

동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역 - 북제주바다목장 -

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

(1단계 최종 보고서)

2005. 12



주관연구기관

한국해양연구원

농림수산식품자료실



0015063



해양수산부

MINISTRY OF MARINE AFFAIRS & FISHERIES

농림수산식품자료실

등록번호: 15063

BSPM33000-1710-3

등록일: 06년 4월 15일

동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역
- 북제주바다목장 -

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

(1단계 최종 보고서)

2005. 12

주관연구기관
한국해양연구원



해양수산부

MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

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

2005. 12.

주관연구기관명 : 한국해양연구원
총괄연구책임자 : 김 종 만
협동연구기관명 : 한국해양수산개발원, 제주대학교
위탁연구기관명 : 국립수산과학원 제주수산연구소
국립수산과학원 남해수산연구소
순천향대학교, 제주대학교
이화여자대학교

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, 이윤호, 김충근, 이용국, 김성렬, 석봉출, 신동혁, 우한준, 장남도, 장 석, 정다와, 정백훈, 이철구, 김은석, 안동식, 금병철, 이은혜

국립수산과학원 :

김대권, 윤장택, 조성환, 차병열, 서성호, 정영희, 최임호, 문경훈, 김현주, 박경은, 장대수, 유준택, 이창훈, 오임열, 양문호, 고광철, 하동수, 이정희, 남명모, 김성철, 이윤호, 김재우, 정민민, 한승미, 구형준, 신원중, 이두권, 이상훈, 최영민, 문태석, 백재민, 황미숙, 황은경, 김경민, 김병협, 위미영

한국해양수산개발원 :

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

제주대학교 :

이준백, 윤정수, 최영찬, 고유봉, 허문수, 최광식, 방익찬, 김병직, 이승중, 부훈식, 강기창, 이승철, 고유영, 김수강, 고혁준, 김태정, 김형신, 강도형, 이지연, 송춘복,

김준택, 김만철, 양승우, 김수용, 김맹진, 오상규, 조미란, 한송현, 양혜영, 고준철,
안젼마, 아부아관, 레자비아에, 김병엽

순천향대학교 :

신현웅, 유용훈, 정상목, 이지현

이화여자대학교 :

송준임, 서수연, 황성진, 문혜원

요 약 문

I. 제 목

동·서·제주 해역 바다목장화(제주바다목장) 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 제주(북제주) 연안에 바다목장을 건설하고 이를 관리하는 기술을 개발하는 것이다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

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

가. 생태 특성 분석

- 해양환경 조사
- 생물군집특성 파악

나. 어장 및 자원 조성

- 제주바다목장용 신기능 어초개발
- 바다목장 해역에 대한 해양 지구물리학, 조사 수행
- 대상종의 건강종묘 생산기술 개발
- 대상종의 자원생태 특성조사
- 대상종의 서식 특성조사
- 자원 현황 조사

다. 이용·관리분야

- 이용·관리 실태조사
- 마스터플랜, 수정 보완
- 바다목장 이용관리체제의 구축

IV. 연구결과

1. 환경·생태

해양환경

북제주바다목장 해역의 2월, 5월, 8월, 11월에 출현한 수온범위는 12.4~28.9°C로서 계절별 특성은 동계(2월)에 14.0~14.9°C, 춘계(5월)에 15.4~17.2°C, 하계(8월)에 12.4~28.9°C 추계(11월)에 19.8~20.6°C 범위였고, 각 계절별 표층과 저층의 수온과 염분 분포차이는 동계(2월) 0.1~0.8°C, 춘계(5월) 0.1~1.8°C, 하계(8월) 0.7~16.5°C, 추계(11월) 0.7~0.9°C의 범위로 나타났다. 동계, 춘계, 추계는 표층과 저층의 큰 차이가 없이 균질한 편이었으나, 하계에 저층 저온수(12.4°C)의 출현으로 외해수의 세력에 의해 표·저층간 수온 차이가 컸으며 이러한 세력분포는 죽도를 중심으로 형성되고 있다. 염분은 동계(2월) 33.60~34.73psu, 춘계(5월) 34.44~34.85psu, 하계(8월) 30.12~33.35psu, 추계(11월) 33.77~34.37psu 범위로 나타났다. 표층과 저층의 염분차이는 각각 동계(2월) 0.03~1.13psu, 춘계(5월) 0.02~0.39psu, 하계(8월) 0.24~3.23psu, 추계(11월) 0.02~0.60psu 범위로 동계에서 춘계로 이어지는 고염분수의 분포는 대마난류수 주류부의 세력에 의한 것이다. 또한, 하계 외해역의 저염분수 세력의 큰 장애없이 진입하지만 연안역에서는 죽도를 중심으로 지형특성에 의해 발산성 와의 형태로 저층의 고염분수피가 나타나 주변 해황에 영향을 미치고 있으며 연안 천해역에는 조석에 의한 강제 혼합으로 표저층간 큰 차이가 없다. 해수유동은 대조기와 소조기의 창조류일 때 흐름방향은 남에서 북으로, 낙조류일 때 북에서 남으로 나타났다. 대조기의 창조류일 때 최강류는 약 1.36 m/sec를 나타냈고, 낙조류일 때 최강류는 약 0.78 m/sec로 나타났다. 소조기의 창조류일 때 최강류는 약 0.21 m/sec를 나타냈고 낙조류일 때 최강류는 약 0.42 m/sec로 나타났다. 이러한 흐름은 대조기와 소조기의 해수면의 차이로 인해서 대조기 일 때가 유속이 더 강하게 나타났으며, 죽도 주변 해역에서는 수평분포에서 나타난 바와 같이 소규모 발산형 와류가 발생되고 있다.

pH는 2월 표층은 8.11~8.18(평균 8.16), 저층은 8.10~8.20(평균 8.16)의 범위를 보였고, 5월에는 표층에서 평균 8.24, 저층에서는 8.20~8.25(평균 8.22)의 값을 나타내었다. 8월 표층에서는 8.13~8.27(평균 8.22), 저층은 7.91~8.17(평균 7.99)의 범위를 보였다. 11월에는 표층이 8.12~8.17(평균 8.14), 저층은 8.08~8.13(평균 8.11)의 범위를 보였다. 용존산소량은 2월 표층에서 7.75~8.50 mg/ℓ, 저층은 7.72~8.72 mg/ℓ의 범위를 보였고, 5월에는 표층의 평균

8.68 mg/ℓ, 저층의 평균 8.34 mg/ℓ로 나타내어 저층에서 다소 낮은 농도분포를 보였고, 8월에는 표층 6.74~7.38 mg/ℓ, 저층은 6.87~7.33 mg/ℓ로 표, 저층간의 오차는 거의 없었다. 11월의 표층 6.87~7.29 mg/ℓ, 저층 6.54~7.42 mg/ℓ의 농도분포를 보였다. 화학적산소요구량은 2005년 2월에 표층에서 0.09~1.13 mg/ℓ로 평균 0.45 mg/ℓ를 보였고, 저층에서는 0.02~0.49 mg/ℓ의 범위로 평균 0.25 mg/ℓ의 낮은 농도를 보였다. 5월에는 표층에서 0.20~1.90 mg/ℓ의 범위로 평균 0.90 mg/ℓ 보였으며, 저층에서 0.55~2.10 mg/ℓ로 평균 1.13 mg/ℓ를 나타내었다. 8월에는 표층 0.33~1.09 mg/ℓ, 저층 0.49~1.00mg/ℓ의 범위를 보였고, 11월에는 표층 0.17~0.66 mg/ℓ, 저층 0.31~0.77mg/ℓ의 농도분포를 보였다. 2005년도 부유물질의 농도는 표층에서 2.1~15.7 mg/ℓ를, 저층은 2.7~15.5 mg/ℓ의 범위를 나타내었다. 투명도는 2월 최대 8 m, 5월은 10 m, 8월에는 9.5 m, 11월에는 9.5 m를 보였다.

영양염류 중 암모니아는 최저 0.048 μM(2월, 정점 3의 표층)에서 최대 11.644 μM(2월, 정점 5의 표층)으로 나타났고, 아질산염은 최저 0.021 μM(5월, 정점 5와 8과 9의 표층)에서 최대 0.417 μM(5월, 정점 3의 표층)을 보여 정점간의 차이를 보였고, 질산염의 농도는 최저 0.204 μM(5월, 정점 8의 표층)에서 최대 12.723 μM(8월, 정점 10의 저층)까지 비교적 큰 폭을 보였다. 인산염은 최저 0.033 μM(5월, 정점 3과 7과 9와 10의 표층, 정점 3의 저층)에서 최대 0.507 μM(11월 정점 1의 표층)의 농도 분포를 보였다.

2005년 2, 5, 8, 11월 바다목장 해역의 연질저질토는 정점 2, 4, 7은 주로 (g)S와 gS로 이루어져 있고, 정점 1, 5, 8은 (g)mS와 gmS로, 그리고 정점 6, 9, 10은 sG와 msG의 퇴적물유형이 분포되어있다. pH값은 평균 8.15를 중심으로 정점별로 뚜렷한 변동을 나타내지 않았고, COD, TOC, TON, IL은 silt와 clay함량이 많은 주로 바깥쪽 정점들이 안쪽 정점들보다 약간 높은 농도를 나타내었고, CaCO₃, TC 농도는 패각편모래와 자갈함량이 다소 많은 안쪽 정점들이 약간 높은 농도를 나타내었다.

생태계 특성

2005년 2월, 5월, 8월, 11월에 북제주 바다목장 해역 10개 정점 표층수와 저층수에서 시료를 채집하여 평판계수법에 의하여 해수 시료에 종속영양세균, 총 대장균, 비브리오 속 세균에 분포를 조사하였다. 종속영양세균의 개체수는 2월 표층수 $3.3 \times 10^1 \sim 6 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수 $2.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^2$ cfu/ml의 분포를 보였고, 5월 표층수 $1.1 \times 10^2 \sim 6.8 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수 $7.8 \times 10^1 \sim 3.2 \times 10^2$ cfu/ml의 분포를 보였고, 8월 표층수 $1.52 \times 10^2 \sim 8.1 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수 $8.0 \times 10^1 \sim 1.29 \times 10^3$ cfu/ml의 분포를 보였고, 11월 표층수의 개체수는 $3.9 \times 10^1 \sim 5.4 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $2.1 \times 10^1 \sim 1.2 \times 10^2$ cfu/ml의 분포를 보였다. 이러한 결과로 볼 때, 계절적 요인을 받아 개체수가 적어지거나 정점 일부분의 개체수가 적어 일부 조사결과가 빈영양역에 포함되나 대부분 빈영양역과 부영양역 중간에 속하는 양상을 보였다.

총 대장균수는 2월 표층수 $0 \sim 1.0 \times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $0 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml의 분포를 보였

고, 5월 표층수 $0\sim 2.7\times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $0\sim 1.3\times 10^1$ cfu/ml의 분포를 보였고, 8월 표층수 $0\sim 1.2\times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $0\sim 8.7\times 10^1$ cfu/ml의 분포를 보였다. 11월 표층수의 경우 $0\sim 1.2\times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $0\sim 2.4\times 10^1$ cfu/ml의 분포를 보였다.

비브리오 속 세균 개체수는 2월 표층수 $1.5\times 10^1\sim 2.0\times 10^2$ cfu/ml, 저층수 $0\sim 2.0\times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였고, 5월 표층수 $0.2\times 10^1\sim 2.4\times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $0\sim 1.6\times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였고, 8월 표층수 $1.4\times 10^1\sim 8.6\times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $1.2\times 10^1\sim 4.3\times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 11월 표층수의 $1.3\times 10^1\sim 2.3\times 10^1$ cfu/ml, 저층수 $0\sim 1.6\times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 전체적으로 본 해역에서 우점하는 종속영양세균은 *Vibrio* spp.이었다. 이외의 우점세균으로는 *Pseudoalteromonas* spp., *Paracoccus* sp., *Staphylococcus* sp., *Halomonas* spp., *Shewanella* spp., *Bacillus* spp., *Alteromonas* spp., *Psychrobacter* spp. 등이 조사 되었다. 또한 우점하는 병원성 비브리오는 *Vibrio alginolyticus*와 *V. parahaemolyticus*였으며, 그 외에 *V. splendidus*와 *V. fortis*가 조사되었다.

조사해역에서 2005년 2월, 5월, 8월, 11월에 출현한 식물플랑크톤은 총 174종으로 규조류가 112종, 와편모조류가 31종, 식물편모조류가 31종으로 규조류가 64.4%, 와편모조류가 17.8%, 식물편모조류가 17.4%의 종 구성비율을 보였다. 계절별 종 다양성지수는 2월에 평균 2.32, 5월에 평균 2.33, 8월에 평균 2.57, 11월에 평균 3.01로써 11월에 가장 높은 종 다양성을 보였다. 2005년 2월부터 11월까지의 월별 현존량은 2월이 평균 39,195 cells/L로 가장 적었고, 4월이 평균 341,082 cells/L로 가장 많았다. 우점종은 2월에 *Pseudo-nitzschia pungens*, 5월에 *Skeletonema costatum*, 8월에 *Proboscia alata*, 11월에 *Chaeroceros costatus*가 높은 점유율로 우점하였다. 2005년 2월부터 11월까지의 월별 평균 엽록소량은 0.097-1.539 μg Chl-a/L의 범위로서 연 평균값이 0.690 μg Chl-a/L를 보여, 제주도 전 연안역의 연평균인 약 0.7 μg Chl-a/L과 유사한 값을 보였다.

2005년 3월(동계), 6월(춘계), 9월(하계) 및 11월(추계)에 북제주 바다목장 해역에 출현한 동물플랑크톤은 요각류 군집을 중심으로 유형류, 다모류 등과 각종 유생으로 구성되며 조성 비율은 정점별, 계절별로 다소의 차이를 나타냈다. 동계와 하계에는 요각류, 유형류 순으로 우점하였으며, 춘계에는 요각류, 유형류 및 어란 순으로 우점하였다. 총 출현 개체수는 3월(동계)에는 평균 1,599 indv./m³에 비해 6월(춘계)에는 210 indv./m³로 매우 낮았고 9월(하계)에는 908 indv./m³, 11월(추계)에는 1,136 indv./m³에 달했다. 동계에는 요각류인 *Oithona plumifera*가 춘계 및 하계에는 *Paracalanus parvus*가 그리고 추계에는 *Oncaea venusta*가 각각 우점 하였다.

2004년 동계(3월)와 2005년 춘계(6월), 하계(9월) 및 추계(11월)에 북제주 바다목장 해역에 출현한 동물플랑크톤은 요각류 군집을 중심으로 유형류, 다모류 등과 각종 유생으로 구성되며 조성 비율은 정점별, 계절별로 다소의 차이를 나타냈다. 동계와 하계에는 요각류, 유형류 순으로 우점하였으며, 춘계에는 요각류, 유형류 및 어란 순으로 우점하였다. 총 출

현 개체수는 동계에는 평균 1,599 indv./m³에 비해 춘계에는 210 indv./m³로 매우 낮았고 하계에는 908 indv./m³, 추계에는 1,136 indv./m³에 달했다. 동계에는 요각류인 *Oithona plumifera*가 춘계 및 하계에는 *Paracalanus parvus*가 그리고 추계에는 *Oncaea venusta*가 각각 우점 하였다.

제주바다목장화를 위한 기반연구의 일환으로 고산주변해역에 대한 4개의 조사지선(transect)을 선정하였고, 이를 바탕으로 저서동물의 생태계를 파악하고자 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 조사를 실시하였다. 조사지역은 대부분 경성저질로 구성되어 있고, 부분적으로 연성저질이 분포한다. 향후 반복적인 조사를 위하여 방형구법에 의한 채집방법과 수증카메라를 이용하였다. 이를 위하여 50 × 50 cm의 방형구를 제작한 뒤 각 정점별로 출현종을 조사하였고, 각 정점 반경 25 m 주위의 저서동물들을 정성적으로 채집하였다. 보다 자세한 분류가 필요한 종은 실험실로 옮겨 계수 및 동정하여 각 조사지선 및 정점별 분포양상을 구하였다. 조사지선(transect)은 조간대 경우 상·중·하로 나누었고, 조하대는 5 m의 수심부터 15 m 수심까지 정점 1, 정점 2, 정점 3으로 총 24정점으로 구분하였다. 조간대 조사는 2005년 5월, 8월 및 11월에 실시되었고, 조하대 조사는 2005년 2월과 8월에 각각 실시하였다. 고산 주변의 조사지역에서 관찰된 저서동물들은 모두 112종이었다. 2005년 2월, 5월, 8월 및 11월에 조사된 각 조사지선 당 평균 서식밀도는 각각 703개체/1m², 1332개체/1m², 656개체/1m², 343개체/1m²였다. 이 중 우점종은 좁쌀무늬총알고둥(*Granulittorina exigua*)과 회오리고둥류(Family Pyramidellidae)로 출현개체수는 각각 1748개체/1m², 420개체/1m²의 범위를 나타냈다. 수산유용생물인 소라(*Batillus cornutus*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*) 및 거품돌산호(*Alveopora japonica*)의 서식밀도가 높은 것을 고려했을 때, 이 지역의 환경은 소라, 보라성게 및 거품돌산호의 서식에 좋은 서식지를 제공한다고 볼 수 있다. 그러므로 고산 주변해안에 서식하는 저서동물들의 분포를 미루어 봤을 때, 고산 주변 해역은 수산업적으로 또는 체험관광형 바다목장화사업의 적지로 판단된다.

조사기간 중 조사된 해조상은 6월에 경우 총 45종이 관찰되었는데, 전 조사범위에서는 수심에 관계없이 홍조류인 *Marginisporum abberens*가 전 정점에서 광범위하게 분포하였으며, 같은 홍조류인 *Pikea yoshizakii*, *Amphiroa dilatata*, *Delisea fimbriata* 순으로 전 지역에서 광범위하게 출현하였으며, 갈조류는 *Sargassum* sp., *Leathesia difformis*, *Ecklonia cava* 등이 주로 우점하였다. 반면 9월 채집 시 발견된 해조류는 총 33종으로 6월에 비해 적은 해조상을 보였으며, 정점에 관계없이 *Pikea yoshizakii*가 전 정점에서 우점 하는 양상을 보였으며, 조사 정점 전 지역에서 수심에 관계없이 홍조식물문이 우점함을 알 수 있었으며, 11월 조사 시 출현한 종은 총 30종으로 갈조류 10종, 홍조류 18종, 기타 미동종이 2종으로 분류되었다. 이는 조사지역의 환경적인 요인과 저질의 기작에 따른 것으로 기인하며, 계절적인 천이 과정이 진행됨을 알 수 있다. 이들의 연구의 공통적인 사항은 조하대의 해조군집에서는 층위구조가 명확하지는 않지만 각층을 지역에 따라 2-4개로 구분하고 있고, 이 층위구조의 범위와 구성에 미치는 중

요한 형성요인으로서는 광선과 해수유동을 들고 있다. 그리고 각 분포층의 구분과 명칭에 대해서도 정량적이고 객관화된 연구가 진행 중이다. Dring(1982)은 해조류의 수직분포에 대한 주된 요인으로 상한선에서는 노출과 관련된 stress, 하한선에서는 경쟁(competition)과 광도(irradiance) 및 섭식(grezing)을 들었다.

생물군집은 특정한 물리적 생활 장소에서 서식하는 개체군의 집합이며, 그 군집의 보편적인 종이 우점종으로 인정된다(Lerman, 1986; Nybakken, 1993). 우점종이란 용어는 다양한 시각에서 정의 되는 것인데, 특히 상관적인 견지에서 가장 넓은 피도와 기질면적을 차지하는 광피도종(overstory species)을 의미하며, 군집에 대한 상대적인 기여도로 산출되는 중요도를 기준으로 정함이 바람직하다(Barbour *et al.*, 1987). 또한 고(1990)는 조간대의 식물군집의 우점종을 종의 중요도로 판정하는 것이 보고된 바 있다. 조하대 해조식생의 전체 현존량은 대형 갈조류(Nam, 1986; Lee and Chang, 1989)와 *Corallina* spp.(Koh, 1990; Lee *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 1995)의 존재 여하에 의존함이 보고되어 있다. 본 조사를 종합하여 볼 때, 6월 정점별 현존량은 평균 $76.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 측정되었고, 정점 1에서 *Sargassum* sp.가 $238.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 가장 높은 현존량을 보였으며, 정점 5, 6에서도 각각 157.9 와 $133.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 측정되었으며, 정점 6에서는 *Ecklonia cava*가 $193.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 의 높은 현존량을 보였으며, 9월 채집시 해조류의 평균 건조량은 $28.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 6월 채집 시에 비해 적은 수치를 보였으며, *Sargassum patens*가 정점 4, 10에서 조사 기간 중 $703.0, 488.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 수치를 보였으며, 정점 9, 10에서 평균 보다 높은 수치를 보였고, 11월 조사 시의 평균 건조량은 $11.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 조사되었는데, 이는 6월과 9월에 비해 현저히 낮은 수치이며, 정점 8에서 *Sargassum* sp.의 경우 $214.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 건조량이 조사되었는데, 이는 정점과 수심에 상관없이 몇몇의 갈조류와 홍조류가 우점함을 알 수 있다. 또한 본 조사에서의 정점간, 수심별 유사도는 외해의 영향을 직접 접하는 지역과 지형적으로 비교적 안정된 환경을 가진 지역의 차이를 볼 수 있었다. 본 조사를 종합하여 볼 때, 조하대 조사정점의 여러 가지 환경적인 요인이 해조류의 군집 형성에 작용하므로, 본 조사지역의 특성상 외해에서 유입되는 해수의 영향과 암반의 기질, 해수의 투명도 등 여러 가지 요인에 따라서 조사지역의 해조류의 군집이 형성됨을 알 수 있었고, 2005년 6월 조사 시 해조류의 군집의 양상은 정점 간 다소 차이가 있었으나, 수심에 관계없이 홍조류인 *Marginisporum crassissimum*가 전 정점에서 우점 하였고, 동년 9월의 조사된 해조류는 총 33종으로 6월 조사 시에 비해 적은 해조 군집상을 보였으며, 정점에 관계없이 홍조류인 *Pikea yoshizakii* 종이 우점 하였으며, 11월 조사 시에는 *Marginisporum crassissimum*, *Delisea fimbriata* 등의 종이 우점함을 알 수 있었다. 따라서 종합하여 검토할 때, 수심에 관계없이 몇몇의 특정한 종들이 생태적 우의를 점하고 있음을 알 수 있었으며, 지속적인 해양환경 모니터링을 하여야 할 것이다.

2005년 동계(2월), 춘계(5월), 하계(8월) 그리고 추계(11월)에 북제주 바다목장 해역에서 난·자치어 출현상황을 조사하였다. 또한 같은 시기에 조사해역 연안에 위치한 5개 정점에

서 잠수관찰을 통해 어류상을 조사하는 동시에 2005년 4월부터 7월까지 현지 어민의 자망 어획일지 자료를 통해 시기별 어획된 어류들의 종조성을 조사하였다. 조사기간 동안 출현한 자치어는 총 8목 25과 37속 51종이며 중수면에서 망둑어과, 청베도라치과, 양볼락과, 학치과 등이 우점종으로 나타났다. 시기별 자치어 출현량에 있어서는 추계보다 하계에 출현량이 현저히 많았다. 시기별로 동계에는 볼락과 솜뱅이, 춘계에는 멸치와 솜뱅이 그리고 하계에는 멸치, 고등어과, 저울베도라치, 실꼬리돔과, 추계에는 가막베도리치, 솜뱅이 등이 출현량면에서 우점하고 있었다. 다음으로 어류상 조사에 있어서 SCUBA에 의한 잠수관찰 결과 총 9목 32과 52속 62종이 관찰되었다. 이중 놀래기과 7종, 자리돔과 6종으로 이들이 중수면에서 가장 우점하고 있었고 이외에 청베도라치과, 망둑어과 4종, 양볼락과, 촉수과, 황줄감정어과, 참복과 3종, 색줄멸과, 바리과, 나비고기과, 돌돔과, 거북복과 2종이 각각 관찰되었다. 한편 현지 자망어업에 의해 어획된 어류들의 종조성을 살펴보면, 어획된 어종은 총 4목 13과 19속 21종으로 이 중 대부분이 연안 정착성 어종들로 구성되어 있었다. 이 중 양볼락과가 4종으로 중수면에서 가장 많았고 다음으로 바리과와 놀래기과가 3종, 쥐치과가 2종 등의 순으로 출현하고 있었다.

2. 어장조성

해저지형

북제주 바다목장 조사구역의 해저수심지형은 남서부 경계지역의 최대 78m에서 차귀도를 중심으로 북부지역이 남부지역과 비교하여 상대적으로 수심이 낮게 분포한다. 북부지역에서는 수심선 35m를 기준으로 급경사를 이루며 58m까지 깊게 이어지고, 남부지역은 수심 40m에서 최대 수심지역인 남부지역의 중앙으로 최대 수심 78m까지 이어진다.

조사구역 주변은 제주도의 전형적인 암반해안으로 연안으로부터 연장된 돌출암반이 외해로 이어져 있고, 암반위에는 조립질 퇴적층이 얇게 쌓여있다. 해저지층기록상에는 기복이 심하고 불규칙한 반사면을 보이며, 남부지역에 비해 북부지역에 노출된 암반이 넓게 분포하고 있다. 따라서 북제주 바다목장 조사구역의 해저지형 또한 매우 복잡한 양상으로 암반대 상층엔 퇴적층이 거의 나타나지 않지만 상대적으로 주변 보다 낮은 수심대의 암반 상층에는 자갈모래질 퇴적물이 지역적으로 군데군데 얇게 피복되어 있다.

암반이 상대적으로 나타나지 않는 남부지역의 남서 경계지역에서는 대부분 모래로 구성되어 있고, 남쪽 경계의 경사면을 따라서는 비교적 규모가 큰 모래파가 나타난다.

인공어초

북제주 바다목장 해역에는 현재 1,179ha에 11,960개의 인공어초가 시설되어 시설되어 있으며, 시설된 어초종류는 9종이다. 생태계 보호, 자원증대, 해양관광 및 수중체험을 동시에 수용할 수 있는 새로운 기능의 인공어초 모델 2종을 개발하여 특허출원 중에 있다. 인공

어초의 배치는 15m 이하의 수심대 부터 50m이상까지 4단계로 나눌 수 있으며, 총면적은 1,025ha이다. 기 시설된 인공어초에는 25종의 어류와 오징어류가 출현하였으며, 무척추동물은 13종, 해조류는 감태가 우점하였다.

3. 자원조성

대상종의 자원생태 특성

북제주형 바다목장의 주 대상 어종에 관한 기초 생태학적 검토는 다음과 같은 종을 대상으로 하였다. 우선 어류로는 돌돔, 자바리, 무척추 동물은 전복, 오분자기, 소라를 들 수 있겠다. 이런 고급 어종들은 바다목장 조성에 따른 해당 지역어민의 직접적인 소득 증대에 기여할 수 있다. 또한 제주도 특유의 관광객을 위한 고급 특산품으로 가치가 있다. 또한 해조류로는 모자반과 감태를 들 수 있는데, 바다목장의 필수적인 해조류 군락 조성등의 어장조성에 필수적이다. 따라서 대상 생물을 북제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 증대를 위하여 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

대상종의 서식특성

북제주바다목장 해역 내 조하대 서식지 유형을 구분하였다. 2005년 8월과 11월에 북쪽 신창리로부터 남쪽 수월봉에 이르는 곳까지 총 60개 정점의 수심, 지형특성, 그리고 생물의 종류를 조사하였다. 수심 15m 이하의 얕은 곳은 SCUBA를 통해 조사하였고, 15m 이상인 곳은 무인케이블카메라(FM 4100, QI Co.)를 사용하였다. 서식지는 수심 및 퇴적상을 변수로 K-mean clustering algorithm으로 분류하였다. 목장해역은 수심 15m 이하의 암반지역(Type A)과 수심 15m이상의 암반지역(Type B) 그리고 수심 15m 이상의 모래지역(Type C) 3개로 구분되었다. Type A는 총 16개 정점으로 신창리와 용수리 내해역, 죽도와 와도 주변 그리고 수월봉 내해역이 이에 속하고, Type B는 총 19개 정점으로 대부분 용수리와 죽도 외해역이 이에 속하고, Type C는 총 25개 정점으로 신창리와 수월봉 외해역이 이에 속하는 것으로 나타났다. Type A에서는 해조류인 감태(*Ecklonia cava*)가 가장 우점하였고, 그 외 붉은뼈까막살(*Carpopeltis angusta*) 톱니모자반(*Sargassum serratifolium*), 미역(*Undaria pinnatifid*), 애기대마디말(*Cladophora sakaii*) 등이 우점하였다. 저서동물 중에는 바퀴고둥(*Astraliium haematragum*)이 가장 우점하였고, 그 외 소라(*Batillus cornutus*), 보라성게(*Anthocidaris crassispina*), 회색해변해면(*Halichondria panicea*), 거품돌산호(*Alveopora japonica*) 등이 우점하였다. Type B에서도 감태가 가장 우점하였고, 그 외 우점종은 톱니모자반(*Sargassum serratifolium*), 미역, 바다표고(*Peyssonnelia caulifera*) 등으로 나타났다. 저서동물로는 바퀴고둥, 해변말미잘류인 *Anthopleura* sp. 거품돌산호, 수지맨드라미류(*Dendronephthya* sp.), 부채빨산호(*Melithaea flabellifera*) 등이 우점하였다. Type C에서는 해조류가 출현하지 않았고, 저서동물인

방패연잎성게(*Clypeaster japonicus*)와 해변말미잘류(*Anthopleura sp.*)가 드물게 출현하였다.

어류자원

제주도 북제주군 차귀도해역 바다목장 조성지에 부어류 및 저어류의 자원실태를 파악하기 위해 2004년 9월부터 2005년 11월 동안 조사해역에서 서식하는 어류의 출현종수는 총 87종으로 자망류와 통발에 의해 각각 64종, 40종이 어획되었다. 어업별로는 흘자망에서는 33종, 3중자망에서는 57종, 통발에서는 40종이 어획되었으며, 지역별로는 신창 45종, 용수(용당) 41종, 고산 51종으로 어획되었다.

자망류에 의한 총 어획량은 318,059.8 g으로 흘자망 156,984.2 g, 3중자망 161,075.6 g이 각각 어획되었고 지역별로는 고산이 143,050.0 g으로 신창이나 용수(용당)에 비해 약 1.5~2배가 높은 것으로 나타났다. 흘자망과 3중자망의 지역별 단위노력당어획량(CPUE)은 고산이 각각 186.7 g/폭과 580.3 g/폭으로 가장 높았다. 자망류로 채집된 어류에서 개체수에 의한 제1우점종은 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)로 나타났다. 다음으로 달고기(*Zeus fabur*), 벤자리(*Parapristipoma trilineatum*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 참돔(*Pagrus major*) 순 이었다.

또한, 생체량으로는 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 참돔(*Pagrus major*), 벤자리(*Parapristipoma trilineatum*), 달고기(*Zeus fabur*), 흰가오리(*Urolophus aurantiacus*) 등이 우점종으로 출현하였다.

군집분석의 결과 다양도, 풍도는 7, 8월에 가장 높았고, 우점도는 11월과 2월에 높은 것으로 나타났다. Leslie 모델(1939)에 의한 자원량은 돌돔 0.5톤, 쥐치 0.4톤, 자바리 0.06톤, 참돔 0.04톤 으로 추정되었다.

통발에서는 총 40종이 어획되었었는데 용수(용당)지역이 34종으로 신창이나 고산의 25종, 27종보다 다소 많이 출현하였다. 통발에 의한 총 어획된 생체량은 145,705.6 g으로 지역적으로는 용당(용수)이 76,312.2 g으로 전체의 50%에 해당하였고 계절별로는 5월과 7월에 37,602.7 g 및 34,512.3 g으로 가장 많이 어획되었다. 통발어업의 단위노력당어획량도 용수(용당)가 95.4 g/통으로 신창 및 고산의 50.0 g/통, 36.8 g/통에 비해 높게 나타났다.

통발에 의해 채집된 개체수에 의한 우점종은 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 놀래기(*Halichoeres tenuispinis*), 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*), 쓸종개(*Plotosus lineatus*) 순 이었으며, 생체량으로는 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*), 붕장어(*Conger myriaster*), 놀래기(*Halichoeres tenuispinis*), 쓸종개(*Plotosus lineatus*) 등이 우점종으로 출현하였다. 군집분석의 결과 다양도는 11월과 7월, 균등도는 11월과 5월, 우점도는 5월에 가장 높게 나타났다.

바다목장 자원조성용 품종으로는 대형종이며 고급 횡감으로 선호도가 높은 자바리 및 붉바리 등 바리과 어류와 지역민들과 밀접한 토착성 어종인 쏨뱅이 및 관광객 및 낚시꾼들에게 호평을 받는 돌돔, 동갈돔돔 등이 타당 할것으로 판단된다.

무척추동물 자원

제주 바다목장 조성지인 차귀도 주변해역에서 2004년 9월부터 2005년 11월까지 7차(9, 11, 2, 4, 6, 8, 11월)에 걸쳐 4개지역 24개 정점에 방형구를 이용하여 SCUBA(수중잠수)에 의한 생물채집 및 통발어획으로 무척추동물 자원조사를 실시하였다.

출현 종은 총 201종으로 이들 중 연체동물이 1문 4강 15목 40과 74종으로 전체 출현 동물들 중 36.8%로 가장 높게 나타났다. 출현 개체수는 총 10,5889,123개체로 연체동물 중 복족류(Gastropoda)가 전체 50.9%(5,391개체)로 가장 높게 나타났다. 총 개체수에 대한 출현을 중 10%이상을 차지하는 종은 3종으로 나타났고, 이 3종들 중 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 가장 높게 출현하였으며, 다음으로 소라(*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus ceciller*)의 순으로 나타났다. 출현 생체량은 총 404,971.6 g으로 연체동물 중 복족류(Gastropoda)가 전체의 38.7% (156,568.7 g)로 가장 높게 나타났고, 총 생체량에 대한 출현을 중 10%이상을 차지하는 종은 2종으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 가장 높게 나타났으며 다음으로 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)로 나타났다.

동물문별 분포밀도가 가장 높게 나타난 연체동물과 절지동물의 종 및 개체수에 대한 계절별 변동은 춘계에 서서히 증가하기 시작하여 하계에 최고값을 보이다가 추계와 동계로 갈수록 서서히 감소하는 계절적 변화를 보였다.

우점종은 4개 지역 모두 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)이 제1우점종으로 가장 높게 나타났고, 제2우점종은 소라(*Batillus cornutus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*) 털껍질돼지고둥(*Cantharus ceciller*)였으며, 제3우점종은 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 소라(*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus ceciller*)이 지역별로 차지하여 복족류에 의한 군집내 우점도가 매우 높게 나타났음을 보여주고 있다.

각 정점별 총 종 다양도(H')는 3.218~3.743으로 평균 3.398로 나타났다. 종 다양도가 가장 높게 나타난 곳은 고산이었고, 다음으로 용당, 용수의 순으로 신창에서 가장 낮게 나타났다. 균등도(E')는 0.648~0.720으로 고산에서 높게 나타났고, 용수와 용당에서 각각 0.674 및 0.656으로 지역별 차이는 크지 않았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다. 풍부도(R)는 17.690~22.826으로 고산에서 22.826로 가장 높게 나타났고, 용수와 신창에 이어 용당순으로 낮게 나타났다.

2003년부터 2005년까지 차귀도 바다목장 조성지의 무척추동물 중 유용패류인 소라, 전복, 오분자기의 초기 자원량을 Leslie 모델을 적용시켜 추정한 결과 소라(*Batillus cornutus*)는 평균 46.8톤, 전복(*Haliotis discus*) 0.3톤, 오분자기(*Haliotis diversicolor oquatis*) 2.8톤으로 추정되어 2003년보다 약 50%이하로 감소하는 것으로 나타났다.

바다목장 자원조성종은 소라, 전복, 오분자기 등으로 이들 유용패류종은 나잠어업인들 소득증대의 주 수입원이 되고 관광객들의 기호도가 높은 수산물로써 종묘생산과 방류행사로 감소하는 자원을 회복하는 등 자원조성 종으로 적절할 것으로 나타났다.

해조류 자원

제주 바다목장 해역의 해조류조사는 2005년 5월, 7월, 9월, 11월에 걸쳐 5개 정점을 설정하여 수행하였다. 해조류 출현종은 녹조류 15종, 갈조류 25종, 홍조류 67종, 총 107종으로 나타났다. 조사시기별로는 5월과 7월에 각각 66종과 72종으로 비슷하였으나 11월에는 32종으로 매우 적게 나타났다. 해조류 조사정점별 생물량은 용당에서 759.2 g/m^2 으로 가장 많았고, 차귀가 604.4 g/m^2 으로 그 다음이었으며, 용수와 고산의 것이 가장 적은 것으로 나타났다. 월별 생물량은 5월과 7월의 것은 비슷하였으나 11월의 것은 726.5 g/m^2 으로 가장 많이 나타났다.

해조류 생물량에 의한 우점종은 갈색대마디말, 감태, 알송이모자반, 툽니모자반 등이 연중 우점종으로 출현하여 해중립을 조성하고 있으며, 미역과 외톨개모자반은 겨울부터 초여름까지 해중립을 이루고 있었다. 지역 및 서식대에 따라 큰잎모자반, 짝잎모자반, 잔가시모자반이 혼생하여 해중립을 형성하고, 한편 넓은게발, 에페드라게발, 참산호말, 작은구슬산호말, 덩이애기산호말, 둘레게발혹 등 산호말류는 연중 우점종으로 출현하여 갯녹음 현상을 일으키고 있었다.

제주 바다목장 해역의 해중립 조성종은 14종이었으며, 조간대에서는 지층이를 포함한 4종, 수심 10 m의 조하대에서는 감태 외 7종, 점심대에서는 툽니모자반 외 3종으로 나타났다.

어업 실태 분석

소라, 전복을 비롯한 다른 품종들의 CPUE는 감소하지만 톳의 경우 '03년(679.9 kg/명), '04년(759.8 kg/명), '05년($1,192.2 \text{ kg/명}$)로 생산량이 점차 증가하는 것으로 나타났다.

3년간 지역별 CPUE 총 생산량 변동의 경우 신창에서 총 $4,482.5(\text{kg/명})$ 으로 가장 높게 나타났고, 용수에서 $1,516.7(\text{kg/명})$, 용당에서 $1,291.0(\text{kg/명})$ 이며 가장 낮은 생산량을 보인 곳은 고산으로 총 $971.3(\text{kg/명})$ 으로 나타났다.

용수에서 소라(*Batillus cornutus*), 보말고둥(*Omphalius rusticum*)의 CPUE가 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있으나 그 이외에 전복(*Haliotis discus*), 오분자기 (*Haliotis diversicolor aquatilis*), 해삼(*Stichopus japonicus*)을 비롯한 해초류 등, 대부분의 수산물은 신창에서 가장 높게 나타나고 있으며 특히, 톳(*Sargassum fulvellum*)의 생산량이 $647.7(\text{kg/명})$ 로 가장 높게 나타났다.

연산호 분포 및 서식생태 조사

차귀도 해역의 산호자원 조사는 기초조사와 현지조사로 이루어졌다. 기초조사는 문헌조사로 이루어 졌으며, 그 결과 3아강 6목 16과 18속 30종의 산호가 존재하는 것으로 나타났다. 그리고 현지조사의 경우, 차귀도 해역 4지점을 조사한 결과 3아강 5목 9과 10속 18종

의 산호가 관찰되었다. 조사된 산호류 중 우점종을 선정하여, 문섬 해역에 시험이식을 실시하였으며, 현재 차귀도 해역 내에 이식을 시도 중에 있다.

붉바리 종묘생산

이 연구는 건강한 친어를 확보하고 이들을 순환 수조에서 사육하면서 체계적인 연구를 통해 수조 내에서의 붉바리 성성숙 기작에 관한 기초 자료를 수집하고 이를 이용하여 적기에 수정란을 확보할 수 있는 성성숙 제어 기술을 개발하고자 실시하였다. 그 결과 건강한 친어를 확보하였으며 완전순환여과조에서 질병예방과 대처 그리고 사료 급여 방법 등 효율적으로 성성숙 조절을 하며 사육할 수 있는 방법을 제시하였다. 그리고 자연에서 붉바리는 자성 선숙어로서 수컷친어의 확보가 어려울 뿐만 아니라 순환수조 내에서도 이러한 현상이 일어나면 종묘생산에 악영향을 미칠 것으로 예상되기 때문에 인위적인 응성화유도 실험을 실시하였다. 성호르몬으로는 17 α -methyltestosterone (Sigma)을 사용하였으며 어체중 1 kg당 호르몬의 농도는 0.5 mg으로 100일간 경구 투여한 결과 붉바리 15미 가운데 5미인 약 33%의 실험어로 부터 잘 발달된 정소를 관찰할 수 있었으며 나머지 어류의 생식소는 암컷에서 수컷으로 성전환을 하고 있어서 생식소 내에 퇴화되는 난소와 정소가 함께 관찰되었다. 수컷으로 성전환한 대부분의 어류의 크기는 30 cm 이상 그리고 체중은 300 g 이상으로 성공적인 성전환을 위해서는 이 크기보다 큰 어류를 대상으로 해야 한다는 중요한 점이 밝혀졌다. 또한, 다음해에 붉바리의 종묘생산을 계획할 경우에는 적어도 전년도 1월경부터는 성성숙조절을 위한 관리를 시작해야하고 스트레스를 최소화 해야만 붉바리의 정상적인 건강수정란을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

솜뱅이 건강종묘 생산 및 방류

솜뱅이 종묘는 2005년 1월에 1, 2차에 걸쳐 전장 평균 31.1mm인 인공종묘 총 20,613마리(생존율 평균 12.4%)를 생산하였다.

방류효과 조사를 위한 표지 방법별 시험에서 등지느러미 극조 절단구는 약 77.0%가 절단 흔적이 나타났지만 식별하기가 어려웠고, 등지지느러미절단, 배지느러미절단 및 뒷지느러미 연조부위 절단구는 대부분 완전히 재생되어 구분이 어려웠다. 또한, 표지표 부착 시험구는 표지표가 76.0% 탈락되어 차후 연구가 필요 할 것으로 판단되었고, 아가미 뚜껑 절단구에서 약 91.0%가 구분이 가능하여 표지방법으로 가장 타당한 것으로 판단되었다.

생산된 솜뱅이 종묘는 '05. 9. 23일 제주바다목장 조성지인 차귀도해역에 아가미 뚜껑을 절단한 방법의 표지어 15,000천 마리(전장 10.7~14.4 cm)를 한국해양연구원 연구책임자 등 학계, 유관기관, 현지 어민 및 취재기관 등 약 70여명이 참석 하에 좌담회 및 방류행사를 실시하였다.

자바리 산란제어 기술개발

제주도 남제주군 대정읍 모슬포해역에서 연승(주낙)으로 어획된 자연산 어미 후보군 전장 40.0~70.0 cm(중량 1.5~5 kg)인 자바리 성어 18마리를 수집하여 먹이순치 및 기초 성숙유도시험을 실시하였다. 사육수는 모래 여과기로 여과된 자연해수로 사육하였으며, 사육수온은 26.5~16.5℃, 염분 32.0~34.4‰였다.

먹이는 주로 냉동된 고등어와 전갱이를 배합사료와 생사료를 혼합하여 모이스트펠렛으로 1회/1일, 어체중의 1~2%를 공급하였다.

어미화 유도를 위하여 수조 윗부분을 차광막과 검정 비닐로 덮어서 외부의 빛을 차광하였고, 수조위에 100 W 백열등을 설치하여 명조건시 수면조도가 500~700 LX를 유지하도록 24시간 타이머를 이용하여 광주기를 조절하였다.

자바리 수정란 생산을 위하여 어체중 kg당 2 mg의 MT(17 α -methyltestosterone)를 투여하여 인위적으로 응성화 유도 후 복부를 압박하여 체정된 정액과 암컷친어에서 채란된 난을 인공수정시켜 수정란을 유도시켰다.

응성화 유도는 응성호르몬을 복강에 삽입하여 기능적 수컷을 유도하였으며 암컷의 채란은 먼저 생식소의 발달상태를 파악한 후 난모세포의 크기가 450 μ m 전후의 난을 가지고 있는 어체를 대상으로 HCG(human chorionic gonadotropin)호르몬을 500 IU/kg 농도로 등근육에 주사하였으며 호르몬 주사 후 48시간째에 복부를 압박하여 인위적으로 배란을 유도하였다.

방류 후 행동

방류 후 관찰된 솜뱀이는 양식장의 인공 환경에서 자연환경으로 잘 적응한 것으로 보인다. 채집이 안 되어 위 내용물 분석을 하지 못해 확신할 수는 없으나, 외견상으로 보아 자연먹이를 섭취하는 섭이행동은 잘 하고 있는 것으로 보인다. 이는 Hand net로 채집을 시도했을 때, 회피행동이 아주 빠르게 이루어진 것을 보아도 알 수 있다. 자연환경에서 먹이를 제대로 섭취하지 못하면 빠르게 회피하는 것이 어려울 것이기 때문이다. 그리고 어느 정도 시간이 경과한 후 작은 암석을 중심으로 자신의 텃세권을 형성하는 것으로 보이지만 차후 지속적인 관찰이 요망된다.

바다목장 모델

북제주 바다목장해역의 생태환경 및 자원 조사 결과로 미루어 보면 크게 3가지의 특징적인 면을 볼 수 있다. 첫째는 보호구역으로 지정된 차귀도 주변의 조류의 흐름이 빠르고 비교적 어업자원이 풍부한 해역, 둘째는 최근 백화 현상이 나타나고 있어 해중림이 거의 없고 작은 돌과 크고 작은 바위로 이루어진 거의 굴곡 없는 연안, 세 번째는 차귀도 외곽의 조류가 빠르고 수심이 30-40m 이상인 깊은 수심대로 나누어진다. 따라서 북제주 바다

목장에는 체험 해양생태공원 1개소와 생태자원복원장 2개소를 대표적인 아이টে으로 두는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

4. 바다목장 이용 · 관리

2005년 현재 북제주바다목장사업은 1단계 기반조성 2차년도에 해당한다. 총사업비 58,060백만원이 투입될 예정인 동 바다목장 사업은 기존에 추진되어 온 통영 바다목장과 전남다도해형바다목장이 가지는 어로이용의 기능에 해양관광 및 수중체험형이라는 복합적 기능이 추가되어 추진될 예정이다. 이에 따라 총사업비 중 17,200백만 원의 민자를 유치하여 수중전망탑, 스킨스쿠버 및 유어장 시설 등 해양레저 및 수중체험형으로 조성해 나갈 계획을 가지고 있다.

바다목장사업이 성공하기 위해서는 바다목장 해역에 대한 철저한 관리를 통해 자원을 풍부하게 조성하는 것도 중요하지만, 조성된 수산자원을 지속적인 관리를 통해 어업과 해양레저 관광으로 이용할 수 있는 체제를 갖추는 것이 무엇보다 중요하다.

이를 위해 북제주바다목장사업의 추진과정에서부터 현재 초점이 되고 있는 목장해역의 이용주체를 한정하고, 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하는 것이 필요할 것이다. 또한 목장해역의 자원관리와 이용에 대한 합의를 도출하고 이용질서 확립 등 이용자 상호간 마찰을 최소화 할 수 있도록 북제주바다목장 관리이용협의회를 출범시키고 자원의 주이용자인 어업인과 민간투자자들이 견해를 조정할 수 있는 자율관리위원회의 구성 등 체제의 정비가 필요하다. 아울러 현재 방만한 구성원으로 이루어진 북제주군 바다목장관리위원회를 본 연구진이 제안한 2개의 조직으로 재편하는 것도 필요하다.

한편, 동 사업이 계획대로 추진될 경우 북제주바다목장은 NPV가 0이상, 내부수익율이 15%이상, 투자회수기간도 11년으로 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났다.

그러나 이러한 경제적 효과를 거두기 위해서는 철저한 바다목장 관리가 전제되어야 할 것이다. 즉 북제주바다목장이 합리적이며 지속적인 이용을 달성하기 위해서는 바다목장의 조성분야 못지않게 관리 · 이용 방안에 따른 관리이용체제를 마련하는 것이 중요하다 할 것이다.

SUMMARY

I. Title of the Study

Studies on the Development of Marine Ranching Program in the Jeju(Jeju) Coast of Korea.

II. Results of study

1. Environmental factors & ecology

Environment factors

Water temperature ranged from 12.4°C to 28.9°C in the Marine Ranching Program area of Jeju island in February, May, August and November, 2005. The temperature difference between surface and bottom layer were from 0.1 to 1.8°C in February and May, and from 0.7 to 16.5°C in August, and from 0.7 to 0.9°C in November. The salinity varied from 30.12 to 34.85 psu and high saline water was found from February to May which continued from 33.60 to 34.85 psu. Especially, horizontal distributions of high salinity water in May, 2005 might be a cause of partial influence of Tsushima Current. In August, the salinity varied from 30.20 to 31.20 psu and the higher salinity was found from 31.00 to 31.20 psu around Juk-do, and the lower salinity was found far from Juk-do area. The reason of higher salinity in August may be the presence of up-welling eddy at Juk-do.

The current pattern in Buk-jeju Marine Ranching Program area likes follows; The current during the flood water flows toward Northward and the ebb water flows toward Southward. The fastest speed of the flood water was about 1.36 m/sec and ebb water was about 0.78 m/sec showed in Spring tide and ebb water was about 0.21 m/sec and ebb water was about 0.42 m/sec showed in Neap tide. These flows speed are stronger in the Spring Tide because of the gap between the Spring Tide and the Neap Tide. In particular, The current pattern is showing divergence around Juk-do is generated by geographical properties and bottom topography.

pH ranged from 8.11 to 8.18 with an average of 8.16 at the surface, 8.10 to 8.20 with an average of 8.16 at the bottom in Feb., an average of 8.24 at the surface and

8.20 to 8.25 with an average of 8.22 at the bottom in May, 8.13 to 8.27 with an average of 8.22 at the surface, 7.91 to 8.17 with an average of 7.99 at the bottom in Aug., 8.12 to 8.17 with an average of 8.14 at the surface, 8.08 to 8.13 with an average of 8.11 at the bottom in Nov. 2005. Dissolved oxygen concentrations varied from 7.75~8.50 mg/ℓ at the surface, 7.72~8.72 mg/ℓ at the bottom in Feb., 8.53~8.84 mg/ℓ with an average of 8.68 mg/ℓ at the surface, 8.02~8.61 mg/ℓ with an average of 8.34mg/ℓ at the bottom in May, 6.74~7.38 mg/ℓ with an average of 7.16 mg/ℓ at the surface, 6.87~7.33 mg/ℓ with an average of 7.16 mg/ℓ at the bottom in Aug., 6.87~7.29mg/ℓ with an average of 7.00 mg/ℓ at the surface, 6.54~7.42 mg/ℓ with an average of 6.94 mg/ℓ at the bottom in Nov., 2005. Concentrations of the chemical oxygen demands varied from 0.09 to 1.13 mg/ℓ with an average of 0.45 mg/ℓ at the surface, 0.02 to 0.49 mg/ℓ with an average of 0.25 mg/ℓ at the bottom in Feb., 0.20 to 1.90 mg/ℓ with an average of 0.91 mg/ℓ at the surface, 0.55 to 2.10 mg/ℓ with an average of 1.13 mg/ℓ at the bottom in May, 0.33 to 1.09 mg/ℓ with an average of 0.71 mg/ℓ at the surface, 0.49 to 1.00 mg/ℓ with an average of 0.77 mg/ℓ at the bottom in Aug., 0.17 to 0.66 mg/ℓ with an average of 0.52 mg/ℓ at the surface, 0.31 to 0.77 mg/ℓ with an average of 0.57 mg/ℓ at the bottom in Nov., 2005. Suspended solids concentrations range from 2.1~15.7 mg/ℓ at the surface, 2.7~15.5 mg/ℓ at the bottom in 2005. Transparency was maximum 8 m in Feb., and 10 m in May, 9.5m in Aug., 9.5 m in Nov., 2005.

Ammonia ranged from minimum 0.048 μM (Feb. 2005, St. 3-S) to maximum 11.644 μM (Feb. 2005, St. 5-S), nitrite minimum 0.021 μM (May 2005, St. 5-S and St. 8-S and St. 9-S) to maximum 0.417 μM (May 2005, St. 3-S), nitrate minimum 0.204 μM (May 2005, St. 8-S) to maximum 12.723 μM (Aug. 2005, St. 10-B) and phosphate minimum 0.033 μM (May 2005, St. 3, 7, 9, 10-S and 3-B) to maximum 0.507 μM (Nov. 2005, St. 1-S).

In case of February, May, August and November in 2005, the top sediments of the marine ranching ground in investigation were composed of slightly gravelly sand ((g)S) and gravelly sand (gS) at the St-2, 4, 7 and 8 points, the St-1, 5 and 8 points are consisted of slightly gravelly muddy sand ((g)mS) and gravelly muddy sand (gmS), whereas the sandy gravel (sG) and muddy sandy gravel (msG) are distributed at the St-6, 9 and 10 points. The pH didn't appear to be remarkably changed around 8.15 at all sampling points. The COD, TOC, TON, and IL concentration were somewhat higher at the outer sampling points where silt and clay dominated than at the inner sampling points. The CaCO₃, and TC concentration were somewhat higher at the inner sampling points where shell sand and gravel dominated.

Ecological characteristics

A total of 174 phytoplankton species were identified around Chagwi-do of Buk-jeju Marine Ranching area in February, May, August and November 2005, comprising 112 species of diatoms, 31 species of dinoflagellates, and 31 species of phytoflagellates. Average species diversity index was 2.32 in Feb., 2.33 in May, 2.57 in Aug., and 3.01 in Nov. with highest value. Monthly mean standing crops of phytoplankton ranged from 39,195 to 341,082 cells/L from Feb. to Nov. 2005 with highest in April and lowest in Feb. Dominant species were *Pseudo-nitzschia pungens* of diatoms in Feb., *Chaetoceros socialis* and *Skeletonema costatum* in May, *Proboscia alata* in August and *Chaetoceros costatus* in November with high occupying percentage. Yearly range of chlorophyll *a* concentrations from Feb. to Nov. was 0.097 to 1.539 μg Chl-*a*/L with a yearly mean of 0.690 μg Chl-*a*/L, which represents a normal mean value of yearly chlorophyll *a* concentration around Jeju coastal area.

Species composition and abundance of zooplankton were investigated around Chagwido in winter, spring, summer and autumn. Zooplankton, such as Copepoda, Appendicularia, Polychaete and larvae etc, were predominant in the Buk-jeju marine ranching program area. But they had stational and seasonal differences in their composition. Copepoda and Appendicularia showed maximum abundance in winter and summer. Copepoda, Appendicularia and Fish egg were most abundant in spring. Average individual numbers of zooplankton were 1,599 indv./m³ (winter), 210 indv./m³ (spring), 908 indv./m³ (summer) and 1,136 indv./m³ (autumn) respectively. The dominant species were *Oithona plumifera* (Copepod) in winter, *Paracalanus parvus* (Copepod) in spring and summer and *Oncaea venusta* (Copepod) in autumn.

This study reports benthic invertebrates and its community structure at intertidal and subtidal areas at Kosan on the west coast of Jeju. Study areas were visited during February, May, August and November 2005 and the benthic community was surveyed using conventional quadrat methods and underwater photography. A total of 112 species were recorded and an average density of animals during three sampling periods were 703 ind./m² (February 2005), 1332 ind./m² (May 2005), 656 ind./m² (August 2005) and 343 ind./m² (November 2005), respectively. Dominant species in terms of the number of individual in May and August 2005 were *Granulittorina exigua* (1748 ind./m²), while it was Pyramidellidae spp (420 ind./m²) in February. Some commercially important species such as *Batillus cornutus* (Gastropoda), *Anthocidaris crassispina* (Echinodea) and *Alveopora japonica* (Anthozoa) occurred a high density at the

study area, suggested Kosan area provide a suitable habitat for those species and it has a certain value for future marine ranching program, particularly for eco-tourism.

Marine algal community of Buk-jeju Marine Ranching was investigated at ten islands from June to November 2005. The number of seaweed species occurred in June 2005 was 44, including 22 red, 21 brown, 1 unidentified algae. *Marginisporum crassissimum*, *Pilea yoshizakii*, *Amphiroa dilatata*, *Sargassum* sp., and *Leathesia difformis*, *Ecklonia cava* were the most dominant species. The average biomass (dry wt) was $76.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. The number of seaweed species in September 2005 was 33, including 23 red, 9 brown, 1 green algae. *Prionitis angusta*, *Marginisporum crassissimum*, and *Ecklonia cava* were the most dominant species. The average biomass was average $26.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. The number of seaweed species occurred in November 2005 was 30, including 18 red, 10 brown, 2 unidentified algae. *Marginisporum crassissimum*, *Delisea fimbriata*, *Delisea fimbriata* were the most dominant species. The average biomass(dry wt) was $11.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Thus, the total number of species and their biomass were found by 30% and 73% respectively to be decreased in Winter than in summer.

Occurrence and distribution of eggs and larvae around the Buk-jeju Marine Ranching Program area was examined in the winter (February), spring (May), summer (August) and Autumn (November) 2005. SCUBA diving observations were conducted to investigate the species composition of fish at the five stations which were located in coastal waters from February to November 2005. Also, we investigated the fish species collected by gill net fishery in the adjacent waters of Chagwido from April to July 2005. During the experimental period, 51 species (37 genera, 25 families and 8 orders) of fish larvae and juveniles were identified. Among them, Gobiidae, Blenniidae and Scorpaenidae, were the dominant fishes in the study area. Seasonal dominant species were *Sebastes inermis*, *Sebastiscus marmoratus* in the winter, *Engraulis japonicus*, *Sebastiscus marmoratus* in the spring, *Engraulis japonicus*, Scombridae sp., *Entomacrodus stellifer*, Nemipteridae sp. in the summer and *Sebastiscus marmoratus*, *Enneapterygius etheostomus* in the Autumn. In the results of fish composition by SCUBA diving, total 62 fish species (52 genera, 32 families and 9 orders) observed. Among them, Labridae, Pomacentridae, Blenniidae, Gobiidae, Mullidae, Kyphosidae, Scorpaenidae and Tetraodontidae were the dominant fishes in the number of species. Total 21 species (19 genera, 13 families and 4 orders) of fish caught by the gill net from April to July 2005. Among them, Scorpaenidae, Serranidae, Labridae and Monacanthidae were the dominant fishes which were coastal habitat species.

2. Improvement of habitat

Seabed and adjacent land topographies

This survey area shows a maximum depth of about 78m in the South-Western survey boundary area, and the Southern area shows a distribution of more deep depths than the Northern area. The Northern area has a steep slope on the region about 1.0km away from 35m depth area and is as deep as approximately 58m. The Southern area shows a steep slope from 40m depth, distribution of depth that is underline to 78m in South-Western area.

As it is a typical rock bed coast, it is very thinly covered with the exposing rock beds drawn out from the coast, and the coarse-grained, thin sediment layers on the relatively low topographic area. According to the subbottom profile, the Southern area of the survey area, which shows severe undulation and irregular reflection surfaces, is widely distributed of the outcrop beds, exhibits relatively shallow depths of water, and the seafloor topography is also very complex. The Northern area, which is a topographically low area, displays almost no sediment layer at all, and the gravely sand sediment is very thinly stratified in the upper area and the gaps of the exposed rock beds locally.

Artificial reef

9 kinds and 11,960 pieces of artificial reef have been setup for 1,179 ha in the north Je-Ju marine ranch areas. Especially, two artificial reef models of new faculty which is now being applied for a patent that could be experienced with the marine tour at under the sea, reservation of ecosystem, increase of fisheries resources. Disposition of artificial reef could be divided into four classes from under 15m to over 50m and total areas are 1,025ha. 25 kinds of fishes including squids and 13 species epibenthic fauna were appeared in the artificial reef established and *Ecklonia cava* was dominant among seaweeds.

3. Annexation of fish stock and management

Resource ecology of target species

The ecological character investigation of target species in Buk-Jeju marine ranching get accomplished fishes, such as rock bream(*Oplegnathus fasciatus*), kelp grouper (*Epinephelus bruneus*), and invertebrate, *Haliotis discus*, *Haliotis diversicolor aquatilis*, *Batillus cornutus*. As mentioned commercial species are contribute to the income enlargement of

local fishermen in marine ranching area. In addition, it is a valuable as the souvenir of many tourist. Main macroalgae species are *Sargassum spp.*, *Ecklonia cava*, those are essential to seagrass bed of improvement of habitat.

Characteristic of target fish according to habitat

To identify the habitat characteristics of the Buk-jeju marine ranching area, a total 60 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 investigated in August and November 2005. At sites shallower than 15m in depth, SCUBA diving was applied for the investigation, at the sites deeper than 15m, underwater camera system (FM 4100, 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 Buk-jeju marine ranching area into smaller habitat types. The Buk-jeju marine ranching area was divided into 3 types (Type A, B and C). Type A was the rocky area with a depth less than 15m, and the dominant species were seaweeds, *Ecklonia cava*, *Carpopeltis angusta*, *Sargassum serratifolium*, *Undaria pinnatifid* and *Cladophora sakaii*, and hard-bottom animals *Astraliium haematragum*, *Batillus cornutus*, *Anthocidaris crassispina*, *Halichondria panicea* and *Alveopora jponica*. Type B was the rocky area deeper than 15m, and the dominant species was seaweeds, *E. cava*, *argassum serratifolium*, *U. pinnatifida* and *Peyssonnelia caulifera*, and hard-bottom animals, *Anthopleura* sp., *Alveopora jponica*, *Dendronephthya* sp. and *Melithaea flabellifera*. In Type C where bottom sediments was mostly composed of muddy sand, no seaweed species was observed and the soft-bottom animal, *Clypeaster japonicus* and the hard-bottom animal, *Anthopleura* sp. were sparsely distributed.

Fisheries Resources

Survey of fishing gear : The number of fish species were sampled 87 species on the study area with gill net gears and trap from November 2004 to August 2005. Among of them were 33 species by gill and trammel net, the other were 57 species by fish trap, also there were 45 species(Shinchang), 41 species(Yongsu & Yongdang) and 51 species(Kosan) regionally.

The total catch were 318,059.8g which consisted of 156,984.2g and 161,075.6g by gill net and trammel net, Kosan(143,050.0g) were most high with 1.5~2 times to others area. The catch per unit effort (CPUE) of gill net and trammel net was the highest in Kosan; that of gill net and trammel net was 580.4g/pok, 942.8g/pok, respectively.

The total number of species of fishes collected by gill and trammel nets during

studies was 64 species, *Thamnaconus modestus*, *Zeus fabur*, *Parapristipoma trilineatum*, *Sebastiscus marmoratus*, *Pagrus major* were predominant with individuals, and *Stephanolepis cirrhifer*, *Pagrus major*, *Parapristipoma trilineatum*, *Zeus fabur*, *Urolophus aurantiacus* were dominant with biomass. As a result of community analysis, diversity and richness were higher on July and August, and dominance was higher on November and February than others season. The biomass of *Pagrus major* and *Oplegnathus fasciatus* were estimated 0.5mt and 0.04mt by Leslie method(1939).

The number of fish species were sampled 40 species with fish trap, Yongsu & Yongdang(34 species) were the highest in the others area of Shinchang(25 species) and Kosan(27 species). The total catch of fish trap were 145,705.6g which were occupied by Yongsu & Yongdang(76,312.2g) with 50%. The catch of May and July were 37,602.7g and 34,512.3g more higher than other season. The cpue of Kosan were 95.4g/tong which exceeded to Shinchang(50.0g/tong) and Kosan(36.8g/tong).

The total number of species of fishes collected by fish trap during studies was 40 species, *Pseudolabrus japonicus*, *Sebastiscus marmoratus*, *Halichoeres tenuispinis*, *Halichoeres poecilopterus*, *Plotosus lineatus* were predominant with individuals, and *Sebastiscus marmoratus*, *Pseudolabrus japonicus*, *Conger myriaster*, *Halichoeres tenuispinis*, *Plotosus lineatus* were dominant with biomass. As a result of community analysis, diversity was higher on November and July, evenness was higher on November and May, and dominance was the highest on May.

SCUBA investigation : Fisheries resources were investigated at the natural rocky bed and the artificial reef in Buk-Jeju marine ranching area by SCUBA diving, from October 2004 to October 2005. Total 50 fish species with sub-tropical species such as *Oplegnathus punctatus*, *Pterois lunulata*, *Pomacentrus coelestis*, *Pseudanthias squamipinnis*, *Apogon doederleini* and *Chaetodon modestus* were observed at the rocky bed station. Also, we observed total 53 fish species in the artificial reef.

Resources of Invertebrate

To get information on the invertebrate community structure and distribution was investigated in the marine ranching ground of Chagwi-do coastal water from August, 2005 to September, 2004. The results are summarized as follows:

The invertebrate was appeared total 201 species and Mollusca was most dominant species composition (74 spp., 36.8%) in the marine ranching ground of Chagwi-do coastal water.

The total number of individual was appeared 10,589 individual. The Mollusca were a individual dominant group with a total density of 5,719 individual which appeared 54.0% of the total individual of invertebrate and the Gastropoda was appeared highest by whole 50.9% (5,391 ind.) in the Mollusca. The dominant species was appeared 3 species to occupy more than 10% among the appearance rate by total individual species (10,589 ind.), and *Trochus sacellus*, *Batillus cornutus* and *Cantharus cecillei* were most dominant group in species composition.

The total biomass of composition was appeared 404,917.6gwwt. The Mollusca were a biomass dominant group with a total biomass of 253,013.6gwwt which appeared 62.5% of the total biomass of invertebrate and the Gastropoda was appeared highest by whole 156,568.7gwwt(38.7%) in Mollusca. The dominant species was appeared 2 species to occupy more than 10% among the appearance rate by total biomass species (404,917.6gwwt), *Charybdis acuta* and *Pagurus gracilipes* were most dominant group in species composition.

The Seasonal variation appeared as distinct, Mollusca and Arthropod of species and individual. When spring was make a slow increase, after the highest increase in summer, make a slow decrease in autumn and winter.

The first dominant species was appeared *Trochus sacellus*, and The second dominant species was *Batillus cornutus*, *Pagurus gracilipes* and *Cantharus cecillei*. The third dominant species was appeared *Pagurus gracilipes*, *Batillus cornutus* and *Cantharus cecillei* were predominant.

The biodiversity index were appeared 1.760~3.497 (H') in each stations. Mean biodiversity index was 2.858 (H'). The biodiversity index were appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in Shinchang. The diversity index were appeared 3.218~3.743 (H') in each stations. The diversity index were appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in shinchang. The Eveness index were appeared 0.648~0.720 (E') in each stations. The eveness index were appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in shinchang. The dominace index were appeared 17.690~22.826 (R) in each stations. The dominace index were appeared most High in Kosan coastal water and appeared lowest in yongdang.

Initial biomass were estimated of useful mollusk(*Batillus cornutus*, *Haliotis discus*, *Haliotis diversicolor oquatilis*) in marine ranching gruond of chagwi-do from October, 2003 to June, 2005. A result, The initial biomass was estimated mean *Batillus cornutus*(46.8ton), *Haliotis discus*(0.3ton), *Haliotis diversicolor oquatilis*(2.8ton). The initial

biomass make a decrease 50% less than 2003 year.

Resources of Marine Algae

In order to analyse marine algal vegetation in the marine ranching of Jeju, 5 sites, the algae were investigated seasonally from May to November 2005. As the results, marine algae identified from the localities were 107 species; 15 green, 25 brown and 67 red algae. Among them, 66 species occurred in May, 72 species in July and 32 in November.

The biomass in wet weight was 759.2 g/m² at Yongdang, highest in marine ranching sites, and 604.4 g/m² at Chagyu. The biomass in November was 726.5 g/m², higher than May and July. The dominant species different from biomass were *Cladophora wrightiana*, *Ecklonia cava*, *Sargassum confusum*, *Sargassum serratifolium*, and they were constructed to submarine forests, annually. Also, *Undaria pinnatifida* and *Myagropsis myagroides* from winter to spring, and *Sargassum coreanum*, *Sargassum hemiphyllum* and *Sargassum microcanthum* were grown with them from summer to fall. Corallina algae contained with *Amphiroa anceps* were dominant species, but occurred whitening event at marine ranching of Jeju. The species of submarine forest in marine ranching were 14, and 4 at intertidal zone, 7 at sublittoral zone of 10 m water depth and 3 at the depth of 20 m.

Faunal investigation of coral resource

Faunal investigation of coral resource in Chagwido consisted of the baseline study and field survey. First of all, the result of study was 30 species, 18 genera, 16 families, 6 orders belong to 3 subclasses based on literatures. In case of field survey, in Chagwido area within 18 species, 10 genera, 9 families, 5 orders belong to 3 subclasses were accorded by 4 sites. For selecting the dominant species among corals survey of the transplanting was tested in Munseom and continuously try to transplant at Chagwido area.

Production and determination methods of seedling and releasing

Seed production of red grouper :

Aims of this study are to develop a sexual maturity control technology that is very important for successful seed production of red grouper (*Epinephelus akaara*) in the future. Along with this, well-establishing culture techniques using complete

recirculating-water fish tanks will be necessary because water temperature and photoperiod have known to be crucial factors for sexual maturation of fishes. The results obtained from this research are as follows:

First, the efficient and effective rearing methods of red grouper as a breeder in the recirculating-water tank are proposed and they are including disease control and feeding method.

Second, the red grouper is protogynous hermaphrodite, which become a female first and then portion of females change their sex to be a male later. Due to this, it is necessary to secure enough number of matured males for the success of seed production. To overcome the matter of bias in sex ratio in the nature, the sex hormone, 17 α -methyltestosterone was orally administrated to the fish at the concentration of 0.5 mg per kg body weight for 100 days. About 33% of experimented fishes became fully matured to be a male and some others possessed both testis and degenerated ovary simultaneously. It was also proved that the sexually transformed fishes were more than 30 cm in their total length and 300 g in their body weight.

Third, the control of sexual maturation has to begin from January every year to get healthy eggs at the proper time for seed production considering reproductive season of red grouper.

Techniques development of production and determination methods

「Production and determination methods of seedling and releasing, *Sebastiscus marmoratus*」 :

The Seed of *Sebastiscus marmoratus* was produce seedling of artificial total 20,613(average viability 12.4%) with average length 31.1mm in January, 2005

A experiments cut of dorsal spine discrimination was difficult, but appeared cutting marks. The cutting regions of D.S, V.F and A.F discrimination was difficult most in a return to life. Also, The regions of attachment tags was judgment with need to study in falling 76.0%. The cutting region of operculum was judgment with suitable because, discrimination possible about 91.0%. The *Sebastiscus marmoratus*(about TL 10.7~14.4cm) wsa released of the whole amount (15,000) with operculum cut in the marine ranching ground of Chagwi-do coastal water in 23. October, 2005

Techniques development experiments of spawning inducement, *Epj nephelus bruneus* :

The *Epj nephelus bruneus* was feed breeding that was collected the nature mother candidate group of TL 40.0~70.0 cm(weight 1.5~5 kg) with the object spawning

inducement experiments in 2006

Model of Marine Ranching Program

From the results of study on the ecological and fisheries characteristics at the Bukjeju marine ranching area, the habitat of marine ranching are divided three type : the first type has high tidal current with plentiful marine resources (the coast of Chaguido), the second is the coastal area with small rocks and gravels (the coastal area at the Gosan and Yongsu) and the third one is high current and deep bottom with 30-40m of water depth at the outer area of Chaguido. Therefore we suggest the model of this ranching area having 3 items as followed; one of Marine park (underwater marine park) and two of ecological restoration sites.

4. Use and management of marine ranching

Bukjeju 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.

For the program, 58,060 million won is planned to be invested. Among the total expenditures, 17,200 million won will be covered from the private sector and used for a marine park including marine tourism facilities. In order to implement the project successfully, it is the most important to formulate a proper system to manage fish stocks sustainably in addition to rebuilding the stocks in the marine ranching site.

A management committee on the marine ranching site will undertake 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 conflicts among the site users. In addition, a self-regulated fisheries committee will be operated by the main site users(fishermen and private investors) to adjust their opinions.

After the successful implementation of this project as planned, the NPV of the project will be at least 139,634 korean won under the 3% or 5% discount rate and IRR will be at least 15% which is fairly high.

However, the marine ranching site 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 Bukjeju marine ranching site.

목 차

표목차	xxxviii
그림목차	xliv
종합서론	1
제 1 장 환경 · 생태	5
제 1 절 해양환경	5
1. 서론	5
2. 재료 및 방법	6
가. 물리환경	6
나. 수질환경	8
다. 저서 · 퇴적환경	8
3. 결과 및 토의	9
가. 물리환경	9
나. 수질환경	20
다. 저서 · 퇴적환경	28
제 2 절 생태계 특성	36
1. 서론	36
2. 재료 및 방법	36
가. 미생물	36
나. 식물플랑크톤	37
다. 동물플랑크톤	38
라. 저서동물	38
마. 해조류	40
바. 난 · 치자어 및 성어	41
3. 결과 및 토의	42
가. 미생물	42

나. 식물플랑크톤	47
다. 동물플랑크톤	53
라. 저서동물	63
마. 해조류	84
바. 난·자치어 및 성어	98
참고문헌	115
부록	121

제 2 장 어장조성

제 1 절 해저지형

1. 서론	149
2. 재료 및 방법	151
가. 현장조사	151
나. 조사방법	152
3. 결과 및 토의	159
가. 수심지형분포	159
나. 퇴적층 분포	160
다. 해저면 음향영상 분포	160
라. 해저퇴적물 분포	166

제 2 절 인공어초

1. 서론	171
2. 재료 및 방법	171
가. 인공어초 시설상황 및 분포, 시설상태	171
나. 인공어초 모델개발	172
다. 인공어초 배치계획	172
라. 인공어초 어장의 생물상	172
3. 결과 및 토의	172
가. 인공어초 시설상황 및 분포, 시설상태	172
나. 인공어초 모델개발	176
다. 인공어초 배치계획	176
라. 어초어장의 생물상	177

참고문헌	181
제 3 장 자원조성	183
제 1 절 대상종의 자원생태 특성	183
1. 서론	183
2. 재료 및 방법	183
3. 결과 및 토의	183
가. 고급어종	183
나. 무척추 동물	188
다. 해조류	192
제 2 절 대상종의 서식 특성	198
1. 서론	198
2. 재료 및 방법	199
가. 조사점의 선정	199
나. 서식지 특성	200
3. 결과 및 토의	200
가. 환경특성	200
나. 생물군집특성	204
제 3 절 자원현황	209
1. 서론	209
2. 재료 및 방법	210
가. 어류자원	210
나. 무척추동물 자원	212
다. 해조류자원	214
라. 초기자원량	214
마. 연산호 분포 및 서식생태 조사	215
3. 결과 및 토의	217
가. 어류자원	217
나. 무척추동물 자원	243
다. 해조류자원	272
라. 초기자원량	281

다. 연산호 분포 및 서식생태 조사	283
제 4 절 건강종묘생산 기술개발 및 방류	292
1. 서론	292
2. 재료 및 방법	293
가. 종묘생산 및 어미화 유도	293
나. 방류	296
3. 결과 및 토의	297
가. 종묘생산 및 어미화 유도	297
나. 방류	309
제 5 절 바다목장모델	315
1. 서론	315
2. 서식지 특성	315
3. 기본계획	316
가. 대상종	317
나. 모델	318
참고문헌	321
부록	326
제 4 장 바다목장 이용 · 관리	337
제 1 절 서론	337
제 2 절 바다목장 이용 · 관리 실태조사	338
1. 해역 이용 및 수산업 실태	338
가. 어가수 및 어업인구	338
나. 어선세력 및 어업인허가	339
다. 수산업 기반시설 및 어촌계 현황	341
2. 어업별 조업 실태	342
가. 마을어업, 양식업, 정치망어업의 조업 실태	342
나. 어선어업의 조업 실태	343

3. 어업경영 실태 및 가계수지 실태	345
4. 수산물 유통실태 및 양륙항 기초조사	347
가. 북제주 바다목장 어업인 활어유통 실태	347
나. 유통판매 시설 계획	351
5. 유어낚시 및 관광 편익추정	354
가. 유어낚시	354
나. 관광객	361
제 3 절 바다목장 실시계획 수립	368
1. 바다목장 해역 범위와 개발모델	368
가. 바다목장 해역 범위	368
나. 북제주바다목장 모델 및 제한 사항	369
2. 바다목장 시설투자계획 수정	370
3. 경제성 평가	375
가. 직접효과	375
나. 간접효과	375
다. 사전 타당성 평가	380
제 4 절 바다목장 이용관리의 체제 구축	381
1. 바다목장 이용관리 기본계획	381
2. 자율관리어업위원회 및 관리이용협의회의 구성	382
3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정 검토	384
제 5 절 결 론	385
참고문헌	386
부 록	387

Contents

List of Tables	xxxviii
List of Figures	xliv
Chapter 1. General Introduction	1
Chapter 2. Environmental factors & ecology	5
Section 1. Environmental factors	5
1. Introduction	5
2. Materials and methods	6
A. Physical oceanographic environmental factors	6
B. Physicochemical environmental factors	8
C. Benthic environmental factors	8
3. Results and discussion	9
A. Physical oceanographic environmental factors	9
B. Physicochemical environmental factors	20
C. Benthic environmental factors	28
Section 2. Ecological characteristics	36
1. Introduction	36
2. Materials and methods	36
A. Marine micro-organism	36
B. Phytoplankton	37
C. Zooplankton	38
D. Macrobenthos	38
E. Alage	40
F. Fish egg, larvae and Fish	41
3. Results and discussion	42
A. Marine micro-organism	42

B. Phytoplankton	47
C. Zooplankton	53
D. Macrobenthos	63
E. Alage	84
F. Fish egg, larvae and Fish	98
References	115
Appendices	121

Chapter 3. Habitat enhancement 149

Section 1. Seabed and adjacent land topographies 149

1. Introduction	149
2. Materials and methods	151
A. Field survey	151
B. Investigation method	152
3. Results and discussion	159
A. Depth and topography distribution	159
B. Sedimentary layer distribution	160
C. Seabed acoustic-images distribution	160
D. Sediments distribution	166

Section 2. Artificial reefs 171

1. Introduction	171
2. Materials and methods	171
A. Locality and present condition of previous artificial reef	171
B. Model establishment of artificial reef	172
C. Plan on arrangement of artificial reef	172
D. Aquatic communities at the facility preset area of artificial reef	172
3. Results and discussion	172
A. Locality and present condition of previous artificial reef	172
B. Model establishment of artificial reef	176
C. Plan on arrangement of artificial reef	176
D. Aquatic communities at the facility preset area of artificial reef	177

References	181
Chapter 4. Annexation of fish stock and management	183
Section 1. Resource ecology of target species	183
1. Introduction	183
2. Materials and methods	183
3. Results and discussion	183
A. Fish	183
B. Invertebrate	188
C. Macroalgae	192
Section 2. Characteristics of target fish according to habitat	198
1. Introduction	198
2. Materials and methods	199
A. Selection of survey points	199
B. Characteristics of habitats	200
3. Results and discussion	200
A. Environmental characteristics	200
B. Aquatic communities characteristics	204
Section 3. Resources estimation	209
1. Introduction	209
2. Materials and methods	210
A. Fish	210
B. Invertebrate	212
C. Macroalgae	214
D. Initial resources	214
E. Distribution and habitat survey of coral	215
3. Results and discussion	217
A. Fish	217
B. Invertebrate	243
C. Macroalgae	272

D. Initial resources	281
E. Distribution and habitat survey of coral	283
Section 4. Releasing and technical development for seeding production	292
1. Introduction	292
2. Materials and methods	293
A. Seeding production	293
B. Releasing	296
3. Results and discussion	297
A. Seeding production	297
B. Releasing	309
Section 5. Marine ranching model	315
1. Introduction	315
2. Characteristics of the habitat	315
3. A master plan	316
A. Target species	317
B. The model	318
References	321
Appendices	326
Chapter 5. Utilization and management of marine ranching	337
Section 1. Introduction	337
Section 2. Current status of utilization and management of marine ranching	338
1. Current status of fisheries	338
2. Current status of fishing activities in marine ranching area	342
3. Current status of fisheries management	345
4. Analysis of fisheries marketing	347

5. Evaluation of leisure & tourism benefits	354
Section 3. Implementation plans of marine ranching program	368
1. Marine ranching site	368
2. Investment plans of marine ranching program	370
3. Economic evaluation	375
Section 4. System establishment on the utilization and management of marine ranching program	381
1. Basic planning	381
2. Implementation of utilization and management organization	382
3. Marine protected area & fisheries resource management area	384
Section 5. Conclusions	385
References	386

표 목 차

표 1-1-1.	북제주 바다목장해역의 2005년 2~11월 사이의 월별 표·저층의 수온·염분 출현 범위	16
표 1-1-2.	2005년 제주 바다목장 해역에서 화학적 환경요인의 계절별 변화	23
표 1-1-3.	2005년 제주 바다목장 해역에서 영양염류의 계절별 변화	27
표 1-1-4.	2005년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 이화학적 성질 조사	30
표 1-1-5.	2005년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 입도 분포	34
표 1-2-1.	2005년 2월부터 11월까지 북제주 바다목장 해역의 식물플랑크톤의 월별 현존량(세포수/L) 분포	49
표 1-2-2.	2005년 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계), 11월(추계) 북제주 바다목장 해역의 식물플랑크톤의 계절별 우점종 분포와 점유율(%)	50
표 1-2-2.	2005년 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계), 11월(추계) 북제주 바다목장 해역의 식물플랑크톤의 계절별 우점종 분포와 점유율(%)	51
표 1-2-3.	2005년 2월부터 11월까지 북제주 바다목장 해역의 식물플랑크톤의 월별 엽록소량($\mu\text{gchl-a/L}$) 분포	52
표 1-2-4.	2005년 3월(동계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수 (Unit: indv./m^3)	54
표 1-2-5.	2005년 6월(춘계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수 (Unit: indv./m^3)	55
표 1-2-6.	2005년 9월(하계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수 (Unit: indv./m^3)	58
표 1-2-7.	2005년 11월(추계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수 (Unit: indv./m^3)	59
표 1-2-8.	2005년 3월, 6월, 9월, 11월 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 종수	60
표 1-2-9.	2005년 2월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록	66
표 1-2-10.	2005년 5월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록	71
표 1-2-11.	2005년 8월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록	75
표 1-2-12.	2005년 11월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록	81
표 1-2-13.	각 조사 정점별 출현 해조류 목록	87
표 1-2-14.	각 수심별 출현 해조류 목록	90

표 1-2-15. 각 정점별 해조류의 건조량 (dry wt)*	93
표 1-2-16. 각 정점별 출현 해조류의 우점종과 아우점종	97
표 1-2-17. 각 정점별 다양도(H'), 풍부도(J')지수	98
표 1-2-18. 북제주 바다목장 해역에서의 난·자치어 평균 출현밀도	98
표 1-2-19. 북제주 바다목장 해역에서의 시기별, 정점별 자치어 출현종수	102
표 1-2-20. 동계(2월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량	103
표 1-2-21. 춘계(5월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량	104
표 1-2-22. 하계(8월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량	105
표 1-2-23. 추계(11월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량	106
표 1-2-24. 북제주 바다목장 해역 내에서 시기별·해역별로 관찰된 어류 종조성	111
표 1-2-25. 북제주 바다목장 해역에서 자망어업에 의해 어획된 어류의 종조성과 생체량 ..	114
표 2-1-1. 연안 DGPS 보정기지국 및 사양	153
표 2-1-2. SUBmetrix 2000 위상차 수심측정기 일반 사양	155
표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양	156
표 2-1-4. 북제주 바다목장 조사구역내 표층퇴적물 채취위치 및 시간	158
표 2-1-5. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수	167
표 2-2-1. 북제주 바다목장 해역 내 인공어초 시설현황(1972~2005)	173
표 2-2-2. 인공어초 시설지 위치좌표	175
표 2-2-3. 개발된 인공어초의 제원	176
표 2-2-4. 인공어초 어장에 위집된 어종과 위집량	178
표 2-2-5. 방갈로형어초에 부착된 무척추동물의 단위면적당 출현 개체수와 현존량	179
표 2-2-6. 방갈로형어초에 부착한 해조류	179
표 3-2-1. 북제주바다목장해역내 조하대 암반생물자원 조사정점	201
표 3-2-2. 북제주바다목장해역내 Type A의 우점종 및 생물량	206
표 3-2-3. 북제주바다목장해역내 Type B의 우점종 및 생물량	208
표 3-2-4. 북제주바다목장해역내 Type C의 우점종 및 생물량	208
표 3-3-1. 차귀도 바다목장 조성지의 어업별·시기별 조사지점 및 조사일자	211
표 3-3-2. 무척추 동물상 잠수 조사정점	213
표 3-3-3. 조사해역의 시기별·지역별 활자망 및 3중자망어업 어획시험 결과	218
표 3-3-4. 조사해역의 시기별·지역별 활자망어업 어획시험 결과	218
표 3-3-5. 조사해역의 시기별·지역별 3중자망어업 어획시험 결과	219
표 3-3-6. 활자망 및 3중자망어업에 의한 단위노력당어획량 비교	219
표 3-3-7. 바다목장 조성지의 활자망과 3중자망에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성	221

표 3-3-8. 홀자망과 3중자망에서 어획된 기타 어류의 크기 조성	225
표 3-3-9. 자망 및 통발 어획종 분석 생태지수	226
표 3-3-10. 바다목장 조성지에서 자망류에 의해 어획된 어류에 대한 생태지수	226
표 3-3-11. 조사해역의 시기별·지역별 통발어업 어획시험 결과	228
표 3-3-12. 통발어업에 의한 단위노력당 어획량 비교	228
표 3-3-13. 바다목장 조성지에서 통발에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성	230
표 3-3-14. 통발에서 어획된 기타 어류의 크기 조성	232
표 3-3-15. 바다목장 조성지에서 통발에 의해 어획된 어류에 대한 생태지수	233
표 3-3-16. 북제주 바다목장의 연안 암반(차귀도)에서 확인된 어종	236
표 3-3-17. 북제주 바다목장 자연암반에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위	237
표 3-3-18. 북제주 바다목장의 자연암반에서 확인된 어종	238
표 3-3-19. 북제주 바다목장 인공어초어장에서 확인된 어종, 개체수 및 전장 범위	240
표 3-3-20. 북제주 바다목장의 인공어초어장에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위	241
표 3-3-21. 북제주 바다목장의 인공어초에서 확인된 어종	242
표 3-3-22. 조사해역 동물군별 총 출현종	244
표 3-3-23. 제주 바다목장 조성지 해역의 동물군별 총 개체조성	245
표 3-3-24. 제주 바다목장 조성지 해역의 동물군별 총 생체량 조성	247
표 3-3-25. 각 지역별 무척추동물의 출현 종수 변화	249
표 3-3-26. 각 지역별 무척추동물의 출현 개체수 변화	254
표 3-3-27. 각 지역별 출현 무척추동물의 생체량 변화	258
표 3-3-28. 각 지역별 무척추동물의 종다양도(H')	268
표 3-3-29. 각 지역별 군집우점도	268
표 3-3-30. 각 정점별 종다양도, 균등도, 풍부도 지수	269
표 3-3-31. 제주 바다목장 조성지 해역의 각 지역별 단위노력당 어획량 분포	270
표 3-3-32. 제주 바다목장 조성해역의 월별 해조류 출현종 수	273
표 3-3-33. 제주 바다목장 조성해역의 조사지별 해조류 출현종 수	273
표 3-3-34. 제주 바다목장 조성해역의 해조류 출현종	275
표 3-3-35. 제주 바다목장 조성해역의 조사지별 생물량(g/m ²)	278
표 3-3-36. 제주 바다목장 해역의 생물량에 의한 우점종	280
표 3-3-37. 제주 바다목장 조성해역의 해중립 조성종	281
표 3-3-38. Leslie모델에 의한 조사해역 주요 어종에 대한 추정자원량	282
표 3-3-39. Leslie 모델에 의한 소라, 전복, 오분자기의 초기 자원량 추정치	282
표 3-3-40. 기초조사에 의한 차귀도의 산호충류(문화재청, 2001)	284

표 3-3-41. 차귀도 해역의 현지 조사에서 출현된 산호충류	285
표 3-3-42. 차귀도 주변 4개 지점에 출현된 산호충류	286
표 3-3-43. 차귀도 해역의 분류군 별 풍부도	286
표 3-3-44. 이식 대상종과 이식	290
표 3-4-1. 성성숙 상태 조사를 위한 제주도산 붉바리의 전장, 체중, 생식소 무게, 채집시기	299
표 3-4-2. 응성화 시험 결과	302
표 3-4-3. 솜뱅이 출산 자어	305
표 3-4-4. 솜뱅이 종묘생산 현황	305
표 3-4-5. 솜뱅이 종묘의 성장과 사료효율	308
표 3-4-6. 어체 절단부위 재생 및 표지 탈락율	311
표 3-5-1. 각 어촌계별 바다목장 대상 어종 선호도	317
표 4-2-1. 북제주바다목장 해역의 어가와 어업인구 현황(2004년)	338
표 4-2-2. 북제주바다목장 해역의 어선세력 현황(2005년 10월)	339
표 4-2-3. 북제주바다목장 해역의 인·허가 상황(2005년 10월)	340
표 4-2-4. 어항 및 수산물 유통·보급시설 현황(2005년 10월)	341
표 4-2-5. 북제주바다목장 해역내 어촌계 현황(2004년)	341
표 4-2-6. 북제주바다목장 해역내 마을어업 조업실적(2005년 10월)	342
표 4-2-7. 북제주바다목장 해역내 어선어업의 조업상황(2005년 10월)	344
표 4-2-8. 어종별 주어기	344
표 4-2-9. 어선어업의 어종별 어획량 및 어획금액(2005년 10월)	345
표 4-2-10. 어선어업의 자산 및 부채(2005년 10월)	346
표 4-2-11. 어선어업의 수지 및 가계수익(2005년 10월)	346
표 4-2-12. 설문지 회수현황	347
표 4-2-13. 북제주지역 설문대상자의 인구통계학적 특성	355
표 4-2-14. 출조지역	355
표 4-2-15. 출조장소	355
표 4-2-16. 출조지역 선호이유	356
표 4-2-17. 연간 출조횟수	356
표 4-2-18. 낚시지 결정 중요요소(다중응답)	357
표 4-2-19. 낚시에 투자하는 시간과 금액	357
표 4-2-20. 낚시 여행타입	357
표 4-2-21. 동반 여행객 수	357
표 4-2-22. 동반객 유형	358

표 4-2-23. 출조기간 및 실제 낚시시간	358
표 4-2-24. 이용한 숙박시설	358
표 4-2-25. 총 여행시간 및 이용 교통수단	358
표 4-2-26. 1인당 출조경비	359
표 4-2-27. 항목별 금액 평균 및 비율	359
표 4-2-28. 주요 어획 어종	359
표 4-2-29. 1회 출조 시 어획량	359
표 4-2-30. 필요 편의시설	360
표 4-2-31. 바다목장 조성혜택에 대한 의견	360
표 4-2-32. 바다목장에 대한 방문의향	361
표 4-2-33. 방문의향이 없는 이유	361
표 4-2-34. 희망 방문횟수	361
표 4-2-35. 북제주지역 설문대상자의 인구통계학적 특징(관광객)	362
표 4-2-36. 방문횟수	363
표 4-2-37. 동반자 유형	363
표 4-2-38. 동반자 수	363
표 4-2-39. 교통수단	364
표 4-2-40. 소요시간	364
표 4-2-41. 방문유형	364
표 4-2-42. 숙박시설	364
표 4-2-43. 방문목적	365
표 4-2-44. 목적지 선택의 중요도	365
표 4-2-45. 1인당 여행경비	365
표 4-2-46. 항목별 금액 평균 및 비율	365
표 4-2-47. 재방문 의사	366
표 4-2-48. 재방문 의사가 없는 이유	366
표 4-2-49. 바다목장 인지도	366
표 4-2-50. 바다목장 방문의향	366
표 4-2-51. 희망 방문횟수	367
표 4-2-52. 희망 동반자	367
표 4-2-53. 희망 방문시기	367
표 4-2-54. 희망 방문기간	367
표 4-2-55. 희망 소비금액	367
표 4-3-1. 북제주바다목장 사업의 추진단계	370

표 4-3-2.	북제주바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획	371
표 4-3-3.	북제주바다목장 사업의 어장조성시설 투자계획	372
표 4-3-4.	북제주바다목장 사업의 관광시설 투자계획	373
표 4-3-5.	북제주바다목장 사업의 자원증대시설 투자계획	374
표 4-3-6.	북제주바다목장 사업의 연구개발 투자계획	375
표 4-3-7.	북제주바다목장 사업의 직접효과	377
표 4-3-8.	북제주바다목장 사업의 관광효과	379
표 4-3-9.	북제주바다목장 사업의 경제적 타당성 분석	380
표 4-4-1.	북제주바다목장 관리이용협의회 구성	383

그림 목 차

그림 1-1-1.	2005년 북제주 바다목장 해역에서 물리·화학·지질 환경요인의 조사 정점	·6
그림 1-1-2.	해수유동 수치모델에 사용된 수심 분포도	·7
그림 1-1-3.	북제주 바다목장 해역의 2005년 2월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	·11
그림 1-1-4.	북제주 바다목장 해역의 2005년 5월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	·12
그림 1-1-5.	북제주 바다목장 해역의 2005년 8월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	·14
그림 1-1-6.	북제주 바다목장 해역의 2005년 11월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포	·15
그림 1-1-7.	대조기 창조류일 때의 수평 유속 분포도	·18
그림 1-1-8.	대조기 낙조류일 때의 수평 유속 분포도	·19
그림 1-1-9.	소조기 창조류일 때의 수평 유속 분포도	·19
그림 1-1-10.	소조기 낙조류일 때의 수평 유속 분포도	·20
그림 1-1-11.	2005년 제주 바다목장 해역에서 pH의 계절별 변화	·21
그림 1-1-12.	2005년 제주 바다목장 해역에서 용존산소량의 계절별 변화	·21
그림 1-1-13.	2005년 제주 바다목장 해역에서 화학적 산소요구량의 계절별 변화	·22
그림 1-1-14.	2005년 제주 바다목장 해역에서 부유물질의 계절별 변화	·22
그림 1-1-15.	2005년 제주 바다목장 해역에서 투명도의 계절별 변화	·23
그림 1-1-16.	2005년 제주 바다목장 해역에서 암모니아성 질소의 계절별 변화	·25
그림 1-1-17.	2005년 제주 바다목장 해역에서 질산염의 계절별 변화	·26
그림 1-1-18.	2005년 제주 바다목장 해역에서 아질산염의 계절별 변화	·26
그림 1-1-19.	2005년 제주 바다목장 해역에서 용존 무기질소의 계절별 변화	·26
그림 1-1-20.	2005년 제주 바다목장 해역에서 인산염의 계절별 변화	·27
그림 1-2-1.	2005년 북제주 바다목장 해역의 식물 및 동물플랑크톤 조사정점	·36
그림 1-2-2.	저서동물 조사지역	·39
그림 1-2-3.	해조류 조사해역 및 정점	·41
그림 1-2-4.	북제주 바다목장 해역 내 난·자치어 채집정점 및 잠수관찰 정점 지도	·42
그림 1-2-5.	2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주 바다목장 해역의 종속영양세균수	·44
그림 1-2-6.	2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주 바다목장 해역의 총대장균군 개체수	·45
그림 1-2-7.	2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주 바다목장 해역의 비브리오균의 개체수	·47

그림 1-2-8.	2005년 3월(동계), 6월(춘계), 9월(하계), 11월(추계)의 북제주 바다목장 해역에서 정점별 우점 동물플랑크톤 군집의 개체수 및 조성비율 분포	55
그림 1-2-9.	2005년 3월(동계), 6월(춘계), 9월(하계), 11월(추계)의 북제주 바다목장 해역에서 정점별 동물플랑크톤 개체수 분포	56
그림 1-2-10.	2005년 3월(동계)의 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포	60
그림 1-2-11.	2005년 6월(춘계)의 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포	61
그림 1-2-12.	2005년 9월(하계)의 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포	61
그림 1-2-13.	2005년 11월(추계) 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포	62
그림 1-2-14.	조사지역 저서동물의 서식밀도 비교	65
그림 1-2-15.	조사지역 저서동물의 종다양성지수 비교	65
그림 1-2-16.	각 정점별 출현 해조류의 정점별, 수심별 문별 분류	96
그림 1-2-17.	정점별 유사도	96
그림 1-2-18.	수심별 유사도	97
그림 2-1-1.	북제주 바다목장 조사구역도	150
그림 2-1-2.	조사지역의 항적도	151
그림 2-1-3.	DGPS 연안 보정 기지국 위치 및 범위	152
그림 2-1-4.	다중빔 음향 측심장비 구성도	154
그림 2-1-5.	조사기간 동안의 관측 조위	154
그림 2-1-6.	사이드 스캔 소나 조사 개념도	156
그림 2-1-7.	북제주 바다목장 표층퇴적물 채취 위치	157
그림 2-1-8.	북제주 바다목장 조사구역의 수심도	159
그림 2-1-9.	조사지역의 지층탐사 기록 해석 라인 항적도	160
그림 2-1-10.	해저지층 기록(line 02, line 05)	162
그림 2-1-11.	해저지층 기록(line 08, line 11)	163
그림 2-1-12.	조사지역의 해저면 음향영상 모자이크 영상 결과	164
그림 2-1-13.	조사지역의 해저면 음향영상 결과 해석	165
그림 2-1-14.	북제주 바다목장 조사구역의 해저면 퇴적층 분포	166
그림 2-1-15.	조사지역의 모래함량 분포도	168
그림 2-1-16.	조사지역의 빨 함량 분포도	169
그림 2-1-17.	조사지역 표층퇴적물의 퇴적상 분포도	169

그림 2-1-18. 조사지역 표층퇴적물의 평균입도(Φ) 분포도	170
그림 2-1-19. 조사지역 표층퇴적물의 분급도(Φ) 분포도	170
그림 2-2-1. 인공어초 시설해역	174
그림 2-2-2. 인공어초 시설이 확인된 정점	174
그림 2-2-3. 수심대별 인공어초 시설 가능지	177
그림 2-2-4. 방갈로형어초와 사각어초의 생물상	180
그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종 서식특성과약연구의 중요성을 설명하는 모식도	198
그림 3-2-2. 북제주바다목장해역에서의 암반부착생물 조사정점	199
그림 3-2-3. 북제주바다목장의 지형별 수심분포도	202
그림 3-2-4. 북제주바다목장의 지형별 암반분포도	203
그림 3-2-5. 북제주바다목장 해역구분 및 Type별 지형형태	204
그림 3-2-6. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 8월)	206
그림 3-2-7. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 11월)	207
그림 3-2-8. 제주바다목장해역에 서식하는 주요 우점종의 서식분포대	207
그림 3-3-1. 제주 바다목장 조성지 해역의 일반자망, 3중자망, 통발 어획시험 정점	210
그림 3-3-2. 북제주 바다목장의 잠수에 의한 어류상 및 수산자원현황 조사 정점	212
그림 3-3-3. 제주 바다목장 조성지 해역의 무척추 동물상 조사 위치도	213
그림 3-3-4. 제주 바다목장 조성지 해역의 해조류 생물상 조사 위치도	215
그림 3-3-5. 차귀도 조사지점	216
그림 3-3-6. 바다목장 조성지 내 홀자망과 3중자망어업의 지역별 단위노력당 어획량	220
그림 3-3-7. 홀자망과 3중자망에서 어획된 주요 어종의 체장 조성	222
그림 3-3-8. 자망대상종의 집괴분석에 의한 유사도	227
그림 3-3-9. 바다목장 조성지 내 통발어업의 지역별 단위노력당 어획량	229
그림 3-3-10. 통발에서 어획된 주요 어종의 크기 조성	231
그림 3-3-11. 통발대상종의 집괴분석에 의한 유사도	234
그림 3-3-12. 제주 바다목장 조성지 해역에 출현하는 무척추동물의 종 조성	243
그림 3-3-13. 제주 바다목장 조성지 해역에 출현하는 무척추 동물의 개체조성	245
그림 3-3-14. 제주 바다목장 조성지 해역에 출현하는 무척추 동물의 생체량 조성	246
그림 3-3-15. 제주 바다목장 조성지 해역의 지역별 무척추동물 종수 변화	247
그림 3-3-16. 각 지역별 종수의 월 변화	251
그림 3-3-17. 제주 바다목장 조성지 해역의 지역별 무척추동물 개체수 변화	252

그림 3-3-18. 각 지역별 개체수의 월 변화	256
그림 3-3-19. 제주 바다목장 조성지 해역의 지역별 무척추동물 생체량 변화	257
그림 3-3-20. 각 지역별 생체량의 월 변	261
그림 3-3-21. 각 동물분류군의 월별 종수 출현양상	263
그림 3-3-22. 각 동물분류군의 월별 개체수 출현양상	263
그림 3-3-23. 각 동물분류군의 월별 생체량 출현양상	263
그림 3-3-24. 각 동물문별 종수, 개체수, 생체량의 계절적 변동	264
그림 3-3-25. 각 지역별 CPUE 년 변동	270
그림 3-3-26. 품종별 총 CPUE 변동	271
그림 3-3-27. 각 품종별 어획량에 대한 지역별 CPUE 변화	272
그림 3-3-28. 차귀도 주변 해역의 분류군 별 풍부도	287
그림 3-3-29. 차귀도 주변 해역의 산호충류 상위 6종에 대한 우점도	287
그림 3-3-30. 차귀도 주변 해역의 산호충류 중 상위 6종에 대한 체적율	288
그림 3-3-31. 차귀도 주변 해역의 산호충류 중 상위 6종에 대한 생물량	288
그림 3-3-32. 현장 채집 및 이동	290
그림 3-3-33. 연산호의 부착 유도	290
그림 3-3-34. 분홍바다맨드라미의 시험 이식	290
그림 3-4-1. 수온 및 광주기 조절용 완전순환여과수조의 수직 단면도(A)와 수평 평면도(B)	294
그림 3-4-2. 솜뱅이 어체부이별 절단 표지방법	297
그림 3-4-3. 순환수조 내에서 제주도 붉바리의 시기별 성성숙 단계	300
그림 3-4-4. 자연에서의 붉바리의 성비	301
그림 3-4-5. 붉바리 생식소의 다양한 발달단계	303
그림 3-4-6. 17 α -methyltestosterone을 사용하여 유도된 ovotestis	304
그림 3-4-7. 솜뱅이 부화자어의 성장에 따른 먹이 섭식량	306
그림 3-4-8. 부화일수에 따른 솜뱅이 전장과 체중의 성장	306
그림 3-4-9. 솜뱅이의 전장에 대한 체중 구성비	307
그림 3-4-10. 솜뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 체장 및 체중 변화	309
그림 3-4-11. 솜뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 증중률 및 순간 성장률 변화	310
그림 3-4-12. 솜뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 섭식률 및 사료효율 변화	310
그림 3-4-13. 솜뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 비만도 및 생존율 변화	311
그림 3-5-1. 북제주바다목장 모델 개념도	316
그림 3-5-2. 말레이시아 랑카위해양 공원	318
그림 3-5-3. 북제주 해양체험공원 평면도	319

그림 3-5-4.	북제주 해양체험공원 조감도	319
그림 4-2-1.	현재 어업인들의 유통경로	348
그림 4-2-2.	어업인들의 기존 판매경로에 대한 만족도	348
그림 4-2-3.	기존 판매경로의 문제점	349
그림 4-2-4.	자연산 혹은 양식산과의 품질 및 가격차별화 가능성	349
그림 4-2-5.	직거래의 필요성	350
그림 4-2-6.	자연산, 양식산, 목장산, 수입산의 어류품질 예상평가	350
그림 4-2-7.	직판장의 필요성	351
그림 4-2-8.	직판장에 필요한 형태 및 기능	352
그림 4-2-9.	직판장에 기대하는 점	352
그림 4-2-10.	직판장의 운영주체	353
그림 4-2-11.	직판장의 거래방법	353
그림 4-2-12.	직판장의 후보지	354
그림 4-3-1.	북제주바다목장 해역	368
그림 4-3-2.	북제주바다목장 해역의 관광여건	369

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·자원조성 분야, 3) 이용·관리 분야로 나누었으며, 해역별 주요 연구 개발 내용은 아래와 같다.

- 첫째, 울진 바다목장
 - 생태계 특성 분석
 - 해양환경

- 생물군집
- 어장 및 자원조성
 - 해저지형
 - 인공어초
 - 해중립조성
 - 관광용 공간활용기술
 - 생물자원 현존량 조사
 - 대상생물 자원역학 파라미터 추정
 - 대상생물 행동생태
 - 대상생물 생산
 - 목장조성 기본계획 수립
- 이용·관리 분야
 - 이용·관리 실태조사
 - 마스터플랜 수정·본환
 - 바다목장 이용관리체제의 구축

둘째, 태안해역 바다목장

- 생태계 특성 분석
 - 해양환경
 - 생물군집
- 어장 및 자원조성
 - 서해 자원조성용 어초 고안 및 설계 조사
 - 바다목장 지형도 조사 수행
 - 자원증대 대상 생물의 우량종 확보방안 및 건강종묘 생산
 - 자원 현황조사
 - 격자별 현존량 자료 보완, 종조성 및 서식밀도 산정
 - 우량 종묘 생산 방안 확정, 대상 종 선정, 자원방류 로드맵 완성
 - 가리비 종묘생산 및 방류방안 확정, 기타 대상 자원조성용 패류 선정
- 이용·관리 분야
 - 이용·관리 실태 조사
 - 마스터플랜 수정·보완
 - 바다목장 이용관리체제 구축
- 종묘방류 및 어초 투입

셋째, 북제주해역 바다목장

- 생태 특성 분석
 - 해양환경 조사
 - 생물군집특성 파악
- 어장 및 자원 조성
 - 제주바다목장용 신기능 어초개발
 - 바다목장 해역에 대한 해양 지구물리학, 조사 수행
 - 대상종의 건강 종묘 생산기술 개발
 - 대상종의 자원생태 특성조사
 - 대상종의 서식 특성조사
 - 자원 현황 조사
- 이용·관리 분야
 - 이용·관리 실태조사
 - 마스터플랜, 수정 보완
 - 바다목장 이용관리체제의 구축

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

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

경제·산업적 측면에서 시장 개방에 대비한 국내 수산물의 국제경쟁력 강화와 수입 대체 효과, 고급식량 단백질원의 확보 및 어민 소득증대, 관련 산업의 육성에 기여할 것으로 판단된다. 활용방안으로 연안 생산성 증대를 위한 기본 계획수립, 훼손된 연안 환경 복원은 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

제 1 절 해양환경

제 2 절 생태계 특성

참고문헌

부 록

제 1 장 환경 · 생태

제 1 절 해양환경

1. 서론

UN이 1994년 해양법 조약 발효 후 각국은 200해리 수역에서 「잡는 어업에서 기르는 어업」으로 수산자원 이용 방법이 전환되고 있다. 연안의 해양생물 자원을 지속 가능한 높은 생산력으로 유지시키면서, 환경 친화적으로 자원 잠재력을 증대시키는데 초점을 두고 있으며, 그 사업의 일환으로 북제주바다목장 사업을 추진하고 있다.

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

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

본 연구는 북제주바다목장 해역의 환경요인을 파악하고 앞으로의 변화를 예측함으로써

서 자원 증대를 도모하고, 궁극적으로 환경 친화적인 바다목장을 조성하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 물리환경

(1) 조사 시기 및 장소

북제주바다목장 해역의 2005년도 조사는 2~11월까지 월별 1회 CTD(SBE-19) 조사를 하였으며 조사장소 및 정점은 총 10개 정점으로 그림 1-1-1과 같으며 계절별로 표층과 저층의 물리환경요인을 분석하였다. 이번 보고에서는 2005년도 2, 5, 8, 11월의 계절별 수온, 염분 수평분포 특성을 분석하였으며 그 외 기간인 3, 4, 6, 7, 9, 10월 결과는 테이블로 작성하여 추가하였다(그림 1-1-1).

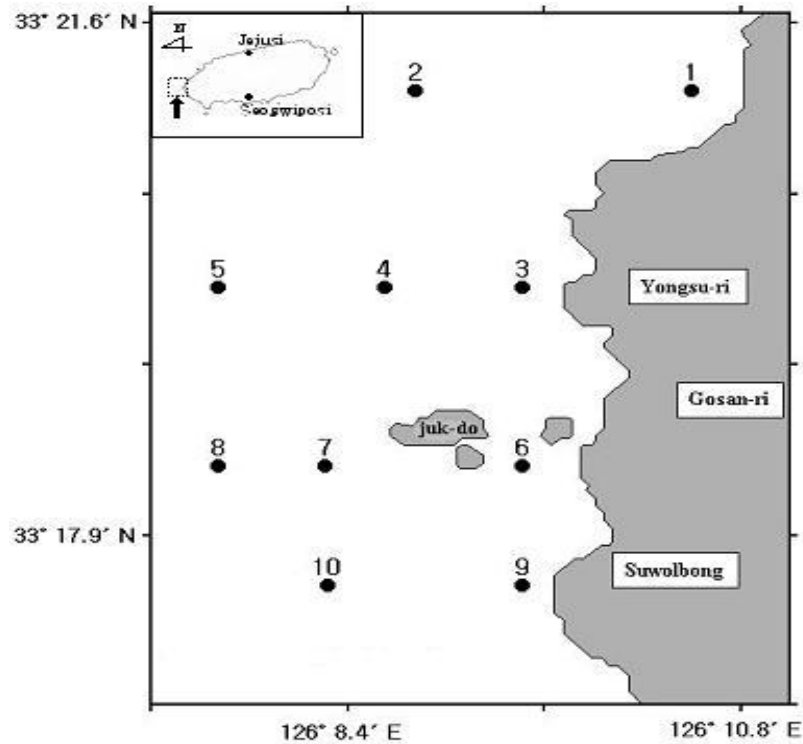


그림 1-1-1. 2005년 북제주 바다목장 해역에서 물리·화학·지질 환경요인의 조사 정점.

(2) 조사방법

수온과 염분은 그림 1-1-1과 같이 북제주바다목장 해역의 10개 정점에서 CTD(SBE-19) 관측을 한 후 연구실에서 보정을 통해 계절별 표층과 저층의 수온, 염분의 수평분포 특성을 분석하였다. 또한, 해수유동을 파악하기 위해 사용된 수치모델은 수평, 수직 방향의 3

차원 Regional Ocean Model System(ROMS)이다. ROMS 모델은 수평적으로는 해수면 위치를 계산하는 격자와 유속을 계산하는 격자가 구분되는 staggered grid의 일종인 Arakawa C-grid를 사용하며, 수직적으로 해수면이나 해저면 등 특정지역에서 분해능을 향상시킬 수 있는 Stretched terrain-following 좌표계(Song and Haidvogel, 1994)를 사용하여 변화하는 지형을 고려하였다. 운동량에 대한 정역학적 기본방정식들은 계산시간을 차등하는 방법을 사용했다. 등압면이 밀도면과 평행한 상태에서는 빠르게 계산하고 등압면이 밀도면과 평행하지 않은 상태에서는 느리게 계산한다. ROMS에서는 Tracer fields의 체적보존법칙(volume conservation)과 절대보존법칙(constancy preservation)을 정확하게 유지하기 위하여 계산시간을 분리하여 제약한다. 최종 식들은 3차원의 정확도를 가진 Predictor(Leap-Frog)와 Corrector(Adams-Moulton) 시간단계 알고리즘을 사용하여 시간 분해한다. 이런 기법들을 사용하여 안정성을 향상시키므로 계산시간간격은 크게 증가된다. 모델 해역은 사업지구를 중심으로 가로 7.7 km, 세로 10.8 km 범위의 해역을 선정하였다. 모델격자는 동·서(x), 남·북(y)의 직각 좌표계에서 동서방향으로 154개, 남북방향으로 216개로 각 격자는 50 m의 수평크기를 가지며, 수직방향으로 7개로 총 232,848개의 격자로 구성하였으며, 그림 1-1-2는 수치모델에 사용된 사업지구 주변 등수심도를 나타낸 그림이다.

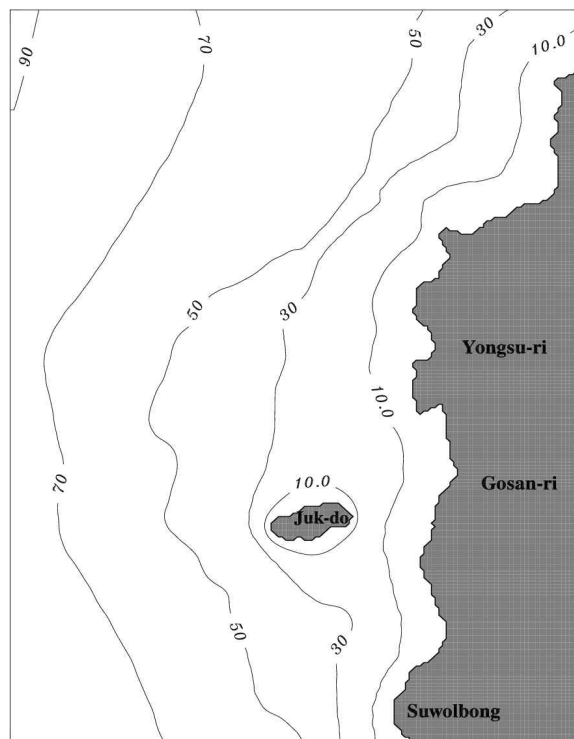


그림 1-1-2. 해수유동 수치모델에 사용된 수심 분포도.

나. 수질환경

(1) 조사 시기 및 장소

2005년도 제 1차는 2월 24~26일에, 제 2차는 5월 28~30일에, 제 3차는 8월 17~19일에, 제 4차는 11월 2~4일에 북제주바다목장 해역의 10개 정점의 표층과 저층에서 화학적 환경요인 조사를 수행하였다(그림 1-1-1).

(2) 조사방법

용존산소량은 현장에서 용존산소를 고정된 후 실험실에서 윙클러아지드변법으로 측정하였으며, 화학적산소요구량은 알칼리성 과망간산칼륨법으로 측정하였다. 영양염류의 측정은 Niskin채수기로 채수된 시료를 Standard Methods(1999), Solorzano(1969)의 방법에 따라 UV-흡수분광광도계(Model Shimadzu UV-1201)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 영양염류는 암모니아 질소(NH_4^+ -N), 아질산 질소(NO_2^- -N), 질산 질소(NO_3^- -N)를 각각 Phenol hypochlorite method, Sulfanilamide-N.E.D Method 그리고 Cadmium reduction Method에 준하여 분석하였으며 인산 인(PO_4^{3-} -P)은 Ascorbic acid Method로 분석을 행하였다. 부유물질의 농도는 사전에 무게를 측정한 여과지에 시수 1ℓ를 여과한 후 이를 건조기(105℃)에서 2~4시간 건조시킨 다음 다시 무게를 측정하여 최초의 여과지 무게를 뺀 값으로 하였으며, 투명도는 Secchi disk(직경 30cm)를 이용하여 측정하였다.

다. 저서·퇴적환경

(1) 조사 시기 및 장소

바다목장 실시해역의 연질저질토의 이화학적 특성을 파악하기 위하여 시범해역내의 북제주군 한경면 고산리, 용수리의 북제주 주변 해역에서 2005년 2월~11월까지 10개의 조사정점을 정하고 계절별(2, 5, 8, 11월)로 시료를 채취하였다. 연질 저질토 시료는 Van Venn Grab Sampler를 사용하여 채취하였다. 채취한 시료는 500 ml 폴리에틸렌병에 넣어서 실험실로 운반한 후 냉동 보관하였다. 저질토 조사정점에 대한 위치의 설명은 그림 1-1-1과 같다.

(2) 조사방법

채취한 시료에 대하여 pH, 화학적산소요구량(chemical oxygen demand; COD), 총유기탄소(total organic carbon; TOC), 총유기질소(total organic nitrogen; TON), 강열감량(Igloss), 입도분포(particle size distribution; PSD), 원소분석(CHN analysis)은 해양환경공정시험방법(1998)에 따라 분석하였다.

(가) pH

EC 10 pH meter(HACH Company, Model 50050, USA)를 사용하여 측정하였다.

(나) COD

COD는 해양환경공정시험방법(1998)에 따라서 알칼리 조건하에서 과망간산칼륨을 산화제로 사용하여 저질시료내의 유기물질을 산화시킬 때 소모되는 산화제의 양을 산소량으로 나타낸 것이다.

(다) TOC, TON

저질 퇴적물 시료 내 총유기탄소 및 총유기질소의 분석은 퇴적물을 105°C에서 24시간 건조 후 막자사발을 이용하여 곱게 분말한 시료에 약 1 g 정도를 1M HCl에 10 ml씩 2회 실시하여 CHN analyser(Leco CHN-1000)으로 측정하였다.

(라) 강열감량(IL)

퇴적물 중 유기물함량 측정은 염분이 제거된 시료를 곱게 분쇄하여 5 g의 무게를 정확히 측정하여 도가니에 넣고 550°C의 전기로에서 2시간동안 방치한 후 그 중량치를 이용하여 유기물을 측정해 그 값을 %로 환산하였다.

(마) CHN

퇴적물 중 총탄소 및 총질소 측정은 퇴적물을 105°C에서 24시간 건조 후 곱게 분쇄하여 CHN analyser(Leco CHN-1000)으로 측정하였다.

탄산염 함량 : $\text{CaCO}_3(\%) = (\text{총탄소} - \text{총유기탄소}) \times 8.33$ 의 화학양론적으로 계산하였다.

(바) PSD

퇴적물 입도분석은 Ingram과 Galehouse(1971)의 방법에 따라 시료 40~50 g를 취하여 희석법에 의하여 용해성 염분을 제거한 시료를 6% H₂O₂로 유기물을 제거하였다. 유기물이 제거된 시료에 10% HCl로 패각편을 제거한 후 0.0628 mm(230 mesh)의 체를 사용하여 습식체질한 후 조립부와 세립부로 나누어 조립부는 1Φ 간격으로 Ro-tap sieve shaker를 사용하여 건식체질한 후 입도별 중량백분율을 구하였다. 이 결과를 Folk and Ward(1957)의 공식에 의해 평균치, 분급도 등의 조직표준치를 계산하였고 Folk(1968)의 삼각도표에 의해 퇴적물 유형을 분류하였다.

3. 결과 및 토의

가. 물리환경

(1) 계절별 수온·염분 수평분포

북제주바다목장 해역의 2월, 5월, 8월에 출현한 수온·염분 범위는 각각 12.4~28.9℃, 30.12~34.85psu로 나타났다. 수온·염분 분포의 계절별 특징은 동계(2월)에 각각 14.0~14.9℃, 33.60~34.73psu 범위로 나타났으며 표층은 14.0~14.9℃, 33.60~34.56psu 범위이고, 저층은 14.2~14.8℃, 34.59~34.73psu 범위로 나타났다. 이 시기의 표층과 저층의 분포차는 수온이 0.1~0.8℃, 염분이 0.03~1.13psu로 표·저층간 큰 차이가 없어 동계 대류냉각에 의한 연직혼합이 활발히 진행되고 있었다. 조사 현장에서의 흐름은 창조류가 지속되고 있었으며 점차 낙조류로 전환될 무렵이었다.

분포양상은 표층에서는 수온이 연안역으로부터 죽도를 포함하여 저온수 세력이 Sta. 3, 4, 6 부근에 확장 분포한 반면, 이들 정점 사이를 통해 외해의 고온수가 굴곡을 그리며 연안역까지 영향을 미치고 있었다. 한편, 저층은 죽도 북쪽 해역에 14.36℃ 미만의 저온수가 넓게 분포한 반면, 남·서쪽 외해에서 14.36~14.75℃의 고온수가 완만하게 분포해 있어 표층에 비해 많이 밀려나 있었다.

염분은 표층과 저층의 분포양상이 큰 차이가 나타났으며 표층은 수온과 비슷하게 연안역에 33.75~33.95psu의 저염분수가 분포한 반면 그 외 해역은 34.15psu의 고염분수가 전반적으로 분포해 있었다. 이와 같은 결과에서 북제주바다목장 해역의 동계 상황은 표층이 연안역에서 발달한 저온, 저염분수 세력이 죽도를 포함하여 북쪽으로 확장이 두드러졌으나 저층은 비교적 안정되면서 해역 대부분이 대마난류계의 고염분수로 균질한 상태였다(그림 1-1-3).

춘계(5월)에는 수온, 염분이 각각 15.4~17.2℃, 34.44~34.85psu 범위로 나타났는데 표층은 15.6~17.2℃, 34.44~34.85psu의 범위이고, 저층은 15.4~15.7℃, 34.46~34.57psu의 범위로 나타났다. 이 시기의 표층과 저층의 수온과 염분의 분포차이는 각각 0.1~1.8℃, 0.02~0.39psu 범위로 나타나 동계(2월)에 비해 수온·염분이 높게 나타나고 있으나 염분은 표·저층간 차이가 동계에 비해 크지 않았다.

분포양상은 표층이 죽도를 포함하여 연안역에서 설상으로 확장한 15.7℃의 저온수가 Sta. 3, 4, 6, 7 부근에 분포해 있고 그 외 해역에는 고온수가 분포해 있다. 이러한 분포는 북쪽해역이 완만한 반면 남쪽에서 확장하는 15.9~16.9℃ 고온수가 죽도 방향으로 조밀한 전선을 형성하고 있다. 염분은 표·저층간 큰 차이가 없고 죽도 북쪽으로 34.64~34.84psu의 고염분수가 원형으로 넓게 분포한 반면 다른 해역에서는 34.44psu로 상대적으로 낮게 나타났다. 저층은 죽도를 포함하여 Sta. 3, 6 부근에서 외해측에 비해 34.46psu의 비교적 저염분수가 분포해 있으며 그 외해역은 균질한 분포를 보이고 있다.

이와 같은 결과에서 춘계에는 수온과 염분의 동계에 비해 상승했으며, 특히 염분의 경우는 동계에 비해 전층이 고염화 및 균질화 되어 있어 대마난류 세력의 주류부가 춘계까지 존재하고 있는 것으로 판단된다(그림 1-1-4).

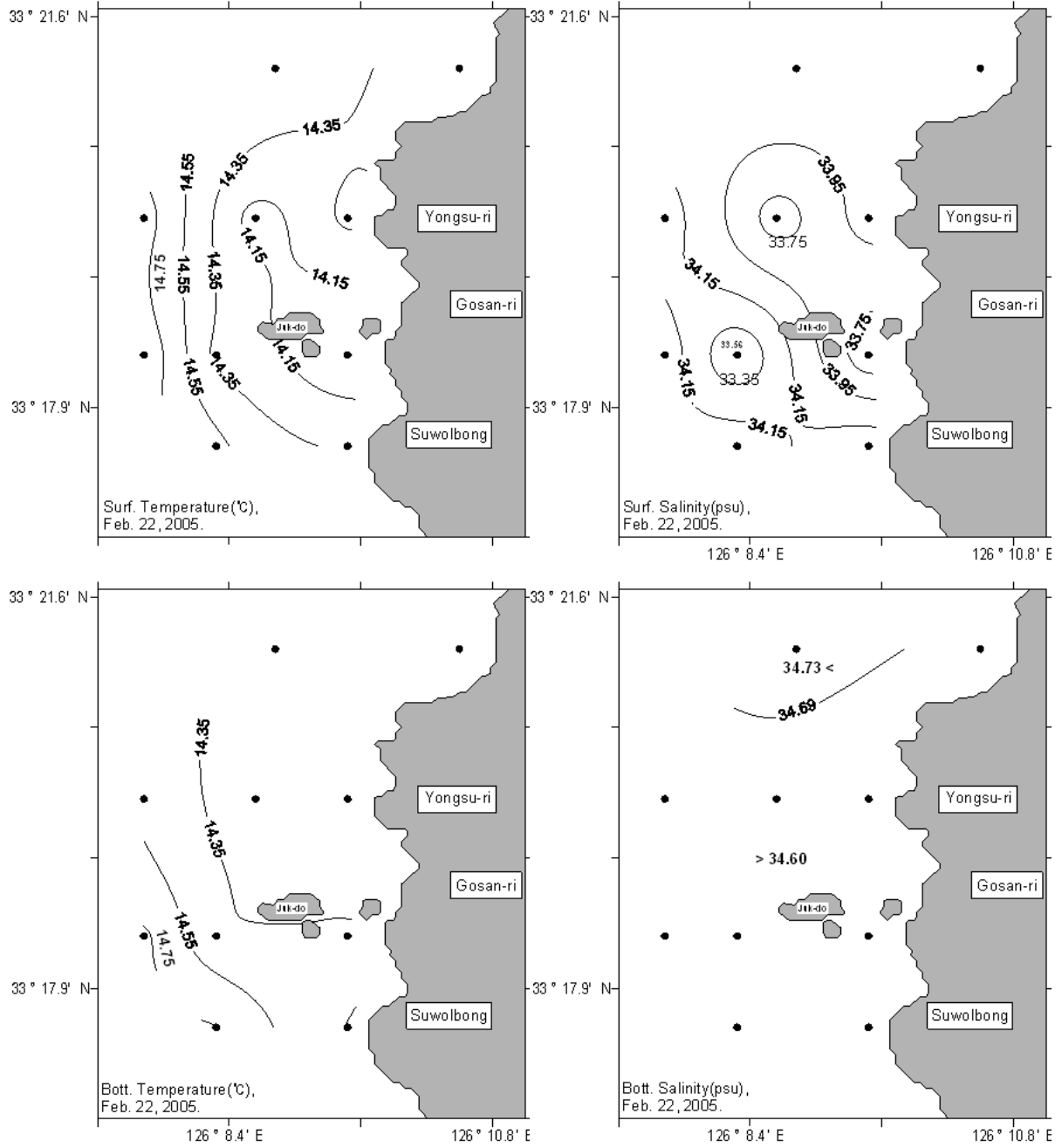


그림 1-1-3. 북제주 바다목장 해역의 2005년 2월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.

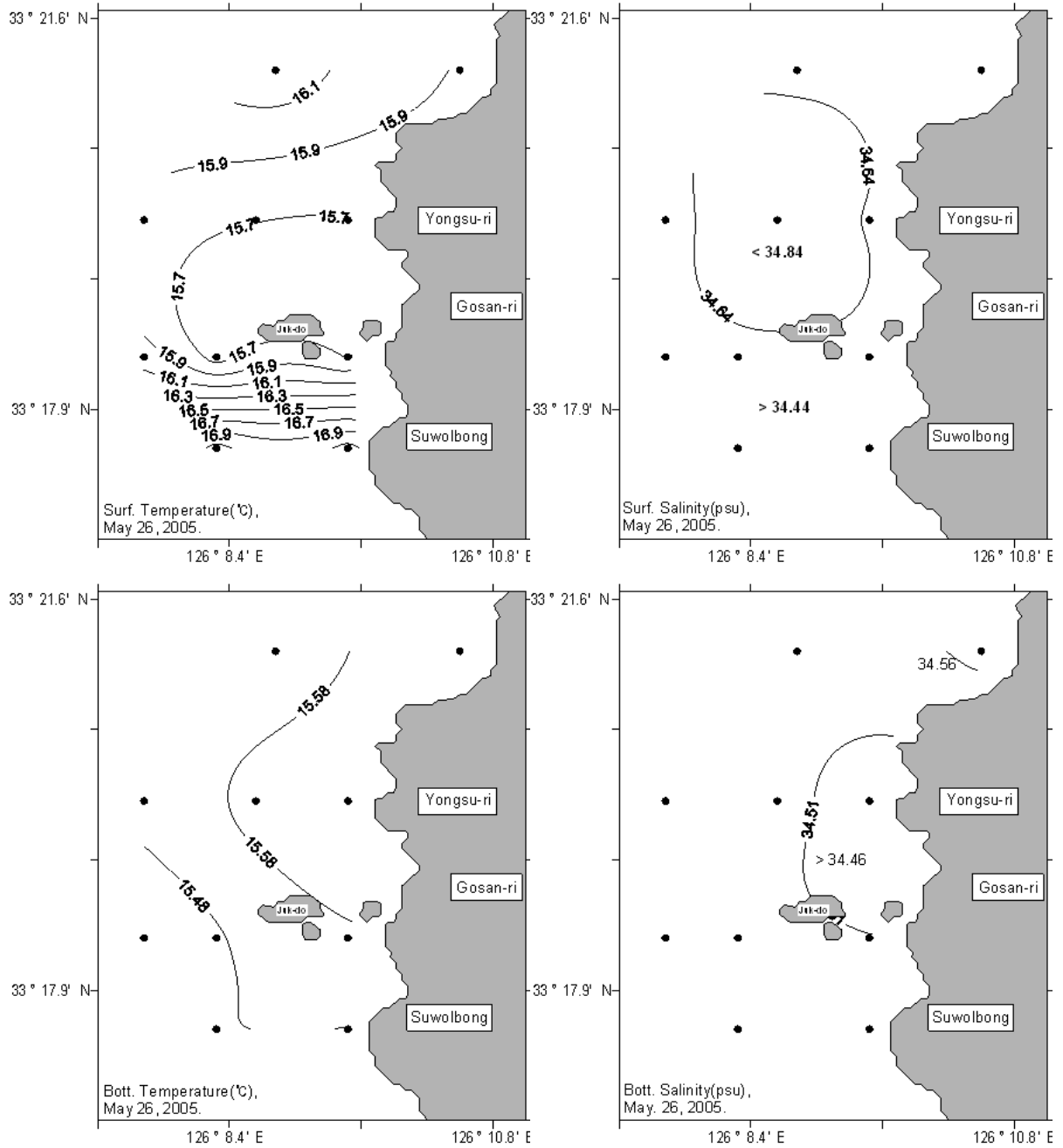


그림 1-1-4. 북제주 바다목장 해역의 2005년 5월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.

하계(8월)에는 수온, 염분이 각각 12.4~28.9°C, 30.12~33.35psu 범위로 나타났고 표층은 25.5~28.9°C, 30.12~31.28psu 범위이고, 저층은 12.4~24.8°C, 31.04~33.35psu 범위로 나타났다. 이때 표층과 저층의 수온과 염분의 분포차이는 각각 0.7~16.5°C, 0.24~3.23psu 범위로 나타났으며 이 시기 현장에서는 낙조류가 진행되고 있었다. 수평분포양상은 표층의 수온은 Sta. 3과 죽도 부근인 Sta. 6, 7 부근에서 발산성 와가 형성되어 저온수가 분포해 있지만 그 외 해역에는 외해역의 고온수가 연안역으로 진입으로 인하여 이들 사이에 조밀한 전선을 형성하고 있다. 게다가 저층은 연안역과 외해역의 수온차이가 16.5°C 정도 차이가 날 정도로 연안 천해역은 다소 고온화 되어 있지만 외해쪽 저층역에는 좀처럼 보기드문 12.4°C 저온수 핵이 출현하여 지형변화에 따라 조밀한 전선을 형성하고 있으며 외해역 심층수의 세력이 이곳까지 미치고 있음을 나타내고 있다. 염분의 경우는 수온과 같이 저온수 와 형성지역을 중심으로 31.00psu 내외의 고염수 와가 분포해 반면 외해역에서는 30.20~30.80psu의 저염분수가, 연안역 가까이에는 32.00psu 내외의 고염분수가 확장분포해 있다(그림 1-1-5).

추계(11월)에는 수온, 염분이 각각 19.8~20.6°C, 33.77~34.37psu 범위로 나타났고 표층은 19.9~20.6°C, 33.77~34.32psu 범위이고, 저층은 19.8~20.6°C, 34.34~34.37psu 범위로 나타났다. 이때 표층과 저층의 수온과 염분의 분포차이는 각각 0.7~0.9°C, 0.02~0.60psu 범위로 나타났다. 이때 현장에서는 창조류가 막 시작되고 있었다. 분포양상은 표층에서 Sta. 1에서 19.9°C의 최저온수가 나타났고 Sta. 9에서 20.6°C의 최고온수가 나타나 용수리 연안측에서 발달한 저온수의 세력은 죽도 북쪽 해역에 확장해 있지만 남쪽에서 죽도방향으로 확장하는 20.5°C의 고온수 세력에 의해 죽도 서부해역은 이들 사이의 수온을 유지하는 수괴로 분포해 있다. 한편 저층은 Sta. 7~8에서 죽도방향으로 확장하는 20.55°C의 고온수 세력을 축으로 고산리 연안까지 확장해 있으며 이 고온수를 경계로 북측 Sta.5에서 발달한 19.95°C의 저온수와 전선을 이루고 있다. 염분분포는 표층이 용수리 연안 Sta 1~3 해역에 34.15psu의 고염분수 세력과 외해쪽에서 확장하는 33.95psu의 저염분수 세력에 의해 약한 전선이 형성되어 있으며 이들 수괴는 죽도 부근에 넓게 분포해 있으나 연안역과 수직방향인 Sta. 6~8 부근에는 33.97~34.07psu의 중간수괴의 세력이 확장 분포하여 외해수와 경계를 이루고 있다. 한편 저층은 34.37psu의 고염분수가 용수리 연안역에 한정되어 분포하여 있는 반면 34.36psu의 수괴가 죽도를 포함하여 남측까지 넓게 분포해 있으나 Sta. 6 부근의 34.34psu의 비교적 저염분수가 나타난 것이 특징적이다. 이와 같은 결과에서 11월 추계의 수온, 염분 분포는 8월에 비해 표저층간 차이가 크게 나타나지 않아 동계의 특성을 보이고 있으며 특히, 고염분수의 출현이 죽도 북측 용수리 부근 해역에서 나타나고 있는 점으로 보아 일반적으로 죽도 서쪽 및 남쪽 외해역에서 공급되는 고염분 세력 외에 북측에서도 공급되고 있는 점을 시사하고 있다(그림 1-1-6).

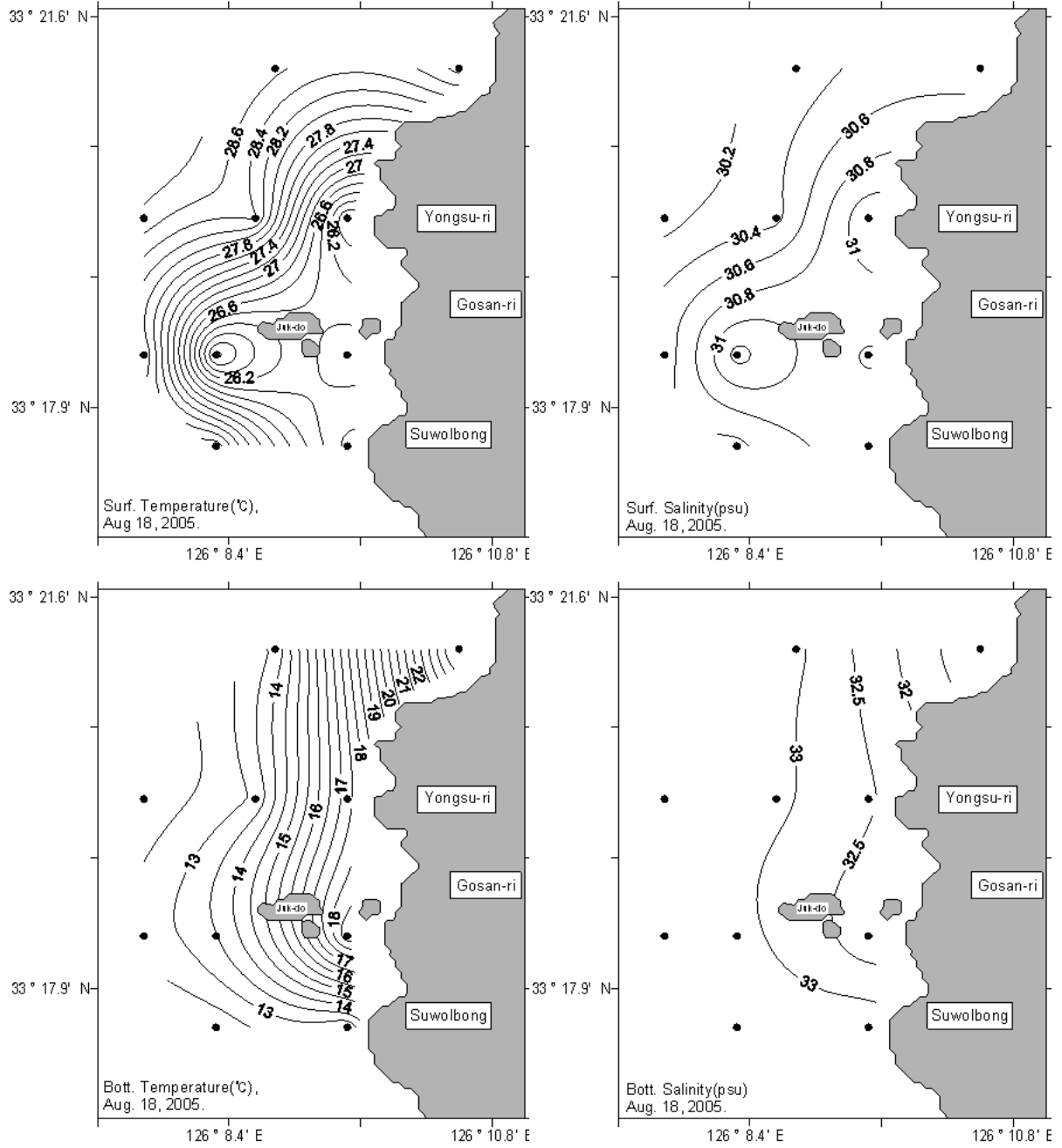


그림 1-1-5. 북제주 바다목장 해역의 2005년 8월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.

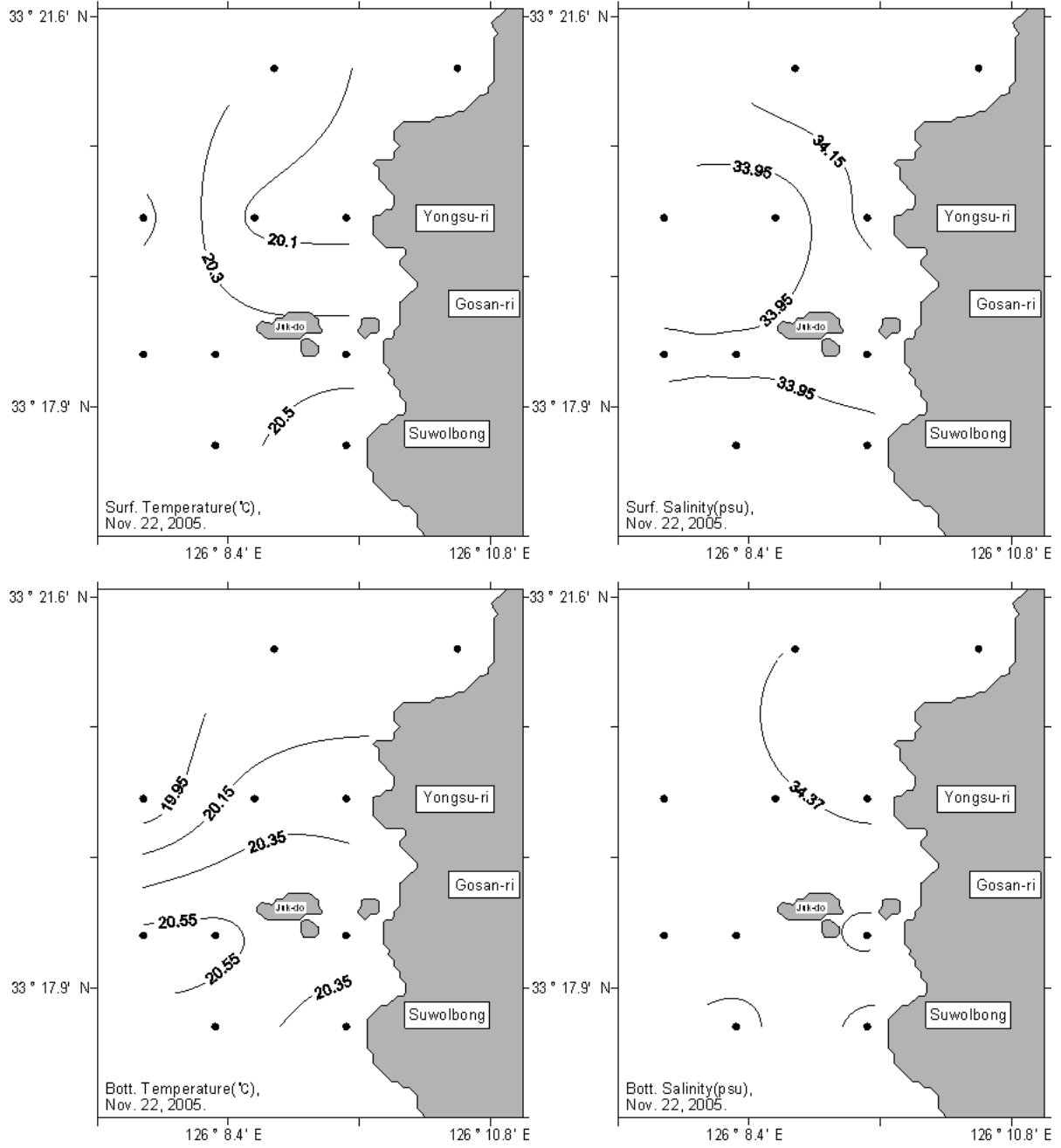


그림 1-1-6. 북제주 바다목장 해역의 2005년 11월 표층과 저층의 수온, 염분 수평분포.

(2) 월별 수온·염분 변화

북제주바다목장해역의 2005년 2~11월 사이의 월별 수온, 염분 출현범위는 각각 12.4~28.9℃ 범위로 8월에 모두 출현한 것이 특징적이며, 염분은 28.90~34.73psu 범위로 7월에 가장 낮고 2월에 가장 높게 나타났다. 월별 변화 특성을 살펴보면 수온의 경우 2월 14.2℃에서 점차 하강하면서 8월에 12.4℃ 까지 하강하였다가 9월에 20.7℃로 급상하는 특이한 현상을 나타내었다. 이러한 저온수의 출현은 제주해협 중앙골의 저층저온수의 세력의 영향으로 판단되며 다른 해역에 비해 외해수의 진입이 수월한 것을 나타내고 있다. 게다가 9월에 수온의 급상승은 저층저온수의 급격한 소멸이나 하계 기상변화에 의한 연직 혼합에 의한 것으로 사료된다. 한편, 염분의 출현범위에서 저층의 경우 8~9월에 33.20~33.35psu 범위로 가장 낮고 그 외에는 모두 34.00psu 이상으로서 높게 나타나 대마난류 주류부의 세력이 존재하는 것으로 판단되며 이들 변화는 죽도를 중심으로 연안역과 외해역으로 크게 구분되고 있다(표 1-1-1).

표 1-1-1. 북제주 바다목장해역의 2005년 2~11월 사이의 월별 표·저층의 수온·염분 출현 범위

월	구분	표층	저층	표·저층간 수온,염분차
2	수온	14.0~14.9	14.2~14.8	0.1~0.8
	염분	34.60~34.56	34.59~34.73	0.03~1.13
3	수온	14.2~14.5	14.2~14.3	0.1~0.3
	염분	34.20~34.70	34.50~34.60	0.20~0.40
4	수온	15.1~15.3	15.0~15.1	0.1~0.3
	염분	34.47~34.64	34.50~34.65	0.14~0.18
5	수온	15.6~17.2	15.4~15.7	0.1~1.8
	염분	34.44~34.85	34.46~34.57	0.02~0.39
6	수온	19.6~22.4	14.3~19.5	0.1~8.1
	염분	32.60~33.64	33.40~34.23	0.24~1.63
7	수온	24.8~26.6	13.9~24.1	0.7~2.7
	염분	28.90~30.50	30.50~34.00	0.0~5.10
8	수온	25.5~28.9	12.4~24.8	0.7~16.5
	염분	30.12~31.28	31.04~33.35	0.24~3.23
9	수온	25.5~25.8	20.7~25.8	0.3~5.1
	염분	32.67~32.98	32.80~33.20	0.18~0.53
10	수온	20.9~23.3	20.40~23.11	2.2~2.9
	염분	32.63~33.93	33.95~34.37	0.02~1.74
11	수온	19.9~20.6	19.8~20.6	0.7~0.9
	염분	33.77~34.32	34.34~34.37	0.02~0.60

(3) 해수유동

조류는 모델의 경계에서 조석에 따른 해수면 변화를 가함으로써 재현하였으며, 대조기와 소조기 각각의 창조류와 낙조류 일 때의 조석에 따른 조류분포를 그림 1-1-7~10에 제시하였다.

그림 1-1-7은 수치모델로 재현된 해수 유동의 결과로 대조기의 창조류 일 때의 유속분포를 나타낸 그림이다. 조류의 흐름은 남에서 북으로 흐르며 최강류는 약 1.36 m/sec로 나타났다. 북제주바다목장 해역의 남부 해역에서는 곳의 영향으로 유속이 1.04-1.36 m/sec 정도 매우 빠르게 나타났는데 특히, 남부 연안을 따라 강한 흐름을 볼 수 있다. 그리고, 죽도 부근에서는 지형적인 영향을 받아 0.45-0.49 m/sec의 비교적 강한 흐름을 보였고, 등수심선을 따라 흐르다가 죽도의 서북부에서 시계방향의 수속성 와류가 나타났다.

그림 1-1-8은 낙조류 일 때의 유속분포를 나타낸 것으로서 전체적인 흐름은 북에서 남으로 흐르며 최강류는 약 0.78 m/sec 정도로 나타났다. 조사대상 해역의 남쪽해역에서 곳의 영향으로 유속이 0.46-0.77 m/sec 정도 매우 빠르게 나타났으며 남부의 연안을 따라 강한 흐름을 볼 수 있다. 죽도 부근에서는 지형적인 영향을 받아 비교적 강한 흐름을 볼 수 있으며, 등수심선을 따라 흐르다가 죽도의 남부에서 반시계방향의 발산형 와류가 나타났다.

그림 1-1-9은 소조기의 창조류일 때의 유속분포를 나타낸 그림으로서 전체적인 흐름은 남에서 북으로 흐르며 최강류는 약 0.21 m/sec 정도로 대조기의 창조류 일 때와 해수면 높이의 차이가 크게 나타났고 있었다. 이 시기에도 등수심선을 따라 흐르는 조류는 북제주군 바다목장 일대의 남부해역을 통과하면서 강해져서 약 0.13-0.20 m/sec 정도의 유속분포를 나타냈다. 특히, 남부 연안에서 강한 흐름을 보였으며, 죽도 부근에서 지형적인 영향을 받아 넓은 범위의 비교적 강한 흐름이 나타났다.

그림 1-1-10은 낙조류일 때의 유속분포를 나타낸 그림으로서 흐름은 북에서 남으로 등수심선을 따라 흐르며 최강류는 약 0.42 m/sec 정도로 나타났으며, 이러한 흐름은 남서부해역을 통과하면서 매우 강해져서 약 0.26-0.42 m/sec 범위로 창조류에 비해 비교적 빠르게 나타났다. 특히, 남부 연안에서 강한 흐름을 보였으며 죽도의 동남부에서 약한 시계방향의 수속성 와류가 나타났다.

이와 같은 결과에서 북제주바다목장 해역의 수온·염분수평분포와 해수유동을 살펴본 결과 동계와 춘계, 추계에는 수온, 염분의 표·저층간 큰 차이를 보이지 않고 있으며 저층의 경우는 전체적으로 안정적이었다. 특히, 동계, 춘계, 추계에는 연안수와 외해수의 세력변환에 따라 죽도 부근의 해황에 직접적인 영향을 주고 있다. 그리고 동계에 발달한 대마난류 주류부가 춘계까지 축소되지 않고 강하게 영향을 미치고 있지만 추계에는 혼합수 성격의 외해수가 전체적으로 분포하는 경향을 나타내고 있다. 그러나 이번 하계 조사에서

나타난 죽도 서부 외해역 저층부의 12.4℃의 저온수 출현은 일반적으로 제주해협 중앙부에 분포하는 저온수괴로 판단되며 이 해역에서는 동계와 춘계에도 자주 출현하지 않았던 것이다. 하계에 이 저온수의 출현은 북제주바다목장 해역에 외해수의 진입이 용이한 구조를 갖추고 있기도 하지만 이처럼 제주해협의 중앙골의 최저온수의 출현은 이례적이라 할 수 있다. 그리고 이 저온수의 세력은 바다목장해역의 해황변화에 큰 영향을 주고 있으며 차후 이 저온수의 세력 확장에 관한 광역 조사를 할 필요가 있다.

해수유동 결과를 보면 죽도를 중심으로 소규모 와(eddy)들이 형성되고 있으며 이러한 국지적인 변화는 주변 해황변화에 큰 영향을 미치고 있다. 특히, Sta. 3, 4, 6, 7 부근에서 그 현상이 두드러지게 나타나고 있었으며, 그 외 천해역에서의 지형변화로 인한 표저층간 수괴의 혼합도 조류방향에 따라 활발히 진행되고 있었다. 따라서 생산력이 높은 회유성 유용어류의 어장은 이 해역에 이루어지고 있다고 판단되며 차후 인공적인 어장형성을 위한 구조물의 설치도 이러한 해역을 중심으로 시설하는 것이 좋은 효과가 나타날 것으로 판단된다. 하지만 심각히 고려할 부분은 추계와 동계에 강한 북서계절풍의 영향과 하계인 7월~8월초에 제주도를 통과하는 태풍의 진로가 제주도 서부해역으로 자주 통과하기 때문에 죽도 남쪽해역은 상당히 거친 환경이 예상된다. 그러므로 이 부근 해역에는 이러한 환경에 잘 적응할수 있는 중대형 구조물의 설치가 사료되며 해·조류의 빠른 흐름이나 파랑에 약한 식·생물의 서식장 조성도 충분히 고려해서 조성할 필요가 있다고 사료된다.

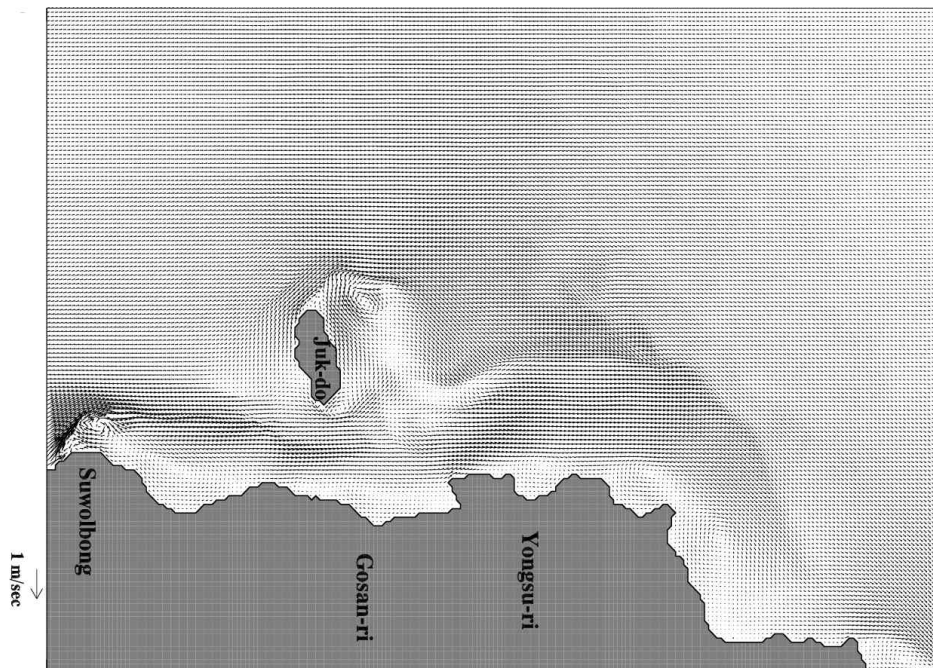


그림 1-1-7. 대조기 창조류일 때의 수평 유속 분포도.

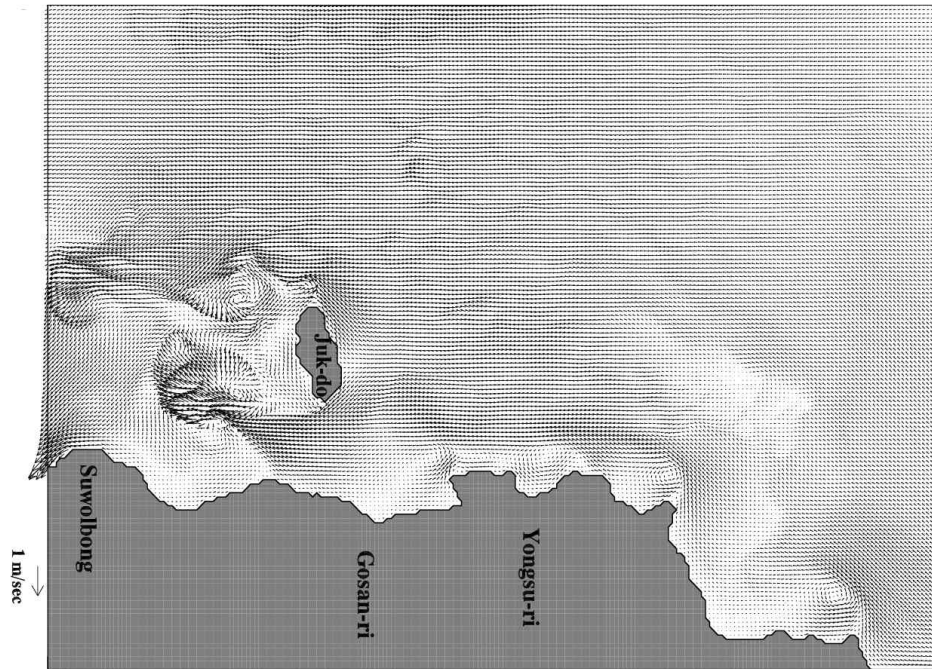


그림 1-1-8. 대조기 낙조류일 때의 수평 유속 분포도.

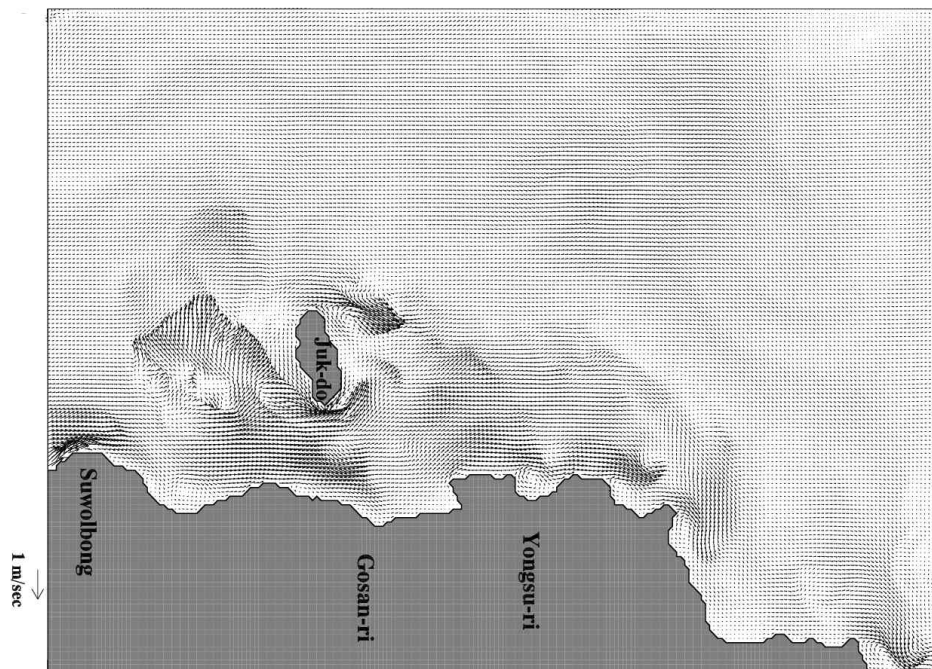


그림 1-1-9. 소조기 창조류일 때의 수평 유속 분포도

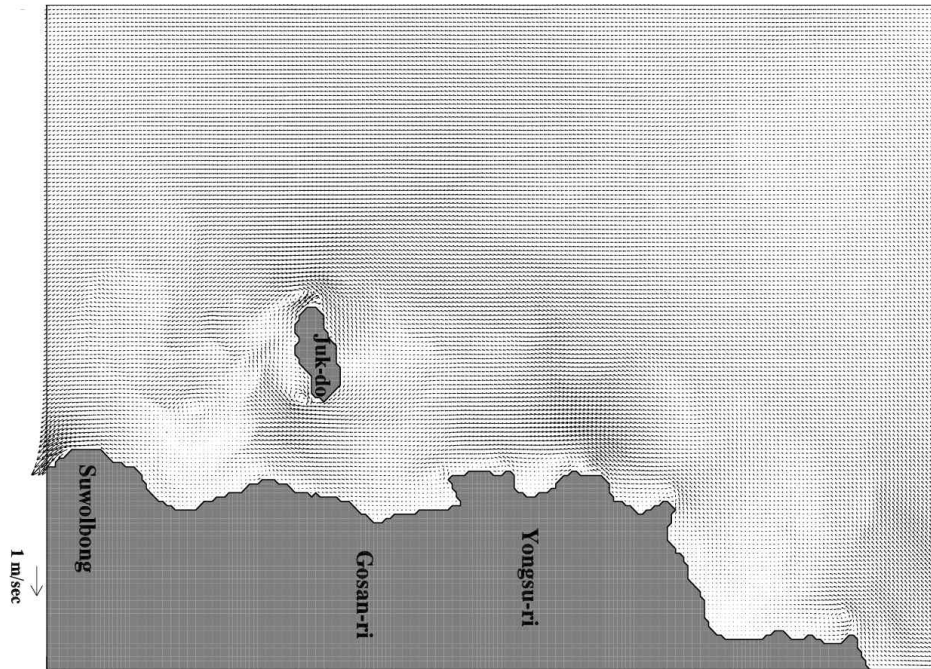


그림 1-1-10. 소조기 낙조류일 때의 수평 유속 분포도.

나. 수질환경

(1) pH

pH는 2005년 2월에 표층에서 8.11~8.18로 평균 8.16을 보였으며, 저층에서는 8.10~8.20으로 평균 8.16을 보였다. 2월의 변화는 정점간의 큰 차이를 보이지 않았다. 5월의 표층에서 평균 8.25로 정점 간 차이가 거의 없었으며, 저층에서 최저 8.20(정점 5)에서 최고 8.25로 평균 8.22를 보였다. 그리고 8월에는 표층에서 8.13~8.27로 평균 8.22를 나타내었다. 11월의 표층에서는 8.12~8.17이고 저층의 평균은 8.11로 나타내었다. 이러한 값은 해역의 수질기준 I등급 이내의 값들로 큰 변화폭은 나타나지 않았다(그림 1-1-11, 표 1-1-2).

(2) 용존산소량(DO)

본 사업 해역에서 2005년에 조사된 용존산소량 농도 분포는 6.54~8.84 mg/l의 범위였으며, 최저농도는 11월의 저층에서 6.74 mg/l의 농도였으며 최고농도는 5월 표층에서 8.84 mg/l를 나타내고 있었다. 계절별로는 2월에 평균 8.20 mg/l, 5월에 8.68 mg/l, 8월에 7.16 mg/l이며, 11월에는 6.97mg/l로 11월에 상대적으로 낮은 농도를 나타내었다. 그러나 이러한 농도분포는 해역기준 I등급의 양호한 환경이었다(그림 1-1-12).

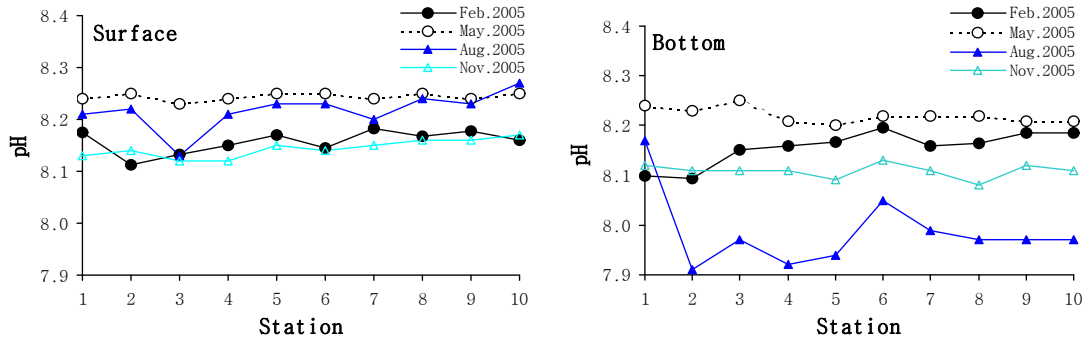


그림 1-1-11. 2005년 제주 바다목장 해역에서 pH의 계절별 변화.

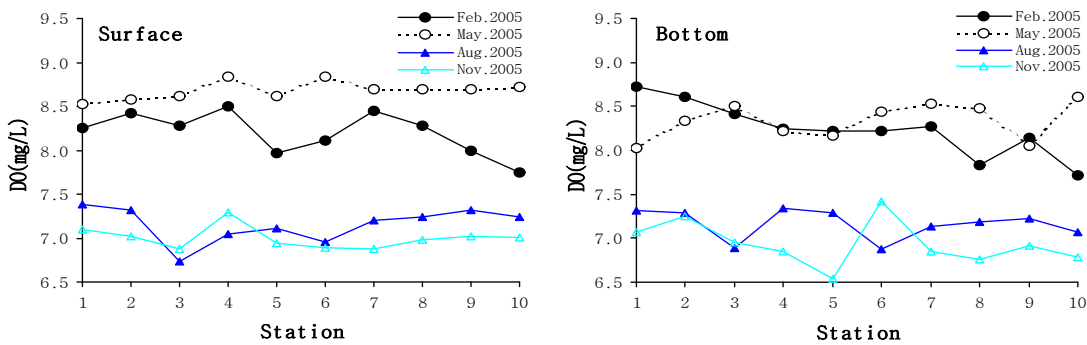


그림 1-1-12. 2005년 제주 바다목장 해역에서 용존산소량의 계절별 변화.

(3) 화학적산소요구량(COD)

화학적산소요구량은 2005년 2월에 표층에서 0.09~1.13 mg/l로 평균 0.45 mg/l를 보여 정점간 변화폭이 컸다. 저층에서는 0.02~0.49 mg/l의 범위로 평균 0.25 mg/l의 낮은 농도를 보였다. 5월에는 표층에서 0.20~1.90 mg/l의 범위로 평균 0.90 mg/l 보였으며, 저층에서 0.55~2.10 mg/l로 평균 1.13 mg/l를 나타내었다. 8월에는 표층 0.33~1.09 mg/l, 저층 0.49~1.00으로 나타났고 11월에는 표층 0.17~0.66mg/l, 저층 0.31~0.77mg/l로 조사정점 전해역이 해역기준 I,II등급 이내의 값을 나타내고 있었다(그림 1-1-13).

(4) 부유물질(SS)

부유물질 농도는 2월에 표층에서 8.3~13.0 mg/l로 평균 10.5 mg/l를 보였으며, 저층에서는 9.1~15.5 mg/l의 범위로 평균 12.3 mg/l를 보여 저층이 표층에 비해 2 mg/l 높은 값을 나타내고 있었으며 5월에는 표층에서 2.1~5.7 mg/l로 평균 4.9 mg/l를 보였으며, 저층에서 2.7~9.9 mg/l의 범위로 평균 5.9 mg/l로 저층이 다소 높았다. 8월에는 표층 10.2~15.7 mg/l로 평균 11.9 mg/l, 저층에서는 9.6~12.5 mg/l로 평균 10.9 mg/l를

나타내었는데 관측 전날 비가 많이 와서 육상에 공사를 하는 토사물이 바다로 유입되면서 다른 계절보다 농도가 높게 나온 것으로 보인다 11월에는 9.8~13.6 mg/ℓ로 약간 높은 농도 분포를 보였다(그림 1-1-14).

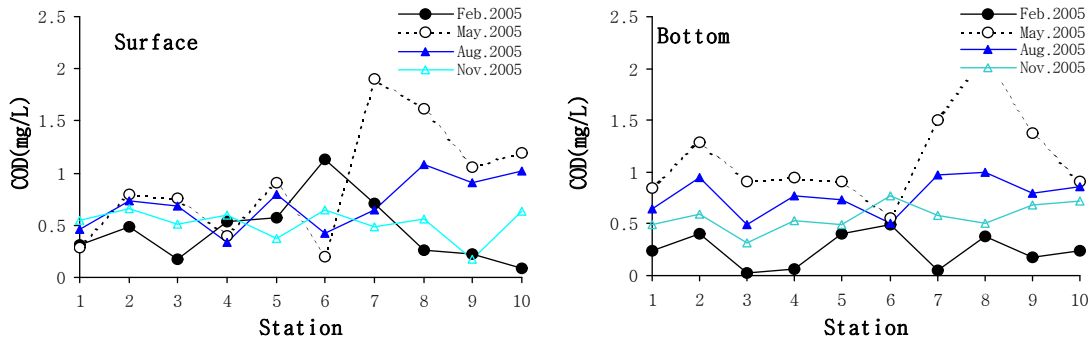


그림 1-1-13. 2005년 제주 바다목장 해역에서 화학적 산소요구량의 계절별 변화.

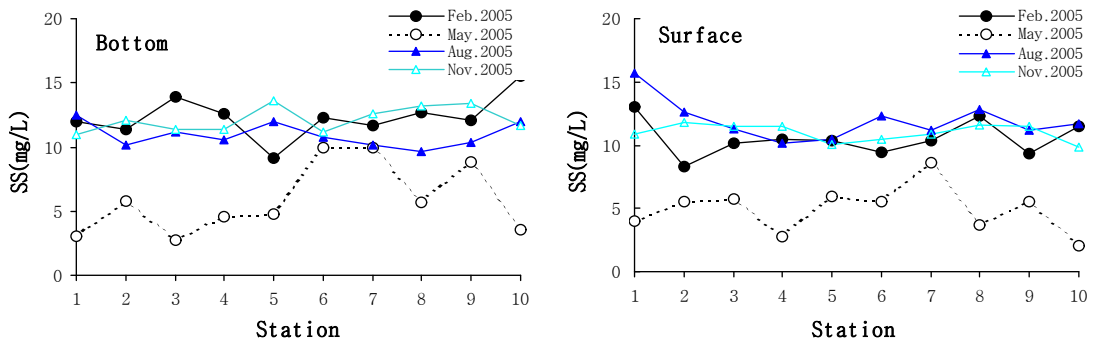


그림 1-1-14. 2005년 제주 바다목장 해역에서 부유물질의 계절별 변화.

(5) 투명도

투명도는 2월에 최저 6.0 m에서 최고 8.0 m로 전정점간 별다른 차이를 보이지 않았으며, 5월에는 최저 8.0 m에서 최고 10.0 m로 관측되었다. 8월에는 7.0~9.5 m로 나타났고 11월에는 7.5~9.5 m로 양호한 값을 나타내고 있었다(그림 1-1-15).

(6) 영양염류

(가) $\text{NO}_3^- \text{-N}$: 본 사업 해역에서 2005년에 조사된 질산염은 0.204~12.723 μM 의 범위를 나타내었다. 최저 농도는 5월 표층에서 0.204 μM (정점 8)이었으며 최고 농도는 8월 저층에서 12.723 μM (정점 10)로 나타내고 있었다. 계절별로 2월 평균은 3.37 μM , 5월에 2.062 μM , 8월에 7.791 μM , 11월에 5.409 μM 로 계절별로 차이를 보이고 있었다(그림 1-1-16).

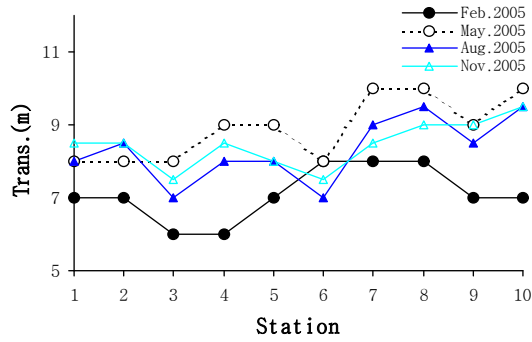


그림 1-1-15. 2005년 제주 바다목장 해역에서 투명도의 계절별 변화.

표 1-1-2. 2005년 제주 바다목장 해역에서 화학적 환경요인의 계절별 변화

		2005 Feb.					2005 May				
		pH	DO	COD	SS	Trans.	pH	DO	COD	SS	Trans.
S	1	8.18	8.25	0.31	13.0	7.0	8.24	8.53	0.29	4.0	8.0
	2	8.11	8.42	0.49	8.3	7.0	8.25	8.58	0.80	5.5	8.0
	3	8.13	8.28	0.18	10.2	6.0	8.23	8.61	0.75	5.7	8.0
	4	8.15	8.50	0.53	10.5	6.0	8.24	8.84	0.40	2.8	9.0
	5	8.17	7.97	0.58	10.3	7.0	8.23	8.61	0.91	5.9	9.0
	6	8.15	8.11	1.13	9.5	8.0	8.25	8.84	0.20	5.5	8.0
	7	8.18	8.44	0.71	10.4	8.0	8.25	8.70	1.90	8.7	10.0
	8	8.17	8.28	0.27	12.3	8.0	8.24	8.70	1.62	3.7	10.0
	9	8.18	8.00	0.22	9.3	7.0	8.25	8.70	1.06	5.5	9.0
	10	8.16	7.75	0.09	11.5	7.0	8.24	8.72	1.20	2.1	10.0
평균		8.16	8.20	0.45	10.5	7.1	8.25	8.68	0.91	4.9	8.9
B	1	8.10	8.72	0.24	11.9	-	8.24	8.02	0.84	3.0	-
	2	8.10	8.61	0.40	11.4	-	8.23	8.33	1.28	8.8	-
	3	8.15	8.42	0.02	13.9	-	8.25	8.50	0.91	2.7	-
	4	8.16	8.25	0.07	12.6	-	8.21	8.22	0.95	4.6	-
	5	8.17	8.22	0.40	9.1	-	8.20	8.16	0.91	4.7	-
	6	8.20	8.22	0.49	12.3	-	8.22	8.44	0.55	9.9	-
	7	8.16	8.28	0.04	11.7	-	8.22	8.53	1.51	9.9	-
	8	8.17	7.83	0.38	12.7	-	8.22	8.47	2.10	5.7	-
	9	8.19	8.14	0.18	12.1	-	8.21	8.05	1.37	8.9	-
	10	8.19	7.72	0.24	15.5	-	8.21	8.61	0.91	3.5	-
평균		8.16	8.24	0.25	12.3	-	8.22	8.34	1.13	5.9	-

※ Indicators: DO; Dissolved Oxygen, COD; Chemical Oxygen Demand,
SS; Suspended solids, Trans; Transparency, S; Surface, B; Bottom
※ Unit: DO; $\text{mg} \cdot \ell^{-1}$, COD ; $\text{mg} \cdot \ell^{-1}$, SS; $\text{mg} \cdot \ell^{-1}$, Trans.; m

표 1-1-2. 계속

	2005 Aug.					2005 Nov.					
	pH	DO	COD	SS	Trans.	pH	DO	COD	SS	Trans.	
S	1	8.21	7.38	0.47	15.7	8.0	8.13	7.09	0.54	10.9	8.5
	2	8.22	7.31	0.73	12.6	8.5	8.14	7.02	0.66	11.8	8.5
	3	8.13	6.74	0.69	11.3	7.0	8.12	6.87	0.51	11.5	7.5
	4	8.21	7.05	0.33	10.2	8.0	8.12	7.29	0.59	11.5	8.5
	5	8.23	7.11	0.80	10.5	8.0	8.15	6.94	0.37	10.1	8.0
	6	8.23	6.96	0.42	12.3	7.0	8.14	6.89	0.65	10.5	7.5
	7	8.20	7.20	0.64	11.2	9.0	8.15	6.87	0.49	10.9	8.5
	8	8.24	7.25	1.09	12.8	9.5	8.16	6.98	0.56	11.6	9.0
	9	8.23	7.31	0.91	11.1	8.5	8.16	7.02	0.17	11.5	9.0
	10	8.27	7.25	1.02	11.7	9.5	8.17	7.00	0.63	9.8	9.5
평균	8.22	7.16	0.71	11.9	8.3	8.14	7.00	0.52	11.0	8.5	
B	1	8.17	7.31	0.64	12.5	-	8.12	7.07	0.49	11.0	-
	2	7.91	7.29	0.95	10.2	-	8.11	7.25	0.59	12.1	-
	3	7.97	6.89	0.49	11.1	-	8.11	6.96	0.31	11.4	-
	4	7.92	7.33	0.78	10.6	-	8.11	6.85	0.52	11.4	-
	5	7.94	7.29	0.73	11.9	-	8.09	6.54	0.49	13.6	-
	6	8.05	6.87	0.51	10.8	-	8.13	7.42	0.77	11.2	-
	7	7.99	7.14	0.97	10.2	-	8.11	6.85	0.58	12.6	-
	8	7.97	7.18	1.00	9.6	-	8.08	6.76	0.51	13.2	-
	9	7.97	7.22	0.80	10.4	-	8.12	6.91	0.68	13.4	-
	10	7.97	7.07	0.86	12.0	-	8.11	6.78	0.72	11.7	-
평균	7.99	7.16	0.77	10.9	-	8.11	6.94	0.59	12.2	-	

※ Indicators: DO; Dissolved Oxygen, COD; Chemical Oxygen Demand,
SS; Suspended solids, Trans; Transparency, S; Surface, B; Bottom
※ Unit: DO; $\text{mg} \cdot \ell^{-1}$, COD ; $\text{mg} \cdot \ell^{-1}$, SS; $\text{mg} \cdot \ell^{-1}$, Trans.; m

(나) $\text{NO}_2\text{-N}$: 아질산염은 2월에 0.079~0.159 μM (평균 0.119 μM)의 범위로 정점간에 큰 차이를 보이지 않았고, 5월에서는 0.021~0.417 μM (평균 0.183 μM)의 범위를 보였다. 8월에는 0.079~0.317 μM (평균 0.170 μM)의 범위를 나타내었고 11월에는 0.060~0.322 μM 로 나타내었다.

(다) $\text{NH}_4^+\text{-N}$: 2005년에 조사된 암모니아성 질소는 0.048~11.644 μM 의 범위를 보였는데 최저농도는 2월 표층에서 0.048 μM (정점 3)이었으며, 최고농도는 마찬가지로 2월 표

층에서 11.644 μM (정점 5)로 나타내었다. 계절별로는 2월에 평균 2.813 μM , 5월에 1.186 μM , 8월에 1.365 μM , 11월에 1.613 μM 로 계절별 차이와 정점간의 차이를 보였다.

(라) 총질소: 본 사업 해역에서 2005년에 조사된 총질소의 농도분포는 1.484~14.592 μM 의 범위를 나타내었다. 최저농도는 5월 표층에서 1.484 μM (정점 2)이었으며, 최고농도는 2월의 표층에서 14.592 μM (정점 2)로 나타내고 있었다. 계절별로 2월 평균은 6.302 μM , 5월에 4.025 μM , 8월에 9.325 μM , 11월에 7.138 μM 로 계절별로 차이를 보이고 있다. 이러한 농도 분포는 해역의 수질기준 I 등급 이내의 값을 보이고 있었다.

(마) $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$: 인산염 인은 2월에 표층에서 최저 0.170 μM (정점 3), 최고 0.454 μM (정점 4)로 평균 0.267 μM 를 보였고, 저층에서는 최저 0.170 μM (정점 2), 최고 0.454 μM (정점 4)로 평균 0.272 μM 을 보이며 표·저층간 큰 차이가 없었다. 5월에는 표층에서 최저 0.033 μM 에서 최고 0.131 μM 로 평균 0.066 μM 를 보였고, 저층에서는 최저 0.033 μM 에서 최고 0.197 μM 로 평균 0.111 μM 의 농도로 낮은 분포 양상을 나타내고 있다. 8월에는 표층에서 최저 0.053 μM (정점 2, 5), 최고 0.481 μM (정점 4)로 평균 0.155 μM 로 나타내었고, 저층에서는 최저 0.053 μM (정점 1)에서 최대 0.481 μM (정점 10)로 평균 0.278 μM 로 표층보다 저층에서 높은 농도를 보였다. 11월에는 표층에서 0.101~0.507 μM 로 평균 0.172 μM 를 나타내었고, 저층에서 0.051~0.456 μM 로 평균 0.269 μM 로 저층에서 비교적 높은 농도분포를 보였다. 이러한 농도는 해역의 수질기준 I 등급수에 해당한다(그림 1-1-16~20, 표 1-1-3).

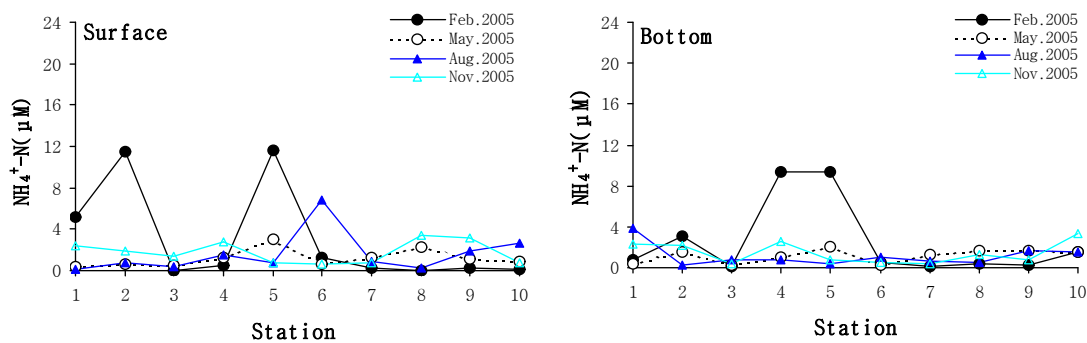


그림 1-1-16. 2005년 제주바다목장 해역에서 암모니아성 질소의 계절별 변화.

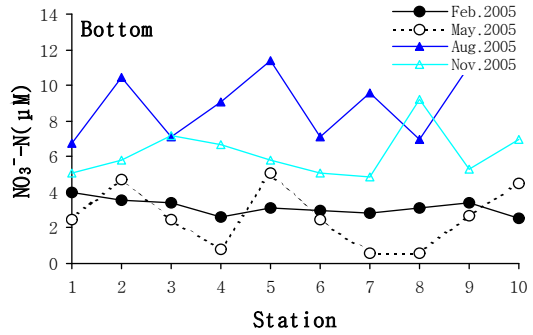
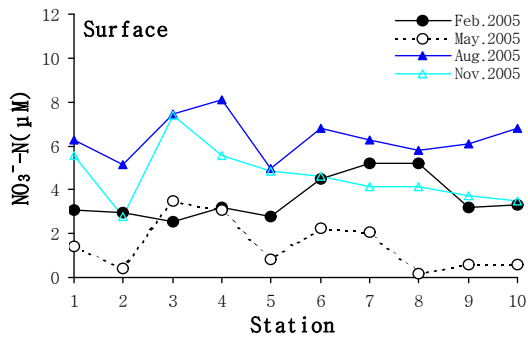


그림 1-1-17. 2005년 제주바다목장 해역에서 질산염의 계절별 변화.

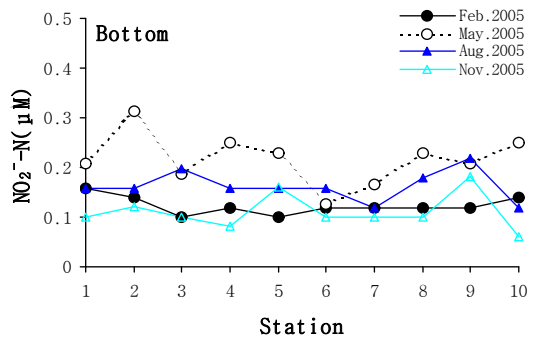
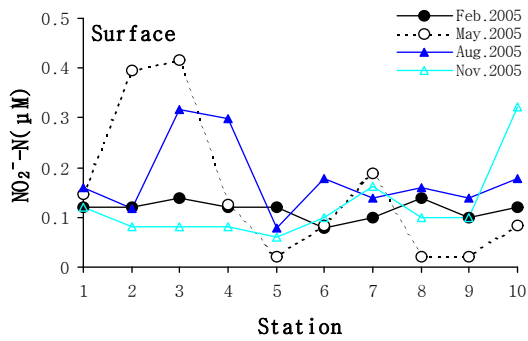


그림 1-1-18. 2005년 제주바다목장 해역에서 아질산염의 계절별 변화.

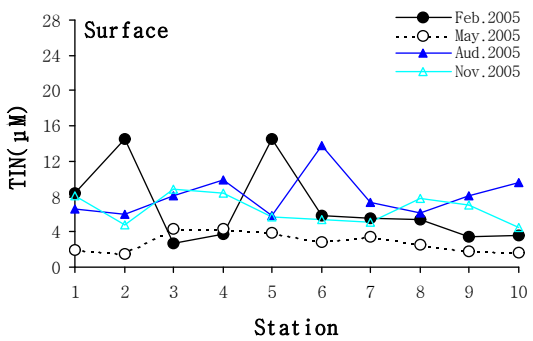
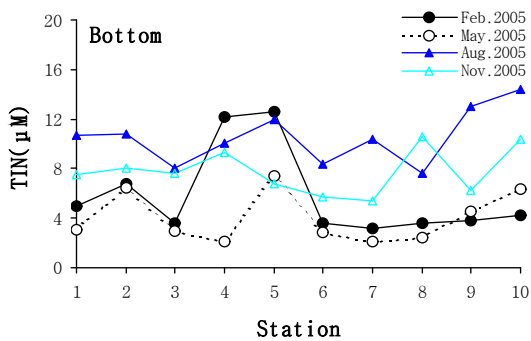


그림 1-1-19. 2005년 제주바다목장 해역에서 용존 무기질소의 계절별 변화.

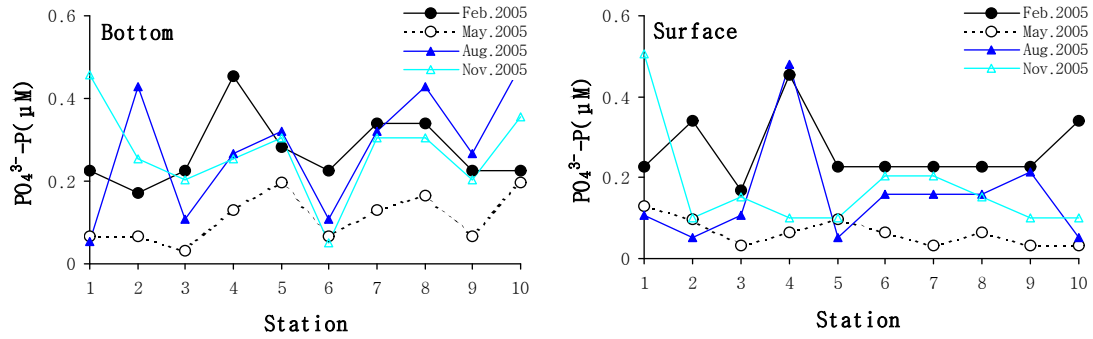


그림 1-1-20. 2005년 제주바다목장 해역에서 인산염의 계절별 변화.

표 1-1-3. 2005년 제주 바다목장 해역에서 영양염류의 계절별 변화

	2005 Feb.					2005 May					
	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	DIN	PO ₄ ³⁻ -P	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	DIN	PO ₄ ³⁻ -P	
S	1	5.162	3.084	0.119	8.365	0.227	0.411	1.429	0.146	1.986	0.131
	2	11.499	2.974	0.119	14.592	0.340	0.680	0.408	0.396	1.484	0.098
	3	0.048	2.533	0.139	2.720	0.170	0.470	3.470	0.417	4.357	0.033
	4	0.444	3.194	0.119	3.757	0.454	1.226	3.062	0.125	4.413	0.066
	5	11.644	2.753	0.119	14.517	0.227	3.006	0.817	0.021	3.843	0.098
	6	1.284	4.516	0.079	5.880	0.227	0.588	2.245	0.083	2.917	0.066
	7	0.192	5.176	0.099	5.468	0.227	1.209	2.041	0.188	3.438	0.033
	8	0.060	5.176	0.139	5.376	0.227	2.301	0.204	0.021	2.526	0.066
	9	0.216	3.194	0.099	3.509	0.227	1.192	0.612	0.021	1.826	0.033
	10	0.108	3.304	0.119	3.531	0.340	0.890	0.612	0.083	1.586	0.033
평균	3.066	3.590	0.115	6.772	0.267	1.197	1.490	0.150	2.838	0.066	
B	1	0.804	3.965	0.159	4.928	0.227	0.369	2.450	0.208	3.028	0.066
	2	3.085	3.524	0.139	6.749	0.170	1.486	4.695	0.313	6.494	0.066
	3	0.084	3.414	0.099	3.598	0.227	0.311	2.450	0.188	2.948	0.033
	4	9.375	2.643	0.199	12.138	0.454	1.008	0.817	0.250	2.074	0.131
	5	9.423	3.084	0.099	12.606	0.284	2.099	5.103	0.229	7.432	0.197
	6	0.528	2.974	0.199	3.621	0.227	0.277	2.450	0.125	2.852	0.066
	7	0.144	2.864	0.199	3.127	0.340	1.301	0.612	0.167	2.081	0.131
	8	0.348	3.084	0.199	3.551	0.340	1.621	0.612	0.229	2.462	0.164
	9	0.240	3.414	0.199	3.774	0.227	1.704	2.654	0.208	4.567	0.066
	10	1.561	2.533	0.139	4.233	0.227	1.570	4.491	0.250	6.311	0.197
평균	2.559	3.150	0.123	5.832	0.272	1.175	2.633	0.217	4.025	0.111	

※ S; Surface, B; Bottom

※ Unit: µM

표 1-1-3. 계속

		2005 Aug.					2005 Nov.				
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	DIN	PO ₄ ³⁻ -P	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	DIN	PO ₄ ³⁻ -P
S	1	0.129	6.279	0.159	6.567	0.107	2.394	5.548	0.121	8.062	0.507
	2	0.745	5.122	0.119	5.986	0.053	1.865	2.774	0.081	4.719	0.101
	3	0.344	7.435	0.317	8.097	0.107	1.354	7.397	0.081	8.832	0.152
	4	1.499	8.096	0.298	9.892	0.481	2.765	5.548	0.081	8.393	0.101
	5	0.786	4.957	0.079	5.822	0.053	0.750	4.854	0.060	5.665	0.101
	6	6.776	6.774	0.179	13.729	0.160	0.638	4.623	0.101	5.362	0.203
	7	0.902	6.279	0.139	7.320	0.160	0.702	4.161	0.161	5.023	0.203
	8	0.265	5.783	0.159	6.207	0.160	3.459	4.161	0.101	7.720	0.152
	9	1.855	6.114	0.139	8.107	0.214	3.185	3.698	0.101	6.984	0.101
	10	2.628	6.774	0.179	9.581	0.053	0.754	3.467	0.322	4.544	0.101
	평균	1.593	6.361	0.177	8.131	0.155	1.786	4.623	0.121	6.530	0.172
B	1	3.801	6.774	0.159	10.735	0.053	2.296	5.085	0.101	7.482	0.456
	2	0.208	10.410	0.159	10.776	0.427	2.187	5.779	0.121	8.087	0.253
	3	0.722	7.105	0.198	8.026	0.107	0.364	7.166	0.101	7.630	0.203
	4	0.820	9.088	0.159	10.067	0.267	2.514	6.704	0.081	9.298	0.253
	5	0.397	11.401	0.159	11.957	0.320	0.818	5.779	0.161	6.758	0.304
	6	1.057	7.105	0.159	8.320	0.107	0.510	5.085	0.101	5.696	0.051
	7	0.647	9.583	0.119	10.349	0.320	0.431	4.854	0.101	5.386	0.304
	8	0.480	6.940	0.179	7.598	0.427	1.246	9.246	0.101	10.592	0.304
	9	1.732	11.070	0.218	13.021	0.267	0.713	5.317	0.181	6.211	0.203
	10	1.499	12.723	0.119	14.340	0.481	3.324	6.935	0.060	10.319	0.355
	평균	1.136	9.220	0.163	10.519	0.278	1.440	6.195	0.111	7.746	0.267

※ S; Surface, B; Bottom
 ※ Unit: μM

다. 저서·퇴적환경

바다목장 실시해역의 연질저질토의 이화학적 특성을 파악하기 위하여 시범해역내의 북제주군 한경면 고산리, 용수리의 북제주 주변 해역에서 2005년 2월~11월까지 10개의 조사정점을 정하고 계절별(2, 5, 8, 11월)로 시료를 채취하였다(표 1-1-4). 연질 저질토 시료는 Van Venn Grab Sampler를 사용하여 채취하였다. 채취한 시료는 500ml 폴리에틸렌 병에 넣어서 실험실로 운반한 후 냉동 보관하였다. 저질토 조사정점에 대한 위치의 설명은 그림 1-1-1과 같다.

(1) pH

연질저질토(top sediments)의 pH 값은 2005년 2, 5, 8, 11월의 경우 8.15을 중심으로 정점별로는 뚜렷한 변동 폭을 보이지 않으나 외해역(st. 2, 4, 7, 8)이 평균 8.2이상으로 약간 높은 값을 나타내었다. 계절별로는 11월이 약 8.22으로 8월의 평균 8.05 보다 약 0.17정도 차이를 나타내어 계절별 수온변화에 따라 약간의 차이를 보여주었다. 그러나 전체적인 pH값은 정점별, 계절별로 거의 비슷한 경향을 보이고 있다(표 1-1-4).

(2) COD

연질저질토에 대한 COD농도의 연평균치는 1.92 mg/g이고 8월에 2.04 mg/g을 나타내고 2, 5, 5, 11월은 평균 1.88 mg/g을 나타내어 여름이 봄, 가을, 겨울철 보다 다소 높은 값을 나타내었다. 정점별 COD농도 분포는 차이를 보이거나 silt와 clay함량이 다소 많은 지역(st. 1, 2, 5, 8, 10)에서 높은 값을 보이고 sand와 granule함량이 많은 정점 6, 7에서 낮은 값을 나타내었다(표 1-1-4).

(3) TOC

연질저질토에 대한 TOC 농도의 연평균값은 4.69 mg/g이고 8월이 가장 높은 값(평균 5.07 mg/g)을 보였고, 다음이 11월(평균 4.94 mg/g), 5월(평균 4.86 mg/g), 2월(평균 4.67 mg/g)이 가장 낮은 순으로 나타내었다. TOC 농도도 정점별로 변동폭이 심하며, 특히 silt와 clay함량이 다소 높은 외해역 정점(st. 2, 5, 8, 10)에서 높은 농도를 나타내고 있다. 이는 본 해역의 연질저질토 내 유기물 함량은 퇴적물의 세립질 유형이 조립질 유형보다 유기물 흡착율이 높음을 의미한다(표 1-1-4).

(4) TON

연질저질토에 대한 TON농도의 계절별 함량변화와 평균값은 5, 8월에 평균 1.76 mg/g으로 높은 값을 나타내고, 그 다음은 11월이 평균 1.68 mg/g이고, 2월에는 평균 1.54 mg/g으로 낮은 값을 보였다. 정점별 TON 농도 분포도 차이를 보이며, 특히 silt와 clay가 10% 이상 함유하는 정점(st. 1, 2, 10)에서 높은 값을 보이고 있다. 이는 본 해역의 퇴적물이 총유기물 및 유기탄소의 분포경향과 유사한 분포를 보이고 있다(표 1-1-4).

(5) IL(강열감량)

연질저질토에 대한 IL 농도는 5, 11월이 평균 6.4 mg/g으로 2, 8월의 평균 6.1 mg/g 보다 다소 높은 값을 나타내었다. 정점별 IL농도 분포도 큰 차이를 보이고, 특히 연질저질토 내 silt와 clay함량이 많은 외해역 정점(st. 2, 8, 10)에서 다소 높은 값을 보였다(표 1-1-4).

표 1-1-4. 2005년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 이화학적 성질 조사

조사 시기	정점	pH	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	TON (mg/g)	CaCO ₃ (mg/g)	강열감량 (%)	CHN(mg/g)			평균입도 (μ m)
								C	H	N	
2005. 2	1	7.82	2.11	4.19	1.77	595.6	5.8	78.64	2.72	1.43	289.2
	2	8.42	2.43	5.03	1.85	544.7	7.1	56.92	2.83	1.29	293.2
	3	Rcoky bottom									
	4	8.15	1.69	3.60	1.26	595.8	5.1	76.18	2.40	0.93	460.1
	5	8.02	2.17	4.94	1.53	559.6	6.2	70.74	1.70	1.29	329.9
	6	8.12	1.25	4.80	1.27	664.0	5.5	63.74	1.32	0.77	1094.3
	7	8.17	0.97	4.12	1.25	659.6	4.7	82.53	1.80	1.03	460.1
	8	8.20	2.02	4.87	1.39	588.7	7.5	54.08	2.41	1.57	510.5
	9	7.95	1.65	4.56	1.54	567.5	5.8	72.79	1.97	0.98	959.3
	10	8.06	2.54	5.89	1.96	463.2	7.5	58.18	2.62	1.50	273.6
2005. 5	1	7.92	2.07	5.22	2.14	589.4	6.4	80.65	3.06	1.51	279.4
	2	8.48	2.16	4.75	2.07	557.3	6.5	67.15	3.29	1.46	257.1
	3	Rcoky bottom									
	4	8.18	1.73	4.38	1.56	604.4	5.8	81.60	2.22	0.81	420.5
	5	8.04	2.25	5.07	1.96	572.7	6.0	74.28	1.35	1.48	200.3
	6	8.07	1.38	3.72	1.52	672.4	5.1	61.86	1.48	0.96	1117.3
	7	8.20	1.23	4.63	1.33	668.7	5.4	84.70	1.64	1.24	473.1
	8	8.36	1.98	5.31	1.56	604.6	7.8	56.17	2.46	1.56	489.7
	9	8.14	1.76	4.75	1.73	480.8	6.4	75.24	2.40	1.39	913.8
	10	8.01	2.35	5.94	2.12	430.3	8.2	60.97	2.81	1.78	275.5

표 1-1-4. 계속

조사 시기	정점	pH	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	TON (mg/g)	CaCO ₃ (mg/g)	강열감량 (%)	CHN(mg/g)			평균입도 (μ m)
								C	H	N	
2005. 8	1	7.53	2.15	5.28	2.04	568.1	6.3	75.49	2.09	1.57	297.3
	2	8.35	2.48	5.22	1.82	542.2	6.9	70.28	2.12	1.43	397.8
	3	Rcoky bottom									
	4	8.13	1.80	4.35	1.62	583.6	4.8	77.98	1.81	1.08	483.0
	5	8.07	2.32	5.26	1.84	536.8	6.4	75.17	2.08	1.65	371.2
	6	8.10	1.37	4.84	1.52	625.7	5.7	73.66	0.86	0.90	2249.9
	7	8.19	1.53	4.75	1.15	656.3	5.2	78.36	0.85	1.05	602.9
	8	8.24	2.14	5.51	1.86	551.8	6.8	59.31	1.93	1.73	426.4
	9	7.83	1.92	4.63	1.69	588.3	5.3	78.10	2.32	1.36	979.4
	10	8.05	2.62	5.83	2.17	574.0	7.9	64.05	2.87	1.84	153.9
2005. 11	1	7.87	2.29	5.21	1.86	549.4	6.6	76.71	1.57	1.64	314.3
	2	8.51	2.25	5.15	2.11	538.0	6.3	67.63	2.56	1.38	376.3
	3	Rocky bottom									
	4	8.22	1.64	4.02	1.29	629.7	5.7	80.16	2.03	1.12	414.7
	5	8.16	1.94	5.13	2.05	528.5	6.6	72.68	1.87	1.48	742.3
	6	8.18	1.28	4.27	1.33	619.8	5.3	70.45	1.41	1.15	2234.4
	7	8.32	1.37	4.16	1.28	658.3	5.6	81.22	0.96	1.18	566.5
	8	8.39	1.96	5.54	1.53	547.4	7.7	60.64	1.75	1.76	363.5
	9	8.22	1.65	4.96	1.51	490.6	4.8	82.91	2.18	1.44	840.9
	10	8.14	2.53	5.98	2.20	519.7	7.8	65.53	3.05	1.65	186.9

(6) CaCO₃

연질저질토 내 CaCO₃의 계절별 평균 함량은 2월은 582.1 mg/g, 8월 580.8 mg/g, 5월

은 595.6 mg/g, 11월은 564.6 mg/g으로 유사한 함량분포를 나타내었다. 연질저질토 내 CaCO₃ 함량도 정점별 변동폭이 관찰되며 패각편모래(shell sand)와 자갈(granule)함량이 높은 정점(st. 4, 6, 7)에서 평균 604.5 mg/g 이상의 높은 값을 나타내고 있다(표 1-1-4).

(7) TC

연질저질토에 대한 TC의 계절별 함량변화와 평균값은 8월은 72.49 mg/g, 5월은 71.4 mg/g, 2월은 68.2 mg/g순으로 나타내었다. 정점별 TC 농도는 연질저질토 내 패각편 모래 함량이 많은 정점(st. 4, 7)에서 높은 값을 보이고, silt와 clay 함량이 많은 정점(st. 2, 8, 10)에서 낮은 값을 보여 각 정점에서 총 탄소 함량은 파쇄된 패각에서 유래하는 탄산칼슘(CaCO₃)의 영향이 큰 것으로 사료된다(표 1-1-4).

(8) TN

연질저질토에 대한 TN의 평균 농도는 8월은 1.40 mg/g, 11월 1.4 mg/g, 5월 1.35 mg/g, 2월은 1.20 mg/g 순으로 나타내었다. 정점별 TN의 농도분포는 연질저질토 내 silt와 clay 함량이 다소 많은 정점(st. 1, 8, 10)에서 높은 값을 보여 총 유기탄소 분포양상과 비슷한 경향을 나타내었다(표 1-1-4).

(9) 평균입도

본 조사지역 연질저질토의 입도분포는 표 1-1-5와 같다. 연질저질토의 계절별 퇴적물의 유형과 평균입도는 2월에 정점 1, 2, 3, 7, 8은 소량자갈함유 모래((g)S)와 자갈함유 모래(gS), 정점 5는 소량자갈함유니질 모래((g)mS), 정점 6, 9, 10은 모래함유 자갈(sG)와 니질모래함유 자갈(msG)로 구성되어 있다. (g)S와 gS의 평균조성은 자갈(granule) 5.0%, 모래(sand) 90.9%, 니토(mud) 4.1%이고 평균입도는 404.6 μm 로 중립질 모래에 해당하며 분급도는 1.40 \emptyset 로 다소 불량한 편이다. (g)mS의 평균조성은 자갈 1.4%, 모래 82.9%, 니토 15.7%이며 평균입도는 329.9 μm 로 중립사에 해당하며 분급도는 2.22 \emptyset 로 매우 불량한 편이다. sG와 msG의 평균조성은 자갈 50.1%, 모래 39.9%, 니토 10.4%이며 평균입도는 375.7 μm 로 조립질 모래에 해당하며 분급도는 2.52 \emptyset 로 매우 불량하다.

5월에는 정점 2, 4, 7은 (g)S와 gS, 정점 1, 5, 8은 (g)mS와 gmS, 정점 6, 9, 10은 sG와 msG로 구성되어 있다. (g)S와 gS의 각 입도별 평균조성은 자갈 4.4%, 모래 92.4%, 니토 3.2%이고, 평균입도는 383.6 μm 로 중립사에 해당하며 분급도는 1.39 \emptyset 로 다소 불량한 편이다. (g)mS와 gmS의 평균조성은 자갈 9.3%, 모래 77.8%, 니토 13.0%이고 평균입도는 323.1 μm 로 중립질 모래이고 분급도는 2.17 \emptyset 로 불량한 편이다. sG와 msG의 평균조성은 자갈 42.5%, 모래 46.3%, 니토 11.2%이며 평균입도는 768.8 μm 로 조립질 모래에 해당하며 분급도는 2.39 \emptyset 로 매우 불량한 편이다.

8월에는 정점 4, 7, 8은 (g)S와 gS, 정점 1, 2, 5는 (g)mS와 gmS, 정점 6, 9, 10은 sG와 msG로 구성되어 있다. (g)S와 gS의 평균조성은 자갈 9.2%, 모래 87.9%, 니토 2.9%이며 평균입도는 $504.1\mu\text{m}$ 조립질 모래로 구성되어 있으며 분급도는 0.97 ϕ 로 양호한 편이다. (g)mS와 gmS의 평균조성은 자갈 11.9%, 모래 74.7%, 니토 22.3%이며 평균입도는 $355.4\mu\text{m}$ 로 중립질 모래이며, 분급도는 2.47 ϕ 로 불량하다. sG와 msG의 각 입도별 평균조성은 자갈 36.5%, 모래 55.5%, 니토 7.9%이며 평균입도는 $1127.7\mu\text{m}$ 세립질 자갈에 해당하며 분급도는 2.19 ϕ 로 역시 불량 하였다. 11월에는 정점 4, 7은 (g)S와 gS, 정점 1, 2, 8, 10은 (g)mS와 gmS, 정점 5, 6, 9는 sG와 msG로 구성되어 있다. (g)S와 gS의 평균조성은 자갈 19.1%, 니토 7.1%이며, 평균입도는 $490.6\mu\text{m}$ 로 중립질 모래로 구성되어 있으며 분급도는 1.18 ϕ 로 다소 불량한 편이다. (g)mS와 gmS의 평균조성은 자갈 20.5%, 모래 63.3%, 니토 16.25%이며, 평균입도는 $310.3\mu\text{m}$ 로 이 역시 중립질 모래에 해당하며 분급도는 2.69 ϕ 로 매우 불량한 편이다. sG와 msG의 입도별 평균조성은 자갈 50.4%, 모래 42.3%, 니토 7.35%이며, 평균입도는 $122.5\mu\text{m}$ 로 세립질 자갈에 해당하며 분급도는 1.75 ϕ 로 다소 불량한 편이다.

표 1-1-5. 2005년 북제주 바다목장 해역의 연질저질토의 입도 분포

정 점	입도	입자	2005. 2				2005. 5			
			%	유형	평균 (μm)	분급도 (\emptyset)	%	유형	평균 (μm)	분급도 (\emptyset)
1	above35	Granule	5.3				5.6			
	35-60	Coarse Sand	15.0				16.4			
	60-120	Medium Sand	33.6	gS	289.2	2.23	31.5	gmS	279.4	2.52
	120-230	Fine Sand	37.8				36.3			
	belowe230	Silt,Clay	8.3				10.2			
2	above35	Granule	5.4				5.2			
	35-60	Coarse Sand	13.8				17.3			
	60-120	Medium Sand	34.7	gS	293.2	1.91	28.6	gS	257.1	2.63
	120-230	Fine Sand	38.3				39.2			
	belowe230	Silt,Clay	7.8				9.7			
3	Rocky bottom									
4	above35	Granule	1.6				3.4			
	35-60	Coarse Sand	43.3				46.5			
	60-120	Medium Sand	43.7	(g)S	460.1	0.78	41.3	(g)S	420.5	0.97
	120-230	Fine Sand	11.4				8.9			
	belowe230	Silt,Clay	0				0			
5	above35	Granule	1.4				3.7			
	35-60	Coarse Sand	34.5				32.8			
	60-120	Medium Sand	38.3	(g)mS	329.9	2.22	29.9	(g)mS	200.3	2.57
	120-230	Fine Sand	10.1				15.2			
	belowe230	Silt,Clay	15.7				18.6			
6	above35	Granule	54.3				40.9			
	35-60	Coarse Sand	7.1				7.5			
	60-120	Medium Sand	21.2	sG	1094.3	1.46	35.3	sG	1117.3	1.25
	120-230	Fine Sand	17.4				16.4			
	belowe230	Silt,Clay	0				0			
7	above35	Granule	2.3				4.6			
	35-60	Coarse Sand	40.5				41.7			
	60-120	Medium Sand	47.8	(g)S	469.8	0.69	43.2	(g)S	473.1	0.59
	120-230	Fine Sand	9.4				10.6			
	belowe230	Silt,Clay	0				0			
8	above35	Granule	10.4				18.5			
	35-60	Coarse Sand	32.1				30.4			
	60-120	Medium Sand	37.5	gS	510.5	1.40	25.2	gmS	489.7	1.42
	120-230	Fine Sand	16.0				15.7			
	belowe230	Silt,Clay	4.0				10.2			
9	above35	Granule	59.2				51.8			
	35-60	Coarse Sand	9.1				11.4			
	60-120	Medium Sand	11.8	msG	959.3	2.69	13.6	mSG	913.8	2.48
	120-230	Fine Sand	7.3				9.7			
	belowe230	Silt,Clay	12.6				13.4			
10	above35	Granule	36.3				34.9			
	35-60	Coarse Sand	8.2				7.5			
	60-120	Medium Sand	20.9	msG	273.6	3.41	21.6	msG	275.5	3.45
	120-230	Fine Sand	16.1				15.8			
	belowe230	Silt,Clay	18.5				20.2			

주; (g)mS : slightly gravelly muddy sand, gmS : gravelly muddy sand, gS : gravelly sand, (g)S : slightly gravelly sand, sG : sandy gravel, msG : muddy sandy gravel

표 1-1-5. 계속

정 점	입도	입자	2005. 8				2005. 11			
			%	유형	평균 (μm)	분급도 (Φ)	%	유형	평균 (μm)	분급도 (Φ)
1	above35	Granule	18.6	gmS	297.3	2.51	21.9	gmS	314.3	1.99
	35-60	Coarse Sand	13.4				11.7			
	60-120	Medium Sand	28.1				32.2			
	120-230	Fine Sand	29.6				20.6			
	belowe230	Silt,Clay	10.3				13.5			
2	above35	Granule	12.5	gmS	397.8	2.44	13.7	gmS	376.3	2.53
	35-60	Coarse Sand	22.3				24.5			
	60-120	Medium Sand	28.7				28.6			
	120-230	Fine Sand	22.8				20.4			
	belowe230	Silt,Clay	13.6				12.9			
3	Rocky bottom									
4	above35	Granule	6.5	gS	483.0	0.63	25.3	gS	414.7	1.16
	35-60	Coarse Sand	39.1				40.7			
	60-120	Medium Sand	42.8				21.7			
	120-230	Fine Sand	11.4				8.9			
	belowe230	Silt,Clay	0				0			
5	above35	Granule	4.7	(g)mS	371.2	2.47	39.0	msG	200.3	2.74
	35-60	Coarse Sand	36.1				16.2			
	60-120	Medium Sand	29.5				18.1			
	120-230	Fine Sand	10.1				15.2			
	belowe230	Silt,Clay	15.7				18.6			
6	above35	Granule	31.7	sG	2249.9	0.78	66.7	sG	2234.4	0.53
	35-60	Coarse Sand	10.5				29.3			
	60-120	Medium Sand	36.2				2.3			
	120-230	Fine Sand	21.6				1.7			
	belowe230	Silt,Clay	0				0			
7	above35	Granule	13.2	gS	602.9	114	12.8	gS	566.5	1.19
	35-60	Coarse Sand	32.9				31.6			
	60-120	Medium Sand	42.1				38.0			
	120-230	Fine Sand	7.4				8.2			
	belowe230	Silt,Clay	4.5				9.4			
8	above35	Granule	8.0	gS	426.4	1.15	20.9	gmS	363.5	2.44
	35-60	Coarse Sand	30.8				27.6			
	60-120	Medium Sand	39.1				16.8			
	120-230	Fine Sand	17.8				15.1			
	belowe230	Silt,Clay	4.3				19.6			
9	above35	Granule	43.7	msG	979.4	1.85	45.5	mSG	840.9	1.97
	35-60	Coarse Sand	29.6				27.4			
	60-120	Medium Sand	15.3				13.7			
	120-230	Fine Sand	5.3				4.6			
	belowe230	Silt,Clay	6.0				8.8			
10	above35	Granule	34.2	msG	153.9	3.94	25.6	gmS	186.9	3.82
	35-60	Coarse Sand	8.1				12.7			
	60-120	Medium Sand	20.1				20.8			
	120-230	Fine Sand	19.9				22.3			
	belowe230	Silt,Clay	17.6				18.6			

주; (g)mS : slightly gravelly muddy sand, gmS : gravelly muddy sand, gS : gravelly sand, sG : sandy gravel, msG : muddy sandy grave, msG : muddy sandy gravel.

제 2 절 생태계 특성

1. 서론

북제주바다목장 주변해역의 해양 동식물상 기초 자료를 파악하기 위해 해양미생물, 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 저서동물, 해조류, 난자치어 및 성어를 조사하였다. 본 연구의 목적은 각 항목의 현존량, 생물량, 군집 동태와 종조성, 우점종 분포를 조사하여 바다목장 주변해역의 동·식물상 생태 특성을 파악하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 미생물

본 연구는 북제주바다목장 해역의 10개 정점을 대상으로 표층과 저층의 해수시료를 2005년 2월, 5월, 8월, 11월 총 4회에 걸쳐 채수를 하여 종속영양세균, 대장균군 및 *Vibrio* 속의 세균 개체수를 측정하였다(그림 1-2-1).

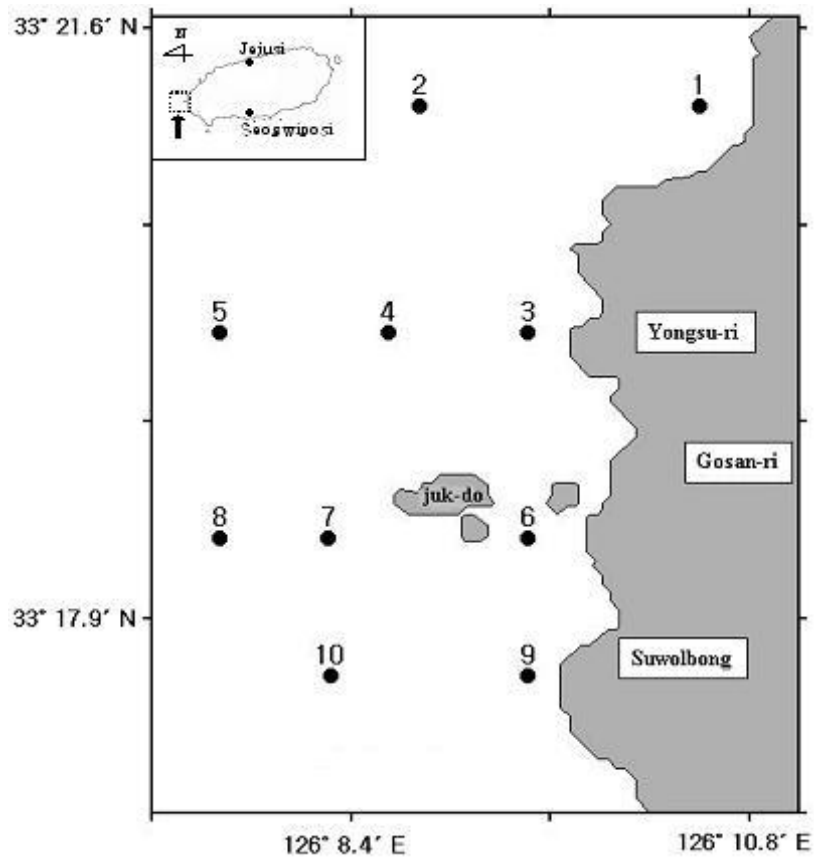


그림 1-2-1. 2005년 북제주 바다목장 해역의 식물 및 동물플랑크톤 조사정점.

(1) 시료채취

해수 시료의 채취에는 Niskin water sampler를 이용하였으며, 표층수 시료는 표층 수심 1 m 사이에서, 저층수 시료는 저층 1 m 상층에서 채수하였다. 각각 채수된 시료는 멸균된 1ℓ 채수병에 담아 4℃를 유지하면서 실험실로 운반하여 즉시 미생물 분석실험을 실시하였다.

(2) 종속영양세균, 대장균군세균, 비브리오세균의 분리 및 균체수 측정

각 정점의 표층수 및 저층수에 분포하는 종속영양세균, 대장균군세균, 비브리오균의 생균수를 측정하기 위해 준비된 모든 선택배지와 희석용액은 고압멸균기에서 121℃, 15분간 멸균하여 사용하였다. 채수된 해수시료는 김과 이(1998)의 방법에 따라 제조한 희석용액(해수무기염용액)으로 단계별 희석한 후 종속영양세균은 Marine Agar(MA ; Difco)배지에, 대장균군과 세균은 Chromocult agar(Merck)배지에, 비브리오균은 Thiosulfate citrate bile salt sucrose agar(TCBS ; Difco)배지에 각각 0.1 ml씩 분주·도말하고, 종속영양세균은 20±2℃에서 3~5일간 배양하고, 대장균군은 37℃에서 1-1-3일간, 비브리오균은 25±2℃에서 1~3일간 배양한 후 배지상에 출현한 집락수(colony forming unit; cfu)를 평판계수법(Cappuccino and Sherman, 1987)에 따라 계수하였다.

(3) 각 정점의 우점종 조사

각 정점의 표층수와 저층수로부터 분리된 우점종에 대해 Genomic DNA를 제조사의 매뉴얼에 따라 추출하였고(Bioneer., korea) 정량하여 16S rRNA gene을 증폭하는데 사용하였다. 증폭된 16S rRNA gene은 TA-cloning법(Invetrogen., USA)을 사용하여 cloning하였고 분리 및 정제과정을 거친 후 바이오닉스사에 의뢰하여 염기서열을 결정하였다.

각 우점종의 동정은 미국 NCBI genebank상에 종 동정이 확인된 database와 비교하여 동정하였다.

나. 식물플랑크톤

(1) 조사범위

북제주바다목장 해역의 조사정점은 신창면 앞 해역부터 차귀도, 그리고 수월봉 부근해역까지 총 10개의 정점을 정하였다(그림 1-2-1). 모든 정점의 표층(수면 1 m 아래)과 저층(바닥 2 m 위)에서 조사가 수행되었다. 북제주바다목장 해역의 해양환경과 생태분야 중 물리환경과 식물플랑크톤은 2005년 2월부터 11월까지 10개 정점에서 매월 조사를 실시하였다. 식물플랑크톤 채집은 10개 정점에서 이루어졌으며, 현존량과 엽록소량의 월별 변화 추이는 2005년 2월부터 11월까지 매월 조사하였고, 출현종의 종조성과 군집구조의 동태 특성은 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계), 11월(추계)에 계절별 분석을 실시하였다.

(2) 조사 및 분석 방법

식물플랑크톤 정량 및 정성분석을 위한 시료는 선정된 정점의 표층과 저층에서 Niskin 채수기로 1 리터를 채수하여 선상에서 Lugol용액으로 고정하였다. 정량분석은 침전법에 의해 농축된 시료를 균일하게 섞은 후 1ml를 Sedgwick - Rafter 계수판에 넣고 전체 세포수를 단위체적당 세포수(cells/L)로 환산하여 표시하였다. 또 기초생산력을 평가하기 위해 식물플랑크톤의 엽록소량(chlorophyll a)을 아세톤 추출법에 의해 흡광광도계(Shimadzu 1201)로 측정하여 단위체적당 엽록소량($\mu\text{gChl-a/L}$)으로 표시하였다. 한편 정성분석은 농축된 시료 중 소량을 취하여 고배율($\times 400$)하에서 종의 동정·분류를 실시하였다. 식물플랑크톤의 계수와 동정은 규조류, 와편모조류, 식물편모조류를 대상으로 분석하였다.

다. 동물플랑크톤

2005년 3월(동계), 6월(춘계), 9월(하계) 및 11월(추계)에 북제주바다목장 해역의 10개 정점에서 시료를 채집하였다(그림 1-2-1). 동물플랑크톤 채집시기가 식물플랑크톤과 다른 것은 2월 동계 조사시 현지 해상 악화로 동물플랑크톤 채집은 3월로 연기되었으며, 계절적 간격을 맞추기 위하여 3월, 6월, 9월에 실시하게 되었다. 시료 채집은 망목 크기 100 μm (동계) 및 220 μm (춘계, 하계, 추계), 구경 30 cm의 Kitahara형 Net의 입구에 여수계(Hydro-Bios Kiel)를 장착한 후 사용하였으며, 가능한 저층에서 표층까지 균등하게 예망하였다. 채집된 시료는 현장에서 500 ml 폴리에틸렌 병에 넣고 최종농도가 5%가 되도록 중성 포르말린으로 고정하였다. 채집된 시료의 정량 분석을 위하여 전체 시료의 일정량(1/50)을 취한 뒤 해부현미경(Olympus SZ40)을 이용하여 각 동물군 별로 계수하였다. 계수는 3회 반복하였으며 그 결과는 단위체적당 개체수(indv./m³)로 환산하였다. 여수량은 여수계의 회전수로부터 환산하여 산출하였다. 정성분석을 위하여 각 동물군의 종 또는 속 단계까지 동정하였다. 종의 동정 과정에서 보다 세밀한 관찰이 필요한 경우에는 동정에 필요로 하는 부속지를 해부하여 광학현미경(Nikon E200)을 이용하여 관찰하였다. 요각류는 가능한 종 단계까지 동정하였으며 종 수준까지 동정이 어려운 다른 여러 동물플랑크톤은 속 또는 보다 광범위한 분류군으로 분류하였다.

라. 저서동물

(1) 조사범위 및 시기

제주바다목장화를 위한 기반연구의 일환으로 2005년 2월, 5월, 8월, 11월에 고산주변의 조간대 및 조하대해역의 4개 조사지선(총 24개 정점)을 선정하였는데, 이는 2004년 조사된 자료와 비교하여 볼 때 충분히 그곳을 대표하였기에 이를 바탕으로 조사해역에 서식하는 저서동물의 생태 특성을 조사하였다(그림 1-2-2).



그림 1-2-2. 저서동물 조사지역.

(2) 조사방법

각 조사지역은 기본적으로 경성저질로 이루어진 지역이며, 부분적으로 연성저질이 분포하고 있었다. 향후 생태계 모니터링을 위하여 방형구법에 의한 정량 채집을 실시하였으며, 정성채집의 방법으로 수중촬영을 실시하였다. 조사에는 50 × 50 cm의 방형구를 사용하여 각 정점별로 출현종을 정량적으로 조사하였고, 조사해역에 대한 보다 면밀한 조사를 위해 각 조사정점의 반경 25 m 주위에 대해 정성조사를 병행하였다. 조사지선(Transect line)의 설정은 조간대 경우 상·중·하로 구분하였으며, 조하대의 경우 5 m의 수심부터 15 m 수심까지 정점 1, 정점 2, 정점 3으로 나누어 조사를 실시하였다. 따라서 총 4개 조사지선, 24개 정점을 대상으로 조사가 실시되었다. 현존량은 수중에서 사진촬영 및 계수를 하여 측정하였다. 각 정점 별 암반지대 부착생물 및 조하대 생물을 채집할 경우 그곳에 서식하는 저서동물의 개체군을 파괴할 우려가 있고 연속조사의 특성상 생물량에 변동이 있을 것이라 판단하여 동정을 위한 생물만을 채집하였다. 따라서 생물의 현존량은 개체수를 이용한 서식밀도로 표시하였다.

(3) 저서동물군집 분석

정점별 서식생물의 군집구조를 이해하기 위하여 다음과 같은 공식들을 사용하였다.

- ① 종다양성지수 (Shannon-Weaver, 1963) - Diversity index

$$H' = \sum_{i=0}^S P_i * \ln P_i$$

S : 출현 종 수

P_i : 총 출현 개체수 (N)에 대한 i 번째 종 개체수 (n_i)의 비율 (n_i/N)

② 종 풍부도 지수 (Margalef, 1958) - Richness index

$$D = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

③ 우점도 지수 (Hurbert, 1963) - Dominance index

$$D_o = \frac{100(n_1 + n_2)}{N}$$

n_1 : 개체가 가장 많이 출현한 종의 개체수

n_2 : 두 번째로 많은 개체가 출현한 종의 개체수

N : 전체 개체수

마. 해조류

(1) 조사지역 및 조사방법

본 조사는 2005년 6월 3일부터 동년 11월까지 3회에 걸쳐 시행되었으며, 제주도 북부지역인 용수항 포구에 인접한 차귀도 조하대를 중심으로 정점 1(N 33°18.35', E 126°08.55'), 정점 2(N 33°17.40', E 126°09.65'), 정점 3(N 33°18.00', E 126°09.55'), 정점 4(N 33°18.44', E 126°09.64'), 정점 5(N 33°19.01', E 126°10.00'), 정점 6(N 33°18.64', E 126°09.08'), 정점 7(N 33°18.59', E 126°09.27'), 정점 8(N 33°18.29', E 126°09.10'), 정점 9(N 33°09.10', E 126°09.68'), 정점 10(N 33°19.92', E 126°09.52') 선택하여 수행되었으며, 이는 1차 년도에 시행된 정점에서 동일하게 진행 하였다(그림 1-2-3). 지형적으로는 직접 외해에 접해 있으므로 비교적 투명도가 높으며, 파도의 영향을 받고 있지만 군데군데의 암반의 돌출로 부분적인 파도의 보호를 받는다. 수심은 대략 5-30 m정도이며, 암반과 약간의 사니질로 분포되어 있으며, 유속은 비교적 빠른 편이다.

(2) 해조상 균집규명

채집은 각 정점 별로 수심의 높이를 두어 4개의 지점을 무작위로 선택한 후, 방형구(1 × 1 m)를 이용하여 조사하였으며, 조하대 5 m에서 하부 20 m 까지 transect line을 따라 방형구를 설치하여 조사 하였다. 또한 해조류의 현존량 측정은 각각의 조사 정점에서 4개씩 방형구를 설치하여 시료채취 후, 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 담수로 세척 후 약 1주일 건조 후 전자저울을 이용하여 건량을 측정하였으며, 이를 단위면적당(m²)중량으로 환산 하였다. 또한 채집과 사진촬영을 병행하여 해조류의 외형 특징과 서식환경을

기록하였다. 시료의 동정은 현장에서 고정액(포르말린 5%)을 첨가하여 액침 고정하였고, 빛이 차단된 용기 내에 보관하여 실험실로 운반 후, 건조표본을 제작 후 동정하였다.

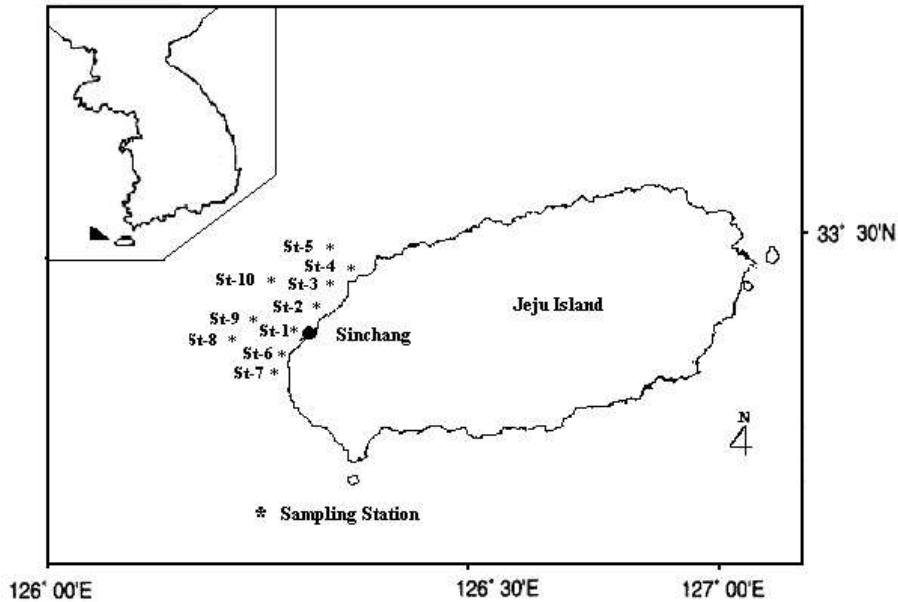


그림 1-2-3. 해조류 조사해역 및 정점.

(3) 해조상군집분석

수직분포 및 정점간의 분포분석은 Jaccard 지수를 사용한 방형구간의 유사도를 기초로 하여 UPGMA(unweighted pair-group average method)에 의하여 dendrogram을 작성하였다(Sneath and Sokal, 1973). 군집의 특성은 Shannon의 종 다양도 지수(H')와 이를 이용한 균등도 지수(J')를 적용, 비교하였다.

바. 난·치치어 및 성어

어류 난·치치어 조사를 위해 2005년 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계) 그리고 11월(추계)에 각각 1회씩 북제주 바다목장 해역 내 총 8개의 정점(St.1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10)에서 난·치치어의 채집을 실시하였고, 또한 성어의 어류상 조사는 2005년 2월에 E정점, 5월과 8월에 A, B, C, D, E정점, 11월에 A, C, D 등 5개 정점에서 각각 1회씩 잠수조사를 실시하여 연구해역 주변의 어류상을 조사하였다(그림 1-2-4). 이와 더불어 조사해역 근해에서 이루어지는 현지 어민의 자망어업 어획일지 자료 중 2005년 4월부터 7월까지의 자료를 이용하여 자망에 의한 어류상도 함께 조사하였다.

난·치치어의 채집에 있어서는 원추형 자치어네트(망구 45 cm, 망목 333 μ m)를 이용하

여 표층과 10 m 수층을 각각 1~2 knot의 속도로 수평 예인하여 실시하였다. 채집된 시료는 선상에서 즉시 5% 해수포르말린으로 고정시킨 후 실험실에서 난·자치어만을 따로 분리·계수하여 동정하였다. 자치어의 분류 및 동정에는 冲山(1988), 해양연구소(1986)를 참고하였다. 또한 채집 시 네트 입구에 유량계(flowmeter)를 부착하여 유량계의 회전수에 의해 여과수량을 계산하고 난·자치어를 해수 1,000 m³당 개체수로 환산하여 표시하였다.

조사해역 연안정점에서 잠수관찰에 의한 조사는 각 정점 당 약 30분~1시간 정도 잠수를 실시하여 육안으로 어류를 관찰 및 메모하였다. 관찰을 행할 시 육안으로 동정이 불분명한 어종은 수중 디지털카메라(OLYMPUS-5050)를 이용한 수중촬영 및 특징을 메모한 후에 실험실에서 정(1977), 益田 等(1984)을 이용하여 동정을 실시하였다. 또한 이번 연구에서는 현지 어민의 자망어업 어획일지 자료를 이용하여 북제주바다목장 해역 내에서 어획되는 어류들의 종조성 및 어종별 생체량(weight, g)을 파악한 후 시기별 우점종을 조사하였다.

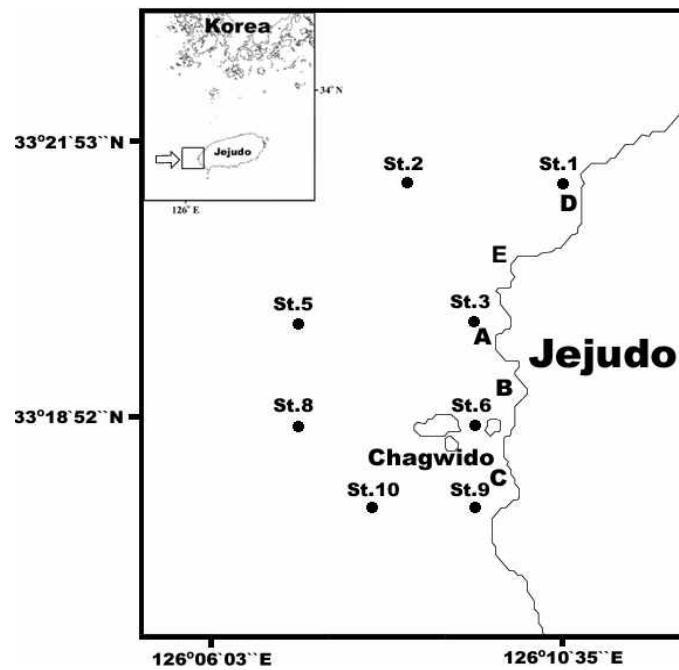


그림 1-2-4. 북제주 바다목장 해역 내 난·자치어 채집정점 및 잠수관찰 정점 지도.
(A~E정점 : 스쿠버 관찰 정점)

3. 결과 및 토의

가. 미생물

(1) 종속영양세균(Heterotrophic bacteria)의 개체수

2005년 2, 5, 8, 11월에 북제주도 바다목장 해역 10개 정점의 표층수와 저층수에서 각각 분리한 종속영양세균의 개체수는 그림 1-2-5에 나타내었다.

2005년 2월 북제주 바다목장 해역 표층수의 개체수는 $3.3 \times 10^1 \sim 6 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $2.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^2$ cfu/ml의 분포를 보였다. 5월 북제주 바다목장 해역 표층수 개체수는 $1.1 \times 10^2 \sim 6.8 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $7.8 \times 10^1 \sim 3.2 \times 10^2$ cfu/ml였다. 8월 북제주 바다목장 해역 표층수 개체수는 $1.52 \times 10^2 \sim 8.1 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $8.0 \times 10^1 \sim 1.29 \times 10^3$ cfu/ml이었고, 11월 북제주 바다목장 해역 표층수의 개체수는 $3.9 \times 10^1 \sim 5.4 \times 10^2$ cfu/ml, 저층수의 개체수는 $2.1 \times 10^1 \sim 1.2 \times 10^2$ cfu/ml의 분포를 보였다. 이렇게 월별로 세균수의 변화가 다르게 나오는 결과는 전반적으로 수온의 상승과 하강에 의한 것으로 사료된다. 방 등(2002)의 대청호의 종속영양세균 변화 그리고, 김 등(2000)에 강진만 생태계에서 계절적 변화에 따른 종속영양 세균수 변화에서도 수온과 상관성을 보인다고 보고한 결과와 일치하는 특성을 보였다.

한편 8월 저층수의 총 세균수가 표층수의 총 세균수보다 많은 양상을 나타내었다. 일반적으로 Simidu *et al.*(1993)은 수계에서 아래로 내려갈수록 세균수가 점차 감소한다고 하였다. 그러나 이러한 사실은 매우 일반적인 사항으로 본 해역은 난류의 영향을 받고 있으며, 수중 지형 형태가 차귀도와 부속 섬들로 인해 복잡하여 조류의 소통이 완만한 곳과 비교적 빠른 유속을 나타내는 곳이 혼재한 지역으로 정점 1, 2, 3, 4, 5의 경우 만조와 간조의 조류 흐름에 유동적이나 비교적 빠른 유속을 받아 이러한 결과가 나타난 것으로 사료되며 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

하 등(1978)은 종속영양세균의 세균수에 의한 수서환경의 영양화 정도를 비교함에 있어서 개체수가 10^2 cfu/ml 이하이면 빈영양역, $10^3 \sim 10^4$ cfu/ml이면 부영양역, $10^4 \sim 10^5$ cfu/ml 이면 과영양역 그리고 10^5 cfu/ml 이상이면 폐수역으로 구분하여 보고한바가 있다. 북제주 바다목장 해역은 2005년 2월 표층수와 저층수에서 각각 $3.3 \times 10^1 \sim 6 \times 10^2$ cfu/ml, $2.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^2$ cfu/ml이었고, 5월 표층수와 저층수에서 각각 $1.1 \times 10^2 \sim 6.8 \times 10^2$ cfu/ml, $7.8 \times 10^1 \sim 3.2 \times 10^2$ cfu/ml이었고, 8월 표층수와 저층수에서 각각 $1.52 \times 10^2 \sim 8.1 \times 10^2$ cfu/ml, $8.0 \times 10^1 \sim 1.29 \times 10^3$ cfu/ml이었고, 11월 표층수와 저층수에서 각각 $3.9 \times 10^1 \sim 5.4 \times 10^2$ cfu/ml, $2.1 \times 10^1 \sim 1.2 \times 10^2$ cfu/ml의 세균수가 측정되었다. 이러한 결과로 볼 때, 계절적 요인이나 정점별로 일부분 빈영양역에 포함되나 대부분 빈영양역과 부영양역 중간에 속하는 양상을 보였다.

각 정점별 종속영양세균의 우점세균과 기타 균집의 종 구성을 16S rRNA 염기서열 분석하여 종동정을 실시한 결과 계절적 요인이 있으나 전체적으로 본 해역의 우점종은 *Vibrio* spp.이었다. *Vibrio*속은 해양 우점세균으로서 통속적으로 사람이나 어류의 병원체로 알려져 있으나 일부 종에 국한되며 본 속에 포함된 종은 44종 이상으로 보고되었다. 이외의 우점세균으로는 *Pseudoalteromonas* spp., *Paracoccus* sp., *Staphylococcus* sp.,

Halomonas spp., *Shewanella* spp., *Bacillus* spp., *Alteromonas* spp., *Psychrobacter* spp. 등이 조사 되었다.

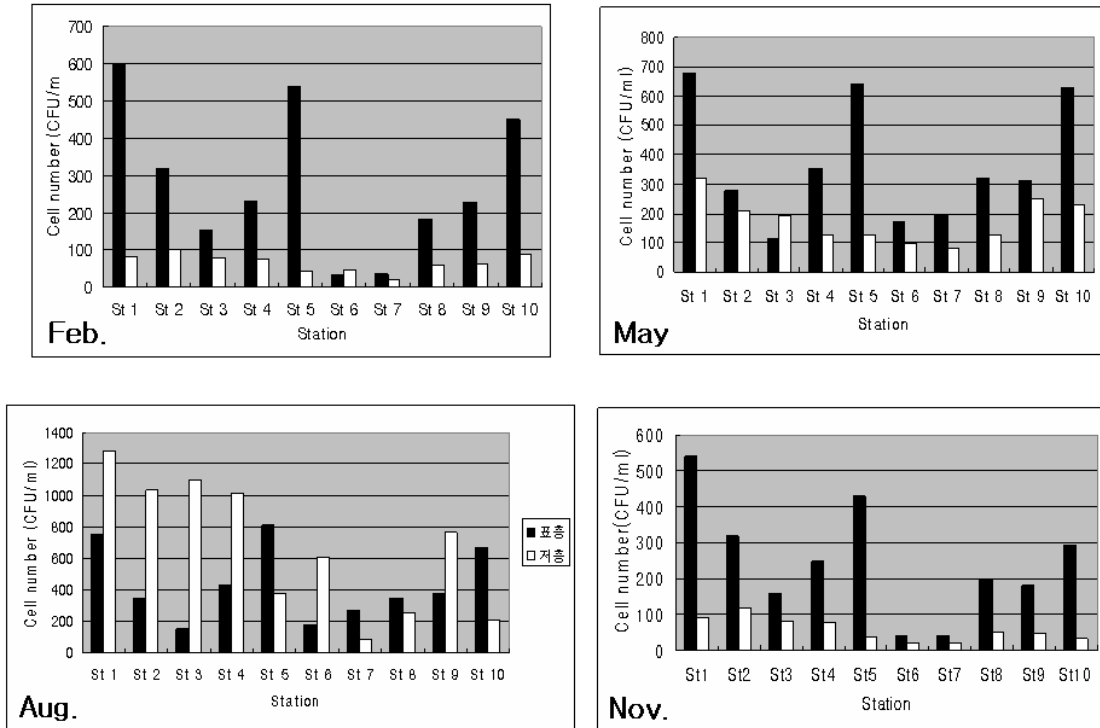


그림 1-2-5. 2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주바다목장 해역의 종속영양세균수.

(2) 총대장균군(Total coliforms)의 개체수 측정

전통적으로 대장균군은 *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* 속이 속한 것으로 알려졌으나, 현대적 분류법에 의한 정의에 따르면 더욱 다른 이종의 그룹으로 구성되어 있는 것으로 알려지고 있다. 이들 중에는 분변과 일반 환경에서 모두 발견되는 *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae* 등이나, 분변에서는 거의 없고, 양질의 먹는 물에서 증식할 수 있는 *Serratia fronticola*, *Rahnella agnatilis*, *Buttiauxella agrestise* 등과 오염되지 않은 물이나 토양에서도 발견되는 *Serratia*와 *Yersinia* 중 몇몇 유당 발효 종들이 있다. 또한 대장균군 범주에 속하나 유당발효를 하지 않는 종류도 있어 이러한 세균에 β -galactosidase를 적용하면 대장균군으로 나타난다. 따라서 대장균군의 정의에 부합되는 비분변성 세균과, 유당발효를 하지 않는 대장균군들의 존재는 분변오염의 지표로서 대장균군을 적용하는데 제한적 요소가 된다. 그럼에도, 가장 많은 수가 검출되므로 가장 큰 폭의 안전도를 제공하여 먹는물 및 처리수에서 중요한 지표세균으로 사용되고 있다. 수처리 공정을 거친 공급수에서는 검출되어서는 안되며, 만약 발견되었다면 처리후의 오염,

부적절한 수처리, 초과영양소 등을 말해준다. 비록 대장균군이 항상 분변오염이나 먹는물의 병원체와 직접적 관련이 있는 것은 아니나, 국내에서는 먹는물 수질기준, 수질환경기준 및 분뇨·축산폐수공공처리시설의 방류수 기준에 대장균군을 사용하고 있다. 그리고, 모든 수질의 판정에 동일한 오염지표 세균을 적용할 수는 없지만 현재 가장 널리 사용되고 있는 오염지표세균은 total coliforms(TC; 총대장균군)이다. 총대장균군은 *Esherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* 종들이 속하며, *Esherichia*와 *Klebsiella* 종은 분변성 기원인 분변성 대장균에 속한다(이, 2002).

2005년 북제주 바다목장 해역의 10개 정점(정점 1~10)의 표층수와 저층수에서 총대장균군의 개체수를 그림 1-2-6에 나타내었다. 2월 표층수의 경우 정점 2, 4, 5, 6, 8, 9를 제외한 1, 3, 7, 10 정점에서만 총 대장균군이 검출되었으나 전반적으로 그 수는 적었다. 정점 7, 10에서는 1.0×10^1 cfu/ml가 검출이 되었고, 정점 1, 3에서는 0.3×10^1 cfu/ml가 검출되었다. 저층수의 경우 정점 10에서만 2.0×10^1 cfu/ml로 검출되었다.

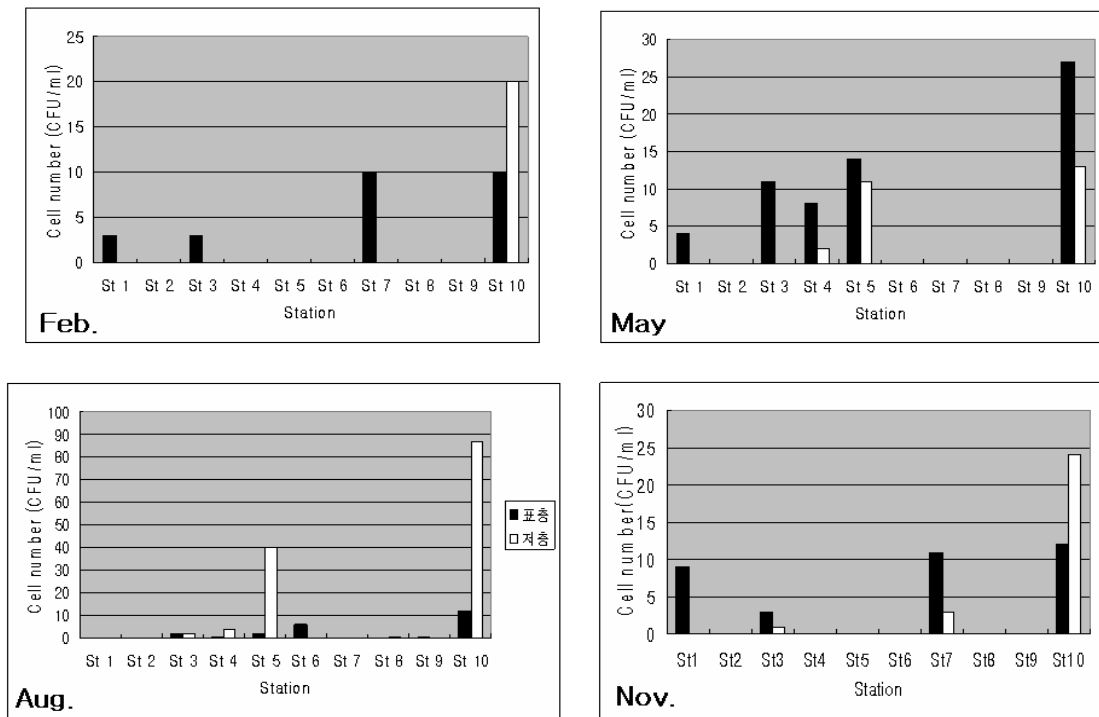


그림 1-2-6. 2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주 바다목장 해역의 총대장균군 개체수.

5월 표층수의 경우 각각 정점 1은 0.4×10^1 cfu/ml, 정점 3은 1.1×10^1 cfu/ml, 정점 4는 0.8×10^1 cfu/ml, 정점 5는 1.4×10^1 cfu/ml, 정점 10은 2.7×10^1 cfu/ml의 총 대장균이 검출되었다. 저층수의 경우 각각 정점 4는 0.2×10^1 cfu/ml, 정점 5는 1.1×10^1 cfu/ml, 정점 10은 1.3×10^1 cfu/ml의 총 대장균군이 검출되었다.

8월 표층수의 경우 각각 정점 3은 0.2×10^1 cfu/ml, 정점 4는 0.1×10^1 cfu/ml, 정점 5는 0.2×10^1 cfu/ml, 정점 6은 0.6×10^1 cfu/ml, 정점 9는 0.1×10^1 cfu/ml, 정점 10는 1.2×10^1 cfu/ml의 총 대장균이 검출되었다. 저층수의 경우 각각 정점 3은 0.2×10^1 cfu/ml, 정점 4는 0.4×10^1 cfu/ml, 정점 5는 4.0×10^1 cfu/ml, 정점 8은 0.1×10^1 cfu/ml, 정점 10은 8.7×10^1 cfu/ml의 총 대장균이 검출되었다.

11월 표층수의 경우 1, 3, 7, 10 정점에서만 총 대장균이 검출되었으나 전반적으로 그 수는 적었다. 정점 7, 10에서는 각각 1.1×10^1 cfu/ml, 1.2×10^1 cfu/ml가 검출이 되었고, 정점 1, 3에서는 각각 0.9×10^1 cfu/ml, 0.3×10^1 cfu/ml가 검출되었다. 저층수의 경우 정점 10에서 2.4×10^1 cfu/ml로 가장 높게 검출되었고 정점 3과 7에서 각각 0.1×10^1 cfu/ml, 0.3×10^1 cfu/ml의 검출량을 보였다. (그림 1-2-6).

총 대장균의 개체수 증가는 일반적으로 수온의 증가와 비례적으로 증가하는 양상을 보이나 본 해역의 조사에서는 수온에 비례적인 양상이 확연히 관찰되지 않았다. 그러나 대장균은 본래 육상의 오염원이 강우에 의해 증가양상을 보이기도 하기 때문에 이러한 양상이 관찰된 것으로 사료된다. 또한 정점 10은 조사 일시마다 비교적 높은 검출량을 보여 오염원에 대한 조사가 필요할 것으로 사료된다.

(3) 병원성 비브리오균(*Vibrio spp.*)의 개체수

Vibrio 속의 세균은 호염기성으로서 해수, 해니, 연안 어패류 특히 수온이 높은 계절의 해역에 널리 분포하고 있으며, 이 균 속에 속하는 종은 44종 이상이 명명되어 있는데 사람에게서 분리되는 것만도 12종으로 알려져 있다(Bauman *et al*, 1984; Farmer, JJ, 1985). 이들 중 *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*는 인체 병원성 세균으로서 특히 관심이 집중되고 있다(West *et al*, 1982; Wachsmuth *et al*, 1980). 우리나라 연안 해수에서는 병원성 비브리오균이 여름철에 빈번히 검출되고 있다(최와 정, 2001 ; 김 등, 2001). 이들 호염성 세균은 어패류 또는 해수에 상존하면서 여름철에 해산물의 생식 등으로 Vibriosis가 발생되며, 매년 수십명의 인명 피해를 겪고 있을 뿐만 아니라, 여름철에는 어민에게 있어 경제적 손실을 초래한다. *Vibrio* 속의 세균들은 수온상승, pH 변화 그리고 유기물질 증가 등으로 인해 하절기에 증식이 잘 되므로 더 많은 주의를 요한다(Kasper *et al*, 1993).

본 연구의 조사 해역에서의 비브리오균의 개체수를 측정하여 그림 1-2-7에 제시하였다. 2005년 2월에는 표층수의 경우 모든 정점에서 관찰되었고 $1.5 \times 10^1 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 저층수의 경우는 정점 3, 4, 7, 10의 정점에서만 관찰되었고 $1.0 \times 10^1 \sim 2.0 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 5월에는 표층수의 경우 모든 정점에서 관찰되었고 $0.2 \times 10^1 \sim 2.4 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 저층수의 경우는 정점 2를 제외한 모든 정점에서 관찰되었고 $0.1 \times 10^1 \sim 1.6 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 8월에는 표층수의 경우 모든 정

점에서 관찰되었고 $1.4 \times 10^1 \sim 8.6 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 저층수의 경우 모든 정점에서 관찰되었고 $1.2 \times 10^1 \sim 4.3 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 11월에는 표층수의 경우 모든 정점에서 관찰되었고 $1.3 \times 10^1 \sim 2.3 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 저층수의 경우는 정점 2, 3, 4, 7, 9, 10의 정점에서만 관찰되었고 $0.1 \times 10^1 \sim 1.6 \times 10^1$ cfu/ml의 범위를 보였다. 이러한 증가양상은 수온에 비례하여 증가하는 양상을 나타내었다.

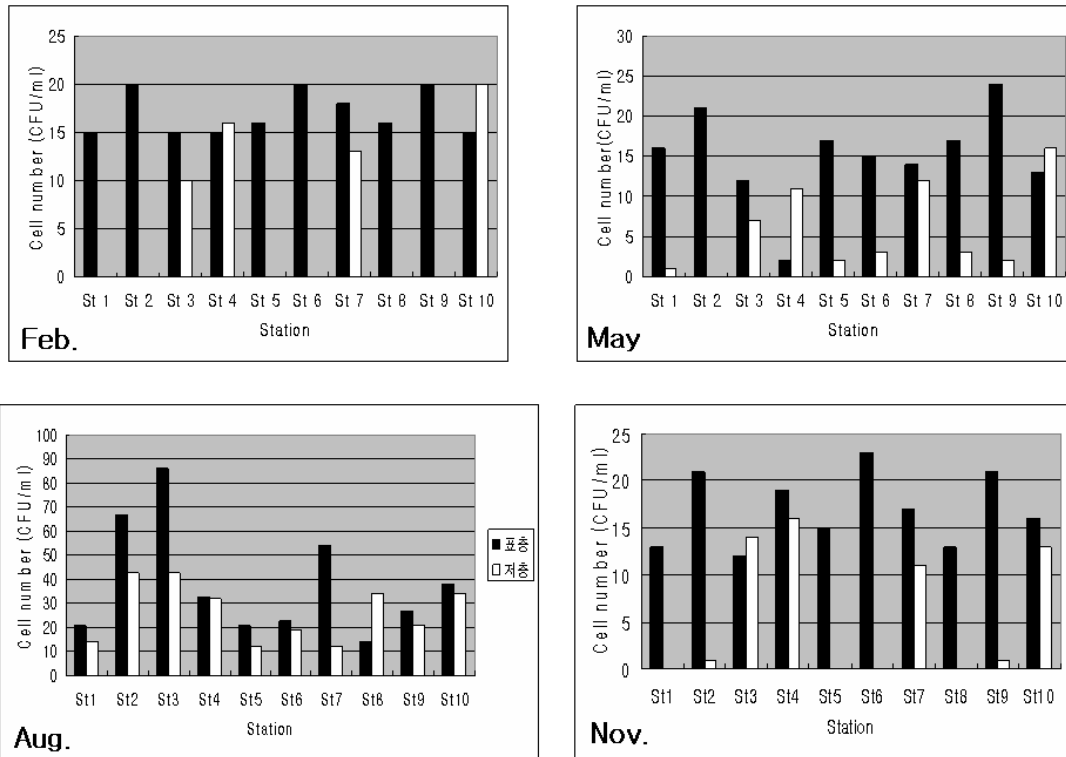


그림 1-2-7. 2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주 바다목장 해역의 비브리오균의 개체수.

나. 식물플랑크톤

(1) 출현종의 조성 및 종 다양성

조사해역에서 2005년 2월, 5월, 8월, 11월에 출현한 종류는 총 133종(62속, 130종, 3미동정종)으로 규조류가 90종(40속, 90종), 와편모조류가 20종(6속 18종 2미동정종), 식물편모조류가 23종(7과 16속 22종 1미동정종)이었으며 규조류가 67.7%, 와편모조류가 15.0%, 식물편모조류가 17.3%의 종 구성비율을 보였다(부록 1-1).

규조류 중 중심목 규조류는 총 56종, 우상목 규조류는 총 56종이 출현하였다(부록 1-1). 2월의 정점별 출현종수는 7-19종의 범위로 정점 평균이 12종이었고(부록 1-2), 5월의 정점별 출현종수는 9-19종의 범위로 정점 평균이 12종을 보였으며(부록 1-3), 8월의 정점별 출현종수는 10-24종의 범위로 정점 평균이 17종을 나타내었고(부록 1-4), 11월의 정점

별 출현종수는 18-36종의 범위로 정점 평균이 24종이었다(부록 1-5). 계절별로 보면 11월이 가장 많은 종수를 보였으며 2월이 가장 적은 종수가 출현하였다.

종조성과 각 종의 현존량의 관계를 종 다양성지수로 계산한 결과, 2월에 1.86-2.76의 범위로 평균 2.32이었고, 5월에 1.90-2.54의 범위로 평균 2.33을 보였고, 8월에 2.19-2.75의 범위로 평균 2.57를 보였으며, 11월에 2.63-3.42의 범위로 평균 3.01을 보여(부록 1-2, 1-3, 1-4, 1-5), 11월에 가장 높은 종다양성을 보였다.

(2) 현존량 및 우점종 분포

식물플랑크톤 현존량은 일반적으로 단위 체적 당 세포수로 표시하며, 조사기간 중 2월이 전체평균이 39,195 cells/L로 가장 적었고, 4월이 341,082 cells/L로 가장 많았다(표 1-2-1). 2월에 16,968-79,193(평균 39,195) cells/L, 3월에 29,232-89,546(평균 67,801) cells/L, 4월에 99,456-895,185(평균 341,082) cells/L, 5월에 25,823-407,646(평균 108,885) cells/L, 6월에 65,065-295,488(평균 133,378) cells/L, 7월에 43,578-115,555(평균 71,099) cells/L, 8월에 29,865-70,364(평균 47,599) cells/L, 9월에 33,950-156,310(평균 63,433) cells/L, 10월에 55,550-205,865(평균 122,886) cells/L, 11월에 61,215-284,848(평균 143,153) cells/L의 분포를 보였다(표 1-2-1). 월별로 보면 4월 평균값이 가장 높았으며, 2월이 가장 낮았고, 이들 현존량 범위는 제주도 연안역의 계절별 변화 특성의 범위를 보이고 있었다(이등 1990).

우점종은 현존량 점유율이 10%이상 되고 출현빈도가 50%이상 나타낸 종을 기준으로 선정하였다. 2월의 우점종은 총 20종으로 규조류인 *Pseudo-nitzschia pungens*가 12.0-34.55%의 점유율로 가장 우점하였고, 5월에는 총 8종으로 규조류인 *Chaetoceros socialis*와 *Skeletonema costatum*가 각각 12.2-48.7%와 10.8-37.8%의 점유율로 가장 우점하였다(표 1-2-2a). 8월에는 총 19종으로 규조류인 *Proboscia alata*가 13.2-35.7%의 점유율로 가장 우점하였고, 11월에는 총 9종으로 규조류인 *Chaetoceros costatus*가 13.3-20.2%의 점유율로 가장 우점하였다(표 1-2-2b). 계절별 특징을 보면 2월에 우상목 규조류인 *Nitzschia* 속과 *Pseudo-nitzschia* 속의 종류가 비교적 많은 정점에서 우점을 나타내었으며, 8월에는 규조류가 대부분 우점하였고 편모조류도 우점한 것이 특이하였다.

일반적으로 제주도 해역은 편모조류보다 우상목 규조류에 의한 우점이 높은 것이 특징이며 이는 현무암으로 이루어진 암반 해안의 특성으로 우상목 규조류가 대부분인 부차성 규조류가 많이 분포하기 있기 때문이다. 그러나 때때로 편모조류에 의한 우점도 발생하지만, 현존량은 다른 우리나라 연안역에 비해 아주 적게 발생하고 있다. 그러나 대개 편모조류는 부영양화 해역에서 규조류보다 빨리 성장하는 것으로 알려져 있어 제주도 연안의 부영양화 가능성을 지속적으로 감시할 필요가 있다고 생각된다.

표 1-2-1. 2005년 2월부터 11월까지 북제주바다목장 해역의 식물플랑크톤의 월별 현존
량(세포수/L) 분포

정점	층	'05 2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
1	S	47,765	64,680	134,666	407,646	134,730	84,574	57,627	33,950	205,865	110,007
1	B	29,536	66,640	492,215	135,360	104,025	71,388	56,430	73,312	129,691	146,862
2	S	54,537	66,120	314,253	112,290	124,195	69,608	32,346	39,360	118,206	92,022
2	B	47,520	66,468	190,465	70,840	105,786	65,184	29,865	74,415	116,740	-
3	S	44,963	65,128	405,551	174,845	197,964	85,595	39,844	51,750	111,815	95,256
3	B	46,569	64,680	350,607	64,978	129,492	66,690	59,864	72,219	82,026	178,425
4	S	31,304	64,735	471,800	172,425	194,950	104,440	45,430	36,873	138,078	61,215
4	B	44,175	76,270	895,185	86,652	83,490	77,546	55,425	40,719	142,956	113,540
5	S	27,189	71,456	122,721	56,376	150,149	60,372	62,398	49,833	74,690	73,338
5	B	39,353	66,375	150,745	51,306	127,008	62,169	43,313	62,370	81,249	92,169
6	S	20,790	89,546	275,495	42,498	295,488	78,084	37,345	45,962	203,610	62,850
6	B	79,173	66,110	308,712	84,136	194,828	77,880	37,153	47,544	182,343	-
7	S	21,170	71,400	538,646	156,180	136,674	115,555	36,163	59,143	94,662	145,368
7	B	70,455	67,830	289,190	76,585	92,895	60,032	31,220	57,365	110,592	168,402
8	S	16,968	71,115	132,440	135,630	167,365	67,944	39,380	71,626	73,602	181,101
8	B	42,504	69,190	99,456	88,856	67,488	43,578	39,228	156,310	55,550	257,475
9	S	20,272	69,369	250,824	93,195	103,992	52,668	70,364	-	189,594	135,512
9	B	36,234	71,193	766,800	89,864	65,890	48,216	68,440	-	158,746	284,848
10	S	25,137	29,232	298,053	52,218	126,090	74,855	56,868	66,900	94,160	132,500
10	B	38,291	78,489	333,822	25,823	65,065	55,605	53,277	102,144	93,548	-
표층	평균	31,010	66,278	294,445	140,330	163,160	79,370	47,776	50,600	130,428	108,917
저층	평균	47,381	69,325	387,720	77,440	103,597	62,829	47,421	76,266	115,344	177,389
전체	평균	39,195	67,801	341,082	108,885	133,378	71,099	47,599	63,433	122,886	143,153

'-'; No Sample

표 1-2-2a. 2005년 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계), 11월(추계) 북제주바다목장 해역의 식물플랑크톤의 계절별 우점종 분포와 점유율(%)

2005년 2월	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Bacillaria paxillifer</i>						13.5			18.5		22.0		16.7		17.2	11.1	15.9			
<i>Biddulphia toumyi</i>					16.0															
<i>Chaetoceros danicus</i>	10.0				12.0															
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>			23.5																	
<i>Chaetoceros pendulus</i>																				11.6
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>		11.1																		15.2
<i>Chaetoceros socialis</i>	16.7	13.9				10.8	28.0	10.5			45.7						11.1	10.1	30.2	
<i>Grammatophora marina</i>									14.8											
<i>Navicula vula</i>					16.0															
<i>Nitzschia longissima</i>	10.0	25.0			24.0	13.5	16.0		11.1	12.5	10.9		16.0	14.3	12.2	13.8				
<i>Nitzschia socialis</i>													16.0						10.1	
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>		13.9		15.1	12.0	13.5		21.1	14.8	25.0		14.6	19.0		34.5					15.2
<i>Skeletonema costatum</i>	26.7			20.8													25.0	17.4		13.0
<i>Synedra rotula</i>							12.0													
<i>Thalassionema nitzschioides</i>										10.0				11.9						
<i>Thalassiosira rotula</i>									11.1											
<i>Prorocentrum micans</i>							12.0													
<i>Euglena acusformis</i>							16.0													
<i>Hillea fusiformis</i>		11.1																		
<i>Hillea sp.</i>																				10.3
2005년 5월	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Biddulphia toumeyii</i>				10.0																
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>			14.0	30.0		12.2						10.8		10.8						
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>						14.9				18.9	10.8			13.5		13.5		24.3		16.2
<i>Chaetoceros socialis</i>	28.8	26.6	19.3		19.4	25.7	13.5			20.3	48.6	23.0		21.6	12.2	16.2	14.9	23.0		
<i>Leptocylindrus danicus</i>	12.9	13.7		20.0	10.1		27.0							25.7						12.2
<i>Nitzschia pungens</i>									10.8		10.8									
<i>Paralia sulcata</i>										16.2										
<i>Skeletonema costatum</i>	32.5	24.2	19.3		23.7	20.3	17.6	31.1	13.5		27.0	10.8		18.9	17.6	21.6	13.5	37.8	13.5	12.2

표 1-2-2b. 2005년 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계), 11월(추계) 북제주바다목장 해역의 식물플랑크톤의 계절별 우점종 분포와 점유율(%)

2005년 8월	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Amphora decussata</i>					12.0															
<i>Bacillaria paxillifer</i>		20.0																		
<i>Guinardia faccida</i>	14.3		13.2				12.0												16.0	13.0
<i>Lauderia borealis</i>																				8.7
<i>Navicula oblonga</i>											11.4									
<i>Navicula vula</i>				12.0																
<i>Nitzschia longissima</i>																			10.3	
<i>Nitzschia pungens</i>								16.2											10.3	13.0
<i>Nitzschia socialis</i>		18.8																		
<i>Proboscia alata</i>	35.7		13.2				20.0		18.2	18.2	11.4		26.7	16.7	19.6	18.5	27.8		24.0	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>						14.9														
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>							16.0		18.2											
<i>Skeletonema costatum</i>						10.6														
<i>Stauroneis membranacea</i>													22.2							
<i>Stephanopyxis turris</i>														11.1	13.0					13.0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>									15.2										10.3	
<i>Thalassiosira subtilis</i>											25.0									
<i>Hillea fusiformis</i>									10.6	11.4	11.1									
<i>Micromonas pusilla</i>					12.0															
2005년 11월	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Chaetoceros convolutus</i>					11.9	16.9									11.7					
<i>Chaetoceros costatus</i>		13.3				20.2	13.5													
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>									18.3											
<i>Chaetoceros pseudocrinatus</i>							10.6	10.4											14.7	
<i>Chaetoceros socialis</i>							12.5													
<i>Parallia sulcata</i>																				12.0
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>		12.0																		
<i>Thalassiosira rotula</i>		16.9																		
<i>Prorocentrum triestinum</i>															11.7					

(3) 엽록소량 분포 및 기초생산잠재력

일반적으로 해양의 기초 생산력은 그 해역의 식물플랑크톤이 가지고 있는 엽록소 량으로 가늠할 수 있는데, 2005년 2월부터 11월까지의 월별 평균 엽록소량은 0.097-1.539 $\mu\text{gChl-a/L}$ 의 범위를 보였다(표 1-2-3). 2월에 0.001-0.442(평균 0.170) $\mu\text{gChl-a/L}$, 3월에 0.937-1.395(평균 1.088) $\mu\text{gChl-a/L}$, 4월에 0.560-2.052(평균 1.539) $\mu\text{gChl-a/L}$, 5월에 0.001-1.034(평균 0.475) $\mu\text{gChl-a/L}$, 6월에 0.222-2.036(평균 0.710) $\mu\text{gChl-a/L}$, 7월에 0.017-1.138(평균 0.468) $\mu\text{gChl-a/L}$, 8월에 0.598-0.835(평균 0.758) $\mu\text{gChl-a/L}$, 9월에 0.016-0.696(평균 0.214) $\mu\text{gChl-a/L}$, 10월에 0.087-1.460(평균 0.794) $\mu\text{gChl-a/L}$, 11월에 0.016-0.905(평균 0.097) $\mu\text{gChl-a/L}$ 범위를 보였다(표 1-2-3). 전 정점 평균은 11월에 0.097 $\mu\text{gChl-a/L}$ 로 가장 낮았고, 4월에 1.539 $\mu\text{gChl-a/L}$ 로 가장 높았다(표 1-2-3). 엽록소 량의 계절 변화는 동계(2월)에 낮고 춘계(4월)에 가장 높은 분포를 보였고, 5월에 감소하였고 다시 6월, 8월,

10월에 증가를 반복하는 경향성을 보였다(표 1-2-3).

표 1-2-3. 2005년 2월부터 11월까지 복제주바다목장 해역의 식물플랑크톤의 월별 엽록소량($\mu\text{gchl-a/L}$) 분포

정점	층	'05 2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
1	S	0.339	0.937	1.475	1.034	2.036	0.797	ND	0.237	1.460	0.102
1	B	0.339	0.953	1.799	0.916	1.424	0.119	ND	0.153	0.679	0.016
2	S	0.135	1.159	1.342	0.442	0.459	0.696	0.818	0.696	0.662	0.119
2	B	0.102	0.835	1.815	0.577	0.545	0.356	0.732	0.339	0.679	-
3	S	0.119	1.379	1.934	0.678	0.560	0.814	0.834	0.356	0.087	0.086
3	B	0.001	1.158	1.578	0.679	0.916	0.562	0.647	0.560	0.797	0.086
4	S	0.102	1.159	1.816	0.356	0.578	0.578	0.700	0.561	1.137	0.017
4	B	0.222	1.055	1.594	0.237	0.459	0.136	0.835	0.136	0.560	0.016
5	S	0.222	0.953	1.018	0.016	0.798	0.562	0.716	0.237	1.223	0.905
5	B	0.442	0.953	0.916	0.339	0.340	0.135	0.818	ND	1.002	ND
6	S	0.119	0.716	1.814	0.322	0.782	1.019	ND	0.576	1.255	ND
6	B	0.119	0.937	2.052	0.782	0.900	0.459	ND	0.016	0.339	-
7	S	0.119	1.277	1.697	0.001	0.797	0.474	0.802	0.135	1.002	ND
7	B	0.017	1.261	2.020	0.679	0.560	0.032	0.716	0.016	1.460	0.102
8	S	0.339	1.174	1.120	0.205	0.561	0.475	0.818	0.033	0.884	0.102
8	B	0.221	1.158	0.560	0.560	0.237	0.442	0.598	0.102	0.102	0.102
9	S	0.324	1.395	1.830	0.237	0.797	0.475	0.818	-	0.883	0.086
9	B	ND	1.158	1.799	0.916	0.237	0.017	0.818	-	1.104	0.102
10	S	0.001	1.072	1.594	0.016	1.003	1.138	0.732	0.017	0.442	0.102
10	B	0.016	1.072	1.002	0.503	0.222	0.086	0.732	0.102	0.119	-
표층 평균		0.182	1.122	1.564	0.331	0.837	0.703	0.780	0.285	0.904	0.152
저층 평균		0.164	1.054	1.513	0.619	0.584	0.234	0.737	0.142	0.684	0.046
전체 평균		0.170	1.088	1.539	0.475	0.710	0.468	0.758	0.214	0.794	0.097

ND; Not Detected, '-'; No Sample

조사해역의 연평균 엽록소량을 예년과 비교하면, 2005년 2월부터 10월까지(11월 제외) 10월 개월 평균값이 $0.690 \mu\text{gChl-a/L}$ 를 보였다. 2003년 본 조사해역의 전체 평균이 $0.75 \mu\text{gChl-a/L}$ 를 보였으며, 2004년 9월과 11월의 평균값은 $0.57 \mu\text{gChl-a/L}$ 을 보였다. 2005년의 엽록소량은 제주도 전 연안역의 연평균인 약 $0.7 \mu\text{gChl-a/L}$ 과 유사한 값을 보였다(이 등 1989; 최 등 1994).

이와 같은 결과를 정리하면 2005년 2월, 5월, 8월, 11월에 출현한 식물플랑크톤은 총 174종으로 규조류가 112종, 와편모조류가 31종, 식물편모조류가 31종으로 규조류가 64.4%, 와편모조류가 17.8%, 식물편모조류가 17.4%의 종 구성 비율을 보였다. 계절별 종 다양성지수는 2월에 평균 2.32, 5월에 평균 2.33, 8월에 평균 2.57, 11월에 평균 3.01로써 11월에 가장 높은 종 다양성을 보였다. 2005년 2월부터 11월까지의 월별 현존량은 2월이 평균 39,195 cells/L로 가장 적었고, 4월이 평균 341,082 cells/L로 가장 많았다. 2월의 우점종은 *Pseudo-nitzschia pungens*가 12.0-34.5%의 점유율로 가장 우점하였고, 5월에는 *Skeletonema costatum*이 10.8-37.8%의 점유율로 가장 우점하였고, 8월에는 *Proboscia alata*가 13.2-35.7%의 점유율로 가장 우점하였으며, 11월에는 *Chaeroceros costatus*가 13.3-20.2%의 점유율로 가장 우점하였다. 2005년 2월부터 11월까지의 월별 평균 엽록소량은 $0.097\text{--}1.539 \mu\text{gChl-a/L}$ 의 범위로써 연 평균값이 $0.690 \mu\text{gChl-a/L}$ 를 보여, 제주도 전 연안역의 연평균인 약 $0.7 \mu\text{gChl-a/L}$ 과 유사한 값을 보였다.

다. 동물플랑크톤

(1) 종조성 및 개체수

북제주 바다목장 해역에서 출현하는 동물플랑크톤의 주요 분류군을 살펴보면 요각류, 화살벌레류, 유형류, 다모류, 해파리류 등과 복족류와 이매패류 등과 같은 연체동물의 유생, 십각류의 유생 및 어란 등으로 구성되며 각 분류군의 조성 비율은 조사 정점과 계절에 따라 다소 차이를 보였다.

2005년 3월(동계)에는 요각류, 화살벌레류, 유형류, 연체동물의 유생, 다모류, 십각류 유생 및 어류의 난 등 총 24개 분류군의 동물플랑크톤 군집이 출현하였다(표 1-2-4). 이들 분류군 중 요각류는 총 17종이 출현하였다. 이들 요각류의 전체 개체수 밀도는 88~98%로 평균 93%를 차지하였으며(그림 1-2-8), 그 외의 동물플랑크톤 군집은 매우 낮은 밀도를 나타내었다. 2005년 3월(동계) 북제주 바다목장 해역 10개 정점에서 출현한 동물플랑크톤 개체수는 정점 5에서 608 indv./m^3 으로 가장 적고 정점 1에서 $2,711 \text{ indv./m}^3$ 로 가장 많은 개체수를 나타냈으며 평균 개체수는 $1,599 \text{ indv./m}^3$ 에 달했다(그림 1-2-9).

2005년 6월(춘계)에는 동계에 출현하였던 분류군과 거의 동일한 종들이 출현하였으나(표 1-2-5), 요각류는 총 12종으로 다소 감소하였다. 또한 이들 요각류의 개체수 밀도는 정점 9에서 69.2%로 가장 적었고 정점 3에서 98.5%로 가장 높아, 평균 85.2%의 개체수

밀도를 나타내었다(그림 1-2-8). 그 다음으로 유형류와 어란의 개체군 밀도가 높았다. 특히 어란은 정점 3에서 0.89%로 낮고 정점 10에서 14.5%로 매우 높았으며 이것은 동계에 모든 정점에서 2% 이하였던 것과 비교하면 매우 높은 개체수 밀도를 차지했다. 2005년 춘계 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 개체수는 정점 8에서 23 indv./m³으로 가장 적고 정점 3에서 674 indv./m³로 가장 많은 개체수를 나타냈으며, 평균 개체수는 210 indv./m³로 동계에 비해 매우 감소하였다(그림 1-2-9).

표 1-2-4. 2005년 3월(동계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수(Unit: indv./m³)

Species \ Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Copepoda										
<i>Acartia centrura</i>	32	14	14	8	3	7	9	5	7	11
<i>Calanus glacialis</i>	8		4	2						
<i>Clytemnestra scutellata</i>						3			2	
<i>Coplinia</i> sp.					2				4	
<i>Corycaeus dahli</i>	159	28	82	74	11	57	78	57	20	109
<i>Corycaeus gibbulus</i>		7	28							
<i>Corycaeus</i> sp.		4		2						
<i>Euterpina acutifrons</i>							2		4	4
<i>Haloptilus</i> sp.									1	
<i>Microcetella rosea</i>		2	11	4		3	3	4	2	5
<i>Microcetella glacilis</i>	7	9								
<i>Oithona plumifera</i>	490	240	811	441	264	778	910	475	608	1117
<i>Oncaea venusta</i>			4	2	3	7	6	14	7	14
<i>Oncaea</i> sp.	32									
<i>Paracalanus parvus</i>	1688	512	1339	385	143	309	460	236	541	370
<i>Sapphirina</i> sp. larvae	228	208	194	135	106	232	260	128	146	278
Chaetognatha										
<i>Sagitta</i> sp.	1									
Appendicularia										
<i>Oikopleura</i> sp.	55	76	109	41	65	63	81	87	58	115
Molusca larvae	5					44	19		10	8
Siphonophora										
<i>Diphyes</i> sp.		1	1		1					
Polychaete	1	1	1	2	1		1	3	2	2
Decapod larvae			6		3				10	
Fish egg	5	12	11	14	61	13	6	10	10	
Total	2711	1114	2615	1111	608	1520	1835	1019	1432	2033

표 1-2-5. 2005년 6월(춘계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수 (Unit: indiv./m³)

Species \ Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Copepoda										
<i>Acartia centrula</i>	5		4	2	1	2	4		1	1
<i>Centropages</i> sp.	16	9	74	20	4					
<i>Corycaeus dahl</i>	10	1	16	3	2	3	33	1	7	7
<i>Corycaeus gibbulus</i>	4	1	3	1	1	2	8	1	2	2
<i>Corycaeus</i> sp.	2		1	2	1		2			
<i>Euterpina acutifrons</i>	3	1	1	2	1	1	2			
<i>Microcetella rosea</i>		1	2		1	1				
<i>Oithona plumifera</i>		1	23	6		1	13	1	2	2
<i>Oithona decipiens</i>	4	2	54	21	24	9	35	3	4	2
<i>Oncaea venusta</i>	2	1	4	7	1	2	4		1	1
<i>Paracalanus parvus</i>	56	15	148	77	35	20	79	3	9	3
<i>Sapphirina</i> sp. larvae	103	32	332	141	71	43	180	9	27	21
Appendicularia										
<i>Oikopleura</i> sp.	19	4	3	12	15	11	14	2	4	5
Molusca larvae										
			1		2	2	2		4	
Siphonophora										
<i>Diphyes</i> sp.					1			1		
Polychaete										
	2					2			3	
Decapod larvae										
				5	3				10	
Fish egg										
	12	1	6	10	3	4	11	2	3	8
Total	239	69	674	309	166	105	391	23	78	55

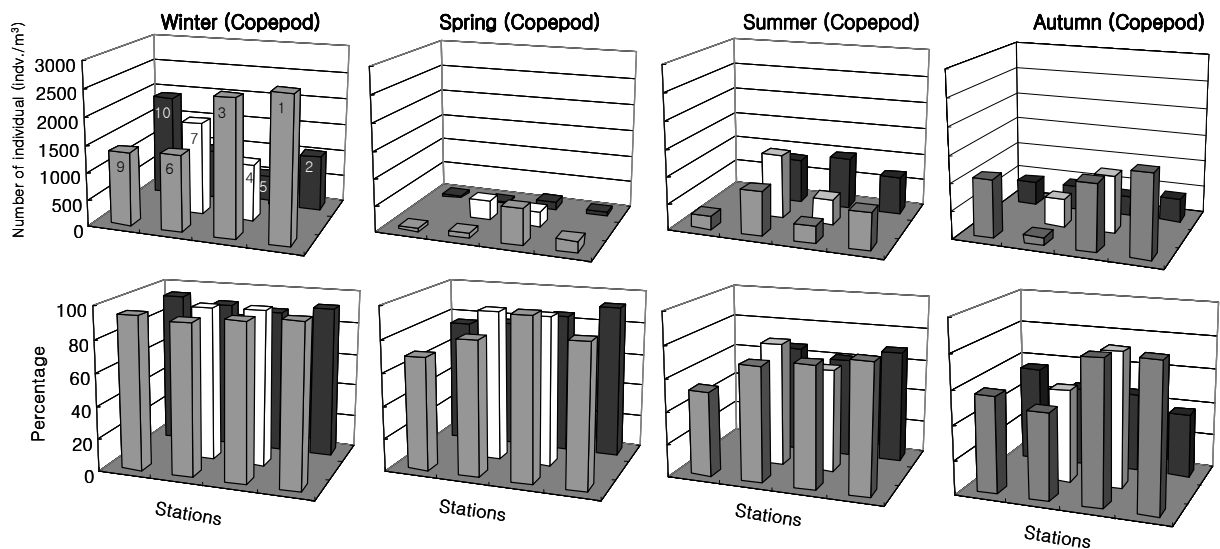


그림 1-2-8. 2005년 3월(동계), 6월(춘계), 9월(하계), 11월(추계)의 북제주바다목장 해역에서 정점별 우점 동물플랑크톤 군집의 개체수 및 조성비율 분포(막대 내의 숫자; 채집 정점).

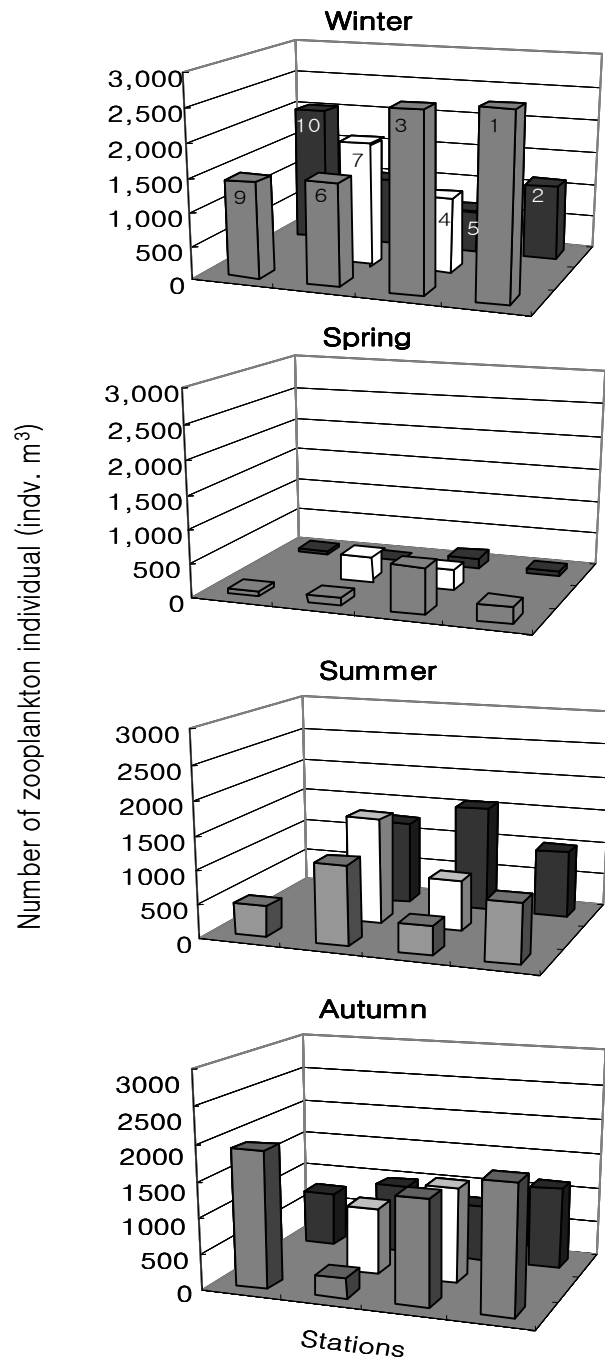


그림 1-2-9. 2005년 3월(동계), 6월(춘계), 9월(하계), 11월(추계)의 북제주 바다목장 해역에서 정점별 동물플랑크톤 개체수 분포(막대 내의 숫자; 채집 정점).

2005년 9월(하계)에는 춘계에 출현하였던 분류군과 거의 동일한 종들이 출현하였으며(표 1-2-6), 요각류는 총 15종으로 다소 증가하였다. 요각류의 개체수 밀도는 정점 9에서 52%로 가장 적었고 정점 1에서 78.3%로 가장 높아, 평균 60.9%의 개체수 밀도를 나타내었다(그림 1-2-8). 그 다음으로 유형류의 개체군 밀도가 높았다. 2005년 하계 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 개체수는 정점 3에서 418 indv./m³으로 가장 적고 정점 5에서 1576 indv./m³로 가장 많은 개체수를 나타냈으며, 평균 개체수는 908 indv./m³로 춘계에 비해 다소 증가하였다(그림 1-2-9).

2005년 11월(추계)에는 동계, 춘계 및 하계에서 관찰되었던 분류군들과 유사한 종들이 출현하였으나(표 1-2-7) 요각류의 경우 20종으로 가장 많은 종류가 출현하므로써 전체적으로 다른 계절에 비해 출현 종수가 증가함을 알 수 있었다(표 1-2-7). 요각류의 개체수 밀도는 정점 2에서 37.2%로 가장 적었고 정점 1에서 84.3%로 가장 높아 평균 59.3%의 개체수 밀도를 나타내었다(그림 1-2-8). 2005년 추계 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 개체수는 정점 6에서 282 indv./m³으로 가장 적고 정점 9에서 1904 indv./m³로 가장 많은 개체수를 나타냈으며 평균 개체수는 1136 indv./m³로 춘계와 하계에 비해 다소 증가하였다(그림 1-2-9).

조사기간 동안 정점별 출현 동물플랑크톤 종수를 살펴보면 동계에 10~16종이 관찰되었고 춘계에는 9~16종, 하계에는 15~19종 그리고 추계에는 20~27종이 관찰되었다(표 1-2-8).

(2) 우점종

2005년 3월(동계) 북제주 바다목장 해역에서 가장 우점한 종은 요각류 *Oithona plumifera*로서 출현한 전체 동물플랑크톤 중 평균 39.8%라는 높은 개체수 밀도를 나타내었다. 그 다음으로 *Paracalanus parvus*가 34.2%, *Corycaeus* spp.가 4.2%의 개체수 밀도를 나타내었다. *O. plumifera*는 정점 10에서 개체수가 1,117 indv./m³로 가장 높은 개체수를 나타내었으며, *P. parvus*의 경우는 정점 1에서 1,688 indv./m³로 가장 높은 개체수를 보였고, *Corycaeus* spp.는 정점 1에서 159 indv./m³의 가장 높은 개체수를 나타내었다(그림 1-2-10). 2005년 6월(춘계)에 가장 우점한 종은 요각류인 *P. parvus*로서 정점 3에서 최고치인 148 indv./m³의 개체수가 관찰되었으며 전체 출현 동물플랑크톤의 평균 18.2%를 차지하였다. 그 다음으로 요각류인 *Oithona*와 *Corycaeus*속이 각각 평균 출현개체수(와 개체수 밀도) 20 indv./m³(9.4%), 11 indv./m³(7.1%)로 우점하였다(그림 1-2-11).

2005년 9월(하계)에는 요각류인 *P. parvus*가 정점 1에서 346 indv./m³의 개체수가 관찰되었으며 전체 출현 동물플랑크톤의 39.9%를 차지하였다. 그 다음으로 요각류인 *Oncaea venusta*가 전체 출현 동물플랑크톤의 18.6~29.7%의 점유율을 나타내었으며, 그 뒤를 이어 *Acartia centrula*가 우점하였다(그림 1-2-12).

2005년 11월(추계)에는 요각류인 *Oncaea venusta*가 정점 3에서 328 indiv./m³의 개체수가 관찰되었으며 전체 출현 동물플랑크톤의 22.4%를 차지하였다. 그 다음으로 요각류인 *P. parvus*가 전체 출현 동물플랑크톤의 2.5~23%의 점유율을 나타내었으며, 그 뒤를 이어 *Oithona plumifera*가 우점하였다(그림 1-2-13).

표 1-2-6. 2005년 9월(하계) 북제주 바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성파 개체수 (Unit: indiv./m³)

Species \ Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Copepoda									
<i>Acartia centrura</i>	38	32	1	10	42	33	89	22	6
<i>Calanus glacialis</i>	7	24	1	4	6	9	79	13	4
<i>Centropages</i> sp.	21	4	13	9	18	42	58	20	6
<i>Corycaeus dahl</i>	14	8	6	8	9	15	13	55	8
<i>Corycaeus gibbulus</i>	18	45		10	78	51	24	13	2
<i>Corycaeus</i> sp.	19	12	5	7	7	23	18	28	11
<i>Coplin</i> sp.		1		1	1	12	12	2	3
<i>Labidocera</i>				1		1		95	2
<i>Microcetella rosea</i>	1	2	6	4	1			3	2
<i>Oithona decipiens</i>	7	16	2	16	17	36	58	5	7
<i>Oncaea venusta</i>	179	248	91	225	327	219	381	289	109
<i>Paracalanus parvus</i>	346	278	166	156	411	307	362	234	61
<i>Pontella spinicauda</i>		1			1	1			
<i>Sapphirina</i> sp.	1	2	1	1	1	1	1	1	
<i>Temora turbinata</i>	18	12	9	4	22	51	85	21	12
larvae	10	2	7	17	21	25	16	26	10
Appendicularia									
<i>Oikopleura</i> sp.	32	53	13	45	216	85	115	132	23
Molusca larvae		12	3		5	4	12	11	13
Polychaete	4					4			3
Decapod larvae		3		8			4		3
Fish egg		3	13	4		4			6
Total	867	1002	418	756	1576	1176	1574	1249	467

표 1-2-7. 2005년 11월(추계) 북제주바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 조성과 개체수 (Unit: indiv./m³)

Species \ Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Copepoda										
<i>Calanus glacialis</i>		2								
<i>Candacia pachydactyla</i>					4	1				
<i>Clytemnestra scutellata</i>						1	2			
<i>Coplinia</i> sp.										2
<i>Corycaeus dahli</i>	9	7	2	2	2		2	1	4	3
<i>Corycaeus gibbulus</i>	23	9	31	11	5	2	2	14	17	6
<i>Corycaeus</i> sp.	13		1				1		2	
<i>Euchaeta plana</i>										1
<i>Haloptilus</i> sp.	12	21	4	7					4	3
<i>Labidocera detruncata</i>		2							2	
<i>Microsetella rosea</i>	3	2	2	1	4	1	2		2	2
<i>Monstrilla helgolandica</i>		1			1					
<i>Oithona plumifera</i>	469	126	327	170	71	24	71	67	270	126
<i>Oncaea venusta</i>	266	98	328	310	128	41	190	104	241	77
<i>Paracalanus parvus</i>	479	29	247	310	75	44	127	63	316	120
<i>Pontella spinicauda</i>		4		1	2	1	1	3		
<i>Rhincalanus cornutus</i>									3	
<i>Sapphirina</i> sp.		1	2				1		1	
<i>Temora turbinata</i>		4	27	2	1		1	3	17	7
<i>Undinula vulgaris</i>			1							
larvae	219	120	241	229	72	27	109	190	192	88
Chaetognatha										
<i>Sagitta</i> sp.	35	47	39	39	42	9	25	42	39	23
Ostracoda										
<i>Conchoecia</i> sp.	1	2	1					1		3
Amphipoda										
<i>Lucifer reynaudii</i>	1	1	1		2	1	1	1		1
<i>Hyperia shizogeneios</i>	6	1	1	1	2		2	4	8	2
Appendicularia										
<i>Oikopleura</i> sp.	54	604	120	161	210	102	307	332	703	256
Euphausiacea										
<i>Euphausia</i> sp.	4	1	1	4	2	2	1	4	2	1
Molusca larvae	36	23	30	35	128	9	51	108	45	35
Salpida	2	1			3			2	6	3
Siphonophora	2	12		4	6	3	6	3	7	2
Polychaete	2	4	3	4	4	4	2	4	1	4
Decapod larvae	12	10	27	20	17	5	22	11	19	11
Fish egg	120	14	29	8	11	5	15	1	3	1
Fish larvae	4				1					
Total	1772	1146	1465	1319	795	282	941	979	1904	777

표 1-2-8. 2005년 3월, 6월, 9월, 11월 북제주바다목장 해역에서 출현한 동물플랑크톤 종 수

station \ season	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2005년 3월	13	13	14	12	12	13	12	10	16	11
6월	14	12	16	14	16	15	13	9	14	12
9월	15	19	15	18	17	19	16	17	19	-
11월	23	27	23	20	26	20	23	21	24	24

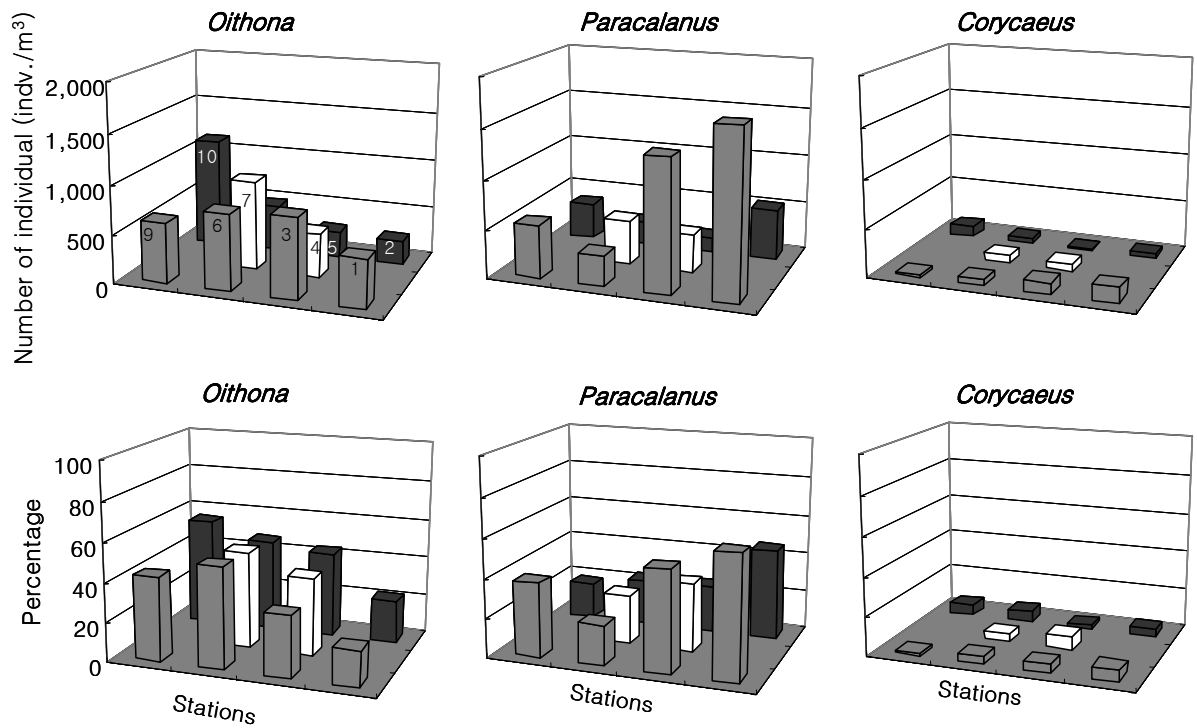


그림 1-2-10. 2005년 3월(동계)의 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성 비율 분포(막대 내의 숫자; 채집 정점).

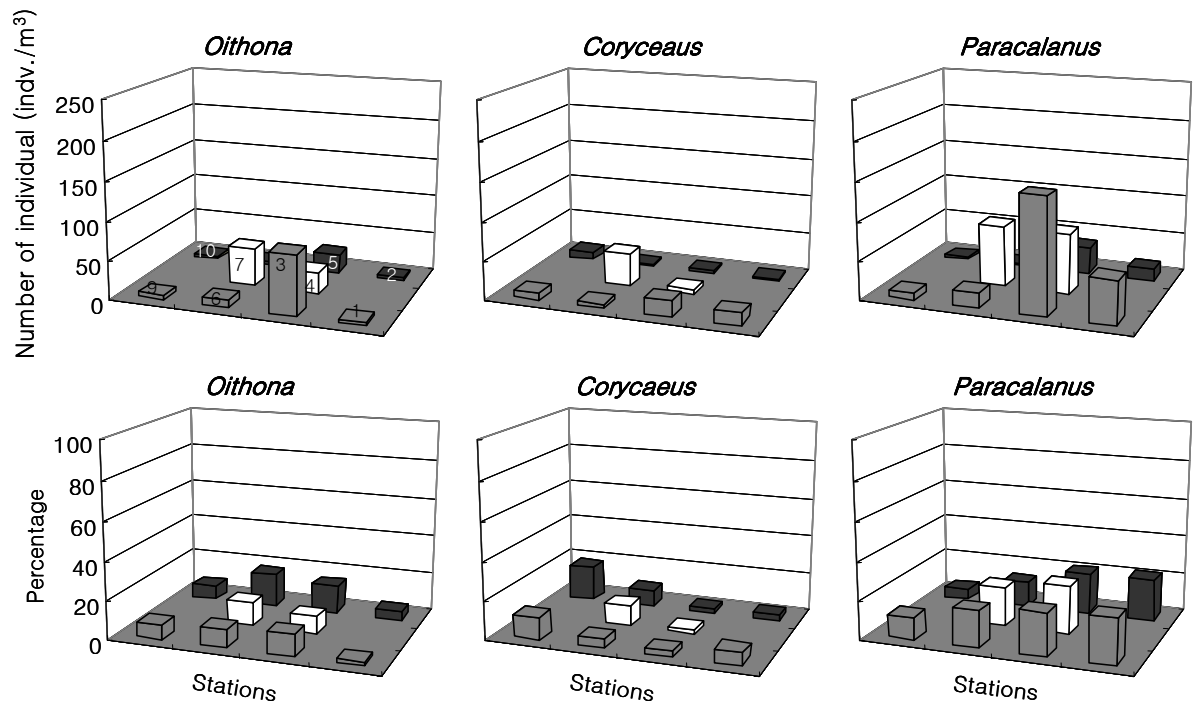


그림 1-2-11. 2005년 6월(춘계)의 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포(막대 내의 숫자; 채집 정점).

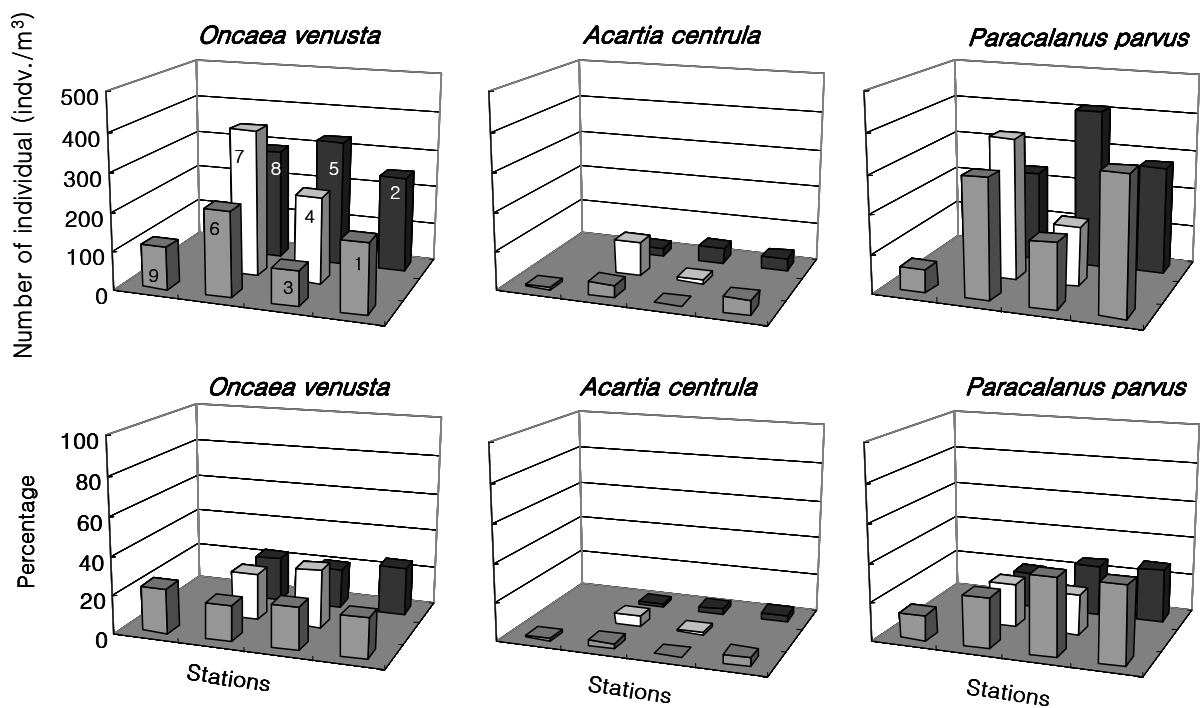


그림 1-2-12. 2005년 9월(하계)의 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포(막대 내의 숫자; 채집 정점).

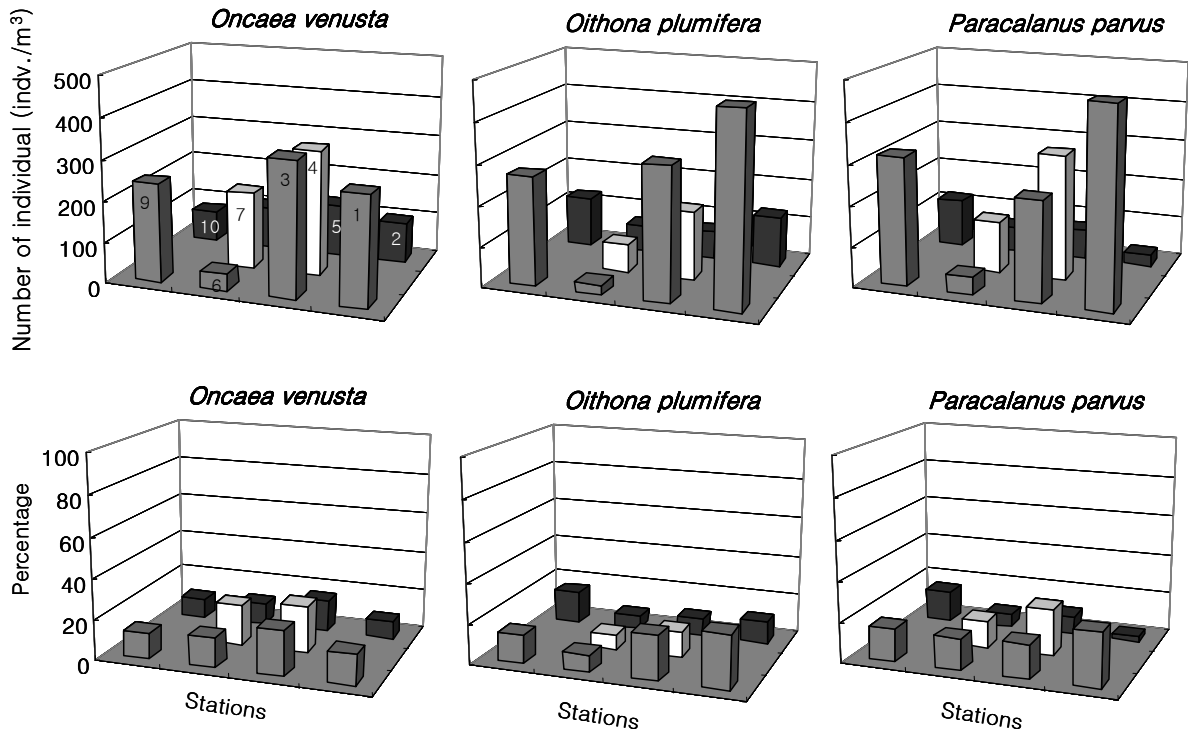


그림 1-2-13. 2005년 11월(추계) 북제주 바다목장 해역에 출현하는 주요 요각류의 정점별 개체수 및 조성비율 분포(막대 내의 숫자; 채집 정점).

(3) 동물플랑크톤 분포 특성

제주도 서부 해역은 연중 황해난류수와 쿠로시오 난류의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Rho, 1985; Pang et al., 1992). 마찬가지로 2005년 조사를 통해 북제주 바다목장 해역에서 관찰된 주요 동물플랑크톤 종들도 대부분 쿠로시오 난류역에서 흔히 출현하는 생물이었으며, 본 해역에서 과거로부터 조사되어진 결과와 비교하면 우점종의 출현 양상이 계절 또는 정점의 불일치로 정확한 비교는 어려우나 출현 동물플랑크톤의 종류는 매우 유사한 것으로 나타났다(고 등, 1994; 1996; 1998). 동계, 춘계, 하계 및 추계 모두에서 요각류가 우점하는 결과를 나타내었다. 그러나 1차년도 조사 결과와는 달리 전형적인 연안형 요각류 군집 구조인 *Acartia-Oithona-Paracalanus* 군집구조(Paffenhöfer, 1991)에서 조금 변형된 군집 구조로서 동계와 춘계에는 *Oithona-Paracalanus-Corycaeus* 군집구조, 하계에는 *Oncaea-Acartia-Paracalanus* 군집 구조 그리고 추계에는 *Oncaea-Oithona-Paracalanus* 군집 구조를 나타내었다. 이들 요각류는 제주도 주변 해역에서 많이 출현하는 연안성 소형 어류의 먹이로 이용되어지는 것으로 알려져 있다(고와 전, 1983; 고 등, 1994; 조, 1994). 특히 북제주 바다목장 해역에서는 어류 등의 먹이 생물로 이용 가능한 크기의 요각류가 춘계에 가장 낮은 밀도로 출현하고 하계 및 추계에 걸쳐 증가하기 시작하여 동계에 높은 밀

도로 출현하는 경향을 나타냈다. 춘계에는 출현 동물플랑크톤의 양이 급속도로 감소하는 경향을 보였으며 이러한 현상이 매해 계속되는지 아니면 2005년에 한해 어떠한 이유가 적용되어 발생한 일인지에 대해서는 추후 조사가 이루어지면 밝혀낼 수 있을 것으로 판단된다.

라. 저서동물

2005년 2월에 관찰된 저서동물은 모두 54종으로 해면동물 3종, 연체동물 37종, 절지동물 2종, 극피동물 11종 그리고 환형동물 1종이었다(표 1-2-9). 2005년 5월에 조사된 저서동물은 모두 50종으로 해면동물 1종, 자포동물 2종, 연체동물 36종, 절지동물 10종, 극피동물 1종이었다(표 1-2-10). 2005년 8월에 채집된 저서동물은 모두 74종으로 해면동물 4종, 자포동물 4종, 연체동물 47종, 환형동물 1종, 절지동물 10종 및 극피동물 8종이었다(표 1-2-11). 2005년 11월에 채집된 저서동물은 모두 40종으로 해면동물 4종, 자포동물 3종, 연체동물 25종, 절지동물 6종 및 극피동물 2종이었다(표 1-2-12).

2005년 2월에 나타난 저서동물의 서식밀도는 정점 당 508~1132개체로 조사지선 1번에서는 평균 667개체/1m², 2번에서는 697개체/1m², 3번에서는 745개체/1m²였으며, 각 조사지선 당 평균 703개체/1m²로 크게 차이를 보이지 않았다(그림 1-2-14). 조사지역 중 우점하고 있는 개체는 회오리고둥류(Family Pyramidellidae)로서 서식밀도는 420개체/1m²로 높은 우점율을 보였고, 그 다음으로 바퀴고둥(*Astrarium haematragum*)이 68개체/1m²로 나타났다. 2005년 5월에 나타난 저서동물의 서식밀도는 정점 당 568~3328개체로 각 조사지선의 차이는 있었으나, 조사지선 1번이 가장 낮았다(그림 1-2-14). 조사지선 1번에서는 평균 936개체/1m², 2번에서는 1745개체/1m², 3번에서는 1315개체/1m²였다. 각 조사지선 당 평균 1332개체/1m²였으며, 조사지선 2번이 가장 높은 밀도를 보였다. 이 중 우점종은 좁쌀무늬총알고둥(*Granulittorina exigua*)과 검은큰따개비(*Tetraclita japonica*) 그리고 보라성게(*Anthocidaris crassispinata*)로 서식밀도는 각각 1748개체/1m², 724개체/1m², 680개체/1m²로 높은 우점율을 보였다.

2005년 8월에 나타난 저서동물의 서식밀도는 정점 당 200~1746개체로 조사지선 1~3번까지는 큰 차이는 없었으나, 조사지선 4가 가장 적게 출현했다(그림 1-2-12). 조사지선 1번에서는 평균 716개체/1m², 2번에서는 804개체/1m², 3번에서는 860개체/1m², 4번에서는 240개체/1m²였다. 8월의 우점종은 좁쌀무늬총알고둥(*G. exigua*)과 굵은줄격판담치(*Septifer virgatus*)로서 서식밀도는 각각 1360개체/1m², 564개체/1m²의 범위를 보였다.

2005년 11월에 나타난 저서동물의 서식밀도는 정점당 128~744개체로 1번 조사지선에서 평균 373개체/1m², 2번에서 307개체/1m², 3번에서 348개체/1m²로 큰 차이를 보이지 않았다(그림 1-2-12). 이 기간 중 우점종은 좁쌀무늬총알고둥(*G. exigua*)과 거북손(*Pollicipes mitella*)로서 각각 528개체/1m², 156개체/1m²의 서식밀도를 보였다. 2005년 5월과 8월에

비해 2월과 11월의 저서동물 서식밀도가 낮은 것은 5월과 8월에 좁쌀무늬총알고둥(*G. exigua*)의 서식밀도가 높았기 때문이라 판단된다.

조사지역의 종다양성지수는 2005년 2월과 5월의 경우 각 조사지선 당 차이가 없었으나, 조사지선 3번이 각각 1.0과 1.1로 다른 조사 정점보다 다소 높은 값을 보였다(그림 1-2-15). 반면 2005년 8월과 11월의 경우, 출현종수가 가장 많았던 조사지선 1이 1.3과 1.4로 종다양성지수가 가장 높았다. 저서동물의 출현과 종다양성지수를 비교하여 볼 때, 조간대의 경우 하부로 갈수록 서식밀도가 낮아지고, 종다양성지수는 높아지는 경향을 보이고, 조하대의 경우 서식밀도는 큰 차이를 보이지 않으나 종다양성지수는 하부로 갈수록 낮아지는 양상을 보였다. 전체적으로 고산 주변에 서식하는 저서동물들의 계절적 분포를 관찰한 결과, 여름에는 서식밀도가 높은 경향을 보였고, 가을철에는 네 지역의 조사지선에서 비교적 다른 계절보다 높은 종다양성지수를 나타냈다.

고산 주변해역 수산생물의 경우, 제주도 수산업에 있어 중요한 유용종으로 판단되는 극피동물인 보라성게(*A. crassispina*)는 2005년 5월과 8월, 실험지역에서 채집된 개체들은 각각 평균 664개체/1m², 160개체/1m²였다. 대부분 어린 개체들이었으나, 많은 보라성게 개체군이 서식한다는 것은 보라성게가 서식할 수 있는 좋은 환경을 가지고 있다고 볼 수 있으며 보라성게 서식지 및 수산업적으로도 중요한 지역적 위치를 지닌다고 볼 수 있다.

또한 수산업적으로 중요한 다른 종은 복족류인 소라(*Batillus cornutus*)이다. 이 지역에서 관찰된 소라는 2월, 5월 및 8월, 평균 28개체/1m², 56개체/1m², 36개체/1m²로 고산 주변해역의 환경은 소라의 서식에 좋은 서식지를 제공한다고 볼 수 있다.

산호류의 생존에는 환경요인인 빛, 온도, 염분 그리고 산소 등이 중요한 부분을 차지한다. 또한 많은 주변 생물들의 서식지 및 피난처 역할을 한다. 조사지역의 북쪽인 조사지선 4번에서 관찰된 거품돌산호(*Alveopora japonica*)는 평균 96개체/1m²였다. 일반적으로 산호류는 조류 소통이 원활한 지역에 서식하는 특성을 가지고 있으므로, 조사지선 4번은 거품돌산호의 서식에 좋은 환경을 가진 것으로 추정된다. 이와 같이 고산 주변해안에 서식하는 저서동물들의 분포를 미루어 봤을 때, 고산 주변 해역은 수산업적으로 또는 체험관광형 바다목장화사업 활용이 가능하리라 판단된다.

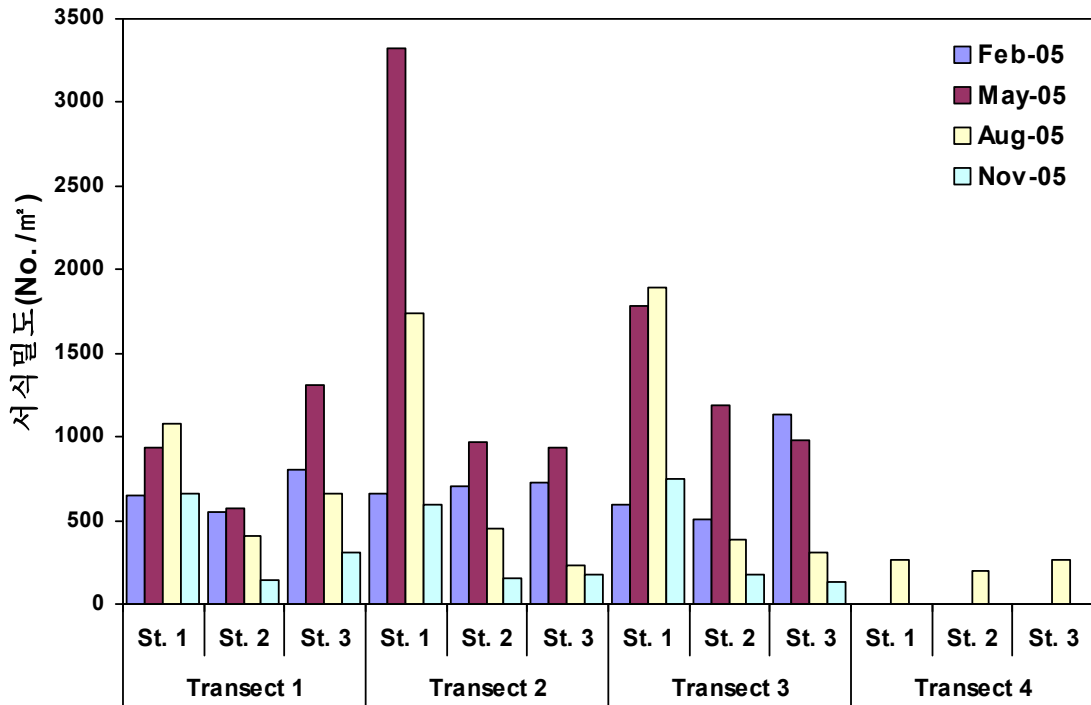


그림 1-2-14. 조사지역 저서동물의 서식밀도 비교.

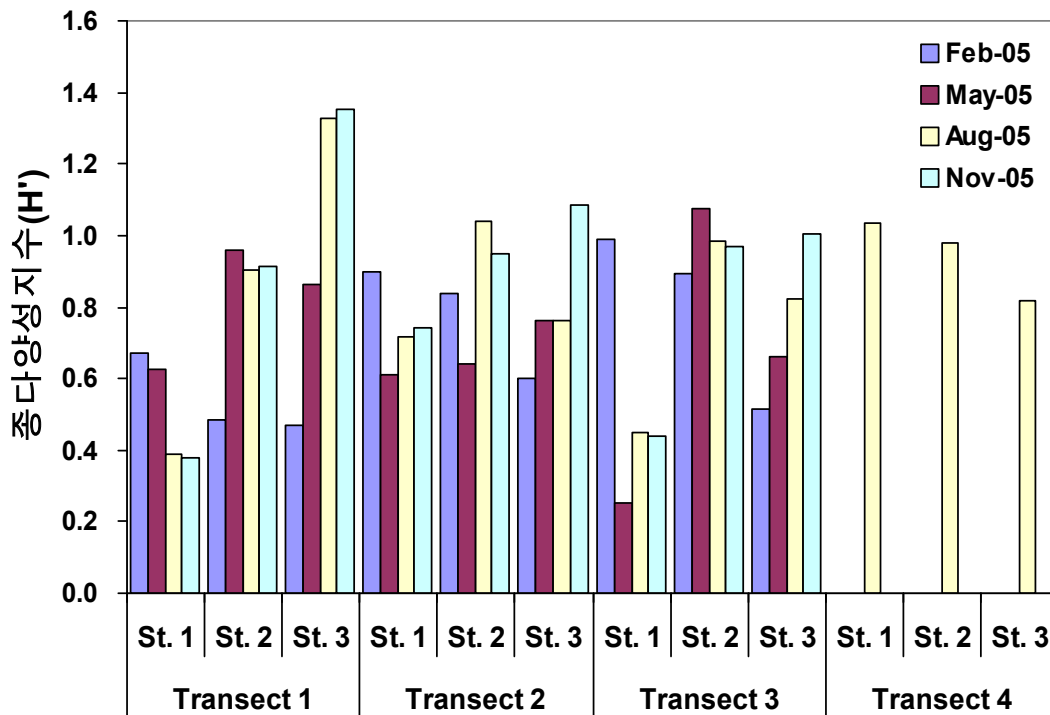


그림 1-2-15. 조사지역 저서동물의 종다양성지수 비교.

표 1-2-9. 2005년 2월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록

종 명	국명
Phylum Porifera	해면동물문
Class Demospongiae	보통해면강
Order Halichondrida	해변해면목
Family Halichondriidae	해변해면과
<i>Halichondria oshoro</i>	황록해변해면
<i>Hymeniacion sinapium</i>	주황해변해면
Order Haplosclerida	단골해면목
Family Callyspongiidae	예쁜이해면과
<i>Callyspongia confederata</i>	보라예쁜이해면
Phylum Mollusca	연체동물문
Class Polyplacophora	다판강
Order Neoloricata	신군부목
Family Ischnochitonidae	연두군부과
<i>Ischnochiton (Ischnochiton) boninensis</i> Bergenhayn	가는줄연두군부
<i>Ischnochiton (Haploplax) comptus</i> (Gould)	연두군부
Family Chitonidae	군부과
<i>Acanthopleura japonica</i> (Lischke)	군부
Class Gastropoda	복족강
Order Patellogastropoda	삿갓조개목
Family Nacellidae	애기삿갓조개과
<i>Cellana toreuma</i> (Reeve)	애기삿갓조개
Order Archaeogastropoda	원시복족목
Family Haliotidae	전복과
<i>Nordotis discus discus</i> (Reeve)	둥근전복
Family Turbinidae	소라과
<i>Neocollonia pilula pilula</i> (Dunker)	쇄팔알고둥
<i>Turbo (Batillus) cornutus</i> (Lightfoot)	소라
<i>Astralium (Astralium) haematragum</i> (Menke)	바퀴고둥

표 1-2-9. (계속)

종 명	국명
Family Trochidae	밤고등과
<i>Chlorostoma lischkei</i> (Tapparone-Canefri)	밤고등
<i>Granata lyrata</i> (Pilsbry)	검은점갈비고등
<i>Clanculus (Mesoclanculus) microdon</i> (A. Adams)	빨강꼭지고등
<i>Monodonta (Monodonta) labio confusa</i> Tapparone-Canefri	개울타리고등
<i>Calliostoma (Calliostoma) unicum</i> (Dunker)	방석고등
Order Sorbeoconcha	흡강목
Family Vermetidae	뱀고등과
<i>Serpulorbis imbricatus</i> (Dunker)	큰뱀고등
Family Cypraeidae	개오지과
<i>Purpuradusta (Purpuradusta) gracilis</i> (Gaskoin)	점박이개오지
<i>Lyncina (Mystaponda) witellus</i> (Linnaeus)	제주개오지
Family Ranellidae	수염고등과
<i>Cymatium (Monoplex) parthenopeum echo</i> Kuroda & Habe	각시수염고등
Family Triphoridae	띠줄고등과
Family Muricidae	빨소라과
<i>Pteropurpura (Ocinebrellus) adunca adunca</i> (Sowerby)	날개빨고등
<i>Ergalatax contracta contracta</i> (Reeve)	탑빨고등
<i>Thais (Reishia) bronni</i> (Dunker)	두드럭고등
Family Buccinidae	물레고등과
<i>Kelletia lischkei</i> Kuroda	매끈이고등
<i>Pollia subrubiginosa</i> (E.A.Smith)	쇠털겹질고등
Family Columbelloidae	무릅과
Family Volutidae	홍줄고등과
<i>Lyria (Lyria) cassidula</i> (Reeve)	대추홍줄고등
Family Pyramidellidae	회오리고등과
Order Anaspidae	무순목
Family Aplysiidae	군소과
<i>Aplysia (Pruvotaplysia) parvula</i> Guilding	검은테군소

표 1-2-9. (계속)

종 명	국명
Order Nudibranchia	나새목
Family Chromodorididae	갯민숭달팽이과
<i>Chromodoris orientalis</i> Rudmann	흰갯민숭달팽이
<i>Ceratosoma trilobatum</i> (J.E.Gray)	긴꼬리갯민숭달팽이
<i>Hypselodoris festiva</i> (A. Adams)	파랑갯민숭달팽이
Family Phyllidiidae	흑갯민숭이과
<i>Phyllidia ocellata</i> Cuvier	흑고리갯민숭이
<i>Phyllidiella pustulosa</i> (Cuvier)	흑투성이갯민숭이
Family Bornellidae	긴갯민숭이과
<i>Bornella stellifer</i> (Adams & Reeve)	사슴뿔갯민숭이
Family Aeolidiidae	큰도롱이갯민숭이과
<i>Protaeolidiella atra</i> Baba	검정갯민숭이
Class Bivalvia	이매패강
Order Mytiloida	홍합목
Family Mytilidae	홍합과
<i>Septifer (Mytilisepta) keenae</i> Nomura	격판담치
Order Arcoida	돌조개목
Family Arcidae	돌조개과
<i>Arca boucardi</i> Jousseaume	긴네모돌조개
Order Limoida	외투조개목
Family Limidae	외투조개과
<i>Lima vulgata</i> Yokoyama	작은개가리비
Order Ostreoida	굴목
Family Ostreidae	굴과
<i>Saccostrea kegaki</i> Torigoe & Inaba	가시굴
Order Veneroida	백합목
Family Carditidae	주름방사륙조개과
<i>Cardita leana</i> Dunker	주름방사륙조개

표 1-2-9. (계속)

종 명	국명
Class Cephalopoda	두족강
Order Octopoda	문어목
Family Octopodidae	문어과
<i>Octopus (Enteroctopus) dofleini</i> (Wulker)	문어
Phylum Annelid	환형동물문
Class Polychaeta	다모강
Order Sabellida	꽃갯지렁이목
Family Serpulidae	석회관갯지렁이과
<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus	석회관갯지렁이
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
<i>Ligia exotica</i>	갯강구
Order Decapoda	십각목
Family Paguridae	집게과
<i>Pagurus japonicus</i> (Stimpson)	붉은눈자루참집게
Family Portunidae	꽃게과
<i>Charybdis (Charybdis) japonica</i> (A.M. Edwards)	민꽃게
Phylum Echinodermata	극피동물문
Class Crinoidea	바다나리강
Order Comatulidae	바다나리목
Family Comasteridae	깃갯고사리과
<i>Comansus japonica</i> (J. Muller)	깃갯고사리
Class Asteroidea	해성강
Order Phanerozonia	현대목
Family Linckiidae	선불가사리과
<i>Certonardoa semiregularis</i> (M. et Troschel)	빨강불가사리
<i>Ophidiaster cribrarius</i> (Lutken)	긴팔불가사리

표 1-2-9. (계속)

종 명	학명
Order Spinulosa	유국목
Family Asterinidae	별불가사리과
<i>Asterina batheri</i> Goto	블록별불가사리
<i>Asterina pectinifera</i> (M. et Troschel)	별불가사리
Class Ophiuroidea	거미불가사리강
Order Myophiurida	폐사미목
Family Ophiodermatidae	가죽거미불가사리과
<i>Ophiarachnella gorgonia</i> (M. et Troschel)	뱀거미불가사리
Family Ophiuridae	빗살거미불가사리과
<i>Ophioplocus japonicus</i> (H.L. Clark)	왜곱슬거미불가사리
Family Ophiocomidae	뱀털거미불가사리과
<i>Ophiomastix mixta</i> (Lutken)	빨간등거미불가사리
Class Echinoida	성게강
Order Echinoida	성게목
Family Toxopneustidae	주발성게과
<i>Pseudocentrotus depressus</i> (A. Agassiz)	분홍성게
Family Strongylocentrotidae	등근성게과
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> (A. Agassiz)	말뚝성게
Family Echinometridae	만두성게과
<i>Anthocardis crassispina</i> (A. Agassiz)	보라성게

표 1-2-10. 2005년 5월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록

종 명	국명
Phylum Porifera	해면동물문
Class Demospongiae	보통해면강
Order Halichondrida	해면해면목
Family Halichondriidae	해면해면과
<i>Halichondria oshoro</i>	황록해면해면
Phylum Cnidaria	자포동물문
Class Anthozoa	산호충강
Order Actiniaria	해면말미잘목
Family Actiniidae	해면말미잘과
<i>Actinia equina</i>	해면말미잘
<i>Anthopleura kurogane</i>	검정꽃해면말미잘
Phylum Mollusca	연체동물문
Class Polyplacophora	다판강
Order Neoloricata	신군부목
Family Ischnochitonidae	연두군부과
<i>Ischnochiton (Haploplax) comptus</i> (Gould)	연두군부
Family Chitonidae	군부과
<i>Acanthopleura japonica</i> (Lischke)	군부
Class Gastropoda	복족강
Order Patellogastropoda	삿갓조개목
Family Nacellidae	애기삿갓조개과
<i>Cellana nigrolineata</i> (Reeve)	흑색배말
<i>Cellana toreuma</i> (Reeve)	애기삿갓조개
Family Lottiidae	두드럭배말과
<i>Patelloida saccharina lanx</i> (Reeve)	테두리고둥
<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i> (Dunker)	애기배말
<i>Lottia (Lottia) dorsuosa</i> (Gould)	두드럭배말

표 1-2-10. (계속)

종 명	국명
<i>Nipponacmaea concinna concinna</i> (Lischke)	등근배무래기
Order Archaeogastropoda	원시복족목
Family Haliotidae	전복과
<i>Sulculus diversicolor supertexta</i> (Lischke)	오분자기
Family Fissurellidae	구멍삿갓조개과
<i>Diodora</i> (Elegidion) <i>quadriradita</i> (Reeve)	주름구멍삿갓조개
Family Turbinidae	소라과
<i>Turbo</i> (<i>Batillus</i>) <i>cornutus</i> (Lightfoot)	소라
<i>Turbo</i> (<i>Lunella</i>) <i>coronata coreensis</i> (Recluz)	눈알고둥
<i>Astralium</i> (<i>Astralium</i>) <i>haematragum</i> (Menke)	바퀴고둥
Family Trochidae	밤고둥과
<i>Chlorostoma lischkei</i> (Tapparone-Canefri)	밤고둥
<i>Omphalius pfeifferi carpenteri</i> (Dunker)	팽이고둥
<i>Clanculus</i> (<i>Clanculus</i>) <i>margaritarius</i> Philippi	보석고둥
<i>Monodonta</i> (<i>Monodonta</i>) <i>labio confusa</i> Tapparone-Canefri	개울타리고둥
<i>Monodonta</i> (<i>Neomonodonta</i>) <i>neritoides</i> (Philippi)	각시고둥
<i>Cantharidus callichroa bisbalteatus</i> (Pilsbry)	두줄얼룩고둥
<i>Calliostoma</i> (<i>Calliostoma</i>) <i>unicum</i> (Dunker)	방석고둥
Family Phenacolepadidae	갈고둥과
<i>Nerita</i> (<i>Theliostyla</i>) <i>albicilla</i> (Linnaeus)	큰입술갈고둥
<i>Nerita</i> (<i>Heminerita</i>) <i>japonica</i> (Dunker)	갈고둥
Order Sorbeoconcha	흡강목
Family Littorinidae	총알고둥과
<i>Littorina</i> (<i>Littorina</i>) <i>brevicula</i> (Philippi)	총알고둥
<i>Nodilittorina radiata</i> (Souleyet)	좁쌀무늬총알고둥
Family Vermetidae	뱀고둥과
<i>Serpulorbis imbricatus</i> (Dunker)	큰뱀고둥
Family Muricidae	빨소라과
<i>Ergalatax contracta contracta</i> (Reeve)	탑빨고둥
<i>Thais</i> (<i>Reishia</i>) <i>bronni</i> (Dunker)	두드럭고둥
<i>Thais</i> (<i>Reishia</i>) <i>clavigera</i> (Kuster)	대수리

표 1-2-10. (계속)

종 명	국명
Family Buccinidae	물레고둥과
<i>Japeuthria ferrea</i> (Reeve)	타래고둥
Family Columbellidae	무늬과
<i>Euplica scripta</i> Lamarck	무늬무늬
<i>Pyrene flava</i> (Bruguere)	고운점무늬무늬
<i>Mitrella bicincta</i> (Gould)	보리무늬
Order Nudibranchia	나새목
Family Chromodorididae	갯민숭달팽이과
<i>Hypselodoris festiva</i> (A. Adams)	파랑갯민숭달팽이
Order Basommatophora	기안목
Family Siphonariidae	고랑딱개비과
<i>Shphonaria (Sacculosiphonaria) japonica</i> (Donovan)	고랑딱개비
Class Bivalvia	이매패강
Order Mytiloida	홍합목
Family Mytilidae	홍합과
<i>Septifer (Mytilisepta) virgatus</i> (Wiegmann)	굵은줄격판담치
Order Ostreoida	굴목
Family Ostreidae	굴과
<i>Saccostrea kegaki</i> Torigoe & Inaba	가시굴
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
<i>Ligia exotica</i>	갯강구
Order Thoraciac	완홍목
Family Scalpellidae	거북손과
<i>Pollicipes mitella</i> (Linnaeus)	거북손
Family Chthamalidae	조무래기따개비과
<i>Tetraclita japonica</i> Pilsbry	검은큰따개비

표 1-2-10. (계속)

종 명	국명
Order Decapoda	십각목
Family Paguridae	집게과
<i>Pagurus japonicus</i> (Stimpson)	붉은눈자루참집게
<i>Pagurus similis</i> (Ortmann)	얼룩참집게
Family Leucosiidae	밤게과
<i>Leucosia obtusifrons</i> (De Hann)	둥근무늬밤게
Family Xanthidae	부채게과
<i>Atergatis reticulatus</i> (De Hann)	주름송편게
Family Grapsidae	바위게과
<i>Pachygrapsus crassipes</i> Randall	바위게
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Hann)	무늬발게
<i>Sesarma (Parasesarma) pictum</i> (De Hann)	사각게
Phylum Echinodermata	극피동물문
Class Echinoida	성게강
Order Echinoida	성게목
Family Echinometridae	만두성게과
<i>Anthocardis crassispina</i> (A. Agassiz)	보라성게

표 1-2-11. 2005년 8월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록

종명	국명
Phylum Porifera	해면동물문
Class Demospongiae	보통해면강
Order Halichondrida	해면해면목
Family Halichondriidae	해면해면과
<i>Halichondria okadai</i>	검정해면해면
<i>Halichondria oshoro</i>	황록해면해면
<i>Hymeniacion sinapium</i>	주황해면해면
Order Haplosclerida	단골해면목
Family Chalinidae	고삐해면과
<i>Haliclona permollis</i>	보라해면
Phylum Cnidaria	자포동물문
Class Anthozoa	산호충강
Order Actiniaria	해면말미잘목
Family Actiniidae	해면말미잘과
<i>Actinia equina</i>	해면말미잘
<i>Anthopleura kurogane</i>	검정꽃해면말미잘
<i>Anthopleura midori</i>	폴색꽃해면말미잘
Order Scleractinia	돌산호목
Family Poritidae	구멍돌산호과
<i>Alveopora japonica</i>	거품돌산호
Phylum Mollusca	연체동물문
Class Polyplacophora	다판강
Order Neoloricata	신군부목
Family Ischnochitonidae	연두군부과
<i>Ischnochiton (Haploplax) comptus</i> (Gould)	연두군부

표 1-2-11. (계속)

종 명	국명
Family Chitonidae	군부과
<i>Rhyssoplax kurodai</i> (Is. & Iw. Taki)	꼬마군부
<i>Onithochiton hirasei</i> Pilsbry	비단군부
<i>Acanthopleura japonica</i> (Lischke)	군부
Family Acanthochitonidae	가시군부과
<i>Acanthochitona defilippi</i> (Tapparone-Canefri)	털군부
Class Gastropoda	복족강
Order Patellogastropoda	삿갓조개목
Family Lottiidae	두드럭배말과
<i>Patelloida saccharina lanx</i> (Reeve)	테두리고둥
<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i> (Dunker)	애기배말
<i>Lottia (Lottia) dorsuosa</i> (Gould)	두드럭배말
<i>Nipponacmaea concinna concinna</i> (Lischke)	둥근배무래기
Order Archaeogastropoda	원시복족목
Family Haliotidae	전복과
<i>Sulculus diversicolor supertexta</i> (Lischke)	오분자기
Family Fissurellidae	구멍삿갓조개과
<i>Diodora (Elegidion) quadriradita</i> (Reeve)	주름구멍삿갓조개
Family Turbinidae	소라과
<i>Turbo (Batillus) cornutus</i> (Lightfoot)	소라
<i>Turbo (Lunella) coronata coreensis</i> (Recluz)	눈알고둥
<i>Astralium (Astralium) haematragum</i> (Menke)	바퀴고둥
Family Trochidae	밤고둥과
<i>Chlorostoma lischkei</i> (Tapparone-Canefri)	밤고둥
<i>Chlorostoma turbinata</i> (A. Adams)	구멍밤고둥
<i>Omphalius pfeifferi carpenteri</i> (Dunker)	팽이고둥
<i>Clanculus (Mesoclanculus) microdon</i> (A. Adams)	빨강꼭지고둥
<i>Monodonta (Monodonta) labio confusa</i> Tapparone-Canefri	개울타리고둥
<i>Calliostoma (Calliostoma) unicum</i> (Dunker)	방석고둥

표 1-2-11. (계속)

종 명	국명
Family Phenacolepadidae	갈고등과
<i>Nerita (Theliostyla) albicilla</i> (Linnaeus)	큰입술갈고등
<i>Nerita (Heminerita) japonica</i> (Dunker)	갈고등
Order Sorbeoconcha	흡강목
Family Littorinidae	총알고등과
<i>Littorina (Littorina) brevicula</i> (Philippi)	총알고등
<i>Nodilittorina radiata</i> (Souleyet)	좁쌀무늬총알고등
Family Vermetidae	뱀고등과
<i>Serpulorbis imbricatus</i> (Dunker)	큰뱀고등
Family Cypraeidae	개오지과
<i>Purpuradusta (Purpuradusta) gracilis</i> (Gaskoin)	점박이개오지
Family Muricidae	뿔소라과
<i>Ceratostoma rorifluum</i> (Adams & Reeve)	맷사리
<i>Ceratostoma inornatum</i> (Recluz)	어깨뿔고등
<i>Ergalatax contracta contracta</i> (Reeve)	탑뿔고등
<i>Thais (Reishia) bronni</i> (Dunker)	두드럭고등
<i>Thais (Reishia) clavigera</i> (Kuster)	대수리
Family Buccinidae	물레고등과
<i>Japeuthria ferrea</i> (Reeve)	타래고등
Order Nudibranchia	나새목
Family Chromodorididae	갯민숭달팽이과
<i>Chromodoris tinctoria</i> (Ruppell & Leuckart)	망사갯민숭달팽이
<i>Ceratosoma tenue</i> (Abraham)	꼬리갯민숭이
<i>Glossodoris misakinobogae</i> Baba	꼬마흰갯민숭달팽이
<i>Hypselodoris festiva</i> (A. Adams)	파랑갯민숭달팽이
Class Bivalvia	이매패강
Order Mytiloida	홍합목
Family Mytilidae	홍합과
<i>Septifer (Mytilisepta) virgatus</i> (Wiegmann)	굵은줄격판담치
<i>Septifer (Mytilisepta) keenae</i> Nomura	격판담치
<i>Musculista senhousia</i> (Benson)	종밋

표 1-2-11. (계속)

종 명	국명
Order Arcoida	돌조개목
Family Arcidae	돌조개과
<i>Arca avellana</i> Lamarck	돌조개
<i>Arca boucardi</i> Jousseaume	긴네모돌조개
Order Limoida	외투조개목
Family Limidae	외투조개과
<i>Ctenoides lischkei</i> (Lamy)	빗개가리비
Order Ostreoida	굴목
Family Ostreidae	굴과
<i>Saccostrea kegaki</i> Torigoe & Inaba	가시굴
Order Veneroida	백합목
Family Carditidae	주름방사륜조개과
<i>Cardita leana</i> Dunker	주름방사륜조개
Family Tellinidae	접시조개과
<i>Loxoglypta lauta</i> (Gould)	햇살접시조개
Family Trapeziidae	돌고부지과
<i>Trapezium (Neotrapezium) liratum</i> (Reeve)	돌고부지
Family Veneridae	백합과
<i>Irus (Irus) mitis</i> (Deshayes)	주름입조개
Phylum Annelid	환형동물문
Class Polychaeta	다모강
Order Sabellida	꽃갯지렁이목
Family Sabellidae	꽃갯지렁이과
<i>Sabellastarte indica</i> (Savigny)	남색꽃갯지렁이

표 1-2-11. (계속)

종 명	국명
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
Order Thoraciac	완흉목
Family Scalpellidae	거북손과
<i>Pollicipes mitella</i> (Linnaeus)	거북손
Family Chthamalidae	조무래기따개비과
<i>Tetraclita japonica</i> Pilsbry	검은큰따개비
Order Decapoda	십각목
Family Chirostylidae	새우아재비과
<i>Palaemon serrifer</i>	줄새우아재비
Family Porcellanidae	게붙이과
<i>Petrolisthes japonicus</i> (De Hann)	갯가게붙이
Family Paguridae	집게과
<i>Pagurus japonicus</i> (Stimpson)	붉은눈자루참집게
<i>Pagurus similis</i> (Ortmann)	얼룩참집게
Family Xanthidae	부채게과
<i>Actaea rueppelli orientalis</i> (Odhner)	털부채게
Family Grapsidae	바위게과
<i>Pachygrapsus crassipes</i> Randall	바위게
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Hann)	무늬발게
<i>Sesarma (Parasesarma) pictum</i> (De Hann)	사각게
Phylum Echinodermata	극피동물문
Class Asteroidea	해성강
Order Phanerozonia	현대목
Family Linckiidae	선불가사리과
<i>Ceratonarchoa semiregularis</i> (M. et Troschel)	빨강불가사리
<i>Ophidiaster cribrarius</i> (Lutken)	긴팔불가사리
Order Spinulosa	유국목
Family Asterinidae	별불가사리과
<i>Asterina pectinifera</i> (M. et Troschel)	별불가사리

표 1-2-11. (계속)

종 명	학명
Class Ophiuroidea	거미불가사리강
Order Myophiurida	폐사미목
Family Ophiodermatidae	가죽거미불가사리과
<i>Ophiarachnella gorgonia</i> (M. et Troschel)	뱀거미불가사리
Family Ophiotrichidae	가시거미불가사리과
<i>Ophiothela exigua</i> (Lyman)	짧은가시거미불가사리
Class Echinoida	성게강
Order Echinoida	성게목
Family Toxopneustidae	주발성게과
<i>Pseudocentrotus depressus</i> (A. Agassiz)	분홍성게
Family Strongylocentrotidae	등근성게과
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> (A. Agassiz)	말뚝성게
Family Echinometridae	만두성게과
<i>Anthocardis crassispina</i> (A. Agassiz)	보라성게

표 1-2-12. 2005년 11월 고산 주변지역에서 채집한 저서동물 목록

종 명	국명
Phylum Porifera	해면동물문
Class Demospongiae	보통해면강
Order Halichondrida	해변해면목
Family Halichondriidae	해변해면과
<i>Halichondria okadae</i>	검정해변해면
<i>Halichondria oshoro</i>	황록해변해면
<i>Hymeniacion sinapium</i>	주황해변해면
Order Haplosclerida	단골해면목
Family Chalinidae	고삐해면과
<i>Haliclona permollis</i>	보라해면
Phylum Cnidaria	자포동물문
Class Anthozoa	산호충강
Order Actiniaria	해면말미잘목
Family Actiniidae	해변말미잘과
<i>Actinia equina</i>	해변말미잘
<i>Anthopleura kurogane</i>	검정꽃해변말미잘
<i>Anthopleura midori</i>	폴색꽃해변말미잘
Phylum Mollusca	연체동물문
Class Polyplacophora	다판강
Order Neoloricata	신군부목
Family Ischnochitonidae	연두군부과
<i>Ischnochiton (Haploplax) comptus</i> (Gould)	연두군부
Family Chitonidae	군부과
<i>Onithochiton hirasei</i> Pilsbry	비단군부
<i>Acanthopleura japonica</i> (Lischke)	군부
Family Acanthochitonidae	가시군부과
<i>Acanthochitona defilippi</i> (Tapparone-Canefri)	털군부

표 1-2-12. (계속)

종 명	국명
Class Gastropoda	복족강
Order Patellogastropoda	삿갓조개목
Family Lottiidae	두드럭배말과
<i>Patelloida saccharina lanx</i> (Reeve)	테두리고둥
<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i> (Dunker)	애기배말
<i>Lottia (Lottia) dorsuosa</i> (Gould)	두드럭배말
<i>Nipponacmaea concinna concinna</i> (Lischke)	등근배무래기
Order Archaeogastropoda	원시복족목
Family Turbinidae	소라과
<i>Turbo (Batillus) cornutus</i> (Lightfoot)	소라
<i>Turbo (Lunella) coronata coreensis</i> (Recluz)	눈알고둥
<i>Astralium (Astralium) haematragum</i> (Menke)	바퀴고둥
Family Trochidae	밤고둥과
<i>Chlorostoma lischkei</i> (Tapparone-Canefri)	밤고둥
<i>Omphalius pfeifferi carpenteri</i> (Dunker)	팽이고둥
<i>Monodonta (Monodonta) labio confusa</i> Tapparone-Canefri	개울타리고둥
Family Phenacolepadidae	갈고둥과
<i>Nerita (Heminerita) japonica</i> (Dunker)	갈고둥
Order Sorbeoconcha	흡강목
Family Littorinidae	총알고둥과
<i>Littorina (Littorina) brevicula</i> (Philippi)	총알고둥
<i>Nodilittorina radiata</i> (Souleyet)	좁쌀무늬총알고둥
Family Vermetidae	뱀고둥과
<i>Serpulorbis imbricatus</i> (Dunker)	큰뱀고둥
Family Muricidae	뿔소라과
<i>Ceratostoma rorifluum</i> (Adams & Reeve)	맷사리
<i>Ceratostoma inornatum</i> (Recluz)	어깨뿔고둥
<i>Ergalatax contracta contracta</i> (Reeve)	탑뿔고둥
<i>Thais (Reishia) bronni</i> (Dunker)	두드럭고둥
<i>Thais (Reishia) clavigera</i> (Kuster)	대수리

표 1-2-12. (계속)

종 명	국명
Family Buccinidae	물레고둥과
<i>Japeuthria ferrea</i> (Reeve)	타래고둥
Class Bivalvia	이매패강
Order Mytiloida	홍합목
Family Mytilidae	홍합과
<i>Septifer (Mytilisepta) virgatus</i> (Wiegmann)	굵은줄격판담치
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
Order Thoraciac	완홍목
Family Scalpellidae	거북손과
<i>Pollicipes mitella</i> (Linnaeus)	거북손
Family Chthamalidae	조무래기따개비과
<i>Tetraclita japonica</i> Pilsbry	검은큰따개비
Order Decapoda	십각목
Family Paguridae	집게과
<i>Pagurus similis</i> (Ortmann)	얼룩참집게
Family Grapsidae	바위게과
<i>Pachygrapsus crassipes</i> Randall	바위게
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Hann)	무늬발게
<i>Sesarma (Parasesarma) pictum</i> (De Hann)	사각게
Phylum Echinodermata	극피동물문
Class Echinoida	성게강
Order Echinoida	성게목
Family Strongylocentrotidae	둥근성게과
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> (A. Agassiz)	말뚝성게
Family Echinometridae	만두성게과
<i>Anthocardis crassispina</i> (A. Agassiz)	보라성게

마. 해조류

(1) 해조상 군집규명

조사 기간 중 조사된 해조류는 6월에 경우 총 44종이 관찰되었는데, 이중 홍조류가 22종으로 제일 많았으며, 갈조류가 21종, 기타 미 동정 종이 1종으로 분류되었다. 조사 결과 해조상은 정점 간 다소 차이가 있었으며, 전 조사범위에서는 수심에 관계없이 홍조류인 *Marginisporum crassissimum*가 전 정점에서 광범위하게 분포하였으며, 같은 홍조류인 *Pikea yoshizakii*, *Amphiroa dilatata*, *Delisea fimbriata*순으로 전 지역에서 광범위하게 출현하였으며, 갈조류는 *Sargassum* sp., *Leathesia difformis*, *Ecklonia cava* 등이 주로 우점 하였다. 각 정점별 해조상을 살펴보면, 정점 4의 경우 23종의 해조상이 출현하였다. 정점 1에서 21종의 다양한 해조상을 보였으며, 반면 정점 6과 10의 경우 10종과 8종으로 다소 빈약한 해조상을 보였다. 문별로 분류한 결과 홍조식물문이 각 정점에서 우세한 양상을 보였다. 반면 정점 2, 3을 제외한 수심 15, 20 m에서는 유사한 양상을 보였다. 반면 9월 채집 시 발견된 해조류는 총 33종으로 6월에 비해 적은 해조 군집상을 보였으며, 정점에 관계없이 *Pikea yoshizakii* 가 전 정점에서 우점 하는 양상을 보였으며, 홍조류 23종으로 가장 많은 출현을 보였으며, 6월과 비교하여 갈조류 9종, 그 밖에 녹조류 1종의 분포를 보였으며, 홍조류 중에서 *Prionitis angusta*, *Marginisporum crassissimum* 등이 갈조류에서는 *Ecklonia cava*가 전 정점에서 비교적 고른 출현을 하였다. 이는 6월의 조사 양상과 유사한 종이 전 지역에서 우점함을 알 수 있었고, 조사 정점 전 지역에서 수심에 관계없이 홍조식물문이 우점함을 알 수 있었으며, 정점 8에서 28종의 다양한 해조상이 관찰 되었다. 또한 11월 조사 시 출현한 종은 총 30종으로 갈조류 10종, 홍조류 18종, 기타 미동종이 2종으로 분류되었으며, 정점 9에서 가장 다양한 종이 출현하였으며, 수심 10 m지점에서 다양한 해조상을 보였으며, 6월과 9월 채집 시와 비슷한 양상의 홍조식물문이 우점하였다.(표 1-2-13~14, 그림 1-2-16). 채집 해조류를 건량 측정 후 현존량을 단위면적당 측정한 결과 6월 조사 결과, 건조량 평균 $76.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 측정되었고, 정점 1에서 *Sargassum* sp.가 $238.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 가장 높은 현존량을 보였으며, 정점 5, 6에서 서도 각각 157.9 , $133.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 측정되었으며, 정점 6에서는 *Ecklonia cava*가 $193.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 의 높은 현존량을 보였다. 전 지역을 조사, 분석한 결과 특정한 몇몇의 종을 제외하고는 평균의 수치를 유지하는 것으로 분석되었다. 9월 조사 결과 평균 건조량은 $28.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 6월 채집 시에 비해 적은 수치를 보였으며, *Sargassum patens*가 정점 4, 10에서 조사 기간 중 703.0 , $488.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 수치를 보였으며, 정점 9, 10에서 평균 보다 높은 수치를 보였다. 11월 조사 시의 평균 건조량은 $11.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 조사되었는데 이는 6월과 9월에 비해 현저히 낮은 수치이며, 정점 8에서 *Sargassum* sp.의 경우 $214.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 현존량을 보였다(표 1-2-15).

(2) 해조상 군집분석

6월 조사 기간 동안 수심별로 나타난 종은 *Delisea fimbriata*으로 정점 4, 10을 제외한 전 지역에 수심에 상관없이 출현하였으며, 다음으로 출현한 대표적 종으로는 *Sargassum crispifolium*, *Sargassum* sp., *Marginisporum crassissimum* 출현하였다. 전체적으로 홍조류인 *Marginisporum crassissimum* 같이 수심에 관계없이, 우점함을 알 수 있었다. 반면 9월 조사 기간 동안 수심별로 나타난 종들을 분석한 결과 *Marginisporum* sp., *Marginisporum crassissimum*, *Pikea yoshizakii* 종들은 수심에 관계없이 고른 분포로 출현하였다. 또한 11월 조사 시에는 *Marginisporum crassissimum*, *Delisea fimbriata*, *Delisea fimbriata* 순으로 우점 출현하였으며, 수심에 관계없이 분포하였다(표 1-2-16). 6월 조사 기간 중 해조류의 종 다양성은 정점 7, 3에서 비교적 다른 정점 보다 높게 나타났다. 이는 특성상 외해의 영향을 직접 접하는 지역이며, 지형적으로 비교적 안정된 환경을 가진 것으로 기인한다. 반면, 정점 9지점은 낮은 다양성을 보였다, 균등도는 정점 10과 7에서 높은 수치를 보였으며, 9월 채집 시 가장 높은 다양도 지수는 정점 5에서 나타났으며, 정점 3에서 낮은 수치를 보였고, 정점 7에서 높은 균등도를 보였으며, 정점 10에서 낮은 수치를 보였다. 11월 조사 시의 경우 해조류 종 다양도 지수는 정점 10에서 가장 높게 조사되었으며, 균등도 지수의 경우는 정점 3에서 높은 수치로 조사되었다(표 1-2-17). 6월 조사 기간 중 정점별 유사도는 정점 1 - 8까지 68%의 비교적 유사한 수치를 보였으며, 정점 9, 10지점에서 다른 정점과는 다른 수치를 보였다. 또한 조하대의 조건상 수심별 유사도는 5 m 지점과 10 m 지점에서 82%의 비교적 높은 유사도를 보였으며, 전체적으로 63% 이상의 유사도를 나타내었고, 9월 채집 시에는 정점 1, 2에서 63%의 유사도를 나타내었으며, 수심별 유사도에서는 낮은 수심에서 높은 수심으로 진행되는 유사도를 보였고, 11월 정점별 유사도는 정점 6과 7에서 73.5%의 유사도를 나타내었으며, 수심별 유사도에서는 10 m, 15 m 지점에서 68%이상의 유사도를 나타내었다(그림 1-17~18).

이와 같은 결과에서 조사기간 중 조사된 해조상은 6월에 경우 총 45종이 관찰되었는데, 전 조사범위에서는 수심에 관계없이 홍조류인 *Marginisporum abberens*가 전 정점에서 광범위하게 분포하였으며, 같은 홍조류인 *Pikea yoshizakii*, *Amphiroa dilatata*, *Delisea fimbriata*순으로 전 지역에서 광범위하게 출현하였으며, 갈조류는 *Sargassum* sp., *Leathesia difformis*, *Ecklonia cava* 등이 주로 우점 하였다. 반면 9월 채집 시 발견된 해조류는 총 33종으로 6월에 비해 적은 해조상을 보였으며, 정점에 관계없이 *Pikea yoshizakii*가 전 정점에서 우점하는 양상을 보였으며, 조사 정점 전 지역에서 수심에 관계없이 홍조식물문이 우점함을 알 수 있었으며, 11월 조사 시 출현한 종은 총 30종으로 갈조류 10종, 홍조류 18종, 기타 미동종이 2종으로 분류되었다. 이는 조사지역의 환경적인 요인과 저질의 기작에 따른 것으로 기인하며, 계절적인 천이 과정이 진행됨을 알 수 있다. 이들의 연구의 공통적인 사항은 조하대의 해조군집에서는 층위구조가 명확하지는 않지만 각층을 지역에 따라 2-4개로 구분하고 있고,

이 층위구조의 범위와 구성에 미치는 중요한 형성요인으로는 광선과 해수유동을 들고 있다. 그리고 각 분포층의 구분과 명칭에 대해서도 정량적이고 객관화된 연구가 진행 중이다. Dring(1982)은 해조류의 수직분포에 대한 주된 요인으로 상한선에서는 노출과 관련된 stress, 하한선에서는 경쟁(competition)과 광도(irradiance) 및 섭식(grezing)을 들었다.

생물군집은 특정한 물리적 생활 장소에서 서식하는 개체군의 집합이며, 그 군집의 보편적인 종이 우점종으로 인정된다(Lerman, 1986; Nybakken, 1993). 우점종이란 용어는 다양한 시각에서 정의 되는 것인데, 특히 상관적인 견지에서 가장 넓은 피도와 기질면적을 차지하는 광피도 종(overstory species)을 의미하며, 군집에 대한 상대적인 기여도로 산출되는 중요도를 기준으로 정함이 바람직하다(Barbour *et al.*, 1987). 또한 고(1990)는 조간대의 식물군집의 우점종을 종의 중요도로 판정하는 것이 보고된 바 있다. 조하대 해조식생의 전체 현존량은 대형 갈조류(Nam, 1986; Lee and Chang, 1989)와 *Corallina* spp.(Koh, 1990; Lee *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 1995)의 존재 여하에 의존함이 보고되어 있다. 본 조사를 종합하여 볼 때, 6월 정점별 현존량은 평균 $76.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 측정되었고, 정점 1에서 *Sargassum* sp. 가 $238.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 가장 높은 현존량을 보였으며, 정점 5, 6에서도 각각 157.9 , $133.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 측정되었으며, 정점 6에서는 *Ecklonia cava*가 $193.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 의 높은 현존량을 보였으며, 9월 채집시 해조류의 평균 건조량은 $28.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 6월 채집 시에 비해 적은 수치를 보였으며, *Sargassum patens*가 정점 4, 10에서 조사 기간 중 703.0 와 $488.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 수치를 보였으며, 정점 9, 10에서 평균 보다 높은 수치를 보였고, 11월 조사 시의 평균 건조량은 $11.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 조사되었는데, 이는 6월과 9월에 비해 현저히 낮은 수치이며, 정점 8에서 *Sargassum* sp. 의 경우 $214.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 건조량이 조사되었는데, 이는 정점과 수심에 상관없이 몇몇의 갈조류와 홍조류가 우점함을 알 수 있다. 또한 본 조사에서의 정점간, 수심별 유사도는 외해의 영향을 직접 접하는 지역과 지형적으로 비교적 안정된 환경을 가진 지역의 차이를 볼 수 있었다. 본 조사를 종합하여 볼 때, 조하대 조사정점의 여러 가지 환경적인 요인이 해조류의 군집 형성에 작용하므로, 본 조사지역의 특성상 외해에서 유입되는 해수의 영향과 암반의 기질, 해수의 투명도 등 여러 가지 요인에 따라서 조사지역의 해조류의 군집이 형성됨을 알 수 있었고, 2005년 6월 조사 시 해조류의 군집의 양상은 정점 간 다소 차이가 있었으나, 수심에 관계없이 홍조류인 *Marginisporum crassissimum*가 전 정점에서 우점 하였고, 동년 9월의 조사된 해조류는 총 33종으로 6월 조사 시에 비해 적은 해조 군집상을 보였으며, 정점에 관계없이 홍조류인 *Pikea yoshizakii*종이 우점 하였으며, 11월 조사 시에는 *Marginisporum crassissimum*, *Delisea fimbriata*등의 종이 우점함을 알 수 있었다. 따라서 종합하여 검토할 때, 수심에 관계없이 몇몇의 특정한 종들이 생태적 우의를 점하고 있음을 알 수 있었으며, 지속적인 해양환경 모니터링을 하여야 할 것이다.

표 1-2-13. 각 조사 정점별 출현 해조류 목록

Station(June)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Species										
Phaeophyta										
<i>Dictyopteris divaricata</i>	*	*								
<i>Dictyopteris latiuscula</i>	*	*								
<i>Dictyota spinulosa</i>	*									
<i>Dilophus</i> sp.		*								
<i>Ecklonia cava</i>						*	*	*		
<i>Ecklonia kurome</i>	*	*	*		*	*		*	*	
<i>Ecklonia stolonifera</i>		*								
<i>Eisenia bicyclis</i>	*	*								
<i>Hydroclathrus clathratus</i>				*						
<i>Ishige sinicola</i>			*	*	*			*		
<i>Laminaria yendoana</i>		*								
<i>Leathesia difformis</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Lobophora</i> sp.	*									
<i>Sargassum crispifolium</i>	*		*							
<i>Sargassum horneri</i>			*	*				*		
<i>Sargassum piluliferum</i>		*								
<i>Sargassum</i> sp.	*			*	*	*	*	*	*	*
<i>Spatoglossum pacificum</i>				*						
<i>Undaria peterseniana</i>	*			*		*	*	*		
<i>Undaria pinnatifida</i>	*		*	*			*	*	*	*
<i>Zonaria diesingiana</i>	*	*	*				*	*		
Rhodophyta										
<i>Actinotrichia fragilis</i>				*			*	*		*
<i>Amphiroa dilatata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Amphiroa misakiensis</i>	*									
<i>Amphiroa</i> sp.				*			*			
<i>Amphiroa zonata</i>				*			*	*	*	
<i>Beckerella subcostata</i>					*				*	
<i>Carpopeltis angusta</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	
<i>Ceratodictyon spongiosum</i>			*	*			*	*		
<i>Corallina pilulifera</i>	*	*		*		*				
<i>Delisea fimbriata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		*
<i>Galaxaura falcata</i>	*	*								
<i>Galaxaura</i> sp.			*	*	*		*	*		
<i>Galaxaura verprecula</i>				*						*
<i>Gracilaria textorii</i>				*						
<i>Gracilariopsis chorda</i>			*							
<i>Jania</i> sp.	*			*					*	
<i>Jania radiata</i>					*					
<i>Marginisporum crassissimum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

표 1-2-13. 계속

Station(September)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Species										
<i>Mastocarpus pacificus</i>				*						
<i>Palmaria palmata</i>			*							
<i>Pikea yoshizakii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Porphyra suborbiculata</i>	*	*								
Unidentified			*							
Chlorophyta										
<i>Codium fragile</i>									*	
Phaeophyta										
<i>Dictyopteris</i> sp.							*			
<i>Ecklonia cava</i>	*	*		*	*	*		*	*	*
<i>Ecklonia kurome</i>	*		*				*	*		
<i>Eisenia bicyclis</i>				*	*	*		*	*	*
<i>Sargassum giganteifolium</i>							*	*	*	
<i>Sargassum patens</i>			*	*	*			*	*	*
<i>Sargassum ringgoldianum</i>					*					
<i>Sargassum</i> sp.					*				*	
<i>Undaria pinnatifida</i>			*			*			*	*
Rhodophyta										
<i>Amphiroa dilatata</i>		*			*		*	*	*	*
<i>Amphiroa</i> spp.			*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amphiroa zonata</i>	*	*	*		*	*	*	*		*
<i>Carpopeltis angusta</i>				*						
<i>Ceratodictyon spongiosum</i>				*	*					*
<i>Corallina officinalis</i>		*		*		*				
<i>Corallina pilulifera</i>	*	*			*	*	*			
<i>Corallina</i> sp.						*	*			
<i>Delisea fimbriata</i>		*	*	*	*	*		*	*	*
<i>Galaxaura falcata</i>						*		*	*	
<i>Galaxaura</i> sp.		*	*			*		*	*	*
<i>Gracilaria verrucosa</i>								*		
<i>Grateloupia</i> sp.									*	
<i>Jania</i> sp.	*									
<i>Laurencia</i> sp.				*						
<i>Lithothamnium simulans</i>					*					
<i>Marginisporum crassissimum</i>	*	*	*	*	*		*		*	*
<i>Marginisporum</i> sp.	*	*		*	*					
<i>Mastophora rosea</i>								*		
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>							*			
<i>Pikea yoshizakii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Prionitis angusta</i>	*		*	*		*		*	*	*
Unidentified	*									

표 1-2-13. 계속

Station(November)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Species										
Phaeophyta										
<i>Dictyota</i> sp.	*									
<i>Ecklonia cava</i>				*				*	*	
<i>Eisenia bicyclis</i>		*	*		*	*	*	*	*	*
<i>Papenfusiella kuromo</i>		*								*
<i>Sargassum giganteifolium</i>							*	*		
<i>Sargassum piluliferum</i>								*		
<i>Sargassum</i> sp.			*	*		*	*			
<i>Sargassum</i> spp.									*	*
<i>Undaria peterseniana</i>					*			*	*	
<i>Undaria pinnatifida</i>		*	*	*	*	*		*	*	*
Rhodophyta										
<i>Acanthopeltis japonica</i>						*	*			*
<i>Amphiroa dilatata</i>	*	*			*	*		*	*	
<i>Beckerella subcostata</i>							*			
<i>Calliarthron yessoense</i>							*			
<i>Carpopeltis angusta</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*
<i>Ceratodictyon spongiosum</i>			*							
<i>Corallina officinalis</i>	*				*	*		*		
<i>Corallina pilulifera</i>	*	*					*	*		
<i>Corallina</i> sp.	*						*			*
<i>Corallina</i> spp.						*				
<i>Delisea fimbriata</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*
<i>Jania</i> sp.	*			*				*		
<i>Lithothamnium</i> sp.					*	*			*	*
<i>Lomentaria</i> sp.		*								
<i>Marginisporum crassissimum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Marginisporum</i> sp.	*					*	*			
<i>Mastophora rosea</i>									*	*
<i>Pikea yoshizakii</i>	*	*		*	*	*	*	*		*
Unidentified 1									*	
Unidentified 2									*	

표 1-2-14. 각 수심별 출현 해조류 목록

Station (June)	Division	Transect				Total
		5m	10m	15m	20m	
1	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	8	3	0	6	17
	Rhodophyta	7	8	5	8	28
	Total	15	11	5	14	45
2	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	2	5	0	6	13
	Rhodophyta	4	7	4	5	20
	Total	6	12	4	11	33
3	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	5	6	3	2	16
	Rhodophyta	5	4	5	5	19
	Total	10	10	8	7	35
4	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	5	3	4	0	12
	Rhodophyta	9	6	5	0	20
	Total	14	9	9	0	32
5	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	4	2	0	0	6
	Rhodophyta	7	3	1	0	11
	Total	11	5	1	0	17
6	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	2	2	2	2	8
	Rhodophyta	4	3	3	1	11
	Total	6	5	5	3	19
7	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	2	3	1	4	10
	Rhodophyta	6	3	6	2	17
	Total	8	6	7	6	27
8	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	5	5	2	1	13
	Rhodophyta	4	5	4	4	17
	Total	9	10	6	5	30
9	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	4	2	0	0	6
	Rhodophyta	6	3	0	0	9
	Total	10	5	0	0	15
10	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	3	2	2	0	7
	Rhodophyta	2	3	3	0	8
	Total	5	5	5	0	15

표 1-2-14. 계속

Station (September)	Division	Transect				Total
		5m	10m	15m	20m	
1	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	0	0	2	0	2
	Rhodophyta	7	3	1	0	11
	Total	7	3	3	0	13
2	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	0	1	0	0	1
	Rhodophyta	5	8	0	0	13
	Total	5	9	0	0	14
3	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	2	1	0	0	3
	Rhodophyta	2	6	0	0	8
	Total	4	7	0	0	11
4	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	1	3	0	1	5
	Rhodophyta	5	2	4	0	11
	Total	6	5	4	1	16
5	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	2	2	2	0	6
	Rhodophyta	8	4	3	0	15
	Total	10	6	5	0	21
6	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	2	1	1	0	4
	Rhodophyta	4	7	4	0	15
	Total	6	8	5	0	19
7	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	0	3	0	0	3
	Rhodophyta	4	4	0	0	8
	Total	4	7	0	0	11
8	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	3	2	2	0	7
	Rhodophyta	4	6	7	4	21
	Total	7	8	9	4	28
9	Chlorophyta	0	0	1	0	1
	Phaeophyta	6	3	0	2	11
	Rhodophyta	5	4	4	5	18
	Total	11	7	5	7	30
10	Chlorophyta	0	0	0	0	0
	Phaeophyta	1	2	3	2	8
	Rhodophyta	3	6	3	2	14
	Total	4	8	6	4	22

표 1-2-14. 계속

Station (November)	Division	Transect				Total
		5m	10m	15m	20m	
1	Phaeophyta	0	0	1	0	1
	Rhodophyta	3	5	4	0	12
	Total	3	5	5	0	13
2	Phaeophyta	0	0	3	0	3
	Rhodophyta	3	6	2	0	11
	Total	3	6	5	0	14
3	Phaeophyta	0	1	2	0	3
	Rhodophyta	0	3	1	0	4
	Total	0	4	3	0	7
4	Phaeophyta	3	0	0	0	3
	Rhodophyta	2	3	0	0	5
	Total	5	3	0	0	8
5	Phaeophyta	0	1	2	0	3
	Rhodophyta	3	6	3	0	12
	Total	3	7	5	0	15
6	Phaeophyta	0	2	1	1	4
	Rhodophyta	6	7	6	5	24
	Total	6	9	7	6	28
7	Phaeophyta	3	2	0	0	5
	Rhodophyta	5	7	4	3	19
	Total	8	9	4	3	24
8	Phaeophyta	1	1	2	3	7
	Rhodophyta	6	0	1	6	13
	Total	7	1	3	9	20
9	Phaeophyta	3	2	2	1	8
	Rhodophyta	3	4	5	3	15
	Total	6	6	7	4	23
10	Phaeophyta	1	3	0	2	6
	Rhodophyta	5	5	6	4	20
	Total	6	8	6	6	26

표 1-2-15. 각 정점별 해조류의 건조량 (dry wt)*.

Species	Station(June)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Phaeophyta										
<i>Dictyopteris divaricata</i>	8									
<i>Dictyopteris latiuscula</i>	4.3	4.0								
<i>Dictyota spinulosa</i>	2.9									
<i>Dilophus</i> sp.		1.5								
<i>Ecklonia cava</i>						193.3	37	17.1		
<i>Ecklonia kurome</i>	26.3	157.5	162.9		110.1	20.8	0	46.9	40.3	
<i>Ecklonia stolonifera</i>		1.1								
<i>Eisenia bicyclis</i>	40.4	3.1								
<i>Hydroclathrus clathratus</i>				0.9						
<i>Ishige sinicola</i>			0.3	1	0.9			0.3		
<i>Laminaria yendoana</i>		0.4								
<i>Leathesia difformis</i>	0.38		3.5	18.9	6.1	0.4	8.6	8.6	3.1	8
<i>Lobophora</i> sp.	2									
<i>Sargassum crispifolium</i>	36.3		28.3							
<i>Sargassum horneri</i>	6.9		0.63	2.5				19.8		
<i>Sargassum piluliferum</i>	1.6	28.4								
<i>Sargassum</i> sp.	2.3	2.5		50	133.4	157.9	21	238.8	4.6	59.4
<i>Spatoglossum pacificum</i>				0.4						
<i>Undaria peterseniana</i>	0.5	0.5	4.13	0.4		0.25	2.5	0.6		
<i>Undaria pinnatifida</i>	2.6	0.9	12.5	68.4			0.7	30.9	12.5	5.6
<i>Zonaria diesingiana</i>	0.5						0.3	6.1		
Rhodophyta										
<i>Actinotrichia fragilis</i>	24.9			68.3			0.6	2.9		13.9
<i>Amphiroa dilatata</i>	41.3	47.5	15.8	42.6	2.0	23.9	13.5	15.8	3.6	
<i>Amphiroa misakiensis</i>	0.9									
<i>Amphiroa</i> sp.				0.9			4.6			
<i>Amphiroa zonata</i>				2.5			2	90.8	7.5	
<i>Beckerella subcostata</i>					0.4				1.4	
<i>Carpopeltis angusta</i>	45.3	71.8	17	5.1	5.5		1.8	4.6	0.8	
<i>Ceratodictyon spongiosum</i>			2.8	8			4.4	1		
<i>Corallina pilulifera</i>	23	48.1		0.1		6.6				
<i>Delisea fimbriata</i>	45.3	122.4	15.9	0.1	0.3	0.8	6	13		0.4
<i>Galaxaura falcata</i>	2.1	1.4								0
<i>Galaxaura</i> sp.			7.9	1.1	1.1		2.9	1.5		
<i>Galaxaura verprecula</i>				1.8						0.5
<i>Gracilaria textorii</i>				0.5						
<i>Gracilariopsis chorda</i>			1.9							
<i>Jania</i> sp.	0.6			13.4					1.4	
<i>Jania radiata</i>					3.0					
<i>Marginisporum crassissimum</i>	4.6	47.1	8.1	105.6	12.3	6	57.6	2.1	84.9	82.5
<i>Mastocarpus pacificus</i>				1.25						
<i>Palmaria palmata</i>			1.13							
<i>Pikea yoshizakii</i>	6	9.1	11.5	24	31.9	17.3	7.4	3.3	44.4	37.8
<i>Porphyra suborbiculata</i>	5.3	5.1								
Unidentified			0.6							

* Biomass unit is g · m⁻²

표 1-2-15. 계속

Species	Station(September)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chlorophyta										
<i>Codium fragile</i>									4.0	
Phaeophyta										
<i>Dictyopteris</i> sp.							19.5			
<i>Ecklonia cava</i>	30.0	54.0		201.5	157.0	179.0		94.0	195.5	383.0
<i>Ecklonia kurome</i>	6.0		57.0				55.0	15.0		
<i>Eisenia bicyclis</i>				74.5	72.5	57.5		103.5	268.5	210.5
<i>Sargassum giganteifolium</i>							18.5	10.0	152.5	
<i>Sargassum patens</i>			10.0	703.0	114.5			40.0	308.0	488.5
<i>Sargassum ringgoldianum</i>					21.5					
<i>Sargassum</i> sp.					7.0				16.0	
<i>Uncaria pinnatifida</i>			3.5			6.5			26.5	17.5
Rhodophyta										
<i>Amphiroa dilatata</i>		29.0			30.5		38.0	86.0	75.5	71.0
<i>Amphiroa</i> spp.			47.0	76.5	191.5	13.5	58.5	266.0	8.0	52.5
<i>Amphiroa zonata</i>	18.0	20.5	69.0		33.5	117.0	47.0	110.5		29.0
<i>Carpopeltis angusta</i>				4.0						
<i>Ceratodictyon spongiosum</i>				35.5	43.5					56.0
<i>Corallina officinalis</i>		37.5		46.0		56.5				
<i>Corallina pilulifera</i>	33.0	106.0			36.5	59.5	29.5			
<i>Corallina</i> sp.						67.5	45.5			
<i>Delisea fimbriata</i>		16.5	24.0	1.0	38.5	58.5		38.5	31.0	3.0
<i>Galaxaura falcata</i>						6.5		1.0	3.5	
<i>Galaxaura</i> sp.		51.5	40.5			21.0		18.5	4.0	2.0
<i>Gracilaria verrucosa</i>								0.5		
<i>Grateloupia</i> sp.									5.5	
<i>Jania</i> sp.	34.0									
<i>Laurencia</i> sp.				2.5						
<i>Lithothamnium simulans</i>					2.5					
<i>Marginisporum crassissimum</i>	195.5	186.5	205.5	26.5	54.0		67.0		9.0	102.5
<i>Marginisporum</i> sp.	89.0	162.5		172.5	19.0					
<i>Mastophora rosea</i>								11.0		
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>							6.5			
<i>Pikea yoshizakii</i>	80.0	30.5	22.5	35.0	114.0	16.0	134.5	21.5	10.0	58.5
<i>Prionitis angusta</i>	13.0		14.0	20.5		283.5		420.5	262.5	9.0
Unidentified	22.0									

표 1-2-15. 계속

Station(November)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Species										
Phaeophyta										
<i>Dictyota</i> sp.		8.1	6.0		49.4	180.5	174.5	185.5	42.8	17.9
<i>Ecklonia cava</i>					1.0			1.0	1.5	
<i>Eisenia bicyclis</i>			5.8	20.4		74.9	93.3			
<i>Papenfusiella kuromo</i>		7.1	3.3		0.8	3.6		5.1	16.4	38.8
<i>Sargassum giganteifolium</i>	8.6									
<i>Sargassum piluliferum</i>								58.1		
<i>Sargassum</i> sp.				4.1				214.3	14.6	
<i>Sargassum</i> spp.									146.9	14.6
<i>Undaria peterseniana</i>		12.5								37.8
<i>Undaria pinnatifida</i>							32.1	7.9		
Rhodophyta										
<i>Acanthopeltis japonica</i>	13.9	31.4		31.3	38.5	4.9	3.9	3.5	2.1	31.1
<i>Amphiroa dilatata</i>	90.3	30.6			3.1	16.9	10.9	11.8	6.6	68.1
<i>Beckerella subcostata</i>						95.0				
<i>Calliarthron yessoense</i>	29.3	75.0					32.4	3.8		
<i>Carpopeltis angusta</i>			14.6							
<i>Ceratodictyon spongiosum</i>	84.6					34.3	8.0			
<i>Corallina officinalis</i>	23.3	17.3	23.9		94.1	45.8	37.3	14.0	25.3	87.3
<i>Corallina pilulifera</i>							0.6			
<i>Corallina</i> sp.	50.3						3.0			0.5
<i>Corallina</i> spp.	17.8	32.3	23.8	43.1	46.6	25.6	10.8	31.8	0.8	12.4
<i>Delisea fimbriata</i>						3.3				
<i>Jania</i> sp.					0.1	2.0			0.1	5.1
<i>Lithothamnium</i> sp.	0.5			88.1				11.4		
<i>Lomentaria</i> sp.									30.3	6.6
<i>Marginisporum rassissimum</i>							0.8			
<i>Marginisporum</i> sp.	1.5	5.1	9.3	34.9		128.0	87.5	10.8	16.1	136.0
<i>Mastophora rosea</i>		2.3								
<i>Pikea yoshizakii</i>	1.1				3.6	0.9		2.0		
Unidentified 1									34.0	
Unidentified 2									20.0	

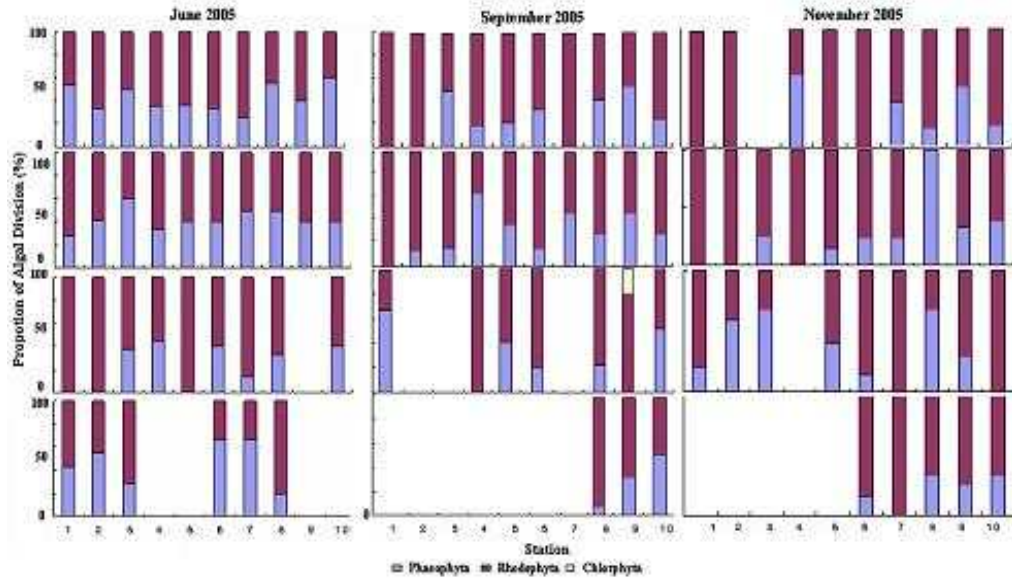


그림 1-2-16. 각 정점별 출현 해조류의 정점별, 수심별 문별 분류.

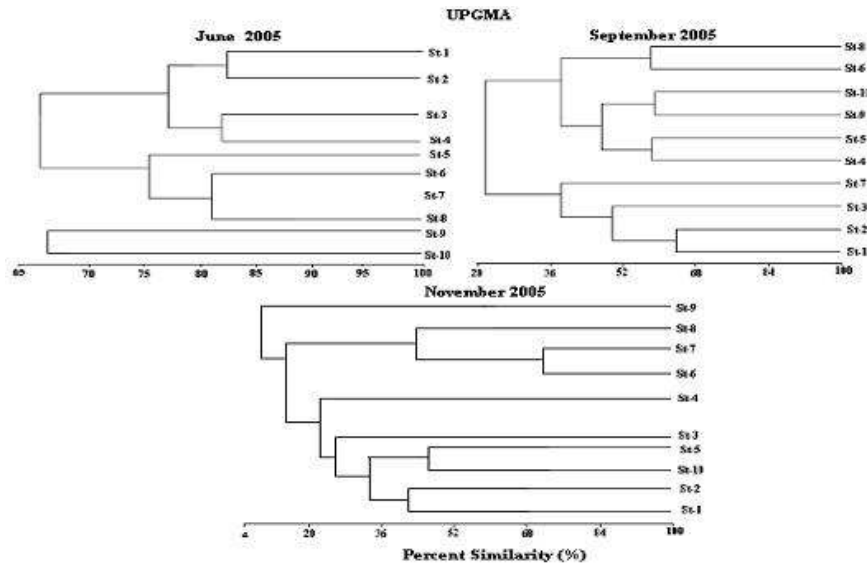


그림 1-2-17. 정점별 유사도.

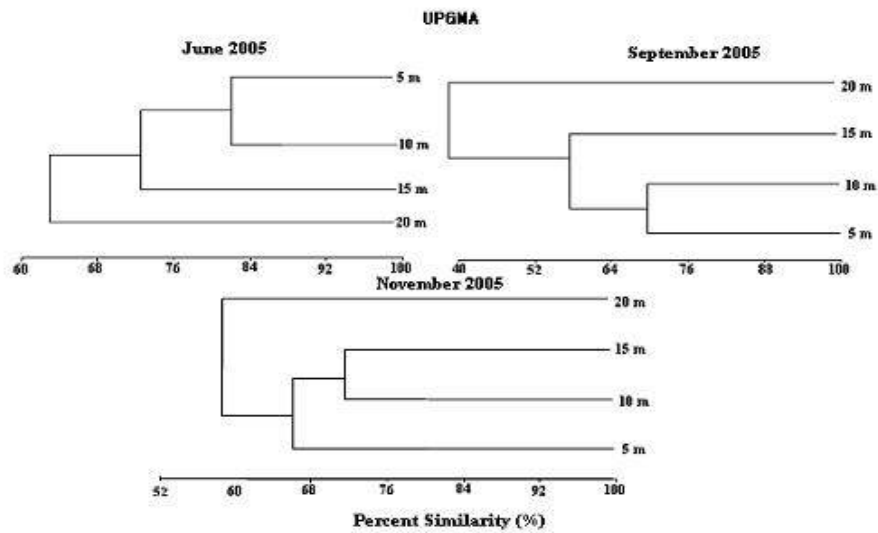


그림 1-2-18. 수심별 유사도.

표 1-2-16. 각 정점별 출현 해조류의 우점종과 아우점종.

Depth	m	5		10		15		20	
June ~ November 2005	St-1	<i>Sargassum crispifolium</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Corallina</i> sp.	<i>Delisea fimbriata</i>	<i>Pikea yoshizakii</i>		<i>Ecklonia kurome</i>	
	St-2	<i>Corallina pilulifera</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Delisea fimbriata</i>	<i>Corallina pilulifera</i>			<i>Ecklonia kurome</i>	
	St-3	<i>Sargassum crispifolium</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Delisea fimbriata</i>	<i>Ecklonia kurome</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Ecklonia kurome</i>	<i>Sargassum patens</i>
	St-4	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Amphiroa dilatata</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Actinotrichiella fragilis</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>		
	St-5	<i>Ecklonia kurome</i>	<i>Amphiroa</i> spp.	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Ecklonia kurome</i>	<i>Pikea yoshizakii</i>			
	St-6	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Ecklonia kurome</i>	<i>Carpopeltis angusta</i>	<i>Pikea yoshizakii</i>	<i>Ecklonia cava</i>	<i>Corallina pilulifera</i>	<i>Ecklonia cava</i>	
	St-7	<i>Delisea fimbriata</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Carpopeltis angusta</i>	<i>Marginisporum crassissimum</i>			<i>Ceratodictyon spongiosum</i>
	St-8	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Amphiroa zonata</i>	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Sargassum horneri</i>	<i>Ecklonia cava</i>	<i>Amphiroa</i> spp.	<i>Delisea fimbriata</i>	<i>Amphiroa dilatata</i>
	St-9	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Ecklonia kurome</i>	<i>Pikea yoshizakii</i>	<i>Ecklonia kurome</i>			<i>Undaria pinnatifida</i>	
	St-10	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Pikea yoshizakii</i>	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Marginisporum crassissimum</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>	

표 1-2-17. 각 정점별 다양도(H'), 풍부도(J')지수

Station	H' Index			J' Index			No. species		
	June	September	November	June	September	November	June	September	November
1	1.318	0.812	0.806	0.951	0.812	0.774	45.0	10.0	11.0
2	1.300	0.865	0.836	0.938	0.865	0.836	33.0	10.0	10.0
3	1.375	0.791	0.756	0.992	0.791	0.894	35.0	10.0	7.0
4	1.075	0.887	0.680	0.979	0.796	0.804	32.0	13.0	7.0
5	0.808	1.020	0.640	0.736	0.868	0.671	17.0	15.0	9.0
6	1.358	0.909	0.843	0.980	0.816	0.757	19.0	13.0	13.0
7	1.379	0.946	0.804	0.995	0.909	0.745	27.0	11.0	12.0
8	1.348	0.868	0.721	0.972	0.738	0.629	30.0	15.0	14.0
9	0.637	0.882	0.849	0.918	0.732	0.741	15.0	16.0	14.0
10	1.099	0.814	0.875	1.000	0.731	0.811	15.0	13.0	12.0

(H' = -∑Pi lnPi, J = H' / H' max = ln S; Shannon's method Log base e)

바. 난 · 자치어 및 성어

(1) 난 · 자치어

(가) 난 · 자치어 평균 분포밀도 현황

조사기간 동안 북제주바다목장 해역 내에서 채집된 난 · 자치어의 평균 분포밀도를 크게 연안측(St.1, 3, 6, 9)과 외양측(St.2, 5, 8, 10)으로 구분한 후 그 결과를 표 1-2-18에 나타내었다. 난과 자치어는 하계인 8월에 각각 평균 11,420개체/1,000m³, 2,613개체/1,000m³으로 가장 많이 출현한데 반해 난은 동계인 2월에 314개체/1,000m³, 자치어는 춘계인 5월에 16개체/1,000m³로 가장 적은 출현밀도를 나타내고 있었다. 또한 난인 경우에는 저수온기인 동계(2월)와 춘계(5월)에는 외양측에서, 고수온기인 하계(8월)와 추계(11월)에는 연안측에서 상대적으로 많이 출현하고 있음을 알 수 있었다. 이에 반해 자치어인 경우에는 가장 많이 출현한 하계에 난과는 반대로 외양측에서 많이 출현하고 있는 것이 특징적이었다.

표 1-2-18. 북제주 바다목장 해역에서의 난 · 자치어 평균 출현밀도

	동계 (2월)		춘계 (5월)		하계 (8월)		추계 (11월)	
	연안측	외양측	연안측	외양측	연안측	외양측	연안측	외양측
난	235	393	340	747	14,371	8,469	7,042	1,663
평균	314		544		11,420		4,352	
자치어	50	40	11	21	1,966	3,259	444	198
평균	45		16		2,613		321	

단위 : ind./1,000m³

(나) 자치어 전체 출현목록

조사기간인 동계(2월), 춘계(5월), 하계(8월) 그리고 추계(11월)에 북제주 바다목장 해역 내에서 출현한 전체 자치어는 몸체가 심하게 파손되어 동정이 불가능한 미동정종 15종을 제외하면 총 8목 25과 37속 51종이며 그 목록은 다음과 같다.

뱀장어목 Anguilliformes

바다뱀과 Ophichthidae

바다뱀과 Ophichthidae sp.

청어목 Clupeiformes

멸치과 Engraulididae

멸치 *Engraulis japonicus*

청어과 Clupeidae

삿줄멸 *Spratelloides gracilis*

홍메치목 Aulopiformes

홍메치과 Aulopodidae

히메치 *Aulopus japonicus*

홍메치과 Aulopoidae sp.

동갈치목 Beloniformes

날치과 Exocoetidae

날치과 Exocoetidae sp.

큰가시고기목 Gasterosteiformes

실비늘치과 Aulorhynchidae

실비늘치 *Aulichthys japonicus*

실고기과 Syngnathidae

실고기과 Syngnathidae sp.

솜뱅이목 Scorpaeniformes

양볼락과 Scorpaenidae

볼락 *Sebastes inermis*

솜뱅이 *Sebastiscus marmoratus*

개볼락 *Sebastiscus pachycephalus*

독중개과 Cottidae

돌망둑이 *Pseudoblennius marmoratus*

돌팍망둑 *Pseudoblennius percoides*

농어목 Perciformes

동갈돔과 Apogonidae
 점동갈돔 *Apogon notatus*
 전갱이과 Carangidae
 참치방어 *Elagatis bipinnulata*
 도미과 Sparidae
 참돔 *Pagrus major*
 실꼬리돔과 Nemipteridae
 실꼬리돔과 Nemipteridae sp.
 자리돔과 Pomacentridae
 자리돔 *Chromis notatus*
 자리돔과 Pomacentredae sp.
 악어치과 Champsodontidae
 악어치 *Champsodon snyderi*
 양동미리과 Pinguipedidae
 양동미리과 1. Pinguipedidae sp.1
 양동미리과 2. Pinguipedidae sp.2
 꼬리점눈통이과 Percophidae
 꼬리점눈통이과 Percophidae sp.
 먹도라치과 Tripterygiidae
 가막베도라치 *Enneaptergius theostomus*
 비늘베도라치과 Labrysomidae
 비늘베도라치 *Nexclinus bryope*
 청베도라치과 Blenniidae
 저울베도라치 *Entomacrodus stellifer*
 앞동갈베도라치 *Omobranchus elegans*
 청베도라치과 *Omobranchus loxozonus*
 두줄베도라치 *Petroscirtes breviceps*
 청베도라치 *Parablennius yatabei*
 갈기베도라치 *Scartella cristata*
 청베도라치과 Blenniidae sp.
 학치과 Gobiesocidae
 황학치 *Aspasmichthys ciconiae*
 큰입학치 *Lepadichthys frenatus*
 학치과 Gobiesocoidei sp.

망둑어과 Gobiidae

무늬망둑 *Bathygobius fuscus*

폴비늘망둑 *Eviota abox*

사자코망둑 *Istigobius campbelli*

비단망둑 *Istigobius hoshinonis*

미끈망둑속 *Luciogobius* spp

망둑어과 1 Gobiidae sp.1

망둑어과 2 Gobiidae sp.2

망둑어과 3 Gobiidae sp.3

망둑어과 4 Gobiidae sp.4

망둑어과 5 Gobiidae sp.5

망둑어과 6 Gobiidae sp.6

망둑어과 7 Gobiidae sp.7

갈치과 Trichiuridae

갈치 *Trichiurus lepturus*

고등어과 Scombridae

고등어 *Scomber japonicus*

고등어과 Scombridae sp.

복어목 Tetradontiformes

참복과 Tetraodontidae

참복과 Tetraodontidae sp.

미동정 sp. 1 Unidentifiable sp. 1

미동정 sp. 2 Unidentifiable sp. 2

미동정 sp. 3 Unidentifiable sp. 3

미동정 sp. 4 Unidentifiable sp. 4

미동정 sp. 5 Unidentifiable sp. 5

미동정 sp. 6 Unidentifiable sp. 6

미동정 sp. 7 Unidentifiable sp. 7

미동정 sp. 8 Unidentifiable sp. 8

미동정 sp. 9 Unidentifiable sp. 9

미동정 sp. 10 Unidentifiable sp. 10

미동정 sp. 11 Unidentifiable sp. 11

미동정 sp. 12 Unidentifiable sp. 12

미동정 sp. 13 Unidentifiable sp. 13

미동정 sp. 14 Unidentifiable sp. 14

미동정 sp. 15 Unidentifiable sp. 15

조사기간 동안 채집된 자치어 중 망둑어과가 12종으로 종수면에서 가장 많이 출현하고 있었고 청베도라치과 7종, 양볼락과와 학치과가 3종, 홍메치과, 독중개과, 자리돔과, 양동미리과, 고등어과가 2종이 출현하였으며 그 이외의 과들은 모두 1종씩 출현하고 있었다.

(다) 정점별, 시기별 자치어 출현종수

조사기간 동안 북제주바다목장 해역 내 각 정점에서 출현한 자치어들의 종수를 시기로 구분하여 표 1-2-19에 표시하였다. 우선 동계인 2월의 경우 전체 출현 종수가 총 11종으로 나타나고 있었는데 전반적으로 모든 정점에서 2종 이상이 출현하고 있었다. 다음으로 춘계인 5월의 경우에는 총 7종이 출현하여 다른 계절에 비해 가장 적은 출현 종수를 보였으며 특히 연안측에 위치한 정점 3번에서는 자치어가 한 개체도 출현하지 않는 것이 특징이었다. 하계인 8월에는 총 26종이 출현하여 가장 많은 출현 종수를 기록하고 있었다. 특히 춘계에 자치어가 한 개체도 출현하지 않았던 정점 3번에서는 출현 종수가 13종으로 가장 많이 출현하는 것이 특징이었으며, 다음으로 외양측에 위치하는 정점 5번에서는 총 11종, 또한 정점 5번 남부에 위치하는 정점 8번에서 10종, 조사해역 북부에 위치하는 정점 1번과 2번에서 각각 8종, 7종 순으로 출현하여 하계에는 전반적으로 조사해역의 남부에 위치한 정점들 보다는 중부와 북부에 위치한 정점들에서 많은 자치어 출현종수가 나타나고 있음을 알 수 있었다. 추계인 11월에는 하계 다음으로 많은 자치어들이 출현하고 있었는데 전반적으로 연안측 보다는 외양측에서 자치어 출현종수가 많게 나타났다. 연안측에서는 가장 남부에 위치한 정점 9번에서 7종이 출현하여 가장 많았고, 외양측에서는 특히 조사해역의 북부에 위치한 정점 2번과 5번에서 모두 9종의 자치어가 출현하고 있어 전체 정점 중 자치어 출현종수가 가장 많음을 알 수 있었다.

표 1-2-19. 북제주 바다목장 해역에서의 시기별, 정점별 자치어 출현종수

출현종수	연안측				외양측			
	St.1	St.3	St.6	St.9	St.2	St.5	St.8	St.10
동 계 (2월)	2	4	2	5	3	4	3	3
춘 계 (5월)	4	0	2	2	4	2	2	1
하 계 (8월)	8	13	4	4	7	11	10	5
추 계 (11월)	4	4	5	7	9	9	5	5

(라) 시기별 자치어 출현양상

북제주 바다목장 해역 내에 출현한 자치어들 중 동정이 가능한 종들을 대상으로 정점별 출현양상을 살펴보았다.

① 동계(2월)

동계에 각 정점에서 출현한 자치어들의 출현량을 표 1-2-20에 나타냈다. 전체적으로 연안측 정점들과 외양측 정점들에서의 자치어 총 출현량은 각각 411개체/1,000m³, 360개체/1,000 m³로 나타나 출현량이 크게 차이나지는 않고 있었다. 각 정점별 출현 종들을 보면 특히 썸뱅이가 연안측과 외양측에서 각각 359개체/1,000 m³, 257개체/1,000 m³로 가장 많은 출현량을 보였고, 다음으로 볼락이 각각 19개체/1,000 m³, 86개체/1,000 m³를 나타냈으며 그 이외의 종들은 모두 20개체/1,000 m³이하의 낮은 출현량을 보이고 있었다. 또한 썸뱅이의 경우에는 모든 정점에서 출현하고 있는 것이 특징적이었으며 이에 반해 돌팍망둑과 돌망둑이, 개볼락은 연안측의 한 개 정점, 비늘베도라치는 외양측의 한 개 정점에서만 출현하고 있었다.

표 1-2-20. 동계(2월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량

학명 (국명)	연안측				합계	외양측				합계
	St.1	St.3	St.6	St.9		St.2	St.5	St.8	St.10	
<i>Necclinus bryope</i> (비늘베도라치)	-	-	-	-	-	-	8	-	-	8
Percophidae sp. (꼬리접눈퉁이과)	7	-	-	-	7	9	-	-	-	9
<i>Pseudoblennius marmoratus</i> (돌망둑이)	-	5	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Pseudoblennius percoides</i> (돌팍망둑)	-	-	-	14	14	-	-	-	-	-
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)	-	11	-	8	19	19	25	17	25	86
<i>Sebastes pachycephalus</i> (개볼락)	-	-	-	7	7	-	-	-	-	-
<i>Sebasticus marmoratus</i> (썸뱅이)	58	24	163	114	359	36	74	44	103	257
전체 출현량	65	40	163	143	411	64	107	61	128	360

단위 : ind./1,000m³

② 춘계(5월)

춘계에 각 정점에서 출현한 자치어들의 출현량을 표 1-2-21에 나타냈다. 전체적으로 연안측 정점들과 외양측 정점들에서의 자치어 총 출현량은 각각 124개체/1,000 m³, 113개체/1,000 m³로 나타나 동계와 마찬가지로 두 해역간 출현량이 크게 차이나지는 않고

있었다. 각 정점에서 출현한 종들의 종별 출현량을 살펴보면, 모든 어종이 100개체/1,000 m³ 이하의 낮은 출현량을 보이고 있었는데 이 중에서 멸치가 출현량 면에서 가장 높게 나타났고 이어서 쏨뱅이, 미끈망둑속 순으로 우점하고 있었다. 또한 무늬망둑과 복어목은 연안측 한 개 정점에서만 출현하고 있었으며, 돌팍망둑의 경우에는 동계에 연안측 한 개 정점에서 출현하였던 것이 춘계에 들어서서 외양측 한 개 정점에서만 출현하고 있다는 것이 특징적이었다.

표 1-2-21. 춘계(5월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량

학명 (국명)	연안측				합계	외양측				합계
	St.1	St.3	St.6	St.9		St.2	St.5	St.8	St.10	
<i>Bathygobius fuscus</i> (무늬망둑)	-	-	-	6	6	-	-	-	-	-
<i>Engraulis japonica</i> (멸치)	18	-	8	20	46	14	16	28	16	74
<i>Luciogobius</i> sp. (미끈망둑속)	19	-	-	-	19	7	-	-	-	7
<i>Pseudoblennius percoides</i> (돌팍망둑)	-	-	-	-	-	7	-	-	-	7
<i>Sebastes marmoratus</i> (쏨뱅이)	13	-	8	26	47	7	8	10	-	25
<i>Takifugu</i> sp. (복어목)	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-
전체 출현량	56	-	16	52	124	35	24	38	16	113

단위 : ind./1,000m³

③ 하계(8월)

하계에 각 정점에서 출현한 자치어들의 출현량을 표 1-2-22에 나타냈다. 전체적으로 연안측 정점들과 외양측 정점들에서의 자치어 총 출현량은 각각 14,438개체/1,000 m³, 24,406개체/1,000 m³로 나타나 연안측 보다는 외양측에서 자치어들이 많이 출현하고 있음을 알 수 있었다. 각 해역별로 출현량면에서 우점종을 살펴보면 우선 연안측에서는 멸치가 7,056개체/1,000 m³로 출현량면에서 가장 우점하고 있었고 다음으로 고등어과 3,327개체/1,000 m³, 가막베도라치 2,797개체/1,000 m³, 풀비늘망둑 332개체/1,000 m³, 황학치 256개체/1,000 m³의 순으로 나타나고 있었다. 이와 관련하여 외양측에서는 역시 멸치가 13,760개체/1,000 m³으로 가장 우점하고 있었고 이어서 고등어과 7,889개체/1,000 m³, 저울베도라치 572개체/1,000 m³, 실꼬리돔과 383개체/1,000 m³, 망둑어과 1번 283개체/1,000 m³의 순서로 우점하고 있었다. 정점별 출현현황을 살펴보면, 우선 모든 정점에서 출현하는 어종들로는 멸치와 고등어과 2어종을 들 수 있었다. 이와 더불어 연안측 한 개 정점에서만 출현하는 어종들로는 실비늘치, 풀비늘망둑, 사자코망둑, 청베도라치과, 고등어, 실고기과인데 반해, 외양측 한 개 정점에서만 출현하는 어종들로는 가라지, 참치방어, 망둑어과 2~7번, 비단망둑으로 나타나 연안와 외양의 출현종 구성이 다소 다르게 나타나고 있었다.

표 1-2-22. 하계(8월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량

학명 (국명)	연안측				합계	외양측				합계
	St.1	St.3	St.6	St.9		St.2	St.5	St.8	St.10	
<i>Aspasmichthys ciconiae</i> (황학치)	17	239	-	-	256	-	-	-	-	-
<i>Aulichthys japonicus</i> (실비늘치)	-	30	-	-	30	-	-	-	-	-
<i>Decapterus maruadsi</i> (가라지)	30	29	-	-	59	-	-	50	-	50
<i>Elagatis bipinnulata</i> (참치망어)	-	-	-	-	-	200	-	-	-	200
<i>Engraulis japonica</i> (멸치)	741	683	3,188	2,444	7,056	1,223	6,340	4,936	1,261	13,760
<i>Enneapterygius theostoma</i> (가막베도라치)	67	1,906	736	88	2,797	-	38	-	75	113
<i>Entomacrodus stellifer</i> (저울베도라치)	-	29	-	63	92	67	83	218	204	572
<i>Eviota abax</i> (폴비늘망둑)	-	332	-	-	332	67	-	-	56	123
Gobiidae sp.1 (망둑어과 1)	-	-	-	-	-	200	83	-	-	283
Gobiidae sp.2 (망둑어과 2)	-	-	-	-	-	-	83	-	-	83
Gobiidae sp.3 (망둑어과 3)	-	-	-	-	-	-	167	-	-	167
Gobiidae sp.4 (망둑어과 4)	-	-	-	-	-	-	83	-	-	83
Gobiidae sp.5 (망둑어과 5)	-	-	-	-	-	-	-	150	-	150
Gobiidae sp.6 (망둑어과 6)	-	-	-	-	-	-	-	200	-	200
Gobiidae sp.7 (망둑어과 7)	-	-	-	-	-	-	-	50	-	50
Gobiesocoidei sp. (학치과)	30	30	-	-	60	-	-	-	-	-
<i>Istigobius campbelli</i> (사자코망둑)	-	45	-	-	45	-	-	-	-	-
<i>Istigobius hoshinonis</i> (비단망둑)	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100
Nemipteridae sp. (실꼬리돔과)	-	-	-	-	-	-	333	50	-	383
<i>Omobranchus elegans</i> (앞동갈베도라치)	-	15	-	-	15	-	-	-	-	-
<i>Omobranchus loxozonus</i> (청베도라치과)	33	-	-	-	33	-	-	-	-	-
<i>Parablennius yatai</i> (청베도라치)	-	89	111	-	200	67	83	50	-	200
<i>Scomber japonicus</i> (고등어)	121	-	-	-	121	-	-	-	-	-
Scombridae sp. (고등어과)	1,364	1,298	147	518	3,327	2,445	3,000	1,518	926	7,889
Syngnathidae sp. (실고기과)	-	15	-	-	15	-	-	-	-	-
전체 출현량	2,403	4,740	4,182	3,113	14,438	4,269	10,293	7,322	2,522	24,406

단위 : ind./1,000m³

④ 추계(11월)

추계에 각 정점에서 출현한 자치어들의 출현량을 표 1-2-23에 나타냈다. 전체적인 자치어 총 출현량은 연안측 3,342개체/1,000 m³, 외양측 761개체/1,000 m³으로 나타나 추계에는 하계와 달리 연안측에서 자치어 출현량이 높게 나타나고 있었다. 각 해역별, 종별 출현량에 있어서 우선 연안측에서는 가막베도라치가 3,070개체/1,000 m³으로 월등히 많은 출현량을 나타나고 있었고 다음으로 솜뱅이 55개체/1,000 m³, 갈기베도라치 54개체/1,000 m³, 청베도라치과 33개체/1,000 m³, 갈치 27개체/1,000 m³의 순이었으나 가막베도라치를 제외하고 다른 종들은 모두 100개체/1,000 m³이하의 낮은 출현량을 보이고 있었다. 또한 추계 연안측에서는 대부분 베도라치류들이 우점을 보이는 특징이 나타났다. 이에 반해 추계 외양측에 있어서는 연안측과 마찬가지로 가막베도라치가 238개체/1,000 m³로 가장 많이 출현하고 있었으나 솜뱅이도 204개체/1,000 m³로 비교적 높은 출현량을 보

이고 있었으며, 다음으로 자리돔 66개체/1,000 m³, 홍메치과 52개체/1,000 m³, 큰입학치 37개체/1,000 m³, 두줄베도라치 32개체/1,000 m³의 순으로 출현하고 있었다.

표 1-2-23. 추계(11월) 북제주 바다목장 해역에서 채집된 자치어의 출현량

학명 (국명)	연안측				합계	외양측				합계
	St.1	St.3	St.6	St.9		St.2	St.5	St.8	St.10	
<i>Apogon notatus</i> (점동갈돔)	-	-	-	14	14	-	-	8	-	8
<i>Aspasmichthys ciconiae</i> (황학치)	-	-	-	14	14	-	8	-	-	8
Aulopodidae sp. (홍메치과)	-	-	-	-	-	27	25	-	-	52
<i>Aulopus japonicus</i> (히메치)	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10
Blenniidae sp. (청베도라치과)	-	-	26	7	33	-	-	-	-	-
<i>Champsodon snyderi</i> (악어치)	-	18	-	-	18	-	-	-	-	-
<i>Chromis notatus</i> (자리돔)	-	-	-	-	-	-	56	-	10	66
<i>Enneapterygius theostoma</i> (가막베도라치)	92	585	434	1,959	3,070	196	8	24	10	238
Exocoetidae sp. (날치과)	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7
<i>Lepadichthys frenatus</i> (큰입학치)	-	9	9	14	32	27	-	-	10	37
Ophichthidae sp. (바다뱀과)	8	-	-	-	8	-	-	-	-	-
<i>Pagrus major</i> (참돔)	-	-	-	-	-	-	8	-	-	8
<i>Peteroscirtes breviceps</i> (두줄베도라치)	-	-	-	-	-	-	-	32	-	32
Pinguipedidae sp.1 (양동미리과 1)	-	-	-	-	-	9	8	-	-	17
Pinguipedidae sp.2 (양동미리과 2)	-	-	-	-	-	-	16	-	-	16
Pomacentridae sp. (자리돔과)	-	-	-	-	-	-	-	16	-	16
<i>Scartella cristata</i> (갈기베도라치)	-	-	-	54	54	15	-	-	-	15
Scombridae sp. (고등어과)	-	-	-	-	-	9	-	-	-	9
<i>Sebastes marmoratus</i> (솜뱅이)	8	9	38	-	55	80	81	24	19	204
<i>Spratelloides gracilis</i> (셋줄멸)	8	-	-	-	8	18	-	-	-	18
Syngnathidae sp. (실고기과)	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-
<i>Trichiurus lepturus</i> (갈치)	-	-	-	27	27	9	-	-	-	-
전체 출현량	116	621	516	2,089	3,342	390	217	104	59	761

단위 : ind./1,000m³

(2) 성어의 어류상

(가) 전체 어류목록

2005년 2월(동계), 5월(춘계), 8월(하계) 그리고 추계(11월)의 4회에 걸쳐 북제주 바다목장 해역 연안에 위치한 정점 5곳(A~E 정점)에서 잠수관찰에 의해 조사된 전체 출현 어류는 한국미기록종 1종(촉수과)을 포함하여 총 9목 32과 52속 62종이었으며 그 목록은 다음과 같다.

청어목 Clupeiformes

청어과 Clupeidae

셋줄멸 *Spratelloides gracilis*

- 멸치과 Engraulididae
 - 멸치 *Engraulis japonicus*
- 메기목 Siluriformes
 - 쏨중개과 Plotosidae
 - 쏨중개 *Plotosus lineatus*
- 승어목 Mugiliformes
 - 승어과 Mugilidae
 - 승어 *Mugil cephalus*
- 색줄멸목 Atheriniformes
 - 색줄멸과 Atherinidae
 - 은줄멸 *Hypoatherina tsurugae*
 - 물꽃치 *Iso flosmaris*
- 큰가시고기목 Gasterosteiformes
 - 실비늘치과 Aulorhynchidae
 - 실비늘치 *Aulichthys japonicus*
- 쏨뱅이목 Scorpaeniformes
 - 양볼락과 Scorpaenidae
 - 볼락 *Sebastes inermis*
 - 개볼락 *Sebastes pachycephalus*
 - 쏨뱅이 *Sebastes marmoratus*
 - 쥐노래미과 Hexagrammidae
 - 노래미 *Hexagrammos agrammus*
- 농어목 Perciformes
 - 바리과 Serranidae
 - 자바리 *Epinephelus bruneus*
 - 능성어 *Epinephelus septemfasciatus*
 - 동갈돔과 Apogonidae
 - 줄도화돔 *Apogon semilineatus*
 - 전갱이과 Carangidae
 - 부시리 *Seriola lalandi*
 - 통돔과 Lutjanidae
 - 점통돔 *Lutjanus russellii*
 - 촉수과 Mullidae
 - 금줄촉수 *Parupenesus ciliatus*

인다안촉수 *Parupeneus indicus*
 촉수과 *Upeneus tragula* (※ 한국미기록종)
 주걱치과 Pempheridae
 주걱치 *Pempheris japonica*
 나비고기과 Chaetodontidae
 가시나비고기 *Chaetodon auriga*
 나비고기 *Chaetodon auripes*
 황줄감정이과 Kyphosidae
 벙에돔 *Girella punctata*
 황줄감정이 *Kyphosus vaigiensis*
 범돔 *Microcanthus strigatus*
 돌돔과 Oplegnathidae
 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*
 강담돔 *Oplegnathus punctatus*
 다동가리과 Cheilodactylidae
 아홉동가리 *Goniistius zonatus*
 망상어과 Embiotocidae
 망상어 *Ditrema temmincki*
 자리돔과 Pomacentridae
 흑줄돔 *Abudefduf bengalensis*
 검은줄꼬리돔 *Abudefduf sexfasciatus*
 해포리고기 *Abudefduf vaigiensis*
 자리돔 *Chromis notata*
 파랑돔 *Pomacentrus coelestis*
 살자리돔 *Stegastes altus*
 놀래기과 Labridae
 호박돔 *Choerodon azurio*
 용치놀래기 *Halichoeres poecilopterus*
 놀래기 *Halichoeres tenuispinis*
 무점황놀래기 *Pseudolabrus eoethinus*
 황놀래기 *Pseudolabrus sieboldi*
 어렁놀래기 *Pteragogus flagellifer*
 무지개놀래기 *Stethojulis interrupta terina*
 먹도라치과 Tripterygiidae

- 가막베도라치 *Enneapterygius etheostomus*
- 청베도라치과 Blenniidae
- 저울베도라치 *Entomacrodus stellifer lighti*
- 대강베도라치 *Istiblennius enosimae*
- 앞동갈베도라치 *Omobranchus elegans*
- 두줄베도라치 *Petroscirtes breviceps*
- 뚝양태과 Callionymidae
- 뚝양태과 Callionymidae sp.
- 망둑어과 Gobiidae
- 점망둑 *Chasmichthys dolichognathus*
- 폴비늘망둑 *Eviota abax*
- 사자코망둑 *Istigobius campbelli*
- 흰줄망둑 *Pterogobius zonoleucus*
- 청황문절과 Microdesmidae
- 꼬마청황 *Parioglossus dotui*
- 독가시치과 Siganidae
- 독가시치 *Sigaus fuscescens*
- 양쥐돔과 Acanthuridae
- 쥐돔 *Prionurus scalprum*
- 가자미목 Pleuronectiformes
- 넙치과 Paralichthyidae
- 넙치 *Paralichthys olivaceus*
- 복어목 Tetraodontiformes
- 쥐치과 Monacanthidae
- 쥐치 *Stephanolepis cirrifer*
- 거북복과 Ostraciidae
- 노랑거북복 *Ostracion cubicus*
- 거북복 *Ostracion immaculatus*
- 참복과 Tetradontidae
- 흰점꺼끌복 *Arothron hispidus*
- 청복 *Canthigaster rivulatus*
- 복섬 *Takifugu niphobles*

출현종 중 놀래기과가 7종으로 가장 많이 출현하여 종수면에서 우점하고 있었고 그

다음으로 자리돔과 6종, 청베도라치과와 망둑어과 4종, 양볼락과, 촉수과, 황줄감정어과, 참복과 3종 그리고 색줄멸과, 바리과, 나비고기과, 돌돔과, 거북복과 2종의 순으로 출현하였다. 그 외에 청어과, 멸치과, 쓸종개과, 송어과, 실비늘치과, 쥐노래미과, 동갈돔과, 전갱이과, 통돔과, 주걱치과, 다동가리과, 망상어과, 먹도라치과, 돛양태과, 청황문절과, 독가시치과, 양귀돔과, 넙치과, 쥐치과는 모두 1종씩 출현하였다.

(나) 시기별·해역별 어류의 종조성

북제주 바다목장 해역내에서 시기별·해역별로 출현한 어류들을 표 1-2-24에 정리하였다. 우선 출현 종수를 살펴보면 동계(2월) 9종, 춘계(5월) 36종, 하계(8월) 45종, 추계(11월) 40종으로 하계인 8월에 가장 많은 어류들이 관찰되었다. 정점별 출현종수 현황을 살펴보면 춘계에는 B, C, E정점에서 18종이 출현하여 가장 많았고, 하계에는 B, C정점에서 27종, 추계에는 C정점에서 29종이 출현하여 가장 많은 출현 종수를 보이고 있었다. 따라서 상대적으로 조사해역의 남부에 위치한 정점들에서 많은 출현종수를 보이는 것이 특징적이었다. 모든 계절에 걸쳐 모든 정점에서 출현하는 어종들은 뱀에돔, 범돔, 황놀래기 등 총 3종이 해당하였다. 계절별 출현현황을 살펴보면 우선 돛양태과는 동계에만 출현하고 있었고, 실비늘치, 망상어, 풀비늘망둑, 물꽃치, 대강베도라치 등 5종은 춘계에만 출현하고 있었으며 자바리, 강담돔, 쓸종개, 파랑돔, 쥐돔, 부시리, 색줄멸, 촉수과 등 8종은 하계에만 출현하고 있었다. 또한 검은줄꼬리돔, 흰점꺼끌복, 가시나비고기, 능성어, 점통돔, 넙치, 주걱치, 개볼락 등 8종은 추계에만 출현하고 있었다. 한 개 정점만을 관찰한 동계를 제외하고 각 계절별, 정점별 출현현황에 있어서 조사정점 모두에서 출현한 어종을 살펴보면 우선 춘계인 경우 뱀에돔, 범돔, 놀래기, 황놀래기, 가막베도라치, 사자코망둑 등 총 6종이 있으며, 하계인 경우에는 송어, 나비고기, 뱀에돔, 범돔, 해포리고기, 자리돔, 놀래기, 황놀래기, 두줄베도라치, 독가시치, 쥐치 등 총 11종 그리고 추계에는 해포리고기, 뱀에돔, 아홉동가리, 용치놀래기, 놀래기, 사자코망둑, 범돔, 돌돔, 거북복, 두줄베도라치, 황놀래기, 볼락, 무지개놀래기 등 총 13종으로 나타났다. 반면에 오직 한 개의 정점에서만 출현한 어종을 살펴보면 춘계에는 송어, 은줄멸, 물꽃치, 실비늘치, 쏨뱅이, 어랭놀래기, 대강베도라치, 두줄베도라치, 흰줄망둑, 쥐치, 청복 등 총 11종이 여기에 해당하였으며, 하계에는 멸치, 자바리, 부시리, 금줄촉수, 촉수과, 흑줄돔, 파랑돔, 살자리돔, 호박돔, 무점황놀래기, 무지개놀래기, 앞동갈베도라치, 흰줄망둑, 쥐돔, 노랑거북복 등 총 15종, 추계에는 흑줄돔, 검은줄꼬리돔, 흰점꺼끌복, 가시나비고기, 능성어, 점통돔, 송어, 노랑거북복, 넙치, 주걱치, 개볼락, 독가시치, 살자리돔 등 총 13종이었다. 특히 하계에 D정점에서 출현한 촉수과 *Upeneus tragula*는 한국미기록종으로 국내에서는 아직 보고되지 않는 종이 관찰된 것이 특이할 만한 사항이라 하겠다.

표 1-2-24. 북제주 바다목장 해역 내에서 시기별·해역별로 관찰된 어류 종조성

학 명	국 명	동계		춘계				하계				추계			
		St. E	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. A	St. C	St. D
<i>Abudefduf bengalensis</i>	흑줄돔												○		○
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	검은줄꼬리돔														○
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	해포리고기							○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔			○	○			○		○					
<i>Arothron hispidus</i>	흰점꺼끌복														○
<i>Aulichthys japonicus</i>	실비늘치				○										
Callionymidae sp.	뚝양태과	○													
<i>Canthigaster rivulatus</i>	칭복				○			○		○					
<i>Chaetodon auriga</i>	가시나비고기														○
<i>Chaetodon auripes</i>	나비고기							○	○	○	○	○	○		
<i>Chasmichthys dolichognatus</i>	집망둑	○													○
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔									○					○
<i>Chronis notata</i>	자리돔		○	○				○	○	○	○	○		○	○
<i>Ditrema temmincki</i>	망상어				○	○									
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치				○					○					
<i>Enneapterygius etheostomus</i>	가막베도라치		○	○	○	○	○		○		○	○	○	○	
<i>Entomacrodus stellifer lighti</i>	저울베도라치				○	○	○			○		○		○	○
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리									○					
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어														○
<i>Eviota avax</i>	폴비늘망둑		○							○					
<i>Girella punctata</i>	벵에돔	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리		○		○	○		○	○	○		○	○	○	○
<i>Halichoeres pectilopterus</i>	용치놀래기		○		○	○		○	○		○	○	○	○	○
<i>Halichoeres tenuispinis</i>	놀래기		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미	○				○	○								
<i>Hypoatherina tsurugae</i>	은줄멸					○			○	○			○	○	
<i>Iso flosmaris</i>	물꽃치				○										
<i>Istiblennius enosimae</i>	대강베도라치				○										
<i>Istigobius campbelli</i>	사자코망둑		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	황줄감정이									○			○	○	
<i>Lutjanus russellii</i>	집통돔												○		
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Mugil cephalus</i>	송어						○	○	○	○	○	○		○	
<i>Omobranchus elegans</i>	앞동갈베도라치						○		○						
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	○	○	○		○			○	○		○	○	○	○
<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔								○						
<i>Ostracion cubicus</i>	노랑거북복											○	○		
<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복				○		○	○	○	○	○		○	○	○
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치														○
<i>Parioglossus dotui</i>	꼬마청황	○	○				○	○			○	○			
<i>Parupeneus ciliatus</i>	금줄촉수								○					○	○
<i>Parupeneus indicus</i>	인디안촉수								○		○	○	○	○	
<i>Pempheris japonica</i>	주걱치														○
<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄베도라치			○				○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Plotosus lineatus</i>	쏨종개								○			○			
<i>Pomacentrus coelestis</i>	파랑돔									○					
<i>Prionurus scalpurm</i>	쥐돔									○					
<i>Pseudolabrus coethinus</i>	무점황놀래기				○		○				○				
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	황놀래기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Pteragogus flagellifer</i>	어랭놀래기		○						○	○	○		○	○	

표 1-2-24. 계속

학 명	국 명	동계		춘계			하계				추계				
		St. E	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. A	St. C	St. D
<i>Pterogobius zonoleucus</i>	흰줄망둑						○	○							
<i>Sebastes inermis</i>	불락			○	○	○			○	○		○	○	○	○
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개불락														○
<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이			○									○	○	
<i>Seriola lalandi</i>	부시리										○				
<i>Sigaus fuscescens</i>	독가시치		○				○	○	○	○	○	○		○	
<i>Spratelloides gracilis</i>	셋줄멸							○		○					
<i>Stegastes altus</i>	살자리돔		○		○					○				○	
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	취치			○				○	○	○		○	○	○	
<i>Stethojulis interrupta terina</i>	무지개놀래기			○		○						○	○	○	○
<i>Takifugu niphobles</i>	복섬	○	○		○	○	○			○	○	○	○		○
<i>Upeneus tragula</i>	한국미기록종										○				
정점별 출현종수		9	17	18	17	15	18	20	27	27	21	25	26	29	23
계절별 출현종수		9			36					45				40	

(다) 자망어업에 의한 어류의 종조성

2005년 4월부터 7월까지 북제주 바다목장 해역내에서 현지 어업인의 자망어업에 의해 어획된 어종은 총 4목 13과 19속 21종으로서 그 목록은 다음과 같다.

흉상어목 Carcharhiniformes

두툽상어과 Scyliorhinidae

두툽상어 *Scyliorhinus torazame*

솜뱅이목 Scorpaeniformes

양불락과 Scorpaenidae

쭈기미 *Inimicus japonicus*

살살치 *Scorpaena neglecta*

불락 *Sebastes inermis*

솜뱅이 *Sebastes marmoratus*

농어목 Perciformes

바리과 Serranidae

붉바리 *Epinephelus akaara*

자바리 *Epinephelus bruneus*

능성어 *Epinephelus septemfasciatus*

전갱이과 Carangidae

부시리 *Seriola lalandi*

하스돔과 Haemulidae

벤자리 *Parapristipoma trilineatum*
 도미과 Sparidae
 황돔 *Dentex tumifrons*
 황줄감정어과 Kyphosidae
 벙에돔 *Girella punctata*
 돌돔과 Oplegnathidae
 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*
 다동가리과 Cheilodactylidae
 아홉동가리 *Goniistius zonatus*
 놀래기과 Labridae
 놀래기 *Halichoeres tenuispinis*
 황놀래기 *Pseudolabrus sieboldi*
 흑돔 *Semicossyphus reticulatus*
 독가시치과 Siganidae
 독가시치 *Siganus fuscescens*
 넙치과 Paralichthyidae
 넙치 *Paralichthys olivaceus*
 복어목 Tetraodontiformes
 쥐치과 Monacanthidae
 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer*
 말쥐치 *Thamnaconus modestus*

자망에 의해 어획된 어종들을 살펴보면 대부분 연안 정착성 어종들로 구성되어 있었는데 이 중 양볼락과가 4종으로 종수 면에서 가장 많았고 다음으로 바리과와 놀래기과가 3종 출현하고 있었으며, 쥐치과 2종 그 외에 두툽상어과, 전갱어과, 하스돔과, 도미과, 황줄감정어과, 돌돔과, 다동가리과, 독가시치과, 넙치과가 각각 1종씩 출현하고 있었다.

2005년 4월부터 7월까지 자망에 의해 어획된 어종과 생체량(g)을 월별로 구분하여 표 1-2-25에 나타냈다. 우선 6월에 총 20종이 어획되어 6월이 종수 면에서 가장 많았고 다음으로 7월 19종, 5월 15종, 4월 8종의 순으로 나타나고 있었다. 전체 생체량 면에서는 7월이 551,600 g으로 가장 많았으며, 6월 360,100 g, 5월 299,900 g의 순으로 나타나고 있어 전반적으로 고수온기에 출현종수 및 생체량이 높게 나타나고 있었다. 어획된 어종들의 생체량을 월별로 살펴보면 생체량이 가장 많았던 7월의 경우 돌돔이 130,300 g으로 가장 많았으며 볼락 58,400 g, 벙에돔 39,400 g의 순이었다. 이어서 6월에는 말쥐치 134,200 g, 돌돔 86,500 g, 쥐치 68,800 g의 순으로 나타나고 있었다. 5월에는 말쥐치 154,300 g, 쥐치

87,200 g, 황놀래기 11,300 g의 순으로 나타나고 있어 이들이 생체량면에서 우점종임을 알 수 있었다. 이번 조사기간 동안 차귀도 근해에서 자망에 의해 어획되는 어종들 중 전체 생체량면에서 우점하는 종들을 살펴보면 말쥐치가 357,300 g, 쥐치가 240,700 g의 순으로 나타나 쥐치류가 생체량면에서 가장 우점하는 종으로 나타났고 이어서 돌돔 218,800 g, 볼락 78,800 g, 황놀래기 55,700 g, 뽕에돔 54,200 g, 쭈기미 45,000 g, 자바리 40,200 g, 살살치 39,700 g의 순으로 나타나고 있어 북제주 바다목장 해역내에는 전반적으로 주로 연안 정착성 어종들이 우점하고 있으며 이러한 어종들이 자망에 의해 많이 어획되고 있음을 알 수 있었다.

표 1-2-25. 북제주 바다목장 해역에서 자망어업에 의해 어획된 어류의 종조성과 생체량(2005년 4월~7월).

학명 (국명)	4월	5월	6월	7월	합계
<i>Dentex tumifrons</i> (황돔)	-	3,100	2,300	8,300	13,700
<i>Epinephelus akaara</i> (불바리)	-	2,500	600	12,900	16,000
<i>Epinephelus bruneus</i> (자바리)	-	900	4,800	34,500	40,200
<i>Epinephelus septemfasciatus</i> (능성어)	-	-	1,800	-	1,800
<i>Girella punctata</i> (뽕에돔)	2,500	7,000	5,300	39,400	54,200
<i>Goniistius zonatus</i> (아홉동가리)	500	1,500	3,700	29,600	35,300
<i>Halichoeres tenuispinis</i> (놀래기)	-	6,200	1,400	19,700	27,300
<i>Inimicus japonicus</i> (쭈기미)	-	1,000	11,000	33,000	45,000
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (돌돔)	-	2,000	86,500	130,300	218,800
<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)	2,000	5,400	1,700	17,000	26,100
<i>Parapristipoma trilineatum</i> (벤자리)	-	-	6,000	12,000	18,000
<i>Pseudolabrus sieboldi</i> (황놀래기)	1,400	11,300	4,800	38,200	55,700
<i>Scorpaena neglecta</i> (살살치)	-	5,000	4,200	30,500	39,700
<i>Scyliorhinus torazame</i> (두툽상어)	-	-	-	10,000	10,000
<i>Sebastes inermis</i> (볼락)	4,500	8,000	7,900	58,400	78,800
<i>Sebastes marmoratus</i> (쏨뱅이)	2,000	4,500	8,200	12,500	27,200
<i>Semicossyphus reticulatus</i> (흑돔)	-	-	1,900	-	1,900
<i>Seriola lalandi</i> (부시리)	-	-	3,500	1,800	5,300
<i>Siganus fuscescens</i> (독가시치)	-	-	1,500	6,500	8,000
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (쥐치)	60,500	87,200	68,800	24,200	240,700
<i>Thamnaconus modestus</i> (말쥐치)	36,000	154,300	134,200	32,800	357,300
계절별 생체량	109,400	299,900	360,100	551,600	1,321,000
계절별 출현종수	8	15	20	19	21

생체량 단위 : g

참고문헌

- Byers, S.C., E.L. Mills and P.I. Stewart, 1978. A comparison of method for determining organic carbon in marine of sediments with suggestion for a standard method, *Hydrobiology*, 58 : 43-47.
- Barbour M.G., Burk J.H. and Pitts W.D. 1987. Terrestrial plant ecology. The Benjamin/Comming Pub. Co., Inc. 634 pp.
- Bostroem C. and J. Mattla. 1999. The relative importance of food and shelter for seagrass-associated invertebrates: A latitudinal comparison of habitat choice by isopod grazers. *Oecologia*. 120: 162-170.
- Benedetti-Cecchi L. and F. Cinelli 1993. Cinelli. 1993. Early patterns of algal succession in a midlittoral community of the Mediterranean sea : A multifactorial experiment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 169: 15-31.
- Choi C.M. 1989. A study on the origin of coastal waters in the southwestern seas of Korea. MS thesis, Cheju Nat'l. Univ., 44pp.
- Cappuccino J.G. and N. Sherman. 1987. Microbiology a laboratory manual. 2nd ed. The Benjamin/Cummings publishing company.
- Dawes C.J. 1981. Marine Botany. John Wiley & Sons, New York, pp. 628.
- Dring M.J. 1982. The biology of marine plants. Edward Arnold, London, pp. 199.
- Ederrington M. C., G. B. McManus and H. R. Harvey, 1995. Trophic transfer of fatty acids, sterols and a triterpenoid alcohol between bacteria, a ciliate and the copepod *Acartia tonsa*. *Limnol. Oceanogr.*, 40: 860-867.
- Hansen P. J. and P. K. Bjornsen, 1997. Zooplankton grazing and growth: Scaling within 2-2,000 μ m body size range. *Limnol. Oceanogr.*, 42: 687-704.
- Hirano R., 1966. Plankton culture and aquatic animals seedling production. *Inform. Bull. Planktol. Japan*, 13: 72-75.
- Ingram, R.L. and J.S. Galehouse, 1971. Sieve analysis, In : Procedures in Sedimentary Petrology edited by Carver, R.E., Wiley Interscience.; 49-68.
- Jeung-Su Youn, Yong Ahn Park, and Boo-Keun Khim, 2004. clay minerals of bottom sediments on the northwestern continental shelf in the East China Sea, 2004. *The Journal of the Korea Earth Science Society*, 25 : 1-9.
- Kim I.O. and H.K. Rho. 1994. A study on China coastal water appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. *Kor. J. Fish. Soc.*, 27(5): 515-528.
- Kim Y.H. and Lee I.K. 1985. The structure analysis of intertidal algae community in

- Muchangpo, western coast of Korea. *Kor. J. Bot.* 28: 149-164.
- Kim Y.H., H.J. Yoon and J.S. Yoo. 1995. Species composition and biomass of marine algal community on the mid-western coast of Korea. *J. Plant Biol.*, 38: 389-398.
- Koh C.H. Oh S.H. Sung N. Ahn I. and Kang Y.C. 1989. Algal zonation and seasonality in subtidal area of a wave exposed coast at Ohori, east coast of Korea. *Kor. J. Phycol.* 4: 171-182.
- Koh N.P. 1990. An ecological study on resources of marine plant in Geomundo Islands. *Kor. J. Phycol.* 4: 19-40.
- Koh C.H. and Sung N. 1983. Community structure and productivity of phytobenthos in Juckdo(eastern coast of Korea). I. Benthic marine algal vegetation and its environment. *Kor. J. Bot.* 26: 119-130.
- Kasper C.W. and M.L. Tamplin. 1993. Effects of temperature and salinity on the survival of *Vibrio vulnificus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44 : 820-824.
- Kelly M.T., 1982. Effect of temperature on *Vibrio vulnificus* occurrence in a Gulf coast environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44 : 820-824.
- Lee R.E. 1999. *Phycology*. Cambridge University Press. pp. 614.
- Lee, H.B. and R.H. Chang. 1989. A qualitative and quantitative analysis of seasonal changes of an algal community at Padori of Tea-An Peninsula, west coast of Korea. *Kor. J. Phycol.* 4: 19-40.
- Lee J.W., H.B. Lee and I.K. Lee. 1993. A study on the community structure of intertidal marine benthic algae in the East coast of Korea. *Kor. J. Phycol.* 8:67-75.
- Lerman M., 1986. Environment diversity, and Ecology. Marine biology. The Benjamin/Cummings Pub. Co. Inc. pp. 534.
- Lobban C.S. and Harrison P.J. 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge Univ. Press. Cambridge pp. 366.
- Noguchi G.K., 1987. *V. alginolyticus*, a tetroxin-producing bacterium, in the intestines of the fish *Fugu vermicularis*. *Mar. Biol(Berl)*., 94(4) : 625-630.
- Nanton A. D. and J. D. Castell, 1999. The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of harpacticoid copepods, for use as a live food for marine fish larvae. *Aquaculture*, 175: 167-181.
- Nam K.W. 1986. On the marine benthic algal community of Chuckdo in eastern coast of Korea. *Kor. J. Phycol.*, 1: 185-202.
- Nybakken J.W. 1993. An ecological approach. Marine Biology, Harper Collinsaer

- College. Publishers. pp. 462.
- McCall R. K., Moncreiff. C. A., Rondall. T. A., CaldWell. J. D. and B. R. Blackburn. 1999. Seagrass epiphytes: Contributions to local chorophyll a concentration. *Gulf Res. Rep.* 11: 74pp.
- Odum E.P.(ed), 1971. *Fundamentals of Ecology*, W.B. Saunders Co. Philadelphia. p. 540.
- Paffenhöfer G. A., 1991. Some characteristics of abundant subtropical copepods in estuarine, shelf and oceanic waters. *Bull. Plankton Soc. Japan, Spec.* 201-216.
- Pang I. C., H. K. Rho and T. H. Kim, 1992. Seasonal variations of water mass distribution and their cause in the Yellow Sea, the East China Sea and the adjacent seas of Cheju Island. *Bull. Korea Fish. Soc.*, 25(2): 151-163.
- Rho H. K., 1985. Studies on marine environments of fishing grounds in the waters around Cheju Island. Ph. D. thesis, Univ. of Tokyo. 215pp.
- Reimann, B.E.F., E.L. Duke and G.L. Floyd, 1980. Fixation, embedding, sectioning and staining of algae for electron microscopy. p. 285-303, In, Elisabeth, G. ed. *Handbook of Phycological Methods*. Camb. Univ. Press London. 425 pp.
- Rheinheimer G. 1985. *Aquatic Microbiology* 3rd ed. Wiley and Sons. p. 158-159.
- Shirota A., 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.*, 36: 252-368.
- Sneath P.H.A. and Sokal R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman, Sanfrancisco, pp. 573.
- Sohn C.H. Lee I.K. and Kang J.W. 1982. Benthic marine algae of Dolsan Island in the southern coast of Korea I. *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Pusan* 14: 37-50.
- Sohn C.H., Lee I.K. and Kang J.W. 1983. Benthic marine algae of Dolsan island in the southern coast of Korea I. *Publ.* pp. 37-50.
- Theilacker G. H. and A. S. Kimball, 1984. Comparative quality of rotifers and copepods as foods for larval fishes. *CalCOFI Rep.*, 25: 80-86.
- Trainor F.R. 1978. *Introductory Phycology*. John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 525.
- Watkins, W.D. and Cabelli, V.J., 1985. Effect of fecal pollution on *Vibrio parahaemolyticus* densities in an estuarine environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 49 : 1307-1313.
- Wong H.C., Liu S.H., Wang T.K., Lee C.L., Chiou C.S., Liu D.P., Mitsuaki N. and

B.K.

- Lee. 2000. Characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 from Asia. Appl. Environ. Micro., 3981-3986.
- 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫. 1984. 日本産魚類大圖鑑. 東海大學出版會, 370pp.
- 沖山宗雄. 1988. 日本産稚魚圖鑑. 東海大學出版會, 1154pp.
- 고남표. 1990. 거문도의 해산자원식물에 관한 생태학적 연구. 조류 학회지 5: 1-37.
- 고유봉・고경민・김종만. 1991. 제주도 북방 함덕 연안역의 자치어 출현. 한국어류학회지, 3(1) : 24-35.
- 고유봉・신희섭. 1990. 제주도 남부 화순연안 수산자원 유영생물의 종조성과 다양도. 한국어류학회지, 2(1) : 36-46.
- 고진필・고유봉・이승중・김성근. 2004. 제주 연안 해중 전복가두리 시설물 주변에 출현하는 어류의 종조성 및 행동 특성. 한국어류학회지, 16(2) : 155-164.
- 고유봉・전득산, 1983. 서귀포산 자리돔의 어획개선 및 적정이용을 위한 자원 생물학적 연구 - 2. 이료생물과 섭이생태. 제주대학교 해양연구소 논문집, 7: 15-21.
- 고유봉・오봉철・고방연・손태준, 1994. 제주도 연안역 부유성 요각류의 출현과 주요종의 계절변화. 제주대학교 해양연구소 논문집, 18: 15-26.
- 고유봉・오봉철・최영찬, 1996. 제주도 주변 용승역의 생물생태학적 기초 연구 - 부유성 동물플랑크톤의 현존량과 분포특성 -. 한국수산학회지, 29(3): 271-278.
- 고유봉・노홍길・방익찬・오봉철・윤석훈・윤정수・이준백・최영찬, 1998. 제주의 바다. 사단법인 제주도수산해양개발협의회, 196pp.
- 국립수산진흥원, 1998. 해양환경공정시험방법, 133-243.
- 강태연, 1994. 제주도 남서부 연안해역의 해수 화학적 특성과 용승현상. 제주대학교 석사 학위논문. 64pp.
- 김익수・이완옥. 1994. 제주도의 어류상. 한국의 어류상 연구, 1, 52pp.
- 김말남, 임아현, 이진환, 김종만, 2004. 통영 바다목장 해역의 중속영양세균의 계절적 변화. Korean J. Environ. Biol. 22(1) : 75-82.
- 김상진, 이건형. 1998. 해양미생물학. 동화기술. 서울.
- 김지희, 박정흠, 이태식, 이희정, 김성준, 2001. 여름철 활어조 해수에서 병원성 비브리오균의 분포 및 환경인자와의 관계. J. Fd Hyg. Safety. 16(3) : 241-246.
- 방익찬・김태희. 1993. 제주도 서부 연안역의 용승. 제주대학교 해양연구소 논문집, 17: 1-12.
- 백문하. 1982. 제주도 연근해의 어류상. 제주대학교 논문집, 14 : 93-108.
- 유재명・김용익・차성식. 1990. 여름철 제주도 연안역의 치자어 표층 출현량의 일주기 변

- 동. 해양연구, 12(2) : 87-96.
- 유재명 · 김종만 · 김용익 · 차성식. 1990. 여름철 제주도 연안역의 치자어 분포. 해양연구, 12(2) : 73-85.
- 이건형, 1987. 금강하구 퇴적토에서의 중속영양세균의 분포에 미치는 환경요인과 우점속에 대하여. 미생물학회지, 25 : 137-143.
- 이건형, 2002. 수계환경에서 분변성 오염의 지표로 사용되는 미생물들. Korean J. Environ. Biol. 20(3) : 189-196.
- 이준백, 최영찬, 고유봉, 1989. 제주도 해안선주변 식물플랑크톤의 기초생산. 한국지구과학회지, 10 : 62-67.
- 이준백, 고유봉, 좌종현, 1990. 제주도 해안선주변 식물플랑크톤 군집의 구조와 동태. 한국조류학회지, 5 : 159-171.
- 유재명 · 김성 · 이은경 · 김용익. 1998. 제주도 주변해역의 치자어 군집에 관한 연구-가을철. 한국해양학회지, 바다, 3(2) : 71-79.
- 윤정수, 정덕상, 1992. 제주도 주변 해역 퇴적물의 특성 및 퇴적환경, 대한지질학회지, 28 : 342-365.
- 윤정수, 정덕상, 1997. 제주도 연안어장의 저질환경특성(1), 한국지구과학회지, 18 : 387-400.
- 윤정수, 김여상, 2002. 황해중앙부 니질퇴적물의 지화학적 특성 및 퇴적률, 한국 제4기학회지, 16 : 1-16.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727pp.
- 조성환, 1994. 제주도 함덕연안 *Zostera marina* belt의 어류군집. 제주대학교 석사학위논문. 69pp.
- 최민순, 심현빈, 정경민, 2000. 군산 내만의 해양수에서 분리되는 세균의 분포. 한국어병학회지, 13(1) : 67-73.
- 최영길, 1981. 진해만의 미생물 분포(1), 한국미생물학회지, 19 : 45-51.
- 최종덕, 정우건, 2001. 통영항 해수의 세균학적 및 이화학적 수질. J. Korean Fish. Soc., 34(6) : 611-616.
- 최영찬, 이준백, 고유봉, 1994. 제주도 서부 연안역의 생물생태학적 기초연구 (I) 고산주변 연안역의 해수특성. 제주대학교 해양연구소 연구보고, 18 : 39-48.
- 한국해양연구소, 1996. 해양목장화를 위한 기반연구. 과학기술처 BSPN 00318-969-3. 665pp.
- 한국해양연구소, 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발용역사업 보고서, 해양수산부, BSPM 98005-01-1116-3 980pp.
- 함희진, 진영희, 정윤태, 2002. 시판 수산물 중 장염비브리오균의 분포와 분리균주의 형질

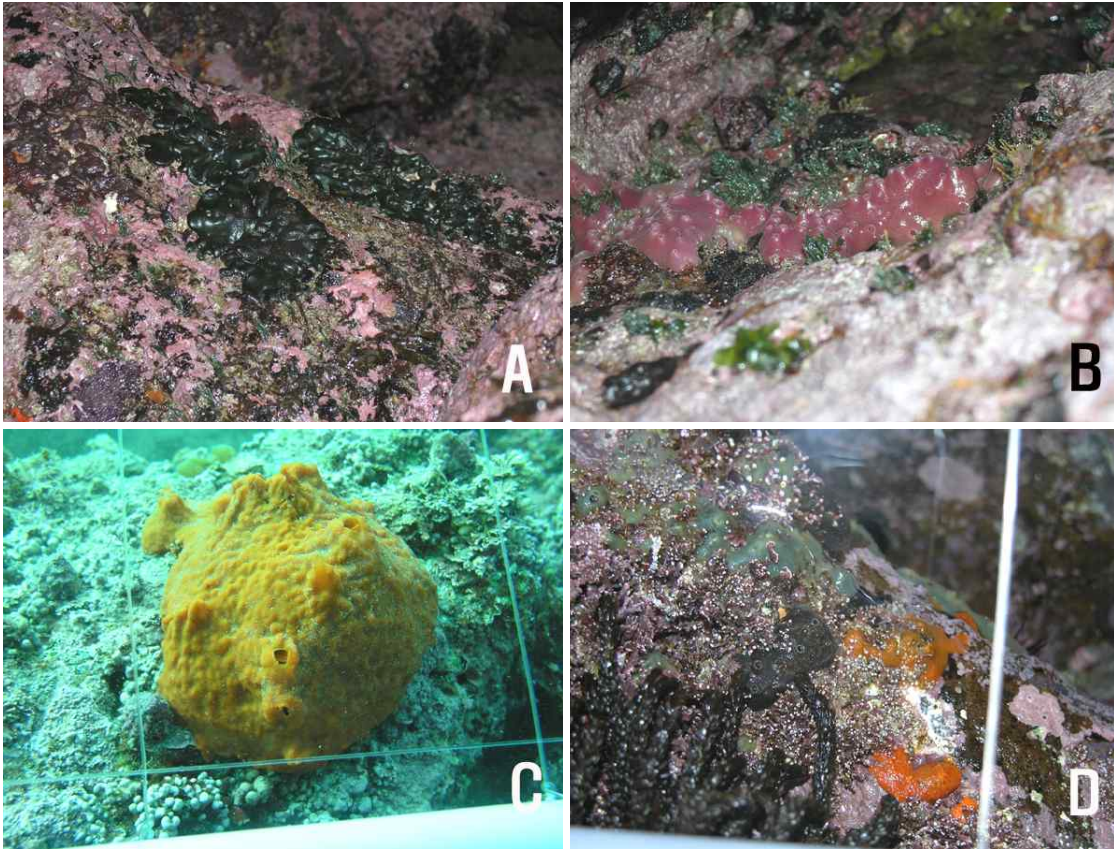
학적 특성. J. Fd. Safety. 17(3) : 152-156.

해양연구소. 1986. 한국연근해어란·치어도감. 한국과학기술원 해양연구소, 369pp.

해양수산부, 2005. 동·서·제주해역 바다목장화 개발 연구용역. 북제주바다목장(1단계 1차년도) : 18-21.

부 록

1. 저서동물



부록 1-1. 조사지역에서 채집된 저서동물 중 해면동물류.

A: 검정해변해면, B: 보라해면, C: 주황해변해면, D: 황록해변해면

제 2 장 어장조성

제 1 절 해저지형

제 2 절 인공어초

참고문헌

제 2 장 어장조성

제 1 절 해저지형

1. 서론

북제주 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 어장조성 전에 모든 어장의 설계와 배치에서 뿐만 아니라 해양에서 필연적으로 수반되는 해저의 변형에 대한 어장 조건의 변화를 모니터링하는 데도 매우 중요한 요소로 작용한다. 수심에 따라 시설어초의 공법이 다를 수 있고(해양수산부, 국립수산물과학원, 2002), 해저지형의 형태나 수심별로 어종이나 해조류의 분포도 다를 수 있으며(해양수산부, 2002), 해저지형에 따라 해수의 유동 양상이 바뀌고, 해수의 온도변화에도 영향을 줄 수 있다. 따라서 해저지형자료는 바다목장 조성, 사후관리 및 환경변화 모니터링에서 모두 중요하며 바다목장 해역에 대한 해저지형자료 구축과 도면화(맵핑)를 통하여 그 변화를 지속적으로 모니터링하고 해양환경 변화양상을 정확하게 파악할 수 있어야 한다. 더불어 디지털 데이터베이스 구축을 통한 다양한 해양환경요소와의 통합 및 활용을 위한 자료로서 제공되어야만 할 것이다. 따라서 대상해역에 대한 해저지형 자료는 보다 정밀하게 구축, 확보하는 것이 필요하며 자료구축을 통하여 다른 환경요소와의 통합 및 활용을 위한 디지털화된 자료의 제공이 반드시 이루어져야 한다(해양수산부, 2003, 2004).

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

제주도는 화산활동으로 만들어진 섬으로 고유한 지질구조와 독자적인 지리 지역을 형성하고 있다. 북제주 바다목장 예정지가 위치한 한경면은 북제주군의 서부 끝에 위치하고 있다. 지질은 화산 현무암 지대로 퇴적암층과 현무암, 조면암질 안산암, 조면암 등의 화산암류와 기생 화산에서 분출한 화산쇄설암 등으로 구성되어 있으며 지표는 화산회로 덮여 있다. 따라서 대부

분의 해안이 흑갈색이며 화산쇄설암 지역이다. 해안은 암석해안으로 비교적 단조롭지만 기암 절벽과 조개가루 및 규조류로 이루어진 사빈이 발달해 있어 해수욕장으로 이용되고 있다(해양수산부, 2004).

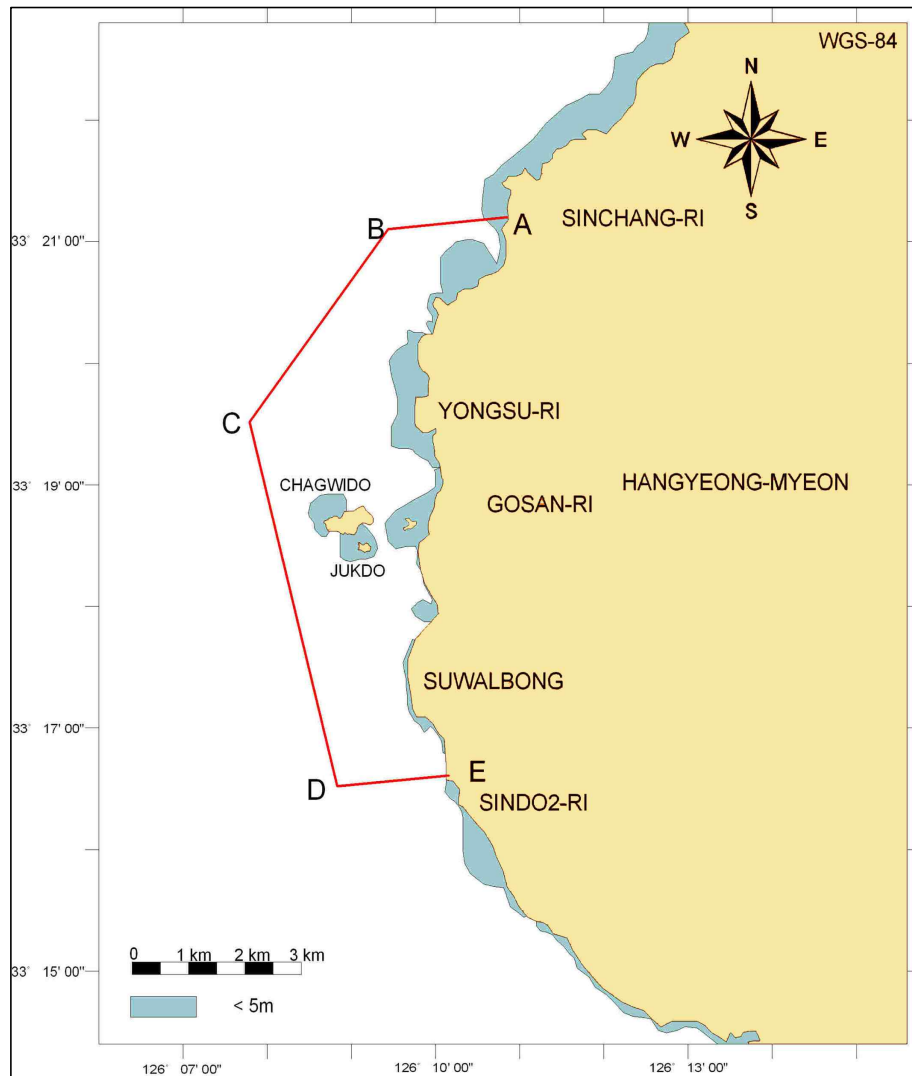


그림 2-1-1. 북제주 바다목장 조사구역도.

2. 자료 및 방법

가. 현장조사

북제주 바다목장 조성 예정지는 약 10.0km X 2.5km내의 구간(그림 2-1-1)으로 50m 간격의 조사예정라인을 설계하고 해저면 및 해저면 하부의 지층 기록에 따라 100m 간격의 조사라인에 대하여 총 40 개 라인의 현장조사를 2004년 12월 20일에서 12월 30일과 2005년 01월 04일에서 01월 14일 2회에 걸쳐서 수행하였다(그림 2-1-2). 특히, 해저면 음향영상탐사(Side Scan Sonar)와 멀티빔 음향측심(Multi-Beam Echo Sounding) 수심지형 조사의 경우는 예정 구간내의 조사구역 해저면 150% 이상의 탐사자료를 획득하였다.

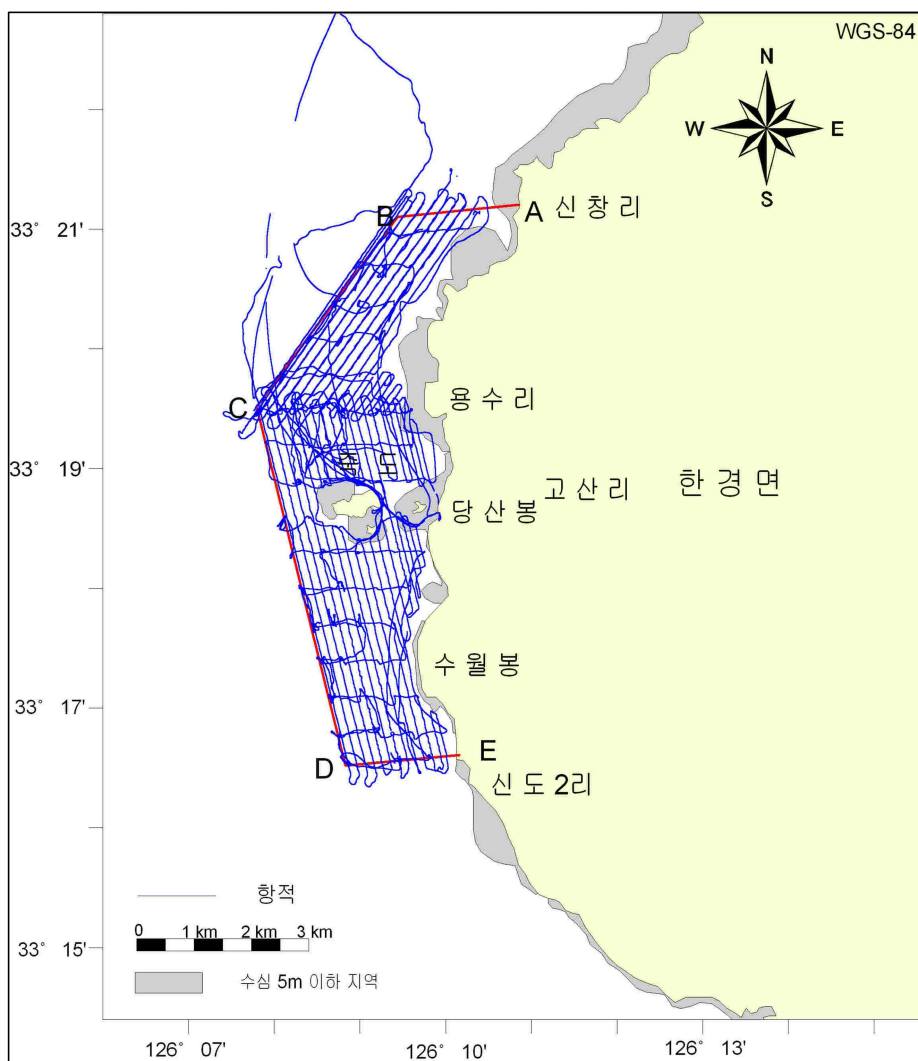


그림 2-1-2. 조사지역의 항적도.

나. 조사방법

(1) 조사선의 DGPS 운영

현장조사에 투입된 조사선(수용호, 고산소재)의 위치운영은 DGPS(Differential Global Positioning System) 위성 측위시스템을 기본으로 해양수산부에서 운영 중인 연안의 마라도 육상기지국(N36°06.8' / E126°16.3' Bessel 타원체)의 보정신호를 이용한 DGPS 측위 체계로 위치 보정을 하였다(그림 2-1-3), 현장에서의 획득된 위치 정보는 WGS-84 위성타원체로 운영하였다. 최근까지의 연안 DGPS 기지국 운영 및 제원 현황은 표 2-1-1과 같다.

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

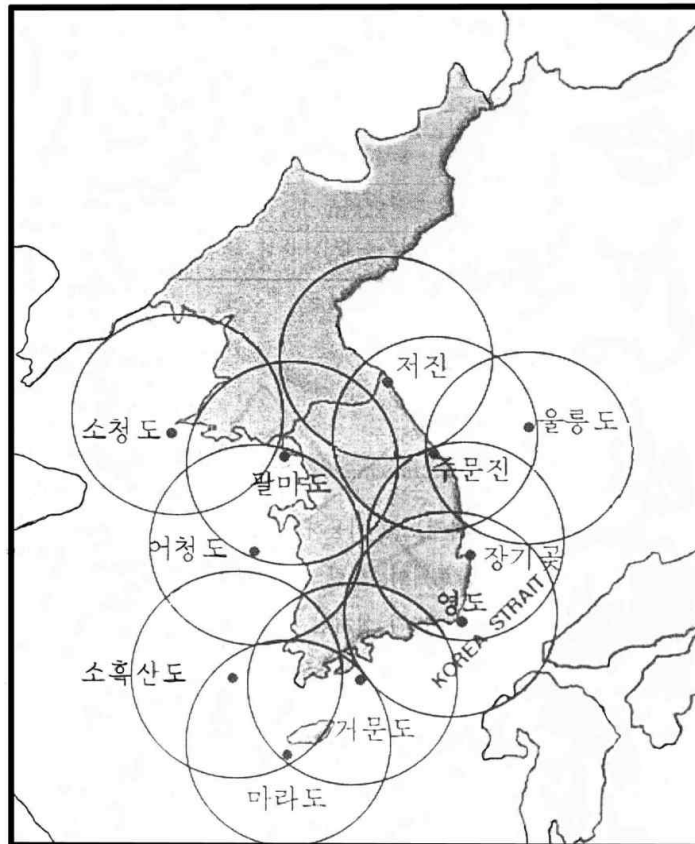


그림 2-1-3. DGPS 연안 보정 기지국 위치 및 범위.

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 이용하였다. 멀티빔 음향측심기의 경우 상하 두개의 송신기에서 발생된 음파신호가 해저면에서 반사되어 돌아오는 두개 신호의 각각의 위상차(좌현 및 우현)를 이용하여 해저면의 수심지형 정보를 2,000개 이상 획득할 수 있다. 특히 DGPS에 의한 위치정보와 시간이 일치된(동조) 조사선의 운동에 따른 움직임 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 멀티

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

조석 현상에 의한 조위 보정은 현장조사 기간에 맞추어 고산리 죽도 조위 자료를 이용하였다. 조사구역 전체에 대한 보정은 보정대상 값의 위치에 따라 거리별 그리고 시간별에 따른 상대 조위를 산출하여 보정하였다(그림 2-1-5).

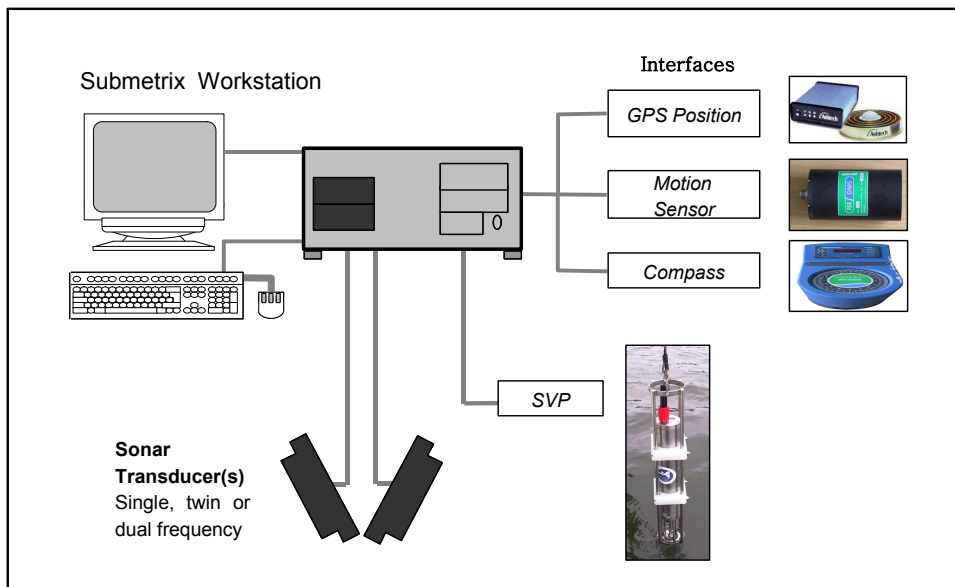


그림 2-1-4. 다중빔 음향 측심장비 구성도.

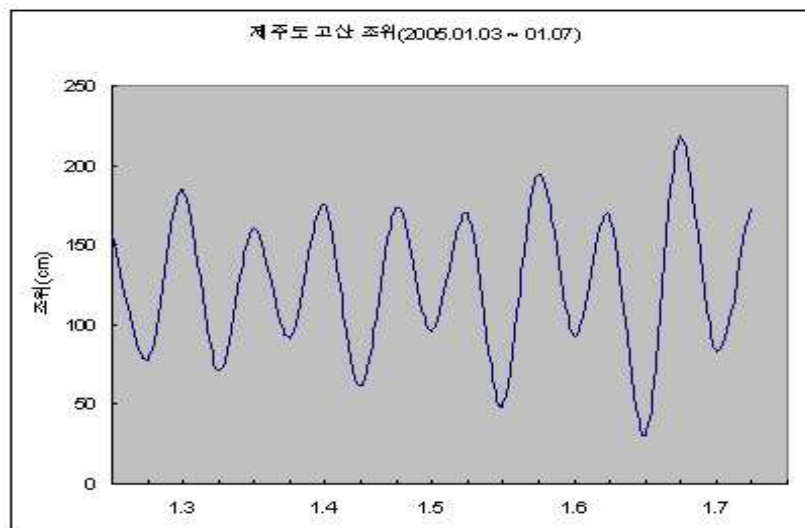


그림 2-1-5. 조사기간(2005년) 동안의 관측 조위.

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

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

(3) 해저면 조사

사이드 스캔 소나를 이용하는 해저면 조사방법은 수심이나 해저 지층 조사와 같이 수직단면을 조사하여 해저지형이나 해저면 하부의 지층구조를 조사하는 방법과는 달리 해저면을 평면적으로 조사하여 마치 항공사진을 촬영하듯이 해저면의 형태를 표현하게 된다(그림 2-1-6). 해저면 측면주사 음향영상 탐사장비는 실내운영시스템(ondeck system)과 수중예인 센서(tow-fish) 그리고 예인신호 케이블(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 예인 센서(dual frequency towfish, 159D), 그리고 케브라 신호케이블(kevlar signal cable, 300 m)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 좌·우현 각 75 m 씩 총 150 m 해저면 폭에 대하여 조사가 수행되었다. 따라서 계획된 탐사측선간의 자료는 충분히 겹치게(overlapping)되어 조사구역 전체 해저면의 음향영상 자료를 획득할 수 있으며 모자이크 도면화 할 수 있다.

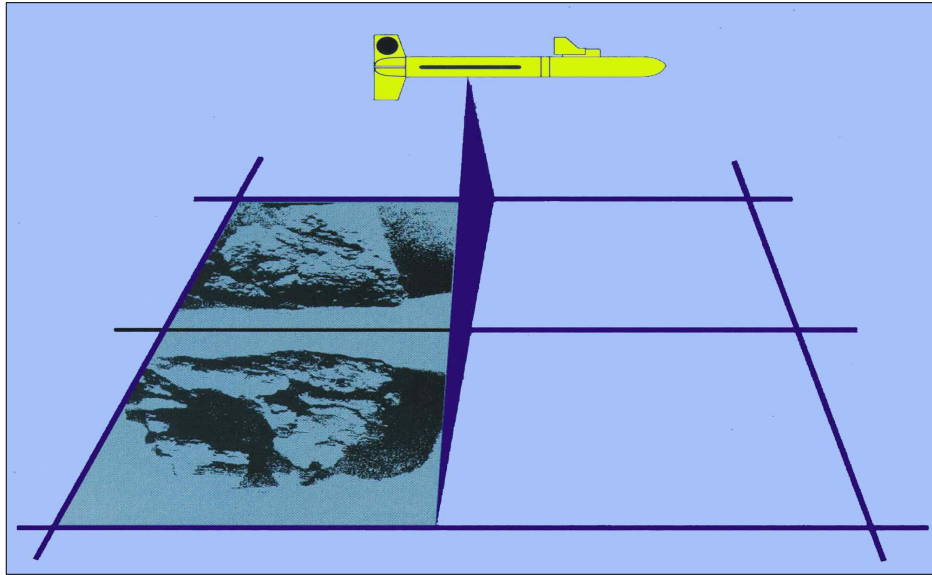


그림 2-1-6. 사이드 스캔 소나 조사 개념도.

표 2-1-3. 해저면 탐사장비 Side Scan Sonar 사양

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

(4) 해저지층탐사

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

지층탐사장비는 음파를 발신하고 수신하는 수중 예인체와 조사선의 실내에 설치하여 운영하는 신호제어부로 구분된다. 수중 예인체는 조사선 측면이나 후미에서 예인되며 내부에는 음파를 발신하는 변환기(Transducer)와 반사되어 돌아오는 신호를 수신하는 음향수신기(Hydrophone)가 각각 별도로 내장되어 있다. 신호 제어부는 음파에너지를 충전하여 일정한 시간간격으로 발신·수신하는 신호제어장치(Transceiver)와 지층탐사 신호를 디지털화 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 거치

면서 해저퇴적층의 특성이 가장 잘 표현되는 탐사신호로 재구성된다. 부속장비로 연결되어 있는 컴퓨터 모니터에서 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 2.0 m의 깊이에서 예인되었다. 그래픽기록지의 지층단면 기록단위는 시간 길이가 아니고 미터단위로 표시되고 있다. 이것은 실제의 지층투과 깊이를 의미하는 것은 아니며 단지 해저퇴적층의 음속을 1,500 m/sec 로 수층과 동일하게 간주한 결과이다. 수층보다 해저퇴적층의 음속이 빠른 것이 일반적이므로 실제의 퇴적층 두께는 기록지에 나타난 것 보다 깊게 해석하여야 한다.

(5) 해저퇴적물 조사

북제주 바다목장 조사구역내에서의 해저면 표층시료 채취는 어선을 이용하였으며 시료 채취 위치는 거리오차 ± 1 m인 DGPS(Trimble Beacon Receiver)를 이용, WGS-84좌표로 표시하였다. 퇴적물채취는 그랩 채취기를 이용하여 해저면의 퇴적물을 선상으로 끌어올린 후 최 표층(깊이 0~1 cm)의 퇴적물을 용기에 담아 실험실로 운반·분석하였다. 표층퇴적물은 총 70개 정점을 계획하였으나 해저면이 암반으로 구성되어 있어 일부 시료를 채취하지 못하였다(그림 2-1-7). 채취된 퇴적물의 위치 및 시간은 표 2-1-4에 나타내었다.

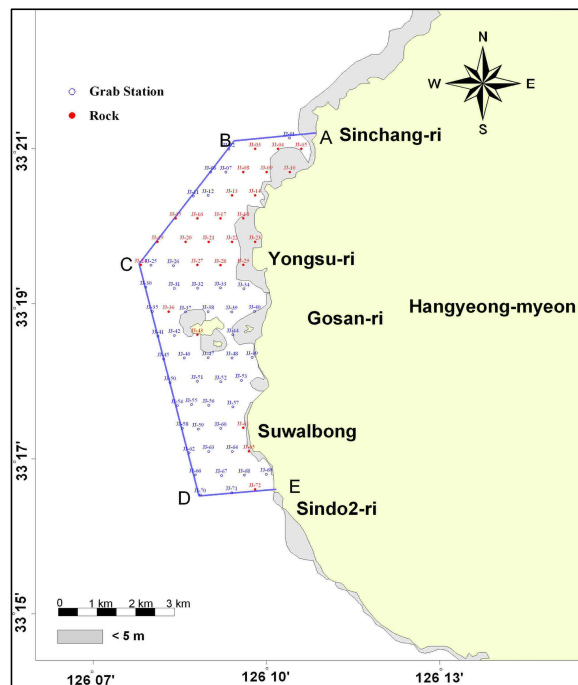


그림 2-1-7. 북제주 바다목장 표층퇴적물 채취 위치.

(가) 입도(grain size)

퇴적물의 입도 분석은 퇴적물에 과산화수소수(H₂O₂)와 염산(HCl)을 넣어 유기물과 탄산염을 제거 후 습식체질(wet sieving)에 의해 4Φ 이하의 조립질 퇴적물과 그 이상의 세립질 퇴적물로 각각 구분하였다. 4Φ 이하의 조립질 퇴적물은 0.5Φ 간격으로 건식체질(dry sieving)하여 무게 백분율을 구하고, 4Φ 이상의 세립질 퇴적물은 전체를 대표하는 2g을 취해 300 ml의 0.1% 확산제 용액을 넣고 초음파 자기진동기로 균일하게 분산시킨 후 자동입도분석기(Sedigraph 5100D)로 분석하였다. 퇴적상(Sediment type)분류는 Folk(1968) 방법을 따랐으며, 그 외 평균입도(Mz), 분급도(Sorting; Standard Deviation), 왜도(Skewness) 및 첨도(Kurtosis)는 통계 처리하여 각각의 값을 구하였다.

표 2-1-4. 북제주 바다목장 조사구역내 표층퇴적물 채취위치 및 시간

Station No.	Date (2005)	Time (GMT)	Location(WGS84)		Remark
			Lat(N)	Long(E)	
JJ-37	05.02.	23:53:04	33° 18.8940 ′	126° 8.5969 ′	
JJ-38	05.02.	23:46:19	33° 18.8988 ′	126° 8.9897 ′	
JJ-39	05.02.	23:41:58	33° 18.8966 ′	126° 9.3965 ′	
JJ-40	05.02.	23:37:56	33° 18.9029 ′	126° 9.7949 ′	
JJ-41	05.02.	03:13:27	33° 18.5813 ′	126° 8.1207 ′	암반
JJ-42	05.02.	03:19:43	33° 18.5924 ′	126° 8.4028 ′	
JJ-43	05.02.		33° 18.6003 ′	126° 8.8015 ′	암반
JJ-44	05.02.	03:29:50	33° 18.6009 ′	126° 9.4174 ′	
JJ-45	05.02.	02:54:47	33° 18.2894 ′	126° 8.2159 ′	
JJ-46	05.02.	02:50:07	33° 18.3002 ′	126° 8.5762 ′	
JJ-47	05.02.	02:45:12	33° 18.3036 ′	126° 8.9882 ′	자갈
JJ-48	05.02.	02:37:24	33° 18.3019 ′	126° 9.4040 ′	
JJ-49	05.02.	02:33:47	33° 18.3067 ′	126° 9.7495 ′	
JJ-50	05.02.	02:13:15	33° 17.9834 ′	126° 8.3300 ′	
JJ-51	05.02.	02:19:26	33° 18.0002 ′	126° 8.8031 ′	
JJ-52	05.02.	02:24:18	33° 17.9943 ′	126° 9.2076 ′	
JJ-53	05.02.	02:28:48	33° 18.0129 ′	126° 9.5629 ′	암반
JJ-54	05.02.	02:06:11	33° 17.6863 ′	126° 8.4532 ′	
JJ-55	05.02.	01:56:32	33° 17.7009 ′	126° 8.7001 ′	
JJ-56	05.02.	01:51:23	33° 17.6917 ′	126° 8.9964 ′	
JJ-57	05.02.	01:46:18	33° 17.6703 ′	126° 9.4182 ′	자갈
JJ-58	05.02.	01:25:13	33° 17.3960 ′	126° 8.5435 ′	
JJ-59	05.02.	01:30:30	33° 17.3833 ′	126° 8.8149 ′	
JJ-60	05.02.	01:36:07	33° 17.3928 ′	126° 9.2061 ′	
JJ-61	05.02.		33° 17.4012 ′	126° 9.5988 ′	암반
JJ-62	05.02.	01:17:30	33° 17.0765 ′	126° 8.6569 ′	
JJ-63	05.02.	01:10:58	33° 17.0949 ′	126° 8.9973 ′	
JJ-64	05.02.	01:04:50	33° 17.0946 ′	126° 9.4063 ′	
JJ-65	05.02.		33° 17.0989 ′	126° 9.6973 ′	암반
JJ-66	05.02.	00:40:18	33° 16.7926 ′	126° 8.0767 ′	
JJ-67	05.02.	00:46:50	33° 16.7855 ′	126° 9.0220 ′	
JJ-68	05.02.	00:52:13	33° 16.7898 ′	126° 9.0614 ′	
JJ-69	05.02.	00:57:03	33° 16.8019 ′	126° 9.0999 ′	
JJ-70	05.02.	00:33:48	33° 16.5363 ′	126° 8.0853 ′	
JJ-71	05.02.	00:26:38	33° 16.5637 ′	126° 9.0399 ′	
JJ-72	05.02.	00:13:12	33° 16.6062 ′	126° 9.8003 ′	암반

3. 결과 및 토의

가. 수심지형분포

북제주 바다목장 조사구역 내의 수심지형 분포는 차귀도를 중심으로 남과 북 해역으로 구분할 경우 남쪽 해역의 남서쪽 조사구역 경계부근에서 78 m로 최대 수심을 보이고, 남쪽 해역이 북쪽 해역에 비하여 깊은 수심 분포가 나타난다. 전반적인 해저지형의 경향은 그림 2-1-8과 같다. 북쪽 해역에서는 수심선 35 m를 기준으로 급경사를 이루며 58 m까지 북동방향으로 깊게 이어지고, 남쪽 해역은 등수심선 40 m를 기준으로 최대 수심지역인 남쪽해역의 중앙에서 남동방향으로 최대 수심 78 m까지 이어진다.

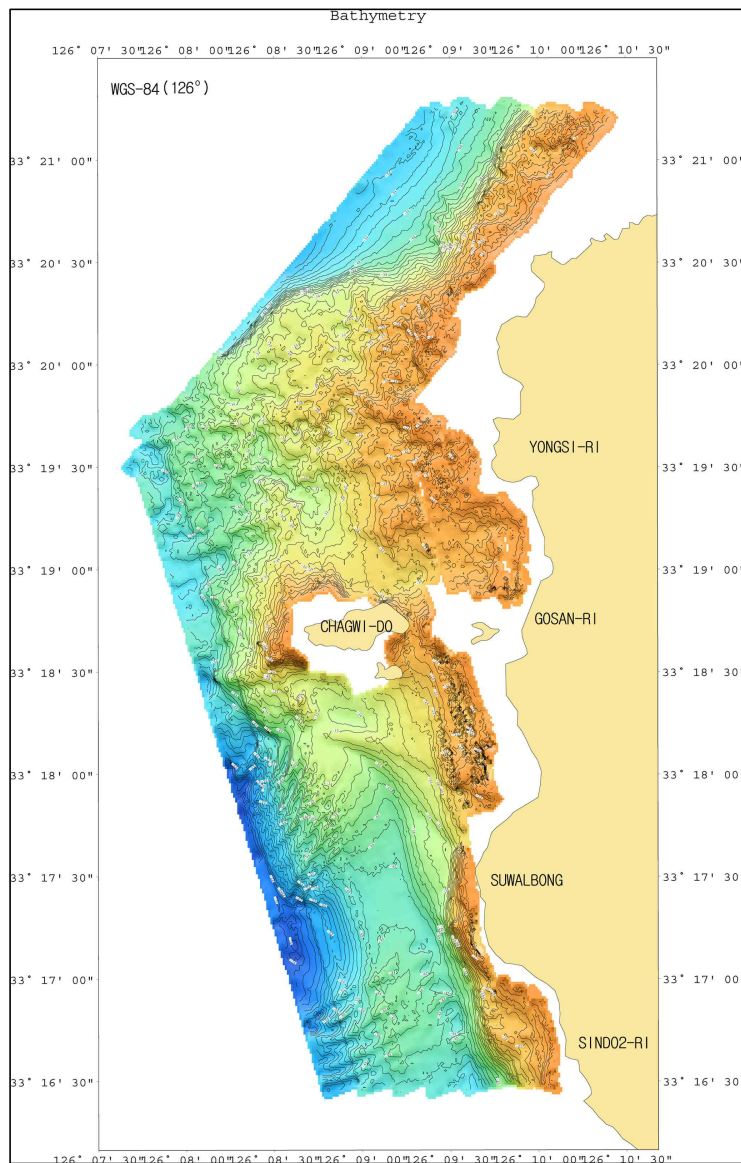


그림 2-1-8. 북제주 바다목장 조사구역의 수심도.

나. 퇴적층 분포

제주도는 화산활동으로 생성된 화산섬이며 화산현무암지대로 해안은 암석해안을 이루며 매우 단조롭다. 북제주 바다목장 조사구역 또한 전형적인 암반해안으로 연안에서 연장된 돌출암반과 상대적으로 주변과 비교하여 낮은 지역에는 조립질의 얇은 퇴적층이 얇게 피복되어 있다. 해저지층기록 상에 나타나는 심한 기복의 불규칙한 반사면이 나타나는 노출암반대가 넓게 분포하고 있으며 상대적인 수심은 주변과 비교하여 상대적으로 낮고, 해저지형 또한 매우 복잡한 양상을 보인다. 이러한 암반의 상층에는 퇴적층은 거의 보이지 않지만, 자갈모래질의 퇴적물이 노출암반 상부와 사이사이에 지역적으로 얇게 덮여 있다. 그림 2-1-9는 북쪽 해역의 조사지역내의 해저지층기록 해석을 위한 위치별 항적도로 해석에 대한 기록은 그림 2-1-10 및 그림 2-1-11에 표시하였다. 조사지역에서 암반이 분포하지 않는 자갈 모래질 퇴적층 위에서 강한 이상쌍곡선 반사파가 나타나며 이는 주로 인공어초로 확인되었다(그림 2-1-10, line-05).

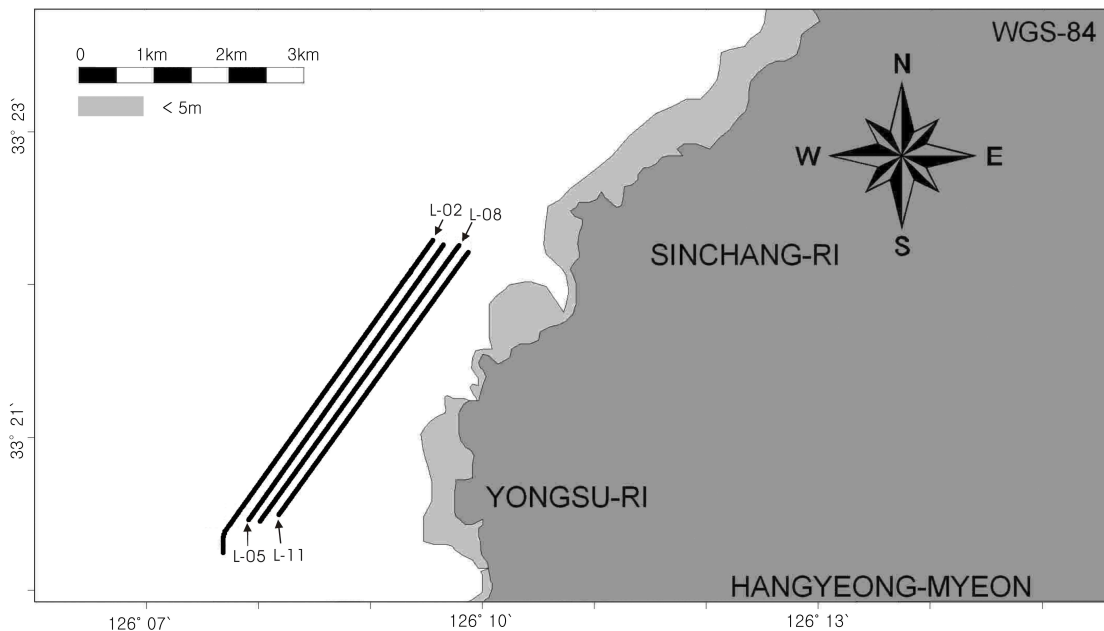


그림 2-1-9. 조사지역의 지층탐사 기록 해석 라인 항적도.

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 이상 물체나 인위적 구조물 등을 탐색해야 하는 경우, 정확한 위치

와 그 형태를 제시하기 위하여 수중 예인센서의 새로운 위치결정이 반드시 필요하다. 수중 예인센서의 정확한 위치결정이 우선적으로 선행되지 않으면 실제의 해저영상 모자이크 결과도면상의 위치 오차를 포함하게 된다. 연구선의 조사 항적도와 음향자료를 기하학적인 처리방법으로 적용되는 기존의 연구결과(과학기술처, 1993; 김성렬 외, 1997, 2003)를 이용하여, 수중 예인센서의 절대 위치를 결정하였다.

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

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

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

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

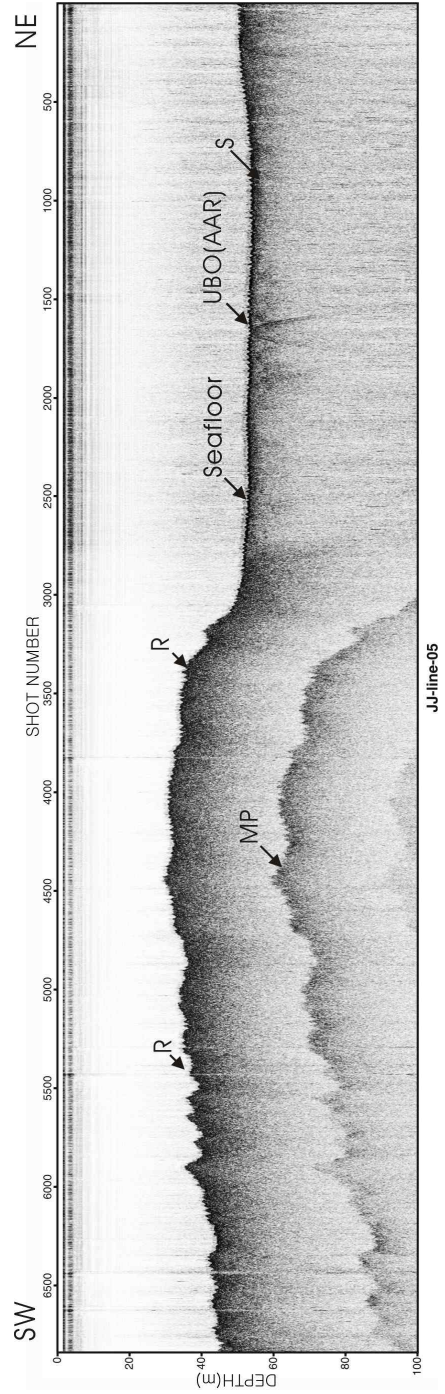
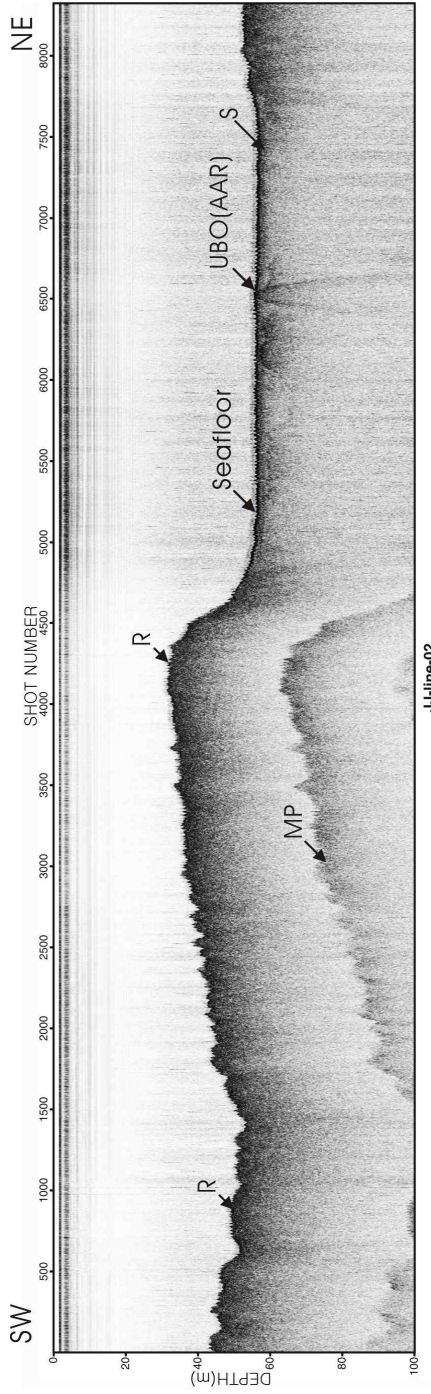


그림 2-1-10. 해저지층 기록(line 02, line 05).

R, 돌출암반; mS, 빨질모래퇴적물; S, 모래질퇴적물;
 UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

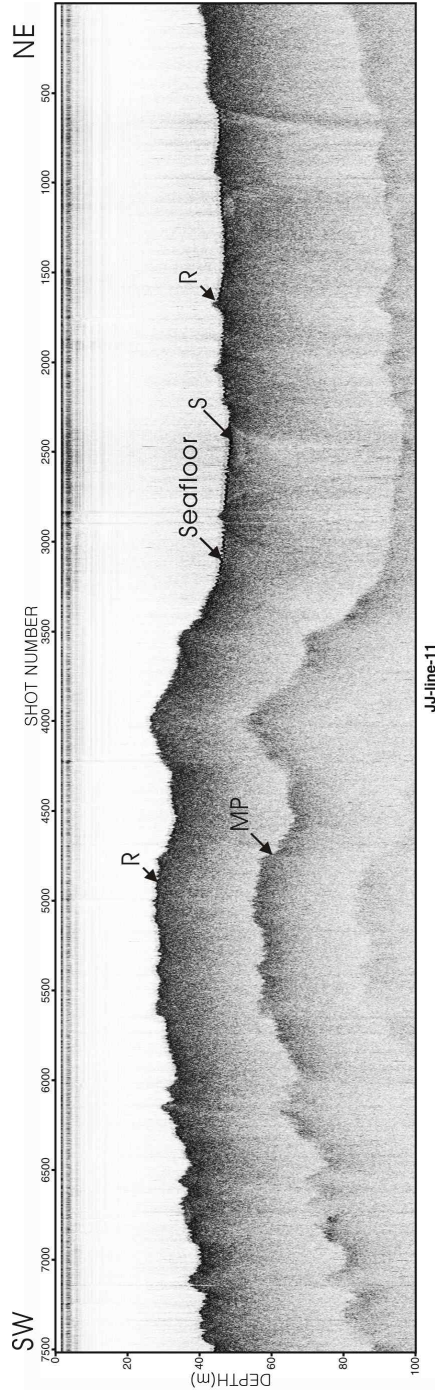
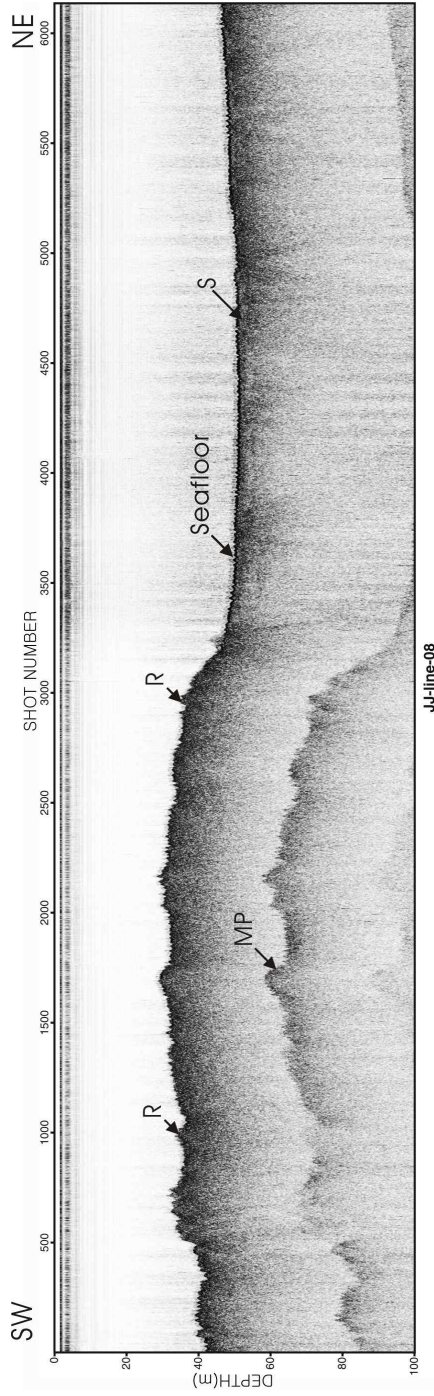


그림 2-1-11. 해저지층 기록(line 08, line 11).

R, 돌출암반; mS, 빨질모래퇴적물; S, 모래질퇴적물;
 UBO, 해저이상체; AAR, 인공어초; MP, 다중반사파.

(2) 모자이크 해저영상

일반적으로 해저면탐사 영상도면은 흑백 농암으로 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 2-1-12)으로 도시하였다.

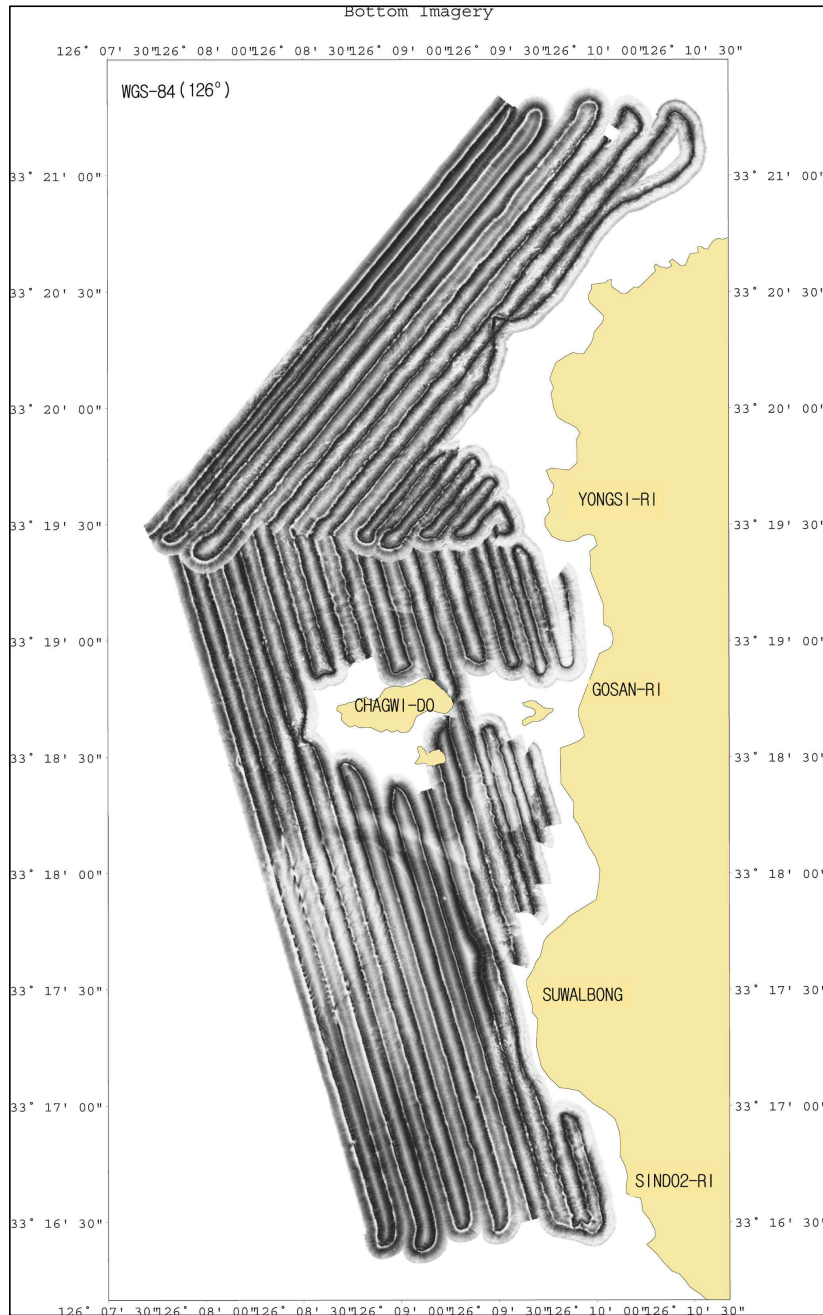


그림 2-1-12. 조사지역의 해저면 음향영상 모자이크 영상 결과.

조사지역의 해저면 음향영상은 전 지역이 강한 반사강도를 가지며 흑백농도가 짙은 것이 특징이다. 해저음향영상에서 짙고 기복이 보이는 돌출암반이 분포하는 지역과 상대적으로 옅은 색을 띠는 지역으로 큰 구분이 가능하다(그림 2-1-13). 그림 2-1-14는 북제주 바다목장 조성 예정지의 해저면 음향영상조사, 해저면 하부 지층탐사와 퇴적물 분포 등을 종합 분석한 퇴적층의 두께분포 및 암반대 등에 대한 구분을 하였다. 대부분의 조사구역 연안은 암반으로 구성되어 있으며, 퇴적층이 1 m 이상인 지역은 수심이 50 m 이상으로 상대적으로 수심의 변화가 심한 경사면에 위치하며 암반대를 벗어난 퇴적층 두께 1 m 미만 해역은 비교적 평탄한 해저지형을 보인다.

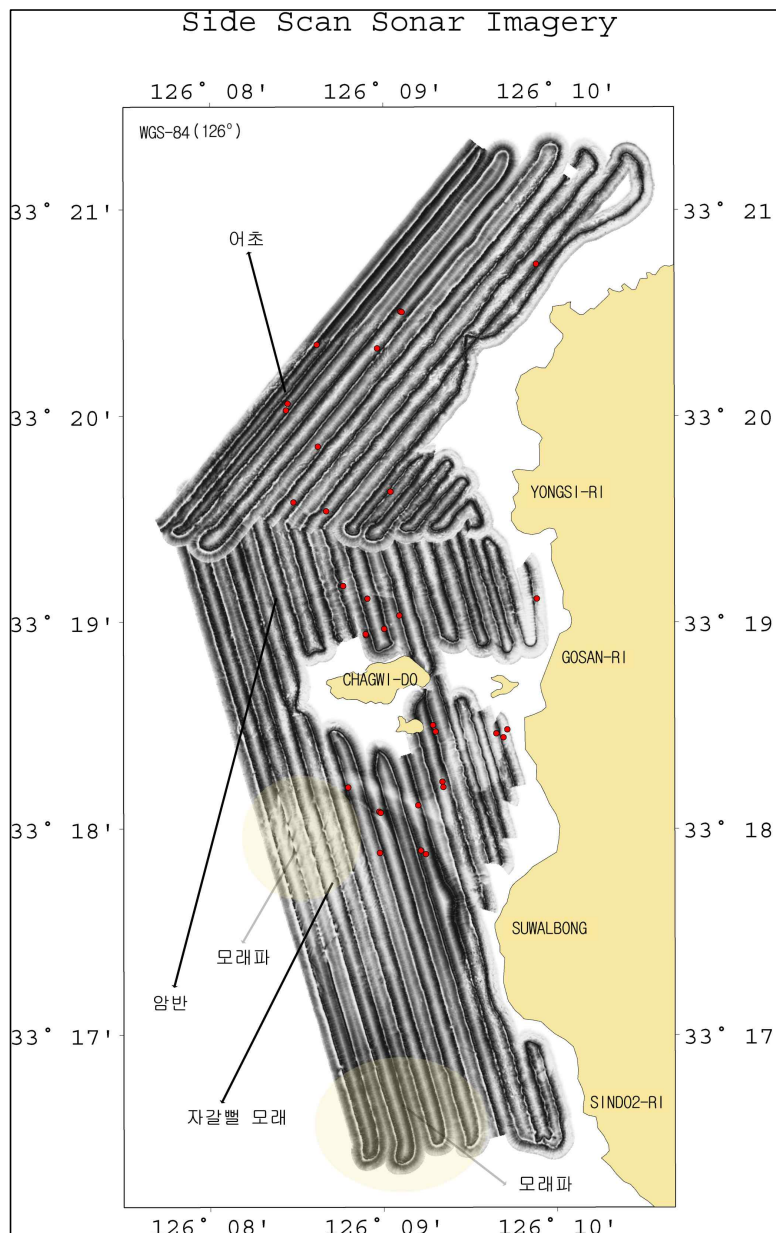


그림 2-1-13. 조사지역의 해저면 음향영상 결과 해석.

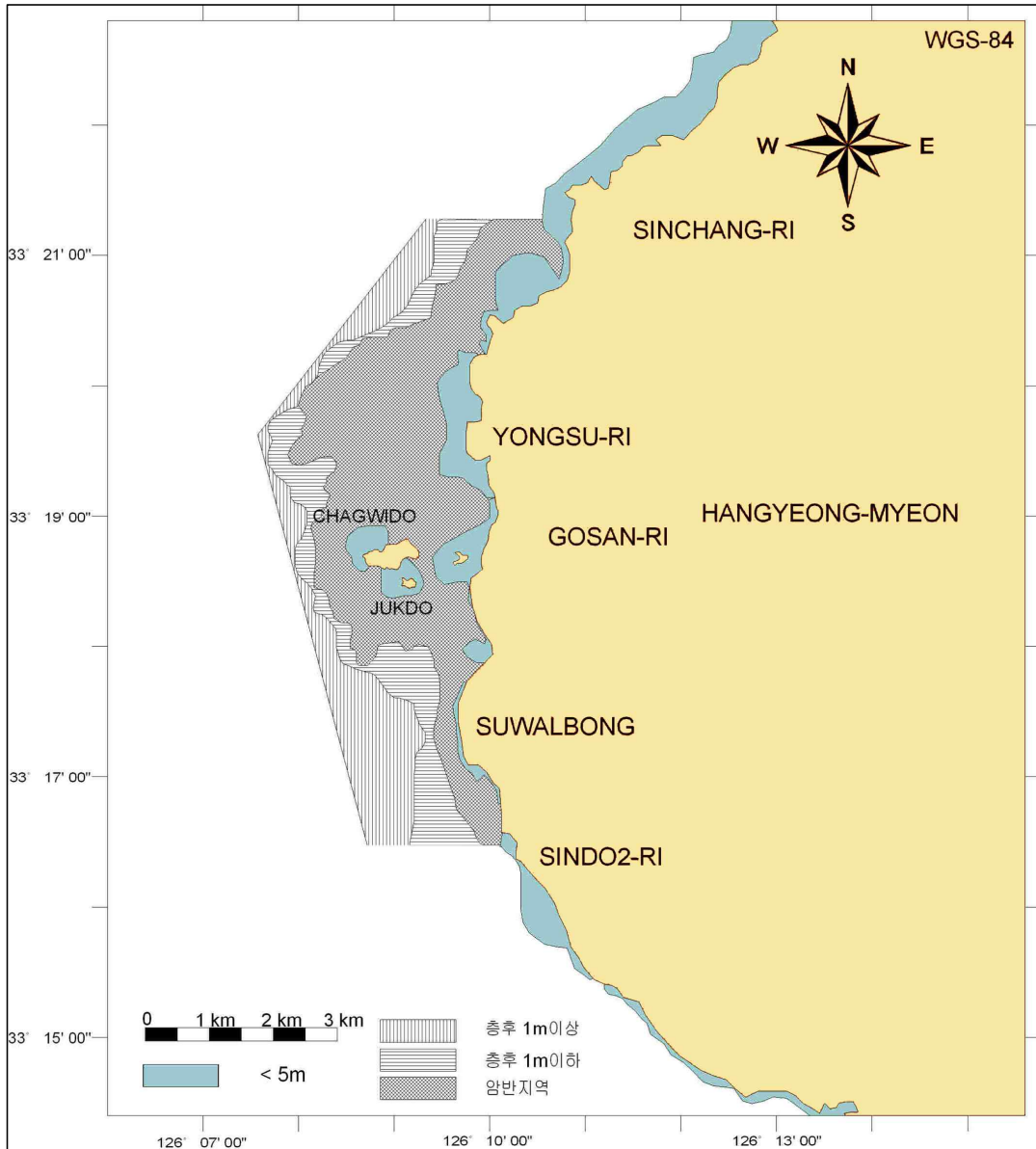


그림 2-1-14. 북제주 바다목장 조사구역의 해저면 퇴적층 분포.

라. 해저퇴적물 분포

(1) 표층퇴적물 조성 및 퇴적상

채취된 표층퇴적물의 조성을 보면, 자갈은 0.00~53.0% 이고, 모래 함량은 암반지역의 상층부에서 채취된 시료의 36.31%를 포함하여 최대 96.24%를 보인다. 실트 함량 또한 5개 정점(JJ-01, JJ-25, JJ-31, JJ-39 및 JJ-69)에서 20%를 넘지만 대부분의 정점에서 20% 미만으로 나타난다. 점토 함량 10개 정점을 제외하곤 전혀 나타나지 않는다(표 2-1-5).

표 2-1-5. 표층퇴적물의 조성 및 조직변수

St. No.	Composition(%)				Sed. Type	Statistical Parameters				CaCO ₃ (%)
	Gra.	Sand	Silt	Clay		MZ(Φ)	St.De.(Φ)	Skew.	Kurt.	
JJ-01	0.00	69.93	24.27	5.80	zS	4.18	1.80	3.13	12.38	63.12
JJ-02	4.05	63.85	10.72	21.38	(g)mS	4.03	3.52	0.75	2.53	40.13
JJ-06	3.03	60.19	10.88	25.90	(g)mS	4.42	3.64	0.72	2.20	31.77
JJ-07	3.78	36.31	19.94	39.98	(g)sM	5.95	3.92	-0.10	1.84	56.85
JJ-11	6.99	85.62	7.39	0.00	gS	1.75	1.32	-1.30	6.39	65.21
JJ-12	4.22	81.63	14.16	0.00	(g)mS	1.38	1.51	0.48	2.75	61.03
JJ-25	15.42	60.28	24.30	0.00	gmS	1.46	1.99	0.01	1.91	65.21
JJ-26	9.16	71.06	19.78	0.00	gmS	1.69	1.81	-0.38	2.67	75.66
JJ-30	17.68	64.35	17.97	0.00	gmS	0.99	1.99	0.28	2.18	73.57
JJ-31	1.35	69.37	29.28	0.00	(g)mS	2.17	1.66	-0.06	1.76	81.93
JJ-32	1.22	93.89	4.89	0.00	(g)S	1.08	0.98	1.40	6.67	76.70
JJ-33	20.75	71.29	7.96	0.00	gmS	0.59	1.71	0.15	3.00	71.48
JJ-34	0.00	92.52	7.48	0.00	S	1.81	0.85	1.59	5.73	67.30
JJ-35	17.00	74.01	8.99	0.00	gmS	0.67	1.76	0.24	2.78	71.48
JJ-37	31.50	60.41	8.09	0.00	msG	0.00	1.82	0.61	3.17	73.57
JJ-38	0.00	83.90	16.10	0.00	zS	1.68	1.29	1.07	2.84	73.57
JJ-39	14.01	61.71	24.28	0.00	gmS	1.48	2.02	-0.25	2.47	71.48
JJ-40	0.00	90.07	9.93	0.00	S	1.86	0.93	1.40	5.18	65.21
JJ-42	40.91	53.46	5.63	0.00	sG	-0.49	1.57	1.45	5.41	65.21
JJ-44	53.00	42.96	2.70	1.34	sG	-0.61	2.12	2.32	9.78	50.58
JJ-45	22.06	72.70	3.69	1.55	gS	0.90	2.17	0.86	5.36	44.31
JJ-46	1.78	86.31	10.61	1.30	(g)mS	1.97	1.95	1.66	5.78	65.21
JJ-48	0.24	91.79	5.75	2.22	(g)S	1.78	1.81	2.55	10.35	56.85
JJ-49	1.56	91.78	6.65	0.00	(g)S	1.92	1.07	-0.42	4.41	61.03
JJ-50	0.00	89.26	10.74	0.00	zS	2.08	0.82	1.86	5.67	69.39
JJ-51	2.27	86.08	11.65	0.00	(g)mS	2.03	1.08	-0.12	5.58	58.94
JJ-52	27.84	64.55	7.61	0.00	gmS	0.45	1.82	0.48	2.24	44.31
JJ-54	1.08	85.42	13.50	0.00	(g)mS	1.33	1.33	1.22	3.68	52.67
JJ-55	0.00	92.56	7.44	0.00	S	1.91	0.78	1.85	6.56	58.94
JJ-56	0.57	96.24	3.20	0.00	(g)S	1.92	0.68	0.02	10.80	35.95
JJ-58	6.84	85.85	7.31	0.00	gS	0.30	1.32	1.83	6.47	46.40
JJ-59	1.53	84.21	14.26	0.00	(g)mS	1.57	1.36	0.59	3.23	61.03
JJ-60	1.20	89.57	3.83	5.41	(g)S	2.16	2.22	2.52	9.95	58.94
JJ-62	5.27	48.84	13.34	32.55	gmS	5.02	4.32	0.31	1.69	33.86
JJ-63	4.54	89.77	5.69	0.00	(g)S	1.86	1.17	-1.11	5.94	38.04
JJ-64	0.13	90.07	9.80	0.00	(g)S	1.51	1.09	1.37	4.61	56.85
JJ-66	0.86	94.14	5.00	0.00	(g)S	0.86	1.03	1.78	7.03	48.49
JJ-67	6.99	82.62	10.39	0.00	gmS	1.72	1.38	-0.65	4.49	52.67
JJ-68	0.22	77.51	12.23	10.04	(g)mS	3.21	2.42	1.51	4.12	46.40
JJ-69	3.47	75.72	20.81	0.00	(g)mS	1.65	1.74	0.19	1.82	73.57
JJ-70	4.79	90.49	4.72	0.00	(g)S	1.40	1.17	-0.54	5.54	40.13
JJ-71	1.36	89.28	9.36	0.00	(g)S	1.99	0.97	0.05	7.37	61.03

모래의 공간적 분포는 조사지역에 남서 경사면에서 최대 80% 이상이며, 북서 경사면에서 60% 이하로 낮다(그림 2-1-15). 뿔 함량은 모래함량 분포와 반대 경향성인 북서 경사면에서 최대로 나타나지만 대부분의 암반 상층부에서는 10% 내외의 분포를 보인다(그림 2-1-16). 퇴적상은 뿔질 자갈(mG), 실트질 모래(zS), 뿔질 모래(mS), 자갈뿔질 모래(gmS), 자갈질 뿔(gM) 그리고 모래질뿔(sM) 그리고 암반(R)등으로 다양하게 나타나지만,

암반 지역을 제외하면 그 범위는 상대적으로 좁다(그림 2-1-17).

(2) 표층퇴적물의 조직변수

평균입도 분포 범위는 $-0.61 \sim 5.95\Phi$, 분급도는 0.82에서 JJ-62 정점의 4.32 Φ 의 최대가 나타나며, 왜도는 $-1.11 \sim 2.52$ 로 왜도 값이 나타난다. 평균입도는 암반지역에서는 대부분 4 Φ 미만으로 나타나고 퇴적물이 존재하는 북서쪽의 경사지역에서 가장 크게 나타난다(그림 2-1-18). 분급도는 조사구역의 남서 및 북서 경사면에 존재하는 경사면의 모래질 퇴적물로 인해 상대적으로 높은 분급을 보이며, 암반 상층 또는 주위에서는 상대적으로 불량한 분급(낮은 분급값)이 나타난다(그림 2-1-19).

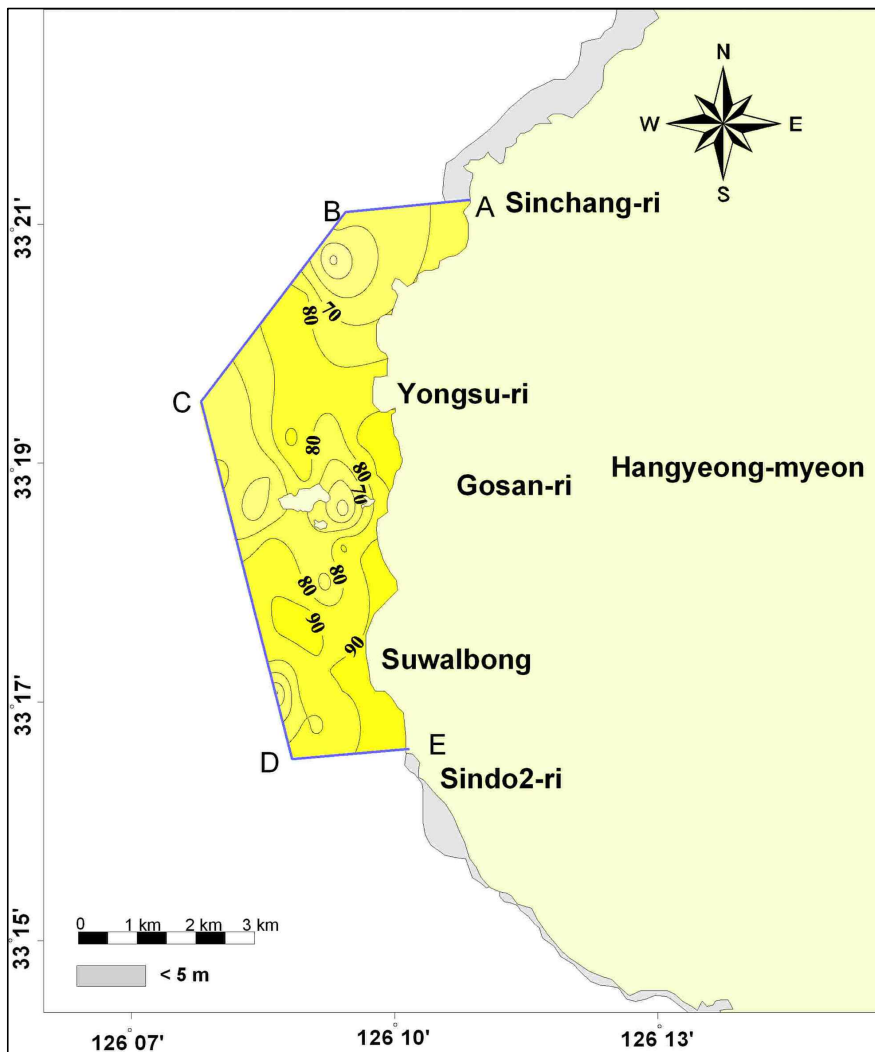


그림 2-1-15. 조사지역의 모래함량 분포도.

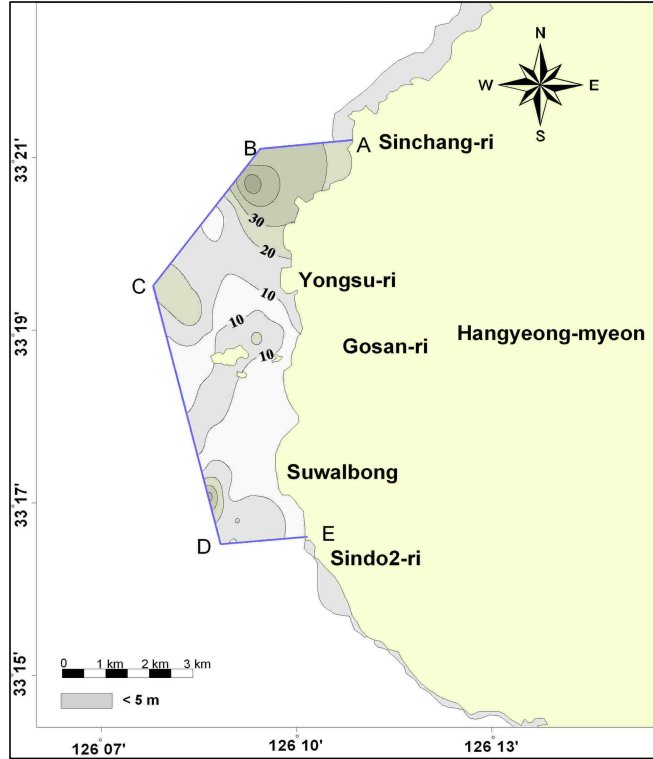


그림 2-1-16. 조사지역의 펄 함량 분포도.

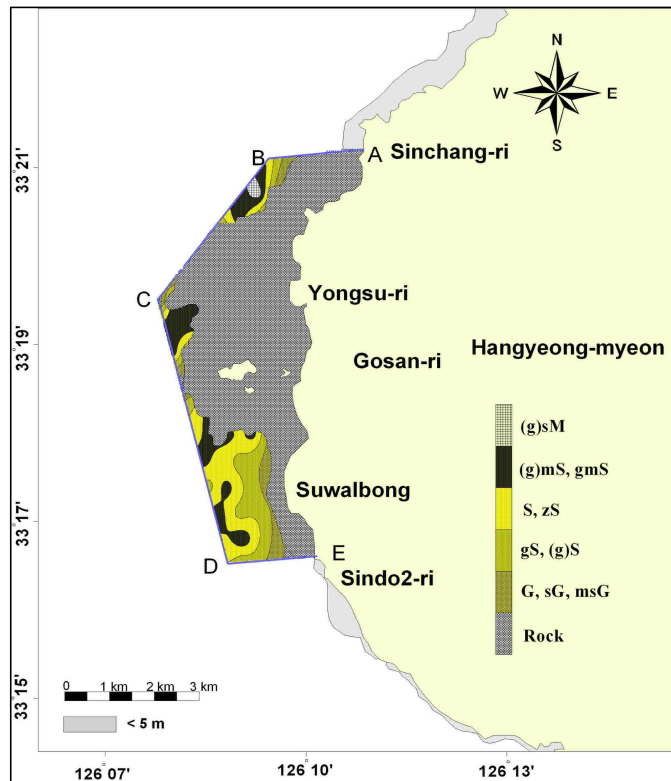


그림 2-1-17. 조사지역 표층퇴적물의 퇴적상 분포도.

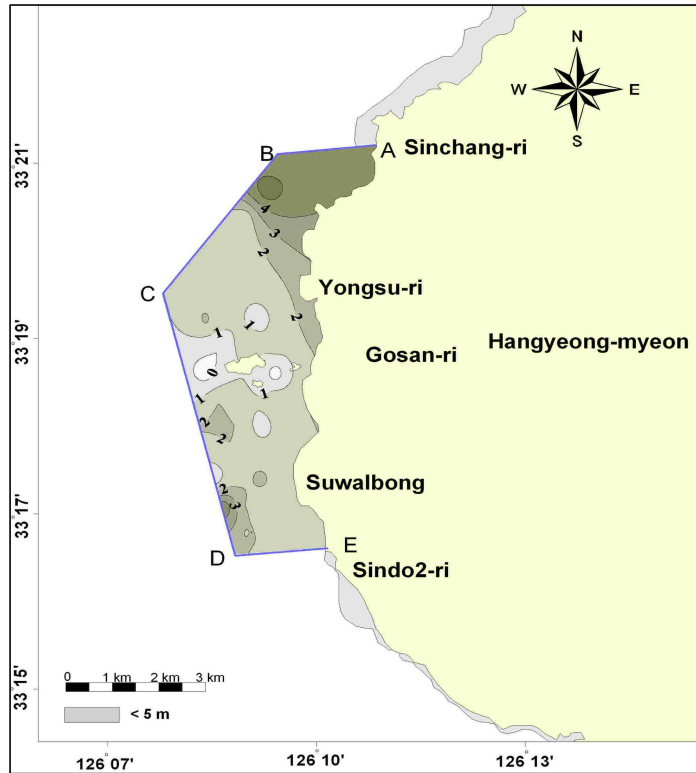


그림 2-1-18. 조사지역 표층퇴적물의 평균입도(Φ) 분포도.

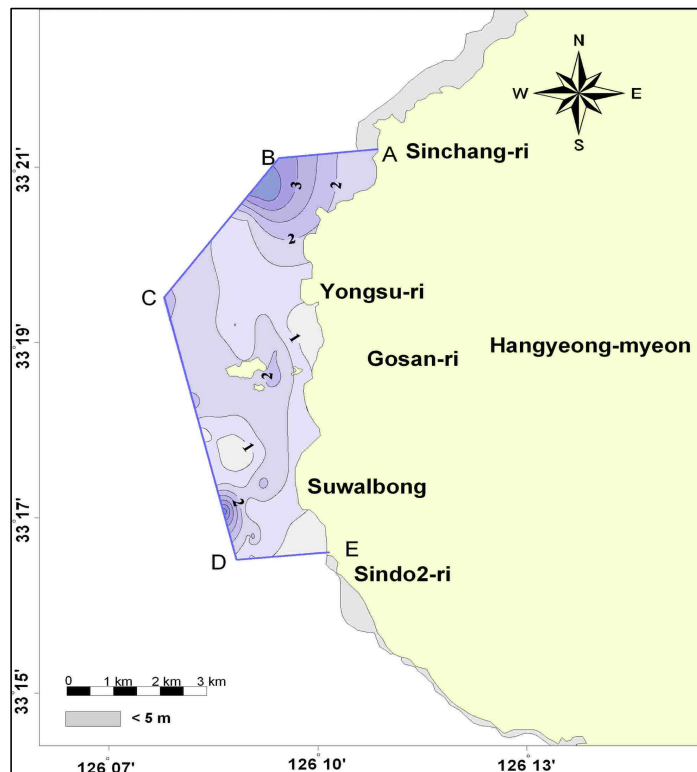


그림 2-1-19. 조사지역 표층퇴적물의 분급도(Φ) 분포도.

제 2 절 인공어초

1. 서론

바다목장 해역에 적합한 인공어초 모형개발과 배치기술 개발은 바다목장 사업의 중요 구성요소의 하나이다. 인공어초에 의한 어장조성 효과에 관해서는 많은 연구자들에 의해 오래 전부터 연구(小川, 1968; 川名, 1959; 柿元, 1966)되어 왔으며, 우리나라에서는 1976년 전남 여수시에 시설된 사각어초 어장에서 어획생산성 조사를 시작한 이래 이후 지속적인 어초어장의 생산효과에 대한 연구(국립수산과학원; 1992, 1995)가 진행되어 왔다. 최근 들어서는 인공어초의 생산효과를 증대시키기 위해 인공어초 소재 다양화(세라믹, 슬래그, 강재 등)와 목적하는 대상 어종의 생태적 특성을 고려한 인공어초 개발에 연구역량을 집중하고 있다. 이러한 결과로 국내에서도 다양한 형태의 어초들이 속속 개발되어 현장에 보급되고 있다. 북제주 바다목장 조성해역 면적은 2,872ha이며, 이 해역에는 1972년부터 인공어초가 시설되기 시작해 2005년 말 현재 콘크리트어초 7종, 강재어초 2종 등 총 9종의 인공어초가 시설되어 있다. 인공어초 시설면적은 총 1,179ha이며, 여기에는 11,960개 (대형 강재어초 4기 포함)개의 인공어초가 시설되어 있다. 기능별로 보면 어류를 대상으로 시설된 인공어초가 820ha에 4,983개가 시설되어 있으며, 패조류용 인공어초는 359ha에 6,977개의 인공어초가 시설되어 있다. 따라서 본 연구는 북제주 바다목장 조성해역 내에 기 투하된 인공어초 어장의 위치와 시설량, 시설상태, 어초 생물상을 파악함으로써 이 자료를 기초로 향후 북제주 바다목장 해역에 적합한 어초모델 개발과 배치계획을 수립하기 위한 목적으로 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 인공어초 시설상황 및 분포, 시설상태

북제주 바다목장 해역의 인공어초 시설현황은 1972년부터 2005년도까지 시설된 인공어초를 대상으로 어초 종류별 시설량 및 시설면적에 대한 자료를 정리하였으며, 시설위치는 해저지형 조사팀의 Side Scan Sonar에서 확인된 위치와 잠수조사 또는 어탐에 의해 확인된 위치정보만을 정리하였다. 북제주 바다목장 해역에 시설된 모든 인공어초의 정확한 시설형태와 위치, 유효 공용적에 대하여는 모든 해역에 걸친 Side Scan Sonar 조사와 Multi Beam Echo Sounder 조사 자료를 동시에 취득해야 하고, 잠수 확인 과정을 거친 후에만 가능하므로 이번 조사에서는 해저지형 조사팀이 파악한 위치정보와 잠수 또는 실제 현장조사에서 어탐으로 확인된 자료만을 정리하였다.

나. 인공어초 모델개발

북제주 바다목장 해역에 적용할 인공어초 모델개발은 어류 위집기능과 해중립 조성기능을 갖는 수중체험 관광형 인공어초 2종을 설계하여 특허출원 중에 있다.

다. 인공어초 배치계획

인공어초 배치계획은 이미 시설된 인공어초 시설위치와 면적을 개략적으로 파악한 다음, 이 시설자료와 수심자료를 근거로 기능별로 구분하여 인공어초 시설예정지를 결정하였다. 15 m 이천 수역에 대하여는 패류 등 부착성 무척추동물과 해중립조성용 인공어초 시설지로 설정했으며, 수심 15~30 m 수역은 수중체험과 낚시관광을 겸할 수 있는 체험형 인공어초 시설지로 설정했다. 수심 30~50 m 수역에는 어류대상 인공어초 시설가능지로 주로 낚시용 인공어초 시설지로 설정하였고, 수심이 70 m 보다 깊은 해역에 대하여는 어선어초를 시설하여 실제 어업활동이 이뤄질 수 있도록 하였다.

라. 인공어초 어장의 생물상

인공어초 어장의 생물상 조사는 차귀도 북방에 어류용으로 시설된 사각어초와 용수리 연안에 패조류용으로 시설된 방갈로형어초 등 2개 종류의 어초를 대상으로 했다. 어초어장의 생물상조사는 위집어류 조사인 경우, 잠수관찰에 의한 수중비디오 촬영과 수중사진, 잠수부의 육안관찰 기록에 의한 방법으로 조사하였으며, 부착생물조사는 무척추동물의 경우, 인공어초 5개를 표본어초로 선정하여 채집하고 단위부착표면적당 생물량으로 환산하였고, 해조류는 50×50 cm 방형구를 이용하여 1 m² 내의 부착해조류 전량을 채집한 다음, 실험실에서 종류별로 구분하여 크기 및 생체량을 측정하여 단위면적당 현존량을 조사하였다.

3. 결과 및 토의

가. 인공어초 시설상황 및 분포, 시설상태

북제주 바다목장 조성해역에는 1972년부터 인공어초가 시설되기 시작해 2003년 말 현재 콘크리트어초 7종, 강제어초 2종 등 총 9종의 인공어초가 시설되어 있다. 인공어초 시설면적은 총1,179ha이며, 여기에는 11,960개(대형 강제어초 4기 포함)개의 인공어초가 시설되어 있다. 기능별로 보면 어류를 대상으로 하는 사각어초와 상자형강제어초 2종은 820ha에 4,983개가 시설되어 있으며, 패류 등 부착성무척추동물과 해조류를 대상으로 하는 인공어초는 359ha에 6,977개의 인공어초가 시설되어 있다(표 2-2-1). 인공어초가 시설된 해역은 그림 2-2-1과 같고, 현재까지 해저지형 조사팀이 파악한 시설위치와 잠수관찰, 어군탐지기 등에 의해 위치가 정확히 파악된 해역은 그림 2-2-2와 표 2-2-2에 나타났다. 그러나 현재까지 파악된 인공어초 시설위치는 일부만이 확인된 것으로 북제주 바다목장

해역에 시설된 모든 인공어초의 정확한 시설형태와 위치, 유효 공용적에 대하여는 전 해역에 걸친 Side Scan Sonar 조사와 Multi Beam Echo Sounder 조사 등 정밀측량이 이뤄져야 하고, 동시에 잠수 확인 과정을 거친 후에만 가능하다.

표 2-2-1. 북제주 바다목장 해역 내 인공어초 시설현황(1972~2005)

	계	신창	고산	용수	두모	용당
계	11,960 (1,179)	802 (44)	2,802 (237)	5,098 (462)	1,199 (224)	2,059 (212)
사각어초	4,979 (756)		1,302 (164)	1,690 (272)	1,197 (192)	790 (128)
빨삼각형어초	5,085 (211)		1,290 (53)	2,528 (106)		1,267 (52)
육교형어초	310 (16)			310 (16)		
십자형강재어초	25 (3)			25 (3)		
해바라기형어초	25 (4)			25 (4)		
방갈로형어초	1,377 (96)	802 (44)	210 (20)	365 (32)		
시험어초 (거북이형어초)	155 (29)			155 (29)		
2단상자형강재어초	2 (32)				1 (16)	1 (16)
상자형강재어초	2 (32)				1 (16)	1 (16)

() : 시설면적

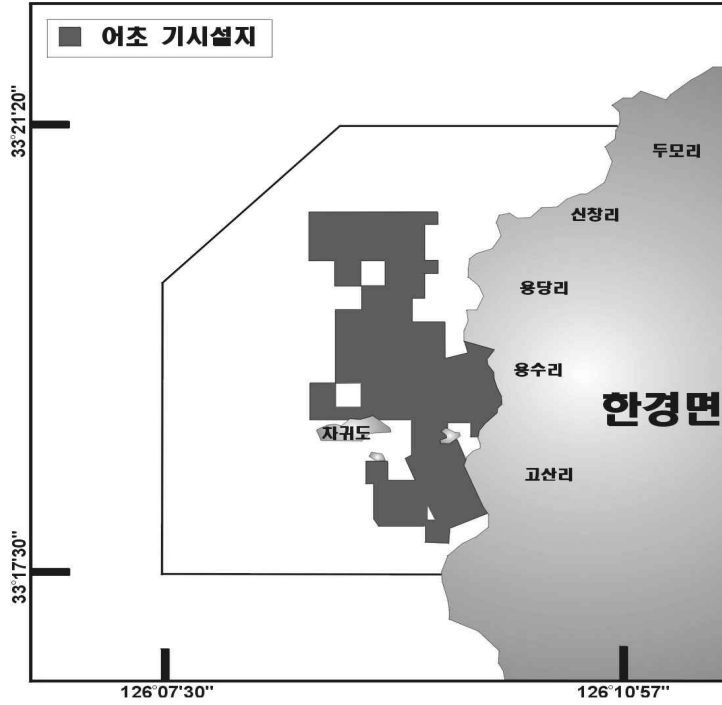


그림 2-2-1. 인공어초 시설해역.

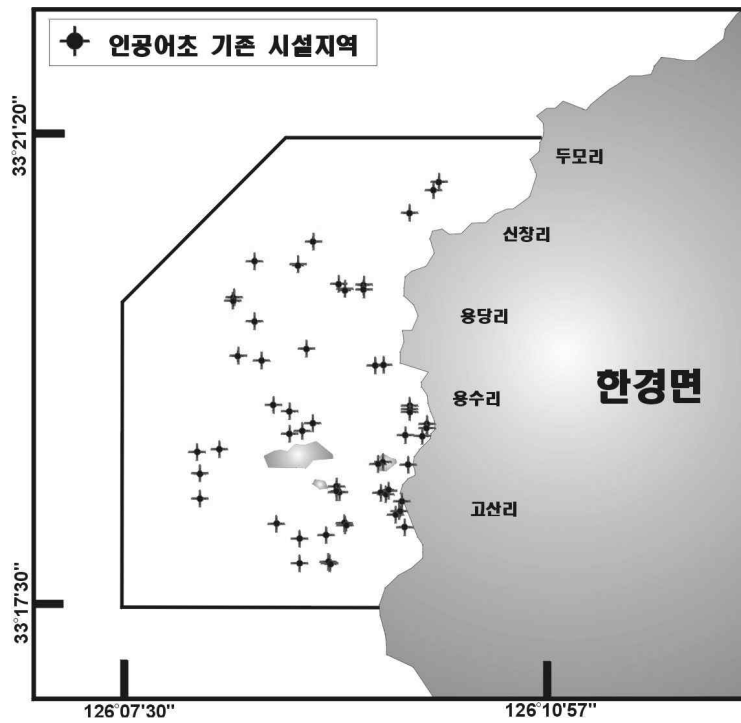


그림 2-2-2. 인공어초 시설이 확인된 정점.

표 2-2-2. 인공어초 시설지 위치좌표

No.	시설 장소	조사어초시설상황		시설위치좌표		분포면적	시설상태	비고
		종류	수심(m)	위도	경도			
1	판포리	사각어초	29	33°21.991 ′	126°10.931 ′	-	4단상적	잠수확인
2	용수리	패류형	6	33°19.446 ′	126°09.550 ′	-	1단병설	-
3	용수리	방갈로	7	33°19.155 ′	126°09.845 ′	-	1단병설	잠수확인
4	용수리	방갈로	11	33°18.913 ′	126°09.994 ′	-	1단병설	잠수확인
5	용수리	시힘어초	14	33°18.680 ′	126°09.605 ′	-	1단병설	잠수확인
6	용수리	사각어초	22	33°18.734 ′	126°09.014 ′	-	3단병설	잠수확인
7	용수리	방갈로	8	33°18.281 ′	126°09.793 ′	-	1단병설	잠수확인
8	고산리	소형사각	11	33°17.681 ′	126°09.909 ′	-	1단병설	잠수확인
9	-	-	-	33°20.347 ′	126°08.618 ′	22×25	-	SSS 확인
10	-	-	-	33°20.028 ′	126°08.439 ′	33×40m	-	SSS 확인
11	-	-	-	33°20.060 ′	126°08.448 ′	50×27m	-	SSS 확인
12	-	-	-	33°20.507 ′	126°09.100 ′	46×38m	-	SSS 확인
13	-	-	-	33°20.329 ′	126°08.966 ′	32×24m	-	SSS 확인
14	-	-	-	33°20.347 ′	126°08.618 ′	40×29m	-	SSS 확인
15	-	-	-	33°19.862 ′	126°08.620 ′	-	-	SSS 확인
16	-	-	-	33°19.582 ′	126°08.482 ′	22×24m	-	SSS 확인
17	-	-	-	33°19.539 ′	126°08.670 ′	39×20m	-	SSS 확인
18	-	-	-	33°20.737 ′	126°09.883 ′	55×45m	-	SSS 확인
19	-	-	-	33°19.115 ′	126°09.909 ′	10×17m	-	SSS 확인
20	-	-	-	33°18.938 ′	126°08.900 ′	45×25m	-	SSS 확인
21	-	-	-	33°18.968 ′	126°09.005 ′	3×5m	-	SSS 확인
22	-	-	-	33°19.033 ′	126°09.092 ′	23×38m	-	SSS 확인
23	-	-	-	33°19.633 ′	126°09.042 ′	30×36m	-	SSS 확인
24	-	-	-	33°19.115 ′	126°09.886 ′	53×37m	-	SSS 확인
25	-	-	-	33°19.177 ′	126°08.769 ′	40×5m	-	SSS 확인
26	-	-	-	33°18.943 ′	126°08.898 ′	44×20m	-	SSS 확인
27	-	-	-	33°18.228 ′	126°09.340 ′	30×29m	-	SSS 확인
28	-	-	-	33°18.481 ′	126°09.715 ′	60×30m	-	SSS 확인
29	-	-	-	33°18.461 ′	126°09.651 ′	52×21m	-	SSS 확인
30	-	-	-	33°18.442 ′	126°09.693 ′	40×20m	-	SSS 확인
31	-	-	-	33°18.471 ′	126°09.301 ′	33×31m	-	SSS 확인
32	-	-	-	33°18.202 ′	126°09.345 ′	25×20m	-	SSS 확인
33	-	-	-	33°17.877 ′	126°09.244 ′	6×3m	-	SSS 확인
34	-	-	-	33°18.114 ′	126°09.200 ′	42×30m	-	SSS 확인
35	-	-	-	33°18.502 ′	126°09.286 ′	4×4m	-	SSS 확인
36	-	-	-	33°18.200 ′	126°08.797 ′	30×15m	-	SSS 확인
37	-	-	-	33°18.082 ′	126°08.975 ′	36×15m	-	SSS 확인
38	-	-	-	33°17.882 ′	126°08.979 ′	31×20m	-	SSS 확인
39	-	-	-	33°18.077 ′	126°08.983 ′	26×20m	-	SSS 확인
40	-	-	-	33°17.894 ′	126°09.216 ′	30×29m	-	SSS 확인

나. 인공어초 모델개발

북제주 바다목장 모델은 생태계를 보호하면서 자원을 증대시키는 물론 동시에 낚시, 스쿠바다이빙 등 해양관광 및 수중체험을 통해 관광객을 유치하기 위한 관광형 바다목장이다. 따라서 이 해역에 시설할 인공어초는 이러한 목적에 부합되는 새로운 기능의 인공어초 모델개발이 필요하다. 어류의 위집, 산란, 치자어 보호, 육성으로 수중체험과 낚시를 동시에 즐길 수 있는 인공어초 1종과 해중립 조성과 소라, 전복 등의 패류 서식처를 제공할 목적인 인공어초 1종 등 2종을 한국해양연구원과 공동으로 개발하여 특허출원 중에 있으며, 개발된 2종의 인공어초 제원은 표 2-2-3과 같다.

표 2-2-3. 개발된 인공어초의 제원

어초명	터널형 인공어초	다단식패조류용인공어초
재질	강재+슬래그 판넬	강재+슬래그 판넬+굴패각(자연석)
형태	강재, 슬래그 판넬 조합형	강재, 슬래그 판넬 조합형
크기	L12m×B12m×H8m=1,152 ³ m ³	L10m×B10m×H3m=100m ³
중량	30±10톤	20±5톤

다. 인공어초 배치계획

인공어초 배치계획은 북제주 바다목장 내에 시설된 모든 어초의 위치좌표와 시설상태, 해저지형, 주변 천연초와의 관계를 종합적으로 고려해야만 인공어초 배치계획 수립이 가능하다. 이번 조사에서는 수심만을 고려하여 배치계획을 수립하였다. 15 m 이천수역에 대하여는 해중립 조성 및 소라, 전복, 오분자기 등 무척추동물을 대상으로 하는 패조류용 인공어초 시설대상지로 그 면적은 약 650ha이다. 수심 15 m에서 30 m까지는 스쿠바다이빙과 낚시관광을 목적으로 하는 관광체험형 인공어초 시설대상지로 설정했으며, 면적은 약 570ha에 이른다. 수심 30 m에서 50 m까지는 주로 낚시를 즐길 수 있는 인공어초 시설 대상지로 면적은 약 630ha 이다. 50 m 이심 해역은 강재어선어초를 시설하여 일본조, 연승 등 인공어초의 기능을 저하시키지 않은 범위 내에서 어업활동이 이뤄질 수 있는 강재어선어초 시설대상지로 그 면적은 약 1,020ha이다.

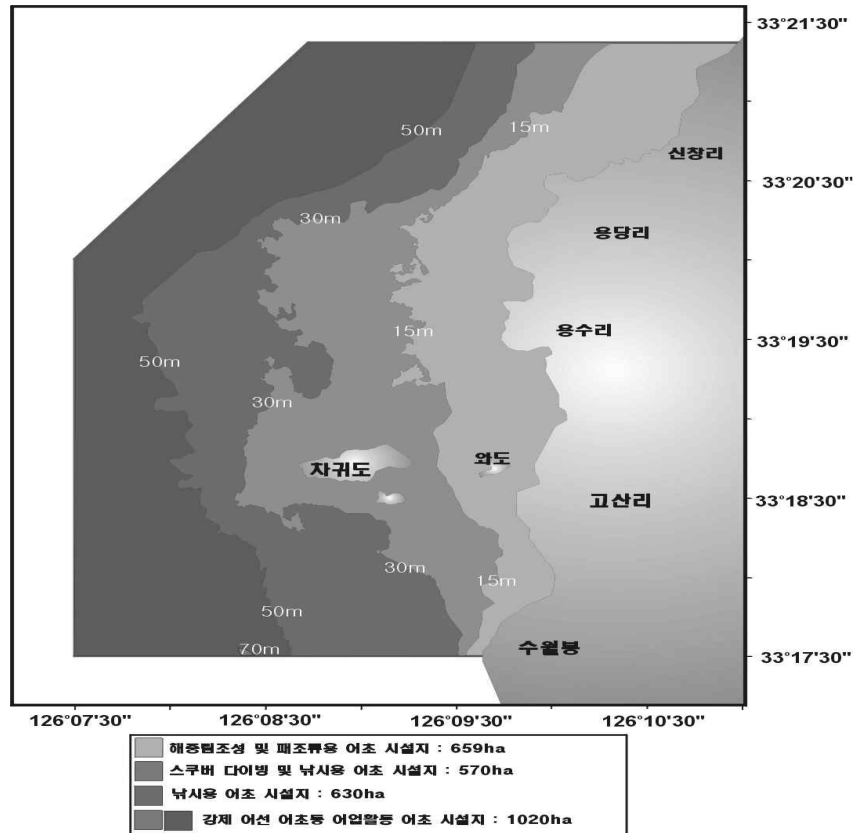


그림 2-2-3. 수심대별 인공어초 시설 가능지.

라. 어초어장의 생물상

북제주 바다목장 해역에 시설된 사각형어초 및 방갈로형어초 등 2종의 인공어초 어장에 대한 생물상조사 결과는 표 2-2-3~2-2-5에 나타났다. 어초어장에 위집한 어류는 방갈로형어초에서 24종, 사각형어초에서 6종 등 25종의 어류와 오징어류가 출현하였으며, 자리돔, 줄도화돔, 전갱이, 부시리가 다량으로 위집하였다. 특히 방갈로형어초 어장에서는 오징어류 난파가 다량 관찰되고 있는 것으로 보아 이 해역에 시설된 인공어초가 오징어류 산란장으로 이용되고 있음을 입증하고 있다. 출현종에 있어서 사각어초 어장이 방갈로형어초에 비해 월등히 적은 요인은 조사 당시 사각어초 시설지의 표층수온이 25℃, 저층수온이 15℃로 인공어초가 시설된 저층수온이 저수온 상태로 인해 주변해역으로 이동된 것으로 추정된다. 인공어초에 부착하는 무척추동물은 13종이 출현하였으며, 표면적당 1.02 개체(45.03g)/m²가 부착하고 있는 것으로 조사되었으며, 우점종은 소라와 팽이고둥이 우점하였다. 한편, 사각어초 어장에서는 이끼벌레류, 가시국화조개, 토굴 등 소량의 무척추동물만 부착하고 있는 것으로 나타났다. 해조류는 방갈로형어초인 경우, 녹조류 1종, 갈조류 3종, 홍조류 3종 등 7종이 확인되었고, 현존량은 583.8g/m²이었으며, 우점종은 감태였다. 사각어초 어장에 대한 해조류 현존량 조사는 이뤄지지 않았으나 사각어초 상단부(수

심 15 m)에 대량이 감태군락이 조성되어 있는 것으로 보아 북제주 바다목장에서 해중림을 조성할 목적이 인공어초 시설수심 한계는 수심 15 m까지도 가능한 것으로 판단된다.

표 2-2-4. 인공어초 어장에 위집된 어종과 위집량

어 종	방갈로	사각어초	체장 범위 (cm)
호박돔	2	.	20~30
불락	4		15~20
자리돔	2	대형군	10~15
두동가리돔	1		20
솔베감팽	1	1	20~25
독가시치	3		20~30
한치오징어	10		20~50
조피불락	2		20~30
갈전갱이	2		20~25
청줄돔	1		15
줄도화돔	100~200	대형군	3~10
쭈기미	1		20
능성어	2		20~30
말쥐치	1		25
쥐치	2	1	20
넙치	1	1	40~50
전갱이	500		20~25
용치놀래기	5		15~20
돌돔	4		30~40
황놀래기	2		20
고생놀래기	10		15~20
갑오징어	5		30~70
벤자리	10		30~40
불불락	2		20
부시리		100	30~50
오징어류(난괴)	15		
출현종수	24 종	6 종	

표 2-2-5. 방갈로형어초에 부착된 무척추동물의 단위면적당 출현개체수와 현존량

분류군	출현종	개체수(개체/㎡)	생체량(g/㎡)	비고
해면동물	분홍해변해면	0.03	2.83	-
연체동물	가시국화조개	0.05	0.46	-
	두드럭고둥	0.05	0.43	-
	바퀴고둥	0.07	0.28	-
	바퀴밤고둥	0.01	0.05	-
	소라	0.53	36.92	-
	팽이고둥	0.18	3.57	-
	햇빛굴아재비	0.01	0.07	-
절지동물	납작손참집게	0.03	0.04	-
	속살이게	0.02	0.01	-
	은행게	0.01	0.01	-
	털줄원손집게	0.01	0.17	-
극피동물	빨강불가사리	0.01	0.20	-
계	13종	1.02	45.03	-

표 2-2-6. 방갈로형어초에 부착한 해조류

분류군	출현종	습중량(g/㎡)	비고
녹조류	갈색대마디말	1.50	-
갈조류	감태	521.1	-
	툽니모자반	22.5	-
	쌍발이모자반	6.8	-
홍조류	작은구슬산호말	5.5	-
	에파트라게발	13.7	-
	자니아	12.7	-
계	7종	583.8	-

방갈로형어초에 부착하는 무척추동물은 4개 동물문에 13종이 확인되었다. 단위면적당 부착밀도는 1.02개체(45.03g)/㎡였으며, 우점종은 소라가 0.53개체(36.92g)/㎡로 가장 많았으며, 팽이고둥 0.18개체(3.57g)/㎡, 바퀴고둥 0.07개체(0.28g)/㎡ 순이었다. 한편 부착해조류는 녹조류 1종, 갈조류 3종, 홍조류 3종 등 7종이 출현하였으며, 현존량은 583.8g/㎡이었고 우점종은 감태가 521.1g/㎡으로 우점하였다.

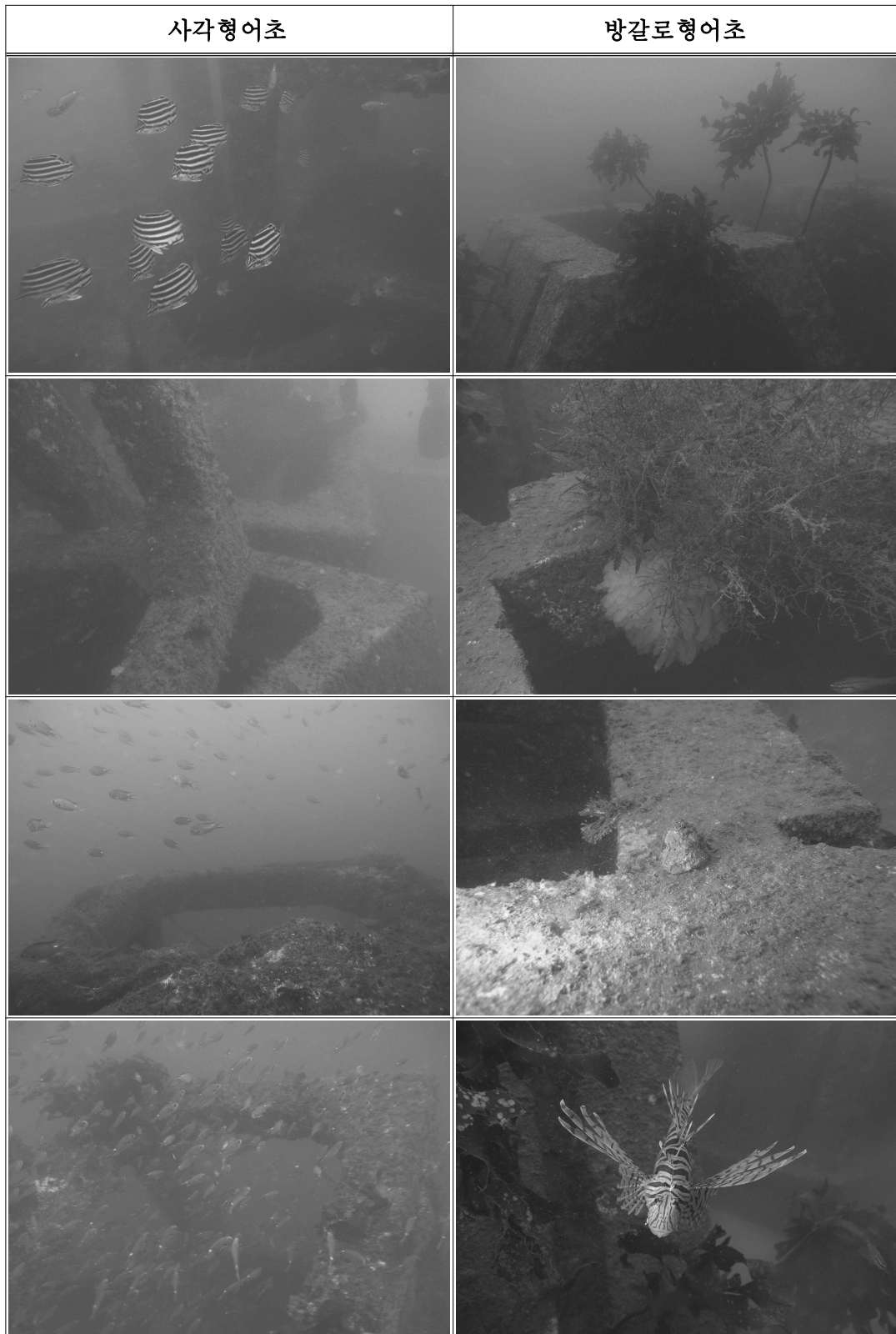
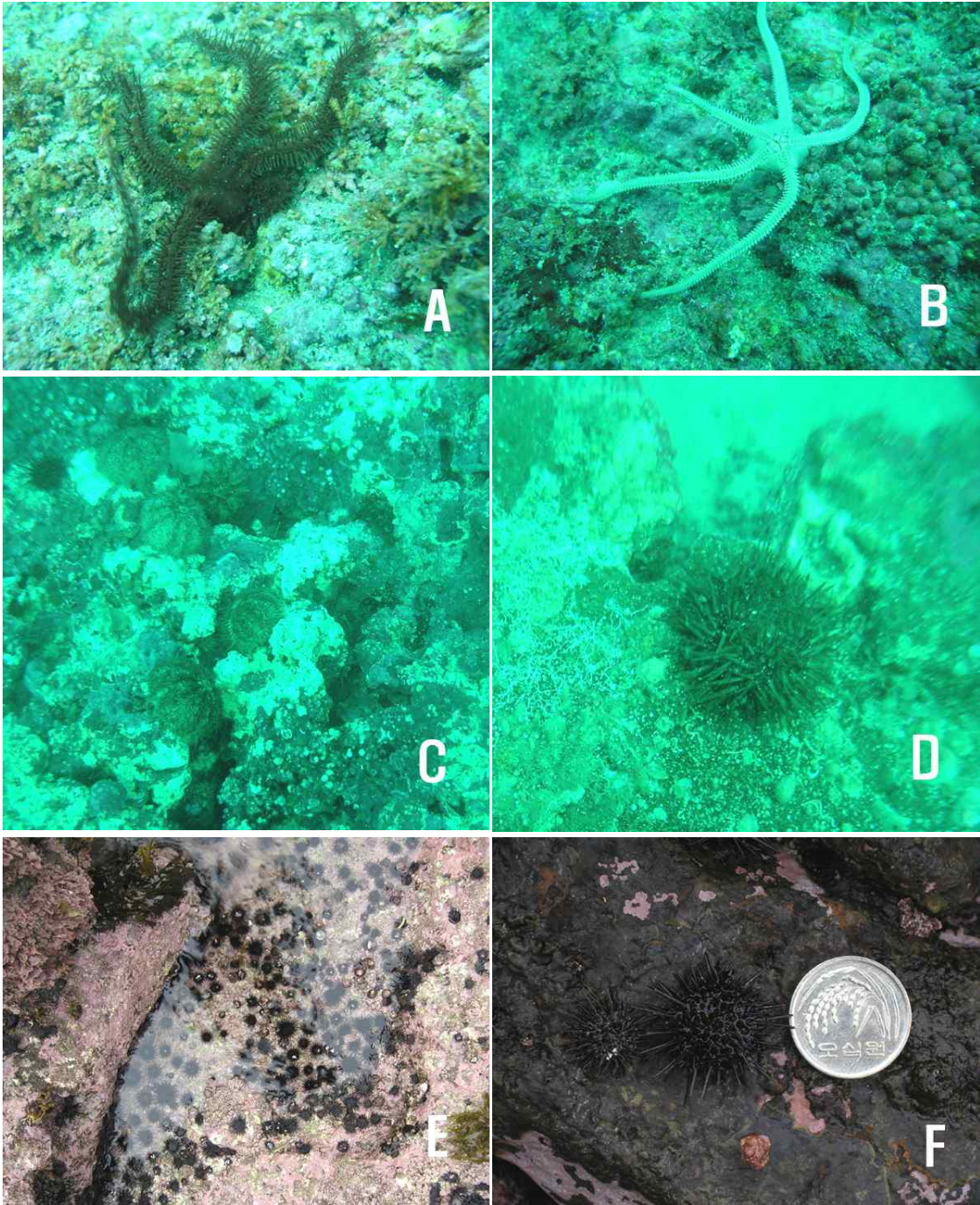


그림 2-2-4. 방갈로형어초와 사각어초의 생물상.

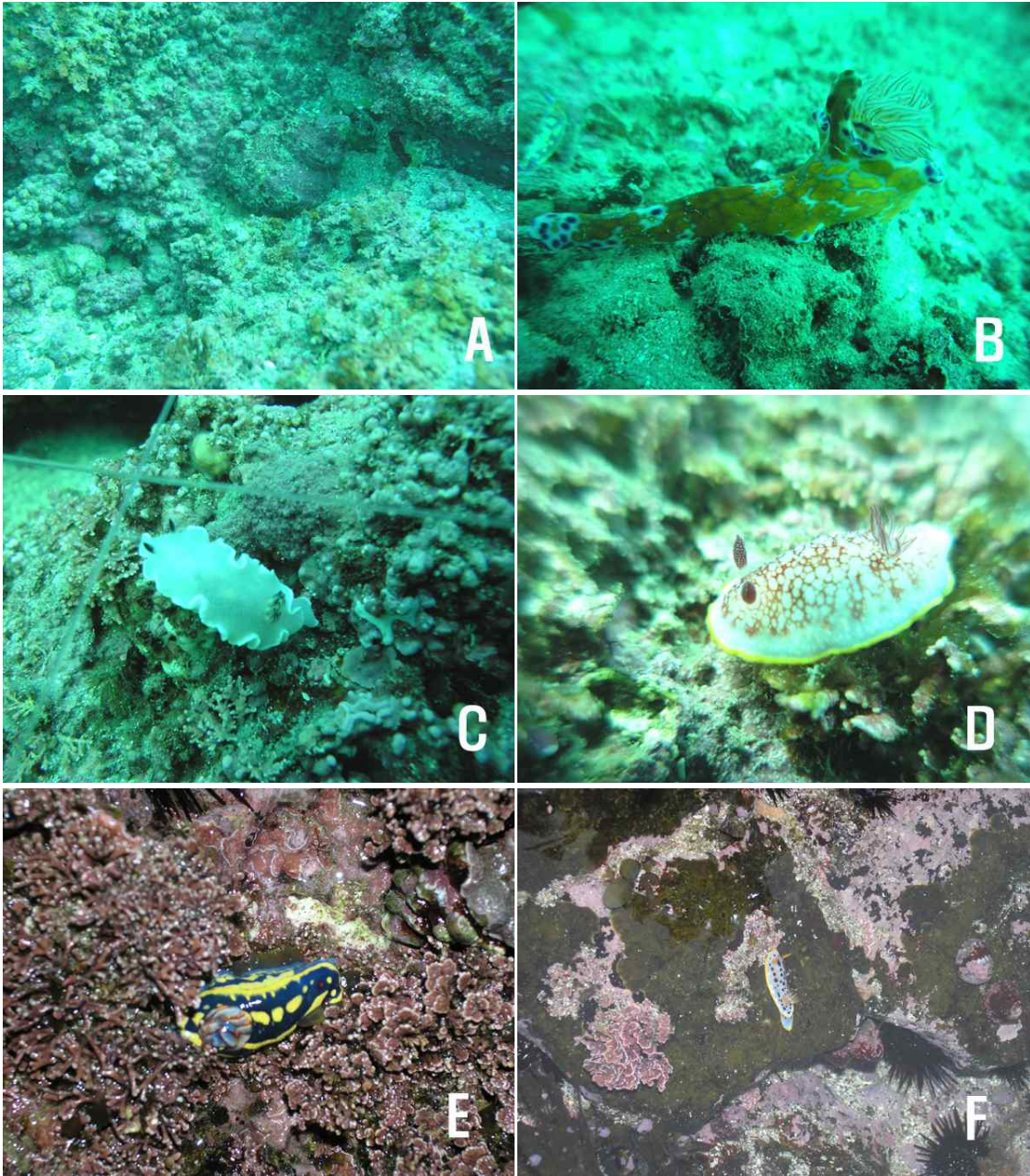
참고문헌

- Clay C.S., and H. Medwin, 1977. Acoustical Oceanography: principles and applications. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, 544pp.
- Fork, R.L and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol., 27: 3-26.
- Malinverno, A, M.H. Edwards, and W.B.F. Ryan, 1990. Processing of SeaMARC swath sonar data. IEEE J. of Oceanic Eng. 15(1): 14-23.
- Mckinney, C.M. and Anderson, C.D., 1964, Measurements of backscattering of sound from the ocean bottom. J. of Acoust. Soc. Am., 36: 158-169.
- Wong, H.K. and Cesterman, W.D., 1968, Bottom backscattering near grazing incidence in shallow water. J. of Acoust. Soc. Am., 44: 1713-1733.
- 과학기술처, 1993. 해양지구물리 탐사기술개발 연구(III). BSPN 00182-602-5, 378pp.
- 김성렬 · 유홍룡 · 박건태 · 이용국 · 안충현, 1987. Side Scan Sonar 탐사자료의 영상처리와 해저면 backscattering 음향특성. 해양학회지, 22(3): 143-152.
- 김성렬 · 박건태 · 이용국 · 석봉출 · 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, 75pp.
- 한국해양연구소, 1995. 해저면 탐사자료의 계수화처리 및 해석기법에 관한 연구. BSPE 00472-817-5, 62pp.
- 해양수산부, 2002. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업보고서. 813pp.
- 해양수산부, 2002. 우리나라 자원 조성사업의 발전 방향 토론회. 해양수산부, 197pp.
- 해양수산부, 2004. 동·서·제주형 바다목장개발 후보지 선정을 위한 기초조사 연구용역. 314pp.



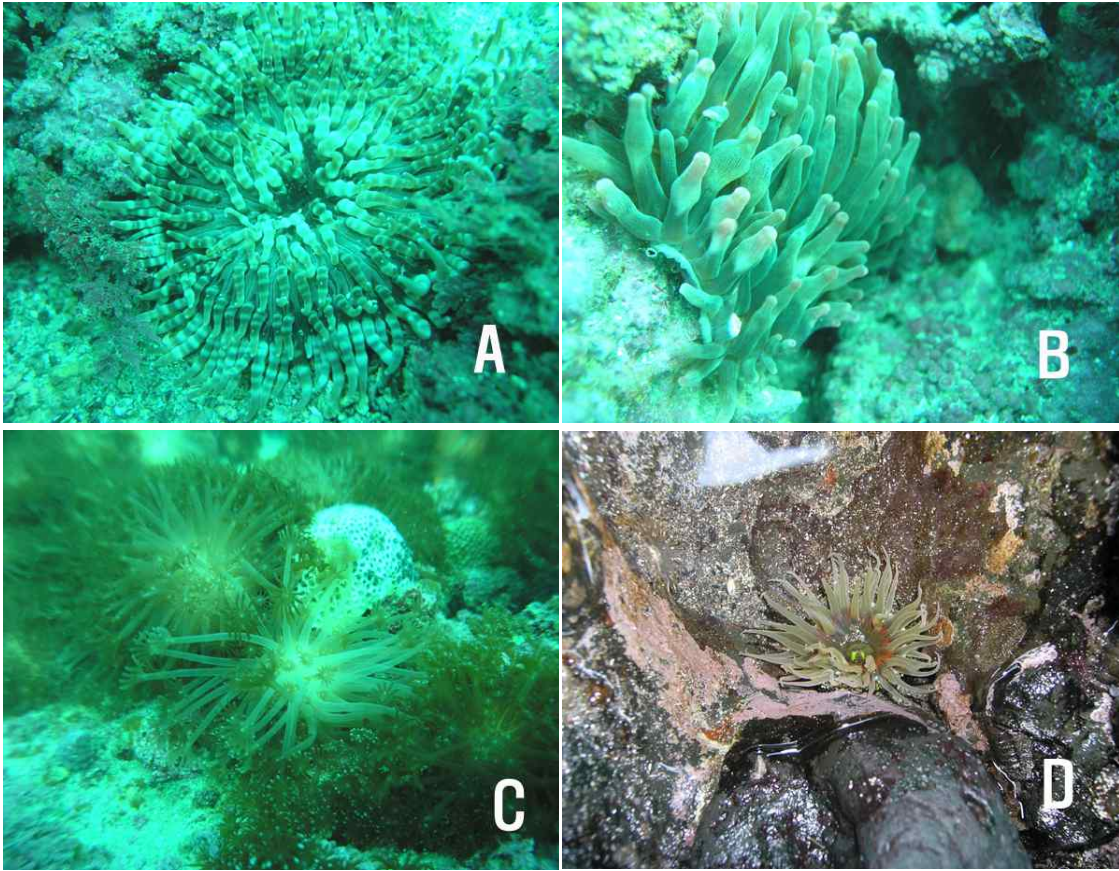
부록 1-2. 조사지역에서 채집된 극피동물류.

A: 짧은가시거미불가사리, B: 뱀거미불가사리, C: 말뚝성게,
D: 분홍성게, E, F: 보라성게



부록 1-3. 조사지역에서 채집된 저서동물류.

A: 소라, B: 꼬리갯민숭이, C: 꼬마흰갯민숭달팽이, D: 망사갯민숭달팽이,
 E: 파랑갯민숭달팽이, F: 흰갯민숭달팽이



부록 1-4. 조사지역에서 채집된 저서동물류.

A, B: 말미잘류, C: 거품돌산호, D: 풀색꽃해변말미잘

2. 식물플랑크톤

부록 2-1a. 2005년 2월, 5월, 8월, 11월 북제주 바다목장해역의 식물플랑크톤 출현종 분포(S=표층, B=저층)

월	2005년 2월										5월										8월										11월									
종명 / 정점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diatoms																																								
Centric diatoms																																								
<i>Actinocyclus senarius</i>		B	B		B			S	B	S	S	B	B		S	B	S	S	S	B	S	B	B					S									S	S	S	SB
<i>Actinocyclus splendens</i>																							B	B			S													
<i>Asteromphalus heptactis</i>																							S	B			S													
<i>Aulacodiscus kittoni</i>																							B	S				S												
<i>Bacteriastrum cosmosum</i>																																					SB	S		S
<i>Bacteriastrum minus</i>																																					S			
<i>Biddulphia granulata</i>																							B																	
<i>Biddulphia hauckii</i>															S			S																						
<i>Biddulphia pulchella</i>																							B																	
<i>Biddulphia reticulata</i>																												B												
<i>Biddulphia toumyi</i>			S					S							B			S																						
<i>Chaetoceros brevis</i>																																					S			
<i>Chaetoceros convoltus</i>																																			S		SB			S
<i>Chaetoceros costatus</i>																																			SB		SB	SB	B	SB
<i>Chaetoceros danicus</i>	S	B	S			B			S	B	B		SB																	S	S	B	S	S				S	B	
<i>Chaetoceros decipiens</i>																																					B			S
<i>Chaetoceros didymus</i>															S	B		B													S		B	B		S		S	B	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	S										S	B	S	B	S	B	S	B	S	S											S			B	S	S	B	S	S	S
<i>Chaetoceros pendulus</i>				B			S		S						B	B		S																						
<i>Chaetoceros peruvianus</i>																																			SB				S	S
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	B			B			S	S	B	SB	B	S	B	S	B	S	B	B												S	S		SB	SB	S	S	S	S	S	
<i>Chaetoceros socialis</i>	SB		B	SB	S			S	B	S	S	B	S	B	S	B	S	B	S	S											S		S	SB		S		S	S	
<i>Corethorn criophilum</i>																																			S		S	S		B

부록 2-1b. 계속(S=표층, B=저층)

종명 / 정점	2005년 2월										5월										8월										11월									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Coscinodiscus granii</i>				B																																				
<i>Coscinodiscus marginatus</i>																																								
<i>Coscinodiscus nobilis</i>										S																														
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>				B			S																			S		B		S									S	
<i>Coscinodiscus octonarius</i>								S																																
<i>Coscinodiscus radiatus</i>		S					S	B		B		SB			S			SBS	SBB		B	B						B												
<i>Coscinodiscus rothii</i>																													B										S	
<i>Coscinodiscus stellarius</i>		SBB			S	S	S									B													SB										B	
<i>Ditylum brightwellii</i>		B				S				B		S					S	S	S	SB			B	B				B	S	SB		S	S	SB	SB	S	B	B		S
<i>Ditylum fibula</i>																																							S	
<i>Ditylum sol</i>																													S										S	
<i>Guinardia faccida</i>																	S	S		S	B		S					SB												
<i>Hemiaulus hauckii</i>																																							S	
<i>Hyalodiscus scoticus</i>																												B	SB										S	
<i>Lauderia borealis</i>																																							B	
<i>Leptocylindrus danicus</i>												SBB	Sb	S	S		B	B	B	B		B	S					S	B			S		S	SB	S	S	S	S	S
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>																																							S	
<i>Melosira moniliformis</i>		SB				S			S	S	S	S	S	S														B											B	S
<i>Paralia sulcata</i>																	B											B	S										SB	
<i>Proboscia alata</i>		S																										S	SB	S		S	SB	S	S	SB	S	S	SB	S
<i>Rhizosolenia delicatula</i>																																							S	
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>																												S	SB										S	
<i>Rhizosolenia pungens</i>																																							S	
<i>Rhizosolenia stolterfortii</i>																																							B	S
<i>Skeletonema costatum</i>		S	B					S	SBB		SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS												S	B	B			S	B	B	S	
<i>Stephanophyxis palmeriana</i>																																								B

부록 2-1c. 계속(S=표층, B=저층)

종명 / 정점	2005년 2월										5월										8월										11월																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																														
<i>Stephanopyxis nipponica</i>																																																																						
<i>Stephanopyxis turris</i>																																																																						
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	B																																																																					
<i>Thalassiosira hyalina</i>																																																																						
<i>Thalassiosira pacifica</i>																																																																						
<i>Thalassiosira rotula</i>				B	S					B	B	B		S			S	B		SB																					SB		S	SB	B	S	B	S	SB																					
<i>Thalassiosira subtilis</i>																																										S			S	B	SE																							
Pennate diatoms																																																																						
<i>Achnanthes brevipes</i>																																										B			B																									
<i>Achnanthes longipes</i>		S				B		B			B		S																													B			S	S	S												S											
<i>Amphiprora angustata</i>	S							B	S																																																													
<i>Amphora coffeaeformis</i>																																																																						
<i>Amphora decussata</i>						B																																				S			S																									
<i>Amphora laevis</i>																																																																						
<i>Amphora lineata</i>			B			B																																				S																												
<i>Amphora ovalis</i>	S													B	B		B	B																								B																												
<i>Asterionella glacialis</i>																																										B		S																										
<i>Asterionella japonica</i>																																										S																												
<i>Bacillaria paxillifer</i>		B	B		S	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S																								SB	B	SB	B	S	SB	S	SB	S	SB	S																		
<i>Caloneis crassa</i>																																										S			S	S	B	B	B	B	S									S	S	B	B	B	S					
<i>Caloneis linearis</i>																																										B																												
<i>Camphylodiscus undulatus</i>																																										S			S																									
<i>Cocconeis pellucida</i>																																										B																												
<i>Cocconeis quarnensis</i>	S																																																																					
<i>Cocconeis scutellum</i>																																										B																												
<i>Cylindrotheca closterium</i>																																																																						
																																										S	S	S	B	SB	S	B	SB	S	S																			

부록 2-1d. 계속(S=표층, B=저층)

월 종 명 / 정 점	2005년 2월										5월										8월										11월										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Diploneis crabro</i>																																									
<i>Diploneis litoralis</i>																																									
<i>Fragilaria capucina</i>																																									
<i>Fragilaria islandica</i>																																									
<i>Fragilaria striatula</i>																																									
<i>Grammatophora angulosa</i>																																									
<i>Grammatophora marina</i>	S	B	SBS		SBS	S		B	Sb		S	B		B	B	S	S	SBS													S	SB	B		SB	SB	B	S			
<i>Licmophora abbreviata</i>	S																																								
<i>Licmophora paradoxa</i>																															S	S	B		S				S		
<i>Navicula arenaria</i>																																									
<i>Navicula incerta</i>																																									
<i>Navicula mutica</i>																																									
<i>Navicula oblonga</i>	S			B	S	B			B	B	S																														
<i>Navicula viridula</i>																																									
<i>Navicula vula</i>	SBS	SB	S						S		S																														
<i>Nitzschia acicularis</i>																																									
<i>Nitzschia delicatissima</i>																																									
<i>Nitzschia longissima</i>	SBS	SB	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	SBS	S	SB	B	S	S	SBS															B	SB	S		B	SB	S	SB	SB	B	S
<i>Nitzschia pacifica</i>																																									
<i>Nitzschia panduriformis</i>																																									
<i>Nitzschia sigma</i>			B								B		B	S																	S	S		B					SB	B	
<i>Nitzschia socialis</i>	B																																								
<i>Odontella sinensis</i>																																									
<i>Pleurosigma angulatum</i>																																									
<i>Pleurosigma elongatum</i>	S	B																																							
<i>Pleurosigma normanii</i>																																									

부록 2-1e. 계속(S=표층, B=저층)

월 종 명 / 정 점	2005년 2월										5월										8월										11월									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B
<i>Rhaponeis amphiceros</i>																																								
<i>Stauroneis membranacea</i>																																								
<i>Surirella fastuosa</i>																																								
<i>Synedra affinis</i>																																								
<i>Synedra graillonii</i>			B																																					
<i>Synedra rotula</i>			S																																					
<i>Synedra tabulata</i>			B	B			B	B						S	B			S	B																					S
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		S		B	S	B		B						B	S			S																						S
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>							S																																	S
<i>Thalassiothrix longissima</i>				B			S																																	S
<i>Torpidoneis lepidoptera</i>															S																									
Dinoflagellates																																								
<i>Amphidinium crassum</i>																																								B
<i>Amphidinium longum</i>																																								S
<i>Ceratium extensum</i>																																								S
<i>Ceratium furca</i>															S																									B
<i>Ceratium fusus</i>																																								S
<i>Ceratium tripos</i>																																								B
<i>Gonyaulax digitale</i>																																								S
<i>Gonyaulax grindleyi</i>																																								S
<i>Gonyaulax spinifera</i>																																								S
<i>Gymnodinium conicum</i>																																								S
<i>Gymnodinium lohmanii</i>																																								S
<i>Gymnodinium sp.</i>																																								S
<i>Gyrodinium galaucum</i>																																								S

부록 2-1f. 계속(S=표층, B=저층)

월 종 명 / 정 점	2005년 2월										5월										8월										11월												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
<i>Gyrodinium</i> sp.		B		B						B	B			S	B				S	SB																							
<i>Gyrodinium spirale</i>							S	S	B					B	S					S										S	S				B		S						
<i>Heterocapsa triquetra</i>																															S												
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>																														S													
<i>Polykriokos kofoidii</i>																																			S		S	B					
<i>Polykriokos schwarzii</i>																																	S										
<i>Prorocentrum balticum</i>																														B			B	S	B				S				
<i>Prorocentrum compressum</i>	S	B	S	B	SB			SB	SB	SB	SB			SB					B	B												B		S			S	S	B				
<i>Prorocentrum lima</i>																														S				S		S			S				
<i>Prorocentrum micans</i>				S				S						B																				S		S							
<i>Prorocentrum minimum</i>																																B											
<i>Prorocentrum triestinum</i>																															B	SB		S	SB		S	SB	SB	S	S		
<i>Protooperidinium breve</i>																														S			B	B			S						
<i>Protooperidinium brochii</i>														S	S	S	S													S	S	S	B	S	S	S	S	SB	B	S	S	B	S
<i>Protooperidinium minutum</i>																																			S								
<i>Protooperidinium nipponicum</i>					S					S				S																S									B				
<i>Protooperidinium pentagon</i>									B																																		
<i>Protooperidinium pentagonum</i>																																											
Phytoflagellates																																											
Cryptophyceae																																											
<i>Chroomonas marina</i>																																											
<i>Chroomonas oblonga</i>																																									B		
<i>Hemiselmis rufescens</i>																																								S			
<i>Hemiselmis simplex</i>																																								S			
<i>Hillea fusiformis</i>	SB						S	S	SBS					B	B	S	SBS	SBS	SB	SB										B	SB	B	SB	S	S	B	S	S	SB	S	B	S	
<i>Hillea marina</i>	S																																										

부록 2-1g. 계속(S=표층, B=저층)

월 종 명 / 정 점	2005년 2월										5월										8월										11월															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Hillea</i> sp.				B		B	B				S	S	B	B		SB		SB			S	S		S	S	S		S		B	S	SB					S			B	SB					
<i>Rhodomonas balticum</i>																																					S	B			SB		B	B		
<i>Rhodomonas salina</i>																																													B	
<i>Teleaulax acuta</i>																								S				S		B																
Euglenophyceae																																														
<i>Euglena acusformis</i>	B		B	S																																S	S	SB	S	S					S	
<i>Euglena viridis</i>																					B	S							B																	
<i>Eutreptia lanowii</i>																							B																							
<i>Eutreptia pertyi</i>														S																														S		
<i>Eutreptia viridis</i>	S		B	S			S	S						S	SB	B		S	S															S		B	B		SB	S	S					
<i>Eutreptiella gymnastica</i>			SB																																			SB								
<i>Eutreptiella marina</i>					B	S			B	S	S	S		S	S	S													S	S																
Rhaphidophyceae																																														
<i>Heterosigma akashiwo</i>																																												S		
<i>Heterosigma inlandica</i>																																						S	S						S	
<i>Olisthodiscus luteus</i>																																				S										
<i>Oltmannsia viridis</i>																												B		S																
Chrysophyceae																																														
<i>Ochromonas oblonga</i>																							S	B			SB	S																		
<i>Pseudopedinella pyriforme</i>																					B							S																		
<i>Pseudoscourfieldia marina</i>																											S																			
Chlorophyceae																																														
<i>Dunaliella martima</i>																												B																		
<i>Dunaliella salina</i>																						S	B	SE																						
Prymnesiophyceae																																														
<i>Imatonia rotunda</i>				B							S	S	B	B		SB		SB		S	S		S	S	S		S	B	S																	

부록 2-1h. 계속(S=표층, B=저층)

월 종 명 / 정 점	2005년 2월										5월										8월										11월									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Isochrysis galbana</i>																								S											B		SB			
Prasinophyceae																																								
<i>Mamiella gilva</i>																													S										S	
<i>Mantoniella squamata</i>																									B			S												
<i>Micromonas pusilla</i>																														B	B	S		B				B	B	S
출현종수	14	24	18	17	17	20	15	24	22	21	21	19	21	17	23	25	18	23	20	19	39	27	27	27	25	23	29	28	32	27	43	28	37	38	44	32	43	51	40	26

부록 2-2a. 2005년 2월 북제주 바다목장해역의 식물플랑크톤 종조성과 현존량(cells/L) 분포

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Centric diatoms																				
<i>Biddulphia toumyi</i>					7,194										1,655					
<i>Chaetoceros danicus</i>	4,777	820		1,793	5,396							1,931					563			2,497
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>			11,481																	
<i>Chaetoceros pendulus</i>								2,325							828					2,923
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>		3,282						2,325							828		1,689			5,827
<i>Chaetoceros socialis</i>	7,961	4,102				5,034	8,765	4,650					9,491				2,252	3,676	7,600	
<i>Cocconeis pellucida</i>												1,931								
<i>Cocconeis quarnensis</i>			1,435																	
<i>Coscinodiscus nobilis</i>																				1,169
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>								1,163						1,694						
<i>Coscinodiscus octonarius</i>															414					
<i>Coscinodiscus radiatus</i>			2,870											847		1,466				1,665
<i>Coscinodiscus stellarius</i>			2,870	1,793		3,776			2,014		904		847							
<i>Ditylum brightwellii</i>				1,793								904								1,665
<i>Melosira moniliformis</i>			1,435	2,690								904						563		1,169
<i>Proboscia alata</i>			4,306																	
<i>Skeletonema costatum</i>	12,737			9,863				3,488							1,655		5,068	6,302		4,994
<i>Thalassiosira eccentrica</i>		820																		
<i>Thalassiosira rotula</i>								2,325	3,021										1,050	
Pennate diatoms																				
<i>Achnanthes longipes</i>			4,306									5,793				1,466				
<i>Actinoptychus senarius</i>		820		1,793		3,776				2,951					828			1,575	1,169	
<i>Amphiprora angustata</i>	1,592															1,466	563			
<i>Amphora decussata</i>												1,931								
<i>Amphora lineolata</i>						3,776						1,931								
<i>Amphora ovalis</i>			1,435																	

부록 2-2b. 계속(2005년 2월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Bacillaria paxillifer</i>				3,586		6,293			5,035			17,379	1,694	11,743	1,655	7,328	2,252	5,776	1,754	3,330
<i>Cylindrotheca closterium</i>							2,504	1,163		1,968							563			1,665
<i>Grammatophora marina</i>			2,870			2,517	2,504	2,325	4,028				1,694	3,355	828		563			
<i>Licmophora abbreviata</i>			2,870																	
<i>Navicula oblonga</i>			1,435							1,968			1,694			1,466				
<i>Navicula viridula</i>								2,325			452	3,862		3,355	414				1,050	
<i>Navicula vula</i>	3,184	820	1,435		7,194	2,517			2,014											1,169
<i>Nitzschia longissima</i>	4,777	7,384	4,306	4,483	10,791	6,293	5,009	2,325	3,021	4,919	2,260	5,793	3,387	10,065	2,069	5,863	1,689	2,101	2,338	3,330
<i>Nitzschia sigma</i>					1,799															
<i>Nitzschia socialis</i>				1,793						1,968	904	1,931	3,387		414		1,126	3,676		
<i>Pleurosigma elongatum</i>			4,306	1,793	3,597					2,951		3,862	1,694	5,033	828	1,466		1,575		1,665
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	3,184	4,102	4,306	7,173	5,396	6,293		9,300	4,028	9,838	1,808	11,586		13,420	1,655	14,657	1,689	3,151	1,754	5,827
<i>Stephanophyxis palmeriana</i>												7,724								
<i>Synedra graillonii</i>					1,799															
<i>Synedra rotula</i>							3,756													
<i>Synedra tabulata</i>								2,325				7,724				1,466			1,050	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			2,870	2,690						3,935	1,356	5,793	1,694	8,388						1,665
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>															414					
<i>Thalassiothrix longissima</i>										1,968							563			
Dinoflagellates																				
<i>Gyrodinium sp.</i>				1,793				2,325												1,665
<i>Gyrodinium spirale</i>													1,694	6,710	414				1,050	
<i>Prorocentrum compressum</i>	1,592	2,461		1,793	1,799			2,325	2,014	1,968					414	1,466			1,169	2,497
<i>Prorocentrum micans</i>							3,756								414					
<i>Protoperdinium nipponicum</i>													904							
<i>Protoperdinium pentagonum</i>																			525	

부록 2-2c. 계속(2005년 2월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B	
Phytoflagellates																					
Cryptophyceae																					
<i>Hillea fusiformis</i>	3,184	3,282						3,488					847		828		1,126	1,575	1,754		
<i>Hillea marina</i>	3,184																				
<i>Hillea</i> sp.										2,951				5,033		4,397					
Euglenophyceae																					
<i>Euglena acusformis</i>		1,641		2,690		3,776	5,009							3,355							
<i>Eutreptia viridis</i>	1,592					2,517			2,014						414					1,169	
<i>Eutreptiella marina</i>										1,968	904								2,101		
현존량(Standing crops)	47,765	29,536	54,537	47,520	44,963	46,569	31,304	44,175	27,189	39,353	20,790	79,173	21,170	70,455	16,968	42,504	20,272	36,234	25,137	38,291	
출현종수(No. of Species)	11	11	16	15	9	11	7	15	9	12	11	14	12	10	19	11	14	15	12	13	
종다양성지수(Sp. diversity index)	2.17	2.15	2.76	2.51	2.03	2.55	1.86	2.55	2.14	2.17	1.89	2.39	2.39	2.18	2.63	1.99	2.37	2.48	2.25	2.44	

부록 2-3a. 2005년 5월 북제주 바다목장해역의 식물플랑크톤 종조성과 현존량(cells/L) 분포

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Centric diatoms																				
<i>Actinoptynchus senarius</i>	2,501	1,092		3,542	8,805	4,390		2,549			373	3,116	8,840		6,358		4,993	1,997	2,374	1,409
<i>Biddulphia hauckii</i>											1,491						4,993			
<i>Biddulphia toumeyi</i>				7,084									8,840							
<i>Chaetoceros danicus</i>	10,004				10,063	1,756														
<i>Chaetoceros didymus</i>							13,263	6,371	2,602							7,840				
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	17,506	7,641	15,760	21,252	11,321	7,903		8,920	6,071	1,509	1,491	12,465		7,564	14,835	6,534	6,657		4,747	
<i>Chaetoceros pendulus</i>										1,509		1,558					4,993			
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	20,007	13,099				9,659	13,263			10,563	2,982	4,674	20,628	9,455		13,067		17,973		5,634
<i>Chaetoceros socialis</i>	117,542	36,023	21,670		33,963	16,684	26,527	8,920	6,071	11,318	13,420	26,487	20,628	15,128	19,073	15,680	18,306	16,974	8,307	
<i>Coscinodiscus radiatus</i>			3,940	3,542					1,735						2,119	2,613	1,664		1,187	939
<i>Coscinodiscus stellarius</i>										755										
<i>Ditylum brightwellii</i>			1,970										5,894		4,238		1,664		1,187	939
<i>Paralia sulcata</i>										9,054										
<i>Skeletonema costatum</i>	132,547	32,748	21,670		41,510	13,171	34,485	29,309	8,673	3,018	7,456	12,465	20,628	13,237	27,550	20,907	16,642	27,958	11,868	4,226
<i>Thalassiosira rotula</i>		5,458		5,313			10,611						14,734			5,227			1,187	1,409
Pennate diatoms																				
<i>Achnanthes longipes</i>		8,733			3,774															
<i>Amphora ovalis</i>						878		3,823				1,558		1,891						939
<i>Asterionella japonica</i>																	4,993			
<i>Bacillaria paxillifer</i>			9,850					6,371	2,602					11,787	8,477				4,747	1,409
<i>Caloneis crassa</i>			3,940																	
<i>Cylindrotheca closterium</i>												3,116			4,238					

부록 2-3b. 계속(2005년 5월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Grammatophora marina</i>		2,183			3,774	1,756					373					2,613				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	52,519	18,557		14,168	17,610	2,634	53,054		6,071					17,964		7,840		8,986		3,287
<i>Licmophora abbreviata</i>					2,516															
<i>Licmophora paradoxa</i>											1,118									
<i>Melosira moniliformis</i>	2,501		5,910												4,238					
<i>Navicula oblonga</i>		2,183		3,542	6,289															
<i>Navicula viridula</i>													5,894							
<i>Navicula vula</i>					2,516															
<i>Nitzschia longissima</i>	5,002		7,880		6,289	1,756		2,549	2,602		1,118		8,840	1,891	8,477					3,560
<i>Nitzschia sigma</i>		2,183						3,823				3,116								
<i>Nitzschia socialis</i>	17,506				5,032					1,509	2,610	3,116		2,836	6,358		3,328	2,995	2,374	1,409
<i>Pleurosigma elongatum</i>									1,735									1,997		
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	10,004	3,275	7,880	3,542	12,579		5,305	6,371	6,939	2,264	2,982	6,232	8,840	3,782	10,596		8,321			939
<i>Synedra tabulata</i>		2,183							1,735			1,558					4,993	1,997		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>										3,773	373						3,328			
<i>Thalassiothrix longissima</i>																				2,374
<i>Torpidoneis lepidoptera</i>												373								
Dinoflagellates																				
<i>Ceratium furca</i>														2,947						
<i>Gyrodinium sp.</i>	2,501						5,305					1,558					3,328		2,374	939
<i>Gyrodinium spirale</i>							3,823				373									
<i>Prorocentrum compressum</i>			3,940	5,313					1,735	1,509								1,997		1,409
<i>Prorocentrum micans</i>						2,634														
<i>Protoperidinium brochii</i>					5,032				2,602		1,491				4,238					
<i>Protoperidinium nipponicum</i>			1,970								373									
<i>Protoperidinium pentagonum</i>																		3,994		

부록 2-3c. 계속(2005년 5월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Phytoflagellates																				
Cryptophyceae																				
<i>Hillea fusiformis</i>								3,823		1,509	1,491		8,840	2,836	4,238		4,993	2,995	3,560	939
<i>Hillea</i> sp.	10,004		5,910	3,542		1,756			3,469	3,018					6,358	2,613				
Euglenophyceae																				
<i>Eutreptiella marina</i>	7,503				3,774						1,118		8,840		4,238					
<i>Eutreptia viridis</i>									1,735		1,491	3,116				3,920				2,374
<i>Eutreptia pertyi</i>							10,611													
현존량(Standing crops)	407,646	135,360	112,290	70,840	174,845	64,978	172,425	86,652	56,376	51,306	42,498	84,136	156,180	76,585	135,630	88,856	93,195	89,864	52,218	25,823
출현종수(No. of Species)	14	13	13	10	16	12	9	12	15	13	19	14	14	10	16	11	15	11	14	14
종다양성지수(Sp. diversity index)	1.77	1.86	2.01	1.86	2.06	1.89	1.78	1.93	2.16	1.95	2.03	1.94	2.14	1.84	2.15	1.93	2.12	1.79	2.07	2.08

부록 2-4a. 2005년 8월 북제주 바다목장해역의 식물플랑크톤 종조성과 현존량(cells/L) 분포

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Centric diatoms																				
<i>Actinoptychus senarius</i>															856					
<i>Actinoptychus splendens</i>						2,547		1,498					1,607							
<i>Asteriomphalus heptactis</i>							2,726			1,969							1,303			
<i>Asterionella glacialis</i>		705			1,594		0										2,606	4,720		
<i>Aulacodiscus kittoni</i>						3,821	3,634													2,275
<i>Biddulphia granulata</i>			2,554																	
<i>Biddulphia pulchella</i>				1,195																
<i>Biddulphia reticulata</i>																726				
<i>Chaetoceros socialis</i>	3,087										1,698									
<i>Cocconeis scutellum</i>		4,232										2,752		578	856				2,360	
<i>Coscinodiscus marginatus</i>				1,195										578				2,606		
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>											849					1,453				2,275
<i>Coscinodiscus radiatus</i>		705				1,274		2,996								1,453				
<i>Coscinodiscus rothii</i>																			4,720	
<i>Coscinodiscus stellaris</i>	2,058	705							5,673	656			1,607	1,156	856				2,360	2,316
<i>Coscinodiscus nobilis</i>																				2,316
<i>Ditylum brightwellii</i>						1,274		2,996						578	1,712	1,453	1,303	4,720		
<i>Ditylum sol</i>			2,554																	
<i>Guinardia faccida</i>	8,232		4,256				5,452			1,313			2,411						9,099	6,949
<i>Hyalodiscus scoticus</i>														1,156	1,712	1,453			2,275	
<i>Lauderia borealis</i>																				4,633
<i>Leptocylindrus danicus</i>				2,389	3,188						1,698					3,632				
<i>Melosira moniliformis</i>										3,938									4,720	
<i>Paralia sulcata</i>										1,313			2,411						3,412	2,316
<i>Rhaponeis amphiceros</i>			1,702																	

부록 2-4b. 계속(2005년 8월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Proboscia alata</i>	20,581	2,822	4,256	2,389			9,086		11,345	7,875	4,244		9,643	5,203	7,705	7,264	19,546		13,648	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>		2,822	1,702			8,916		2,996					0		2,568					
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>							7,269		11,345	1,313			2,411				5,212			
<i>Rhizosolenia stolterfortii</i>		705																		
<i>Skeletonema costatum</i>						6,369	1,817			1,969										
<i>Stephanopyxis nipponica</i>		1,411																		
<i>Stephanopyxis turris</i>													4,018	4,047					1,137	6,949
<i>Thalassiosira hyalina</i>								1,498												
<i>Thalassiosira pacifica</i>										1,969										2,275
<i>Thalassiosira subtilis</i>			1,702								9,336			2,313	2,568	2,179				
Pennate diatoms																				
<i>Achnanthes brevipes</i>		1,411										1,376								
<i>Achnanthes longipes</i>		2,822											804	1,156	856		2,606			
<i>Amphiprora angustata</i>																				2,316
<i>Amphora coffeaeformis</i>												2,752								
<i>Amphora decussata</i>					4,781								804							2,316
<i>Amphora laevis</i>																1,453				
<i>Amphora lineata</i>					1,594															
<i>Bacillaria paxillifer</i>		11,286	1,702	2,389		3,821			5,673		1,698	2,752	804		2,568	3,632	3,909	2,360		
<i>Caloneis crassa</i>			851		1,594				2,996	1,313		2,752		1,734			2,606			
<i>Caloneis linearis</i>		1,411																		
<i>Camphylodiscus undulatus</i>	1,029						909													
<i>Diploneis crabo</i>	2,058														1,712					
<i>Diploneis litoralis</i>	1,029																			
<i>Fragilaria capucina</i>		2,116							3,782			2,752								
<i>Fragilaria islandica</i>					3,188															
<i>Grammatophora angulosa</i>				2,389								1,376								
<i>Grammatophora marina</i>		1,411				2,547			3,782		849		2,411	1,156	1,712					

부록 2-4c. 계속(2005년 8월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Navicula arenaria</i>				1,195																
<i>Navicula mutica</i>											1,698									
<i>Navicula oblonga</i>											4,244						1,303			
<i>Navicula viridula</i>					3,188															
<i>Navicula vula</i>		705	1,702	3,584																
<i>Nitzschia longissima</i>																			7,080	
<i>Nitzschia socialis</i>		10,581		2,389		2,547	909	1,498	3,782	2,625		1,376	0	1,156			2,606	2,360		
<i>Pleurosigma angulatum</i>						1,274		2,996					0			1,453	1,303			
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	3,087	1,411	1,702	2,389	1,594	3,821		8,988	3,782		849	1,376	1,607		2,568	2,179		7,080		6,949
<i>Stauroneis membranacea</i>								4,494				8,256					6,515			
<i>Surirella fastuosa</i>		1,411																		
<i>Synedra affinis</i>																			4,720	
<i>Synedra tabulata</i>		2,116		1,195																2,316
<i>Thalassionema nitzschiodes</i>		2,116		2,389	1,594				9,454	1,969			804			2,179		7,080	2,275	2,316
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>						3,821		2,996												
<i>Thalassiothrix longissima</i>	1,029		851		3,188									1,734	1,712		2,606			
Dinoflagellates																				
<i>Ceratium extensum</i>				2,389										578						2,275
<i>Ceratium furca</i>								2,996		1,313									2,360	
<i>Ceratium fusus</i>			851																	
<i>Ceratium tripos</i>																726				
<i>Gonyaulax digitale</i>						3,821	909													
<i>Gymnodinium sp.</i>	3,087						1,817							1,156	1,712	1,453	1,303			
<i>Gyrodinium spirale</i>	1,029																			4,549

부록 2-4d. 계속(2005년 8월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Prorocentrum balticum</i>		1,411				2,547		4,494			1,698			2,313						
<i>Prorocentrum compressum</i>																		4,720		
<i>Prorocentrum lima</i>			2,554																	
<i>Prorocentrum minimum</i>																				2,316
<i>Prorocentrum triestinum</i>																				2,316
<i>Protooperidinium breve</i>	2,058									1,313		2,752								
<i>Protooperidinium brochii</i>	1,029				3,188		909			1,969		1,376	1,607		856	2,179	2,606			
<i>Protooperidinium nipponicum</i>							3,634													2,275
Phytoflagellates																				
Cryptophyceae																				
<i>Chroomonas marina</i>						2,547				1,313	2,546									
<i>Hemiselmis simplex</i>																				3,412
<i>Hillea fusiformis</i>				1,195	3,188	3,821				4,594	4,244	4,128		1,734	3,424		3,909			2,316
<i>Hillea marina</i>										1,969										
<i>Hillea sp.</i>	4,116		1,702				1,817	4,494	3,782					1,607					4,720	3,412
<i>Teleaulax acuta</i>															1,712					
Euglenophyceae																				
<i>Euglena viridis</i>		705	1,702																	2,360
<i>Eutreptia lanowii</i>				1,195																
<i>Eutreptia viridis</i>	2,058																			
<i>Eutreptiella marina</i>																				2,275
Rapidophyceae																				
<i>Heterosigma inlandica</i>												1,376								
<i>Oltmannsia viridis</i>		705													1,712					

부록 2-4e. 계속(2005년 8월)

종 명	1S	1B	2S	2B	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	6B	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Chrysophyceae																				
<i>Ochromonas oblonga</i>																1,453				
<i>Pseudopedinella pyriforme</i>											1,698					2,906				
<i>Pseudoscourfieldia marina</i>							2,726													4,633
Chlorophyceae																				
<i>Dunaliella martima</i>														1,156						
<i>Dunaliella salina</i>	2,058					5,095	1,817	4,494												
Prymnesiophyceae																				
<i>Imatonia rotunda</i>					3,188															
<i>Isochrysis galbana</i>										2,625							2,606			
Prasinophyceae																				
<i>Mantoniella squamata</i>		705																		
<i>Micromonas pusilla</i>					4,781			2,996					1,607	1,734			3,909			
현존량(Standing crops)	57,627	56,430	32,346	29,865	39,844	59,864	45,430	55,425	62,398	43,313	37,345	37,153	36,163	31,220	39,380	39,228	70,364	68,440	56,868	53,277
출현종수(No. of Species)	16	24	16	15	14	17	16	16	10	19	14	14	20	19	19	18	19	16	15	15
종다양성지수(Sp. diversity index)	2.26	2.73	2.66	2.64	2.57	2.70	2.44	2.66	2.19	2.75	2.37	2.47	2.49	2.74	2.75	2.71	2.60	2.69	2.45	2.59

부록 2-5a. 2005년 11월 북제주 바다목장해역의 식물플랑크톤 종조성과 현존량(cells/L) 분포

종 명	1S	1B	2S	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
Centric diatoms																		
<i>Actinoptychus senarius</i>								789		1,418	2,423				1,426	3,255		
<i>Bacteriastrum cosmosum</i>				4,663	4,010	2,943							5,433		8,559	26,043		
<i>Bacteriastrum minus</i>					4,010													
<i>Chaetoceros brevis</i>						1,766												
<i>Chaetoceros convoltus</i>	4,053			11,324	30,072								21,128					
<i>Chaetoceros costatus</i>	5,790	19,464		5,329	36,086	8,240	5,161		8,614				1,811	20,806		26,043		
<i>Chaetoceros danicus</i>	2,895		6,933		4,010	1,177		2,366					2,415			8,139		
<i>Chaetoceros decipiens</i>							3,686						10,866					
<i>Chaetoceros didymus</i>	4,053				16,038		5,898			5,671			10,866			21,160		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	5,790						3,686	13,406		2,363		12,029	5,433		7,132		8,065	
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	1,737	5,308									4,846		4,226		2,853	11,394		
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i>	7,527		5,673			6,475	11,796	7,097	1,723	2,363	7,268		15,695		19,970		12,674	
<i>Chaetoceros socialis</i>	7,527			9,326		7,652	6,635			3,308			12,677		4,279			
<i>Corethron criophilum</i>				2,665				3,943		2,835						13,022	5,761	
<i>Coscinodiscus granii</i>							2,212											
<i>Coscinodiscus nodulifer</i>											2,423							
<i>Coscinodiscus rothii</i>	1,158										2,423							
<i>Coscinodiscus stellaris</i>									1,723				1,207			3,255		
<i>Ditylum brightwellii</i>			1,891	1,998		1,177	1,475	2,366	2,584	945		3,437		7,802			2,304	
<i>Ditylum fibula</i>			1,261															
<i>Ditylum sol</i>			1,261															
<i>Hyalodiscus scoticus</i>					4,010													
<i>Leptocylindrus danicus</i>			2,521			1,766		1,577	4,307	1,890	4,846		4,226		9,985			

부록 2-5b. 계속(2005년 11월)

종 명	1S	1B	2S	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>									0				9,055					
<i>Melosira moniliformis</i>	2,895			6,661					6,891	5,198								
<i>Parallia sulcata</i>		10,617							6,030			8,592				34,182		
Pennate diatoms																		
<i>Achnanthes brevipes</i>																	5,761	
<i>Achnanthes longipes</i>				1,332							4,846							
<i>Amphora coffeaeformis</i>				1,998							4,846			13,004				
<i>Amphora decussata</i>														10,403				
<i>Asterionella glacialis</i>												5,155						
<i>Bacillaria paxillifer</i>	4,053	7,078	4,412		6,014	589	3,686	3,943		1,418	4,846	12,029		7,802		9,766	5,761	
<i>Caloneis crassa</i>				3,331		1,177									1,426		2,304	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	4,632		1,891	3,331			1,475	1,577	2,584	1,418		8,592	1,811	5,202	2,853		2,304	
<i>Fragilaria capucina</i>									3,446									
<i>Fragilaria striatula</i>						5,886					7,268						19,532	
<i>Grammatophora marina</i>				1,332		1,177	2,212		2,584		2,423	3,437	3,622	13,004		3,255	2,304	
<i>Hemiaulus hauckii</i>			1,261															
<i>Licmophora abbreviata</i>							3,686		3,446			10,310						
<i>Licmophora paradoxa</i>	2,895			4,663			5,161		0		9,691						5,761	
<i>Navicula incerta</i>							1,475											
<i>Navicula oblonga</i>						1,177		1,577		945				7,802				
<i>Navicula viridula</i>	1,737							1,577		1,418	7,268		3,018			6,511		
<i>Navicula vula</i>			1,891						1,723			3,437						
<i>Nitzschia acicularis</i>					2,005	589												
<i>Nitzschia delicatissima</i>												3,437						
<i>Nitzschia longissima</i>	1,737	1,769	4,412				6,635	1,577	6,891	1,890	2,423	6,874	1,811	15,605		8,139	6,913	
<i>Nitzschia pacifica</i>		10,617													11,412		8,065	

부록 2-5c. 계속(2005년 11월)

종 명	1S	1B	2S	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Nitzschia panduriformis</i>									2,584			5,155						
<i>Nitzschia sigma</i>	2,895		4,412				6,635						2,415	7,802		13,022		
<i>Nitzschia socialis</i>										945			3,018			11,394	3,457	
<i>Odontella sinensis</i>		3,539				1,177							1,207		2,853	4,883	3,457	
<i>Pleurosigma angulatum</i>											4,846			7,802				
<i>Pleurosigma elongatum</i>		3,539											3,018					
<i>Pleurosigma normanii</i>					4,010								0					
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	4,632	10,617	3,782	3,997	16,038	589	5,898	789	6,030	945	4,846	8,592	10,866	7,802	7,132	24,416	8,065	
<i>Rhizosolenia alata</i>	2,316	8,847	3,782			3,532	3,686	3,154		1,890	4,846	3,437	4,829	10,403			3,457	
<i>Rhizosolenia pungens</i>													4,829					
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>		17,694	2,521		10,024		3,686	2,366	2,584		7,268		7,244		2,853			
<i>Skeletonema costatum</i>			6,303		8,019		4,424			4,726		13,747		26,008	18,544		11,522	
<i>Stauroneis membranacea</i>				3,997														
<i>Stephanopyxis nipponica</i>		3,539																
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>																4,883		
<i>Synedra tabulata</i>	1,737												1,811					
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			5,673	3,331	4,010			2,366		1,890	4,846	8,592	3,622		5,706		6,913	
<i>Thalassiorira rotula</i>	2,316	24,772		3,997		5,297	2,949		6,030	2,363		5,155	9,055		12,838	6,511		
<i>Thalassiosira hyalina</i>											4,846							
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>													3,018	18,205				
<i>Thalassiothrix longissima</i>					6,014	1,177	6,635		3,446					13,004				
Dinoflagellates																		
<i>Amphidinium crassum</i>														7,802				
<i>Amphidinium longum</i>	1,737																	
<i>Gonyaulax digitale</i>								3,154		1,418								
<i>Gonyaulax grindleyi</i>			3,782															

부록 2-5d. 계속(2005년 11월)

종 명	1S	1B	2S	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Gonyaulax spinifera</i>	4,053	3,539	6,303					2,366	1,723		4,846	8,592		7,802				
<i>Gymnodinium conicum</i>								1,577	2,584	945								
<i>Gymnodinium lohmanii</i>									2,584		2,423			5,202				
<i>Gymnodinium sp.</i>	1,737	3,539		2,665	2,005	1,766	2,212			1,418		5,155		5,202	2,853			
<i>Gyrodinium galaucum</i>			4,412					2,366		945								
<i>Gyrodinium spirale</i>	1,737								1,723		2,423							
<i>Heterocapsa triquetra</i>			1,261															
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	1,737																	
<i>Polykriokos kofoidii</i>										2,363			3,622			4,883		
<i>Polykriokos schwarzii</i>								1,577										
<i>Prorocentrum balticum</i>													604					
<i>Prorocentrum compressum</i>	1,158							3,154		945		10,310		10,403				
<i>Prorocentrum lima</i>	5,790			7,994						1,890								3,457
<i>Prorocentrum micans</i>	1,737					1,177												
<i>Prorocentrum triestinum</i>	6,369	3,539		1,998		1,766	3,686			3,308	16,960	5,155	1,207	10,403	5,706			2,304
<i>Protoberidinium brevi</i>			3,151															
<i>Protoberidinium brochii</i>	2,895		3,151	1,998	4,010				1,723		4,846		1,207			3,255	1,152	
<i>Protoberidinium minutum</i>	1,158																	
<i>Protoberidinium nipponicum</i>												5,155						
Phytoflagellates																		
Cryptophyceae																		
<i>Chroomonas marina</i>				1,998	6,014													
<i>Chroomonas oblonga</i>																3,255		
<i>Hemiselmis rufescens</i>								1,577										
<i>Hillea fusiformis</i>			1,261	1,998				2,366	1,723	945		3,437	1,811	5,202		6,511	3,457	
<i>Hillea sp.</i>	1,737	5,308			4,010	1,177	2,212				7,268				4,279			

부록 2-5e. 계속(2005년 11월)

종 명	1S	1B	2S	3S	3B	4S	4B	5S	5B	6S	7S	7B	8S	8B	9S	9B	10S	10B
<i>Rhodomonas balticum</i>			1,891		4,010			789	2,584			3,437		5,202			4,609	
<i>Rhodomonas salina</i>																3,255		
Euglenophyceae																		
<i>Euglena acusformis</i>			1,261	1,332		1,766	2,212	2,366		945							4,609	
<i>Eutreptia pertyi</i>	1,737												1,207					
<i>Eutreptia viridis</i>			2,521				2,949		2,584		2,423	1,718			2,853		2,304	
<i>Eutreptiella gymnastica</i>				1,998	4,010													
<i>Eutreptiella marina</i>			1,891															
Rapidophyceae																		
<i>Heterosigma akashiwo</i>										473								
<i>Heterosigma inladica</i>								1,577		1,418							2,304	
<i>Olisthodiscus luteus</i>	1,158																	
<i>Oltmannsia viridis</i>	1,737																	
Prymnesiophyceae																		
<i>Isochrysis galbana</i>									1,723		4,846	3,437						
Prasinophyceae																		
<i>Mamiella gilva</i>	1,158												1,207					
<i>Micromonas pusilla</i>		3,539	1,261				1,475							7,802		4,883	3,457	
현존량(Standing crops)	110,007	146,862	92,022	95,256	178,425	61,215	113,540	73,338	92,169	62,850	145,368	168,402	181,101	257,475	135,512	284,848	132,500	-
출현종수(No. of Species)	36	18	29	25	21	24	28	27	27	32	28	26	37	25	20	26	27	-
종다양성지수(Sp. diversity index)	3.42	2.63	3.22	3.03	2.65	2.84	3.19	3.03	3.15	3.29	3.20	3.14	3.24	3.11	2.73	2.98	3.14	-

제 3 장 자원조성

제 1 절 대상종의 자원생태 특성

제 2 절 대상종의 서식 특성

제 3 절 자원현황

제 4 절 건강종묘생산 기술개발 및 방류

제 5 절 바다목장모델

참고문헌

부 록

제 3 장 자원조성

제 1 절 대상종의 자원생태 특성

1. 서론

2004년과 2005년에 걸쳐 기반 연구 중 북제주형 바다목장의 주 대상 어종에 관한 기초 생태학적 검토는 보격적인 자원 조성 시 후보종으로 올라 있는 어종들을 대상으로 검토하였다.

우선 고급 어종으로는 돌돔, 자바리와 2005년 시범 방류 된 솜뱅이와 무척추 동물은 전복, 오분자기, 소라, 그리고 해조류로는 감태와 모자반이었다.

그러나 이들 대상 종에 대한 연구는 양식 대상 종으로서 많은 연구들이 진행되어 오고 있으나 제주 지역을 중심으로 한 연안에서의 이동, 성장, 행동 등 생태적인 자료 축적은 그다지 많지 않은 실정이다.

따라서 북제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 증대를 위하여 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2006년부터 본격적인 북제주 바다목장 해역 내에 자원 조성 및 자원 증대를 위한 후보 대상 생물을 고급어종, 무척추동물, 그리고 해조류를 대상으로 기존 자료를 중심으로 생태학적 특성을 검토하였다.

3. 결과 및 토의

가. 고급어종

우리나라 서남단에 위치한 섬 제주도는 한마디로 수산자원의 종 다양성에 있어서는 보물과도 같은 지역이라고 표현하여도 부족함이 없는 해양 환경적 특성이 매우 독특한 특성을 지니고 있다. 동서로 장반경이 73km, 남북으로 단반경이 31km인 제주도는 총 해안선 253km로 우리나라 최남단의 해양성 기후를 갖고 있는 섬이다. 주변해역에는 쿠로시오(黑潮)로부터 분리된 난류계와 황해 저층의 영향을 받는 냉수계, 그리고 중국대륙으로부터 유입되는 담수의 영향을 받는 연안수 등이 다양한 서식 조건을 제공하는 주변 해수괴(seawater mass)를 갖고 있어 매우 복잡하고 다양한 환경적 특성을 나타내는 수역으로 구성되어 있다. 더욱 이들은 년도와 계절 등의 차이에 따라 다양한 변화 양상을 나타내고 있다(고, 1998).

제주도는 수 만 년 전 플라이스토세기까지에 걸쳐 여러 차례에 활발한 화산 활동에 의하여 분출된 용암으로 만들어진 섬으로 비교적 해안선이 단조롭고 인근 해저는 대부분 수심이 150 m 이내로 수중에는 암초나 굴곡이 매우 심한 지형을 갖고 있다. 특히 용암으로 이루어진 암반대에 해조군락이 잘 발달되어 있어 자치어의 생육장은 물론이고 다양한 먹이 생물이 풍부하고 온대성 해산어류의 산란장, 섭이 생육장 그리고 월동장으로 중요한 역할을 담당하고 있다. 그리고 남쪽으로부터 흑조(黑潮)를 타고 올라오는 아열대성 어류가 많이 서식하고 있는 한마디로 어류의 보고라고 할 수 있다.

현재까지 출판된 각종 어류도감, 목록, 전문 학술지 등의 제주도 주변 해역에 출현하는 어종은 총 35목 164과 612종으로 보고되었다(한국어류학회, 2003). 이 중에 수중사진만으로 확인된 41 종을 제외한다면 총 571종으로 한국산 어류의 절반 이상에 해당하는 다종, 다양한 어류가 출현하므로 어류의 보고(寶庫)라는 표현이 타당할 것이다.

(1) 돌돔

제주도에 출현하는 경골어류 중 가장 많은 종수가 출현하는 것이 돌돔이 속해 있는 농어목으로 총 71과 337종이다.

돌돔은 학명이 *Oplegnathus fasciatus* (Temminck and Schlegel)이며 지방에 따라 시마다이(경남, 부산), 줄돔, 아홉동가리, 갯돔(제주도) 등의 이름을 가지고 있는 고급어종이다. 영명은 striped beakperch, 일본에서는 돌돔이란 뜻으로 '이시다이'라 부른다. 우리나라 전 연안에 분포하며 비교적 이동이 적은 정착성 어류에 속한다. 고기 맛이 좋아 부가가치가 높은 어종이라는 특성상 90년대에 들어와 양식기술이 확립되어 남해안 및 서해안 가두리와 축제식 양식장의 유망 품종으로 각광을 받고 있다. 그러나 아직도 종묘 생산 시대량폐사가 빈번히 발생하고, 온수성 어종인 관계로 월동 문제, 그리고 질병 대책 등 해결해야 할 문제가 산적해 있어 안정적인 종묘 생산을 위하여 보다 많은 선결 과제를 갖고 있는 실정이다.

돌돔의 어린 치어는 일반적으로 해수 표면에 떠다니는 유조(游藻)라 불리는 해조 아래에 모여 어린 시절을 보내다가 크기가 3~4 cm 정도 성장하면 유조로부터 떨어져 나와 중층에서 무리를 지어 생활하고, 10 cm에 달하면 해조류가 풍부한 암초지대에 정착하게 된다. 특히 제주도와 같은 연안에 많이 산재하여 있는 용암굴 등이 이들이 서식하기에 매우 적절한 장소로 판단된다.

돌돔은 특별히 새의 부리 모양의 강한 이빨을 갖고 있어 15 cm 정도 성장하게 되면 새우나 게 등의 갑각류는 물론 성게, 소라, 전복 등 아주 딱딱한 껍질을 갖고 있는 패류도 패각을 부수어 내용물을 먹을 수 있는 강한 이빨을 가지고 있다. 그리고 성장함에 따라 체 표면에 갖고 있는 9줄의 검은 띠의 색깔이 바래 선명치 않게 된다.

생식주기가 가까워지면, 암, 수 모두 복강 내의 생식소가 비대하여지고 체강의 앞쪽까

지 확대되어 체강의 대부분을 생식소가 차지하게 된다. 성숙된 암놈의 난소를 관찰하여 보면 투명한 완숙난과 미성숙 된 불투명하고 소형인 난들이 혼재하여 존재하고, 수놈의 완숙된 정소는 유백색이며 배를 압박하면 우유 빛 정액이 흘러나오는 것을 확인할 수 있다. 산란 시기는 연령과 지역에 따라 다소 차이는 있으나 수온이 21~24℃를 유지하는 5월 하순부터 7월 초순으로 알려져 있다.

현재 돌돔은 기호도가 매우 높은 고 부가가치 어종으로 1990년대 중반부터 종묘생산 기술이 확립되어 남해안 해상 가두리와 연안 축제식 양식장, 그리고 육상 양식장에서 양식 대상 품종으로 각광을 받고 있다. 그러나 지금의 양식 상황을 짚어 볼 때 아열대성 온수성 어종으로 겨울철 수온이 하강하는 시기의 월동관리와 최근 바이러스성 질병 다발로 인하여 대량폐사가 빈번히 일어나는 현실이므로 이 문제에 대한 대책이 시급한 실정이다.

양식 생산과정에서 나타나는 돌돔의 초기 대량 폐사의 현황과 이에 따른 대책을 다음과 같이 정리하여 보았다.

< 원인 분석 >

- 부화 후 난황 흡수가 완료되면 이때부터 왕성한 섭이 행동을 보이게 되는데, 입 크기에 적합한 절절한 먹이 공급이 원활하지 않은 조건
- 이 시기에 공급되는 먹이 생물(주로 윤충)의 영양학적 물질의 구성에 문제점. 영양원의 불균형에서 발생하는 일종의 영양 결핍 현상
- 부화 20일 전후로 체색의 변화가 일어나는 변태시기의 부레 팽창에 의한 대량 폐사 현상
- 초기 먹이 생물에서 배합사료로 전환되는 시기 영양 밸런스의 붕괴에 따른 대량 폐사 등

< 대책 >

- 건강한 종묘를 생산하기 위한 생산 단계에서 우선적으로 관심을 갖고 검토하여야 할 문제점은 친어 관리 측면에서 최소한 3년 이상 인위적인 관리가 이루어진 어미를 활용하는 것이 바람직하다.
- 부화 직후 최초 먹이로 활용되는 윤충(로티퍼)은 가능한 소형 크기로 확보한다.
- 초기 원활한 먹이의 영양 균형을 유지하기 위하여 소형의 로티퍼의 영양 강화 과정을 반드시 수행한다.
- 초기 먹이 생물을 섭취 과정을 통하여 성장함에 따른 배합사료로의 전환을 가능한 빨리 수행하여 먹이 불임의 원활한 진행을 시도한다.
- 대형 먹이 생물인 알테미아의 영양 강화도 반드시 수행하여 급이한다.
- 먹이 전환 과정(로티퍼→알테미아→배합사료)이 무리 없이 진행되도록 철저한 관리

를 수행한다.

- 사육수 관리의 하나로 지속적인 자외선 살균을 실시한다.

(2) 자바리

자바리가 속해 있는 능성어류는 우리나라의 남해안과 제주도 연안에 10 여종 분포하는 것으로 알려져 있다(김과 이, 1994). 어린 미성어를 자연에서 채포하여 양식시설에서 축양하여 부가가치를 높이는 매우 고가의 어종으로 평가되고 있다. 또한 능성어류는 어류 중에서도 일반 소비자들에게 고급어종으로 인식되어 가장 기호도가 높은 고가어종으로 취급된다. 따라서 어획강도가 근자에 들어와 매우 높은 여건이 되어 자원량이 급속히 감소하는 추세에 있다. 한편 일본을 중심으로 형성되는 높은 수요에 부응하기 위하여 현재는 우리나라는 물론 동남아시아 국가들이 중심이 되어 이들의 종묘생산을 위한 번식생태에 관한 많은 연구가 현재 진행 중에 있다(황 등, 1998; 이와 히, 1998; 이 등, 1998; Duray et al., 1997; Toledu et al., 1997; Marte, 1999; Shein, 2000).

한편 연안 자원의 관리 측면에서 자바리는 제주도 연안과 일본 남부지방에 주로 서식하는 아열대성 어종으로 자성선숙형(雌性先熟型) 자웅동체어(雌雄同體魚)로 제주도 연안에서 남획으로 인한 자원 감소 현상이 뚜렷하다. 따라서 바다목장의 대상어종의 하나로 연안 자원 회복 및 종묘생산 및 양식 가능 어종으로의 전환을 위하여 성 성숙과 배란 유도, 수정란의 발생 과정, 자어의 발달 및 성장 등에 관하여 많은 노력을 집중하고 있다(황 등, 1998).

(3) 썸뱅이

제주도에서 우럭이라 불리우는 썸뱅이는 주도 어시장에선 낚시에 낚인 싱싱한 개체들을 만날 수 있다. 썸뱅이의 학명은 *Sebastiscus marmoratus* 이며 지방에 따라 썸뱅이, 썸뱅이, 삼뱅이 등의 방언을 갖고 있으나 대개 남해안에선 표준명인 썸뱅이, 제주도에선 우럭으로 불리운다.

썸뱅이는 볼락류와 마찬가지로 머리가 크며 머리에 짧고 날카로운 가시가 많이 발달하는 것이 특징이다. 또, 입도 크며 위턱보다는 아래턱이 조금 긴 편이다. 양턱, 입천장에는 섬모상 이빨대(齒帶)가 형성되어 있고 작은 이빨을 가진 인두치도 발달해 있다.

몸 전체의 생김새는 다른 볼락류 즉 볼락, 불볼락(열기), 조피볼락(우럭), 개볼락 등과 유사하다. 체색은 살고 있는 주위 환경에 따라 조금씩 다른데 일반적으로 얕은 연안에 서식하는 것들은 흑갈색을 강하게 띠며 이보다 더 깊은 곳에 서식하는 개체들은 붉은 빛이 강한 경향이 있다. 체측에는 불규칙하나마 암갈색의 가로띠가 다섯줄 있다.

아가미 뚜껑 뒤 가장자리에는 볼락류의 특징인 5개의 강한 가시를 갖고 있으며 코가시, 안전극, 안후극, 귀가시, 관극, 노정극 및 정극 등 이름을 갖고 있는 머리의 짧은 가시

는 유사 종 들을 구분하는 종 분류 형질로 사용되기도 한다.

등지느러미에는 매우 센 가시(극)와 줄기(연조)가 있는데 가시는 12개여서 13개의 가시를 갖고 있는 볼락 속에 속하는 볼락, 불볼락, 조피볼락, 개볼락 등과 뚜렷이 구분되고, 줄기는 11-13개 범위이다. 항문 뒤에 위치한 뒷지느러미에는 3개의 가시와 5개의 줄기를 갖고 있어 볼락속에 속하는 무리와 비교할 때 가시 수는 같으나 줄기 수는 조금 적은 경향이 있다.

성어의 크기는 30 cm를 넘으나 연안에서 흔히 잡히는 높은 15-25 cm 범위이다. 솜뱅이속에 속하는 어종은 생김새나 습성이 볼락속에 속하는 어종들과 비슷한 점이 많지만 등지느러미의 가시 수가 12개이기 때문에 그 수가 13개인 볼락, 개볼락을 포함한 볼락속 어류와는 분류학상으로 뚜렷이 구분된다.

솜뱅이와 같은 속에 속하는 붉감펍과는 눈 밑 가시의 유무, 체측의 무늬 형태로 구별된다. 즉, 솜뱅이는 눈의 아래쪽에 가시가 없으나 붉감펍은 1개의 가시를 갖고 있으며, 솜뱅이의 체측에는 5개의 불규칙한 암갈색 가로띠가 있으나 붉감펍은 적황색 반점과 줄무늬가 체측에 산재하고 있어 외형으로도 구별할 수 있다. 외형이 가장 유사한 붉은솜뱅이와는 살아있을 때 체색이 갈색을 많이 띠는 점(붉은솜뱅이는 붉은 색이 강함)과 가슴지느러미 기저부의 암색반점이 뚜렷한 점(붉은솜뱅이는 희미함) 등으로 구분한다.

솜뱅이는 우리나라의 남해안, 제주도가 주 서식지이며 일본 각지 연안, 대만, 동중국 연안에 주로 분포하고 있으며 큰 이동은 하지 않는 종으로 알려져 있다.

솜뱅이는 볼락속에 속하는 어류들과 마찬가지로 어미 배 속에서 알을 수정, 부화시킨 후 부화된 새끼를 낳는 난태생(卵胎生)이기 때문에 암컷과 수컷은 교미를 하는 방법으로 번식을 시작한다.

수컷은 10월경이면 완전히 성숙하여 10-11월경에 암컷과 교미를 하게 된다. 솜뱅이의 암컷과 수컷은 성숙하면 항문 바로 뒤에 있는 생식기의 생김새로 구별해 낼 수 있는데 수컷은 돌기 모양의 교접기(交接器 또는 교미기)를 갖고 있다. 교미시에 암컷의 몸속으로 들어간 수컷의 정자(精子)는 알이 완전히 성숙할 때까지 기다렸다가 11월경부터 수정(受精)된다.

암컷은 2세부터 어미가 되지만 대개 만 3세가 되어야 완숙한 알을 가지며 몸길이가 11 cm 이상이면 어미가 될 수 있다. 수컷은 암컷에 비해 좀 더 빨리 성숙하며 대개 생후 1.5-2.5년 만에 성숙한다. 암컷의 체장이 14 cm정도이면 45,000개, 18 cm정도이면 85,000개의 알을 가지며, 새끼를 낳는 수는 2년어가 5,000마리, 3년어의 경우 13,000-15,000마리이고 체장 범위가 18-26 cm인 어미는 11,000-94,000마리까지의 새끼를 낳는 것으로 알려져 있다.

배속에서 부화한 새끼가 수중세계로 나오는 시기는 대개 12월에서 이듬해 4월까지인데, 해역에 따라 조금씩 달라진다.

솜뱅이는 다회출산어(多回出產魚)여서 출산횟수가 최소한 3-4회가 된다고 하나 이 횟수가 새끼를 가진 어미의 나이와 관계가 있는 것인지는 확실하지 않다.

어미 몸속에서 최초 부화한 새끼 솜뱅이는 전장이 약 2.7 mm이지만 그 후 자신이 가진 난황을 영양분으로 사용하여 3.5-4.2 mm 정도로 성장한 후 어미 몸 밖으로 나오게 된다(어미 배 속에 있는 동안은 태생(胎生)인 망상어와는 달리 어미로부터 직접 영양분을 공급받지는 않는다).

어미 배 속에서 갓 나온 새끼는 유영력을 갖고 있으며 크기가 17 mm 정도로 성장할 때까지는 표층이나 중층에서 주로 서식한다. 전장이 20 mm 정도로 성장하면 연안의 얕은 암초지대, 자갈밭에도 출현하며 그 후 5-7 cm의 크기로 자라면 연안의 비교적 깊은 곳으로 이동해 간다.

표층, 중층에서 생활하는 새끼 솜뱅이는 입 크기에 맞는 윤충, 요각류와 같은 플랑크톤을 주로 잡아먹다가 4-6 cm 정도의 치어로 성장하면 게나 새우류를 먹기 시작하며 성어로 성장하면서 새우, 게 등 저서동물과 어류를 먹으면서 육식성을 나타낸다.

이 종의 성장속도는 그다지 빠르지 않은 편이다. 태어난 지 1년이 지나면 7 cm 전후, 2년 후엔 14 cm 전후이고 대개 30 cm 정도까지 성장하는 것으로 알려져 있다.

성어는 주로 조류 소통이 좋은 수심 10-100 m 정도까지에 퍼져 분포하는데 계절에 따라서 얕고 깊은 곳으로의 이동은 하나 회유성 어종과 같은 먼 거리의 회유는 하지 않는다. 솜뱅이는 야행성이 강하여 해가 진 뒤에 먹이 활동이 활발해진다. 또 불락과는 달리 떼를 짓는 군집성이 약하여 큰 무리를 형성하지는 않는다.

나. 무척추 동물

제주도의 특성 중에 하나인 연안 해역이 화산암 지대로 암반지역이 잘 발달되어 복족류가 자원 증대 차원에서 비교적 의미가 있는 대상 종으로 평가된다. 그리고 예전부터 전복 및 소라가 제주도의 특산품으로 인정을 받고 있다.

대상생물인 무척추동물과 해조류가 서식하게 되는 연안의 암반지대는 부착생물들의 서식처인 기질을 제공하게 된다. 이 지역 즉 딱딱한 암반으로 구성된 경질조간대(硬質潮間帶)는 기복이 심하고 조석과 파랑의 영향이 부가되어 이곳에 서식하는 생물 집단에게 다양한 서식환경을 제공하게 된다. 여기에 분포하는 생물들은 조석의 변화에 크게 영향을 받고, 파랑의 정도에 의하여 조간대의 상부 구조에도 영향을 미치는 요인이 되고 있다.

조석 간만의 차이에 의하여 연안암반지역에 구성되는 조간대는 위에서 언급한 것과 같이 제주 바다목장의 어장 조성 부분에 매우 중요한 서식지의 하나가 형성되므로 암반조간대를 수직으로 구분하여 기초 생태적인 특성을 구분하는 일반적인 개념을 다음에 소개한다(Stephenson & Stephenson, 1949).

< 암반 해안의 수직적 구분 >

- 조상대(潮上帶, supralittoral zone) : 조간대의 가장 상부에 위치한 육지에 가까운 지역. 강한 바람에 의한 물보라가 닿는 부분.
- 조간대 연변부(潮間帶 緣邊部, littoral fringe) : 이 구역의 일부분은 최대 대조 시고조선(高潮線)이 형성되어 대부분의 파도에 의한 물보라가 도달하는 지역.
- 진조간대(眞潮間帶, eulittoral zone) : 조간대의 중앙구역으로 가장 넓은 범위를 차지한다. 조석에 의하여 일정한 간격을 갖고 해수면이 상하 운동을 하는 지역이다.
- 조하대 연변부(潮下帶 緣邊部, littoral fringe): 진조간대의 하부에서부터 조하대의 가장 상부에 위치한 지역. 이 지역에서는 짧은 시간 동안 제한적인 공기 노출이 일어나며, 파도에 의한 가장 심한 해수유동이 이곳에서 서식하는 생물군집에 제한요인으로 작용한다.
- 조하대(潮下帶, infralittoral zone) : 이 구역은 최저 소조 시 하조선(高潮線)이 도달하는 지역을 말하며, 일반적으로 천해(천해, shallow water) 지역이 시작되는 지역을 말한다.

(1) 참전복

전복은 수산자원 중 부가가치가 매우 큰 식품 중에 하나다. 열대와 온대지역에 널리 분포하며 약 80여종으로 알려져 있고 우리나라에는 5 종, 즉 참전복(*Haliotis discus hanai*), 까막전복(*H. discus*), 시볼트전복(*H. sieboldii*), 말전복(*H. gigantea*), 그리고 오분자기(*H. diversicola aquatilis*)가 보고되고 있다. 주로 대형 갈조류를 선호하는 어종으로 해수의 유동이 많은 암반지역의 균열 부분, 굴속, 동굴, 돌 밑 등에 서식한다. 비교적 이동성이 적고 주로 야간에 섭이 활동을 위하여 이동하는 것으로 알려져 있다. 군집성이 강하며 대황이나 감태가 번식하는 곳에 서식한다. 이런 지역에서 어획이 이루어진 후에도 일정 기간이 지나면 다시 군집이 형성됨을 보고하였다(宇野, 1967). 그리고 특히 전복의 서식지를 보면 여러 가지 형태의 지역에 분포하지만 암반 위에 서식하는 개체들이 대형인 것을 알 수 있다. 그리고 대체로 참전복과 까막전복은 특정한 곳에 모여서 군집을 이루어 살고 있는 특성을 확인할 수 있었다. 또한 서식 분포를 보면 물론 종간에는 차이가 있을 수 있지만 같은 종의 경우에 있어서도 살고 있는 위치의 분포 특성이 있다. 즉 대형 개체가 살고 있는 곳 일수록 밀도가 높고 어획 후의 회복 속도는 물론 대형개체가 차지하는 비율도 높게 나타난다는 사실이다(井上, 1973). 한편 방류 후 재 체포를 시도하여 보면 체포율의 차이가 나타나는 것은 서식지 위치에 따른 체포 용이성이 크게 작용하기 때문이다.

바다 목장의 대상생물로 선정하기 위하여 우선 먹이인 해조장의 조성이 반드시 수반

되어야 할 것이다. 전복류의 경우 먹이를 섭취할 때는 치설을 사용하며 이것은 중앙치(中央齒, central tooth), 측치(側齒, lateral tooth), 연치(緣齒, marginal tooth)로 구성되어 중앙치와 측치는 매우 단단하고 날카로워 먹이를 자르는데 사용되고, 연치는 자른 엽체를 하나로 모아 입으로 징어 넣는 빗자루 역할을 담당한다.

산란기는 봄과 가을로 이 시기에는 얇은 곳으로 이동하여 산란하는 습성이 있다. 지금까지의 양식기술 확립에 따른 전복은 적산수온법에 근거하여 인위적인 모패의 성 성숙을 유도하고 자외선이나 간출법에 의한 자극으로 산란을 유도하여 인공 수정 후 초기 먹이 배양과 더불어 인공 종묘의 생산 방법이 확립되어 있어 자원증대 사업의 좋은 대상어종으로 평가된다.

(2) 오분자기

오분자기는 아열대성 남방 종으로 우리나라에 서식하고 있는 전복류 5 종 가운데 제주도에서만 서식하고 있는 특산종이기 때문에 대상 어종으로 검토하고 있다. 일반적으로 복족류는 경성 기질의 표면에 서식하는 해조류를 먹는 대표적인 해조식자(海藻食者, algal grazer)로 이들은 모두 치설을 이용하여 엽체를 갉아먹는다. 치설의 일반적 특징은 막 모양의 벨트에 날카로운 이빨(齒, radula tooth)이 가로로 열지어 배열되어 있다. 이 치설은 입 부분의 입구에 배열되어 있고, 평소 사용하지 않은 경우에는 치설낭에 넣어두어 입 주변이 다치지 않도록 되어 있고, 섭식을 할 때는 치설낭에서 나와 바위의 표면에 서식하는 해조류에 접촉하여 먹이를 긁도록 움직이게 된다. 이때에는 수축근(收縮筋, retractor muscle)과 신장근(伸張筋, protractor muscle)이 상호 작용하여 치설을 앞뒤로 유연성이 있는 대패처럼 움직이게 된다. 복족류는 이와 같이 독특한 도구를 가지고 섭식을 하는 대표적인 생물인 것이다. 복족류의 종류에 따라서는 동일한 치설을 활용하여 이대패류의 패각에 구멍을 내어 육질을 뜯어먹는 육식성 치설을 갖고 있는 경우도 있다.

우리나라에 서식하는 오분자기(*Haliotis diversicola aquatilis*)는 전복류에서 가장 작은 종에 해당된다. 특히 호흡공수가 6~9개이므로 일반적으로 6개 이하인 다른 종들과 쉽게 구분이 된다. 특히 전복류의 서식 분포를 볼 때 오분자기의 경우 가정 수심이 얇은 천해역으로 4 m 이내에 분포하며, 주 산란기는 7월~8월로 알려져 있다.

기타 일반적인 생태학적 특징은 전복과 유사하다. 특히 제주도 바다목장에서는 지역적 여건을 감안하여 난류계의 전복이 대상 종으로 검토되는 것이 바람직하다. 다른 전복류와 비교할 때 난류계의 전복들이 다소 성장이 빠른 편이고, 비교적 얇은 수심 4~5 m 지역에 서식하는 어종으로 자원 관리 측면에서도 매우 용이하고, 근자에 들어와 종묘 생산이 원활하여 자원증대에 별 어려움이 없으며, 많은 소득을 창출할 수 있는 대상어종으로 평가 된다. 전복의 성장은 환경이 좋은 곳에서는 패각이 얇으며, 성장이 빨라 자라는 속도가 빠르다. 특히 계절에 따른 성장 차이가 비교적 크다. 이와 같은 현상은 전복의 주요

먹이가 되는 해조류의 양에 따라 즉 섭식량의 차이에 따라 기인하는 결과로 주 산란기에는 섭식량이 매우 적고, 가을철 산란기를 지난 후부터 먹이인 해조류의 성장과 맞추어 성장하여 봄철에 절정기에 달한 후 여름과 가을을 걸쳐 성장이 늦어지는 기본적인 성장 패턴을 유지하게 된다.

(3) 소라

대형 권패류(券貝類)로 전복 다음으로 제주도에서는 산업적으로 중요한 대상어종으로 평가된다. 식용으로서 생식소뿐만이 아니라 호소(壺燒)도 유명하고 패각은 세공의 원료로 활용된다. 예전에는 양식을 하지 않았으나 전복 양식기술이 확립된 이후에는 소라도 양식 대상종이 되고 있다. 일반적인 서식 조건이 전복과 일치하여 전복양식장은 물론 전복 양식이 어려운 소형 해조류가 많은 제주도 연안 지역에서의 사육, 관리가 가능하여 효율적인 어장 활용 측면에서도 매우 의미가 있는 어종으로 평가된다. 그러나 소라는 전복에 비하여 성장은 느리고 서식지가 쉽게 노출되는 관계로 남획의 대상이 되는 대표적인 자원으로 평가된다.

소라류(Turbinidae)에는 약 35종이 알려져 있으나 우리나라에서 대표적인 산업적으로 알려져 있는 종이 *Turbo cornutus*이다. 이 종은 각피(殼皮)에 빨과 같은 가시가 있는 것(有棘型)과 없는 종류(無棘型)가 있는데 사는 지역의 여건이나 유전적인 요인에 의하여 나타나는 결과로 알고 있다.

복족류는 대부분 자웅이체이며, 체내수정을 한다. 그러나 전복의 경우는 최외 수정에 의하여 수정란이 만들어 진다. 만 2년이 지나면 수온이 23~24℃에서 성 성숙이 진행되어 산란하게 된다. 수정란은 한천질에 쌓여 보호를 받으며 흐름에 따라 유동하게 된다. 일반적으로 난내에서 답륜자(trochophore) 시기를 보내고 부화하여 유영생활을 시작하는 피면자(veliger) 단계를 거치며 복족이 성장하여 결국에는 바닥에 가라앉아 해저 바닥이나 기질에 정착하게 된다.

소라는 연안의 조간대 및 수심 15 m 정도 깊이에서 서식처를 형성하게 되는데 어린 시절은 조간대에 살고 있는 툃(*Hijikia fusiforme*)이나 지충이(*Sargassum thunbergii*)가 서식지가 되며 성장함에 따라 깊은 곳으로 이동하게 된다. 비교적 큰 개체들은 깊은 수심에서 무리를 형성하며 살고 있지만 어린개체의 경우 연안의 얕은 곳에 흩어져 사는 경우가 많다. 이들은 살면서 먹이로는 대황, 미역, 감태 및 모자반 같은 갈조류를 주로 섭식하게 된다. 섭식활동은 해진 후 2시간 이내에 왕성하게 행하고, 약 6시간이 지나면 거의 활동을 하지 않는다. 한편 수온이 13℃ 이하로 내려가는 동절기에는 성장이 정지되는 휴지기에 들어가게 된다.

다. 해조류

제주도는 화산으로 만들어진 섬이므로 해수면과 접해있는 대부분의 해안선이 용암이 바다로 흘러들면서 식어진 화산암 지역이라는 암반의 특수성을 지니고 있어 해조류 군락이 비교적 잘 발달되어 있어 어장조성 분야에서 특별한 관심과 적절한 이용의 극대화를 염두에 두어야 바다목장 조성을 원활히 수행할 수 있는 매우 중요한 대상 생물로 판단된다.

바다 속에 조성되는 해조 군락은 생물 생산력이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 다시 말해서 바다목장 사업의 해조장 조성은 어장 환경 분야에 중요한 기반 조성 사업이나 다름없다. 즉 해조군락의 조성은 식물에 의하여 구성된 공간이나 부착기질이 작은 동물들과 부착생물에게 호적의 서식장소로 제공되고, 또한 이들을 먹이로 하는 많은 생물군집이 모여들 수 있는 여건이 조성되는 것이다. 그러므로 식물군락이 조성되면 당연히 좋은 어장이 형성될 수 있는 기반 조건을 갖춘 결과가 되고, 나아가 연안 수산자원의 유지 및 관리가 가능한 조건이 동시에 만들어 지는 결과가 된다. 뿐만 아니라 해수 중의 해조류 군락은 수질의 정화나, 기반 기질의 안정화 등 주변 어장환경 조성 측면에서도 중요한 역할을 담당하기 때문에 많은 관심을 갖게 된다.

일반적인 식물과 달리 바다 속에서 해조류의 서식과 관련하여 주변 환경과의 관계를 규명하면 왜 해조류가 일반 식물과 달리 독특한 형태와 생리적인 특성을 갖고 있는지 확인을 할 수 있다. 바다 속에 투광대 하한선까지 내려가는 바위와 같은 단단한 기질은 해조류의 적절한 서식처를 제공하게 되는 것이다. 그리고 서식처 내에서의 교란(disturbance)과 압박(stress) 정도의 차이 때문에 해조류의 분포 특성이 결정된다. 해조류 분포의 제한 요인 중에 하나인 교란이라 함은 연안의 파랑에 의한 힘이나 다른 동물 등에 의한 섭식작용으로 부분적으로나 완전히 해조류의 생물량을 제한하는 요인을 의미하며, 압박이라 함은 조석의 차이에 의한 건조 등이 성장을 제한하는 요인으로 작용되는 것을 말한다.

해조류가 빨, 모래, 자갈 등에 서식하는 것을 방해하고, 파도가 계속적으로 힘을 가하게 되어 서식을 제한하는 것은 엄청난 교란이지만, 노출되지 않는 바위 해안에서 해조류의 수직분포가 한정되는 것은 수면 위쪽에서 노출에 의한 압박과 수중의 투광대 지역 안에서 수심이 깊은 바닥 쪽에서 나타나는 낮은 광량에 기인되는 현상이다. 이러한 두 가지의 극단적인 현상 때문에 결론적으로 이들 제한요인에 의한 영향을 많이 받는 지역들 사이에 존재하는 조하대 상부는 압박과 교란의 강도가 낮아 비교적 해조류가 잘 성장할 수 있는 조건을 갖게 된다. 그러나 이 지역에서는 새로운 해조류 개체 간의 빛과, 공간에 대한 경쟁(competition)이 증가하는 현상도 수반하게 된다. 물론 이러한 연구를 위해서 현존하는 자원의 변동에 관한 기본 현황을 객관적인 정밀 분석 자료를 바탕으로 파악할 필요가 있다. 예를 들어 미국이나 캐나다의 경우는 연안 개발을 통한 해조군락의 교란 행위가

예상될 경우 주변 연안의 해중림 보호 차원에서 첨단 기법을 동원하여 이 문제를 해결하려는 시도가 다음과 같은 기본 개념을 도입하여 운용되고 있다.

● 대상해역의 지리정보 시스템(Geographical Information System) 구축

- 해조류 개체군의 분포도
- 연안역의 수심도
- 해저 지형과 경사도
- 저질분포도
- 일사량과 파고의 자료

● 장소 특이적 해조류 군락의 특성

- 해조류의 분포와 구조, 생태계 내에서의 일차 생산력
- 해중림에 의존하는 동물군집의 조성과 분포량
- 생태적 개별 자료를 장소 특이적 서식지 지형 자료로 지리정보시스템에 결합

● 해조류의 서식지 관리(장소 특이적 특성)

- 특정 해조류의 생체량 및 번식능력에 변화를 예측하기 위한 모델 구축
- 서식지에 관한 환경요인(수온 및 염분 등) 변화에 따른 모델 보정 기술
- 주요 생물 군집의 생리,생태 자료 구축
- 해조류 군집에 대한 장기 모니터링 자료 축적으로 환경 변화에 따른 모델의 feed back 체제 구축

일부 해조류들의 성장과 번식은 무성적으로 영양생식 방법에 의하지만, 대부분의 해조류는 생활사 중 세대교번을 하는 유성 생식기간을 갖고 있다. 이것은 오랜 세월 바다 속에서 생활하며 진화하는 과정에 터득한 그들만의 생존 전략이기도 하다.

더욱 바다목장 사업에서 해중림 조성이 갖는 의미는 이미 언급이 되었으나 해조군락 조성은 연안의 천해역 다시 말해서 조간대에서 20~30 m 수심의 수역에 주로 형성되고, 이들이 직접적인 연안 서식 동물들의 먹이가 되는 동시에 독특한 생태계(微細環境, micro-environment)를 구성하여 많은 부착생물이 공존하게 되는 결과를 만든다.

(1) 모자반

연안해역의 대표적인 대형 해저식물 군락을 형성하는 갈조류에 속하는 모자반은 육상에 형성되는 숲에 의한 기능과 같이 바다 속에 조성된 삼림에 대표적 대상 생물로 바다목장 조성을 위하여 필수 불가결한 요인임을 다시 한 번 강조하고 싶다.

연안해역의 암초 지대에서 해중립을 구성하는 모자반 군락은 우리나라 연안 수심 20 m 이내의 암초 지역에 어디서든 생육이 가능한 해조류다. 조간대에는 툃(*Hizikia fusiforme*), 지층이(*Sargassum thunbergii*) 등이 있고(剛村, 1936; Kang, 1966; 齊藤, 1980), 조하대에는 잔가시모자반(*S. micracanthum*), 파배기모자반(*S. siliquastrum*), 팽생이모자반(*S. horneri*), 구슬모자반(*S. piluliferum*), 알송이모자반(*S. confusum*), 쌍발이모자반(*S. patens*) 등이 대표적으로 분포한다(大野, 1981; 梅崎·有山, 1981).

모자반류의 개체군 또는 군락에 영향을 미치는 환경 요인은 일차적으로 수온 변화와 기질의 형태(Umezaki, 1983) 등이나, 영양염 및 조석의 차 등도 복합적으로 작용하며, 또 생육 밀도에 따라서도 개체 또는 개체군의 생장에 영향을 미치게 된다. 또한 이들의 계절적 성장 변화는 수온, 영양염류, 용존산소 및 일사량 등의 수중 분포를 변동하게 하는 국소 환경을 조절하기도 한다. 따라서 서식 지역에 따른 환경 변화의 차이는 모자반류의 생장에 큰 영향을 주는 것으로 생각되어 진다. 우리나라에서는 자원조성을 위한 모자반목(Fucales)의 배양에 관한 연구(유, 1975) 등 매우 적은 수의 모자반에 생태에 관한 기초 연구가 있을 뿐이다. 특히 제주도 해역의 특성을 기초로 모자반이 갖고 있는 생태적 특성은 우선 수중의 고착 기질에서 분리된 조직들 중 기포를 갖고 있는 종들은 해수 표면에 부상하여 해류의 흐름에 따라 부유성 초기 성장단계에 속하는 여러 종류의 동물 군집의 매우 중요한 서식지를 제공하게 되어 이것을 유조(游藻, drift algae)라고 부르게 된다. 이와 같은 조건은 해조류의 성장 특성 중에 하나인 영양공급을 해수에서 직접 체 표면을 통하여 공급받을 수 있기 때문이다. 그러므로 일반 육상 식물과는 달리 저층의 화학 조성에 영향을 받지 않고 단지 해조류가 부착하여 살아가는 단순한 기질의 역할만을 행할 따름이다.

또한 모자반류의 생활사적 특성을 살펴보면, 고등식물과 유사한 포자체 세대가 없다는 사실이 다른 해조류와는 다른 점이다. 성숙한 개체는 생식기관이 접합한 웅성과 자성 생식기상(生殖器床, receptacle)이 발달하고, 그 안에서 각각의 정자와 난자가 형성된다. 성숙한 난자는 8개의 핵을 갖고 있으나 정자와 수정 후 형성된 수정핵을 제외하고 나머지 핵은 모두 퇴화하여 없어진다. 수정란은 발아하여 우선 기질에 부착하기 위한 기부에서 가근세포가 자라게 된다. 그 후 발아체는 더욱 성장하여 개체로 성장하게 된다. 모자반류에는 팽생이모자반(*Sargassum horneri*)처럼 유성생식에 의해서만 번식하는 일년생 종류와 짝잎모자반(*Sargassum heniphyllum*)과 같이 유성생식 이외에 영양생식도 행하는 다년생 종류가 있다.

해조 군락이 형성되면 각각의 옆면이나 줄기부에 고착하여 사는 고착성 생물군과 옆체 위를 기어 다니는 이동성 엽상동물 들로 구분할 수 있다. 한편 해조 군락의 바닥에 서식하는 저서동물군 등의 다양한 생물들이 모여 살 수 있는 다양한 서식처가 제공된다. 이들 중 대표적인 이동성 엽상 동물 군에는 소형 갑각류인 등각류, 단각류, 저서성 요각

류 등이 서식하게 되고 군소와 소형 복족류, 와충류, 선충류, 저서성 모악류 등이 모이게 된다. 이들에 관한 연구 조사 내용을 다음의 연구 사례를 통하여 생태적 특성을 검토하여 보기로 하겠다. 일본의 예를 보면 모자반 군락이 형성되면 이곳에 서식하게 되는 엽상생물에 관한 조사를 태평양 연안의 세토내해(瀬戸内海)에서 톱니모자반(*S. serratifolium*)군락에서 그물을 활용하여 영상동물의 습중량을 정량적으로 분석한 결과(Kita & Harada, 1962) 총량이 동절기 평균 2.5 kg/m² 으로 최대량을 보였고, 하절기에는 72.9 g/m²이었다. 이때에 나타나는 종 조성은 소형 복족류와 갑각류에서는 꼬마새우과(Hyppolytidae), 중새우과(Palaemonidae)의 소형 새우류 등이 우점적으로 분포하였고, 이외에는 옆새우류(Gammaridae)와 바다대벌레(Caprellidae) 등이었다. 이때 해중립은 동절기부터 5월까지가 최대 현존량을 나타내며 번성하였고, 6월에 들어서 가장 적은 양이었으므로 엽상동물의 분포가 해중립의 현존량과 상관관계는 없는 것으로 확인되었다(布施, 1962). 한편, 또 다른 보고에서는 모자반류의 해조군락에 모자반을 먹이로 하는 전복과 소라, 분홍성게(*Pseudocentrotus depressus*)와 보라성게(*Anthocharis crassispira*) 군소(*Aplysia kurodai*) 등이 많았고, 새우류와 게 유생 등도 많은 것으로 확인되며 희드라충류, 해면류, 태형동물, 그리고 불가사리 등이 출현하였다. 따라서 해조군락에 서식하는 이런 동물들은 결국 주변에 분포하는 어류들의 먹이로 활용되므로 아래와 같은 지역적 분포 특성을 나타내며 어류가 서식하는 것이 보고되었다(八柳, 1981).

<모자반 해조군락에 분포하는 어류의 서식형태>

- 군락정주성(群落定住性) : 노래미(*Agrammus agrammus*)
조피볼락(*Sebastes schlegeli*)
가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)
- 내만정주성(内灣定住性) : 감성돔(*Acantopagurus schlegelii*)
- 내만체류성(内灣滞留性) : 전어(*Konosinis punctatus*)
벵에돔(*Girella punctata*)
망상어(*Ditrema temmincki*)
학꽂치(*Hemirahmplus sajori*)
- 연안암초성(沿岸岩礁性) : 볼락(*Sebastes inermis*)
썸뱅이(*Sebasticus marmoratus*)
쥐노래미(*Hexagrammos otaki*)
돌돔(*Oplegnathus fasciatus*)
- 연안사니성(沿岸砂泥性) : 송어(*Mugil cephalus*)
붕장어(*Astroconger myriaster*)
참돔(*Pagrus major*)

한편 이상과 같은 어종 이외에도 오징어류 등이 해중림 지역에 서식한다고 보고되고 있다.

(2) 감태

갈조류 다시마목(Laminariales)에 속하는 감태(*Ecklonia cava*)는 비교적 따뜻한 수역에서 잘 자라는 해조류로 제주도 연안에 해중림을 조성하기에 이상적인 대표적 종류이다. 감태는 고등식물에서 볼 수 있는 것과 같이 뿌리, 줄기, 잎 등의 뚜렷한 구분이 없이 직립해서 살고 있는 해조류의 구조적 특징을 대표적으로 볼 수 있어 넓고 납작한 잎모양의 엽상체(葉狀體, thallus)와 이 엽상체 하부의 경상부(莖狀部, stipe), 그리고 그 아래에 있는 기저 부착기(附着器, holdfast)로 구성되어 있다.

이들은 해양생태계의 제 일차 생산자의 역할을 수행하며, 많은 동물들에게 먹이로 직접 이용될 뿐만 아니라, 몸체는 수중 생태계의 유기질 쇄설물로 존재하며 역할을 담당한다. 한편 해수유동이 빈번히 일어나는 수중에서 고착하여 생활하기 위한 부착기는 유연성을 지니고 있는 기질의 정착 및 안정화뿐만 아니라 넓은 엽상체 부분이 부유퇴적물의 포집 작용을 수행하게 된다. 그리고 각각의 개체들이 성장하여 군락을 이루게 되면 이곳이 다른 많은 해양 동물들의 어린 시기에 성육장으로서 서식처를 제공하게 된다. 따라서 연안 생태계에서 해조 군락이 파괴 되면 해양의 생산성이 감소하게 되는 직접적인 요인이 되는 것을 충분히 예측할 수 있다.

감태는 다년생으로 제주도 및 동해안 연안에 단일종 군락을 형성하며, 때로는 감태(*Ecklonia cava*)와 곰피(*E. stolonifera*)가 혼생하는 경우도 있다.

특히 제주 연안은 타 지역에 비하여 비교적 투명도가 높은 해역으로 일반적으로 수심 20 m 까지는 해조류 군락이 조성될 수 있다. 이때에 조성되는 군락은 해조류의 군집에 따라 비교적 수심에 따른 분포 양상을 확인할 수 있었다(栗原, 1988). 그 결과를 보면 일반적으로 다소 수심이 얇은 상부지역에 모자반 군락이 형성되며, 조하대 지역에서 감태의 군락이 조성되고 있음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 생태적 분포 특성은 모자반과 감태에 관한 공기 중 노출 조건에 따른 건조현상과 연계하여 상부에 서식하고 있는 모자반류와 비교적 조하대에 서식하는 감태에 관하여 뉴질랜드에서 Morton과 Miller(1973)에 의하여 확인한 결과 모자반류가 탈수현상 한 가지를 비교해볼 때 감태류 보다 월등히 내성이 큰 결과를 나타내었다. 조간대에 서식하는 생물 집단이 갖는 수직분포와 물리적 현상과의 상관관계를 나타내는 일반적 현상임을 알 수 있다.

감태 등이 구성하는 해중림이 갖고 있는 생태적 특성을 간략히 정리하여 보면 다음과 같다.

- 해수유동의 제어와 해중림의 서식처 제공

- 부착생물들에게 착생 기질 제공
- 어류의 모임, 산란, 유어의 보육 및 성육장 제공
- 해중립을 구성하는 균락의 생산력 및 착생 미소 조류들의 생산력 증대
- 주변 해수 중의 질소 및 인 등의 영양염류 제거로 환경 정화 작용
- 해조류의 사멸에 따른 유기 쇄설 입자 제공
- 기초 생물 생산과 생리활성 물질의 공급 등

한편 바다의 해조류는 빛이 수중에 투과하는 범위 내에서 불활성 저층(substratum)에 잘 고정되어 있거나, 이 저층에 부착되어 있는 다른 생명체의 표피에 부착되어 서식하기도 한다. 그리고 기질에서 분리되어진 개체들이 수 표면에 무리를 이루어 살아가는데 별 지장이 없는 것도 매우 특이한 조건이기도 하다. 바로 이번 바다목장의 대상 종으로 검토되고 있는 모자반과 감태 등이 대표적인 종으로 평가된다.

그러나 바다의 해조군집은 시간과 공간의 변화에 따라 일정한 조성을 나타내는 것이 아니고 여러 가지 요인에 의하여 유동적으로 변화하기 마련이다. 바다목장 사업에서 해조장의 중요성은 여러 의미로 강조되고 있기에 분포의 규모에 변동이 있다면 그 변화 원인의 진단, 분석이 필요하고 그 변화 폭이 크다면 적절한 판단에 의거하여 정도의 심각성이나 향후 상황의 예측 등을 정확히 파악할 필요가 있다.

제 2 절 대상종의 서식특성

1. 서론

바다목장사업을 수행함에 있어 대상종의 서식특성과악은 사업의 첫 단계에 해당하는 필수적인 연구내용이다. 그림 3-2-1에 나타난 바와 같이 대상종의 서식특성을 파악하기 위해서는 위성자료를 통한 지형특성과 정밀해저지형조사를 통한 암반분포특성자료가 우선적으로 요구되며, 이들 자료는 연성저질 및 암반서식지의 분포특성을 파악하는데 이용된다. 서식지(기질)의 분포특성이 파악된 후, 바다목장을 실현코자 대상종으로 삼는 해조류, 무척추동물, 그리고 어류 등의 수산생물의 분포특성을 이들 서식지 분포특성과 결합하여 해석할 수 있으며, 이를 통해 대상종의 서식지 구분 및 지리정보화가 가능하다. 대상종의 서식지 구분과 지리정보화는 자원을 증대시키기 위한 어장조성기술과 자원첨가 방안확립에 필요한 필수요소로 이러한 요소를 바탕으로 체계적인 바다목장이 가능할 것이다.

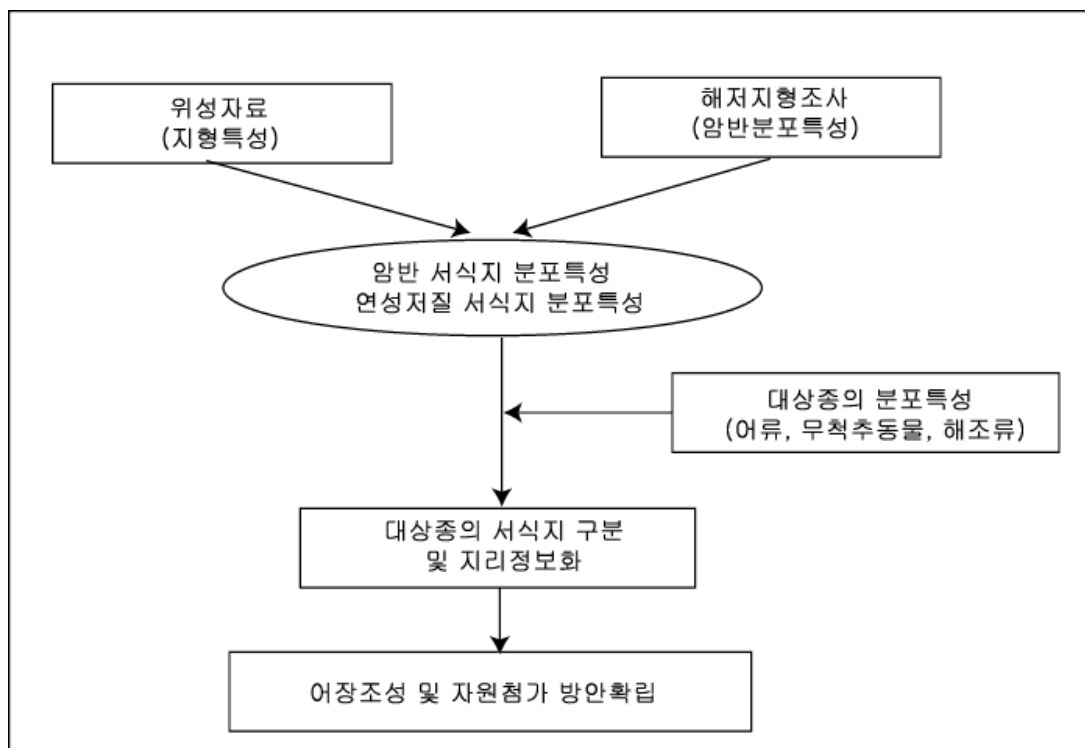


그림 3-2-1. 바다목장사업에서 대상종의 서식특성과악연구의 중요성을 설명하는 모식도.

2. 재료 및 방법

가. 조사정점의 선정

북제주바다목장 해역은 두모리 동동 서단에서 고산리 수월봉 앞까지 왼쪽으로 호를 그리며 굽어 있다. 해역의 경계는 두모리 동동 서단에서 정서로 3.3 km 떨어진 지점까지 서진한 후, 남서쪽으로 방향을 틀어 용당리 서단 3.75 km 지점에서 해안까지 남서진 한 후, 해안선을 따라 정남진하여 해역 남단에 위치한 수월봉에서 정서로 3.6 km 외양으로 확장된다. 본 조사에서는 북제주바다목장 해역을 500 m 간격의 격자로 구분한 후 조사해역의 수심에 따라 고르게 분산된 총 60개 정점을 대상으로 조사를 실시하였다(그림 3-2-2).

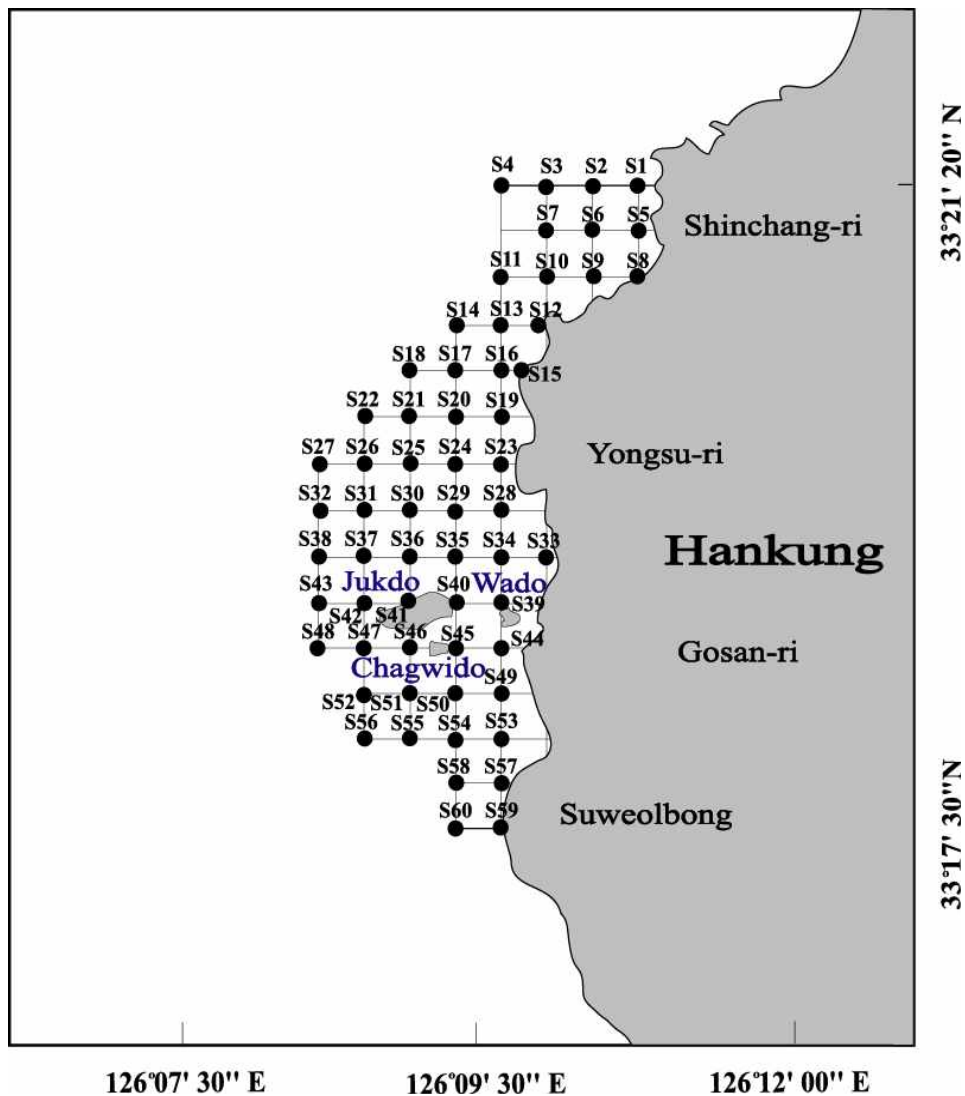


그림 3-2-2. 북제주바다목장 해역에서의 암반부착생물 조사정점.

나. 서식지특성

각 정점에 대한 환경특성 및 생물군집특성에 대한 자료는 영상촬영에 의해 획득되었으며, 서식지유형에 따른 생물군집의 특성을 더욱 면밀히 파악하기 위해 생태계조사 부분에서 조사된 자료를 추가하여 분석하거나 또는 수심 15 m 이하의 얇은 곳은 SCUBA를 통해 현장채집을 실시하였다. 영상자료의 획득에는 무인케이블카메라(FM 4100, QI Co.)가 사용되었다. 수심 15 m 이하의 얇은 곳에서의 현장채집은 그림 1의 S1, 12, 13, 19, 41, 42, 45, 49, 59와 같이 연안 암반지대 또는 차귀도 바위해안 주변에서 실시되었다. 매 조사지점에서는 수심 구분 없이 3개의 방형구(50 x 50 cm)를 무작위로 설치하고, 출현하는 해조류와 저서동물의 피도 또는 개체수를 측정하였다. 조사된 피도는 방형구간 평균하여 측정치로 나타내었다.

서식지는 수심 및 지형특성을 변수로 사용하여 K-mean clustering algorithm로 구분하였다. 사용된 소프트웨어는 SYSTAT 10.2였다.

3. 결과 및 토의

가. 환경특성

북제주바다목장 해역의 60개 정점의 수심과 기질특성은 표 3-2-1과 같다. 또한 이 자료를 이용하여 해역의 수심 분포와 기질특성을 2차원으로 도시한 것은 그림 3-2-3~4와 같다. 각 정점의 수심은 3~42 m 범위로 나타났다. 수심은 대략 해안선을 따라 외해역 방향으로 수심 50 m 지점까지 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 신창리로부터 용수리로 이어지는 해안부근, 죽도주변, 그리고 수월봉 연안에서 암반분포가 우세한 것으로 나타났다. 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 60개 조사정점은 3개의 서식유형을 구분되었다(그림 3-2-5). Type A는 목장해역 북쪽인 신창리로부터 용수리까지의 해안, 죽도부근, 그리고 수월봉 아래쪽 해안과 같이 수심 15 m 이하의 얇은 암반지대이며, Type B는 Type A의 외측 수심이 15 m 이상인 암반지대, 그리고 Type C는 수심이 깊고 그 기질은 사질퇴적물이 우세한 곳이다.

표 3-2-1. 북제주바다목장 해역 내 조하대 암반생물자원 조사정점

정점	N	E	수심 (m)	지형특성
1	33°21'2057	126°10'7245	5	암반
2	33°21'2105	126°10'4613	18	암반 > 모래
3	33°21'1924	126°10'2374	28	암반 < 모래
4	33°21'2090	126°09'9847	42	모래(폐각질)
5	33°20'9988	126°10'6160	9	암반 > 모래
6	33°20'9999	126°10'2864	12	암반
7	33°20'9837	126°10'0836	20	모래>암반
8	33°20'8411	126°10'4288	8	암반 > 모래
9	33°20'8143	126°10'1816	14	암반
10	33°20'8188	126°09'9472	21	암반 > 모래
11	33°20'7939	126°09'8703	35	암반
12	33°20'5140	126°10'0031	11	암반 > 모래
13	33°20'5163	126°09'7673	20	암반
14	33°20'4952	126°09'5723	40	암반 < 모래
15	33°20'1587	126°09'6744	6	암반 < 모래
16	33°20'1510	126°09'4995	15	암반 > 모래
17	33°20'1489	126°09'2487	20	암반 < 모래
18	33°20'1331	126°09'0175	32	암반
19	33°19'9308	126°09'5334	9	암반 > 모래
20	33°19'9436	126°09'3169	17	암반
21	33°19'9347	126°09'0230	27	암반 < 모래
22	33°19'9290	126°08'7456	30	암반
23	33°19'4141	126°09'6561	10	암반(어초)
24	33°19'4220	126°09'3187	18	암반
25	33°19'4113	126°08'9905	26	암반
26	33°19'4029	126°08'7447	30	암반
27	33°19'4373	126°08'4423	35	암반
28	33°19'1161	126°09'6556	10	암반
29	33°19'1103	126°09'3265	15	모래
30	33°19'1113	126°09'0066	28	암반
31	33°19'0970	126°08'7601	30	암반
32	33°19'0904	126°08'5062	37	암반
33	33°18'7947	126°09'9593	9	모래
34	33°18'8022	126°09'6542	17	암반 = 모래
35	33°18'7963	126°09'3162	23	모래
36	33°18'8060	126°08'9875	25	암반 = 모래
37	33°18'7916	126°08'7278	23	대부분모래
38	33°18'8066	126°08'5090	35	모래
39	33°18'6271	126°09'8141	3	모래
40	33°18'5537	126°09'3705	16	모래
41	33°18'6661	126°09'0185	8	모래
42	33°18'6062	126°08'7859	3	암반
43	33°18'5476	126°08'4874	32	암반 > 모래
44	33°18'2957	126°09'6398	13	암반
45	33°18'2804	126°09'2995	15	암반
46	33°18'2813	126°09'0626	17	암반 < 모래
47	33°18'2836	126°08'7336	29	암반 = 모래
48	33°18'2879	126°08'4626	33	암반
49	33°18'0069	126°09'6676	17	암반
50	33°18'0089	126°09'3240	29	암반 < 모래
51	33°18'0054	126°08'9850	32	모래
52	33°18'0234	126°08'7824	35	모래
53	33°17'7486	126°09'7248	16	모래 및 폐각질
54	33°17'7614	126°09'2622	41	모래
55	33°18'7433	126°08'9713	35	모래
56	33°18'7735	126°08'7635	37	모래
57	33°17'5126	126°09'7383	13	모래
58	33°17'5185	126°09'3776	41	모래
59	33°17'1772	126°09'6963	13	암반 > 모래
60	33°17'1124	126°09'5710	39	암반

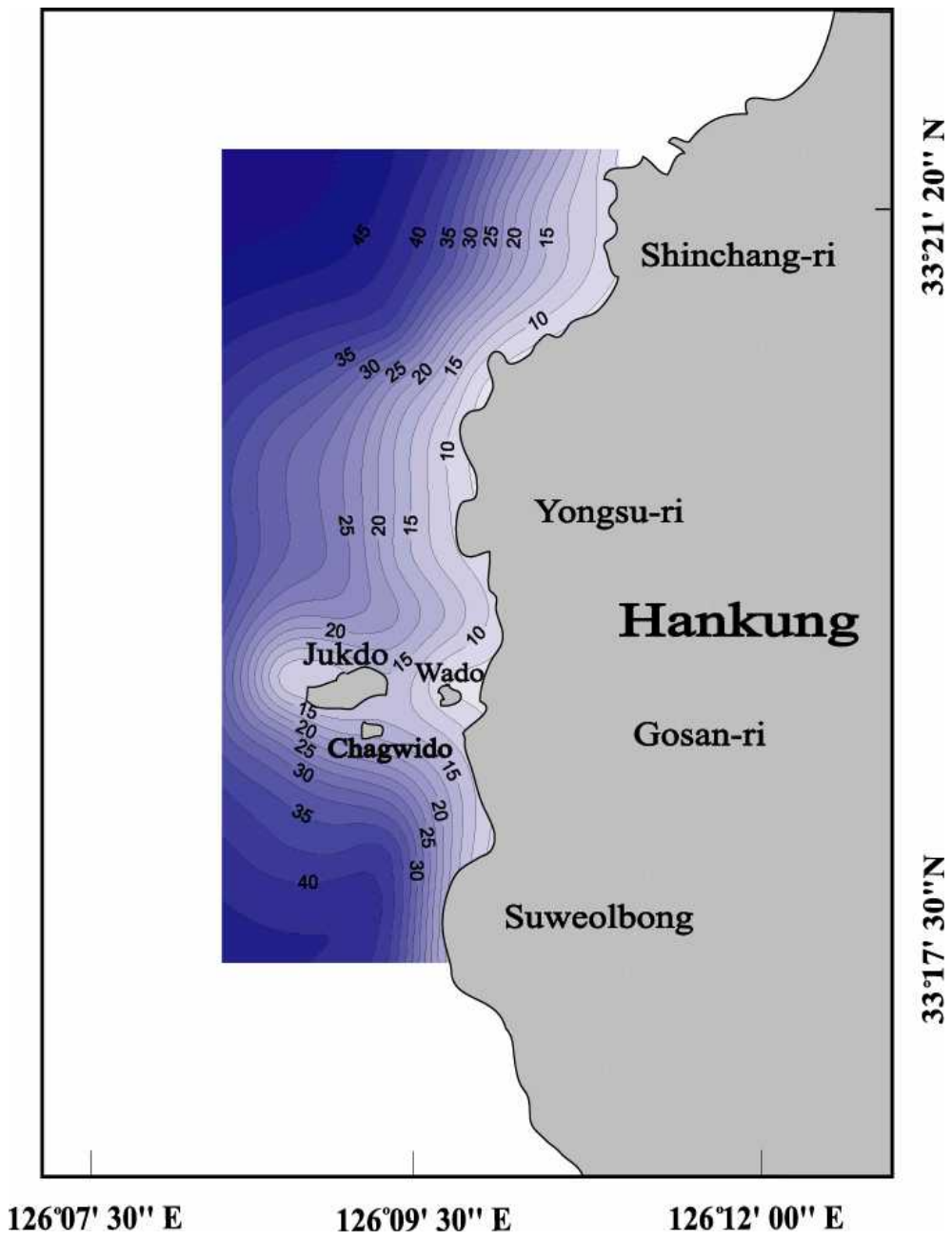


그림 3-2-3. 북제주바다목장의 지형별 수심 분포도.

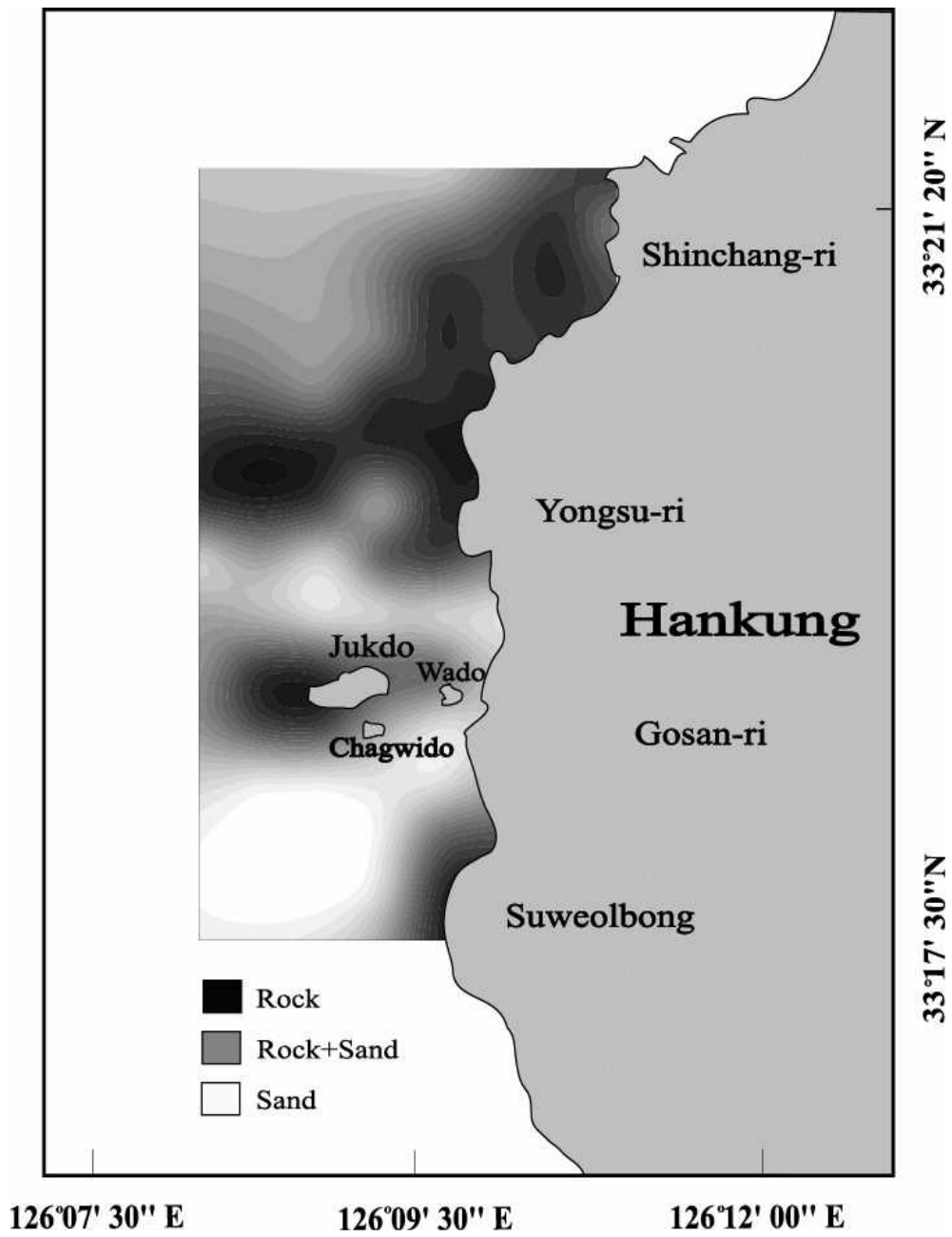


그림 3-2-4. 북제주바다목장의 지형별 암반 분포도.

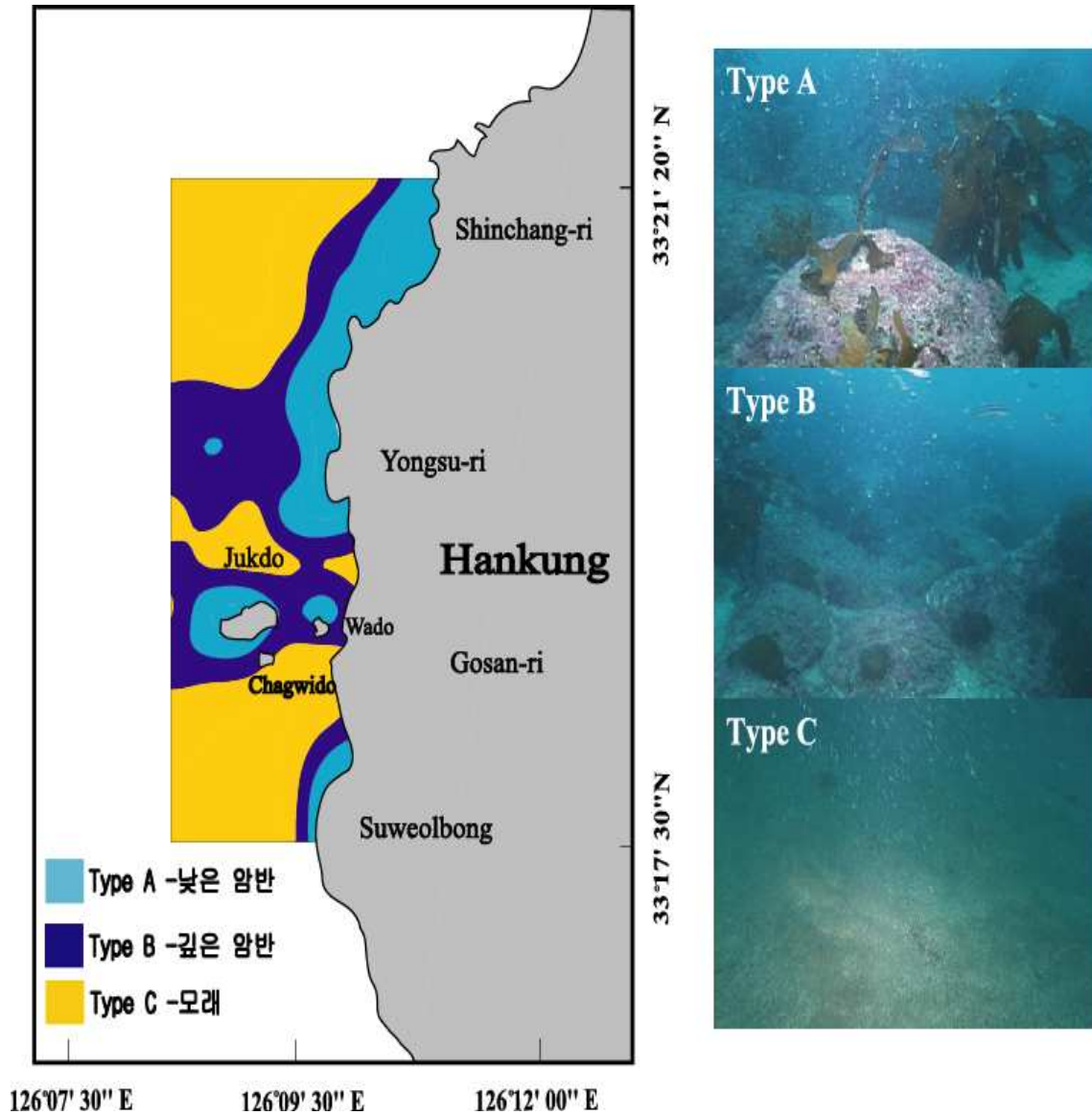


그림 3-2-5. 북제주바다복장 해역구분 및 Type별 지형 형태.

나. 생물군집특성

Type A에서 출현하는 주요종의 종류와 풍도는 표 3-2-2와 같다. 해조류 중에서는 감태(*Ecklonia cava*) 207 g-wet/0.25 m²로 가장 우점하였으며, 붉은뼈까막살(*Carpopeltis angusta*, 52.3 g-wet/0.25 m²), 톱니모자반(*Sargassum serratifolium*, 51.1 g-wet/0.25 m²), 미역(*Undaria pinnatifid*, 27.6 g-wet/0.25 m²), 애기대마디말(*Cladophora sakaii*, 23.6 g-wet/0.25 m²)의 순으로 생물량이 높게 나타났다. 저서동물은 바퀴고둥(*Astraliium haematragum*)이 10개체/m² 이상의 밀도를 보였으며, 소라(*Batillus cornutus*) 및 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)는 5개체/m² 이하, 그리고 개체수로 표현하기 어려운 회색해변해면(*Halichondria panicea*) 및 거품돌산호(*Alveopora japonica*)는 30%이하의 피도를 나타내었다.

Type A에 속하는 조사지점 중 현장채집이 실시된 10개 조사지점(S1, 12, 13, 19, 39, 41, 42, 45, 49, 59)에서 나타난 주요 해조류의 분포특성은 그림 3-2-6~7과 같다. 두 그림에서는 조사된 지점 S1, 12, 19, 13, 49, 59, 39, 45, 42, 41을 편의상 1에서 10번의 순으로 기술하였다. 주목되는 점은 2005년 8월, 11월 모두에 걸쳐 주요종의 생물량은 조사지점간 차이가 크고, patch 분포의 특성을 보였다. 마찬가지로 조사계절에 따라서도 주요종의 생물량이 크게 변화하였으며, 이는 종별 phenology에 의한 것으로 풀이된다.

그림 3-2-8에서는 Type A에서 암반부착동물의 분포를 개괄적으로 기술하였다. 부착생물의 분포는 서식처의 물리적 형태에 따라 뚜렷이 구별되었다. 수심 10 m 내외의 연안 암반해역인 정점 1~6의 경우 크게 세 개의 서식분포대로 구분할 수 있었다. 분포대 A-1의 경우 해저면의 경사도를 따라 모래해안이 형성되는 지역까지로 경사도는 대체로 20~30° 내외였다. 이 지역에 분포하는 주요 종은 거품돌산호(*Alveopora japonica*), 바퀴고둥(*Astraliium haematragum*), 소라(*Batillus cornutus*), 방고둥(*Chlorostoma lischkei*), 집게류, 전복(*Nordotis discus*) 등으로 특히 거품돌산호의 피도가 높은 것으로 나타났다. 분포대 A-2의 경우 암반 곳곳에 존재하는 틈으로 보라성게(*Anthocidaris crassisпина*), 소라, 전복 등의 서식이 뚜렷이 확인되었다. 분포대 A-3의 경우 암반해역이 끝나는 지점부터로 모래와 산호가 혼재하는 해역으로 주로 해변말미잘(*Anthopleura* sp.)와 방패연잎성게(*Clypeaster japonicus*)의 서식이 우점한 것으로 파악되었다. 분포대 B의 경우 차귀도, 추도 등의 지역으로 수심이 상대적으로 깊고 암반서식처의 경사도가 급한 직벽으로 이루어진 지역이다. B-1은 조간대를 포함하는 지역으로 주로 총알고둥(*Littorina brevicula*), 거북손(*Policipes mitella*), 검은큰따개비(*Tetraclita japonica*)가 서식하고 있었다. 분포대 B-2의 경우 A-1과 유사한 종들의 출현이 높은 지역이나 연안 해역과는 달리 감태등의 대형 갈조류의 착생이 뚜렷한 곳이다. 이 지역에서는 바퀴고둥, 소라, 보라성게, 방고둥, 말미잘류의 서식이 우점한 지역이다. 분포대 B-3의 경우 수심 15 m 이하 해역으로 해조류의 서식이 감소함과 더불어 대형 산호류의 착생이 뚜렷한 지역이다. 주요 출현 종으로는 부채빨산호(*Melithaea flabellifera*), 수지맨드라미류, 톱소바보산호(*Bebryce thomsoni*), 해송이 우점하였다. 해역의 기저에 낮게 형성되는 암반인 분포대 B-4의 경우 대부분 해면류에 속하는 종들이 우점적이다. 수중에 형성된 대형 암반인 분포대 B-5의 경우 분포대 B-2와 비슷하게 해조류의 착생이 뚜렷하나, 암반 상층부의 수심에 따라 분포하는 해조류의 형태가 다르며 이에 따라 서식하는 저서동물의 종조성에 차이가 나타나기도 한다. 일반적인 우점종으로는 방고둥, 집게류, 전복 등이다. 분포대 B-6의 경우 암반에서 완전히 이격된 모래해역으로 방패연잎성게가 우점적으로 분포하는 지역이다.

표 3-2-2. 북제주바다목장 해역 내 Type A의 우점종 및 생물량

Taxon	Dominant species	Biomass (g/0.25 m ²)
Seaweeds	<i>Ecklonia cava</i> (감태)	207.0
	<i>Carpopeltis angusta</i> (붉은까막살)	52.3
	<i>Sargassum serratifolium</i> (톱니모자반)	51.1
	<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)	27.6
	<i>Cladophora sakaii</i> (애기대마디말)	23.6
Macrobenthos	<i>Astraliium haematragum</i> (바퀴고둥)	+++
	<i>Halichondria panicea</i> (회색해변해면)	++*
	<i>Alveopora japonica</i> (거품돌산호)	++*
	<i>Batillus cornutus</i> (소라)	+
	<i>Anthocidaris crassispina</i> (보라성게)	+

※ Individuals: +, >5; ++, >10; +++, <10, coverage*: +, >10; ++, >30; +++, <30

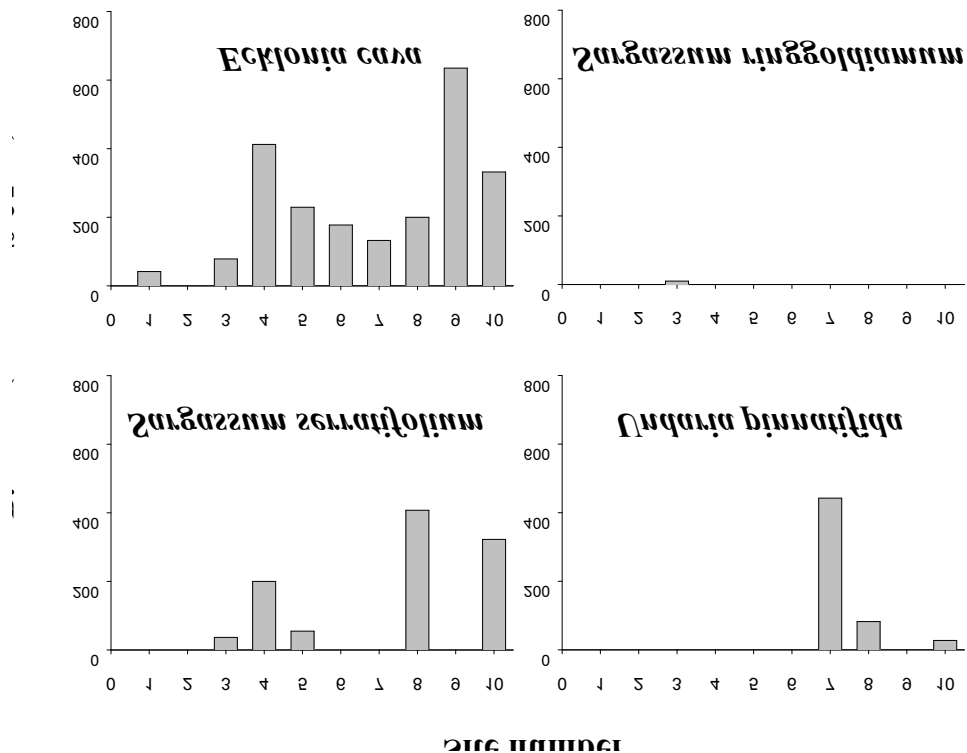


그림 3-2-6. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 8월).

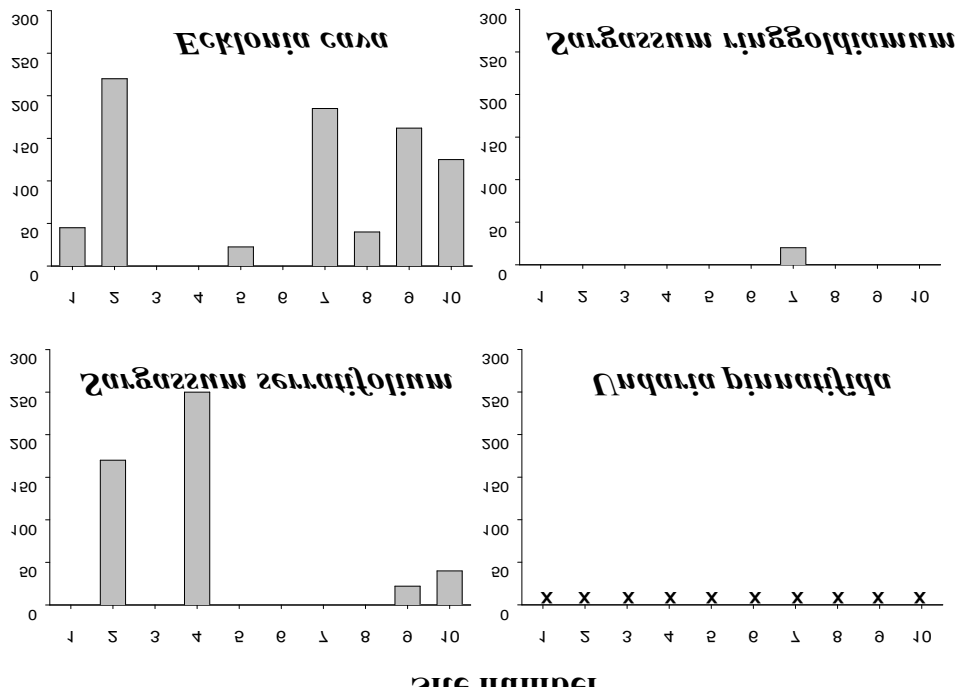


그림 3-2-7. 바다목장 해역 내 4종 대형 갈조류의 생체량의 공간분포(2005년 11월).

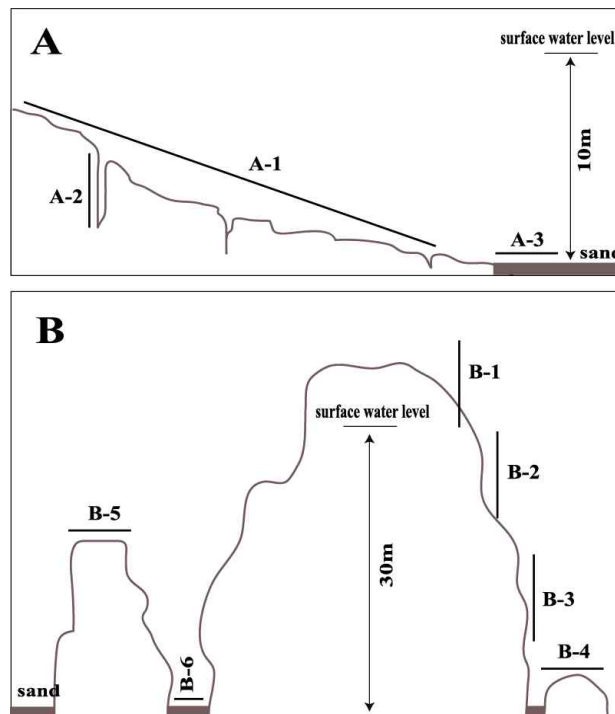


그림 3-2-8. 제주바다목장해역에 서식하는 주요 우점종의 서식분포대.

Type B에서의 해조류는 감태(*E. cava*) 85.2 g-wet/0.25 m²로 가장 우점하였으며, 톱니모자반(*S. serratifolium*, 42.3 g-wet/0.25 m²), 미역(*U. pinnatifida*, 12.3 g-wet/0.25 m²), 바다표고(*P. caulifera*, 8.2 g-wet/0.25 m²)의 순으로 생물량이 높게 나타났다. 저서동물은 바퀴고둥(*A. haematragum*)과 해변말미잘류(*Anthopleura* sp.)가 10개체/m² 이상의 밀도를 보였으며, 그리고 거품돌산호(*A. japonica*)와 부채빨산호(*M. flabellifera*)는 각각 30, 10%의 피도를 나타내었다.

표 3-2-3. 북제주바다목장해역내 Type B의 우점종 및 생물량

Taxon	Dominant species	Biomass (g/0.25 m ²)
Seaweeds	<i>Ecklonia cava</i> (감태)	85.2
	<i>Sargassum serratifolium</i> (톱니모자반)	42.3
	<i>Undaria pinnatifida</i> (미역)	12.3
	<i>Peyssonnelia caulifera</i> (바다표고)	8.2
Macrobenthos	<i>Anthocidaris crassispina</i> (보라성게)	+++
	<i>Anthopleura</i> sp. (해변말미잘류)	+++
	<i>Alveopora japonica</i> (거품돌산호)	+++*
	<i>Dendronephthya</i> sp. (수지맨드라미류)	++*
	<i>Melithaea flabellifera</i> (부채빨산호)	+*

Type C의 경우 해조류는 출현하지 않았으며, 대형저서동물은 방패연잎성게(*Clypeaster japonicus*)와 해변말미잘류(*Anthopleura* sp.)가 5개체 이하로 낮은 우점도를 나타내었다.

표 3-2-4. 북제주바다목장 해역 내 Type C의 우점종 및 생물량

Taxon	Dominant species	Biomass (g/0.25 m ²)
Macrobenthos	<i>Clypeaster japonicus</i> (방패연잎성게)	+
	<i>Anthopleura</i> sp. (해변말미잘류)	+

※ Individuals: +, >5; ++, >10; +++, <10, coverage*: +, >10; ++, >30; +++, <30

제 3 절 자원현황

1. 서론

북제주군 차귀도 바다목장 조성지 해역은 신창리 서동항 앞에서 고산리 수월봉 앞까지의 해안가에서 서측 외해쪽으로 약 3.2 km 및 남쪽으로는 약 9.3 km 범위에 있으며, 차귀도 천연보호구역을 제외한 바다목장 면적은 2,291 ha(해양수산부 2003)이다.

차귀도 주변해역은 도시 공장 및 생활하수 등 외부 오염원이 비교적 적어 청정한 수질을 유지하고 있으며 계절적으로 저층으로부터 용승류가 발생하고, 유속이 매우 빠르며 수산생물이 풍부하고 다양하게 출현하는 해역으로서 해양학적 또는 생물학적으로 많은 학자들에 의해 연구가 되어 왔다(이와 강, 1986; Oh 등, 1987; 방과 김, 1993).

차귀도 주변해역은 쿠로시오에서 분기된 대마난류수(Rho, 1985), 황해난류수 및 혼합수 계열의 고온·고염분수와 황해역에 중심이 있는 황해냉수(Yoon, 1986), 황해저층냉수의 저온·저염의 냉수계수, 한국남해안연안수(Choi, 1989) 및 중국대륙연안수(Kim and Rho, 1994) 등 연안계수가 시기별, 계절별로 영향을 미침으로써 우리나라 연근해에 래유하는 여러 중요어종(조기, 갈치, 고등어, 전갱이, 오징어 등)의 산란장 및 서식장이 되고 있다.

또한 이 지역은 수중암반이 잘 발달되어 있고 기후가 온난하고 수온이 높아 아열대해역의 특징을 보이며 계절적으로 저층으로부터 용승이 발생하고, 유속이 매우 빠르지만 수산생물이 풍부하고 다양하게 출현하는 해역으로 다양한 해조류 및 수산생물이 서식하고 있는 해역으로 국내 어느 해역보다도 자원생물학적 가치가 높은 해역이다.

이러한 천연의 자원과 지형을 갖추고 있는 장점을 이용하여 어획량을 극대화시키고 생태계를 보전함과 동시에 친환경적 차원에서 대규모의 첨단기술을 이용하는 수중 관광형 모델개발 등의 바다목장화 개발이 절실히 요구되어진다.

바다목장화 조성지에 있어서 유용 수산자원의 지속적 증대를 통한 어업생산력을 강화하기 위해서는 먼저 서식생물의 종조성 및 분포, 우점종을 조사하여 자연 생태계를 유지하면서 생태계 내에 첨가 혹은 보충이 가능한 유용 수산자원을 선정하는 것이 우선된다. 그리고 종 선정을 위해서는 유용 수산자원에 대한 정확한 실태를 파악하여야 하는데 어류자원, 무척추동물원, 해조류 자원조사는 유용 수산자원의 정량적 평가와 효율적인 자원관리를 위한 기초적인 자료가 된다.

따라서, 본 연구는 제주도 바다목장화 조성사업을 위한 기반조성 연구의 일환으로 대상해역의 수산생물의 종조성 및 분포, 우점종, 종별 출현양상의 어류 자원과 군집 우점종을 파악하기 위한 무척추동물 및 해조류 조사를 실시하였다.

또한 북제주 바다목장의 자원 조성을 위하여 해역 내 산호자원에 대한 연구가 요구됨

에 따라 북제주 해역에 분포하는 산호류의 기초 연구와 지속적인 모니터링 및 이식시도를 통하여 바다목장 조성사업이 효율적으로 추진될 수 있도록 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 어류자원

(1) 어획시기 및 시험어구

제주도 서부해역 연안역의 바다목장 조성지에 있어서 어류 생물상의 분포특성을 파악하기 위해 2004년 9월, 11월 및 2005년 2월, 5월, 7월, 8월, 11월에 각각 자망 및 통발 어획시험을 실시하였다. 자망 어획시험에는 홑자망과 3중자망을 사용하였는데 사용된 규격을 살펴보면, 홑자망인 경우 1폭이 크기가 가로 60 cm, 세로 30 cm이며 10폭을 사용하였고, 그물코의 직경은 125 mm을 사용하였다. 3중자망인 경우 사용된 그물폭의 규격과 폭수는 일반자망과 같으며 안쪽 그물코의 직경은 65 mm, 바깥쪽 그물코의 직경은 330 mm이었다. 통발은 직경이 32 cm, 폭 60 cm로서 각 조사지역에서 30개를 투·양망하였으며 미끼는 냉동 핏치를 사용하였다(그림 3-3-1).

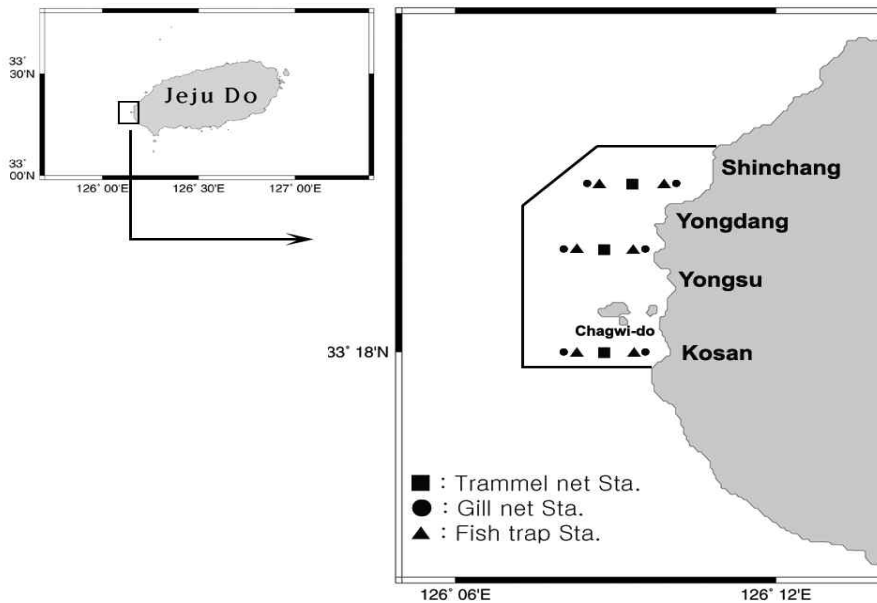


그림 3-3-1. 제주 바다목장 조성지 해역의 일반자망, 3중자망, 통발 어획시험 정점.

(2) 어업별 시험조업 위치

조사해역인 차귀도의 어업별 시험조업은 3~4일간 실시하였으며 자망은 간조 또는 만조 시 물이 잔잔할 때 홑자망을 두 군데, 3중자망을 한 군데 투승하여 다음 날 물이 잔잔할 때 양승하였다. 홑자망은 총 6개 지점, 3중자망은 총 3개 지점을 조사하였고, 통발은

시험조업 첫날에 혼자망을 투승한 위치에서 일정한 간격으로 평형하게 투승하여 마지막 날 동시에 양승하였으며 모두 총 6개 지점에서 실시하였다(표 3-3-1).

표 3-3-1. 차귀도 바다목장 조성지의 어업별·시기별 조사지점 및 조사일자

Types of fishery	Latitude(N)	Longitude(E)	'04. Sep. '04. Nov. '05. Feb. '05. May '05, Jul. '05. Aug. '05. Nov.						
			Set-Haul date	Set-Haul date	Set-Haul date	Set-Haul date	Set-Haul date	Set-Haul date	Set-Haul date
Gill net	33° 21' 09"	126° 10' 25"	26-27	4-5	23-34	1-2	4-5	28-29	25-26
	33° 20' 57"	126° 09' 11"	26-27	4-5	23-34	1-2	4-5	28-29	25-26
	33° 19' 28"	126° 09' 52"	27-28	5-6	24-25	2-3	5-6	29-30	26-27
	33° 19' 22"	126° 08' 49"	27-28	5-6	24-25	2-3	5-6	29-30	26-27
	33° 18' 33"	126° 09' 49"	28-29	6-7	25-26	3-4	6-7	30-31	27-28
	33° 18' 31"	126° 08' 45"	28-28	6-7	25-26	3-4	6-7	30-31	27-28
Trammel net	33° 20' 53"	126° 10' 00"	26-27	4-5	23-34	1-2	4-5	28-29	25-26
	33° 19' 26"	126° 09' 21"	27-28	5-6	24-25	2-3	5-6	29-30	26-27
	33° 18' 29"	126° 09' 29"	28-29	6-7	25-26	3-4	6-7	30-31	27-28
Fish trap	33° 21' 02"	126° 10' 23"	26-29	4-7	23-26	1-4	4-7	28-31	25-28
	33° 20' 48"	126° 09' 28"	26-29	4-7	23-26	1-4	4-7	28-31	25-28
	33° 19' 20"	126° 09' 40"	26-29	4-7	23-26	1-4	4-7	28-31	25-28
	33° 19' 25"	126° 09' 02"	26-29	4-7	23-26	1-4	4-7	28-31	25-28
	33° 18' 29"	126° 09' 41"	26-29	4-7	23-26	1-4	4-7	28-31	25-28
	33° 18' 36"	126° 08' 57"	26-29	4-7	23-26	1-4	4-7	28-31	25-28

(3) 생물 측정

조사지점에서 채취된 시료는 조사정점별로 구분해서 연구소의 실험실로 운반한 후 동정 및 분류를 하였다(정 1977, Kim and Kang 1993, Nakabo 1993). 측정은 종에 따라 전장(Total Length), 체장(Body Length), 가랑이체장(Fork Length)으로 구분하여 0.1 cm 까지 측정하였으며, 전중량(Total Weight)은 0.1 g 까지 측정하였다.

(4) 잠수조사

2004년 10월부터 2005년 10월까지 북제주 바다목장의 어류 자원에 대한 잠수 조사를 실시하였다. 조사는 자연암반 정점(지실이도 동편)과 인공어초 정점(차귀도 남쪽 콘크리트 사각어초 어장, 수심 39 m)을 대상으로 하였다(그림 3-3-2).

자연암반 정점은 표층으로부터 수심 25 m까지 천천히 이동하면서 종 목록과 어종별 크기와 개체수를 육안 관찰, 사진 촬영, 및 비디오 촬영을 병행하였다. 어초 어장에서는 어초 바닥까지 내려간 후 어초의 내부와 주변부(어초 주위 약 1 m 범위)를 천천히 돌면서 약 10~15분간 관찰하여 어류상과 개체별 계수를 실시하였다.

어체의 전장은 목측으로 수중에서 기록하였다. 매회 조사에는 수중카메라(Nikonos V)

와 수중비디오(Sony Trv 900) 촬영을 병행하여 확인이 필요한 부분을 재검토하고 어초에서의 어류 행동을 포함한 서식 생태를 관찰하여 분석 자료로 활용하였다.

어류 동정은 대부분 육안으로 하였으며 검정이 필요한 종은 분류 형질을 도감(Masuda et al., 1984; Nakabo, 1993)과 대조하였다. 어류의 분류 체계는 동물분류학회(1997)와 Nelson(1994)을, 국명은 한국산어명집(이 등, 2000)을 따랐다.

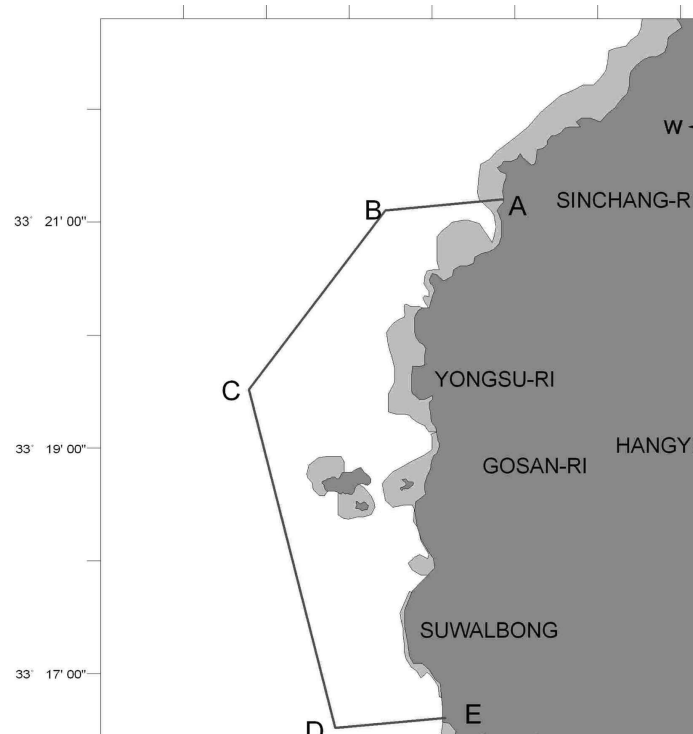


그림 3-3-2. 북제주 바다목장의 잠수에 의한 어류상 및 수산자원현황 조사 정점.

나. 무척추동물 자원

(1) 서식분포 조사

무척추 동물 생물상을 조사하기 위해 차귀도 주변해역의 고산, 용수, 용당, 신창의 4개 정선을 설정하여 2004년 9월, 11월 및 2005년 2월, 4월, 6월, 8월, 11월의 7회에 걸쳐 각 지역별로 1개 정점(총 24정점, 표 3-3-2)을 중심으로 2개의 추가정점을 조사하는 3반복 조사방법을 채택하여 수심별(10 m, 20 m, 30 m 이내 및 30 m 이상)로 방형구법(1 × 1 m)에 의한 육안적인 무척추동물 채취 및 영상촬영 분석을 잠수조사(SCUBA)를 통해 실시하였으며 저서 무척추 동물상을 조사하기 위해 각 정선별로 연안측과 외해측에 2 set(통발 1set : 32 × 60 cm 원형 20개)씩 총 8개 set에 의한 통발조사를 병행 실시하였다(그림 3-3-3). 또한, 각 정선별로 채취된 시료는 지역별로 구분해서 실험실로 운반하여 각 동물군별로 생체조사(0.1 mm, 0.1 g)를 실시하였다. 종 동정에는 한국동물명집(한국동물분류

학회, 1997)에 근거하여 한국동식물도감 제19권(문교부, 1977), 한국패류도감(도서출판한글, 2004), 동물분류학(도서출판 집현사, 1988), 원색한국패류도감(아카데미, 1993)을 참고로 동정·계수하였고, 계수 및 동정된 각 동문문별 출현 종들은 부록에 첨부하였다.

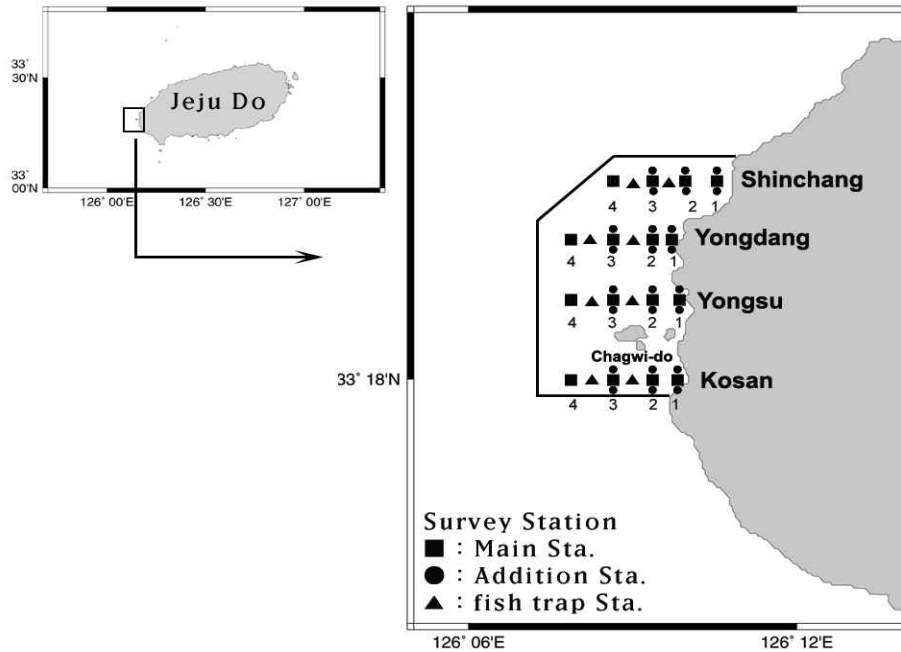


그림 3-3-3. 제주 바다목장 조성지 해역의 무척추 동물상 조사 위치도.

표 3-3-2. 무척추 동물상 잠수 조사정점

Area	Depth(m)	Longitude	Latitude
Kosan-1	10	126°09' 55"	33°18' 00"
Kosan-2	20	126°09' 41"	33°18' 00"
Kosan-3	30	126°09' 00"	33°18' 00"
Kosan-4	30 ↓	126°08' 44"	33°18' 00"
Yongsu-1	10	126°09' 59"	33°18' 42"
Yongsu-2	20	126°09' 41"	33°18' 42"
Yongsu-3	30	126°09' 00"	33°18' 42"
Yongsu-4	30 ↓	126°08' 44"	33°18' 42"
Yongdang-1	10	126°09' 38"	33°19' 58"
Yongdang-2	20	126°09' 41"	33°19' 58"
Yongdang-3	30	126°09' 00"	33°19' 58"
Yongdang-4	30 ↓	126°08' 44"	33°19' 58"
Shinchang-1	10	126°10' 30"	33°21' 20"
Shinchang-2	20	126°09' 59"	33°21' 20"
Shinchang-3	30	126°09' 41"	33°21' 20"
Shinchang-4	30 ↓	126°09' 00"	33°21' 20"

(2) 자원량

채집된 시료는 개체수와 생체량으로 환산하였으며 종별 개체수 자료를 분석한 결과를 토대로 조사해역의 무척추동물의 군집형태를 파악하기 위해 McNaughton(1968)의 우점도(Dominance index)를 이용하여 각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였으며 조사지점에 따른 종다양성 분석은 Shannon and Weaver(1949)의 종 다양도 지수(Species diversity index)로 분석하였고 Pielou(1975)의 균등도와 Margalef(1958)의 종 풍부도를 이용하였다.

(3) 나잠어업 실태조사

어업실태 조사는 차귀도 주변해역인 고산, 용수, 용당, 신창의 마을 어촌계에서 2003년에서 2005년까지 해녀들에 의해 채취된 소라, 전복, 오분자기를 비롯한 해조류들에 대한 3년간의 생산량 자료를 취합한 후 각 지역별, 년별로 평균하여 단위노력당어획량(CPUE)을 분석하였다.

다. 해조류 자원

(1) 서식분포 조사

제주 바다목장 해역의 해조류 생태조사는 2005년 5월, 7월, 9월, 11월 4회에 걸쳐 수행하였으며, 조사정점은 바다목장 조성지의 해산식물이 대표할 수 있는 5개의 정점을 선정하고, 해조류가 주로 생육하는 조간대부터 조하대까지 수심 0~5 m, 5~10 m 및 10~15 m의 3개 지점에서 1차년도 조사 지점과 중첩되지 않도록 채집을 실시하였으며(그림 3-3-4), 조사는 잠수장비(SCUBA)를 이용하여 채집과 사진 촬영을 병행하여 해산식물의 외형적 특징과 아울러 생육지의 환경을 기록하였다. 채집된 재료는 현장에서 5% 포르말린 해수 용액으로 고정시켜 실험실로 운반한 다음 현미경(Olympus BX50, SZX9)을 이용하여 동정하였다.

해조군락의 분석을 위한 정량조사는 25개로 구획되어진 50 × 50 cm의 방형구를 사용하여 방형구내에 출현한 해조류의 종조성을 조사하였고, 현존량은 방형구내의 해조류를 전량 채취하여 1 m²에 대한 종별 습중량으로 환산하여 측정하였다. 우점종은 습중량이 10 g 이상인 것을 선별하여 분석하였으며, 방형구 주변의 서식생물상도 조사하여 정성적 조사도 병행 실시하였다.

라. 초기 자원량

(1) 어류 초기 자원량

제주바다 바다목장조성지인 신창, 용수(용당) 및 고산지역에서 연안자망어업이 본격적으로 시작되는 5월~9월동안 관내 어촌계에서 조업하는 연안자망어업에 의한 월별 어획

량과 폭 당 어획량 자료를 사용하여 Leslie 모델(1939)을 이용하여 주요 연안어업자원에 대한 자원량을 추정하였다. 자망어업을 하는 어선(총 4~5척이 조업) 중에 한 척을 표본 어선으로 선정하여 월별어획량 자료를 취득하였다.

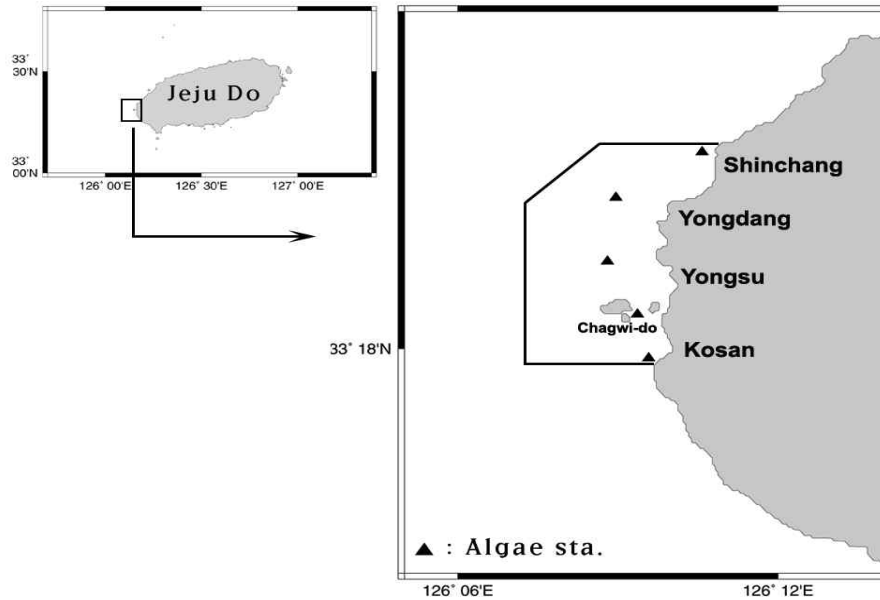


그림 3-3-4. 제주 바다목장 조성지 해역의 해조류 생물상 조사 위치도.

(2) 무척추 초기 자원량

차귀도 연안역에 위치해 있는 고산, 용수, 용당, 신창의 4곳에서 해녀들에 의해 채취된 생산량 자료 중 해조류를 제외한 주요 유용 패류인 소라, 전복, 오분자기에 대해 2003년~2005년까지 금어기를 제외한 실질적인 어획기간(10월~익년 6월)에 월별로 채취한 생산량과 단위 노력 당 어획량 자료를 사용하여 아래와 같이 Leslie(1939)모델에 적용시켜 초기 자원량을 추정하였다

마. 연산호 분포 및 서식생태 조사

(1) 기초조사 - 산호자원의 문헌 조사

2001년도 문화재청 자료 중 제주도 연안의 천연보호구역에 대한 계절별 조사 자료를 참고하여 기초조사를 수행하였다. 이 조사는 2000년과 2001년에 걸쳐 계절별로 수행되어 있었다.

(2) 현지조사 - 산호자원의 정밀조사 및 모니터링

조사대상 지역인 차귀도 주변 4개 지점(그림 3-3-5)의 연산호 군락 분포상을 스쿠버

다이빙을 통해 조사하였다. 수심별 군집의 조사를 실시하기 위해 수중 디지털 카메라를 이용하였다. 각 지점의 산호 종류상 및 분포상을 파악한 후 종 밀도, 풍부도와 우점도 및 생물량을 도출하였다.

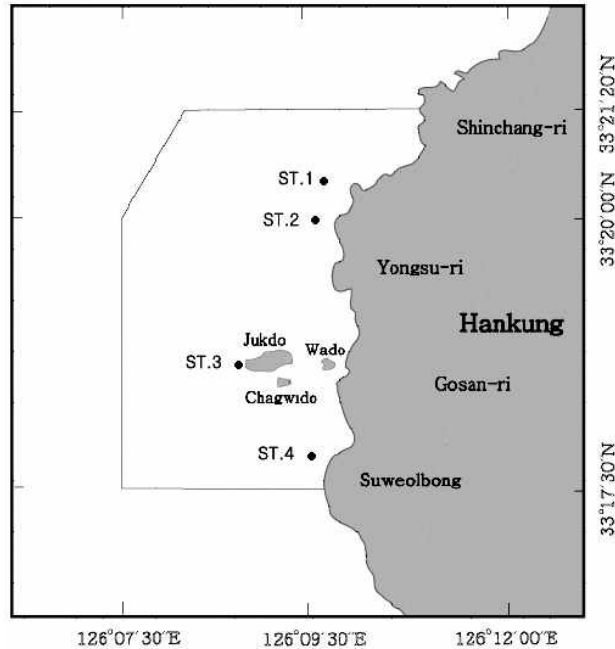


그림 3-3-5. 차귀도 조사지점(ST. 1~ST. 4).

(3) 산호이식

(가) 이식 대상 종의 선정

이식 대상종은 이식지역 주변뿐 아니라, 차귀도를 중심으로 반경 약 2 km 범위 내에 우점하는 종(또는 분류군)들을 대상으로 하였다. 이식 대상종이 가장 보편적으로 서식하는 수심, 서식지 유형 등을 종합하여 이식방안을 구성하였다. 이식 지점을 선정하기 위하여 우수 생태계의 군집구조와 이식지역 주변 생태계의 군집구조를 분석하고 대표 우점종의 분포 범위, 선호 서식지 등을 파악하여 결정하였다.

(나) 이식 방법 및 절차

이식은 “개체 적출 - 배양장에서의 부착 유도(또는 현장에서 직접 고정 병행) - 현장 이식”의 단계로 진행하였다. 개체 적출은 각 산호류의 특성에 따라 적출법을 달리 하였다.

(다) 사전 시험 이식(문섬 지역)

차귀도의 본 이식을 실시하기 전에 효율적인 이식 절차와 방법을 강구하기 위해 관찰이 용이한 문섬 지역에 사전현장이식을 실시하였다.

(라) 차귀도 주변 이식 계획

이식이 진행될 장소는 제주도 북제주군 한경면 신창리(약 북위 33°20'55" 동경 126°10'13")이다. 사전 시험 이식의 방법과 결과를 토대로 이식을 시도하였다.

3. 결과 및 토의

차귀도 바다목장 조성지에 대한 홀자망, 3중 자망 및 통발을 이용한 시기별, 지역별 서식생물의 출현종, 계절분포 분포특성 및 종다양성 및 군집특성에 대한 조사결과는 다음과 같다.

가. 어류자원

(1) 어구조사

(가) 자망조사

① 어획상황

조사해역에 대한 홀자망과 3중자망의 시기별·지역별 어획시험 결과, 어획된 어류의 총 출현종수는 60종으로 홀자망 33종, 3중자망 57종으로 나타났다. 계절별로는 9월, 11월, 2월, 5월, 7월, 8월, 11월 각각 29종, 14종, 22종, 35종, 36종, 49종으로 8월에 가장 높게 나타났으며, 개체수도 67미, 102미, 151미, 237미, 303미로서 여름철인 8월로 다가가면서 높게 나타나는 경향이였다. 어획량은 11월에 29,799.8 g으로 가장 적었고 5월과 7월에 각각 59,968.0 g과 85,775.2 g으로 점차 증가하다가 8월에 104,805.4 g으로 가장 많았다.

조사해역 내 지역별 출현종수를 보면 고산이 51종으로 가장 많았고 신창 45종, 용수(용당) 41종이었다. 계절별로는 11월에는 신창이 9종, 2~7월간에는 고산이 18~30종으로 많았고 8월에는 신창이 24종으로 많이 출현하였다. 개체수는 11~5월간에는 신창이 41~73미로서 다른 지역에 비해 많았으며, 7월에는 용수(용당)이 88미였고 8월에는 고산이 147미로서 가장 많이 출현하였다.

자망류어업의 지역별 어획량을 비교하면 가을과 봄철인 11월과 5월에는 신창이 15,430.3 g, 28,456.9 g으로 많았으며 겨울과 여름철인 2월과 7, 8월에는 고산이 17,462.3 g, 36,735.9 g 및 66,312.4 g으로 그 중 8월이 어획이 가장 많았다(표 3-3-3).

홀자망과 3중자망의 어구별 어획시험 결과를 보면, 어류의 출현종수는 계절별로 홀자망이 8~23종인데 비해 3중자망은 6~39종으로 전체적으로 많았으며 개체수는 3중자망이 494미로서 홀자망 260미보다 2배가량 많았다. 어획량은 11월과 7월에는 홀자망이 26,178.2 g 및 24,821.9 g으로 2~7배가량 많았으며 2월, 5월 및 8월에는 3중자망이 25,363.4 g

35,146.1 g 및 66,601.6 g으로 흠자망에 비해 1.5~2배 많이 어획된 것으로 조사되었다(표 3-3-4, 5).

표 3-3-3. 조사해역의 시기별 · 지역별 흠자망 및 3중자망어업 어획시험 결과

Season	Items	Total	Shinchang	Yongdang & Yongsu	Kosan
'04. Sep.	no. of species	35	8	11	16
	no. of ind.	122	41	28	53
	catch (g)	30,344.8	7,193.3	9,165.1	13,986.4
'04. Nov.	no. of species	17	9	3	5
	no. of ind.	67	41	7	19
	catch (g)	29,799.8	15,430.3	13,395.7	973.8
'05. Feb.	no. of species	22	15	4	18
	no. of ind.	102	63	6	33
'05. May	catch (g)	37,711.5	15,286.0	4,963.2	17,462.3
	no. of species	35	20	13	24
	no. of ind.	151	73	21	57
'05. Jul.	catch (g)	59,968.0	28,456.9	9,945.4	21,565.7
	no. of species	36	22	30	30
	no. of ind.	237	66	88	83
'05. Aug.	catch (g)	85,775.2	21,423.1	27,616.2	36,735.9
	no. of species	49	24	13	13
	no. of ind.	303	104	52	147
'05. Nov.	catch (g)	104,805.4	24,085.4	14,407.6	66,312.4
	no. of species	42	14	13	15
	no. of ind.	122	39	20	64
Total	catch (g)	42,202.3	9,609.6	9,224.2	23,368.5
	no. of species	64	45	41	51
Total	no. of ind.	318,059.8	104,681.7	70,328.1	143,050.0

표 3-3-4. 조사해역의 시기별 · 지역별 흠자망어업 어획시험 결과

Season	Items	Total	Shinchang	Yongdang & Yongsu	Kosan
'04. Sep.	no. of species	18	2	5	11
	no. of ind.	35	4	8	23
	catch (g)	20,175	381.1	7,242.6	12,551.3
'04. Nov.	no. of species	11	5	2	4
	no. of ind.	52	29	6	17
	catch (g)	26,178.2	14,116.7	11,179.7	881.8
'05. Feb.	no. of species	8	6	3	3
	no. of ind.	14	7	4	3
	catch (g)	12,348.1	3,316.8	4,110.1	4,921.2
'05. May	no. of species	12	7	6	6
	no. of ind.	45	22	12	11
	catch (g)	24,821.9	12,071.1	7,071.1	5,679.7
'05. Jul.	no. of species	23	7	17	11
	no. of ind.	94	25	33	36
	catch (g)	55,432.2	12,072.7	21,676.6	21,682.9
'05. Aug.	no. of species	19	11	7	9
	no. of ind.	58	21	13	24
	catch (g)	38,203.8	10,193.4	5,176.2	22,834.2
'05. Nov.	no. of species	29	8	12	9
	no. of ind.	41	10	13	18
	catch (g)	27,294.1	4,304.7	9,337.5	13,651.9
Total	no. of species	33	23	21	18
	catch (g)	156,984.2	51,770.7	49,213.7	55,999.8

표 3-3-5. 조사해역의 시기별 · 지역별 3중자망어업 어획시험 결과

Season	Items	Total	Shinchang	Yongdang & Yongsu	Kosan
'04. Sep.	no. of species	52	14	17	21
	no. of ind.	207	77	48	82
	catch (g)	40,514.5	14,005.4	11,087.5	15,421.6
'04. Nov.	no. of species	6	4	1	1
	no. of ind.	15	12	1	2
	catch (g)	3,621.5	1,313.6	2,216.0	91.9
'05. Feb.	no. of species	20	9	1	15
	no. of ind.	88	56	2	30
	catch (g)	25,363.4	11,969.2	853.1	12,541.1
'05. May	no. of species	32	13	7	18
	no. of ind.	103	48	9	46
	catch (g)	35,146.1	16,385.8	2,874.3	15,886.0
'05. Jul.	no. of species	25	15	13	19
	no. of ind.	143	41	55	47
	catch (g)	30,343	9,350.4	5,939.6	15,053.0
'05. Aug.	no. of species	39	13	6	4
	no. of ind.	245	83	39	123
	catch (g)	66,601.6	13,892.0	9,231.4	43,478.2
'05. Nov.	no. of species	54	21	13	20
	no. of ind.	203	109	27	67
	catch (g)	57,110.4	3,308.5	9,110.9	14,914.5
	no. of ind.	57	37	29	43
	catch (g)	161,075.6	52,911.0	21,114.4	87,050.2

② 단위노력당어획량

조사기간인 11월과 8월간 지역별로 노력량인 폭 수와 어획량을 이용하여 단위노력당 어획량 CPUE(g/폭) 변화를 비교하였다. 홀자망인 경우 단위노력당 어획량은 고산이 186.7 g으로 신창과 용수(용당)의 164.0~172.6 g보다 다소 높았으며, 3중자망의 경우 고산 지역이 580.3 g으로 신창과 용수(용당)의 단위노력당 어획량보다 1.7~4.2배로 훨씬 높은 것으로 나타났다(표 3-3-6, 그림 3-3-6).

표 3-3-6. 홀자망 및 3중자망 어업에 의한 단위노력당어획량 비교

지 역	홀자망			3중자망		
	폭수	어획량(g)	단위노력당 어획량(g/폭)	폭수	어획량(g)	단위노력당 어획량(g/폭)
신 창	300	51,770.7	172.6	150	52,911.0	352.7
용수(용당)	300	49,213.7	164.0	150	21,114.4	140.8
고 산	300	55,999.8	186.7	150	87,050.2	580.3

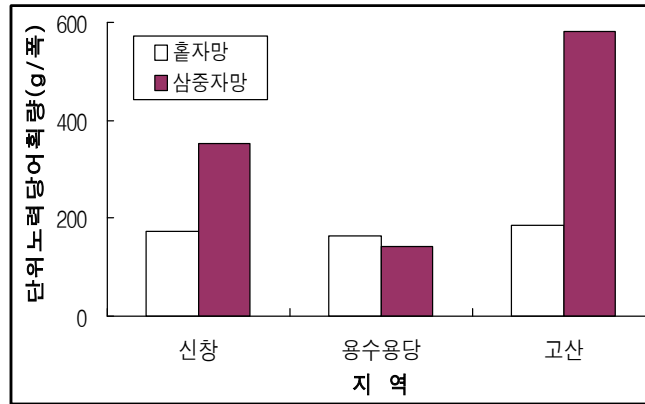


그림 3-3-6. 바다목장 조성지 내 홀자망과 3중자망어업의 지역별 단위노력당 어획량.

③ 어종별 어획량

바다목장 조성지에서 홀자망과 3중자망으로 어획된 어류는 호박돔(*Choerodon azurio*), 자바리(*Epinephelus bruneus*), 벤자리(*Parapristipoma trilineatum*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 말쥐치(*Thamnaconus modestus*), 흰가오리(*Urolophus aurantiacus*), 달고기(*Zeus fabur*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 갈전갱이(*Kaivwarinus equula*), 부시리(*Seriola lalandi*) 등 총 60종이 출현하였다. 개체수 비율로는 말쥐치가 최우점종으로 약 10.2%를 차지하였으며, 다음으로 벤자리 7.8%, 달고기 5.9%, 쏨뱅이 5.7%, 참돔 5.6%의 순으로 분포하였다. 어획량인 생체량을 보면 참돔과 쥐치가 11.5%로서 가장 우점종이었고 벤자리 7.6%, 달고기 6.5%, 호박돔 6.3%, 흰가오리 6.0%, 아홉동가리 4.6%의 순으로 나타났다(표 3-3-7).

④ 어획물 크기조성

조사기간 중 차귀도 바다목장 조성지에서 홀자망과 3중자망에 어획된 주요 어종의 크기 조성을 살펴보면, 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)는 전장 범위 14.5~32.5 cm, 평균 23.2cm가 어획되었으며, 전장 20 cm와 23 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 벤자리(*Parapristipoma trilineatum*)는 전장 19.5~35.5 cm, 평균 29.2 cm 이었다. 달고기(*Zeus fabur*)의 체장범위는 전장 12.5~35.5 cm이었고 평균 28.2 cm이었으며, 전장 26~28 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)는 전장 14.5~27.5 cm, 평균 20.7 cm이 었으며, 전장 18 cm와 22 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 참돔(*Pagrus major*)은 가랑이체장 25.5~43.5 cm, 평균 31.4 cm이었으며, 26 cm, 34 cm, 42 cm에서 mode를 이루었다. 호박돔(*Choerodon azurio*)은 18.5~36.5 cm, 평균 26.9 cm이었으며, 전장 22 cm, 27 cm, 36 cm에서 mode를 이루었다. 흰가오리(*Urolophus aurantiacus*)는 15.5~28.5 cm, 평균 21.0 cm이었으며, 전장 18 cm, 21 cm, 28 cm에서 mode를 이루었다(그림 3-3-7). 그 밖의 어류에 대한 어획미수, 체장범위 및 평균체장에 대한 내용은 표 3-3-8에서 설명하였다.

표 3-3-7. 바다목장 조성지의 흘자망과 3중자망에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성

Scientific name	Korean name	No. of ind.	(%)	Catch(g)	(%)
<i>Pagrus major</i>	참돔	43	5.57	3,2942.7	11.55
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	28	3.63	1,7985.8	6.30
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	7	0.91	526.3	0.18
<i>Girella punctata</i>	뱅에돔	36	4.66	1,322.6	4.64
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	청줄돔	13	1.68	1,685.6	0.59
<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	42	5.44	18,187.7	6.37
<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	10	0.52	1,153.6	0.40
<i>Diodon holacanthus</i>	가시복	3	0.39	1,176.4	0.41
<i>Ostracion cubicus</i>	거북복	4	0.52	1,153.6	0.40
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	6	0.78	10,589.7	3.71
<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	6	0.78	3,753.5	1.32
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	60	7.77	21,807.6	7.64
<i>Pterois lunulata</i>	쓸배감팽	20	2.59	3,394.2	1.19
<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	44	5.70	7,689.2	2.70
<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	10	1.30	2,605.3	0.91
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	24	3.11	13,570.6	4.67
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	4	0.52	364.4	0.13
<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	9	1.17	1,440.7	0.50
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	쥐치	39	5.05	32,942.7	11.55
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	79	10.23	14,494.4	5.08
<i>Sebastes thompsoni</i>	불불락	15	1.94	3,524.7	1.24
<i>Upeneus bensasi</i>	노랑촉수	13	1.68	5,518.3	1.93
<i>Urolophus aurantiacus</i>	황가오리	42	5.44	17,206.7	6.03
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	4	0.52	5,825.8	2.04
<i>Raja koreana</i>	고려홍어	2	0.26	949.0	0.33
<i>Paralichthys olivaceus</i>	광어	10	1.30	9,909.8	3.47
<i>Kaivvarinus equula</i>	갈전갱이	21	2.72	7,233.5	2.54
<i>Sphyraena pinguis</i>	꼬치고기	1	0.13	271.1	0.10
<i>Chaetodon auripes</i>	나비고기	1	0.13	163.1	0.06
<i>Pseudolabrus sp.</i>	노랑놀래기	1	0.13	45.1	0.02
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	3	0.39	1,399.4	0.49
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	1	0.13	1,398.0	0.49
<i>Nippon spinosus</i>	다금바리	1	0.13	1,398.0	0.49
<i>Zeus fabur</i>	달고기	46	5.96	18,698.5	6.55
<i>Saurida elongata</i>	매통이	4	0.52	761.9	0.27
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	18	2.33	366.8	0.13
<i>Seriola lalandi</i>	부시리	4	0.52	7,497.1	2.63
<i>Epinephelus akaara</i>	붉바리	2	0.26	2,088.9	0.73
<i>Hoplobrotula armata</i>	붉은매기	1	0.13	742.0	0.26
<i>Sebastes tertius</i>	붉은솜뱅이	18	2.33	3578	1.25
<i>Onigocia spinosa</i>	비늘양태	2	0.26	779.1	0.27
<i>Scorpaena nglecta</i>	살살치	7	0.91	540.8	0.91
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	성대	1	0.13	355.7	0.12
<i>Heniochus acuminatus</i>	세동가리	1	0.13	69.8	0.02
<i>Alectis ciliaris</i>	실전갱이	1	0.13	232.3	0.08
<i>Inimicus japonicus</i>	쭈기미	10	1.30	3,713.1	1.30
<i>Evistias acutirostris</i>	육동가리돔	5	0.65	1,345.1	0.47
<i>Seriola dumerili</i>	젯방어	1	0.13	1,014.0	0.36
<i>Narke japonica</i>	전기가오리	3	0.39	1,296.3	0.45
<i>Scorpaena onaria</i>	점감팽	10	1.30	1,227.6	0.43
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피불락	6	0.78	1,339.7	0.47
<i>Scorpaenopsis cirrhosa</i>	주홍감팽	10	1.30	1,440.7	0.50
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	1	0.13	16	0.01
<i>Caranx sexfasciatus</i>	줄전갱이	1	0.13	244.6	0.09
<i>Monocentris japonica</i>	철감등어	6	0.48	339.3	0.12
<i>Pseudolabrus sp.</i>	청놀래기	1	0.13	22.4	0.01
<i>Fostularia commersonii</i>	홍대치	1	0.13	1,126.4	0.39
<i>Okamejei kenojei</i>	홍어	3	0.39	1,236.0	0.43
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	1	0.13	80.4	0.03
<i>Trachinocephalus myops</i>	황매통이	1	0.13	140.7	0.05

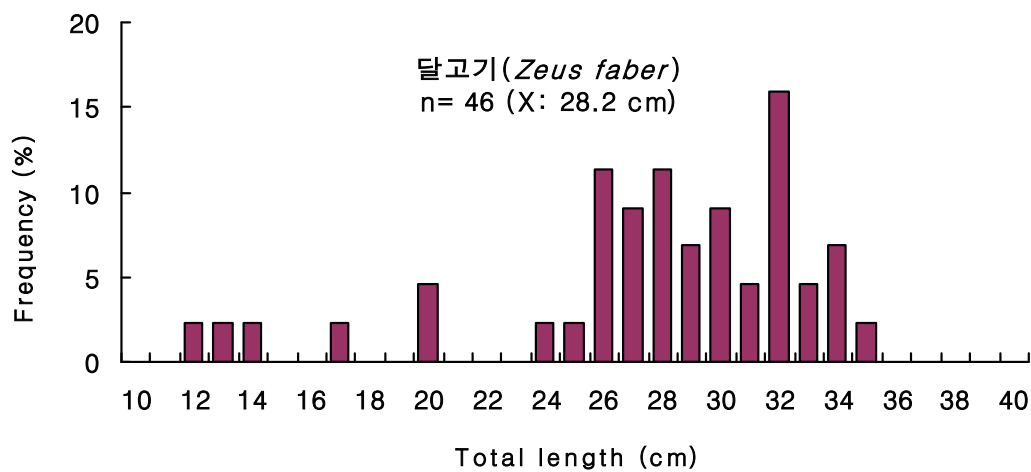
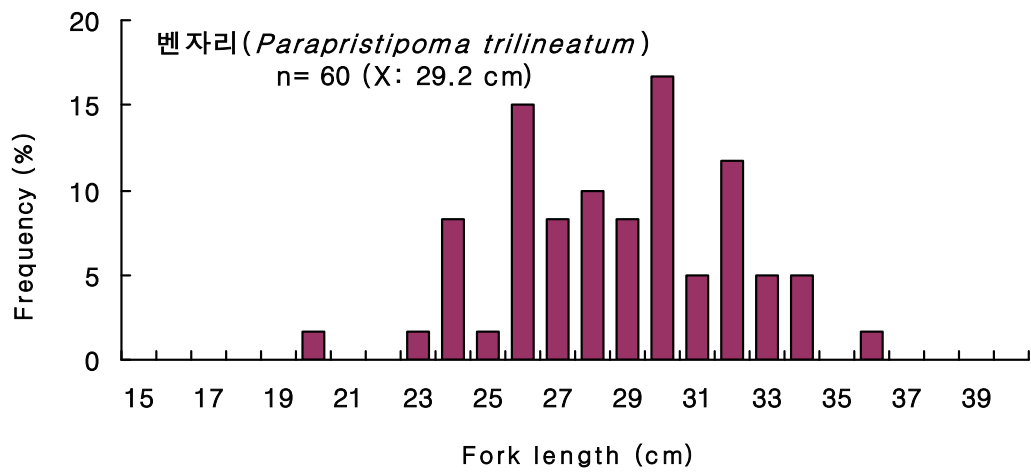
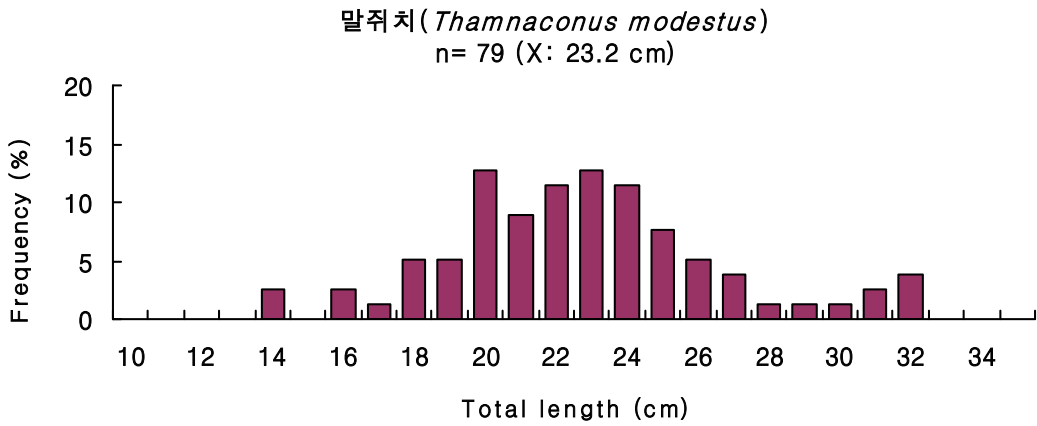


그림 3-3-7. 홀자망과 3중자망에서 어획된 주요 어종의 체장 조성.

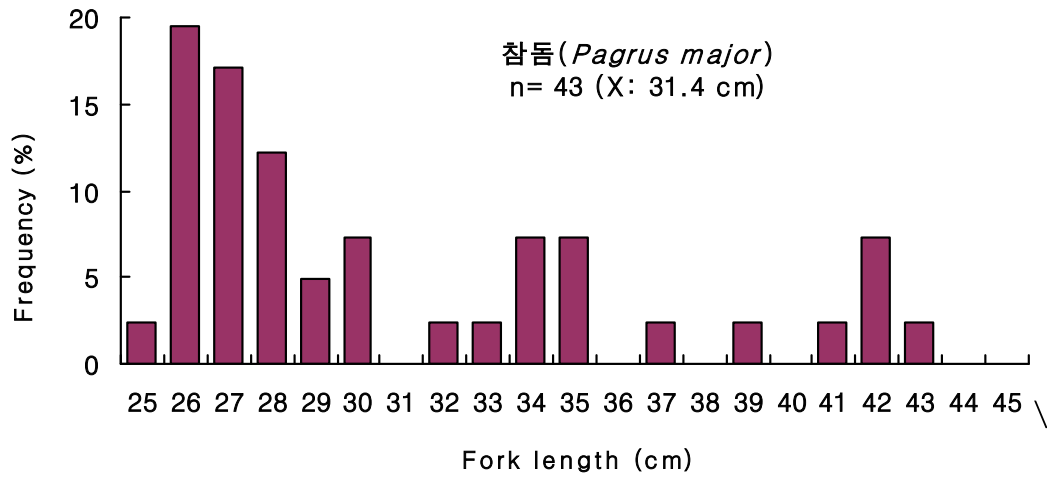
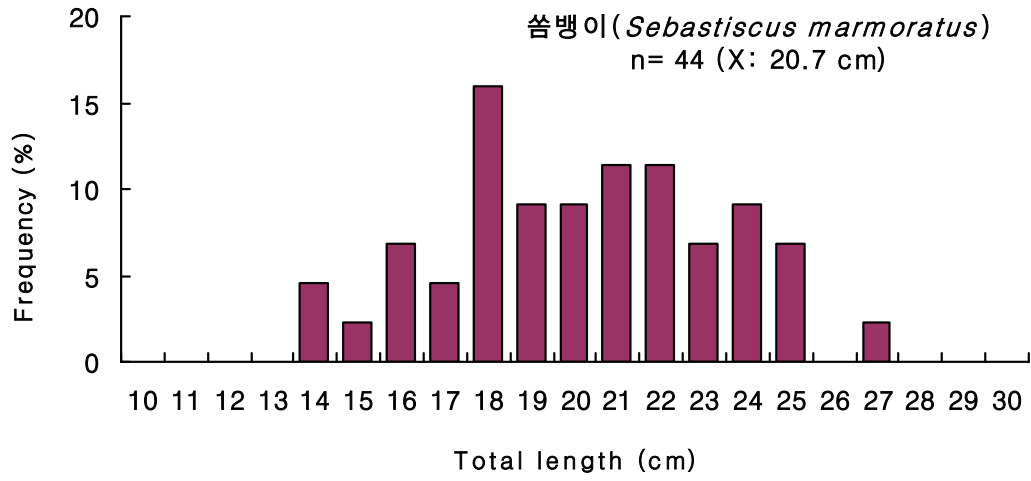


그림 3-3-7. 계속.

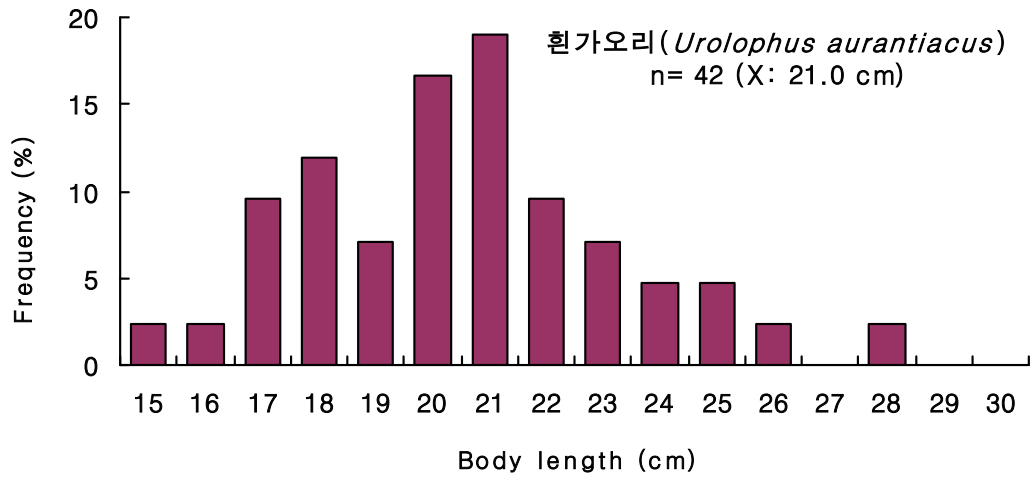
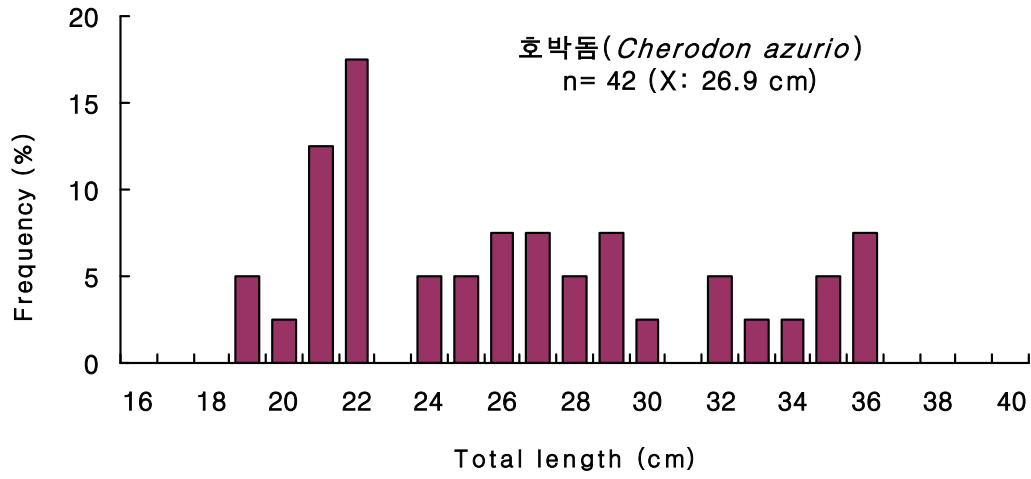


그림 3-3-7. 계속.

표 3-3-8. 활자망과 3중자망에서 어획된 기타 어류의 크기 조성

Scientific name	Korean name	Standard length	No. of ind.	Min. length (cm)	Max. length (cm)	Mean length (cm)
<i>Diodon holacanthus</i>	가시복	T.L	3	16.5	21.3	19.4
<i>Kaivwarinus equula</i>	갈전갱이	F.L	21	16.5	31.0	22.6
<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	T.L	10	22.1	64.4	34.1
<i>Ostracion cubicus</i>	거북복	T.L	4	15.5	21.3	19.8
<i>Raja koreana</i>	고려홍어	B.D. L	2	28.4	37.2	32.8
<i>Paralichthys olivaceus</i>	광어	T.L	10	18.2	53.5	41.6
<i>Sphyrnaea pinguis</i>	꼬치고기	F.L	1	34.5	34.5	34.5
<i>Chaetodon auripes</i>	나비고기	T.L	1	17.3	17.3	17.3
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	T.L	4	21.0	21.0	45.0
<i>Pseudolabrus sp.</i>	노랑놀래기	T.L	1	14.2	14.2	14.2
<i>Upeneus bensasi</i>	노랑촉수	F.L	13	19.9	29.0	26.4
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	F.L	3	35.5	35.7	35.6
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	T.L	1	42.0	42.0	42.0
<i>Nippon spinosus</i>	다금바리	T.L	1	44.2	44.2	44.2
<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	F.L	6	30.7	35.5	34.1
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	F.L	28	22.9	38.7	29.7
<i>Saurida elongata</i>	매통이	F.L	4	22.5	28.5	25.4
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	F.L	18	12.4	15.0	13.8
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	F.L	7	13.0	15.0	14.1
<i>Girella punctata</i>	벵에돔	T.L	36	23.3	38.7	26.4
<i>Seriola lalandi</i>	부시리	F.L	4	49.5	52.0	50.4
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	T.L	15	19.2	27.7	23.9
<i>Epinephelus akaara</i>	붉바리	T.L	2	35.0	37.9	36.5
<i>Hoplobrotula armata</i>	붉은매기	A.L	1	17.3	17.3	17.3
<i>Sebastes tertius</i>	붉은쏨뱅이	T.L	18	12.1	33.0	20.9
<i>Onigocia spinosa</i>	비늘양태	T.L	2	13.0	32.0	22.5
<i>Scorpaena nglecta</i>	살살치	T.L	7	13.5	17.7	15.3
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	성대	F.L	1	30.8	30.8	30.8
<i>Heniochus acuminatus</i>	세동가리	T.L	1	12.5	12.5	12.5
<i>Alectis ciliaris</i>	실전갱이	F.L	1	20.1	20.1	20.1
<i>Sebastes marmoratus</i>	쓸베감팽	T.L	20	22.0	30.7	25.2
<i>Inimicus japonicus</i>	쭈기미	T.L	10	24.0	29.7	26.4
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	F.L	24	25.0	34.5	31.2
<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	F.L	10	23.0	29.5	25.0
<i>Evistias acutirostris</i>	육동가리돔	F.L	5	17.9	28.0	21.8
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	T.L	6	45.0	53.5	47.4
<i>Seriola dumerili</i>	갯방어	F.L	1			38.5
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	F.L	4	10.4	40.5	22.5
<i>Narke japonica</i>	전기가오리	B.D. L	3	18.8	19.8	19.5
<i>Scorpaena onaria</i>	점감팽	T.L	10	9.7	27.3	16.3
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	T.L	6	22.2	26.1	24.0
<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	F.L	9	14.3	17.4	15.3
<i>Scorpaenopsis cirrhosa</i>	주홍감팽	T.L	10	9.0	30.0	16.4
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	F.L	1	10.2	10.2	10.2
<i>Caranx sexfasciatus</i>	줄전갱이	F.L	1	20.2	20.2	20.2
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	퀴치	T.L	39	10.8	26.8	19.3
<i>Monocentrus japonica</i>	철갑등어	F.L	6	9.6	13.0	11.4
<i>Pseudolabrus sp.</i>	청놀래기	T.L	1	12.0	12.0	12.0
<i>Chaetodontoplus eptentrionalis</i>	청줄돔	T.L	13	13.2	19.9	16.2
<i>Fostularia commersonii</i>	홍대치		1	113.8	113.8	113.8
<i>Okamejei kenjei</i>	홍어	B.D. L	3	21.0	31.7	24.8
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	T.L	1	16.7	16.7	16.7
<i>Trachinocephalus myops</i>	황매통이		1	25.2	25.2	25.2

⑤ 군집분석

조사해역의 흠 자망과 3중 자망에 어획된 전체 어종에 대한 다양도(H'), 풍부도(R), 균등도(E) 및 우점도(Do)를 조사시기별로 표 8에 의거하여 구하였다. 다양도, 풍부도 및 균등도는 여름철인 7월과 8월에 높았으며 특히 8월에 3.78, 7.68 및 0.99로서 가장 높게 나타났고 균등도는 전 계절 0.84~0.99로서 연중 비슷하였다. 이와 반면 우점도는 겨울철인 11월과 2월에 31.25 및 32.84로서 가장 높았다(표 3-3-9, 10).

표 3-3-9. 자망 및 통발 어획종 분석 생태지수(종다양도, 풍부도, 균등도 및 우점도)

Index	Formulae	Reference
Diversity(H')	$H' = -\sum_{i=1}^S P_i(\ln P_i)$	Shannon and Weaver(1963), Margalef(1958)
Richness(R)	$R = \frac{S-1}{\ln N}$	Margalef(1958)
Evenness(E)	$E = \frac{H'}{\ln S}$	Pielou(1966), Lloyd and Ghelard(1964)
Dominance(Do)	$Do = \frac{100(n_1 + n_2)}{N}$	Hurbert(1963)

※ S: 전체종수, Pi: i번째에 속하는 개체수의 비율(ni/N), N: 군집내의 전 개체수, ni: 각 종의 개체수, n1: 개체가 가장 많이 출현한 종의 개체수, n2: 두 번째로 많은 개체가 출현한 종의 개체수

표 3-3-10. 바다목장 조성지에서 자망류에 의해 어획된 어류에 대한 생태지수

조사지점	2004/9	2004/11	2005/2	2005/5	2005/7	2005/8	2005/11
H'	2.96	2.22	2.56	2.96	3.08	3.78	3.17
R	5.83	3.25	4.04	5.40	6.98	7.68	8.00
E	0.84	0.96	0.97	0.89	0.84	0.99	0.83
Do	23.96	31.25	32.84	22.30	23.71	24.10	21.31

흠자망 및 3중자망의 어종별 개체수에 대해 유사도 분석에 의한 수지도를 살펴보면 크게 2개의 그룹으로 나누어 졌다. 하나는 참돔, 병에돔, 말쥐치, 달고기, 쥐치, 벤자리, 호박돔, 돌돔, 불볼락, 강담돔 등의 유사성이 높은 그룹이고 살살치, 매통이, 멸치, 갈전갱이, 흰가오리, 주홍감팽, 썸뱅이, 아홉동가리, 쭉기미 등의 유사도가 낮은 그룹으로 구분되는 경향으로 나타났다(그림 3-3-8).

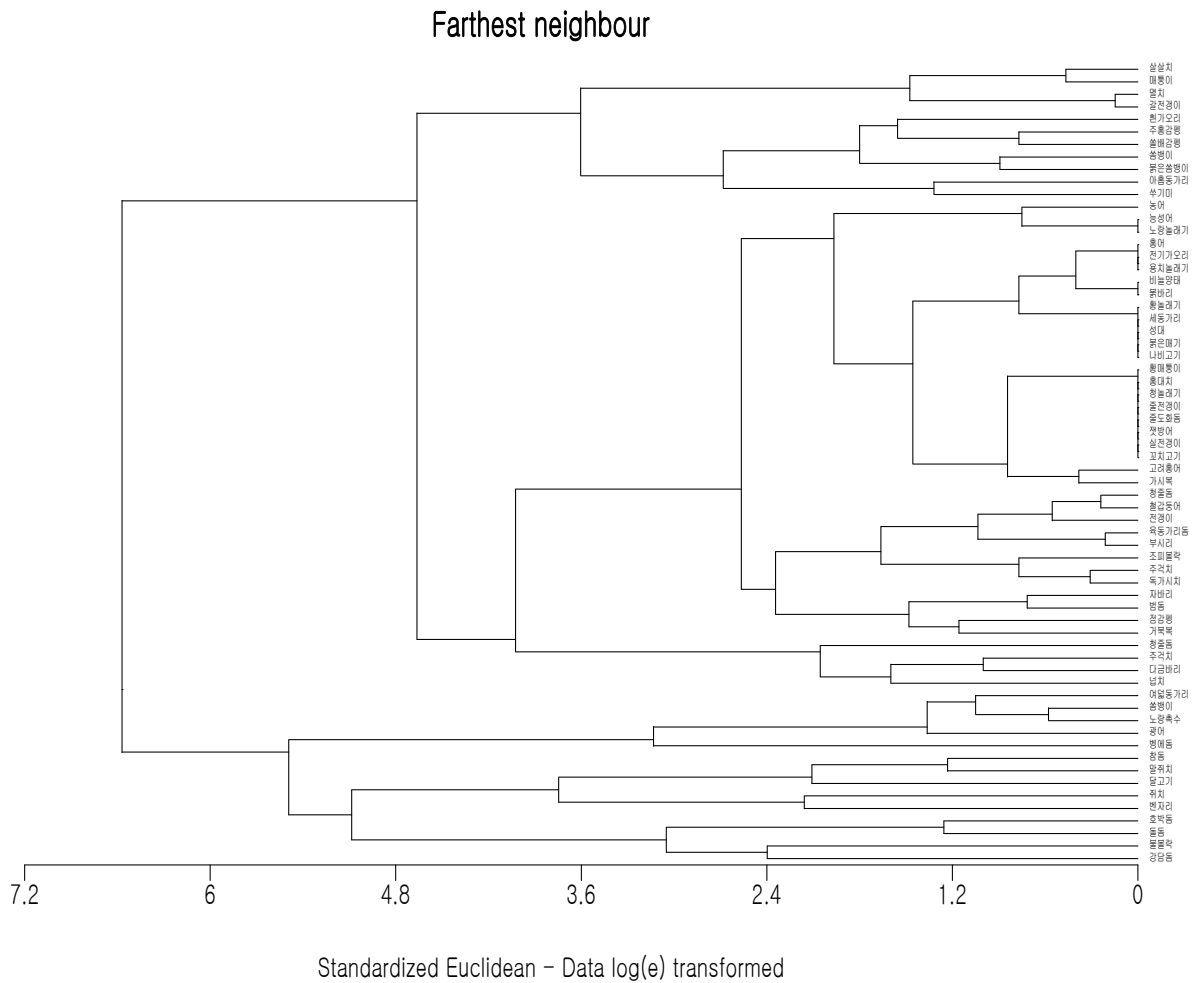


그림 3-3-8. 자망대상종의 집괴분석에 의한 유사도.

(나) 통발조사

① 어획상황

조사해역에 대한 통발의 시기별·지역별 어획시험 결과, 어획된 어류의 출현종수는 9월, 11월, 2월, 5월, 7월, 8월, 11월 각각 22종, 18종, 13종, 21종, 18종, 19종으로 봄철인 4월에 가장 높게 나타났으며, 개체수는 650미, 333미, 486미, 408미, 327미로서 가을철인 11월에 가장 많이 출현하였다. 통발에 의한 어획량은 계절별 22,903.9~37,602.7 g의 범위로 연중 큰 차이는 없었고, 8월이 상대적으로 낮았으며 4월이 37,602.7 g으로 비교적 많이 어획되었다.

바다목장 조성지 내 지역별 출현종 수를 보면, 11월에는 신창, 용수(용당) 및 고산 모두 12~14종으로 거의 비슷한 수준으로 출현하였고 2월에는 용수(용당)이 13종으로 가장 많았으며 5월에도 전 지역이 10~12종으로 비슷하게 출현하였다. 7과 8월에는 용수(용당) 지역이 17종 및 18종으로 다른 두지역의 10~13종에 비해 다소 많이 분포하는 것으로 나

타났다(표 3-3-11).

표 3-3-11. 조사해역의 시기별·지역별 통발어업 어획시험 결과

Season	Items	Total	Shinchang	Yongdang & Yongsu	Kosan
'04. Sep.	no. of species	39	13	12	14
	no. of ind.	499	176	186	137
	catch (g)	20,302.4	7,689.9	6,127	6,485.5
'04. Nov.	no. of species	15	12	13	14
	no. of ind.	650	273	259	118
	catch (g)	27,776.8	10,756.0	11,278.8	5,742.0
'05. Feb.	no. of species	13	9	13	7
	no. of ind.	333	75	141	117
'05. May	catch (g)	22,909.9	6,567.2	8,784.4	7,558.3
	no. of species	21	12	12	10
	no. of ind.	486	202	252	32
'05. Jul.	catch (g)	37,602.7	13,778.6	21,158.8	2,665.3
	no. of species	18	13	17	11
	no. of ind.	408	103	229	76
'05. Aug.	catch (g)	34,512.3	6,655.0	20,378.0	7,479.3
	no. of species	19	10	18	10
	no. of ind.	327	42	208	77
'05. Nov.	catch (g)	22,903.9	2,213.3	14,712.2	5,978.4
	no. of species		11	15	6
	no. of ind.		59	133	31
Total	catch (g)		6,794.9	7,882.8	1,496.5
	no. of species	38	25	34	27
	catch (g)	145,705.6	39,970.1	76,312.2	29,423.3

② 단위노력당 어획량

조사기간인 11월과 8월간 지역별로 노력량인 통수와 어획량을 이용하여 단위노력당 어획량 CPUE(g/통) 변화를 비교하였다. 노력량은 통발의 통수로서 각 조사지역은 총 800개의 통발을 이용하였고 각 지역의 총 어획량은 신창 39,970.1 g, 용수(용당) 76,312.2 g, 고산 29,423.3 g으로 이에 대한 단위노력당 어획량은 신창이 50.0 g, 용수(용당)이 95.4 g, 고산이 36.8 g으로 용수(용당)이 신창과 고산에 비해 대략 1.9~2.6배 높은 것으로 나타났다(표 3-3-12, 그림 3-3-9).

표 3-3-12. 통발어업에 의한 단위노력당 어획량 비교

지 역	통발수(개)	어획량(g)	단위노력당 어획량(g/통)
신 창	800	39,970.1	50.0
용수용당	800	76,312.2	95.4
고 산	800	29,423.3	36.8

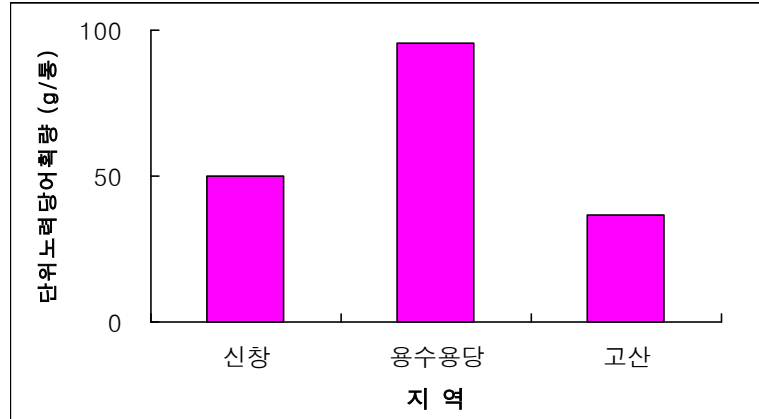


그림 3-3-9. 바다목장 조성지 내 통발어업의 지역별 단위노력당 어획량.

③ 어종별 어획량

바다목장 조성지에서 통발에 의해 어획된 어류는 자리돔(*Chronis notata*), 쏨뱅이(*Sebastes marmoratus*), 쓸종개(*Plotosus lineatus*), 놀래기(*Halichoeres tenuispinis*), 어랭놀래기(*Pteragogus flagellifer*), 황놀래기(*Halichoeres tenuispinis*), 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*), 붕장어(*Conger myriaster*), 황점볼락(*Sebastes oblongus*) 등 총 38종이 출현하였다. 개체수 비율로는 황놀래기가 910미로서 최우점종으로 41.3%를 차지하였으며, 다음으로 쏨뱅이 16.8%, 놀래기 10.1%, 용치놀래기 7.6%, 어랭놀래기 3.7%를 차지하여 놀래기과 어종이 개체수비(%)의 66%를 차지하였다. 어획량인 생체량의 비율을 보면 쏨뱅이가 48,607.3g으로 33.4%로서 가장 우점한 것으로 나타났으며 황놀래기 24.5%, 붕장어 14.3%, 놀래기 6.8%, 쓸종개 4.3%, 어랭놀래기 2.4%, 불볼락 2.1%, 용치놀래기 2.0%, 개볼락 1.0%의 순으로 나타났다(표 3-3-13).

④ 어획물 체장조성

조사기간 중 차귀도 바다목장 조성지에서 통발에 어획된 주요 어종의 체장 조성을 살펴보면, 황놀래기(*Trachinocephalus myops*)는 전장 범위 6.5~19.5 cm, 평균 13.0 cm 이었고, 전장 11 cm와 14 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다.

쏘뱅이(*Sebastes marmoratus*)는 전장 10.5~26.5 cm, 평균 19.0 cm 이었고 18 cm와 20 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 놀래기(*Halichoeres tenuispinis*)의 체장범위는 전장 9.5~18.5 cm, 평균 13.9 cm이었으며, 전장 13~14 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다.

용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*)는 전장 8.5~18.5 cm, 평균 11.4 cm급이었으며, 전장 9~10 cm와 13 cm를 중심으로 주 mode를 이루었다. 쓸종개(*Plotosus lineatus*)는 2.5~26.5 cm, 평균 17.5 cm이었으며, 7 cm, 13 cm, 22 cm에서 mode를 이루었다(그림 3-3-10). 그 밖의 어류에 대한 어획미수, 체장범위 및 평균체장에 대한 내용은 표 3-3-14에서 설명하

였다.

표 3-3-13. 바다목장 조성지에서 통발에 의한 어류의 개체수 및 출현량 조성

Scientific name	Korean name	No. of ind.	(%)	Catch (g)	(%)
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	6	0.3	640.9	0.4
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	8	0.4	547.9	0.4
<i>Chromis notata</i>	자리돔	60	2.7	816.4	0.6
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	22	1.0	537.3	0.4
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	10	0.5	655.8	0.5
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	솜뱅이	370	16.8	48,607.3	33.4
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	쥐치	8	0.4	841.0	0.6
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	1	0.0	38.1	0.0
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	19	0.9	3,067.2	2.1
<i>Sebastes hubbsi</i>	우럭볼락	6	0.3	359.0	0.2
<i>Plotosus lineatus</i>	쓸종개	129	5.9	6,212.4	4.3
<i>Halichoeres tenuispinis</i>	놀래기	222	10.1	9,954.7	6.8
<i>Pteragogus flagellifer</i>	어렁놀래기	81	3.7	3,507.1	2.4
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	910	41.3	35,695.2	24.5
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	167	7.6	2,889.3	2.0
<i>Trachinocephalus myops</i>	황매통이	2	0.1	491.3	0.3
<i>Apogon semilineatus</i>	줄선뱅이	1	0.0	64.8	0.0
<i>Scorpaena onaria</i>	점감펍	2	0.1	124.0	0.1
<i>Conger myriaster</i>	붕장어	30	1.4	20,894.6	14.3
<i>Chaetodermis penicilligerus</i>	가시쥐치	1	0.0	18.3	0.0
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	12	0.5	1,414.8	1.0
<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치	1	0.0	3.9	0.0
<i>Ssurida undosquamis</i>	매통이	3	0.1	561.1	0.4
<i>Stethojulis interrupta terina</i>	무지개놀래기	1	0.0	11.1	0.0
<i>Hypodytes rubrinnis</i>	미역치	5	0.2	57.1	0.0
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	1	0.0	130.2	0.1
<i>Sebastiscus tertius</i>	붉은솜뱅이	2	0.1	165.4	0.1
<i>Pteragogus sp.</i>	비단놀래기	69	3.1	1,290.0	0.9
<i>Scorpaena ngllecta</i>	살살치	9	0.4	555.4	0.4
<i>Pteragogus sp.</i>	색동놀래기	5	0.2	49.1	0.0
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	1	0.0	412.7	0.3
<i>Ammodytes personatus</i>	까나리	1	0.0	6.0	0.0
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	1	0.0	98.2	0.1
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	1	0.0	509.3	0.3
<i>Takifugu prllis</i>	졸복	1	0.0	586.8	0.4
<i>Canthigaster rivulatus</i>	청복	1	0.0	234.5	0.2
<i>Sebastesoblongus</i>	황점볼락	19	0.9	2,295.8	1.6
<i>Takifugu poecilnotus</i>	흰점복	1	0.0	184.7	0.1

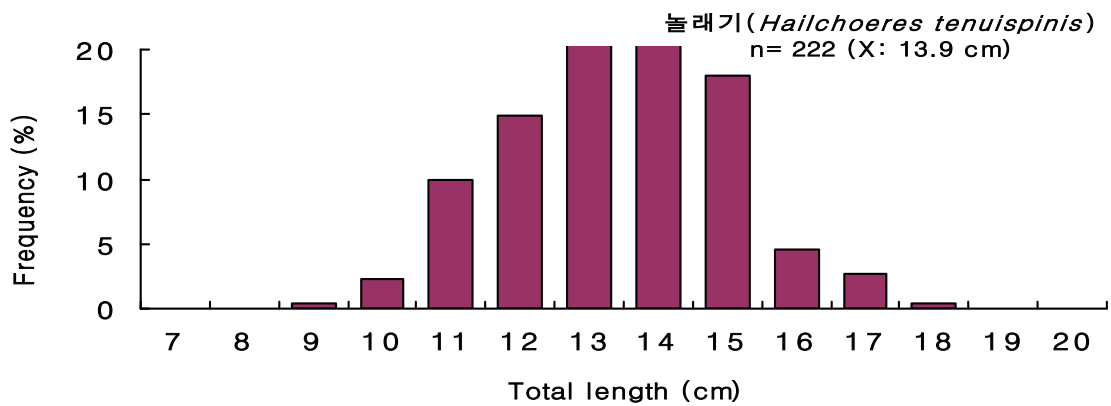
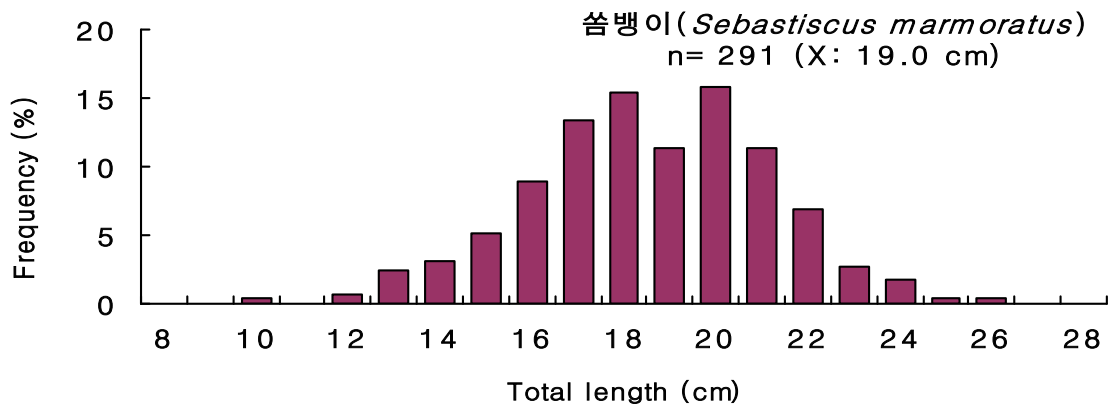
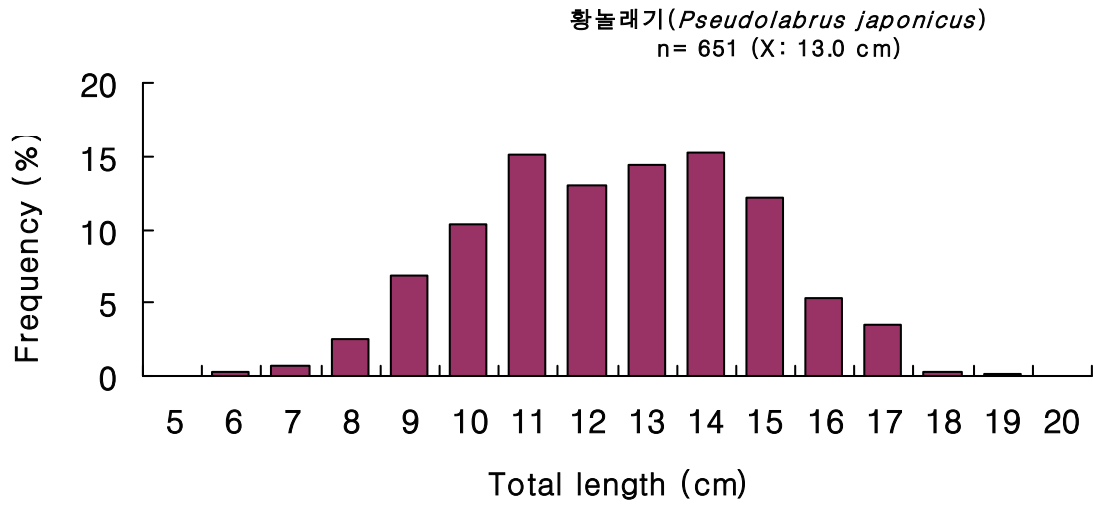


그림 3-3-10. 통발에서 어획된 주요 어종의 크기 조성.

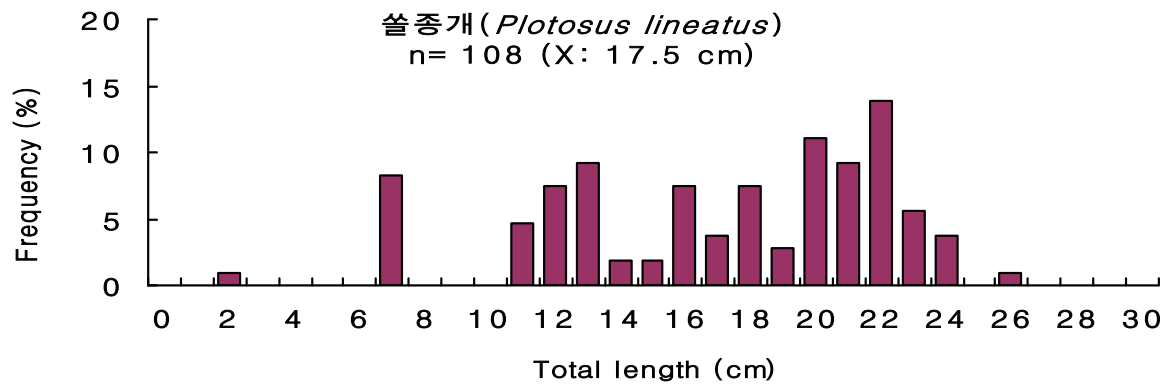
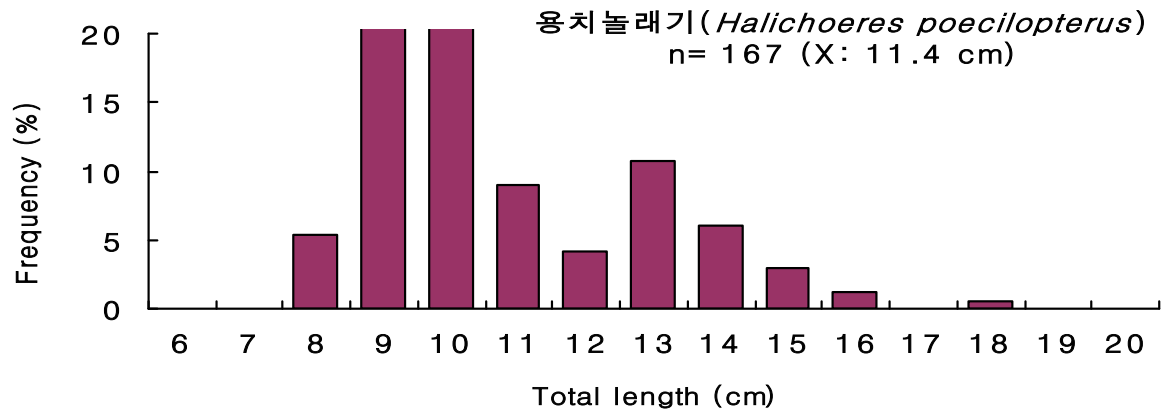


그림 3-3-10. 계속.

표 3-3-14. 통발에서 어획된 기타 어류의 크기 조성

Scientific name	Korean name	Standard length	No. of ind.	Min. length	Max. length	Mean length
<i>Chaetodermis penicilligerus</i>	가시쥐치	T.L	1	9.5	9.5	9.5
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	T.L	12	14.5	23.5	17.4
<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치	T.L	1	6.0	6.0	6.0
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	T.L	10	9.5	19.7	15.0
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	F.L	6	9.8	22.3	16.1
<i>Petroscirtes breviceps</i>	두줄배도라치	T.L	10	10.0	13.2	11.3
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	T.L	1	11.5	11.5	11.5
<i>Saurida elongata</i>	매통이	T.L	3	25.7	31.3	28.0
<i>Stethojulis interrupta terina</i>	무지개놀래기	T.L	1	10.5	10.5	10.5
<i>Hypodytes rubrinis</i>	미역치	T.L	5	8.0	10.2	9.1
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	F.L	8	9.0	16.8	13.2
<i>Sebastes inermis</i>	볼락	T.L	3	22.5	36.4	29.5

표 3-3-14. 계속

Scientific name	Korean name	Standard length	No. of ind.	Min. length	Max. length	Mean length
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	T.L	20	12.5	27.5	19.2
<i>Sebastiscus tertius</i>	붉은솜뱅이	T.L	2	14.8	16.6	15.7
<i>Conger myriaster</i>	붕장어	A.L	30	14.2	87.2	36.9
<i>Pteragogus sp.</i>	비단놀래기	T.L	69	8.8	126.3	16.7
<i>Scorpaena nglecta</i>	살살치	T.L	9	12.6	15.0	14.0
<i>Pteragogus sp.</i>	색동놀래기	T.L	5	9.9	11.4	10.6
<i>Inimicus japonicus</i>	쭈기미	T.L	2	21.0	25.2	25.2
<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	F.L	1	28.7	28.7	28.7
<i>Hypodytes rubrinnis</i>	까나리	T.L	1	9.0	9.0	9.0
<i>Pteragogus flagellifer</i>	어랭놀래기	T.L	81	7.2	17.9	14.3
<i>Sebastes hubbsi</i>	우럭볼락	T.L	6	11.5	17.2	15.2
<i>Chromis notata</i>	자리돔	F.L	60	6.5	17.1	9.1
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	T.L	1	30.4	30.4	30.4
<i>Scorpaena onaria</i>	점감펍	T.L	2	10.8	15.5	13.2
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	T.L	1	32.6	32.6	32.6
<i>Takifugu prdlis</i>	줄복	T.L	1	30.5	30.5	30.5
<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	F.L	22	5.4	13.5	10.8
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	T.L	8	3.6	21.7	14.5
<i>Canthigaster rivulatus</i>	청복	T.L	1	21.0	21.0	21.0
<i>Trachinocephalus myops</i>	황매통이	F.L	2	25.3	28.1	26.7
<i>Sebastesoblongus</i>	황점볼락	T.L	19	47.6	8.4	15.1
<i>Takifugu poecilonotus</i>	흰점복	T.L	1	20.0	20.0	20.0

⑤ 균집분석

조사해역의 흠 자망과 3중 자망에 어획된 전체 어종에 대한 다양도(H'), 풍도(R), 균등도(E) 및 우점도(Do)를 조사시기별로 표 8에 의거하여 구하였다. 다양도는 11월과 7월에 모두 1.92로서 가장 높았고 균등도도 11월과 5월에 0.66, 0.67로 비교적 높게 나타났다. 풍도와 우점도는 5월에 각각 3.23 및 84.16으로 가장 높았다(표 3-3-15).

표 3-3-15. 바다목장 조성지에서 통발에 의해 어획된 어류에 대한 생태지수

조사시기	2004/9	2004/11	2005/2	2005/5	2005/7	2005/8	2005/10
다양도(H')	2.12	1.92	1.40	1.31	1.92	1.88	1.26
풍도(R)	3.38	2.62	2.07	3.23	2.83	3.11	3.14
균등도(E)	0.68	0.66	0.27	0.43	0.67	0.64	0.43
우점도(Do)	50.50	57.53	77.48	84.16	60.78	51.07	54.26

통발의 어종별 개체수에 대해서도 유사도 분석에 의한 수지도를 살펴보면 자망류와 같이 대략 2개의 그룹으로 나누어지는 것으로 쏨뱅이, 황놀래기, 개볼락, 비단놀래기, 봉장어, 쏨종개, 용치놀래기, 줄도화돔, 자리돔, 어랭놀래기, 놀래기 등의 유사성이 높은 그룹과 점감쟁, 볼락, 조피볼락, 붉은쏨뱅이, 말쥐치, 쭈기미, 아홉동가리, 자바리, 돌돔, 쥐치 등의 유사도가 낮은 그룹으로 구분되는 경향으로 나타났다(그림 3-3-11).

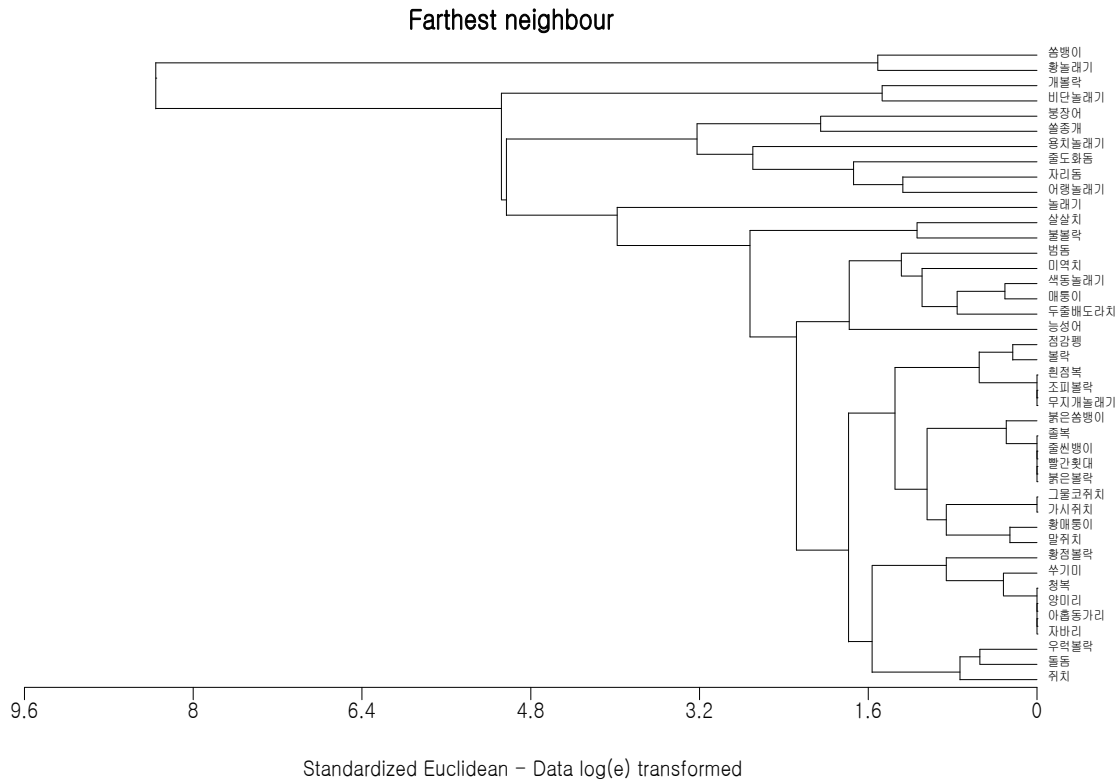


그림 3-3-11. 통발대상종의 집괴분석에 의한 유사도.

(다) 어류 자원조성 대상종

① 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*) : 지역특산종이며 난태생어인 쏨뱅이는 자연어장에서 일년 중 다회 산란하는 생태적 특성을 갖춘 어종으로써 타 어종에 비해 대량의 종묘를 인위적으로 생산할 수 있어 바다목장 자원조성에 적합한 어종으로 판단된다.

② 자바리(*Epinephelus bruneus*) : 아열대지방의 암초와 산호초가 발달한 지역에서 식하는 육식성 어종으로 전장이 1 m 이상 성장하는 대형어종으로 지역어민을 비롯한 관광객 및 낚시꾼들에게 최고급 횡감으로 각광을 받고 있는 어종이다. 또한 이들과 유사한 붉바리 등 바리과 어류를 대상으로 종묘생산기술을 개발하여 종묘를 방류하여 자원조성 및 지속적인 생산에 노력하여야 할 것으로 판단된다.

③ 기타 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*), 동갈돛돔(*Hapalogenys nitens*) : 온대성 어류로서 주간에는 암초주위에서 수면가까이로 부상하여 먹이도 잘 먹고 그 활동도 왕성하지만 야간에는 바위틈에서 휴식을 즐기는 어류로서 이들은 다이나믹한 손맛을 느끼게 하여 낚시꾼에게 인기가 많은 어종으로 적절한 종묘생산과 방류사업으로 관광형 바다목장 사업과 연계한 지역어민 소득증대에 기여할 것으로 판단된다.

(4) 잠수조사

(가) 자연암반

잠수조사는 차귀도 지실이도의 동편 암반과 남쪽 해역의 인공어초어장을 대조구 정점으로 정하고 주기적으로 스쿠버다이빙에 의해 실시하였다.

2004년 10월: 조사당일 투명도는 5-6 m, 수온은 22℃였다. 연안 표층에서 입수하여 수심 25 m 까지 약 120 m²의 면적을 조사하였다. 정점은 암반이 잘 발달된 곳으로 비교적 경사가 심한 곳이었으며, 수심 25 m까지는 지름이 1-6 m 정도의 커다란 바위들이 겹쳐져 있는 곳으로 25 m 바닥에는 잔자갈이 편평하게 깔려 있었다. 바위에는 감태가 잘 발달되어 있었으며 표층에는 색줄멸, 물꽃치, 밀멸 등 작은 색줄멸목 어류들이 수 백 마리씩 떼를 지어 있었으며 감태 숲에는 어령놀래기, 황놀래기, 용치놀래기 등 놀래기류들과 그 위로 자리돔 떼가 유명하고 있었다. 그 외 강담돔, 쓸배감팽, 파랑돔, 금강바리, 세줄얼게비늘, 세동가리돔 등 아열대 어종들과 돌돔, 망상어, 불락, 쥐치 등 온대성 어종들이 같이 서식하고 있는 것이 관찰되었다. 조사 범위에서 관찰된 총 어종은 34종이었다(표 3-3-16).

2004년 12월 조사에서는 수중 비디오로 촬영한 뒤 영상 분석을 통하여 확인하였는데 총 확인된 어종은 20종 이었으며 10월의 36종에 비하여 조금 감소한 경향을 나타내었다. 가장 많은 개체수가 확인된 어종은 표층, 중층을 수 백 마리씩 떼 지어 유명하는 전갱이류이었으며 그 외 소형어이면서 떼를 짓는 줄도화돔, 쓸종개, 자리돔 등의 개체수가 많았다. 그 외 점감팽, 육동가리돔, 세줄얼게비늘, 노랑가시돔 등은 개체수가 적은 어종으로 확인되었다.

2005년 7월: 조사 당시 수온은 20-21℃였다. 조사 방법은 2004년도와 동일하였으며 관찰된 어종은 총 29종으로 2004년 10월보다는 조금 적었다. 조사된 어종 중 개체수가 많았던 종은 2004년도 조사 시와 마찬가지로 자리돔, 줄도화돔, 놀래기류였으며 그 외 쓸배감팽, 쓸종개, 붉바리, 청줄돔, 망둑류, 쥐치류 등은 마리수가 적었다(표 3-3-16).

수산어종: 10월 조사에서 수산어종으로는 45 cm급 넙치, 20 cm급 독가시치, 15-30 cm급 멍에돔, 솜뱅이, 돌돔 유어들이 관찰되었으며 이 중에서 특히 개체수가 많았던 종은

표 3-3-16. 북제주바다목장의 연안 암반(차귀도)에서 확인된 어종
(2004년 10월, 2005년 7월)

No.	Scientific name	Korean name	October 2004		July 2005	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	<i>Atherion elymus</i>	밀멸	10-15	800 ↑	-	-
2	<i>Hypoatherina bleekeri</i>	색줄멸	10-15	800 ↑	-	-
3	<i>Iso flosmaris</i>	물꽃치	10-15	500 ↑	-	-
4	<i>Plotosus lineatus</i>	쓸중개	-	-	20-22	4
5	<i>Pterois lunulata</i>	쓸배감펍	18-24	6	20-30	2
6	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	14-18	32	15-25	4
7	<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	-	-	15-18	5
8	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	솜뱅이	20	1	18	1
9	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	금강바리	7	1	-	-
10	<i>Epinephelus akaara</i>	붉바리	-	-	25	1
11	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	-	-	14	1
12	<i>Apogon doederleini</i>	세줄얼게비 늘	10-12	3	6-10	8
13	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	8-10	50	7-12	500
14	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	10-12	300 ↑	-	-
15	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	10-12	2	-	-
16	<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	12-14	33	-	-
17	<i>Chaetodon modestus</i>	세동가리돔	13	1	-	-
18	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	청출돔	15-18	5	17	1
19	<i>Girella punctata</i>	벙에돔	15-30	250	-	-
20	<i>Labracoglossa argentiventris</i>	황조어	15-18	12	-	-
21	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	15-20	4	-	-
22	<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	25	1	-	-
23	<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	28	1	-	-
24	<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	-	-	25-30	3
25	<i>Ditrema temmincki</i>	망상어	13	1	-	-
26	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	12-14	2000 ↑	-	-
27	<i>Chromis fumea</i>	연무자리돔	10-12	2	-	-
28	<i>Chromis notata</i>	자리돔	1.5-2 8-14	3000 ↑ 500 ↑	12-15	2000
29	<i>Pomacentrus coelestis</i>	파랑돔	4	1	6	1
30	<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	18-28	7	15-30	4
31	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	12-18	35	12-20	100
32	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	8-12	15	12-18	100

표 3-3-16. 계속

No.	Scientific name	Korean name	October 2004		July 2005	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
33	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	12-20	17	12-20	100
34	<i>Pteragogus flagellifer</i>	어렁놀래기	14	2	7-18	30
35	<i>Stethojulis interrupta terina</i>	무지개놀래기	-	-	12	1
36	<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄베도라치	7-9	8	-	-
37	<i>Enneapterygius etheostoma</i>	가막베도라치	-	-	3-6	2
38	<i>Istigobius campbelli</i>	사자코망둑	-	-	6-9	12
39	<i>Istigobius hoshinonis</i>	비단망둑	-	-	6	10
40	<i>Eviota</i> sp.	폴비늘망둑류	-	-	5	2
41	<i>Trimma grammistes</i>	꼬마줄망둑	-	-	4-5	2
42	<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	5-20	16	18	1
43	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	45	1	-	-
44	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치	7	1	7	1
45	<i>Stephanolepis cirrifer</i>	쥐치	24-25	5	12-18	4
46	<i>Canthigaster rivulata</i>	청복	-	-	12	1
47	<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	-	-	18-22	2
Number of Species			34		29	

벵에돔으로 약 250마리가 관찰 해역에서 확인되었다. 12월에는 40-50 cm급 방어(부시리)류와 40 cm급 넙치, 27 cm 솜뱅이 등이 있었다. 2005년 7월에는 15-25 cm 급 불락이 4마리, 15-18 cm 급 개불락이 5마리가 관찰되었고 그이 솜뱅이, 붉바리와 능성어가 각각 1마리씩 확인되었다(표 3-3-17). 조사 기간 중 북제주 바다목장 지실이도 주변 자연암반에서 확인된 어종 수는 월별로 3-29종으로 총 47종이 확인되었으며 육안 관찰이 병행되었던 2005년 7월에 29종으로 가장 높은 다양성을 나타내었다. 당시 표층수온은 20.3℃였으며 수심 24 m인 바닥 층에서는 수온이 13.2℃로 낮았다. 조사 기간 중 출현한 어종 중에서 비교적 개체수가 많았던 줄도화돔, 벤자리(유어), 놀래기류이었으며 호박돔, 넙치, 솜뱅이, 불락, 쥐돔 등은 개체수가 상대적으로 적었다(표 3-3-18).

표 3-3-17. 북제주 바다목장 자연 암반에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위

Scientific name	Korean name	October 2004		July 2005	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Sebastes inermis</i>	불락	14-18	32	15-25	4
<i>Sebastes pachycephalus</i>	개불락	-	-	15-18	5
<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	20	1	18	1
<i>Epinephelus akaara</i>	붉바리	-	-	25	1
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	-	-	14	1
<i>Girella punctata</i>	벵에돔	15-30	250	-	-
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	15-20	4	-	-
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	45	1	-	-

표 3-3-18. 북제주 바다목장의 자연압반에서 확인된 어종

No.	Scientific name	Korean name	Oct. '04	Dec.	Feb. '05	Mar.	Apr.	June	July	Sep.	Oct.
1	<i>Plotosus lineatus</i>	솔종개	-	-	-	-	-	-	+	-	-
2	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	++	-	-	-	-	-	+	-	+
3	<i>Sebastes pachycephalus</i>	개볼락	-	-	-	-	-	-	+	-	-
4	<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	+	+	-	-	-	-	+	-	-
5	<i>Seriola</i> sp.	방어류	-	+	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Seriola lalandi</i>	부시리	-	-	-	-	-	-	-	-	+
7	<i>Girella punctata</i>	벵에돔	+++	-	-	-	-	+	-	-	++
8	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	+	-	-	-	+	+	-	-	-
7	<i>Paralichthys divaceus</i>	넙치	+	+	+	+	-	-	-	-	-
8	<i>Pterois lunulata</i>	솔배감펍	-	-	+	-	-	+	+	+	+
9	<i>Neosynchiropus</i> sp.	알록양태 류	-	-	-	-	-	-	-	+	+
9	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	-	-	+++	-	+++	+++	+++	-	+++
10	<i>Scorpaena onaria</i>	점감펍	-	-	-	-	-	+	-	-	-
11	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	-	-	+++	-	-	+++	-	-	-
12	<i>Evisitas acutirostris</i>	육동가리돔	-	-	-	+	-	-	-	-	-
13	<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	-	-	+	-	-	+	+	+	-
14	<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	-	-	-	-	+	+	-	-	+
15	<i>Chronis notata</i>	자리돔	-	-	+++	++++	+++	+++	++++	+++	++++
16	<i>Chronis fuma</i>	연무자리돔	-	-	+	-	-	-	-	-	-
17	<i>Chronis analis</i>	노랑자리돔	-	-	-	-	-	-	-	-	+
18	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	-	-	-	-	-	-	-	++	+++
19	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	-	-	+	++	-	+	+++	+	-
20	<i>Halichoeres paxillopterus</i>	용치놀래기	-	-	-	+	++	-	+++	-	++
21	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	-	-	-	+	+	+	+++	-	++
22	<i>Labroides dimidiatus</i>	청줄청소노래기	-	-	-	-	+	-	-	-	-
23	<i>Pteragogus flagellifer</i>	어랭놀래기	-	-	-	-	-	-	++	-	-
24	<i>Stethojulis interrupta terina</i>	무지개놀래기	-	-	-	-	-	-	+	-	-
25	<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	-	-	+	-	+	+	+	-	+
26	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	-	-	++	-	+	-	-	-	+
27	<i>Prionurus scalprum</i>	취돔	-	-	-	-	-	+	-	-	-
28	<i>Pomacentrus coelestis</i>	파랑돔	-	-	-	-	-	-	+	-	+
29	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	취치	-	-	+	-	+	-	+	-	-
31	<i>Thamnaconus modestus</i>	말취치	-	-	-	+	-	+	-	-	-
32	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코취치	-	-	-	-	-	-	+	-	-
33	<i>Apogon doderleini</i>	세줄얼개비늘	-	-	-	+	-	+	+	-	-
34	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	-	-	-	+	-	-	+	-	+
35	<i>Eviota epiphanes</i>	두건망둑	-	-	-	+	-	-	-	-	-
36	<i>Pempheris japonica</i>	주걱치	-	-	-	-	++	-	-	-	-
37	<i>Cirrhichthys aureus</i>	노랑가시돔	-	-	-	-	+	-	-	-	-
38	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	청줄돔	-	-	-	-	+	+	+	-	+
39	<i>Chaetodon modestus</i>	세동가리돔	-	-	-	-	-	-	-	-	+
40	<i>Oplgnathus punctatus</i>	강담돔	-	-	-	-	-	+	-	-	+
41	<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	-	-	-	-	-	+	+	+	+
42	<i>Epinephelus akaara</i>	불바리	-	-	-	-	-	-	+	-	-
43	<i>Enneapterygius thexstoma</i>	가막베도라치	-	-	-	-	-	-	+	-	-
44	<i>Petroscirtes breviceps</i>	두줄베도라치	-	-	-	-	-	-	-	+	-
45	<i>Istigobius campbelli</i>	사자코망둑	-	-	-	-	-	-	++	-	-
46	<i>Istigobius hoshinonis</i>	비단망둑	-	-	-	-	-	-	++	-	-
47	<i>Eviota</i> sp.	풀비늘망둑류	-	-	-	-	-	-	+	-	-
48	<i>Trimma grammistes</i>	꼬마줄망둑	-	-	-	-	-	-	+	-	-
49	<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	-	-	-	-	-	-	+	-	-
50	<i>Canthigaster rivulata</i>	청복	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Number of species			5	3	12	10	13	18	29	9	20

개체수: +; <10, ++; 10-100, +++; 100-1000, ++++; <1000

(나) 인공어초

자연 암반 조사와 동일한 날 같은 방법으로 북제주 바다목장 해역 내 사각어초어장에서 스쿠버다이빙에 의한 어류자원을 조사하였다.

2004년 10월: 조사당시 설치된 지 1년 지난 사각어초는 잔모래 자갈이 깔린 편평한 바닥 위에 3-4단으로 잘 쌓여져 있었으며 표면에는 아직 많은 부착생물이 관찰되지 않았다. 조사당시 관찰된 총 어종 수는 14종으로 자연 암반(지실이도 연안)에서의 34종에 비하여 50%의 종 다양성을 나타내었다. 이는 모래 바닥에 설치된 어초어장의 서식지 다양성이 자연 암반에 비하여 낮았기 때문으로 생각되었다.

어초 어장의 중간 부분에는 많은 수의 600-700마리의 불볼락과 40-50여 마리의 도화볼락이 군집을 이루고 있었으며 20-25 cm급의 말쥐치를 포함한 10-20 cm급 용치놀래기, 황놀래기, 놀래기 등 놀래기류와 소형 줄도화돔 수 백 마리가 어초 사이에 서식하고 있었다. 바닥 부근에는 등지느러미가 커다란 30-40 cm급 육동가리돔 3마리가 머물고 있었으며 10-15 cm 급의 벤자리 유어도 몇 마리 관찰되었다(표 3-3-19).

2004년 12월에는 수중영상 분석결과 총 15종의 어종의 서식이 확인되었다. 조사 당일에는 자리돔 떼와 몇 마리의 연무자리돔이 확인되었으며 놀래기, 황놀래기, 용치놀래기 등 놀래기류와 쥐치, 말쥐치, 줄도화돔 등 어종들이 머물고 있었으며 개체수는 적지만 도화볼락, 거북복 등이 어초 어장 속에서 관찰되었다.

2005년 7월: 조사 당시 수온은 표층이 20-21℃, 30 m 수층에서는 14-16℃로 낮게 유지되고 있었다. 조사 방법은 2004년도와 동일하였으며 관찰된 어종은 총 18종으로 자연암반(29종)에 비하면 적었으며 2004년 10월의 14종보다는 조금 많았다. 어종별로는 줄도화돔이 2000마리 이상으로 가장 많았으며 가을철에 많은 개체가 확인되었던 전갱이와 불볼락 떼는 볼 수 없었고 돌돔이 15마리 출현하여 먹이 활동을 하고 있음을 관찰할 수 있었다. (표 3-3-19).

수산어종: 인공어초 어장에서 10월에 관찰된 수산어종은 33 cm 넙치 1마리, 불볼락 유어 500여 마리, 22-30 cm급 돌돔 8마리, 18-24 cm급 말쥐치 12마리가 확인되었는데, 같은 날 암반 조사에서 확인되지 않았던 종은 말쥐치와 불볼락이었다. 한편 자연암초에서 상대적으로 많은 양이 관찰되었던 병에돔은 인공어초와 자연암초가 가지고 있는 서식지의 특성에 따른 차이로 평가되었다. 즉, 자연암석이 만든 굴이나 좁은 틈을 좋아하는 병에돔은 공간이 자신들의 먹이가 되는 해조류가 적고 은신처가 상대적으로 적은 사각인공어초보다는 자연 암반제역을 선호하기 때문으로 볼 수 있다. 12월의 수산어종으로는 26-29 cm급 돌돔 3마리, 20 cm급 소형 호박돔과 25 cm급 말쥐치 1마리를 확인하였다.

2005년 7월에는 2004년 10월 볼 수 있었던 수 백 마리의 불볼락떼는 없었으며 15-25 cm급 돌돔 25마리와 16-20 cm급 솜뱅이 4마리가 확인되었으며 그 외 능성어, 자바리, 말쥐치가 각각 한 마리씩 관찰되었다(표 3-3-20).

표 3-3-19. 북제주바다목장 인공어초어장에서 확인된 어종, 개체수 및 전장 범위
(2004년 10월, 2005년 7월)

No.	Scientific name	Korean name	October 2004		July 2005	
			TL(cm)	No.	TL(cm)	No.
1	Dasyatidae sp.	색가오리류	-	-	300	1
2	<i>Ditrema temminckii</i>	망상어	-	-	15	9
3	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어	-	-	12	1
4	<i>Pterois lunulata</i>	쓸배감펍	-	-	28	1
5	<i>Sebastes joyneri</i>	도화볼락	7-15	46	8-12	12
6	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	7-9	500	-	-
7	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	솜뱅이	-	-	16-20	4
8	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	8-11	800이상	8-12	2000+
9	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	-	-	15	1
10	<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	-	-	15	1
11	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	12-15	2000이상	-	-
12	<i>Hapalogenys mucronatus</i>	군평선이	-	-	15	1
13	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	10-14	3	-	-
14	<i>Evistias acutirostris</i>	육동가리돔	34-36	4	-	-
15	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	15-18	4	-	-
16	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	22-30	8	15-25	25
17	<i>Chromis notata</i>	자리돔	-	-	12-15	2
18	<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	18	1	15-25	2
19	<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	-	-	18	1
20	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	15-18	8	12-18	5
21	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	13-18	7	12-22	8
22	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	33	1	-	-
23	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	12-22	6	17-22	12
24	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	18-24	12	27	1
25	<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	-	-	-	-
Number of species			14		18	

조사 기간 중 북제주 바다목장 지실이도 남쪽 해역의 인공어초 어장에서 확인된 어종 수는 월별로 4-34종으로 총 55종으로 출현종은 월별로 또는 조사 당시의 수온 환경의 차이에 따라 큰 폭으로 변동함을 보였다.

조사 기간 중 출현한 어종 중에서 비교적 개체수가 많았던 종으로는 줄도화돔과 자리돔을 들 수 있으며 그 외 놀래기류 순이었다. 자바리, 호박돔, 넙치, 쏨뱅이, 불락, 쥐돔 등은 개체수가 상대적으로 적었다. 그 외 색가오리류, 범돔, 그물코쥐치 등은 단 1회에 한하여 관찰되었던 소수종이다. 인공어초 어장에서 가장 적은 수가 관찰되었던 2005년 9월로 4종이었는데 이는 같은 자연암반의 9종보다 적었으며 가을철이지만 수온이 15℃를 낮게 유지되어 매우 적은 어종 수만이 관찰되었으며 자리돔과 줄도화돔과 같은 소형종 외에는 황놀래기와 청복만이 확인되었다. 10월에도 자연암반에서는 20종이 확인되었지만 인공어초에서는 줄도화돔, 자리돔을 포함하여 단 6종만이 관찰되었다.

표 3-3-20. 북제주바다목장의 인공어초어장에서 주요 수산 어종의 개체수와 전장 범위

Scientific name	Korean name	October 2004		July 2005	
		TL (cm)	No.	TL (cm)	No.
<i>Sebastes thompsoni</i>	불불락	8-10	530	-	-
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	22-30	8	15-25	25
<i>Sebastes marmoratus</i>	쏨뱅이	-	-	16-20	4
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	-	-	15	1
<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	-	-	15	1
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	33	1	-	-
<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	18-24	12	27	1

표 3-3-21. 북제주바다목장의 인공어초에서 확인된 어종

No.	Scientific name	Korean name	Oct.'04	Dec.	Feb.'05	Mar.	Apr.	June	July	Sep.	Oct.
1	<i>Dasyatis sp</i>	색가오리류	-	-	-	-	-	-	+	-	-
2	<i>Atherion dymus</i>	밀멸	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
3	<i>Hyporhamphus bleekeri</i>	색줄멸	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
4	<i>Iso flosmaris</i>	물꽃치	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Plotosus lineatus</i>	솔종개	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Pterois lunulata</i>	솔배감팽	+	+	+	-	+	+	+	-	+
7	<i>Scorpaena anaria</i>	점감팽	-	+	-	-	-	-	-	-	-
8	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	++	-	+	-	+	+	-	-	-
9	<i>Sebastes thompsoni</i>	볼볼락	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
10	<i>Sebastes joyneri</i>	도화볼락	-	-	-	++	-	+	++	-	-
11	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	솜뱅이	+	+	+	+	+	-	+	-	+
12	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	금강바리	+	+	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Apogon doederleini</i>	세줄얼개비늘	+	+	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	++	+++	+++	+++	+++	+++	++++	++	+++
15	<i>Trachurus japonicus</i>	진갱이	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Carangidae sp.	진갱이류	-	++++	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>Seriola sp.</i>	방어류	-	+	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	+	-	-	-	-	+	-	-	+++
19	<i>Penpheris japonica</i>	주걱치	++	-	-	-	-	-	-	-	-
20	<i>Chaetodon modestus</i>	세동가리돔	+	-	-	-	-	-	-	-	-
21	<i>Chaetodontoptus septentrionalis</i>	청줄돔	+	+	+	-	-	-	-	-	-
22	<i>Eviostias acutirostris</i>	육동가리돔	-	+	-	-	-	-	-	-	-
23	<i>Girihitichthys aureus</i>	노랑가시돔	-	+	-	-	+	-	-	-	-
24	<i>Girella punctata</i>	벙에돔	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
25	<i>Labracoglossa argentiventris</i>	황조어	++	-	-	-	-	-	-	-	-
26	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	+	-	-	+	+	+	++	-	+
27	<i>Oplegnathus punctatus</i>	강담돔	+	-	-	-	-	-	-	-	-
28	<i>Goniistius quadricornis</i>	여덟동가리	+	-	-	+	-	-	+	-	-
29	<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	-	-	-	-	-	-	+	-	-
30	<i>Ditrema temmincki</i>	망상어	+	-	-	-	-	-	+	-	-
31	<i>Neoditrema ransonneti</i>	인상어	++++	-	-	-	-	-	+	-	-
32	<i>Chromis fumea</i>	연무자리돔	+	+	-	-	-	-	-	-	-
33	<i>Chromis notata</i>	자리돔	++++	++++	+++	++	+++	+++	+	+++	+++
34	<i>Pomacentrus coelestis</i>	파랑돔	+	-	-	-	-	-	-	-	-
35	<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	+	-	-	+	-	-	-	-	-
36	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	-	-	-	-	+	-	-	-	-
37	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	++	+	-	-	-	-	+	-	-
38	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	++	+	-	-	++	+	-	-	-
39	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	++	+	+	+	+	+	+	+	-
40	<i>Pteragogus flagellifer</i>	어랭놀래기	+	-	-	-	-	-	-	-	-
41	<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄베도라치	+	-	-	-	-	-	-	-	-
42	<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	++	-	-	-	-	-	-	-	-
43	<i>Paralichthys divaceus</i>	넙치	+	+	-	-	-	-	-	-	-
44	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치	+	-	-	-	-	-	-	-	-
45	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	-	-	+	+	-	+	++	-	-
46	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	-	-	-	+	+	+	+	-	-
47	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어	-	-	+	-	-	-	+	-	-
48	<i>Genes oyena</i>	게레치	-	-	-	+++	+	-	-	-	-
49	<i>Upeneus japonicus</i>	노랑촉수	-	-	-	+	-	-	-	-	-
50	Gobiidae	망둑어류	-	-	-	-	-	+	-	-	-
51	<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	-	-	-	-	-	-	+	-	-
52	<i>Haplogenyys mucronatus</i>	균평선어	-	-	-	-	-	-	+	-	-
53	<i>Canthigaster rivulata</i>	칭복	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Number of species			34	19	9	13	12	12	18	4	6

개체수: +; <10, ++; 10-100, +++; 100-1000, ++++; <1000

나. 무척추동물 자원

(1) 서식분포

(가) 종조성

① 종수

2004년 9월부터 2005년 11월까지 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 조사된 무척추동물은 총 8문 18강 40목 100과 201종이 출현하였다. 연체동물의 경우 4강 15목 40과 74종으로 전체 출현 동물들 중 36.8%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 이중 복족류가 28.4%로 높은 우점율을 보였다. 절지동물은 1강 1목 15과 43종으로 전체의 21.4%로 갑각류만이 출현하였고, 자포동물은 3강 7목 20과 34종으로 전체의 16.9%를 차지하여 이중 산호충류가 10.9%의 우점을 보였다. 다음으로 해면동물이 2강 6목 8과 18종으로 9.0%, 극피동물이 5강 7목 11과 18종으로 해면동물과 같이 9.0%를 차지하였으며, 태형동물은 1강 1목 1과 6종으로 3.0%, 환형동물은 1강 2목 4과 5종으로 3.0%, 척색동물이 1강 1목 1과 3종으로 전체의 1.5%의 순으로 나타나 차귀도 연안역에서 채집된 무척추동물 중 연체동물이 차지하는 비중이 가장 높은 것으로 나타났다(그림 3-3-12).

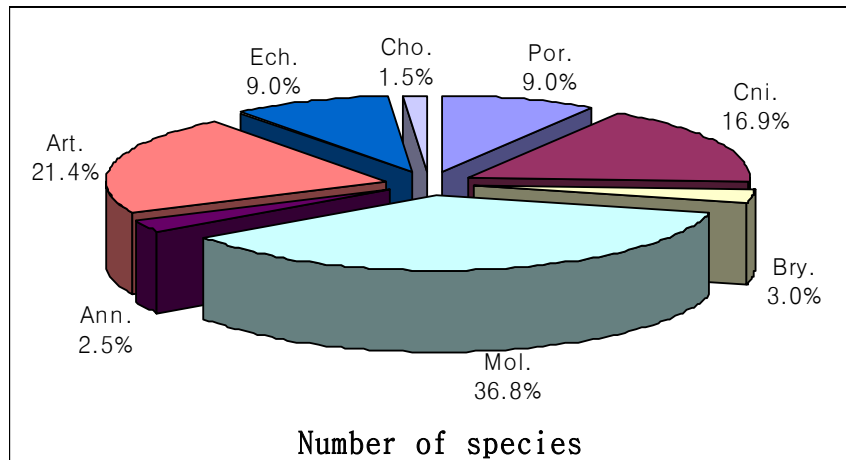


그림 3-3-12. 제주 바다목장 조성지 해역에 출현하는 무척추동물의 종 조성.

해면동물의 출현종 중 보통 해면류(Demospongia)가 우점하였고, 자포동물 중에서 산호충류(Anthozoz)가 우점하였으며 전체 출현종 중 10.9%(22종)를 차지하였다. 태형동물에서는 유일하게 나후류(Gymnolaemata)가 3.0%(6종)를 차지하였고, 연체동물 중에서는 복족류(Gastropoda)가 28.4%(57종)로 우점하였다.

환형동물에서는 다모류(Polychaeta)가 2.5%(5종)를 차지하였다. 절지동물은 모두 갑각류(Crustacea)가 차지하였으나 이중 십각류(Decapoda)가 21.4%(43종)를 차지하였고, 극피동물에서는 불가사리류(Stelleroidae)가 6.0%(12종)으로 우점 하였으며, 척색동물에서는 유일

하계 해초류(Asciadiacea)인 멩게류(Pyuridae)가 1.5%(3종)로 출현 동물문 중 가장 낮은 출현율을 보였다.

2004년 9월부터 2005년 11월까지 조사된 종수의 월별 변동의 경우 9월에 85종, 11월에 100종, 2월에 100종, 4월에 119종, 6월에 101종, 8월에 93종으로 '05년 4월에 출현종이 가장 많았고, '04년 9월에 가장 낮게 나타나 동계에서 춘계로 갈수록 출현종수가 증가하였다. 그러나 출현 동물문 중 가장 높은 출현율을 보인 연체동물의 복족류(Gastropoda)에 대한 월별 출현변동의 경우 9월, 11월, 6월에 28종 이하로 출현하였지만, 4월에는 종수가 증가한 35종이 출현하였으며 특히, '05년 8월에 39종으로 가장 높은 출현율을 보여 하계로 갈수록 종수가 증가하는 특징을 보였다(표 3-3-22).

② 개체수

2004년 9월부터 2005년 11월까지 조사된 무척추 동물의 개체수는 총 10,589개체로 연체동물 54.0%(5,719개체), 절지동물 23.1%(2,448개체), 극피동물 9.5%(1,001개체/m²), 자포동물 5.8%(616개체), 해면동물 5.0%(526개체), 척삭동물 1.0%(99개체), 태형동물 0.8%(92개체), 환형동물 0.8%(88개체)의 순으로 차지하였다(그림 3-3-13).

표 3-3-22. 조사해역 동물군별 총 출현종

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%
Porifera	PDe	5	5.9	13	15.5	10	10.9	11	9.2	11	10.9	10	10.8	19	14.3	11.3	10.9
	CHy	6	7.1	5	4.9	7	6.9	6	5.0	7	6.9	3	3.2	6	4.5	5.7	5.6
Cnidaria	CAn	5	5.9	13	12.6	12	11.9	13	10.9	12	11.9	5	5.4	11	8.2	10.1	9.6
	CSc	-	-	1	1.0	3	3.0	1	0.8	3	3.0	-	-	-	-	1.1	1.0
Bryozoa	BGy	1	1.2	5	4.9	6	5.9	4	3.4	6	5.9	4	4.3	4	3.0	4.3	4.1
Mollusca	MPo	4	4.7	4	3.9	1	1.0	5	4.2	1	1.0	1	1.1	2	1.5	2.6	2.7
	MGS	26	30.6	27	26.2	28	27.7	35	29.4	28	27.7	39	41.9	56	42.1	34.1	32.6
	MBi	-	-	2	1.9	1	1.0	1	0.8	1	1.0	6	6.5	7	5.2	2.6	2.7
	MCE	1	1.2	2	1.9	1	1.0	1	0.8	1	1.0	1	1.1	2	1.5	1.3	1.2
Annelida	APol	2	2.4	1	1.0	4	4.0	5	4.2	4	4.0	1	1.1	3	2.2	2.9	2.7
Arthropoda	ACr	22	25.9	14	13.6	12	11.9	18	15.1	12	11.9	15	16.1	16	12.0	15.6	14.9
Echino- dermata	ESt	6	7.1	7	6.8	6	5.9	11	9.2	6	5.9	4	4.3	3	2.2	6.1	5.8
	EEc	4	4.7	4	3.9	4	4.0	4	3.4	4	4.0	1	1.1	3	2.2	3.4	3.2
	EHo	1	1.2	1	1.0	-	-	1	0.8	-	-	-	-	1	0.7	0.6	0.5
	Cri	-	-	-	-	1	1.0	1	0.8	1	1.0	1	1.1	-	-	0.6	0.5
Chordata	CCh	2	2.4	1	1.0	4	4.0	2	1.7	4	4.0	2	2.2	-	-	2.1	2.0
Total		85	100	100	100	100	100	119	100	101	100	93	100	133	100	104.4	100

개체수 변화에서 가장 우점을 보인 연체동물의 경우 우점종은 복족류(Gastropoda)로 나타났으며 전체의 50.9%(5,391개체)로 압도적으로 우점 하였고, 절지동물에서는 갑각류(Crustacea)가 전체의 23.1%(2,448개체), 극피동물 중에서는 불가사리류(Stelleroidae)가 6.4%(677개체)로 우점 하였다. 자포동물에서는 히드라충류가 2.7%(290개체), 해면동물은 보통 해면류(Demospongia)가 5.0%를 차지하였고, 다음으로 척삭동물(1.0%, 99개체), 태형동물(0.8%, 92개체), 환형동물(0.8%, 88개체)로 나타나 차귀도 연안역에서 조사된 무척추동물 중 연체동물이 개체수 우위를 보였으며 가장 적은 개체수는 환형동물로 나타났다(표 3-3-23.)

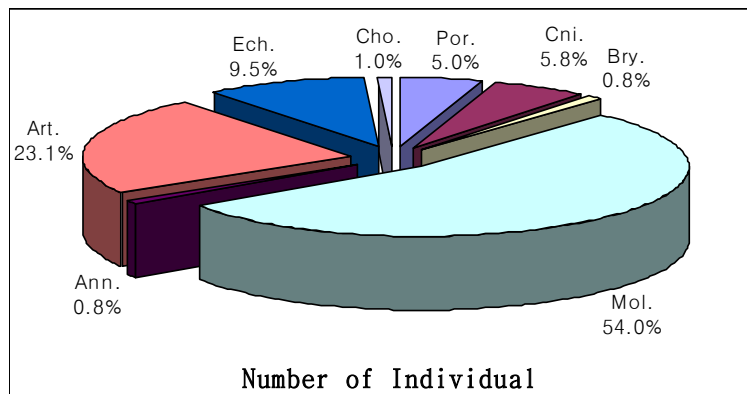


그림 3-3-13. 제주 바다목장 조성지 해역에 출현하는 무척추 동물의 개체조성.

표 3-3-23. 제주 바다목장 조성지 해역의 동물군별 총 개체조성

Taxon		'04. Sep.	'04. Nov.	'05. Feb.	'05. Apr.	'05. Jun.	'05. Aug.	'05. Nov.	Average								
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%						
Porifera	PDe	8	0.4	103	5.7	104	7.9	147	6.6	104	7.9	60	3.1	147	10.3	96.1	5.6
	CHy	9	0.5	12	0.6	61	4.7	101	4.5	61	4.7	46	2.4	241	16.8	75.9	4.4
Cnidaria	CAn	8	0.4	55	3.0	56	4.3	63	2.8	56	4.3	15	0.8	56	3.9	44.0	2.5
	CSc	-	-	22	1.2	25	1.9	1	0.1	25	1.9	-	-	-	-	10.4	0.6
Bryozoa	BGy	2	0.1	10	0.5	19	1.5	25	1.1	19	1.5	17	0.9	103	7.2	27.9	1.9
	MPo	8	0.4	9	0.5	2	0.2	9	0.4	2	0.2	1	0.1	14	0.9	6.4	0.3
Mollusca	MGs	1,150	59.1	1,015	54.9	560	42.8	1,080	48.5	560	42.8	1,026	52.5	506	35.4	842.4	49.0
	MBi	-	-	13	0.7	4	0.3	7	0.3	4	0.3	12	0.6	35	2.4	10.7	0.6
	MCE	35	1.8	62	3.4	35	2.7	32	1.4	35	2.7	57	2.9	29	2.0	40.7	2.7
Annelida	APol	9	0.5	5	0.3	16	1.2	40	1.8	16	1.2	2	0.1	5	0.3	13.3	0.7
Arthropoda	ACr	401	20.6	378	20.5	305	23.3	437	19.6	305	23.3	622	31.8	190	13.3	376.9	21.9
	ESt	167	8.6	119	6.4	73	5.6	175	7.9	73	5.6	70	3.6	91	6.3	109.7	6.3
Echino-dermata	EEc	139	7.1	35	1.9	12	0.9	69	3.1	12	0.9	18	0.9	6	0.4	41.6	2.4
	EHo	1	0.1	1	0.1	-	-	12	0.5	-	-	-	-	4	0.2	2.6	0.1
	Cri	-	-	-	-	6	0.5	10	0.4	6	0.5	3	0.2	-	-	3.6	0.2
Chordata	CCh	9		6		31	2.4	18	0.8	31	2.4	4	0.2	-	-	14.1	0.8
Total		1,946	100	1,845	100	1,309	100	2,226	100	1,309	100	1,953	100	1,427	100	1,716	100

③ 생체량

2004년 9월부터 2005년 11월까지 차귀도 연안역에서 조사된 무척추 동물의 생체량은 총 404,971.6 g로 연체동물 62.5%(253,013.6 g), 절지동물 13.7%(55,389.1 g), 해면동물 8.4%(34,184.5 g), 극피동물 6.8%(27,388.3 g), 척색동물 4.3%(17,595.8 g), 태형동물 2.2%(8,970.4 g), 자포동물이 1.7%(6,871.1 g), 환형동물 0.4%(1,558.8 g)의 순으로 차지하였다(그림 3-3-14).

출현동물군 중 가장 높은 생체량을 보인 연체동물의 경우 우점종은 복족류(Gastropoda)로 전체의 38.7%(156,568.7g)로 압도적으로 우점 하였고, 절지동물은 갑각류(Crustacea)로 전체의 13.7%(55,389.1g)였으며 해면동물은 보통해면류(Demospongia)가 8.4%(34,184.5g), 극피동물에서는 성게류(Echinoidea)가 2.5%(10,164.7g)로 우점 하였다. 척색동물인 해초류(Ascidiacea)는 전체의 4.3%(17,595.8g)를 차지하였고, 태형동물과 환형동물은 전체 생체량 중 가장 낮았으며 그 값은 각각 2.2%(8,970.4g), 0.4%(1,558.8g)로 나타났다(표 3-3-24).

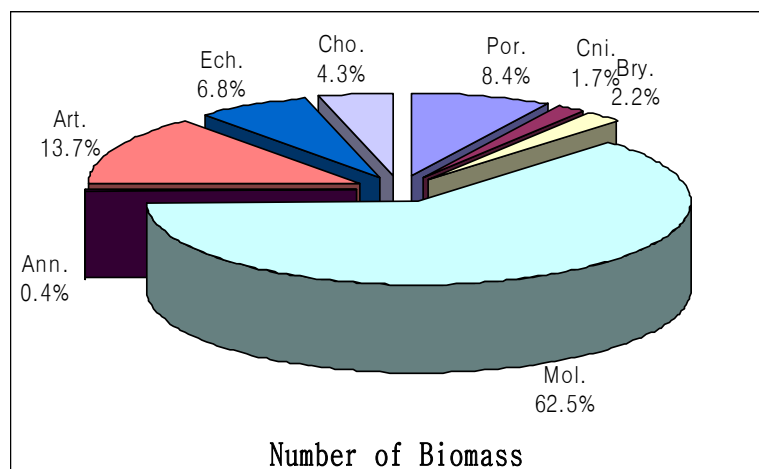


그림 3-3-14. 제주 바다목장 조성지 해역에 출현하는 무척추 동물의 생체량 조성.

(나) 지역별 분포

① 종수 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 조사된 무척추동물의 지역별 종수변화의 경우 4곳의 지역 중 고산에서 181종으로 가장 많았고, 용수에서 151종, 신창에서 143종의 순이었으며 가장 낮은 곳은 용당으로 141종이 출현하여 바다목장 조성지 남쪽에 위치해 있는 고산지역에서 다양한 생물들이 출현하는 것으로 나타났다(그림 3-3-15).

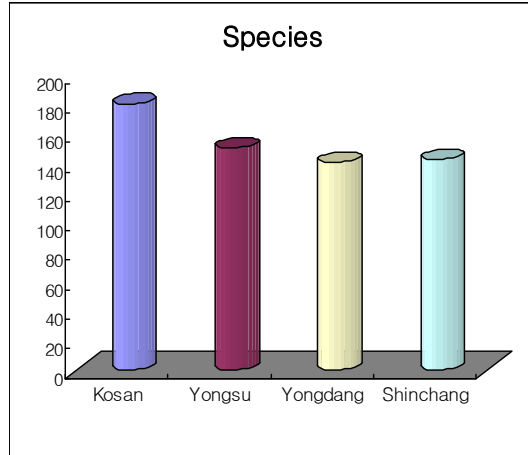


그림 3-3-15. 제주 바다목장 조성지 해역의 지역별 무척추동물 종수 변화.

표 3-3-24. 제주 바다목장 조성지 해역의 동물군별 총 생체량 조성

Taxon		'04. Sep.	'04. Nov.	'05. Feb.	'05. Apr.	'05. Jun.	'05. Aug.	'05. Nov.	Average								
		gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%						
Porifera	PDe	109.3	0.3	5833.1	10.1	8566.6	10.9	8021.0	8.4	8566.6	10.9	3087.9	5.8	6443.7	15.1	5,804.0	9.0
	CHy	6.6	0.1	30.8	0.1	564.9	0.7	454.5	0.5	564.9	0.7	212.2	0.4	885	2.0	388.4	0.6
Cnidaria	CAn	262.0	0.6	1149.0	2.0	833.9	1.1	942.7	1.0	833.9	1.1	458.1	0.9	1,530.0	3.5	858.5	1.3
	CSc	-	-	51.2	0.1	251.5	0.3	3.4	0.1	251.5	0.3	-	-	-	-	79.7	0.1
Bryozoa	BGy	18.9	0.1	128.6	0.2	381.6	0.5	8021.0	8.4	381.6	0.5	38.7	0.1	707.7	1.6	1,382.6	2.1
	MPo	3.2	0.1	287.0	0.5	1.3	0.1	4.0	0.1	1.3	0.1	0.5	0.1	22.0	0.1	45.6	0.1
Mollusca	MGs	19282.1	46.7	23460.4	40.6	29335.1	37.4	35255.4	37.0	29335.1	37.4	19900.6	37.5	17694.6	41.5	24,894.8	38.9
	MBi	-	-	61.6	0.1	102.7	0.1	90.6	0.1	102.7	0.1	79.5	0.1	504.8	1.1	134.6	0.2
	MCE	3527.8	8.4	8432.0	14.6	23415.5	29.8	22234.4	23.3	23415.5	29.8	14685.3	27.7	4,650.4	10.9	14,337.3	22.4
Annelida	APol	1450.8	3.5	9.0	0.1	21.0	0.1	56.4	0.1	21.0	0.1	0.6	0.1	9.6	0.1	224.1	0.3
Arthropoda	ACr	11000.7	26.5	11005.9	19.1	7556.7	9.6	5962.7	6.3	7556.7	9.6	12306.4	23.2	8,476.1	19.9	9,123.6	14.2
	ESt	737.2	1.8	3771.5	6.5	1241.0	1.6	1891.6	2.0	1241.0	1.6	1011.9	1.9	1,456.3	3.4	1,621.5	2.5
Echino- dermata	EEc	3637.3	8.7	1887.1	3.3	692.7	0.9	2513.4	2.6	682.7	0.9	751.5	1.4	190.7	0.4	1,479.3	2.3
	EHo	269.4	0.6	725.9	1.3	-	-	5998.3	6.3	-	-	-	-	1.2	0.1	999.3	1.5
	Cri	-	-	-	-	88.0	0.1	130.6	0.1	88.0	0.1	29.2	0.1	-	-	48.0	0.1
Chordata	CCh	1450.8	3.5	926.0	1.6	5485.5	7.0	3748.8	3.9	5485.5	7.0	499.2	0.9	-	-	2,513.7	3.9
Total		41756.1	100	57759.1	100	78538.0	100	95328.8	100	78528.0	100	53061.6	100	42,572.1	100	63,935	100

㉞ 고산

바다목장 조성지 남쪽에 위치해 있는 고산에서 총 181종이 출현하였다. 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 32.3%로 가장 높은 우위를 보였으며 이중 복족류(Gastropoda)가 차지하는 비율은 26.2%였다. 자포동물은 전체 16.9%로 산호충류(Anthozoz)가 10.8%를 차지하였고, 다음으로 극피동물과 절지동물이 각각 13.8%의 출현비율을 나타냈다. 해면동물에서는 보통 해면류(Demospongia)가 전체의 12.3%, 이 외 대형동물과 환형동물도 출현비율이 4.6%로 낮았으며 가장 낮게 나타난 종은 척색동물로 그 출현율은 1.5%였다. 9월부터 8월까지 종수의 월별 변동을 살펴보면, 6월에 79종, 11월에 11종, 4월에 73종으로 춘계와 추계 때 종의 출현이 높은 반면, 하계와 동계때는 종의 출현이 낮게 나타나고 있다. 따라서, 고산지역에서 가장 높은 우점을 보인 동물은 연체동물이었으며 그 중 복족류(Gastropoda)가 차지하는 비율이 높게 나타났다(표 3-3-25).

㉟ 용수

용수에서 출현한 무척추 동물은 총 151종으로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 37.7%로 가장 높은 우위를 보였으며 이중 복족류(Gastropoda)가 차지하는 비율은 27.9%였다. 다음으로 해면동물(Demospongia)이 16.4%를 차지하였고, 극피동물이 14.7%로 이중 성게류(Echinoidea)가 4.9%로 우점 하였다.

절지동물이 13.1%, 자포동물이 9.6%, 대형동물과 환형동물이 각각 3.3%를 차지하였으며 가장 낮은 비율이 나타난 동물은 척색동물로 1.6%를 차지하였다. 9월부터 8월까지 종수의 월 변동을 살펴보면, 11월에 60종, 2월에 72종, 4월에 66종으로 춘계와 동계때 종의 출현이 높은 반면, 하계와 추계때는 종의 출현이 낮게 나타나고 있다. 따라서, 고산과 같은 경향으로 연체동물이 차지하는 비율이 높게 나타나고 있다(표 3-3-25).

㊱ 용당

용당에서 출현한 무척추동물은 총 141종으로 바다목장 조성지 중 종다양도가 가장 적게 나타난 지역으로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 35.3%로 가장 높은 우위를 보였으며 이중 복족류(Gastropoda)가 차지하는 비율은 25.9%였다.

다음으로 자포동물과 극피동물이 각각 14.9%를 차지하였고, 자포동물 중에서 산호충류(Anthozoz)가 극피동물에서는 불가사리류(Stelleroidae)가 각각 7.4%로 같은 출현율을 나타냈다.

또한 해면동물과 절지동물의 경우도 13.0%로 같았으며 가장 낮게 나타난 동물은 환형동물과 척색동물로 그 출현율은 각각 1.9%였다. 9월부터 8월까지 종수의 월 변동을 살펴보면, 11월에 49종, 2월에 48종, 4월에 67종 및 6월에 60종으로 11월부터 종의 출현이 증가추세에 있지만 대체로 춘계와 하계때 종의 출현이 높게 나타나고 있다(표 3-3-25).

㉔ 신창

차귀도 연안역 바다목장 조성지의 북쪽에 위치해 있는 신창에서 출현한 무척추동물은 총 143종으로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 34.5%로 가장 높았으며 이중 복족류(Gastropoda)가 29.1%를 차지하였다. 다음으로 자포동물이 전체의 14.6%로 이중 산호충류(Anthozoz)가 7.3%를 차지하였고, 해면동물과 절지동물 및 극피동물에서 각각 14.5%로 같은 출현율을 나타냈다.

종수가 가장 낮게 출현한 동물은 태형동물과 척색동물로 그 출현율은 각각 3.6%, 1.8%였다. 9월부터 8월까지 종수의 월 변동을 살펴보면, 4월에 72종, 6월에 60종, 8월에 50종으로 춘계의 종 출현이 높게 나타나지만 용당과 같은 양상으로 춘계와 하계 때 종의 출현이 높게 나타나고 있다(표 3-3-25).

표 3-3-25. 각 지역별 무척추동물의 출현 종수 변화

Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%
Porifera	PDe	-	-	19	25.0	8	13.3	7	9.7	13	16.5	6	11.3	4	7.1	8.1	12.8
	CHy	-	-	3	3.9	7	11.7	4	5.6	3	3.8	2	3.8	3	5.3	3.1	4.9
Cnidaria	CAn	1	2.2	5	6.6	9	15.0	12	16.7	12	15.2	1	1.9	2	3.5	6.0	9.4
	CSc	-	-	2	2.6	1	1.7	1	1.4	-	-	-	-	-	-	0.6	0.9
Bryozoa	BGy	-	-	2	2.6	3	5.0	4	5.6	4	5.1	3	5.7	3	5.3	2.7	4.2
Mollusca	MPo	4	8.9	3	3.9	-	-	2	2.8	2	2.5	-	-	1	1.7	1.7	2.6
	MGs	15	33.3	20	26.3	12	20.0	14	19.4	19	24.1	19	35.8	24	42.8	17.6	27.8
	MBi	-	-	1	1.3	2	3.3	-	-	2	2.5	3	5.7	4	7.1	1.7	2.6
	MCe	1	2.2	2	2.6	1	1.7	1	1.4	1	1.3	1	1.9	2	3.5	1.6	2.5
Annelida	APol	2	4.4	1	1.3	3	5.0	3	4.2	6	7.6	1	1.9	-	-	2.3	3.6
Arthropoda	ACr	13	28.9	9	11.8	5	8.3	10	13.9	7	8.9	10	18.9	8	14.2	8.9	14.0
	ESt	6	13.3	6	7.9	4	6.7	7	9.7	5	6.3	4	7.5	3	5.3	5.0	7.9
Echino- dermata	EEc	3	6.7	2	2.6	2	3.3	3	4.2	3	3.8	1	1.9	2	3.5	2.3	3.6
	EHo	-	-	-	-	-	-	1	1.4	-	-	-	-	-	-	0.1	1.5
	Cri	-	-	-	-	1	1.7	1	1.4	1	1.3	-	-	-	-	0.4	0.6
Chordata	CCh	-	-	1	-	2	3.3	2	2.8	1	1.3	2	3.8	-	-	1.1	1.7
Total		45	100	76	100	60	100	72	100	79	100	53	100	56	100	63.2	100

표 3-3-25. 계속

※ Yongsu

Taxon		'04. Sep.	'04. Nov.	'05. Feb.	'05. Apr.	'05. Jun.	'05. Aug.	'05. Nov.	Average								
		Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%						
Porifera	PDe	1	3.3	24	40.0	8	11.1	9	13.6	11	22.4	5	11.4	9	14.0	9.6	17.4
	CHy	-	-	1	1.7	5	6.9	1	1.5	1	2.0	1	2.3	5	7.8	2.0	3.6
Cnidaria	CAn	1	3.3	5	8.3	7	9.7	-	-	1	2.0	1	2.3	6	9.3	3.0	5.4
	CSc	-	-	-	-	2	2.8	-	-	2	4.1	-	-	-	-	0.6	1.0
Bryozoa	BGy	-	-	1	1.7	3	4.2	1	1.5	3	6.1	2	4.5	4	6.2	2.0	3.6
	MPo	-	-	-	-	-	-	4	6.1	-	-	-	-	1	1.5	0.7	1.2
Mollusca	MGs	14	46.7	11	18.3	21	29.2	22	33.3	15	30.6	19	43.2	23	35.9	17.9	32.5
	MBi	-	-	-	-	1	1.4	1	1.5	1	2.0	3	6.8	3	4.6	1.3	2.3
	MCE	1	3.3	1	1.7	1	1.4	1	1.5	1	2.0	1	2.3	1	1.5	1.0	1.8
Annelida	APol	-	-	-	-	2	2.8	3	4.5	1	2.0	1	2.3	1	1.5	1.1	2.0
Arthropoda	ACr	6	20.0	9	15.0	11	15.3	10	15.2	5	10.2	6	13.6	7	10.9	7.7	14.0
	ESt	3	10.0	3	5.0	5	6.9	7	10.6	4	8.2	2	4.5	3	4.6	3.9	7.0
Echino- dermata	EEc	3	10.0	3	5.0	3	4.2	3	4.5	2	4.1	1	2.3	1	1.5	2.3	4.1
	EHo	-	-	-	-	-	-	1	1.5	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1
	Cri	-	-	1	1.7	1	1.4	1	1.5	1	2.0	1	2.3	-	-	0.7	1.2
Chordata	CCh	1	3.3	1	1.7	2	2.8	2	3.0	1	2.0	1	2.3	-	-	1.1	2.0
Total		30	100	60	100	72	100	66	100	49	100	44	100	64	100	55	100

표 3-3-25. 계속

※ Yongdang

Taxon		'04. Sep.	'04. Nov.	'05. Feb.	'05. Apr.	'05. Jun.	'05. Aug.	'05. Nov.	Average								
		Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%	Spe.	%						
Porifera	PDe	3	10.7	12	24.5	6	12.5	10	14.9	7	11.7	4	10.3	10	11.9	7.4	13.8
	CHy	1	3.6	2	4.1	4	8.3	3	4.5	4	6.7	2	5.1	6	7.1	3.1	5.7
Cnidaria	CAn	2	7.1	3	6.1	3	6.3	9	13.4	5	8.3	-	-	11	13.0	4.7	8.7
	CSc	-	-	1	2.0	2	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.7
Bryozoa	BGy	-	-	3	6.1	4	8.3	3	4.5	3	5.0	3	7.7	3	3.5	2.7	5.0
	MPo	-	-	-	-	1	2.1	-	-	4	6.7	-	-	1	1.1	0.9	1.6
Mollusca	MGs	11	39.3	11	22.4	14	29.2	19	28.4	16	26.7	15	38.5	29	34.5	16.4	30.6
	MBi	-	-	2	4.1	-	-	-	-	4	6.7	1	2.6	6	7.1	1.9	3.5
	MCE	-	-	1	2.0	1	2.1	1	1.5	1	1.7	1	2.6	2	2.3	1.0	1.8
Annelida	APol	-	-	1	2.0	2	4.2	2	3.0	1	1.7	-	-	2	2.3	1.1	2.0
Arthropoda	ACr	6	21.4	4	8.2	6	12.5	9	13.4	8	13.3	9	23.1	9	10.7	7.3	13.6
	ESt	3	10.7	4	8.2	3	6.3	5	7.5	4	6.7	2	5.1	3	3.5	3.4	6.3
Echino- dermata	EEc	2	7.1	5	10.2	-	-	2	3.0	2	3.3	1	2.6	1	1.1	1.9	3.5
	EHo	-	-	-	-	-	-	1	1.5	-	-	-	-	1	1.1	0.3	0.5
	Cri	-	-	-	-	-	-	1	1.5	-	-	1	2.6	-	-	0.3	0.5
Chordata	CCh	-	-	-	-	2	4.2	2	3.0	1	1.7	-	-	-	-	0.7	1.3
Total		28	100	49	100	48	100	67	100	60	100	39	100	84	100	53.5	100

표 3-3-25. 계속

Taxon		'04. Sep.	'04. Nov.	'05. Feb.	'05. Apr.	'05. Jun.	'05. Aug.	'05. Nov.	Average
		Spe. %	Spe. %	Spe. %	Spe. %	Spe. %	Spe. %	Spe. %	Spe. %
Porifera	PDe	3 7.1	12 24.5	6 14.3	11 15.3	9 15.0	8 16.0	13 17.3	8.9 15.9
	CHy	5 11.9	2 4.1	2 4.8	4 5.6	3 5.0	3 6.0	4 5.3	3.3 5.9
Cnidaria	CAn	2 4.8	6 12.2	3 7.1	2 2.8	4 6.7	4 8.0	4 5.3	3.6 6.4
	CSc	- -	- -	1 2.4	- -	- -	- -	- -	0.1 0.1
Bryozoa	BGy	1 2.4	2 4.1	1 2.4	3 4.2	1 1.7	1 2.0	4 5.3	1.9 3.4
	MPo	1 2.4	- -	1 2.4	1 1.4	2 3.3	1 2.0	1 1.3	1.0 1.7
Mollusca	MGs	14 33.3	13 26.5	13 31.0	20 27.8	18 30.0	20 40.0	29 38.6	18.1 32.4
	MBi	- -	- -	- -	1 1.4	1 1.7	1 2.0	7 9.3	1.4 2.5
	MCE	- -	1 2.0	1 2.4	1 1.4	2 3.3	1 2.0	2 2.6	1.1 1.9
Annelida	APol	- -	- -	- -	3 4.2	3 5.0	- -	2 2.6	1.1 1.9
Arthropoda	ACr	6 14.3	8 16.3	6 14.3	11 15.3	10 16.7	8 16.0	8 10.6	8.1 14.5
	ESt	4 9.5	2 4.1	5 11.9	8 11.1	4 6.7	1 2.0	1 1.3	3.6 6.4
Echino- dermata	EEc	3 7.1	2 4.1	1 2.4	4 5.6	2 3.3	1 2.0	- -	1.9 3.4
	EHo	1 2.4	- -	- -	1 1.4	- -	- -	- -	0.3 0.5
	Cri	- -	- -	- -	1 1.4	- -	1 2.0	- -	0.3 0.5
Chordata	CCh	2 4.8	1 2.0	2 4.8	1 1.4	1 1.7	- -	- -	1.0 1.7
Total		42 100	49 100	42 100	72 100	60 100	50 100	75 100	55.7 100

㉞ 각 지역별 종수의 월 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 출현한 종수의 각 지역별 월별 변동을 살펴보면 지역별로 가장 많은 종이 출현한 고산의 경우 6월에 79종으로 가장 많이 출현하였고, 9월에 가장 적은 45종이 출현하였다. 용수의 경우 2월(72종)에 높고 9월(30종)에 낮았으며, 용당과 신창의 경우는 4월에 각각 67종, 72종으로 높았고, 9월에 28종, 42종으로 낮게 나타났다. 전반적으로 종수의 월변동 출현양상은 2월과 4월인 동계와 춘계때 높게 출현하는 반면 8월과 9월의 하계에는 감소하는 경향을 보였으며 각 지역에서 출현한 종수를 월별로 합산한 결과 4월(277종)에 종수가 증가하는 것으로 나타났다(그림 3-3-16).

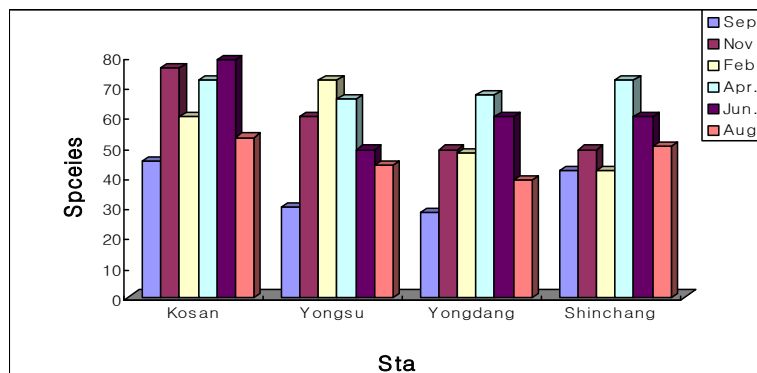


그림 3-3-16. 각 지역별 종수의 월 변화.

② 개체수 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 조사된 무척추동물의 지역별 개체수변화의 경우 4곳의 지역 중 신창에서 3,063개체로 가장 많았고, 용당에서 2,712개체, 용수에서 2,693개체의 순이었으며 가장 낮은 곳은 고산으로 2,659개체가 출현하여 종수 변동과 반대양상으로 바다목장 조성지 북쪽에 위치해 있는 신창에서 무척추 동물의 분포밀도가 높게 나타났다(그림 3-3-17).

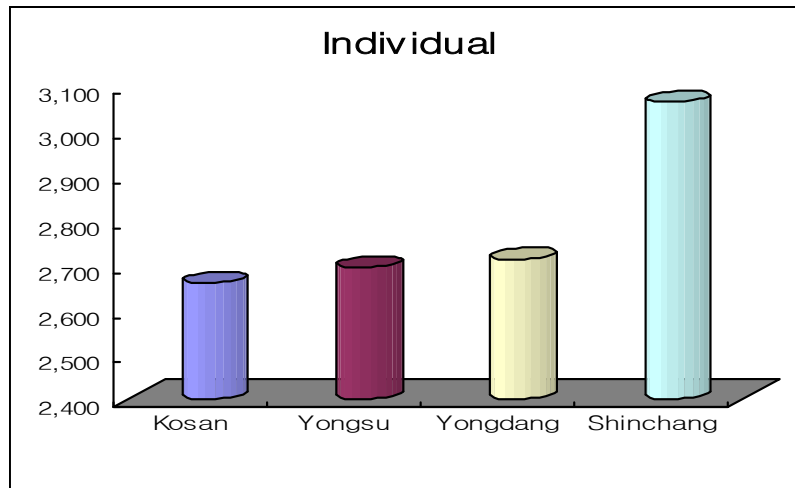


그림 3-3-17. 제주 바다목장 조성지 해역의 지역별 무척추동물 개체수 변화.

㉠ 고산

고산에 출현한 무척추동물은 총 2,659개체로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 49.2%로 가장 많았고 복족류(Gastropoda)가 43.8%를 차지하였다. 다음으로 절지동물 중 십각류가 전체의 23.6%를 차지하였고, 자포동물은 전체의 9.2%로 히드라충류(Hydrozoa)와 산호충류(Anthozoz)가 각각 4.4%를 차지하였다. 극피동물은 전체의 9.12%로 이중 불가사리류(Stelleroidae)가 6.0%로 우점 하였으며 다음은 해면동물인 보통해면류(Demospongia)가 4.7%, 태형동물 2.0%, 환형동물 1.3%로 나타났고, 척삭동물이 0.9%로 가장 적게 나타났다. 9월부터 8월까지 개체수의 월 변동을 살펴보면, 11월에 535개체로 가장 많이 출현하였고, 9월과 4월에 각각 397개체, 396개체로 적게 출현하였다. 따라서 연체동물과 절지동물에서 개체출현 밀도가 높게 나타났지만 다른 동물에서는 매우 낮게 나타났다(표 3-3-26).

㉡ 용수

용수에 출현한 무척추동물은 총 2,693개체로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의

53.9%로 가장 많았고 이 중 복족류(Gastropoda)가 50.6%로 전체 출현개체의 50%이상을 차지하였다. 다음으로 절지동물 중 십각류가 전체의 22.5%를 차지하였고, 극피동물은 전체의 14.0%로 이 중 불가사리류(Stelleroidae)가 9.0%로 우점 하였다. 다음은 해면동물인 보통해면류(Demospongia)가 5.3%, 자포동물이 2.6%, 환형동물과 척색동물이 각각 0.9%였으며 가장 적은 개체밀도를 보인 동물은 태형동물로 전체의 0.4%를 차지하였다. 9월부터 8월까지 개체수의 월 변동을 살펴보면, 4월에 667개체로 가장 많이 출현하였고, 2월에 295개체로 가장 적게 출현하였으며 고산과 같은 양상으로 연체동물과 절지동물에서 개체 밀도가 높지만 타 동물의 개체밀도는 낮게 나타났다(표 3-3-26).

㉔ 용당

용당에 출현한 무척추동물은 총 2,712개체로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 61.0%로 개체밀도가 가장 높았으며 이 중 복족류(Gastropoda)가 차지하는 비율이 58.5%로 전체 출현개체의 50%이상을 차지하였다. 다음으로 절지동물 중 십각류가 전체의 19.5%를 차지하였고, 극피동물은 전체의 7.2%로 이 중 불가사리류(Stelleroidae)가 3.6%로 우점 하였다. 다음은 해면동물인 보통해면류(Demospongia)가 4.5%, 자포동물이 4.5%, 태형동물과 환형동물이 각각 1.3%였으며 가장 적은 개체밀도를 보인 동물은 척색동물로 전체의 0.7%를 차지하였다. 9월부터 8월까지 개체수의 월 변동을 살펴보면, 8월에 767개체로 가장 많이 출현하였고, 4월에 629개체, 6월에 473개체로 동계철에 비해 춘·하계때 개체밀도가 증가하는 것으로 나타났다(표 3-3-26).

㉕ 신창

차귀도 연안역 바다목장 조성지 중 가장 높은 개체밀도가 나타나 신창의 무척추동물은 총 3,063개체로 출현 동물들 중 연체동물이 전체의 62.6%로 4곳의 정점에서 출현한 연체동물 중에서도 개체밀도가 가장 높았으며 이 중 복족류(Gastropoda)가 차지하는 비율이 60.2%였다. 다음으로 절지동물 중 십각류가 전체의 19.6%를 차지하였고, 극피동물은 전체의 7.3%로 이 중 불가사리류(Stelleroidae)가 5.1%로 우점 하였다. 다음은 해면동물인 보통해면류(Demospongia)가 5.0%, 자포동물이 3.4%, 환형동물이 0.8%였으며 태형동물과 척색동물이 각각 0.6%였으며 가장 낮은 개체밀도를 보였다. 9월부터 8월까지 개체수의 월 변동을 살펴보면, '04년 9월에 725개체로 개체밀도가 높지만 '05년 8월에는 301개체로 가장 낮게 나타나 월별 개체수 변동이 불규칙하게 나타나고 있다(표 3-3-26).

표 3-3-26. 각 지역별 무척추동물의 출현 개체수 변화

		※ Gosan															
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Porifera	PDe	-	-	35	6.5	31	7.2	17	4.3	32	6.4	8	1.9	23	7.8	20.9	4.9
	CHy	-	-	4	0.7	37	8.6	36	9.1	25	5.0	20	4.7	50	17.1	24.6	5.8
Cnidaria	CAn	2	0.5	6	1.1	35	8.1	40	10.1	34	6.8	2	0.5	4	1.4	17.6	4.1
	CSc	-	-	4	0.7	6	1.4	1	0.3	-	-	-	-	-	-	1.6	0.4
Bryozoa	BGy	-	-	3	0.6	5	1.2	12	3.0	15	3.0	16	3.8	14	4.8	9.3	2.2
Mollusca	MPo	7	1.8	6	1.1	-	-	2	0.5	2	0.4	-	-	-	-	2.4	0.6
	MGs	225	56.7	214	40.0	140	32.4	148	37.4	225	44.8	227	53.8	122	41.6	185.9	43.7
	MBi	-	-	11	2.1	2	0.5	-	-	13	2.6	6	1.4	13	4.4	6.4	1.5
	MCe	13	3.3	25	4.7	19	4.4	3	0.8	16	3.2	17	4.0	7	2.4	14.3	3.4
Annelida	APol	3	0.8	3	0.6	5	1.2	14	3.5	9	1.8	1	0.2	-	-	5.0	1.2
Arthropoda	ACr	107	27.0	185	34.6	107	24.8	82	20.7	53	10.6	103	24.4	37	12.6	96.3	22.6
	ESt	13	3.3	32	6.0	30	6.9	27	6.8	40	8.0	19	4.5	20	6.8	25.9	6.1
Echino- dermata	EEc	27	6.8	4	0.7	3	0.7	8	2.0	30	6.0	1	0.2	3	1.0	10.9	2.6
	EHo	-	-	-	-	-	-	1	0.3	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1
	Cri	-	-	-	-	3	0.7	1	0.3	2	0.4	-	-	-	-	0.9	0.2
Chordata	CCh	-	-	3	0.6	9	2.1	4	1.0	6	1.2	2	0.5	-	-	3.4	0.8
Total		397	100	535	100	432	100	396	100	502	100	422	100	293	100	425.5	100

표 3-3-26. 계속

		※ Yongsu															
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Porifera	PDe	1	0.2	33	9.9	25	8.5	43	6.4	27	6.0	13	3.3	32	9.1	24.9	5.7
	CHy	-	-	1	0.3	12	4.1	10	1.5	9	2.0	10	2.5	52	14.8	13.4	3.1
Cnidaria	CAn	1	-	8	2.4	7	2.4	-	-	2	0.4	2	0.5	32	9.1	7.4	1.7
	CSc	-	-	-	-	8	2.7	-	-	6	1.3	-	-	-	-	2.0	0.5
Bryozoa	BGy	-	-	2	0.6	4	1.4	1	0.1	5	1.1	2	0.5	10	2.8	3.4	0.8
Mollusca	MPo	-	-	-	-	-	-	7	1.0	-	-	-	-	5	1.4	1.7	0.4
	MGs	290	52.2	168	50.5	105	35.6	339	50.8	306	68.5	158	39.9	126	35.8	213.1	49.0
	MBi	-	-	-	-	3	1.0	3	0.4	2	0.4	4	1.0	5	1.4	2.4	0.6
	MCe	10	1.8	10	3.0	4	1.4	10	1.5	8	1.8	11	2.8	6	1.7	8.4	1.9
Annelida	APol	-	-	-	-	8	2.7	12	1.8	4	0.9	1	0.3	1	0.3	3.7	0.9
Arthropoda	ACr	87	15.6	82	24.6	83	28.1	132	19.8	42	9.4	177	44.7	59	16.8	94.6	21.7
	ESt	104	18.7	21	6.3	19	6.4	72	10.8	24	5.4	15	3.8	22	6.3	39.6	9.1
Echino- dermata	EEc	58	10.4	5	1.5	8	2.7	28	4.2	6	1.3	1	0.3	2	0.6	15.4	3.5
	EHo	-	-	1	0.3	-	-	2	0.3	-	-	-	-	-	-	0.43	0.1
	Cri	-	-	-	-	3	1.0	5	0.7	2	0.4	1	0.3	-	-	1.6	0.4
Chordata	CCh	5	0.9	2	0.6	6	2.0	3	0.4	4	0.9	1	0.3	-	-	3.0	0.7
Total		556	100	333	100	295	100	667	100	447	100	396	100	352	100	435.0	100

표 3-3-26. 계속

		※ Yongdang															
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Porifera	PDe	4	1.6	15	6.3	22	7.3	26	4.1	35	7.4	17	2.2	43	10.1	23.1	5.3
	CHy	2	0.8	5	2.1	8	2.7	30	4.8	15	3.2	7	0.9	85	20.0	21.7	4.9
Cnidaria	CAn	2	0.8	3	1.3	7	2.3	15	2.4	14	3.0	-	-	40	9.4	11.6	2.6
	CSc	-	-	1	0.4	9	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.3
Bryozoa	BGy	-	-	7	2.9	8	2.7	6	1.0	8	1.7	7	0.9	21	5.0	8.1	1.8
Mollusca	MPo	-	-	-	-	1	0.3	-	-	6	1.3	-	-	4	0.9	1.6	0.4
	MGs	239	96.8	145	60.4	165	55.0	325	51.7	264	55.8	426	55.5	122	28.8	240.9	54.8
	MBi	-	-	2	0.8	-	-	-	-	6	1.3	1	0.1	11	2.6	2.9	0.7
	MCE	-	-	5	2.1	3	1.0	9	1.4	9	1.9	18	2.3	3	0.7	6.7	1.5
1Annelida	APol	-	-	2	0.8	3	1.0	25	4.0	3	0.6	-	-	2	0.5	5.0	1.1
Arthropoda	ACr	-	-	17	7.1	57	19.0	139	22.1	75	15.9	232	30.2	61	14.4	83.0	18.9
	ESt	-	-	15	6.3	9	3.0	32	5.1	19	4.0	23	3.0	27	6.4	17.9	4.1
Echino- dermata	EEc	-	-	23	9.6	-	-	7	1.1	18	3.8	23	3.0	1	0.2	10.3	2.3
	EHo	-	-	-	-	-	-	7	1.1	-	-	11	1.4	4	0.9	3.1	0.7
	Cri	-	-	-	-	-	-	3	0.5	-	-	1	0.1	-	-	0.6	0.1
Chordata	CCh	-	-	-	-	8	2.7	5	0.8	1	0.2	1	0.1	-	-	2.1	0.5
Total		247	100	240	100	300	100	629	100	473	100	767	100	424	100	440	100

표 3-3-26. 계속

		※ Sinchang															
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Porifera	PDe	3	0.4	20	3.1	26	8.4	61	10.9	19	4.0	22	7.3	49	12.7	28.6	5.9
	CHy	7	1.0	2	0.3	4	1.3	25	4.5	9	1.9	9	3.0	54	14.0	15.7	3.2
Cnidaria	CAn	3	0.4	4	0.6	7	2.3	8	1.4	8	1.7	11	3.7	12	3.1	7.6	1.6
	CSc	-	-	-	-	2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1
Bryozoa	BGy	2	0.3	2	0.3	2	0.6	6	1.1	2	0.4	2	0.7	58	15.0	10.6	2.2
Mollusca	MPo	1	0.1	-	-	1	0.3	1	0.2	2	0.4	1	0.3	4	1.0	1.4	0.3
	MGs	396	54.6	490	75.4	163	52.9	268	48.0	292	61.2	215	71.4	137	35.4	280.1	57.6
	MBi	-	-	-	-	-	-	4	0.7	3	0.6	1	0.3	7	1.8	2.1	0.4
	MCE	-	-	22	3.4	9	2.9	10	1.8	6	1.3	11	3.7	13	3.4	10.1	2.1
Annelida	APol	-	-	-	-	1	0.3	9	1.6	11	2.3	-	-	2	0.5	3.3	0.7
Arthropoda	ACr	277	38.2	94	14.5	58	18.8	85	15.2	68	14.3	10	3.3	29	7.5	88.7	18.2
	ESt	27	3.7	12	1.8	26	8.4	44	7.9	32	6.7	13	4.3	22	5.7	25.1	5.2
Echino- dermata	EEc	4	0.6	3	0.5	1	0.3	25	4.5	24	5.0	5	1.7	-	-	8.9	1.8
	EHo	1	0.1	-	-	-	-	2	0.4	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1
	Cri	-	-	-	-	-	-	4	0.7	-	-	1	0.3	-	-	0.7	0.1
Chordata	CCh	4	0.6	1	0.2	8	2.6	6	1.1	1	0.2	-	-	-	-	2.9	0.6
Total		725	100	650	100	308	100	558	100	477	100	301	100	387	100	486.5	100

㉞ 각 지역별 개체수의 월 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 출현한 중수의 각 지역별 월별 변동을 살펴보면 고산의 경우 평균 447개체로 11월에 535개체로 가장 많이 출현하였고, 4월에 396개체로 가장 적게 출현 하였지만 조사기간 중 2월과 6월에 나타난 개체밀도가 다른 지역에 비해 증가하고 있었다. 용수의 경우 평균 449개체로 4월에 (667개체)높고 2월(295개체)에 낮았으며 다른 지역에 비해 4월 개체밀도가 증가하였고, 용당의 경우 평균 442개체로 8월에(767개체) 조사기간 중 가장 높은 개체밀도가 나타났으며 11월에 240개체로 가장 낮았다. 개체수가 가장 높게 나타난 신창의 경우 평균 503개체로 9월에(725개체)높고 8월(301개체)에 낮았다. 그러나 각 지역별로 나타난 개체수를 월별로 합산한 결과 월별 중수 변동과 같은 양상으로 4월(2250개체)에 개체밀도가 증가하는 것으로 나타났다(그림 3-3-18).

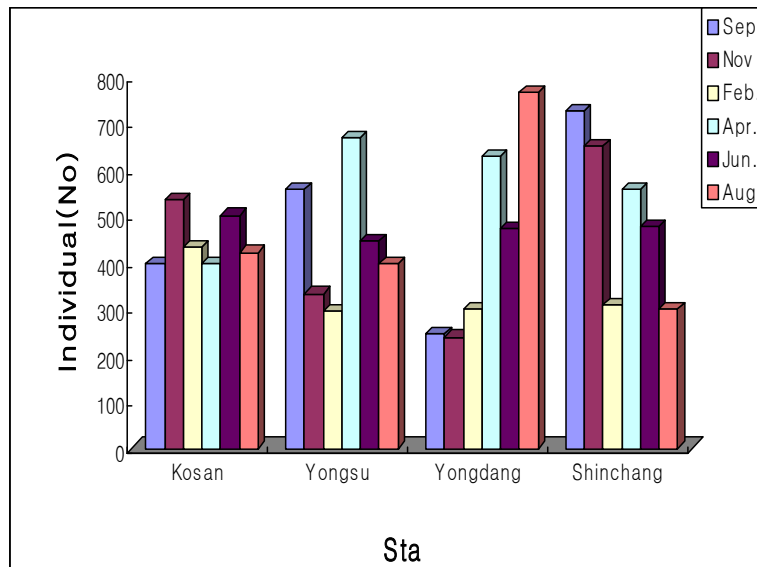


그림 3-3-18. 각 지역별 개체수의 월 변화.

③ 생체량 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 조사된 무척추동물의 지역별 개체수변화의 경우 4곳의 지역 중, 고산에서 118,659.9 g으로 가장 높았고, 용수에서 80,807.4 g, 용당에서 78,111.2 g의 순이었으며 가장 낮은 생체량이 나타난 곳은 신창으로 10,161.7 g이었으며 중수 변동과 같은 양상으로 고산에서 생체량이 높게 나타났다(그림 3-3-19).

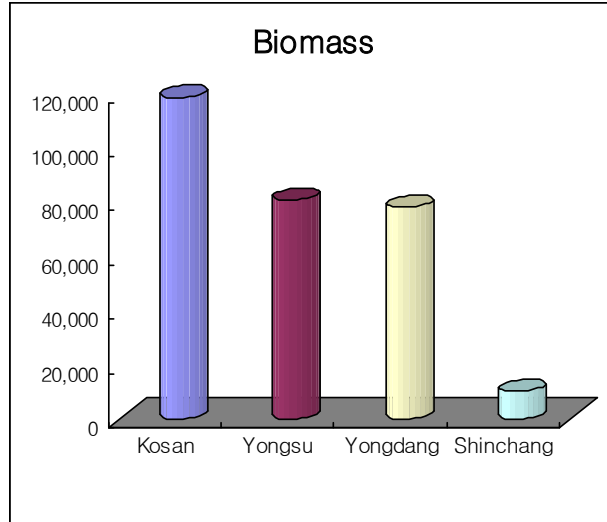


그림 3-3-19. 제주 바다목장 조성지 해역의 지역별 무척추동물 생체량 변화.

㉞ 고산

고산에 출현한 무척추동물의 생체량은 총 118,659.9 g으로 연체동물이 전체의 70.6%를 차지하였다. 이 중 두족류(Cephalopoda)와 복족류(Gastropoda)가 각각 37.1%, 33.2%으로 다른 출현동물들에 비해 압도적인 우위를 보였으며 특히, 다른 지역에 비해 두족류(Cephalopoda)인 문어(*Octopus dofleini*)가 차지하는 비율이 상대적으로 높았다. 다음으로 절지동물과 환형동물이 각각 10.8%를 차지하였고, 해면동물인 보통해면류(Demospongia)가 7.2%, 극피동물 5.2%, 척색동물 3.0%, 자포동물이 2.8%였으며 태형동물이 전체의 0.4%로 가장 적게 나타났다. 9월부터 8월까지 생체량의 월 변동을 살펴보면, 2월에 32,968.7 g으로 가장 높았고, 6월 25,831.8 g으로 동계와 춘계에 생체량이 증가하는 것으로 나타났다(표 3-3-27).

㉟ 용수

용수에 출현한 무척추동물의 생체량은 총 80,807.4 g으로 연체동물이 전체의 57.0%를 차지하였고 이 중 복족류(Gastropoda)가 39.4%로 생체량의 압도적 우위를 보였다. 다음으로 절지동물인 십각류가 전체의 20.1%를 차지하였고, 해면동물인 보통해면류(Demospongia)가 8.7%, 극피동물 8.6%, 척색동물 3.9%, 자포동물이 1.6%였으며 태형동물이 환형동물이 전체의 0.1%로 가장 적게 나타났다. 생체량의 월변동의 경우 4월(21,745.1 g)의 생체량이 타 조사기간에 비해 2배 수준으로 증가하였다(표 3-3-27).

표 3-3-27. 각 지역별 출현 무척추동물의 생체량 변화

※ Gosan																	
Taxon	'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average		
	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	
Porifera	PDe	-	-	769.5	3.8	4068.9	12.3	1140.2	8.8	2079.5	8.1	390.3	2.6	1,584.5	15.0	1,433.3	7.8
Cnidaria	CHy	-	-	11.1	0.1	272.2	0.8	91.5	0.7	217.0	0.8	34.6	0.2	92.5	0.9	102.7	0.6
	CAn	87.6	0.8	166.0	0.8	565.9	1.7	630.3	4.9	903.9	3.5	209.3	1.4	38.5	0.4	371.6	2.0
	CSc	-	-	58.4	0.3	64.5	0.2	3.4	0.1	-	-	-	-	-	-	18.0	0.1
Bryozoa	BGy	-	-	17.5	0.1	286.7	0.9	49.9	0.4	101.3	0.4	7.4	0.1	91.9	0.9	79.2	0.4
	MPo	2.1	0.1	275.2	1.4	-	-	1.0	0.1	2.3	0.1	-	-	0.2	0.1	40.1	0.2
Mollusca	MGs	4280.9	37.5	9566.4	47.6	7777.3	23.6	6660.6	51.7	6616.5	25.6	4291.7	28.8	5,363.7	50.7	6,365.3	34.6
	MBi	-	-	10.9	0.1	49.0	0.1	-	-	59.3	0.2	20.4	0.1	285.2	2.7	60.7	0.3
	MCE	2058.8	18.0	4194.3	20.9	16591.8	50.3	1898.3	14.7	11470.8	44.4	7617.6	51.0	1,300.0	12.3	6,447.4	35.1
Annelida	APol	1.3	0.1	7.1	0.1	7.1	0.1	43.9	0.3	34.8	0.1	0.2	0.1	-	-	13.5	0.1
Arthropoda	ACr	3785.0	33.1	3766.0	18.8	1382.6	4.2	756.8	5.9	1167.2	4.5	1906.8	12.8	1,347.6	12.7	2,016.0	11.0
	Est	148.7	1.3	486.6	2.4	540.6	1.6	409.3	3.2	708.9	2.7	192.6	1.3	319.9	3.0	400.9	2.2
Echinodermata	EEc	1061.3	9.3	137.2	0.7	119.9	0.4	141.6	1.1	1257.9	4.9	32.9	0.2	165.1	1.6	416.6	2.3
	EHo	-	-	-	-	-	-	800.0	6.2	-	-	-	-	-	-	114.3	0.6
	Cri	-	-	-	-	54.2	0.2	8.2	0.1	8.9	0.1	-	-	-	-	10.2	0.1
Chordata	CCh	-	-	618.5	3.1	1188.0	3.6	259.4	2.0	1203.5	4.7	223.7	1.5	-	-	499.1	2.7
Total		11,425.7	100	20,084.7	100	32,968.7	100	12,894.4	100	25,831.8	100	14,927.5	100	10,589.1	100	18,388.9	100

㉔ 용당

용당에 출현한 무척추동물의 생체량은 총 78,111.2 g으로 연체동물이 전체의 47.4%를 차지하였고, 이 중 복족류(Gastropoda)가 45.3g으로 가장 높은 생체량을 보였다. 다음으로 절지동물이 14.4%, 해면동물이 10.2%를 차지하였고, 극피동물 6.7%, 척색동물 3.0%, 자포동물이 1.7%, 태형동물이 0.3%였으며 환형동물이 전체의 0.1%로 가장 낮았다. 생체량의 월 변동의 경우 4월에 21,911.7 g으로 가장 높았고, 11월 4,736.6 g으로 가장 낮았으나 용수에서와 같은 양상으로 4월의 생체량 변화가 급격히 증가하였다(표 3-3-27).

표 3-3-27. 계속

※ Yongsu																	
Taxon		'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average	
		gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%
Porifera	PDe	7.2	0.1	843.7	9.8	938.5	8.4	3708.9	17.1	689.6	6.3	348.0	2.7	1,281.2	11.2	1,116.7	9.0
	CHy	-	-	0.3	0.1	180.9	1.6	124.4	0.6	74.7	0.7	134.0	1.0	302.1	2.6	116.6	0.9
Cnidaria	CAn	59.8	0.6	360.5	4.2	78.6	0.7	-	-	27.8	0.3	80.6	0.6	1,964.6	17.2	367.4	3.0
	CSc	-	-	-	-	75.7	0.7	-	-	27.6	0.3	-	-	-	-	14.8	0.1
Bryozoa	BGy	-	-	13.7	0.2	44.4	0.4	0.4	0.1	12.4	0.1	15.7	0.1	59.3	0.5	20.8	0.2
	MPo	-	-	-	-	-	-	2.8	0.1	-	-	-	-	7.2	0.1	1.4	0.1
Mollusca	MGs	3839.8	39.6	19.8	0.2	6444.4	57.6	8563.5	39.4	4099.9	37.6	6660.3	51.4	4,074.4	35.7	4,814.6	38.5
	MBi	-	-	-	-	-	-	24.0	0.1	11.9	0.1	41.5	0.3	77.0	0.7	22.1	0.2
	MCE	592.5	6.1	1085.2	12.5	989.3	8.8	5466.5	25.1	3459.6	31.7	1480.2	11.4	602.1	5.3	1,953.6	15.8
Annelida	APol	-	-	-	-	0.7	0.1	6.9	0.1	5.6	0.1	0.4	0.1	0.3	0.1	2.0	0.1
Arthropoda	ACr	3166.7	32.6	4641.3	53.9	1784.5	16.0	1028.6	4.7	757.4	6.9	3712.3	28.6	2,625.2	23.0	2,530.9	20.5
	ESt	228.7	2.4	357.3	4.1	147.0	1.3	651.6	3.0	613.7	5.6	264.4	2.0	402.6	3.5	380.8	3.1
Echinodermata	EEc	1263.8	13.0	363.0	4.2	-	-	925.4	4.3	212.2	1.9	51.3	0.4	25.0	0.2	405.8	3.3
	EHo	-	-	725.9	8.4	-	-	531.6	2.4	-	-	-	-	-	-	179.6	1.5
	Cri	-	-	-	-	-	-	82.6	0.4	66.1	0.6	1.5	0.1	-	-	21.5	0.2
Chordata	CCh	549.3	5.7	206.0	2.4	498.7	4.5	627.9	2.9	842.4	7.7	169.6	1.3	-	-	413.4	3.3
Total		9,707.8	100	8,616.7	100	11,182.7	100	21,745.1	100	10,900.9	100	12,959.8	100	11,421	100	12,362	100

㉠ 신창

신창에 출현한 무척추동물의 생체량은 총 10,161.7 g으로 4곳의 조사지역 중 가장 낮은 생체량을 보여왔다. 연체동물이 전체의 67.6%를 차지하였고, 이 중 복족류(Gastropoda)가 43.3 g으로 가장 높은 생체량을 보였다. 다음으로 절지동물이 9.0%, 해면동물이 7.9%를 차지하였고, 극피동물 6.8%, 척삭동물 6.1%, 환형동물이 1.6%, 자포동물이 1.1%였으며 태형동물이 전체의 0.2%로 가장 낮았다. 생체량의 월 변동의 경우 4월에 27,935.5 g로 가장 높았고, 11월 23,398.5 g으로 동계와 춘계에 생체량이 높게 나타난 반면, 하계와 추계에는 감소하는 것으로 나타났다(표 3-3-27).

표 3-3-27. 계속

※ Yongdang																	
Taxon	'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average		
	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	
Porifera	PDe	46.0	0.7	174.4	3.7	2268.5	21.6	1055.8	4.8	2703.1	17.6	1212.4	8.5	1,853.7	15.3	1,330.6	10.9
Cnidaria	CHy	0.6	0.1	15.4	0.3	80.6	0.8	173.3	0.8	116.3	0.8	28.8	0.2	396.4	3.3	115.9	1.0
	CAn	9.5	0.1	82.8	1.7	63.1	0.6	238.9	1.1	341.0	2.2	-	-	1,178.0	9.7	273.3	2.2
	CSc	-	-	5.3	0.1	85.0	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	12.90	0.1
Bryozoa	BGy	-	-	82.9	1.8	21.2	0.2	16.1	0.1	95.1	0.6	12.8	0.1	250.	2.1	68.3	0.6
	MPo	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1	1.6	0.1	-	-	6.5	0.1	1.4	0.1	
Mollusca	MGs	4693.5	74.1	3169.6	66.9	4558.2	43.4	9850.8	45.0	5518.1	35.9	5330.6	37.3	3,608.3	29.8	5,247.0	43.1
	MBi	-	-	50.7	1.1	-	-	-	-	103.9	0.7	3.4	0.1	63.2	0.5	31.6	0.3
	MCE	-	-	-	-	989.3	9.4	5572.4	25.4	2948.4	19.2	3817.8	26.7	667.1	56.5	1,999.3	16.4
Annelida	APo	-	-	1.9	0.1	0.7	0.1	2.3	0.1	1.1	0.1	-	-	3.7	0.1	1.4	0.1
Arthropoda	ACr	242.0	3.8	16.5	0.3	1784.5	17.0	2437.0	11.1	2824.4	18.4	3204.8	22.4	3,620.5	30.0	2,018.5	16.6
	Est	131.1	2.1	135.6	2.9	147.0	1.4	347.7	1.6	237.2	1.5	335.2	2.3	439.1	3.6	253.3	2.1
Echinodermata	EEc	1211.8	19.1	1001.5	21.1	-	-	291.9	1.3	483.0	3.1	237.1	1.7	0.6	0.1	460.8	3.8
	EHo	-	-	-	-	-	-	316.7	1.4	-	-	-	-	1.2	0.1	45.4	0.4
	Cri	-	-	-	-	-	-	32.7	0.1	-	-	6.5	0.1	-	-	5.6	0.1
Chordata	CCh	-	-	-	-	498.7	4.8	1576.1	7.2	10.3	0.1	105.6	0.7	-	-	313.0	2.6
Total		6,334.5	100	4,736.6	100	10,496.9	100	21,911.7	100	15,383.5	100	14,295.0	100	12,088.3	100	12,178.3	100

표 3-3-27. 계속

※ Shinchang																	
Taxon	'04. Sep.		'04. Nov.		'05. Feb.		'05. Apr.		'05. Jun.		'05. Aug.		'05. Nov.		Average		
	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	gwwt	%	
Porifera	PDe	56.1	0.8	1372.5	9.6	1260.7	5.4	2116.1	7.6	1544.1	10.9	1137.2	12.8	1,724.3	16.0	1,315.9	8.7
Cnidaria	CHy	6.0	0.1	3.8	0.1	31.2	0.1	65.3	0.2	114.2	0.8	14.8	0.2	94.0	0.9	47.0	0.3
	CAn	105.0	1.6	47.6	0.3	126.3	0.5	8.0	0.1	265.6	1.9	168.2	1.9	313.7	2.9	147.8	1.0
	CSc	-	-	-	-	26.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	0.1
Bryozoa	BGy	18.9	0.3	21.7	0.2	29.3	0.1	66.3	0.2	12.8	0.1	2.9	0.1	305.6	2.8	65.3	0.4
	MPo	1.1	0.1	-	-	12.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	8.1	0.1	3.2	0.1
Mollusca	MGs	4945.0	73.9	6125.8	42.7	10556.3	45.1	10180.6	36.4	5883.0	41.7	3618.0	40.7	4,649.2	43.1	6,565.4	43.3
	MBi	-	-	-	-	-	-	11.6	0.1	81.8	0.6	14.2	0.2	79.9	0.7	26.8	0.2
	MCE	-	-	3153.0	22.0	4944.2	21.1	9297.2	33.3	3840.5	27.2	1769.7	19.9	2,081.2	19.3	3,583.7	23.6
Annelida	APo	-	-	-	-	-	-	3.3	0.1	7.9	0.1	1482.5	16.7	5.6	0.1	214.2	1.4
Arthropoda	ACr	40.8	0.6	2958.4	20.6	2503.2	10.7	1739.8	6.2	1102.0	7.8	219.5	2.5	1,242.4	11.5	1,400.9	9.2
	Est	185.2	2.8	178.2	1.2	366.0	1.6	483.0	1.7	386.2	2.7	430.2	4.8	294.7	2.7	331.9	2.2
Echinodermata	EEc	160.2	2.4	386.0	2.7	281.8	1.2	1138.9	4.1	651.3	4.6	-	-	-	-	374.0	2.5
	EHo	269.4	4.0	-	-	-	-	1500.0	5.4	-	-	-	-	-	-	252.8	1.7
	Cri	-	-	-	-	-	-	39.8	0.1	-	-	21.2	0.2	-	-	8.7	0.1
Chordata	CCh	901.5	13.5	101.0	0.7	3261.0	13.9	1285.4	4.6	228.6	1.6	-	-	-	-	825.4	5.4
Total		6,689.2	100	14,348	100	23,398.5	100	27,935.5	100	14,118.4	100	8,878.9	100	10,798.7	100	15,166.8	100

㉞ 각 지역별 생체량의 월 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 차귀도 연안역 바다목장 조성지에서 출현한 생물에 대한 생체량의 각 지역별 월별 변동을 살펴보면 고산의 경우 평균 19,688.8 g으로 2월에 32,968.7 g으로 가장 높았고, 9월에 11,425.7 g으로 가장 적게 출현 하였지만 조사기간 중 4월을 제외한 9월부터 8월까지 다른 지역에 비해 생체량 분포가 가장 높았다.

용수의 경우 평균 12,518.8 g으로 4월에(21,745.1 g)높고 11월(8,616.7 g)에 낮았으며 용당의 경우 평균 12,193.0 g으로 용수와 같은 양상으로 4월에(21,911.7 g)높고 11월(4,736.6 g)에 낮게 나타났다.

한편, 신창의 경우 평균 15,894.8 g으로 4월에(27,935.5 g)높고 9월(6,689.2 g)에 낮았다. 그러나 2월에 고산에서 생체량이 가장 높게 나타난 것을 제외하면 용수, 용당, 신창에서 각각 4월에 생체량 변화의 우위를 보였으며 2월과 4월에 생체량이 급격히 증가하는 것으로 나타났다(그림 3-3-20).

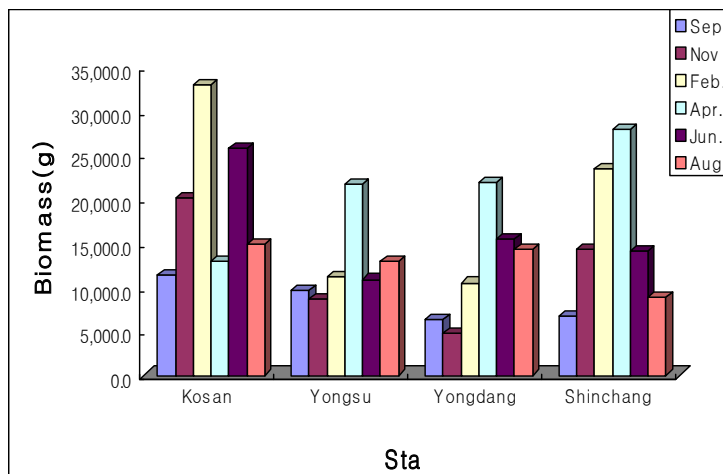


그림 3-3-20. 각 지역별 생체량의 월 변화.

(다) 각 동물 분류군의 월별 출현변동

① 종수

차귀도 바다목장 조성지에서 2004년 9월부터 2005년 8월까지 6개월 동안 채집된 자료를 각 동물문별로 정리한 결과를 그림 3-3-21에 나타냈다.

연체동물의 경우 가장 종의 출현이 많은 분류군은 복족류(Gastropoda)로써 '05년 8월에 39종으로 가장 많이 출현하였고, '05년 4월에 35종, '05년 2월과 6월에 각각 28종이 출현하여 '04년9월과 11월에 비해 종의 출현이 증가하였다.

절지동물의 경우 '04년 9월에 22종으로 가장 많이 출현하였고, '05년 4월에 18종이 출현 하였지만 그 이외에는 15종 이하로 종의 출현이 감소하고 있으며 '05년 2월과 6월에

각각 12종으로 종수가 가장 낮았다.

해면동물은 '04년 9월에 5종이 출현하여 11월에 16종으로 증가하지만 '05년 2월과 4월, 6월에 각각 11종 및 8월에 10종이 출현하여 '04년에 비해 종이 감소하고 있다. 자포동물 중에서 다양한 종의 출현이 나타난 분류군은 산호충류(Anthozoz)로서 '04년 11월과 '05년 4월에 각각 13종이 출현하였으며 '05년 2월과 6월에 12종, 8월과 9월에는 5종이 출현하여 여름철에 종수가 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 '04년과 '05년에 출현한 종수를 평균하여 비교한 결과 '04년에 비해 '05년의 종수출현이 약 5.0%증가하는 것으로 나타났다.

② 개체수

연체동물 중 가장 높은 개체밀도가 나타난 분류군은 복족류(Gastropoda)로서 '04년 9월에 1,150개체로 개체밀도가 가장 높았으며 11월(1,015개체)과 '05년 4월(1,080개체), 8월(1,026개체)에 1,000개체 이상으로 높게 나타났지만 '05년 2월과 4월에 각각 560개체로 50%이상이 감소하였다. 절지동물의 경우 '05년 8월에 622개체로 가장 높은 밀도를 나타냈으며 2월과 6월에 각각 305개체로 다른 조사기간에 비해 개체밀도가 50%이하로 감소하였다. 극피동물에 있어 개체수가 높게 나타난 분류군은 불가사리류(Stelleroidae)로서 '05년 4월에 175개체로 가장 높았으며 '04년 9월과 11월에 119개체 이상으로 출현하지만 '05년 2월과 6월 및 8월에는 70개체 이하로 개체밀도가 감소하고 있다. 따라서 '04년과 '05년에 출현한 개체수를 평균하여 비교한 결과 '05년의 개체수가 '04년에 비해 약 5.6% 감소하고 있는 것으로 나타났다(그림 3-3-22).

③ 생체량

연체동물 중 생체량이 높게 나타난 분류군은 복족류(Gastropoda)와 두족류(Cephalopoda)로서 먼저 복족류의 경우 '05년 4월에 35,255.4 g으로 가장 높은 생체량을 보였으며 2월과 6월에도 각각 29,335.1 g으로 비교적 높게 나타났다. '04년 9월과 '05년 8월에는 각각 19,282.1 g, 19,900.6 g으로 조사기간 중 생체량이 낮게 나타나 것으로 보아 복족류의 생체량은 동계와 춘계에 증가하는 것으로 나타났다. 두족류의 경우 대부분 출현한 종은 문어(*Octopus dofleini*)로서 '05년 2월과 6월에 각각 23,415.5 g으로 가장 높게 나타났다. '04년 9월에 3,527.8 g으로 '04년에 비해 '05년의 생체량이 증가하고 있다. 절지동물의 경우 '05년 8월에 12,306.4 g, '04년 9월과 11월에 11,000.7 g, 11,005.9 g으로 하계와 추계에는 생체량이 증가하지만 동계와 춘계에는 감소하는 경향이 나타났다. 따라서 '04년과 '05년에 나타난 생체량을 평균하여 비교한 결과 '05년의 생체량이 '04년에 비해 약 21.0%증가하고 있는 것으로 나타났다(그림 3-3-23).

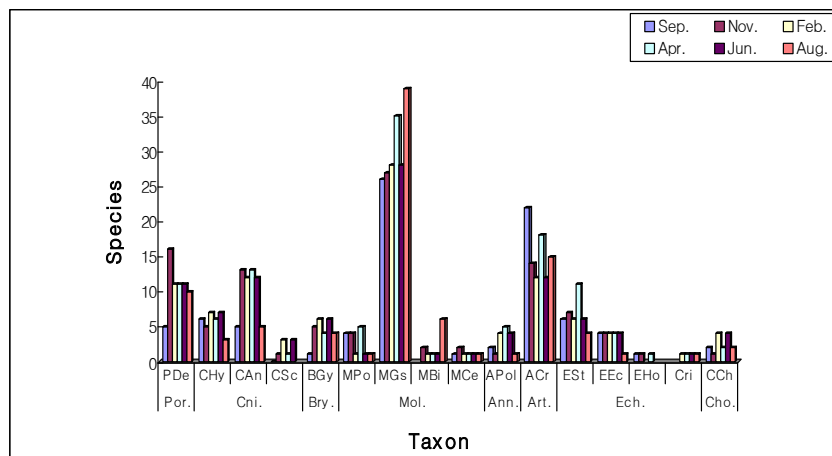


그림 3-3-21. 각 동물분류군의 월별 종수 출현양상.

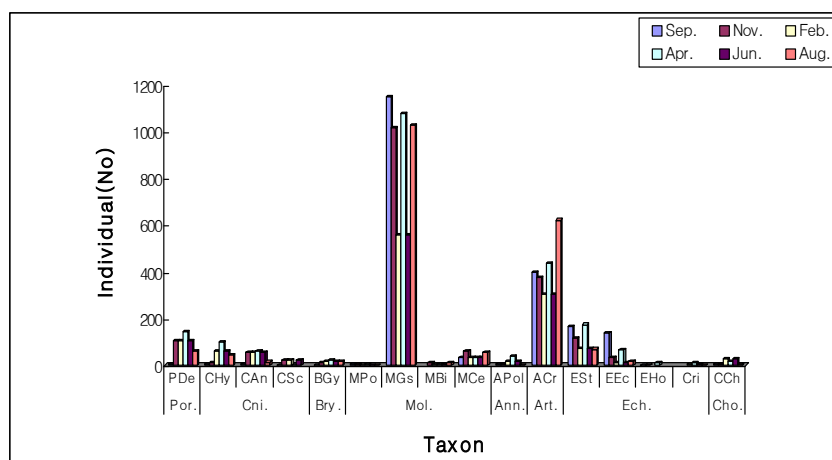


그림 3-3-22. 각 동물분류군의 월별 개체수 출현양상.

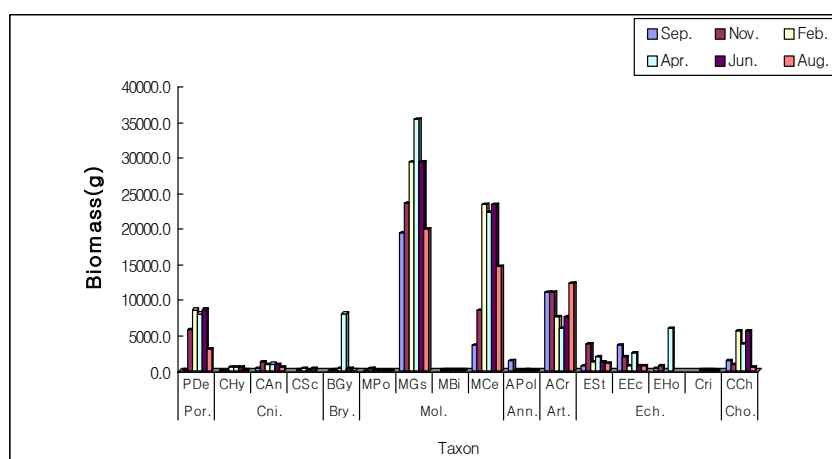


그림 3-3-23. 각 동물분류군의 월별 생체량 출현양상.

(라) 각 동물 분류군의 계절별 변동

2004년 9월부터 2005년 11월까지 조사된 자료를 토대로 무척추동물의 종수, 개체수, 생체량에 대한 계절적 변동양상을 파악하기 위해 '04년 9월~'05년 8월을 1년 주기로 하여 4월과 6월을 춘계, 8월과 9월을 하계, 11월을 추계, 2월을 동계철로 나눠서 분석하였다. 단, 춘계와 하계의 자료는 평균한 자료를 사용했다.

차귀도 연안역에서 종 및 분포밀도가 가장 높게 나타난 연체동물의 종수 및 개체수에 대한 계절변동의 경우 춘계에 서서히 증가하기 시작하여 하계에 최고 피크를 보이다 추계와 동계로 갈수록 서서히 감소하는 뚜렷한 계절적 출현양상을 보이고 있다. 그러나 생체량변동의 경우 춘계에 최고 피크가 나타나지만 하계에 급격히 감소하여 추계와 동계에 다시 증가하는 U자형 패턴을 보이고 있다. 절지동물에 있어서도 종수 및 개체수 변동은 연체동물과 유사한 패턴으로 하계에 피크가 나타나면서 추계 및 동계로 갈수록 감소하지만 생체량변동의 경우 춘계와 하계에 서서히 증가하여 추계에 최고 피크를 보이다 동계에 서서히 감소하는 특징을 보였다. 따라서 분포밀도가 가장 높은 연체동물과 절지동물의 종 및 개체수에 대한 계절적 패턴은 유사하게 나타났지만 생체량은 다르게 나타나는 계절적 특징을 보였다(그림 3-3-24).

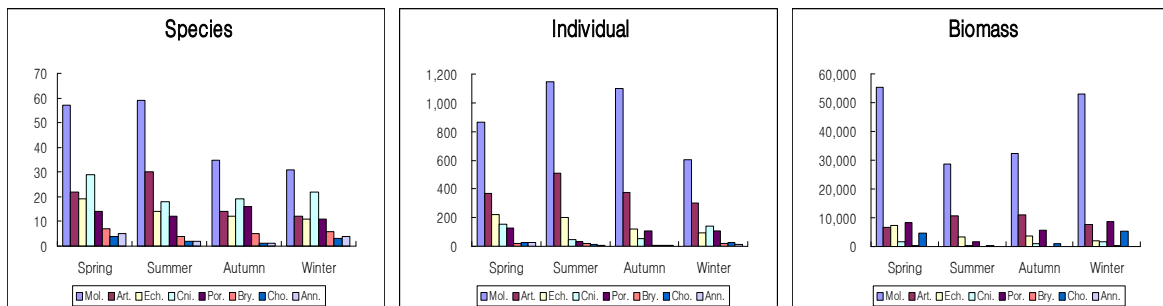


그림 3-3-24. 각 동물문별 종수, 개체수, 생체량의 계절적 변동.

(2) 우점종

(가) 각 동물문별 우점종

① 개체수 우점종

각 동물문별로 분류한 후 출현종의 총 개체수에 대한 출현율 중에서 10.0% 이상을 차지하는 종으로 나타났다.

연체동물에 있어 점유율 10.0% 이상을 차지하는 종은 3종으로 이 중 압도적으로 우점을 보인 종은 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)으로 총 개체수의 27.3%(1,559개체)를 차지했다. 두 번째 우점종은 소라(*Batillus cornutus*)로 총 개체수의 21.9%(1,255개체), 세 번째 우점종은 털겍질뱀지고둥(*Cantharus cecille*)으로 15.9%(912개체)가 차지했다.

절지동물의 경우 점유율 10.0%이상이 되는 종은 총 2종으로 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 총 개체수의 47.0%(1,151개체)로 압도적인 우점종이었으며 다음으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 19.4%(474개체)차지하였다.

극피동물의 우점종은 총 3종으로 이 중 첫 번째 우점종은 빨강불가사리(*Certonarchoa semiregularis*)로 총 개체수의 32.9%(347개체)를 차지했으며 두 번째 우점종은 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)로 21.3%(225개체)였고, 세 번째 우점종은 빨간등거미불가사리(*Ophiomastix mixta*)로 11.7%(124개체)를 차지했다.

자포동물의 경우 점유율 10.0%이상을 차지하는 종은 1종으로 곤봉히드라(*Coryne pusilla*)가 전체의 21.1%(123개체)를 차지하였다.

해면동물은 총 3종이 차지하여 이 중 첫 번째 우점종은 검정해면해면(*Halichondria okadae*)으로 총 개체수의 22.2%(117개체)를 차지하였고, 두 번째 우점종은 등글관해면(*Grantessa mitukurua*)으로 13.9%(73개체), 세 번째종은 예쁜이해면(*Callyspongia elegans*)이 11.7%(60개체)로 나타났다.

태형동물은 총 3종이 차지하여 첫 번째 우점종은 자주이끼벌레(*Dalcaria subovoidea*)가 38.0%(35개체), 두 번째는 등색망이끼벌레(*Reteporellina denticulata*)가 26.1%(24개체), 세 번째 종은 자루이끼벌레(*Aetea anguina*)로 13.0%(12개체)를 차지했다.

척삭동물은 총 2종으로 첫 번째 우점종은 돌멍게(*Microcosmus hartmeyeri*)가 전체의 68.7%(68개체), 두 번째 종은 멍게(*Halocynthia roretzi*)로 21.2%(21개체)를 차지했다.

환형동물은 총 2종으로 첫 번째 우점종은 참갯지렁이(*Neanthes caudata*)로 53.7%(44개체), 두 번째 우점종은 참미갯지렁이(*Glycera decipiens*)로 31.7%(26개체)를 차지하였다.

② 생체량 우점종

연체동물에 있어 점유율 10.0%이상을 차지하는 종은 3종으로 이 중 압도적으로 우점을 보인 종은 문어(*Octopus dofleini*)로 총 생체량의 37.6%(95,196.4 g)를 차지했다. 두 번째 우점종은 소라(*Batillus cornutus*)로 총 생체량의 37.6%(94,220.1 g), 세 번째 우점종은 매끈이고둥(*Kelletia lischkei*)으로 12.8%(32,368.4 g)를 차지했다.

절지동물의 경우 점유율 10.0%이상이 되는 종은 총 2종으로 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 총 생체량의 57.5%(30,708.3 g)로 압도적인 우점종이었으며 다음으로 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 28.2%(15,066.2 g)를 차지했다.

극피동물의 우점종은 총 3종으로 이 중 첫 번째 우점종은 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)로 25.8%(6,852.2 g)였고, 두 번째 우점종은 돌기해삼(*Stichopus japonicus*)으로 총 생체량의 22.6%(5,998.3 g), 세 번째 우점종은 빨강불가사리(*Certonarchoa semiregularis*)로 22.5%(5,974.5 g)를 차지했다. 자포동물의 경우 점유율 10.0%이상을 차지하는 종은 1종으로 곤봉히드라(*Coryne pusilla*)가 전체의 13.6%(921.6 g)를 차지하였다.

해면동물은 총 3종이 차지하여 이 중 첫 번째 우점종은 검정해면해면(*Halichondria okadae*)으로 총 생체량의 29.4%(10,043.9 g)를 차지하였고, 두 번째 우점종은 둥글관해면(*Grantessa mitukurua*)으로 12.3%(4,198.3 g), 세 번째종은 예쁜이해면(*Callyspongia elegans*)이 11.8%(4,020.2g)로 나타났다.

태형동물은 총 2종이 차지하여 첫 번째 우점종은 자주이끼벌레(*Dalcaria subovoidea*)가 68.8%(744.2 g)로, 두 번째는 등색망이끼벌레(*Reteporellina denticulata*)가 14.4%(155.5 g)였다. 척색동물은 총 2종으로 첫 번째 우점종은 돌멍게(*Microcosmus hartmeyer*)가 전체의 58.6%(10,317.5 g), 두 번째 종은 멍게(*Halocynthia roretzi*)로 15.9%(4,229.4 g)를 차지했다.

환형동물은 총 3종으로 첫 번째 우점종은 석회관갯지렁이(*Serpula vermicularis*)로 33.9%(37.1 g) 두 번째 우점종은 참미갯지렁이(*Glycera decipiens*)로 32.8%(35.9 g), 세 번째 우점종은 참갯지렁이(*Neanthes caudata*)가 28.1%(30.7 g)를 차지하였다.

(나) 지역별 우점종

① 개체수 우점종

고산지역에서 점유율 10.0%이상을 차지하는 종은 2종으로 첫 번째 우점종은 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)으로 총 개체수의 10.8%(287개체)였으며 두 번째 우점종은 소라(*Batillus cornutus*)로 10.5%(280개체)로 이 두 종은 고산지역에 출현한 총 개체수의 약 21.3%를 하였다.

용수의 경우 2종으로 첫 번째 우점종은 고산과 같은 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)으로 전체의 16.0%(431개체)가 차지하였고, 두 번째 우점종은 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 10.7%(288개체)였다.

용당의 경우 점유율 10.0%이상인 종은 3종으로 첫 번째 우점종은 고산과 용수에 이어 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)으로 총 개체수의 16.6%(449개체)였고, 두 번째 우점종은 소라(*Batillus cornutus*)로 13.5%(366개체), 세 번째 우점종은 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecille*)이 12.2%(330개체)가 차지했다.

신창의 경우 3종으로 바퀴고둥(*Trochus sacellus rota Dunker*)이 19.9%(609개체), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecille*)이 14.6%(447개체), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 10.3%(315개체)의 순으로 나타났다.

② 생체량 우점종

고산지역에서 생체량 점유율 10.0%이상을 차지하는 종은 2종으로 첫 번째 우점종은 문어(*Octopus dofleini*)로 총 생체량의 36.5%(43,317.0g)였으며 두 번째 우점종은 소라(*Batillus cornutus*)로 19.6%(23,312.0 g)로 이 두 종은 고산지역에 출현한 총 생체량의 약 51.6%를 하였다.

용수의 경우 4종으로 첫 번째 우점종은 소라(*Batillus cornutus*)로 전체의 23.2%(18,739.1 g)가 차지하였고, 두 번째 우점종은 문어(*Octopus dofleini*)가 16.1%(12,974.2 g), 세 번째 우점종은 매끈이고둥(*Kelletia lischkei*)으로 11.5%(9,305.4 g), 네 번째 우점종은 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 10.0%(8,094.3 g)를 차지하였다.

용당의 경우 점유율 10.0%이상인 종은 4종으로 첫 번째 우점종은 용수와 같은 소라(*Batillus cornutus*)으로 총 생체량의 24.8%(19,376.0 g)였고, 두 번째 우점종은 문어(*Octopus dofleini*)로 17.1%(13,328.3 g), 세 번째 우점종은 매끈이고둥(*Kelletia lischkei*)이 10.9%(8,507.0 g), 네 번째 종은 홍색민꽃게(*Charybdis acuta*)가 10.3%(8,609.9 g)를 차지했다.

신창의 경우 2종으로 문어(*Octopus dofleini*)가 23.5%(23,835.9 g), 소라(*Batillus cornutus*)가 21.5%(21,892.4 g)로 이 두 종은 전체 생체량의 45.0%를 차지하였다.

(3) 자원량

(가) 종 다양도

2004년 9월부터 2005년 11월까지 차귀도 연안역에서 조사된 월별 자료를 종합한 각 정점별 총 종다양도(H')는 1.766~3.497범위로 평균 2.858로 나타났다. 월별 종다양도 변동의 경우 '05년 4월에 평균 3.388로 가장 높았고 '04년 9월에 2.470으로 가장 낮게 나타났으며 전반적으로 동계와 춘계에 높고, 하계와 추계에 낮게 나타나는 특징을 보였다. 지역별로 살펴보면 총 다양도가 가장 높게 나타난 곳은 고산이었으며 다음으로 용당, 용수의 순으로 신창에서 가장 낮은 종 다양도를 보였다(표 3-3-28)

'04년 9월의 경우 각 지역별 종 다양도(H') 범위는 2.203~2.955, 평균 2.470로 지역별 종 다양도 지수는 용당(H'=2.955)에서 가장 높았고, 고산(H'=2.433), 용수(H'=2.287)였으며 신창(H'=2.203)에서 가장 낮은 값을 보였다. '04년 11월은 1.766~3.153범위이며 평균 2.394로 나타나 9월에 비해 전반적으로 종 다양도가 감소하였고, 고산(H'=3.153)에서 가장 높게 나타났으며 다음으로 용수, 용당, 신창 순으로 점차 감소하였다.

'05년 2월의 경우 종 다양도(H') 범위는 2.874~3.433, 평균 3.146로 고산, 용수 및 용당에서 비교적 높은 값을 나타낸 반면 신창에서 가장 낮은 값을 나타냈으며 전반적으로 '4년 9월과 11월에 비해 종 다양도가 증가하였다. '05년 4월의 경우 종 다양도(H') 범위는 3.151~3.497, 평균 3.338로 조사기간 중 가장 높게 나타났다. '05년 6월은 2.705~3.427범위이며 평균 3.052로 '05년 4월에 비해 종다양도 값이 감소하였으며 4월에 이어 고산에서 높게 나타났다. '05년 8월의 경우 종 다양도(H')는 2.512~2.911, 평균 2.750으로 '05년 6월에 비해 종다양도 값이 급격히 감소하였다.

표 3-3-28. 각 지역별 무척추동물의 종다양도(H')

Sta.	Diversity index(H')				Average
	Gosan	Yongsu	Yongdang	Shinchang	
Mon.					
'04. Sep.	2.433	2.287	2.955	2.203	2.470
'04. Nov.	3.153	2.357	2.299	1.766	2.394
'05. Feb.	3.257	3.433	3.021	2.874	3.146
'05. Apr.	3.497	3.237	3.151	3.467	3.338
'05. Jun.	3.427	2.705	3.052	3.023	3.052
'05. Aug.	2.911	2.675	2.512	2.902	2.750
'05. Nov.	3.435	3.337	3.739	3.663	3.540
Total	22.113	20.031	20.729	19.898	20.69

(나) 균집우점도

조사지역내에 균집의 분포유형을 각 지역별로 살펴보면 고산에서 출현한 균집 제1우점종은 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 제2우점종은 소라(*Batillus cornutus*), 제3우점종은 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)의 순으로 균집우점도(CDI)는 9.51~10.79범위였으며 평균 10.27로 나타났다. 용수의 경우 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*), 소라(*Batillus cornutus*)의 순으로 균집 우점도는 9.54~16.00 범위였고, 평균 12.09로 나타났으며 용당에서는 바퀴고둥(*Trochus sacellus*), 소라(*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*)의 순으로 균집우점도 12.16~16.55의 범위로 평균 24.06이었다. 신창의 경우 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*), 털껍질돼지고둥(*Cantharus cecillei*), 납작손참집게(*Pagurus gracilipes*)가 출현하여 균집우점도 10.28~19.88로 평균 14.91으로 나타났다.

따라서, 균집우점도에 의한 조사지역내 균집 분포유형은 대부분 복족류와 갑각류 등 특정 종에 의한 균집우점도가 높게 나타나고 있었고, 4곳의 지역 모두 제1우점종으로 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)의 점유율이 매우 높게 나타나는 특성을 보였으며 신창에서 균집밀도가 가장 높게 나타난 반면 고산에서 가장 낮게 나타났다(표 3-3-29).

표 3-3-29. 각 지역별 균집우점도

Sampling stations	Community dominant species and index(CDI)					
	First dominant species	CDI	Second dominant species	CDI	Third dominant species	CDI
Kosan	<i>Trochus sacellus</i>	10.79	<i>Batillus cornutus</i>	10.53	<i>Pagurus gracilipes</i>	9.51
Yongsu	<i>Trochus sacellus</i>	16.00	<i>Pagurus gracilipes</i>	10.69	<i>Batillus cornutus</i>	9.54
Yongdang	<i>Trochus sacellus</i>	16.55	<i>Batillus cornutus</i>	13.49	<i>Cantharus cecillei</i>	12.16
Shinchang	<i>Trochus sacellus</i>	19.88	<i>Cantharus cecillei</i>	14.59	<i>Pagurus gracilipes</i>	10.28

(다) 종다양성, 균등도, 풍부도

차귀도 연안역 바다목장 조성지의 각 지역별에 따른 군집내 종다양도 지수(H'), 균등도(E'), 풍부도(R)를 전체 종합하여 분석한 결과는 표 3-3-30과 같다.

각 지역에 따른 종다양도 지수(H')는 3.218~3.743범위로 조사지역 남부에 위치해 있는 고산에서 3.743으로 가장 높았고, 북쪽에 위치한 신창에서 가장 낮았다.

군집 내 종구성의 동일한 정도를 나타내는 균등도(E')의 경우 조사지역 전반에 걸쳐 0.648~0.720범위로 고산에서 높게 나타났고, 용수와 용당에서 각각 0.674, 0.656으로 지역별 차가 크지 않았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다.

풍부도(R)의 경우 조사지역 군집 내 17.690~22.826의 범위로 균등도와 마찬가지로 고산에서 22.826으로 가장 높았고, 용수와 용당에 이어 신창에서 가장 낮게 나타났다.

표 3-3-30. 각 정점별 종다양도, 균등도, 풍부도 지수

Sampling stations	Community species diversity index		
	Biodiversity index	Evennes index	Richnes index
	(H')	(E')	(R)
Kosan	3.743	0.720	22.826
Yongsu	3.385	0.674	18.991
Yongdang	3.248	0.656	17.709
Shinchang	3.218	0.648	17.690

(4) 나잠 어업 실태조사

(가) CPUE 년 변동

차귀도 주변 연안역 마을 어촌계 4곳(고산, 용수, 용당, 신창)에서 2003년에서 2005년까지 해녀들에 의해 채취된 생산량 자료를 이용하여 단위 노력당 어획량(CPUE)을 표 3-3-31에 나타냈다.

각 지역별 생산량에 따른 CPUE 년 변동은 '03년 총 2,955.9(kg/명), '04년 총 2,472.5(kg/명), '05년 총 2,192.5(kg/명)로 '03년의 생산량이 가장 높았으나 이후 '04, '05년도로 갈수록 점차 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 소라, 전복을 비롯한 다른 품종들의 CPUE는 감소하지만 톳의 경우 '03년(679.9kg/명), '04년(759.8kg/명), '05년(1,192.2kg/명)로 생산량이 점차 증가하는 것으로 나타났다.

3년간 지역별 CPUE 총 생산량 변동의 경우 신창에서 총 4,482.5(kg/명)으로 가장 높게 나타났고, 용수에서 1,516.7(kg/명), 용당에서 1,291.0(kg/명)이며 가장 낮은 생산량을 보인 곳은 고산으로 총 971.3(kg/명)으로 나타났다(그림 3-3-25).

표 3-3-31. 제주 바다목장 조성지 해역의 각 지역별 단위노력당 어획량 분포

Year	Station	Ba	Hd	Hda	Sj	Od	Or	Seaweeds		Total
								Ga	St	
'03	Kosan	396.5	1.9	2.8	20.5	16.6	0.0	0.0	0.0	438.3
	Yongsu	458.7	2.5	5.2	17.1	12.4	0.0	0.0	51.2	547.1
	Yong- dang	422.7	1.2	4.5	9.6	1.5	0.0	0.0	246.9	686.4
	Shin- chang	402.9	4.4	44.9	24.2	71.4	0.0	354.5	381.8	1,284.1
	Total	1,680.8	10	57.4	71.4	101.9	0	354.5	679.9	2,955.9
'04	Kosan	85.3	1.3	4.3	14.6	3.5	0.0	0.0	0.0	109
	Yongsu	486.7	1.6	1.9	7.4	2.0	42.0	43.8	69.5	654.9
	Yong- dang	177.4	0.9	2.9	1.8	0.0	0.0	86.2	199.4	468.6
	Shin- chang	161.3	5.1	42.5	48.9	68.6	0.0	422.7	490.9	1,240
	Total	910.7	8.9	51.6	72.7	74.1	42	552.7	759.8	2,472.5
'05	Kosan	348.0	1.2	2.2	13.9	10.2	0.0	0.0	48.4	423.9
	Yongsu	215.4	0.5	0.9	2.3	5.8	0.0	0.0	73.3	298.2
	Yong- dang	33.6	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	101.6	0.0	136.1
	Shin- chang	173.0	1.0	21.9	25.1	42.8	0.0	0.0	1070.5	1,334.3
	Total	770	2.7	25.9	41.3	58.8	0	101.6	1,192.2	2,192.5

※ Ba: *Batillus cornutus*, Hd: *Haliotis discus*, Hda: *Haliotis diversicolor aquatilis*, Sj: *Stichopus japonicus*, Ot: *Octopus* Or: *Omphalius rusticum*, Ga: *Gelidium amansii* Sf: *Sargassum fulvellum*

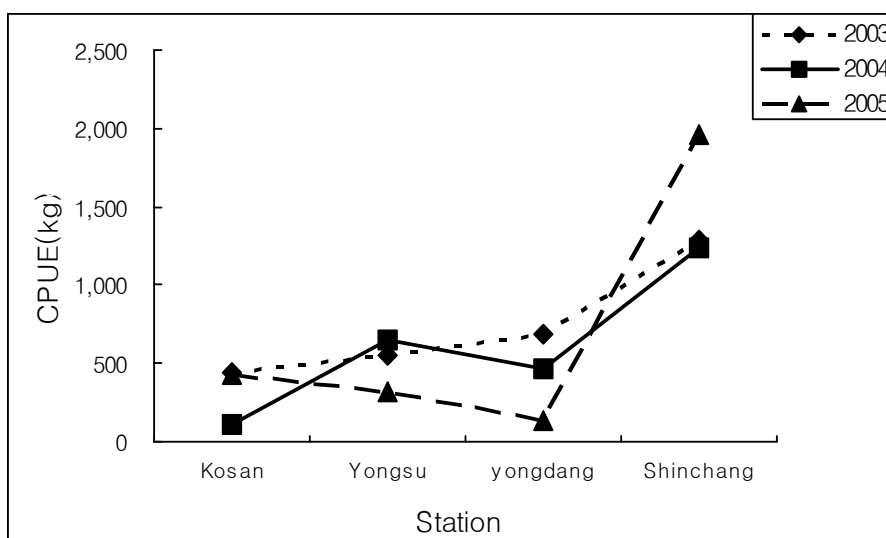


그림 3-3-25. 각 지역별 CPUE 년 변동.

(나) 품종별 CPUE 변동

3년간 각 지역에서 어획된 품종별 총 CPUE변화를 그림 3-3-26에 나타냈다. 이들 4곳의 지역에서 수산물을 채취하기 위한 조업시간은 대체적으로 4~5시간으로 채취된 수산물들 중 소라(*Batillus cornutus*)가 총 1,120.5 kg/명으로 전체 총생산량의 40.7%로 가장 높았다.

다음으로 총생산량의 31.9%를 차지한 툇(*Sargassum fulvellum*)이 877.3 kg/명, 우뭇가사리(*Gelidium amansii*) 336.3 kg/명(12.2%)의 순이며, 전반적으로 소라를 제외한 해초류의 생산량이 높게 나타나고 그 이외에는 100.0 kg/명 이하로 낮은 CPUE를 보였다.

특히, 유용 패류인 오분자기(*Haliotis diversicolor aquatilis*)와 전복(*Haliotis discus*)의 총생산량은 각각 45.0 kg/명(1.6%), 7.2 kg/명(0.3%)으로 매우 낮게 나타났다.

또한, 3년간의 CPUE자료를 종합하여 각 지역별로 살펴보면, 용수에서 소라(*Batillus cornutus*), 보말고둥(*Omphalius rusticum*)의 CPUE가 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있으나 그 이외에 전복(*Haliotis discus*), 오분자기 (*Haliotis diversicolor aquatilis*), 해삼(*Stichopus japonicus*)을 비롯한 해초류 등, 대부분의 수산물은 신창에서 가장 높게 나타나고 있으며 특히, 툇(*Sargassum fulvellum*)의 생산량이 647.7 kg/명으로 가장 높게 나타났다(그림 3-3-27).

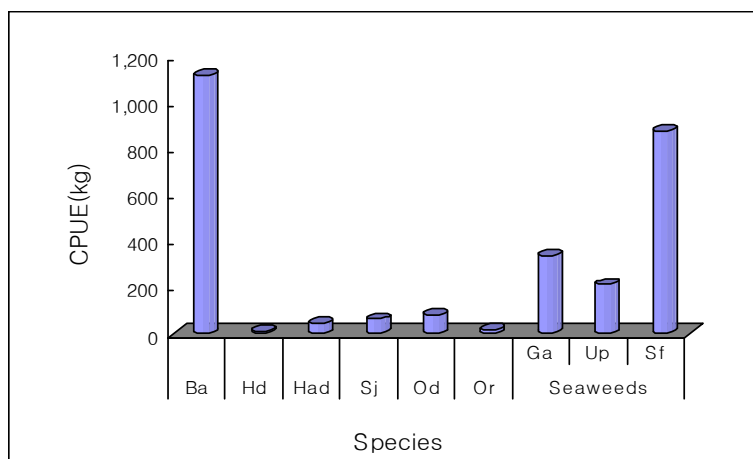


그림 3-3-26. 품종별 총 CPUE 변동.

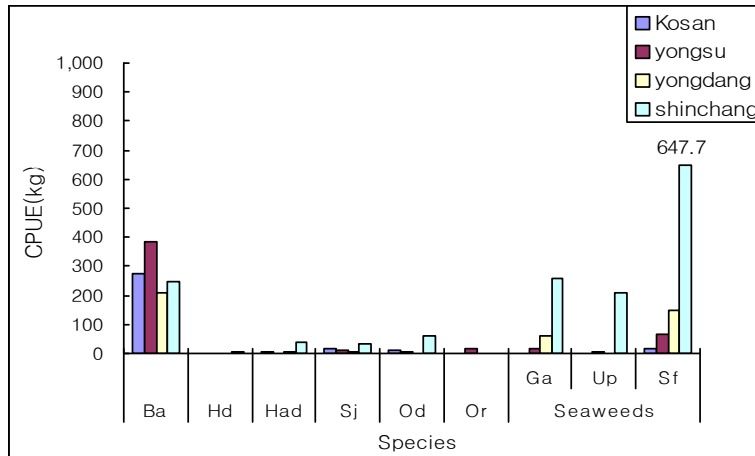


그림 3-3-27. 각 품종별 어획량에 대한 지역별 CPUE 변화.

(5) 패류 자원조성 대상종

(가) 전복, 소라, 오분자기

제주도의 유용패류를 대표하는 전복, 오분자기, 소라는 나잠어업에 의한 채취물 중 생산단가가 매우 높은 종이나 2003년도 대비 약 50%이하로 최근 자원량이 급격하게 감소하고 있는 추세에 있다. 나잠어업 어민들 소득증대의 주 수입원이 되며 관광객들의 기호도가 높은 수산물로써 종묘생산과 방류행사로 감소하는 자원을 회복하는 등 제주바다목장해역에 자원조성용 대표 유용패류로 판단된다.

다. 해조류 자원

(1) 서식지 분포

제주 바다목장 해역내에는 천연보호구역인 차귀도가 있고, 차귀도 주위에는 4개의 섬으로 구성되어 있어 다양한 생물이 서식할 수 있는 환경이 조성되어 있다. 북제주군 한경면 고산리 해안은 수월봉과 수직벽으로 구성되어 있고, 조간대가 넓게 발달되어 있지 않으며, 조하대는 수심 9 m까지 급경사를 이루고 있다. 저질은 암반과 사질이 50% 정도 혼합식으로 구성되어 있었다. 한편, 한경면 용수리, 용당리, 신창리는 조간대 암반이 잘 발달되어 있고, 조하대도 경사각도가 낮아 해조류 착생기질로서는 매우 좋은 조건을 가지고 있었다. 그러나 부분적으로 저질이 모래로 되어 있어 포복형 해조류 및 일부 성장중인 대형 갈조류가 모래에 덮혀 있는 것으로 보아 사질 이동이 심한 것으로 추정되었다.

(2) 해조상

제주 바다목장 조성지의 해조류 출현종은 녹조류 15종, 갈조류 25종, 홍조류 67종, 총 107종으로 나타났다. 조사시기별로는 5월과 7월에 각각 66종과 72종으로 비슷하였으나 9

월과 11월에는 39종과 32종으로 매우 적게 나타났다. 해조류 분류군별 출현상태는 녹조류인 경우 7월에 12종으로 가장 많이 출현하였고, 5월에 그 수가 가장 적었다. 갈조류와 홍조류는 5월과 7월에 비슷하게 출현하였으나 11월이 19종으로 매우 적게 나타났다(표 3-3-32). 11월에 출현종수가 가장 적게 나타난 것은 계절에 따른 1년생 해조류가 소실되고 새로운 포자가 발아시기 및 유엽체 상태이어서 채집 및 동정에 어려움이 수반된 결과라고 사료되었다.

표 3-3-32. 제주 바다목장 조성해역의 월별 해조류 출현종 수

월별	녹조류	갈조류	홍조류	합 계
5	3	17	46	66
7	12	16	44	72
9	6	10	23	39
합 계	15	25	67	107

해조류 조사정점별 출현종수는 신창, 용당, 용수는 모두 60종 이상 출현한 반면 차귀와 고산은 각각 50종과 53종으로 그 차가 심하였다(표 3-3-33). 이러한 출현종수의 차이는 조간대가 발달된 3개 정점은 다양한 해조류의 서식환경을 제공하고 있었고, 차귀도와 고산해역은 수직암벽으로 구성되어 조간대가 발달되어 있지 않으며, 조수웅덩이 등 다양한 환경이 형성되어 있지 않았다.

표 3-3-33. 제주 바다목장 조성해역의 조사지별 해조류 출현종 수

조사지	녹조류	갈조류	홍조류	합 계
신창	10	14	43	67
용당	5	17	39	61
용수	10	20	32	62
차귀	5	12	33	50
고산	7	16	29	52
합 계	15	25	67	107

해조류 조사시기별 군락구조를 분석하면, 5월의 조간대 하부 및 조하대에는 툿(*Hizikia fusiformis*), 미역(*Undaria pinnatifida*)이 큰 군락을 이루고 있었으며, 조사당시 어업인들이 툿 채취가 한창 진행되고 있었다. 7월에는 조간대에 서식하는 미역 및 모자반류는 끝녹음이 진행되어 일부 줄기 부분만 남아 있거나 소실되었으며, 조하대에서는 미역이 엽체 끝

부분에서만 끝녹음이 진행되어 군락을 형성하고 있었다. 9월의 조간대 상부와 중부는 전혀 해조류가 관찰되지 않았으나, 하부에는 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*) 등 산호말이 60% 이상의 피도를 나타내고 있었으며, 저조선 부근에는 무절산호말이 착생하여 암반이 백색 또는 분홍색을 띄고 있었다. 11월의 해조상은 조간대에서 지층이와 툇이 재생장이 시작되고 있었으며, 저조선 부근의 암상에는 새로운 엽체가 발아되고 있었으나 육안으로 동정하기가 어려웠다.

감태(*Ecklonia cava*)는 조간대 하부에서 점심대에 이르기까지 전 지역에서 군락을 형성하고 있었으며, 갈색대마디말(*Cladophora wrightiana*), 툇니모자반(*Sargassum serratifolium*), 붉은뼈까막살(*Prionitis angusta*), 참곱슬이(*Placanium telfairiae*), 개서실(*Chondria crassicaulis*) 및 산호말류는 계절에 관계없이 전 해역에서 출현하였다. 5월에 홍조류인 털비단풀, 네깃풀, 잔금분홍잎이 출현하였다가 수온이 상승하는 7월에 소실하였으며, 7월에는 참털비말(*Ceramium tenerrimum*), 그물말류(*Dictyopteris* spp), 모자반류, 외호늘풀(*Scinaia japonica*), 나도평꼬리(*Delisea pulchra*), 벚붉은잎(*Callophyllis japonica*), 갈래잎(*Schizymenia dubyi*), 갈래곰보(*Meristotheca papulosa*) 등이 출현하였다(표 3-3-34). 9월에는 1년생 직립형 해조류 상당수가 소실되고 산호말류가 대부분을 차지하고 있었으며, 새로 가입된 종은 대마디불이(*Cladophoropsis javanica*), 이끼깃털말(*Bryopsis hypnoides*), 매끈껍질(*Scinaia okamurae*), 방황계발혹(*Marginisporium aberrans*), 갈고리참곱슬이(*Placanium telfairiae* f. *uncinatum*) 등이다. 저조선 이하의 해역에서는 잔가시모자반(*Sargassum micracanthum*)이 새롭게 성장하여 15~30 cm 크기의 해조장을 형성하고 있었다. 11월의 조하대에는 감태와 툇니모자반 등 대형 갈조류를 제외하고는 엽상체 형태의 해조류는 거의 관찰할 수가 없었으며, 대부분의 산호말류가 착생하고 있었다.

조사지별 해조류 생태특성을 분석하면, 신창해역은 암반이 잘 발달되어 있었으며, 암반과 암반 사이에 골이 형성되어 모래가 쌓여있었다. 수온은 24℃, 시야는 약 5 m로 조사하는데 매우 양호한 상태였다. 조간대 하부의 해조류 착생밀도는 95% 이상 되었으며, 작은구슬산호말 등 유절산호말과 흑돌잎(*Lithophyllum okamurae*) 등 무절산호말이 각각 45%와 40%를 차지하고 있었다. 조수웅덩이에는 10 cm 크기의 청각 3개, 비단망사(*Martensia denticulata*) 등이 관찰되었다. 저조선에서 수심 5 m의 조하대에서는 갈색대마디말, 감태, 새발, 벚붉은잎 등이 직립하여 성장하고 있었으며, 그 하부에는 산호말류가 대부분 차지하고 있었다. 암반사이 골이 형성된 곳에는 50 cm 이상되는 감태가 파도에 밀려와 모여 있는 것이 발견되었다. 수심 15 m 조하대에는 60 cm 이상되는 감태 군락이 발견되었으며, 갈색대마디말, 나도평고리(*Delisea pulchra*), 자루바다표고(*Peyssonnelia caulifera*), 우뭇가사리, 붉은뼈까막살, 참곱슬이 등이 작은 군락을 형성하고 있었다.

표 3-3-34. 제주 바다목장 조성해역의 해조류 출현종

학 명	국 명	5월				7월				9월				11월			
		신	용	용	차	신	용	용	차	신	용	용	차	신	용	용	차
		창	당	수	귀	창	당	수	귀	창	당	수	귀	창	당	수	귀
Chlorophytaceae		녹조강															
<i>Ulva conglobata</i>	모란갈파래								*					*			*
<i>Ulva lactuca</i>	참갈파래					*			*								
<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	*	*	*													
<i>Cladophora albida</i>	솜대마디말				*	*	*	*	*								*
<i>Cladophora wrightiana</i>	갈색대마디말	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cladophoropsis javanica</i>	대마디불이												*				
<i>Bryopsis hypnoides</i>	이끼깃털말												*				
<i>Bryopsis plumosa</i>	참깃털말					*		*						*			
<i>Codium coactum</i>	누운청각	*				*	*	*	*				*	*			
<i>Codium contractum</i>	몽우리청각					*											
<i>Codium subtubulosum</i>	말청각					*		*				*	*				
<i>Codium fragile</i>	청각					*		*		*			*				
<i>Codium latum</i>	넓청각					*		*									
<i>Codium minus</i>	구슬청각							*									
<i>Codium tenue</i>	애기청각					*	*										
Phaeophyceae		갈조강															
<i>Leathesia difformis</i>	바위두릅			*	*												
<i>Colpomenia sinuosa</i>	불레기말	*	*	*	*	*	*	*	*								
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	고리매	*			*												
<i>Sphacelaria yamadae</i>	야마다갯쇠털			*													
<i>Sporochnus radicumformis</i>	참털비말							*									
<i>Undaria pinnatifida</i>	미역	*	*	*	*	*	*	*	*								
<i>Ecklonia cava</i>	감태	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Dictyopteris latiuscula</i>	넓은뼈대그물말				*												
<i>Dictyopteris prolifera</i>	가시뼈대그물말					*	*	*	*								*
<i>Dictyopteris undulata</i>	주름뼈대그물말						*	*									
<i>Dictyota dichotoma</i>	참그물바탕말	*				*	*	*	*				*				
<i>Dilophus okamurae</i>	개그물바탕말	*		*		*	*	*	*								
<i>Pachdictyon coriaceum</i>	참가죽 그물바탕말	*															
<i>Padina arborescens</i>	부챗말	*	*														
<i>Myagropsis myagroides</i>	외톨개모자반	*		*		*		*	*								
<i>Hizikia fusiformis</i>	돛	*	*							*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sargassum confusum</i>	알송이모자반					*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	작잎모자반									*	*	*	*				
<i>Sargassum horneri</i>	팽생이모자반							*	*								
<i>Sargassum micracanthum</i>	잔가시모자반							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sargassum patens</i>	쌍발이모자반	*		*		*		*	*			*	*				
<i>Sargassum piluliferum</i>	구슬모자반	*							*								
<i>Sargassum coreanum</i>	큰잎모자반					*		*	*	*	*	*	*				
<i>Sargassum serratifolium</i>	톱니모자반	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sargassum thunbergii</i>	지충이				*					*			*	*	*	*	*

표 3-3-34. 계속

<i>Rhodophyceae</i>	홍조강								
<i>Auduinella codicola</i>	청각나룻말	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Helminthocladia australis</i>	큰가지국수나물				*				.
<i>Galaxaura falcata</i>	납작갈라가라	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Scinaia japonica</i>	외호늘풀				*	*			
<i>Scinaia okamurae</i>	매끈껍질						*	*	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	참갈고리풀		*	*					
<i>Delisea pulchra</i>	나도평꼬리				*	*	*		
<i>Acanthopeltis japonica</i>	새발		*				*	*	*
<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	*	*		*	*	*		*
<i>Pterocladia capillacea</i>	개우무		*		*				
<i>Peyssonnelia caulifera</i>	자루바다표고	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Peyssonnelia japonica</i>	고동옷	*	*				*	*	
<i>Hildenbrandtia rubra</i>	진분홍딱지		*		*		*		
<i>Lithophyllum okamurae</i>	흑돌잎	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Lithothamnion cystocarpioideum</i>	낭과쩍	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Mesophyllum erubescens</i>	돌나무쩍		*				*	*	*
<i>Alatocladia modesta</i>	참화살깃산호말		*	*	*	*	*		
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	고리마디게발	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amphiroa anceps</i>	넓은게발	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amphiroa ephedraea</i>	에페드라게발	*	*		*	*	*	*	*
<i>Amphiroa misakiensis</i>	애기게발				*	*	*		
<i>Corallina officinalis</i>	참산호말	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	*	*		*	*	*	*	*
<i>Jania adhaerens</i>	덩이애기산호말				*		*	*	*
<i>Marginisporum aberrans</i>	방황게발혹						*	*	*
<i>Marginisporum crassissimum</i>	둘레게발혹	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pachydictyon coriaceum</i>	굵은마디말			*					
<i>Prionitis angusta</i>	붉은뼈까막살	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Prionitis cornea</i>	붉은까막살	*							
<i>Grateloupia filicina</i>	빈참지누아리			*					
<i>Grateloupia turuturu</i>	미끌지누아리	*	*	*	*				
<i>Halymenia dilatata</i>	얼룩도박				*				
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	참도박		*	*	*				
<i>Gloiopeltis furcata</i>	불등풀가사리	*							
<i>Gloiopeltis tenax</i>	참풀가사리		*						
<i>Callophyllis japonica</i>	벗붉은잎				*	*	*		*
<i>Schizymenia dubyi</i>	갈래잎						*		
<i>Meristotheca papulosa</i>	갈래곰보				*	*	*		
<i>Placmium ovicornis</i>	애기곱슬이		*	*	*		*		*
<i>Placmium telfairiae</i>	참곱슬이	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Placmium telfairiae</i> f. <i>uncinatum</i>	갈고리참곱슬이						*	*	*
<i>Hypnea charoides</i>	참가시우무				*				
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	부챗살		*						
<i>Chondrus crispus</i>	주름진두발	*			*	*			

표 3-3-34. 계속

<i>Chondrus ocellatus</i>	진두발	*	*	*			
<i>Chondracanthus intermedia</i>	애기돌가사리			*	*	*	*
<i>Rhodymenia intricata</i>	두갈래분홍치	*	*		*	*	
<i>Rhodymenia pertusa</i>	구멍분홍치			*	*		
<i>Lomentaria catenata</i>	마디잘록이		*	*			*
<i>Champia japonica</i>	왜사슬풀	*	*	*			
<i>Champia expansa</i>	넓은사슬풀				*	*	
<i>Champia compressa</i>	두갈래사슬풀	*					
<i>Champia parvula</i>	참사슬풀			*			
<i>Ceramium tenerrimum</i>	털비단풀	*					
<i>Griffitsia japonica</i>	왜비단잘록이				*	*	
<i>Pterothamnion yezoense</i>	네깃풀	*					
<i>Acrosorium polyneurum</i>	잔금분홍잎	*					
<i>Acrosorium yendoi</i>	누은분홍잎				*	*	
<i>Martensia denticulata</i>	비단망사			*	*		*
<i>Chondria atropurpurea</i>	검둥이개서실	*					
<i>Chondria crassicaulis</i>	개서실	*	*	*	*	*	*
<i>Laurancia brongiartii</i>	브롱니아서실	*	*				
<i>Chondrophyucus intermedia</i>	검은서실	*					
<i>Laurencia okamurae</i>	쌍발이서실	*	*	*	*	*	*
<i>Laurencia pinnata</i>	깃풀서실	*					
<i>Nesosiphonia japonica</i>	떨기나무붉은실			*			
<i>Polysiphonia morrowii</i>	모로우붉은실			*			

용당해역은 조간대에서 발달한 암반이 조하대까지 연결되어 있으며, 경사면이 완만하여 해조류 서식 면적이 넓게 차지하고 있었다. 조간대 하부의 해조류 착생밀도는 90% 이상 되었으며, 툇, 지층이 등이 우점종으로 출현하고 있으나 산호말류가 80% 이상의 피도를 나타내고 있었다. 저조선부터 수심 5 m의 조하대에서는 갈색대마디말, 감태, 붉은뼈까막살 등이 쉽게 관찰되었으며, 알송이모자반(*Sargassum confusum*), 큰잎모자반, 툇니모자반은 엽체 하부만 남아있으나, 엽체 줄기에서 재생장이 이루어지고 있었다. 수심 10m 해역에는 해조류 착생밀도가 75%를 나타내고 있었고, 대부분이 산호말류이었으며, 그 엽체 상부에 규조류가 착생하여 갈색을 띠고 있었다.

용수해역은 암석과 암반이 발달하였고, 조간대 하부에서는 해조류 피도가 95% 이상 나타내고 있었으며, 그 가운데 산호말류가 85%를 차지하고 있었다. 저조선 부근에서는 해조류 착생밀도가 98% 이상 나타내고 있었으며, 산호말류가 90% 이상을 차지하고 있었다. 지역에 따라 짝잎모자반(*Sargassum hemiphyllum*) 군락이 조성되어 있었으며, 드물게 갈색대마디말, 툇니모자반, 비단망사 등이 관찰되었다. 수심 5 m 이상의 조하대에서는 저질이 모래로 조성된 곳이 많았으며, 암상에는 해면동물의 군집이 대량 발견되었다. 한편 조하대 수심 2~9m의 일부 해역에서는 산호말 군락이 번무하여 갯녹음 현상이 확산되고 있었다. 그러나 대부분 해역에서는 해수의 투명도가 높아 감태를 비롯한 대형 갈조류가

대량으로 분포하고 있었다.

차귀도 해역은 동북방향을 제외하면 수직암반으로 조간대가 발달되어 있지 않았다. 조간대 하부의 해조상은 툫, 덩이애기산호말 등이 군락을 이루고 있었으며, 저조선 이심에는 잔가시모자반 군락을 넓게 형성하고 있었다. 수심 3 m 해역의 해조류 착생피도는 95% 이상 되었으며, 감태, 쌍발이모자반, 톱니모자반이 해중립을 조성하고 있었으며, 그 하부에 에페드라게발, 붉은뼈까막살 등이 발견되었다. 수심 7 m의 해역에는 해조류 착생피도가 85% 정도 되었고, 감태가 1개체/4m² 관찰되었으며, 갈색대마디말, 톱니모자반, 붉은뼈까막살 등이 혼생하고 있었다. 수심 10 m 해역에는 감태가 2~4개체/m² 정도 착생하여 해중립이 잘 발달되어 있었으며, 자루바다표고 군락이 바위 수직면에 형성하고 있었다. 조하대 해역의 대형 갈조류 저층에는 대부분이 산호말류로 구성되어 갯녹음 현상이 확산되고 있음을 알 수 있었다.

고산해역은 수월봉을 기점으로 암반이 수직 및 계단식으로 형성되어 조간대가 발달하지 않았으며, 조하대도 급경사를 이루어 있었다. 조간대 중부에는 따개비류가 밀생하게 서식하고 있어서 해조류 착생에 영향을 주고 있었다. 조간대 하부에는 툫이 군락을 형성하고 있었고, 저조선 부근에는 잔가시모자반이 20 cm 크기의 군락이 관찰되었다. 수심 3 m 해역은 작은구슬산호말을 비롯한 산호말류가 95% 이상 착생하고 있었으며, 암반의 작은 구멍에는 보라성게가 150개/m² 이상 서식하고 있었다. 수심 10 m 해역은 50 cm 이상 되는 감태가 관찰되었으나 산호말류의 군락이 넓게 형성되어 있었다.

(3) 자원량

(가) 생물량

제주 바다목장 조성해역의 해조류 조사정점별 생물량은 용당에서 759.2 g/m²으로 가장 많았고, 차귀가 604.4 g/m²으로 그다음을 차지하였으며, 용수와 고산의 것이 가장 적은 것으로 나타났다(표 3-3-35). 월별 생물량은 5월과 7월의 것은 비슷하였으나 11월의 것은 726.5 g/m²으로 가장 많이 나타났다. 이것은 직립형 해조류가 조락기인데도 불구하고 생물량이 많이 나타난 것은 산호말류가 성장하여 착생밀도가 높은 결과라고 사료된다.

표 3-3-35. 제주 바다목장 조성해역의 조사지별 생물량(g/m²)

월별	신창	용당	용수	차귀	고산	평균
5월	488.5	817.5	292.6	436.8	209.3	448.9
7월	648.5	443.5	640.7	257.3	251.0	448.2
9월	465.7	872.5	538.9	635.8	883.7	679.3
평균	534.2	711.2	490.7	443.3	448.0	525.5

(나) 우점종

해조류 생물량에 의한 우점종은 갈색대마디말, 감태, 알쏭이모자반, 톱니모자반 등이 연중 우점종으로 출현하여 해중립을 조성하고 있으며, 미역과 외톨개모자반은 겨울부터 초여름까지 해중립을 이루고 있었다(표 3-3-36). 지역 및 서식대에 따라 큰잎모자반, 짝잎모자반, 잔가시모자반이 혼생하여 해중립을 형성하고, 개체의 크기는 작지만 청각류, 참도박, 참곱슬이 등이 소형 군락을 이루고 있다. 붉은뼈까막살은 연중 조간대 하부에서 점심대에 이르기까지 넓은 영역에서 출현하며, 엽체가 딱딱하여 동물들이 먹이로서는 적합하지 않은 것으로 추정되었다. 홍조류 납작갈라가라와 마디잘룩이는 조간대 하부의 조수 웅덩이에서, 브롱니아서실과 쌍말이서실은 저조선 부근에서, 자루바다표고는 수심 5m 정도 깊이의 조하대에서 부분적으로 우점종으로 출현하고 있다.

한편 넓은게발, 에페드라게발, 참산호말, 작은구슬산호말, 덩이애기산호말, 둘레게발혹 등 산호말류는 연중 우점종으로 출현하고, 기질의 전면을 차지함으로써 다른 해조류 착생을 어렵게 하고 있다. 하계와 추계에 다른 직립형 해조류가 조락기에 접어들면 이들 산호조류 등은 활발한 광합성 활동으로 연안 전체에 확산되어 암반이 백화현상으로 되고 있었다. 더구나 이들 산호조류는 감태 또는 모자반류의 부착기에 착생하여 생리적 장애를 일으키고 엽체의 탈락을 유도하고 있었다.

(다) 해중립 조성종

제주 바다목장 조성지의 해중립 조성종은 14종으로 나타났다(표 3-3-37). 조간대에서는 지층이를 포함한 4종이었으며, 톳은 9월에 포복지만 남고 줄기부분은 소실되었다. 수심 10m의 조하대 해중립 조성종은 7종이었으며, 미역은 1년생으로 8월부터 10월까지 자연상태에서는 관찰할 수가 없었다. 감태는 제주도의 해중립을 위한 대표종으로 어·패류의 먹이, 산란장, 성육장으로서 큰 역할을 하고 있는 것으로 알려져 있다.

감태는 10월에서 11월까지 포자를 방출한 후 엽상부가 탈락되었다. 대부분의 모자반류도 하계에 엽체 상부가 성숙하여 생식기탁을 중심으로 탈락되었다. 수심 20m의 점심대에서는 3종이 해중립을 조성하고 있으며, 감태와 톱니모자반은 조하대 전해역에 서식하는 것으로 나타났다.

감태는 제주도의 해중립을 위한 대표종으로 어·패류의 먹이, 산란장, 성육장으로서 큰 역할을 하고 있는 것으로 알려져 있다. 감태는 10월에서 11월까지 포자를 방출한 후 엽상부가 탈락되었다. 대부분의 모자반류도 하계에 엽체 상부가 성숙하여 생식기탁을 중심으로 탈락되었다. 수심 20m의 점심대에서는 3종이 해중립을 조성하고 있으며, 감태와 톱니모자반은 조하대 전해역에 서식하는 것으로 나타났다.

표 3-3-36. 제주 바다목장 해역의 생물량에 의한 우점종

학명	국명	5월	7월	9월	11월
<i>Cladophora wrightiana</i>	갈색대마디말	17.0	43.6	206.4	25.3
<i>Codium coactum</i>	누운청각		126.8	15.9	24.3
<i>Dictyota dichotoma</i>	참그물바탕말		45.6		
<i>Colpomenia sinuosa</i>	불레기말	26.5			
<i>Ecklonia cava</i>	감태	300.5	219.6	182.1	277.3
<i>Undaria pinnatifida</i>	미역	160.7	404.5		
<i>Hizikia fusiformis</i>	툇				151.2
<i>Myagropsis myagroides</i>	외톨개모자반	58.6			
<i>Sargassum confusum</i>	알송이모자반		17.8	22.2	4.5
<i>Sargassum coreanum</i>	큰잎모자반		7.5		
<i>Sargassum serratifolium</i>	툇니모자반	285.3	13.8	129.0	52.8
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	짜잎모자반			69.0	
<i>Sargassum microcanthum</i>	잔가시모자반			23.4	
<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이				29.9
<i>Galaxaura falcata</i>	납작갈라가라	1.1	11.6		
<i>Peyssonnelia caulifera</i>	자루바다표고	11.3		2.7	7.1
<i>Alatocladia modesta</i>	참화살깃산호말	20.6	7.1		
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	고리마디게발		62.0		
<i>Amphiroa anceps</i>	넓은게발	30.7	46.1	35.7	
<i>Amphiroa ephedraea</i>	에페드라게발	2.5	6.0	95.1	74.7
<i>Corallina officinalis</i>	참산호말	34.8	10.9	12.0	
<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	1.7	101.6	198.9	18.9
<i>Jania adhaerens</i>	덩이애기산호말			49.2	3.6
<i>Marginisporum crassissimum</i>	둘레게발혹	8.8	34.2	298.8	142.9
<i>Prionitis angusta</i>	붉은뼈까막살	28.3	47.8	149.4	63.2
<i>Grateloupia turuturu</i>	미끌지누아리	91.8			
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	참도박	5.2	39.3		
<i>Placanium telfairiae</i>	참곱슬이	35.3	3.6	100.2	63.9
<i>Lomentaria catenata</i>	마디잘록이	73.7			
<i>Laurancia brongiartii</i>	브롱니아서실	63.4			
<i>Laurencia okamurae</i>	쌍발이서실	21.8	2.5		
합 계		1,279.6	1,251.9	1,590.0	939.6

표 3-3-37. 제주 바다목장 조성해역의 해중립 조성종

구 분	학명	국명
조간대	<i>S. thunbergii</i>	지층이
	<i>H. fusiformis</i>	톳
	<i>S. hemiphyllum</i>	작잎모자반
	<i>S. sagamianum</i>	비틀대모자반
조하대 (1~10m)	<i>U. pinnatifida</i>	미역
	<i>E. cava</i>	감태
	<i>S. confusum</i>	알송이모자반
	<i>S. coreanum</i>	큰잎모자반
	<i>S. horneri</i>	괭생이모자반
	<i>S. patens</i>	쌍발이모자반
점심대 (15~20m)	<i>S. serratifolium</i>	툽니모자반
	<i>D. tabacoides</i>	담배잎산말
	<i>E. cava</i>	감태
합 계	14	

라. 초기 자원량

(1) 어류자원

초기 자원량(N_0): 일련의 시간 간격들에 대한 어획량과 단위노력당어획량 자료를 사용하여 Leslie 모델(1939)에 적용시켜 추정하였다. Leslie 모델은 다음 식으로 표현된다.

$$CPUE_t = qN_0 - qK_t$$

($CPUE_t$: t시간 간격 동안의 단위시간당 어획량, q: 어획능률, N_0 : 초기자원,

K_t : t시간까지의 누적어획량)

제주바다 바다목장조성지인 신창, 용수(용당) 및 고산지역에서 연안자망어업이 본격적으로 시작되는 5월~9월동안 관내 어촌계에서 조업하는 연안자망어업에 의한 월별 어획량과 폭 당 어획량 자료를 사용하여 주요 연안어업자원에 대한 자원량을 추정하였다. 자망어업을 하는 어선(총 4~5척이 조업) 중에 한 척을 표본어선으로 선정하여 월별어획량 자료를 취득하였다.

추정 대상어종은 비교적 상업가치가 있는 돌돔, 참돔, 자바리 및 쥐치에 대해서 실시하였으며, 어종별 자원량은 돌돔의 경우 2004년~2005년간 0.5톤, 참돔은 2003년 0.04톤, 자바리 2003년 0.06톤, 쥐치는 2003년 0.7톤 및 2004년 0.4톤으로 각각 추정되었다(표 3-3-38).

표 3-3-38. Leslie모델에 의한 조사해역 주요 어종에 대한 추정자원량

구분	2003	2004	2005
돌돔	-	0.5톤	0.5톤
참돔	0.04톤	-	-
자바리	0.06톤	-	-
쥐치	0.7톤	0.4톤	-

(2) 무척추동물 자원

차귀도 연안역에 위치해 있는 고산, 용수, 용당, 신창의 4곳에서 해녀들에 의해 채취된 생산량 자료 중 해조류를 제외한 주요 유용 패류인 소라, 전복, 오분자기에 대해 2003년~2005년까지 금어기를 제외한 실질적인 어획기간(10월~익년6월)에 월별로 채취한 생산량과 단위노력당어획량 자료를 사용하여 아래와 같이 Leslie(1939)모델에 적용시켜 초기 자원량을 추정하였다(표 3-3-39).

$$CPUE_t = qN_0 - qK_t$$

CPUE_t = t시간 간격 동안의 단위시간당 어획량

q : 어획능력, N₀ : 초기자원량, K_t : t시간까지의 누적어획량

Leslie 모델에 의해 추정된 초기 자원량에 있어 소라의 경우 평균 46.7톤으로 '03년 초기 자원량은 67.76톤, '04년(42.45톤), '05년(30.10톤)로 자원량이 점차 감소하는 추세이며 '04년에 비해 '05년 자원량이 약 37.7톤으로 급감하고 있다. 전복의 경우도 평균 0.33톤으로 '03년(0.51톤), '04년(0.36톤), '05년(0.12톤)로 '03년 대비 약 0.4톤 감소하였다. 또한, 오분자기도 '03년 5.07톤, '04년 2.14톤, '05년 1.22톤으로 점차 자원량이 감소하는 추세이며 전반적으로 소라, 전복, 오분자기의 초기 자원량이 '03년에 비해 약 50%이하로 급감하는 것으로 나타났다.

표 3-3-39. Leslie 모델에 의한 소라, 전복, 오분자기의 초기 자원량 추정치

연 도	초기 자원량(톤)			비 고
	소라	전복	오분자기	
2003	67.76	0.51	5.07	'02년 10월~'03년 6월
2004	42.45	0.36	2.13	'03년 10월~'04년 6월
2005	30.10	0.12	1.22	'04년 10월~'05년 6월

마. 연산호 분포 및 서식생태 조사

(1) 기초조사 결과

문헌자료(문화재청, 2001)에 의하면 차귀도 해역에는 3아강 6목 16과 18속 30종의 산호류가 분포함이 조사되었다. 조사된 산호류는 표 3-3-40 과 같다. 이들은 3아강에 속해 있으며, 팔방산호아강에는 3목 7과 18종이 속해 있고, 말미잘아강에는 2목 4과 9종, 육방산호아강에는 1목 1과 3종이 속해 있다. 차귀도 해역에는 3아강 중 팔방산호아강에 속하는 해양목이 13종으로 가장 많이 분포하고 있음을 확인할 수 있었다.

(2) 현지조사 결과

(가) 산호자원의 정밀조사 및 모니터링

본 조사 결과 차귀도 주변 지역 4개 지점에서 출현된 종은 3아강 5목 9과 10속 18종이었다. 그 중 연산호류인 해계두목은 5종으로 조사되었으며, 여기에 속하는 자색수지맨드라미가 33개체로 가장 많이 분포하는 것이 밝혀졌다. 해양목은 8종이 조사되었으며, 이 중에는 유착진충산호가 10개체로 가장 많이 출현하였고, 해변말미잘목은 2종으로 호리병말미잘이 2개체이며, 돌산호목은 1종으로 거품돌산호가 600개체로 많이 분포하였다. 각산호목은 2종이 조사되었는데 이 중 해송이 9개체 및 긴가지해송이 4개체가 출현하였다(표 3-3-41). 이상으로 조사된 모든 산호총류 중에는 거품돌산호가 가장 많이 분포함을 알 수 있었다.

조사 지점별로 출현한 산호총류를 비교해보면, St.1에서 5종, St.2에서 14종, St.3에서 4종, St.4에서 9종이 분포하였다(표 3-3-42). 그러므로 St.2지점에 산호총류가 가장 많이 서식하고, St.1에서 가장 적은 종이 서식함을 알 수 있었다.

표 3-3-40. 기초조사에 의한 차귀도의 산호충류(문화재청, 2001)

아 강	목	과	종 명
Ctenocorallia 원시정수리산호강	근생목 Stolonifera	곤봉산호과 Clavulariidae	송이곤봉산호 <i>Clavularia racemosa</i>
	해양목 Gorgonacea	가시산호과 Acanthogorgiidae	민가시산호 <i>Acalycogorgia inermis</i>
			큰민가시산호 <i>Acalycogorgia grandiflora</i>
			방사민가시산호 <i>Acalycogorgia radians</i>
		측뿔족산호과 Paramuriceidae	툼손바보산호 <i>Bebryce thomsoni</i>
		총산호과 Plexauridae	꽃총산호 <i>Anthoplexaura dimorpha</i>
			유착진총산호 <i>Euplexaura anastomosans</i>
			곧은진총산호 <i>Euplexaura recta</i>
		뿔산호과 Melithaeidae	부채뿔산호 <i>Melithaea flabellifera</i>
	양색바늘산호 <i>Acabaria bicolor</i>		
	바늘산호 <i>Acabaria habereri</i>		
	물결바늘산호 <i>Acabaria undulata</i>		
	포모사바늘산호 <i>Acabaria formosa</i>		
		아비씨긴바늘산호 <i>Acabaria modesta abyssicola</i>	
	해계두목 Alcyonacea	바다맨드라미과 Alcyoniidae	분홍바다맨드라미 <i>Alcyonium gracillimum</i>
큰수지맨드라미 <i>Dendronephthya gigantea</i>			
곤봉바다맨드라미과 Nephtheidae		검붉은수지맨드라미 <i>Dendronephthya suensoni</i>	
		자색수지맨드라미 <i>Dendronephthya putteri</i>	
Zoantharia 동물정수리산호강	해변말미잘목 Actiniaria	해변말미잘과 Actiniidae	갈색꽃해변말미잘 <i>Anthopleura japonica</i>
			검정꽃해변말미잘 <i>Anthopleura kurogane</i>
		Phymanthidae	<i>Heteranthus</i> sp.
		빛말미잘과 Actinostoloidea	호리병말미잘 <i>Parasicyonis actinostoloides</i> <i>Parasicyonis</i> sp.
	담홍말미잘과 Nemanthidae	담홍말미잘 <i>Nemanthus nitidus</i>	
	돌산호목 Scleractinia	정향돌산호과 Caryophyllidae	정향돌산호 <i>Caryophyllia japonica</i>
			근생돌산호과 Rhizangiidae
		구멍돌산호과 Family Poritidae	거품돌산호 <i>Alveopora japonica</i>
		각산호목 Antipatharia	해송과 Antipathidae
	해송 <i>Antipathes japonica</i>		
긴가지해송 <i>Antipathes lata</i>			

표 3-3-41. 차귀도 해역의 현지 조사에서 출현된 산호충류

목	국명	학명	개체수
해계두목	밤수지맨드라미	<i>Dendronephthya castanea</i>	3
	연수지맨드라미	<i>Dendronephthya mollis</i>	6
	큰수지맨드라미	<i>Dendronephthya gigantea</i>	5
	자색수지맨드라미	<i>Dendronephthya putteri</i>	33
	가시수지맨드라미	<i>Dendronephthya spinulosa</i>	1
해양목	부채빨산호	<i>Melithaea flabellifera flabellifera</i>	1
	물결바늘산호	<i>Acabaria undulata</i>	1
	유착진총산호	<i>Euplexaura anastomosans</i>	10
	둔한진총산호	<i>Euplexaura crassa</i>	4
	곧은진총산호	<i>Euplexaura recta</i>	2
	진총산호류	<i>Euplexaura sp.</i>	1
	둥근킵산호	<i>Calicogorgia granulosa</i>	7
	꽃총산호	<i>Anthoplexaura dimorpha</i>	7
해변말미잘목	호리병말미잘	<i>Parasicyonis actinostoloides</i>	2
	육단열말미잘	<i>Stichodactyla tapetum</i>	1
들산호목	거품돌산호	<i>Alveopora japonica</i>	600
각산호목	해송	<i>Antipathes japonica</i>	9
	긴가지해송	<i>Antipathes lata</i>	4

표 3-3-42. 차귀도 주변 4개 지점에 출현된 산호충류

지점	조사시기	출현종	개체수
St.1	2005년 4월	유착진총산호 <i>Euplexaura anastomosans</i>	1
		둔한진총산호 <i>Euplexaura crassa</i>	1
		곧은진총산호 <i>Euplexaura recta</i>	1
		용단열말미잘 <i>Stichodactyla tapetum</i>	1
		해송 <i>Antipathes japonica</i>	1
St.2	2005년 6월	큰수지맨드라미 <i>Dendronephthya gigantea</i>	1
		자색수지맨드라미 <i>Dendronephthya putteri</i>	32
		가시수지맨드라미 <i>Dendronephthya spinulosa</i>	1
		부채빨산호 <i>Melithaea flanelifera flabellifera</i>	1
		물결바늘산호 <i>Acabaria undulata</i>	1
		유착진총산호 <i>Euplexaura anastomosans</i>	1
		둔한진총산호 <i>Euplexaura crassa</i>	2
		곧은진총산호 <i>Euplexaura recta</i>	1
		둥근컵산호 <i>Calicogorgia granulosa</i>	3
		꽃총산호 <i>Anthoplexaura dimorpha</i>	1
		호리병말미잘 <i>Parasicyonis actinostoloides</i>	2
		거품돌산호 <i>Alveopora japonica</i>	600
		해송 <i>Antipathes japonica</i>	6
긴가지해송 <i>Antipathes lata</i>	4		
St.3	2005년 8월	둔한진총산호 <i>Euplexaura crassa</i>	1
		유착진총산호 <i>Euplexaura anastomosans</i>	2
		둥근컵산호 <i>Calicogorgia granulosa</i>	1
		꽃총산호 <i>Anthoplexaura dimorpha</i>	2
St.4	2005년 10월	연수지맨드라미 <i>Dendronephthya molis</i>	6
		밤수지맨드라미 <i>Dendronephthya castanea</i>	3
		큰수지맨드라미 <i>Dendronephthya gigantea</i>	4
		자색수지맨드라미 <i>Dendronephthya putteri</i>	1
		유착진총산호 <i>Euplexaura anastomosans</i>	4
		둥근컵산호 <i>Calicogorgia granulosa</i>	2
		꽃총산호 <i>Anthoplexaura dimorpha</i>	3
		해송 <i>Antipathes japonica</i>	9
큰민가시산호 <i>Acalycigorgia grandiflora</i>	1		

위 자료를 바탕으로 종 풍부도를 도출한 결과는 표 3-3-43, 그림 3-3-28과 같다.

표 3-3-43. 차귀도 해역의 분류군별 풍부도

분류군	종수	비율(%)
연산호류	5	26
해양류	9	47
말미잘류	2	11
돌산호류	1	5
해송류	2	11
합계	19	100

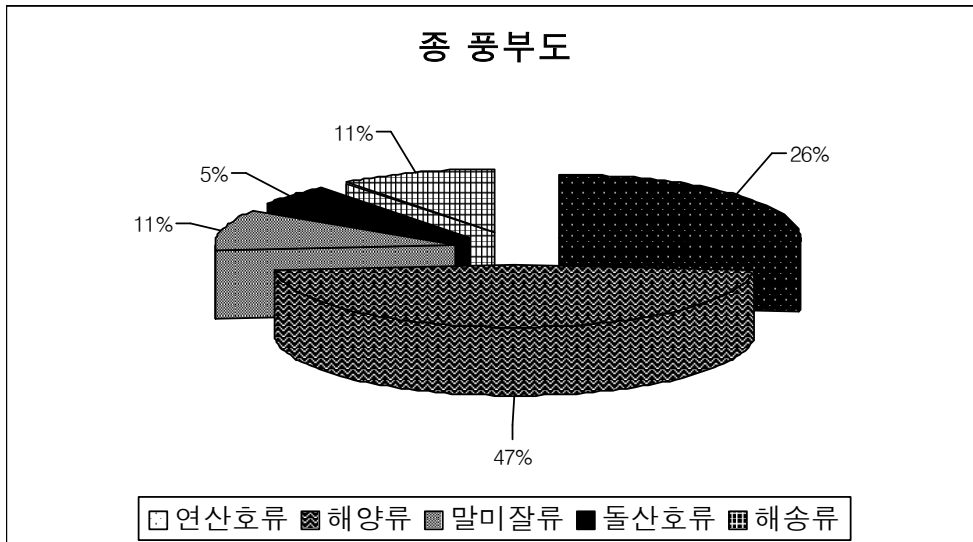


그림 3-3-28. 차귀도 주변 해역의 분류군별 풍부도.

해양류가 47%로 종 풍부도가 가장 높음을 알 수 있었고, 연산호류가 26%, 말미잘류와 해송류가 각각 11%, 돌산호류 5%의 순으로 우점 하였다.

이식종을 선정할 목적으로 이상에서 관찰된 모든 산호류(표 3-3-41) 중 상위 6종에 대한 우점도를 도출한 결과는 그림 3-3-29와 같으며 거품돌산호가 90.91%로 우점도가 가장 높았으며, 다음으로 자색수지맨드라미가 4.85%로 우점도가 높았다.

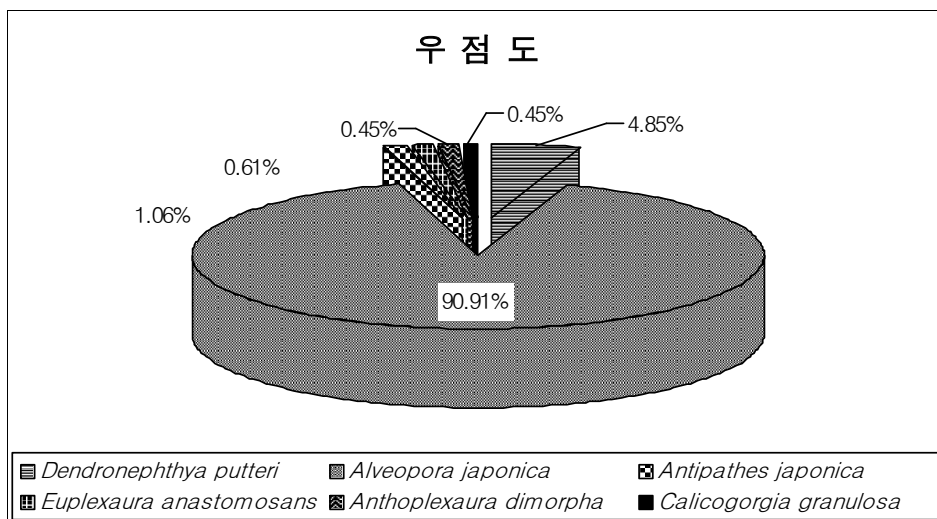


그림 3-3-29. 차귀도 주변 해역의 산호류 상위 6종에 대한 우점도.

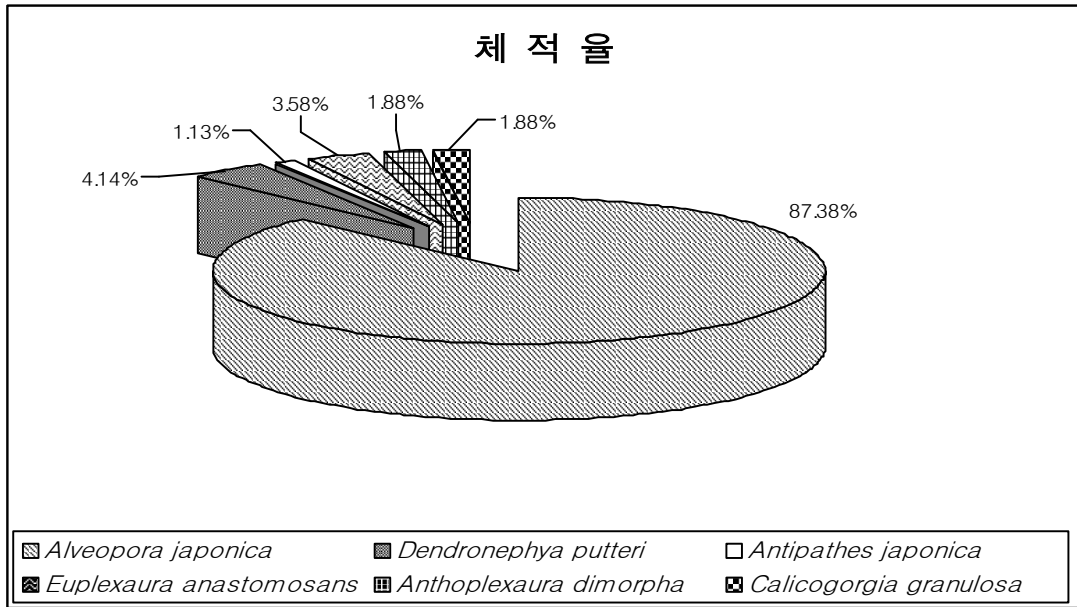


그림 3-3-30. 차귀도 주변 해역의 산호충류 중 상위 6종에 대한 체적율.

또한, 우점도가 높은 상위 6종에 대한 총 체적을 분석해 보았다(그림 3-3-30). 그 결과, 거품돌산호의 체적이 87.38%의 비율로 가장 높게 나타났으나 우점도가 90.91%인 점에 비해 낮은 수치를 보였다. 차례로 자색수지맨드라미가 4.14%, 유착진총산호가 3.58%, 꽃총산호와 둥근킵산호가 각각 1.88%, 해송이 1.13%의 체적을 나타내었다.

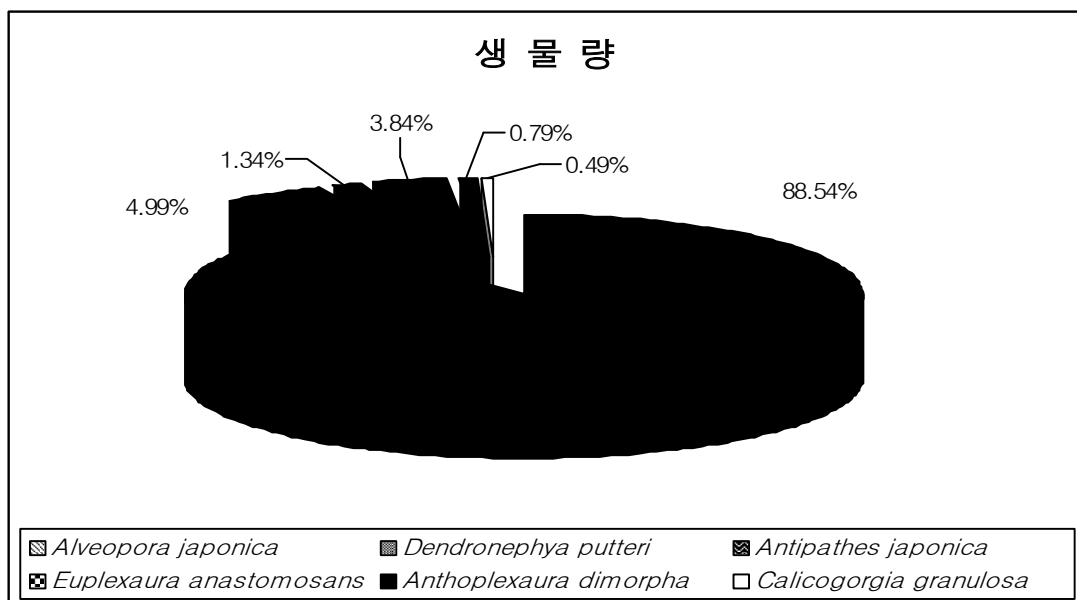


그림 3-3-31. 차귀도 주변 해역의 산호충류 중 상위 6종에 대한 생물량.

위와 같은 자료를 바탕으로 우점도가 높은 상위 6종에 대하여 생물량을 도출하고 그 비율을 살펴보았다(그림 3-3-31). 그 결과 거품돌산호의 생물량이 88.54%로 가장 높았고, 차례로 자색수지맨드라미가 4.99%, 유착진총산호가 3.84%, 해송이 1.34%, 꽃총산호가 0.79%, 둥근껍산호가 0.49%의 생물량을 나타내었다. 이상의 모든 결과를 종합해 보면, 차귀도 주변 해역의 산호충류는 돌산호목에 속하는 거품돌산호가 가장 많이 넓게 분포하는 상황이다. 그리고 해계두목에 속하는 연산호류인 자색수지맨드라미, 해양목에 속하는 유착진총산호와 꽃총산호, 둥근껍산호 및 해송류가 드물게 출현하고 있다.

(나) 조사지역의 특성

차귀도 이식지역 주변의 수심은 약 12-30 m 정도이며, 조류가 강하고 부유물질이 매우 많은 편이었다. 수중구조는 중소형 암반이 겹으로 쌓이거나 단속적으로 연결된 형태이며 바닥은 니질이 강한 혼합형 기질로써 표층에는 미세분진이 두껍게 퇴적되어있었다. 이러한 미세분진은 암반의 표면에도 두껍게 퇴적되어 부착성 생물의 분포 및 성장에 제한요소로 작용하는 것으로 판단되었다. 차귀도 이식지역의 저서 생물상은 서귀포 남부지역에 비하여 매우 빈약한데, 이 중에서 비교적 흔하게 발견되는 분류군은 진총산호류와 꽃총산호 등이며, 해송류도 간혹 발견되지만 생육상태가 빈약하였다. 그리고 연산호류는 큰수지맨드라미, 밤수지맨드라미, 자색수지맨드라미가 낮은 빈도로 발견되며, 생육상태도 빈약한 편이다. 이 종들은 보통 7-20 m까지 분포하는데 12-15 m 수심에서 빈도가 다소 높았다.

(3) 산호 이식 결과

(가) 이식 대상 종의 선정

대상종과 이식 양상은 표 3-3-43과 같다. 연산호류인 분홍바다맨드라미와 수지맨드라미류는 5군체 정도를 이식하려 했으나, 현지 지역특성상 본 조사에서는 1개체만 시도하였다. 해양류인 둥근껍산호, 꽃총산호, 진총산호류는 9군체, 그리고 해송은 7군체를 암반의 경사지역과 평탄지역에 생태에 맞춰 이식하였다.

(나) 이식 방법 및 절차

군체가 손상되지 않도록 적출한 산호류는 폴립이 눌리지 않도록 비닐봉지에 담은 후, 다시 그물 채집 망에 담아 이동 한다(그림 3-3-32). 연산호류의 경우 부착 유도(그림 3-3-33)를 위해 해수에 담아 배양장으로 옮기며, 부채산호류의 경우도 시험이식을 위해 대형 수조에 담아 이식 시험장소로 옮긴다. 연산호류의 경우 즉시 고정하기 어려우므로 배양장으로 옮겨서 이식용 인공 부착기질에 먼저 고정한다.

표 3-3-44. 이식 대상종과 이식

종(또는 분류군)	이식기질	이식수심	이식수	이식개체
분홍바다맨드라미 <i>Alcyonium gracillium</i>	암반 경사지역	15-20m	3군체	0
수지맨드라미류 <i>Dendronephthya</i> spp.	암반 평탄지역	10-15m	2군체	1
둥근컵산호 <i>Calicogorgia granulosa</i>	암반 완만 경사 지역	15-20m	2군체	1
꽃총산호 <i>Anthroplexaura dimorpha</i>	암반 평탄지역	15-20m	2군체	2
진총산호류 <i>Euplexaura</i> spp.	암반 완만 경사 지역	10-20m	3군체	3
해송류 <i>Antipathes</i> spp.	암반 완만 경사지역	15-20m	7군체	7
기타 산호충류	암반지대(원서식지)	5-20m	5군체	3



그림 3-3-32. 현장 채집 및 이동.



그림 3-3-33. 연산호의 부착 유도.

(다) 사전 시험 이식(문섬 지역)

차귀도의 본 이식에 앞서 수행한 문섬 지역의 사전 시험 이식은 종 또는 분류군 별로 특성에 맞게 진행되었다. 분홍바다맨드라미류의 경우 약 20 m, 경사도 60° 정도 암벽에 이식하였으며(그림 3-3-34), 현재 시험적으로 약 10여 군체/m² 정도를 암벽면에 이식하여 특성을 관찰하고 있다. 큰수지맨드라미 및 유사종 그룹의 경우 수심 17-20 m, 경사도 30° 이하의 평탄암반에 이식하였으며, 현재 약 5 군체/m² 정도를 암벽면에 이식하여 특성을 관찰하고 있다. 부채산호류, 특히 대형 둥근컵산호와 해송류는 적출 즉시 이식 장소로 옮겨 이식을 실시하였다. 부채산호류는 5개의 대형 군체를 이식하였으며, 현재 부착부위 안정화 단계에 있는 것이 관찰되었다.



그림 3-3-34. 분홍바다맨드라미의 시험 이식.

(라) 차귀도 주변 이식

이 지점은 수심 7-18 m의 암반지대로 조류가 강하며 계절풍의 영향을 크게 받고 비교적 투명도가 양호한 지역이다. 사전시험이식의 방법과 결과를 토대로 대상지역에 총 17개체를 이식 시도 하였다. 그 결과 3개체만 부착되었고 나머지 14개체는 모두 탈락되어 유실되었다. 이러한 결과를 바탕으로 본 사업의 2차 년도에는 각종의 생태환경에 맞춰 2개 지소에 이식을 시도해 볼 예정이다.

제 4 절 건강종묘생산 기술개발 및 방류

1. 서론

붉바리는 제주도 연근해에 서식하며 비교적 이동이 적은 어류로서 다른 능성어류의 성성숙에서도 볼 수 있듯이 일차적으로 암컷으로 되고, 그 다음 수컷으로 성전환하는 자동체성(protogynous hermaphrodite)인 연안 정착성 어류이다. 이들은 어류 가운데에서도 최고가로 거래되는 고급어종으로 최근에는 시중에서 보기 힘들 정도로 그 어획량이 현저히 줄어서 이들의 자원 회복을 위한 대책이 필요한 시점이다. 자원 회복을 위한 한 방법은 인위적으로 종묘생산된 치어의 방류에 의한 자원 증강이다. 일본에서는 일찍부터 붉바리의 종묘생산기술 개발에 관심을 보여, 1979년에 기술개발에 착수하여 1989년에는 40만미의 종묘를 생산하였다는 보고가 있으나 그 이후에 이들 종묘의 대량생산에 대한 구체적인 연구 및 방법론에 관한 보고는 되지 않고 있으며 여러 가지의 먹이생물을 혼합하여 급이하였다는 정도로 실제로 어떤 먹이생물이 가장 적합한지에 관한 연구는 보고된 바 없다. 한편, 중국과 동남아시아의 대부분지역에서도 우리나라에서 행해지고 있는 것과 비슷한 가두리양식을 하고 있으며 이들 지역에서 종묘생산에 관한 실질적인 연구보고는 되고 있지 않다. 따라서 이들 국가들의 붉바리에 대한 관심도를 고려할 때 조만간 종묘생산기술이 개발될 것으로 예상되나 구체적인 방법에 관한 공식적인 연구보고는 경제적인 득실 등 여러 가지 문제로 공개되지 않을 것으로 예상된다. 따라서 우리나라에서도 본 기술의 조속한 개발이 필요한 실정이다. 한편 국내의 경우 이제까지 국내 연구기관에서 부분적으로 행해온 붉바리 종묘생산기술개발은 여러 가지 이유로 성공을 거두지 못하였으며, 일부 연구소와 어민들의 높은 관심도에도 불구하고 현재 이를 위한 연구 사업은 거의 중단 상태에 있다.

따라서, 바다목장화사업의 일환으로 자원조성 및 증강을 통해 어민들에게 고수익을 가져다 줄 수 있는 붉바리의 인위적 종묘생산에 관한 연구는 다소 중·장기적인 목표를 두고 꾸준히 수행하여 할 필요성이 매우 높다고 하겠다.

또한 썸뱅이, *Sebastiscus marmoratus*는 양볼락과(Scorpaenidae) 썸뱅이속에 속하는 태생 경골어류로서 우리나라 남해안, 제주도, 일본, 대만 및 동중국해의 연안 암초지역에 서식하는 생활력이 강한 어종이다. 체색은 서식처에 따라 흑갈색, 갈적색 등으로 변이가 다양하며 성어는 주로 게, 새우, 어류 등 저서동물을 먹이로 살아간다. 지방에 따라 우럭, 돌우럭 등으로 불리며, 연중 어획 가능한 경제성 큰 어종으로 연안 연승어업의 주요 대상종이다. 우리나라 연안에서는 썸뱅이목 양볼락과 어류는 8속 30종이 보고 되고 있으며, 썸뱅이 속에는 붉감평(*Sebastiscus albofasciatus*), 썸뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 붉은썸뱅이(*Sebastiscus tertius*) 3종이 분포한다.

1986년부터 1996년까지 우리나라 쏘뱅이류 어획량의 연 변동을 보면 쏘뱅이류는 우리나라 일반해면 어류 생산량 약 1,200,00 M/T에 0.5% 수준이 연간 5,000~6,000 M/T을 차지하고 있었다. 쏘뱅이류는 1992년까지 “볼락(rockfish)” 이란 명칭으로 쏘뱅이류 전체의 어획통계량이 집계되었으나, 1993년부터 조피볼락(jacopever), 쏘뱅이(scorpion fish), 기타 볼락류(other rockfish) 등으로 세분하여 집계되어 오고 있었다. 1986년의 경우 약 5,970 M/T, 1989년에 6,453 M/T으로 가장 많이 어획되었고, 그 후 감소하기 시작하여 1996년에는 조피볼락 1,854 M/T, 쏘뱅이 58 M/T, 기타 볼락류 2,793 M/T으로 이를 하반 전체 어획량이 4,705 M/T으로 해마다 점점 감소하는 추세를 보인다.

쏘뱅이류 어업별 어획량 변동은 1986년부터 1996년까지 10년간 주로 연승(19,637 M/T)에 의해 가장 많이 어획되었고, 다음으로 유자망(16,487 M/T), 낚시(7,715 M/T), 저인망(7,120 M/T), 정치망(3,712 M/T), 부망(3,060 M/T), 통발(2,007 M/T)등의 순으로 어획되었다.

능성어과에 속하는 자바리(*Epinephelinae bruneus*)는 제주도에서 지역 특산품종으로 알려져 있으나, 최근 급격한 자원 감소로 자원회복 방안이 필요한 시점이다. 우리나라 해산 어류 양식 산업의 경제력 향상을 위해 지역 특산종의 종묘생산 기술개발로 자원조성 품종의 다양화가 필요하다.

따라서, 이러한 암초성 및 비 회유성 정착성 어종을 대상으로 바다목장사업을 수행함에 있어 사전에 종의 서식특성을 파악하고, 대상종의 자원을 증대시키기 위한 어장조성기술과 자원첨가 방안확립에 필요한 정보를 수집하며, 이러한 요소를 바탕으로 체계적인 바다 목장 추진이 가능할 것으로 판단하여 본 종을 대상으로 시험을 추진하였다.

2. 재료 및 방법

가. 종묘생산 및 어미화 유도

(1) 붉바리

(가) 순환수조 내에서 친어사육기술개발

2005년도에 제주도 연안에서 자망과 채낚기를 이용하여 어획된 1.5 kg 이상의 친어용 붉바리와 이들의 자연에서의 생식발달과정과 속도지수 조사를 위하여 다양한 크기의 붉바리를 수집하였다. 채집한 붉바리는 산소를 포화시킨 저온상자에 담아 즉시 실험실로 옮겨서 엘바쥬(150 ppm)와 포르말린(100 ppm)으로 한 시간 동안 약육시킨 후에 2005년 3월 중순까지 1.2 ton 폐쇄순환여과 수조에 수용하였다. 그 후에는 제주대학교 어류유전학연구실에 설치한 5 ton 수량인 완전 폐쇄식 순환여과수조(그림 3-4-1)에 수용하여 사육하였다. 먹이는 냉동 전갱이와 고등어를 매일 오전과 오후로 2회로 나누어 어류의 입의 크기에 맞게 잘라서 먹이불임을 시작하였으며 먹이불임을 성공한 개체는 충분히 먹이를 공급하였다. 사육기간 중의 수온과 염분도는 각각 16.8-27.2℃와 30.1-35.6 ‰의 범위를 보였다. 한편, 주로 고수

온기에 간혹 어병이 발생하여 피하출혈 및 주둥이 부근에 발적을 보이는 증상이 가장 흔히 일어나기 때문에 이를 진단하기 위하여 체표의 증상 부위와 간, 신장 등에서 백금을 이용하여 채취한 세균을 MA배지, TSA배지 및 BHIA배지에 도말하여 24시간 배양하였다. 그리고 평판 배지에서 자란 단일의 colony를 따서 1.5% NaCl이 첨가된 BHI broth 4 ml에 접종하여 각 균주의 성장 최적 온도에서 24시간 배양하였다.

그리고 균의 정확한 동정은 PCR 및 염기서열 결정 방법을 이용하여 실시하였으며 간단히 방법을 설명하면 액체 배지에서 배양한 균 1 ml을 E. tube에 넣고 13,000 rpm에서 1분 동안 원심 분리하여 DNA 분리 kit을 이용하여 Total DNA를 분리하였다. Primer는 NCBI에 등록된 aroA 유전자의 보존된 서열을 이용해 제작하여 PCR 반응에 의하여 aroA 유전자 단편을 증폭시켜 cloning 하였다. Cloning을 통해 얻은 재조합 plasmid DNA를 자동 서열 분석기를 이용하여 sequencing하였다.

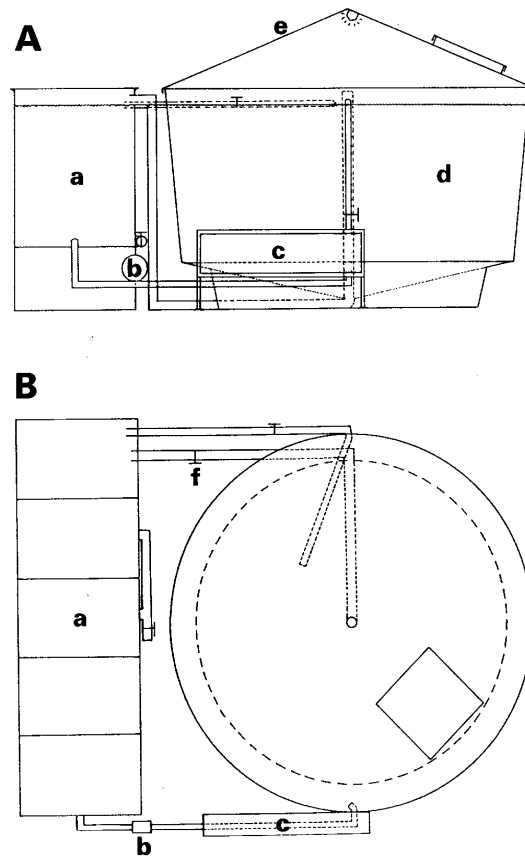


그림 3-41. 수은 및 광주기 조절용 완전순환여과수조의 수직 단면도(A)와 수평 평면도(B). a: 생물학적 여과조; b: 펌프; c: UV 등; d: 어류사육조; e: 광주기 조절뚜껑; f: 밸브.

한편, 주로 고수온기에 간혹 어병이 발생하여 피하출혈 및 주둥이 부근에 발작을 보이는 증상이 가장 흔히 일어나기 때문에 이를 진단하기 위하여 체표의 증상 부위와 간, 신장 등에서 백금을 이용해서 채취한 세균을 MA배지, TSA배지 및 BHIA배지에 도말하여 24시간 배양하였다. 그리고 평판 배지에서 자란 단일의 colony를 따서 1.5% NaCl이 첨가된 BHI broth 4 ml에 접종하여 각 균주의 성장 최적 온도에서 24시간 배양하였다.

그리고 균의 정확한 동정은 PCR 및 염기서열 결정 방법을 이용하여 실시하였으며 간단히 방법을 설명하면 액체 배지에서 배양한 균 1 ml을 E. tube에 넣고 13,000 rpm에서 1분 동안 원심 분리하여 DNA 분리 kit을 이용하여 Total DNA를 분리하였다. Primer는 NCBI에 등록된 aroA 유전자의 보존된 서열을 이용해 제작하여 PCR 반응에 의하여 aroA 유전자 단편을 증폭시켜 cloning 하였다. Cloning을 통해 얻은 재조합 plasmid DNA를 자동 서열 분석기를 이용하여 sequencing하였다.

(나) 붉바리의 성성숙 기작에 관한 연구

① 생식소의 조직학적 관찰

생식소 발달 과정을 조사하기 위하여 사육수조에서 붉바리를 무작위로 채포하여 실험실에서 전장은 0.1 cm까지 중량은 0.1 g까지 계측하고 어체로부터 분리시킨 생식소의 중량 및 간중량은 0.01 g까지 계측하였다. 생식소 발달의 조직학적 관찰을 위하여 생식소와 간은 계측 후 Bouin's 용액에 24시간 고정한 후 수세하여 70% 알콜에 보관하고 상법인 paraffin에 포매한 후 마이크로톰을 이용하여 4-5 μ m 두께로 절편하여 조직 표본을 제작한 후 Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin으로 비교 염색하였다. 생식소 조직의 관찰은 주로 좌측생식소의 중앙부의 횡단면에서 실시하였다.

② 광주기 조절

자연산란을 유도하기 위하여 수온과 광주기를 점차적으로 조절하였다. 수온은 자동온도 조절 장치를 이용하여 5 ton 폐쇄순환여과 수조에 수용한 3월 23일(18°C)부터 6월 10일(25.4°C)까지 서서히 올렸고, 그 이후부터는 25.5-27.4°C 범위의 수온을 유지하였다. 광주기는 폐쇄순환여과 수조에 자연광을 차단하고 백열전구(100 W)를 이용하여 일장주기를 14 : 10 (L : D)에서 15.45 : 8.15(L : D)까지 서서히 증가시켰다.

③ 성성숙 유도

자연에서 붉바리는 자성선숙어로서 수컷친어의 확보가 어려우므로 수컷친어를 만들기 위하여 40미를 대상으로 펠렛 부상사료로 먹이 불임을 완료하였으며 정상적인 섭식이 확인된 날부터 2개의 시험구(A, B)로 나누어서 성호르몬의 경구투여에 의한 응성화유도 시험에 들어갔다. 응성화유도에 사용된 성호르몬으로는 17 α -methyltestosterone (Sigma)을

사용하였으며 어체중 1 kg당 호르몬의 농도는 A시험구는 0.5 mg, 그리고 B는 대조구로 하였다. 시험에 사용한 먹이는 위에서와 같이 9 mm EP사료이며 호르몬제의 투여 방법은 ethyl alcohol(99.9%)에 용해한 후 농도별로 사료에 뿌려 환풍시켜 약 1시간 건조한 후 냉장 보관하여 1일 2회씩 100일간 경구 투여하였으며 그 밖의 사육조건은 다른 친어들의 사육과 동일한 방법을 사용하였다. 또한, 충분히 성숙한 것으로 판단되는 친어를 대상으로 태반성 성선자극호르몬(Human Chorionic Gonadotropin, HCG)을 개체 당 1000 IU로 등지느러미 아래 부분에 근육 주사하여 호르몬을 이용한 산란유도의 가능성 여부를 조사하였다.

(2) 솜뱅이

솜뱅이 종묘생산은 친어사육 수조에서 자연 출산된 부화자어를 over flow 방식으로 채집하여 4.3 × 3.2 × 1.5 m 콘크리트 수조에 수용하여 수온 19.0℃ 전후에서 사육하면서 부화 후 3일부터 로티퍼를 공급하였고, 출산 10일 후부터는 로티퍼와 알테미아, 배합사료를 혼합 공급하였다. 부화자어는 2004. 11. 25~12. 2. 2차에 걸쳐 150,000마리 수용하여 사육 관리 하였다.

(3) 자바리

2006년 종묘생산을 목적으로 자연산 어미 후보군을 연근해 연승어업에 의한 현장 수집을 실시하였다.

나. 방류

(1) 표지 방법별 시험

본 실험은 과학적인 방류효과 조사가 이루어짐으로서 효과적인 수산자원 회복계획 정책 수립 및 예산확보를 위한 기초자료 제공하고 방류 대상종의 표식 시 생존율, 성장률, 표식부위 재생율, 표식 탈락율 등을 사전 조사하여 방류효과 조사 시 편차를 최소화하고 어업인들이 방류어 재포시 육안으로 식별 가능한 효과적인 표지방법을 위하여 실험을 실시하였다.

실험은 2005년 3월 28일부터 7월 5일(99일간)까지 제주수산연구소 남제주 시험포에서 실시하였으며 실험어는 출산 후 일령 123일인 평균전장 6.7±0.4cm, 평균체중 : 6.3± 1.1g의 시험어를 이용하였다. 사용수조는 유효수량 170ℓ PP 수조 각 200마리(사육밀도0.74%)씩을 수용하였고 표지방법은 ①등지느러미 극조, ②등지느러미 연조, ③배지느러미 연조, ④뒷지느러미 연조, ⑤아가미 뚜껑 절단, ⑥표지표 부착방법으로 구분하여 생존율, 성장률, 표지표 탈락율, 어체 절단부위 재생율 등을 아래의 방법에 의해 조사하였다(그림 3-4-2)..

증중률 (%)	$(\text{최종체중} - \text{최초체중}) / \text{최초체중} \times 100$
순간성장률(%)	$(\log_e \text{최종체중} - \log_e \text{최초체중}) / \text{사육일수} \times 100$
일간섭식률 (%)	$\text{일일평균공급량} / (\text{최초체중} + \text{최종체중}) / 2 \times 100$
사료효율(%)	$\text{증중량} / \text{사료공급량} \times 100$
비만도	$\text{체중} / \text{전장}^3 \times 1000$

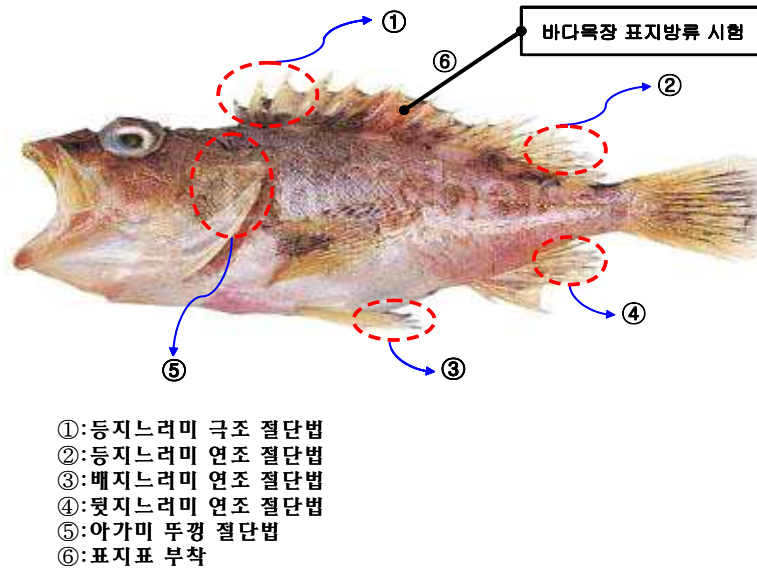


그림 3-4-2. 솜뱅이 어체 부위 별 절단 표지방법.

(2) 방류 후 행동

남제주배양장에서 인공종묘 생산된 솜뱅이를 방류하고 방류 후의 자연 적응에 대한 조사를 실시하였다. 방류 개체는 체장 100 mm 정도의 솜뱅이 20,000여 마리였으며 2005년 9월 23일 북제주 바다목장 해역의 4곳(차귀도와 죽도 사이, 와도 앞, 용수리 해안, 초소 앞)에 방류하였다. 조사는 스쿠버다이빙에 의한 방류 후 솜뱅이 유어의 자연환경에 대한 정착 상태를 추적 관찰하였다.

방류 솜뱅이는 북 제주 바다목장 해역 내에 서식하고 있는 자연산 솜뱅이와 구분하기 위하여 아가미 뚜껑의 일부를 절단하여 표시하였다.

바다목장해역의 자연 환경에 적응하였는지 여부를 판단하기 위한 주요 관찰 내용은 다음과 같다. 즉, 1) 방류되었을 시의 행동과 2) 방류 후의 섭이행동, 텃세행동 등을 관찰하여 자연 환경에 대한 적응 상태를 판단하였다.

3. 결과 및 토의

가. 종묘생산 및 어미화 유도

(1) 붉바리

(가) 순환수조 내에서 친어사육기술개발

순환여과 수조에서의 친어의 안정적 사육을 위하여 제주대학교 유전 육종 연구실에 폐쇄식 순환 여과수조를 이용하였다. 순환 여과 수조는 일정한 물량이 순환되기 때문에 적정 수질을 유지하기 어려운 점을 고려하여서 해수 교환의 편이와 수질 유지 및 어병 억제뿐만 아니라 수온과 광주기 조절이 가능하도록 적정 구조를 고안하여서 제작되었다. 친어 관리의 목적은 수정란의 성공적인 생산이 필수적이기 때문에 서식밀도를 낮추어 총 물량이 약 5톤인 두 개의 순환 여과 수조에 제주도 주변의 가두리와 횃집, 수집상 그리고 어부들에게서 구입하여 실험 등에 소모하고 현재 1.4-2.5 kg 범위의 체중인 제주산 붉바리를 6마리 수용하여 키우고 있다. 최근에는 친어로 쓸 정도의 크기의 붉바리를 구하기가 매우 힘들고 대개 2-3년산 정도인 체중이 400 g 전후의 개체들은 가끔 구할 수가 있기 때문에 주위에 여러 사람을 통해서 수집을 부탁해 놓고 있는 실정이다. 과제 수행 시 여러 일정의 지연으로 비교적 늦게 연구가 시작되었지만 5월 중순부터 일부의 암컷 친어들이 배가 불러오는 것이 관찰되었으며, 7월 중순에 1-2미로부터 적은 양의 산란을 관찰하였으나 대부분이 가라앉았고 수정률이 아주 낮았다. 이는 순환수조에서의 적응을 위하여 먹이 붙임 등 상당한 스트레스를 받은 것과 함께 수온과 광주기를 통한 성성숙 조절을 상당히 늦게 시작하였기 때문으로 생각된다. 관찰에 의하면 암컷은 오렌지 체색을 상대적으로 강하게 띄었으나 수컷은 등지느러미 바로 옆에 강한 흑색 반점과 전반적으로 흑갈색의 체색을 띄는 것으로 나타났으며 산란 행위는 대개 오후 10시경 소등이 되고 2-3시간 경과한 시간에 하였고 수면으로 솟구쳐서 수조뚜껑에 충돌하는 한편 이로 인해 많은 물이 바깥으로 튀어나왔다.

그리고 완전 폐쇄식 순환 여과수조 내 사육 시 가장 문제가 되는 것은 어병의 발생이다. 새로운 해수의 수조 투입 시 오존에 의한 살균을 4시간 이상 한 후 최소한 2일 정도 폭기하고 사용하지만 특히 고수온기에는 가끔 어병이 발생하게 되는데 이럴 경우 순환여과조이기 때문에 경우에 따라서는 치명적인 어려움을 겪게 된다. 따라서 주요 발생 어병을 정확하게 알고 대처하는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 유전자 분석을 통한 진단을 실시하였다. 진단 결과 세균성 질병으로 *Vibrio harveyi* 또는 *Vibrio trachuri*가 원인균으로 밝혀졌으며 이 두 종은 동종으로 알려져 있으며 아직까지 붉바리로부터 분리된 어병세균에 관한 연구는 된 바가 없다. 친어의 경우 개체 크기가 크기 때문에 옥시테트라사이클린이나 가나마이신을 등지느러미 밑 부분에 주사를 함으로써 치료하는 것이 가장 빠른 효과를 거두었으며 캡슐에 항생제를 넣어서 공급하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

한편, 완전 순환 여과수조에서 붉바리 친어 사육 시 사료로서 부상 건사료를 쓰거나 습사료를 사용할 경우 유실되는 사료로 인해서 수질관리에 많은 문제를 가져오고 이에 따라서 각종 어병이 발생할 가능성이 높아서 별로 바람직한 방향이 아닌 것으로 나타났으며 따라서 전갱이나 고등어를 적당한 크기로 잘라서 급이하는 방법이 가장 좋았다. 이중에서도

전갱이의 경우가 고등어에 비해서 지방이 적어서 수질 오염 측면에서는 나은 먹이로 생각되고 생사료 섭이 시 각종 비타민 혹은 필요 약제를 캡슐에 넣어서 생사료에 삽입하여 공급하면 쉽게 먹일 수 있는 장점이 있다.

(나) 붉바리의 성성숙 기작에 관한 연구

① 순환 여과수조 내에서의 성성숙

자연에서 수집한 제주도산 붉바리의 순환 여과조 내에서의 성성숙을 알아보기 위하여 2005년 3월 10일에 1마리, 4월 1일에 3마리, 4월 15일에 2마리 총 7마리의 어류로부터 생식소 내에서의 성성숙의 발달 상태를 알아보기 위하여 체중, 전장, 체장, 생식소 무게를 측정하였으며(표 3-4-1), 생식소의 조직학적 검사의 결과는 그림 3-4-3에 나타낸 바와 같다.

표 3-4-1. 성성숙 상태 조사를 위한 제주도산 붉바리의 전장, 체중, 생식소 무게, 채집 시기

개체번호	전장(cm)	체중(g)	생식소중량(g)	채집일자	비고
1	30.0	432.3	1.60	Mar. 1, 2005	그림 3-4-3-A
2	38.5	852.5	5.77	April 1, 2005	그림 3-4-3-B
3	34.0	601.3	3.49	April 1, 2005	그림 3-4-3-C
4	36.3	803.5	5.63	April 1, 2005	그림 3-4-3-D
6	38.0	981.8	23.79	April 15, 2005	그림 3-4-3-E
7	33.5	544.8	1.09	April 15, 2005	그림 3-4-3-F

그 결과 2005년 3월에 채집된 붉바리 생식소에서는 어린 난모세포들이 차있었으며 드문드문 주변인기 난모세포들이 분포하였다(그림 3-4-3A). 4월 1일에 채집된 붉바리 생식소에는 소엽 내에 직경 약 60 μm 전후의 주변인기 난모세포들(그림 3-4-3C)과 120 μm 전후의 유구기 난모세포들이 존재하고(그림 3-4-3D), 소낭의 상피를 따라 직경 약 7.5 μm 되는 원생식세포(gonial cell)가 무리를 지어 나타나고 있으며(그림 3-4-3B, 3-4-3C), 난소 박판(lamella) 내에 직경 약 80 μm 전후의 주변인기 난모세포들이 분포하고, 생식상피를 따라 원세포들이 드문드문 분포하고 있으며, 정모세포들이 포낭 내 무리를 형성하고 있다(그림 3-4-3C). 그리고 4월 15일에 채집된 붉바리의 생식소에는 직경 350 μm 전후의 난황구Ⅲ기의 성숙난들이 약 50%, 직경 200 μm 전후의 난황구 I 기 난모세포들이 약 20%, 직경 130 μm 전후의 유구기 난모세포들이 약 20%, 그리고 주변인기 난모세포들이 약 10% 정도 분포하고 있어서 암컷으로 성숙되고 있었으며(그림 3-4-3E), 수정관내에 정자들이 가득 차 있고 박판 내에는 간혹 난모세포와 주변인기 난모세포들이 드문드문 분포하고 있으며, 박판 내에는 정모세포와 정자들이 혼재하고 박판상피를 따라서 원생식세포들이 분포하고 있는 개체도 관찰되었다(그림 3-4-3F).

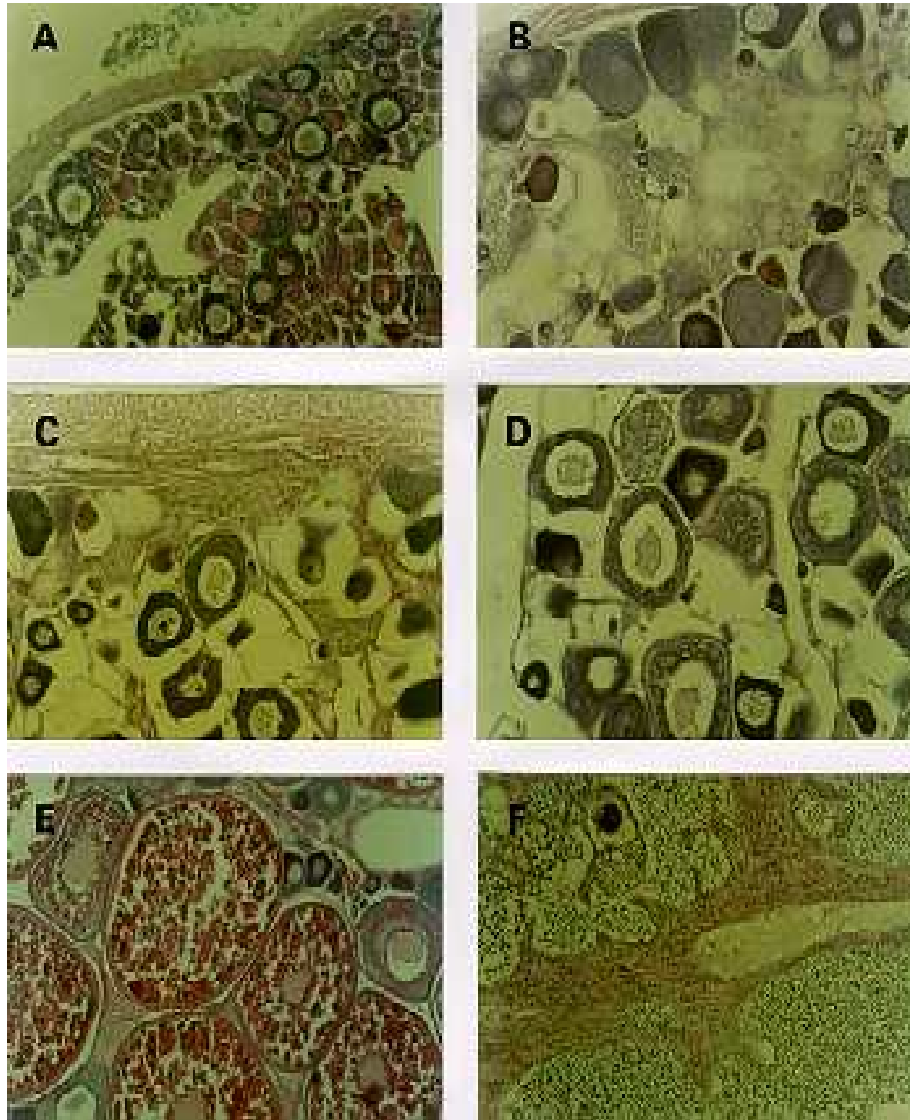


그림 3-4-3. 순환수조 내에서 제주도 붉바리의 시기별 성성숙 단계.

A, 어린난모세포와 주변인기난모세포 B, 소낭상피 주위의 원생식세포(gonial cell); C, 포낭 내 정모세포 무리 형성 D, 유구기 난모세포 E, 난황구3기의 성숙 난모세포 F, 박판 내 정모세포와 정자.

② 성호르몬 처리에 의한 응성화 유도

자연에서 붉바리는 자성선숙어로서 수컷친어의 확보가 어려우므로(그림 3-4-4) 수컷친어를 만들기 위하여 순환여과수조에서 40미를 대상으로 펠렛 부상사료로 먹이 붙임을 완료하였으며 정상적인 섭식이 확인된 날부터 응성화유도 시험에 들어갔다. 응성화유도에 사용된 성호르몬으로는 17 α -methyltestosterone (Sigma)을 사용하였으며 어체중 1 kg 당 호르몬의 농도는 0.5 mg으로 하였다. 시험에 사용한 먹이는 위에서와 같이 9 mm EP 사료이며 호르몬제의 투여 방법은 ethyl alcohol (99.9%)에 용해한 후 농도별로 사료에 뿌려 환풍시켜 약 1시간 건조한 후 냉장 보관하여 1일 2회씩 100일간 경구 투여하였다. 그 최종 결과는 표 3-4-2에서 보는 바와 같았다. 즉, 붉바리 15미를 해부해 본 결과 약 33%의 실험어로부터 잘 발달된 정소를 관찰할 수 있었으며 나머지 어류의 생식소는 암컷에서 수컷으로 성전환을 하고 있어서 생식소 내에 퇴화되는 난소와 정소가 섞여서 관찰되었다. 수컷으로 성전환한 대부분의 어류의 크기는 30 cm 이상 그리고 체중은 300 g 이상으로 성공적인 성전환을 위해서는 이 크기보다 큰 어류를 대상으로 해야 한다는 것이 밝혀졌다.

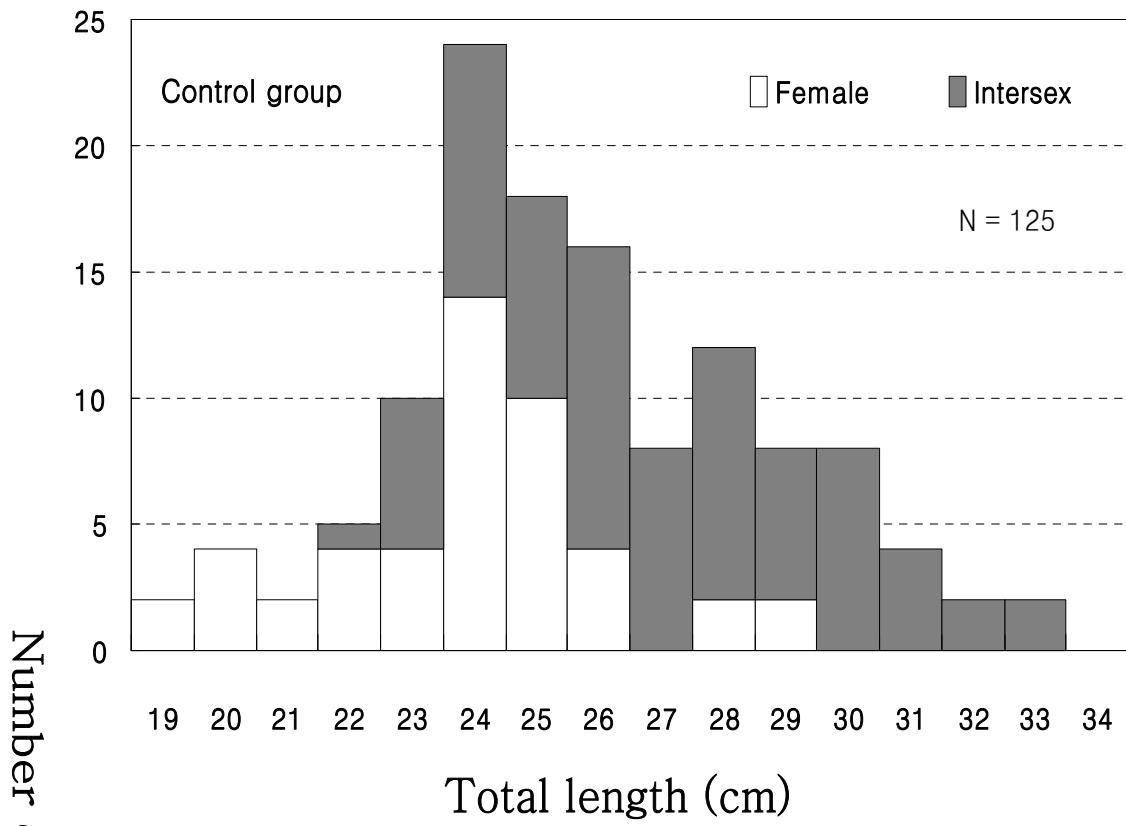


그림 3-4-4. 자연에서의 붉바리의 성비. 암컷: 38.4%; 간성: 61.6%.

표 3-4-2. 응성화 시험 결과

개체번호	전장(cm)	체중(g)	생식소중량(g)	성(sex)
1	26.0	236.0	1.90	intersex
2	33.7	544.8	1.08	male
3	36.2	255.5	1.20	intersex
4	25.9	256.5	0.88	intersex
5	30.5	479.3	2.81	intersex
6	28.8	324.4	0.79	male
7	30.3	354.8	1.17	intersex
8	29.3	324.0	2.95	intersex
9	30.4	384.8	1.07	male
10	31.8	462.3	1.23	male
11	31.9	424.5	0.97	intersex
12	21.0	119.0	0.80	intersex
13	25.6	215.3	1.63	intersex
14	31.5	407.5	1.66	male
15	27.4	313.9	3.04	intersex

③ 생식소 속도지수(GSI)의 변화

호르몬 처리에 따른 성전환시험이 시작된 3월 이후의 각 시험구별 GSI의 변화는 17 α -methyltestosterone을 경구투여 하였던 A시험구는 3월 이후 서서히 증가현상을 보이다가 6월의 0.70을 경계로 하여 일부 개체는 0.50로 감소하는 반면 나머지 개체는 8월에 2.14로 증가하는 두 가지 type으로 나누어졌다. 호르몬을 처리하지 않은 대조구에서는 3월부터 증가하기 시작하여 6월에 0.90, 8월에 2.41에 달하였다.

④ 간속도지수(HSI)의 변화

호르몬처리 이후 A시험구에서 3월부터 빠른 증가 추세를 보였다. 그리고 생식소 활성화가 일어나는 4월에는 각각 4.24로 증가하였고, 6월까지 4.15으로 어느 정도 유지하는 경향을 보였으나 이후 산란기에 접어드는 8월에는 각각 3.10로 낮아졌다. 대조구(B)에서는 3월부터 점차 증가하여 4월에 3.01로 최고치로 된 후 5월부터 2.65으로 감소하기 시작하여 산란기인 8월에 1.78로 낮은 값을 보였다.

⑤ 생식세포의 발달 과정

대조구 즉 호르몬 처리를 하지 않은 붉바리에서 3월의 난소 조직상은 동절기 휴지기 상태로 대부분 난경 50-60 μ m되는 주변인기 난모세포와 10 μ m의 어린 난모세포 그리고 생식상피를 따라 6-8 μ m의 난원세포들이 3-5개씩 무리를 형성하고 있다(그림 3-4-5A). 4월

의 생식소 내에는 60-80 μm 인 주변인기 난모세포와 30 μm 전후의 난모세포 그리고, 상피를 따라 난원세포의 분열증식상이 나타나고 있다(그림 3-4-5B). 5월에 접어들면서 난소 내에는 난세포질 주변에 난황포가 나타나고 한 층의 여포세포가 발달한 난경 130 μm 전후의 난모세포들과 생식상피상의 포낭 내에 정모세포군이 혼재하고 있다(그림 3-4-5C). 8월의 생식소 내에는 핵막이 거치화되고 난황구의 축적이 충실해지면서 이들 사이에 드문드문 유구들이 나타나며 방사선대와 여포층의 세포가 발달된 500 μm 의 완숙란과 100 μm 전후의 어린 난모세포들이 나타난다(그림 3-4-5D).

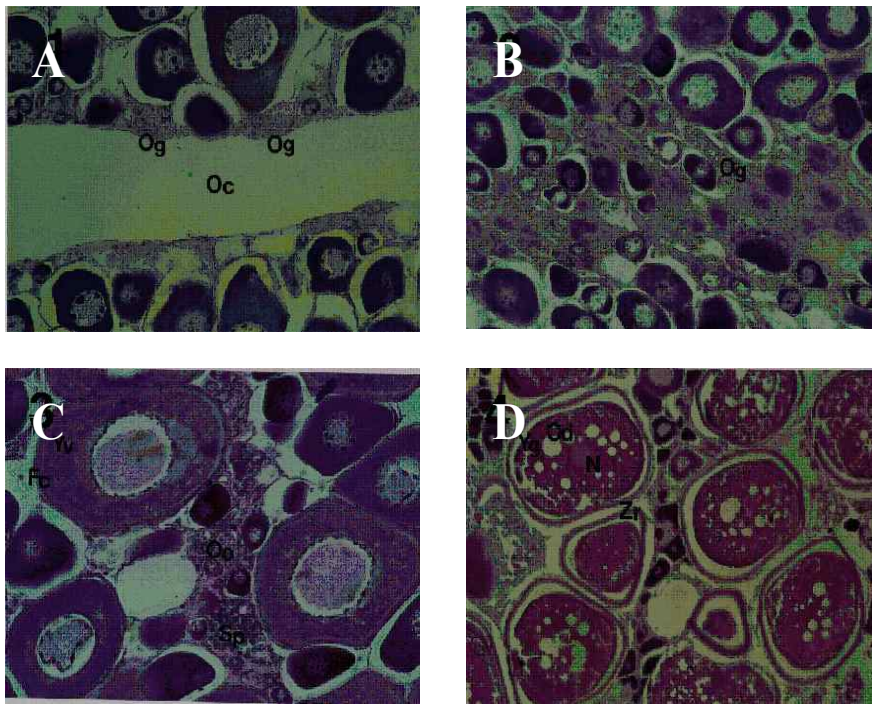


그림 3-4-5. 북바리 생식소의 다양한 발달단계.

A, 난소의 휴지기과 증식기; B, 증식기와 주변핵 형성기; C, 초기 난황 형성기; D, 난황형성기. Og, Oogonia; Oc, Ovarian cavity; Od, Oil droplet; Fe, Follicle cell; N, Nucleous; Sp, Spermatocyte; Yg, Yolk granule; Yv, Yolk vesicle; Zr, Zone radiata.

⑥ 융성화유도 생식세포의 발달 과정

융성화 유도를 위해 2005년 3월 1일부터 6월 10일까지 17 α -methyltestosterone을 각각 어체중 1 kg당 0.5 mg 투여한 A시험구(총공급량 MT 50 mg/kg B.W.)와 대조구(B 시험구)를 대상으로 실험을 하였다. 생식소 조직상의 발달과정을 보면 A시험구의 3월 생식소 내에는 50-90 μm 인 주변인기 난모세포와 25 μm 인 어린 난모세포들이 산재하고 생식소 기질

의 포낭 내에 정모세포군들이 나타나고 있다(그림 3-4-6A). 4월에 접어들면서 A시험구의 생식소 내에는 30-50 μm 인 난모세포들과 45-75 μm 인 주변인기 난모세포들이 산재하고 기질의 포낭 내에 정원세포들이 분열증식하고 정모세포군, 정세포군과 수정관내에 정자들이 무리를 형성하고 있다(그림 3-4-6B). 완숙 및 산란기에 접어드는 7, 8월에 A시험구의 생식소 내에는 퇴행중인 소수의 어린 난모세포와 수정관 내에 정자들이 무리를 지어 나타나고 있거나(그림 3-4-6C) 간혹 난경 500 μm 내외의 완숙란과 정자들이 혼재하는 생식소를 가진 (그림 3-4-6D) 개체들도 있었다.

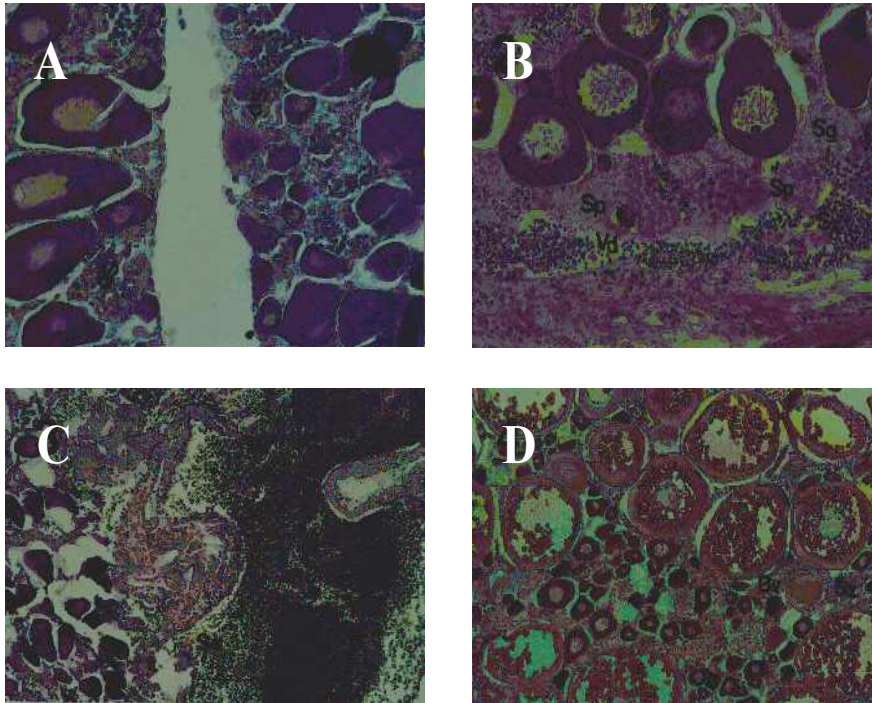


그림 3-4-6. 17 α -methyltestosterone을 사용하여 유도된 ovotestis.

A, spermatocyte stage; B, spermatogenesis stage; C, spermiation stage; D, Oocyte of vitellogenesis stage and spermatozoa. Bv, blood vessel; Sg, spermatogonia; Sp, spermatocyte; Sz, spermatozoa; Vd, vas deferens

(2) 쏘뱅이

(가) 종묘생산

쏘뱅이는 장기간에 걸쳐 소량의 자어를 꾸준히 출산하는 어종으로 2004년 10월 말에 출산하기 시작하여 2005년 4월 초순까지 약 6.5개월에 걸쳐 장기간 출산하였다. 이는 자연어장에서 일년 중 반년 이상을 꾸준히 조금씩 자손을 번식해가면서 천해역에서의 생태계를 조성해나가는데 큰 역할을 하고 있음을 보이게 되며 앞으로 천해역의 마을어장 자

원조성 품종으로 중요하게 다루어져야 할 어종으로 사료된다. 어미 200마리에서 나온 총 출산 자어수는 843만 마리로 일간 평균 40,334마리를 출산하였다(표 3-4-3).

솜뱅이 종묘생산은 친어사육 수조에서 자연 출산된 부화자어를 over flow 방식으로 채집하여 4.3 × 3.2 × 1.5 m 콘크리트 수조에 수용하여 수온 19.0℃ 전후에서 사육하면서 부화 후 3일부터 로티퍼를 공급하였고, 출산 10일 후부터는 로티퍼와 알테미아, 배합사료를 혼합 공급하였다.

부화자어 수용은 2004. 11. 25~12. 2일 2차에 걸쳐 150,000마리 수용하여 생산량은 2005. 1. 29일 기준으로 하여 1·2차에 걸쳐 총 20,613마리를 생산하였으며, 전장 평균 31.1mm였으며, 생존율은 평균 12.4%였다(표 3-4-4).

표 3-4-3. 솜뱅이 출산 자어

출산기간	출산일수	총출산량	일간출산량
2004. 10. 30~2005. 5. 9	192일	8,432,858마리	40,334마리

표 3-4-4. 솜뱅이 종묘생산 현황

구분	산출자어 수용일시	수용량 (마리)	생산량 (마리)	전장 (mm)	생존율 (%)	비 고
1차	2004. 11. 25	100,000	16,463	35.6	16.5	부화 후 65일
2차	2004. 12. 2	50,000	4,150	26.5	8.3	부화 후 58일
2회	계(평균)	150,000	20,613	(31.1)	(12.4)	2005. 1. 29일 기준

(나) 자치어 먹이생물 선택성 및 섭식량

수온 19.5℃에서 부화된 솜뱅이 부화자어의 먹이생물에 대한 먹이선택성을 보면, 부화 후 5일째 로티퍼 섭이 개체수는 평균 49개/1회 이고, 부화 후 9일 평균 83개/1회로 로티퍼 섭이량이 증가하다가 부화 후 10일부터 알테미아를 섭이하기 시작하면서 로티퍼 55개, 알테미아 3개를 섭이하였다.

부화 후 24일 이후에는 로티퍼에 대한 먹이 선택성이 거의 없어지면서 알테미아 기호성이 높았었고, 부화 후 28일 이후에는 알테미아 150개 정도를 먹었고, 배합사료에 대한 먹이 선택성도 시작되었다(그림 3-4-7).

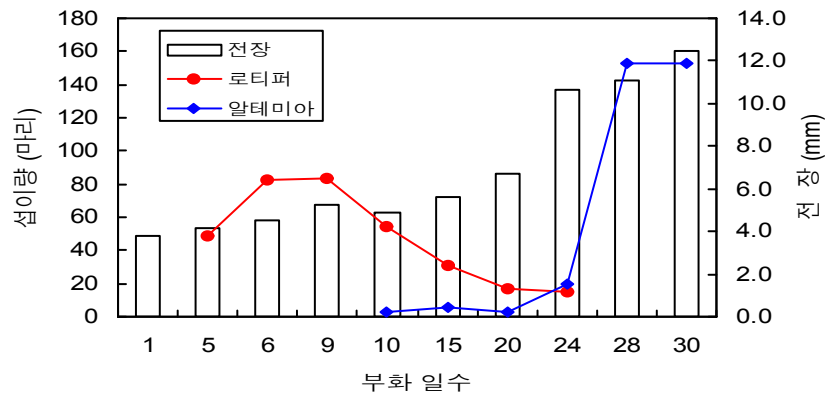


그림 3-4-7. 솜뱀이 부화자어의 성장에 따른 먹이 섭취량.

(다) 자치어의 성장

솜뱀이 자치어의 전장 성장은 그림 3-4-8과 같이 부화일수에 따라 $Y = 0.0479X + 0.5747 (R^2 = 0.9383)$ 으로 완만하게 성장하였다.

자치어의 체중 성장은 부화일수에 따라 그림 3-4-8과 같이 부화 65일 이후 0.7g 전후 이던 것이 이때부터 체중이 급격히 증가하기 시작하여 부화 후 186일에 13.2g으로 성장 하였으며, 체중 성장식은 $Y = 0.1081X - 6.802 (R^2 = 0.8519)$ 로 나타났다.

솜뱀이 자치어의 전장에 대한 체중의 상대 성장식은 그림 3-4-9와 같이 $Y = 0.0114X^{3.2996} (R^2 = 0.9662)$ 으로 유의성이 아주 높게 나타났다.

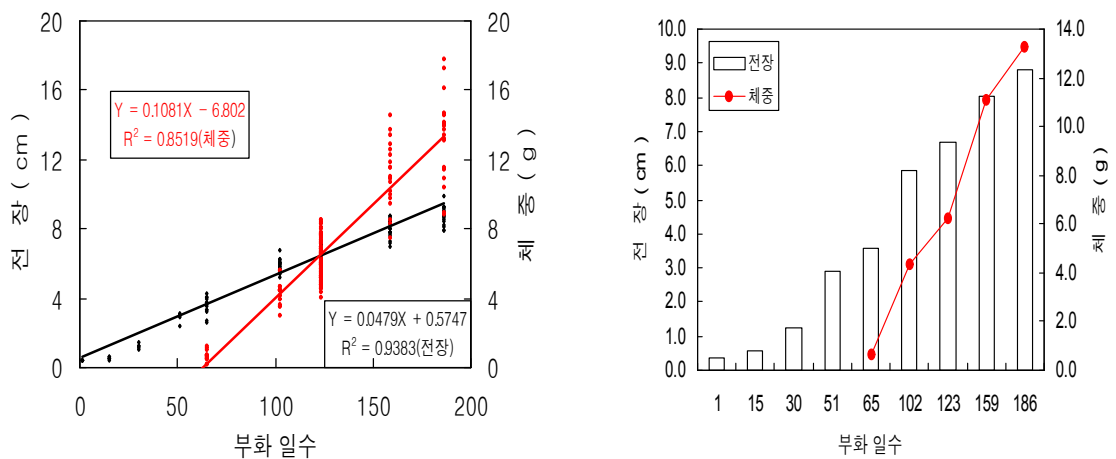


그림 3-4-8. 부화일수에 따른 솜뱀이 전장과 체중의 성장.

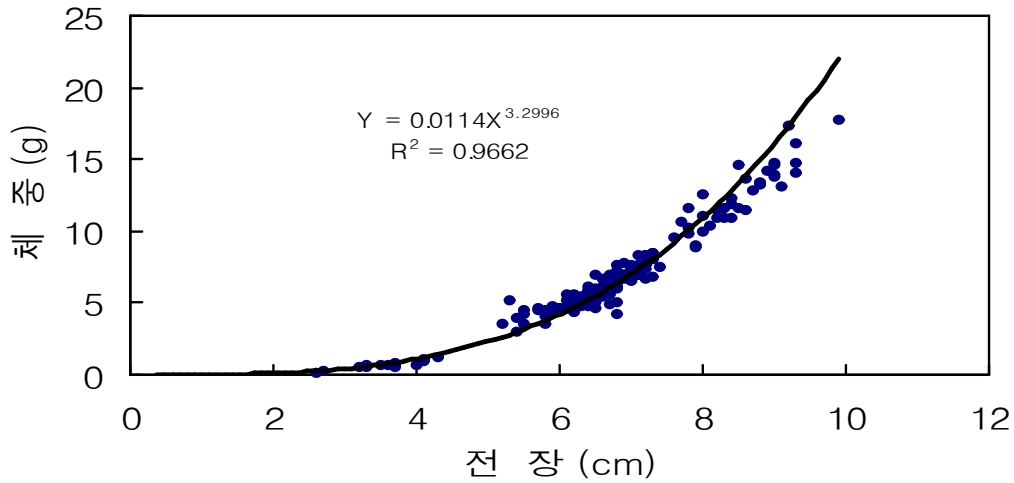


그림 3-4-9. 솜뱅이의 전장에 대한 체중 구성비.

(라) 종묘생산과 사료효율

솜뱅이 종묘의 성장을 조사하기 위하여 1차 조사는 부화 후 65일(전장 3.56 cm, 체중 0.68 g)된 종묘를 3 × 3 m(유효수량 : 7톤)수조에 사육밀도 0.08%로 수용하여 매일 EP사료(오토히메)를 2회 공급하였고, 2차 조사는 1차 조사에 사용되었던 실험어(전장 6.69 cm, 체중 6.27 g)를 4 × 5m(유효수량 14톤) 수조에 사육밀도 0.37%로 맞추어 실험을 실시하여 부화 후 186일까지 조사하였다. 밀도별 증중률(표 3-4-5)은 부화 후 102일째까지는 538.1%로 아주 높게 나타났으나 이후 성장과 더불어 밀도가 높아지면서 부화 후 186일에는 18.2%까지 낮아졌다. 순간 성장률은 부화 후 102일에 2.18%가 성장하면서 점차 감소하여 부화 후 186일에는 0.27%로 낮아졌다. 일간섭식률은 초기 종묘 단계인 부화 후 102일까지는 자기 체중의 1.9%까지 섭이하였으나, 성장하면서 점차 낮아져 부화 후 186일에는 0.6%까지 내려갔다. 사료효율은 부화 후 159일까지는 100% 이상 높았지만, 부화 186일에는 사육밀도가 높아지고 성장하면서 51.6%로 급격히 낮아졌으며 폐사율은 전반적으로 1% 미만으로 생존율이 높게 나타났다.

이상의 결과에서 증중률, 일간 섭식률 및 사료효율은 사육밀도가 높아지면서 낮아졌고, 순간 성장률은 종묘가 성장하면서 낮아지는 경향을 보였다.

(3) 자바리 어미사육 및 산란제어 기술개발

2006년도 산란제어 실험을 목적으로 제주도 남제주군 대정읍 모슬포해역에서 연승작업으로 어획된 자연산 어미 후보군 전장 40.0~70.0 cm(중량 1.5~5 kg)인 자바리 성어 18마리를 수집하여 먹이순치 및 기초 성숙유도시험을 실시하였다.

표 3-4-5. 쏘뱅이 종묘의 성장과 사료효율

구분	1차			2차		
	부화 조사시기	부화 102일	부화 123일	부화 123일	부화 159일	부화 186일
사육수량(톤)	7톤	7톤	7톤	14톤	14톤	14톤
사육량(g)	5,731.7	36,574.3	52,479.9	52,479.9	92,121.8	108,899.0
사육밀도(%)	0.08	0.52	0.75	0.37	0.66	0.78
증중량(g)		30,842.6	15,905.6		39,641.9	16,777.2
증중률(%)		538.1	43.5		75.5	18.2
순간성장률(%)		2.18	0.75		0.68	0.27
일간섭식률(%)		1.86	0.61		0.85	0.57
사료효율(%)		113.6	99.4		106.6	51.6
폐사율(%)		0.59	0.11		0.8	0.94

* 증중률(%) = (최종체중 - 최초체중) / 최초체중 × 100

* 순간성장률(%) = (log_e 최종체중 - log_e 최초체중) / 사육일수 × 100

* 일간섭식률(%) = 일일평균공급량 / (최초체중 + 최종체중) / 2 × 100

* 사료 효율(%) = 증중량 / 사료 공급량 × 100

(가) 어미관리

자바리 친어는 주낙(연승)으로 어획된 어미 후보군을 사육밀도 1.38~1.67 kg/m²로 사육관리 하였다. 사육수는 모래 여과기로 여과된 자연해수로 사육하였으며, 사육수온은 26.5~16.5℃, 염분 32.0~34.4‰였다.

먹이는 주로 냉동된 고등어와 전갱이를 배합사료와 생사료를 혼합하여 모이스트펠렛으로 1회/1일, 어체중의 1~2%를 공급하였다. 성숙을 유도하기 위하여 어미 후보군을 사각콘크리트 수조(5 × 5 × 1.5m, 유효수량 30ton) 를 이용하여 반순환 여과시스템으로 사육하였다. 자연수 환수율은 1일 1회전 내외로 하였다.

(나) 광주기조절

사육수조의 광주기를 인위적으로 조절하기 위해 수조 윗부분을 차광막과 검정 비닐로 덮어서 외부의 빛을 차광하였고, 수조위에 100W 백열등을 설치하여 명조건시 수면조도가 500~700 LX를 유지하도록 24시간 타이머를 이용하여 광주기를 조절하였다.

(다) 응성화유도 및 인공수정

자바리 수정란 생산을 위한 수컷친어 확보방안으로 소형개체에 어체 중 kg당 2 mg의 MT(17α-methyltestosterone)를 투여하여 인위적으로 응성화 유도 후 복부를 압박하여 체정된 정액과 암컷친어에서 채란된 난을 인공수정시켜 수정란을 유도시켰다.

응성화 유도는 인공수정 약 2~3개월간에 응성호르몬이 들어있는 호르몬튜브(silastic capsule)를 복강에 삽입하여 기능적 수컷을 유도하였다.

암컷의 체란은 먼저 생식소의 발달 상태를 파악한 후 난모세포의 크기가 450 μ m 전후의 난을 가지고 있는 어체를 대상으로 HCG(human chorionic gonadotropin)호르몬을 500 IU/kg 농도로 등근육에 주사하였다. 호르몬 주사 후 48시간째에 복부를 압박하여 인위적으로 배란을 유도하였다.

나. 방류

(1) 표지 방법별 시험 및 종료 방류

(가) 표지 방법별 시험

① 전장 및 체중의 변화

3개월의 시험기간 동안 전장의 성장은 평균 6.7 cm에서 평균 9.8 cm 전후로 성장하였으며, 아가미 뚜껑 절단 및 표지표 부착 실험어가 타 시험구에 비해 성장이 느린 경향을 보였고, 체중의 성장도 실험어 수송 시 6.3 g 에서 실험어 종료 시 18.5 g 전후로 성장하였지만, 아가미 뚜껑 및 표지표 부착 실험구는 평균 16.3 g과 14.6 g으로 타 시험구에 비해서 성장이 떨어지는 경향을 보였다(그림 3-4-10).

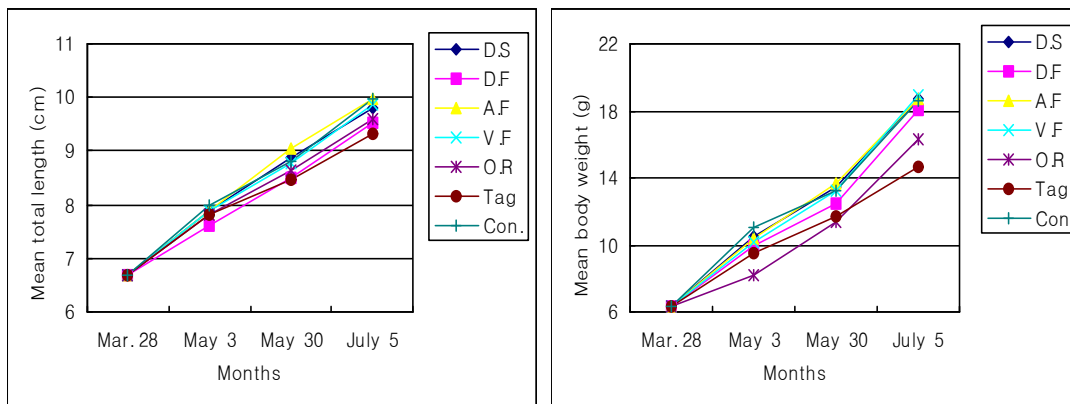


그림 3-4-10. 솜뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 체장 및 체중 변화.

D.S:등지느러미 극조절단, D.F:등지느러미 연조절단, A.F:뒷지느러미 연조절단, V.F:배지느러미 연조절단, O.R:아가미 뚜껑절단, Tag:표지표 부착, Con.:대조

② 증중률 및 순간 성장률 변화

증중률은 아가미 뚜껑 절단구에서 5월 3일 조사 시에 30.1%로 아가미 절단 영향으로 타시험구에 비해서 낮았지만 5월 30일 이후에는 38.7%로 타 시험구와 유사하였고, 표지표부착 시험구는 5월 3일에 50.7%로 타 시험구와 유사하였지만 시간이 흐르면서 증중률이 점차 낮은 경향을 보였으며, 순간 성장률도 증중률과 유사한 경향을 나타내었다(그림 3-4-11).

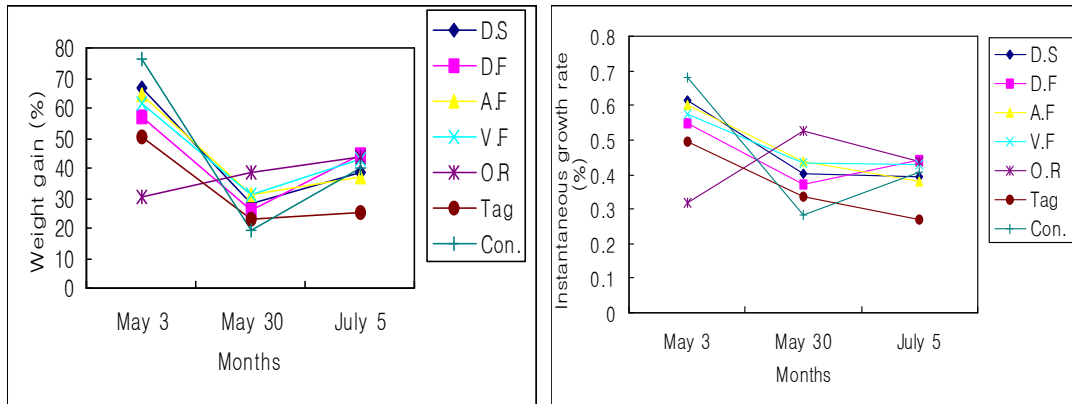


그림 3-4-11. 쏘뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 증중률 및 순간 성장률 변화.

③ 일간 섭식률 및 사료효율의 변화

어체중에 따른 사료 일간 섭식율은 실험 초기(5월3일)에는 1.5% 전후였지만 성장하면서 점차 낮아져 5월 30일 이후에는 1.3% 전후였고, 사료효율은 아가미 뚜껑 절단 시험구에서 5월3일에 53.9%로 타 시험구에 비해 현저히 낮았지만 5월 30일 이후에는 타 시험구와 유사한 경향을 나타내었다(그림 3-4-12).

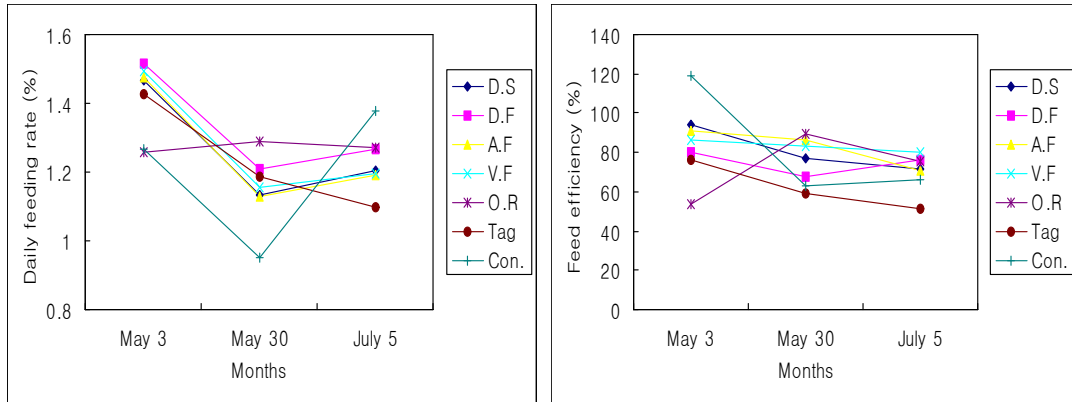


그림 3-4-12. 쏘뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 섭식률 및 사료효율 변화.

④ 비만도 및 생존율

비만도는 아가미 뚜껑 절단구에서 5월 3일에 17.3으로 가장 낮았으나 그 후 점차 증가하여 타 시험구와 비슷한 경향을 보였고 생존율은 전 시험구에서 94.5~97.5% 전후로 비슷한 경향으로 큰 차이는 나타나지 않았다(그림 3-4-13).

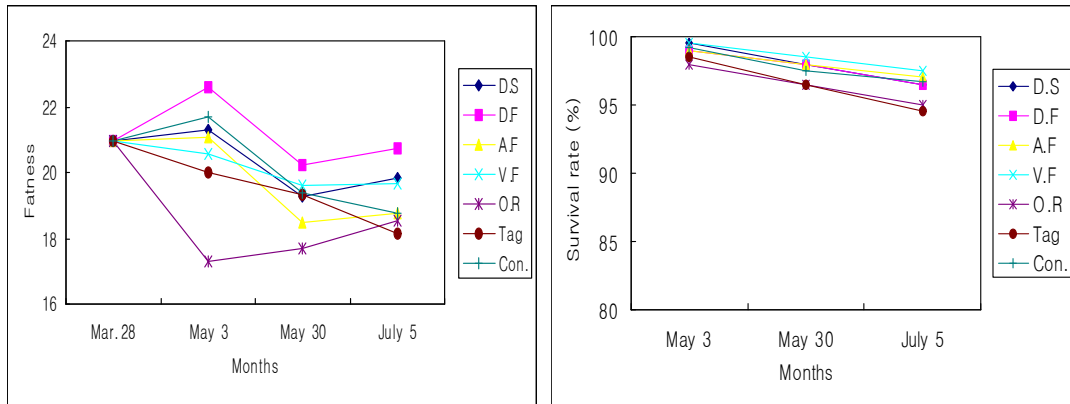


그림 3-4-13. 솜뱅이 표지식별 실험 3개월 후의 비만도 및 생존율 변화.

⑤ 어체 절단부위별 재생 및 표지 탈락율

등지느러미 연조, 뒷지느러미 연조절단 시험구는 63일 후 완전히 재생되었으며, 배지느러미 연조 절단구는 99일 후 91.0% 이상 재생되는 경향을 보였다. 또한 등지느러미 극조 절단구는 7월 5일(99일 후)에 77.0%가 표식이 남아 있었지만 식별이 어려웠고, 아가미 두껍 절단구는 91.0%가 식별이 가능하게 나타나 가장 양호한 결과를 보였다(표 3-4-6).

표 3-4-6. 어체 절단부위 재생 및 표지 탈락율

구분		5월 3일	5월 30일	7월 5일	비 고
등지느러미	재생중(%)	100	100	77	2차 시험 중
극조 절단	완 생(%)	0	0	23	
등지느러미	재생중(%)	100	100	0	100
연조 절단	완 생(%)	0	0	100	
뒷지느러미	재생중(%)	100	100	0	100
연조 절단	완 생(%)	0	0	100	
배지느러미	재생중(%)	100	45	10	90
연조 절단	완 생(%)	0	65	90	
아가미 두껍	재생중(%)	100	100	91	2차 시험 중
절단	완 생(%)	0	0	9	
표지표 부착	부착율(%)	65	30	23.3	
	탈락율(%)	45	70	76.7	

(나) 솜뱅이 표지어 방류

생산된 솜뱅이 종묘는 '05. 9. 23일 제주바다목장 조성지인 차귀도 해역에 아가미 두껍을 절단한 방법의 표지어 15,000천 마리(전장 10.7~14.4 cm)를 한국해양연구원 연구책임자 등 학계, 유관기관, 현지 어민 및 취재기관 등 약 70여명이 참석 하에 좌담회 및 방

류행사를 실시하였다.

(2) 방류 후 행동

(가) 방류수역의 물리적 환경

차귀도와 죽도 사이: 죽도 쪽은 모자반이 밀생한 암반으로 구성되고 차귀도 쪽은 모래바닥 곳곳에 소형의 암반이 있다. 수심은 3-5 m 정도이고 수면 근처는 조류가 강하게 흐르고, 바닥에 내려가면 조류는 수면보다 많이 약하다. 북쪽과 남쪽은 죽도와 차귀도로 보호되어 SCUBA diving 으로 관찰 및 실험을 행하기 좋은 곳으로 생각되어 이곳에서 방류시의 행동과 방류 후의 적응상태를 주로 관찰하기로 하였다.

와도 앞: 해조군락은 없으며, 지름 15-30 cm의 작은 암석과 1 m 이상의 암반이 혼재되어 있다. 수심은 5-10 m 정도이고 조류도 강한 편이다. 북쪽은 와도가 파도를 막아주고 있고, 남쪽과 동서 방향은 개방되어 있다.

용수리 해안: 해조군락은 없으며, 지름 10-20 cm 정도의 작은 암석이 대부분을 차지하고 드물게 1 m 이상의 암반이 있다. 암석에는 말미잘과 Gorgonia가 밀생해 있다. 수심은 5-10 m 정도이고 조류는 관찰자가 밀려갈 정도로 강한 편이다. 동쪽이 용수리 해안으로 막혀있고, 서, 남, 북쪽은 개방되어 있다.

초소 앞: 해조군락은 없으며, 지름 10-20 cm 정도의 작은 암석이 대부분을 차지하고 드물게 1 m 이상의 암반이 있다. 곳곳에 말미잘이 서식하고 있다. 수심은 5-10 m 정도이고, 남쪽으로 더 나가면 경사가 급해져 수심이 깊어진다. 조류가 강한 편이다. 북쪽이 초소가 있는 해안으로 막혀있고, 동, 서, 남쪽은 개방되어 있다.

(나) 방류 시의 행동

차귀도와 죽도 사이의 해역에서 솜뎡이가 방류되는 순간의 행동을 관찰하기 위해 SCUBA diving 장비를 착용하고 수면에서 대기하였다. 배에서 솜뎡이를 방류한 후 관찰을 시작하였다. 솜뎡이는 방류되는 순간 아주 재빠르게 바닥으로 내려갔다. 일부는 모자반이 무성한 곳으로 들어갔고, 일부는 모래 바닥 쪽으로 갔다. 바닥으로 내려가는 속도는 비교적 빨랐으며 바닥의 서식지에 정착은 순간적으로 이루어졌으며 정착 후 행동은 종의 특성상 거의 움직이지 않고 모자반이 무성한 암반의 위나 암반 아래 굴, 바위 틈에 정착하는 경향을 보였다.

(다) 방류 후의 적응

섭이행동: 인공적인 사육 환경에서 살던 물고기를 자연에 방류하게 되면 다른 환경에 빨리 적응하느냐 못하느냐가 생존의 큰 요인이 된다. 적응여부를 판단하는 기준은 여러 가지가 있으나, 먹이를 섭취하는 것이 중요한 판단의 근거가 된다. 인공 환경에서는

사람이 먹이를 충분히 공급하지만, 자연환경에서는 자신이 먹이를 섭취하지 않으면 생존할 수가 없다. 게다가 먹이섭취 여부는 채집 후 위 내용물을 조사한다든지, 외견상으로 만복도를 보는 등 비교적 간편하게 알 수 있다.

방류 후 1일째: 관찰지로 선정된 차귀도와 죽도사이의 해역에서 10마리의 방류 솜뱀이를 관찰하였다. 모자반이 무성한 곳의 암반에서 8마리, 모래바닥의 소형암반에서 2마리를 발견하였다.

자연먹이에 대한 적응도는 위 내용물을 분석하는 것으로 하고 채집을 시도하였는데, 1마리만을 채집할 수 있었다. 나머지 9마리는 채집하지 못하였다. 채집 기구는 Hand net로 채집을 시도하였는데, 솜뱀이가 빠르게 달아나 채집할 수가 없었다. 그러나 수중에서 관찰한 결과로는 외견상 모자반 밀집 지역의 8마리 중 7마리는 배가 부른 상태였고, 나머지 한 마리는 조금 훌쭉한 상태로 7마리는 자연산 먹이를 이미 포식한 상태였음을 알 수 있었다. 그러나 모래바닥의 소형 암반에서 발견된 2마리는 훌쭉하지도 배가 부르지도 않은 상태여서 자연산 먹이 포식 여부는 판단이 어려웠다.

방류 후 2일째: 모자반이 무성한 곳에서는 솜뱀이가 발견되지 않았다. 모래바닥의 소형암반에서 2마리를 발견하였다. Hand net로 채집을 시도하였으나, 채집은 역시 실패하였다. 수중에서의 관찰 결과 외견상 2마리 모두 배가 부른 상태여서 자연산 먹이를 포식한 것으로 판단되었다.

방류 후 17일 후: 다시 채집 및 관찰을 시도하였다. 방류 직후보다 행동은 더 빨라져서 채집은 실패하였다. 차귀도와 죽도 사이의 모자반 숲에서 5마리, 와도 앞에서 18마리, 용수리 해안에서 14마리, 초소 앞에서 9마리 등 모두 46마리를 관찰하였는데, 외견상으로 배가 훌쭉한 개체는 없어 이 시기에는 모두 환경에 적응이 완료되어 있음을 알 수 있었다.

방류 후 관찰된 솜뱀이는 대부분의 개체가 배가 훌쭉하지 않았고, 행동이 재빠른 것으로 보아 북제주 바다목장 해역의 자연환경에 잘 적응한 것으로 보인다. 그러나 관찰 지역으로 선정된 차귀도와 죽도 사이는 모자반이 무성하여 저서성 어류인 솜뱀이의 자연 적응 상태를 관찰하기에는 어려움이 많았다. 또, 이 지역에서는 해조류가 무성하여 다른 지역보다는 적은 수가 관찰되었다. 자연 상태에서의 방류 개체 관찰을 위해서는 모자반을 헤치면서 찾아야 하는 번거로움이 있었는데 그곳에서 솜뱀이의 개체수가 적게 발견된 것에 대해서는 차후 환경적인 면을 고려하여 선호하는 서식지 타임에 대한 고찰이 필요하리라 생각되었다.

첫세 행동: 방류 후 첫째 날에는 모자반이 착상한 암반 중 큰 암반에 3-5마리가 모여 있었다. 방류 후 둘째 날에는 암반에 1마리씩 떨어져 있었다. 방류 후 17일째에 발견된 개체는 대부분이 작은 암석 한 개당 한 마리씩 있었고, 큰 암반 에서는 2마리가 있는 것이 간혹 있었다. 방류 후 첫째 날에는 새로운 환경에 적응하느라고 모여 있었던 것 같으

며, 시간이 지나 어느 정도 새로운 환경에 적응한 후에는 작은 암석을 중심으로 자신의 텃세권을 형성하는 것으로 보인다. 그러나 방류 개체가 일정한 면적에 대한 텃세를 하는 것인지 또는 자연 상태에서 흩어져 있는 양상이 관찰된 것인지에 대한 것에 대해서는 앞으로 연구 되어져야 할 과제로 남아 있다.

(라) 적응 행동에 대한 결론

방류 후 관찰된 솜뱀이는 양식장의 인공 환경에서 자연환경으로 잘 적응한 것으로 보인다. 채집이 안 되어 위 내용물 분석을 하지 못해 확신할 수는 없으나, 외견상으로 보아 자연먹이를 섭취하는 섭이행동은 잘 하고 있는 것으로 보인다. 이는 Hand net로 채집을 시도했을 때, 회피행동이 아주 빠르게 이루어진 것을 보아도 알 수 있다. 자연환경에서 먹이를 제대로 섭취하지 못하면 빠르게 회피하는 것이 어려울 것이기 때문이다. 그리고 어느 정도 시간이 경과한 후 작은 암석을 중심으로 자신의 텃세권을 형성하는 것으로 보이지만 차후 지속적인 관찰이 요망된다.

체장 100 mm 정도로 성장한 솜뱀이를 방류한 것이 자연환경에 잘 적응한 이유인 것 같다. 그런데 방류 후 17일 정도 경과한 후에도 방류한 솜뱀이의 체색은 북제주 바다목장 해역에 서식하던 자연산 솜뱀이와 뚜렷이 구별되었다. 자연산 솜뱀이의 체색은 검은 색에 가까운 갈색이고, 방류한 솜뱀이의 체색은 회색에 가까웠다. 따라서 눈으로 보기에 자연산 솜뱀이보다 방류한 솜뱀이가 훨씬 잘 보였다. 이는 포식자에게도 자연산 솜뱀이보다 잘 발견되어, 포식될 가능성이 높다. 따라서 차후에는 솜뱀이의 포식자를 채집하여 방류한 솜뱀이가 어느 정도 포식되는지 조사할 필요가 있을 것이다.

제 5 절 북제주 바다목장 모델

1. 서론

북제주바다목장은 통영이나 여수바다목장 사업의 어업형과는 달리 수중관광을 포함한 수중체험형이 하나의 기본 개념이 된다.

동서제주의 바다목장의 후보지 선정시 제주형 바다목장의 기본 모델은 '수중 체험형'으로 추진해 왔다. 수중 체험형이란 지난 30여 년간 국가 주도로 진행되어 온 연안 자원 조성 사업과는 달리 연안의 어업 자원은 물론 관광자원을 축출하여 바다 자체의 공간을 입체적으로 활용할 수 있도록 투자 건설해 나간다는 것이다.

즉, 국비 투자에 의한 연안자원 조성을 어업용 자원 증대뿐만 아니라 관광이나 유어 등 국민들의 해양 레저 활동에 필요한 투자를 해 나간다는 것이고 그에 따른 지자체의 경제 활성화나 어민들의 소득이 증가되도록 한다는 것이다.

그러기 위해서는 통영, 여수 바다목장사업을 추진해 오면서 지금 까지 개발된 세부 연구결과와 제주바다목장 수중체험형 사업에의 적용 가능성 및 적용 범위에 대한 검토와 함께 현재 우리나라 해양토목 기술 수준 등을 고려하여야 한다. 또, 수중 전망대 및 수중 건물 등 해양토목에 관련된 기술은 일본이나 프랑스, 중동지역 등지에서 현재 이루어지고 있는 연안의 수중 건물 건설 예를 보아 제주도 바다목장사업에서 수중 체험을 위한 테마 공원 이나 수중 도시(Underwater city)를 건설할 수 있을 지에 대한 검토가 이루어져야 한다.

또, 우리나라에서는 최초로 시도되는 목장형이고 바다의 입체적인 공간을 대상으로 이루어지는 사업의 특성상 지금까지의 어느 사업보다 많은 시행착오가 우려되므로 모델의 제시 후에 실제 바다에서 이루어지는 연구 및 사업 중간결과를 면밀히 검토하여 시정 또는 모델 수정 작업이 필요하리라 생각된다.

2. 서식지 특성

북제주 바다목장 조사구역 내의 지형은 어장조성 조사 결과에서 보듯이 차귀도의 남쪽 해역의 남서쪽이 수심 78 m로 최대 수심을 보였으며 전반적으로 남쪽 해역이 북쪽 해역에 비하여 깊은 수심의 경향을 나타낸다. 전반적인 해저지형은 북쪽 해역에서 수심35 m선을 기준으로 급경사를 이루며 북동방향으로 깊게 이어지고, 남쪽 해역은 등수심선 40 m를 기준으로 남동방향으로 최대 수심 78 m까지 이어지는 경향을 나타낸다.

바다목장해역 내 암반은 북부지역인 신창리로부터 용수리로 이어지는 해안부근, 죽도 주변, 그리고 수월봉 연안에서 잘 발달되어 있다.

3. 기본 계획

북제주 바다목장해역의 생태환경 및 자원 조사 결과로 미루어 보면 크게 3가지의 특징적인 면을 볼 수 있다. 첫째는 보호구역으로 지정된 차귀도 주변의 조류의 흐름이 빠르고 비교적 어업자원이 풍부한 해역, 둘째는 최근 백화 현상이 나타나고 있어 해중림이 거의 없고 작은 돌과 크고 작은 바위로 이루어진 거의 굴곡 없는 연안, 세 번째는 차귀도 외곽의 조류가 빠르고 수심이 30-40 m 이상인 깊은 수심대로 나누어진다.

2004년도까지의 계획은 체험형 바다목장으로 수중의 경관을 최대한 살려서 1997년 제안되었던 관광형 바다목장 모델을 기본으로 하여 조사, 분석되었었다. 그러나 위에서 언급한 세 가지 타입의 환경 특성을 고려할 때 북제주 바다목장해역은 수중관광에 적당한 환경을 가진 제주도 남부 연안과는 또 다른 특성을 나타내고 있어 모델의 수정이 불가피함을 알 수 있었다.

따라서 북제주 바다목장에는 체험 해양생태공원 1개소와 생태자원복원장 2개소를 대표적인 아이템으로 두는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

제주 바다목장의 모델의 기본 개념을 설정한 배경과 대상어종의 타당성과 서식지의 특성을 고려하여 기본 모델을 아래와 같이 제시한다.

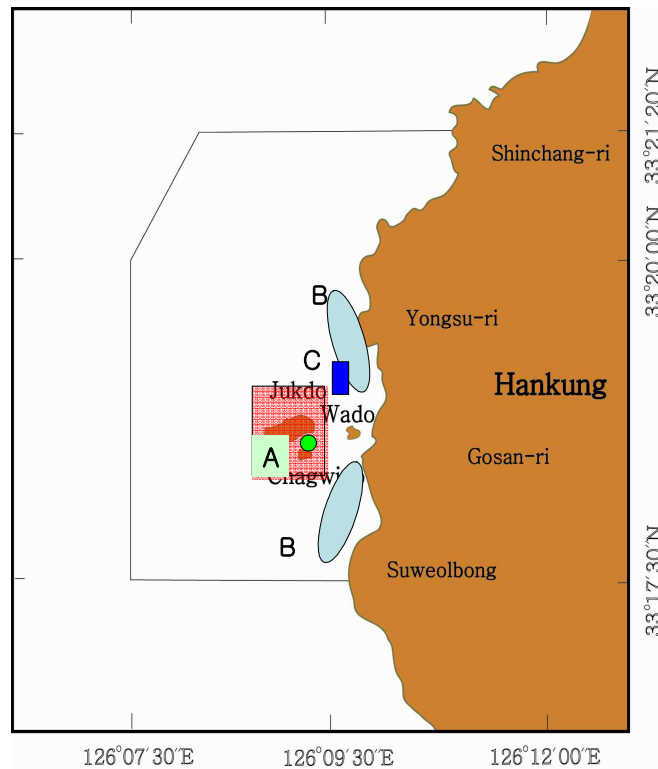


그림 3-5-1. 제주바다목장 모델 개념도.

A. 체험해양공원; B. 생태자원복원장; C. 감태자원증식장

가. 대상종

서식지의 생물상 특성은 현지 조사와 수협 자료 등 축적된 자료를 분석하였을 때 고급어종을 포함한 주용 수산어종에 대한 자료를 정리하고 어민들의 의견을 청취한 결과를 정리한 바가 있다.

제주도 바다목장의 특성인 어업과 관광산업의 두 가지 목적을 위해 수산어종과 관광종으로 구분해 볼 때 북제주군 어민들의 수산어종 선호도는 보구치, 강담돔, 옥돔의 순이었으며, 관광종으로는 거북복, 금강바리, 파랑돔 순으로 나타났다. 패류는 전복, 소라, 오분자기를 선호하는 것으로 집계된 바 있다(표 3-5-1).

선호 어종으로 나타난 이들 어종 중에 종묘생산 가능종인 옥돔(해양수산부, 2003)을 제외하고는 종묘생산이 이루어지고 있지 않아 목장 시행 초기에 방류로 인한 직접적 자원증대 보다는 종묘생산 기술 연구나, 자원보호나 육성을 통한 다른 방법의 연구도 함께 간구해야 할 것이다.

표 3-5-1. 각 어촌계별 바다목장 대상 어종 선호도 (해수부, 2003)

	어 종	고산*	용수	용당	신창	합계	평균	순위
수 산 어 종	자바리	13	13	13	13	52	13.0	11
	붉바리	15	19	19	19	72	18.0	7
	능성어	15	17	18	17	67	16.8	8
	돌돔	13	13	13	13	52	13.0	11
	강담돔	20	26	26	26	98	24.5	2
	참돔	13	13	13	13	52	13.0	11
	옥돔	23	23	23	26	95	23.8	3
	갈치	18	18	18	21	75	18.8	6
	보구치	25	26	26	26	103	25.8	1
	솜뱅이	22	24	22	25	93	23.3	4
	자리돔	20	21	20	25	86	21.5	5
	황돔	13	13		13	39	13.0	11
	감성돔	13	17		16	46	15.3	9
조피볼락	13	14			27	13.5	10	
관 상 종	금강바리	25	26	26	26	103	25.8	2
	파랑돔	24	26	26	26	102	25.5	3
	노랑자리돔	24	26	25	26	101	25.3	4
	솔배감펍	24	22	25	26	97	24.3	5
	거북복	26	26		26	78	26.0	1
패 류	전복	13	13	13	13	52	13.0	1
	소라		13	13	13	39	13.0	1
	오분자기	13	13	13	13	52	13.0	1

* 어촌계

수중체험 관광을 위한 대상종인 거북복, 금강바리등도 그 양이 많지는 않아 종묘생산 기술연구가 필요할 것이며, 무분별 어획에 대한 조치도 함께 마련되어야 할 것으로 보인다.

패류는 전복, 소라, 오분자기 모두 같은 선호도를 보였는데 주로 부가가치가 높고 실험해역 환경에 적합한 종들로 목장화 사업 후 크게 성과를 볼 수 있는 종들이라 판단된다.

나. 모델

(1) 체험해양공원

첫 번째 아이টে은 현재 보호구역으로 지정되어 있는 차귀도 연안에 “생태관광”을 위한 “체험해양공원”을 조성하는 것이다.

해양생태 보존과 해양교육장으로서의 역할을 할 수 있는 해양수중공원은 호주의 대환초와 같이 수중의 자연경관을 그대로 이용하기도 하지만 말레이시아 페낭의 해양공원처럼 먹이 공급으로 사람에게 대한 길들이는 작업을 계속함에 따라 인위적으로 대상 생물을 일정 해역 내 서식토록 한 사례도 있다.

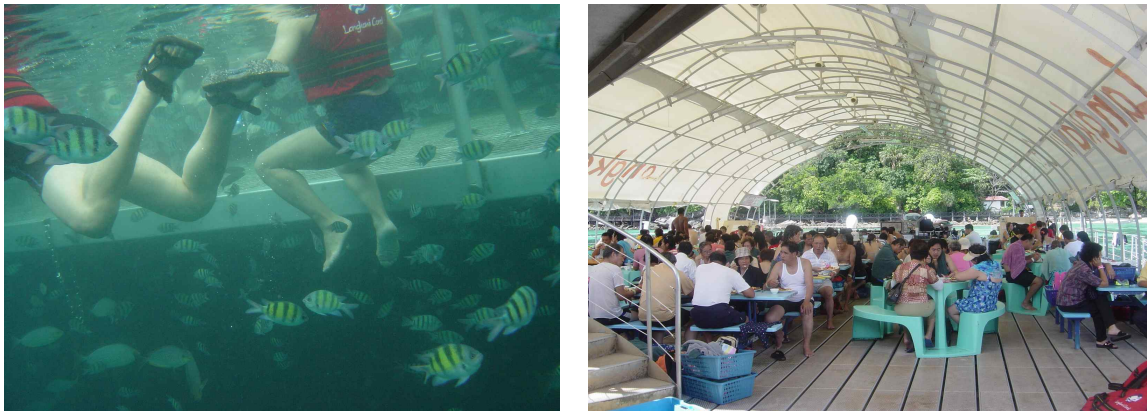


그림 3-5-2. 말레이시아 랑카위해양공원.

(좌: 플랫폼 주변의 고기 떼와 스노클링을 즐기는 관광객;

우: 해양공원의 관광객용 플랫폼)

차귀도 연안은 사람이 접근하기에 적합한 연안이 많지 않고 또 수중의 경관 역시 자연적인 것만으로 바다목장의 해양공원이라 하기에는 부족함이 많아 인위적인 조성이 필요하다라고 판단되었다.

우선 현지의 모자반 해중림을 최대한 이용하면서 자바리, 파랑돔, 흰동가리 등 관광에 필요한 어종을 이식 정착시켜 좁은 범위 내에서 다양한 생물을 볼 수 있도록 하는 것이 필요하다(그림 3-5-1~4). 물론 이 경우는 수중 공원이 만들어 질 때까지 처음부터 관리하

는 사람이 일시적으로 머물 수 있는 적당한 크기의 수상 구조물이 필요하고 일반인들에게 공개할 시기에는 관광을 위한 일정 규모의 수상시설이 필요하다.

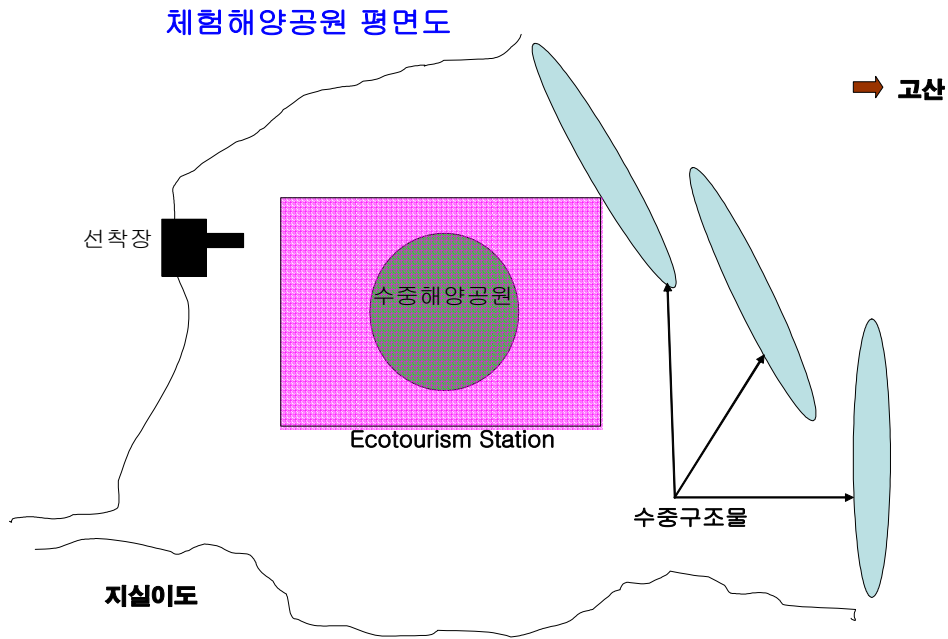


그림 3-5-3. 북제주 해양체험공원 평면도.

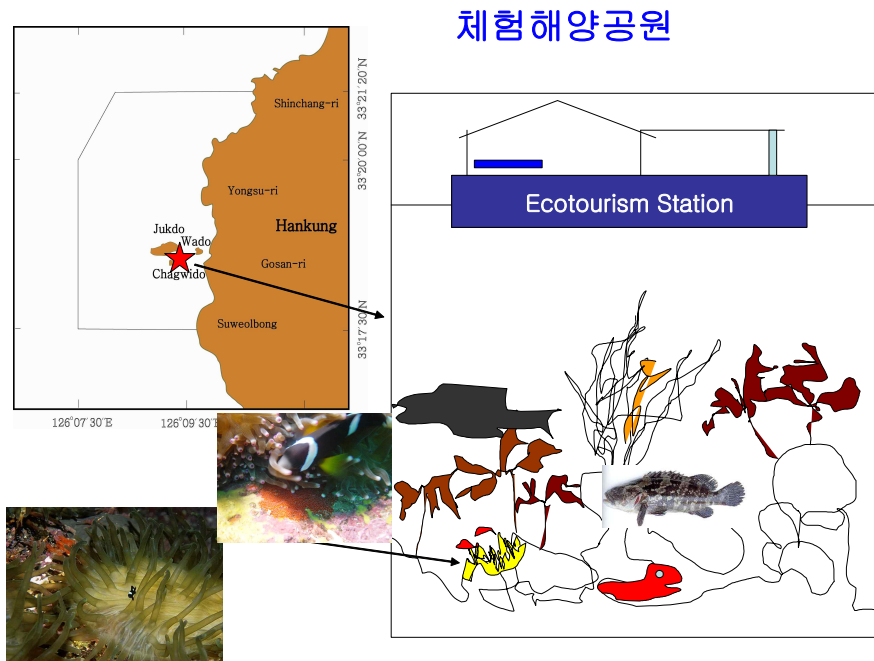


그림 3-5-4. 북제주 해양체험공원 조감도.

(2) 생태자원복원장

두 번째는 수월봉에서 신창리에 이르는 연안역은 해중림을 복원시키고 동시에 목적으로 하는 대상 생물자원을 증식시키는 것이 우선되어야 할 것으로 사료되어 '생태자원복원장'(그림 3-5-1, B)으로 목표를 두었다. 고산마을 앞에서 수월봉에 이르는 연안과 고산마을에서 북쪽으로 이어지는 연안을 대상으로 감태 및 모자반류의 해중림 조성과 소라, 전복, 오분자기 등 패류 자원 증식과 솜뱅이(현지명 우럭), 자바리, 돌돔 등 어류자원의 증대를 동시에 이루어 어민들의 소극증대를 피하는 장소로 가꾸는 곳이다.

그 중에는 모래밭으로 된 바다에 있어 감태를 인위적으로 이식 조성하는 실험 공간인 '감태자원복원장'으로 활용하기에 적당한 곳이 있다.

수중전망대 등 시설: 이러한 목표를 가진 모델이 가능성을 가지고 이루어지려면 시설로서는 수중전망대, 중간육성 및 해상기지, 간이급이스스템, 환경관측시스템 등의 시설이 투자되거나 검토되어야 한다.

예를 들면 수중전망대는 환경복원과 그 정도 가치 있는 수중경관이 가꾸어진다는 전제 아래 민자 투자나 또는 반 민자 투자 형식으로 투자 경제성과 교육, 홍보 효과 등을 고려하여 투자에 대한 타당성 조사를 거쳐 연안의 한 곳(예: 수월봉 앞)을 택하여 유치될 수 있을 것이다.

(3) 연안자원조성

바다목장의 근본적인 목표중의 하나인 어민 소득 증대와 관광 자원의 기간 내 확보를 위하여 이 해역에 맞는 적정 종과 적절한 량의 어린 종묘들을 첨가하여야 하는 데 복제주 바다목장에 서식하는 생물종과 어민 소득을 감안 할 때 어류로는 돌돔, 자바리, 솜뱅이, 능성어, 붉바리 등, 패류로는 전복, 오분자기, 소라 등을 방류사업에 포함시키는 것이 바람직하다. 이러한 자원조성은 어업형 바다목장 모델에서 이루어진 바와 같은 과정으로 방류되고 어업인 스스로 공동 관리함으로써 목장이 완성된 후 어민들 스스로 관리해 나갈 수 있도록 되어져야한다.

위의 1-3까지의 아이템별로 사업을 진행하되 구체적인 진행 방향이나 규모는 현지의 상황이나 행정적인 협조 하에서 이루어져야 하며 특히 체험공원의 경우 차귀도 연안을 이용하는 것이므로 현재 보호구역으로 묶여져 있는 상태여서 관계 부처와의 협조가 반드시 선행되어야 하는 어려움 등이 남아 있다. 또 앞에서 서술한 바와 같이 연안의 자원조성만이 아닌 수중 관광 명소 및 환경 복원 장소로 만들어 해양 관광지로 활용하려는 개념 때문에 여러 가지 이 사업을 진행함에 있어 여러 가지 시행착오가 예상되므로 보다 정확한 조감도의 작성은 사업을 진행하면서 수정되고 제작될 것으로 본다.

참고문헌

- Bilyard, G.R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Poll. Bull.* 18(11): 581-585.
- Choi, C.M. 1989. A study on the origin of coastal waters in the southwestern seas of Korea. M.S. Thesis, Cheju Nat'l Univ., 44 pp. (in Korean)
- Choi, S.D, S.Y. Kim, H.Y. Moon, J.S. Park, S.J. Rha, C.Y. Woo, D.Y. Kim, D.S. Jung. 1999. Mass mortality of oyster, *Crassostrea gigas* in Kamak Bay(I). *J. of Res. Ind., Yosu Univ.*, 8: 259-266.
- Duray, M. N., C. B. Estudillo, and L.G. Alpasan. 1997. Larval rearing of the grouper, *Epinephelus suillus* under laboratory conditions. *Aquaculture*, 150: 63-73.
- Kang, J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea, *Bull. Pusan Fish. Coll.*, 7(1, 2): 1-125.
- Kim, I.O. and H.K. Rho. 1944. A study China coastal water appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. *J. Kor. Fish. Soc.*, 27(5), 515~528. (in Korean)
- Kim, I.S. and E.J. Kang. 1993. Coloured fishes of Korea. Academy Publ. Co., Seoul, 477pp.
- Kita, T. and E. Harada. 1962. Studies on the epiphytic communities, I The abundance and distribution of microalgae and small animals on the *Zostera blades* Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 10: 145-257.
- Lee, J.J. 1990. Bioecological study of the northern coastal area in Cheju Island. *Korea J. Malacol.*, 6(1): 33-44. (in Korean)
- Lee, J.J. and Jwa, Y.W. 1988. Ecological study on the intertidal zone around Cheju Island - 1. Estmation of plankton production and community structure of marine shells - Community structure of molluscan shells. *Korean J. Malacol.*, 4(1): 17-29. (in Korean)
- Lee, J.J. Zhang, C. I. and Cho, U. S. 1989. Community structure of the ecosystem on the intertidal zone and grass land in Cheju Island - Distribution and community structure of benthic macroinvertebrates. *Korean J. Malacol.*, 5(1): 10-28. (in Korean)
- Marte, C. 1999. status of grouper research in the Philippines. Proceedings of the grouper aquaculture research workshop, Bangkok, Thaliland, 7-8, April, 1999. 15-20.

- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press. Tokyo, pls. 370, 448pp.
- Morton, J. and M. C. Miller. 1973. The New Zealand Sea Shore. 2nd. ed. Collins, London. 653pp.
- Myoung, J.G. and Y.J. Park. 2001. Monthly changes of fish fauna at experimental artificial reef in Tongyeong marine ranching area, Korea. *Ocean and Polar Research*, 23(3): 311-313.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474pp.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World (3rd ed.). John Wiley & Sons. New York, 550 pp.
- Oshima, M. 1934. Life-history and distribution of the freshwater salmonids found in the water of Japan. Proc. Fifth Pac. Sci. Congress(Canada, 1933). V5 : 3751-3733.
- Pickering, H., D. Whitmarsh and A. Jensen. 1998. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: Investigating the potential. *Marine Pollution Bulletin*, 37(3): 505-514.
- Rilov, G. and Y. Benayahu. 1998. Vertical artificial structures as an alternative habitat for coral reef fishes in disturbed environments. *Marine Environmental Research*, 45: 431-451.
- Rho, H.K 1985. Studies on marine environmental of fishing ground in the waters around Jeju Island PH.D. Thesis, Tokyo university., pp. 215(in Japanese)
- Santos, M.N. and C.C. Monteiro. 1997. The Olhão artificial reef system (south Portugal): Fish assemblages and fishing yield. *Fisheries Research*, 30: 33-41.
- Shein, N. L. 2000. A new method for induction of ovulation using LHRH analogue in culture seven-band grouper. M. S. Thesis, University of Nagasaki, 11pp.
- Simpson. E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. 163:1-688.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Univ, 125pp.
- Song, J. I., 1976. A study on the classification of the Korean Anthozoa 2. Alcyonacea. *Korean J. Zool.*, 19(2): 51-62
- Song, J. I., 1979. A systematic study on Gorgonacea in Korea. Science Dissertation, Ewha Womans Univ., 165 pp.
- Sorensen, T, 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant

- sociology of the vegetation on Danish commons. Biol. Skar. 5: 1-33.
- Spanier, E., M. Tom and S. Pisanty. 1985. Enhancement of fish recruitment by artificial enrichment of man-made reefs in the southeastern Mediterranean. Bull. Mar. Sci., 37(1): 356-363.
- Stephenson, T. A. and A. Stephenson. 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. J. Ecol., 38: 289-305.
- Toledu, J. D., S. N. Golez, M. Doi, and A. Ohno. 1997. Food srllrction of early grouper, *Epinephelus coiioiecks*, larvae reared by the semi-intensive method. Susanzoshoku, 45: 327-337.
- Treack, P.V. and H. Schuhmacher. 1998. Mass diving tourism-A new dimension calls for new management approaches. Marine Pollution Bulletin, 37: 499-504.
- Umezaki, I. 1983. Ecological studies of *Sargassum miyabei* Yendo in Maizuru bay Japan sea. Bull. Jap. Soc. Fish., 49: 1825-1834.
- 栗原 康. 1988. 河口, 沿岸域の生態學とエコテクノロジー。東海大學出版會, 東京. 335pp.
- 井上喜平治. 1969. タコの増殖. 水増叢書. 20. 東京. 160 pp.
- 井上正昭. 1973. アワビの大きさによるすみ場の差異. 水増. 20(3).
- 大野正夫. 1981. 藻場・海中林. 水産學シリーズ 38. 日本水産學會論, 163pp.
- 宇野寛. 1967. 養魚學各論. アワビ. 水産學全集, 23.
- 松井魁. 1966. ウニの増殖. 水産増養殖叢書. 12. 160 pp.
- 梅崎 勇・有山啓之. 1981. 藻場(ガラモ場)の生態の総合的研究. ホンダワラ科植物群落について. 昭和55年度文部省科學研究費補助金(総合研究A) 研究成果報告書, 2-7.
- 齊藤雄之助. 1980. 瀬戸内海およびその周邊海域におけるホンダワラ科海藻類の分布について. 南西水研報, 12: 51-68.
- 布施鎮一郎. 1962. ガラモ場における生物群集. 生理生態. 11: 23-44.
- 고유봉. 1998. 제주의 바다. (사) 제주도수산해양개발협의회, 제주. p. 11-42.
- 국립수산과학원. 2004. 한국연근해유용어류도감. 도서출판 한글. 333pp.
- 국립수산진흥원. 1967. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 67: 1-180.
- 국립수산진흥원. 1968. 연안 어업 실태 및 자원조사. 국립수산진흥원 사업보고, 66: 128-168.
- 국립수산진흥원. 1987. 인공어초효과조사. 수진사업보고, 72: 1-77.
- 국립수산진흥원. 1989. 전국연안 인공어초어장 생산성조사. 수진사업보고, 82: 107pp.
- 국립수산진흥원. 1991. 연안 어업 자원조사. 국립수산진흥원 사업보고, 92: 114-125.
- 김두남·강영실·이정우. 1995. 인공어초에 서식하는 부착생물의 시공간적 연구. 수진연구보고, 49: 7-16.

- 김용익 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구. 2001. 한국해산어류도감. 도서출판 한글. 382pp.
- 김익수 · 이완옥. 1994. 제주도의 어류상. 한국의 어류상 연구, 1. 52pp.
- 김익수 · 이완옥. 1995. 한국 황해 연안의 어류. 한국의 어류상 연구, 2. 52pp.
- 김훈수. 1973. 한국동식물도감. 제 14권. 문교부. 694pp.
- 김현태. 2001. 비정상 흐름장의 인공어초 침하특성에 관한 실험적 연구. 한국해양공학 회지. 15(2): 33-38.
- 류청로 · 김현주. 1994. 착저식 인공어초에 작용하는 파력특성에 관한 연구. 한국수산학 회지, 27(5): 605-612.
- 류청로 · 김현주 · 이한수 · 신동일. 1997. 생태계 제어 시설물의 설계 및 배치 최적화 (2)- 흐름장에서의 인공어초의 침하 및 매몰 특성. 한국수산학회지, 30(1): 139-147.
- 류청로 · 장선덕 · 임기봉. 1986. 인공어초의 규모와 배치에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 38: 1-24.
- 명정구 · 박용주 · 조선형 · 강래선 · 박홍식 · 김종만 · 박정호 · 홍경표 · 최홍석. 2003. 통영바다 목장 내에 설치된 목선강제복합어초의 어류상. 수중과학기술, 4(1): 1-8.
- 방익찬 · 김태희, 1993. 제주도 서부 연안역의 용승. 제주대학교 해양연구소 연구보고, 17, 1~12.
- 서두옥 · 정용진. 1981. 제주도연안에 있어서 인공어초의 안정성. 제주대학 해양자원연구소, 47-54.
- 손용호. 1980. 조선동해어류지. 과학백과사전출판사. 평양, 464 pp.
- 손태준 · 박정식 · 서두옥. 1977. 어초의 형태와 어군의 위집에 관한 연구. 한국수산학회지, 10(3): 179-187.
- 송준임, 2004. 한국동식물도감 제39권 동물편(산호충류), 교육인적자원부, 687 pp.
- 문화재청, 2001. 제주 연안 천연보호구역 조사 연구 보고서. 85~125
- 이규형, 1993. 가막만의 양식굴의 생산에 관한 수산해양학적 연구, 이학박사논문. 부산 수산대학교. 188pp.
- 이순길 · 김용익 · 명정구 · 김종만. 2000. 한국산어명집. 정인사. 서울, 222pp.
- 이인규 · 강제원 1986. 한국산 해조류의 목록. 한국조류학회지, 1: 311~325
- 이정우. 1994. 인공어초의 분산특성에 관한 실험적 연구. 부산수산대학교 석사학위졸업논문, 43pp.3
- 이정우 · 강영실. 1994. 인공어초어장의 어류군집상과 어량변동. 한국수산학회지, 27(5): 535-548.
- 이정우 · 배헌민 · 김창길. 1995. 인공어초모형의 유체역학적 특성연구. 국립수산진흥원

- 연구보고, 49: 1-6.
- 인천광역시. 2001. 2000년 인공어초 시설사업 효과조사(최종보고서). 인천, 223pp.
- 양찬규 · 김현주. 2000. 칩선어초 주위의 유동특성에 관한 연구. 한국해양공학회지, 14(4): 9-16.
- 유순애. 1975. 한국산 Fucales목(갈조류)의 분류학적 특성에 대하여. 서울대 석사학위논문. 145pp.
- 윤상준 · 김현태. 2001. 비정상 흐름-과랑 공존장의 인공어초 침하 특성에 관한 연구. 한국 해양공학회지, 15(3): 18-24.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 727pp.
- 제주대 해양과환경연구소. 2002. 2001년 해중림 조성용 인공어초 효과조사 보고서. 65pp.
- 차형기 · 이장욱 · 박차수 · 백철인 · 홍성운 · 박종화 · 이동우 · 최영민 · 황강석 · 김장근 · 최광호 · 손호선 · 손명호 · 김대현 · 최정화. 2001. 한국새우류도감. 국립수산진흥원. 188pp.
- 최병래 · 박미선 · 전임기 · 박승열 · 김희태. 1999. 한국연근해유용연체동물도감. 국립수산진흥원. 197pp
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적. 서울, 489pp.
- 한국어류학회. 2003. 한국연안 어류의 현황과 보전. 한국어류학회, 160 pp.
- 한국해양연구소. 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 980pp.
- 한국해양연구소. 1999. '99 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서. 서울, 902 pp.
- 한국해양연구소. 2000. 바다목장 해역내에서의 강제어초 효과에 관한 연구. 서울, 246 pp.
- 한국해양연구원. 2002. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 1차년도) 보고서. 서울, 738pp.
- 한국해양연구원. 2003. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 2차년도) 보고서. 서울, 708pp.
- 한국해양연구원. 2004. 통영해역의 바다목장화 개발연구 용역사업(2단계 3차년도) 보고서. 서울, 1119pp.
- 홍성완 · 岡本峰雄. 1998. 부침식 인공해저에 설치한 인공어초에 대한 어군의 행동특성. 한국 어업기술학회지, 34(4): 378-385.
- 해양수산부. 2000. 인공어초시설사업의 종합 평가 및 향후 정책방향 설정에 관한 연구. 서울, 242pp.

부록 1. 차귀도 주변에서 조사된 해면동물문(Porifera)의 출현종

Speies	Sites	study area					
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.
Phylum Porifera 해면동물 문							
Class Demospongia 보통해면 강							
Order Hadromerida 경해면 목							
Family Clionidae 호박해면 과							
<i>Cliona celata</i> 호박해면	1	5	4	8	4		
<i>Cliona sp.</i>		15					
<i>Cliona sp-1</i>		12					
<i>Cliona lobata</i> 입호박해면	2	22	8	11	8		
<i>lobata sp.</i>							
Family Spirastrellidae 나선별해면 과							
<i>Stirastrella insignis</i> 굵은나선별해면		1				1	
Order Haplosclerida 단골해면 목							
Family Haliclonidae 보라해면 과							
<i>Haliclona permollis</i> 보라해면		4	6	12	6		
Family Callyspongiidae 예쁜이해면 과							
<i>Callyspongia elegans</i> 예쁜이해면	2	14	12	13	12	7	
<i>Callyspongia confederata</i> 보라예쁜이해면		1	2		2		
<i>Callyspongia elongata</i> 길쭉예쁜이해면		6	8	8	7	5	
Order Poecilosclerina 다골해면 목							
Family Myxillidae 끈적해면면 과							
<i>Myxilla incrustans</i> 껌질끈적해면					1	1	
Order Halichondrida 해변해면 목							
Family Halichondriidae 해변해면 과							
<i>Halichondria okadai</i> 검정해변해면	1	4	35	33	35	9	
<i>Halichondria panicea</i> 회색해변해면	2	3	1			1	
<i>Hymeniacidon sinapium</i> 주황해변해면		14	9	19	9	8	
<i>Hymeniacidon sp.</i>				18		10	
<i>Hymeniacidon sp-1</i>				2			
<i>Hymeniacidon sp-2</i>				1			
<i>Hymeniacidon sp-3</i>							
Order poecilosclerina 다면해면 목							
Family Microcionidae 유령해면 과							
<i>Clathria terranova</i> 창살유령해면		2			1	5	
Class Calcarea 석회해면 강							
Order Heterocoela 이강해면 목							
Family Heteropiidae 이강해면 과							
<i>Grantessa mitukurua</i> 둥글관해면			19	22	19	13	

부록 2. 차귀도 주변해역에서 조사된 자포동물문(Cnidaria)의 출현종

Speies	Sites	study area						
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Cnidaria 자포동물 문								
Class Hydrozoa 히드라충 강								
Order Athecatae 민킵히드라충 목								
Family Corynidae 곤봉히드라 과								
<i>Coryne pusilla</i> 곤봉히드라			5	21	53	21	23	
Family Tubulariidae 관히드라 과								
<i>Tubularia mesembryanthemum</i> 관히드라	1	1	12	1	12			
Order Thecatae 컵히드라충 목								
Family Sertulariidae 테히드라 과								
<i>Dynamena crisioides</i> 민테히드라	1							
<i>Sertularella levigata</i> 테히드라	1	4	5	1	5			
<i>Sertularia distans</i> 화관히드라	1							
Family Africana 아프리카깃히드라 과								
<i>Antennella integerrima</i> 둥글깃히드라	2	1	4		4			
<i>Plumularia setacea</i> 깃히드라		1	8	2	8			
<i>Thecocarpus niger</i> 검정깃히드라	3		4	3	4		20	
Family Plumulariidae 깃히드라 과								
<i>Aglaophenia whiteleggei</i> 흰깃히드라			7	40	7	3		
Class Anthozoz 산호충 강								
Order Gorgonacea 해양 목								
Family Acanthogorgiidae 가시산호 과								
<i>Acanthogorgia dofeini</i> 가시산호	1	1	5	4	5			
<i>Acalycigorgia inermis</i> 민가시산호		1		1				
<i>Acanthogorgia multispisai</i> 다가시산호				7				
Family Ellisellidae 회초리산호 과								
<i>Verrucella umbraculum</i> 흑가시산호		2	1	1	1			
Family Primnoidae 풀뿔산호 과								
<i>Plumarella spinosa</i> 깃산호		1						
Family Melithaeidae 빨산호 과								
<i>Melithaea flabellifera</i> 부채빨산호		1	14	13	14	2		
<i>Melithaea flabellifera cylindrata</i> 원통빨산호	2	11					3	
<i>Acabaria tenuis</i> 마늘산호				4			1	
Family Plexauridae 총산호 과			6					
<i>Anthoplexaura dimorpha</i> 꽃총산호		1		7	6			
<i>Euplexaura anastomosans</i> 유착진총산호		1	8	4	8			
Family Calicogorgia grandulosa 등근킵산호 과								
<i>Plexauroides rigida</i> 곧은맴시산호			1		1			
Family Caryophylliidae 정향돌산호 과								
<i>Desmophyllum insignis</i> 나팔꽃돌산호			1	3				

부록 2. 계속

Sites Speies	study area						
	Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Order Alcyonacea 해계두 목							
Family Siphonogorgiidae 관산호 과							
<i>Siphonogorgia dofleini</i> 등색관산호		1		7			
Family Nephtheidae 곤봉바다맨드라미 과							
<i>Dendronephthya gigantea</i> 큰수지맨드라미	1	2	1		1		
<i>Dendronephthya castanea</i> 밤수지맨드라미			7		7		
<i>Dendronephthya putteri</i> 자색수지맨드라미							
Family Alcyoniidae 바다맨드라미 과							
<i>Alcyonium gracillimum</i> 분홍바다맨드라미			5	4	5	2	
Order Scleractinia 돌산호 목							
Family Flabellidae 부채돌산호 과							
<i>Flabellum distinctum</i> 부채돌산호	3	18					
Family Dendrophylliidae 나무돌산호 과							
<i>Dendrophyllia cribrosa</i> 유착돌산호		1			1		
Family Poritidae 구멍돌산호 과							
<i>Avelophora japonica</i> 거품돌산호						7	
Order Antipatharia 각산호 목							
Family Antipathidae 해송 과							
<i>Antipathes lata</i> 긴가지해송			3	5	3		
<i>Antipathes japonica</i> 해송	1		4	3	4		
Class Scyphozoa 해파리 강							
Order Actiniaria 해변말미잘 목							
Family Actiniidae 해변말미잘 과							
<i>Actinia mesembryonthemum</i> 해변말미잘		2	7	1	7		
<i>Actinia midori</i> 풀색해변말미잘			4		4		
<i>Anthopleura japonica</i> 갈색꽃해변말미잘			14		14		

부록 3. 차귀도 주변해역에서 조사된 대형동물문(Bryozoa)의 출현종

Sites Speies	study area						
	Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Bryozoa 대형동물 문							
Class Gymnolaemata 나후 강							
Order Cheilostomata 순구 목							
Family Phidoloporidae 연구명이끼벌레 과							
<i>Iodictyum axillare</i> 빨간망이끼벌레	2	1	4	1	4	1	
<i>Reteporellina denticulata</i> 등색망이끼벌레		3	4	5	4	8	
<i>Aetea anguina</i> 자루이끼벌레		1	1	8	1	1	
<i>Dalcaria subovoidea</i> 자주이끼벌레		1	8	11	8	7	
<i>Steganoporella magnilabris</i> 큰단추이끼벌레		4	1		1		
<i>Iodictyum sp.</i>			1		1		

부록 4. 차귀도 주변해역에서 조사된 연체동물문(Mollusca)의 출현종

Speies	Sites		study area				
	Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Mollusca 연체동물 문							
Class Polyplacophora 다판 강							
Order Ischnochitonida 연두군부 목							
Family Ischnochitonidae 연두군부 과							
<i>Ischnochiton comptus</i> 연두군부	1	4		2			
<i>Ischnochiton boninensis</i> 가는줄연두군부	1						
Family Chitonidae 군부 과							
<i>Liolophura japonica</i> 군부	3	1		3			
<i>Rhyssoplax kurodai</i> 꼬마군부	3			2	1		
Family Acanthochitonidae 가시군부 과							
<i>Cryptoplax japonica</i> 벌레군부				1			
Family Cryptoplacidae 털군부 과							
<i>Cryptoplax japonica</i> 벌레군부		1		1			
Class Gastropoda 복족 강							
Order Archaeogastropoda 원시복족 목							
Family Haliotidae 전복 과							
<i>Haliotis discus</i> 전복	1	2				2	
<i>Haliotis diversicolor aquatilis</i> 오분자기	3	7				1	
<i>Haliotis diversicolor diversicolor</i> 마대오분자기	1	6					
Family Turbinidae 소라 과							
<i>Batillus cornutus</i> 소라	184	181	225	339	225	101	
<i>Pomaulax japonicus</i> 납작소라	3	7	7	11	7	1	
<i>Galeastraea modesta</i> 잔빨소라	4			2			
<i>Turbo excellens</i> 예쁜눈알고둥						1	
Family Acmaeidae 힌샷갯조개 과							
<i>Patelloida saccharina</i> 테두리고둥		1				2	
Family Trochidae 밤고둥 과							
<i>Trochus sacellus rota</i> 바퀴밤고둥	12	3	74	241	74	91	
<i>Tristichotrochus unicus</i> 방석고둥	6	1	4	6	4	10	
<i>Trochus sacellus rota Dunker</i> 바퀴고둥	665	429	89	169	89	118	
<i>Clanculus denticulatus</i> 이빨울타리고둥		2					
<i>Omphalius pfeifferi carpenteri</i> 팽이고둥	150			2		2	
<i>Clanculus ater</i> 빨강꼭지고둥	1			7		5	
<i>Clanculus margaritarius</i> 보석고둥		1		1			
<i>Omphalius rusticus rusticus</i> 보말고둥						1	
Family Siliquariidae 지렁이고둥 과							
<i>Tenagodus cumingiia</i> 지렁이고둥						1	
Family Siphonariidae 고랑딱개비 과							
<i>Siphonaria javanica</i> 주름고랑딱개비				2			
Family Cypraeidae 개오지 과							
<i>Purpuradusta gracilisa</i> 점박이개오지			1	1	1		
<i>Lyncina vitellus</i> 제주개오지			1	2	1		
Order Aplysiomorpha 군소 목							

부록 4. 계속

Speies	Sites	study area					
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.
Family Aplysiidae 군소 과							
<i>Aplysia kurodai</i> Baba 군소			2		16		
Family Umbraculidae 삿갓군소불이 과							
<i>Umbraculum umbraculum</i> 삿갓군소불이		3			1		4
Order Heteropoda 이족 목							0
Family Cassidae 계란고둥 과							0
<i>Casmaria ponderosa</i> 매끈이계란고둥		1					1
Family Cymatiidae 수염고둥 과							0
<i>Monoplex echo</i> 각시수염고둥		2	2	6	8	6	3
<i>Charonia sauliae</i> 나팔고둥		2	3	1		1	2
Order Neogastropoda 신복족 목							0
Family Muricidae 빨소라 과							0
<i>Reishia bronni</i> 빨두드럭고둥			1				1
<i>Ocenebrellus aduncus</i> 날개빨고둥			1	9	21	9	6
<i>Ocenebra japonica</i> 어깨빨고둥					1		1
<i>Reishia bronni</i> 두드럭고둥		8	2	2	4	2	6
Family Buccinidae 물레고둥 과							0
<i>Kelletia lischkei</i> Kuroda 매끈이고둥		38	63	70	104	70	119
<i>Cantharus cecillei</i> 털겹질돼지고둥		41	274	18	63	18	498
<i>Ceratostoma founieri</i> 세빨고둥		3	3	27	15	27	5
<i>Pollia subrubiginosus</i> 쇠털겹질고둥		1					1
<i>Siphonalia signa</i> 구름무늬돼지고둥				1		1	2
Family Volutidae 홍줄고둥 과							0
<i>Lyria cassidula</i> 대추홍줄고둥				2		2	4
Family Pyrenidae 무룩 과							0
<i>Pyrene testudinaria</i> 무룩		3	2		2		1
Family Nassariidae 좁쌀무늬고둥 과							0
<i>Niotha livescens</i> 좁쌀무늬고둥		7					1
<i>Zeuxis sufflatus</i> 모눈좁쌀무늬고둥		3					1
<i>Niotha conoidalis</i> 보석알좁쌀무늬고둥				1		1	2
Family Triphoridae 띠줄고둥 과							0
<i>Triphora otsuensis</i> 좁쌀띠줄고둥					20		1
Family Busyconidae 털탑고둥 과							0
<i>Hemifusus ternatanus</i> 털탑고둥		1					1
Family Conidae 청자고둥 과							0
<i>Chelyconus fulmen</i> 청자고둥			1				1
Family Fascioliariidae 긴고둥 과							0
<i>Fusinus spectrum</i> 모난어깨긴빨고둥		1					1
Order Mytiloida 홍합 목							0
Family Mytilidae 홍합 과							0
<i>Musculus pusio</i> 꼬마담치				2	2		7
Order Nudibranchia 나새 목							0
Family Chromodorididae 갯민숭달팽이 과							0
<i>Hypselodoris festiva</i> 파랑갯민숭달팽이			1	1	1	1	4

부록 4. 계속

Speies	Sites	study area						
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
<i>Chromodoris orientalis</i> 흰갯민숭달팽이			2	4	5	4		15
<i>Ceratosoma cornigerum</i> 긴꼬리갯민숭이					1	3		4
<i>Glossodoris misakinossilbogae</i> 꼬마흰갯민숭달팽이				1		1		2
<i>Chromodoris tinctoriam</i> 망사갯민숭달팽이				1		1		2
<i>Chromodoris aureopurpurea</i> 점점갯민숭달팽이				1		1		
Family Phyllidiidae 흑갯민숭이 과								
<i>Phyllidia ocellata</i> 흑고리갯민숭이		4	10	4	6	4	3	
<i>Phyllidiella pustulosa</i> 흑투성이갯민숭이		5	6	2	7	2	1	
Order Dendronotacea 꽃송이갯민숭이 목								
Family Tritoniidae 예쁜이갯민숭이 과								
<i>Bornella japonica</i> 긴갯민숭이				2	1	2		
Order Arcoida 돌조개 목								
Family Arcidae 돌조개 과								
<i>Barbatia stearnsiia</i> 또마돌조개							6	
Order Aeolidacea 산호갯민숭이 목								
Family Aeolidiidae 큰도롱이갯민숭이 과								
<i>Protoaeolidiella atrata</i> 검정갯민숭이				1	1			
Family Vermetidae 뱀고둥 과								
<i>Vermetus renisectusa</i> 덩굴뱀고둥							2	
<i>Vermetus vitreus</i> 긴목벌레뱀고둥							1	
Class Bivalvia 이매패 강								
Order Pterioidea 익각 목								
Family Ostreidae 굴 과								
<i>Ostrea denselamellosa</i> 토굴			1			4		
Order Veneroidea 백합 목								
Family Chamidae 굴아제비 과								
<i>Chama japonica</i> 햇빛굴아제비			12		7			
Family Carditidae 주름방사륙조개 과								
<i>Cardita leana</i> 주름방사륙조개					10		11	
Family Solecurtidae 발가리맛조개 과								
<i>Solecurtus divaricatus</i> 돼지가리맛					1			
Family Cardiidae 새조개 과								
<i>Acrosterigma burchardis</i> 소쿠리조개							1	
Order Ostreoida 굴 목								
Family Pectinidae 가리비 과								
<i>Chlamys irregularis</i> 짝귀바단가리비					1			
<i>Parvamussium intuscostatus</i> 반투명꼬마가리비							1	
Family Spondylidae 국화조개 과								
<i>Spondylus variuss</i> 접시국화조개						3	1	
<i>Spondylus longitudinalis</i> 가시국화조개						2		
Class Cephalopoda 두족 강								
Order Sepioidea 갑오징어 목								
Family Sepiidae 갑오징어 과								
<i>Sepia esculenta</i> 참갑오징어			1					
Order Octopoda 문어 목								
Family Octopodidae 문어 과								
<i>Octopus dofleini</i> 문어		35	61		7	35		

부록 5. 차귀도 주변해역에서 조사된 환형동물문(Annelida)의 출현종

Speies	Sites	study area						
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Annelida 환형동물 문								
Class Polychaeta 다모 강								
Order Sabellida 꽃갯지렁이 목								
Family Serpulidae 석회관갯지렁이 과								
<i>Serpula vermicularis</i> 석회관갯지렁이			2	4	2			
Family Sabellidae 꽃갯지렁이 과								
<i>Branchiomma cingulata</i> 띠조름꽃갯지렁이			1	1	1			
Order Phyllodocida 부채발갯지렁이 목								
Family Nereidae 참갯지렁이 과								
<i>Neanthes caudata</i> 참갯지렁이		1	8	25	8	2		
<i>Perinereis nuntia</i> 눈썹참갯지렁이				1				
Family Glyceridae 미감갯지렁이 과								
<i>Glycera decipiens</i> 참미감갯지렁이		2	5	5	9	5		

부록 6. 차귀도 주변해역에서 조사된 절지동물문(Arthropoda)의 출현종

Speies	Sites	study area						
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Mandibulata 대악아 문								
Class Crustacea 갑각 강								
Order Decapoda 십각 목								
Family Scyllaridae 매미새우 과								
<i>Scyllarus kitanoviriosus</i> 꼬마매미새우			2	2		2	6	
Family Porcellanidae 게불이 과							0	
<i>Petrolisthes japonicus</i> 갯가게불이			1				1	
Family Diogenidae 넓적원손집게 과							0	
<i>Dardanus arrosor</i> 털줄원손집게		3					3	
<i>Dardanus impressus</i> 두드러기원손집게			1			1	2	
<i>Paguristes barbatus</i> 털보긴눈집게		1	4	13	12	13	43	
<i>Paguristes kagoshimensis</i> 민무늬긴눈집게		4					4	
Family Paguridae 집게 과							0	
<i>Pagurus gracilipes</i> 납작손참집게		196	120	171	233	171	891	
<i>Pagurus pectinatus</i> 빗참집게			34				34	
<i>Pagurus japonicus</i> 붉은눈자루참집게			94	29		29	152	
<i>Pagurus sp.</i>		28					28	
<i>Pagurus sp-1</i>		20					20	
<i>Pagurus sp-2</i>		3					3	
<i>Pagurus sp-3</i>		3					3	
<i>Dardanus japonicus</i> 꼬마긴눈집게				5	33	5	43	
<i>Pagurus dubius</i> 긴발가락참집게				3	14	3	20	
<i>Pagurus brachiomastus</i> 털손참집게					41		41	
Family Calappidae 금게 과							0	
<i>Calappa philargius</i> 안경만두게		1					1	
<i>Calappa lophos</i> 범무늬만두게		1					1	
Family Dromiidae 해면치레 과							0	
<i>Dromidia unidentata</i> 털보해면치레		1					1	
<i>Petalomera japonica</i> 갯숨문히					2		2	
Family Portunidae 꽃게 과							0	
<i>Portunus trituberculatus</i> 꽃게		7					7	
<i>Portunus argentatus</i> 꼬마두드러기꽃게		2					2	
<i>Charybdis acuta</i> 홍색민꽃게		107		70	53	70	300	
<i>Charybdis bimaculata</i> 두점박민꽃게		2	2		2		6	
<i>Portunus sanguinolentus</i> 점박이꽃게		11					11	
<i>Charybdis japonica</i> 민꽃게		2			1		3	
<i>Thalamita sima</i> 두갈래민꽃게		4	20	8	21	8	61	
<i>Thalmita prymna</i> 여섯갈래민꽃게		3					3	
<i>Ovalipes punctatus</i> 깨다시꽃게		1					1	
<i>Portunus sp.</i>			1				1	
<i>Portunus sp-1</i>			1				1	

부록 6. 계속

Speies	Sites	study area						
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Family Grapsidae 바위게 과							0	
<i>Plagusia dentipes</i> 남방바위게		1	2				3	
<i>Eriocher sinensis</i> 톨장절게				1	1	1	3	
Family Palinuridae 닭새우 과							0	
<i>Panulirus japonicus</i> 닭새우			1				1	1
Family Majidae 물맞이게 과							0	
<i>Oregonia gracilis</i> 긴집게발게				1			1	
<i>Lcptomithrax edwardsi</i> 두드럭게				1	3	1	5	
Family Xanthidae 부채게 과							0	
<i>Actaea savignyi</i> 움부채게				1	7	1	9	
<i>Actaea rueppelli</i> 만구부채게					1		1	
Family Galatheididae 새우붙이 과							0	
<i>Galathea orientalis</i> 새우붙이					6		6	
Family Cancridae 은행게 과							0	
<i>Cancer gibbstodus</i> 두드러기은행게					3		3	
<i>Cancer japonicus</i> 은행게					2		2	
Family Atyidae 새뱅이 과							0	
<i>Paratya compressa</i> 생이					2		2	
Family Majidae 물맞이게 과							0	
<i>Hyastenus elongatus</i> 박뿔게					2		2	

부록 7. 차귀도 주변 해역에서 조사된 극피동물문(Echinodermata)의 출현종

Speies	Sites						
	study area						
	Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Echinodermata 극피동물문							
Class Stelleroidae 불가사리 강							
Order Myophiurida 폐사미 목							
Family Ophiocomidae 뱀털거미불가사리 과							
<i>Ophiomastix mixta</i> 빨간등거미불가사리	122	2		1			
Family Ophiidermatidae 가죽거미불가사리 과							
<i>Ophiarachnella gorgonia</i> 뱀거미불가사리	1		13	20	13	11	
<i>Pectinura anchista</i> 가죽빛거미불가사리	2	14		38	7	7	
Family Ophiuridae 빛살거미불가사리 과							
<i>Ophiopenia disacantha</i> 민가시거미불가사리		3		1			
<i>Ophiothela danae</i> 비단꼭지거미불가사리		1					
Family Ophiotrichidae 가시거미불가사리 과							
<i>Ophiogymna japonicus</i> 가시거미불가사리			5	13	5		
<i>Ophiogymna fulgens</i> 큰뱀가시거미불가사리		2		1			
Class Asteroidea 해성 강							
Order Phanerozonia 현대 목							
Family Linckiidae 선불가사리 과							
<i>Certonarchoa semiregularis</i> 빨강불가사리	28	55	46	70	46	51	
<i>Ophidiaster cribrarius</i> 긴팔불가사리	2	6	1	1	1		
Order Spinulosa 유국 목							
Family Asterinidae 별불가사리 과							
<i>Astenina pectinitera</i> 별불가사리			1	4	1		
<i>Astropecten polyacanthus</i> 가시단풍불가사리				17		1	
<i>Astropecten scoparius</i> 단풍불가사리				9			
Class Echinoidea 성게 강							
Order Clypeastroida 연잎성게 목							
Family Clypeastroidae 연잎성게 과							
<i>Clypeaster japonicus</i> 방패연잎성게	1	4	1	1	1		
Order Echinoida 성게 목							
Family Strongylocentrotidae 둥근성게 과							
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> 말뚝성게	24	6	1	13	1		
<i>Pseudocentrotus depressus</i> 분홍성게	5	1	4	11	4		
Family Echinometridae 만두성게 과							
<i>Anthocardaris crassispina</i> 보라성게	109	24	6	44	6	18	
Class Holothuroidea 해삼 강							
Order Aspidochirota 순수 목							
Family Stichopodidae 돌기해삼 과							
<i>Stichopus japonicus</i> 돌기해삼	1	1	4	12	4		
Class Crinoidea 바다나리 강							
Order Comatulidae 바다나리 목							
Family Comasteridae 깃갯고사리 과							
<i>Oxycomanthus japonica</i> 바다나리			6	10	6		

부록 8. 차귀도 주변해역에서 조사된 척삭동물문(Chordata)의 출현종

Species	Sites	study area						
		Seb.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
Phylum Chordata 척삭동물 문								
Class Ascidiacea 해초 강								
Order Enterogona 내성해초 목								
Family Pyuridae 멍게 과								
<i>Halocynthia roretzi</i> 멍게		3		6	5	6	1	
<i>Boltenia echinata</i> 참멍게				1		1		
<i>Microcosmus hartmeyer</i> 돌멍게		6	6	20	13	20	3	

제 4 장 바다목장 이용 · 관리

제 1 절 서론

제 2 절 바다목장 이용 · 관리 실태조사

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

본 장에서는 북제주바다목장 사업의 이용 · 관리 분야를 주로 사회과학적 측면에서 분석하였으며, 특히 바다목장 주 해역의 수산업 현황과 이용 · 관리 실태의 조사 및 분석, 유통실태 및 양륙항 기초조사, 기 수립된 바다목장의 사업계획에 근거한 향후 실시계획 재검토, 해양관광을 포함한 이용관리 기본계획 수립 등과 관련한 내용을 중점적으로 살펴보기로 한다. 2005년은 바다목장사업 기반조성을 위한 2차년도로서, 1차년도 북제주바다목장 해역의 수산현황 및 어업실태에 대한 분석결과를 수정 · 보완함으로써 추후 바다목장 사업을 추진하는 데에 있어 필수적이라 할 수 있는 기초자료를 확보하는 데에 주안점을 두었다. 세부적인 연구내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 바다목장 사업을 위한 본격적인 시설투자 등이 이루어지지 않은 현 상태에서 바다목장으로 지정된 해역 내의 실질적 이용실태를 분석하고, 이를 근거로 향후 바다목장사업 추진에 따라 나타날 수 있는 직 · 간접적 효과를 추정하였다. 즉 바다목장해역의 이용실태, 수산업 여건, 어업경영 실태조사 결과를 토대로 직접편익과 비용을 조사 · 분석하고, 일반 관광객에 대한 인식도 조사결과를 사용하여 레저 및 관광 편익을 추정하였다. 이것은 향후 바다목장 조성에 따른 효과를 비교하기 위한 기초자료로 활용될 것이다.

둘째, 기존에 수립된 바다목장의 마스트플랜을 수정 · 보완하였다. 이를 위해 먼저 기존의 바다목장사업 계획이 실제 바다목장 이용실태 등과 부합되도록 설계되었는지를 점검하고, 자연과학 및 사회과학 분야의 조사결과를 바탕으로 시설 및 연구계획을 수정하였다. 또한 자연과학분야의 해양관광 아이템을 바탕으로 해서 기존 관광시설과 연계한 관광시설 계획과 투자계획을 수립하였으며, 이들 수정계획에 대한 사전경제성 분석도 병행하였다.

셋째, 앞으로 바다목장에서 생산될 수산물의 이용을 다각화하기 위한 이용계획을 수립할 목적으로 해역주변의 수산물 유통실태에 대한 설문조사를 실시하였다.

마지막으로, 북제주바다목장 사업의 효율적인 추진과 성공적인 정착을 위해서는 목장해역의 관리와 조직의 구성이 필요하다. 관리조직의 구성은 어업인 및 지역주민의 자율적인 참여를 도모하기 위해 북제주바다목장 관리이용협의회 및 자율관리위원회의 설치 및 운영방안을 검토하였다. 해역관리는 통영바다목장과 마찬가지로 보호수역 및 수산자원관리수면을 기본으로 하지만, 북제주바다목장 해역의 특성을 고려하면서 이들 수역에 대한 기초적인 지정방안을 검토하였다.

제 2 절 바다목장 이용 · 관리 실태조사

1. 해역 이용 및 수산업 실태

북제주바다목장의 사업지역인 한경면 일대는 행정구역상 15개 리(里)로 이루어져 있으나, 이 가운데 실제 바다를 접하고 어촌계가 조직되어 있는 리는 판포, 금등, 두모, 신창, 용당, 용수, 고산리 7개이다. 특히 북제주바다목장 해역을 두모리 동남쪽에서 고산리 수월봉 북쪽 해안까지로 할 때 판포, 금등을 제외한 5개 지역이 사업해역과 인접하게 된다.

당초에는 이 5개 지역만을 바다목장 이용주체로 지정할 계획이었으나, 한경면에 포함된 판포, 금등 2개 어촌계가 실제 바다목장 해역에서 어업활동을 영위해오고 있었다는 점과 지역정서 등을 고려해 판포, 금등어촌계까지를 포함한 한경면 일대 7개 어촌계 모두를 바다목장해역을 이용할 수 있도록 하자는 의견을 받아들여 목장화 해역의 이용주체를 종전 5개 어촌계에서 7개 어촌계로 확대하기로 했다. 따라서 본 보고서에서는 주 해역 이용대상지역인 7개 어촌계의 수산업, 바다목장해역 이용실태 등을 검토하였다.

가. 어가수 및 어업인구

2004년 현재 한경면 전체 가구는 3,626세대, 인구는 9,226명이고¹⁾, 바다목장 해역내 전체 가구는 2,252명이며, 인구는 5,789명으로 집계되었다. 이 중 어가 및 어업인구는 각각 839세대, 1,087명으로 어가비중과 어업인구 비중은 각각 37%와 18%였다(표 4-2-1).

표 4-2-1. 북제주바다목장 해역의 어가와 어업인구 현황(2004년)

(단위 : 세대, 명, %)

구분	가구			인구			어촌계원수				잠수인력
	전체	어가	비중	전체	어업	비중	계	전업	겸업	피용	
해역내	2,252	839	37.3	5,789	1,087	18.8	868(867)	74	782	12	504
판포	237	69	29.1	572	80	14.0	67(63)	3	64	-	41
금등	78	50	64.1	159	59	37.1	57(55)	4	52	1	27
두모	213	136	63.8	532	174	32.7	151(151)	9	140	2	90
신창	422	189	44.8	1,113	252	22.6	204(204)	22	178	4	125
용당	132	80	60.6	309	129	41.7	72(74)	2	69	1	62
용수	208	142	68.3	496	187	37.7	146(153)	11	133	2	64
고산	962	173	18.0	2,608	206	7.9	171(167)	23	146	2	95

주 : ()는 북제주군 해양수산현황 2005년 호에 나타난 어촌계원수이며, 해녀세력은 전체 잠수인력을 포함하는 것임
 자료 : 수협중앙회, 어촌계 분류평정 및 현황, 2005년 호. 북제주군 내부자료

지역별로는 용당, 용수가 어업인구의 비중이 타 지역에 비해 높은 반면 판포의 어업의

1) 북제주군청 웹사이트, 일반현황 자료 활용하였음

존도는 낮은 편이다. 바다목장 해역 내 어촌계원수 총 868명 가운데 전업자는 8.5%인 반면 농업을 겸하고 있는 비율은 90.1%로 겸업인구가 대부분인 것으로 나타났다. 총 잠수 인력은 504명으로, 이 가운데 상시 잠수인력은 315명으로 신창과 두모에 많이 분포하는 것으로 조사되었다.

나. 어선세력 및 어업인·허가

2004년 말 현재 한경면의 어선척수는 북제주군 전체 어선 1,162척(2003년 말 1,179척)의 9.6%인 111척으로 2003년에 비해 큰 변동이 없었으며, 2005년 10월 현재 어선은 109척인 것으로 확인되었다. 특히, 종전에 두모와 용당에 소재하던 20톤 이상 어선이 감척됨에 따라 한경면 어선 100%가 10톤 미만의 소형어선인 것으로 나타났다(표 4-2-2). 어선어업자가 가장 많은 곳은 신창, 용수지역이다.

표 4-2-2. 북제주바다목장 해역의 어선세력 현황(2005년 10월)

(단위 : 척, 톤)

구분	계		1톤 미만		1~5톤		5~10톤		10~20톤		20~30톤		30톤 이상	
	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수
2003년 말	112	470.23	19	10.22	67	225.22	23	153.79			3	81.00		
2004년 말	111	454.99	19	9.78	63	213.50	27	179.71			2	52.00		
판포	4	7.57	1	0.32	3	7.25								
금등	2	9.20			2	9.20								
두모	12	59.10	3	1.94	6	16.22	2	11.94			1	29.00		
신창	23	61.05	8	4.65	11	31.72	4	24.68						
용당	6	10.79	3	1.23	3	9.56								
용수	15	84.37	3	1.03	4	15.80	7	44.54			1	23.00		
고산	49	222.91	1	0.61	34	123.75	14	98.55						
2005년 10월	109	397.30	20	10.20	63	209.82	26	177.28						
판포	6	11.4	2	1.42	4	9.98								
금등	3	12.35			3	12.35								
두모	10	25.69	2	0.95	6	12.8	2	11.94						
신창	23	63.56	8	4.65	11	34.23	4	24.68						
용당	6	11.45	2	0.68	4	10.77								
용수	14	61.37	3	1.03	4	15.80	7	44.54						
고산	47	211.48	3	1.47	31	113.89	13	96.12						

자료 : 북제주군 해양수산현황 2004년~2005년 각호. 북제주군 내부자료

이 중 5톤 이상의 어선은 대부분 바다목장해역 외에서 회유하는 갈치조업을 중심으로 하되 일부 계절에만 해역내 조업을 하는 반면, 대부분의 5톤 이하 어선은 바다목장 해역내 조업에 주력하는 것으로 조사되었다. 어촌계별 어선척수를 살펴보면, 고산 47척, 신창

23척, 용수 14척, 두모 10척, 용당과 판포가 각각 6척, 금등 3척 순으로, 고산의 어선척수가 가장 많은 것으로 나타났다. 하지만 이들 고산의 어선들은 계절별로 일부 어선어업에 투입되는 경우도 없지 않지만 유어선으로 사용되는 경우가 대부분이었다. 실제 해역 내에서 어선어업에만 종사하고 있는 어선은 약 25~30여 척에 불과한 것으로 파악되었으며, 고산, 신창, 용수지역에 포진하고 있었다.

다음으로 2005년 10월 현재 바다목장해역 내의 인·허가 상황을 살펴보면, 연안어업허가는 복합이 106건으로 가장 많고, 그 외에 자망 31건, 들망 24건, 초망 8건, 기타(어장관리선, 외출낚시, 연승) 순으로, 어선 1척에 중복허가를 가지고 어기별로 허가종류를 달리 하면서 조업하는 경우가 절반 이상을 차지했다. 특히 연안복합과 들망을 겸업하는 경우가 17건, 복합과 자망을 겸하는 경우도 16건으로 나타났다. 이 외에 복합-들망-자망을 모두 겸하는 경우도 13건에 달했다. 마을어업은 각 어촌계별로 1건이 있으나 차귀도 및 용수·고산 2건은 한림수협이 면허권자로 되어 있었다. 정치망은 용수와 고산을 제외한 지역에 각각 1건씩 분포했다. 유어의 경우, 35건 중에서 33건이 고산에 집중되어 있었다(표 4-2-3).

표 4-2-3. 북제주바다목장 해역의 인·허가 상황(2005년 10월)

(단위 : 건, ha)

구분	연안어업허가					정치망		마을어업		유어 신고
	복합	자망	초망	들망	기타	건수	면적	건수	면적	
2003년 말	108	34	7	27		5	14.0	7	899.0	33
2004년 말	111	34	7	27	3	5	14.0	7	722.1	35
판포	4	2		2	연승 1	1		1		
금등	2			1		1		1		
두모	12	5		3		1		1		
신창	23	10	1	8		1		1		
용당	6	1		1	어장관리선 1	1		1		
용수	15	2	2	4	외출낚시 1			1		2
고산	49	14	4	8				1		33
2005년 10월	106	31	8	24	3	5		7		32
판포	5	2		2	연승 1	1		1		
금등	3			2		1		1		
두모	10	4		3		1		1		
신창	23	9	1	5		1		1		
용당	5	1		2	어장관리선 1	1		1		
용수	13	3	3	4	외출낚시 1			1		3
고산	47	12	4	6				1		29

주 : 마을어업의 경우 두모, 신창, 용당은 각 어촌계로 면허가 되어 있으나, 차귀도와 용수·고산 2건은 한림수협에 면허되어 있음. 또한 외출낚시와 연승은 복합허가이지만 아직 허가 갱신이 되지 않아 기타 속에 포함시켰음
 자료 : 북제주군 해양수산현황 2004년~2005년 각호, 북제주군 내부자료

다. 수산업 기반시설 및 어촌계 현황

바다목장 해역내의 기반시설 현황을 보면, 지방어항과 어촌정주어항이 각각 2개소와 4개소가 있었으며, 간이 급유시설 1기는 고산에 위치하고 있었다. 이 외에 각 어촌계별로 출입항 신고소가 있었으며(표 4-2-4), 어촌계 공동시설로서 공동창고, 직매장, 탈의장, 민박 등이 시설되어 있는 것으로 파악되었다. 그러나 해역내 수산물직판장이 없어 향후 바다목장산 수산물의 판매를 위해서는 직판장 개설이 시급한 실정이었다. 특히 최근 들어 한경면 일대의 민박 및 기타 리조트 등 일부 숙박시설이 새로이 들어서고 있긴 했지만, 향후 북제주바다목장의 본격적인 추진과 바다목장의 성격이 관광형임을 감안할 때 민박 등의 기반시설 확충이 필요할 것으로 보인다.

표 4-2-4. 어항 및 수산물 유통·보급시설 현황(2005년 10월)

(단위 : 개소, 기)

	어항				급유 시설	출입항 신고소	수산 가공	공동시설			
	계	국가	지방	어촌 정주				공동 창고	직매장	탈의장	민박
2005년 10월	6		2	4	1	7	2	9	3	11	2

자료 : 북제주군 해양수산업현황 2005년 및 현지조사 자료

표 4-2-5. 북제주바다목장 해역내 어촌계 현황(2004년)

(단위 : 명, %, 천원, 척)

어촌계	어촌계원수*				유형	발전 수준	평균소득
	계	전업	겸업	비용			
계	868	74(8.5)	782(90.1)	12	-	-	21,643
관 포	67	3(4.5)	64(95.5)	-	복합	자립	20,000
금 등	57	4(7.0)	52(91.2)	1	복합	자립	19,000
두 모	151	9(6.0)	140(92.7)	2	복합	자립	21,000
신 창	204	22(10.8)	178(87.3)	4	복합	복지	22,000
용 당	72	2(2.8)	69(95.8)	1	복합	자립	21,500
용 수	146	11(7.5)	133(91.1)	2	복합	복지	24,000
고 산	171	23(13.5)	146(85.4)	2	복합	복지	24,000

주 : ()는 총 어촌계원에서 전업과 겸업이 차지하는 비중을 표시한 것임
 자료 : 수협중앙회 어촌계분류평정 및 현황 2005년, 북제주군 내부자료

표 4-2-5는 2004년 말 기준으로 바다목장 해역 7개 어촌계의 현황을 나타낸 것이다. 어촌계원은 신창이 204명으로 가장 많고, 고산 171명, 두모 151명, 용수 146명 그 뒤를 이었으며, 어촌계 회원의 90%가 농업을 겸하고 있는 것으로 조사되었다. 특히 용당과 관

포의 겸업인구가 가장 많았으며, 신창과 고산은 전업비중이 다른 지역에 비해서 다소 높았는데 이는 어촌계원수가 절대적으로 많은 데에 따른 것으로 보인다. 남녀 비율로 보면, 전체 어촌계원의 78%가량이 여성이라는 것이 특징적인데 해녀를 어촌계원으로 포함하고 있는 데에 따른 것이다. 용당(93%)과 신창(84%)의 여성비율이 다른 어촌계에 비해 높았다. 어촌계의 유형은 어선어업과 마을어업이 중심이 된 복합유형에 속하며, 발전수준은 자립 내지 복지수준이다. 각 어촌계 계원의 연간 평균소득은 21,643백만 원 선이었다.

2. 어업별 조업 실태

가. 마을어업, 양식업, 정치망어업의 조업 실태

표 4-2-6은 2005년 북제주바다목장 해역내 어업권어업의 조업현황을 정리한 것이다.

표 4-2-6. 북제주바다목장 해역내 마을어업 조업실적(2005년 10월)

(단위 : kg, 천원)

구분	소라	전복	오분 자기	성게		해삼	문어	해조류			합계
				보라	떡			우 못 가사리	천초	툇	
판포	생산량	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	생산액	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
금등	생산량	91	0	0	0	0	0	0	0	1,700	1,791
	생산액	363	0	0	0	0	0	0	0	5,921	6,284
두모	생산량	8,170	15	114	417	0	125	151	0	0	8,992
	생산액	32,602	1,725	4,095	14,813	0	1,978	783	0	0	55,996
신창	생산량	2,434	23	136	0	0	92	101	0	13,729	23,550
	생산액	9,713	2,645	4,896	0	0	1,462	525	0	47,817	82,022
용당	생산량	202	0	30	0	4	0	0	3,250	0	9,000
	생산액	806	0	1,080	0	155	0	0	11,319	0	31,346
용수	생산량	6,240	25	11	180	0	111	132	0	822	3,666
	생산액	24,901	2,892	398	6,405	0	1,760	684	0	2,863	12,768
고산	생산량	4,037	38	60	0	0	445	300	0	0	1,550
	생산액	16,110	4,370	2,160	0	0	7,070	1,560	0	0	5,398
합계	생산량	21,174	101	351	597	4	773	684	3,250	14,551	39,466
	생산액	84,495	11,632	12,629	21,218	155	12,270	3,552	11,319	50,680	137,456

주 : 판포는 생산량 실적자료를 확보하지 못하였음
 자료 : 현지조사 자료로 각 어촌계별 해녀채취물 판매현황자료를 토대로 작성

2) 북제주 해양수산현황 2005년 자료에 따르면, 환경면 전체 어촌계원수는 867명으로 신창 204명, 고산 167명, 용수 153명, 두모 151명, 용당 74명, 판포 63명, 금등 55명으로 수협중앙회 어촌계분류평정 통계와는 다소 차이를 보였음.

마을어업은 해녀들을 중심으로 공동작업·공동분배하는 형식을 취하고 있으며, 주로 전복, 소라, 오분자기 등의 패류와 해삼, 문어 등 연체류를 어획하며, 해조류는 톳을 주로 생산하고 일부 천초, 우뚝가사리를 채취하고 있다. 그러나 종전에 조업실적을 보였던 보말, 고등이나 감태 등의 채취실적은 보고되지 않았다.

조업실적이 가장 좋은 지역은 신창으로 10월 말 현재 생산금액은 149,080천 원이었으며, 두모의 경우 6월까지의 생산금액이 55,996천 원으로 작년도 총 생산금액 61,841천 원에 육박해 올해 생산금액이 다소 높아질 것으로 보인다. 이외 용수가 52,672천 원, 용당이 44,706천 원, 고산이 36,668천 원으로 나타났다. 판포는 조업실적 자료를 제출하지 않은 관계로 구체적인 조업실적을 알 수 없었다. 전체적으로 통상 10월부터 12월까지 마을어업 생산량이 많다는 점을 감안할 때 올해 7월 1일부터 9월 30일까지 소라채취를 금하는 금채기가 실시되었음에도 불구하고 두모를 제외한 지역 대부분이 작년 실적과 비슷할 것으로 예상된다.

양식업은 용당의 전복 육상양식 1개소를 제외하면, 기타 지역의 양식업은 활성화되어 있지 않았다. 정치망의 경우에는 판포, 금등, 두모, 신창, 용당 지역에 각각 1개씩이 시설되어 있는데, 대부분이 마을어장 내에 위치해 있었다. 이들 정치망 어업은 통상 5~9월에 어기가 시작되며 방어, 한치, 독가시치 등을 어획하고 있었다.

나. 어선어업의 조업 실태

전술한 바와 같이 북제주바다목장 해역내 어선은 모두 109척으로 대부분 복합(채낚기, 연승), 자망, 들망을 복합적으로 운용하고 있었지만(표 4-2-7), 실제로 이들 어선 중 어선어업에 전업하는 어선은 대략 25~30명가량이었다.

이들 어선어업 전업자의 경우, 고산과 용당은 복합어업(연승, 채낚기)에 종사하는 반면, 신창, 용수 어업인은 자망, 들망과 겸업하는 경우가 많다. 특히 고산의 6~8톤급 어선은 갈치채낚기의 의존도가 높다. 연간 180~200일 조업하며, 12월부터 3월까지는 바다가 험하므로 휴어를 한다. 어업별로는 연승 3~6월, 채낚기 6~10월(갈치, 한치), 자망 3~12월, 들망 11~2월(쥐치)이 주어기에 해당한다. 어획물 판매는 갈치의 경우 수협에 위판되지만, 그 외는 대부분 활어로 상인들에게 판매되기 때문에 어종별 어획량을 파악하기가 곤란할 뿐만 아니라 대체적으로 판매단가가 다소 낮게 책정되거나 어가변동이 심하다는 문제점이 있는 것으로 파악되었다.

표 4-2-7. 북제주바다목장 해역내 어선어업의 조업상황(2005년 10월)

구분	어선 척수	허가건수				조업 개요	어업별 주어기	판매
		복합	자망	초망	들망			
계	109	106	31	8	24			
판포	6	5	2		2			
금등	3	3			2			
두모	10	10	4		3	- 전업: 3명(복합+자망+들망) - 겸업: 9명(농업)	-조업일수: 180~200일 -연 승: 3~6월 -채낚기: 6~10월 -자 망: 3~12월 -들 망: 11~2월	활어는 대부분 상인 판매
신창	23	23	9	1	5	- 전업: 5~7명(복합+자망+들망) - 겸업: 17명(농업)		
용당	6	5	1		2	- 전업: 2명(복합) - 겸업: 3명(농업 主)		
용수	14	13	3	3	4	- 전업: 4~5명(복합+자망+들망) - 겸업: 9~10명(농업)		
고산	47	47	12	4	6	- 전업: 8~9명(복합) - 겸업: 39~40(유어+농사)		
낚시선 운영	- 척수 : 고산 29척, 용수 3척							

자료 : 북제주군 해양수산과 내부자료 및 현지조사 자료

표 4-2-8은 주어종별 어기와 바다목장 해역의 이용을 나타낸 것이다. 주요 어종별 주어기를 보면, 작년과 마찬가지로 갈치 6~11월, 황돔 3~8월, 다금바리·붉바리 3~9월, 한치 6~10월이다. 돌돔, 참돔의 경우에는 연중 조업이 이루어졌고, 삼치, 쥐치, 넙치류는 10~12월 겨울철에만 주로 조업한 것으로 파악되었다.

표 4-2-8. 어종별 주어기

	주 어 기											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
갈 치						■	■	■	■	■	■	
황 돔			■	■	■	■	■					
우 려		■						■	■			
바리류(다금바리)			■					■	■			
방 어									■	■	■	■
한 치						■	■	■	■	■		
돌 돔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
삼 치									■	■	■	■
독가시치						■	■	■				
쥐 치										■	■	■
넙 치	■	■								■	■	■

자료 : 현지조사 조사결과

특히 5톤 이상급 어선어업을 중심으로 한 갈치채낚기가 바다목장 해역 외에서 주로 이루어지는 것을 제외하면, 대부분의 어선업자들은 목장해역 내·외를 넘나들며 조업을 하고 있었다. 갈치, 삼치 같은 어종은 주로 목장해역 외에서 주로 어획되는 반면, 우럭(조피볼락), 쏨뱅이, 다금바리, 한치, 돔류(황돔, 갯돔, 돌돔 등)는 목장해역의 의존도가 높은 것으로 나타나 작년 조사결과와 별반 다르지 않았다.

금등, 신창, 용당, 용수, 고산 14개 어선어업자를 표본으로 조사한 결과 중 10개 유효 표본을 집계한 바에 따르면, 이들 어업자들의 총 어획량은 48,947 kg이었으며, 총 어획금액은 799,000천 원으로, 작년에 비해 어획량과 어획금액 모두 상승한 것으로 나타났다. 이를 10개 유효표본수로 나눈 평균어획량과 어획금액은 각각 4,894 kg과 79,900천원으로 집계되었다(표 4-2-9). 각 어종별 평균어획량을 보면, 갈치와 황돔류가 1,000 kg을 넘어 어획량이 많았으며, 오징어류(한치)가 그 뒤를 이었다. 어획단가 측면에서는 다금바리와 붉바리 등 바리류와 갯돔의 어획단가가 70,000원선을 호가하면서 높은 수준에서 유지되었고, 돌돔의 경우에도 45,000원으로 다른 어종에 비해 높았다. 반면, 갈치나 삼치의 어가는 5,000원 이하 수준이었다. 특히 작년에 비해 갈치류의 경우에는 어획량이 상당히 늘어났다는 특징을 보였다.

표 4-2-9. 어선어업의 어종별 어획량 및 어획금액(2005년 10월)

(단위 : kg, 천원, kg/원, %)

구분	평균어획량	평균어획금액	평균단가	어종구성비
갈치	1,600.0	8,000.0	5,000	32.7
황돔	1,315.0	26,300.0	20,000	26.9
우럭	435.0	4,350.0	10,000	8.9
바리류(다금바리)	116.6	8,090.0	69,383	2.4
방어(히라스)	100.0	1,000.0	10,000	2.0
오징어	1,065.0	21,300.0	20,000	21.8
삼치	86.6	260.0	3,002	1.8
갯돔(돌돔)	176.5	10,600.0	114,953	3.6
합계	4,894.7	79,900.0	16,324	100.0

자료 : 현지조사 조사결과

3. 어업경영 실태 및 가계수지 실태

사전 어업경영 및 가계실태를 조사하는 것은 향후 바다목장 사업의 직접효과를 측정하기 위한 기초자료 확보에 목적이 있다고 하겠다. 즉 현재 바다목장 해역내 어업인들의

경영실태 조사결과를 축적함으로써 향후 본격적인 바다목장사업이 진행됨에 따라 나타나는 어업소득 변화추세를 비교할 수 있게 되는 것이다.

2005년도 어업경영 실태 조사는 금등, 신창, 용수, 용당, 고산 5개 어촌계 어선어업자 14명을 대상으로 하였지만, 이 가운데 전업자 6명을 포함한 유효표본 10명 자료를 토대로 어선어업자들의 자산 및 부채현황을 파악하였다. 조사 경영체는 금등 1곳, 신창 1곳, 용당 1곳과 어선세력이 많은 용수와 고산을 각각 3, 4곳씩으로 하였다. 표본 어선어업 경영체의 평균어선톤수와 기관마력수는 각각 5톤과 286마력이었으며, 선령은 8년가량이었다. 대부분이 프로타나 무전기와 같은 어로장비를 갖추고 있었으며, 일부 레이더와 수중카메라를 장착하고 있는 경우도 있었다.

북제주바다목장 해역의 어선어업 경영체들의 평균자산 및 부채현황을 보면, 자산은 64,020천 원, 부채는 58,750천 원으로 자산에서 부채를 제외한 자본이 5,270천 원으로 조사되었다(표 4-2-10). 단, 자산구조에 감가상각비가 계상되지 않았다는 점을 고려할 때 자산과 자본규모가 실제로는 조사결과보다는 낮아질 것으로 보인다.

표 4-2-10. 어선어업의 자산 및 부채(2005년 10월)

(단위 : 천원)

자산			부채			자본
소계	고정자산	유동자산	소계	고정부채	유동부채	
64,020	62,100	1,920	58,750	46,920	11,830	5,270

자료 : 현지조사 조사결과를 토대로 작성

어선어업의 평균가계수입은 103,560천 원이며, 이 중에서 어업수입은 79,900천 원으로 어선어업자의 가계수입에서 어업수익이 70%를 차지하는 것으로 나타났는데, 이는 유효표본 10개 경영체 가운데 6개 경영체가 전업가구인 것에 기인하는 것으로 파악된다.

표 4-2-11. 어선어업의 수지 및 가계수익

(단위 : 천원, %)

가계수입			가계지출			가계소득	어업이익	어업 의존도
소계	어업수입	어업 외 수입	소계	어업비용	어업 외 비용			
103,560	79,900	23,660	54,755	43,665	11,090	48,805	36,235	74.2

자료 : 현지조사 조사결과를 토대로 작성

가계지출과 어업비용은 각각 54,755천 원, 43,665천 원으로, 어업비용이 가계지출에서 차지하는 비중은 80% 가량이었다(표 4-2-11). 이들 경영체의 평균가계소득은 48,805천 원 인 반면, 어업이익은 36,235천 원으로 어업이익이 가계소득에서 74% 가량을 차지하고 있어 경영체들 대부분은 어업에서 얻은 이익으로 어업비용 이외 가계생계비까지를 충당하는 어업의존형 가계수익구조를 가지고 있는 것으로 분석되었다.

4. 수산물 유통실태 및 양륙항 기초조사

북제주 바다목장은 기반조성단계이므로 아직 산출물의 규모와 이용관리에 대한 구체적인 그림은 그려져 있지 않다. 그러나 어획물유통체제의 구축과 브랜드화는 사업의 효과를 제고하고, 어업인들에게 동기부여를 함으로써 자율적 관리기반을 뒷받침 할 수 있는 유용한 수단이다. 그런데, 바다목장 5개 시범사업은 각기 사업 특성을 달리하고, 참여자의 인식이나 기반이 다르므로 각각에 맞는 유통체제의 구축에는 많은 시간이 소요된다. 따라서 사전에 이를 기획하고 준비하여 추진할 필요가 있다.

따라서 본 사업연도에서는 먼저 북제주 바다목장 해역에서 어업을 영위하는 연안복합 어선 어업인들의 활어유통실태를 알아보고, 양륙항의 설정에 대한 어업인들의 의견을 검토하였다.

가. 북제주 바다목장 어업인 활어유통 실태

설문지는 총 30부를 배부하였으나, 회수는 12부에 그쳐 40.0%의 회수율을 나타냈다(표 4-2-12). 본 설문지의 분석 중 활어유통실태에 대한 것은 여기서 다루며, 직판장의 개설에 대한 부분은 뒷부분에서 별도로 제시하였다.

표 4-2-12. 설문지 회수현황

배부처	배부설문지수	회수설문수	회수율
북제주	30	12	40.0%
합계	30	12	40.0%

어업인들이 현재 이용하고 있는 유통경로를 살펴본 결과, 수협 위판장을 이용하는 비율이 18.2%로 아주 낮게 나타났는데, 이는 외출낚시 어업인들의 어획물이 활어가 많은 점이 크게 작용하고 있는 것으로 판단된다(그림 4-2-1).

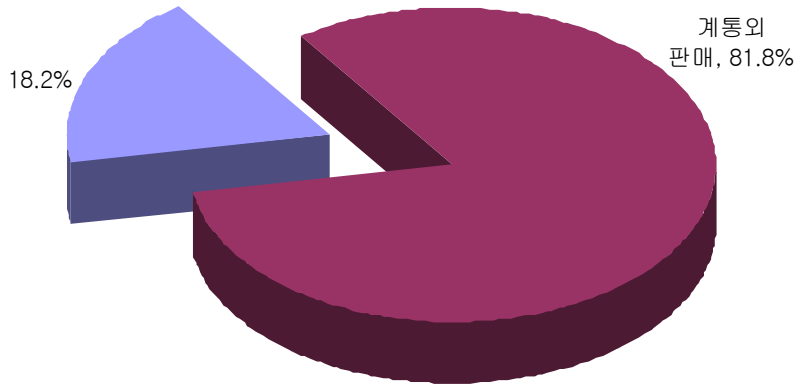


그림 4-2-1. 현재 어업인들의 유통경로.

기존 판매경로에 대해 얼마나 만족하고 있는가에 대한 설문에서는 불만족이 66.7%였으며, 아주 불만족은 8.3%였는데, 만족이라는 응답이 없어 현재의 유통경로가 대다수의 연안복합어업 어업인들의 요구를 충분히 수용하고 있지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이는 앞서 살펴본 바와 같이 81.8%가 수협 위판장을 통하지 않는 비계통 판매를 하고 있기 때문인 것으로 판단된다(그림 4-2-2).

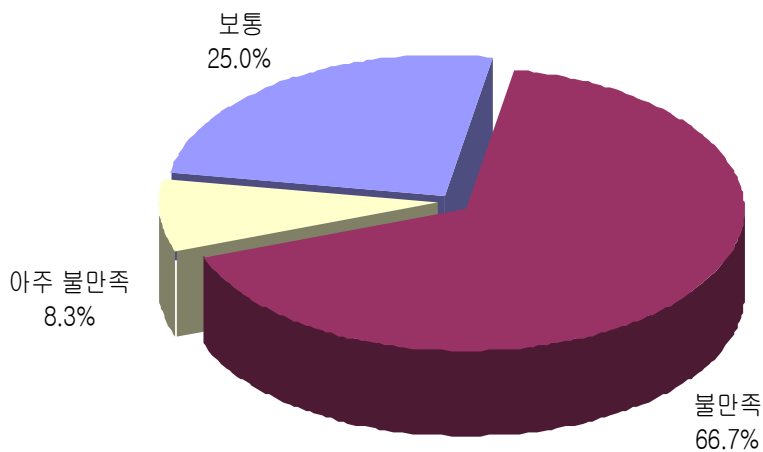


그림 4-2-2. 어업인들의 기존 판매경로에 대한 만족도.

다음으로 어업인들이 느끼는 기존 판매경로의 문제점으로는 '제 가격을 받지 못한다'는 의견이 57.1%로 가장 높았으며, 다음이 '가격을 믿을 수 없다'는 의견이 14.3%를 차지했다. 이외에 기타 의견이 28.6%였는데, '가격변동 폭이 크다', '속은 적어 있다', '악천후 시 받아주지 않는다' 등이었다(그림 4-2-3).

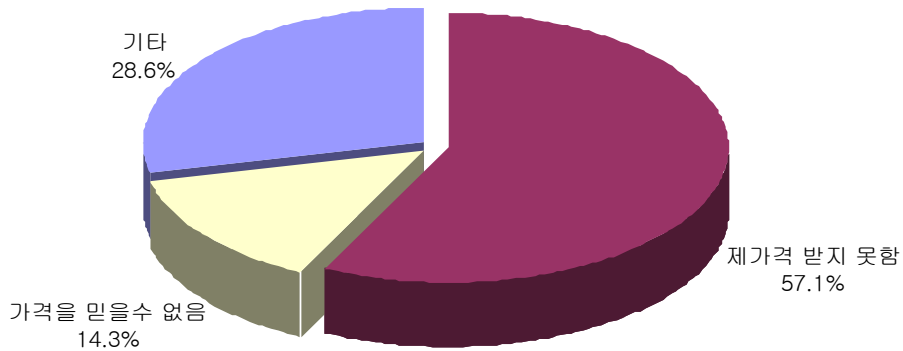


그림 4-2-3. 기존 판매경로의 문제점.

『바다목장』의 브랜드로 출하되는 활선어가 다른 자연산 혹은 양식산과 품질과 가격에서 차별화 될 수 있다고 보는지에 대한 설문에서는 품질의 경우 72.7%, 가격의 경우 66.7%가 아주 긍정적인 응답을 한 것으로 나타났다. 부정적인 응답은 품질과 가격이 각각 9.1%, 11.1%로 품질보다는 가격에 대해 다소 부정적인 의견을 가지고 있었다. 이는 북제주 바다목장의 어획물에 대한 어업인들의 기대를 반영하고 있는 것이다(그림 4-2-4).

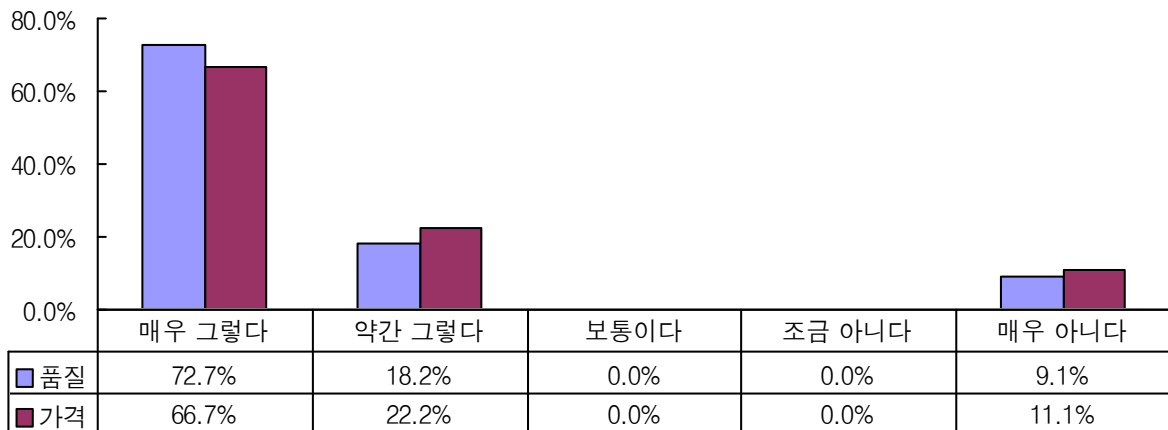


그림 4-2-4. 자연산 혹은 양식산과의 품질 및 가격차별화 가능성.

『바다목장』 수산물을 전문적으로 취급하는 취급점과 공급계약을 체결하여 직거래 하는 방식에 대한 의견에서는 필요하다는 의견이 91.7%로 아주 높게 나타났다. 이는 앞서 살펴본 기존 유통경로에 대한 불만과 앞으로의 소득 증대에 대한 기대에 따른 것으로 보인다(그림 4-2-5).

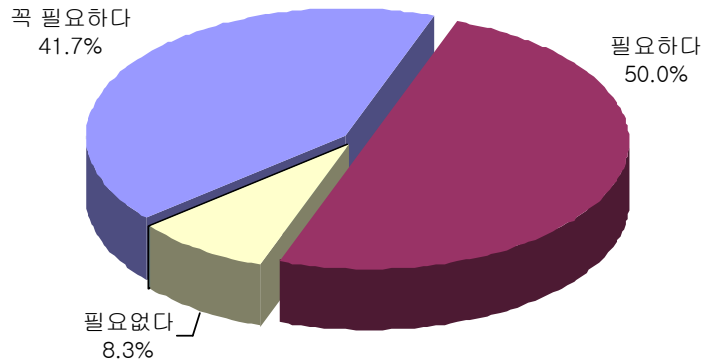


그림 4-2-5. 직거래의 필요성.

마지막으로 바다목장산 어획물과 자연산, 수입산, 양식산과의 품질비교에서는 1순위는 자연산이 85.7%였으며, 목장산이라고 응답한 비율은 14.3%로 목장산에 대한 품질 평가가 상대적으로 낮게 나타났다. 2순위에서는 목장산이 80.0%, 양식산이 20.0%를 차지하였다. 이와 같은 어업인들의 품질 평가는 북제주 바다목장에 대한 기대치는 비교적 높지만, 자연산보다는 품질이 떨어지는 것으로 인식하고 있음을 의미하고 있다. 3순위는 의외로 양식산, 4순위는 수입산이었으나, 일부의 응답에서 목장산이 양식산이나 수입산보다 못한 것으로 나타났다(그림 4-2-6).

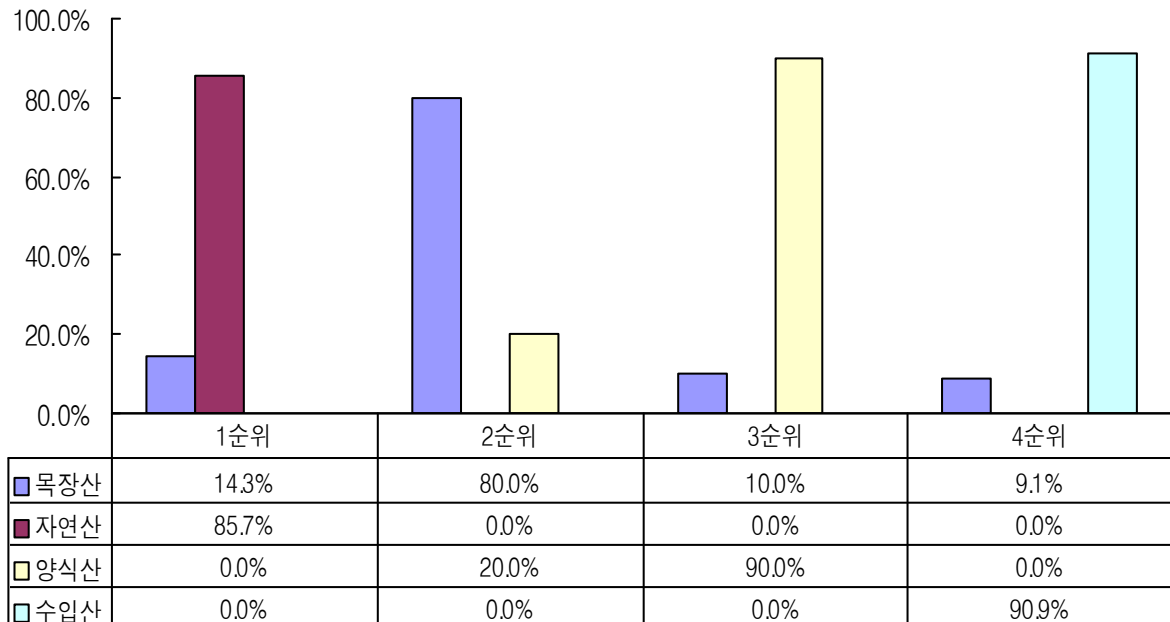


그림 4-2-6. 자연산, 양식산, 목장산, 수입산의 어류품질 예상평가.

어업인들에 대한 설문조사결과 나타난 품질의 우열에 대한 인식관계를 정리하면 다음과 같다.

자연산>바다목장산>양식산>수입산

이상에서 살펴본 북제주 바다목장 연안복합어선어업 어업인들의 유통실태 설문결과는 이들이 기존 유통경로에 불만족하고 있으며, 좀 더 나은 가격을 받을 수 있는 새로운 유통경로를 희망하고 있는 것으로 나타났다. 바다목장에 대해서는 가격과 품질에 대해 상당히 높은 기대를 가지고 있기는 하지만, 자연산 등과 비교한 예상 품질 평가에서는 비교적 낮은 인식을 가지고 있었다. 이는 2004년도에 활어횃집 등을 대상으로 한 설문조사에서 바다목장산이 2순위이기는 하지만, 2순위에서 91.7%의 지지율을 받은 것에 비하면 약간 낮은 편이다.

나. 유통판매 시설 계획

어업인 유통실태와 함께 실시된 양륙항 및 직판장에 대한 어업인들의 의견을 정리한 결과는 다음과 같다.

먼저 직판장의 필요성에 대한 설문에서 총 응답자의 66.7%가 필요하다고 응답하여 과반수 이상이 필요성을 느끼고 있는 것으로 나타났다(그림 4-2-7). 이는 어업인들의 기존 판매경로에 대한 만족도(그림 4-2-2 참조)에서 불만족으로 응답한 비율과 동일한 것으로 기존 유통경로가 실체가 없는 비계통 판매로 이루어지고 있기 때문인 것으로 판단된다.

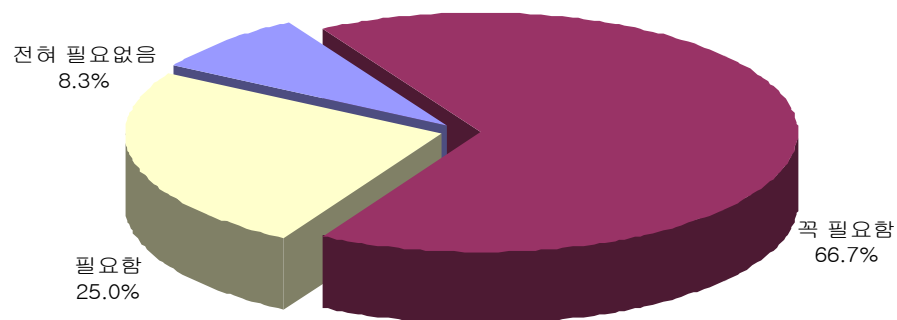


그림 4-2-7. 직판장의 필요성.

필요한 직판장의 형태에 대한 설문에서는 '활어 보관시설이 필요하다'는 응답이 전체의 68.8%로 아주 높게 나타났다. 다음으로 '경매 시설이 필요', '활어차 소통이 용이'라고 응답한 비율이 각각 12.5%였다. '접안과 하역 등 부대시설이 필요하다'고 응답한 비율은

6.3%로 비교적 낮은 것으로 나타났다(그림 4-2-8).

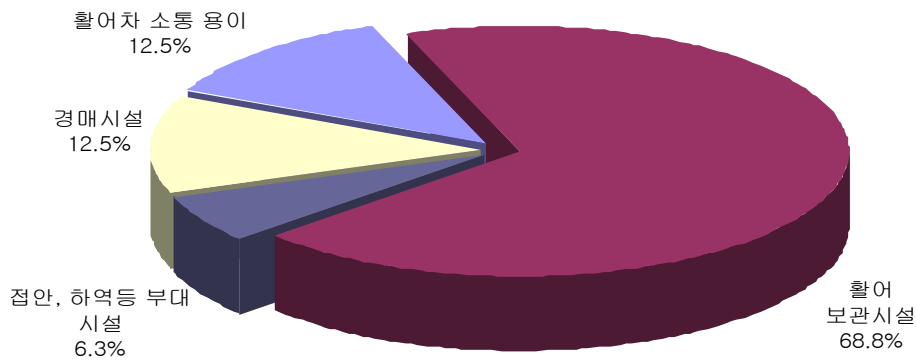


그림 4-2-8. 직판장에 필요한 형태 및 기능.

다음으로 직판장에 기대하는 것에 대한 설문에서는 '좋은 가격'이 69.2%로 가장 높게 나타났다. '판매의 편리'는 23.1%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 설문에서 기존 유통경로의 문제점에서 대부분이 가격수준에 대한 불만인 것으로 미루어 볼 때 가격결정 방법에 대한 개선을 요구하는 것으로 판단된다(그림 4-2-9).

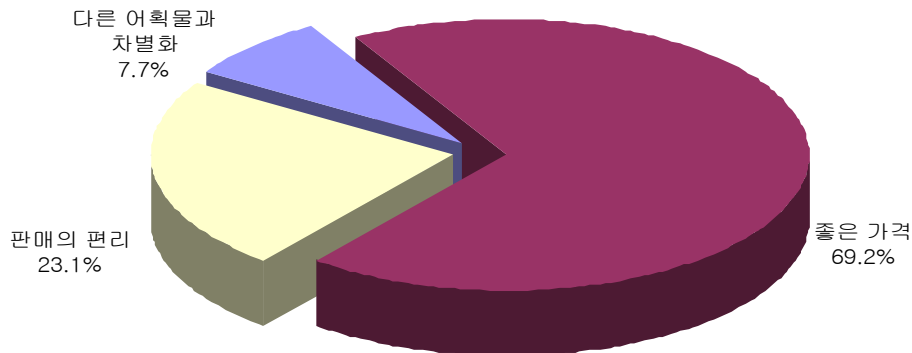


그림 4-2-9. 직판장에 기대하는 점.

운영주체에 대한 설문에서는 58.3%가 수협이 운영하는 것을 지지하였다. 그러나 어업인 조직에 민자를 유치하는 방안도 33.3%로 비교적 높은 응답률을 보였다. 자율관리위원회 직영은 8.3%에 불과하였다(그림 4-2-10).

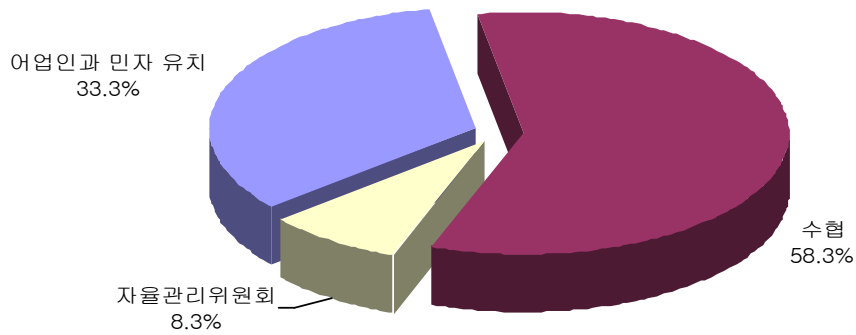


그림 4-2-10. 직판장의 운영주체.

직판장의 거래방법으로 선호되는 것은 90.9%가 ‘경매나 입찰’이라고 응답한 반면, 직거래는 응답이 없어 앞서 목장산 어획물의 직거래 필요성이 91.7%였던 것(그림 4-2-5 참조)에 모순되는 응답을 하였다. 이는 직거래의 필요성은 크지만, 직판장의 운영주체에 대한 응답의 58.3%가 수협이라는 것이 크게 관련이 있는 것으로 보인다(그림 4-2-11).

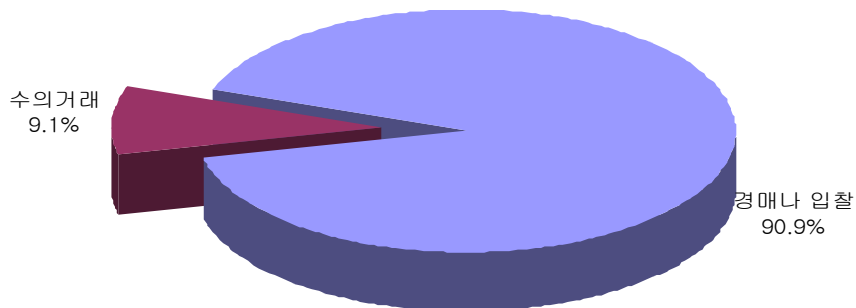


그림 4-2-11. 직판장의 거래방법.

직판장의 후보지로서 선호되는 어항에 대한 응답은 1순위에서 고산항이 가장 높은 지지를 받았으며, 신창항이 두 번째로 높은 것으로 나타났다. 고산항은 어업인들이 기존에 양륙을 많이 하던 곳이며, 환경면 신창리에 위치한 신창항은 1993년에 지정된 지방어항으로 바다목장 해역 내에 위치하고 있으며, 연안복합어업을 영위하는 어업인들이 양륙을 하기에 적합한 위치로 파악된다(그림 4-2-12).

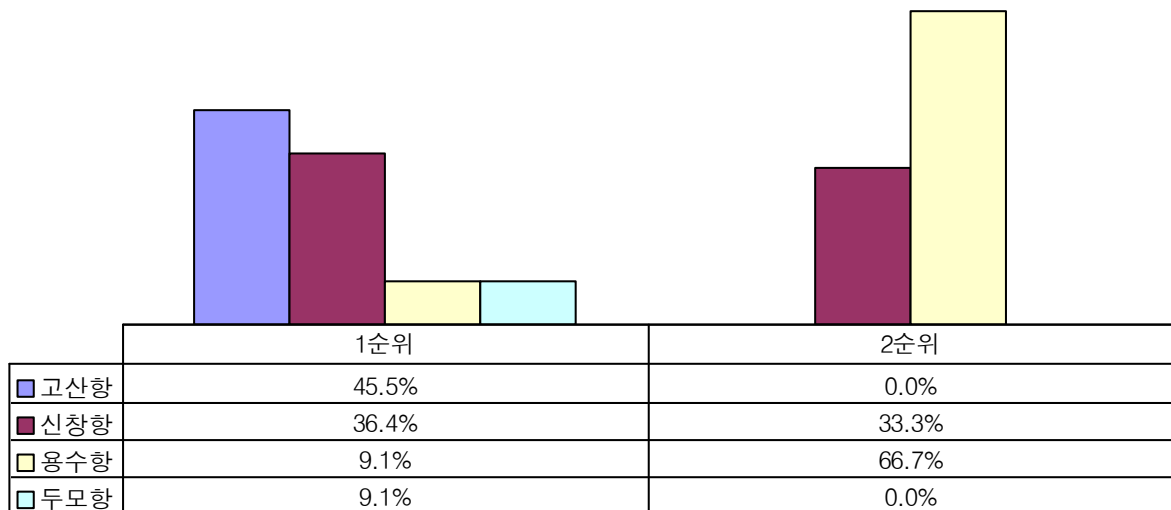


그림 4-2-12. 직판장의 후보지.

이상에서 살펴본 바와 같이 북제주 바다목장의 연안복합어업 어업인들이 가진 직판장에 대한 의견은 대다수가 필요성을 느끼고 있었으며, 운영주체는 수협이, 그리고 활어보관시설에 대한 필요성을 많이 느끼고 있는 것으로 나타났다. 또한 직판장에 기대하는 것으로는 '좋은 가격'이라는 응답이 비교적 높게 나타났다. 마지막으로 어업인들이 희망하는 직판장 후보지로는 고산향과 신창향이 있는 것으로 나타났다.

5. 유어낚시 및 관광 편익추정

가. 유어낚시

북제주지역의 유어낚시 실태분석은 바다목장 조성에 따른 자원증가가 동 지역에 있어서 지역 소득에 얼마나 기여하는 지를 측정하기 위해 실시되었으며, 사전에 교육된 조사원이 설문지를 활용해 1대1 면담을 하는 방식으로 행해졌다. 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 444부의 유효표본 설문지를 회수하였다. 자료 분석은 통계 패키지 프로그램인 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. 유어낚시에 관한 설문조사 항목은 성별, 연령, 현거주지, 월평균소득, 학력, 낚시장소, 낚시여행의 결정요소, 1년 여가생활에서 낚시 투자비용, 출조형태, 실제 낚시시간, 낚시여행 비용, 낚시 소요시간, 어획 어종, 1회 출조시의 평균어획량 등 총 21개의 항목으로 구성되어 있다. 출조형태와 낚시 지출비용의 항목은 각각 세부항목을 8개와 7개로 추가하였다.

표 4-2-13. 북제주지역 설문대상자의 인구통계학적 특징

구분		빈도(명)	비율(%)	구분		빈도(명)	비율(%)
성별	남	404	91.0	거주지	서울	59	13.3
	여	40	9.0		부산	19	4.3
	계	444	100		대구	7	1.6
연령	10대	1	0.2		인천	8	1.8
	20대	47	10.6		광주	3	0.7
	30대	155	34.9		대전	27	6.1
	40대	178	40.1		울산	2	0.5
	50대	53	11.9		경기	30	6.8
	60대이상	10	2.3		강원	5	1.1
	계	444	100		충북	9	2.0
직업	농림축산업	9	2.0		충남	0	0.0
	자영업	175	39.6		전북	3	0.7
	사무행정직	97	22.0		전남	3	0.7
	생산기술직	40	9.1	경북	4	0.9	
	판매서비스직	21	4.8	경남	2	0.5	
	전문직	49	11.1	제주	263	59.2	
	주부	12	2.7	계	444	100.2	
	학생	12	2.7				
	기타	27	6.1				
	계	442	100.1				

먼저 설문대상의 인구통계학적인 특성을 살펴보면, 성별의 경우 남성이 91%, 여성이 9%의 비율을 보이고 있으며, 연령은 40대가 40.1%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 30대(34.9%), 50대(11.9%), 20대(10.6%) 순인 것으로 조사되었다. 직업 분포는 자영업이 39.6%로 가장 많았으며, 다음으로 사무행정직(22%), 전문직(11.1%)의 순을 보이고 있었다. 유어남시객의 거주지 지역분포는 제주(59.2%), 서울(13.3%), 경기(6.8%) 순으로 제주도 및 수도권 지역의 유어남시객 방문이 가장 많은 것으로 조사되었다(표 4-2-13).

북제주 지역을 찾는 남시객을 대상으로 한 출조지역 관련 설문 결과, 북제주 지역이 62.5%로 나타났으며, 기타 지역이 37.5%로 조사되었다(표 4-2-14).

표 4-2-14. 출조지역

응답내용	빈도(명) n=373	비율(%)
북제주지역	233	62.5
기타지역	140	37.5
계	373	100.0

표 4-2-15. 출조장소

응답내용	빈도(명) n=391	비율(%)
선상남시	135	34.5
갯바위	190	48.6
기타	14066	16.9
계	391	100

주로 낚시하는 장소에 대한 질문에는 48.6%의 사람들이 갯바위에서 낚시를 즐기고 있으며, 34.5%의 사람이 선상에서 낚시를 하는 것으로 나타났다. 기타 의견도 16.9%로 조사되었다(표 4-2-15).

이렇게 낚시하는 지역을 선호하는 이유에 대한 질문에는 어획량이 많아서 선호한다는 이유가 39.6%로 가장 높게 나왔으며, 뒤이어 접근성이 좋음(22.1%), 기타(15.4%), 경관감상(9.4%)순으로 조사되었다(표 4-2-16).

응답자 중 126명(28.4%)이 연간 5회 미만 낚시를 간다고 응답하였으며, 평균 출조 횟수는 약 18회로 조사되었다. 그리고 북제주 출조 횟수에 대해 질문한 결과 약 47.8%의 사람들이 1년에 5회 미만 출조한다고 응답하였다(표 4-2-17).

표 4-2-16. 출조지역 선호이유

응답내용	빈도(명) (n=371)	비율(%)
어획량	147	39.6
접근성용이	82	22.1
기타	57	15.4
경관감상	35	9.4
친목	21	5.7
추천및권유	9	2.4
비용절감	7	1.9
안전	7	1.9
청정지역	6	1.6
계	371	100

표 4-2-17. 연간 출조횟수

응답내용	연간출조 횟수 (n=443)	비율 (%)	북제주 출조 횟수 (n=431)	비율 (%)
5회 미만	126	28.4	206	47.8
5~10회 미만	34	7.7	39	9.1
10~20회 미만	98	22.1	113	26.2
20~30회 미만	89	20.1	21	4.9
30~40회 미만	31	7.0	12	2.8
40회 이상	65	14.7	40	9.3
계	443	100	431	100.1
평균	18.39		11.54	

북제주지역 유어낚시객이 낚시 여행지를 결정할 때 중요하게 여기는 요소에 대해 조사한 결과 28.9%의 사람들이 조과에 대한 기대를 가장 중요시 여기는 것으로 나타났으며, 이어 접근성(20%), 비용(16.8%)의 순으로 나타났다(표 4-2-18).

1년의 여가생활 시간과 비용을 100으로 보았을 때 각각에 얼마나 투자하고 있는지에 대한 질문에 시간을 50% 이상 투자하는 사람이 133명, 금액을 50% 이상 투자하는 사람이 130명으로 나타났다. 평균적으로 북제주 지역 출조객들은 시간과 비용을 각각 33.3%, 33.4%를 투자한다고 응답하였다(표 4-2-19).

표 4-2-18. 낚시지 결정 중요요소(다중응답)

응답내용	빈도 (응답수)	비율(%)
조과에 대한 기대	373	28.9
접근성	258	20.0
비용	218	16.8
친목	198	15.3
휴식시설	185	14.3
편의시설	39	3.0
기타	25	1.9

표 4-2-19. 낚시에 투자하는 시간과 금액

구분	시간(명) (n=434)	금액(명) (n=420)
10%미만	78	72
10~20%미만	63	62
20~30%미만	48	49
30~40%미만	66	65
40~50%미만	46	42
50%이상	133	130
계	434	420
평균	33.3	33.4

응답자 중 58.2%의 사람이 개인 형태의 여행으로 북제주에 방문했으며, 나머지 41.8%의 사람이 단체 형태의 여행으로 방문하는 것으로 조사되었다(표 4-2-20).

동반 여행객 수에 대한 질문에서는 평균 6.1명이 동반하며, 3명 혹은 4명과 함께 온 사람이 41.6%로 가장 많았으며, 11명 이상의 동반객과 함께 온 응답자도 11.7%를 차지하고 있었다(표 4-2-21).

표 4-2-20. 낚시 여행타입

응답내용	빈도(명) (n=445)	비율(%)
단체	186	41.8
개인	259	58.2
계	445	100

표 4-2-21. 동반 여행객 수

응답내용	빈도(명) (n=409)	비율(%)
1~2명	88	21.5
3~4명	170	41.6
5~6명	70	17.1
7~8명	18	4.4
9~10명	15	3.7
11명 이상	48	11.7
계	409	100
평균	6.1	

동반객 유형에 대한 질문에서는 269명(61.7%)의 응답자가 친구, 연인, 선후배와 함께 왔다고 대답했으며, 가족이나 친척과 동반한 경우가 13.3%, 혼자 온 경우가 11%를 차지하였다(표 4-2-22).

출조를 위해 걸린 총 시간을 묻는 질문에 48.4%가 1일가량 소요했다고 응답했으며, 실제 낚시하는 시간은 40.1%의 사람들이 4~6시간 정도 소요했다고 응답하였다(표 4-2-23).

표 4-2-22. 동반객 유형

응답내용	빈도(명) (n=436)	비율(%)
친구/연인/선후배	269	61.7
가족/친척	58	13.3
혼자	48	11.0
단체	17	3.9
동호인	37	8.5
기타	7	1.6
계	436	100

표 4-2-23. 출조기간 및 실제 낚시시간

질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=366)	비율(%)
출조 기간	1일	177	48.4
	2일	114	31.2
	3일	63	17.2
	4일 이상	12	3.3
	계	366	100.1
	평균	1.8일	
낚시 시간	2시간 미만	15	3.4
	2~4시간 미만	129	29.1
	4~6시간 미만	178	40.1
	6~8시간 미만	62	14.0
	8~10시간 미만	24	5.4
	10시간 이상	36	8.1
	계	444	100.1
	평균	4.8시간	

표 4-2-24. 이용한 숙박시설

응답내용	빈도(응답수) (n=252)	비율(%)
민박, 펜션	89	35.3
콘도	60	23.8
기타	59	23.4
호텔	32	12.7
여관	12	4.8
계	252	100

표 4-2-25. 총 여행시간 및 이용 교통수단

질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=428)	비율(%)
여행 시간	1시간 미만	62	14.5
	1~2시간 미만	170	39.7
	2~3시간 미만	59	13.8
	3~4시간 미만	46	10.8
	4~5시간 미만	41	9.6
	5시간 이상	50	11.7
	계	428	100.1
평균	2.8시간		
교통 수단	자가용	270	62.5
	비행기	124	28.7
	전세/관광버스	19	4.4
	기타	12	2.8
	도보/자전거	5	1.2
	고속/시외버스	2	0.5
	계	432	100.1

숙박시설을 이용한 사람 중 35.3%의 사람이 민박, 펜션을 이용했으며, 콘도가 23.8%, 기타 숙박시설 이용객이 23.4%로 나타난 것으로 조사되었다(표 4-2-24).

출발지에서 목적지까지 걸린 시간을 조사한 결과, 1시간 이상~2시간 미만으로 걸린 사람이 39.7%를 차지했으며, 1시간 미만 걸린 사람이 14.5%로 나타났다. 평균 소요시간은 2.8시간이 걸린 것으로 조사되었다. 목적지까지의 교통수단에 대해서는 62.5%의 사람들이 자가용을 이용한 것으로 나타났다(표 4-2-25).

1인당 소비한 출조경비를 조사한 결과, 평균 164,063원으로 나타났다. 분포별로는 5만원 미만이 37.5%를 차지했으며, 50만원 이상을 쓴 사람도 10.6%로 조사되었다(표 4-2-26).

총 비용 중 숙박비가 차지하는 비율이 24.7%로 가장 높았으며, 교통비는 19.1%, 유흥비는 18.2%로 각각 조사되었다(표 4-2-27).

표 4-2-26. 1인당 출조경비

응답내용	빈도(명) (n=435)	비율(%)
5만원 미만	163	37.5
5~10만원 미만	79	18.2
10~20만원 미만	32	7.4
20~30만원 미만	30	6.9
30~40만원 미만	42	9.7
40~50만원미만	43	9.9
50만원 이상	46	10.6
계	435	100.2
1인당 평균여행비용	194,063원	

표 4-2-27. 항목별 금액 평균 및 비율

응답내용	평균(원)	비율(%)
교통비	62,265	19.1
숙박비	80,629	24.7
유흥비	59,475	18.2
음식음료비	41,487	12.7
낚시 임대비	58,047	17.8
기타잡비	24,607	7.5

표 4-2-28. 주요 어획 어종

응답내용	빈도(명) (n=419)	비율(%)
자리돔	220	52.5
기타	85	20.3
독가시치	30	7.2
우럭	25	6.0
고등어	17	4.1
볼락	13	3.1
놀래미	8	1.9
광어	7	1.7
숭어	6	1.4
농어	4	1.0
학꽂치	4	1.0
계	419	100.2

표 4-2-29. 1회 출조 시 어획량

질문 내용	응답 내용	빈도(명) (n=417)	비율(%)
마리수	5마리 미만	221	53.0
	5~10마리 미만	87	20.9
	10~15마리 미만	55	13.2
	15~20마리 미만	15	3.6
	20마리 이상	39	9.4
	계	417	100.1
평균값		6.9	
무게	1kg 미만	31	11.5
	1~2kg 미만	72	26.8
	2~3kg 미만	68	25.3
	3~6kg 미만	64	23.8
	6~10kg 미만	14	5.2
	10kg 이상	20	7.4
계		269	100
평균값		3.0	

북제주 지역에서 주로 잡히는 어종에 대해 물어본 결과 자리돔이 52.5%로 가장 많이 잡히고 있으며, 이어 기타 20.3%의 순으로 나타났다(표 4-2-28).

1회 출조 시 어획량에 대한 질문에서는 평균적으로 6.9의 마리가 잡힌다고 조사되었

다. 구체적으로는 5마리 미만이 잡힌다고 응답한 사람이 53%로 가장 많았으며, 이어 5마리 이상~10마리 미만이 잡힌다고 응답한 사람이 20.9%로 조사되었다. 어획 어종의 무게를 묻는 질문에서는 평균 3.0kg가량으로, 1kg 이상~2kg 미만이 잡힌다고 응답한 사람이 26.8%를 차지했으며, 2kg 이상~3kg 미만이 25.3%로 조사되었다(표 4-2-29).

북제주 지역 출조 시 가장 필요한 편의시설에 대한 답변으로 43.5%의 응답자가 화장실이 필요하다고 답했으며, 쓰레기장 12.2%, 편의점 9.7%, 휴게소 7.5%, 주차장 5.6% 등으로 조사되었다(표 4-2-30).

바다목장 해역에 바다목장을 만든다면 이후 어떠한 혜택을 받을 것인가에 대해 의견 조사를 한 결과, 70.0%의 사람들이 어획량 증가를 꼽았으며, 11.1%의 응답자는 어떠한 혜택도 없을 것이라는 비관적 의견을 보였다(표 4-2-31).

표 4-2-30. 필요 편의시설(다중응답)

응답내용	빈도(명) (n=517)	비율(%)
화장실	225	43.5
쓰레기장	63	12.2
편의점	50	9.7
휴게소	39	7.5
주차장	29	5.6
음식점	25	4.8
안내시설	18	3.5
숙박시설	13	2.5
낚시점	3	0.6
수도	2	0.4
기타	50	9.7
계	517	100

표 4-2-31. 바다목장 조성혜택에 대한 의견

응답내용	빈도(명) (n=442)	비율(%)
전혀 증가하지 않을 것	6	1.4
증가하지 않을 것	43	9.7
보통	84	19.0
증가할 것	280	63.4
매우 증가할 것	29	6.6
계	442	100.1

바다목장에 대한 방문의향에 대한 결과로는 317명(71.7%)이 방문할 의향이 있다고 응답하였으며, 반면에 31명(7.0%)은 방문할 의향이 없다고 응답했다(표 4-2-32).

바다목장에 방문할 의향이 없는 사람들을 대상으로 그 이유에 대해 조사한 결과, 편의시설 부족이 34.0%, 경제적 이유가 20.8%인 것으로 나타났다(표 4-2-33).

표 4-2-32. 바다목장에 대한 방문의향

응답내용	빈도(명) (n=442)	비율(%)
방문할 의사가 없다	5	1.1
방문하지 않을 것 같다	26	5.9
아직 잘 모르겠다	94	21.3
긍정적으로 검토	226	51.1
반드시 방문할 것이다	91	20.6
계	442	100

표 4-2-33. 방문의향이 없는 이유

응답내용	빈도(명) (n=53)	비율(%)
편의시설부족	18	34.0
경제적이유	11	20.8
지역내 이동불편	8	15.1
안내부족	6	11.3
기타	4	7.6
낮은 어획량	4	7.6
관광매력도 부족	2	3.8
계	53	100.2

표 4-2-34. 희망 방문횟수

응답내용	빈도 (응답수) (n=385)	비율(%)
1년에 1회미만	2	0.5
1년에 1~3회	194	50.4
1년에 4~6회	76	19.7
1년에 7~9회	4	1.0
1년에 10회 이상	109	28.3
계	385	99.9
평균	5.8	

바다목장에 방문할 의향이 있는 관광객에게 방문횟수를 조사한 결과, 평균적으로는 연간 5.8회를 방문하고자 하는 것으로 나타났다. 구체적으로는 1년에 1회에서 3회 방문하겠다고 응답한 사람이 가장 많은 50.4%로 나타났으며, 10회 이상 방문의향을 가진 사람도 28.3%로 나타났다(표 4-2-34).

나. 관광객

북제주 지역의 관광객 실태분석은 바다목장 조성에 따른 자원증가가 동 지역에 있어서 지역 소득에 얼마나 기여하는지 측정하기 위해 실시되었으며, 유어낚시객 조사와 마찬가지로 사전에 교육된 조사원이 설문지를 활용해 1:1 면담하는 방식으로 실시되었다. 설문조사는 봄, 여름, 가을의 3계절 조사와 함께 연휴와 휴일 그리고 평일에 각각 실시하여 433부의 유효표본 설문지를 회수하였다. 자료 분석은 통계 패키지 프로그램인 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 경제성 분석부분에서 다시 언급한다. 관광객에 관한 설문조사 항목은 성별, 연령, 현거주지, 월평균소득, 학력, 방문 횟수, 방문 동반자 유형 및 동반 인원, 교통수단, 소요시간, 방문 유형, 숙박시설, 방문 목적, 목적지 선택의 중요도, 여행경비, 재방문 의사, 바다목장에 대한 의견 등 총 19개의 항목으로 구성되었다.

먼저 설문대상의 인구통계학적 특성을 살펴보면, 성별의 경우 남성이 53.1%, 여성이 46.9%의 비율을 보이고 있으며, 연령은 20대가 가장 높은 비율인 34%로 나타났고, 다음은 30대와 40대(22.6%), 50대(14.6%) 순이었다. 직업 분포는 자영업과 사무행정직이 각각 19.2%로 가장 많았으며, 다음으로 학생(15.2%), 주부(12.7%)의 순으로 조사되었다. 관광객의 거주지 지역분포는 서울(35.2%), 경기(15.9%), 부산(7.9%) 순으로 수도권 관광객의 방문이 많은 것으로 나타났다(표 4-2-35).

표 4-2-35. 복제주지역 설문대상자의 인구통계학적 특징

구분		빈도(명)	비율(%)	구분		빈도(명)	비율(%)
성별	남	230	53.1	거주지	서울	151	35.2
	여	203	46.9		부산	34	7.9
	계	433	100		대구	24	5.6
연령	10대	3	0.7		인천	25	5.8
	20대	147	34.0		광주	27	6.3
	30대	98	22.6		대전	16	3.7
	40대	98	22.6		울산	5	1.2
	50대	63	14.6		경기	68	15.9
	60대 이상	24	5.5		강원	8	1.9
	계	433	100		충북	2	0.5
직업	농림축산업	2	0.5		충남	9	2.1
	자영업	83	19.2		전북	14	3.3
	사무행정직	83	19.2		전남	3	0.7
	생산기술직	20	4.6		경북	17	4.0
	판매서비스직	23	5.3		경남	19	4.4
	전문직	49	11.3	제주	7	1.6	
	주부	55	12.7	계	429	100.1	
	학생	66	15.2				
	기타	52	12.0				
	계	433	100				

북제주를 관광목적지로 방문한 횟수에 대한 질문에서는 재방문의 비율이 64.5%, 처음 방문하였다는 의견이 35.4%로 나타났다(표 4-2-36).

방문 동반자 유형 및 수에 대한 질문에는 관광객 유형은 주로 친구·연인·선후배(42.5%)이거나, 가족·친지(37.9%)로 조사되었으며, 동반자 수의 경우 1~2명이 25.4%로 가장 높고, 3~4명 24.5%, 11명 이상의 단체 관광객이 18%를 차지했다(표 4-2-37, 4-2-38).

표 4-2-36. 방문 횟수

응답내용	빈도(명) (n=426)	비율(%)
1회(처음 방문)	151	35.4
2회	96	22.5
3회	84	19.7
4회	30	7.0
5회	26	6.1
6회 이상	39	9.2
계	426	99.9
평균	3.88회	

표 4-2-37. 동반자 유형

응답내용	빈도(명) (n=433)	비율(%)
친구, 연인, 선후배	184	42.5
가족, 친지	164	37.9
단체(여행사)	38	8.8
동호인	12	2.8
혼자	10	2.3
기타	25	5.8
계	433	100.1

표 4-2-38. 동반자 수

응답내용	빈도(명) (n=433)	비율(%)
1~2명	110	25.4
3~4명	106	24.5
5~6명	73	16.9
7~8명	47	10.9
9~10명	18	4.2
11명 이상	78	18.0
무응답	1	0.2
계	433	100.1
평균 동반인원	8.1명	

주로 이용하는 교통수단에 대해 물은 결과 비행기를 이용한 경우가 51.1%의 비율을 보였으며, 다음으로 자가용(20%)과 전세/관광버스(12.7%)를 이용하는 것으로 조사되었다(표 4-2-39).

북제주까지의 소요시간에 대해 물은 결과 1시간 이상~2시간 미만이 33.1%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 2시간 이상~3시간 미만이 32.9%의 비율을 보였다(표 4-2-40).

표 4-2-39. 교통수단

응답내용	빈도(응답수) (n=630)	비율(%)
비행기	322	51.1
자가용	126	20.0
전세/관광버스	80	12.7
기타	52	8.3
고속/시외/시내버스	39	6.2
도보/자전거	7	1.1
기차	4	0.6
계	630	100

표 4-2-40. 소요시간

응답내용	빈도(명) (n=429)	비율(%)
1시간 미만	31	7.2
1시간~2시간 미만	142	33.1
2시간~3시간 미만	141	32.9
3시간~4시간 미만	74	17.3
4시간~5시간 미만	23	5.4
5시간 이상	18	4.2
계	429	100.1
평균	2.22시간	

북제주의 방문유형에 대해 질문한 결과, 당일로 북제주를 방문한 비율이 2.4%였으며, 숙박을 한 경우가 97.6%로 조사되었다. 숙박을 한 경우에도 당해 지역에서는 2박3일의 일정이 51.8%, 기타 지역에서는 2박 3일이 59.1%로 나타났다(표 4-2-41).

북제주에서의 숙박시설에 대해 조사한 결과, 민박/펜션이 33.1%로 가장 높은 비율을 차지했으며 다음으로 호텔이 30.2%, 콘도미니엄이 27.4%로 나타났다(표 4-2-42).

표 4-2-41. 방문유형

응답내용	빈도(명) (n=433)	빈도(명)
당일관광	10	
숙박관광	422	149
		당해지역
1박 2일	103(37.3)	37(24.8)
2박 3일	143(51.8)	88(59.1)
3박 4일	30(10.9)	18(12.1)
4박 5일		3(0.2)
5박 6일 이상		3(0.2)
계	276(100)	149(100)

표 4-2-42. 숙박시설

응답내용	빈도(응답수) (n=420)	비율(%)
민박/펜션	139	33.1
호텔	127	30.2
콘도미니엄	115	27.4
친구/친척집	17	4.1
여관/모텔	14	3.3
기타	8	1.9
계	420	100

관광객들이 북제주를 방문하는 목적은 주변 명소 방문(39.9%)이 가장 높았으며, 다음으로 휴양 및 오락을 위한 여행(22%), 자연경관 감상(18.3%)순으로 나타났다(표 4-2-43).

북제주 방문객에게 관광목적지를 선택하는 데에 있어 중요하게 생각하는 항목에 대해 조사한 결과, 자연경관(4.2)이 가장 높았고, 다음으로 소요 경비(3.8), 문화 유산(3.8), 교통

수단(3.7) 순으로 나타났다(표 4-2-44).

표 4-2-43. 방문목적(다중응답)

순위	응답내용	빈도 (응답수) (n=569)	비율 (%)
1위	주변 명소 방문	227	39.9
2위	휴양, 오락	125	22.0
3위	자연경관 감상	104	18.3
4위	기타	51	9.0
5위	해양스포츠 체험	33	5.8
6위	친척/친구집 방문	29	5.1
	계	569	100.1

표 4-2-44. 목적지 선택의 중요도

설문내용	평균
자연 경관	4.2
소요 경비	3.8
문화 유산	3.8
교통 수단	3.7
소요 시간	3.5

북제주를 관광하면서 1인당 소비한 여행경비를 조사한 결과, 평균 341,658원으로 나타났다으며, 분포별로는 20만원 이상~30만원 미만을 지출한 응답자가 23.3%로 조사되었다(표 4-2-45). 그리고 총 비용 중 교통비가 차지하는 비율이 26.4%로 가장 높았으며, 숙박비(21.1%), 음식비(17.9%) 순으로 나타났다(표 4-2-46).

표 4-2-45. 1인당 여행경비

응답내용	빈도(명) (n=433)	비율(%)
10만원 미만	51	11.8
10~20만원 미만	69	15.9
20~30만원 미만	101	23.3
30~40만원 미만	57	13.2
40~50만원 미만	56	12.9
50만원 이상	99	22.9
계	433	100
1인당 평균여행비용	341,658	

표 4-2-46. 항목별 금액 평균 및 비율

응답내용	평균(원)	비율(%)
숙박비	94,141	21.1
음식음료비	80,156	17.9
교통비	118,125	26.4
유흥비	66,662	14.9
기념품비	49,687	11.1
기타비	38,052	8.5
계		99.9

북제주 재방문 의사에 대해서는 59.3%의 응답자가 재방문 의사가 있다고 응답했다(표 4-2-47). 재방문 의사가 없는 응답객을 대상으로 그 이유를 질문한 결과, 경제적 이유가 32.2%로 나타났다(표 4-2-48).

바다목장에 대한 관광객들의 인지도에 대해 조사한 결과, 77.6%의 응답자들이 바다목장에 대해 전혀 들어본 적이 없거나 잘 모르겠다는 의견을 나타냈으며, 단지 46명(10.6%)만이 알고 있다고 응답하였다(표 4-2-49). 바다목장에 대한 관광객 방문 의향에 대한 결과로는 265명(61.4%)이 방문할 의향이 있다고 응답하였으며, 반면에 37명(8.6%)은 방문할 의

향이 없다고 답하였다(표 4-2-50).

표 4-2-47. 재방문 의사

응답내용	빈도(명) (n=432)	비율(%)
매우 많음	50	11.6
많음	206	47.7
보통	150	34.7
적음	21	4.9
매우 적음	5	1.2
계	432	100.1
평균	3.64	

표 4-2-48. 재방문 의사가 없는 이유

응답내용	빈도(응답수) (n=59)
경제적 이유	19
관광 매력도 부족	14
관광지 및 시설안내부족	12
편의시설부족	5
접근 불편	4
기타	5
계	59

표 4-2-49. 바다목장 인지도

응답내용	빈도(명) (n=433)	비율 (%)
전혀 들어본 적 없다	178	41.1
잘 모르겠다	158	36.5
들어본 듯 하다	51	11.8
약간 알고 있다	40	9.2
매우 잘 알고 있다	6	1.4
계	433	100
평균	1.93	

표 4-2-50. 바다목장 방문의향

응답내용	빈도(명) (n=432)	비율(%)
전혀 없음	11	2.6
없음	26	6.0
보통	130	30.1
많음	205	47.5
매우 많음	60	13.9
계	432	100.1
평균	3.64	

바다목장에 방문할 의향이 있는 관광객에게 방문횟수를 조사한 결과, 1년에 1회 방문 하겠다고 응답한 사람이 가장 많은 47.9%(178명)로 나타났다(표 4-2-51). 바다목장을 방문 할 경우 함께 동반할 사람에 대한 질문에서는 가족, 친척과 함께 방문하겠다는 사람이 60.1%로 나타났으며 친구, 연인, 선후배가 35.3%로 나타났다(표 4-2-52).

표 4-2-51. 희망 방문횟수

응답내용	빈도 (응답수) (n=372)	비율(%)
1년에 1회미만	163	43.8
1년에 1회	178	47.9
1년에 2회	24	6.5
1년에 3회	4	1.1
1년에 4회	3	0.8
계	372	100.1

표 4-2-52. 희망 동반자

응답내용	빈도 (응답수) (n=383)	비율(%)
가족, 친척	230	60.1
친구, 연인, 선후배	135	35.3
단체	9	0.8
동호인	4	2.4
혼자	3	1.0
기타	2	0.5
계	383	100.1

바다목장을 방문하고자 하는 시기에 대해서는 방학 및 휴가기간이 36%, 주말이 29.8%로 나타났다(표 4-2-53).

바다목장 방문 시 체류하고자 하는 기간에 대한 조사에서는 2박 3일이 52.5%, 1박 2일이 30.1%, 3박 4일이 13.1%로 나타났으며, 평균 약 2.75일 정도를 머무르고자 하는 것으로 나타났다(표 4-2-54).

표 4-2-53. 희망 방문시기

응답내용	빈도 (응답수) (n=383)	비율(%)
방학 및 휴가기간	138	36.0
주말	114	29.8
연휴	70	18.3
공휴일	39	10.2
주중	18	4.7
기타	4	1.0
계	383	100

표 4-2-54. 희망 방문기간

응답내용	빈도 (응답수) (n=366)	비율(%)
당일	10	2.7
1박 2일	110	30.1
2박 3일	192	52.5
3박 4일	48	13.1
4박 5일 이상	6	1.6
계	366	100
평균 일수	2.8일	

표 4-2-55. 희망 소비금액

응답내용	빈도 (응답수) (n=394)	비율(%)
10만원 미만	7	1.8
10~20만원 미만	85	21.6
20~30만원 미만	89	22.6
30~40만원 미만	112	28.4
40~50만원 미만	39	9.9
50만원 이상	62	15.7
계	394	100
1인당 평균여행비용	289,578	

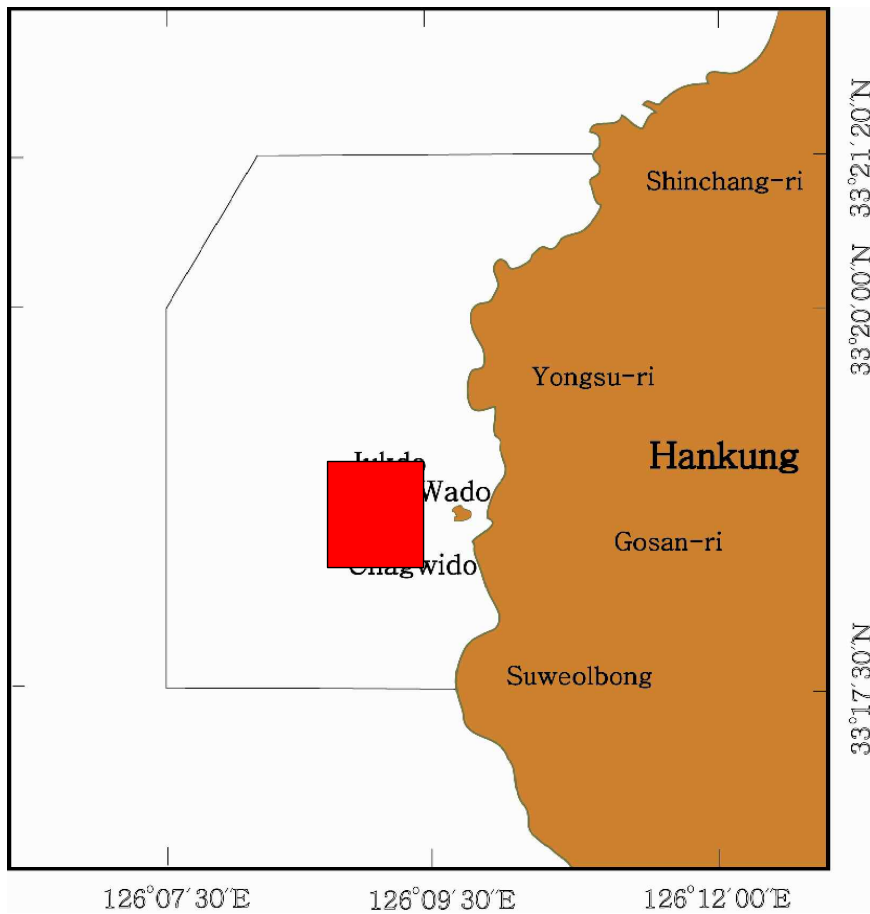
바다목장 방문 시 소비금액에 대한 의향을 물어본 결과 평균 289,578원으로 나타났으며 분포별로는 30만원 이상~40만원 미만이 28.4%로 가장 높게 나타났으며, 50만원 이상 쓸 의향이 있는 사람도 15.7%로 나타났다(표 4-2-55).

제 3 절 바다목장 실시계획 수립

1. 바다목장 해역 범위와 개발모델

가. 바다목장 해역 범위

북제주 바다목장의 주해역은 북위 33° 21' 20", 동경 126° 10' 57" 지점, 북위 33° 21' 20", 동경 126° 08' 45" 지점, 북위 33° 20' 00", 동경 126° 07' 30" 지점, 북위 33° 17' 30", 동경 126° 07' 30" 지점, 북위 33° 17' 30", 동경 126° 09' 54" 지점을 연하는 선 안쪽에 해당하는 해역으로, 이 해역에 포함되어 있는 차귀도천연보호구역은 제외하면 실제 바다목장 해역면적은 2,000ha가 된다(그림 4-3-1).



구분	위도	경도	구분	위도	경도
A	33°21' 20"	126°10' 57"	D	33°17' 30"	126°07' 30"
B	33°21' 20"	126°08' 45"	E	33°17' 30"	126°09' 45"
C	33°20' 00"	126°07' 30"	= 2,700ha(섬포함), 주해역 2,000ha		

그림 4-3-1. 북제주바다목장 해역.

나. 북제주바다목장 모델 및 제한 사항

제3장 제5절의 북제주바다목장 모델에 대한 자연과학적 조사결과에 의하면, 북제주바다목장은 관광형 모델로서 체험 해양생태공원 1개소(차귀도)와 생태자원복원장 2개소(용수 및 수월봉 앞)를 개발하려는 아이템이 도출되었다. 이들 아이템에 적용되는 시설로서는 수중전망대, 중간육성 및 해상기지, 간이급이시스템, 환경관측시스템 등이 있다.

한편, 이들 바다목장 관광모델을 기존 육상 및 해상관광과 연계할 수 있는 것도 필요하며, 바다목장 지역 내에 존재하는 관광여건을 정리하면 그림 4-3-2와 같다.



그림 4-3-2. 북제주바다목장 해역의 관광여건.

먼저, 2000년 7월 문화재청에 의해 차귀도가 천연기념물 제422호로서 차귀도천연보호구역으로 지정되어 있다. 그리고 수월봉에는 기상대와 전망대가 있으며, 고산은 2001년 어촌체험관광마을로 지정되어 유어객들의 내방이 활발하다. 용수에는 북제주군 자체계획에 용수항을 확장시키려는 계획을 포함시키고 있다. 또한 고산에는 선사유적지가 있으며, 2005년 6월부터 차귀도 인근에 잠수함이 운항되고 있다. 바다목장 관광모델을 적용시키고 발전시켜 나갈 때, 이들 기존 육상 및 해양관광과 연계하여 시너지 효과를 극대화시켜 나갈 필요가 있다.

한편, 차귀도는 전술한 바와 같이, 천연보호구역으로 지정되어 행위가 제한되어 있다.

즉, 어로행위는 가능하지만, 해저관광, 개발행위, 동식물 및 광물의 채취 등은 문화재청의 허가가 필요하다. 따라서 차귀도를 해양생태공원으로 개발할 경우 반드시 문화재청의 허가를 득해야 하며, 그 여하에 따라 사업추진의 성패가 나타나게 된다. 통영바다목장에서 잔교낚시터의 개발이 국립공원법에 저촉되는 것처럼, 북제주바다목장의 경우에도 중앙정부 차원에서 북제주바다목장 사업이 원활하게 추진될 수 있도록 대책마련이 필요하다.

2. 바다목장 시설투자계획 수정

북제주바다목장사업의 투자계획은 다음의 다섯 가지 기준에 따라 수립되었다. 먼저, 생태계보호·자원증대 복합형과 해양관광 및 수중체험형을 모델로 하고 있는 북제주바다목장의 성격에 부합하도록 한다. 둘째, 기 수립된 정부의 바다목장사업 마스터플랜의 기본내용에 부합되도록 한다. 셋째, 연구개발투자에 대해서는 국가가 투자하는 것을 원칙으로 하되, 시설투자 분야에 대해서는 국가 외에 지자체, 어업인 및 민간기업의 투자를 유도한다. 넷째, 사업추진단계에 따른 연차별 및 분야별 투자액 배정을 기본으로 한다. 다섯째, 2002~2004년 동안 이미 집행된 정부 투자액을 감안하여 연차별 투자계획을 조정한다는 것이다.

바다목장 사업은 일반적으로 바다목장 기반조성-바다목장 조성-사후관리 및 효과분석이라는 3단계 추진과정을 거치게 되고, 2005년 북제주 바다목장사업은 1단계 2차년도에 해당된다.

표 4-3-1. 북제주바다목장 사업의 추진단계

구 분	1단계	2단계	3단계
기 간	1~2차년도	3~6차년도	7차년도
목 표	바다목장 기반조성	바다목장 조성	사후관리·효과분석
주 요 내 용	• 해역환경 특성조사	• 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리	• 환경 및 생태계 동태 파악
	• 어장조성 기반조사	• 시설물 실효역 투입 및 어장조성	• 바다목장시설의 관리 및 효과조사
	• 대상생물 생리생태조사	• 방류 및 생물군집변화조사	• 방류종의 자원관리 및 재생산 조사
	• 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가	• 바다목장 이용관리방안 수립 및 관리실태 조사	• 사후 투자효과분석 및 바다목장이관 계획 수립

바다목장 기반조성 단계인 제1단계 사업은 2004년과 2005년 2개년에 걸쳐 진행되었으며, 이 단계에는 해역의 환경 및 특성조사, 어장조성을 위한 기반조사, 대상생물 생리생태

조사, 바다목장 해역 후보지 선정, 이용·관리 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 등이 수행되었다. 제2단계 바다목장 조성은 2006년부터 2009년에 걸쳐 진행하며, 주로 모니터링시스템에 의한 환경관리, 시설물 실행역 투입 및 어장조성, 방류 및 생물군집 변화조사, 바다목장 이용관리 방안 수립 및 관리실태 조사 등을 실시하게 된다. 마지막으로 제3단계 사후관리 및 효과분석 단계에 가서는 환경 및 생태계 동태 파악, 바다목장 시설의 관리 및 효과조사, 방류종의 자원관리 및 재생산 조사, 사후 투자효과분석 및 바다목장 이관계 획 수립 등이 이루어질 계획이다.

표 4-3-2는 북제주바다목장의 재원별 연도별 투자계획을 나타낸 것으로, 총사업비는 58,060백만 원이다. 이 가운데 국비가 35,000백만 원이 투자되며, 지방비 3,960백만 원, 어업인 자담 1,900백만 원, 민간 17,200백만 원이 투자될 계획이다. 특히 민간 투자비용의 대부분은 관광시설 투자에 집중될 것이다. 총 사업비 가운데 시설투자비와 연구개발비는 48,960백만 원과 9,100백만 원으로 각각 총사업비의 84.3%, 15.7%를 차지한다.

표 4-3-2. 북제주바다목장 사업의 재원별 연도별 투자계획

(단위 : 백만 원)

분 야		합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
□ 합 계	합계	58,060	400	600	6,340	3,780	3,650	10,450	16,750	16,090
	국 가	35,000	400	600	900	1,100	2,400	4,450	11,060	14,090
	지자체	3,960	0	0	440	280	200	650	1,040	1,350
	어업인	1,900	0	0	0	0	250	350	650	650
	민 간	17,200	0	0	5,000	2,400	800	5,000	4,000	0
□ 어장조성	소계	13,450	0	0	300	300	600	1,350	4,250	6,650
	국 가	12,700	0	0	0	100	500	1,300	4,200	6,600
	지자체	750	0	0	300	200	100	50	50	50
	어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
□ 관 광	소계	27,895	0	0	5,060	2,400	1,000	6,350	8,150	4,935
	국 가	6,345	0	0	0	0	0	550	2,660	3,135
	지자체	2,650	0	0	60	0	0	500	890	1,200
	어업인	1,700	0	0	0	0	200	300	600	600
	민 간	17,200	0	0	5,000	2,400	800	5,000	4,000	0
□ 자원증대	소계	7,615	0	0	80	180	650	1,200	2,700	2,805
	국 가	6,855	0	0	0	100	500	1,050	2,550	2,655
	지자체	560	0	0	80	80	100	100	100	100
	어업인	200	0	0	0	0	50	50	50	50
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
□ 연구개발	소계	9,100	400	600	900	900	1,400	1,550	1,650	1,700
	국 가	9,100	400	600	900	900	1,400	1,550	1,650	1,700
	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

시설투자는 어장조성, 관광시설과 자원증대로 구분되는데, 어장조성 시설로는 인공어

초, 환경관측 및 모니터링시스템, 해양생태복원장 및 해중립 등이 포함되었다. 관광시설 부문에는 수중전망대, 수중공원, 유어선, 관광용 유어장, 바다목장 체험장 시설 등이 포함시켰고, 자원증대를 위해서 종묘방류와 중간육성장 시설인 내파성 가두리 시설, 간이급이 시스템 등의 항목이 선정되었다.

어장조성시설에 대한 투자금액은 13,450백만 원으로, 총투자비의 23.1%와 총 시설투자비의 27.5%를 각각 차지한다(표 4-3-3). 어장조성 시설 측면에서는 유치자어 보육초 및 어획용 어초, 부어초, 관광용어초 등에 10,050백만 원을 투자하며, 92.5% 가량이 국비로 지원된다. 또한 환경관측 및 모니터링시스템 600백만 원과 해양생태복원장 및 해중립 조성에 2,800백만 원 역시 국비로 전액 투자하는 것으로 했다.

표 4-3-3. 북제주바다목장 사업의 어장조성시설 투자계획

(단위 : 백만원)

		합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
□ 합 계	합계	13,450	0	0	300	300	600	1,350	4,250	6,650
	국 가	12,700	0	0	0	100	500	1,300	4,200	6,600
	지자체	750	0	0	300	200	100	50	50	50
□ 인공어초	소계	10,050	0	0	300	300	300	750	3,250	5,150
	국 가	9,300	0	0	0	100	200	700	3,200	5,100
	지자체	750	0	0	300	200	100	50	50	50
- 연안어초(국가)*	소계	3,850	0	0	300	300	200	350	1,050	1,650
	국 가	3,100				100	100	300	1,000	1,600
	지자체	750			300	200	100	50	50	50
- 대수심 어초**	소계	3,300	0	0	0	0	0	200	1,200	1,900
	국 가	3,300				0	0	200	1,200	1,900
- PPT 및 자연석	소계	2,900	0	0	0	0	100	200	1,000	1,600
	국 가	2,900				0	100	200	1,000	1,600
□ 환경관측, 모니터링시스템	소계	600	0	0	0	0	200	200	200	0
	국 가	600	0	0	0	0	200	200	200	0
- 환경관측부이	소계	100	0	0	0	0	100	0	0	0
	국 가	100					100			
- 수산자원관리수면 표시 부이	소계	100	0	0	0	0	0	100	0	0
	국 가	100						100		
- 육상관측시스템	소계	400	0	0	0	0	100	100	200	0
	국 가	400					100	100	200	
□ 해양생태복원장 및 해중립	소계	2,800	0	0	0	0	100	400	800	1,500
	국 가	2,800					100	400	800	1,500

주: * 연안어초는 개당 100만원으로 함

** 대수심어초는 개당 5,000만원으로 함

관광시설 투자의 경우, 배후 기반시설 투자에 960백만 원을, 기타 유어낚시터, 잠수함, 수중공원, 수중전망대, 해양생태체험관리시설, 해양홍보관, 낚시터 등 관광시설 투자에

26,935백만 원을 각각 투자하는 것으로 하였다. 특히 배후 기반시설은 지자체를 중심으로 일부 국가가 지원하는 형태로 사업을 진행하되, 관광시설 분야는 민간업체가 사업 진행을 주도할 수 있도록 하였다(표 4-3-4).

표 4-3-4. 북제주바다목장 사업의 관광시설 투자계획

(단위 : 백만원)

		합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
□ 합계	합계	27,895	0	0	5,060	2,400	1,000	6,350	8,150	4,935
	국 가	6,345	0	0	0	0	0	550	2,660	3,135
	지자체	2,650	0	0	60	0	0	500	890	1,200
	어업인	1,700	0	0	0	0	200	300	600	600
	민 간	17,200	0	0	5,000	2,400	800	5,000	4,000	0
□ 배후시설 및 기반시설	소계	960	0	0	60	0	0	150	450	300
	국 가	210	0	0	0	0	0	150	60	0
- 수산물 전시판매장	지자체	750	0	0	60	0	0	0	390	300
	소계	590	0	0	0	0	0	100	290	200
- 바다목장 관리선	국 가	100						100		
	지자체	490							290	200
- 생산물 브랜드화 기반	소계	60	0	0	60	0	0	0	0	0
	지자체	60			60					
- 수중전망대	소계	310	0	0	0	0	0	50	160	100
	국 가	110						50	60	
□ 관광시설	지자체	200							100	100
	소계	26,935	0	0	5,000	2,400	1,000	6,200	7,700	4,635
- 수중전망대	국 가	6,135	0	0	0	0	0	400	2,600	3,135
	지자체	1,900	0	0	0	0	0	500	500	900
	어업인	1,700	0	0	0	0	200	300	600	600
	민 간	17,200	0	0	5,000	2,400	800	5,000	4,000	0
	소계	9,800	0	0	0	0	800	5,000	4,000	0
- 잠수함	민 간	9,800					800	5,000	4,000	
	소계	7,400	0	0	5,000	2,400	0	0	0	0
- 수중공원 기반시설	민 간	7,400	0	0	5,000	2,400	0			
	소계	1,800	0	0	0	0	0	100	500	1,200
- 유어선	국 가	1,800					0	100	500	1,200
	소계	1,300	0	0	0	0	200	300	400	400
- 관광용 유어장	어업인	1,300					200	300	400	400
	소계	3,635	0	0	0	0	0	200	1,700	1,735
	국 가	3,235						200	1,500	1,535
- 바다목장 체험장	어업인	400							200	200
	소계	3,000	0	0	0	0	0	600	1,100	1,300
	국 가	1,100						100	600	400
	지자체	1,900						500	500	900

자원증대를 위한 시설투자는 종묘방류 및 중간육성시설, 간이급이시스템으로 구분된다. 이들 자원증대 시설 총투자규모는 7,615백만 원으로 총투자비의 13.1%에 달하고, 총 시설투자비의 15.6%에 해당된다(표 4-3-5). 자원증대 시설투자 금액의 90% 가량을 국가가 지원하게 되며, 중간육성 및 방류시설에 지자체와 어업인이 일부 투자하는 식으로 투자계획을 수립하였다.

표 4-3-5. 북제주바다목장 사업의 자원증대 시설투자계획

(단위 : 백만원)

		합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
□ 합 계	합계	7,615	0	0	80	180	650	1,200	2,700	2,805
	국 가	6,855	0	0	0	100	500	1,050	2,550	2,655
	지자체	560	0	0	80	80	100	100	100	100
	어업인	200	0	0	0	0	50	50	50	50
	민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
□ 중간육성 및 방류	소계	6,865	0	0	80	180	450	750	2,650	2,755
	국 가	6,105				100	300	600	2,500	2,605
	지자체	560			80	80	100	100	100	100
	어업인	200					50	50	50	50
	민 간	0								
□ 중간육성장(10조)	소계	550	0	0	0	0	200	250	50	50
	국 가	550					200	250	50	50
	지자체	0								
	어업인	0								
	민 간	0								
□ 간이급이시스템	소계	200	0	0	0	0	0	200	0	0
	국 가	200					0	200		
	지자체	0								
	어업인	0								
	민 간	0								

마지막으로 연구개발투자는 기본적으로 전액 국비로 투자하는 것을 원칙으로 하되, 세부적으로는 바다목장 적지선정, 생태계 특성조사, 어장조성, 자원증대, 바다목장 이용관리 분야에 대한 연구와 매뉴얼 작성분야에 나누어 투자하는 것으로 하였다. 표 4-3-6에 나타난 바와 같이, 연구 분야별로는 자원증대 분야에 총 연구개발투자비의 41.5%에 해당하는 3,780백만 원을 투자하고, 어장조성, 생태계 특성조사 분야에 각각 2,700백만 원(29.7%)과 1,220백만 원씩(13.4%)을 각각 투자하고, 기타 바다목장 적지선정에 400백만 원, 바다목장 이용관리분야에 900백만 원을 투입하는 것으로 하였다.

표 4-3-6. 복제주바다목장 사업의 연구개발 투자계획

(단위 : 백만원)

연구내용	합계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
□ 합 계	9,100	400	600	900	900	1,400	1,550	1,650	1,700
□ 적지선정	400	400							
□ 생태계 특성조사	1,220		120	200	200	200	200	200	100
- 환경조사	625		75	100	100	100	100	100	50
- 생물군집조사	595		45	100	100	100	100	100	50
□ 어장, 자원조성	2,700		120	180	150	500	600	600	550
- 해저지형조사	160		80	80					
- 인공어초	1,230		30	50	50	250	300	300	250
- 해중림	1,310		10	50	100	250	300	300	300
□ 자원증대	3,780		260	420	450	600	650	700	700
- 방류용 우량종묘 생산	870			50	70	150	200	200	200
- 대상생물의 방류기술	250				50	50	50	50	50
- 대상생물 생태및행동연구	1,270		130	190	150	200	200	200	200
- 자원조사 및 평가	1,390		130	180	180	200	200	250	250
□ 이용관리	900		100	100	100	100	100	150	250
- 기본계획 수립	140		30	10					100
- 사전경제성 평가	150		30	20	20	20	20	20	20
- 이용관리 실태조사	260		20	40	40	40	40	40	40
- 이용관리체제 구축및운영	250		20	30	40	40	40	40	40
- 종합계획 수립	50							50	
- 투자효과분석	50								50
□ 복제주형 바다목장 매뉴얼 작성	100								100

3. 경제성 평가

가. 직접효과

어장조성 및 종묘방류에 따른 어획가능량은 방류한 목표 어종이 산란되어 약 50%의 재생산률을 보인다는 가정 하에 추정하되, 6개 방류어종(돌돔, 자바리, 쏨뱅이, 소라, 오분자기, 전복)의 각 어종별 자원특성에 따라 생존율을 달리하여 재생산력을 계산하였다. 특히 소라, 전복, 오분자기 등 패류의 경우에는 문헌자료나 기타 과학계 자문을 구하여 얻은 생존율과 산란량을 각각 적용하였다. 단, 공식에 의한 단순한 대입이 기하급수적인 자원의 증가를 나타낼 공산이 크다는 점을 고려해 현실을 감안한 조정작업을 진행하였음을 밝혀 둔다. 재생산력 추정을 위해 사용된 각 어종별 생존율과 산란량, 산란성어의 생존율 계산방식은 다음과 같다.

어종	내용
돌돔	- 생존율 = $0.3(1년차) \times 0.4(2년차) \times 0.5(3년차)$
	- 방류어 성어후 산란량 = $친어수(1/2) \times 0.5(암수) \times 15만미(미당 산란량) \times 0.5(정상산란율) \times 0.003(1년 후 생존율)$
	- 산란성어 생존율 = $0.003(1년차) \times 0.1(2년차) \times 0.2(3년차)$
자바리	- 생존율 = $0.2(1년차) \times 0.3(2년차) \times 0.4(3년차) \times 0.5(4년차) \times 0.6(5년차)$
	- 방류어 성어후 산란량 = $친어수 \times 0.5 \times 200만미 \times 0.5 \times 0.0005$
	- 산란성어 생존율 = $0.0005(1년차) \times 0.2(2년차) \times 0.3(3년차) \times 0.4(4년차) \times 0.5(5년차)$
썸뱅이	- 생존율 = $0.14(1년차) \times 0.4(2년차) \times 0.5(3년차)$
	- 방류어 성어후 산란량 = $친어수(1/2) \times 0.5 \times 8만미 \times 0.5 \times 0.0025$
	- 산란성어 생존율 = $0.0025(1년차) \times 0.25(2년차) \times 0.3(3년차)$
소라	- 생존율 = $0.02(1년차)$
	- 방류어 성어후 산란량 = $친어수 \times 0.5 \times 200만미 \times 0.5 \times 0.00048 \times 0.5(조정폭)$
	- 산란성어 생존율 = $0.00048(1년차) \times 0.02(2년차)$
오분자 기	- 생존율 = $0.2(1년차)$
	- 방류어 성어후 산란량 = $친어수(1/2) \times 0.5 \times 10만미 \times 0.5 \times 0.00048$
	- 산란성어 생존율 = $0.00048(1년차) \times 0.2(2년차)$
전복	- 생존율 = $0.3(1년차) \times 0.4(2년차)$
	- 방류어 성어후 산란량 = $친어수(1/2) \times 0.5 \times 40만미 \times 0.5 \times 0.00048$
	- 산란성어 생존율 = $0.00048(1년차) \times 0.2(2년차) \times 0.3(3년차)$

이렇게 해서 도출된 어종별 방류량과 자원 재생산력을 토대로 추정된 최대어획 가능량은 표 4-3-7에 나타난 대로, 2025년에 가서 약 760톤에 달할 것으로 추정되었다. 또한 바다목장 조성 기간인 2008년까지는 어획이 실제로 불가능하므로 2009년부터 어획이 시작된다고 보되, 자원량 중 MSY 수준인 자원량의 1/2 수준만을 어획하는 것을 전제로 계획을 수립하였다.

어업수익은 각 어종별 어획량과 가격을 곱하여 산출하였다. 어업비용의 경우에 고정비인 어선관련 비용과 변동비인 1일 출어비용, 판매관리비로 구분하되, 어선관련 비용은 신조가격 20,000천원을 기준으로 내구년수는 20년, 기타 감가상각비나 유지보수비 등을 포함한 적당 어선관련 비용을 약 3,600천원으로 책정하여 산정했다. 1일 출어비용은 약 80,000원으로, 출어일수는 150일, 판매관리비는 어획금액의 5%로 하여 산출하였다.

이를 기준으로 어업이익을 산출하여 수익률을 계산한 결과 약 35.5% 수준으로 분석되었고, 조업에 참여한 어가의 어업소득은 약 49백만 원가량인 것으로 추정되었다.

표 4-3-7. 북제주바다목장 사업의 직접효과

연도	방류량 (천미)	최대 어획가능량 (kg)	최대어획량 (kg)	총 어업수익 (백만원)	어획 비율 (%)	조업 척수 (척)	수익율 (%)	가구당 어업소득 (천원)
2004	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2005	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2006	169,403	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2007	508,208	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2008	810,045	0	0	0	0.0	0	0.0	0
2009	3,347,898	7,972	3,953	140	1.2	5	1.5	28,100
2010	3,435,080	22,704	11,212	429	3.3	14	6.7	30,624
2011		30,240	14,886	621	4.4	20	5.6	31,053
2012		49,832	24,579	940	7.3	30	6.6	31,336
2013		79,265	39,069	1,620	11.7	51	8.3	31,770
2014		103,288	50,835	2,237	15.2	69	9.0	32,416
2015		123,223	60,260	2,609	18.0	79	9.7	33,020
2016		154,251	75,184	3,326	22.4	100	10.8	33,258
2017		178,668	86,090	3,719	25.7	106	14.2	35,081
2018		201,538	96,111	3,896	28.7	110	14.8	35,420
2019		265,373	124,902	4,513	37.3	113	23.5	39,935
2020		313,837	145,738	4,823	43.5	115	26.7	41,935
2021		403,451	183,042	5,234	54.6	120	29.3	43,616
2022		536,996	240,651	6,159	71.8	135	32.4	45,620
2023		739,397	324,858	7,027	97.0	145	35.5	48,311
2024		759,683	335,001	7,281	100.0	150	35.6	48,538
2025		759,683	335,001	7,281	100.0	150	35.5	48,538
계	8,270,632	4,729,401	2,151,371	61,853				

주 : 2025년도부터 최대지속적 생산이 이뤄지기 때문에 이후에는 동일함

나. 간접효과

(1) 유어낚시 분석

바다목장이 갖는 경제적 가치에 관심을 갖는 인구가 증가하는 상황이므로 실제 향후 이 북제주바다목장이 어느 정도의 경제적 가치를 갖게 될 것인가를 회귀분석 방법을 이용해 추정해 보았다. 이를 위해 회귀분석에서 경제적 가치에 영향을 주는 변수들을 대상으로 분석을 시도하였으며, 이 중 설명력이 있는 변수들을 선정해 바다목장 경제적 가치

를 추정하였다. 바다목장은 유어낚시객별 혹은 지역별 특성을 가지고 있어 각각 바다목장 분석에 사용된 변수들이 차이가 있었다. 특히 제주지역의 바다목장을 반영한 모든 변수들을 추정한 결과, 제주지역을 방문한 유어낚시객의 북제주 출조횟수, 출조기간과 월 소득 그리고 제주지역에서 어획된 어종수의 변수가 통계적으로 유의성을 갖는 것으로 나타났다.

분석에는 총 444개의 데이터가 이용되었으며, 최소자승법(OLS)을 이용하여 추정된 식은 다음과 같다.

$$WP = 39437.777 - 3439.14 \text{ TIMES} + 36743.92 \text{ STAY} + 32664.47 \text{ INCOME} + 5883.748 \text{ EA}$$

(1.204) (-6.135) (5.114) (3.747) (4.341)

adj R-square = 0.280

Durbin-Watson = 1.533

여기서 WP는 지불하고자 하는 금액, TIME는 유어낚시객의 북제주의 출조 횟수를, STAY는 출조기간, INCOM은 월 소득, EA는 잡은 물고개 수를 각각 의미한다. 분석결과, 1인 1회 방문 시 지불하고자 하는 금액은 평균 213,900.31원의 95% 신뢰구간으로 203,025.03원~224,755.60원인 것으로 추정되었다.

(2) 관광 분석

제주바다목장은 해양관광 및 수중체험형 모델을 추구하고 있기 때문에 관광의 가치를 추정하는 것 역시 중요하다. 이를 위해 사용된 분석방법은 선형회귀분석이며, 일반 제주 방문객을 대상으로 한 설문결과를 토대로 제주지역을 재방문 할 경우 지불하고자 하는 금액과 바다목장에 희망방문기간, 그리고 설문조사 시 응답한 일인 총비용을 가지고 분석하였다. 분석에 이용된 데이터의 수는 433명이다.

최소자승법(OLS)을 이용하여 추정된 식은 다음과 같다.

$$WP = 185549.9 + 0.102 \text{ TC} + 27894.01 \text{ STAY}$$

(7.660) (4.515) (3.736)

adj R-square = 0.076

Durbin-Watson = 1.862

각각 WP는 지불하고자 하는 금액, TC는 방문 시 소요되는 일인 총 비용을, STAY는 방문희망기간을 의미한다. 분석결과에 따르면, 1인 1회 방문 시 지불하고자 하는 금액은 평균 298,429.95원으로 95% 신뢰구간은 294,493.59원~302,366.31원인 것으로 추정되었다 (표 4-3-8).

표 4-3-8. 북제주바다목장 사업의 관광효과

(단위 : 백만원)

연도	매년어업생산비율	100일	150일
2004	0.0000	0	0
2005	0.0000	0	0
2006	0.0000	0	0
2007	0.1000	1,791	2,686
2008	0.1500	2,686	4,029
2009	0.2000	3,657	5,485
2010	0.4000	4,691	7,037
2011	0.4500	12,819	19,229
2012	0.4500	13,005	19,507
2013	0.4500	13,282	19,924
2014	0.4500	8,136	12,204
2015	0.4500	10,107	15,161
2016	0.4000	11,288	16,933
2017	0.4000	11,497	17,246
2018	0.4000	11,689	17,534
2019	0.4000	11,345	17,018
2020	0.4000	10,849	16,274
2021	0.4000	10,669	16,003
2022	0.4000	11,772	17,658
2023	0.4000	13,385	20,078
2024	0.4000	13,579	20,369
2025	0.4000	13,579	20,369
계		189,828	284,742

다. 사전 타당성 평가

바다목장이 경제적으로 타당성이 있는가를 분석하기 위해 어획량 증대에 따라 어민들에게 발생하는 직접효과와 바다낚시객과 갯벌관광객의 편익을 추정한 간접효과가 어느 정도인지를 측정했다. 타당성 분석방법으로는 보편적으로 쓰이는 순현재가치(Net Present Value: NPV), 내부수익율(Internal Rate of Return: IRR) 그리고 투자회수기간(Payback Period)을 사용하였다(표 4-3-9).

표 4-3-9. 북제주바다목장 사업의 경제적 타당성 분석

(단위: 백만원, %, 년)

구 분		100일 기준	150일 기준
순현재가치 (NPV)	3%	242,021	370,973
	5%	139,634	222,332
내부수익율 (IRR)		18.93	26.39
투자회수 기간		11	9

분석기간은 2004년도와 마찬가지로 50년으로 설정하되, 후보지선정에 소요된 2002년과 2003년을 제외한 2004년부터 2010년까지 7개년으로 하여 분석을 실시하였으며, 할인율은 5%와 3%로 하였다. 이렇게 해서 분석한 결과를 종합할 때, 표 4-3-9에 나타난 바와 같이 북제주바다목장은 NPV가 0 이상이고, 내부수익율 15% 이상, 투자 회수기간 11년으로 경제적 타당성이 비교적 높은 것으로 평가되었다.

제 4 절 바다목장 이용관리의 체제 구축

북제주바다목장을 지속적이고 합리적으로 관리 및 이용하기 위해서는 어장이용의 주체인 어업인 중심의 자율관리위원회를 구성하고 민·관·학·연이 중심이 된 관리이용협의회를 조직해야 할 것이다. 무엇보다 목장해역의 관리는 보호수면 및 수산자원관리수면 지정을 기본 틀로 하여 추진해야 할 사항이다. 이러한 이용관리체제의 구축은 동·서·제주바다목장의 울진 및 태안바다목장에서도 동일하게 적용되어야 할 사항이다.

북제주바다목장의 특성을 반영한 이용관리 기본계획을 수립하기 위해서는 우선 바다목장해역 내의 해양 및 자연환경, 조업현황, 어업경영, 관광객 이용실태 등 자연과학과 사회과학적 양 측면에서 매우 정확한 조사가 선행되어야 한다. 이는 이러한 과학적 조사가 전제되지 않는다면 종합적이고 지역현실에 적합한 이용관리 계획 수립은 공염불에 그칠 수밖에 없기 때문이다.

1. 바다목장 이용관리 기본계획

북제주바다목장은 기본적으로 어장환경을 보전하고 이를 통해 풍부한 어장을 조성함과 동시에 자원증대를 꾀하여, 어업소득증대 및 수산물의 안정적 공급체계를 구축하고, 새로이 조성된 해양자원을 기반으로 해양관광산업을 발전시킴으로써 궁극적으로 어촌지역 경제를 활성화하는 것을 최종목표로 삼고 있다. 다시 말하면, 북제주바다목장은 자원증대형 및 해양관광체험형이 복합된 모델로서 수산자원 증대에 따른 어업인 활용증대뿐만 아니라 대국민 해양레저 및 관광자원으로 활용될 수 있도록 한다는 개념을 포함한다.

따라서 북제주바다목장의 이용관리 기본계획은 통영, 여수 등 타 지역과 차별성을 가지며, 사업비 투자도 국가, 지자체, 어업인, 민간이 공동으로 투자하는 형태를 가진다.

바다목장 이용관리의 핵심은 바다목장의 사업주체 및 소유주체를 누구로 하는가 하는 점이다. 이와 관련해, 북제주바다목장은 국가가 지원하는 R&D사업으로서 시범사업의 성격을 가지고 있다고 할 수 있으므로 사업주체는 당연히 국가가 되어야 할 것이다. 그러나 바다목장 조성과정에서부터 지자체와 어업인이 적극 참여하기 시작해 사업정착기를 지나면서 이들이 관리능력이 있다고 판단될 시점에 가서는 지자체로 소유권을 이관하는 방안도 검토할 수 있을 것이다.

또 하나의 주요한 핵심사항의 하나는 바다목장 이용자를 어디까지로 설정할 것인가 하는 문제이다. 즉 바다목장사업을 보다 효율적으로 하기 위해서는 무분별한 자원남획이나 어장이용을 제한하고 적정한 수준에서 이용자의 범위를 한정시키는 것이 바람직하다. 특히 북제주바다목장은 자원증대와 해양관광이 결합된 모델을 지향하고 있으므로 원칙적으로 어업인과 관광객이 잠재적인 이용자가 될 수 있다. 그러나 관광객은 불특정 다수를

포함하는 것이므로 이러한 관광객을 제한하는 데에는 한계가 있을 수 있다. 반면, 실제 바다목장 내에서 수산자원 채취활동을 영위하는 어업자의 경우에는 향후 바다목장 내 지속가능한 어업을 달성하는 데에 있어서 매우 결정적 역할을 하게 되기 때문에 이용 가능한 어업인의 인원을 한정할 필요가 있다. 통영바다목장의 경우, 수산자원관리수면의 지정 및 이용관리 규정을 정하면서 이용자 범위를 바다목장에 인접한 어촌계원, 관리이용협의회에서 허용한 어업인으로 한정시킨 바 있다.

그러나 북제주바다목장의 경우, 후보지 선정을 위한 기초조사 단계였던 1차년도 당시 이용자 범위를 신창, 용당, 용수, 고산 4개 어촌계로 제한했지만, 2차년도에는 신창 위쪽에 위치한 두모 어촌계가 추가되면서 5개로 늘어났다. 그럼에도 불구하고 북제주군에서는 지역정서를 감안하여 한경면 전체를 대상으로 할 것을 요청하였으며, 연구진에서는 판포, 금등 2개 어촌계를 추가하여 바다목장 이용범위를 7개 어촌계로 확대하기로 확정하였다.

한편, 북제주바다목장의 관리주체와 관련해서는 "시·도지사가 수면에 대한 관리이용 규정을 정하여 관리하여야 한다"고 규정되어 있는 기르는어업육성법(제10조 제2항)에 근거해, 본 연구진은 제주군수가 관리주체가 되는 안을 고려하고 있다.

2. 자율관리위원회 및 관리이용협의회의 구성

바다목장의 합리적 이용과 관리를 위해서는 조성단계에서부터 그 기반을 다질 필요가 있다. 이를 위해서는 바다목장의 이용관리에 대해 전체적 관점에서 큰 틀을 제시하고 지도·지원을 담당하는 조직과 이를 토대로 바다목장의 구체적인 이용과 운영을 수행하는 조직이 필요하다. 이미 앞서 바다목장 사업을 추진하고 있는 통영의 경우에는 상기의 관점에서 민·관·학·연이 중심이 되어 '통영바다목장 관리이용협의회'와 어업인이 대표로 구성된 '통영바다목장 자율관리어업위원회'의 2개 조직을 구성해 운영하고 있다.

북제주에서도 지난 2004년 6월 '북제주해역 바다목장 관리위원회' 및 소위원회가 구성되었는데, 관리위원회는 군의회의원을 위원장으로 모두 37명이 조직되어 있으며, 북제주 바다목장 사업에 열의를 가지고 적극적으로 관여하고 있다. 그러나 이들 조직은 구성원이 복잡 다양하며, 어업과 직접적인 관련이 없는 지역의 구성원도 참여하고 있어 조직화 및 결집력에 문제가 있다. 또한 행정, 연구, 관련단체가 배제되어 바다목장 추진에 대한 지원이나 협력에 한계가 있다. 아울러 북제주바다목장이 자원증대와 해양관광을 목표로 추진되고 있고, 북제주군 지역여건에 비추어 타당하다는 측면도 있지만, 바다목장 기반조성단계에서는 동질성을 가지는 구성원들을 자율관리어업위원회 구성원으로 한정시킬 필요가 있다. 이후 바다목장이 조성되면서 추진상황을 감안하여 지역주민으로 확대해 나가는 것이 타당할 것으로 판단된다.

따라서 북제주바다목장의 경우도 현행의 '북제주해역 바다목장 관리위원회'를 타 바다목장과 같이, '자율관리위원회' 및 '관리이용협의회'로 이원화 조직으로 구성하는 것이 타

당할 것으로 판단된다. 우선, '북제주바다목장 관리이용협의회'의 구성은 표 4-4-1과 같이 제안할 수 있다.

표 4-4-1. 북제주바다목장 관리이용협의회 구성

구 분	소 속	직 위	역 할
관 계	제주도	해양수산과장	행정지원
	북제주군	해양수산과장	지도, 단속, 행정지원
	제주지방해양수산청	수산물관리과장	교육, 지도
	해양경찰	정보과장	지도, 단속
학 계	한국해양연구원	연구책임자	교육, 홍보, 자문
	한국해양수산개발원	연구책임자	교육, 홍보, 자문
	제주수산연구소	자원환경과장	기술지도
	해양수산자원연구소	소 장	기술지도
	제주대학	교 수	교육, 자문
업 계	한림수협	지도과장	지도, 홍보
어업인	3개 어촌계	계 장	감시, 어업인 교육·홍보
민 간	미정	민간투자자	해양관광 이용

구성원은 관계, 어업인, 학계 및 업계, 민간투자자 등 15인 내외로 구성하며, 협의회장과 부회장 및 간사를 둔다. 위원회 정기총회는 1년에 2회 개최하되, 필요시에는 별도로 임시총회를 개최할 수 있다. 소요경비는 시범사업 중에는 북제주바다목장사업 추진 연구기관, 어업인 및 해당 행정기관이 공동으로 부담하고, 이용관리권 이양 후에는 어업인 및 민간이 공동 부담하는 것으로 한다.

특히 목장조성 단계에서 관리이용협의회는 목장조성을 위한 현장 모니터링을 하거나 바다목장 이용관리 및 감시에 관한 사항을 결정하는 역할을 하되, 어업인들은 관리이용협의회가 결정한 각종 방침을 실질적으로 협력하여 수행하는 식의 관리이용협의회와 어업인 간 역할분담이 확실히 이루어져야 한다.

대신 사후관리 단계에서 관리이용협의회는 실제적 이용주체에게 이용권을 이양한 후 사후평가를 담당하는 역할로 전환할 필요가 있다. 즉, 바다목장에 시설물 설치 및 종묘방류 등이 모두 이루어짐으로써 바다목장이 완성되면 이를 실질적으로 이용하는 주체(자율관리위원회)에게 이용·관리권을 대폭 이양하고, 이양된 이후에는 바다목장 운영 및 지원을 집행하고, 사후평가를 수행하는 자문기관으로 존속시키는 것이 바람직하다.

또한 북제주바다목장 해역에 인접한 7개 어촌계장과 잠수회장, 선주협회장 등을 포함해 약 15명 내외의 자율관리위원회를 조직하여 관리이용협의회와 긴밀한 협조체제를 행하면서 동 위원회가 목장해역내 어업과 해양레저관광 이용에 자율적 관리이용 주체가 되는 것이 타당할 것으로 보인다. 향후, 관리이용협의회와 자율관리위원회는 울진 및 태안

바다목장의 경우와 같이 상호협력 관계를 협성하게 될 것이다.

3. 보호수면 및 수산자원관리수면 지정 검토

성공적인 바다목장 조성과 효율적인 이용·관리를 위해 또 하나 매우 중요한 요소가 바로 바다목장에 대한 보호수면과 수산자원관리수면 지정이다. 그 당위성에 대해서는 이미 이전의 관련 보고서에도 언급되어 있고, 기르는어업육성법에서는 바다목장 수면에 대한 수산자원관리수면을 의무적으로 지정하도록 명시하고 있으므로 굳이 보호수면과 수산자원관리수면의 의의 및 내용에 대해서는 생략하도록 한다.

하지만 북제주바다목장의 합리적 관리와 지속적 이용을 위해서는 보호수면과 수산자원관리수면 지정은 필수불가결하다 할 것이다. 그러나 북제주바다목장의 개발모델은 어로형 및 관광체험형이며, 이들 특성을 충분히 반영해 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하여야 할 것으로 보인다.

구체적으로는 자원조성 어종의 회유 및 서식경로, 해조장의 조성 지역, 인공어초 집중투입 지역, 어업인의 조업 및 어장이용 실태, 해양레저 및 해상관광시설의 종류와 설치해역, 어업과 해양관광이 이루어지는 수역, 관리이용 규정의 제정, 지자체 및 어업인 의견수렴 등을 감안해야 하며, 보호수면 및 수산자원관리수면의 설정에는 이를 종합적으로 분석, 검토하여 지정해야 할 것이다.

제 5 절 결 론

2005년 현재 북제주바다목장사업은 1단계 기반조성사업의 2차년도에 해당한다. 총사업비 58,060백만 원이 투입될 예정인 동 바다목장 사업은 기존에 추진되어 온 통영 및 여수 바다목장모델인 어로형 기능에 추가하여 해양관광 및 수중체험형의 기능이 추가될 예정이다. 이에 따라 총사업비 중 17,200백만 원의 민자를 유치하여 수중전망탑, 스킨스쿠버 및 유어장 시설 등 해양레저 및 수중체험형으로 조성해 나갈 계획을 가지고 있다. 이러한 투자계획에 대한 경제성 분석 결과, 동 사업이 계획대로 추진될 경우 북제주바다목장은 NPV가 0이상이고, 내부수익율도 15% 이상인데다, 투자회수기간도 11년으로 타 공공사업에 비해서도 길지 않아 경제적 타당성이 있는 것으로 추정되었다.

따라서 이러한 북제주바다목장사업을 성공시키기 위해서는 목장 해역에 대한 철저한 자원관리를 통해 자원을 풍부하게 조성하는 것만으로 끝나는 것이 아니라, 조성된 수산자원을 지속적인 관리를 통해 어업과 해양레저 관광으로 이용할 수 있는 관리시스템의 구축이 무엇보다 중요하다.

또한 북제주바다목장을 체험 해양생태공원 1개소와 생태자원복원장 2개소로 개발할 모델을 수립하였으며, 특히 차귀도를 체험 해양생태공원으로 할 경우, 차귀도는 천연보호구역으로 지정되어 어로행위 이외의 해저관광, 개발행위, 동식물 및 광물의 채취 등은 문화재청의 허가가 득해야 하므로 사업추진의 애로사항이다.

또한 북제주바다목장 사업의 추진과정에서부터 현재 초점이 되고 있는 목장해역의 이용주체를 한정하고, 보호수면과 수산자원관리수면을 지정하는 것이 필요할 것이다. 그리고 목장해역 관리이용의 계획을 수립하고 실행방향의 큰 틀을 제시하는 조직으로서 관리이용협의회의 출범과, 어장이용 주체인 어업인과 민간투자자들이 자율적인 의견조정 역할을 하는 조직으로서 자율관리위원회를 구성하는 등의 체제 정비도 시급하다. 이와 아울러 현재 방만한 구성원으로 이루어진 북제주군 바다목장관리위원회를 상기의 2개의 조직으로 재편하는 방안이 모색될 필요가 있다. 이를 위해서는 연구진과 북제주군청, 지역민들과 긴밀한 협조체제를 구성함으로써 상호의견을 조정해 나가야 할 것이다.

2006년은 북제주바다목장의 본격적인 조성기에 접어들며, 이를 위해서 바다목장 이용·관리실태, 사업실행 계획의 보완, 이용관리체제의 구축 등에 대해 조사를 지속적으로 실시할 예정이다.

참고문헌

- 김병호·김대영, 2003. 자원관리형어업으로의 이행(번역서), 도서출판 논문의 집.
- 북제주군, 2003, 2004. 해양수산현황.
- 수협중앙회, 어촌계 분류평정 및 현황, 각년도
- 제주개발연구소, 2003. 제주도 어선어업 손익분석 및 경영조사 보고서.
- 한국해양수산개발원, 2001. 어업자원관리 중장기 종합계획 수립에 관한 연구, 해양수산부.
- 한국해양수산개발원, 2004. 21C 북제주군 해양수산 종합발전계획, 북제주군.
- 한국해양수산개발원, 2005. 인공어초 경제성 분석에 관한 연구, 해양수산부.
- 한국해양수산개발원, 2005. 중장기 수산자원회복계획 추진에 관한 연구, 해양수산부.
- 해양수산부, 2004, 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. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업 보고서, 해양수산부.
- 한국해양연구원, 2004. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서, 해양수산부, BSPM301-00-1661-3.

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

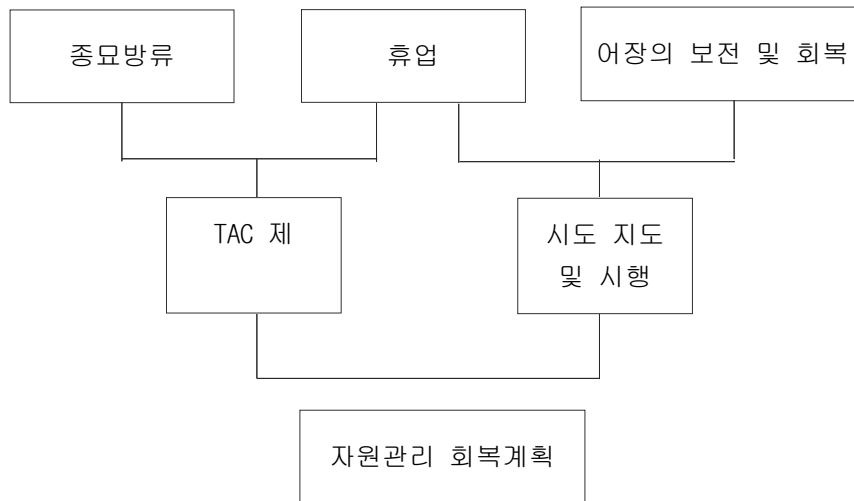
- 1973년에 현지에 완공, 1995년에는 재단법인 미야기현 수산공사도 발족되어 관민 협조체제의 재배어업 및 자원 관리형 어업을 추진하고 있다.
- 재배업센터는 종묘를 대량으로 생산 : 미야기현의 관리형 대상종인 전복, 넙치, 연어, 돌가자미, 범가자미, 바지락, 피조개 등 7개 어종의 종묘생산 및 중간 육성 실시

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.	“	

말레이시아 출장 귀국 보고서(복제주)

I. 출장개요

1. 출 장 자

소 속	직 급	성 명	비 고
해양생물자원연구본부	책임연구원	명정구	

2. 출장국가

말레이시아

3. 출장기간 :

2005년 11월 27일 ~ 12월 1일

4. 출장목적

말레이시아 페낭 해양공원 수중조사

II. 세부내용

1. 출장일정 및 면담자

일 자	방 문 기 관(활동사항)	면 담 자	비 고
11. 27	인천 - 말레이시아(쿠알라룸프로)	이동	
11. 28	쿠알라룸포르-페낭		
11. 29	페낭 (랑카위 해양공원 수중조사)	랑카위코랄 해양공원 및 주변 수중조사	
11.30-12.1	페낭-인천	이동	

2. 활동내용

랑카위코랄해양공원 수중 생태 및 현황 조사

- 해양고원내 수중조사 및 촬영
- 상어 feeding 연안에서의 현황 조사 및 촬영

3. 출장소감 및 건의사항

랑카위코랄해양공원 수중 생태 및 현황 조사

- 해양고원내 수중조사 및 촬영
- 상어 feeding 연안에서의 현황 조사 및 촬영

페낭에서 체트선박으로 약 2시간(35Km)거리에 있는 랑카위코랄 해양공원은 1990년 초에 만들어져서 지금까지 운영되고 있는 말레이시아 최초의 산호초 해양공원이다. 수백명이 동시에 수중 관광(스노클링 및 스쿠버다이빙)을 할 수 있는 섬 연안의 플랫폼과 상어와 함께 수영을 할 수 있는 섬 비치가 대표적인 관광 명소이다.

원래는 자연적인 산호초를 배경으로 관광이 이루어졌으나 오랜 시간동안 사람이 찾아오고 먹이를 줌에 따라 (feeding) 많은 어적자원들이 사람에 길들여진 상태로 관광객과 함께 수영을 하는 것을 볼 수 있었다.대표적인 어종으로는 1.3m 에 달하는 바라쿠다, 70-90cm 급 그루퍼(grouper), 말미잘과 공생하는 흰동가리들, 그 외 독가시치류, 해포리고기 등과 1m 남짓한 상어들이다.

산호초 해역으로는 투명도가 낮은 곳이었지만 다양한 어종과 오랜 기간동안의 보호와 먹이 투여로 인한 길들여진 상어와 어족자원 때문에 관광객이 일년내내 끊이지 않는 곳이었다.

우리나라 연안의 바다목장 시범사업 중 울진과 북제주바다목장은 관광형 또는 수중체험형으로 모델이 제시되고 있어 이번 조사한 말레이시아 해양공원이 해양환경 보전과 해양생물 자원의 관광자원화라는 개념에서의 바다목장화 사업의 좋은 모델이 되리라 판단되었다.

Ⅲ. 입수자료 목록

- 말레이시아 수중관광 소개 자료("your Diving paradise") 외

홍보 · 언론보도 및 논문 발표 자료

1. 홍보 및 언론보도 자료

보도구분		제 목	주요내용	비고
일자	보도지			
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. 11	연합뉴스 국정브리핑	바다목장에 적합한 인공어초 개발	국립수산과학원이 한국해양연구원과 공동으로 바다목장 해역에 적합도록 새로 개발한 인공어초	태안 제주
5. 30	뉴스메이커	[커버스토리] 침체 늘 빠진 어촌을 살 려라	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. 31	한겨레	수산자원 관리 '바다 목장' 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
7. 26	SBS 뉴스	생활과 경제	[코리아의 힘] 바다목장의 푸른 꿈	울진 태안 제주
9. 24	제주일보	바다목장 육성 간담 회... 23일 환경면서 열려	북제주해역바다목장관리위원회(위원장 박명택)는 23일 환경면복지회관에서 제주수산연구소와 한국해양연구원 후원으로 지역 주민, 어촌계 회원 등 60여 명이 참가한 가운데 바다목장화사업 정상추진을 위한 좌담회를 가졌다.	제주

보도구분		제 목	주요내용	비고
일자	보도지			
9. 25	제민일보	[북제주군] 북군 "바다목장" 계획대로 진척	지난 23일 오전 국립수산과학원 제주수산연구소와 한국해양연구원이 공동 주관해 차귀도 앞바다에서 솜뱅이(제주우럭) 2만미를 방류했다.	제주
10. 21	동아일보	[제주] 흰동가리돔, 서귀포 앞바다 정착	한국해양연구원 명정구(明正求) 책임연구원과 태평양다이빙스쿨 김병일(金丙壹) 대표는 2년 동안 관찰한 결과 흰동가리돔이 서귀포 주변 해역에 정착한 것으로 결론을 내렸다. 서귀포 문섬 주변에 서식하는 흰동가리돔 2마리는 부부관계를 지속하며 지난해에 이어 올해도 8월부터 10월까지 6회에 걸쳐 산란했다.	제주

2. 논문발표

제 목	논문분류	게 재 지	참여연구원
제주도 차귀도 연안해역 무척추동물의 종 구성과 계절별 변동	Pro(F)(국내)	2005년 한국양식학회 추계 학술발표 대회 논문 요약집	양문호 김성철 이정의 문태석 유준택 이창훈 고준철 장대수
쏟뱅이 치어의 표지방법별 연구	Pro(F)(국내)	2005년 한국양식학회 추계 학술발표 대회 논문 요약집	김성철 양문호 이정의 문태석 김재우 정민민 김경민 고준철 이윤호
Clay mineral distribution of the bottom surficial sediments and transport features of suspended matter in the north western continental shelf, East China Sea	Pro(F)	International Workshop on Sub-aerially exposed continental shelves since the Middle Pleistocene climatic transition, pp51	윤정수
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 비를 이용한 동중국해 대륙붕 퇴적물의 기원 연구	논문학진 (등재)	「The Sea」 Journal of the Korean Society of Oceanography, 10(1), pp92-99, February 2005	윤정수 임동일 변종철 정희수
GEOCHEMICAL COMPOSITION AND ORIGINS THE OUTER-SHELF MUD DEPOSIT IN THE EAST CHINA SEA	논문학진 (등재)	Proceedings of the 5 th international Workshop on the Oceanography and Fishery science of the East China Sea(2005 ECS Workshop) pp1-5	윤정수 변종철