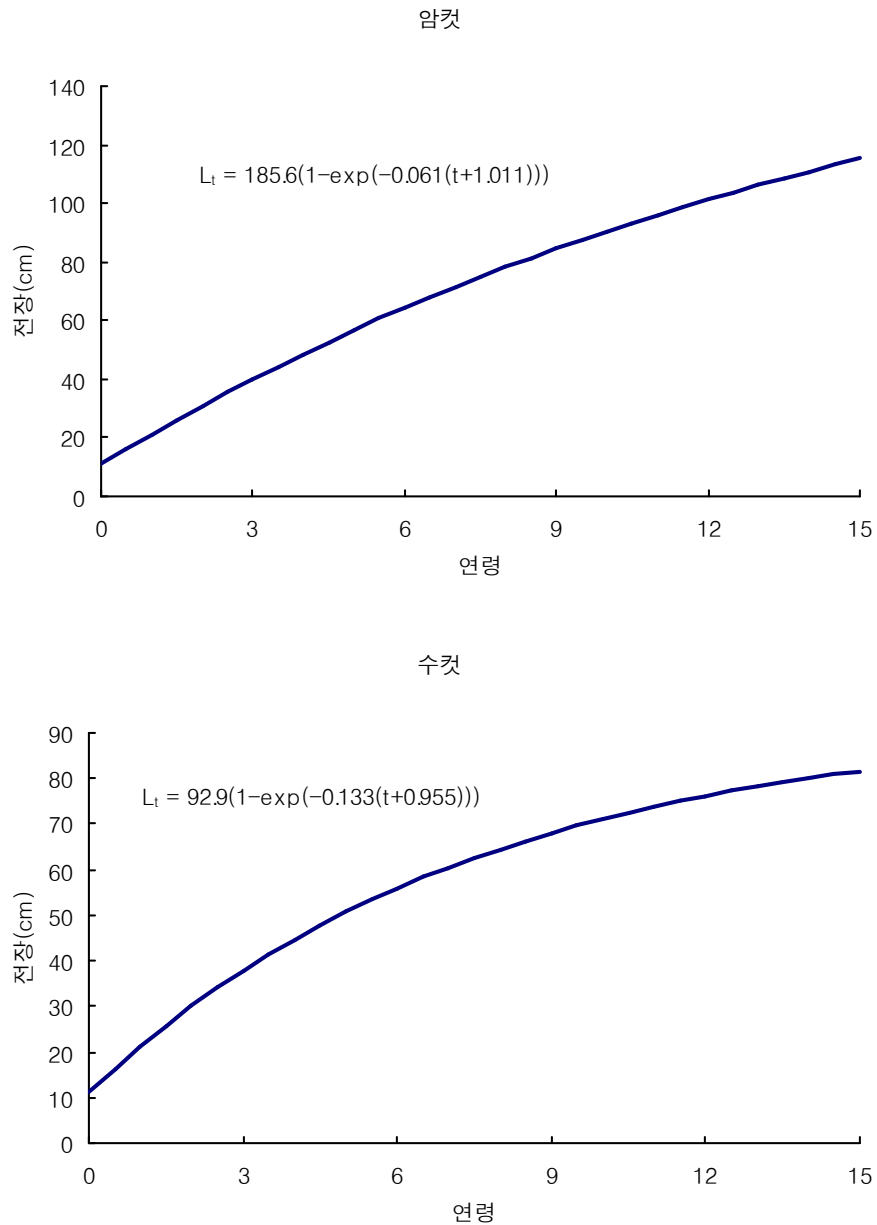


그림 3-4-15. 녀치의 von Bertalanffy 성장곡선.

### (3) 사망

녀치의 사망률에 대해서는 기존의 연구자료로부터 순간자연사망계수(M)에 대한 추정만이 가능하였으며, 성장계수(K)는 암컷과 수컷 성장계수의 평균치 0.097/년과 최고연령 13세(국립수산과학원, 2005)을 사용하여 Alverson and Carney(1975) 방법에 의해 0.474/년으로 추정되었다.

## 다. 전복

### (1) 분포 및 행동 특성

우리나라와 일본 연안에서 출현하는 전복류는 대략 10종으로 알려져 있으며, 이중 산업적으로 이용되는 종은 북방전복(*Nordotis discus hannai*), 둥근전복(*N. discus discus*), 말전복(*N. gignatea*), 왕전복(*N. macaka*), 오분자기(*Sulculus diversicolor supertexta*) 등 5종 정도이다. 전복류의 속명을 *Halliotis*, *Euhaliotis*, *Sanhaliotis* 등으로 분류하기도 하나 본 조사에서는 민 등(2004)에 따라 *Nordotis*속으로 분류하였다. 이들은 서식하는 수역에 따라 한류계 전복과 난류계 전복으로 나뉘며, 대략 겨울철(2월)의 수심 25m층의 수온이 12℃ 되는 등온선을 경계로 한다. 난류계 전복은 대부분 우리나라 남해안을 상한선으로 하여 제주도를 주요 서식처로 하고 있으며, 둥근전복, 오분자기, 말전복 등이 대표적이다. 한류계에 속하는 대표종은 참전복으로도 알려진 북방전복으로 우리나라 동해안에 널리 분포하는 종으로 종묘 양식 방류용으로 가장 많이 증식되고 있다. 이 종은 둥근전복의 북방형으로 알려지고 있으며, 수온이 높은 지역에서 양식할 경우 외형이 둥근전복과 유사하게 성장한다.

각 종의 서식 수심 분포를 살펴보면, 말전복을 제외한 대부분의 전복류가 조간대하부에서부터 수심 10m내외의 연안 천해역에서 출현한다. 말전복의 경우 10~30m범위가 주 서식 범위이며, 최대 50m수심에서도 출현이 보고 된바 있다. 울진바다목장해역에 출현하는 북방전복의 경우 10m이내가 서식범위이며, 5m이내의 연안 암초지대를 주 서식처로 한다. 또한 북방전복 등 대부분의 전복류는 외양성으로 파도의 영향이 많은 암초지대를 선호하며, 성장함에 따라 깊은 수심으로 이동하거나 산란을 위해 이동하는 종들도 있으나 북방전복의 경우 얕은 수심을 선호하는 특성으로 인해 상대적 이동성은 낮다. 따라서 향후 연안 전복자원 증대를 방류 및 어장 조성에 있어 북방전복이 가지는 수심에 대한 서식특성이 반영되어야 할 것으로 판단된다.

### (2) 생식소 성장 및 생식주기

전복류의 생식소(gonad)는 몸의 오른쪽 뒤쪽에 소뿔모양으로 돌출하여 있으며, 위와 간장을 둘러싼 형태로 발달하며, 성숙 시 난소의 경우 짙은 녹색을 띠며 정소의 경우 담황색 혹은 황백색을 띤다. 외부생식기가 발달하지 않은 자웅이체로서 체외수정을 통해 수정이 이루어진다. 우리나라에 분포하는 전복류의 경우 연간 1회 산란하는 것으로 알려져 있으며, 서식하는 지역과 종에 따른 산란시기의 차이는 표 3-4-6과 같다. 제주도 등지를 주요 서식처로 하는 남방계 전복류의 경우 오분자기를 제외하면 겨울철이 주된 산란시기이며, 북방전복 등의 북방계 전복류의 경우 여름철이 주요 산란시기이다. 계절적인 차이는 있으나 산란수온 및 유생발생기간 동안의 수온의 경우 대부분 17~27℃ 범위로 나타나 전복류의 생식소 성장 및 산란에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 수온인 것으로 판단된다.

울진바다목장해역을 포함하는 동해안 일대에 분포하는 북방전복의 경우 수온에 따른 7월 중순부터 10월 중순까지 산란하는 것으로 알려져 있으며, 주 산란 시기는 여름철인 8월 중순이다. 특히 참전복은 수온의 상승에 따른 생식소의 성장이 뚜렷한 종으로 수온이 약 8℃에서부터 생식소의 성장이 나타나기 시작하여 약 22℃ 수온에서 최대치를 보인다(그림 3-4-16).

표 3-4-6. 전복류의 산란기 및 산란 적수온(유, 1979)

종류	지역	산란시기	산란성기	산란수온(℃)	부화수온(℃)
등근전복	제주도	11월중-1월하	12월 중순	17-20	12-27
북방전복	주문진	7월중-10월중	8월 중순	17-23	14-24
북방전복	여수	5월상-7월하	6월 초순	17-23	14-24
말전복	제주도	11월중-1월하	12월 하순	15-19	12-27
시볼트전복	제주도	11월중-1월하	12월 하순	15-19	12-27
오분자기	제주도	8월초-9월상	8월 중순	-	-

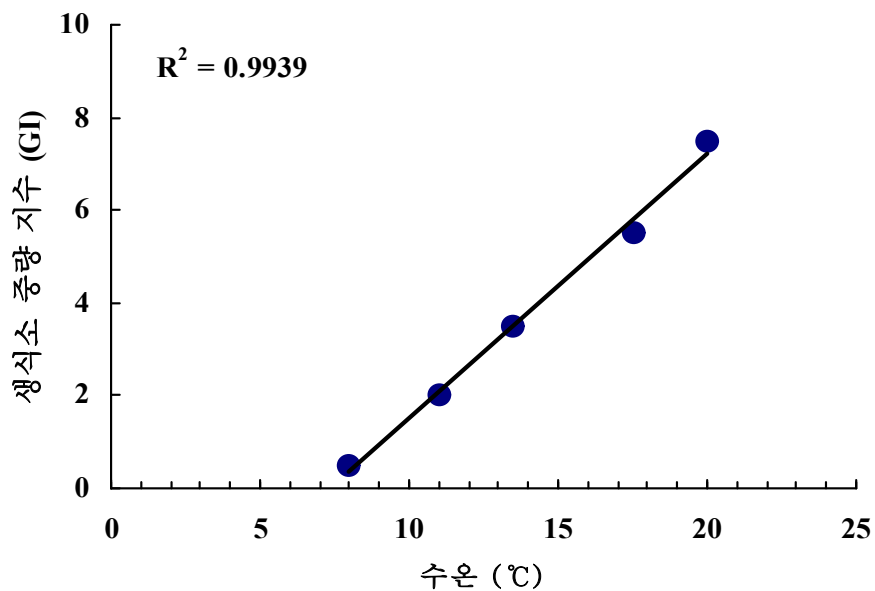


그림 3-4-16. 북방전복의 수온에 따른 생식소 중량지수의 변화(유, 1979).



### (3) 성장

울진바다목장해역에 서식하는 북방전복의 성장을 파악하기 위해 해역에서 채집된 개체는 총 320개체로 체장의 경우 20~120mm 범위였으며, 생체량의 경우 1.0~298.0g 범위였다. 출현한 전복의 체장에 대한 생체량의 회귀곡선은 체장이 커질수록 생체량이 증가하는 지수성장형태를 보였다(그림 3-4-17).

우리나라에 출현하는 대표적인 전복류의 각 연령에 따른 각장의 크기는 그림 3-4-17와 같다. 주로 남방계인 말전복과 등근전복의 연령비 체장이 크며, 북방계인 북방전복이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 그림 3-4-18에서 나타난 바와 같이 북방전복의 경우에도 조사자에 따라 추정 연령분포 및 체장의 차이가 나타났다. 따라서 본 연구에서는 북방전복의 대략적이 연령 및 체장을 파악하기 위하여 기존 조사된 두 자료의 평균을 측정하여 각 연령에 대한 체장을 측정하였으며, 생체량의 경우 울진바다목장해역에서 조사된 자료를 바탕으로 작성하였다(표 3-4-7). 추정된 연령군에 따른 체장 및 생체량을 살펴보면 1세에서 2세군 및 3세군에서 4세군까지의 성장이 상대적으로 빠르며, 5세군 이상의 성장은 크지 않은 것으로 나타났다.

한편, 각 연령군별 체장 및 생체량의 평균 추정치를 이용하여 Wolford(1946)의 직선식에 의해 회귀계수를 구한 다음 von Bertalanffy의 성장 방정식에 적용해본 결과  $L_{\infty} = 126.4$ ,  $K = 0.251$ ,  $t_0 = 0.315$ 의 값을 얻었다. 따라서 울진바다목장해역에 서식하는 북방전복의 성장방정식은  $L_t = 124.6(1 - e^{-0.251(t-0.315)})$ 의 식으로 나타낼 수 있었으며, 어린 연령군에서는 빠른 성장을 보이다가 이후로 어느 정도 체장의 성장이 둔화되는 것으로 나타났다(그림 3-4-19).

위의 결과에서 추정된 연령군 자료를 바탕으로 울진바다목장해역에서 출현한 320개체의 북방전복의 연령구성 빈도를 살펴보면 그림 3-4-20과 같다. 평균 체장이 79.0mm인 4세군의 빈도가 45%이상으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 3세군(57.5mm) 25%, 5세군(97.5 mm) 17%순으로 나타났다. 조사 시기에 따른 출현 밀도의 차이로 인해 각 연령군의 시간에 따른 성장양상을 파악할 수는 없었으나, 계절자료를 포함하는 자료임을 감안할 때 울진바다목장해역에서 출현하는 전복 개체군은 자연가입에 아닌 인위적 가입에 의해 형성된 개체군으로 보여 진다. 즉, 1세군 및 2세군 등의 저연령 개체와 6세 이상의 고연령 개체의 출현이 상대적으로 극히 빈약하기 때문이다. 고연령 개체의 경우 자연 사망에 의한 영향을 추론해 볼 수 있으나, 저연령 개체의 빈약성은 이 지역의 전복 개체군이 방류 등의 인위적 가입에 의해 개체군이 유지됨을 나타내고 있는 것으로 추정할 수 있다. 향후 특정 해역에 대한 계절에 따른 정량조사를 실시하여, 각 연령군의 성장 패턴과 재생산되는 개체의 가입정도를 파악해 볼 필요가 있을 것으로 판단된다.

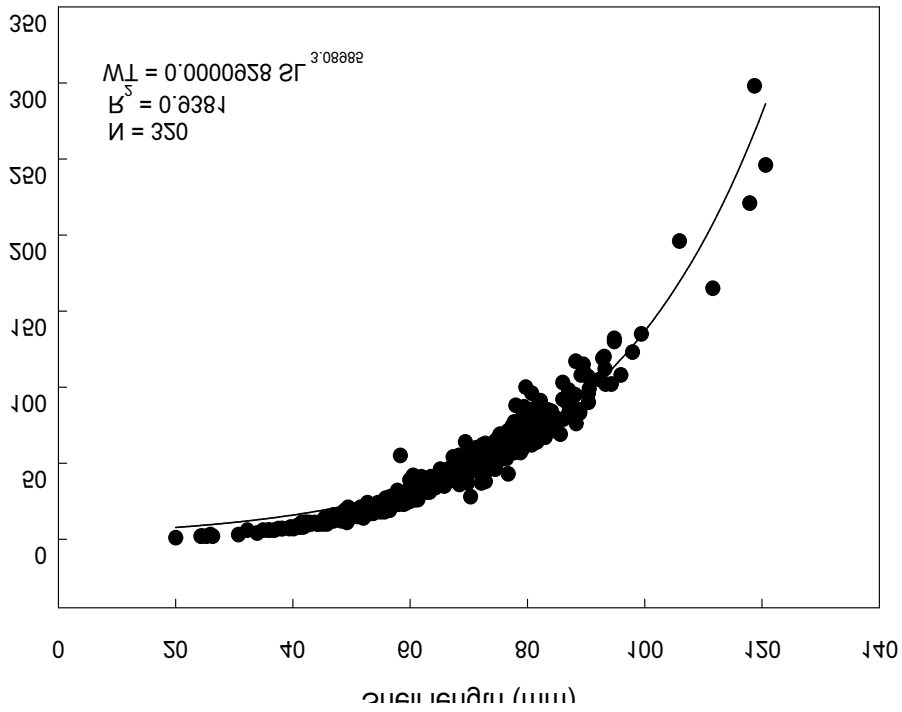


그림 3-4-17. 울진바다목장해역에서 출현하는 전복 체장과 생체량의 관계.

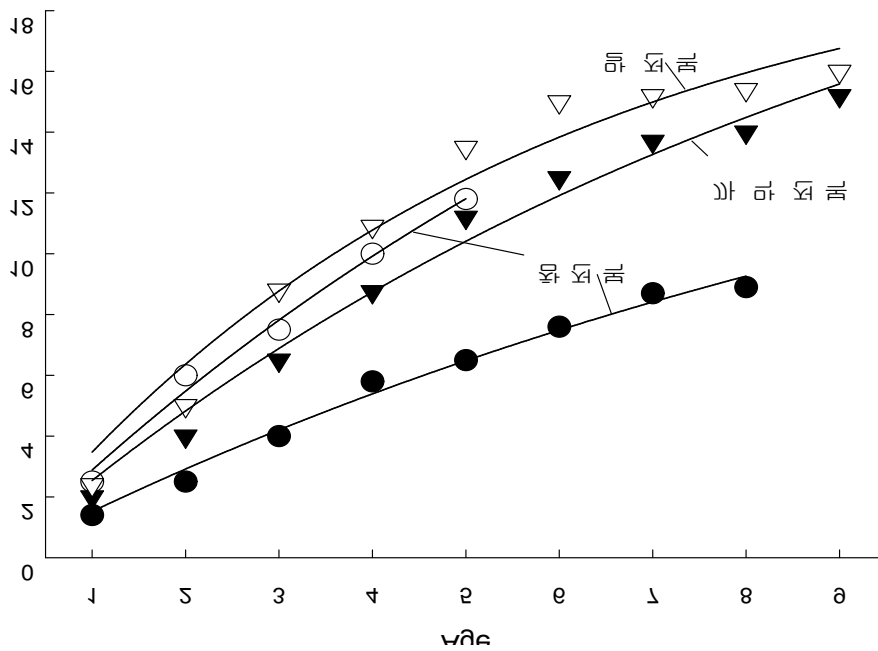


그림 3-4-18. 우리나라 연안에서 출현하는 전복류의 연령에 따른 각장(한, 1998).

표 3-4-7. 북방전복의 각 연령에 대한 체장 및 생체량

연령	체장(mm)	생체량(wet weight g)
1	19.5	0.9
2	42.5	10.0
3	57.5	25.4
4	79.0	67.8
5	91.5	106.7
6	95.0	120.0
7	101.9	148.7
8	107.8	177.1

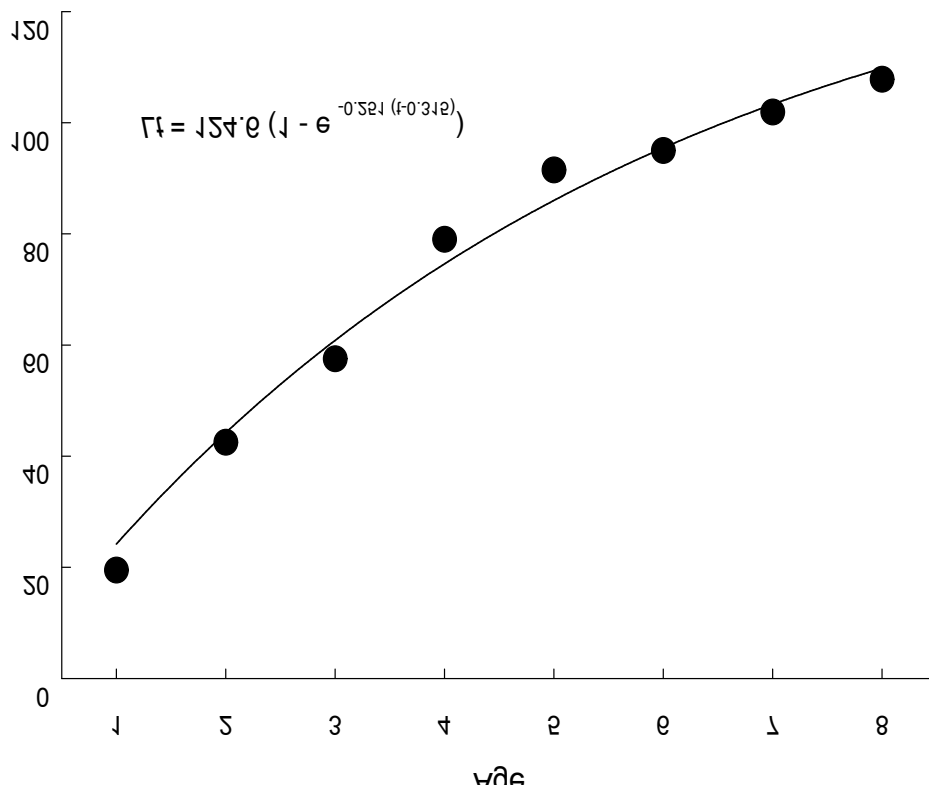


그림 3-4-19. 울진바다목장해역 북방전복의 von Bertalanffy 성장곡선.

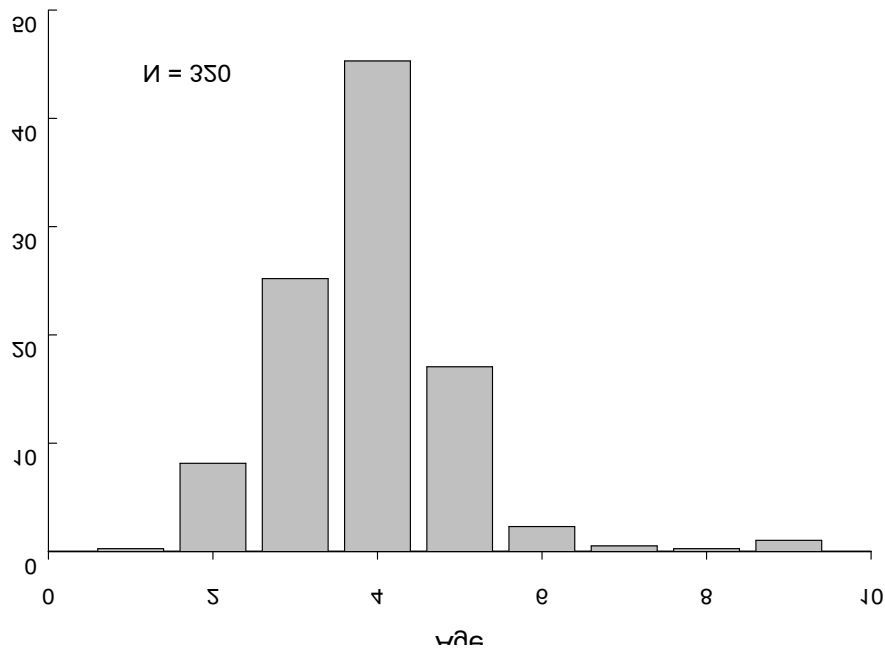


그림 3-4-20. 울진바다목장해역에서 출현한 북방전복의 연령구성 빈도.

(라) 사망률 및 생산율

전복자원에 대한 합리적 관리를 위해서는 시간에 따르는 수산자원의 개체군 변화를 알아야만 절대적인 생산 수준을 결정할 수 있다. 개체의 성장과 가입, 그리고 사망원인을 밝혀내어야 개체군의 변화를 알 수 있는 것이다. 사망이란 한 연령군(연급군)이 가입된 후 시간이 지남에 따라 감소되는 현상을 말한다. 전복 성장 부분에서도 언급된바 있듯이 울진바다목장해역의 경우 방류등에 의한 인위적가입에 의해 개체군의 크기가 결정되고 이에 따라 사망의 결정적 요인 또한 조업에 의한 것으로 추정된다. 따라서 울진바다목장해역에 서식하는 전복자원증대 부분에서 가장 중요한 사항이 전사망계수를 구하는 일이며, 이러한 전사망계수를 자연사망계수와 어획사망계수로 분리하여 추정하는 일이다. 기존 전복류에 대한 연구의 경우 대부분 양식을 통한 종묘생산 및 육성에 초점이 맞추어 왔기 때문에 자연개체군에 대한 연구결과가 거의 없는 실정이다. 따라서 향후 울진바다목장 조성을 통한 자원증식과 우리나라 동해 연안관리를 위한 가이드라인 제시를 위한 포식 및 질병에 의해 사망하는 순간자연사망계수(M)과 순간어획사망계수(F)를 통한 순간전사망계수(Z)에 대한 연구가 필요하다. 이번 조사에서는 연령별로 출현하는 전복의 개체수 자료를 바탕으로 어획물 곡선법을 통해 생산률을 측정하였다. 생산률 추정은 전환된 연령(coded age)을 대상으로 실시하였으며, 4세군이 전환된 연령의 0세군으로 나타났으며 생산률( $\hat{S}$ )은 0.318로 나타났다.

### (마) 섭식

전복류는 먹이 종류에 따라 패각의 색깔이 달라지며, 일반적으로 갈조류, 녹조류, 규조류 섭취시에는 패각이 청록색이 띠며, 홍조류 섭취 시 갈색을 나타낸다. 또한 해조류의 종류에 따라 선택성을 보이며 갈조류, 녹조류, 홍조류 순으로 먹이 효과가 좋은 것으로 알려져 있다. 환경이 좋고 먹이가 많은 곳에 서식하는 전복은 패각이 얇고 성장이 빠르나 먹이조건이 좋지 않은 곳에서는 패각의 요철이 많고 두텁게 자라는 특성을 가진다. 또한 섭이량에 있어 산란기의 이후의 섭이량이 상대적으로 증가하게 되며 봄철에 최고조에 달하는 것으로 알려져 있다. 조사자들의 실험목적에 따라 조금씩 차이는 있으나 사육 수조에서 해조류 몇 종에 대한 실험결과 미역(*Undaria pinnatifida*)에 대한 섭식을 및 선택률이 가장 높은 것으로 나타났다(표 3-4-8). 이 결과에 따르면 엽상이며 외관상 질이 부드러운 갈조류인 미역(*U. pinnatifida*)이 24.5%, 미역쇠(*Endarachne binghamiae*) 18.8%, 녹조류인 구멍갈파래(*Ulva pertusa*) 14.5%의 높은 선택률을 보인 반면 감태(*Ekalonia cava*)나 넓패(*Ishige sinicola*)는 각각 6.5%, 9.4% 정도로 낮았다. 이러한 섭식자료는 대부분 실험실내에서 이루어진 실험들이며 실제 해역에서의 계절에 따른 주먹이원과 섭이량에 대한 조사는 거의 없는 실정이다. 해저면에 부착하여 치설을 통해 먹이를 갈아먹는 전복의 서식특성을 고려해 할 때 실제 해역에서의 먹이원 및 선택도와는 상당한 차이가 있을 것으로 추정되며 향후 방류에 의한 인위적 자원조성을 위해서는 먹이원의 안정동위원소 측정 등의 다양한 방식의 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### (바) 방류

방류 전복의 생존율은 크기에 의존하며 크기가 클수록 생존율은 높으나, 대형 개체들의 방류는 양식에 드는 비용, 수확 후 소득 등과 관련해서 판단해야 하며, 각장 2.0cm의 방류가 생존율과 수용 효과에서 효율적인 것으로 알려져 있다(Zhao et al., 1991). 그러나 이러한 방류 전복의 크기는 사업의 목적이나 조성지역의 환경에 따라 달라질 수 있으며, 울진바다목장해역에 서식하는 북방전복의 경우 3cm이상을 대상으로 실시하는 것이 효율적인 것으로 알려지고 있다. 또한 다른 전복류의 경우에서도 3cm이상에서부터 높은 생존율을 보이고 있다(그림 3-4-21). 방류에 있어서 크기뿐만 아니라 수심에 따른 차이도 고려되어야 하며, 방류 전복의 수심에 따른 실험결과를 살펴보면, 수심이 깊어질수록 상대적 생존율이 높아짐을 알 수 있다(표 3-4-9). 그러나 상대적인 성장률이 낮은 것을 감안해 볼 때, 물리적환경, 먹이원의 풍부성, 수심 등의 생태적 특성에 대한 고려를 우선해야 할 것이다.

표 3-4-8. 먹이 종류에 따른 참전복의 먹이 섭취와 성장(유, 1979; 한 등\*, 1986)

먹이의 종류	일간 섭취율 (%)	선택률 (%)	각장 성장률 (%)	체중 증가율 (%)
<i>Undaria pinnatifida</i>	17.6 (2.9)*	- (24.5)*	9.2	32.1
<i>Ulva pertusa</i>	12.4 (1.7)	- (14.5)	4.9	8.5
<i>Carpopeltis affinis</i>	7.6	-	2.2	3.6
<i>Endarachne binghamiae*</i>	- (2.2)	- (18.8)		
<i>Sargassum fulvellum*</i>	- (0.7)	- (5.7)		
<i>Hizika fusiformis*</i>	- (1.2)	- (9.7)		
<i>Ishige sinicola*</i>	- (1.1)	- (9.4)		
<i>Ishige okamurae*</i>	- (0.8)	- (6.4)		
<i>Ekalonia cava*</i>	- (0.8)	- (6.5)		
<i>Gelidium amansii*</i>	- (0.5)	- (4.5)		
<i>U. pinnatifida</i> × <i>U. pertusa</i>	-	-	4.6	30.7
<i>U. pinnatifida</i>	12.3	73.0	-	-
<i>U. pertusa</i>	4.7	27.0	-	-
<i>U. pinnatifida</i> × <i>C. affinis</i>		-	-	-
<i>U. pinnatifida</i>	13.3	84.2	7.8	29.6
<i>C. affinis</i>	2.5	15.8	-	-
<i>U. pertusa</i> × <i>C. affinis</i>		-	4.1	6.8
<i>U. pertusa</i>	8.7	81.7	-	-
<i>C. affinis</i>	1.9	18.3	-	-

\* 단, 일간 먹이 섭취율 (F) =  $F_1 - F_2 \pm C / T \times W \times 100$   
 F<sub>1</sub>, 공급량  
 F<sub>2</sub>, 먹이 잔량; C, 보정값(전복을 수용하지 않았을 경우의 해조 증감량)  
 T, 일수; W, 전복의 매일 평균 중량

현재 울진바다목장해역의 경우 동해안에 위치한 지리적 여건으로 인해 해역에 산재하는 암초지대를 활용하는 자연 양성법이 각 어촌계 별로 시행되고 있다. 바다목장해역에 속한 6개 어촌계(구산리, 직산 1, 2리, 거일 1, 2리, 후포리) 중에서 연안 암반해역의 형성이 두드러진 곳은 거일리와 구산리로 이러한 사실은 각 어촌계별 방류 및 생산량을 보다 더욱 명확히 알 수 있다. 2003년도 방류가 이루어진 해역은 거일 1, 2리와 구산리로 각각 13,583미, 20,000미, 25,492미가 방류되었으며, 생산량은 후포리 250kg, 거일 1리 1,700kg, 거일 2리 650kg, 구산리 2,000kg 였다. 또한 2004년의 경우 구산리에서만 40,000미의 방류가 이루어 졌으며, 생산량은 후포 300kg, 거일 1리 1,800kg, 거일 2리 674kg, 구산리 2,300kg 이였다. 따라서 구산 및 거일 1, 2리에서 어촌계 주도의 방류 및 생산이 주로 이루어지고 있으며, 향후 지속적 자원생산을 위한 개체군역학 파라미터의 추정 또한 이들 지역에 집중되어 조사될 필요가 있을 것으로 판단된다.

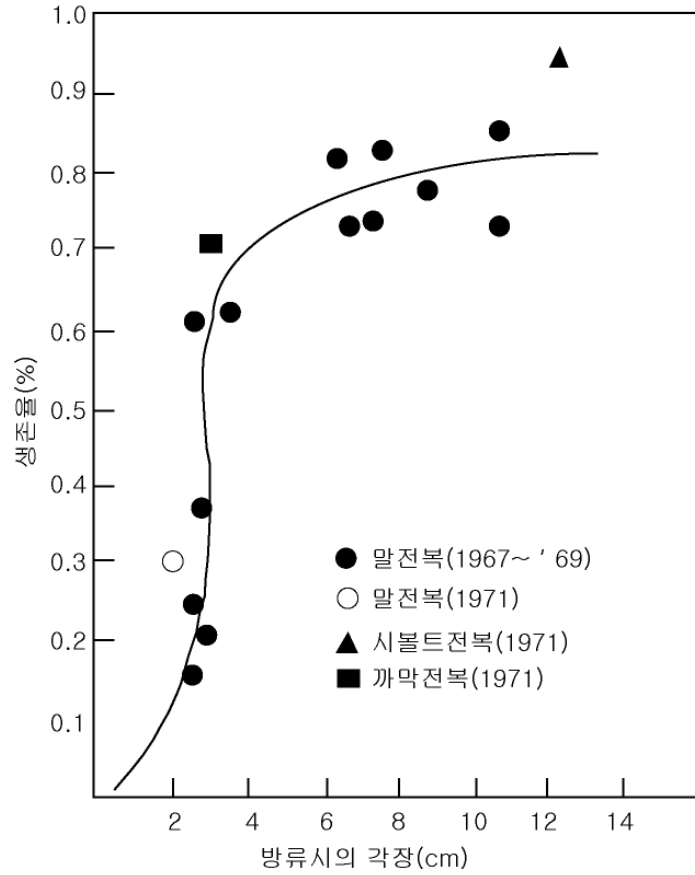


그림 3-4-21. 전복의 종별 각장과 방류시 연간 생존율(유, 1979).

표 3-4-9. 방류 1년 후에 있어서의 방류 수심별 생존율과 2년 후의 성장률(유, 1979)

방류수심 (m)	방류시의 평균 각장(cm) <sup>a</sup>	재포시의 평균 각장 (cm) <sup>b</sup>	2년 후의 성장률 <sup>c</sup>	1년 후의 생존율(%)
0.5	3.0	10.9	2.63	21.6
1.0	2.9	9.9	2.41	31.8
2.0-3.0	2.9	9.7	2.34	37.9

\*  $c=(b-a)/a$

## 제 5 절 대상생물생산

### 1. 서론

2005년도 사업기간 중 대상생물생산 부분의 연구내용은 첫째 해중립 조성을 위한 대형 갈조류인 다시마(*Laminaria japonica*)와 팽생이모자반(*Sargassum horneri*)의 초기생활사 생리생태특성분석, 둘째, 대상어류인 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*) 친어확보를 통한 실험실 수준에서의 시험생산이다. 이중 다시마에 대한 연구는 자연산 어미모조를 구할 수 있는 시기가 9~10월로 제한되고, 채집된 어미해조류의 성숙상태가 좋지 못해 연구성과가 좋지 못했다. 따라서 다시마에 관한 연구는 기존자료를 정리하였고, 팽생이모자반의 연구에 집중하였다.

다시마는 서로 다른 크기와 형태를 지닌 배우체와 포자체가 세대교번을 하는 다년생 해조이며, 우리나라에서는 동해안 중부 이북의 연안에만 분포한다. 지리적인 분포를 볼 때, 다시마는 분명히 아한대성 해조이다. 그러나 포자체는 그 지리적 분포범위를 벗어난 온대역에서도 충분히 자랄 수 있다. 현재 우리나라 동남해안에서는 인공적으로 배양한 어린 포자체로부터 많은 양의 포자체를 생산하고 있고, 또한 이들로부터 방출된 포자들이 해수 중에서 대규모 'seed rain'을 형성하고 있다. 그럼에도 이 해역에서 다시마가 자생할 수 없는 것은 이 해역의 수온이 포자, 배우체, 어린 포자체로 이어지는 초기 생활사 단계의 생존에 적합하지 않기 때문이라고 추론할 수 있다. 이 추론을 검증하는 직접적인 방법은 다시마 초기 생활사 단계의 생태생리를 이해하는 것이다. 특히 서로 다른 수온과 광량 하에서 이들의 반응을 파악하는 실내실험은 이 검정을 위한 가장 효율적인 방법이다. 이미 다시마의 초기생활사에 대해서는 많은 연구들이 수행되었다. 본 연구에서는 여러 가지 수온과 광량 하에서 다시마 포자의 발아, 암배우체의 성장과 성숙, 그리고 어린 포자체의 성장을 조사하였다.

모자반류는 세계적으로 온대, 아열대, 열대해역에 광범위하게 분포하는 대형 갈조류로서(Kang, 1968; Oak, 1999), 고등식물과 마찬가지로 부착기, 줄기, 잎 등과 같은 기관의 분화가 비교적 잘 이루어져 있고, 우리나라 연안에서는 다시마, 대황, 감태 등 다른 다시마목 대형 갈조류와 함께 저조선 부근에서부터 점심대 상부에 이르기 까지 넓은 지역에 걸쳐 큰 군락을 이루어 해중립을 형성한다. 한국연안에 많은 모자반류의 생육이 보고되어 있는데(약 30여종), 이들의 대부분은 다년생으로 생식기탁에 형성된 생식기집의 난과 정자가 수정을 통한 유성생식 및 부착기에서의 영양번식 등 무성생식을 통하여 개체군을 유지하며, 이들 중 일부는 부착기질에서 탈락되어 부유조로서 생활하기도 한다. 그러나 팽생이모자반은 1년생으로 울릉도와 제주도를 포함한 우리나라 동·남·서해에 널리 분포하여(Kang, 1966) 조하대 해중립의 주요 구성원을 이룬다. 이러한 맥락에서 볼 때 한국



산 모자반류의 초기발생에 대한 Chang(1977)의 기초적 연구를 시작으로, 외톨개모자반(Lee and Kang, 1977; Kim and Lee, 1985; Lee and Kim, 1986), 알뿔이모자반(Ahn, 1984), 모자반(Lee, 1991; Hwang, 2005)에 대한 몇 편의 연구는 유익한 정보를 제공하고 있다. 그러나 꾀생이모자반에 대하여는 Okuda(1987), Honda and Okuda(1989), Uchida(1993)에 의한 일본산에 대한 생활사 및 성장생리에 대한 몇 편의 연구를 제외하고는 한국산에 대하여는 거의 수행된 바가 없다. 최근에 Choi et al.(2003)에 의한 꾀생이모자반에 대한 연구가 있으나 유체의 현상이식에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 본 연구에서는 해중립 조성 대형조의 초기 생활사 단계에서의 성장·생리적 특성 구명에 대한 연구의 일환으로 우리나라 동해안산 꾀생이모자반의 배아생장에 대한 온도 및 광(조도, 광주기, 파장)의 영향을 조사하였다.

한편, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)의 경우, 이 종은 한국, 중국, 일본의 연안에 분포하고 있으며, 한국 연안의 조하대 암초에 주로 서식하는 연안 정착성 어종으로 어업자원으로 매우 중요한 동계 산란형 어류이다. 쥐노래미에 대한 최근의 연구를 보면, 난형성 과정(강 등, 2004), 위 내용물(김과 강, 1997), 생식소 중량지수(이 등, 2000), 난의 부화 및 자치어의 성장에 미치는 수온의 영향(강 등, 2002), 난발생(김 등, 1993), 사료단백질 및 에너지 함량(이와 이, 1996) 등이 있으나 대량종묘생산을 위한 공정개발 등에 관한 연구는 전무한 실정이다. 그러나 최근에 이루어진 쥐노래미의 대량 종묘생산 시험은 강원도수산양식시험장(김 등, 2005)에서 1만 마리 정도의 대량 생산이 이루어진 바 있으나 부화율 및 초기생존율이 극히 낮았다. 따라서 대량생산체제를 유지하기 위해서는 생산공정을 개발하여 제시할 필요가 있다.

쥐노래미는 자연 상태에서 해조류나 암초지대에 난과 상태로 산란하는 점착침성란이면서 동계산란형이어서 부화기간이 약 20일 이상으로 매우 길어 부화관리가 어렵고, 부화율이 극히 낮아 대량종묘생산에는 많은 걸림돌이 있다. 특히, 부화기간이 길고 수생균의 대량 감염으로 부화율이 급격히 떨어지는 점, 부유성 난과는 달리 점착란 이어서 부착기질이 제공되어야 하는 점 등 부화기간 동안 수정란의 관리에 많은 어려움이 따르고 있다. 따라서 본 연구에서는 쥐노래미를 자원조성용으로 개발하고자 종묘의 대량생산을 위한 어미의 확보와 관리, 대량 종묘생산을 위한 공정을 개발하고자 연구를 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 해조류

#### (1) 다시마

강원도 강릉 연안에서 성숙한 포자엽을 채집하고, 여과해수(0.45  $\mu\text{m}$ )로 부드럽게 세척하여 표면의 이물질을 제거한 후, 실험실로 운반하였다. 운반한 포자엽 중에서 가장 성숙한 부위를 25cm<sup>2</sup> 크기의 절편으로 잘라 멸균해수로 다시 세척한 후, 10℃로 유지되는

어두운 곳에서 약 4시간 건조시켰다. 그런 다음, 500ml의 멸균해수가 든 비커에 엽체를 넣고, 피펫으로 가볍게 저어 포자의 방출을 유도하였다. 포자를 방출시킬 때의 수온과 광량은 각각 15°C 및  $10\sim 20 \mu\text{E} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 였다. 혈구계수기를 이용하여 포자용액내 포자의 밀도를 조사하였고, 약 30개체  $\cdot \text{mm}^{-2}$ 의 밀도로 배양용기에 접종하였다. 배양용액으로는 PES 배지를 첨가한 멸균해수를 이용하였다. 또한 부착성 구조류의 번식에 의한 실험의 오류를 방지하기 위해  $\text{Ge O}_2$ (PES 배지 1ℓ 당 1ml 첨가)를 배양용액에 첨가하였다. 배양용액은 일주일 간격으로 교환하였다. Water circulator ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ )와  $25 \times 20 \times 150 \text{cm}^3$  크기의 수조를 이용하여 수온을 조절하였다. 광원으로는  $250 \text{ Watt} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 HQI lamp를 이용하였다. 광주기는 여름철 일조시간을 고려하여 14:10 h LD로 유지하였다.

포자의 발아에 관한 실험은 수온 5단계(5, 10, 15, 20,  $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ )와 광량 4단계(10, 30, 70,  $150 \mu\text{E} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )로 맞춘 총 20개의 조건에서 실시되었다. 우선, 준비한 포자용액을 60ml 크기의 Falcon culture flask( $n=60$ )에 접종하였다. 접종 후에는 flask를 각 실험조건으로 옮겨 48시간 배양하였다. 각 조건별로 3개의 복제구를 두었다. 배양이 끝난 뒤에는 flask의 밑면에 지름 1cm의 임의 면적(이하 관찰점)을 각 3개씩 선택하고, 관찰점에 존재하는 포자 중에서 germ tube를 형성한 개체의 백분율을 조사하여 각 조건에서 나타난 발아율을 비교하였다.

배우체의 성장 및 성숙에 관한 실험은 수온 4단계(5, 10, 15,  $20^\circ\text{C}$ )와 광량 4단계(10, 30, 70,  $150 \mu\text{E} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )로 맞춘 총 16개의 조건에서 실시되었다. 준비한 포자용액을 23 ml 용량의 petri dish ( $n=48$ )에 접종하고,  $15^\circ\text{C}$ 와  $10 \mu\text{E} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 의 연속광으로 24시간 배양하여 포자를 발아시켰다. 그런 다음, 각 3개씩의 petri dish를 1ℓ의 배양용액이 든 비커(2ℓ)에 넣고, 이 비커를 다시 각 조건에서 4주간 배양하였다. 포자체를 생성하는 것은 암배우체이기 때문에 이들만을 대상으로 성장과 성숙을 비교하였다. 특히 암배우체는 성장조건에 따라 다양하게 반응하며, 여러 개의 세포로 분화할 수 있는 실험조건에서 하나의 primary cell에서 분화한 세포들은 동시에 성숙하지 않고, 자원을 일찍 배분 받은 순서에 따라 성숙한다. 또한 발생한 난 중에서 그 일부는 포자체로 발달하지 못하고 없어지기 때문에 포자 접종 후 2~3주부터 배우체를 식별하기 어렵다. 따라서 포자를 접종한 7일 후에는 petri dish 밑면에 관찰점을 각 1~2개씩 표시하고, 여기에 존재하는 배우체의 개체수( $I_0$ )를 조사하였다. 그런 다음, 일주일 간격으로 각 관찰점에 존재하는 배우체의 영양세포와 포자체의 수를 조사하였고, 이를 다시  $I_0$ 로 나누어 하나의 암배우체가 생산하는 영양세포의 수와 포자체의 수로 표준화하였다(Bolton and Levitt, 1985). 암배우체에서 발생한 난은 편의상 하나의 어린 포자체로 간주하였다. 하나의 암배우체가 생산하는 총세포수(TCP<sub>t</sub>)와 성숙률(FER<sub>t</sub>)은 다음과 같이 구하였다.

$$TCP_t = GAME_t + SPO_t$$

$$FER_t (\%) = (SPO_t/TCP_t) \cdot 100$$

## (2) 팽생이모자반

팽생이모자반 모조는 2005년 6월 22일에 울진군 후포면 삼율리에서 생식기탁을 가지는 성숙체를 채집하였고(그림 3-5-1, 2), 아이스박스를 이용해서 실험실로 옮긴 후 멸균해수로 수회 세척하고 12시간 이내에 생식기탁으로부터 배아를 받아서, 2ml의 혼합액을 파스퇴르피펫을 이용하여 20ml의 PES배양액이 담긴 페트리디쉬로 옮긴 후, 먼저 조도 및 온도에 관한 실험이 이루어졌다. 광주기 12:12h LD, 온도 10°C, 18°C, 23°C, 26°C, 30°C, 조도 20, 30, 40, 60, 80  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  조건으로 조도온도 구배장치(그림 3-5-3)에서 배양을 시작하였다.

광주기 실험을 위하여 8:16, 12:12, 16:8h LD로 광주기 조건을 달리한 18°C, 80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 조건으로 다연실 인큐베이터에서 배양하였다.

광질에 따른 성장 반응실험을 위하여는 백색광(390~760nm), 청색광(445nm), 녹색광(530nm), 황색광(580nm) 및 적색광(660nm)하에서 18°C, 12:12h LD, 80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 조건으로 배양하였다(그림 3-5-3). 그리고 규조류의 오염을 방지하기 위하여 배양액내에 산화게르마늄과 페니실린을 각각 5mg/L 첨가하였고, 배양액은 5일에 간격으로 전량 교환해 주었다. 배아의 크기는 Olympus IX50을 사용하여 7일 간격으로 각 실험구마다 30개씩 무작위 추출하여 측정하였다. 배아의 성장을 비교하기 위한 상대성장률 (RGR)은 다음과 같은 방정식을 이용하여 산출하였다.

$$RGR = \ln\left(\frac{L_2}{L_1}\right) T^{-1}$$

(T, 관찰간격;  $L_1$ , 초기 배아의 크기;  $L_2$ , T일 후 배아의 크기)

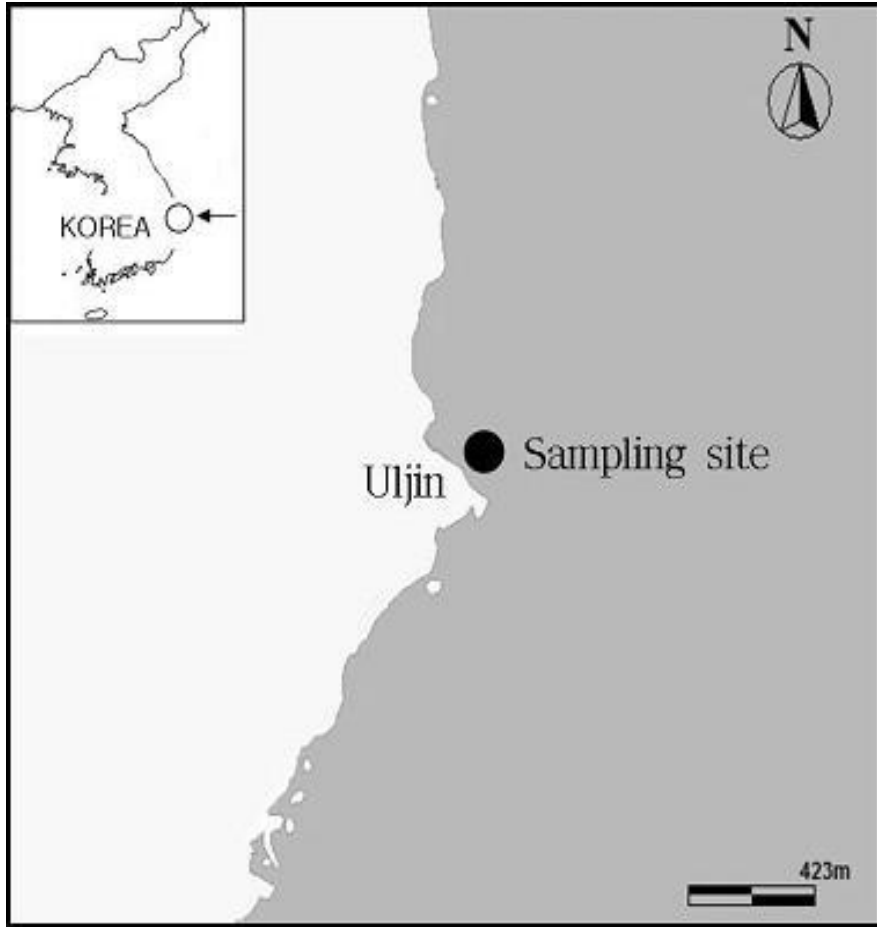


그림 3-5-1. 모조 채집지점 (울진군 후포면 삼율리).

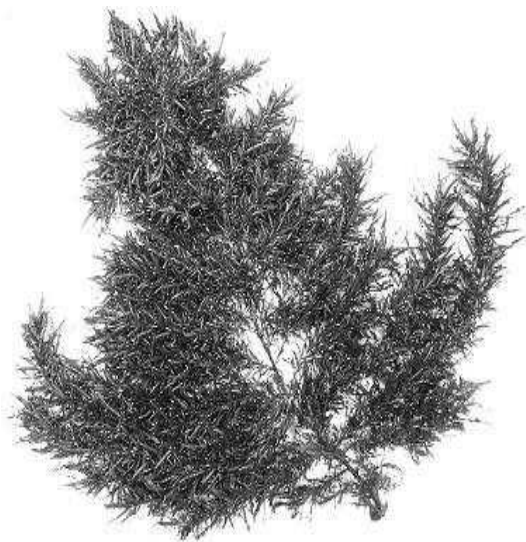


그림 3-5-2. 꿩생이모자반 모조.

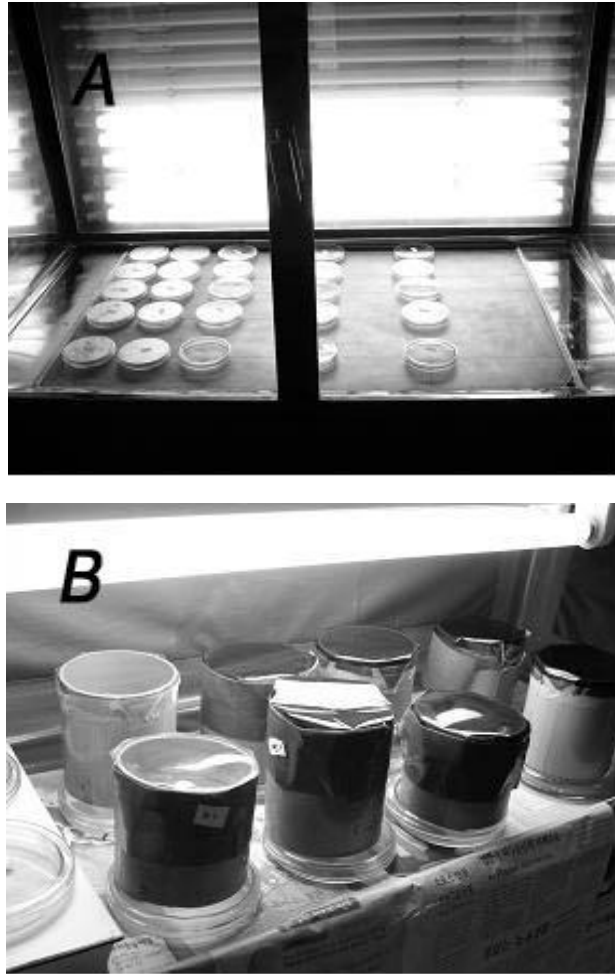


그림 3-5-3. 실내배양 실험. A, 온도-조도 구배장치. B, 광질 실험.

## 나. 어류

### (1) 친어의 확보 및 관리

본 연구를 수행하기 위하여 2004년 하반기부터 강원도 주문진을 중심으로 친어를 확보하여 실내 사육을 실시하였다. 나아가 2005년 11월초에는 기초 실험을 위하여 동해안 계군보다 산란기가 약간 빠른 서해안산 친어 약 600마리를 구입하여 현재 기초 실험을 진행 중에 있다. 어미의 사육은 자연산 구입 후 초기 약 1주일은 양미리 등의 생사료를 공급하였으며, 1주일 후부터는 우력용 배합사료로 순치하여 현재까지 FRP 실내 수조에서 사육이 이루어지고 있다. 친어를 관리하는 시스템은 순환여과식시스템으로 연중 수온을 조절할 수 있도록 설계되어 있다(그림 3-5-4, 3-5-5).

### (2) 종묘생산 기초 연구

#### (가) 실험어 체란 및 수정

채란용 어미는 2004년 11월 9일부터 11월 25일 6차례에 걸쳐 강원도 강릉시 주문진읍 소들항에서 자망에 의해 어획된 자연산 쥐노래미 중 현지에서 육안으로 확인하여 산란 직전 상태의 어미를 선별 구입하였다. 구입 후 즉시 채란작업을 실시하였으며 채란에 사용된 어미는 총 285마리이고 채란량은 약 400천립이었다. 암컷의 채란은 복부압박법에 의해 수행하였으며, 수컷은 복부를 절개하여 정소를 채취한 후, petri dish에서 미세하게 분쇄하여 정액을 준비하였다. 채란된 알을 미리 준비한 채란상에 한겹으로 편평하게 펼친 후 준비한 정액을 부드러운 붓으로 골고루 칠하는 습식법으로 수정시켰다. 수정 후 5분 후에 여과해수를 이용하여 불순물이 완전히 제거될때까지 수차례 세란하였다. 세란 후 수정란은 7 $\mu$ m 백 필터로 여과하고 3 $\mu$ m 카트리지 필터로 여과된 부화수조에 수용하였으며, 부화수온은 14.9 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C로 유지하였다(그림 3-5-6).

#### (나) 수정란의 점액질 제거

부착침성란의 부화시 문제점을 해결하고 보다 편리한 수정란 관리를 위해 쥐노래미와 같은 동계산란형이며 부착침성란인 뚝지알을 이용하여 점액질 제거를 위한 선행연구를 실시하였다. 수정란의 점액질 제거를 위해 10 $\ell$ 의 여과해수에 20g의 urea를 용해시킨 용액에 약 25%부피의 수정란을 수용하여 30여분동안 용액을 교환하면서 저어주었다. 그 후 150mg/ $\ell$ 의 tannic acid 용액에 5분정도 침적시킨 후 세란하여 부화기에 수용하여 점액질 제거수준, 난 발생에 미치는 영향 등을 비교하였다.

#### (다) 부화자어 사육

부화된 쥐노래미 자어는 사육수조로 옮긴 후 로티퍼, 알테미아, 배합사료를 성장단계에 맞추어 공급하였으며, 사육수는 여과된 가온해수를 이용하여 4월 5일까지 15 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C가 되도록 조절하였고, 이후부터는 자연해수를 이용하여 유수식으로 사육하였다.

### (3) 환경에 따른 방류 종묘의 성장 기초 연구

부화된 자어의 성장률, 유영습성과 환경 적응력을 파악하고자 부화이후 자연수온하에서 사육실험을 실시하였다. 부화 후 303일까지 사육지에서 배합사료를 공급하여 유수식으로 사육하였으며, 성장률을 파악하기 위하여 2005년 10월부터 체중을 3계급으로 나누어 500 $\ell$ 용 FRP 수조 5개가 부착된 순환여과시스템에 약 300여 마리씩 수용하여 조단백질 50%이상인 사료를 공급하며 사육하고 있다. 사육수의 수온은 15~20 $^{\circ}$ C로 자연해수의 수온에 맞도록 하였다(그림 3-5-7).

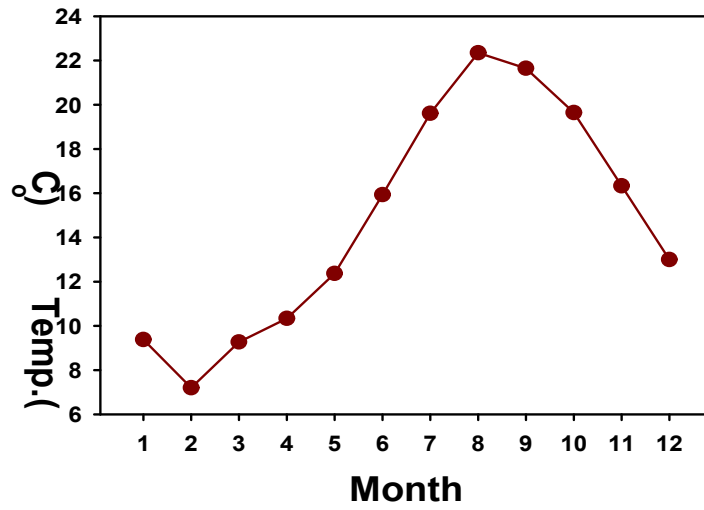


그림 3-5-4. 주문진 연근해의 연간 수온변화.

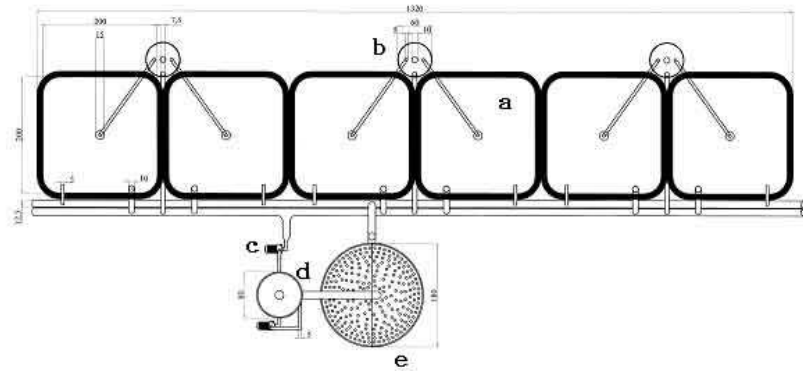


그림 3-5-5. 귀노래미 사육용 순환여과시스템.

(a) 사육조, (b) 칩전조, (c) 펌프, (d) 거품분리기, (e) 생물학적 여과조.

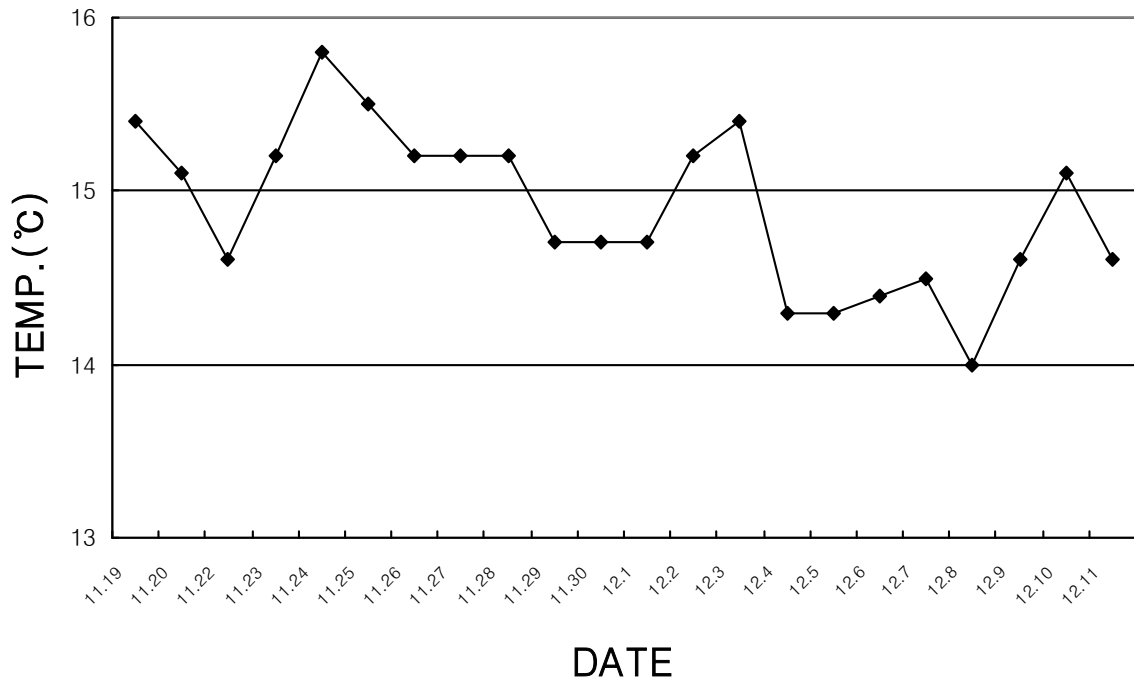


그림 3-5-6. 쥐노래미 부화기간 동안의 수온변화.

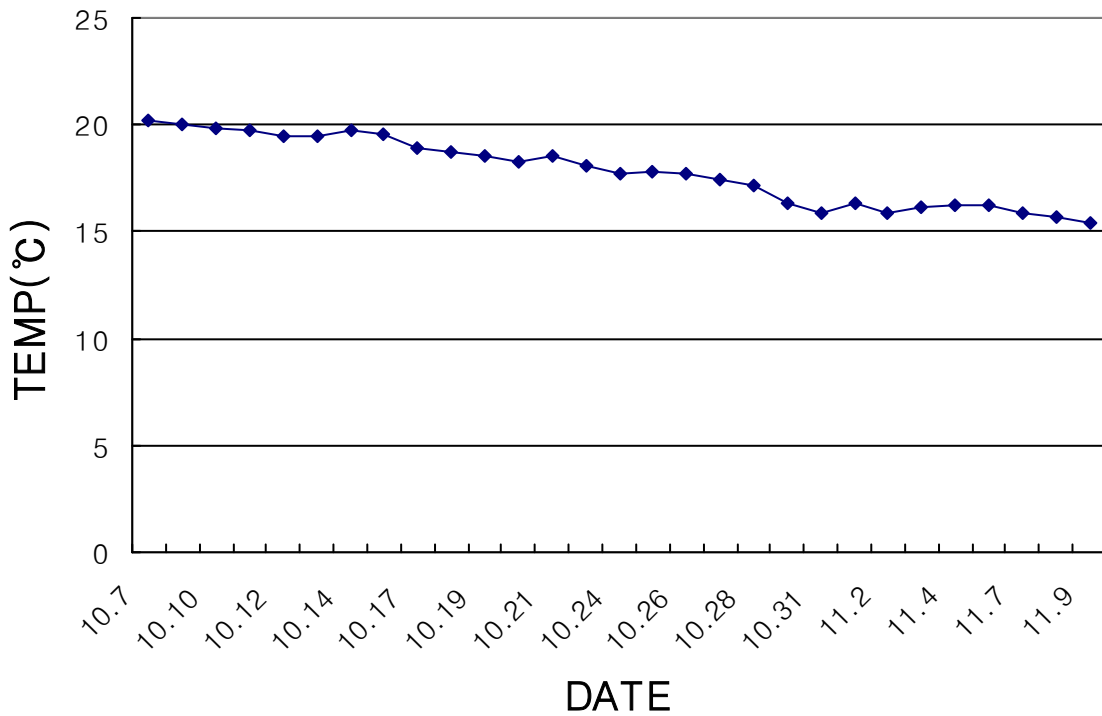


그림 3-5-7. 쥐노래미의 성장을 평가를 위한 사육수온.



### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 해조류

##### (1) 다시마

##### (가)포자의 발아

수온 25°C에서 다시마의 포자는 전혀 발아하지 않았다. 그러나 5~20°C 범위 내에서는 광량에 따라 70.2~85.7%의 발아율을 보였다(그림 3-5-8). 또한 이 수온범위에서 10~70  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서의 발아율은 82.6~85.7%로 광량간 유의한 차이가 없었으나, 150  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 발아율은 70.2~73.6%로 70  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  이하의 빛 조건에서 배양한 개체들의 발아율에 비해 낮았다.

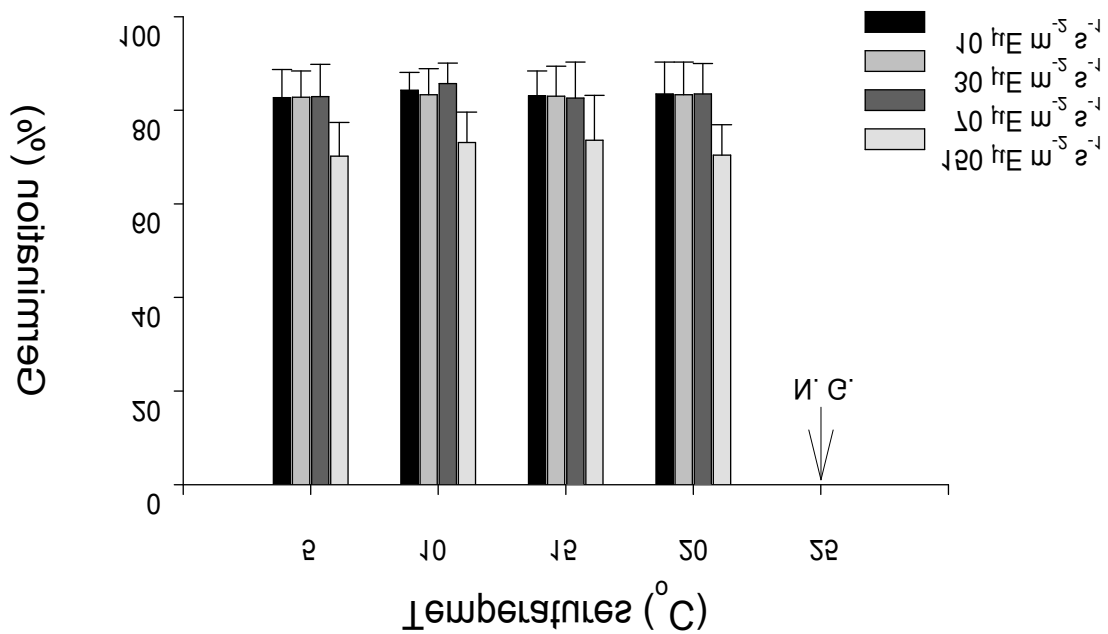


그림 3-5-8. 수온 5~20°C 범위 내에서는 광량에 따라 70.2~85.7%의 발아율.

### (나) 배우체의 성장과 성숙

배우체의 성장과 성숙은 수온과 광량에 따라 각기 다르게 나타났다(그림 3-5-9). 하나의 암배우체에서 생산하는 영양세포의 수는 20℃에서 가장 많았다. 그러나 20℃에서는 암배우체로부터 어린 포자체가 전혀 발아하지 않았다. 20℃에서 영양세포의 수는 적은 광량으로 배양할수록 많아지는 경향을 보였다. 또한  $30 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  이하의 광량으로 배양한 집단에서는 영양세포의 수가 시간경과에 따라 증가하였으나,  $70 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  이상에서는 증가 후 감소하거나 또는 지속적으로 감소하였다. 이 결과는 다시마의 배우체가 음지식물로 많은 광량에서는 성장이 저해됨을 나타낸다. 어린 포자체가 발아하는 5~15℃에서는 시간경과에 따라 영양세포의 수가 감소하는 반면, 포자체의 수는 증가하였다. 이것은 영양세포가 성숙함에 따라 포자체의 수가 증가하였기 때문이다. 그리고, 이러한 변화 속에서도 영양세포의 수는 수온이 높을수록 많아지는 경향을 보였다. 즉 15℃에서 영양세포의 수는  $5 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 최대 5.45개였으나, 5℃에서는 모든 빛조건에서 1.0개 이상을 넘지 않았다. 그러므로 배양 28일 후의 포자체의 수 또한 15℃에서 가장 많았고, 5℃에서 가장 적었다. 5~15℃에서는 공통적으로 많은 광량으로 배양한 집단일수록 영양세포의 수가 빨리 감소하였고, 반면 포자체의 수는 빨리 증가하였다. 또한  $70 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  이하의 빛조건에서, 5~10℃의 영양세포의 수는 대체로 시간경과에 따라 지속적으로 감소하였으나, 15℃에서는 영양세포의 수가 지속적으로 증가하거나 또는 증가한 후 감소하였다. 이것은 배우체가 성숙할 수 있는 수온 및 광량 하에서도 수온이 낮거나 또는 광량이 많을수록 배우체가 빨리 성숙하여 영양세포의 생산량이 적어지는 대신, 포자체가 빨리 생성됨을 나타낸다.

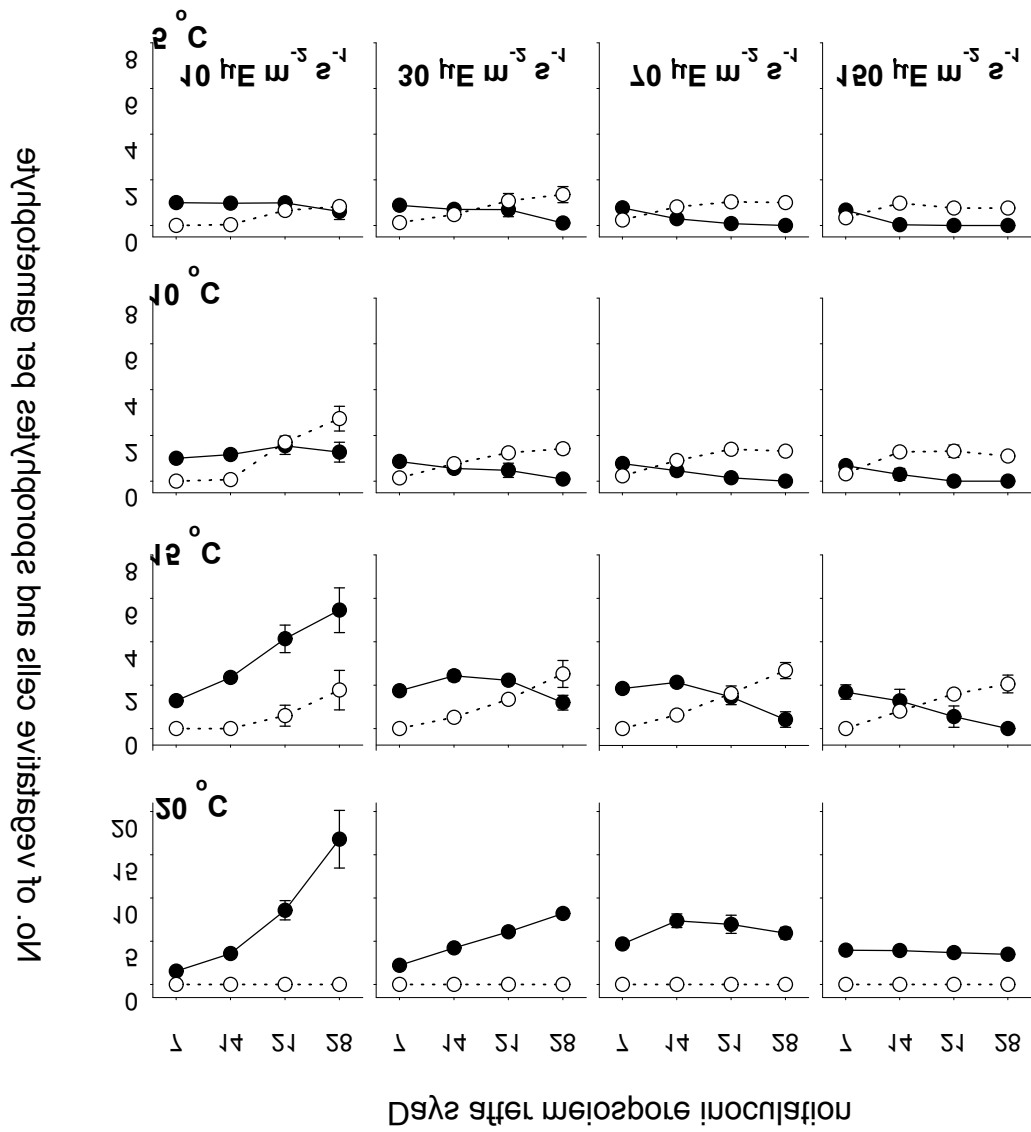


그림 3-5-9. 서로 다른 수온과 광량에 따른 배우체의 성장과 성숙변화.

배양 28일째 암배우체가 생성하는 총세포수는 0.8~16.8개로 높은 수온으로 배양할수록 많았다. 총세포수가 1.0이하의 값을 보이는 것은 초기 개체수 중 그 일부가 영양세포에서 어린 포자체로 발달하는 과정에서 사망하였기 때문이다. 광량 또한 배우체의 성장에 많은 영향을 미쳤다. 모든 수온에서 총세포수는 적은 광량으로 배양할수록 많았다(그림 3-5-10a). 성숙률은 일차적으로 수온에 의해 많은 영향을 받았다. 20°C에서 성숙률은 모든 빛조건에서 0%였고, 15°C에서 성숙률은 150  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 경우를 제외하고 10°C 이하의 성숙률에 비해 항상 낮았다. 5~15°C에서 공통적인 현상으로, 10  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 성숙률은 30  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  이상에 비해 현저하게 낮았다(그림 3-5-10).

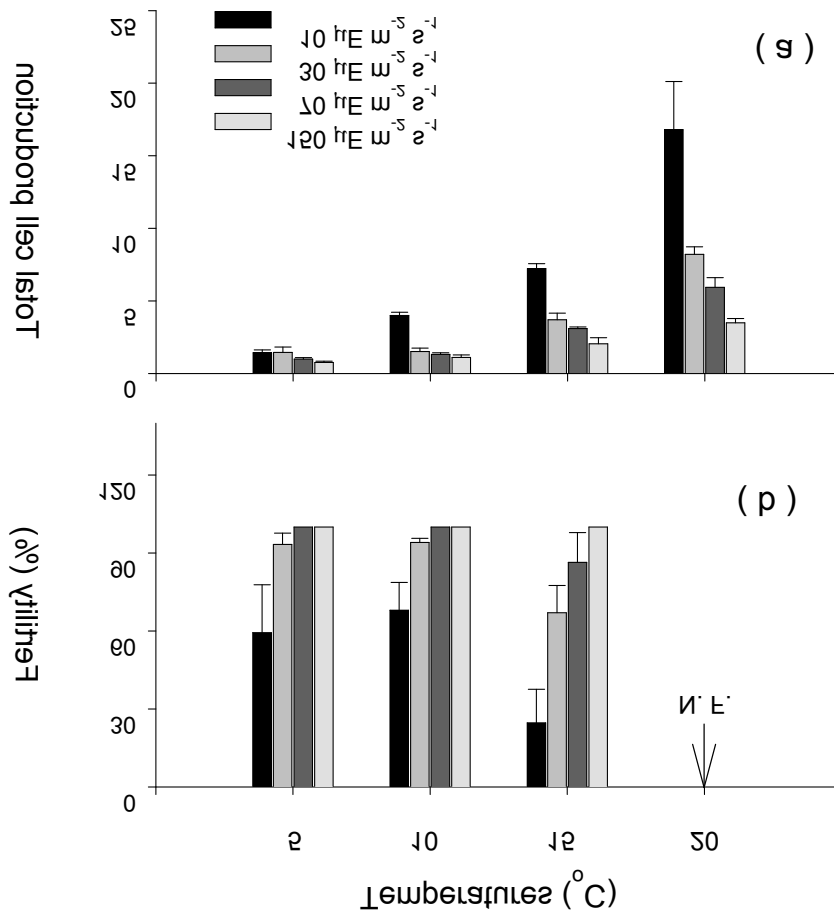


그림 3-5-10. 서로 다른 수온과 광량에 따른 암배우체의 총 세포수와 성숙률.

## (2) 팽생이모자반

### (가) 온도 및 조도의 영향

팽생이모자반은 자웅이주로 숫생식기탁과 암생식기탁 모두 기낭부근에서 형성되며 길쭉한 형태를 띄고 있다. 그러나 웅성체는 표면이 매끈하고 자성체는 표면에 성숙한 난을 가지고 있음으로 인해서 육안으로도 그 식별이 가능하다.

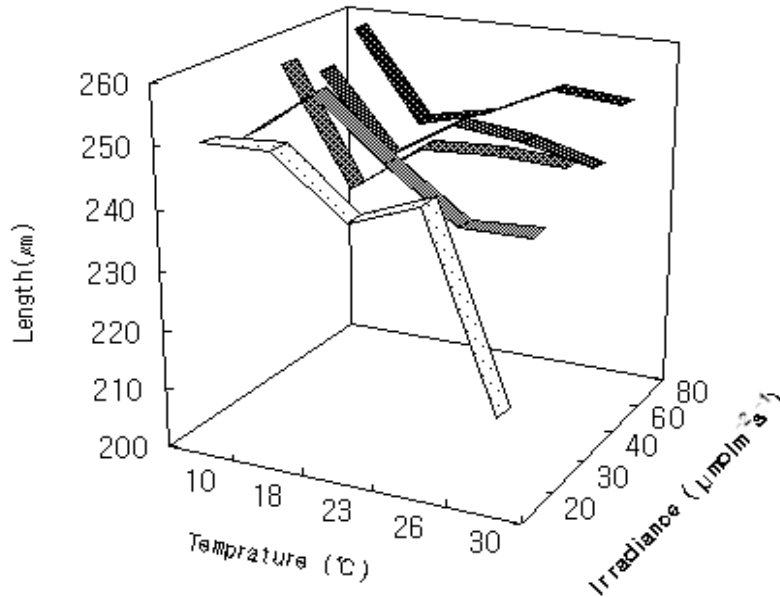


그림 3-5-11. 팽생이모자반 배아의 길이생장에 대한 온도 및 조도의 영향.

각 실험구에서 배양된 배아는 일반적으로 10-18°C에서는 비교적 높은 길이 성장을 나타낸 반면, 30°C의 고수온 실험구에서는 5주 이상 배양일수의 경과와 함께 점진적으로 사멸하였다(그림 3-5-11). 조도에 대하여는 실험 온도별 서로 다른 길이성장 패턴을 나타내는데, 10°C에서는 20-40 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 범위에서 고조도일수록, 23°C에서는 20-80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 범위내에서 고조도일수록 높은 성장을 보인 반면, 나머지 다른 온도 구간에서는 조도에 따른 이러한 정의 상관성이 관찰되지 않았다(그림 3-5-12). 성장률의 변화도 이와 유사한데, 배양 3주후에 가장 뚜렷한 경향성을 나타내어, 조사된 온도 구간 중 저수온 일수록 높은 성장률을 나타내어 20°C이하의 10-18°C에서는 가장 높은 성장률을 기록했다(그림 3-5-13).

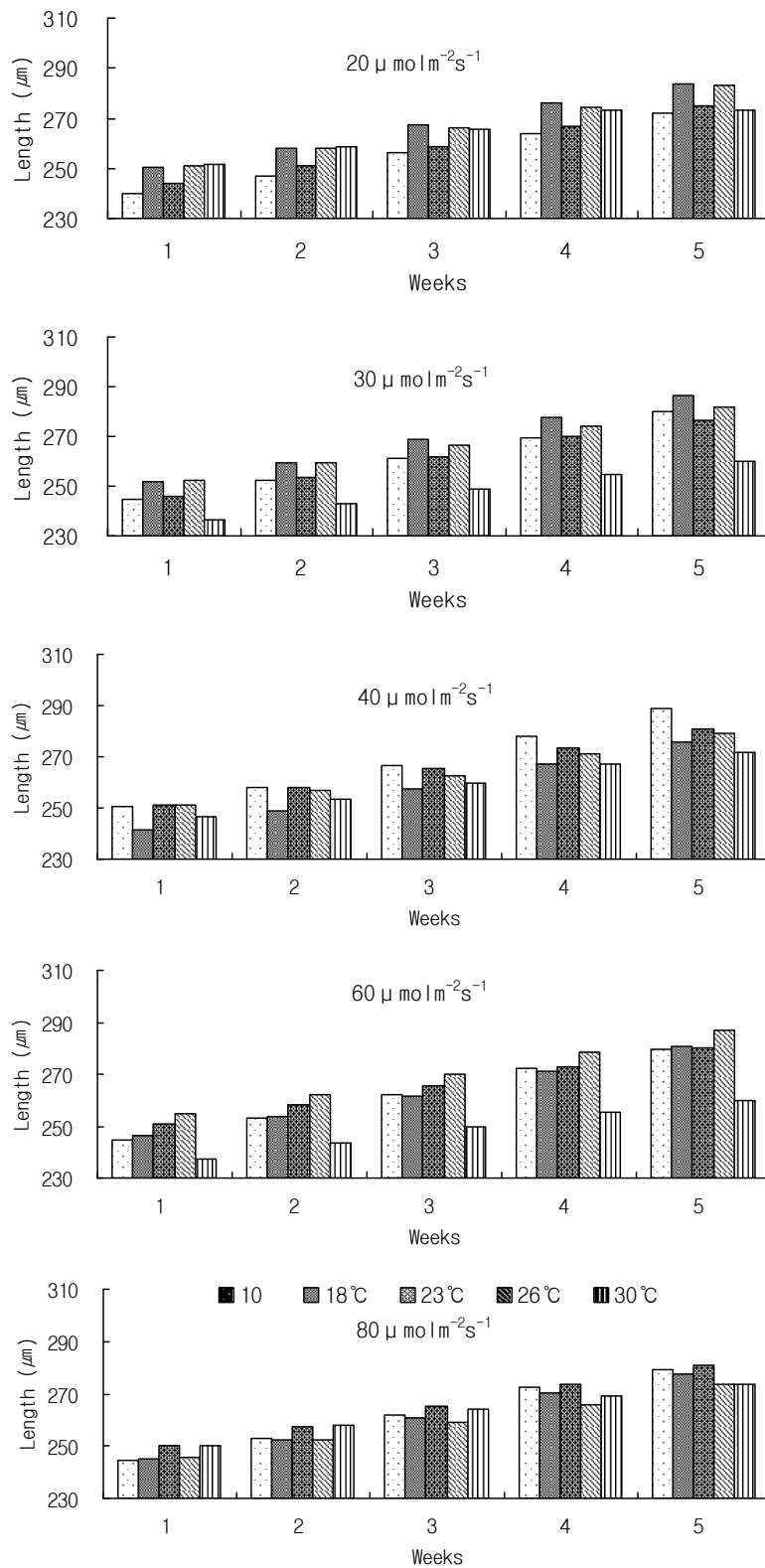


그림 3-5-12. 조도별 팽생이모자반 배아의 길이생장에 대한 온도의 영향.

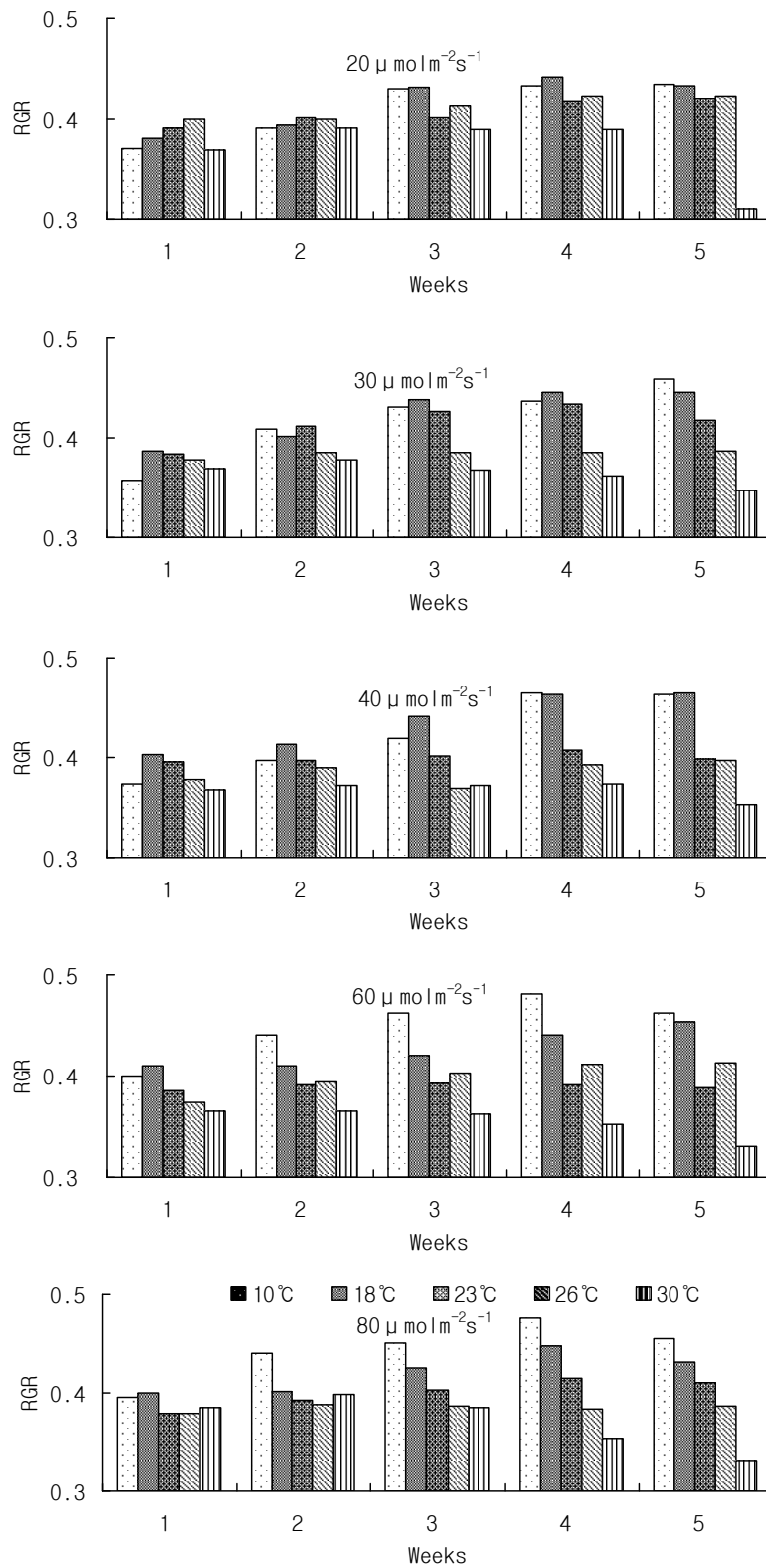


그림 3-5-13. 조도별 팽생이모자반 배아생장에 대한 온도의 영향.

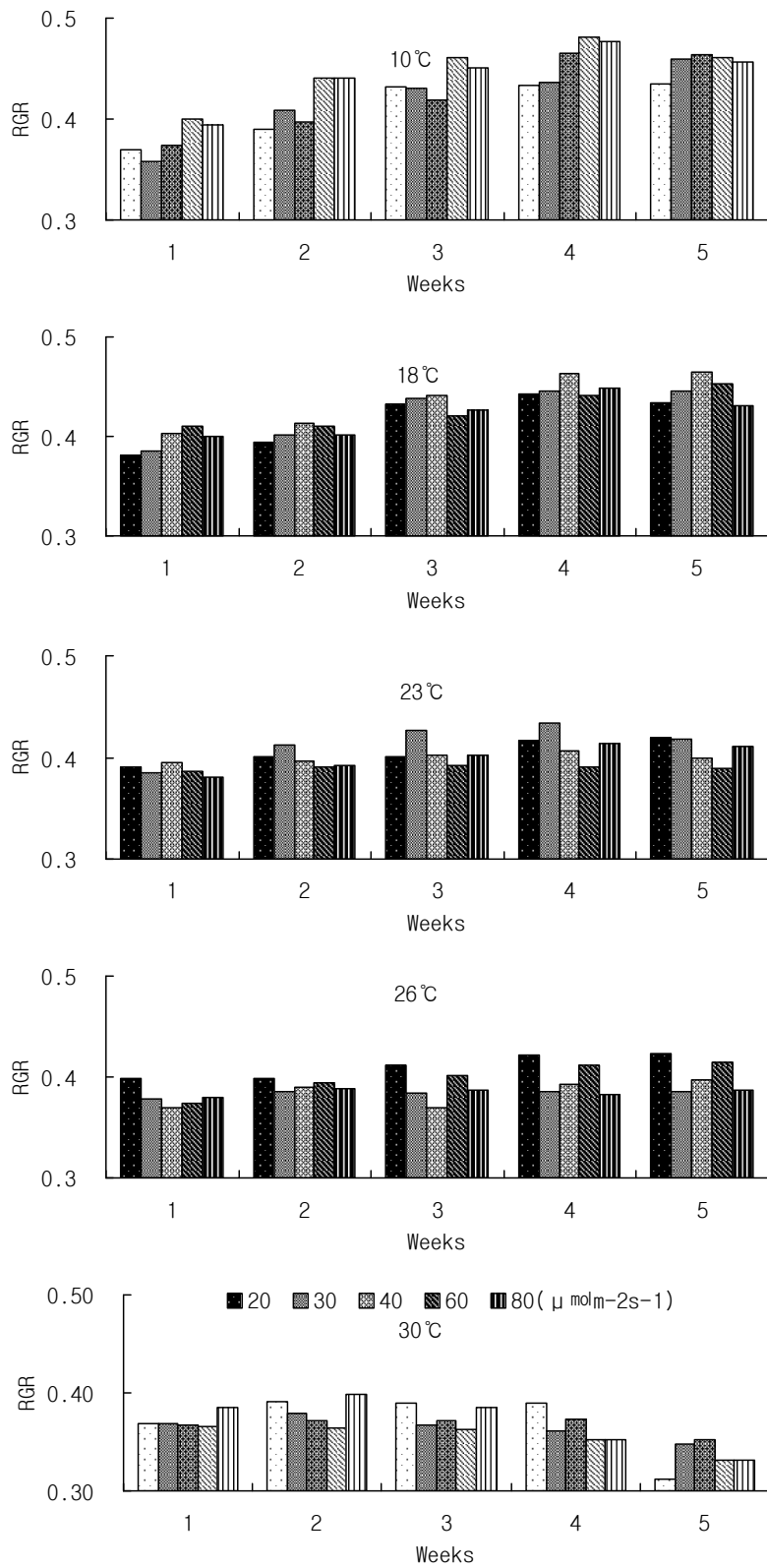


그림 3-5-14. 온도별 팽생이모자반 배아생장에 대한 조도의 영향.



그러나 조도의 경우는 10-18℃의 구간에서는 20-40  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 범위내에서 조도가 높을수록 높은 성장률을 나타낸 반면, 20℃이상의 고수온 구간에서는 조도에 따른 성장률의 변화에 정의 상관성이 관찰되지 않았다. 오히려 저조도 구간인 20  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서도 비교적 높은 성장반응을 보였다(그림 3-5-14).

일반적으로 모자반류의 생장은 수온을 기준으로 두 기간으로 나뉘어 서로 다른 성장양식을 나타내는데, 가을에서 겨울까지는 생장이 완만하고, 겨울에서 봄에 빠른 성장을 한다는 것이 보고 되어 있다(Umezaki, 1983; Yamauchi, 1984; Kimura et al., 1987), Yoshida et al.(1998)도 모자반의 성숙형태에는 춘계 및 추계의 두 가지 유형이 있고, 수온이 하강하기 시작하는 가을에 빠른 성장세를 보인다는 점에서는 두 유형이 공통점을 가지나 겨울에는 춘계 성숙형만이 계속 성장하여 춘계 성숙형은 성체로서, 추계성숙형은 발아체 또는 유체로 겨울을 나는 것이 큰 차이점이라고 지적한 바 있다. 한국 남해안의 모자반(*Sargassum fulvellum*)의 최대 성장기가 3월 중순~4월 초순이라 언급한 Lee(1991)의 보고도 이와 같은 맥락에서 이해 될 수 있다. 팽생이모자반과 같은 1년생 모자반류에 있어서도 봄에 수정, 발아한 유배가 여름동안 고수온으로 생장이 억제 되어 있다가 수온이 하강하기 시작하는 가을에 서서히 생장이 시작된다고 알려져 있다(Hamaguchi et al., 1988). 이와 같은 모자반류의 일반적인 성장양식을 고려할 때 위에서 언급한 온도 및 조도에 대한 배아의 실내 성장반응은 내재된 계절별 성장리듬의 반영으로 전형적인 춘계성숙형의 성장양식을 시사하는 것으로 보여진다. 한편, Kim(2000)은 남해안 팽생이모자반의 성장 실험에서 본 연구 결과와는 달리 20℃이상의 고수온에서 오히려 높은 성장률을 보임을 보고하였다. 비록 장, 단주기 및 정치, 통기 배양 조건을 달리한 실험이긴 하지만, 본 연구와 다른 성장 반응 결과는 사용된 모조의 채집 시기를 고려할 때 서로 다른 성숙형의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. Kim(2000)의 경우는 겨울에 난방출에 이르는 추계 성숙형에 해당된다. 동해안의 경우, 한류의 영향으로 다른 연안에 비하여 비교적 수온이 낮다. 따라서 본 조사지역의 모자반도 다른 연안과의 그 수온차를 고려했을 때, 최대 성장기는 남해안(Lee, 1991)과는 달리 6월경이 될 것으로 추정되며, 고수온으로 인한 성장 억제기간도 상대적으로 짧을 것으로 생각된다.

## (2) 광주기의 영향

광주기에 대한 성장 반응 실험에서는 12:12h LD의 중일조건에서 가장 높은 성장률을 보였으며, 배양일수의 경과와 함께 증가하는 경향성을 나타냈다(그림 3-5-14). 그 다음으로 16:8h LD의 장일 조건이 높은 성장률을 유도 하였으며, 경과 일수에 따른 변화 역시 중일 조건과 유사한 경향을 나타냈다(그림 3-5-15). 그러나 8:16h LD의 단일 조건에서는 다른 두 실험구에 비하여 성장률도 저조하며, 배양 시작 후 3주를 기점으로서는 오히려 성장률이 감소하는 경향을 보였다(그림 3-5-15).

해조류의 성장과 성숙에 대한 광주기적 반응은 대부분 그 반응의 존재여부와 같은 질적인 방법으로 묘사되어져 왔으며, 세포 분열 및 융합의 조절, 그리고 성장과 관련된 다른 일련의 과정들과 연관되어 있다고 알려져 있다(Fortes and Lüning, 1980). 이와 관련하여 Dring(1986)은 광주기에 의해 조절되는 해조류의 성장과 수정을, Lüning(1986, 1988)은 *Laminaria hyperborea*에 있어서 유주자낭 및 엽체형성의 유도를 보고하였다. 장일주기, 중일주기, 단일 주기 세 구간으로 나누어 실험된 본 연구에서는 Terawaki(1993)의 보고와는 달리, 장주기 조건 보다는 오히려 중일주기조건에서 보다 높은 성장률을 보였다. 이러한 광주기적 성장반응은 일정한 누적조도 이상에서의 광저해 현상의 발생과 함께 적정의 명기 및 암기의 광주기적 리듬이 배아생장의 유도에 관여하고 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 동해안산 팽생이모자반의 경우 광저해 발생 임계 광주기는 본 실험을 통하여 확인 할 수는 없었으나, 몇몇 녹조류, 홍조류, 갈조류에서 16h, 18h보다 긴 장일주기에서의 성장억제 현상을 보고한 Fortes and Lüning(1980) 및 Strömberg(1977) 등의 보고를 고려할 때, 본 실험중도 적어도 16h이상의 장일주기에서는 생장이 억제된다고 결론지을 수 있다. 이러한 장일 주기에서의 성장 억제효과와 함께 단일주기 조건에서의 비교적 낮은 성장률 및 감소 현상은 본 실험중이 일장이 길어지는 봄에 개체의 성숙과 배아의 생장이 일어나는 춘계 성숙형의 생활주기를 반영하고 있다고 볼 수 있다.

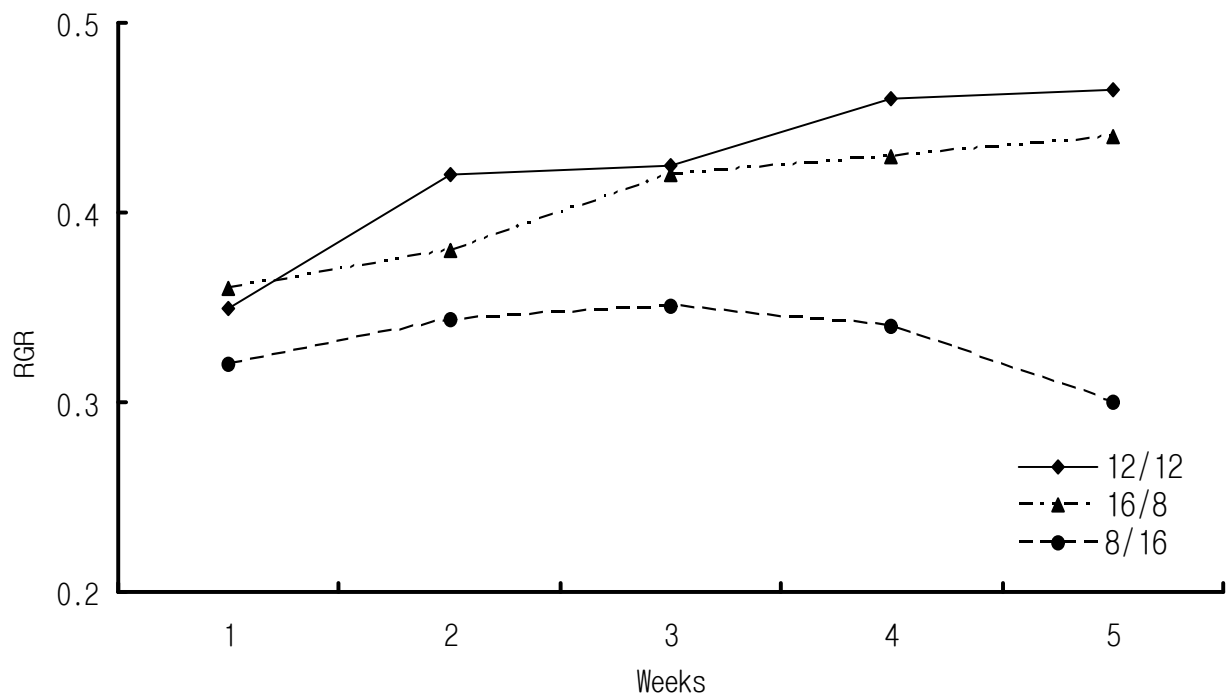


그림 3-5-15. 팽생이모자반 배아생장에 대한 광주기의 영향 (18°C, 12:12h LD, 80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

### (3) 광과장의 영향

과장에 따른 성장반응실험에서는, 백색광에서 단연 가장 높은 성장률을 보였고, 단색광의 경우에 있어서는 청색광, 녹색광, 황색광, 적색광 순으로 높은 성장률을 나타냈다. 특히 백색광 및 청색광에서는 실험 종료 5주까지 계속적으로 성장률이 증가한 반면, 황색광과 적색광에서는 배양 후 3주를 기점으로 오히려 성장률의 감소현상이 관찰되었다(그림 3-5-16).

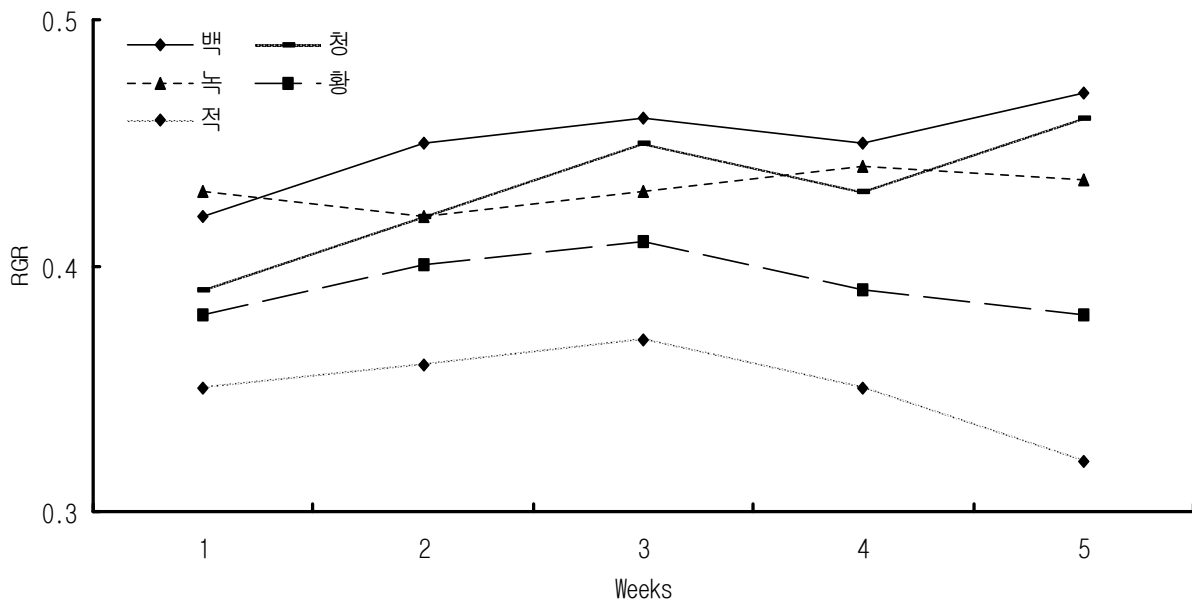


그림 3-5-16. 팽생이모자반 배아생장에 대한 광질의 영향 (18°C, 12:12h LD, 80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

대부분의 해조류는 광과장의 변화에 생리적으로 잘 적응 되어 있다(Senger and Bauer, 1987). 여기에는 피토크롬이나 이와 유사한 적색광 수용체(Lopez-Figeroa and Niell, 1989), 황색광 수용체(Kaufman and Lyman, 1982; Schwarzbach, 1990) 및 청색광 수용체(Senger, 1987)와 같은 염색 광수용체가 관여 되어 있으며, 조류의 성장반응은 이러한 광수용체에 의한 상보적 염색순응(CCA:Complementary Chromatic Adaptation) 및 조도에 따른 색소의 함량변화, 광포화, 그리고 광합성능등 여러 요인의 복합적인 작용의 결과로 나타난다. 광범위하게 분포하는 팽생이모자반의 생육특성으로 보아 대표적인 성장저해 과장인 적색광(Saito, 1956; Dring, 1986)을 제외한 다른 모든 과장에서는 유사한 성장 패턴을 나타낼 것으로 기대가 되었으나, 위에서 언급한 것과 같이 특정 과장대에 있어서는 현격한 성장 반응의 차이가 관찰되었다. 이러한 결과는 갈조류의 성장과 성숙이 엽록소보다는 청색광 수용체인 phycoerythrin, fucoxanthin, siphonoxanthin 등의 광합성 보조색소에 의하여 선택적으로 흡수되는 청색광 및 녹색광에 의해 촉진된다는 연구보고(Dring, 1998; Han and Kain, 1992; Markager, 1993)와 그 맥을 같이 하는 것으로, 이러한 청색광의 자극효과는 Fucaceae의 몇몇 종들을 제외한 고조도

에 노출되어 있는 조건대의 대부분의 갈조류에서도 이미 보고된 바 있다(Forster and Dring, 1994). Dring(1989) 에 따르면, 청색광 수용체는 CO<sub>2</sub> 고정을 위한 탄소회로의 탄소운반량을 증대시키는 역할을 하며, 이러한 청색광 수용체의 발달은 수중에서의 CO<sub>2</sub> 제한을 극복하기 위한 적응전략으로 인식되고 있다(Madsen and Sand-Jensen, 1991).

저서 해조류는 시공간적으로 변동하는 수온, 조도, 광주기 및 광파장에 노출되어 있고, 이 요인의 변화에 대한 생리적 순응의 정도는 이들의 광합성과 성장률의 변화를 결정짓는 중요한 요소가 된다(Cullen and Lewis, 1988; Cullen, 1990). 결론적으로 본 실험 대상 동해안산 팽생이모자반의 배아는 일반적으로 저수온에 잘 적응되어 있어서 20℃ 이상의 고수온에서보다 10~18℃의 저수온 역에서 높은 성장률을 보였고, 조도의 경우는 10~18℃의 구간에서는 20-40μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>의 범위내에서 조도가 높을수록 높은 성장률을 나타낸 반면, 20℃ 이상의 고수온 구간에서는 조도에 따른 성장률의 변화에 정의 상관성이 관찰되지 않았다. 광주기 및 파장에 있어서는 12:12h LD의 중일 주기 및 백색광과 청색광에서 가장 좋은 성장 반응을 나타냈다. 이러한 결과는 춘계성숙형 성장리듬의 반응을 시사하는 것으로 생각된다.

## 나. 어류

### (1) 친어의 확보 및 관리

2004년 11월에 강원도 연안에서 구입하여 1년 가까이 사육관리중인 친어의 경우 현재 성숙이 지연되고 있어 향후 자연산과의 GSI 비교실험을 실시할 예정이다. 이들 개체는 복부를 눌렀을 때 알이나 정액이 흐르지 않았으나 암수 모두 복부가 팽배되고 있고, 수컷의 생식공은 돌출되고 있는 것이 관찰되었다. 이와 같이 산란기가 다소 지연되는 것은 실내 사육의 영향인 것으로 파악되고 있어 향후 사육 시 자연광에 충분히 노출될 수 있도록 하거나 수온조절과 광주절을 병행하여 산란유발을 실시할 필요성이 있다.

2005년 11월에 구입된 친어는 암컷은 평균 전장 28.13±0.33cm, 체중 284.24±10.89g이고, 수컷은 평균 전장 26.26±0.16cm, 체중 217.96±5.34g으로 암컷이 수컷보다 개체의 크기가 컸다. 생식소중량지수(GSI)의 경우 암컷은 11.62±0.48이고, 수컷이 1.23±0.03으로 나타났다. 간중량지수의 경우 암컷은 4.31±0.11이고, 수컷의 경우 1.87±0.06이었다. 강 등(2004)의 11월에 암컷의 GSI가 연중 최고값인 7.57와, 이 등(2000)의 양식산 쥐노래미의 GSI가 1월에 6.43으로 최고값을 나타낸 것 보다 모두 높은 값을 나타내었으나, 수컷의 GSI는 이 등(2000)에서 1.43으로 본 조사와 비슷하게 나타났다.

양식산 쥐노래미의 경우 GSI가 자연산 쥐노래미보다 낮은 것으로 나타났으나 이 값은 모두 서해안산의 것으로 동해안산 GSI 조사가 추가적으로 필요하며, 현재 동해안에서 채집되고 있는 자연산 친어의 경우에는 성성숙이 서해안산보다 늦은 것으로 나타나고 있고 계속 연구중에 있다.

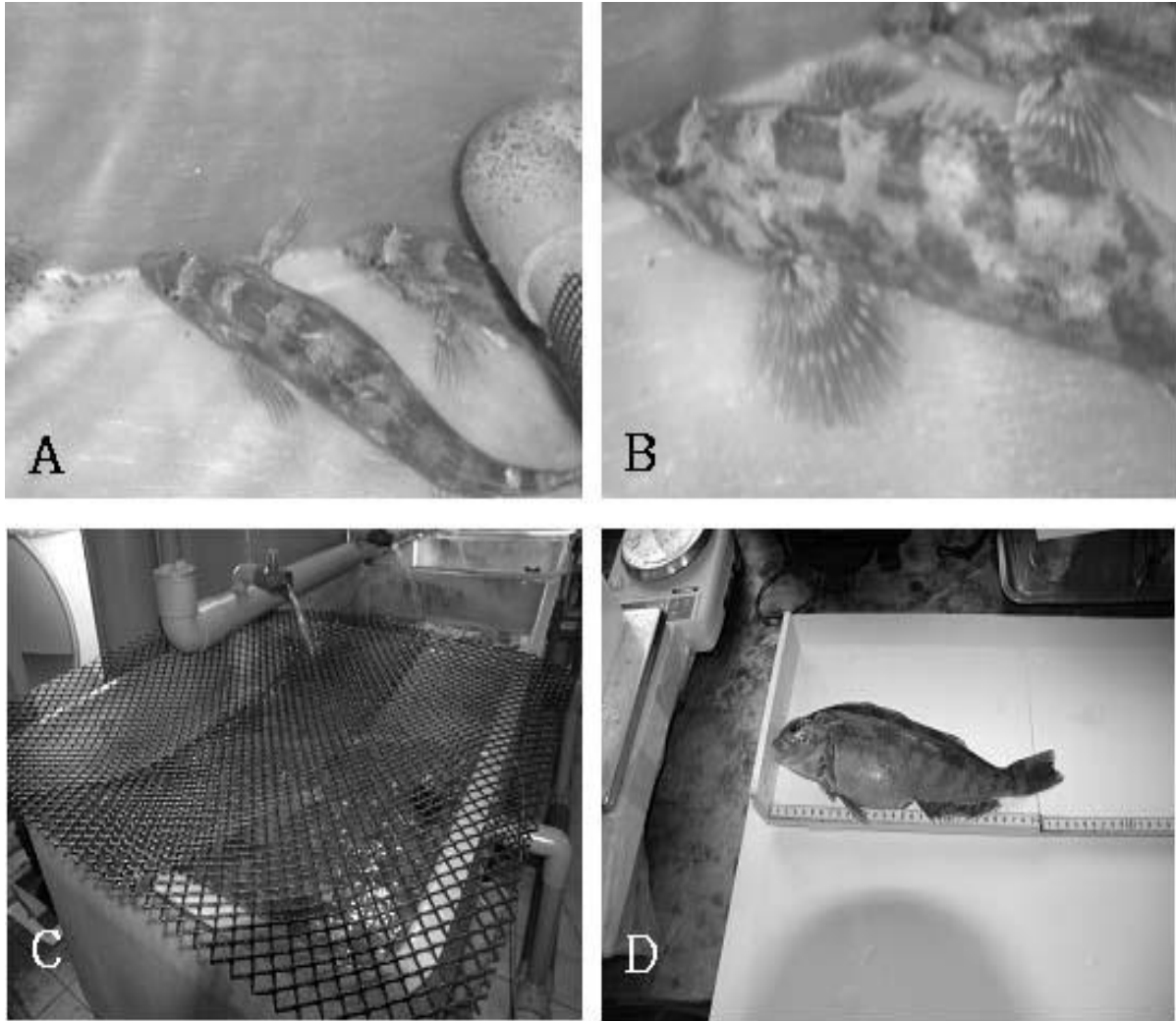


그림 3-5-17. 자연산을 채집하여 순치사육중인 쥐노래미 어미.

## (2) 종묘생산 기초 연구

### (가) 실험어 채란 및 수정

수정란은 난경이 2.0mm 내외의 구형으로 위란장이 좁은 부착침성란으로 크기가 0.18mm 내외의 소유구가 다량으로 존재하며, 해수가 닿을 경우 강한 점착성을 가진다. 수정 후 세포분열기를 거쳐 수정 후 8일에 배체가 형성되어 있고, 심장박동이 확인되며 혈액순환이 이루어지고 있음이 확인되었다. 수정 후 13일에는 난막내 자어의 움직임이 활발하게 나타나고, 수정 후 18일에 입과 항문이 열려 있으며 수정 후 19일부터 부화하기 시작하여 3~4일후에 부화가 완료되었다.

김 등(1993)은 평균 수온이 13.4℃와 17.2℃에서 수정 후 3일에 배체가 형성되고 수정 후 6일부터 심장박동이 시작되고 11일 후에 혈액순환이 관찰되었으며 수정 후 20일에 부

화가 시작되었다고 하였으며, 이(1999)는 수온 15℃에서 수정 후 3일에 배체가 형성되고, 수정 후 6일에 심장박동이 시작되며, 수정 후 7일에 혈액순환이 관찰되고, 수정 후 21일에 부화가 시작되었다고 보고하여, 본 연구에서의 난발생속도와 비슷하게 나타났다.

전체 채란량은 총 400천립으로 채란된 양의 60%가 수정되었으며 부화율은 채란량의 25%, 수정란의 42%가 부화하였다. 채란시 수정율이 낮게 나타나고 발생과정에서 수생균으로 인한 사란이 많이 나타나 전체적인 부화율이 낮아, 향후 부화율을 향상시키기 위해서는 부화용수의 관리기법에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다. 나아가 수생균의 번식을 억제하기 위해서는 채란판에 수정란을 일정한 간격으로 골고루 부착시키는 기법의 개발이 필요한 것으로 나타났다.

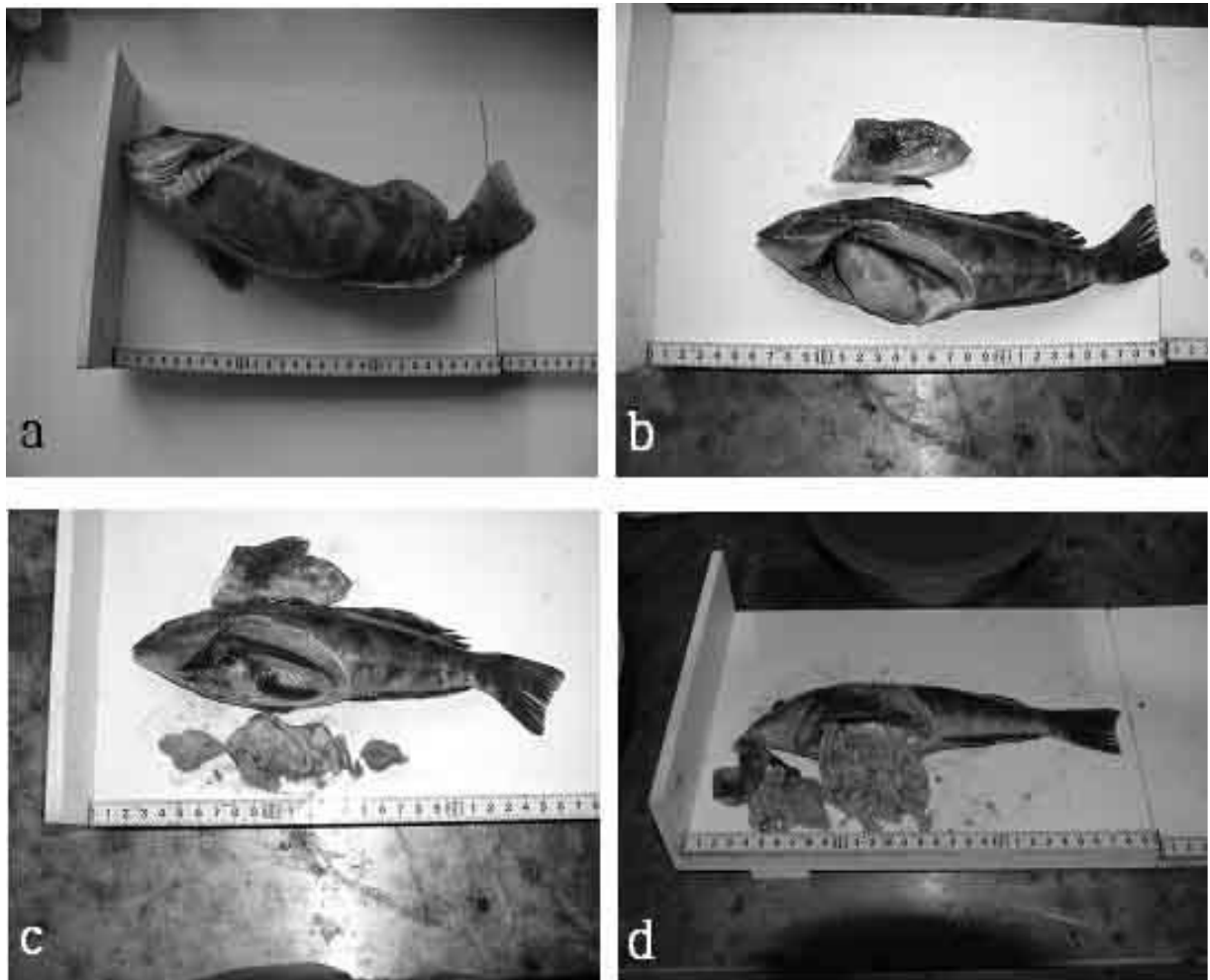


그림 3-5-18. 쥐노래미 생식소중량지수와 간중량지수를 측정하기 위한 실험. (a), (b), (c) 해부중인 쥐노래미, (d) 위내용물이 알로 꽉차 있는 미성숙된 쥐노래미

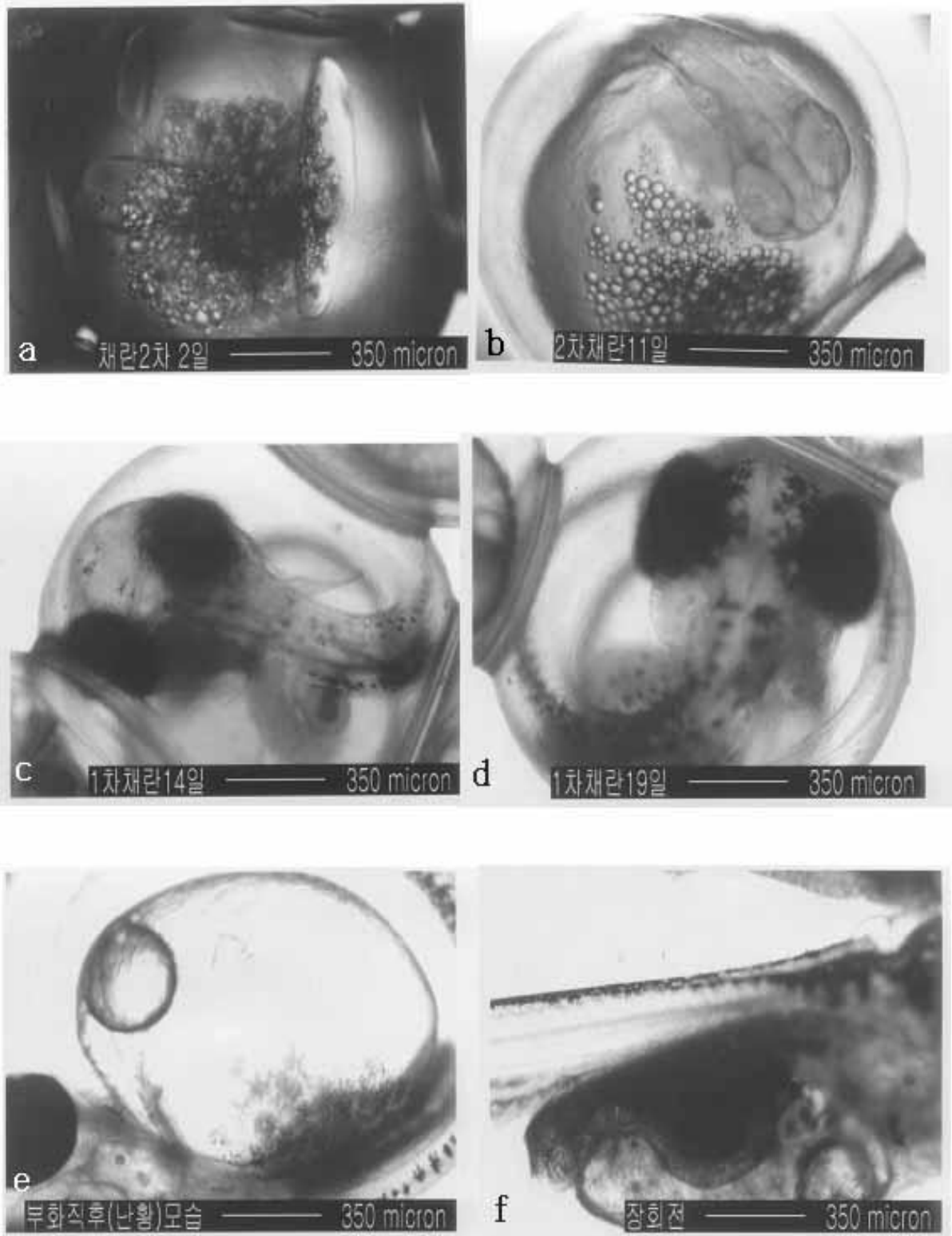


그림 3-5-19. 쥐노래미 수정란 발생 및 부화자어의 형태.



그림 3-5-20. 쥐노래미 부화조 및 채란상.

(나) 수정란의 점액질 제거

쥐노래미 알은 점착성이 강하여 부착기질을 제공하여야 하므로 대량생산하는데 큰 어려움이 있다. 따라서 수정 후 난의 점액질을 제거하여 부화병을 이용하여 지속적으로 부양하여 부화시킬 경우 대량부화가 가능하다. 따라서 선행 연구를 위하여 쥐노래미와 같은 점착성을 가진 딱지의 알로 점액질을 제거하지 않은 알과 점액질을 제거한 알의 생존율 및 부화율을 비교 실험하였다.



실험 결과 수정 후 난발생과정은 배체형성까지는 생존율이 대조구와 실험구 모두 70% 수준을 유지하였다. 그러나 배체생성 이후 안점생성시기에는 대조구의 경우 계속 70%의 생존율을 기록한 반면, 실험구는 기형개체가 발생하는 등 생존율이 20.8%로 급격하게 낮아졌으며, 최종적으로 부화율의 경우 대조구는 60%를 기록한 반면 실험구에서는 부화개체가 없었다.

본 실험에서 사용한 방법으로는 알의 점액질을 완전히 제거되지 못하여 6~8개의 알이 붙어있을 정도였으나 부화에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 사용된 약품의 영향으로 기형개체가 발생하고 부화율이 낮아지는 것으로 사료되었다. 점액질을 제거하는 방법에는 urea와 tannic acid를 이용하는 방법 이외에도 tannic acid만 사용하는 방법,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{NO}_2$  등을 이용하는 방법 등이 있으나 이는 잉어 및 철갑상어 등 담수어종의 점액질을 제거하는 방법으로 alkalinity가 낮을 경우에는 HCl등을 이용하여 높여주어야 한다(Rottmann, 1991). 똑지난에 적용한 urea와 tannic acid를 이용한 방법에서 전량 폐사가 발생하였으므로, 추후 쥐노래미 알을 이용한 실험에서는 보다 다양한 농도와 노출시간에 따라 생존율과 부화율을 비교할 예정이다.

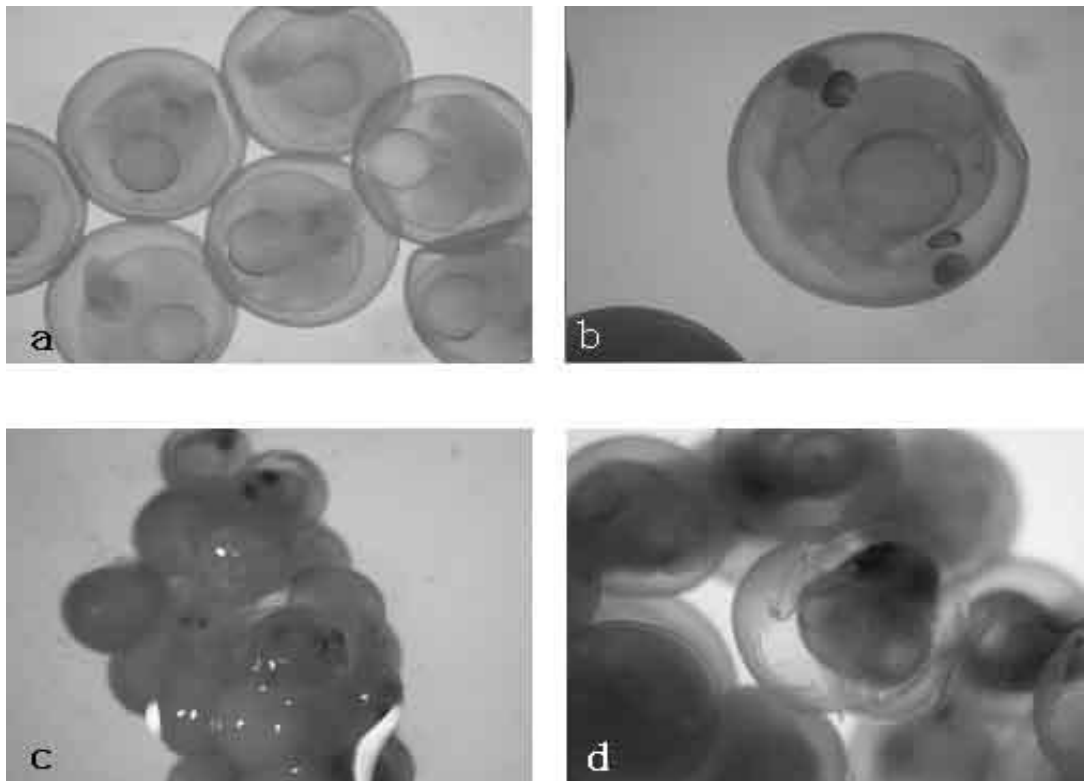


그림 3-5-21. 점액질을 제거한 난의 발생과정. (a) 수정 후 8일된 똑지 난, (b) 수정 후 10일된 똑지 기형난, (c) 수정 후 24일된 점액질 제거 처리난, (d) 수정 후 24일 경과한 부화란

## (다) 부화자어 사육

### ① 먹이공급

부화 직후부터 입과 항문이 열려 있었으며, 난황이 있었으나 부화 후 9일경에는 난황이 모두 흡수되었다. 부화 후 2일부터 28일까지 로티퍼를 공급하였고, 공급한 후 사육수조에 해산 농축클로렐라를 공급하여 부화조내 수질 안정과 로티퍼의 먹이가 되도록 하였다. 부화 후 10일부터는 알테미아를 공급하였으며, 알테미아 공급 후 6일부터 먹이붙임을 위하여 250 $\mu$ m 크기의 배합사료를 같이 공급하였다. 부화 후 45일까지 알테미아를 공급하였고, 이후부터는 자어의 크기에 맞는 배합사료를 공급하였다. 부화자어의 사육에 따른 먹이 공급계열은 표 3-5-1과 같다.

쥐노래미 부화자어의 경우 난황을 달고 있을 때에는 수조저면에 가라앉아 있으면서 가끔 수조 위로 올라오다가 내려가는 행동을 취하다가 성장하면서 벽면 쪽으로 머리를 향하며 유영한다. 이와 같은 습성을 이용하여 로티퍼와 *Artemia*의 먹이체계와 병행하여 저서 부착성 요각류를 먹이로 급이하여 섭이효율을 높이고자 하였으나, 로티퍼와 *Artemia* 급이 후 배합사료로의 전환이 비교적 잘 이루어져 쥐노래미 종묘대량생산시 먹이공급 효율에 대한 부분으로 알맞을 것으로 사료된다.

배합사료의 공급은 종묘생산 과정 중 생물먹이에서 인공먹이로 전환하는 시기로서 배합사료의 먹이붙임 여부에 따라 종묘생산 가능 여부가 결정되는 매우 중요한 과정이다. 먹이붙임의 효율성을 높이기 위해 부화 후 16일부터 *Artemia*를 급이하기전 새벽 동틀 무렵 공복상태에서 배합사료를 공급하였고, 먹이생물과 병행하여 배합사료 소량을 자주 공급하였다. 로티퍼 공급 중단이후에 먹이 붙임이 되지 않아 폐사개체가 두드러지게 증가하는 경향은 없었으나, 부화 후 42일경 일부 수조에서 *Artemia* 공급을 중단하고 배합사료만 공급한 경우 *Artemia*와 혼합 공급한 사육수조에 비해 폐사개체가 급격하게 늘어나 공급 중단 7일 후에는 90%의 개체가 폐사하였다. 이와 같이 초기부터 배합사료에 순치시키는 것이 종묘생산의 최대 관건인 것으로 나타났다.

이(1999)는 30일간 먹이조합에 따른 자어의 성장률을 조사한 결과 로티퍼 + *Artemia* + 미립자 사료 공급구가 가장 좋았으며, 로티퍼 + *Artemia* 공급구의 생존율이 91.4%로 로티퍼 + *Artemia* + 미립자 사료 공급구의 83.6%보다 좋다고 하였다. 미립자 사료의 공급이 없는 경우에 생존율은 높았으나 이후 배합사료로의 먹이 붙임에 대한 효과에 대한 언급이 없어 대량 종묘생산을 위한 장기 실험의 결과로 사용하기에는 무리가 있다. 따라서 대량종묘생산을 위해서는 로티퍼 이후 10일 후에 *Artemia* 급이를 실시하며, 10~15일 후에 배합사료도 같이 병행하여 공급하는 것이 성장률 향상에 효과적으로 사료된다.

표 3-5-1. 일령에 따른 쥐노래미 자어의 먹이 공급계열

Days of hatching		1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~
Rotifer		—————						
<i>Artemia</i>			—————					
formula feed	250 $\mu$ m		—————					
	350 $\mu$ m				—————			
	500 $\mu$ m						—————	



그림 3-5-22. 쥐노래미 사육을 위한 시설 및 먹이생물. (a) rotifer, (b) *Artemia*, (c) 쥐노래미 부화자어 사육시스템, (d) 부화된 쥐노래미 자어 수조

## ② 수질관리

자어 사육조의 수온은 9~21℃의 범위로 부화에서부터 부화 후 30일까지 2차 여과 후 가온하여 평균 15℃가 되도록 하였다. 부화 후 30일 이후에는 수온을 17℃로 서서히 상승시켰으나 폐사개체가 발생하여 부화 후 60일경부터 서서히 수온을 하강시켜 부화 후 120일경에는 수온이 12℃가 되어 가온해수를 제거하고 완전 자연해수로 사육하였다(그림 3-5-23). 환수량은 1일 1/2회전으로 시작하여 먹이불임이 종료된 배합사료 공급시에는 1일 2회전 이상이 되도록 하였다. 부화 후 10일부터 사이편을 이용한 수조바닥 청소를 실시하였으며, 에어레이션 양도 성장함에 따라 증가시켜 배합사료 공급시에 최대공급량이 되도록 하였다.

장 등(2001)은 20℃에서 시간당 2℃씩 10℃를 급격한 수온의 상승 및 하강에 따른 쥐노래미의 스트레스 실험에서 수온 하강시에는 폐사개체가 나타나지 않았으나 상승시에는 전량 폐사하였으며, 혈중 코티졸 농도도 수온 하강시보다 상승시에 더 높게 나타났다고 한다. 본 예비 실험에서도 수온이 20℃ 가까이 되면서 수생균이 발생하고 폐사개체가 늘어나는 것이 관찰되었다. 따라서 20℃ 이후가 되는 6월 이후에 사육할 때에는 수온상승에 대한 폐사에 주의하여야 할 것으로 사료된다.

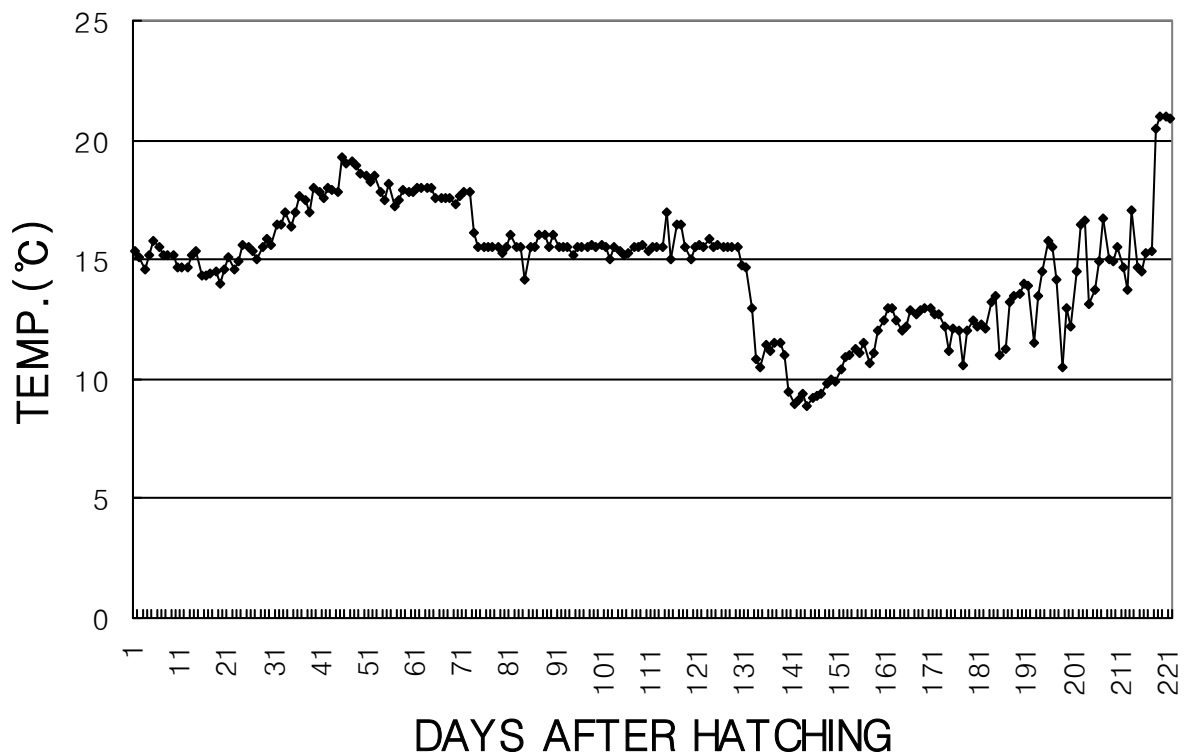


그림 3-5-23. 쥐노래미 자어 사육시 수온변화.

### (3) 환경에 따른 방류 종묘의 성장 기초 연구

부화된 쥐노래미 자어는 난황을 달고 있는 시기에 수조저면에 가라앉아 있다가 가끔 수면위로 떠오르는 행동을 보였다. 난황이 모두 흡수된 이후에는 서서히 수면으로 상승하여 수조 벽 쪽으로 머리를 향하여 떠있는 듯 유영을 하였다. 이러한 먹이섭취 및 유영 행동은 3~4월경 5~7cm 정도의 크기까지 수조의 전체면적을 활용하여 성장하였으나, 이후 서서히 탱크 바닥으로 침강하여 완전한 저착생활을 하였고, 먹이나 관리자의 접근에 대하여 상당히 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

성장도를 보면, 부화 후 41일 된 자어의 체장은  $1.54 \pm 0.23$ cm였으며, 54일된 자어는  $1.64 \pm 0.17$ cm, 68일에는  $2.05 \pm 0.46$ cm, 81일에는  $3.67 \pm 0.82$ cm, 183일에는  $10.85 \pm 0.75$ cm 였으며, 303일에는 18.0cm였다(그림 3-5-24).

쥐노래미 치어를 대(Group A), 중(Group B), 소(Group C) 크기별로 나눠 37일간 사육 실험을 실시한 결과 사료계수와 일간 증중률은 group A, B, C에 대해 각각 1.09, 0.92, 1.09와 1.03, 1.25, 1.00으로 나타나, 개체 중량 27.1g인 group B가 가장 좋았고, 대체적으로 유사한 경향이였다. 일간 사료 섭취율은 각 group에 대해 1.12, 1.15, 1.10으로 나타나 성장이 좋았던 group B에서 가장 높았다. 그러나 생존률은 group A, B, C에서 각각 73.5, 77.9, 88.8%로 나타나, 개체중량이 11.8g으로 크기가 가장 작았던 group C에서 가장 좋았다.

본 실험에서 쥐노래미는 수온 20℃이상이 되는 6월 중순 이후부터 폐사량이 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 자어의 유영습성 중 난황시기에 바닥에 가라앉아 있다가 서서히 부상하여 떼를 지어 유영을 하며 먹이를 먹으며, 수조의 전체면적으로 골고루 이용하였다. 그러나 3-4월경부터 착저하고 외부 자극에 대하여 매우 민감한 반응을 보였다. 이러한 점으로 미루어 방류시기를 선택할 경우 4월 이후 도피성이 커지는 시기를 택하고 6월 수온 상승기 이전에 방류가 이루어져야 하는 점 등을 고려할 때 쥐노래미의 방류 적정 시기는 4~5월인 것으로 파악되었다.

우리나라 방류에 대한 연구는 방류어류의 생존을 향상을 위한 해상적응시험(홍 등, 2002)에서 참돔을 방류하기 전에 자연먹이 적응능력을 배양하기 위해 사료공급 횟수를 점차 줄여 생존율은 높였지만 성장률은 감소하는 것으로 보고 하였으며, 넙치 유어의 표지방류용 표지표 연구(오 등, 2005)에서는 표지표에 따른 방류된 넙치 치어의 생존율에 대해 연구하였고, 방죽포 쇠파대생태계의 수용력과 수산자원방류(강, 2003)는 모형을 제작하여 방류할 생태계내의 최대 수용량을 계산하였으며, 이외에 연어치어의 방류효과(임, 1990) 등이 보고된 바 있다.

앞으로 본 연구에서는 사육밀도에 따른 쥐노래미의 도피성, 방류에 적합한 시점과 크기 선택, EPA 및 DHA 첨가사료가 기아 극복에 미치는 영향 등 방류종묘의 건강성 강화와 관련된 연구를 수행할 예정이다.

표 3-5-2. 쥐노래미 치어의 사료계수 및 일간성장율

		Group A	Group B	Group C
Initial	Total weight (g)	8,870	8,070	7,690
	Number	238	298	409
	Individual weight (g)	37.3	27.1	18.8
Final	Total weight (g)	12,964	12,786	11,128
	Number	175	232	363
	Individual weight (g)	56.3	45.0	30.0
Feed intake(g)		4,442	4,348	3,751
Total weight gain (g)		4,094	4,716	3,438
Feed efficiency		1.09	0.92	1.09
Daily growth ratio (%)		1.03	1.25	1.00
Daily feeding rate (%)		1.12	1.15	1.10
Survival rate (%)		73.5	77.9	88.8

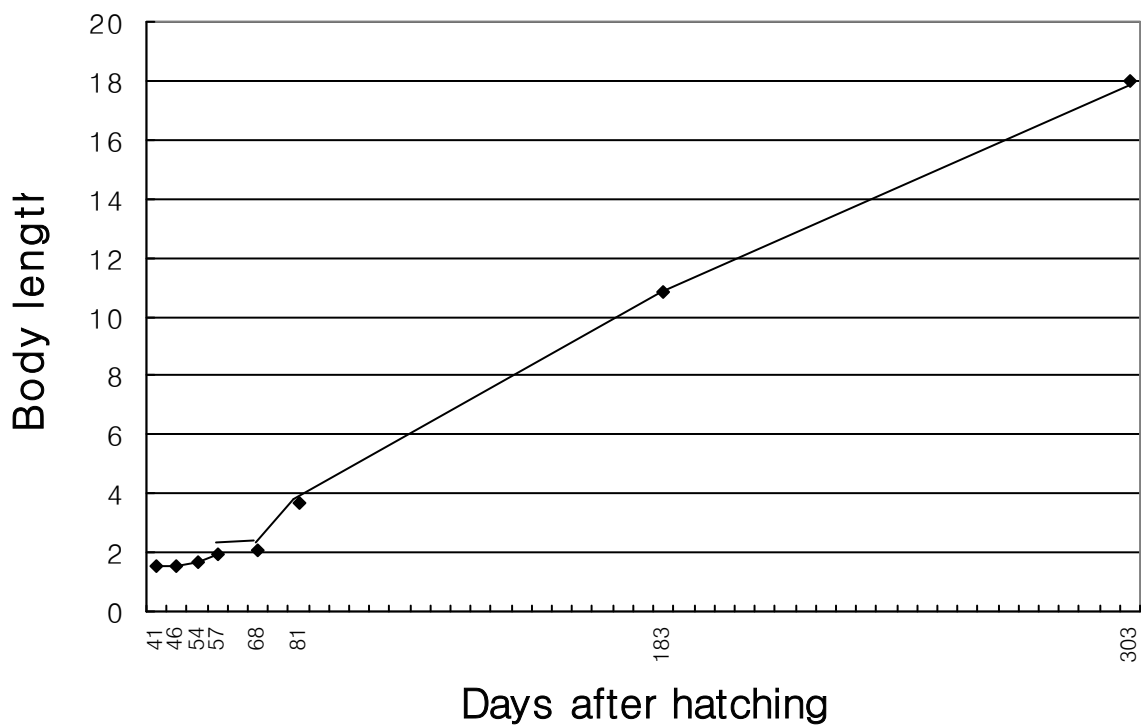


그림 3-5-24. 쥐노래미의 성장.

## 제 6 절 울진바다목장 기본계획수립

### 1. 서론

바다목장 사업은 연안어장의 적극적인 이용개발의 한 수단으로서 자원을 조성하는 방법 중 가장 발전된 방법이다. 국가적 차원에서 보는 바다목장 사업의 목표는 다음과 같이 다섯 가지로 요약할 수 있다.

첫째는 바다목장을 통하여 우리나라 주권 하에 있는 수역을 철저히 관리한다는 것이다. 둘째는 현행의 자원 남획적 연안어업을 바다목장어업 체제로 재편하여 연안자원관리와 다수 어업인들의 소득증대를 꾀한다는 것이다. 셋째는 바다목장을 통해서 종합적이고 체계적인 해양생태계 관리와 국가의 중요시책인 기르는 어업의 실현이다. 즉 바다는 생물뿐 만아니라 화학, 물리, 지질학적 현상에 의하여 유기적으로 구성되어 있기 때문에 해양생태계를 관리하기 위해서는 해양에 관련된 각종 정보를 알고 있어야 한다. 이러한 측면에서 바다목장은 해양의 특성을 가장 잘 파악하여 이용하는 것이므로 해양생태계의 관리에 기여할 것으로 여겨진다. 한편 수산업의 관점에서 보면 잡는 어업에 대비되는 개념으로서 기르는 어업이 정부의 주요 정책으로 설정되어 추진되고 있는데, 이러한 정책을 실현할 수 있는 가장 좋은 수단이 바다목장이라 할 수 있다. 넷째는 어업생산의 과학화를 실현하는 것이다. 바다목장을 통한 어업생산시스템은 자원의 산란에서부터 어획에 이르기까지 인위적인 간섭을 통하여 이루어지는 생산시스템이다. 즉 자연환경, 어업자원의 생물생태 특성, 서식상태 및 자원량에 대한 정보를 알고 있기 때문에 지속가능한 어업을 실현할 수 있는 과학적인 어업이 가능하다. 마지막으로 상업적 어업과 레크레이션 어업의 균형을 달성하는 것이다. 유어낚시를 비롯한 레크레이션 어업이 날로 증가하고 있는 추세를 볼 때, 향후 해양 수산생물은 단지 어업용으로만 이용하는 것보다는 레크레이션으로 함께 이용할 때 부가가치는 더욱 커질 것이다. 따라서 바다목장을 통하여 상업적 어업과 레크레이션 어업의 균형을 달성하는 것도 중요한 바다목장사업의 목표가 된다.

이상은 국가적 차원에서의 바다목장 사업 목표라고 볼 수 있다. 그러나 울진해역에서의 바다목장사업 목표는 좀 더 세부적이어야 할 것이다. 동해중부에 위치한 울진해역은 난류와 한류가 교차하는 조경 수역으로 어족자원이 풍부하다고 알려져 왔으나, 어업실태를 분석해 볼 경우 연근해어업보다는 마을어업을 포함한 천해어업이 더 발달한 곳이다. 어족자원의 다양성 또한 남해 또는 서해에 비해 낮으며, 이는 단조로운 해안선으로 이루어진 지형적 구조에 따른 서식지의 단순화에 기인한다. 반면 울진은 기후가 온난한 지역으로 임해공단이 없는 깨끗하고 맑은 청정수역으로 해빈이 발달되고, 주변의 자연경관이 수려하여 관광객이 연중 빈번하게 찾아들고 있다. 따라서 울진바다목장은 수산물의 안정적인 생산을 통한 어업소득 증대도 주요한 목표가 될 수 있지만, 바다목장을 통한 지역 해

양레저 활성화 및 바다목장 네트워크 구축을 통한 지역경제를 활성화가 또 하나의 주요한 목표가 될 수 있을 것이다.

1단계 마지막년도에 해당하는 금년도에는 지금까지 수집된 목장해역의 환경 및 자원 구조, 지형특성, 인공어초배치현황과 같은 서식지특성자료와 교통, 편의시설, 행락객의 유동량과 같은 인문사회적 자료를 종합하여 목장조성 기본계획을 수립하였다. 기본계획은 크게 어업형, 관광형 두 가지 대별될 수 있으며, 어업형은 울진바다목장해역의 주요 수산물인 전복, 민들조개, 가자미류의 자원증대를 목표로 삼고 있으며, 관광형은 수중전망대, 해상잔교, 수중 및 항만조명시설, 수서생태체험장, 수중테마관광단지과 같은 시설물을 설치하고, 이들 시설물에서 체험할 수 있는 해양생물을 증대시켜 지역 해양레저 활성화 및 바다목장 네트워크 구축을 통한 지역경제를 활성화를 목표로 한다. 경우에 따라서는 어업형을 목적으로 투입된 구조물이나 수산자원은 관광형을 위해 사용될 수 있으며, 반대로 관광형을 목적으로 투입된 구조물이나 해양생물은 어업형을 위해 사용될 수 있다. 더불어 본 글에서는 어업형 또는 관광형을 위해 투입되는 각종 시설물의 안정성을 예측코자 목장해역의 파랑특성을 기존자료를 이용하여 분석하였다.

## 2. 울진바다목장해역의 서식지 특성

그림 3-6-1은 울진바다목장해역을 IKONOS 영상으로 촬영한 것이다. 바다목장해역은 남북으로의 직선거리가 10km에 이르고, 해역의 북단에 위치한 구산으로부터 외양으로 향하는 거리는 2km, 그리고 해역의 남단에 위치한 후포로부터 외양으로 이르는 거리는 2.5km로 50m 등수심을 따라 외양쪽으로 경계선을 이루고 있다. 해역의 중앙부에는 남대천이 있고, 남대천 하구는 육상 또는 해양에서 수송되는 모래에 의해 생성된 사주에 의해 바다로 좁게 열려있다. 열려진 하구로 연어 등의 어류가 회유하고 있으며, 사주 내측 기수역에는 은어 등의 담수어류가 서식하는 등 사주를 경계로 하천과 해양이 접하는 독특한 서식지를 이루고 있다.

남대천 북쪽에는 주로 대규모의 해빈이 발달하고 있으며, 남대천 남쪽은 직고개 앞 돛진과 등대산 아래쪽을 제외하고는 대부분이 바위해안으로 북쪽과는 대비를 이룬다(그림 3-6-2, 3-6-3). 또한 남대천 북쪽 수심 10m이내의 해안은 수중여가 거의 없는 사질 퇴적물로 이루어져 있는 반면, 남쪽 해안은 사질 퇴적물에 수중여가 조밀한 덩이를 이루어 해안가로 이어진 암반 서식지의 형태를 보인다. 이러한 지형적 특성에 따라 암반부착생물을 대상으로 하는 마을어업은 주로 남대천 남쪽 해안에서 이루어지고 있는 반면, 북쪽 해안에서는 주로 형망을 이용한 어선어업이 이루어지고 있다. 그리고 북쪽 또는 남쪽의 해빈에 세워진 구산항, 직산항, 후포항과 같은 어항의 테트라포드는 또 다른 암반서식지로 기능할 수 있는 곳인데 동시에 항 주변에 시설된 편의시설과 항만특유의 친수공간적 기능으로 인해 다수의 인과들이 몰려들고 있다.



그림 3-6-4는 정밀해저지형조사를 통해 해석된 울진바다목장해역의 해저면 음향영상이다. 수심 10m이상인 곳은 대부분이 사질로 이루어져 있으며, 구산리로부터 정자말까지 이르는 수심 20m이상인 해역과 남대천으로부터 거일리에 이르는 수심 20m이상인 해역에서는 암반이 크게 발달하기도 한다. 이런 곳에서는 수심이 깊기 때문에 마을어업보다는 어선어업과 허가어업(정치망)이 우선되고 있다.

그림 3-6-5 현재까지 바다목장해역에 투입된 인공어초의 분포를 나타내고 있다. 투입된 어초는 대형 콘크리트사각어초, 소형 콘크리트사각어초, 그리고 반구형어초이다. 사각어초들은 주로 수심 20m이상인 곳에 투입되었으며, 연안에는 반구형어초들이 투입되었다. 기존에 시설된 어초의 위치는 앞서 그림 3-6-4의 정밀해저지형조사에도 표기되어 있고, 그 위치가 매우 잘 일치하고 있다.

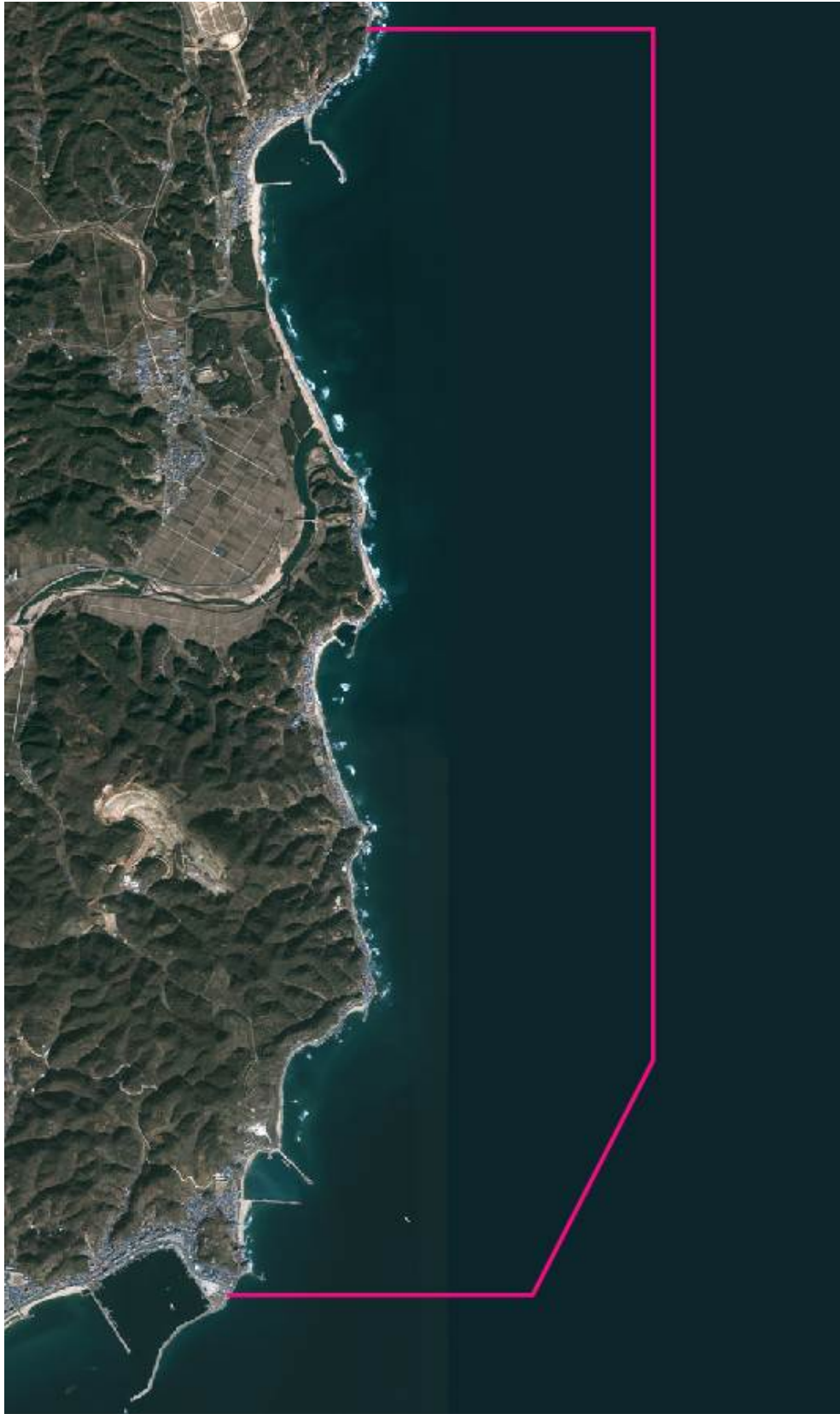


그림 3-6-1. 울진바다목장해역의 위치도.



그림 3-6-2. 울진바다목장의 북쪽 해안의 지형도.



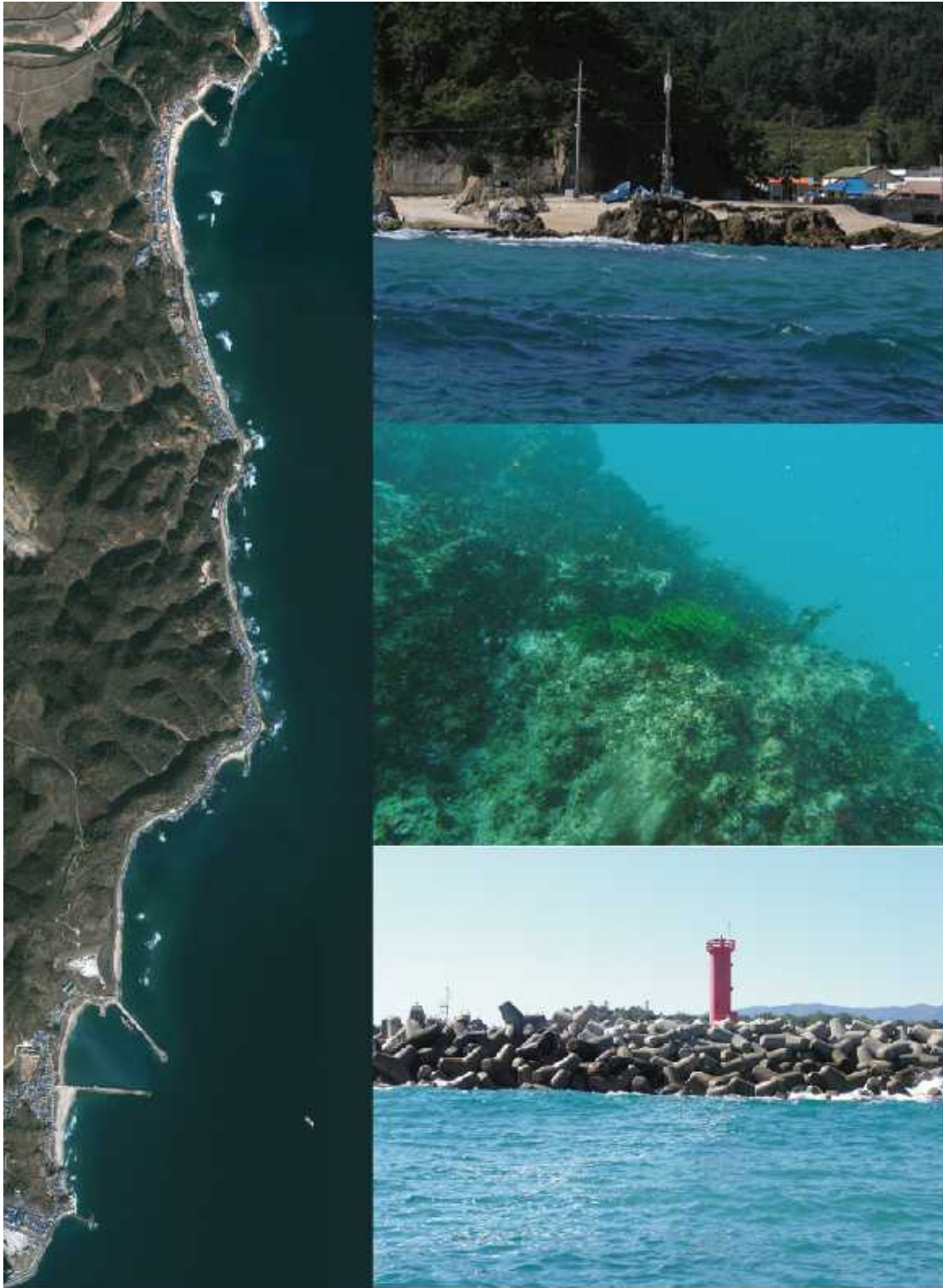


그림 3-6-3. 울진바다목장의 남쪽 해안의 지형도.

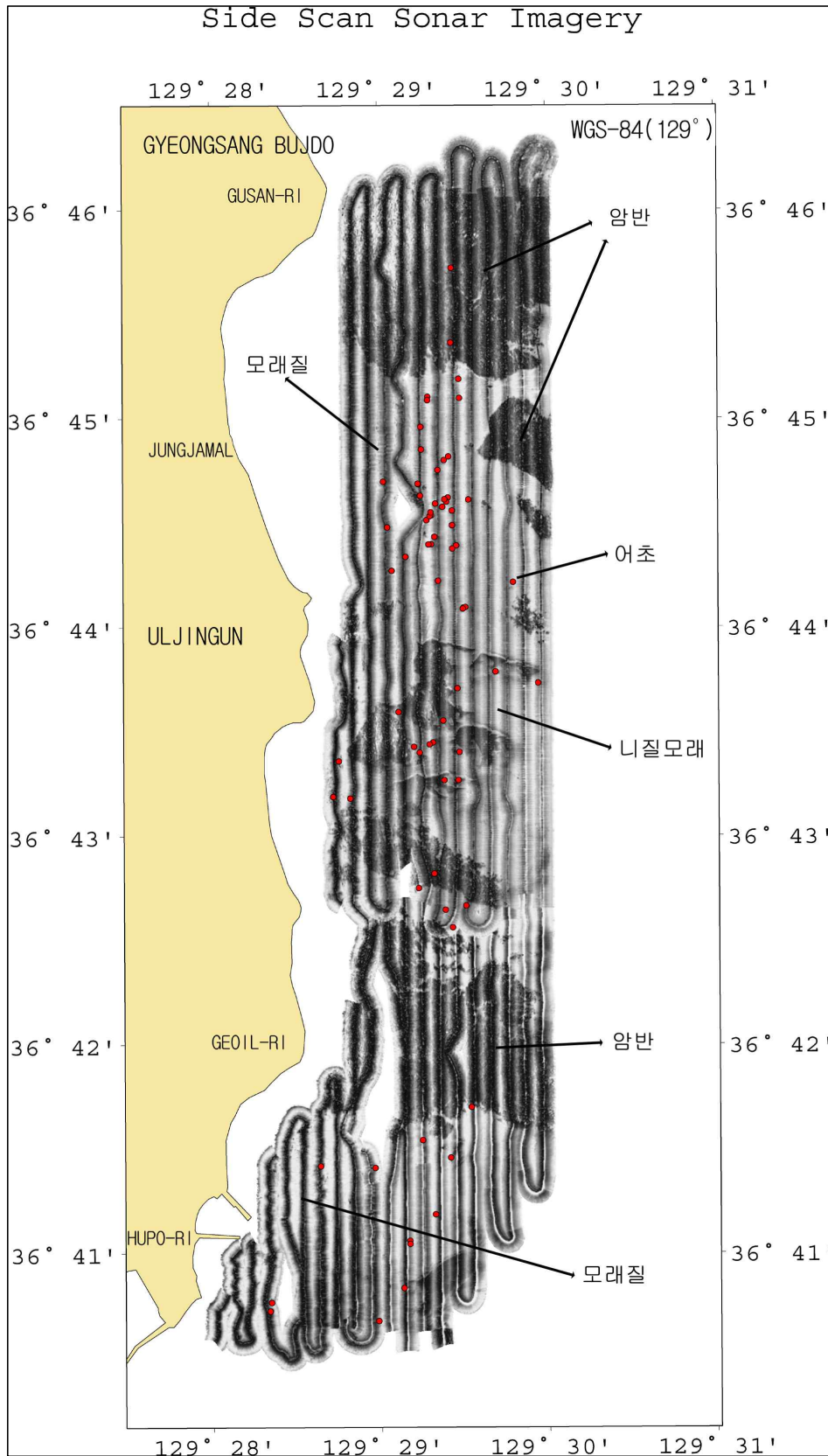


그림 3-6-4. 울진 바다목장 조사구역의 해저면 음향영상 해석.

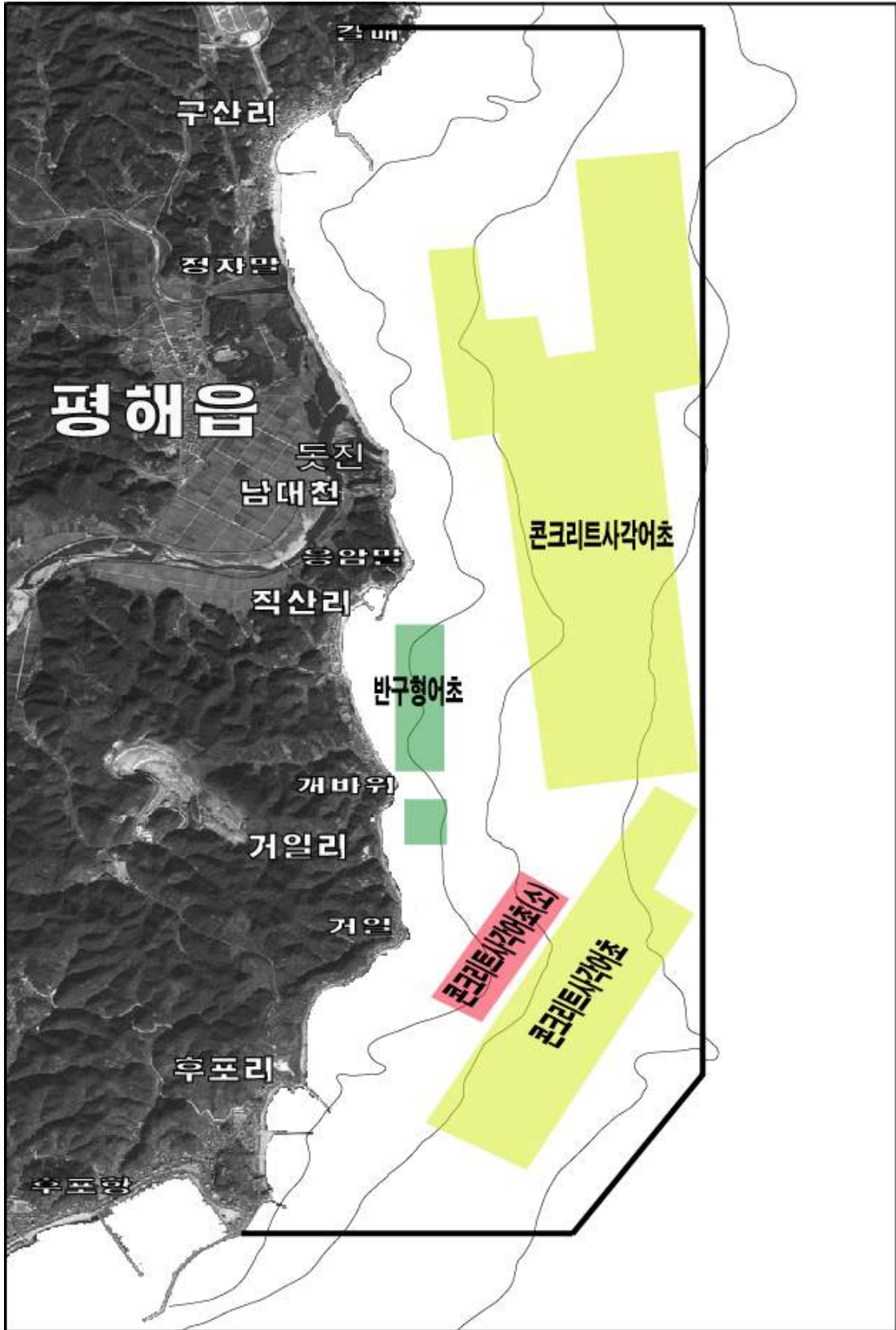


그림 3-6-5. 울진바다목장해역내 시설된 어초의 분포도.

### 3. 울진바다목장해역의 인문 사회적 특성

울진바다목장해역의 인문 사회적 특성은 다음에 이어질 이용·관리분야에서 상세히 설명될 것이므로 본 절에서는 간략하게 소개하였다. 울진바다목장해역으로 접근할 수 있는 주도로는 국도 7번이며, 7번 국도와 이어지는 해안로를 통해 바다목장해역으로 접근할 수 있다. 바다목장해역 주변에서 어획되는 수산물은 구산항, 직산항, 후포항으로 양육되고 있으며, 이중 후포항이 규모가 가장 크고 물동량이 가장 많다. 또 후포항은 울릉도를 오가는 카페리의 기점으로 울릉도를 내방하고자 하는 관광객들이 주기적으로 거쳐드는 곳이다. 이러한 조건으로 인해 숙박 및 위락시설이 위 3개 어항 중 후포항에 가장 많다.

### 4. 울진바다목장 기본계획

앞서 설명된 울진바다목장해역의 서식지 특성과 인문 사회적 특성을 고려하여 목장조성 기본계획을 수립한 것은 그림 3-6-6과 같다. 기본계획은 암반패류조성단지, 수서생태체험장, 어항관광단지, 수중테마관광단지, 사질패류조성단지로 크게 다섯 가지로 나뉘며, 기타 바다목장해역 전체를 하나의 서식지로 활용하여 방류를 통한 가자미류의 자원증대사업이 있다. 항목별 세부계획은 다음과 같다.

#### 가. 암반패류조성단지

암반패류조성단지는 어업형으로 구산항 북쪽 방파제로부터 갈매리 사이의 암반지역과 거일리 암반 돌출부 두 곳이다(그림 3-6-7). 암반패류조성단지는 전복자원을 증대시키는 것을 목표로 종묘방류, 해중립 조성, 자원증대, 생산 및 유통관리를 체계화하는 것이다. 두 곳에서 종묘방류량은 100,000미/년이다. 두 곳 모두가 암반해안이라 할지라도 암반은 해안을 따라 넓게 분포하는 사질 퇴적물의 곳곳에 산재하는 형태를 띠기 때문에 연안어초를 수심 5m 지점에 투입하여 전복서식지를 조성하고, 그 외측에는 간격을 두고 수심 10m까지 테트라포드를 다층으로 쌓아 또 하나의 전복 서식지를 조성하여 전복자원을 증대시키고, 동시에 이러한 서식지를 이용하는 어류 등 수산자원을 부가적으로 증대시킨다. 특히 구산리의 암반패류조성단지는 구산항 북쪽 방파체를 접하고 있기 때문에 방파체 끝부분에 이와 같은 서식지를 조성하여 자원증대를 극대화 한다.

#### 나. 사질패류조성단지

사질패류조성단지는 어업형으로 정자말을 중심으로 한 남대천 북쪽 해안의 해변과 직산리로부터 거일리 북쪽 개바위에 이르는 해변 두 곳이다. 사질패류조성단지는 민들조개자원을 증대시키는 것을 목표로 종묘방류, 자원증대, 생산 및 유통관리를 체계화하는 것이다. 두 곳에서 종묘방류량은 200,000미/년이다. 사질패류조성단지를 위해 특별히 투입되는 시설물은 없다.



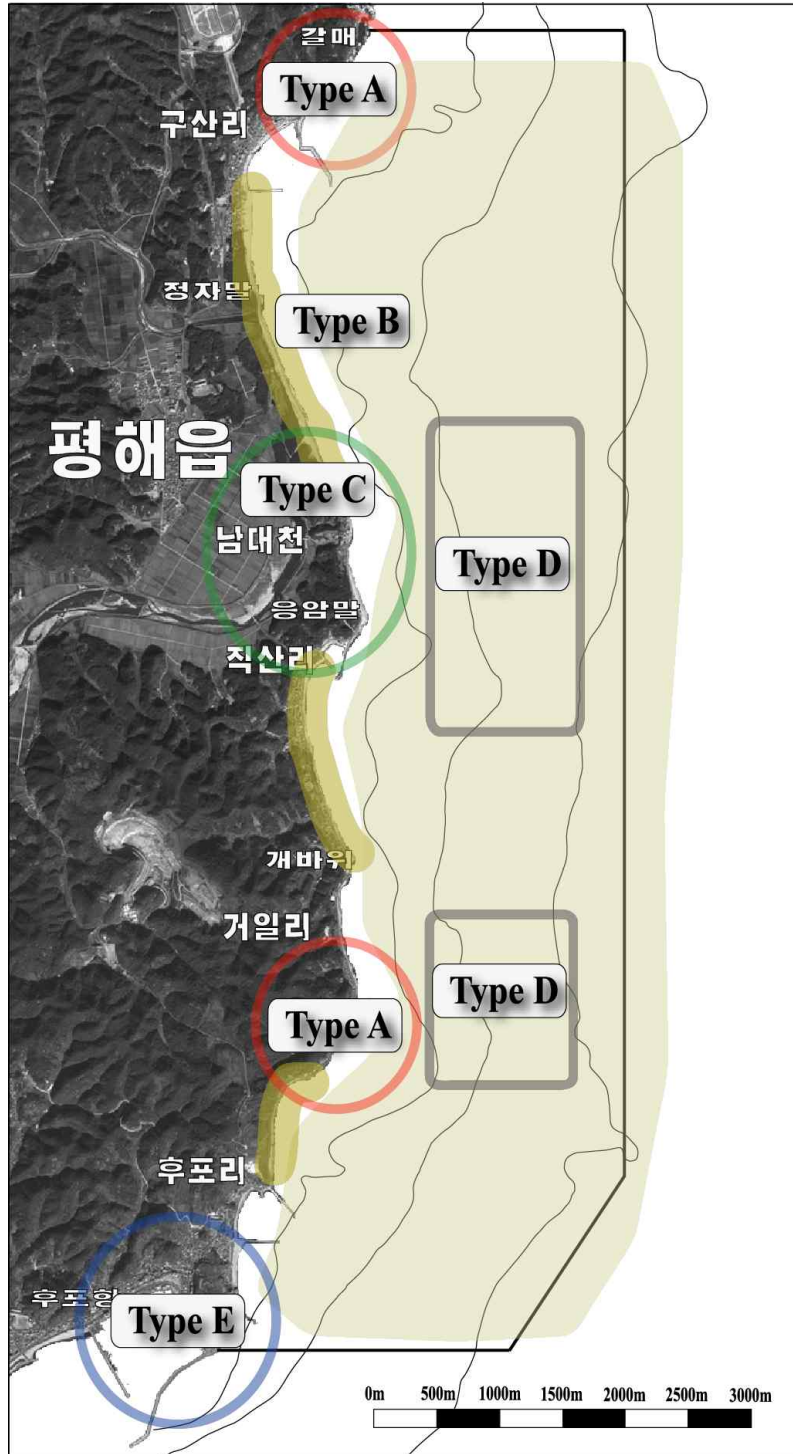


그림 3-6-6. 울진바다목장해역 목장조성기본계획(Type A: 암반패류조성단지, Type B: 사질패류조성단지, Type C: 수서생태체험장, Type D: 수중테마관광단지, Type E: 어항관광단지).





그림 3-6-7. 울진바다목장 기본계획(암반패류조성단지).

#### 다. 수서생태체험장

수서생태체험장은 관광형으로 남대천 하구의 기수역, 남대천 북쪽 해안의 해변, 그리고 남쪽 해안의 바위해안을 포함한다(그림 3-6-8). 남대천 하구의 기수역에서는 하천이 갖는 고유한 서식특성을 이용하고, 여기에 연어와 은어의 종묘를 방류하는 등 하천을 생태체험장을 조성한다. 연어의 방류량은 현재 섬진강 연어사업(500,000미/년)의 약 1/16인 30,000미/년이며, 은어는 50,000미/년이다. 남대천 북쪽 해안의 해변에서는 해수욕과 모래사장이 갖는 생태특성을 체험하고, 동시에 사질패류조성단지에서 조성된 민들조개를 채취하는 등 다양한 생태체험을 갖도록 유도한다. 남쪽 해안의 바위해안에서는 생태체험용으로 암반패류조성단지와 마찬가지로 방법으로 전복을 방류하고, 연안어초 및 테트라포드를 시설하여 해중림이 자연적으로 조성되게 하며, 이러한 과정의 결과로 전복 및 기타 수산동물의 자원이 조성되게 한다. 그리고 가장 남쪽 직산향 북쪽에 돌출된 암반해안에는 수중전망대를 설치하고, 암반패류조성단지와 마찬가지로 방법으로 볼거리를 제공한다. 다만 수중전망대는 파력에 대한 인내한계와 그 경제성이 불투명하여 사업실시단계에서는 면밀한 사전조사가 필요하다. 각각의 생태체험장은 서로 연계된 하나의 생태체험장으로 프로그램화 시킬 것이며, 이 프로그램을 교육·홍보하는 생태박물관을 남대천 하구역에 조성한다.

### 라. 수중테마관광단지

수중테마관광단지는 관광형으로 남대천 앞 수심 20~30m 및 거일리 앞 수심 15~30m로 바닥이 암반으로 이루어진 지역 두 곳이다(그림 3-6-9). 수중테마관광단지는 초급 이상 SCUBA 다이버의 관광 및 생태체험을 목표로 기존어초시설에 퇴역군함, 퇴역열차, 수중조형물, 대수심어초 등을 투입하여 수중에서의 볼거리를 제공한다. 동시에 조피볼락과 쥐노래미와 같은 정착성 어류를 방류함으로써 볼거리의 증대를 강구한다. 이때 방류되는 조피볼락과 쥐노래미의 종묘는 어업자원이 아닌 관광용으로 간주된다. 유의할 점으로 수중테마관광단지를 위한 시설은 기존 사각어초의 위치와 새로이 투입되는 구조물의 덩치와 수심을 상관하여 체계적으로 배열되어야 할 것이다. 초급 이상 SCUBA 다이버를 대상으로 하는 관광사업인 만큼 안전교육에 관한 프로그램이 철저히 강구되어야 할 것이다.

### 마. 어항관광단지

어항관광단지는 관광형으로 후포항 외측 방파제, 방파제 북쪽 암반 돌출부, 그리고 암반 돌출부 북쪽으로부터 제동항에 이르는 해빈을 포함한다(그림 3-6-10). 후포항 외측 방파제는 수중 및 항만조명을 시설하여 친수공간으로서의 기능을 극대화 시키고, 외측으로는 관광용으로 암반패류조성단지와 마찬가지로의 방법으로 연안어초 및 테트라포드를 시설하여 해중림이 자연적으로 조성되게 하며, 이러한 과정의 결과로 정착성 어류 등의 수산자원이 조성되게 한다. 방파제 북쪽 암반 돌출부에서는 암반 서식지의 고유한 특성을 이용하고, 여기에 연안어초 및 테트라포드를 시설하여 정착성 어류 등의 수산자원이 조성되게 하고, 인공낙시터 등의 친수공간을 개발한다. 암반 돌출부 북쪽으로부터 제동항에 이르는 해빈에서는 해수욕과 모래사장이 갖는 생태특성을 체험하게하고, 동시에 해상잔교를 암반 돌출부 부근에 시설하여 별도의 친수공간을 확보한다. 각각의 친수공간은 서로 연계된 하나의 친수공간으로 프로그램화 시킬 것이며, 이러한 프로그램에는 수산물전시 판매장을 통한 특산품의 홍보와 판매를 포함하여야 할 것이다. 친수공간을 찾는 주 고객층의 일부는 울릉도를 내방으로 관광객으로 이들을 대상으로 한 어항관광단지개발이 필수적일 것이다.

### 바. 기타(방류를 통한 가자미류의 자원증대)

이 사업은 울진바다목장해역 전체를 하나의 서식지로 활용하여 방류를 통한 가자미류의 자원증대작업이다. 울진바다목장해역은 난류와 한류가 교차하는 조정 수역으로 어족 자원이 풍부하다고 알려져 있지만, 수온의 연교차가 심해 목장해역에 정착시킬 수 있는 어류가 거의 없다. 저서어류인 가자미류가 모래질로 이루어진 서식지 특성으로 인해 우점하고 있지만, 이 또한 가두어 놓고 원하는 시기에 수확하는 바다목장의 고유개념을 적용시키기에는 무리가 있다. 따라서 본 사업은 단순한 자원방류를 통해 자원증대를 기대하는

자원방류사업에 해당한다.

#### 사. 기본계획종합

이상에서 서술된 울진바다목장 조성계획을 종합하여 개념도를 작성한 것은 그림 3-6-11과 같다. 개념도는 직산에서 남대천까지를 중심으로 앞서 설명된 목장기본계획을 나타내었다.

울진바다목장에 투입되는 시설물의 종류는 표 3-6-1과 같다. 어장조성시설물로 환경관측부이, 중간육성장, 인공어초(연안어초, 대수심어초, 테트라포드 및 자연석)가 있으며, 해양관광시설로는 수중관광시설(퇴역함정, 퇴역열차, 수중전망대), 어항관광단지조성시설(인공낙시터, 해상잔교, 수중조명시설), 생태체험장(수서생태체험장, 해양홍보관), 그리고 배후지조성시설(육상조형물, 해안접근로)을 들 수 있다. 이들 시설물은 현재의 세계적 동향으로 보나 국내실정을 감안해 볼 때, 울진바다목장해역에 적용될 수 있는 것들을 열거한 것이다.

울진바다목장에 투입되는 방류어의 종류는 표 3-6-2와 같다. 종묘방류는 자원조성용으로 어류(가자미류) 및 패류(전복 및 민들조개)가 있으며, 수중테마관광용 어류(쥐노래미, 조피볼락)와 생태체험용 어류(연어, 은어)를 들 수 있다.



그림 3-6-8. 울진바다목장 기본계획(수중생태체험장).





그림 3-6-9. 울진바다목장 기본계획(수중테마관광단지).



그림 3-6-10. 울진바다목장 기본계획(어항관광단지).





그림 3-6-11. 울진바다목장 개념도.

표 3-6-1. 울진바다목장에 투입되는 시설물의 종류

대분류	중분류	소분류
어장조성시설	환경관측	관측부이
	인공어초	연안어초
		대수심어초
		TTP 및 자연석
중간육성장	해상가두리	
해양관광시설	수중관광시설	퇴역함정
		퇴역열차
		수중전망대
	어항관광단지	인공낙시터
		해상잔교
	생태체험장	수중조명시설
		수서생태체험장
배후지조성	해양홍보관	
	육상조형물	
		해안접근로

표 3-6-2. 울진바다목장에 투입되는 방류어의 종류

대분류	중분류	소분류
자원조성용	어류	가자미류
	패류	전복
		민들조개
수중테마관광	어류	쥐노래미
		조피볼락
생태체험용		연어
		은어



## 5. 목장해역의 해수유동

해상관측자료는 조사지역에서 가장 근접한 왕돌초 등표에서 계측된 자료를 조사하였으며, 내용은 파고 및 주기와 바람에 대한 자료를 분석하였다. 연안에 구조물등을 설치하는데 있어 기본자료로써 현장의 파랑자료는 없어서는 안 될 기초자료이다. 그러나 현장관측은 막대한 경비와 해양이라는 특수환경으로 위험부담이 크므로 시·공간적인 제한점이 따르게 된다. 사업수행에 있어 현장조사가 필수적으로 수행되어야 하겠지만 현재는 사업기반조성시점이므로 수치모델에 의한 간접적인 파랑산출자료를 조사하였다. 자료는 해양수산부에서 수행한 “해상파랑관측 및 조사” 사업의 일환으로 24년간의 장기파랑산출자료를 수집하여 분석하였다.

### 가. 해상관측소 자료

왕돌초 등표는 경상북도 울진군 후포면 후포항에서 약 24.5km 떨어진 수중 암초(N 36°42' 36", E 129°44' 24")위에 건설된 등표이다. 해양수산부 주관의 동해안 실시간 자료서비스 일환으로 2003년 9월 실시간 해양관측 시스템 설치 후 시범 운영중이다(www.realtime.kordi.re.kr). 표 3-6-3은 왕돌초 등표에 설치된 센서의 용도 및 제원을 제시하고 있으며, 그림 3-6-12은 설치된 전경을 보여주고 있다.

표 3-6-3. 왕돌초 등표에 설치된 센서의 용도 및 제원

관측센서	관측요소	제조사/모델
초음파센서	파고	STI/DCU1104
음파센서	조위	Aquatrak/4100
수온	수온	센서시스템기술/TSRT.PLN
염분	염분	YSI/YSI600R-C.T
풍향	풍향	R.M.YOUNG/0516
풍속	풍속	R.M.YOUNG/0516
기온	기온	R.M.YOUNG/41372LC
습도	습도	R.M.YOUNG/41372LC
대기압	대기압	R.M.YOUNG/61201



그림 3-6-12 왕돌초 등표의 전경.

그림 3-6-13은 왕돌초 등표에서 관측된 유의파고와 주기의 시계열을 나타내며 표 3-6-4는 관측된 자료의 통계적 분석표를 제시하였다. 2003년 9월 28일~2005년 2월 22일 까지의 총 1년 6개월 자료이며, 자료취득간격은 20분이다. 2003년의 4개월 관측에 평균 유의파고는 1.17m이며, 주기는 6.65s를 나타내었으며, 2004년에는 평균유의파고는 0.87m, 주기는 5.91s를 나타내었다. 관측기간동안의 총 파수는 32629개이며, 평균 유의파고는 0.96m이며, 주기는 6.16s로 나타났다. 유의파고는 평균 0.5~1.4m를 나타내었으며, 주로 겨울에 파고가 1m를 넘었다. 유의파주기는 4.5~7.2s의 범위를 나타내었으며, 계절별 주기 변화는 뚜렷하지가 않다.

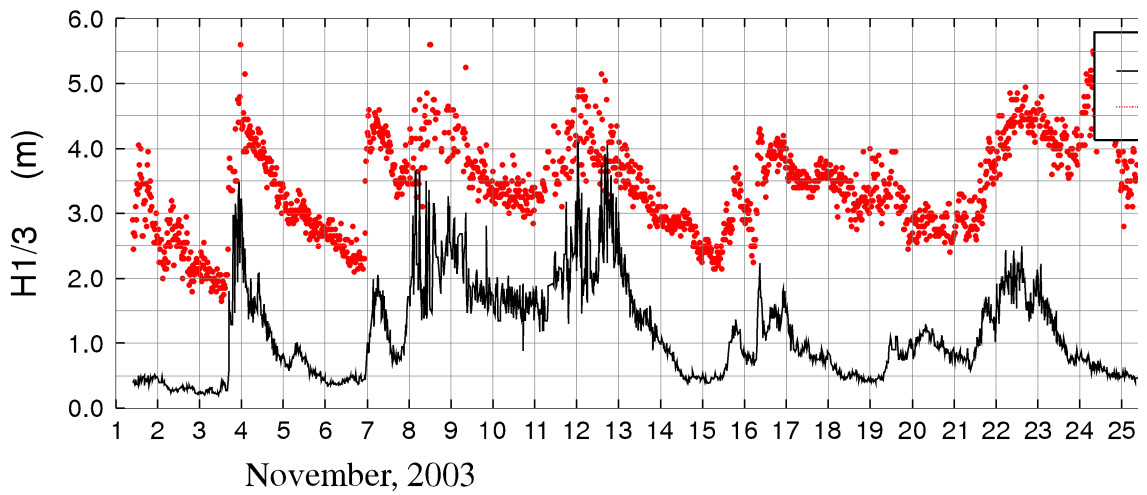
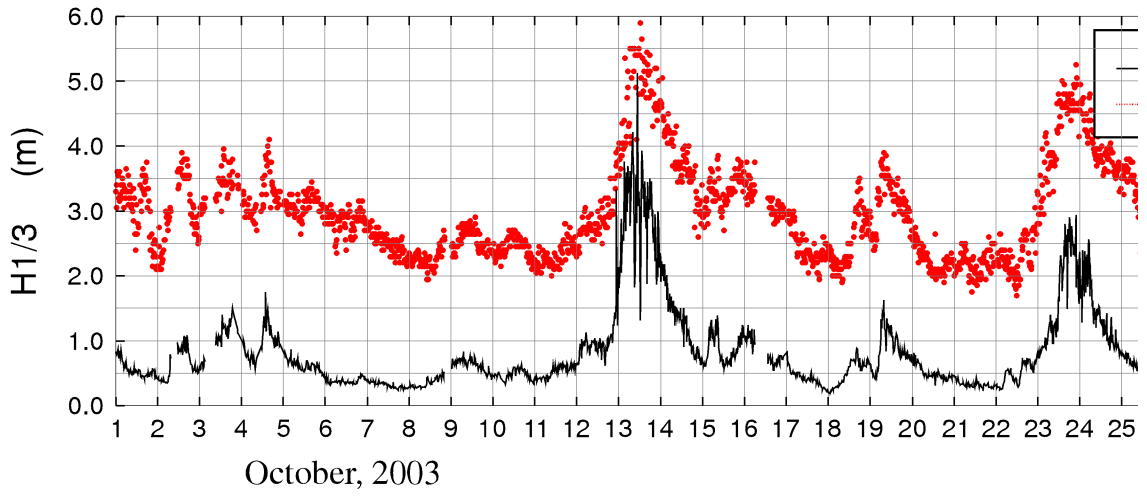
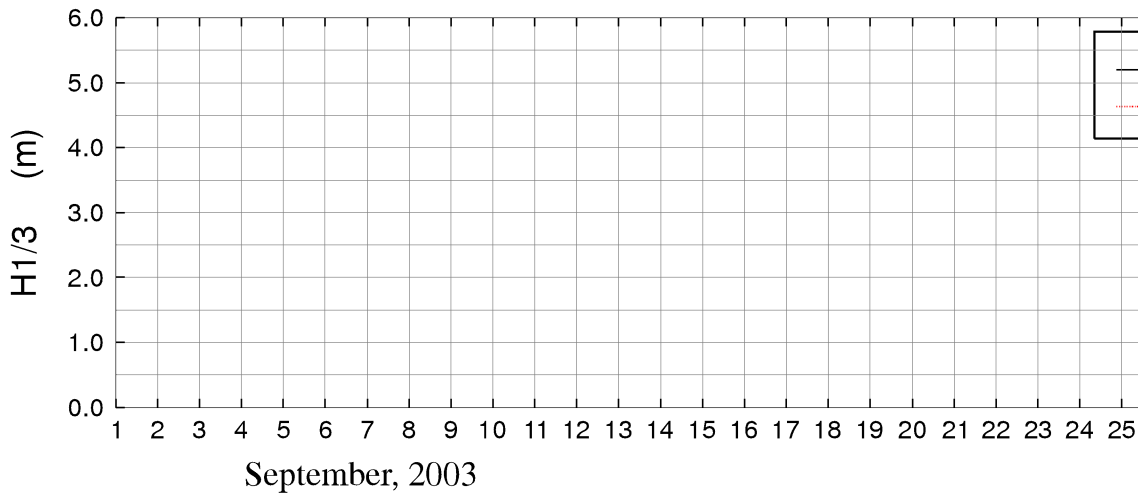


그림 3-6-13. 왕들초 등표에서 관측된 유의파고와 주기 시계열.

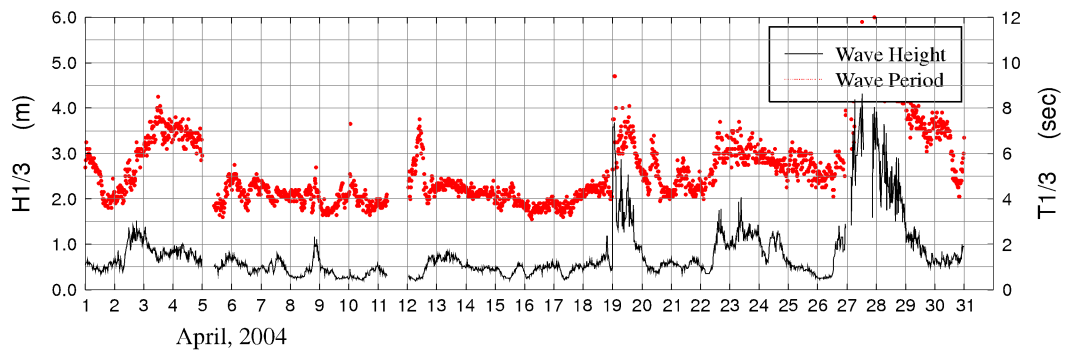
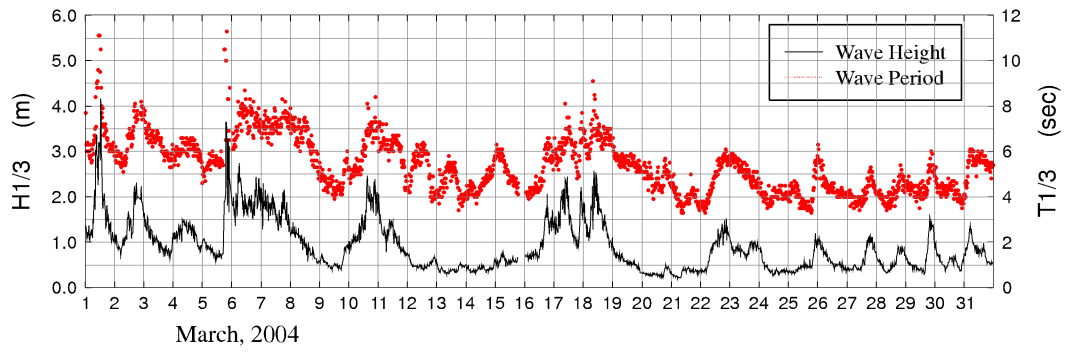
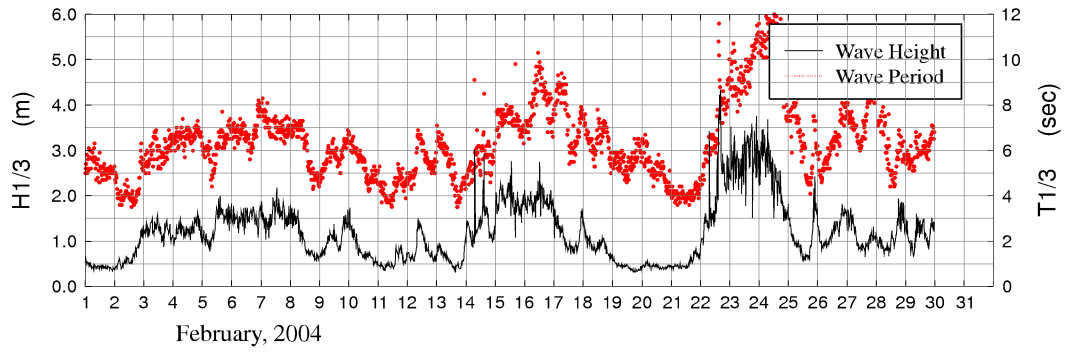
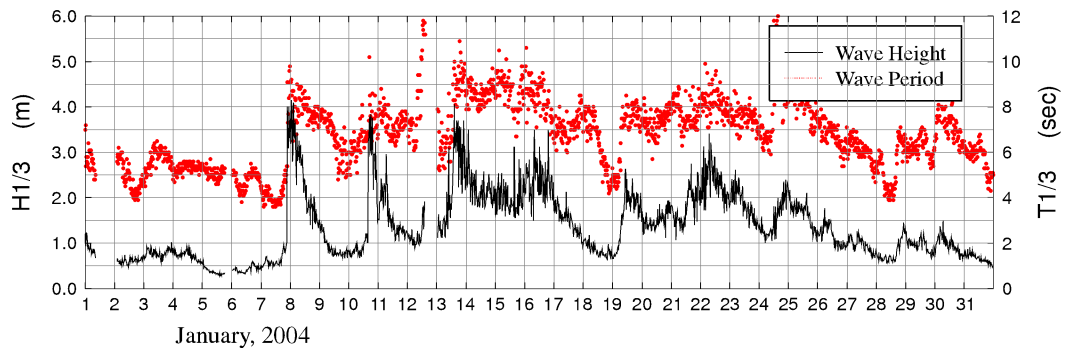


그림 3-6-13. 계 속.

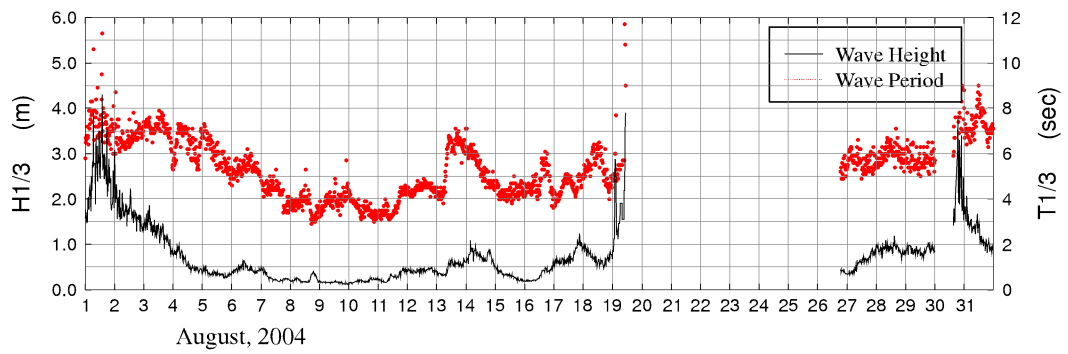
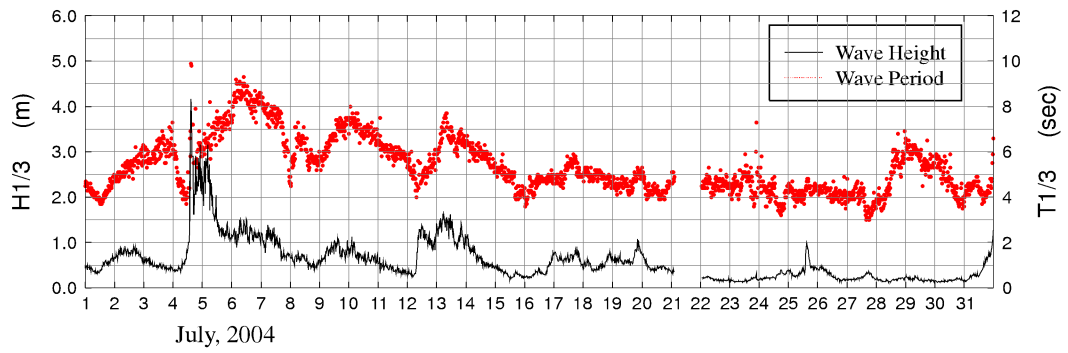
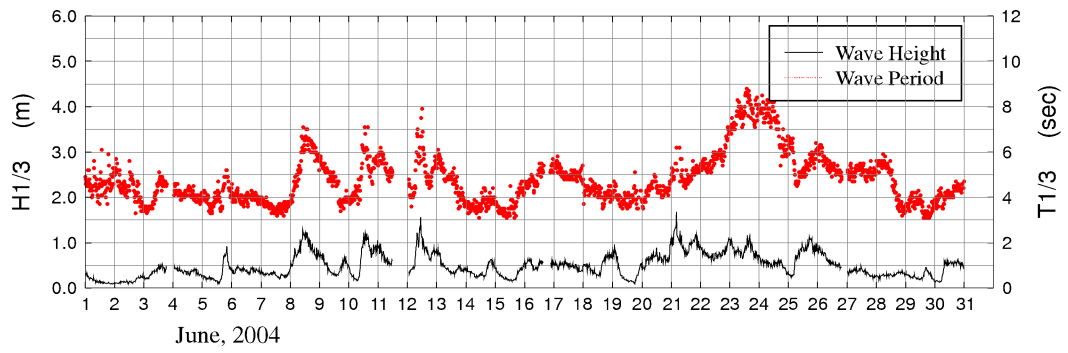
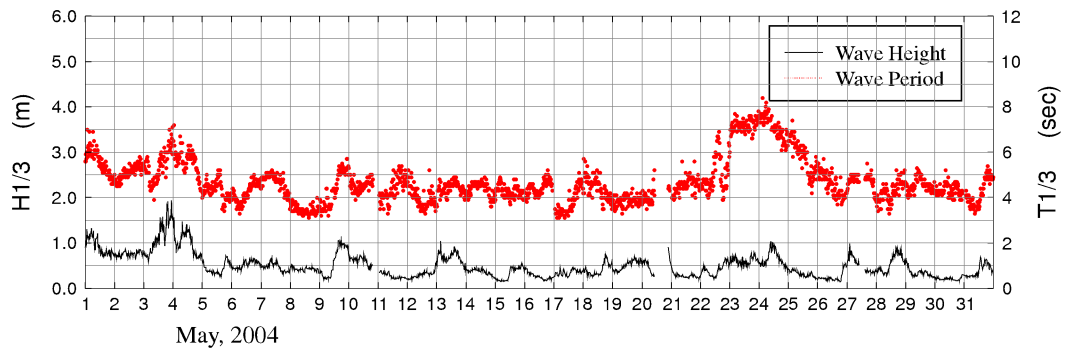


그림 3-6-13. 계 속.

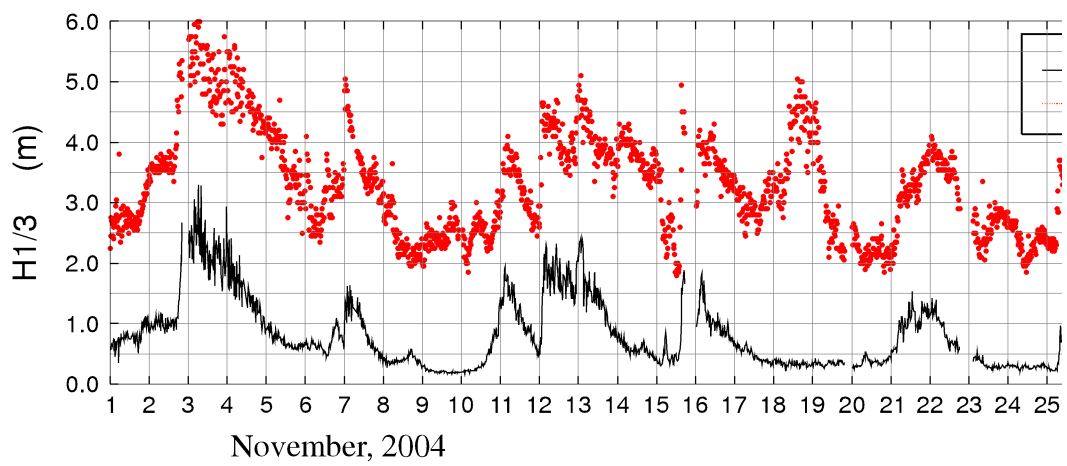
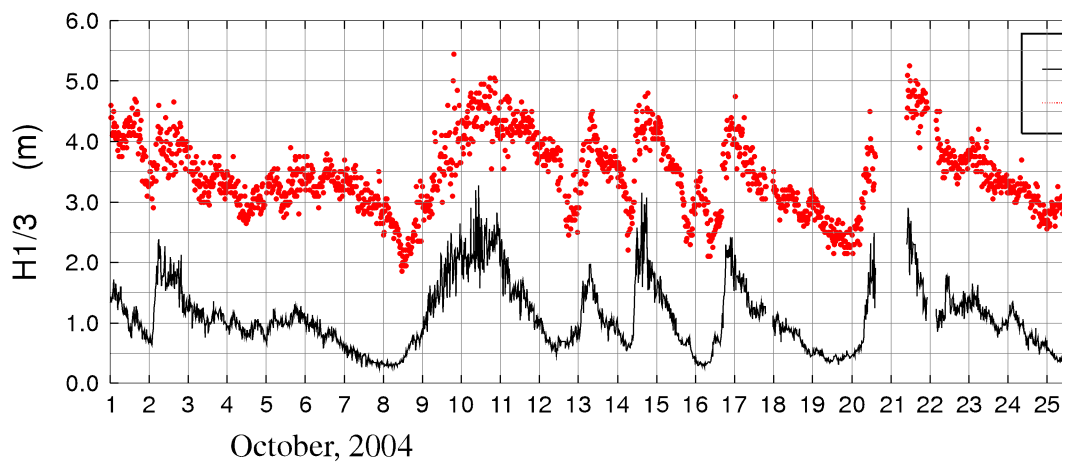
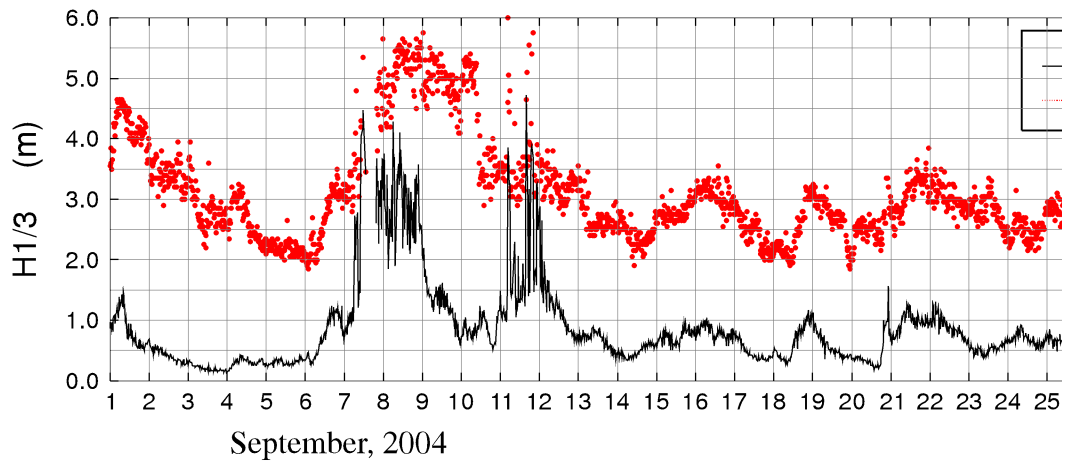


그림 3-6-13. 계 속.

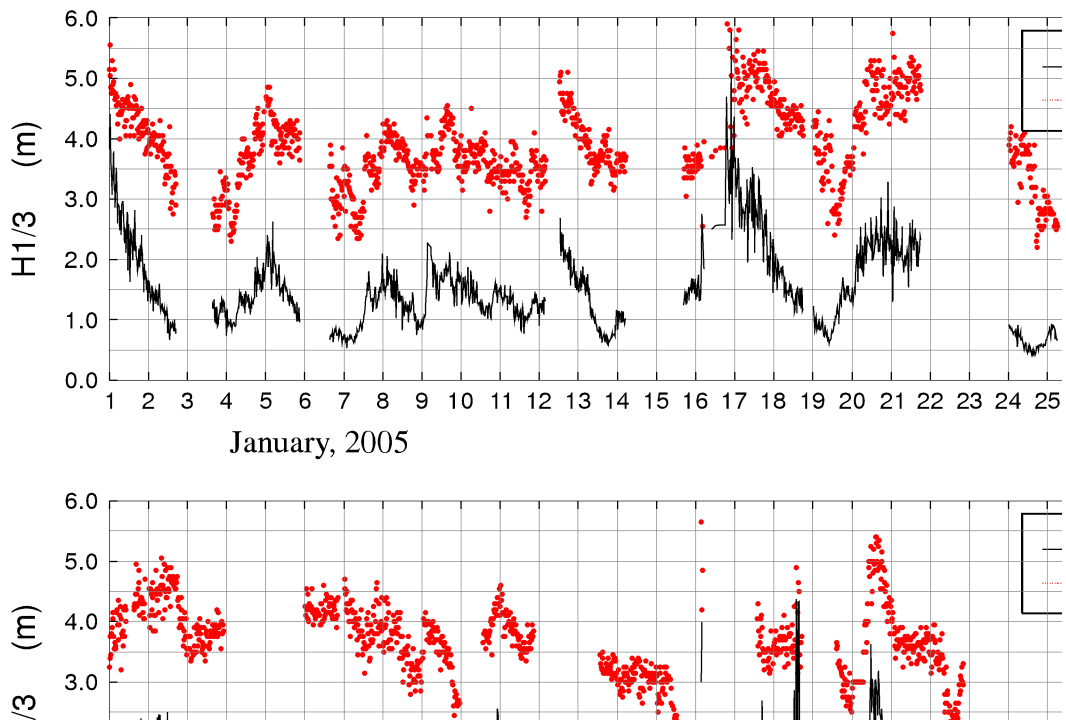


그림 3-6-13. 계 속.

표 3-6-4. 왕돌초 등표에서 관측된 유의파고와 주기

년/내용	월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Tot. No. /mean
2003	No.	-	-	-	-	-	-	-	-	163	2093	2027	1405	5688
	$H_{1/3}$	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	0.86	1.33	1.41	1.17
	$T_{1/3}$	-	-	-	-	-	-	-	-	6.71	6.16	7.09	6.76	6.65
2004	No.	2116	2078	2185	2006	2149	2055	2150	1646	2109	2115	2033	1705	24347
	$H_{1/3}$	1.35	1.19	0.91	0.75	0.50	0.50	0.59	0.74	0.86	1.01	0.86	1.19	0.87
	$T_{1/3}$	6.84	6.35	5.38	5.24	4.71	4.78	5.37	5.39	6.22	6.71	6.75	7.35	5.91
2005	No.	1573	1021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$H_{1/3}$	1.46	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$T_{1/3}$	7.53	7.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total No.		3689	3099	2185	2006	2149	2055	2150	1646	2272	4208	4060	3110	32629
mean	$H_{1/3}$	1.40	1.22	0.91	0.75	0.50	0.50	0.59	0.74	0.88	0.94	1.09	1.29	0.96
	$T_{1/3}$	7.13	6.68	5.38	5.24	4.71	4.78	5.37	5.39	6.26	6.44	6.92	7.08	6.16

## 나. 수치모델의 장기파랑산출자료

파랑자료는 항만등의 연안구조물의 설계, 연안구조물의 시공계획 수립이나 항만매물, 연안침식 및 해안선 변화등을 추정하는 데 없어서는 안 될 기초자료이다. 그러나 파랑자료를 필요로 하는 모든 지점에서 현장관측으로 획득하기에는 막대한 경비가 소요될 뿐만 아니라, 결측이 전혀 없이 연속적인 자료를 관측하기란 매우 힘들다. 이에 대하여 파랑수치모델을 이용하여 간접적으로 산출하는 방법을 택하지 않을 수 없다. 해양수산부는 파랑관측시스템을 구축하여 1990년 말 이후부터 파랑관측자료를 축적하였으며, 관측자료의 보완으로 “해상파랑관측 및 조사” 사업 등을 통해 1979년에서 2003까지의 25년간에 대해 장기간의 파랑산출을 수행하여 장기파랑산출 자료의 데이터베이스를 구축하였다.

우리나라 주변해역을 포함한 북위 20~50°N, 경도 117~143°E의 해역에서 약 18km(약 1/6°)의 격자간격의 157×225의 격자망을 수립하였으며, 바람자료는 유럽 중규모 예보센터(ECMWF)에서 spectral model에 의해 재분석하여 매 6시간 간격으로 산출한 약 0.35°의 격자간격의 N256 Gaussian 격자점 자료를 이용하여 1/6°격자간격의 격자망에서 HYPA 파랑모델을 사용하여 25년간 대상해역의 장기파랑 산출을 수행하였다.

파랑에 대한 보다 정확한 예측을 위해서는 해상에서의 바람장에 대한 정확한 추산이 선행되어야 하며, 바람자료는 ECMWF(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)에서 제공되며, 1일 4회, 매 6시간 간격으로 지상 10m에서의 바람벡터의 동서성분과 남북성분으로 구성되어 있다. 각 격자점에서 정의된 바람벡터를 파랑모델의 격자점에서의 바람벡터로 선형으로 내삽한다. 태풍과 같은 바람장의 시간변화가 큰 경우에는 내삽된 바람장이 평활화되고 태풍의 눈이 넓게 분포되는 경향을 나타낸다. 그러므로, 태풍에 의한 해상풍의 산출은 바람자료부터 내삽되는 시간간격이 장기파랑산출에 사용되는 것보다 짧아야 하고 태풍을 재현하는데 성능이 뛰어난 수치모델이 필요하다.

풍파와 너울 모델이 결합 된 HYPA 파랑모델은 전반적으로 장기파랑산출에는 용이하지만 태풍과 같이 기압과 바람의 시·공간적 변화가 큰 상황에는 정확도가 조금 떨어진다. 그러므로, 태풍에 의한 해상풍산출에는 실시설계와 같은 시점에서 고려되어야 하며, 본 조사에서는 25년간 장기파랑산출자료를 이용하여 태풍시 대상해역의 파랑정보와 산출된 파랑에 대한 통계 분석을 하였다.

그림 3-6-14는 통계분석에 사용된 격자점의 위치를 나타내며, 총 111개의 우리나라 연안 격자점에 대해 파랑을 산출하였으며, 원형으로 표시된 격자번호 74번에 대한 파랑자료를 이용하였다. 대상해역에서 근접한 지점으로 경·위도 좌표는 129°40.2', 36°42'이며 모델에서 사용된 격자번호는 077111이다. 대상해역과는 동쪽으로 19km정도의 거리에 있는 지점이다.



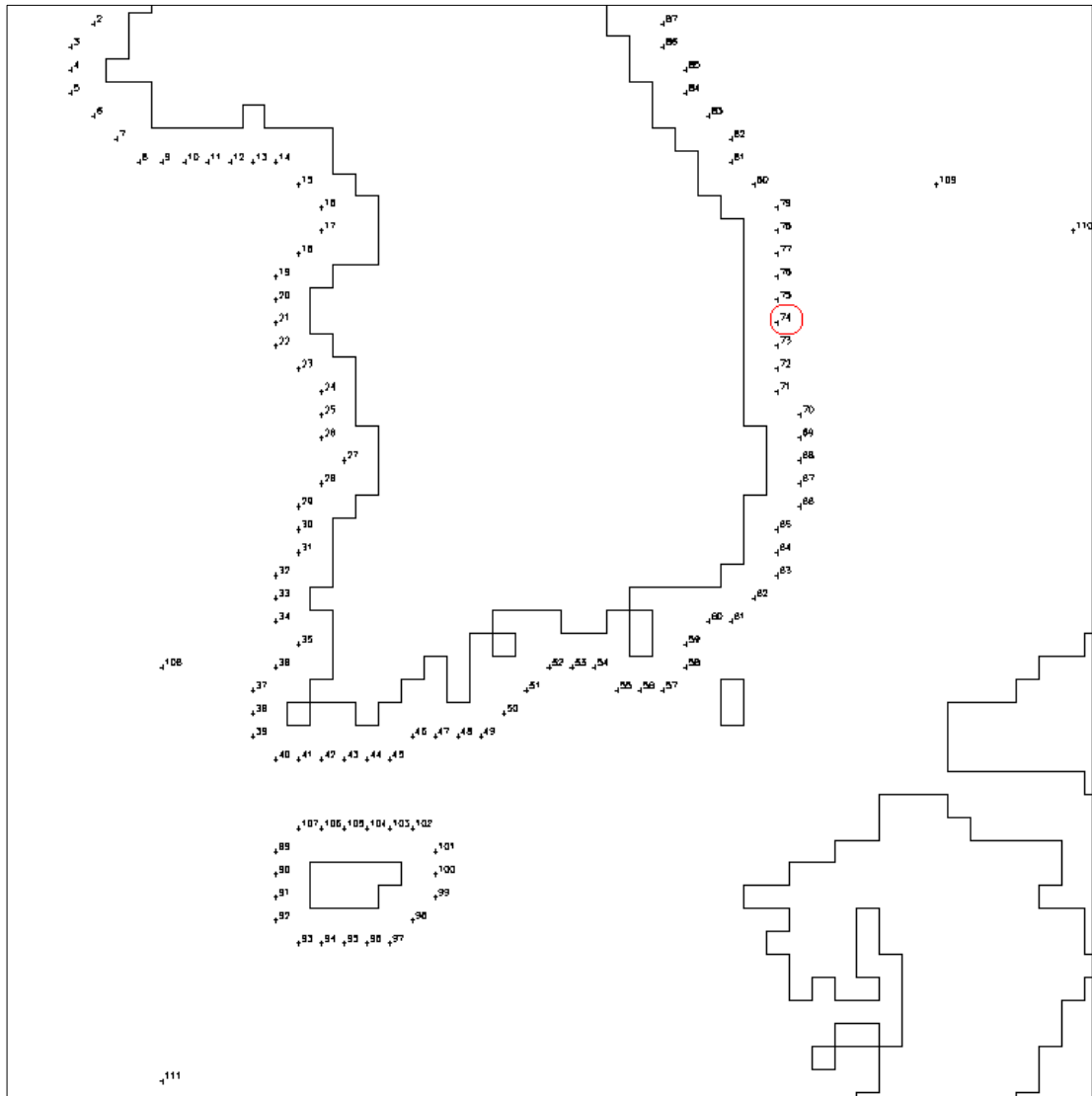


그림 3-6-14. 통계분석에 사용된 연안격자점의 위치.

#### 다. 수치계산결과분석

자료의 분석에 사용된 조건으로는 년별 및 월별 평균 유의파고 및 주기, 25년 재현기간동안의 월별 파고급간 및 파고와 주기의 급간에 따른 분포, 년별 및 월별에 대하여 파향에 따른 최대파고분포, 월별에 따른 파향분포율 및 관측파랑수에 따른 파고급간별 파향분포, 년별 및 월별 최대파랑의 시기 및 방향별 최대파랑의 유의파고 및 주기이다.

표 3-6-5는 25년 재현기간동안의 관측된 파랑의 년별 및 월별에 따른 평균 유의파고 및 주기를 나타내며, 전체 파랑의 평균 유의파고는 0.83m, 주기는 4.8s를 보여준다. 파랑 중 평균 유의파고가 가장 큰 시기는 1월로 1.0m, 주기는 5.2s를 나타내며, 2001년과 2003년에 동일하게 1.03m로 연도별 가장 큰 유의파고를 보이며, 주기도 마찬가지로 5.5s를 나

타내었다. 가장 작은 시기로는 5, 6, 7월로 유의파고가 0.67m, 주기는 4.3s를 나타냈으며, 1986년도에 유의파고 0.72m, 주기 4.5s로 가장 낮았다.

표 3-6-6은 월별에 따른 평균 유의파고 급간별 분포를 나타내며, 전체 파랑중 41%가 유의파고 0.5~1.0m를 차지하고 있다. 총 12달중에 1월에 최대 평균유의파고 1.0m를 나타내었으며, 계절별로 봄과 여름에는 평균유의파고가 0.67~0.88m를 보이다가 가을과 겨울에는 0.86~1.0m로 다른 계절보다 크게 나타났다.

표 3-6-7은 재현기간동안에 급간별 유의 파고 및 주기 분포를 나타내며, 유의파 주기 분포에서 0.0~4.0s에서 45.3%로 가장 많이 분포하였다. 5.0~6.0s에 15.1%, 6.0~7.0s에 12.3%를 나타내었다.

표 3-6-8은 년별 및 월별 최대파랑의 시기 및 방향별 최대파랑의 유의파고 및 주기를 나타내며, 재현기간동안에 최대유의파고는 5.3m로써 2002년 8월에 SE와 SSE방향이며, 주기는 9.6s와 9.7s이다. 그 다음으로 작은 파고 5.2m인 파는 1998년 1월에 NE방향에서 나타났으며, 5.1m는 동일년도 동월에 ENE방향의 파로 나타났다. 주로 북동쪽과 남동쪽 방향의 파가 크게 나타났으며, 북동쪽방향의 큰 파들은 계절풍의 영향으로 보이며 남동쪽의 큰 파들은 태풍에 의해 나타나는 현상으로 판단된다.

표 3-6-5. 년별 및 월별에 따른 평균 유의파고 및 주기(1979-2003)

Year	Content	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
1979	Hs	1.01	1.00	0.79	0.97	0.78	0.53	0.68	0.61	0.91	0.93	0.71	0.67	0.80
	Ts	4.4	5.0	4.8	5.2	4.3	4.2	4.5	4.0	4.8	5.5	4.4	3.6	4.5
1980	Hs	1.06	0.68	0.79	0.91	0.49	0.57	0.77	1.00	0.81	0.85	0.65	0.96	0.80
	Ts	4.9	3.4	4.6	4.9	3.4	4.1	4.7	5.3	4.4	5.0	4.1	5.1	4.5
1981	Hs	0.82	0.81	0.82	0.60	0.83	0.45	0.57	0.64	1.01	0.65	0.89	0.74	0.73
	Ts	4.0	4.6	5.3	4.2	4.9	4.1	3.7	4.2	5.2	3.8	4.3	4.3	4.4
1982	Hs	0.86	0.75	0.72	0.79	0.62	0.68	0.67	0.75	0.97	0.76	0.83	0.65	0.76
	Ts	4.7	4.2	4.7	5.2	4.0	4.4	4.6	4.5	5.0	5.0	4.8	4.0	4.6
1983	Hs	0.76	0.75	1.09	0.67	0.60	0.75	0.63	0.99	1.11	0.86	0.73	0.81	0.81
	Ts	3.8	4.5	5.9	3.8	4.0	4.7	4.5	4.8	5.7	4.7	4.7	4.4	4.6
1984	Hs	0.83	0.84	0.68	0.80	0.61	0.51	0.50	0.68	0.68	0.83	0.92	0.94	0.74
	Ts	4.5	4.8	4.1	4.8	4.5	3.9	3.8	4.1	4.3	4.6	4.5	4.6	4.4
1985	Hs	0.78	1.19	0.74	0.80	0.76	0.69	0.43	0.61	0.85	0.92	0.85	0.87	0.79
	Ts	4.5	5.9	4.1	4.3	4.4	4.3	3.7	3.6	4.7	4.9	4.3	4.7	4.5
1986	Hs	0.75	0.81	0.80	0.53	0.53	0.69	0.63	0.65	0.63	1.02	0.62	0.93	0.72
	Ts	3.9	4.3	5.4	3.5	4.4	4.9	4.4	3.9	4.3	5.6	4.0	5.0	4.5
1987	Hs	0.94	0.96	0.80	0.54	0.59	0.57	0.50	0.53	0.81	0.88	1.02	0.78	0.74
	Ts	5.1	5.1	4.4	3.6	3.9	3.9	3.6	3.9	4.6	4.7	5.4	4.2	4.4
1988	Hs	0.69	0.90	0.88	0.73	0.67	0.64	0.91	0.63	1.24	0.85	0.94	0.71	0.82
	Ts	3.7	4.5	4.6	4.2	4.6	4.4	5.0	4.1	5.8	4.6	4.8	4.1	4.5
1989	Hs	1.11	0.88	0.81	0.71	0.57	0.82	0.63	0.84	0.82	0.74	1.00	0.88	0.82
	Ts	5.5	4.9	5.0	5.0	3.7	4.9	4.0	4.6	4.9	4.5	5.1	4.7	4.7
1990	Hs	0.91	1.14	0.91	0.76	0.61	0.57	0.54	0.53	1.06	0.76	0.85	0.79	0.78
	Ts	5.0	5.3	5.4	4.3	3.8	3.7	4.0	3.7	5.7	5.0	4.5	4.4	4.6
1991	Hs	0.88	0.95	1.02	0.65	0.68	0.44	0.65	0.95	0.98	0.86	0.60	1.08	0.81
	Ts	5.3	5.0	4.9	4.1	4.2	3.6	4.5	4.9	5.3	4.5	3.9	5.1	4.6
1992	Hs	0.81	0.69	1.06	0.81	0.67	0.56	0.43	1.12	0.90	0.91	0.85	0.81	0.80
	Ts	4.5	4.2	5.3	4.7	4.3	3.9	3.1	5.4	5.4	5.3	4.6	4.8	4.6
1993	Hs	1.14	0.88	0.74	0.70	0.60	0.64	0.95	0.66	0.63	0.80	0.89	0.66	0.77
	Ts	5.4	4.9	4.7	4.5	3.9	4.7	5.1	4.4	4.2	4.5	4.3	3.8	4.5
1994	Hs	1.07	1.29	0.79	0.81	0.73	0.89	0.58	0.82	1.21	1.05	1.00	0.98	0.93
	Ts	5.8	6.4	4.9	4.7	4.2	4.8	4.0	4.3	6.0	5.4	5.2	5.4	5.1
1995	Hs	0.85	0.97	1.04	0.63	0.66	0.85	0.51	0.49	0.82	0.78	0.74	0.93	0.77
	Ts	5.0	6.1	5.2	4.2	4.1	5.0	3.7	3.7	4.9	4.8	4.6	6.1	4.8
1996	Hs	0.79	1.04	0.84	0.60	0.51	0.77	0.60	0.72	0.65	0.89	0.96	0.84	0.77
	Ts	5.5	5.6	4.9	4.1	4.6	5.1	4.1	4.5	5.0	5.0	5.5	6.0	5.0
1997	Hs	1.28	0.97	0.94	0.55	0.76	0.48	0.61	0.80	1.16	0.67	1.19	0.97	0.86
	Ts	6.7	6.4	5.2	4.1	4.7	4.2	4.2	4.8	5.9	4.4	6.3	5.3	5.2
1998	Hs	1.11	1.15	0.84	0.88	0.58	1.05	0.98	0.68	1.04	0.93	1.07	1.15	0.95
	Ts	5.4	5.6	4.6	5.1	4.1	5.8	5.1	4.8	5.4	5.1	6.6	5.8	5.3
1999	Hs	0.96	0.91	1.18	0.92	0.58	0.52	0.88	0.81	1.14	0.77	0.91	1.04	0.89
	Ts	6.2	5.5	6.0	5.2	4.0	4.0	4.7	4.9	5.7	5.4	5.2	6.3	5.3
2000	Hs	1.38	0.97	0.81	0.77	0.55	0.57	0.60	0.57	1.26	0.79	1.08	1.07	0.87
	Ts	6.7	5.9	5.3	4.9	4.4	4.4	3.8	4.0	6.7	4.9	5.8	6.4	5.3
2001	Hs	1.47	1.13	0.93	0.78	0.90	0.82	0.69	0.97	1.48	1.22	0.96	1.32	1.06
	Ts	7.0	5.6	5.0	4.1	4.8	4.9	4.4	5.5	6.1	6.3	5.4	6.4	5.5
2002	Hs	1.35	0.73	0.81	0.90	0.90	0.93	0.91	1.13	1.03	0.98	1.13	1.59	1.03
	Ts	6.5	5.1	4.5	4.8	4.8	5.1	5.0	5.3	5.3	5.7	6.3	7.0	5.5
2003	Hs	1.29	1.20	1.24	1.04	0.89	0.69	1.02	0.75	1.00	0.87	1.45	1.25	1.06
	Ts	6.7	5.9	6.0	5.3	4.7	4.7	5.8	4.4	5.5	5.0	5.8	6.4	5.5
Ave.	Hs	1.00	0.94	0.88	0.75	0.67	0.67	0.67	0.76	0.97	0.86	0.91	0.94	0.83
	Ts	5.2	5.1	5.0	4.5	4.3	4.5	4.3	4.5	5.2	5.0	5.0	5.1	4.8

표 3-6-6. 월별에 따른 평균 유의파고 급간별 분포(1979-2003, 단위:%)

Hs/Mon	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0.0 -0.5	16.7	20.7	27.1	37.5	44.9	44.5	42.4	40.2	29.4	28.8	28.1	20.1	31.7
0.5 -1.0	47.8	46.6	42.1	39.7	38.1	38.4	39.8	35.6	33.8	41.7	41.7	47.3	41.0
1.0 -1.5	19.7	18.1	17.6	14.0	10.8	12.3	11.8	14.7	18.5	16.9	15.2	18.0	15.6
1.5 -2.0	8.5	7.8	7.7	5.9	4.0	3.1	4.9	5.8	9.1	7.0	6.7	8.2	6.6
2.0 -2.5	3.6	3.7	3.4	1.9	1.7	1.0	0.9	2.4	4.5	3.5	4.3	3.9	2.9
2.5 -3.0	1.7	1.9	1.6	0.6	0.3	0.4	0.2	0.8	2.6	1.2	2.3	1.3	1.2
3.0 -3.5	1.0	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.4	1.3	0.5	1.0	0.7	0.5
3.5 -4.0	0.6	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.7	0.3	0.5	0.3	0.3
4.0 -4.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1
4.5 -5.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0 -	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mean(m)	1.00	0.94	0.88	0.75	0.67	0.67	0.67	0.76	0.97	0.86	0.91	0.94	0.83

표 3-6-7. 재현기간동안에 급간별 유의 파고 및 주기분포(1979-2003)

Ts(s)	0	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
-----	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	Ave.	%
Hs(m)/	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
0.0-0.5	51848	7515	5984	2117	885	654	322	143	62	19	69549	31.7
0.5-1.0	44526	12189	15996	9034	2902	3356	1185	472	184	73	89917	41
1.0-1.5	2895	4057	8482	9049	2840	4679	1489	469	211	89	34260	15.6
1.5-2.0	33	297	2508	4695	1847	3484	1059	346	114	12	14395	6.6
2.0-2.5	0	9	194	1688	1414	2046	698	210	58	23	6340	2.9
2.5-3.0	0	1	10	263	586	1258	403	144	22	20	2707	1.2
3.0-3.5	0	0	0	20	213	503	263	167	11	2	1179	0.5
3.5-4.0	0	0	0	5	22	226	225	79	6	2	565	0.3
4.0-4.5	0	0	0	0	3	35	64	57	14	0	173	0.1
4.5-5.0	0	0	0	0	0	5	16	23	3	1	48	0.0
5.0-	0	0	0	0	0	0	7	4	0	0	11	0.0
Ave.	99302	24068	33174	26871	10712	16246	5731	2114	685	241	219144	
%	45.3	11.0	15.1	12.3	4.9	7.4	2.6	1.0	0.3	0.1		

표 3-6-8. 년별 및 월별에 대하여 파향에 따른 최대파고와 주기 및 일시(1979-2003)

Year/Dir	N	NN E	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NN W	Tot	
1979	Hs	1.64	3.19	3.94	4.48	3.57	1.9	2.9	3.58	1.17	0.87	0.84	1.29	1.5	1.41	1.31	1.16	4.48
Max	Ts	5.5	7.6	9	9.1	8.6	7	8.1	8.3	3.5	3	3	3.5	3.6	3.5	3.3	3.4	9.1
	Date	228	514	223	129	128	323	817	817	626	106	106	1020	1219	113	330	301	01/ 29
	Time	18	6	3	13	19	7	12	11	4	8	11	15	16	3	13	0	13:00
1980	Hs	3.17	4.21	3.7	3.54	3.33	2.19	1.94	1.76	2.66	1.4	1.47	1.37	1.39	2.11	1.59	1.24	4.21
Max	Ts	8.3	8.8	10.3	9.6	8.6	7	5.9	5.7	6.8	3.6	3.6	3.5	3.6	4.1	4.2	3.7	8.8
	Date	911	1224	1224	129	101	321	714	405	405	419	419	419	1212	130	130	117	12/ 24
	Time	5	4	11	11	15	21	2	16	12	16	17	19	3	5	10	16	4:00
1981	Hs	3.36	3.79	3.42	3.42	2.99	2.68	1.93	1.35	1.32	1.03	1.08	0.91	1.34	1.28	1.31	1.26	3.79
Max	Ts	9	9.1	10.3	7.7	7.5	7	6	4.7	4.8	3.4	3.1	3.2	3.1	3.2	4.3	3.6	9.1
	Date	903	903	904	516	903	903	924	731	510	101	705	101	220	224	1107	1202	09/ 03
	Time	19	21	3	15	3	11	23	23	19	7	0	11	6	3	7	12	21:00
1982	Hs	1.77	3.33	4.38	4.15	2.4	2.23	1.87	1.6	1.3	0.73	0.89	0.84	1.04	1.3	1.23	1.31	4.38
Max	Ts	5.4	8.7	9.5	9	6.9	6.8	6.6	6.6	4.9	2.8	3.5	3	3.3	3.4	3.5	3.9	9.5
	Date	1205	409	925	924	724	224	723	711	710	111	111	108	1111	1024	1024	128	09/ 25
	Time	21	2	0	19	1	4	19	2	11	3	7	5	16	2	3	22	0:00
1983	Hs	2.11	2.67	4.91	4.46	2.23	1.92	2.56	1.91	1.89	1.11	1.26	1.3	1.28	1.31	1.31	1.29	4.91
Max	Ts	5.8	6.8	9.6	9	6.7	6.3	6.9	6.6	5.7	4.2	3.9	3.6	3.7	3.8	3.6	3.7	9.6
	Date	1230	313	928	928	101	1018	414	828	426	426	426	426	218	218	1223	1223	09/ 28
	Time	16	7	6	1	19	18	7	8	11	15	17	19	4	6	9	7	6:00
1984	Hs	2.16	2.13	4.19	3.3	2.92	2.19	1.47	1.04	1.21	0.92	0.83	1.02	1.22	1.13	1.24	1.28	4.19
Max	Ts	6.3	5.8	10.6	8.6	8.1	6.9	6	6.3	4.7	3	3.5	2.9	3.2	3.2	3.8	4.3	10.6
	Date	103	903	1119	1120	821	224	616	607	606	616	311	1027	1020	204	1225	206	11/ 19
	Time	9	9	15	0	9	23	15	3	18	22	18	0	3	8	6	7	15:00
1985	Hs	2.16	3.39	4.29	4.11	3.6	1.46	2.21	2.88	1.59	0.77	0.88	1.18	1.21	1.2	1.34	1.15	4.29
Max	Ts	4.6	7.9	8.9	10.2	8.5	6.3	6.8	7.6	5.4	2.6	3.1	3.7	3.2	4.1	3.7	3.4	8.9
	Date	1101	209	411	412	923	315	814	814	505	903	710	115	404	221	1214	1208	04/ 11
	Time	5	10	14	14	23	9	6	4	9	5	12	7	1	7	18	4	14:00
1986	Hs	2.25	3.21	3.52	2.83	2.45	2.45	3.27	1.07	2.52	1.39	1.5	1.28	1.05	1.17	1.31	1.32	3.52
Max	Ts	5.2	9.7	10.1	8.4	8	6.7	7.7	3.4	6	4.1	3.7	3.6	3	4	3.5	3.9	10.1
	Date	1219	1219	1219	1001	314	828	828	628	828	829	829	829	226	227	121	228	12/ 19
	Time	3	8	14	13	7	2	7	7	15	1	5	9	1	7	20	2	14:00

표 3-6-8. 계 속

Year/Dir		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WN W	NW	NN W	Tot
1987	Hs	1.79	4.38	4.64	3.73	2.54	3.14	2.88	2.26	2.35	1.65	1.56	1.59	1.23	1.21	1.42	1.39	4.64
Max	Ts	5.6	9.8	13.2	9.7	8	7.5	7.7	7.7	6.4	4.6	4.3	4.2	3.3	3.6	3.7	3.8	13.2
	Date	125	203	203	1127	307	715	715	716	421	421	421	421	831	324	1230	1201	02/ 03
	Time	7	6	12	18	5	17	21	1	6	10	12	13	6	18	8	19	12:00
1988	Hs	3.86	3.53	3.6	2.75	2.61	2.11	1.47	1.64	1.09	0.87	0.97	0.91	1.03	1.25	1.27	1.34	3.86
Max	Ts	8.6	10	10.8	8.2	8.2	6.6	6.5	5.6	4.3	3.7	3.5	2.8	3	3.8	3.8	3.6	8.6
	Date	1128	1029	1128	925	320	227	418	418	412	419	204	412	1106	206	203	1127	11/ 28
	Time	6	7	14	11	17	3	5	0	3	4	19	20	1	6	1	4	6:00
1989	Hs	1.86	3.5	3.75	2.91	2.93	2.05	1.71	1.94	1.73	0.91	1.07	0.91	0.92	1.01	1.09	1.11	3.75
Max	Ts	5.5	10.2	9.8	8.3	8.3	7.5	5.2	6.6	5.6	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.5	3	9.8
	Date	416	1101	111	1114	217	728	728	726	725	227	830	830	316	126	1208	113	01/ 11
	Time	6	8	14	11	7	14	22	7	8	21	7	9	9	18	23	8	14:00
1990	Hs	3.7	3.17	3.4	3.63	2.66	1.8	2.28	1.72	1.37	1.19	1.04	1.25	1.58	1.13	1.25	1.39	3.7
Max	Ts	8.5	10	8.3	8.5	8	6	6.8	6.5	5	3.4	3.1	3.3	3.7	3	3.7	3.8	8.5
	Date	1211	1211	1129	1129	131	219	412	609	902	407	413	407	1201	112	123	1226	12/ 11
	Time	8	11	14	10	11	8	13	0	12	13	7	15	17	3	7	22	8:00
1991	Hs	2.32	3.64	3.35	4.28	3.6	2.94	2.22	1.35	0.81	1.12	0.86	0.84	1.05	1	1.5	1.78	4.28
Max	Ts	6.3	8.3	8.5	9.1	8.6	7.4	6.8	6.4	3.2	3.3	2.8	2.7	3.6	3.8	3.5	4	9.1
	Date	216	215	1208	823	1225	729	729	707	719	730	730	420	220	221	1227	1229	08/ 23
	Time	2	12	3	0	11	9	16	19	6	10	3	19	20	6	18	4	0:00
1992	Hs	1.72	3.36	3.97	3.94	2.97	2.67	1.88	1.62	1.18	1.02	0.94	1.1	1.36	1.22	1.15	1.69	3.97
Max	Ts	5	10.1	9.3	9.6	8.2	8.1	6	6.5	3.8	3.5	3.1	3	3.4	3.4	3.6	4.2	9.3
	Date	925	1120	1107	1107	302	317	924	924	507	507	418	929	107	415	1125	1126	11/ 07
	Time	3	17	15	14	11	4	9	20	12	15	3	9	5	16	19	10	15:00
1993	Hs	2.08	4.22	4.66	4.18	2.81	1.63	2.24	1.88	2.31	0.75	1.27	1.06	1.38	1.27	1.36	1.31	4.66
Max	Ts	6.5	10.3	10.1	8.7	8.2	5.5	8.1	6.9	5.5	3.4	3.4	3.3	3.6	3.6	3.8	3.9	10.1
	Date	328	116	116	810	1107	221	602	602	602	917	602	603	222	222	128	128	01/ 16
	Time	15	8	3	4	11	0	10	14	11	6	19	1	9	11	11	10	3:00
1994	Hs	1.94	3.65	4.36	4.58	3.23	2.64	2.48	1.98	1.22	1.37	1.09	1.03	1.15	1.08	1.32	0.97	4.58
Max	Ts	9.9	10	10	10.8	7.5	8.1	7.3	6.6	3.7	3.5	3.2	3.1	3.6	3.2	3.6	3.1	10.8
	Date	515	209	619	1114	1011	1012	810	515	525	701	801	505	327	309	1213	223	11/ 14
	Time	19	14	10	17	20	3	19	5	6	8	17	11	23	18	6	4	17:00

표 3-6-8. 계 속

Year/Dir		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tot
1995	Hs	1.94	2.17	3.28	2.97	2.26	2.64	3.27	2.6	1.1	0.9	1	1.01	1.38	1.28	1.49	1.33	3.28
Max	Ts	7.6	9.1	8	8.5	8.5	6.7	7.9	8.1	4.5	3.7	3.8	3.8	3.2	3.5	3.5	3.6	8
	Date	301	301	916	917	325	309	309	723	826	826	1107	1107	316	1225	1225	1224	09/ 16
	Time	5	9	23	5	13	19	17	19	17	20	8	9	18	4	2	23	23:00
1996	Hs	2.56	2.87	4.37	3.79	2.19	1.5	1.79	1.46	1.53	1.18	1.18	1.05	1.21	1.27	1.26	1.25	4.37
Max	Ts	9.9	9.7	10	8.5	7.6	5.6	6.2	5.2	9.7	3.7	3.5	3	3.5	3.7	3.6	3.4	10
	Date	618	1201	1112	218	1102	430	430	429	625	629	629	501	417	108	202	617	11/ 12
	Time	7	18	23	7	3	18	1	20	12	15	16	23	19	10	2	23	23:00
1997	Hs	3.36	4.79	4.79	3.89	4.57	1.82	2.8	2.57	1.69	1.29	1.15	1.01	1.27	1.16	1.29	1.32	4.79
Max	Ts	9.5	10.5	10.7	10	10.1	7.2	7.4	8.3	5.2	3.6	3.3	3.7	3.3	4	3.5	3.3	10.7
	Date	1207	106	106	916	916	508	1125	1125	507	701	701	101	1126	101	525	524	01/ 06
	Time	10	20	21	8	3	2	7	14	9	13	15	14	18	22	0	17	21:00
1998	Hs	3.06	4.19	5.21	5.13	3.83	1.96	2.15	2.26	1.81	1.77	0.91	0.79	1.19	1.47	1.2	1.24	5.21
Max	Ts	7.7	7.1	10.1	10.9	9.1	6.6	8.3	8.6	4	4	3	2.9	3.1	3.4	3.6	3.2	10.1
	Date	915	930	114	114	401	602	319	319	502	502	703	1210	1207	320	124	213	01/ 14
	Time	22	16	18	23	14	12	14	19	4	5	3	19	3	0	1	20	18:00
1999	Hs	2.58	4.72	4.82	3.61	2.49	2.19	2.37	2.29	1.49	0.92	0.94	1.01	1.34	1.27	1.04	1.55	4.82
Max	Ts	7.4	9.5	10.8	9.6	7.3	6.3	6.8	6.7	3.9	3.4	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.9	10.8
	Date	920	319	920	319	916	727	410	803	803	730	125	412	321	321	321	203	09/ 20
	Time	1	7	15	20	0	11	5	12	18	14	1	19	7	8	14	5	15:00
2000	Hs	2.53	3.81	3.95	3.37	2.95	3.19	4.13	2.28	1.41	1.26	1.64	1.46	0.99	1.48	1.34	1.59	4.13
Max	Ts	9.8	9	9.6	9.5	9.1	6.6	8.6	6.6	5.1	3.5	3.9	3.5	3.4	3.5	3.3	4.2	8.6
	Date	427	124	124	1116	916	915	915	831	711	711	901	916	1204	207	1117	1211	09/ 15
	Time	7	14	17	1	3	22	23	16	7	11	0	19	23	19	7	4	23:00
2001	Hs	2.82	3.6	4.36	3.57	3.15	1.14	1.59	1.64	1.67	1.46	1.7	1.22	1.52	1.35	1.24	1.41	4.36
Max	Ts	6.9	8.2	9.3	8.4	7.5	4.2	3.9	4.6	4.7	3.4	3.7	3.4	3.5	3.5	3.4	3.7	9.3
	Date	1001	223	223	911	107	1015	313	313	313	1231	1009	309	101	101	215	225	02/ 23
	Time	13	12	19	0	7	0	9	13	15	14	20	21	20	23	23	0	19:00
2002	Hs	2.7	3.88	4.6	3.91	3.95	4.45	5.3	5.28	1.63	1.5	1.58	1.66	1.37	1.42	1.48	1.59	5.3
Max	Ts	9.6	10	9.5	8.5	8.1	8.5	9.6	9.7	5.2	4.1	3.7	3.7	3.5	3.6	3.6	3.9	9.6
	Date	1125	1225	1207	1208	831	831	831	831	320	416	706	706	321	321	102	218	08/ 31
	Time	7	9	17	3	12	14	17	18	19	5	16	19	1	2	12	20	17:00
2003	Hs	2.96	4.12	3.9	3.8	3.99	2.18	2.55	2.57	1.7	1	1.03	0.99	1.45	1.52	1.72	1.65	4.12
Max	Ts	7.4	8.8	8.7	8.9	9.9	7	7.5	6.8	5.6	3.8	2.9	3	3.8	3.5	4.2	4.2	8.8
	Date	307	507	1013	1127	1127	912	912	718	418	1028	623	623	127	127	1219	1219	05/ 07
	Time	16	20	1	13	23	15	18	8	13	0	19	21	11	8	14	16	20:00
Tot.	Hs	3.86	4.79	5.21	5.13	4.57	4.45	5.3	5.28	2.66	1.77	1.7	1.66	1.58	2.11	1.72	1.78	5.3
Max	Ts	8.6	10.5	10.1	10.9	10.1	8.5	9.6	9.7	6.8	4	3.7	3.7	3.7	4.1	4.2	4	9.6
	Year	1988	1997	1998	1998	1997	2002	2002	2002	1980	1998	2001	2002	1990	1980	2003	1991	2002
	Date	1128	106	114	114	916	831	831	831	405	502	1009	706	1201	130	1219	1229	08/ 31
	Time	6	20	18	23	3	14	17	18	12	5	20	19	17	5	14	4	17:00

표 3-6-8. 계 속

Year/Mon		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Tot.
1979	Hs	4.48	3.94	2.36	2.57	3.19	1.4	2.31	3.58	2.97	3.43	2.71	2.61	4.48
Max	Ts	9.1	9	7.5	8.2	7.6	7.1	7	8.3	8	8.2	9.7	6.8	9.1
	Date	29	23	11	1	14	26	17	17	29	19	18	31	1/29
	Time	13	3	19	19	6	11	5	11	6	0	19	23	13:00
1980	Hs	3.54	1.23	2.76	3.1	1.4	1.67	1.95	2.68	3.7	2.65	3.11	4.21	4.21
Max	Ts	9.6	5.2	8.2	9.9	6.7	5.6	6.4	9.1	8.9	7.2	7.5	8.8	8.8
	Date	29	27	22	6	25	8	30	27	11	14	21	24	12/ 24
	Time	11	15	7	5	20	7	2	14	3	7	14	4	4:00
1981	Hs	2.21	2.7	2.29	2.3	3.42	1.31	1.86	1.6	3.79	2.51	2.65	2.79	3.79
Max	Ts	7.5	8.2	6.7	8.2	7.7	8.7	6.5	7.3	9.1	8	8.2	10.5	9.1
	Date	15	17	24	20	16	1	3	5	3	19	2	2	09/ 03
	Time	15	0	13	4	15	4	17	6	21	22	8	1	21:00
1982	Hs	2.28	2.42	1.59	3.42	2.04	1.87	2.4	3.8	4.38	2.73	2.43	1.85	4.38
Max	Ts	8.5	7.5	6.8	10.1	7	6.8	6.9	8.5	9.5	8.2	8.2	8.8	9.5
	Date	5	4	31	9	31	1	24	27	25	16	10	18	09/ 25
	Time	7	16	8	9	20	0	1	3	0	9	11	9	0:00
1983	Hs	2.72	2.87	2.67	2.56	1.9	2.04	1.91	3.59	4.91	2.12	1.57	2.17	4.91
Max	Ts	9.1	7.3	6.8	6.9	6.6	6.3	6.4	8.5	9.6	7.5	6	7.3	9.6
	Date	30	2	13	14	6	20	2	16	28	8	22	30	09/ 28
	Time	13	2	7	7	2	14	12	2	6	3	11	12	6:00
1984	Hs	2.23	2.26	2	3.28	2.01	1.54	1.45	2.92	2.52	2.12	4.19	2.71	4.19
Max	Ts	8.9	7.1	5.8	8	6	5.4	6.6	8.1	7.6	6.8	10.6	8.1	10.6
	Date	3	25	20	19	2	16	10	21	3	19	19	15	11/ 19
	Time	15	1	21	2	3	7	18	9	3	6	15	7	15:00
1985	Hs	1.61	3.71	1.83	4.29	2.33	2.71	1.07	2.91	3.6	3.97	2.43	2.49	4.29
Max	Ts	8.9	8.4	6.4	8.9	6.6	8.3	7.3	7.2	8.5	9.4	8.9	9.1	8.9
	Date	21	9	23	11	14	13	5	31	23	6	1	8	04/ 11
	Time	5	2	3	14	3	19	15	8	23	6	10	19	14:00
1986	Hs	2.13	2.01	2.45	1.63	1.12	2.23	1.66	3.27	2.77	3.12	2.15	3.52	3.52
Max	Ts	7.3	6.9	8	6.4	9	6.7	5.1	7.7	7.2	9.6	7.1	10.1	10.1
	Date	21	18	14	16	27	16	2	28	20	11	23	19	12/ 19
	Time	4	6	7	8	14	14	9	7	14	17	12	14	14:00



표 3-6-8. 계 속

Year/Mon		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Tot.
1987	Hs	3.23	4.64	2.54	2.35	2.14	1.58	3.14	1.42	2.9	2.82	3.77	3.19	4.64
Max	Ts	10.7	13.2	8	6.4	10.8	5.2	7.5	5	8.4	8.2	8.6	8.8	13.2
	Date	13	3	7	21	24	2	15	7	16	31	27	6	02/ 03
	Time	6	12	5	6	16	8	17	11	14	8	7	7	12:00
1988	Hs	1.94	2.12	2.63	2.37	2.09	1.7	2.25	1.42	2.97	3.53	3.86	1.95	3.86
Max	Ts	6.3	6.6	8.3	8.1	8.9	5.9	6.3	6.5	8.4	10	8.6	8.2	8.6
	Date	5	27	16	7	24	24	27	11	27	29	28	28	11/ 28
	Time	12	5	4	15	6	13	9	1	18	7	6	15	6:00
1989	Hs	3.75	2.93	2.41	2.22	2.39	2.66	2.05	2.46	2.01	2.56	3.5	2.65	3.75
Max	Ts	9.8	8.3	8.8	6.6	6.6	6.7	7.5	6.8	7.4	9.4	10.2	8.1	9.8
	Date	11	17	4	16	11	8	28	2	13	17	1	18	01/ 11
	Time	14	7	3	2	3	23	14	3	9	0	8	18	14:00
1990	Hs	2.76	2.62	2.81	2.28	2.31	1.95	1.67	1.21	2.68	2.61	3.63	3.7	3.7
Max	Ts	7.9	8.1	8.4	6.8	8.1	6.5	4.9	5.7	8.2	7.5	8.5	8.5	8.5
	Date	30	1	24	12	2	8	14	22	25	26	29	11	12/ 11
	Time	14	3	14	13	20	20	9	11	14	4	10	8	8:00
1991	Hs	2.27	3.64	3.17	2.16	2.37	1.11	2.94	4.28	3.56	2.74	1.88	3.6	4.28
Max	Ts	6.8	8.3	8.3	6.8	7	5.8	7.4	9.1	7.8	7.2	8.4	8.6	9.1
	Date	22	15	8	7	26	9	29	23	27	9	24	25	08/ 23
	Time	2	12	6	15	14	14	9	0	14	19	14	11	0:00
1992	Hs	3.69	3.22	3.34	3.2	2.14	1.84	1.07	3.89	2.33	2.76	3.97	2.5	3.97
Max	Ts	9.6	9.8	8.1	7.7	7	6	3.7	8.9	9	7.3	9.3	8.1	9.3
	Date	31	1	5	10	6	23	12	18	25	20	7	28	11/ 07
	Time	19	0	9	5	6	7	0	19	10	1	15	12	15:00
1993	Hs	4.66	2.67	2.74	2.64	2.16	2.31	2.09	4.18	2.68	2.21	2.94	2.04	4.66
Max	Ts	10.1	7.4	7.6	8.2	8	5.5	6.6	8.7	8.1	7.1	8.4	8.5	10.1
	Date	16	17	7	29	1	2	17	10	3	6	19	31	01/ 16
	Time	3	1	1	1	10	11	14	4	21	10	3	14	3:00
1994	Hs	4.02	3.65	2.03	2.97	2.29	4.36	2.56	2.52	4.09	3.42	4.58	2.6	4.58
Max	Ts	8.5	10	6.8	8.3	6.7	10	8.2	8.4	10	8.6	10.8	8.3	10.8
	Date	11	9	29	7	15	19	25	22	16	20	14	25	11/ 14
	Time	11	14	5	21	2	10	23	3	11	23	17	11	17:00

표 3-6-8. 계 속

Year/Mon		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Tot.
1995	Hs	1.94	2.48	3.27	1.49	1.9	1.97	2.6	1.42	3.28	2.05	2.44	2.36	3.28
Max	Ts	8.4	10.5	7.9	6	6.1	8.6	8.1	4.2	8	7.1	9.9	9.1	8
	Date	19	2	9	11	21	4	23	28	16	1	30	8	09/ 16
	Time	7	7	17	3	7	7	19	7	23	12	23	21	23:00
1996	Hs	2.07	3.79	2.45	1.79	1.48	2.78	1.79	2.16	1.83	3.51	4.37	2.87	4.37
Max	Ts	10.8	8.5	8.1	6.2	4.7	9.8	5.6	7.1	6.6	8.5	10	9.7	10
	Date	8	18	23	30	6	18	8	23	30	31	12	1	11/ 12
	Time	14	7	6	1	8	8	3	14	23	21	23	18	23:00
1997	Hs	4.79	2.19	3.21	1.83	2.51	1.86	1.71	2.29	4.57	1.88	2.9	3.66	4.79
Max	Ts	10.7	9.3	8.6	6.2	9.3	5.8	5.6	7.9	10.1	8.4	7.4	9.9	10.7
	Date	6	22	14	3	20	28	1	12	16	11	22	7	01/06
	Time	21	10	19	2	10	7	8	2	3	1	2	13	21:00
1998	Hs	5.21	4.1	2.97	3.83	1.95	3	2.79	1.66	4.19	3.29	3.46	4.04	5.21
Max	Ts	10.1	10	8.6	9.1	6.2	9.6	6.7	8.3	7.1	9.4	9.1	9.9	10.1
	Date	14	21	9	1	1	3	26	16	30	1	17	1	01/14
	Time	18	3	17	14	23	11	3	11	16	11	5	18	18:00
1999	Hs	2.47	3.16	4.79	2.6	2.25	1.72	2.34	2.29	4.82	2.29	4.3	2.97	4.82
Max	Ts	7.7	8.5	9.7	7.2	6.6	5.7	8	6.9	10.8	6.6	10	9.8	10.8
	Date	23	3	19	10	24	29	27	3	20	23	15	21	09/20
	Time	20	14	8	11	13	10	18	13	15	1	23	7	15:00
2000	Hs	3.95	3.1	1.67	2.65	1.69	1.33	2.28	2.28	4.13	2.37	3.81	2.52	4.13
Max	Ts	9.6	10.7	6.8	9.8	6.4	6.4	6.4	6.6	8.6	6.9	9.8	9.6	8.6
	Date	24	8	19	27	27	27	30	31	15	26	15	28	09/15
	Time	17	18	21	8	3	15	20	16	23	17	23	18	23:00
2001	Hs	3.85	4.36	2.26	2.5	2.5	1.92	1.57	2.37	3.78	2.82	3.27	3.65	4.36
Max	Ts	8.6	9.3	6.6	8.3	6.4	8.3	5.4	9.2	8.2	6.9	8	8.3	9.3
	Date	26	23	10	20	22	21	16	28	10	1	9	25	02/23
	Time	3	19	10	2	11	3	3	8	23	13	8	6	19:00
2002	Hs	3.49	1.94	2.34	2.74	2.73	2.64	3.67	5.3	3.15	3.99	2.91	4.6	5.3
Max	Ts	8.4	9.9	6.3	7.4	8.4	6.2	8.7	9.6	9.4	8.6	9.9	9.5	9.6
	Date	16	19	2	3	16	22	5	31	1	19	9	7	08/31
	Time	3	8	15	9	2	4	22	17	0	5	0	17	17:00
2003	Hs	3.65	3.77	3.43	3.06	4.12	1.88	2.57	1.83	2.55	3.9	3.99	2.83	4.12
Max	Ts	9	8.7	11	8	8.8	5.1	6.8	5.9	7.5	8.7	9.9	9.3	8.8
	Date	14	19	8	19	7	27	18	8	12	13	27	12	05/07
	Time	8	21	20	0	20	15	8	22	18	1	23	11	20:00
Tot.	Hs	5.21	4.64	4.79	4.29	4.12	4.36	3.67	5.3	4.91	3.99	4.58	4.6	5.3
Max	Ts	10.1	13.2	9.7	8.9	8.8	10	8.7	9.6	9.6	8.6	10.8	9.5	9.6
	Year	1998	1987	1999	1985	2003	1994	2002	2002	1983	2002	1994	2002	2002
	Date	14	3	19	11	7	19	5	31	28	19	14	7	08/31
	Time	18	12	8	14	20	10	22	17	6	5	17	17	17:00

관심 해역에 태풍과 같은 이상 파고시에 발생 파랑의 추산은 구조물 설치나 해역조성에 있어서 매우 중요하다. 그러므로, 파랑모델의 자료의 정확도를 높이기 위해 태풍시의 기상자료를 기본자료로 입력하여 추산하였다. 입력시 128개의 태풍자료를 사용하였으며, 수치결과는 1979~2003년에서 태풍 발생기간동안의 최대유의파고 및 주기를 구하였다.

표 3-6-9는 수치 입력에 사용된 태풍목록 및 관심 해역에 태풍 내습시 기간동안에 최대유의파고 및 주기를 나타내었다.

표 3-6-10은 태풍내습으로 인한 최대유의파고 순위를 나타내었으며, 수치 입력에 사용된 태풍목록 및 관심 해역에 태풍 내습시 기간동안에 2002년에 내습된 RUSA에서 최대유의파고 5.28m, 주기 10.4s로 가장 큰 파가 추산되었으며, 그 다음으로 1983년에 FORREST가 4.91m, 주기 10.2s를 나타내었다.

**표 3-6-9. 태풍내습으로 인한 최대유의파고 순위**

순위	태풍발생년도	태풍이름	Hs(m)	Ts(s)
1	2002	RUSA	5.28	10.40
2	1983	FORREST	4.91	10.20
3	1991	GLADYS	4.28	9.00
4	1993	ROBYN	4.11	9.10
5	1998	YANNI	4.01	8.70
6	1985	BRENDA	3.93	9.90
7	1982	ELLIS	3.80	10.30
8	1981	AGNES	3.79	10.30
9	1980	ORCHID	3.70	9.90
10	1994	ORCHID	3.65	9.50

표 3-6-10. 수치 입력에 사용된 태풍목록 및 최대유의파고 및 주기

번호	태풍번호	태풍이름	최저중심기압(hPa)	영향기간	Hs	Ts
1	5111	MARGE	886	08.15 - 08.24		
2	5114	PAT	980	09.25 - 09.30		
3	5209	KAREN	955	08.14 - 08.19		
4	5211	MARY	985	08.31 - 09.04		
5	5412	JUNE	910	09.08 - 09.15		
6	5507	CLARA	920	07.10 - 07.17		
7	5522	LOUISE	930	09.24 - 10.01		
8	5609	BABS	960	08.11 - 08.18		
9	5611	DINAH	970	08.30 - 09.06		
10	5612	EMMA	930	09.01 - 09.10		
11	5707	AGNES	905	08.16 - 08.22		
12	5710	BESS	950	08.29 - 09.08		
13	5905	BILLIE	970	07.14 - 07.19		
14	5909	JOAN	885	08.28 - 09.02		
15	5911	LOUISE	965	09.02 - 09.08		
16	5914	SARAH	905	09.14 - 09.18		
17	5915	VERA	895	09.23 - 09.27		
18	6006	POLLY	950	07.19 - 07.29		
19	6015	CARMEN	975	08.15 - 08.23		
20	6118	NANCY	890	09.13 - 09.17		
21	6205	JOAN	985	07.07 - 07.11		
22	6209	NORA	968	07.30 - 08.04		
23	6304	SHIRLEY	945	06.17 - 06.21		
24	6405	BETTY	960	07.02 - 07.07		
25	6409	FLOSSIE	980	07.24 - 07.30		
26	6411	HELEN	930	07.28 - 08.04		
27	6420	WILDA	895	09.20 - 09.26		
28	6513	HARRIET	970	07.24 - 07.29		
29	6515	JEAN	940	08.01 - 08.07		
30	6523	SHIRLEY	940	09.05 - 09.11		
31	6615	WINNIE	970	08.18 - 08.26		
32	6807	POLLY	965	08.08 - 08.18		

표 3-6-10. 계 속

번호	태풍번호	태풍이름	최저중심기압(hPa)	영향기간	Hs	Ts
33	6909	CORA	935	08.18 - 08.25		
34	7009	WILDA	940	08.09 - 08.16		
35	7010	ANITA	910	08.17 - 08.22		
36	7011	BILLIE	945	08.25 - 09.01		
37	7119	OLIVE	935	07.28 - 08.08		
38	7120	POLLY	980	08.07 - 08.13		
39	7128	BESS	905	09.19 - 09.26		
40	7207	RITA	955	07.14 - 07.27		
41	7209	TESS	950	07.16 - 07.25		
42	7220	HELEN	955	09.14 - 09.21		
43	7303	BILLIE	915	07.15 - 07.20		
44	7305	DOT	975	07.16 - 07.21		
45	7310	IRIS	970	08.09 - 08.19		
46	7408	GILDA	945	07.02 - 07.10		
47	7416	POLLY	950	08.28 - 09.05		
48	7502	MAMIE	992	07.25 - 07.30		
49	7505	PHYLLIS	920	08.14 - 08.20		
50	7513	CORA	945	10.02 - 10.06		
51	7617	FRAN	910	09.07 - 09.15		
52	7811	CARMEN	960	08.13 - 08.20		
53	7818	IRMA	970	09.10 - 09.15		
54	7910	IRVING	955	08.13 - 08.18	3.38	9.0
55	7911	JUDY	910	08.19 - 08.26	2.26	8.1
56	8003	ELLEN	945	05.19 - 05.22	0.43	4.4
57	8007	IDA	980	07.09 - 07.15	1.82	7.8
58	8013	ORCHID	960	09.08 - 09.12	3.70	9.9
59	8019	WYNNE	900	10.09 - 10.14	2.56	8.2
60	8104	IKE	965	06.12 - 06.17	0.80	4.8
61	8105	JUNE	965	06.19 - 06.24	1.19	6.8
62	8110	OGDEN	975	07.28 - 08.01	1.72	6.7
63	8118	AGNES	950	08.28 - 09.04	3.79	10.3
64	8120	CLARA	960	09.20 - 09.27	2.23	8.7

표 3-6-10. 계 속

번호	태풍번호	태풍이름	최저중심기압(hPa)	영향기간	Hs	Ts
65	8211	CECIL	920	08.05 - 08.15	1.13	5.9
66	8213	ELLIS	920	08.23 - 08.28	3.80	10.3
67	8310	FORREST	900	09.23 - 09.29	4.91	10.2
68	8407	ED	950	07.24 - 08.03	0.91	5.6
69	8409	GERALD	980	08.15 - 08.24	2.92	9.2
70	8410	HOLLY	960	08.15 - 08.23	2.92	9.2
71	8505	HAL	965	06.22 - 06.27	1.53	6.9
72	8507	JEFF	970	07.25 - 08.03	0.95	4.1
73	8508	KIT	960	07.31 - 08.12	1.82	6.6
74	8509	LEE	975	08.09 - 08.15	2.86	7.9
75	8510	MAMIE	975	08.14 - 08.20	2.86	6.6
76	8512	ODESSA	955	08.25 - 09.02	2.61	6.9
77	8513	PAT	955	08.24 - 09.01	2.61	6.9
78	8520	BRENDA	955	10.03 - 10.08	3.93	9.9
79	8605	NANCY	955	06.23 - 06.25	1.00	6.4
80	8613	VERA	925	08.17 - 08.30	3.18	8.2
81	8616	ABBY	945	09.17 - 09.22	2.47	8.7
82	8705	THELMA	940	07.13 - 07.18	2.88	9.1
83	8708	ALEX	970	07.26 - 08.02	1.08	8.1
84	8712	DINAH	915	08.27 - 09.01	1.34	8.8
85	8719	KELLY	955	10.13 - 10.17	2.52	8.8
86	8911	JUDY	940	07.24 - 07.29	2.05	6.7
87	8921	VERA	980	09.13 - 09.18	1.93	7.4
88	9007	ROBYN	992	07.08 - 07.14	1.67	8.2
89	9014	ZOLA	960	08.18 - 08.23	1.17	5.7
90	9015	ABE	955	08.27 - 09.03	1.37	8.4
91	9109	CAITLIN	940	07.25 - 07.30	2.94	7.5
92	9112	GLADYS	965	08.16 - 08.24	4.28	9.0
93	9117	KINNA	955	09.11 - 09.14	3.29	9.3
94	9119	MIREILLE	930	09.24 - 09.28	3.01	8.3
95	9209	IRVING	980	07.31 - 08.05	2.77	8.4
96	9210	JANIS	935	08.05 - 08.09	2.22	8.9

표 3-6-10. 계 속

번호	태풍번호	태풍이름	최저중심기 압(hPa)	영향기간	Hs	Ts
97	9216	POLLY	975	08.27 - 09.04	0.84	11.1
98	9219	TED	985	09.21 - 09.25	2.30	9.2
99	9306	PERCY	975	07.27 - 08.01	1.53	9.1
100	9307	ROBYN	940	08.07 - 08.12	4.11	9.1
101	9313	YANCY	925	08.30 - 09.03	2.68	8.1
102	9407	WALT	915	07.18 - 07.28	2.46	8.2
103	9411	BRENDAN	992	07.29 - 08.03	1.54	5.8
104	9413	DOUG	930	08.06 - 08.13	2.42	7.5
105	9414	ELLIE	965	08.07 - 08.17	2.42	8.8
106	9426	ORCHID	925	09.25 - 09.29	3.65	9.5
107	9429	SETH	915	10.08 - 10.13	2.92	10.1
108	9503	FAYE	950	07.19 - 07.25	2.27	8.6
109	9507	JANIS	990	08.20 - 08.28	1.41	7.4
110	9612	KIRK	955	08.03 - 08.15	1.02	7.5
111	9708	PETER	970	06.26 - 06.29	1.75	8.2
112	9711	TINA	955	08.05 - 08.10	1.67	9.3
113	9713	WINNIE	920	08.13 - 08.25	2.04	11.1
114	9809	YANNI	965	09.27 - 09.30	4.01	8.7
115	9905	NEIL	980	07.25 - 07.27	2.34	8.0
116	9907	OLGA	970	07.30 - 08.03	2.29	7.3
117	9908	PAUL	985	08.03 - 08.07	2.29	7.3
118	9917	ANN	985	09.16 - 09.19	2.49	7.5
119	0004	KAI - TAK	960	07.08 - 07.10	0.98	6.4
120	0006	BOLAVEN	980	07.25 - 07.31	2.19	7.4
121	0012	PRAPIROON	965	08.26 - 09.01	2.26	7.2
122	0014	SAOMAI	925	09.08 - 09.16	3.50	10.9
123	0102	CHEBI	965	06.19 - 06.25	1.92	9.8
124	0204	NOGURI	975	06.04 - 06.11	1.52	10.9
125	0205	RAMMASUN	945	06.28 - 07.07	3.59	11.0
126	0209	FENGSHEN	920	07.13 - 07.28	1.62	7.2
127	0215	RUSA	950	08.22 - 09.03	5.28	10.4
128	0314	MAEMI	910	09.08 - 09.13	2.55	9.7

## 참고 문헌

- Ahn, I.Y. Growth pattern and Productivity of *Sargassum confusum* (Phaeophyta, Sargassaceae) in Ohori on the East Coast of Korea. M.S. thesis, Seoul Univ.
- Alveson, D. L. and M. I. Carney, 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohort. J. Dons. int. Explor. Mer., 36(2), 133~143.
- Baek, J. M., C. H. Han, D. J. Kim, C. W. Park and K. Aida, 2000. Reproductive cycle of a rockfish, *Sebastes Schlegeli*. J. Korean Fish. Soc, 33(5), 431~438.
- Baranov, F. I., 1918. On the question of the biological basis of fisheries. Nauchn. Issled. Ikhtologiccheskii Inst. Izv. 1, 81~128(in Russian).
- Chang, T.W. 1977. Fundamental study on the early development of *Sargassum*. Bull. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 18: 141-149.
- Choi, C.G., H.G. Kim. and C.H. Shon. 2003. Transplantation of Young Fronds of *Sargassum horneri* for Construction of Seaweed Beds. J. Kor. Fish. Soc., 36(5): 469-473
- Cullen, J.J. 1990. On models of growth and photosynthesis in phytoplankton. Deep-sea Res. 37: 667-683.
- Cullen, J.J. and M.R. Lewis. 1988. The kinetics of growth photoadaptation in the context of vertical mixing. J. Plankton. Res., 10: 1039-1063.
- Dring, M.J. 1986. Pigment composition and photosynthetic action spectra of sporophytes of *Laminaria* (Phaeophyta) growth in different light quality and irradiances. Br. Phycol. J., 21: 199-207.
- Dring, M.J. 1989. Stimulation of light-saturated photosynthesis in *Laminaria* (Phaeophyta) by blue light. J. Phycol., 25: 254-258.
- Dring, M.J. 1998. Photocontrol of development in algae. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 39: 157-174.
- Foote, K.G. 1985. Rather-high-frequency sound scattering by swimbladdered fish. J. Acoust. Soc. Am, 78: 688-700.
- Forster, R.M. and M.J. Dring. 1994. Influence of blue light on the photosynthetic capacity of marine plants from different taxonomic, ecological and morphological groups. Eur. J. phycol. 29: 21-27.
- Fortes, M.D. and K. Lüning. 1980. Growth rates North Sea macroalgae in relation to temperature, irradiance and photoperiod. Helgol Meeresunters,



34: 15-29.

- Hamaguchi, A., H. Iguchi, T. Yoshida, S. Hayama, Y. Tanaka, S. Ueda and Y. Nezu, 1988, Comparison of Maricultural New Material Composite Resin and Vinylon for Seedlings and Growing of *Sargassum horneri* C. Agardh. Suisanzoshoku 36(3): 171-182.
- Han, T.J. and J.M. Kain. 1992. Bluelight sensitivity of UV-irradiated young sporophytes of *Laminaria hyperborea*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 158: 219-230.
- Honda, M. and Okuda, T. 1989. Egg Liberation, germling development and changes in photosynthetic rates of autumnal *Sargassum horneri*. Jap. J. Phycol., 37: 46-52.
- Hwang, E.K., J.M. Beak. And C.S. Park. 2005. Growth, Maturation and Development of *Sargassum fulvellum*(Sargassaceae, Phaeophyta). J. Kor. Fish. Soc., 38(2): 112-117.
- Im, Y. J. and S. D. Hwang, 2002. Age and growth of black rockfish, *Sebastes schlegeli*, in Western Coastal Waters of Korea. Korean J. Ichthyol. 14(2), 143~152.
- Kanamoto, K., 1976. On the ecology of hexagrammid fish. I. Habitats and behavior of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii*. Japanese Journal of Ecology, 26 : 1-12.
- kang, J.W. 1968. Illustrated encyclopedia of founa & flora of Korea. Vol. 8. Marine aglae. Samhwa Press, Seoul, pp. 465.
- Kang, T.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull. Pusan Fish. Coll., 7:1-125.
- Kaufman, L.S. and H. Lyman. 1982. A 600nm receptor in *Euglena gracilis*: its role in chlorophyll accumulation. Plant Sci., Lett. 26: 293-299.
- Kim, J.R. and J.H. Lee. 1985. Effect of plant hormone on the regeneration of *Myagropsis myagroides* (Fucales, Sargassaceae). Bull. Korea. Fish. Soc., 18(3): 271-277.
- Kim, N.K., C.H. Park, E.J. Kim, 2000. The effect of photoperiod and temperature on the early growth of *Sargassum horneri*. Autumn Symp. of Fish. Soc. pp. 225-226.
- Kimura, T. Christine, A. Orosco and M. Ohno, 1987, Ecological study of *Sargassum okamurae* Yoshida et T. Konno in Tosa Bay, Hapan. Usa Mar. Bio. Insti., Kochi Univ. PP. 149-167
- Lee, J.H. and J.R. Kim. 1986. Effects of plants hormone on the early growth of *Myagropsis myagroides* fensholt (Fucales, Sargassaceae). Korea. J. Phycol.,

- 1(1): 281-292.
- Lee, J.W. and J.W. Kang. 1977. Ecological studies on *Myagropsis myagroides* (Phaeophyta) in the coastal waters of Haewundae. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Pusan., 10: 33-40.
- Lee, S.S. 1991. Effects of environmental factors on growth and maturity of *Sargassum fulvellum* (Turner) C. Agardh. Depart. Fish. Biol. Natinal Fish. Univ. Pusan., Pp. 1-41.
- Lopez-Figeroa, F. and F.X. Niell. 1989. A possible control by a phytochrome-like photoreceptor of chlorophyll synthesis in the green algae *Ulva rigida*. Photochem. Photobiol., 50: 263-266.
- Love, M. S. and W. V. Westphal, 1981. Growth, reproduction and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off Central California. Fisheries Bulletin, 79, 533~543.
- Lünning, K. 1986. New frond formation in *Laminaria hyperborea* (Phaeophyta) : a photoperiodic response. Br. phycol. J. 21: 269-273.
- Lünning, K. 1988. Photoperiodic control of sorus formation in the brown alga *Laminaria saccharina*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 45: 137-144.
- Madsen, T.V. and K. Sand-jensen. 1991. Photosynthesis carbon assimilation in aquatic macrophytes. Aquat. Bot., 41: 5-40.
- Markager, S. 1993. Light absorption and quantum yield for growth in five species of marine macroalgae. J. Phycol., 29: 54-63.
- 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.
- Nakabo, T. 2000. Fishes of Japan with pictorial a keys to the species. Tokai Univ. Press. pp. 1748 (in Japanese)
- Nakken, O. and K. Olsen. 1977. Target strength measurements of fish. *Rapp. P.-v Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 170: 52-69.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world(3rd ed.). John Wiley and Sons, New York, 550 pp.
- Oak, J.H. 1999. Systematic studies on the genus *Sargassum* beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (Turner) C. agardh and *S. muticum* (Yendo) Fensholt. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50(7): 1115-1123.
- Okuda, 1987. Monoecism and autum-fruiting of *Sargassum horneri*. Jap. J. Phycol.,

35: 221-225.

- Pielou, E.M. 1966. The measurement of diversity in different types of biology collection. J. Theoret. Biol., 13: 131 - 144.
- Saito, Y. 1956. An ecological study of *Undaria pinnatifida* Sur. I. on the influence of environmental factors upon the development of gametophytes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fich. 22: 229-234
- Schwartzbach, S.D. 1990. Photocontrol of organelle biogenesis in *Euglena*. Photochem. Photobiol., 51: 231-254.
- Senger, H. 1987. Blue light control of synthesis-chlorophyll biosynthesis. In Blue Light Responses: Phenomena and Pccurrence in Plants and Microorganisms. Senger, H.Ed., Vol., 1. CRC Press, Boca Raton. pp. 75-85.
- Senger, H. and B. Bauer. 1987. The influence of light quality on adptation and function of the photosynthetic apparatus. Photochem. Photobiol. 45: 939-946.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Illinois Univ. Press, 125 pp.
- Strömngren, T. 1977. Apical length growth of five intertidal species of Fucales in realltion to irradiance. Sarsia 63: 39-47.
- Terawaki, U. 1993. The life cycle of *Sargassum horneri* (Phaeophyta) in laboratory culture. J. Phycol., 29: 231-235.
- Uchida, T. and S. Arima. 1993. Crossing experiments between autumn- and spring-fruited types of *Sargassum horneri* (Phaeophyta). Nippon Suisan Gakkaishi, 59: 1685-1688 .
- Umezaki, I. 1983. Ecological studies of *Sargassum miyabei* Yendo in Maizuru Bay, Japan Sea. Bull. Jap. Soc. Fish. 49(12): 1925-1934.
- Yamauchi, K. 1984. The Formation of *Sargassum* Beds on Artificial Substrata by Transplanting Seedings of *S. horneri* (Turner) C. Agardh and *S. muticum* (Yendo) Fensholt. Bull. Jap. Soc. Fish. 50(7), 1115-1123.
- Yoshida, G., Satoshi A. and Toshinobu T., 1998, Growth and maturation of the 'Autum fruited type' of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaephyta) and comparisons withthe 'Spring fruited type', Phycol. Res., 46: 183-189.
- 강희웅, 정의영, 김종화. 2004. 서해산 쥐노래미, *Hexagrammos otaki*의 성숙속과 산란 특성. 한국양식학회지, 17 : 30-38.
- 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김종빈. 2004. 한국근해 유용어류도감. 국립수산진흥원, 333pp.

- 김용억 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구. 2001. 한국해산어류도감. 도서출판 한글. 부산. 382pp.
- 김익수 · 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 465pp
- 국립수산과학원, 2004. 한국연근해 유용어류도감. 한글, 부산. 333pp.
- 국립수산과학원, 2005. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장. 예문사, 부산. 383pp.
- 이종관, 임한규, 한창희, 정지현, 김대중, K. Aida. 2000. 양식산 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)의 생식소중량지수와 혈중 성 스테로이드호르몬의 변화. 한국수산학회지, 33 : 302-306.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적, 489 pp.
- 홍승현, 전창영, 김백균, 1990. 조피볼락 종묘양식시험. 수진사업보고, 86 : 29~38.

# 제 4 장 바다목장 이용 · 관리

---

제 1 절 서론

제 2 절 해역이용 · 관리실태

제 3 절 바다목장 실시계획 수립

제 4 절 바다목장 이용 · 관리체제 구축

제 5 절 결론

참고문헌

# 제 4 장 바다목장 이용 · 관리

## 제 1 절 서 론

2002년 12월 동해 관광형 시범바다목장 개발사업 해역으로 최종 선정된 울진바다목장 사업은 현재 바다목장 기반조성 2차년도 사업이 진행 중에 있다. 울진바다목장 사업은 어로형 바다목장조성을 목표로 하는 통영바다목장과 전남바다목장과 달리, 한류와 난류의 영향을 계절적으로 받는 해역의 환경특성상 정착성 자원의 조성이 어렵고 자원조성의 성과가 이전의 두 바다목장보다 어렵다는 점을 감안하여, 어로만을 해역이용 목적으로 하지 않고 조성된 자원을 관광으로 확대 이용하는 관광형 바다목장 조성을 목표로 한다.

본 연구는 이러한 울진바다목장 조성 목표인 관광형 바다목장에 대한 조성 및 이용 · 관리계획을 수립하고 이를 동 해역에 적용하기 위한 사업의 일환으로 시작되었다. 이를 위해 울진 바다목장 해역의 수산업 현황과 해역 이용실태를 조사 · 분석하여 바다목장해역의 이용 · 관리체제를 확립하기 위한 이용 · 관리추진계획을 수립하고, 2004년 바다목장 기반조성 1차년도 사업에서 수립된 바다목장 기본계획과 당해 연도 조사 · 연구된 결과를 토대로 한 바다목장 사업실시계획을 재검토하며, 이를 통해 바다목장 사업이 가지는 경제성을 평가하는 것을 목표로 하고 있다.

본 연구의 구체적인 내용은 다음의 4가지로 요약할 수 있다.

첫째, 바다목장 구역 및 인근구역에 대한 수면이용현황, 어업형태, 어업인 추이 등 기본적인 수산업 실태를 조사하여 바다목장 조성이 동 해역의 어업인에 미치는 영향을 분석하기 위한 자료로 활용한다. 특히 이 과정에서 수집되는 바다목장 조성전 어업 수입 및 비용, 레저 및 관광 편익을 분석하여 향후 바다목장 조성과정에서의 어업 수입 및 비용, 레저 및 관광 편익의 변화를 분석하기 위한 기초자료로 활용한다. 더 나아가 분석된 어업 수입 및 비용, 레저 · 관광 편익은 향후 바다목장 조성 완료단계에서 실시하게 되는 울진 바다목장사업의 경제성 평가를 위한 데이터로 활용될 것이다.

둘째, 2차년도 자연과학분야 및 사회과학 조사결과를 토대로 바다목장 기반조성사업 1차년도에 수립된 마스터플랜을 점검하고 사업실시계획을 재수립한다.

셋째, 바다목장산 수산물의 유통계획을 수립하기 위해 울진바다목장해역 주변의 수산물 유통 및 바다목장 수산물의 품질에 대한 사전 인지도 조사 및 기존 유통경로의 문제점을 조사 분석한다.

넷째, 바다목장 조성 과정과 조성 후 자원의 지속적인 관리와 이용의 주체가 될 바다목장 관리이용협의회 및 자율관리위원회를 조직하고 운영하기 위한 방안을 검토하고, 해

역의 관리와 이용의 중요한 축이 될 보호수면 및 수산자원관리수면 지정에 대한 계획 및 운영방안을 수립한다.

## 제 2 절 해역이용 · 관리실태

### 1. 수산업 실태

울진바다목장해역의 어업인 현황을 보면 어가수가 1,006호로 울진군 전체의 41.9%, 어업인구 1,014명(30.0%), 어촌계원 616명(34.2%), 부락수 15개(28.3%), 호당 평균소득 20,200천원(98.2%)이다(표 4-2-1 참조).

표 4-2-1. 울진지역 어가 및 어업인구 현황

구 분	가 구(호)		인 구(명)		어촌계원				부락수	호당평균 소득(천원)
	전체	어가	전체	어업	계	전업	겸업	피용		
울진군	8,721	2,403	20,862	3,385	1,804	547	992	265	53	20,581
바다목장해역	4,298	1,006	11,962	1,014	616	228	285	103	15	20,200
비 율	49.3	41.9	57.4	30.0	34.2	41.7	28.8	38.9	28.3	98.2

표 4-2-2. 울진바다목장해역 어가 및 어업인구 현황

구 분	가 구(호)		인 구(명)		어촌계원				부락수	호당평균 소득(천원)	
	전체	어가	전체	어업	계	전업	겸업	피용			
2003	합 계	4,292	949	11,842	1,021	601	167	329	105	15	19,900
2004	합 계	4,298	1,006	11,962	1,014	616	228	285	103	15	20,200
	후포리	3,481	508	9,902	528	242	79	90	73	9	22,100
	거일1리	96	56	233	61	41	6	31	4	1	18,200
	거일2리	180	144	540	89	77	65	7	5	1	21,000
	직산1리	79	32	176	37	30	10	18	2	1	18,200
	직산2리	143	96	340	103	84	20	54	10	1	20,700
	구산리	319	170	771	196	142	48	85	9	2	21,100

바다목장 해역 내 어가 및 어업인구 현황을 보면 전체 961어가 중 후포리가 508어가 로 가장 많고, 직산1리가 32어가로 가장 적은 것으로 나타났으면, 어업인구 역시 후포리 가 528명으로 가장 많았으며, 직산 1리가 37명으로 가장 적은 것으로 조사되었다.

호당 평균소득 역시 후포리가 가장 높은 22,100천원, 직산 1리가 가장 낮은 18,200천원 으로 조사되었다. 바다목장 내 전체 부락 수는 15개로 후포 9개, 구산 2개, 그 외는 1개씩 의 부락을 형성하고 있다.



## 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 16건으로 타 바다목장 해역보다 낮게 나타났는데, 실제 바다목장 해역 내에 면허된 정치망 1건은 운영하고 있지 않으며 나머지는 바다목장 해역 외측에 위치하여 회유성 자원을 대상어종으로 하여 설치된 것으로 방류치어 포획에 대한 위협은 크지 않을 것으로 판단된다.

표 4-2-3. 울진바다목장해역 어업권 및 어선세력 현황

(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	55	936	7	32	4	23	22	107	23	90	35	678	34	1,770
바다목장해역	16	200	4	12	1	2	11	17	2	8	7	114	7	200
후포리	4	51	2	5	1	2	2	2			1	10	1	41
거일1리	1	1	-	-	-	-	1	2	1	7	1	19	1	41
거일2리	2	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
직산1리	2	45	-	-	-	-	-	-	-	-	2	17	2	57
직산2리	3	16	1	4	-	-	1	1	1	1	1	14	1	45
구산리	4	59	1	3	-	-	7	12	-	-	2	54	2	16
구 분	어선세력(척)		수산물생산실적		공동시설									
	무동력	동력	물량(톤)	금액(백만원)	회관	공동창고	방파제	관리선						
울진군	52	751	2,344	12,793	43	13	32	54						
바다목장해역	5	288	29	558	14	4	7	9						
후포리	1	181	1	10	9	-	2	-						
거일1리	1	9	4	48	1	1	-	1						
거일2리	-	11	7	200	1	1	1	2						
직산1리	-	5	5	80	1	1	-	1						
직산2리	-	29	9	150	1	1	2	1						
구산리	3	53	3	70	1	-	2	4						

자료 : 울진군, 어촌계현황

표 4-2-4는 울진바다목장해역 어선어업현황을 나타낸 것으로 동 해역의 어선어업은 연안복합, 자망, 통발 등의 연안어업과, 유어, 소형선망, 형망 등에 종사하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 자망어업에 종사하는 비율이 높아 바다목장이 조성되는 과정에서 기존 해역과 달리 자망어업자들에 대한 조업허가 문제가 부각될 것으로 보인다. 특히 이들 자망어업은 울진 바다목장 해역에서 23km 동쪽에 위치한 왕돌초 50m 수면 이하의 어장에 한정적으로 허용된 2중 이상 자망(3중 자망)을 연안까지 투망하는 불법어업이 다수 이뤄

지고 있다는 측면에서 향후 바다목장 관리·이용이 주된 화두로 부각되는 바다목장 2단계 사업 후반에 주된 문제로 대두될 것으로 보인다.

**표 4-2-4. 울진바다목장해역 어선어업 현황**

	어선척수	복합	자망	통발	선망	유어선	관리선	정치망	해녀
2004	260	156	241	137	10	9	20	1	4
2005	207	125	194	111	10	9	20	1	4
후포리	126	78	115	72	3	6	3	-	-
거일1리	12	8	12	4	3	1	3	-	-
거일2리	9	6	9	2	-	-	3	-	2
직산1리	8	3	7	5	-	-	4	-	-
직산2리	11	6	10	3	5	1	2	-	2
구산리	41	24	41	25	-	1	5	1	-

특이한 형태로는 거일, 직산어촌계 어업인들의 소형선망에 의한 멸치조업으로 어촌계 지선어장인 마을어장과 협동양식어업 어장을 중심으로 조업이 이뤄지고 있어 보호수면 및 수산자원관리수면 등에 의한 수면관리규칙이 지정되어 수면이용이 제한 될 경우 어장 침입의 문제는 적으나 주 대상어가 먹이생물로서 중요한 역할을 하는 멸치라는 점에서 자원 및 생태계 관리의 측면에서는 문제의 소지가 될 수 있을 것으로 보인다.

**표 4-2-5. 울진바다목장해역 어선어업 형태별 주어기**

어	법	주어종	주어기	어장
복	합	오징어	8-9월	왕돌초 인근해역
		가자미	3-8월	연안어장(바다목장 해역)
자	망	가자미, 조피볼락, 쥐치	주년	바다목장해역~왕돌초 인근해역
통	발	문어	주년	바다목장해역~왕돌초 인근해역
선	망	멸치	7-11월	연안어장(바다목장해역 포함)

울진바다목장해역의 어선어업 대상어별 주어기와 주어장은 표 4-2-5와 같다. 이중 바다목장 해역을 이용하는 어업은 가자미류를 대상으로 하는 채낚기어업과 가자미, 쥐치, 조피볼락 등을 대상으로 하는 자망어업, 문어통발과 멸치 소형선망어업 등이 있다.

결국 동 해역은 타 지역에 비해 어선어업의 형태가 단순하여 관리의 용이성은 있어 보이나, 자망어업자들의 3중망 투망, 소형선망에 의한 기초생산력 유지문제가 상존하고 있는 해역으로 이들 어업인들의 협조가 바다목장 이용·관리체제 구축의 중요한 요인으로 작용할 것으로 판단된다.

현재 이들 어업에 대한 문제인식이 연구진 뿐 아니라 지방자치단체에서도 충분한 상태로 이들에 대한 지속적인 관심을 기울이고 있으며, 이들 어업인에 대한 교육과 홍보가

바다목장 추진과 더불어 충분히 될 수 있도록 배려하고 있으며, 향후 자원조성과정에서 이들 어업인들의 전업과 감척 우선 추진 등의 정책적 고려가 통영 등 여타 바다목장 추진체계 구축과 함께 진행되어야 할 것이다.

### 3. 어업경영실태 및 가계수입

어업경영실태 분석은 바다목장 조성 효과 중에서도 어업소득 증대효과를 모니터링하기 위한 것이다. 2005년을 포함한 당해 연도의 조사는 향후 본격적인 바다목장사업의 진행에 따른 어업소득 변화를 비교·분석할 수 있는 기초자료로 활용되며, 바다목장 조성 완료시점에서는 바다목장의 경제성 평가를 위한 기초데이터로 활용될 것이다.

조사방법은 어촌계별로 방문조사를 통해 실시되었고 대상 어업은 울진바다목장과 직접관련이 있는 연안어업으로 한정하였는데, 대상어업인 대부분이 연안복합, 연안자망 등의 복수허가를 가지고 있다.

표 4-2-6. 어선어업의 자산 및 부채 (단위 : 천 원)

구 분	자 산			부 채		
	계	고정	유동	계	고정	유동
2004	60,000	50,000	10,000	5,000	0	5,000
2005	38,120	31,600	6,520	32,200	17,320	14,880

\* 2005년부터 대계자망을 대상으로 한 어업자 생산량 조사는 제외

표 4-2-7. 어선어업의 수지 및 가계수익 (단위 : 천 원)

어업수입	어업비용	이익	이익률	가계수입	가계지출
65,994	55,094	10,150	29.0	56,364	51,910

어선어업 평균 자산은 38,120천원으로 나타나고 있으며 특히 동 해역 어선어업자의 경우는 양식업에 종사하지 않는 순수한 어선어업 종사자인 경우가 대부분이어서 표본대상자 중 고정부채의 규모가 작은 경우가 많아 상대적으로 고정부채액이 큰 통영과 전남다도해형바다목장지역 어업인들의 경우와는 대조적인 모습을 보였다.

어선어업의 수지도 어업이익률이 29%로 비교적 높은 편으로 조사되었다. 그러나 그 편차는 여전히 크고, 특히 어선규모에 따른 편차가 큰 것으로 나타났다.

한편 통영바다목장의 예를 통해 볼 때 바다목장의 조성에 따른 효과인 자원량 증대에 따른 어업소득 향상, 어장거리 축소에 따른 어업비용 감소로 인한 어업이익률 상승, 마지막으로 연안어장의 조성에 따라 어선규모에 따른 소득 격차 해소 등의 효과가 이들 어업인들의 소득향상에 잘 연관될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 수산물 유통실태 및 양륙항 기초조사

본 사업연도에서는 먼저 울진 바다목장 해역에서 어업을 영위하는 연안복합어선 어업인들의 활어유통실태를 알아보고, 양륙항의 설정에 대한 어업인들의 의견을 검토하고자 한다.

설문지는 총 30부를 배부하였으나, 회수는 9부에 그쳐 30.0%의 회수율을 나타내었다. 본 설문지의 분석 중 활어유통실태에 대한 것은 여기서 다루며, 직판장의 개설에 대한 부분은 뒷부분에서 별도로 제시하였다.

표 4-2-8. 설문지 회수 현황

배부처	배부설문지수	회수설문수	회수율
울진	30	9	30.0%
합계	30	9	30.0%

어업인들이 현재 이용하고 있는 유통경로는 수협 위판장을 이용하는 비율이 71.7%로 비교적 높게 나타났다. 계통 외 판매 중에서는 오징어, 대게 등의 수산물을 직판하는 경우가 대부분이었다(그림 4-2-1).

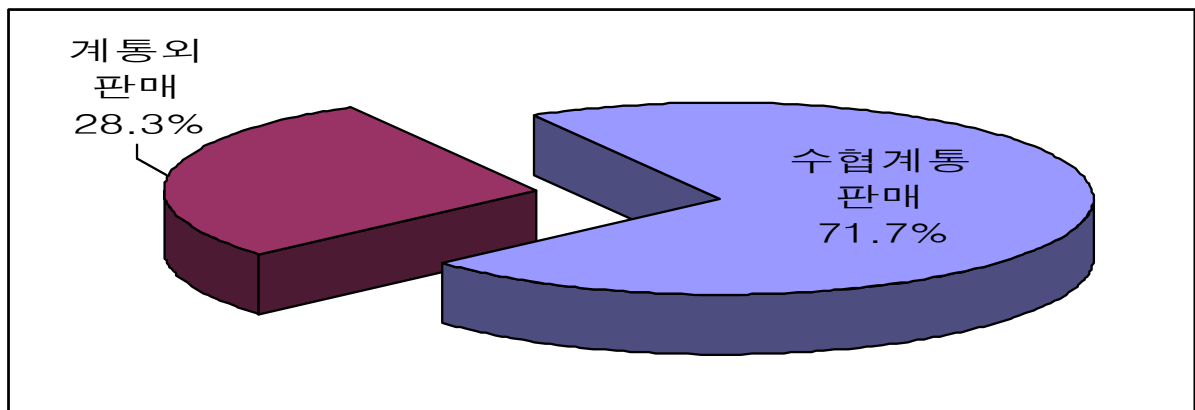


그림 4-2-1. 어업인들의 유통경로.

기존 판매경로에 대해 얼마나 만족하고 있는가에 대한 설문에서는 아주 불만족이 44.4%였으며, 불만족은 22.2%로 총 66.6%가 현재 유통경로에 만족하고 있지 못한 것으로 나타났다. 이는 앞서 살펴본 바와 같이 71.7%가 수협 위판장을 통해 계통판매를 하고 있기는 하지만 더 나은 판매경로가 있을 경우 이탈할 수 있는 가능성을 보여주는 것이다. 실제로 동 해역의 경우는 활어 물차 등의 상인들이 활발하게 활동하지 않고 있는데 생산

물의 대부분이 활어상태가 아닌 선어상태로 위판되고 있으며, 활어로 생산되는 물량이 소규모이거나 지역적 특성에 의해 활어시장이 활성화되어 있지 않기 때문이다. 예를 들어 이 지역에서는 대게가 주 생산물인데, 대게의 경우는 지역 내 소비가 더 큰 비율을 차지하고 있어 이를 제외한 경우의 활어시장이 크게 생성되지 않는 특징을 보여주고 있다.(그림 4-2-2)

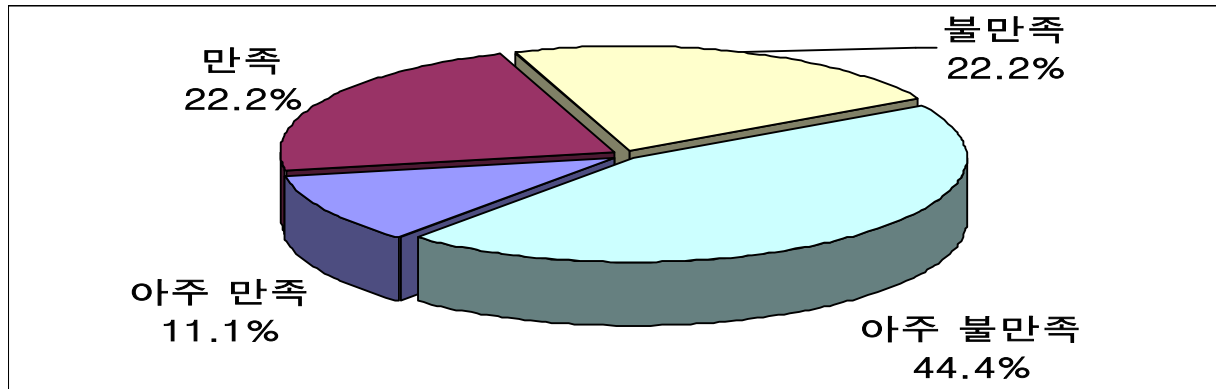


그림 4-2-2. 어업인들의 기존 판매경로에 대한 만족도.

다음으로 어업인들이 느끼는 기존의 판매경로가 가지는 문제점으로는 설문 문항에 대한 응답보다는 기타의견이 많이 나왔는데, '가격 차이가 너무 심하게 난다'가 55.6%로 가장 많았고, '덤을 너무 많이 요구한다'가 33.3%였다. 이것은 현재 후포수협 위판장이 가지는 한계를 잘 보여주는 것으로 계통판매가 가지는 중요한 두 기능인 가격형성기능과 결제기능 중 가격형성기능이 제 역할을 하고 있지 못하다고 어업인들이 인식하고 있는 것으로 보인다.

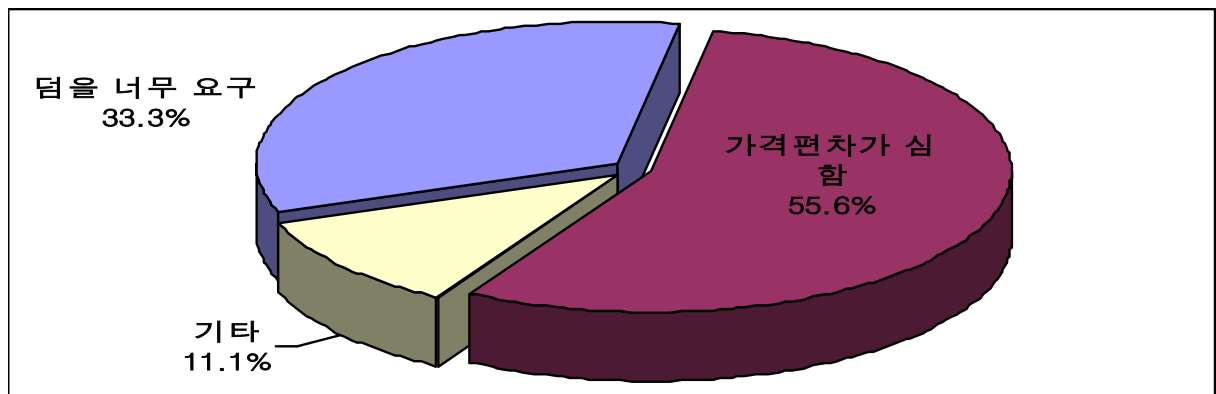


그림 4-2-3. 기존 판매경로의 문제점.

『바다목장』의 브랜드로 출하되는 활선어가 다른 자연산 혹은 양식산과 품질 및 가격에서 차별화 될 수 있다고 보는지에 대한 설문에서는 품질의 경우 75.0%, 가격의 경우 85.7%가 아주 긍정적인 응답을 한 것으로 나타났다. 부정적인 응답은 전혀 없었으며, '보통이다'라는 응답이 있었던 것을 감안하면, 상당히 높은 기대를 가지고 있는 것으로 보인다. 특히 가격에 대한 기대가 높은 것으로 나타났다.

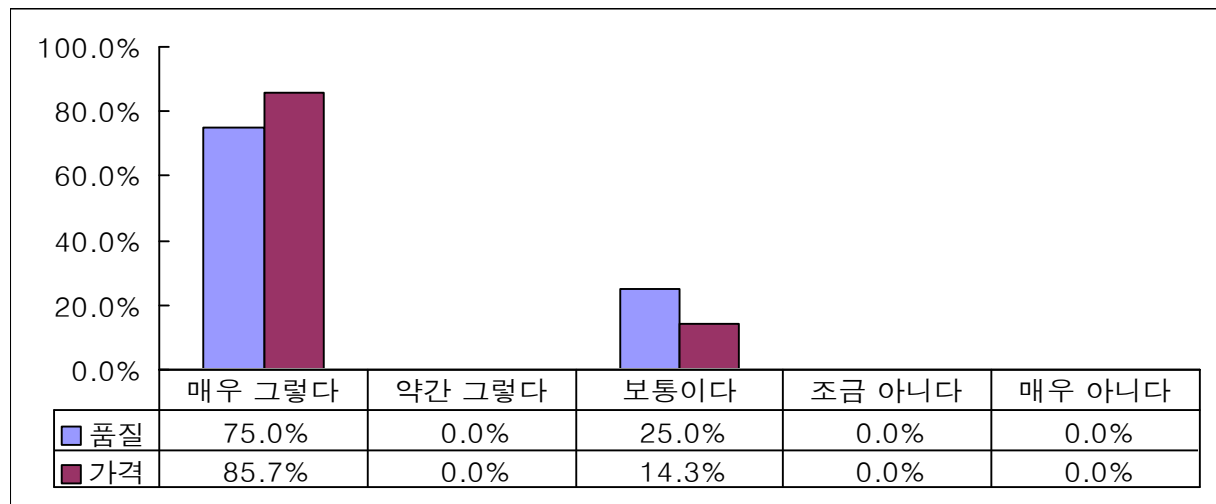


그림 4-2-4. 자연산 혹은 양식산과의 품질 및 가격차별화 가능성.

『바다목장』 수산물을 전문적으로 취급하는 취급점과 공급계약을 체결하여 직거래 하는 방식에 대한 의견에서는 필요하다라는 의견이 87.5%로 아주 높게 나타났다. 이는 앞서 살펴본 기존 유통경로에 대한 불만, 품질과 가격차별화에 대한 기대 때문인 것으로 보인다.

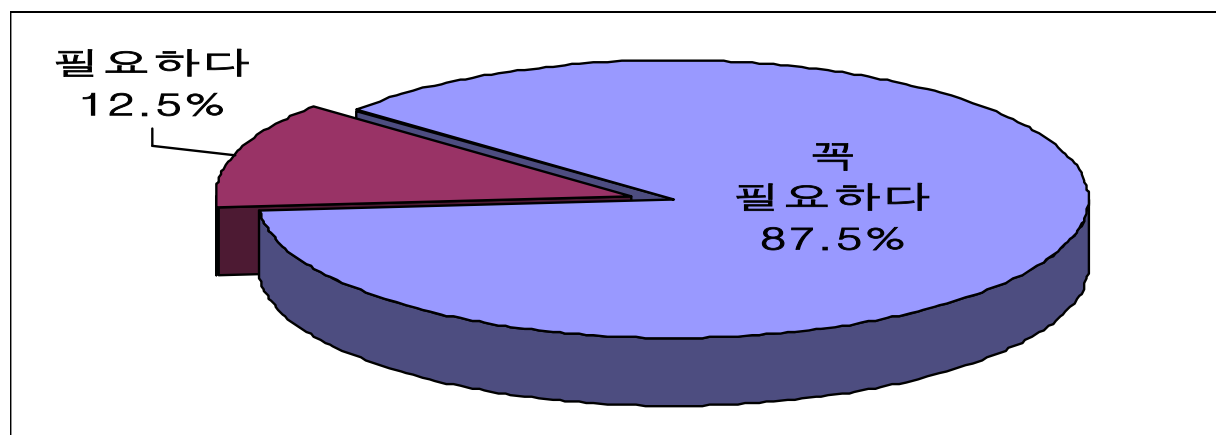


그림 4-2-5. 직거래의 필요성.

바다목장산 어획물과 자연산, 수입산, 양식산과의 품질비교에서는 1순위는 목장산이 50.0%였으며, 자연산이라고 응답한 비율은 42.9%로 타 바다목장지역과는 달리 목장산에 대한 품질 평가가 상대적으로 높게 나타났다. 2순위에서는 양식산이 50.0%를 차지하였다. 이와 같은 어업인들의 품질 평가는 울진 바다목장에 대한 높은 기대치에서 기인하는 것으로 보인다. 3순위와 4순위는 모두 수입산으로 나타났다.

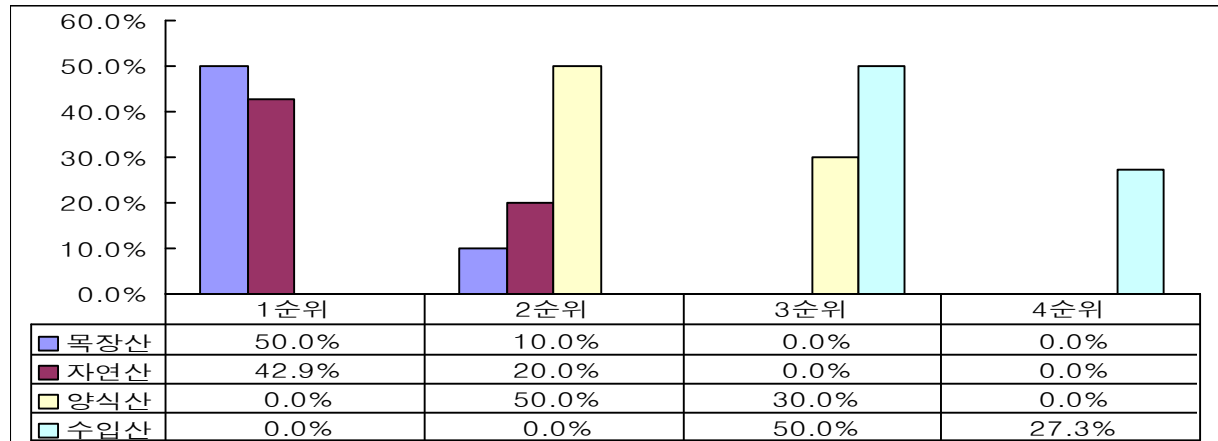


그림 4-2-6. 자연산, 양식산, 목장산, 수입산의 어류 품질 예상 평가.

어업인들에 대한 설문조사결과 나타난 품질의 우열에 대한 인식관계를 정리하면 다음과 같다.

## 바다목장산 ≧ 자연산 > 양식산 > 수입산

이상에서 살펴본 울진 바다목장 연안복합어선어업 어업인들의 유통실태 설문결과는 타 지역과 마찬가지로 기존 유통경로에 불만족하고 있으며, 특히 가격편차에 대한 불만이 높아 안정적인 가격의 형성을 바라고 있는 것으로 나타났다. 바다목장에 대해서는 가격과 품질에 대해 상당히 높은 기대를 가지고 있으며, 품질평가에서도 자연산과 비슷하거나 다소 우월한 평가를 하고 있었다.

### 5. 유통판매 시설 계획

어업인 유통실태와 함께 실시된 양륙항 및 직판장에 대한 어업인들의 의견을 정리하여보면 다음과 같다.

먼저 직판장의 필요성에 대한 설문에서 전체 응답자가 필요하다고 응답하였으며, 꼭 필요하다고 응답한 비율이 22.2%였다. 이는 울진 바다목장 외출낚시 어업인들의 유통경

로 개선에 대한 요구를 반영하고 있는 것으로 판단된다.

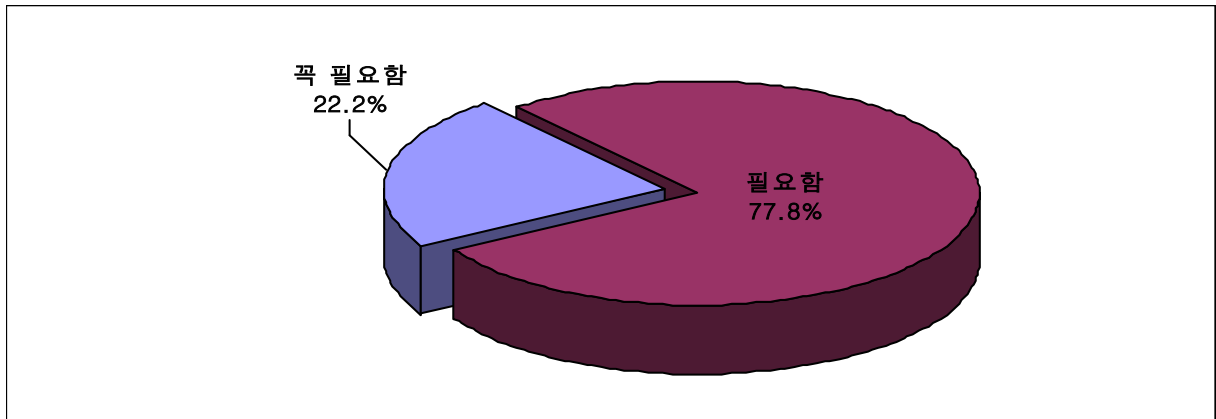


그림 4-2-7. 직판장의 필요성.

필요한 직판장의 형태에 대한 설문에서는 '경매 시설이 필요하다'는 응답이 전체의 50.0%로 아주 높게 나타났다. 다음으로 '활어 보관시설이 필요하다'가 30.0%, '활어차 소통이 용이'라고 응답한 비율이 20.0%였다. 이로 미루어 보아 울진 지역의 외출낚시 어업인들은 활어조를 갖춘 위판시설을 원하는 것으로 판단된다.

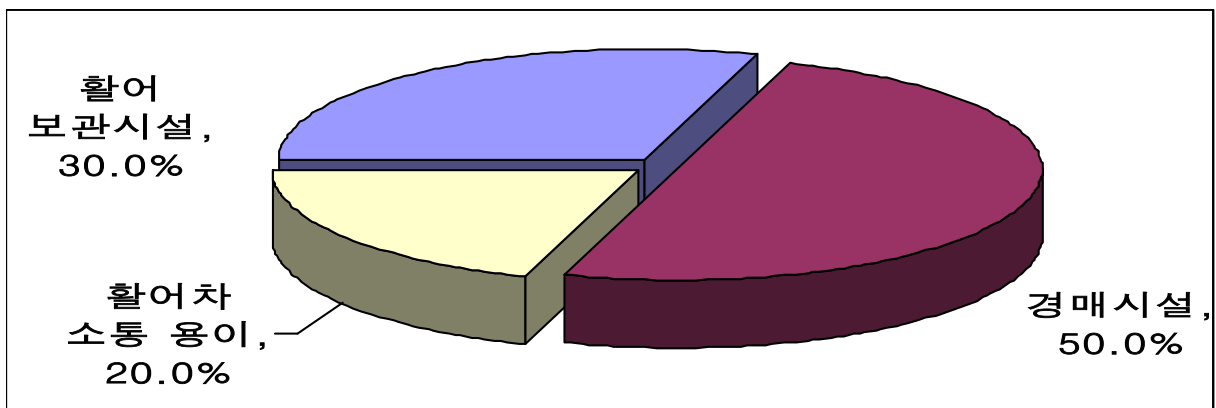


그림 4-2-8. 직판장에 필요한 형태 및 기능.

다음으로 직판장에 기대하는 것에 대한 설문에서는 '좋은 가격'이 61.5%로 가장 높게 나타났다. '판매의 편리'는 30.8%로 나타났으나 '구매자의 편리'에 대한 부분은 응답이 없어 배려가 다소 부족한 것으로 나타났다. 한편, '다른 어획물과의 차별화'는 7.7%로 비교적 낮게 나타났다. 이것은 앞서 살펴본 유통실태 설문의 기존 유통경로 문제점에서 대부



분이 가격 편차가 심한 것이 불만이었던 것으로 미루어 볼 때 위판 등을 통한 가격결정 방법의 개선을 요구하는 것으로 판단된다.

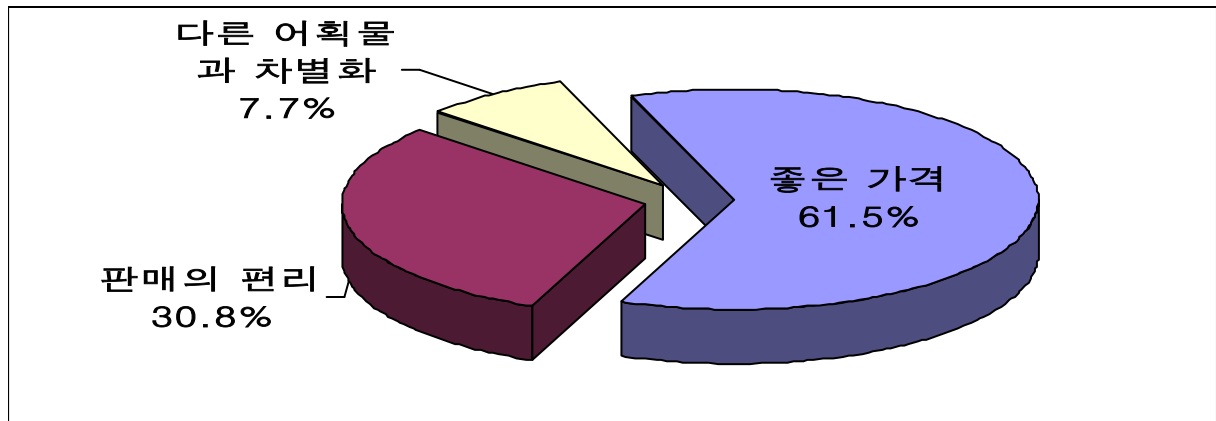


그림 4-2-9. 직판장에 기대하는 것.

운영주체에 대한 설문에서는 44.4%가 수협이 운영하는 것을 지지하였다. 그러나 동일 비율로 누구라도 상관없다는 응답이 나와 운영주체에 대해서는 큰 비중을 두고 있지 않은 것으로 나타났다. 또한 자율관리위원회의 직영은 11.1%였다.

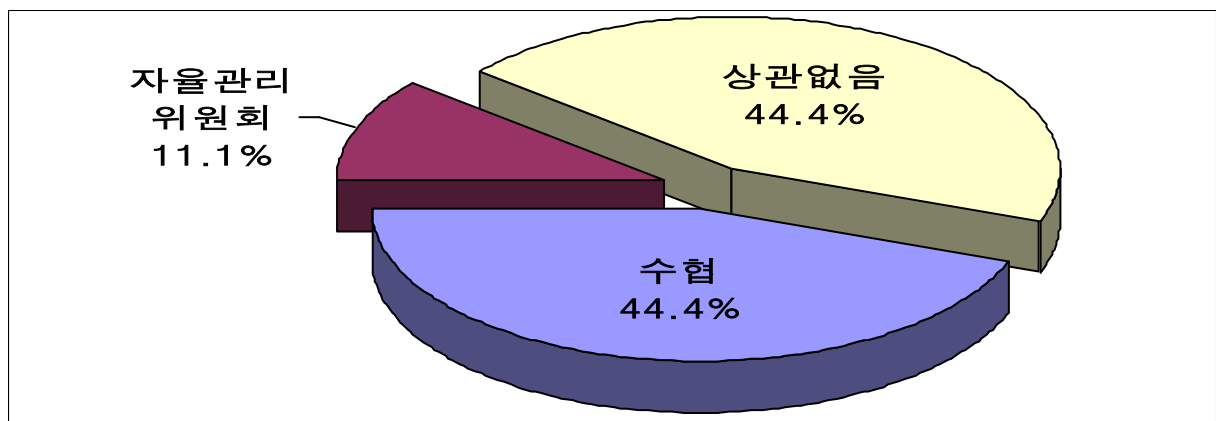


그림 4-2-10. 직판장의 운영주체.

직판장의 거래방법으로 선호되는 것은 80.0%가 '경매나 입찰'이라고 응답한 반면, 직거래는 20.0%로 응답하여 앞서 목장산 어획물의 직거래 필요성이 87.5%였던 것(그림 4-2-11 참조)에 모순되는 응답을 하였다. 이는 어업인이 직접 직거래를 하기보다는 수협 등의 다른 유통주체가 직판장을 개설하여 판매해 줄 것을 희망하고 있는 것으로 보인다.

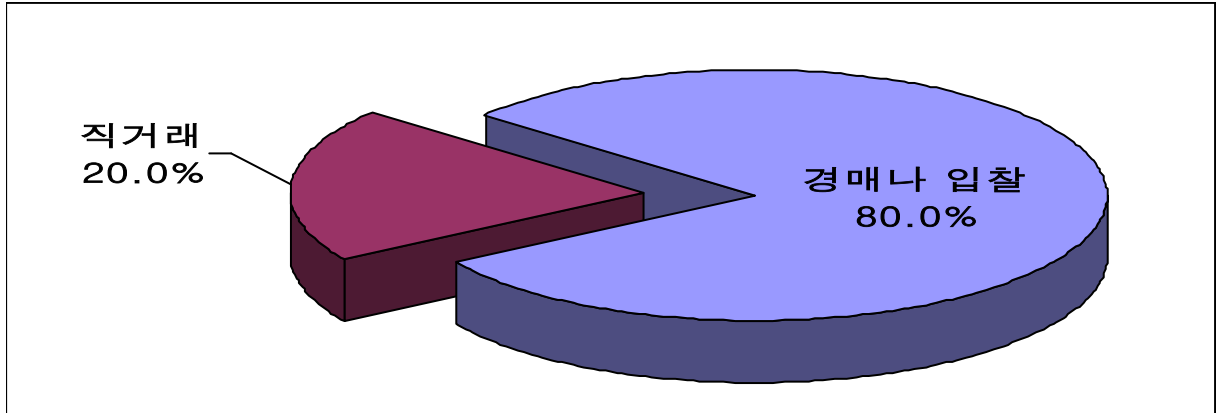


그림 4-2-11. 직판장의 거래 방법.

직판장의 후보지로서 선호되는 어항에 대한 응답은 1순위에서 후포항, 직산항, 구산항이 모두 동일한 지지를 받았으며, 2순위에서는 거일항이 추가되었다. 이는 응답자의 66.6%가 후포항에 양륙하며, 나머지가 구산항에 양륙하는 것을 감안하면, 타 어항에 대한 검토 필요성이 있음을 시사하는 것이다.

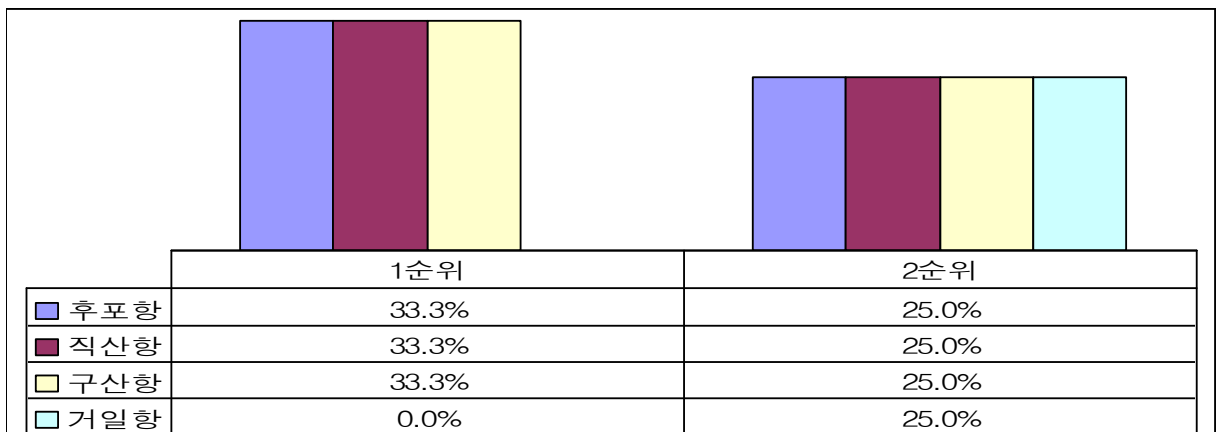


그림 4-2-12. 직판장의 후보지.

이상에서 살펴본 바와 같이 울진 바다목장의 연안복합어업 어업인들이 가진 직판장에 대한 의견은 대다수가 필요성을 느끼고 있었으며, 운영주체는 수협이나 다른 운영주체도 좋으며, 경매나 입찰에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났다. 또한 직판장에 기대하는 것으로는 '좋은 가격'이라는 응답이 비교적 높게 나타났다. 마지막으로 어업인들이 희망하는 직판장 후보지로는 후포항, 직산항, 구산항을 동일하게 선호하고 있는 것으로 나타났다.

## 6. 레저 및 관광 편익추정

### 가. 유어낚시

울진지역의 유어낚시 실태분석은 바다목장 조성에 따른 자원증가가 동 지역에 있어서 지역 소득에 얼마나 기여하는지 측정하기 위해 실시되었으며, 사전에 교육된 조사원을 통해 설문지를 활용한 1대1 면담을 통해 실시되었다. 설문조사에 응한 유어낚시객에게 소정의 답례품을 제공하였다. 설문조사는 봄, 여름, 가을의 3계절 조사와 함께 연휴와 휴일 그리고 평일에 각각 실시하여 설문응답이 불성실하거나 미기입된 경우 표본에서 제외한 436부의 유효표본 설문지를 회수하였다. 자료 분석은 통계 패키지 프로그램 인 SPSS 12.0 을 이용하여, 응답빈도와 점유율을 중심으로 분석하였다.

본 조사는 앞으로 계속해서 진행될 바다목장사업의 간접적인 효과를 계량적인 방법에 의해 측정하기 위한 것으로 간접효과에 대한 결과는 분석부분에서 다시 언급한다. 유어낚시에 관한 설문조사 항목은 성별, 연령, 현거주지, 월평균소득, 학력, 낚시 장소, 낚시여행 결정의 요소, 1년 여가생활에서 낚시 투자비용, 출조형태, 실제 낚시 시간, 낚시 여행비용, 낚시소요시간, 어획 어종, 1회 출조시의 평균어획량 등 총 21개의 항목으로 구성되어 있다. 출조형태와 낚시 지출비용의 항목은 각각 세부항목을 8개와 7개로 추가하였다.

표 4-2-9. 울진지역 설문대상자의 인구통계학적 특징

구 분		빈도(명)	비율(%)	구 분		빈도(명)	비율(%)
성별	남	420	96.8	거주지	서울	19	4.4
	여	14	3.2		부산	6	1.4
	합계	434	100.0		대구	78	17.9
연령	20대	27	6.2		인천	5	1.1
	30대	146	33.5		광주	3	0.7
	40대	175	40.1		대전	4	0.9
	50대	68	15.6		울산	15	3.4
	60대 이상	20	4.6		경기	13	3.0
	합계	436	100.0		강원	78	17.9
직업	농림축산업	35	8.0		충북	12	2.8
	자영업	168	38.5		충남	1	0.2
	사무행정직	73	16.7		전북	0	0
	생산기술직	60	13.8		전남	1	0.2
	판매서비스직	19	4.4		경북	174	39.9
	전문직	19	4.4	경남	26	6.0	
	주부	5	1.1	제주	1	0.2	
	학생	10	2.3	합계	436	100.0	
	기타	47	10.8				
	합계	436	100.0				

먼저 설문대상의 인구통계학적인 특성을 살펴보면, 성별의 경우 남성이 96.8%, 여성이

3.2%의 비율을 보이고 있으며, 연령은 40대가 가장 높은 비율인 40.1%로 나타났고, 다음으로 30대(33.5%), 50대(15.6%), 20대(6.2%)의 순으로 조사되었다. 직업 분포는 자영업이 38.5%로 가장 많았으며, 다음으로 사무행정직(16.7%), 생산기술직(13.8%)의 순을 보이고 있었다. 유어낚시객의 거주지 지역분포는 경북(39.9%), 대구(17.9%)순으로 경북지역에 유어낚시객의 방문이 많은 것으로 조사되었다(표 4-2-9).

**표 4-2-10. 출조지역**

응답내용	빈도(명) (n=376)	비율(%)
울진지역	268	71.3
기타지역	108	28.7
계	376	100.0

울진지역을 찾는 낚시객을 대상으로 출조지역에 대한 질문 결과 울진지역이 71.3%로 대부분을 차지했으며, 기타지역이 28.7%로 조사되었다(표 4-2-10). 주로 낚시하는 장소에 대한 질문에는 61.5%의 사람들이 갯바위 낚시를 즐기고 있으며, 기타가 33.9%, 선상낚시가 4.6%로 나타났다(표 4-2-11).

주로 낚시하는 지역에 대한 선호 이유에 대한 질문에서는 접근성과 어획량이 많음이 각각 30%로 가장 많이 나왔으며, 11.8%가 안전하게 낚시를 할 수 있다 순으로 조사되었다(표 4-2-12).

**표 4-2-12. 출조지역 선호 이유**

응답내용	빈도(응답수) (n=406)	비율(%)
접근성	122	30.1
어획량 많음	122	30.0
청정해역	6	1.5
경치가 좋음	19	4.7
지역적인 특징	3	0.7
비용절감	16	3.9
안전	48	11.8
기타	70	17.3
합계	406	100.0

**표 4-2-11. 출조장소**

응답내용	빈도(명) (n=434)	비율(%)
갯바위	267	61.5
선상낚시	20	4.6
기타	147	33.9
계	434	100.0

**표 4-2-13. 연간 출조 횟수**

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
5회 미만	41	9.4
5~10회 미만	46	10.6
10~15회 미만	99	22.7
15~20회 미만	24	5.5
20~25회 미만	69	15.8
25~30회 미만	6	1.4
30회 이상	151	34.6
합계	436	100.0
평균 횟수	28회	

응답자 중 151명(34.6%)이 연간 30회 이상 낚시를 하러 간다고 응답하였으며, 다음으로는 10~15회 미만으로 조사되었고, 평균 출조횟수는 약 28회로 조사되었다(표 4-2-13).

표 4-2-14. 울진 출조 횟수

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율 (%)
5회 미만	194	44.5
5~10회 미만	69	15.8
10~15회 미만	68	15.6
15~20회 미만	9	2.1
20~25회 미만	36	8.3
25~30회 미만	4	0.9
30회 이상	56	12.8
합계	436	100.0
평균 횟수	14.6회	

표 4-2-15. 낚시 여행지 결정 중요 요소

응답내용	빈도(응답수) (n=1,304)	비율 (%)
조과에 대한 기대	367	28.2
비용	241	18.5
접근성	244	18.7
친목	205	15.7
휴식	187	14.3
편의시설	35	2.7
기타	25	1.9
합계	1,304	100.0

출조횟수에 대해 물어본 결과 평균 14.6회이며, 약 44.5%의 사람들이 1년에 5회 미만 출조한다고 답했으며, 연간 5~10회 미만 울진지역으로 출조하는 경우가 15.8%, 10~15회 출조하는 경우는 14.6%를 차지하는 것으로 조사되었다(표 4-2-14).

울진지역 유어낚시객이 낚시 여행지를 결정할 때 중요시 여기는 것에 대해 조사한 결과 28.2%의 사람들이 조과를 가장 중요시 여기는 것으로 나타났으며, 이어 접근성(18.7%), 비용(18.5%)의 순으로 조사되었다(표 4-2-15).

1년의 여가생활시간과 여가생활비용을 100%으로 보았을 때 각각에 얼마나 투자하고 있는지에 대한 질문에 시간을 50% 이상 투자하는 사람이 28.7%, 금액을 10~20% 미만을 투자하는 사람이 26.1%로 나타났으며, 평균적으로 울진지역 출조객들은 시간과 비용을 각각 33.2%, 30.3%를 투자한다고 응답하였다(표 4-2-16).

표 4-2-16. 낚시에 투자하는 시간과 금액

구분	시간 (명) (n=436)	비율 (%)	금액 (명) (n=436)	비율 (%)
10%미만	50	11.5	56	12.8
10~20%미만	109	25.0	114	26.2
20~30%미만	55	12.6	56	12.8
30~40%미만	59	13.5	67	15.4
40~50%미만	38	8.7	36	8.3
50%이상	125	28.7	107	24.5
합계	436	100	436	100.0
평균	33.2%		30.3%	

표 4-2-17. 낚시 여행타입

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
개인	316	72.5
단체	120	27.5
합계	436	100.0

응답자 중 72.5%의 사람이 개인 형태의 여행으로 울진에 방문했으며, 나머지 27.5%의

사람이 단체 형태의 여행으로 방문하는 것으로 조사되었다(표 4-2-17).

동반 여행객 수에 대한 질문에 평균 3.6명이 동반하며, 2명과 함께 온 사람이 27.4%로 가장 많았으며, 다음으로 3명(21.1%), 4명(18.9%)을 차지하고 있다(표 4-2-18). 동반객 유형에서는 205명(47%)의 응답자가 친구, 연인, 선후배와 왔으며, 가족, 친지와 온 응답자는 29.6%, 혼자 12.4%를 차지하였다(표 4-2-19).

낚시하기 위해서 걸린 총 기간을 묻는 질문에 66.5%의 사람들이 2일 정도 소요했다고 응답하였으며, 실제 낚시하는 시간은 36.1%의 사람들이 5~6시간 정도 소요했다고 응답하였다(표 4-2-20). 숙박시설을 이용한 사람 중 민박, 펜션과 여관을 이용한 사람들이 각각 33.4%, 기타 22.4%. 콘도 10.4%, 호텔이 0.3%로 나타난 것으로 조사되었다(표 4-2-21).

표 4-2-18. 동반 여행객 수

응답내용	빈도(명) (n=412)	비율(%)
혼자	23	5.6
1명	21	5.1
2명	113	27.4
3명	87	21.1
4명	78	18.9
5명	41	10.0
6명	15	3.6
7명	5	1.2
8명	6	1.5
9명	3	0.7
10명 이상	20	4.9
합계	412	100
평균 동반객수	3.6명	

표 4-2-19. 동반객 유형

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
가족, 친지	129	29.6
친구, 연인, 선후배	205	47.1
동호인	38	8.7
단체(여행사)	5	1.1
혼자	54	12.4
기타	5	1.1
합계	436	100.0

표 4-2-20. 출조 기간 및 실제 낚시하는 시간

질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)	질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
출조 기간	1일	110	25.2	낚시 시간	1~2시간	7	1.6
	2일	290	66.5		3~4시간	80	18.5
	3일	30	6.9		5~6시간	156	36.1
	4일	1	0.2		7~8시간	76	17.6
	5일	1	0.2		9~10시간	48	11.1
	6일	1	0.2		11~12시간	31	7.2
	7일 이상	3	0.6		13시간 이상	34	7.9
	합계	436	100.0		합계	432	100.0
	평균	1.9일			평균	7.4시간	

표 4-2-21. 이용한 숙박시설

응답내용	빈도(응답수) (n=335)	비율(%)
민박, 펜션	112	33.4
여관	112	33.4
기타	75	22.5
콘도	35	10.4
호텔	1	0.3
계	335	100.0

표 4-2-22. 총 여행시간 및 이용 교통수단

질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
여행 시간	2시간 미만	64	14.7
	2~3시간 미만	114	26.1
	3~4시간 미만	115	26.4
	4~5시간 미만	73	16.7
	5~6시간 미만	23	5.3
	6시간 이상	47	10.8
	합계	436	100
교통 수단	평균	4시간	
	자가용	410	94.0
	전세/관광버스	2	0.5
	고속/시내버스	5	1.1
	기타	15	4.4
합계	432	100	

표 4-2-23 1인당 출조경비

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
5만원미만	69	15.8
5~10만원 미만	151	34.6
10~15만원 미만	155	35.7
15~20만원 미만	42	9.6
20~25만원 미만	15	3.4
25~30만원 미만	1	0.2
30만원 이상	3	0.7
합계	436	100.0
1인당 평균 출조비용	93,493원	

표 4-2-24. 항목별 금액 평균 및 비율

응답내용	평균(원)	비율(%)
숙박비	30,271	19.0
음식음료비	23,753	14.9
유흥비	21,000	13.2
교통비	29,906	18.8
납시배 임대비	33,750	21.3
기타잡비	20,185	12.7
합계		100.0

표 4-2-25. 주요 어획 어종

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
감성돔	22	5.1
볼락	148	33.9
숭어	60	13.7
노래미	35	8.0
잡어	2	0.5
학꽂치	145	33.4
고등어	8	1.8
전어	8	1.8
기타	8	1.8
합계	436	100.0

총 비용 중 임대비(낚시배)가 차지하는 비율은 21.2%로 가장 높았으며, 숙박비는 19.%, 교통비는 18.8%로 각각 조사되었다(표 4-2-24). 울진 지역에서 주로 잡히는 어종에 대해 물어본 결과 볼락이 33.9%로 가장 많이 잡히고 있으며, 이어 학꽂치 33.4%, 숭어 13.7%의 순으로 나타났다(표 4-2-25).

1회 출조시 어획량에 대한 질문에 대해서 2마리가 잡힌다고 응답한 사람이 24.2%로 가장 많았으며, 이어 5~10마리 미만이 잡힌다고 응답한 사람이 17.7%로 조사되었다. 어획 어종의 무게에 대한 질문에 2kg 미만이 잡힌다고 응답한 사람이 51.2%를 차지했으며, 4-4kg 미만이 35.5%로 조사되었다(표 4-2-26).

울진지역 출조시 가장 필요한 편의시설에 대한 답변으로 44.7%의 응답자가 화장실이 필요하다고 답했으며, 편의점 20.5%, 주차장 12.6%등으로 조사되었다(표 4-2-27).

표 4-2-26. 1회 출조 시 어획량

질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=429)	비율(%)
마리 수	1마리	42	9.8
	2마리	104	24.2
	3마리	65	15.2
	4마리	48	11.2
	5-10마리미만	76	17.7
	10-20마리미만	75	17.5
	20-30마리미만	11	2.6
	30마리이상	8	1.9
	합계	429	100.0
	평균	5.5마리	
질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=217)	비율(%)
무게	2kg 미만	111	51.2
	4-4kg 미만	77	35.5
	4-6kg미만	13	6.0
	6-8kg 미만	4	1.8
	8-10kg미만	12	5.5
	10kg이상	0	0
	합계	217	100.0
	평균	2.5kg	

표 4-2-27. 필요한 편의시설(다중응답)

응답내용	빈도(응답수) (n=701)	비율(%)
주차장	88	12.6
휴게소	43	6.1
편의점	144	20.5
숙박시설	41	5.8
화장실	313	44.7
쓰레기장	40	5.7
기타	2	0.3
생수	30	4.3
합계	701	100.0

바다목장 해역에 바다목장을 만든 이후 혜택에 대한 의견조사를 한 결과 63.2%의 사람들이 어획량이 증가할 것이라고 응답하였으며, 10.6%의 응답자는 증가하지 않을 것이라고 조사되었다(표 4-2-28).

바다목장에 대한 방문 의향에 대한 결과로는 297명(68.3%)이 방문할 의향이 있다고 응



답하였으며, 반면에 45명(10.3%)은 방문할 의향이 없다고 조사되었다(표 4-2-29).

**표 4-2-28. 바다목장 조성 혜택에 대한 의견**

응답내용	빈도(명) (n=435)	비율(%)
매우 증가할 것이다	54	12.4
증가할 것이다	221	50.8
보통	114	26.2
증가하지 않을 것이다	34	7.8
전혀 증가하지 않을 것이다	12	2.8
합계	435	100

**표 4-2-29. 바다목장 방문 의향**

응답내용	빈도(명) (n=435)	비율(%)
매우 많음	84	19.3
많음	213	49.0
보통	93	21.4
없음	22	5.0
매우 없음	23	5.3
합계	435	100

**표 4-2-30. 희망 방문 횟수**

응답내용	빈도(응답수) (n=397)	비율(%)
1회	32	8.1
2회	69	17.4
3회	60	15.1
4회	43	10.8
5회	69	17.4
6회	11	2.8
7회	10	2.5
8회	4	1.0
9회	2	0.5
10회	38	9.6
11회 이상	59	14.9
합계	397	100.1
평균	8.8회	

바다목장에 방문할 의향이 있는 관광객에게 방문 횟수를 조사한 결과, 1년에 2회 방문 하겠다고 응답한 사람이 가장 많은 17.4%로 나타났으며, 10회 이상 방문의향을 가진 사람도 24.5%로 나타났다(표 4-2-30).

#### 나. 관광객

울진 지역의 관광객 실태분석은 바다목장 조성에 따른 자원증가가 동 지역에 있어서 지역 소득에 얼마나 기여하는지 측정하기 위해 실시되었으며, 사전에 교육된 조사원을 통해 설문지를 활용한 1대1 면담을 통해 실시되었다. 설문조사에 응한 관광객에게 소정의 답례품을 제공하였다. 설문조사는 봄, 여름, 가을의 3계절 조사와 함께 연휴와 휴일 그리

고 평일에 각각 실시하여 설문응답이 불성실하거나 미가입 된 경우 표본에서 제외한 454부의 유효표본 설문지를 회수하였다. 자료분석은 통계 패키지 프로그램 인 SPSS 12.0을 이용하여, 응답빈도와 점유율을 중심으로 분석하였다.

본 조사는 앞으로 계속해서 진행될 바다목장사업의 간접적인 효과를 계량적인 방법에 의해 측정하기 위한 것으로 간접효과에 대한 결과는 분석부분에서 다시 언급한다.

관광객에 관한 설문조사 항목은 성별, 연령, 현거주지, 월평균소득, 학력, 방문 횟수, 방문 동반자의 유형 및 동반 인원, 교통수단, 소요시간, 방문 유형, 숙박시설, 방문 목적, 목적지 선택의 중요도, 여행경비, 재방문 의사, 바다목장에 대한 의견 등 총 19개의 항목으로 구성되어 있다.

먼저 설문대상의 인구통계학적인 특성을 살펴보면, 성별의 경우 남성이 66.5%, 여성이 33.5%의 비율을 보이고 있으며, 연령은 30대가 가장 높은 비율인 35.7%로 나타났고, 다음으로 40대(25.6%), 20대(17.6%)의 순으로 조사되었다. 직업 분포는 자영업이 23.5%로 가장 많았으며, 다음으로 사무행정직(17.9%), 주부(14.4%)의 순을 보이고 있었다. 관광객의 거주지 지역분포는 부산(18.5%), 강원(15.6%) 순으로 조사되었다(표 4-2-31).

**표 4-2-31. 울진지역 설문대상자의 인구통계학적 특징**

구분		빈도(명)	비율(%)	구분		빈도(명)	비율(%)
성별	남	302	66.5	거주지	서울	54	11.9
	여	152	33.5		부산	84	18.6
	합계	454	100.0		대구	51	11.2
연령	10대	8	1.8		인천	17	3.7
	20대	80	17.6		광주	9	2.0
	30대	162	35.7		대전	9	2.0
	40대	116	25.6		울산	25	5.5
	50대	71	15.6		경기	29	6.4
	60대 이상	17	3.7		강원	71	15.7
	합계	454	100.0		충북	21	4.6
	직업	농림축산업	14		3.1	충남	1
자영업		106	23.4		전북	2	0.4
사무행정직		81	17.9		전남	1	0.2
생산기술직		56	12.4		경북	70	15.4
판매서비스직		27	6.0		경남	10	2.2
전문직		22	4.9		제주	0	0
주부		65	14.4		합계	454	100.0
학생		43	9.5				
기타		38	8.4				
합계		452	100.0				

울진 지역을 관광목적지로 방문한 횟수에 대한 질문에 대한 결과는 재방문의 비율이

78.7% 처음 방문하였다는 의견이 21.3%로 나타났다(표 4-2-32).

방문 동반자 유형 및 동반자 수에 대한 질문에서의 관광객 유형은 주로 가족·친지(56.6%), 다음이 친구·연인·선후배(29.1%) 순으로 조사되었다(표 4-2-33).

**표 4-2-32. 방문 횟수**

응답내용	빈도(명) (n=315)	비율(%)
1회(처음 방문)	67	21.3
2회	45	14.3
3회	57	18.1
4회	33	10.5
5회	32	10.2
6회 이상	81	25.7
합계	315	100.1
평균	6.1회	

**표 4-2-33. 동반자 유형**

응답내용	빈도(명) (n=454)	비율(%)
친구, 연인, 선후배	132	29.1
가족, 친지	257	56.6
단체(여행사)	20	4.4
동호인	27	5.9
혼자	8	1.8
기타	10	2.2
합계	454	100.0

**표 4-2-34. 동반자 수**

응답내용	빈도(명) (n=454)	비율(%)
1~2명	72	15.9
3~4명	152	33.5
5~6명	77	17.0
7~8명	44	9.7
9~10명	53	11.7
11명 이상	56	12.3
합계	454	100.0
평균 동반인원	6.5명	

**표 4-2-35. 교통수단**

응답내용	빈도(응답수) (n=456)	비율(%)
비행기	1	0.2
자가용	419	91.9
전세/관광버스	21	4.6
기타	3	0.7
고속/시외/시내버스	8	1.8
도보/자전거	2	0.4
기차	2	0.4
합계	456	100.0

동반자 수의 경우 3-4명이 33.5%로 가장 높았으며, 5-6명이 17%, 11명 이상의 단체 관광객이 12.3%를 차지하였다. 또한 동반자 수의 평균 인원수는 6.5명으로 조사되었다(표 4-2-34).

주로 이용하는 교통수단에 대해 물은 결과 자가용을 이용한 경우가 91.9%의 비율을 보이며, 다음으로 전세/관광버스(4.6%)를 이용하는 것으로 조사되었다(표 4-2-35).

울진까지의 소요시간에 대해 물은 결과 3시간 이상~4시간 미만이 34.3%로 가장 높은 비율을 보이고 있으며, 다음으로 4시간 이상~5시간 미만이 24.6%의 비율을 보이고 있다(표 4-2-36). 울진의 방문유형에 대해 물어본 결과 당일로 울진을 방문한 비율이 22%이며, 숙박을 한 경우가 78%로 조사되었으며 숙박을 한 경우에도 당해 지역에서는 2박3일의

일정이 33.3%로 나타났다(표 4-2-37).

표 4-2-36. 소요시간

응답내용	빈도(명) (n=382)	비율(%)
1시간 미만	1	0.3
1시간~2시간 미만	33	8.6
2시간~3시간 미만	78	20.4
3시간~4시간 미만	131	34.3
4시간~5시간 미만	94	24.6
5시간 이상	45	11.8
합계	382	100.0
평균	3.6시간	

표 4-2-37. 방문 유형

응답내용	빈도(명) (n=422)		빈도(명)
당일관광	93( 22%)		
숙박관광	329( 78%)		
합 계	422(100%)		
숙박지역	전체	울진외	울진 (전체%/울진%)
1박 2일	283	269(95.1)	14(4.9/62.5)
2박 3일	42	34(81.0)	8(19.0/33.3)
3박 4일	1	0(0.0)	1(100.0/4.2)
4박 5일	1	1(100.0)	0(0.0/0.0)
5박 6일 이상	2	2(100.0)	0(0.0/0.0)
합계	329	306(93.1)	23(6.9/100.0)

숙박시설 이용에 대해 조사한 결과는 콘도미니엄이 45.6%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 다음으로 여관/모텔이 26.1%, 민박/펜션이 17.3%로 나타났다(표 4-2-38). 관광객들이 울진을 방문하는 목적은 주변 자연경관 감상(33.4%), 오락이나 유흥(20.6%), 명소방문(17.5%)의 순으로 나타났다(표 4-2-39).

표 4-2-38 숙박시설

응답내용	빈도(응답수) (n=353)	비율(%)
민박/펜션	61	17.3
호텔	16	4.5
콘도미니엄	161	45.6
친구/친척집	20	5.7
여관/모텔	92	26.1
기타	3	0.8
합계	353	100.0

표 4-2-39. 방문 목적(다중응답)

순 위	응답내용	빈도 (응답수) (n=452)	비율 (%)
1위	자연경관 감상	151	33.4
2위	오락이나 유흥	93	20.6
3위	명소 방문	79	17.5
4위	레저 스포츠 여행	70	15.5
5위	기타	42	9.3
6위	친척, 친구방문	17	3.7
	합계	452	100.0

울진 방문객에게 관광목적지를 선택하는 데 중요시 하는 항목에 대해 조사한 결과 자연 경관(4.0)이 가장 높게 나왔으며, 다음으로 문화유산(3.5), 교통수단(3.4), 소요시간(3.2), 소요경비(3.1) 순으로 나타났다(표 4-2-40).

울진지역을 관광하면서 1인당 소비한 여행경비를 조사한 결과, 평균 95,693원으로 나

타났으며, 분포별로는 10만원 미만을 지출한 응답자가 55.3%로 조사되었다(표 4-2-41).

**표 4-2-40. 목적지 선택의 중요도**

설문내용	평균
자연경관	4.0
소요경비	3.1
문화유산	3.5
교통수단	3.4
소요시간	3.2

**표 4-2-41. 1인당 여행경비**

응답내용	빈도(명) (n=450)	비율(%)
10만원 미만	249	55.3
10~20만원 미만	169	37.6
20~30만원 미만	25	5.6
30~40만원 미만	4	0.9
40~50만원 미만	2	0.4
50만원 이상	1	0.2
합계	450	100.0
1인당 평균여행비용	95,693	

관광객이 울진지역에서 소비한 항목별 금액 평균 및 비율 조사에서 총 비용 중 교통비가 차지하는 비율은 20.4%로 가장 높았으며, 숙박비(19.6%), 음식비(18.6%)로 나타났다(표 4-2-42). 울진지역 재방문 의사에 대해서는 53.8%의 응답자가 재방문 의사가 있다고 답변하였다(표 4-2-43).

**표 4-2-42. 항목별 금액 평균 및 비율**

응답내용	평균(원)	비율(%)
숙박비	32,261	19.6
음식음료비	30,623	18.6
교통비	33,573	20.5
유흥비	26,830	16.3
기념품비	25,685	15.6
기타비용	15,567	9.4
합계		100.0

**표 4-2-43. 재방문 의사**

응답내용	빈도(명) (n=454)	비율(%)
매우 많음	53	11.7
많음	191	42.1
보통	177	39.0
적음	21	4.6
매우 적음	12	2.6
합계	454	100.0

재방문 의사가 없는 방문객을 대상으로 이유에 대해서 물어본 결과 접근이 불편하다고 응답한 사람이 17명으로 가장 많이 나타났고, 다음으로는 관광매력도 부족이 15명으로 나타났다(표 4-2-44).

바다목장에 대한 관광객들의 인지도에 대해 조사한 결과, 64.1%의 응답자들이 바다목장에 대해 전혀 들어본 적이 없거나 잘 모르겠다는 의견을 나타냈으며, 단지 61명(13.4%)만이 알고 있다고 응답하였다(표 4-2-45).

**표 4-2-44. 재방문 의사가 없는 이유**

응답내용	빈도(응답수) (n=57)
경제적 이유	5
관광 매력도 부족	15
관광지 및 시설안내부족	7
편의시설부족	8
접근 불편	17
기타	5
합계	57

**표 4-2-45. 바다목장 인지도**

응답내용	빈도(명) (n=454)	비율 (%)
전혀 들어본 적 없다	137	30.2
잘 모르겠다	154	33.9
들어본 듯 하다	102	22.5
약간 알고 있다	50	11.0
매우 잘 알고 있다	11	2.4
합계	454	100

바다목장에 대한 관광객 방문 의향에 대한 결과로는 261명(57.2%)이 방문할 의향이 있다고 응답하였으며, 반면에 57명(12.6%)은 방문할 의향이 없다고 답하였다(표 4-2-46).

바다목장에 방문할 의향이 있는 관광객에게 방문 횟수를 조사한 결과, 1년에 1회 방문 하겠다고 응답한 사람이 가장 많은 45.2%(191명)로 나타났다(표 4-2-47).

**표 4-2-46. 바다목장 방문 의향**

응답내용	빈도(명) (n=454)	비율(%)
전혀 없음	15	3.3
없음	42	9.3
보통	136	30.2
많음	180	39.5
매우 많음	81	17.7
합계	454	100.0

**표 4-2-47. 희망 방문횟수**

응답내용	빈도 (응답수) (n=382)	비율(%)
1년에 1회미만	17	4.0
1년에 1회	191	45.2
1년에 2회	109	25.8
1년에 3회	45	10.6
1년에 4회	20	4.7
1년에 5회 이상	41	9.7
합계	382	100.0

바다목장을 방문할 경우 함께 동반할 사람에 대해 물어본 결과 가족, 친척과 함께 방문 하겠다는 사람이 67.3%로 나타났으며 친구, 연인, 선후배가 26.6%로 나타났다(표 4-2-48).

바다목장을 방문하고자 하는 시기에 대해서는 주말이 52.7%, 다음으로는 연휴가 16% 순으로 나타났다(표 4-2-49).

표 4-2-48. 희망 동반자

응답내용	빈도 (응답수) (n=425)	비율(%)
가족, 친척 친구, 연인, 선후배	286	67.3
단체	113	26.6
동호인	8	1.9
동호인	12	2.8
혼자	4	0.9
기타	2	0.5
합계	425	100.0

표 4-2-49 희망 방문시기

응답내용	빈도 (응답수) (n=425)	비율(%)
방학 및 휴가기간	58	13.6
주말	224	52.8
연휴	68	16.0
공휴일	46	10.8
주중	23	5.4
기타	6	1.4
합계	425	100.0

표 4-2-50. 희망 방문기간

응답내용	빈도(응답수) (n=411)	비율(%)
당일	37	9.0
1박 2일	298	72.6
2박 3일	68	16.5
3박 4일	8	1.9
합계	411	100.0
평균 일수	2.1일	

표 4-2-51. 희망 소비금액

응답내용	빈도 (응답수) (n=437)	비율(%)
10만원 미만	137	31.4
10~20만원 미만	238	54.5
20~30만원 미만	44	10.1
30~40만원 미만	16	3.7
40~50만원 미만	0	0.0
50만원 이상	2	0.5
합계	437	100.0
1인당 평균여행비용	116,173원	

바다목장 방문시 체류하고자 하는 기간에 대한 조사에서는 1박 2일이 72.6%, 2박 3일이 16.5%로 나타났으며, 평균 약 2.1일 정도를 머무르고자 하는 것으로 나타났다(표 4-2-50).

바다목장 방문시 소비금액에 대한 의향을 물어본 결과 평균 116,173원으로 나타났으며 분포별로는 10만 원 이상~20만 원 미만이 54.5%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 10만 원 미만이 31.4%로 나타났다(표 4-2-51).

## 제 3 절 바다목장 실시계획 수립

### 1. 주해역 범위

울진바다목장 주해역은 기존에 설정하였던 평해읍 월송 해안에서 북쪽으로 확장된 구산리 북부의 화고말 부근 해안을 북측 한계로 하고 후포리 후포항 방파제 중단 물양장이 끝나는 지점을 남측 한계로 하여 총면적 2,500ha로 한다(그림 4-3-1 참조).

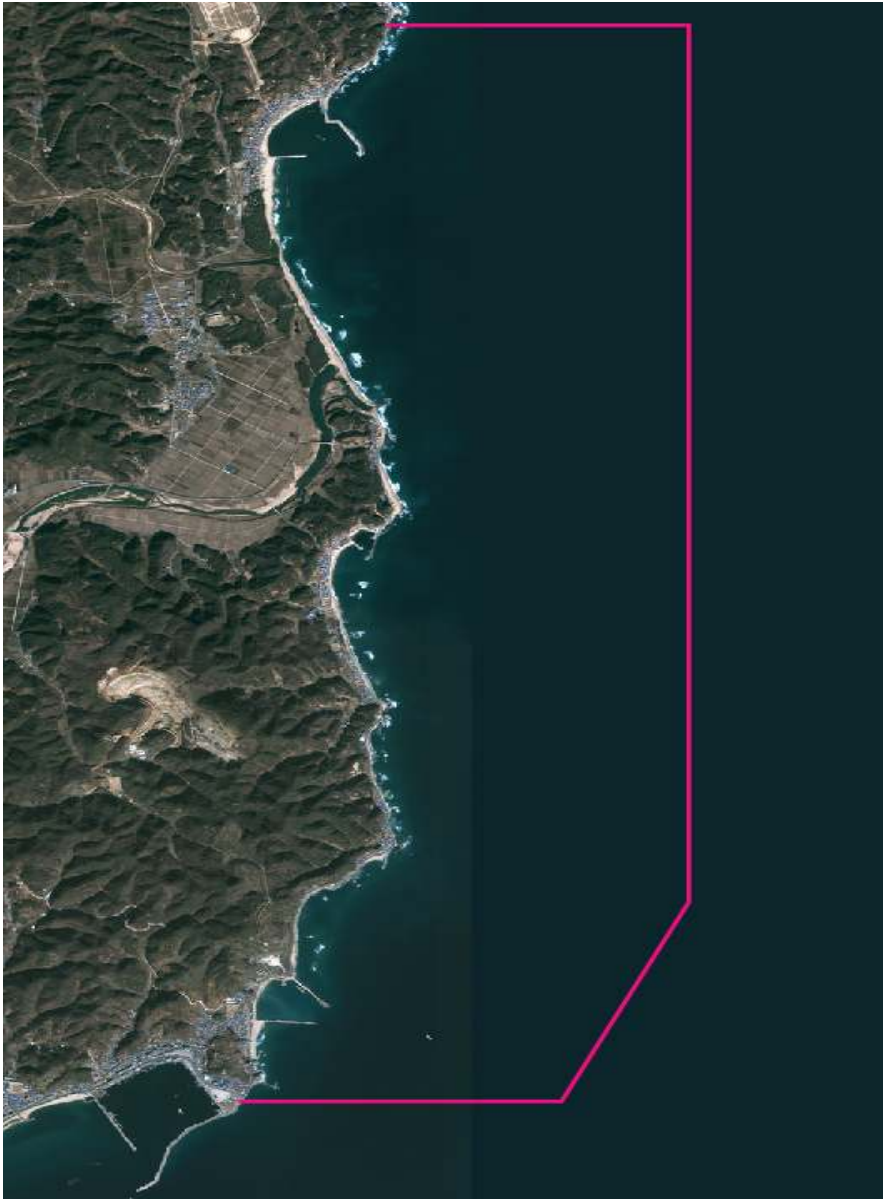


그림 4-3-1. 울진바다목장 구획도



## 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.

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 자원조성 대상생물에 대한 생리생태조사, 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 이용·관리방안 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 바다목장 이관계획 수립의 연구를 실시하게 된다.

표 4-3-1. 울진바다목장 사업의 추진단계

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	• 실해역환경 특성조사	• 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리	• 환경 및 생태계 동태 파악
	• 어장조성 기반조사 (기초설계)	• 시설물 실해역 투입 및 어장조성	• 바다목장시설의 관리 및 효과조사
	• 대상생물 생리·생태조사	• 방류 및 생물군집변화조사	• 방류종의 자원관리 및 재생산 조사
	• 대상범위 확립 및 구체화계획 수립	• 바다목장 이용·관리방안 수립 및 운영	• 사후 투자효과분석 및 바다목장이관 계획 수립

표 4-3-2는 울진바다목장사업의 재원별 연도별 투자계획을 나타낸 것이다. 울진바다목장사업은 총사업비 59,970백만 원 중 국비 35,500백만 원(59.2%), 지방비 4,500백만 원(7.5%), 어업인 1,970백만 원(3.3%), 민간 18,000(30.0%)백만 원을 투자하는 대규모 사업이다. 이중 어장조성시설 투자비가 7,836백만 원으로 총사업비의 13.1%, 관광시설투자비가 37,330백만 원으로 62.2%, 자원증대시설 투자비가 5,704백만 원으로 9.5%, 연구개발비가 9,100백만 원으로 15.2%를 차지한다.

어장조성 시설투자는 인공어초 및 해중립 조성사업, 환경관측 및 모니터링시스템 구축 등의 사업을 대상으로 하며, 관광시설은 배후시설 및 기반시설과 체험 및 교육형 관광시설로 구분하여 투자할 예정이며, 자원증대시설은 종묘비 및 중간육성비가 포함되었다.

표 4-3-2. 울진바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획

(단위 : 백만 원)

분 야	시설내역	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
합 계	합 계	59,970	600	773	1,150	1,230	3,280	11,580	22,197	19,160
	국 가	35,500	600	600	900	1,000	2,520	4,560	11,120	14,200
	지자체	4,500	0	173	250	200	600	960	1,317	1,000
	어업인	1,970	0	0	0	30	160	260	760	760
	민 간	18,000	0	0	0	0	0	5,800	9,000	3,200
어장 조성 시설	소 계	7,836	0	150	86	100	700	1,400	2,300	3,100
	국 가	7,100	0	0	0	0	600	1,300	2,200	3,000
	지자체	736	0	150	86	100	100	100	100	100
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
관광 시설	소 계	37,330	0	0	0	100	750	7,710	16,330	12,440
	국 가	14,553	0	0	0	100	250	950	5,513	7,740
	지자체	3,077	0	0	0	0	400	760	1,117	800
	어업인	1,700	0	0	0	0	100	200	700	700
	민 간	18,000	0	0	0	0	0	5,800	9,000	3,200
자원 증대 시설	소 계	5,704	0	23	164	130	360	960	1,957	2,110
	국 가	4,747	0	0	0	0	200	800	1,797	1,950
	지자체	687	0	23	164	100	100	100	100	100
	어업인	270	0	0	0	30	60	60	60	60
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
연구 개발	소 계	9,100	600	600	900	900	1,470	1,510	1,610	1,510
	가	9,100	600	600	900	900	1,470	1,510	1,610	1,510
	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

표 4-3-3. 울진해역 바다목장 사업의 어장조성시설 투자계획

(단위 : 백만 원)

분 야	재 원	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
어장조성 시 설	합 계	7,836	0	150	86	100	700	1,400	2,300	3,100
	국 가	7,100	0	0	0	0	600	1,300	2,200	3,000
	지자체	736	0	150	86	100	100	100	100	100
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인공어초 및 해 중 립	소 계	7,136	0	150	86	100	500	900	2,300	3,100
	국 가	6,400	0	0	0	0	400	800	2,200	3,000
	지자체	736	0	150	86	100	100	100	100	100
- 연 안 어 초	소 계	1,650	0	150	0	100	200	300	400	500
	국 가	1,000				0	100	200	300	400
	지자체	650		150		100	100	100	100	100
- 대수심 어 초	소 계	1,500	0	0	0	0	0	200	500	800
	국 가	1,500				0		200	500	800
	지자체	0								
- PPT 및 자연석	소 계	1,486	0	0	86	0	100	100	500	700
	국 가	1,400					100	100	500	700
	지자체	86			86					
- 해중립	소 계	2,500	0	0	0	0	200	300	900	1,100
	국 가	2,500					200	300	900	1,100
	지자체	0								
환경관측 및 모니터링 시스템	소 계	700	0	0	0	0	200	500	0	0
	국 가	700	0	0	0	0	200	500	0	0
	지자체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- 환경관측 부 이	소 계	200	0	0	0	0	100	100	0	0
	국 가	200					100	100		
	지자체	0								
- 수산자원 관리수면 경계표시	소 계	100	0	0	0	0	0	100	0	0
	국 가	100					0	100		
	지자체	0								
- 육상관측 시 스템	소 계	400	0	0	0	0	100	300	0	0
	국 가	400					100	300		
	지자체	0								

어장조성 시설투자 규모는 7,836백만 원으로 총 투자비의 13.1%, 총 시설투자비의 15.4%이다(표 4-3-3). 투자는 인공어초 및 해중립사업과 환경관측 및 모니터링시스템으로 크게 구분하여 계획하였다.

인공어초 및 해중립사업은 연안어장 조성 및 산란·생육·성숙장 조성을 위한 어장 등을 조성하기 위해 인공어초시설을 투하하고 해중립을 조성하는 것을 목표로 한다. 이 사업은 동 해역이 가지는 환경수용력을 증대시켜 자원을 증대시키기 위한 기반을 조성하

기 위해 추진되는 것으로 바다목장 조성의 가장 기초사업이면서 중요한 사업이라 할 수 있으며, 연안어초, 대수심어초, TTP 및 자연석 투하, 해중립 조성사업으로 구분된다.

환경관측 및 모니터링시스템은 바다목장 조성과정 및 조성 이후 해역의 환경을 모니터링하고 수산자원관리수면을 표시하는 표지시설을 대상으로 투자되는데, 환경관측부이, 육상관측시스템, 수산자원관리수면 경계표시사업으로 구분된다.

표 4-3-4. 울진해역 바다목장 사업의 관광시설 투자계획

(단위 : 백만 원)

분 야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재 원	합 계	37,330	0	0	0	100	750	7,710	16,330	12,440
	국 가	14,553	0	0	0	100	250	950	5,513	7,740
	지자체	3,077	0	0	0	0	400	760	1,117	800
	어업인	1,700	0	0	0	0	100	200	700	700
	민 간	18,000	0	0	0	0	0	5,800	9,000	3,200
□ 배후시설 및 기반시설	소 계	1,790	0	0	0	0	250	310	730	500
	국 가	213	0	0	0	0	50	50	113	0
	지자체	1,577	0	0	0	0	200	260	617	500
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- 수산물 전 시 판매장	소 계	360	0	0	0	0	0	0	160	200
	국 가	60							60	
	지자체	300							100	200
	어업인	0								
	민 간	0								
- 바다목장 관 리 선	소 계	200	0	0	0	0	200	0	0	0
	국 가	0								
	지자체	200					200			
	어업인	0								
	민 간	0								
- 수 산 물 브 랜 드 화 기 반	소 계	373	0	0	0	0	50	110	113	100
	국 가	153					50	50	53	
	지자체	220						60	60	100
	어업인	0								
	민 간	0								
- 배 후 지 조 성	소 계	457	0	0	0	0	0	200	257	0
	국 가	0								
	지자체	457						200	257	
	어업인	0								
	민 간	0								
- 육 상 조 형 물	소 계	400	0	0	0	0	0	0	200	200
	국 가	0								
	지자체	400				0			200	200
	어업인	0								
	민 간	0								

표 4-3-4 계속.

분 야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
□ 체험 및 교육형 관광시설	소 계	35,540	0	0	0	100	500	7,400	15,600	11,940
	국 가	14,340	0	0	0	100	200	900	5,400	7,740
	지자체	1,500	0	0	0	0	200	500	500	300
	어업인	1,700	0	0	0	0	100	200	700	700
	민 간	18,000	0	0	0	0	0	5,800	9,000	3,200
- 유어선	소 계	1,300	0	0	0	0	100	200	500	500
	어업인	1,300					100	200	500	500
	민 간	0								
- 수 중 전망대	소 계	8,000	0	0	0	0	0	800	4,000	3,200
	어업인	0								
	민 간	8,000						800	4,000	3,200
- 잔교형 인 공 낚시터	소 계	4,000	0	0	0	0	0	100	1,500	2,400
	국 가	3,000						100	1,000	1,900
	지자체	600							300	300
	어업인	400							200	200
	민 간	0								
- 수중조명 시 설	소 계	200	0	0	0	0	0	0	200	0
	국 가	0								
	지자체	200							200	
- 수서생태 체 험 장 기반시설	소 계	1,000	0	0	0	0	0	100	400	500
	국 가	1,000						100	400	500
	지자체	0								
- 바다목장 체 험 장	소 계	1,700	0	0	0	0	300	800	600	0
	국 가	1,000					100	300	600	
	지자체	700					200	500		
- 수상관광 시 설	소 계	10,000	0	0	0	0	0	5,000	5,000	0
	어업인	0								
	민 간	10,000						5,000	5,000	
- 수중테마 공 원	소 계	5,400	0	0	0	0	0	0	2,400	3,000
	국 가	5,400							2,400	3,000
	지자체	0								
- 관 광 형 인공어초	소 계	3,940	0	0	0	100	100	400	1,000	2,340
	국 가	3,940				100	100	400	1,000	2,340
	지자체	0								

관광시설 투자 또한 배후시설 및 기반시설에 대한 투자와 체험 및 교육형 관광시설로 나누어 투자하게 되는데, 총 투자액이 37,330백만 원으로 바다목장 전체 투자예산의 62.2%, 시설투자예산의 73.4%가 투자된다.

관광관련시설 투자의 기본 원칙은 기반조성은 국가와 지자체가, 수익사업에 대한 직접 투자는 어업인 및 민간에서 담당한다는 것이다.

먼저 배후시설 및 기반시설은 바다목장 관광시설 유치 및 부가가치 향상을 위한 기반 조성사업이 포함되는데, 관광시설 및 바다목장 관련시설을 위한 배후지 조성사업, 수산물

전시판매장, 바다목장산 수산물 브랜드화 기반사업, 바다목장 관리선 신조, 바다목장 홍보를 위한 육상조형물 사업 등이 포함된다.

동 해역의 관광개발은 ①주어진 자연환경은 비교적 양호한 편이나 접근성이 떨어지는 등 지리적 접근에 있어서의 한계를 가지고 있는 점을 감안하고 뚜렷한 목적을 가지고 지역을 방문하는 사람들을 대상으로 하는 목적형 관광을 고려하고 ②해양관광의 비수기인 가을~봄까지의 지속적인 관광객 유치를 위해 바다목장 시설을 수시로 방문할 수 있는 주변 지역의 관광수요를 개발할 수 있는 시설이 유치되어야 하는 점, ③인근 지역 주민들의 교육목적 관광수요 충족시키며, ④7번 국도를 경유하는 수학여행단 등 강원도 관광을 위한 경유지로서의 역할이 아닌 체류지로서의 수요를 개발하고, ⑤동해안 갯바위 낚시터로 꾸준한 수요가 창출되고 있는 후포항 인근의 낚시수요 충족 등을 고려하여 체험 및 교육형으로 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

이에 따라 유어선, 잔교형 낚시터 등의 유어시설과 수중조명시설, 수서생태체험장, 수중테마공원, 수상관광시설, 수중전망대 등 바다목장의 조성의 가장 중요한 목표인 자원조성을 어업에만 이용하는 것이 아닌 교육과 체험관광으로 활용할 수 있는 방안이 검토되고 투자되어야 한다는 것이다.

이를 위해 관광형 바다목장의 기본인 자원조성과 유집을 위한 시설은 국비와 일부 지방비 투자를 하게 되고 직접적인 수익사업은 어업인, 민자, 어업인+지자체+국가가 투자하는 투자계획을 수립하였다.

표 4-3-5. 울진해역 바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획

(단위 : 백만 원)

분야	재원별	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재원	합계	5,704	0	23	164	130	360	960	1,957	2,110
	국가	4,747	0	0	0	0	200	800	1,797	1,950
	지자체	687	0	23	164	100	100	100	100	100
	어업인	270	0	0	0	30	60	60	60	60
	민간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-종류	소계	5,404	0	23	164	130	360	760	1,907	2,060
	국가	4,447	0	0	0	0	200	600	1,747	1,900
	지자체	687	0	23	164	100	100	100	100	100
	어업인	270	0	0	0	30	60	60	60	60
	민간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-중간육성장	소계	300	0	0	0	0	0	200	50	50
	국가	300	0	0	0	0	0	200	50	50
	지자체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민간	0	0	0	0	0	0	0	0	0

자원증대를 위한 시설투자는 크게 종묘방류와 중간육성시설로 구분되는데 총 투자비는 5,704백만 원으로 총투자비의 9.5%이고 시설투자비의 11.2%에 해당된다(표 4-3-5). 이 중 종묘방류사업에 5,404백만 원, 중간육성을 위한 시설 및 시설 운영에 300백만 원을 투자하는 것으로 계획을 수립하였다.

현재까지 연구된 동해역의 방류대상자원으로는 조피볼락, 넙치, 연어, 은어, 강도다리, 가자미류, 민들조개, 전복 등이다. 이중 조피볼락, 넙치, 강도다리, 가자미류, 전복은 어업 및 유어용으로, 연어, 은어 등은 생태체험 및 관광용으로, 민들조개는 어업과 생태체험용으로 조성될 것이며, 재첩 등 동해역에 조성될 수 있는 가능성이 있는 어종의 경우는 바다목장 조성과정에서 종묘생산기술 등 여건이 성숙되는 경우 추가하는 것으로 계획하였다.

표 4-3-6. 울진해역 바다목장 사업의 연구개발 투자계획

(단위 : 백만 원)

연구내용	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<input type="checkbox"/> 합 계	9,100	600	600	900	900	1,470	1,510	1,610	1,510
<input type="checkbox"/> 적지선정	600	600							
<input type="checkbox"/> 생태계 특성조사	1,020	0	120	160	160	160	160	160	100
- 환경조사	475		75	70	70	70	70	70	50
- 생물군집조사	545		45	90	90	90	90	90	50
<input type="checkbox"/> 어장, 자원조성분야	1,750	0	120	120	110	300	400	400	300
- 해저지형조사	160		80	80					
- 해조장	1,060		30	30	100	200	250	250	200
- 인공어초	530		10	10	10	100	150	150	100
<input type="checkbox"/> 자원증대분야	4,780	0	260	470	530	910	850	900	860
- 방류용 우량종묘 생산 및 판별	470				70	100	100	100	100
- 중간육성기술	450				90	100	100	100	60
- 음향순치기술	150					150			
- 건묘생산기술	600			100	100	100	100	100	100
- 대상생물의 방류기술	460					60	100	150	150
- 대상생물의 생태 및 행동 연구	1,210		130	190	90	200	200	200	200
- 자원조사 및 시설평가	1,440		130	180	180	200	250	250	250
<input type="checkbox"/> 이용·관리분야	850	0	100	150	100	100	100	150	150
- 기본계획 수립	110		30	80					0
- 경제성 평가	160		30	30	20	20	20	20	20
- 바다목장 이용·관리 실태조사	240		20	20	40	40	40	40	40
- 바다목장 이용·관리체제 구축 및 운영	240		20	20	40	40	40	40	40
- 바다목장 종합계획 수립	50							50	
- 투자효과분석	50								50
<input type="checkbox"/> 울진형 바다목장 매뉴얼 작성	100	0	0	0	0	0	0	0	100

연구개발투자는 크게 바다목장 적지선정, 환경관리 및 개선, 어장조성, 자원증대, 바다목장 이용·관리분야로 나누어 투자하는 것을 기본으로 하였다.

각 분야별 투자계획은 표 4-3-6과 같이 바다목장 적지선정에 600백만 원, 생태계 특성조사에 1,020백만 원, 어장, 자원조성분야에 1,750백만 원, 자원증대 분야에 4,780백만 원, 바다목장 이용·관리분야에 850백만 원, 울진형 바다목장 매뉴얼 작성에 100백만 원으로 총 91,000백만 원을 투입하는 것으로 하였다.

### 3. 경제성 분석

#### 가. 어업효과

어장조성과 종묘방류를 통하여 생산될 수 있는 어획량은 바다목장의 조성과 함께 지속적으로 증가하게 될 해역의 환경수용능력 수준까지 지속적으로 자원이 증가할 수 있도록 하기 위해 방류된 목표 어종이 산란하여 재생산된 자원량의 50%만을 어획한다는 가정 하에 추정하였다. 다만 각 어종별 자원특성에 따라 생존율을 달리하여 재생산력을 계산하였다.

조피볼락의 방류어 생존율은  $0.14(1년) \times 0.4(2년) \times 0.5(3년)$ 로 하였고, 방류어가 성어가 된 후 산란량은  $친어수 \times 0.5(암수) \times 8만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)$ 로 하였으며, 방류어의 2세어 생존율은  $0.0025(1년) \times 0.25(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였다.

넙치의 경우 방류어 생존율은  $0.14(1년) \times 0.4(2년) \times 0.5(3년)$ 로 하였고, 성어가 된 후 산란량은  $친어수 \times 0.5(암수) \times 20만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)$ 로 하였으며, 2세어의 생존율은  $0.0025(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였으며, 3짜이클부터는  $0.0025(1년) \times 0.1(2년) \times 0.2(3년)$ 로 하였다.

강도다리는 방류어 생존율은  $0.14(1년) \times 0.4(2년) \times 0.5(3년)$ 로 하였고, 성어가 된 후 산란량은  $친어수 \times 0.5(암수) \times 10만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)$ 로 하였으며, 2세어의 생존율은  $0.0025(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였으며, 3짜이클부터는  $0.0025(1년) \times 0.15(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였다.

가자미류의 경우 방류어 생존율은  $0.2(1년) \times 0.25(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 하였고, 성어가 된 후 산란량은  $친어수 \times 0.5(암수) \times 10만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율)$ 로 하였으며, 2세어의 생존율은  $0.005(1년) \times 0.2(2년) \times 0.3(3년)$ 으로 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 659M/T으로 추정되었다(표 4-3-7). 바다목장 조성기간인 2008년까지 어업활동이 제한된다는 가정 아래 어획은 2009년부터 시작하되, 자원량 중 MSY 수준인 자원량의 1/2 수



준만을 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 적당 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 4-3-7. 울진바다목장 사업의 어업효과

(단위 : 천미, kg, 백만 원, 척, %, 원)

연도	방류량	자원량	최대어획 가능량	어업 수익	최대 어획비율	조업 척수	수익률	가구당 어업수입
2003		0	0	0	325,580.1	0	0	0
2004		0	0	0	0.00	0	0	0
2005		0	0	0	0.00	0	0	0
2006	1,273	0	0	0	0.00	0	0	0
2007	2,167	0	0	0	0.00	0	0	0
2008	2,167	0	0	0	0.00	0	0	0
2009	3,060	310	97	8	0.03	1	-2.20	8,160,108
2010	2,167	4,378	1,957	59	0.60	2	0.03	29,691,028
2011		15,336	7,147	180	2.20	6	0.05	30,047,511
2012		31,709	15,200	332	4.67	10	0.12	33,166,670
2013		43,590	21,069	441	6.47	13	0.13	33,920,532
2014		60,989	29,698	606	9.12	17	0.16	35,622,815
2015		86,628	42,308	864	12.99	24	0.17	35,993,877
2016		129,509	63,616	1,271	19.54	35	0.18	36,317,870
2017		198,304	97,881	1,938	30.06	50	0.23	38,755,764
2018		324,464	160,613	3,193	49.33	70	0.33	45,611,832
2019		471,310	233,763	4,600	71.80	90	0.39	51,114,825
2020		504,618	250,145	4,873	76.83	93	0.40	52,398,704
2021		540,232	267,321	5,141	82.11	95	0.41	54,119,259
2022		563,527	278,357	5,244	85.50	95	0.42	55,196,373
2023		614,066	303,015	5,620	93.07	99	0.44	56,763,490
2024		659,196	325,580	5,967	100.00	100	0.46	59,668,569
계	10,834	4,248,166	2,097,767	40,337				

주 : 2024년도부터 최대지속적 생산이 이뤄지기 때문에 이후에는 동일함.

이상과 같이 어업수익과 어업비용을 계산하여 어업이익을 산출하여 수익률을 계산한 결과 약 46% 수준으로 분석되었고, 조업에 참여한 어가의 어업소득은 약 59백만 원으로 추정되었다.

## 나. 관광효과

### (1) 유어낚시 분석

바다목장의 경제적 가치 측면의 관점에서 바다목장을 보고자 하는 사람들이 증가함에 따라 울진바다목장의 경제적 가치를 추정하였다. 분석 방법은 회귀분석을 사용하였다. 회귀분석에서 경제적 가치에 영향을 주는 변수들을 대상으로 분석하였다. 이중 설명력이 있는 변수들을 선정하여 바다목장 경제적 가치를 추정하였다. 바다목장은 유어낚시객별, 지역별 특성을 가지고 있어 다른 지역의 바다목장에서 선정된 변수들과 차이가 있었다. 특히 울진지역의 바다목장을 반영한 모든 변수들을 추정한 결과 울진지역에 방문한 유어낚시객 연간 출조횟수, 출조기간, 소요시간, 월 소득이 통계적으로 유의한 변수인 것으로 추정되었다. 분석에 이용된 데이터의 수는 436명이다.

최소자승법(OLS)을 이용하여 추정된 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} WP = & 362.44.76 - 146.96 \text{ COUNT} + 5341.51 \text{ STAY} + 7780.04 \text{ TIME} + 7814.83 \text{ INCOME} \\ & (5.076) \quad (-2.328) \quad (3.570) \quad (6.673) \quad (4.143) \\ & \text{adj R-square} = 0.219 \\ & \text{Durbin-Watson} = 1.455 \end{aligned}$$

여기서 WP는 지불하고자 하는 금액, COUNT는 유어낚시객의 연간 출조횟수를 의미하며, STAY는 유어낚시객의 출조기간, TIME은 출조를 위한 소요시간, INCOME은 월 소득을 의미한다. 분석결과에 따른 1인 1회 방문시 지불하고자 하는 금액은 평균 93,409.2원으로 95%의 신뢰구간은 93,409원인 것으로 추정되었다.

### (2) 관광 분석

울진바다목장이 관광형 바다목장으로서 가지는 가치를 추정하기 위한 분석 방법은 선형회귀분석 모형이다. 울진을 방문한 사람을 대상으로 설문지를 토대로 울진지역에 재 방문시 지불하고자 하는 금액과 바다목장에 희망방문기간과 설문조사 시 응답한 1인당 비용을 가지고 분석하였다. 분석에 이용된 데이터의 수는 454개 이다.

최소자승법(OLS)을 이용하여 추정된 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} WP = & -41562.4 + 0.293 \text{ TC} + 63282.960 \text{ STAY} \\ & (-1.375) \quad (2.390) \quad (4.488) \\ & \text{adj R-square} = 0.071 \\ & \text{Durbin-Watson} = 2.010 \end{aligned}$$

여기서 WP는 지불하고자 하는 금액, TC는 방문 시 소요되는 1인당 비용을 의미하고, STAY는 방문희망기간을 의미한다. 분석결과에 따른 1인 1회 방문시 지불하고자 하는 금액은 평균 120,681.8원으로 95% 신뢰구간은 120,681원인 것으로 추정되었다.

이러한 가정하에 관광효과에 대한 분석을 실시하였으며, 영업일수는 최소 관광효과 100일, 최대관광효과 150일로 추정하여 분석하였다(표 4-3-8).

**표 4-3-8. 울진바다목장 사업의 관광효과**

(단위 : 백만 원)

연 도	매년어업생산비율	최소관광효과	최대관광효과
2009	0.6000	14,483	21,724
2010	0.7000	16,910	25,364
2011	0.8000	19,360	29,041
2012	0.8000	19,418	29,127
2013	0.8000	19,460	29,190
2014	0.7500	18,315	27,473
2015	0.7000	17,199	25,798
2016	0.7000	17,352	26,028
2017	0.7000	17,598	26,396
2018	0.7000	18,047	27,071
2019	0.7000	18,572	27,858
2020	0.7000	18,690	28,034
2021	0.7000	18,813	28,219
2022	0.7000	18,892	28,338
2023	0.7000	19,069	28,603
2024	0.7000	19,231	28,846
계		291,408	437,112

#### 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.

경제적 타당성 분석은 표 4-3-2~8의 바다목장 투자와 어업 및 관광부문 수입을 종합하여 수행되었으며, 2003년에 수립된 투자계획보다 바다목장에 대한 투자가 지연되어 전

반적으로 어업수익과 관광부문 수입 발생시점이 늦어졌으며, 해역 특성상 기 실시되었던 종묘방류사업으로 인한 자원조성효과가 통영과 여수지역에 비해 떨어질 수밖에 없는 동해역의 특성이 반영되었다.

표 4-3-9에 제시된 경제성 분석결과에 의하면 울진 바다목장 사업의 순현재가치는 최소 374,267, 최대 942,019백만 원으로 나타났으며, 내부수익률은 최소 20.3, 최대 21.4%로 분석되었다. 함께 실시된 투자회수기간은 15년으로 평가되었다.

이 결과에 의한 동 사업의 투자는 NPV가 0이상, 내부수익률이 공공사업 투자기준인 14% 이상, 투자 회수기간은 15년으로 경제적 타당성이 비교적 높은 것으로 평가되었다.

**표 4-3-9. 울진바다목장 사업의 경제적 타당성 분석**

(단위: 백만 원, %, 년)

구 분		100일 기준	150일 기준
순현재가치 (NPV)	3%	682,293	942,019
	5%	374,267	519,061
내부수익률 (IRR)		20.3	21.4
투자회수 기간		15	15

## 제 4 절 바다목장 이용 · 관리체제 구축

### 1. 바다목장 이용 · 관리체제

울진, 태안, 북제주바다목장의 모델은 기존의 통영 및 여수바다목장과 달리 어로와 관광 모두를 목적으로 한다. 따라서 울진바다목장의 이용 · 관리체제는 통영바다목장과 마찬가지로 보호수면 및 수산자원관리수면의 설정을 기본으로 하되, 해양체험 등 해양관광 시설 조성과 이용을 감안하여 수립해 나가야 할 것이다.

#### 가. 소유권과 이용 · 관리권

지금까지의 시범바다목장사업은 국가가 전액 투자하여 조성하는 것을 기본으로 추진되었지만 울진바다목장의 경우는 관광형 바다목장을 지향하고 있기 때문에 지자체와 어업인 그리고 민간이 공동투자하는 형태를 취하고 있다. 즉 국가 투자는 바다목장 조성을 위한 시설과 연구비 투자에, 지자체의 경우는 배후시설 및 관광기반시설 투자에, 어업인과 민간의 경우는 바다목장의 이용과 활용분야에 투자하는 형태를 취하고 있어 지금까지의 타 바다목장의 경우와 다른 특성을 가진다.

따라서 바다목장 자체에 대한 소유권은 국가가 보유하고 이용 · 관리권을 어업인과 민간에게 이양하는 방안과 국가가 소유권과 이용 · 관리권을 모두 어업인과 민간에 이양하는 두가지 방안이 바다목장의 소유권 관리방안으로 제시될 수 있다.

국가 또는 국가로부터 위임받은 지자체가 소유권을 갖는 경우에는 어업인과 민간이 바다목장에 대한 이용 · 관리권을 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 이용 · 관리권뿐 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 지속적인 자원의 관리와 이용의 실현이기 때문에 자원조성 이후 이를 이용 · 관리하는 주체가 관리와 이용을 소홀히 하였을 경우 발생가능한 비경제적 상황을 예방할 수 있는 방법이라 할 수 있다.

따라서 바다목장 소유권 관리방안에서 제시되는 이용 · 관리 주체는 자원의 지속적 이용을 보장하여야 하며, 이를 위해 위판금액의 일정비율과 유어이용료 등의 수입 중 일정액을 지속적인 바다목장의 관리 · 이용을 위해 재투자하고, 수면이용과 관련한 제반 규정을 충실히 이행하여야 할 것이다.

현재 「기르는어업육성법」에서는 바다목장을 수산자원관리수면으로 지정하게 하여 관

리권을 시·도지사가 가지며, 이용권을 어업인 등에게 부여하거나 관리권을 위임하여 이용·관리권을 부여하게끔 되어 있다. 따라서 현재 바다목장 관리·이용의 실질적인 주체는 바다목장해역의 어업인과 민간투자자로 한정하는 것을 1차적인 목표로 하고 있으므로 이들에게 이용·관리권을 위임하고 해역의 관리와 이용을 자율적으로 수행하도록 하는 것이 바람직하다 할 것이다.

그리고 바다목장의 조성단계에서는 바다목장에 대한 소유권을 국가에 귀속시켜 바다목장조성에 최선을 다해야 하며, 바다목장 조성과정에서 점진적으로 수면에 대한 이용권을 어업인과 민간에 부여하여 참여하는 형태를 취해야 할 것이다.

#### **나. 이용·관리 체제의 방향**

수면이용은 보호수면과 수산자원관리수면을 축으로 하되, 자원조성 대상어종을 집중 방류하고 시설물을 투하하는 중점관리해역의 경우는 보호수면으로 지정하며, 그 외의 수면에 대해서는 지속적 생산을 목표로 부분적인 어업활동 및 해양레저 등의 수면이용이 가능한 수산자원관리수면을 지정하여 운영하는 방향이 되어야 할 것이다.

바다목장 사업의 여러 운영사항 중 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 자원압력이 강한 업종을 가능한 배제하고 체장제한이나 산란장 부근의 금어구 등도 반드시 설정되어야 할 것이다. 그러나 울진의 조업형태는 대부분 자망을 영위하고 있으므로 이에 대한 합리적 관리방안을 강구하여야 할 것이다. 또한 관리 및 이용방법은 바다목장 관리이용협의회와 자율관리위원회를 구성하여 바다목장사업에 어업인들이 주도적인 역할을 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

그리고 바다목장에 대해 어업인들의 적극적인 자원관리 활동을 자율적으로 전개하고, 바다목장에서 생산되는 수산물에 대한 부가가치의 증대 방안과 해양레저에도 적극적으로 참여할 수 있도록 추진되어야 할 것이다.

## **2. 바다목장 관리·이용 조직의 구성**

바다목장의 이용·관리를 자율관리어업체제로 전환하기 위해서는 바다목장조성단계에서 그 기반이 충실하게 갖춰져야 한다. 지속적이고 합리적인 바다목장의 이용·관리의 문제점을 해결하기 위해서는 민·관·연 모두가 참여하는 관리협의체로 운영되어야 할 것이다.

구체적으로는 울진바다목장 관리·이용의 큰 틀을 만들어가는 관리이용협의회와 실질

적인 어장이용 주체인 자율관리위원회로 나눌 수 있다. 통영바다목장의 경우는 자율관리 어업위원회로 되어 있으나, 동서제주바다목장의 경우는 관광형으로 개발되어지므로 자율관리위원회로 명칭을 바꾼다.

바다목장 관리이용협의회의 운영을 위한 기본사항은 다음과 같다.

협의회의 구성원은 관계, 학계, 업계 및 어업인 약 13명 내외로 구성하며, 회장, 부회장 및 간사 1인씩을 둔다. 위원회는 1년에 2회 개최하되, 필요시에는 별도로 개최할 수 있다. 소요경비는 시범사업 실시기간 중에는 울진바다목장사업 추진 연구기관, 어업인 및 해당 행정기관이 공동으로 부담하고, 이용·관리권 이양 후에는 어업인 및 민간이 공동 부담한다.

**표 4-4-1. 울진바다목장 관리이용협의회**

구 분	소 속	직 위	역 할
관 계	경상북도	해양수산과장	행정지원
	울진군	수산과장	지도, 단속, 행정지원
	영덕해양수산사무소	소 장	교육, 지도
	해양경찰(후포파출소)	소 장	지도, 단속
학 계	한국해양연구원	연구책임자	교육, 홍보, 감시
	한국해양수산개발원	연구책임자	교육, 홍보, 감시
	동해수산연구소	자원환경팀장	기술지도
	수산자원개발연구소(민물고기연구센터)	센터장	기술지도
업 계	후포수협	지도과장	지도, 홍보
어업인	자율관리위원회	3인	감시, 어업인교육, 홍보
민 간	미정	관광 및 민간투자자	관광이용·관리

목장조성단계에서는 관리이용협의회가 바다목장 조성을 위한 현장 모니터링, 바다목장 이용·관리 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 관리·이용권 이양단계에서 이용권과 관리권을 가장 적합한 대상에게 이양할 수 있도록 평가기능을 부여하고, 이양된 이후에는 자문기관으로 계속 남는 방향이 바람직 할 것이다.

한편, 자율관리위원회는 울진바다목장의 자율관리체제로 정착시키기 위해 어장이용자 혹은 희망자를 중심으로 어업인 자율관리위원회를 구성하고 기존의 바다목장 관리이용협의회와 긴밀하게 협조하여 어장관리와 이용에 대한 규칙을 정하고 지켜나가는 것이 바람직할 것이다. 구성원은 바다목장 대상해역의 6개 어촌계장과 선주협회장, 그리고 관련 참여자로서 약 10명 내외로 조직한다.

그리고 통영바다목장, 전남다도해형바다목장, 태안바다목장, 북제주바다목장에 조직된 관리이용협의회 및 자율관리(어업)위원회와의 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.

### 3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정 검토

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 제10조 제2항)하여야 한다.

수산자원관리수면의 지정 및 해제 절차는 관계중앙행정기관장 협의→시·도지사 신청→해양수산부장관 승인→고시(법 제10조제3항 내지 제5항)를 통해 이뤄진다.

수산자원관리수면으로 지정되면 관리수면에서의 행위가 제한되는데 그 내용은 매립, 준설 등의 행위는 시·도지사 허가를 받아야 가능(법 제11조제1항)하며, 수산동식물 포획·채취는 관리·이용 규정에 의해 가능(법 제11조제2항)하게 된다.

울진바다목장에서도 통영바다목장에서와 같이 유치자어 성육장과 바다목장 조성시설



의 보호를 위해 필요한 곳, 산란장 등에 대해서는 보호수면을 지정하고 나머지 수면은 수산자원관리수면으로 지정하여 관리하여 성공적인 바다목장이 조성될 수 있도록 해야 할 것이다.

그러나 전술한 바와 같이, 보호수면 및 수산자원관리수면을 지정하는 경우, 울진바다목장의 개발모델이 관광형임을 충분히 고려하여야 할 것이다.

예를 들면, 자원조성분야에서 인공어초 투하, 산란·서식장, 어종의 회유경로, 해조장 조성지역, 종묘 방류 및 종패 살포지역에 대한 고려한 보호수면의 지정 및 관리가 이뤄져야 할 것이며, 바다목장 이용측면에서 어종별 서식장, 수중관광이용시설 조성해역, 수상관광 조성해역, 체험장 및 유어구역을 고려한 수산자원관리수면지정 및 이용규칙 제정이 필요할 것이다.

그리고 보호수면과 수산자원관리수면의 지정에 있어 가장 중요한 것은 현재 해역을 이용하는 어업인들의 자발적인 참여에 의한 해역이용규칙 준수 및 불법어업 추방이다. 이를 위해 바다목장 수면 관리·이용 제도의 제정은 연구진·지자체·어업인의 의견수렴과 합의를 이끌어 내는 것이다.

또한 이는 현재까지 진행된 바다목장해역에 대한 연구·조사를 기본으로 하여 자연과학적 측면과 사회경제적 측면을 종합적으로 검토한 이후에 추진되어야 할 것이다.

## 제 5 절 결 론

2002년부터 추진된 울진바다목장은 총 5개 신청 후보지역 중 선정된 해역으로 총사업비 59,970백만 원을 투입하여 기존에 추진되어 온 통영바다목장과 여수바다목장의 어로형에 해양레저 관광자원으로서의 이용이라는 복합적 기능을 갖도록 추진될 예정이다.

이에 따라 총사업비 중 18,000백만 원의 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 수면이용질서 등 이용자 상호간 마찰을 최소화 할 수 있도록 바다목장 관리이용협의회를 출범시키고 자원의 주이용자인 어업인과 민간투자자들이 견해를 조정할 수 있는 자율관리위원회를 조직하여 운영해나갈 수 있는 체제가 우선적으로 추진되고 있다.

동 사업이 계획대로 추진될 경우 울진바다목장이 가지는 순현재가치(NPV)는 할인율 3%, 5%에서 최소 374,267~942,019억 원으로 모든 시나리오에서 NPV가 +로 나타나 경제성이 있는 것으로 평가되었고, 내부수익률(IRR)도 20.3~21.4%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 협력이 전제되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김병호·김대영, 2003. 자원관리형어업으로의 이행(번역서), 도서출판 논문의 집.  
수협중앙회, 어촌계 분류평정 및 현황, 각년도
- 한국해양수산개발원, 2005. 중장기 수산자원회복계획 추진에 관한 연구, 해양수산부.  
한국해양수산개발원, 2005. 인공어초 경제성 분석에 관한 연구, 해양수산부.  
한국해양연구원, 2004. 강원도 바다목장화 기본계획 수립, 강원도.  
한국해양수산개발원, 2001. 어업자원관리 중장기 종합계획 수립에 관한 연구, 해양수산부.  
해양수산부, 2005. 수산업 동향에 관한 연차보고서.  
한국해양연구원, 1998. 1998 통영해역의 바다목장 연구개발용역사업 보고서, 해양수산부,  
BSPM 98005-01-1116-3.  
한국해양연구원, 1999. 1999 통영해역의 바다목장화 개발 용역사업 보고서, 해양수산부,  
BSPM 99021-00-1203-3.  
한국해양연구원, 2000. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서, 해양수산부,  
BSPM 00065-00-1284-3.  
한국해양연구원, 2002. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업 보고서, 해양수산부,  
BSPM114-00-1424-7.  
한국해양연구원, 2003. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서, 해양수산부,  
BSPM175-00-1532-3.  
한국해양연구원, 2004. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서, 해양수산부.  
한국해양연구원, 2004. 동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역, 해양수산부,  
BSPM30600-1663-3.  
한국해양연구원, 2002, 2003, 2004. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업 보고서, 해양수  
산부.
- 農林水産技術會議事務局, 1991. 海洋牧場, 恒星社厚生閣.  
平山信夫, 1996. 資源管理型漁業, 成山堂書店.

# 부 록

---

해외출장 보고서

홍보 · 언론보도 및 논문 발표 자료

# 해외출장 보고서

## 미야기 출장 귀국 보고서(동·서·제주)

### I. 출장개요

우리 사업단에서 진행 중인 “바다목장화 연구 사업과 관련하여 우리의 해양환경 여건이 유사하며, 우리보다 먼저 사업을 시행하고 있는 일본의 宮城縣(Miyaki)의 수산자원 조성 및 관리 측면에서의 사업 진행 상황 및 관련 자료 수집을 목적으로 하였다.

본 출장에서는 현재 시범 바다목장 사업을 추진하고 있는 관련기관 해양개발원, 통영시, 여수시, 태안시, 울진군, 북제주군의 관련 담당 공무원과 어민대표로 구성된 15 명의 방문단을 인솔하게 되었다.

### 1. 출 장 자

소속	직급	성명	비고
한국해양연구원	책임연구원	박철원	
	책임연구기사	최희정	
통영	통영시청 수산과	진근태	
	어업인	차홍기	
여수시청	여수시청 수산과	정덕영	
	어업인	황중운	
	어업인	박홍광	
울진군청	울진군청 수산과	박유택	
	어업인	박영성	
태안군청	태안군청 수산과	김종락	
	태안군청 수산과	이승엽	
북제주군청	북제주군청 수산과	이혁형	
	어업인	강명산	

## 2. 출장국가

일본

## 3. 출장기간 : 2005. 11월 23일 ~ 11월 26일(3박 4일)

## 4. 출장목적

일본 미야기(宮城)현은 일본열도 태평양 연안의 북쪽 연안에 수산업의 중심 지역에 하나로 현의 산업경제부, 어업진흥과 자원관리반을 중심으로 연안어장의 자원관리 정책을 중점적으로 들여다 보고, 우리 현실에 적용 가능성이나 바다목장 사업의 최종 목표 중에 하나인 연안 자원 증대에 따른 관리 방안 수립에 지표로 삼아보려는 의도를 갖고 있다. 연구업무를 원활한 추진을 위하여 선진 수산정책을 추진하고 있는 일본의 현황을 직접 눈과 귀로 확인할 수 있는 기회로 하여 정부, 지방자치체, 각 지역 어민들이 공동의 사업 목표를 갖고 동행할 수 있는 의미 있는 과정이라고 평가 된다. 더욱 본 출장은 해당과제가 수행되기 시작한 해부터 매년 정기적으로 시행되어 왔다.

특히 미야기현은 일본의 3대 명승지 중 하나인 마쓰시마(松島)가 위치하고 있어 많은 관광객이 방문하는 지역이다. 바로 관광의 대상이 센다이 시 연안에 위치한 해변가 작은 섬들과 많은 굴 양식장이 어울어진 말 그대로의 관광어촌인 것이다. 미야기현의 수산업이 양식산업과 연계되어 관광 어촌을 구성하여 풍요로운 삶을 살아가는 그들의 모습이 우리 바다목장 사업과 잘 연계되는 좋은 기회였다. 본 현지 조사 출장에 참가한 모두가 소중한 경험을 할 수 있는 기회였다고 판단된다.

## II. 세부내용

### 1. 출장일정 및 면담자

일 자	방문기관(활동 내역)	면담자	비고
11월 23일	서울(10:20) - 센다이 (OZ 152편 인천-센다이)		
11월 24일	미야기현 현 청사 산업경제부 어업진흥과	石田幸司 (자원관리반 반장)	
	미야기현 수산연구 개발 센터	高橋清孝 해양자원부 총괄연구원	
11월25일	미야기현 재배어업 센터 및 관광어촌 마을 견학	伊藤 章 차장 겸 기술부 참사	
11월 26일	센다이(13:20) - 서울 (OZ 156편 센다이-인천)		

### 2. 활동내용

#### ■ 미야기 현청 방문 회의 내용

- 참석자 : 미야기현 측 - 산업경제부 차장외 2명 참석  
방문단 - 총 15명 참석
- 회의시간 : 2005.11.24 9:30 ~ 11:30
- 회의장소 : 미야기현 현청 회의실
- 회의진행
  1. 미야기현 어업의 소개
  2. 자원관리형 어업에 대한 소개
  3. 자원회복계획에 대한 소개
  5. 재배어업 소개
  6. 재배어업관련 재배어업센터 소개
- 세부내용

## 1. 미야기현의 소개

### 1.1 지형적 특징

- 미야기현의 경우 태평양 연안의 북쪽에 대표적인 리아스 식 연안이 복잡하고 다양하게 조성되어 있고 센다이 만을 중심으로 구성됨.
- 복잡한 해안 및 해류의 영향으로 다양한 어종이 생산됨.
- 마쓰시마(松島)라는 일본의 3대 관광명승지를 갖고 있는 관광과 연계된 수산업이 현을 이끌고 있는 주요 산업으로 대접받고 있음.

### 1.2 수산업의 동향

- 어업 생산량은 390만톤으로 북해도 다음으로 일본 전체의 2위를 차지하고 있다.
- 어업인구도 전체의 5 %인 12만 명으로 4위를 차지한다.
- 어업 구조는 어업 경영 사업체별 조성으로 볼 때 해면 양식어업이 1위, 어선 및 정치망 어업이 2위로 전체의 96 %를 차지한다. 한편 사업체 수로 볼 때 해가 지남에 따라 다소 감소하여 2004 현재 4,000여 업체가 어업 활동에 참여하고, 연안수산업 자원량의 감소 추세에 따른 어려움이 존재하는 것이 현실이다.
- 현재의 어려움을 극복하는 방안의 하나로 자원 관리형 어업을 추진하고 있다.

## 2. 수산업 현황

미야기 현의 연안 어업은 지역적 특성으로 태평양 연안을 따라 북쪽에서 내려오는 한류인 “오야시오(親流)”와 남쪽에서 연안을 따라 북상하는 “구로시오(黑流)”가 만나는 지역이 바로 미야기현의 연안 해역이다. 따라서 연안 어선어법의 조건은 일본에서도 가장 여건이 좋은 해양학적 조건을 가지고 있다. 따라서 비교적 풍부한 수산자원을 갖고 있다고 판단된다.

주요 어종의 어획량을 보면 방어가 41,000 톤으로 전국의 생산량의 3위, 참치류가 39,000 톤으로 전국의 생산량의 1위, 꽁치가 32,000 톤으로 전국의 생산량의 2위, 멸치류가 20,200 톤으로 전국의 생산량의 8위, 오징어류가 13,000 톤으로 전국의 생산량의 6위, 상어류가 12,000 톤으로 전국의 생산량의 1위, 명태류가 9,300 톤으로 전국의 생산량의 2위이고, 기타 가자미류, 고등어, 등 총 260,000톤의 어획고를 올리고 있다. 한편 어업생산 금액으로 환산하면 년 간 807 억 엔으로 전국 규모의 5위를 차지한다. 자세한 어업구조는 다음과 같다.

### 2.1. 원양어업

- 주로 100톤 이상의 대형어선이 173 대로 북양이나 원양에서 조업함



- 주요 대상 어종은 참치로 전국 어획량의 1위를 차지하며 저인망 어업이 포함된다.
- 과거 10년을 기준으로 생산량 및 생산금액이 감소
- 자체 원인 분석결과 자원의 감소와 어업 취업자수의 감소가 주요 원인

## 2.2 근해어업

- 근해어업은 10톤 이상 204 대의 선박이 조업을 함.
- 어업 형태는 유자망, 저인망, 봉수망이 주 어업형태이다.

## 2.3 연안어업

- 연안어업은 10톤 미만의 소형어선 8,700여 대가 주로 조업하며,
- 자망, 저인망, 정치망, 낚시어업, 들망 등의 어업 구조를 갖고 있다.

## 3. 재배어업 현황

미야기 현의 양식어업은 지역적 특성 중에 하나인 리아스식 해안이 센다이시를 중심으로 북쪽해안에 잘 발달되어 해수면 양식의 적지임은 반론에 여지가 없다. 주요 양식 대상 어종은 김, 굴, 가리비, 미역, 은연어 등이 생산되고 있다.

주요 어종의 어획량을 보면 굴이 56,000 톤으로 전국의 생산량의 2위, 김이 28,000 톤으로 5위, 미역이 19,000 톤으로 2위, 가리비가 16,000 톤으로 전국의 3위, 멍게가 10,000 톤으로 전국의 생산량의 1위, 은연어가 9,000 톤으로 전국의 생산량의 1위, 다시마, 미역, 성게 등 총 140,000 톤의 생산고를 올리고 있다.

### 3.1 기본 시책

- 재배어업의 기준(방류 어종 및 계획)을 설정하고 이를 위한 조직(지역을 나누고 몇 개의 어협의 묶어서 조직)을 구성
- 어업인 및 현이 자금을 마련하고 자원관리형 어업의 주요어종 7종과 기타 어종 등 생산
- 어종 선정 후 생산 및 관리를 위한 기반기술 및 연구를 수산연구개발센터에서 실시하고, 직접적인 종묘 생산은 재배어업센터가 생산을 위한 기반을 조성하고,
- 대량 생산을 위한 기술교육 실시 병행하고,
- 연구가 완료된 어종은 재배어업센터에서 종묘 생산, 중간육성을 실시하고, 방류를 위한 무상 분양 및 생산 업자에게 유상을 담당한다.
- 방류 된 어종은 자원관리형 어업 정책에 따라 사육 및 어획하게 된다.

### 3.2. 재배어업센터

- 목적: 현에서 필요한 종묘를 안정적으로 생산하기 위하여 100년 전에 설립되어

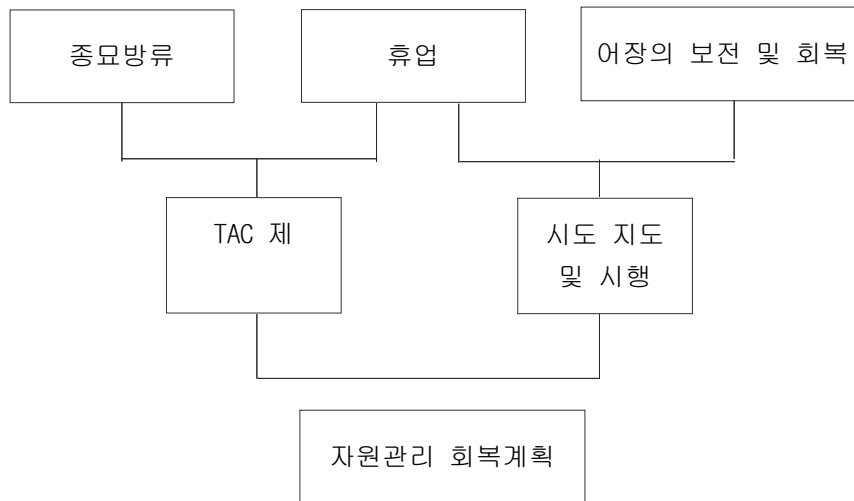
- 1973년에 현지에 완공, 1995년에는 재단법인 미야기현 수산공사도 발족되어 관민 협조체제의 재배어업 및 자원 관리형 어업을 추진하고 있다.
- 재배업센터는 종묘를 대량으로 생산 : 미야기현의 관리형 대상종인 전복, 넙치, 연어, 돌가자미, 범가자미, 바지락, 피조개 등 7개 어종의 종묘생산 및 중간 육성 실시

#### 4. 자원 관리형 어업

미야기 현이 보유하고 있는 일본에서도 우수한 수산자원을 미래지향적 측면에서 유지 및 생산하기 위하여 자원관리형 어업 정책을 추진하고 있다.

##### 4.1. 기본 목표

- 목적 : 신속히 자원을 회복하기 위해, 감척, 종묘 방류, 등의 정책실시
- 기존정책과의 차이  
: 어민만이 자원관리를 하는 것이 아니라 어민과 현이 함께 자원 관리를 하는 것이 가장 큰 차이.



- 자원관리 체제의 도입을 위한 어획시기 및 어획 대상어종의 크기 등 설정
- TAC(총어획량관리) 제도에 의한 자원관리
- 개척정신을 기반으로 하는 어장조성

##### 4.2. TAC 제도 도입

- 1997년부터 현내의 어장에서 매년 어획 가능한 총량을 설정 및 시행
- 대상어종은 어획량이 많으며 경제적 가치가 크고, 근자에 자원이 감소하여 긴급보전 및 관리가 필요한 어종을 대상으로 특히 일본 경제수역 밖에서 외

국에 의하여 어획이 되고 있는 어종 등을 대상으로 한다.

#### 4.3. 어장조성 사업

- 수산 기반 정비 사업이라는 의미에서
- 인공어초를 중심으로 하는 인위적 어장조성 사업
- 자원증대를 위한 방류 사업 등

#### 5. 미래를 준비하는 수산업의 방향

- 풍요로운 하천을 가꾸는 내수면어업의 활성화
- 정보처리 체제 구축에 의한 신선한 자료 제공
- 수산가공업의 활성화를 위한 기반구축
- 미래형 수산업을 위한 후계자 양성 등

### ■ 미야기현 수산연구개발센터 방문

(주소 : 宮城縣 石卷市 渡波字抽浜 97-6)

- 참석자 : 방문단 - 총 15명 참석
- 방문 시간 : 2005.11.24 15:00 ~ 17:00 (총 2시간)
- 회의 장소 : 수산연구 센터 회의실
- 회의진행
  1. 센터 소개
  2. 미야기현 자원관리형 어업과 까나리를 대상으로 하는 관리형 어업 사례 소개

#### ○ 세부내용

##### 1.1 미야기현 연구개발 센터장의 소개

- 수산시험 연구 기관들의 기술 개발 및 시험연구와 관련 기획 조정업무
- 시험연구의 효율적 추진 및 보급 역할
- 미래의 어업을 담당할 젊은 인재의 육성
- 신선한 정보의 이용자에게 제공

##### 1.2 자원 관리형 어업 사례 소개

미야기 현에서 추진 중인 자원관리형 어업에 관한 기본적 개념은 다음과 같다.

- 어장 환경에 대한 조건 및 역할을 탐색  
어획대상이 되는 해역의 기초 환경 및 수산 생물의 생태, 자연에서의 재생산 상황 등을 조사, 분석한다.
- 주변어장의 인위적 자원 첨가에 대한 검토  
효율적인 자원 증대 방안의 하나로 자원생물의 종묘방류를 행하기 위한 대

상생물의 성육을 위한 생태학적, 환경적 기초 조건 파악 및 조사를 실행한다.

- 자원 증대 기법의 확립

인공어초, 해저 지질현황, 저서생물 분포 등의 서식지 복원에 필요한 기초 조건을 면밀히 조사한다.

- 적절한 어획 방법 수립

주변어장 기초 환경 조사, 생태계 조성, 대상 생물의 자원조사, 어획량 통계 조사, 생산성 예측 등을 종합하여 자원량을 해석하고, 시뮬레이션에 의한 최적 어획량을 설정한다.

1.3 미래지향적 수산시대를 위한 준비

- 현 수산업의 미래를 위한 선진 수산기술의 확립

- 풍요로운 어장환경 조성 및 보전

- 선진 기술 개발을 위한 첨단 기장비의 확보 및 유지, 관리

1.4 조직

- 조직도 : 총무과, 연수부, 해양자원부, 해양양식부 및 무선국으로 구성

- 조사선 현황

개양호(250 톤), 척양호(460톤)

1.5 까나리를 대상으로 하는 자원관리 사례 청취

1.6 센다이만에서의 가자미 친어 보호를 위한 자원관리 방안 사례 청취

## ■ 미야기현 재배업센터

(주소 : 宮城縣 石卷市 谷川浜前田 22)

○ 참석자 : 재배업센터 측 - 재배업센터 3명

방문단 - 총 15명 참석

○ 회의 시간 : 2005.11.25 10:00 ~ 12:30 (총 2시간 30분)

○ 회의 장소 : 재배업센터 회의실

○ 회의진행

1. 재배업센터 소개

2. 종묘 생산 및 방류 절차

3. 현장 견학

○ 세부내용

1. 미야기현 재배업센터 소개

- 종묘 생산 및 관리 업무
- 자원관리 대상어종 7어종에 대한 종묘생산
- 년중 종묘생산계획에 따라 종묘를 생산 후 소비자에게 유상판매
- 방류 대상어종은 현의 기본 계획에 따라 중간 육성을 실시한 후 방류
- 1 ~ 5월까지 가장 바쁨
- 일본의 경우 총 70여종의 종묘를 방류

## 2. 넙치 방류 효과에 대한 연구 조사 결과 청취

1975년부터 실시한 미야기현 내의 넙치 방류효과에 관한

- 종묘 방류현황
- 자원관리 실시 현황
- 자연산과 방류산의 가격 비교 검토
- 넙치 방류 사업에 따른 경제성 평가
- 낚시객 및 유어선에 의한 추정 어획량 평가

## 3. 종묘 생산 및 방류절차

- 종묘방류 집행 전년도에 필요 어종 및 방류량을 조사한 후에 이를 현에 신청
- 현에서는 이에 따른 예산을 초기에 100% 지원
- 종묘 재배업센터는 그간의 연구 기술개발 결과를 바탕으로 친어를 구입, 대량 생산
- 양식 대상 어종은 이를 어업인에게 판매한다.

## 4. 현장견학

- 해수 취수 및 기반 시설 견학
- 시기적으로 종묘생산은 완료한 상황이고, 현재 전복 만 종묘 생산을 시행 중
- 전복 선별 작업 현황 청취

## ■ 미야기현 谷川浜前田 마을 굴 어장 견학

- 참 석 자 : 관계자 2명 참석  
방문단 - 총 15명 참석
- 견학시간 : 2005.11.25 12:30 ~ 13:30 (총 1시간)
- 견학장소 : 굴 박신장 견학

○ 세부내용

- 미야기현은 일본 전국 어업생산량의 597만 톤 중에서 약 40만톤을 차지하여 북해도에 다음으로 전국 제2위를 차지하고 있음
- 특히, 굴 양식은 히로시마와 더불어 전국에서 가장 많은 생산을 기록하고 있음
- 굴 양식은 어협(漁協)에 면허되는 어업권어업으로서 어협 구성원인 어업인이 행사를 하는데, 개별양식→공동가공→공동출하되는 형태를 취하고 있음
- 행사되는 면적은 개별 어업인의 능력에 따라 양식면적을 달리하고 있음(우리나라의 경우는 굴 양식이 대부분 개인면허가 되고 있는 것과는 대조적임)
- 통상 공동가공은 어업에서 운영되는 가공공장에서 이루어지는데, 지역 여성(주부 등)을 파트타임(1일 8시간 4,000엔~5,000엔의 일당)으로 고용하고 있음.
- 또한 굴을 가공 전후에 살균작업을 하여 위생관리에 철저한 대응을 하고 있으며, 가공형태는 저차 가공(통상 생굴로서 판매)되거나, 고차 가공(훈제품)되는 경우도 있음
- 개별 어업인은 공동 가공된 굴을 경매를 통해 판매를 하는데, 통상 판매금액에서 가공장이용료, 일당, 제수수료를 공제한 금액을 본인의 수입이 됨
- 박신작업이 끝난 굴 패각은 어협에서 일괄적으로 회수하여 주변 산지에 매몰하고 있음.

## ■ 미야기현 자원관리형 어업에 관한 현지 방문 소감

① 방문한 미야기현, 시험장, 그리고 재배어업센터에서의 방문자에 대한 준비가 철저하고, 매우 친절하였음. 해당 공무원의 자기 맡은 분야의 철저한 전문가적 기질이 돋보였음.

② 자원의 관리를 위하여 미야기현과의 지속적인 유대관계를 유지하며, 기술교류, 공동 관심사에 관한 상호 협력 체제의 구축이 이루어져야 하겠음

③ 자원관리에 대한 일본 어민의 의식과 우리나라 어민의식과는 많은 차이가 있으므로 자원관리에 대한 지속적인 홍보와 교육이 필요함

④ 일본의 경우 방류용 종묘는 재배어업센터나 공공기관에서만 생산하고, 민간인은 양성용 사업을 주로하고 있다. 우리나라도 건강하고, 유전적으로 다양성이 높은 종묘를 방류하기 위해서는 방류용 종묘만을 생산하는 전문업체의 육성이 필요함.

⑤ 현종합수산개발연구 센터의 시설을 볼 수 있는 견학코스가 이색적 이었음. 국민에게

알리고, 서로 협조하려는 기반이 조성되어 있다는 인상을 깊이 받았습.

⑥ 미야기현의 대표적인 양식대상 수산물 중에 하나인 굴 양식장 현황을 둘러보고 우리의 현실과의 큰 차이 점을 느낄 수 있었음. 그들이 지키는 기본적 질서 즉, 고효율과 환경친화적 양식기법 등에 공감하였다. 하나의 예로 굴 양식장의 기본 배치 즉 대부분이 부자식 양식 시설의 사이의 거리(최소한 50 m)를 준수하며 정돈된 시설을 볼 때 너무도 우리와 다른 점을 확인 할 수 있었다. 이번 출장에 동행한 어민 및 일선 행정 공무원들이 보다 새로운 마음 자세와 각오로 각자의 역할을 수행하여 야만 한다는 각오를 다짐하는 기회이기도 하였다.

⑦ 마지막으로 일본의 3대 명승지에 들어가는 마쓰시마(松島)를 미야기현이 갖고 있어 많은 관광객이 방문함에 따라 바다의 양식장은 물론 마을의 작은 어항도 잘 정돈되고 풍요로운 분위기를 느낄 수 있었다. 관광과 연계하여 수산업이 발전할 수 있는 기반이 조성되어 있다는 사실을 마음 깊이 되새길 수 있는 짧은 시간이었다.

### Ⅲ. 입수자료 목록

번호	자 료 명	저 자	발행년도	발행형태	비고
1	미야기의 수산업	미야기 현수산부	2004. 3	팜플릿트	
2	미야기현의 사계절	미야기 현	2005. 1	“	
3	미야기현 수산공사 요람	미야기 현 수산부	2005.	“	
4	미야기현 수산가공연구소	미야기 현	“	“	
5	재배어업	“	“	“	
6	미야기현 어병지도종합 센터	“	“	“	
7	수산연구개발센터 요람	“	2005.	“	
8	넙치의 방류효과에 관하여	(재) 수산공사	2004, 5	보고서	
9	현재배어업센터 요람	현 재배어업센터	2005.	팜플릿트	
10	센다이만의 가자미 친어 보호에 관한 자원관리	수산연구개발 센터	2005.	보고서	
11	내일을 향한 바다의 자원을 가꾸자	현 재배어업센터	2005.	팜플릿트	
12	바다를 풍요롭게	미야기 현	2005.	“	
13	미야기현 관광 안내	미야기 현	2004.	“	



# 홍보 · 언론보도 및 논문 발표 자료

## 1. 홍보 및 언론보도 자료

보도구분		제 목	주요내용	비고
일자	보도지			
1. 17	매일신문	울진군, 친환경농업 메카로 육성	한국해양연구원 동해연구기지와 경북 해양과학연구단지, 체험형 해양과학관 건립사업에 박차를 가하는 한편 콤비나트형 해양 공원 조성 등 지난해 정부로부터 선정된 바다목장화 사업을 육상과 연계한 해양관광지육성 사업도 추진, 울진의 해양 역사를 새롭게 작성한다는 방침이다.	울진
3. 30	국정브리핑 연합뉴스 경향신문 제주일보 제민일보	올해 바다목장화 개발사업 30억 들여 착수	해양수산부는 올해 동·서·제주 바다목장화 개발사업에 관한 연구용역 계약을 한국해양연구원과 체결했다고 29일 밝혔다.	울진 태안 제주
5. 30	뉴스메이커	[커버스토리]침체 늪 빠진 어촌을 살려라	어촌 활성화도 중요하지만 어촌의 존재이유인 어업을 소홀히 할 수는 없다. 큰 줄기는 '지속가능한 어업'으로 바꾸는 것이다. 대표적으로 바다목장을 들 수 있다. 바다목장이란 울타리없는 양식이다.	울진 태안 제주
5. 30	매일신문	"치어 방류로 어민 소득 증대"	천추영 울진원전 본부장은 "치어들의 생존율과 어민들의 소득증대를 위해 1999년 한국해양연구원에 '울진원전 주변해역의 해양 목장화를 위한 조사 연구'까지 의뢰해 방류시기와 어종을 선택했다"고 밝혔다.	울진
5. 31	한겨레	수산자원 관리 '바다목장' 사업 통영 등 5곳 시범운영	바다목장이란 종묘 생산 및 방류, 어획에 이르기까지 수산자원을 인위적으로 통제·관리하는 과학적인 생산관리 시스템을 통해 환경친화적인 울타리 없는 양식업을 실현하려는 시설을 말한다. 정부가 1998년부터 2010년까지 1589억원의 사업비를 들이고 한국해양연구원을 주관연구기관으로 정해 시범사업을 추진하고 있다.	울진 태안 제주

보도구분		제 목	주요내용	비고
일자	보도지			
7. 26	SBS 뉴스	생활과 경제	[코리아의 힘] 바다목장의 푸른 꿈	울진 태안 제주
11. 12	강원일보 쿠키뉴스	[강릉]관광형 바다목장 개발 윤곽	도가 추진중인 바다목장화사업의 기본 계획 수립 용역을 맡은 한국해양연구원은 지난 10일 도환동해출장소에서 열린 중간보고회에서 관광형 바다목장의 지역별 개발 아이템으로 '관광형+체험형'(속초)과 '자원증대형+체험형'(강릉)을 제시했다.	울진

## 2. 논문발표

제 목	논문분류	계 재 지	참여 연구원
수산음향을 이용한 살오징어 자원의 추정 가능성	Pro(F)(국내)	2005년도 한국수산학회 학술대회pp103-104	강돈혁 이경훈 김종만
진해 안골조간대에 서식하는 대형저서동물의 군집구조	논문학진(후보)	한국환경생물학호지, 23(2), 106-113.	백상규 윤병선 김구환 윤성규
하계 울진 바다목장 세균상	Pro(F)(국내)	2005년 한국해양과학기술협회의 공동학술대회 초록집	이대성 김윤숙 지근호 이원재