

GOVP1200604562

01120246

BSPM301-00-1661-3

639.32

81942

v. 2 p.1

+CD10여

전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서 (2단계 1차년도 요약보고서)

Studies on the Development of Jeonnam
Archipelago Marine Ranching Program in Korea

주 관 연구 기관
한국해양연구원



해양수산부

MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES



경상대학교

김남길 김승오 장재길 신설호 김영훈

부경대학교

장창익 윤상철 이만우 이선길 나종현 박희원 신현옥 태종완 강주석 강용주 박경동 이해원

김정현 강경아 이정규 권대현

천하제일사료

유진형

오양엔지니어링

신기철 송지석 신동엽

목 차

제 1 장 서론	1
제 2 장 생태계 특성	3
제 1 절 해양환경	3
제 2 절 생물군집 특성	5
제 3 절 생태계 모델	8
제 3 장 어장조성기술	8
제 1 절 해중립 조성기술	8
제 2 절 인공어초연구	10
제 4 장 자원조성기술	10
제 1 절 방류용 종묘생산 및 우량종묘 판정법	10
제 2 절 중간육성기술	11
제 3 절 음향 순치기술	11
제 4 절 대상 생물의 방류기술	12
제 5 절 대상 생물의 생태 및 행동연구	13
제 6 절 해중립 해조류의 종묘생산, 이식 및 효과조사	15
제 7 절 자원조사	15
제 5 장 바다목장 이용·관리 기술	18
제 1 절 서론	18
제 2 절 바다목장 이용·관리실태 조사	19
제 3 절 유어낙시 및 관광실태 조사	19
제 4 절 바다목장 이용관리체제 구축	20
제 5 절 바다목장 어획물의 유통체제 분석 및 구축	21
제 6 절 바다목장 경제적 효과분석	21
제 7 절 결론	21
부록	23

제 1 장 서론

인구증가와 소득향상으로 수산물 수요는 증가하고 있으나, 200해리 신 해양 질서에 따른 어장의 축소 및 수산자원 고갈 등으로 단위면적당 생산량이 감소하고 있어 연안 어장은 점차 황폐화되어가는 추세이다. 바다목장화 사업은 연안 바다에 인공어초, 인조해조장 등을 시설하여 해양생물에게 서식공간을 제공하고 훈련된 수산종묘를 방류하여 해역 내 수산자원을 증대시키는 한편, 목장의 해양환경을 자동적으로 조사하면서 생산 잠재력을 유지하고 최대한의 지속적 생산을 도모하여 안정적인 수산물 공급체계를 구축하는데 그 목적이 있다. 또한 바다목장화 사업을 통하여 우리 바다의 종합적인 이용·관리 체계를 확립하고, 효율적인 자원관리 및 수산물의 지속적인 생산을 통한 어업인 소득향상을 도모할 뿐만 아니라 양식업, 연안수산업 및 해양건축, 토목 등 관련 산업의 육성 및 기술발전을 촉진하고, 1차 산업 중심의 수산업을 해양공학 및 생명공학 등과 연계한 고부가가치 산업으로 발전시켜 경쟁력 있는 어업기반을 구축하게 된다.

해양생물 자원은 대부분 인류가 이용할 수 있는 것이고 또 지금까지의 이용 가능한 목적 생물(수산생물)의 수가 적다고는 하지만 연안 생태계 내에서는 환경과 생물, 생물과 생물 서로간의 밀접한 관계를 갖고 있어 미래의 새로운 자원을 개발하고 그 자원의 지속적인 생산을 위해서는 보다 종합적인 연구 사업 수행이 요구되었다.

가까운 일본에서는 60년대부터 연안 목장화 사업을 시작하여 환경 제어, 어초 제작, 음향급이 시스템 개발 등 다양한 분야의 기술을 접목하여 80년대에는 20여 개소에 달하는 해양목장을 운영 중에 있으며, 2000년대에는 1,200만 톤의 수산물 생산을 목표로 투자계획을 세워놓고 있다. 한편, 유럽의 노르웨이에서는 60년대 대서양연어를 대상으로 목장화 사업을 시작으로 80년대에 들어와서는 대구, 바다가재 등을 대상으로 사업을 추진 중에 있다. 그 외에도 미국, 뉴질랜드, 중국 등지에서도 인류의 마지막 자원 보고인 바다의 생산력을 최대한 이용하려는 노력의 하나로 바다목장화 사업을 계획, 추진 중에 있다.

우리나라에서는 1970년대 연근해 어업진흥계획을 시작으로 80년대에는 연안 어장 바다목장화 사업(1982-89)을 추진한 바 있으며 인공 어초 시설, 인공 종묘 방류, 증양식 어업 개발, 내수면 어업 촉진 및 어장 환경 보전 등에 필요한 여러 가지 사업을 지방자치단체 중심으로 추진하고 있다. 그러나 이러한 사업은 대부분 산발적으로 이루어져 왔으며 많은 부분이 어촌 정비 사업에 치우쳐져 있어 종합적인 계획 아래 연안의 잠재력 증진이란 목표에는 달하여 있지 못한 실정이다.

이러한 시점에서 1998년 통영 해역으로부터 시작된 바다목장화 사업은 바다에서의 수산물 생산 자체를 제조업적 생산시스템의 개념으로 이해하는 한편 지금까지의 단순한 채포(catching), 또는 양식(culture)이 아니라 계획적 생산과 기업적 경영시스템 개념 하에

발전시키려는 종합적인 연구 사업으로서 앞으로 우리나라 연안의 생산력을 회복하고 환경친화적인 연안 어업을 활성화하여 어민 소득 증대에도 기여할 수 있는 유일한 방법으로 생각된다. 즉, 해양 생물자원의 지속 가능한 높은 생산력 유지와 이용을 고도화하기 위한 해양 공학 등의 기술을 활용한 바다 생산 잠재력을 되살리려는 연구가 바로 바다목장화 사업인 것이다.

따라서, 본 연구는 인구 증가와 소득 향상으로 수산물의 수요는 증가 추세에 있으나 새로운 국제 어업질서의 재편과 수산자원의 남획 및 공유수면의 매립, 간척 등에 따른 어장의 축소와 해양 환경오염 심화 등으로 어업 생산성과 채산성이 차츰 낮아지고 있어 연안 수산자원의 감소 현상을 극복할 수 있는 수산물 생산기반의 구축을 위해 연안에 수산생물의 인공적 산란, 서식장을 제공하고 우량 수산 종묘를 방류하여 어획에 이르기까지 인위적인 통제, 관리를 통해 해양환경을 보호하면서 수산물 생산을 지속적, 안정적으로 확보, 공급할 수 있도록 하는데 목적이 있다.

2001년에 후보지 조사를 거쳐 선정된 여수 앞 바다 금오열도를 중심으로 한 전남 다도해형 바다목장사업은 2002년부터 본격적인 연구 사업을 시작하여 우리나라에서는 두 번째 시범 바다목장 사업으로 2008년까지의 장기 사업 추진을 위한 연구사업으로서 올해 사업은 2단계 1차년도 사업으로서 1단계(2001년~2003년) 기반조성 연구결과의 실행적 적용을 목표로 하였다. 연구 분야는 크게 1)어장 조성 분야 2)자원 조성 분야 3) 바다목장 이용·관리 나누었으며, 분야별 주요 연구 개발 내용은 아래와 같다.

첫째, 어장 조성 분야

- 해양환경 특성 조사
- 생물군집 특성 조사
- 생태계 모델 구축(모델디자인 및 입력자료 검색)
- 정밀 해저 지형도(산란장)
- 해중립 조성(적지 선정 및 조성기술 개발)
- 인공어초(배치기반조사)

둘째, 자원 조성 분야

- 방류용 건강 종묘생산(I)
- 경제적인 중간육성 기술(I)
- 구조물과 행동(I)
- 자연 해중립 증대기술(I)
- 방류효과 조사(I)
- 자원조사(I)

셋째, 이용·관리 분야

- 바다목장 이용·관리실태 조사
- 유어낚시 및 관광실태 조사
- 바다목장 이용관리체제 구축
- 바다목장산 어획물 유통체계 구축 및 분석
- 바다목장 경제적 효과분석

그리고 본 사업 기간 동안 점보형 강제어초, 피라밋 강제어초, 연안다목적 어초 등 어장조성용 어초시설이 전남 다도해형 바다목장 해역 내에 투하되었으며, 감성돔, 돌돔, 전복, 황점볼락 등 1,075만 마리의 우량 종묘가 목장 해역 내에 방류되었다.

현재 수행 중인 본 연구의 결과는 2단계 2차년도 사업의 목표인 기술적용 및 효과증대 달성을 위해 활용될 것이다.

제 2 장 생태계 특성

제 1 절 해양환경

수질·퇴적환경

수온의 평균 변동범위는 9.14~23.55℃였고, 염분의 평균 변동범위는 30.38~34.12‰였다. 평균 수소이온농도의 변동범위는 8.09~8.41였으며, 모든 정점에서 해역 2등급 기준 이내로 나타났다. 평균 용존산소의 변동범위는 표층이 5.42~9.70mg/L였으며, 모든 정점에서 해역 2등급 기준 이내로 양호한 상태였다. 평균 부유물질의 변동범위는 3.80~5.40mg/L였다. 평균 화학적산소요구량의 변동범위는 0.49~1.38mg/L였으며, 일부 정점을 제외하고 대부분의 정점에서 해역수질 2등급 이내였다. 평균 총질소의 변동범위는 0.122~0.386mg/L였으며, 일부 정점을 제외하고 대부분의 정점에서 해역수질 1등급 이내로 양호하였다. 평균 총인의 변동범위는 0.012~0.038mg/L였으며, 일부 정점을 제외하고 대부분의 정점에서 해역수질 2등급 이내였다. 평균 TIL 변동범위는 5.06~6.48%였다. COD의 평균 변동범위는 8.75~12.69mg/g·dry이고, AVS의 평균 변동범위는 0.03~0.05mg/g·dry였다. TOC의 평균 변동범위는 0.30~0.32%이고, TON의 평균 변동범위는 0.05~0.06%였다.

해저지형

전남 다도해형 바다목장해역 중 안도주변해역에 대하여 다중빔 정밀 음향측심기와 사이드 스캔 소나를 이용하여 수심조사와 해저면 영상조사를 실시하였다. 해저지형자료는

2003년 구몽암과 소부도에서 수행된 수심자료와 인근 육지수치지형자료와 통합하여 2 차원 및 3 차원 지형도로 표현하였다.

연구지역은 육지에서 해저로 이어지는 연안의 급경사 저지대 및 해안의 급경사면과 안도와 소리도 사이의 신강수도를 중심으로 한 빠르고 강한 유속에 기인한 깊은 해저골 지대, 북쪽의 작은 섬들로 이루어진 완만한 수심의 지형과 안도 남동쪽으로 점차 수심이 깊어지면서 외해와 이어지는 지역적인 지형의 특성을 보인다. 특히 금오도와 안도사이에는 수심 10~20m 의 얇은 수심변화를 보이며 이 지역은 양식장이 많이 분포하고 있다. 신강수도의 수심은 최대 약 53m로 주위에 비해 깊은 수심을 나타내는데 이는 강한 조류의 영향으로 생각된다. 섬 주위의 해안은 큰 파도에너지에 의한 침식에 의해 급경사면을 이루고 있다. 해저면 영상 자료를 해석한 결과 소리도 북동부해역 중 소리도 인접 지역은 소리도에서 연장된 암반이 나타나고 있으며 파도 등에 의한 침식작용으로 암석 등 테일러스가 존재하고 있고 신강수도 중심부의 니질 퇴적물에서는 조류와 파도에너지의 영향으로 남서방향의 연흔구조가 발달하고 있다. 이 신강수도 지역은 곳곳에서 인공어초의 군락이 관찰되고 있으며 인공어초는 주로 니질 퇴적물위에 놓여있다.

대부분의 생태환경요인에 직간접적으로 관련성을 가지고 있는 해저지형변화 특성에 대한 정밀한 자료확보와 정확한 활용이 필요하며 이런 자료들은 바다목장화지역의 해양환경 예측 및 모니터링과 목장화 시설 설치 및 유지관리를 위한 자료로 준비되었다. 이와 같은 해저 지형 및 해저면 특성 자료는 향후 해저매질특성과의 결합 분석을 통해서 바다복장 조성을 위한 기반요소자료로 보다 체계화 될 것이며 보다 장기적 차원의 해양환경 예측모니터링과 목장시설의 유지관리 차원도 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 해저의 지형학적 특성 및 육지와와의 연계성과 해안선 특징 분석과 관련된다. 이와 같은 해저지형 및 해안선 특징 등은 궁극적으로 해수유동, 오염확산경로, 해저면 저질, 생태환경, 활동어종파악 등 다양한 해저환경 및 자원분포와 관련되어 있으며 어초, 해중립 등 바다목장시설의 설치 및 안정도와 어초어장의 생산성 등에 연계되어 있다. 일례를 들면 어초의 시설규모가 동일하다할 지라도 수심, 어초시설 높이, 어초간 거리 등에 따라 어초어장의 생산성이 달라진다. 어초에서 어군의 체류시간은 계절에 따라 변하므로 정확한 해저지형을 파악하고 천해에서 심해로 어초를 배치한다면 어기를 연장할 수 있게 된다. 그러므로 최적 바다목장조성지역의 선정시 고려되는 다양한 환경요인 중 하나인 해저지형특성의 적절한 활용을 제안한다.

해저퇴적물의 퇴적환경과 지화학적 특성

바다목장화 사업 3년차인 이 연구에서는 전남 다도해형 바다목장화 지역에서 32개 지역에서 표층퇴적물을 채취했으며 2개 지역에서 주상시료를 채취하였다. 표층퇴적물에 대한 퇴적학적 조사결과 연구지역은 4개의 퇴적상으로 대별되었다. 금오도 주변에서는 비교

적 세립질이 퇴적물이 분포하고 있는 반면, 안도 지역에서는 조립질이 퇴적물이 분포하고 있으며 금오도와 안도 사이 지역에서는 역질이 포함된 조립질 퇴적물이 분포하고 있다. 따라서 해저 생물이 서식하기에 양호한 퇴적환경을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

표층퇴적물에 대한 유기물을 조사해본 결과 유기탄소는 대부분이 경우 1% 전후의 값을 보이고 있으며(최고 3.54, 최저 0.46%) 탄산염 함량은 최고 66.2%에서 최저 3.46% 사이에서 변화하고 있다. 유기물의 기원을 지시하는 유기탄소에 대한 전탄소의 비(C/N ratio)는 10 이상을 보이는 지역이 다수 나타나고 있어 연구지역 표층퇴적물층의 유기물은 현장에서 생성된 유기물과 인근 육지에서 유입된 유기물이 혼재하고 있는 것으로 판단된다. 또한 해저의 오염상태를 지시할 수 있는 황화수소 함량은 0.5~232.5ppm사이에 나타나고 있으며 오염기준이 되는 200ppm 이상 되는 지역은 전 연구지역에서 한곳에 불과하여 전체적으로 생물의 서식하는데 부적합하다고는 할 수 없다.

제 2 절 생물군집 특성

식물플랑크톤

2004년도 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤은 총 109종류로 규조류 77종, 와편모조류 27종, 기타 편모조류 5종으로 매우 다양한 종구성을 보였으며 규조류에 의한 종구성이 대부분을 차지하였다. 표층과 10m 수층에서 출현종수와 현존량은 유사하여 상층부(0~10m) 수괴 혼합의 용이함이 암시되었다. 8월 하계에 출현종수(72종), 현존량(4×10^4 cells/L)과 다양성 지수(2.2)가 타 계절보다 높게 측정되었다. 우점종의 경우 춘계에는 규조류 *Eucampia zodiacus*, 하계에는 와편모조류 *Cochlodinium*과 함께 *Gonyaulax polygramma* 그리고 규조류 *Dactyliosolen fragilissimus*가 우점하였고, 추계와 동계에는 낮은 현존량으로 우점종의 의미는 약화되나 *Thalassiosira* sp.와 *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira nordenskioldii*가 각각 우점하여 우점종의 계절적 변화가 뚜렷하였다.

바다 목장 해역은 다양한 수괴의 영향을 받고 있으며, 특히 여름과 가을에 그 경향은 뚜렷하였으며, 겨울은 전 해역에서 수평·연직적으로 잘 혼합된 양상을 나타내었다. 그에 따라 식물플랑크톤 생물량에 의한 잠재생산력도 매우 높았다.

동물플랑크톤

2004년도 섬모충플랑크톤의 총 출현종수는 24종이 관찰되었으며 유충섬모충류가 9종, 소모류가 11종, 기타 4종으로 구성되어 있었다. 하계와 동계에 보다 다양한 종구성을 보였다. 섬모충플랑크톤의 개체수는 1,000cells/L 이하로 전해년도에 비해 감소하였으며 하계에 상대적 높은 개체수를 보여 식물플랑크톤의 현존량과 매우 유사한 계절별 변화를 나타냈다. 춘계에 *Tintinnopsis beroidea*, *Strombidium conicum*, 하계에 *Helicostomella longa*와 *Amphorellopsis acuta*, *Lohmaniella oviformis*와 *L. spiralis*가 상대적 높은 빈도로 출현하였으

며 추계에는 *Stenosemella nivalis*, *Tintinnidium muscicola*, *Tintinnidium balechi*와 같은 연안역 혼탁한 수역에 주로 분포하는 종류가 관찰되었고 동계에는 *Tintinnopsis baltica*와 *Tintinnopsis lohmanii*와 같은 저수온기에 분포하는 종류가 출현하여 뚜렷한 계절성을 보였다. 2002~2004년의 바다목장화 해역에 우점하는 동물플랑크톤 분류군은 야광충, 해파리류, 요각류, 화살벌레류, 유생류 등으로 그들의 출현 비율은 계절적인 차이를 보였다. 2002년 여름철에는 유생류, 요각류, 야광충 순으로 우점하였으며, 가을철에는 요각류, 화살벌레류, 관해파리류 순으로, 겨울철에는 요각류, 유생류, 화살벌레류 순으로 우점하였다. 동물플랑크톤 출현 개체수는 가을철에 가장 높았으며(평균 615ind./m³), 겨울철에 가장 낮았다(평균 95ind./m³). 종 다양도 또한 가을에 가장 높았으며, 겨울에 가장 낮았다. 군집분석 결과는 2개의 정점군으로 구분할 수 있었으며, 이는 수괴분석 결과와 매우 유사하였다. 2003년 여름철에는 요각류, 화살벌레류, 유생류 순으로, 가을과 겨울철에는 요각류, 유생류, 화살벌레류 순으로 우점하였다. 동물플랑크톤 출현 개체수는 가을철에 가장 높았으며(평균 453ind./m³), 여름철에 가장 낮았다(평균 60ind./m³). 종다양도 또한 가을철에 가장 높았으며, 여름철에 가장 낮았다. 이처럼 여름철에 동물플랑크톤 출현개체수와 종다양도가 낮게 나타난 이유는 육수영향으로 인한 저염화에 기인할 수 있다. 군집분석 결과는 2개의 정점군으로 구분할 수 있었으며, 이는 수괴분석 결과와 매우 유사하였다. 한편, 수중집어등에 의한 동물플랑크톤 유인효과는 미미한 것으로 나타났다. 2004년 봄철과 겨울철에는 요각류, 야광충이, 여름철에는 야광충과 지각류가, 가을철에는 요각류와 화살벌레류가 동물플랑크톤생물량의 대부분을 차지하였다. 동물플랑크톤 출현개체수는 봄철에 가장 높았으며(평균 6,476ind./m³), 가을철에 가장 낮았다(평균 374ind./m³). 종다양도 또한 가을철에 가장 높았으며, 여름철에 가장 낮았다. 이처럼 여름철에 종다양도 지수가 낮게 나타난 이유는 야광충과 지각류의 대량 번식 때문으로 사료된다. 군집분석 결과는 크게 2개의 정점군으로 나뉘어 지는데, 이는 이 지역의 동물플랑크톤의 출현양상이 수괴의 특성을 반영하기 때문으로 여겨진다.

저서동물

전남바다목장 해역에서 2004년 4월부터 2005년 3월까지 계절별로 대형저서동물의 군집구조를 조사한 결과 총 476종, 195,880 개체, 15299g(습중량)의 대형저서동물이 채집되었다. 계절별 평균 종수, 개체수, 생체량은 동계에 높았다. 밀도 기준의 최고 우점종은 환형동물 다모류(APol) *Lumbrineris longifolia*였고, 생체량 기준의 최고 우점종은 극피동물 성게류(EEc) *Schizaster lacunosus*였다.

대형저서동물의 종수, 밀도, 생체량 및 다양도의 시간적 변동을 관찰하기 위하여 2002년 9월부터 2005년 3월까지 공통적으로 조사가 이루어진 7개 정점의 자료를 분석하였다. 분석 결과 모든 항목이 증가 패턴을 보였으며 이는 조사 해역의 부영양화 상태와 관련된

것으로 보이긴 하나 기회성이 강한 종들로의 대체가 관찰되지 않고 기존 오염 지시종의 밀도는 감소하는 것으로 나타나 스트레스가 심화되는 상태는 아닌 것으로 판단되었다.

주성분분석과 집괴분석을 통해 군집구조를 살펴본 결과, 크게 3개의 생물군집으로 구분되었으며, 특히 잘피밭 저서동물군집은 다른 정점들과는 뚜렷하게 구별되었다. 정준대응분석결과, 대형저서동물의 분포에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 퇴적물의 펼함량과 수심이었다. 우점종의 조성은 지난 3년간 크게 달라지지 않았으며, 상위 우점종의 밀도 또한 급격한 증가 또는 감소는 없었다. 7종의 갯지렁이(*Tharyx spp*, *Cirrophorus armatus*, *Magelona japonica*, *Sigambra tentaculata*, *Lumbrineris cruzensis*, *Sternaspis scutata*, *Mediomastus californiensis*)는 상위 10위 우점종에 항상 속해있었다.

ISEP index를 이용하여 바다목장 해역의 생태계 건강도를 진단, 추정하였다. 2002년 9월부터 2005년 3월까지의 표본을 대상으로 조사 시기별(월별) 그리고 연도별로 추정한 결과 바다목장 해역의 환경 상태는 시간에 따라 안정적인 패턴을 나타내었으며, B+등급(전국 연안역의 상위 70분위수 이상)에 해당하는 것으로 추정되었다.

저서동물의 이차생산력을 추정한 결과, 추정된 생산력(P)의 정점별 분포는 2.327~63.177gAFDW $m^{-2}y^{-1}$ (평균 17.985gAFDW $m^{-2}y^{-1}$)의 범위로 정점 간 차이가 매우 큰 것으로 나타났다. 지역별로는 안도 서쪽해역과 금오도 상부의 해역에서 높은 생산력이 관찰되었으며, 해초서식처의 생산력은 나머지 지역의 평균값보다 미미하게 높은 것으로 추정되었다. 본 조사해역에 있어서의 이차생산력은 시간의 흐름에 따라 점차 증가하는 것으로 나타났으며, 생체량의 비중이 큰 종들의 전반적인 증가에 기인한 현상으로 추정된다.

감성돔의 섭식 생태를 이해하기 위하여 광양만 잘피밭과 금오도 주변에서 채집된 96개체의 표본을 분석하였다. 광양만의 잘피밭에서는 유어가 일년 중 7, 8월에만 회유하여 섭식, 성장한 후 다른 곳으로 이동하는 것으로 나타났다. 이곳에서의 주요 먹이원은 단각류 *Caprella spp.*인 것으로 나타났다. 금오도 주변에서는 성어가 채집되었으며, 유어에 비해 갑각류의 중요도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났으며, 다양한 생물군을 섭식하는 것으로 나타났고, 잘피가 주요 먹이원 중의 하나인 것으로 조사되었다. 바다목장 해역에서 섭식하는 감성돔에게 있어서 잘피밭은 매우 중요한 서식처인 것으로 파악되었다.

어류

본 연구는 여수시 금오도 연안 해역에 각각 5개의 정점을 정하여 2004년 8월부터 2005년 6월까지 부유성난 및 자치어, 어류상을 조사한 결과이다. 조사기간 동안 채집된 부유성난은 총 9개 분류군이 출현하여, 멸치, 전어, 정어리, 미역치, 보리멸, 주둥치, 망둑어과 어류, 참서대 및 기타 등으로 분류되었다.

자치어는 총 5목 18과 24종, 2,602개체/1,000 m^3 가 출현하였다. 조사시기별로 8월 조사

사에 2,067개체/1,000m³가 출현하여 가장 많이 출현하였고, 2월 조사시에는 28개체/1,000 m³가 출현하여 가장 적은 개체가 출현하였다. 여수시 금오도 연안에서 채집된 자치어의 월별 종 다양도지수(H')는 0.9948~2.0850으로 2004년 11월에 가장 높고, 2005년 5월에 가장 낮은 값을 나타냈으며, 균등도 지수는 0.6181~0.9743로 2월에 가장 높고, 5월에 가장 낮은 값을 나타내었다. 그리고 우점도 지수는 0.3731~0.8627로 5월에 가장 높았고, 11월에 가장 낮은 값으로 나타났다.

금오도 주변에서 채집된 어류는 총 10목 30과 47종, 1,237개체 중 농어목이 12과 18종으로 가장 많았고, 다음으로는 썸뱅이목이 5과 8종, 청어목이 3과 7종으로 이들 3목이 포함된 어류가 33종으로 전체 개체수의 86.74%를 차지하여 가장 우점하는 목들로 나타났다. 어류의 월별 종 다양도지수(H')는 2.0650~2.7813으로 2004년 8월에 가장 높게 나타났고, 균등도 지수는 0.7392~0.8612로 2월에 가장 높고, 11월에 가장 낮게 나타났다. 우점도 지수는 0.3394~0.5000로 2005년 5월에 가장 높고, 11월에 가장 낮은 값으로 나타났다.

제 3 절 생태계 모델

본 연구에서는 첫째, 해양생태계내의 생태학적인 상호작용을 고려한 자원관리를 위하여 생태계 모델설정을 위한 분석연구를 하였다. 생태계 구조 모델은 해양생태계의 영양단계간 작용을 나타내는 모델이고, 생태계 역학 모델은 어획강도 및 환경변화에 따른 생태계 구성생물군의 시간적인 변동을 시뮬레이션 한다.

둘째, 전남 다도해형 바다목장해역의 생태계 모델설정을 위해서 생태계 모델링 연구체계를 개발하였다. 또한, 필요한 어종에 대하여 인위적으로 자원을 방류해서 조성하기 위한 자원조성 시스템, 바다목장의 서식처조성을 위하여 방법에 해당하는 인공어초와 인공해중립 조성면적을 분석하여 적정서식처조성 면적을 추정하는 서식처조성 시스템, 생태계 내 수산자원을 효율적으로 관리하기 위한 자원관리 시스템을 개발하였다.

마지막으로, 전남 다도해형 바다목장의 생태계 모델 개발을 위한 기초조사로서 생태계 구성생물들을 생태학적 특성에 따라 그룹별로 분류하였고, 자원역학적 분석에 의하여 각 그룹에 대한 입력 파라미터(생체량, 생산량/생체량 비, 어획량, 그리고 먹이조성)들을 추정하였다.

제 3 장 어장조성기술

제 1 절 해중립 조성기술

2002년에 시작된 전남다도해바다목장사업의 한 부분으로 어류 또는 무척추동물의 서

식지인 해중림 구성에 관한 효율적 방법을 연구해 왔다. 해중림을 효율적으로 조성하기 위해 다음과 같은 체계적으로 연구가 필요하다. 첫째 바다목장해역의 해조군집을 광범위하게 조사함으로써 해중림을 이룰 수 있는 해조류의 선정, 둘째 이들 해조류의 생물학적 특성과 생태(생활사, 성장양상, 번식주기, 공간분포, 개체군 동태 등) 파악, 셋째 이들 해조류가 해중림에 적합한 종인가에 대한 평가, 넷째 이들 해조류의 중요생산 및 이식하는 방법결정, 다섯 번째 해중림 조성의 최적 장소의 선정, 여섯 번째 조성된 해조장의 효과검정, 그리고 마지막으로 조성된 해중림의 지속적 관리 및 보전 방법이 이에 해당한다.

금번사업기간 중에는 첫째 1단계 2차년도인 작년도에 이어 전남 다도해 바다목장 해역의 해조군집에 대한 광역조사를 실시하였고, 둘째 통영바다목장사업에서 설계된 해조어초와 인공 배양된 고평피(*Ecklonia stolonifera*) 종묘를 이용하여 소규모 해중림을 조성하였고, 그리고 셋째 해조류와 마찬가지로 어류 서식지로 중요한 기능을 하는 잘피밭의 분포 및 이식가능면적을 추정하였다. 특히 첫 번째 광역조사는 해조군집의 특성과, 대상종의 분포특성, 대상종을 위한 적지선정, 그리고 지형 및 환경특성을 고려한 조성기술개발을 목적으로 안도주변 20개 조하대 지점에서 해조류의 수직분포, 풍도(피도 및 현존량), 기질 특성(경사, 수직범위, 퇴적물의 양), 광량분포, 경쟁생물, 그리고 암반기질과 이어지는 연성저질의 특성(C/N, 퇴적상)을 밝혔고, 이를 토대로 어류 및 무척추동물 자원증대를 위한 적정 방류량 산정, 방류위치 결정, 그리고 연안 해조어초 투입지 결정 및 효과예측을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

안도주변에 조하대 서식지에 분포하는 해조류는 약 40종이었고, 이들 중 미역(*Undaria pinnatida*), *Ecklonia juveniles*, 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 잔가시모자반(*Sargassum micracanthum*), 구슬모자반(*Sargassum piluliferum*) 등의 대형 갈조류는 계절과 장소에 따라 대규모 patch를 이루고 있었다. 그러나 해조류가 분포할 수 있는 범위는 최대 7m이었으며, 풍도는 피도의 경우 최대 70%, 현존량은 300 g-wet wt/0.25m²를 넘지 않았다. 이렇듯 해조식생이 빈약한 이유는 해조류가 살아갈 수 있는 기질이 최대 10m에 지나지 않고, 암반기질과 이어지는 연성저질에서 저층 퇴적물이 재부유하여 수심 5m 이하의 암반기질을 피복하여 해조류의 착생을 저해하기 때문이다. 더욱이 재부유하는 퇴적물은 해수중의 탁도를 높여 투과할 수 있는 빛의 양을 줄여 해조류의 광합성과 성장을 저해하고, 이는 연쇄적으로 해조류의 수직분포범위 및 풍도를 낮추는 것으로 보인다. 여기에 다양한 초식동물이 번무함으로써 초식압(grazing pressure)이 해조류의 생산력에 비해 과도하게 높다. 따라서 현재 존재하는 무척추동물자원을 적절히 숙아 상품화하여 초식압을 낮춰 해조류가 더 번성할 수 있는 환경을 조성해주어야 할 것이며, 더불어 지속적인 해중림 조성사업을 통해 해조류의 현존량을 증대시켜야 할 것이다. 이런 작업이 이루어진 이후에 다시 전복 등의 무척추동물자원을 방류하면 현재보다 높은 생산성을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

제 2 절 인공어초 연구

전남 바다목장해역의 시험어초 적용시험은 사다리꼴강제어초와 돛형강제어초 어장에서 각각 4회에 걸쳐 실시하였으며, 조사내용은 저서동물상과 어류의 위집효과를 파악하였다. 사다리꼴강제어초와 돛형강제어초 어장에서의 저서생물상과 어류의 위집효과는 비슷하게 나타났으며, 비교구인 자연초 어장보다 어종수와 생물량이 우위에 있음은 확인하였다. 2005년도에 추가로 시설한 인공어초는 다목적강제어초와 점보형강제어초가 각각 1기, 피라미드강제어초 7기, 다목적패조류용 콘크리트어초 10기가 시설되었다..

전남 바다목장 조성해역의 인공어초 기반조사는 금오도를 중심으로 동부와 서부 해역이며, 금오도 동부해역은 해안선이 완만한 반면 서부해역은 굴곡이 심하여 내만으로 형성된 곳이 많았다. 금오도 서부연안은 급경사를 이루고 있으며, 인접해역은 높낮이가 심한 4개의 골이 형성되어 있다. 금오도 동부해역은 섬으로부터 완만한 경사를 이루고 있으며, 인접한 해역에 1개의 골이 형성되어 있다. 금오도 서부연안의 수심은 골이 형성된 곳은 19~28m로 복잡한 등고선을 나타내고 있으며, 외해해역은 19m를 나타내고 있었다. 금오도 동부해역의 수심은 도서와 인접한 해역이 10~13m를 나타내고 있으며, 외해해역은 25~28m를 기록하고 있다.

전남 다도해형 바다목장 해역의 인공어초 시설예정지인 금오도 동부해역은 조간대와 암초를 제외하고는 전 해역이 니질(갯펄)로 구성되어 있으며, 서부해역도 대부분 니질로 구성되어 있으나 조사해역 서쪽 가장자리에 암반지대가 놓여있었다.

제 4 장 자원조성기술

제 1 절 방류용 종묘생산 및 우량종묘 판정법

본 연구에서는 감성돔의 우량종묘생산 및 우량종묘 판정법에 대하여 각각 기형률의 저하와 유영능력의 향상을 목적으로 두고 실행하였으며 황점블락의 친어관리 및 부화 치어 사육기술에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

기형실험을 위해서는 육상 인공종묘장에서 배양된 평균체장 $2.4 \pm 6.7\text{cm}$, 평균중량 $0.52 \pm 0.6\text{g}$ 의 치어를 사용하였으며, 정상어와 기형어간의 외부형태, 내부골격 및 체성분 및 지방산, 아미노산 조성을 비교하였다. 외부형태별 기형어의 발생률은 5.88~16.49%로 관찰되었으며, 내부골격기형의 발생률은 평균 52.6%로 절반이 넘는 기형이 관찰되었다. 정상어와 전만증어 간의 어체 영양성분의 비교에서 지방산의 함량에 있어서는 정상어의 n-3 HUFA 가 전만증어의 것 보다 높은 함량을 보였으며 이중 DHA의 함량에 있어 정상어가 40.06%로 전만증어의 32.89%보다 높은 값을 보였다. 아미노산 함량에 있어서도 전만

증어는 정상어에 비해 필수아미노산을 포함한 총 아미노산 함량이 3074.92mg으로 정상어의 3768.38mg 보다 낮은 함량을 보였다.

우량종묘의 판정기준으로 유영능력으로 보고 크기별(large: 체장 65~80mm, medium: 55~65mm, small: 45~55mm)로 관찰했으며, 체성분 및 지방산분석으로 그 관계를 살펴 보았다. 어체 크기별 최대 유영 한계유속(V_{cri})은 " $Y(\text{feet/s})=0.1854 \times \text{body length}(\text{mm}) + 0.8025$ "의 수식에 따랐다. 근육내 영양성분 분석에서 조단백질이 우량종묘에서 다소 높은 수치를 보였다. V_{cri} 와 n-6/n-3 지방산 비율은 비례적 관계를 보였으며 이것은 근육지방에서 가장 일반적인 n-6 지방산인 linoleic acid와 연관관계가 있다는 것을 관찰하였으며, 또한 Myristic acid 과 oleic acid가 V_{cri} 와 정비례의 관계가 있었다.

자연산과 양식산의 친어의 비교 및 환경의 영향을 보았으며, 부화 자치어의 수온에 따른 영향을 관찰하였다. 자연산은 수송 후 먹이 순치하는 과정 중 사망하거나 미수정란을 방출하였으며 양식산은 낮은 사망률을 보였으나 난내 영양소를 재흡수 하였으며 70마리 중 5마리 미만이 산출하였다. 각각 다른 수온에서 부화된 자치어중 15℃에서 가장 좋은 생존률을 보였다.

감성돔의 기형률을 감소시키고 유속과의 우량종묘 판정의 기준을 성립함으로써 효율적인 종묘배양의 기틀을 갖추하고자 하였으며, 황점볼락 친어관리 및 부화어의 생물학적 기초 자료를 제공함으로써 앞으로의 종묘 생산성 향상에 기여하고자 하였다.

제 2 절 중간육성기술

중간육성 기간 동안 자연먹이에 관한 섭이훈련을 학습시켜 방류 직 후 혹독한 자연조건에서 먹이를 섭취하며 건강하게 살아남을 수 있는 개체를 확보하는 방법의 하나로 야간 점등 방법을 적용하고 있다. 자연에 분포하는 먹이(동물성플랑크톤)들을 일정 지역에 모아서 먹이생물로 섭취할 수 있는 스스로의 능력을 사전에 훈련시켜 바다로 방류하려는 기반 기술 전략이다. 점등에 의한 먹이생물량은 조사 시기에 따라 65,700~298,600 indiv./m³ 범위였으며, 10월과 11월에 가장 많은 출현량을 보였다.

제 3 절 음향순치기술

바다목장 해역에 방류할 어류에게 음향학습을 시킬 목적으로 특별히 제작한 음향학습용 간이 음향급이 시스템을 여수 바다목장 내 가두리 시설에 설치하여 그 작동상태를 점검하였다. 다양한 경우에 대하여 제작된 간이 음향급이 시스템을 테스트한 결과 원활한 작동상태를 확인할 수 있었다. 그리고 이 시스템을 사용하여 가두리 시설내의 해수 중에 수중음을 방성하였을 때, 음원레벨 및 주파수가 설계목표치와 동일하게 음향학습용으로 적절함을 판단하기 위하여 수중음파의 파형과 음원레벨을 조사하였다. 그 결과 간이 음향급이 시스템에 의한 수중 방성음의 중심 주파수는 300Hz이었고, 그것의 음원레벨은

152dB이었다. 일본에서 참돔을 대상으로 하는 경우 음향급이 시스템의 중심 주파수 및 음원레벨은 각각 300Hz 및 150dB이 일반적이므로 이번에 사용된 음향학습용 간이 음향급이 시스템의 수중 방성음은 감성돔의 음향순치에 적당한 것으로 판단되었다.

제 4 절 대상 생물의 방류기술

방류어의 성장특성

방류감성돔의 환경적응 패턴과 재체포에 의한 출현율을 평가하기 위하여 추적조사를 실시하였다. 방류는 전남 여수시 화양면의 가막만의 잘피 서식장에서 이루어졌으며, 방류어의 표지는 방류어의 왼쪽 아가미를 절단하여 표지하였다. 지역별 방류어의 출현비율은 삼천포가 66%로 가장 높았으며, 여수 32%, 완도 10%를 나타내었다. 체포된 방류어의 마리수는 방류일수와 채집위치에 따라 다른 경향을 나타내었다. 방류 당일은 모자반이 분포하는 방류지점에서 크게 벗어나지 않는 곳에서 채집되었으며, 3일째에는 연안쪽으로 이동하는 경향을 나타내었다. 방류 7일과 10일째에는 연안쪽에서 지속적으로 채집되었으며, 15일에는 같은 연안쪽은 체포되는 마리수가 지속적으로 줄었다. 이는 수온이 낮아짐에 따라 방류어들이 연안을 따라 이동한 것으로 판단된다. VWI, SWI, IWI 또한 방류전과 큰 차이를 보이지 않았다. HSI에서는 방류 전 2.01 ± 0.63 에서 지속적으로 감소하여 방류 후 20일에 0.83 ± 0.23 까지 지속적으로 감소하였다가, 방류 30일째에서는 다시 상승하였다. 또한 IPI도 방류 전 2.22 ± 0.88 에서 방류 후 1.39 ± 0.53 으로 급격히 감소하였다가 방류 15일째부터 상승하여 방류 30일째에는 1.98 ± 0.32 를 나타내었다. IPI도 방류 후 새로운 환경에서 지방이 많은 먹이를 쉽게 섭취하질 못해 지속적으로 복강 내 지방을 사용한 것으로 보이며, 15일 이후로 수온이 하강하면서 복강 내에 지방을 축적하는 것으로 판단된다.

방류 감성돔 치어의 먹이실험

해상 가두리에서 방류용 감성돔의 중간 육성 효율 향상과 최적 사육 방법 구명을 위해 절식에 의한 보상성장을 유도한 사료 공급 방법을 조사함으로써 주 단위의 최적 사료 공급 방법 기술을 알아보려고 한다. 실험은 여수 바다목장 해역 내 중간 육성장에서 가을, 겨울철 자연 광주기($34^{\circ}37' N$, $127^{\circ}42' E$) 및 수온($24.8 \sim 13.0^{\circ}C$, 평균 $18.8^{\circ}C$) 조건 하에서 감성돔(초기 평균 무게 $9.2 \pm 1.9 g$)을 해상 12주간 사육하였다. 사료 공급 방법은 다음과 같은 주 단위의 방법으로 반복 공급하였다. 일주일 중 매일 사료를 공급하는 대조구(F_{7.0})와 6일 공급 후 1일 절식구(F_{6.1}), 5일 공급 후 1일 절식구(F_{5.1}), 4일 공급 후 1일 절식구(F_{4.1}), 3일 공급 후 1일 절식구(F_{3.1}), 2일 공급 후 1일 절식구(F_{2.1}), 그리고 격일 공급구(F_{1.1})로 구성하였다. 실험 종료시 체중은 대조구에 비해 F_{2.1}와 F_{1.1} 실험구만이 유의적으로 낮은 결과를 보였으며($P < 0.05$), 이와 반대로 일간성장률(specific growth rate, SGR)은 실험 기간 동안 F_{2.1}와 F_{1.1} 실험구가 대조구에 비해 높았다($P < 0.05$). 총 사료 공급량은 F_{7.1},

F_{6.1}, F_{5.1}, F_{4.1}, F_{3.1}, F_{2.1} 그리고 F_{1.1} 실험구에서 각각 35.1kg, 30.1kg, 29.9kg, 29.1kg, 28.2 kg, 26.7kg 그리고 22.6kg으로 대조구의 사료 공급량이 가장 높았으나, 사료 공급률은 대조구와 비교해 절식 실험구 모두가 높았으며, F_{2.1}와 F_{1.1} 실험구는 실험기간 동안 대조구에 유의적으로 비해 높았다(P<0.05). 12주 동안의 사료전환효율은 F_{2.1} 실험구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 결과를 보였다(P<0.05). 이와 같은 결과는 여수 지방의 가을, 겨울 철 감성돔 중간육성을 위한 최적 사료 공급 방법에 대한 중요한 정보를 제시할 것이다.

표식실험

감성돔 회유 경로추적을 위하여 2004년 10월 21일 금오열도에서 잡힌 자연산 감성돔 5마리(전장 25.6~30.5cm)에 앵커택(KORDI 5001~KORDI 5006)을 부착시켜 방류하였으며, 현재 재체포를 시도 중에 있다.

전복치패에 알맞은 실용적 표지방법을 개발하기 위하여 표지 부착 후 5개월간 표지 종류별 전복치패의 성장과 생존율을 조사하였다. 패각에 조개로 만든 단추형 표지를 부착한 경우와 제 1 및 제 2 호흡공에 플라스틱 표지를 부착한 경우에서 성장률 및 생존율이 타 실험구에 비하여 양호하였다.

전복 방류해역의 생산성

안도를 중심으로 한 전복 양식장내 자원생물 분포양상과 수확된 전복 생산량을 비교하였다. 3개 정점에서 실시한 조사에서 공간별로 자원 생물의 분포가 상이하게 나타났으며, 연안보다는 안도에서 떨어진 암초주변에서 비교적 높은 서식밀도를 나타냈다. 전복 수확량은 공간별로 차이를 보였으며, 평균 1일 84개체/4시간/5인 가 채집되었고, 0.56 cpue를 나타냈다.

방류현황

본 과제 전 수행 기간 동안 바다목장 대상 해역 내 방류한 종묘는 돌돔, 감성돔, 불락, 황점불락 그리고 전복의 5종으로서 마리수는 각각 395,000마리, 1,710,000마리, 50,000마리, 95,000마리 그리고 28,000마리로서 총 2,278,000마리였다. 이중 이번 사업기간 중 방류한 어종은 돌돔, 감성돔, 황점불락 그리고 전복으로서 방류 마리수는 각각 100,000마리, 810,000마리, 50,000마리 그리고 25,000마리로서 총 1,075,000마리였다.

제 5 절 대상 생물의 생태 및 행동연구

수조내 행동특성

불락은 사육조 내에서도 큰 움직임 없이 꼬리를 아래로 하고 머리는 수면위로 하여 무리지어 사람의 움직임을 경계하는 모습을 보였으며, 사람이 나타나면 곧바로 구조물 속

으로 숨어 버리는 행동을 보였다. 구조물을 이용하는 행태도 구조물의 간격이 좁은 구조물보다 넓은 구조물을 주로 이용하는 행태를 보였으며, 성장함에 따라 사람에 대한 경계심이 세밀해 지는 것을 알 수 있었다.

돌돔은 구조물이 든 사육조에 수용한 처음 몇 일간은 구조물을 인식하는 반응을 보였으나 시간이 지날수록 사람과 친밀하게 움직여 구조물 인식 능력 실험이 어려웠으며, 감성돔 역시 구조물이 든 사육조에 수용한 처음 몇 일간은 구조물을 인식하는 반응을 보였으나 시간이 지날수록 사육수조 전체를 구조물로 인식하는 행동을 보여 소형 실내 사육조 내에서의 구조물 인식에 대한 행동을 면밀히 조사하기에는 어려움이 많았다.

자연 상태에서의 행동특성

스쿠버다이빙을 통한 자원 조사시 각 정점에서 관찰된 감성돔의 나이별, 계절별, 암반과 어초 등 서식지 특성에 따른 행동 자료를 취합하여 분석하였다. 감성돔은 어린것 일수록 수 백 마리씩 떼를 지어 다니고 성장함에 따라 소수의 개체로 몰려다니며 또한 감성돔은 나갈 통로가 없는 굴에는 은신하지 않는 특징을 가진다. 특히 겨울철에는 이러한 터널형 바위나 방파제 테트라포드 안에 몇 마리씩 모여 월동한다. 암반과 여수 바다목장에 맞게 설계된 실험 어초에서 감성돔, 돌돔 등 행동 습성 관찰을 실시하여 여름철 이야포 연안 암반에서는 20~40cm 급 감성돔들이 바위에서 0.5~1.5m정도 떠다니는 행동을 보였으며 관찰자와도 반드시 일정한 거리를 두고 경계하는 매우 예민한 습성을 보여주었다. 인공어초에서는 감성돔의 행동 관찰이 어려웠고 여름철 1세 돌돔들이 먹이를 먹는 행동을 보였다.

감성돔의 이동 범위 조사

2004년 10월 30일~2005년 1월 30일 전남 다도해형 바다목장의 대부도 방파제 주변에서 어획된 자연산 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*) 20마리(체장: 16.8~31.0cm; 체중: 128~700g)를 체내 표지법으로 표지하고 서식지(어획된 곳)와 비서식지에 방류하여 귀소여부와 이동범위를 음향 텔레메트리로 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

서식지와 비서식지에 표지 방류한 감성돔의 약 50%는 방류 후 1개월간(수온: 15.5~18.4℃)은 방류지점 주변(반경 500m 이내)에 머물렀으며, 그 후 1월 13일(수온: 10.9℃)에는 20~25%의 감성돔이 방류지점 주변에서 탐지되었다. 실험기간 동안 비서식지에 방류한 시험어가 서식지로 돌아 온 것은 없었다.

한편, 2004년 4월 2일 이번 실험과 같은 곳에서 어획하여 방류하였던 감성돔 4마리 중 2마리(표지번호 12, 14)가 서식지로 돌아온 것이 2004년 11월 28일~2005년 1월 13일(10.9~15.8℃) 확인되었다. 이 표지어는 지난해 4월에 방류된 후 15일 동안(5m층 수온: 12.0~12.5℃)은 방류지점 주변에 머물다가 수온의 상승(13.0~14.0℃)과 더불어 소부도와 금오도 서쪽

해안을 따라 연안으로 이동하였을 것으로 추정되던 감성돔이며, 서식지로 돌아 온 후 주간에는 방파제를 구성하는 테트라포드 속에서 숨어 지내다가 야간에는 그곳에서 나와 먹이섭취 등의 활동을 하는 것으로 나타났다.

제 6 절 해중립 해조류의 종묘생산, 이식 및 효과조사

전남 다도해형 바다목장 후보지인 여수시 안도연안에서 해조장 해조류의 이식 및 효과조사를 실시하였다. 1차로 이식한 해조장 해조류의 상대 성장율은 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 곰피(*Ecklonia stolonifera*), 외톨개모자반(*Myagropsis myagroides*), 개도박(*Pachymeniopsis lanceolata*)의 순으로 나타났다. 현장에서의 관찰결과 곰피, 외톨개모자반은 최대 140%에 가까운 상대성장을 나타내었고, 이 가운데 팽생이모자반은 연안의 대표적인 1년생 해조장 해조로서 성장도가 매우 빨라 약 700%에 이르는 상대성장율을 보였으며 실제로 이식효과도 탁월하여 2005년 5월 중순까지도 이 일대에 풍부한 해조장을 조성하는 것으로 나타났다. 특히 이 일대에는 자생하지 않는 외톨개모자반도 이식효과가 좋아 이 일대에 외톨개모자반의 성장, 성숙에 의한 유배의 확산으로 새로운 해조장을 조성할 수 있는 가능성이 시사되고 있다. 또한 2005년 3월 종묘이식을 통해 현장에 조성한 다시마(*Laminaria japonica*)군락도 안도 일대에서 빠르게 성장하는 것으로 나타났으며 현지의 바다환경에 잘 적응하는 것으로 나타났다. 반면 어린 종묘를 전석이나 큰 바위 및 암반 등에 수평연승식으로 감아주었기 때문에 성게 등 초식성 동물에 의한 식해압으로 상당수의 종묘가 유실되고 있는 문제점도 나타나 이에 대한 보완책이 필요한 것으로 나타났다. 따라서 성게의 서식밀도가 높은 이 해역에서 다시마, 곰피 등의 어린 엽체를 이식하여 해조장을 조성하기 위해서는 조하대의 암초지대나 암반위에 종사가 감긴 연승줄을 일정한 높이의 지지대에 의지하여 바닥에서 떨어진 수층에 수평 연승식으로 종묘를 이식하는 것이 보다 높은 조장조성효과를 가져다 줄 수 있는 것으로 판단되었다.

제 7 절 자원조사

어구조사

본 연구에서는 현재의 자원량과 바다목장화 사업후의 자원량을 비교 할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 실시되었으며, 현재시점의 자원구조를 밝히기 위하여, 출현종, 출현량 및 우점종을 확인하고, 어구별 어획량을 살펴보았다.

어류 채집은 삼중자망과 통발에 의해 이루어졌으며, 금오도와 부도에서 실시하였다. 감성돔의 자원 조사는 이강망 조사와 위판자료를 참고하여 조사되었다.

통발에 의해 출현한 어류는 총 5목 20과 27종이 출현하였으며 우점한 종은 불락, 쥐노래미, 노래미, 쌍둥가리 순이었으며 9월에 생체량과 출현개체수가 가장 높았다. 삼중자망에 의해 채집된 어류는 총 5목 32과 40종이 출현하였으며 우점한 종은 불락, 쥐노래미,

양태, 문치가자미였다. 3월에 생체량과 출현개체수가 가장 높았다. 이각망에 의해 채집된 어류는 28종으로 우점한 종은 전어, 전갱이, 송어, 감성돔이었다. 감성돔의 어구에 의한 조사지점에서 추정된 자원량은 약 2,893미, 1,620kg로 추정되었다.

어탐조사

수중음향 이용한 수산 자원의 분포 및 자원량을 추정하는 방법은 연근해 및 원양 자원 조사의 대표적인 방법 가운데 하나이다. 이 방법은 음향 시스템 구축 및 관련 전문가 양성의 초기 단계에 많은 비용과 시간이 소요되지만 전통적인 어구 채집 방법에 비해 비용대 효과 측면에서 많은 장점을 가지고 있어 많은 일본, 노르웨이 등 수산 선진국에서 사용하고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 음향 조사의 장점을 이용하여 전남다도해 바다 목장해역인 전라남도 여수 인근 해역인 금오도 및 소리도 일대에서 음향 자원조사를 실시하여 기존의 자연 상태에서 서식하고 있는 어류의 주요 분포 위치 및 분포 강도에 관한 조사를 2004년 12월, 2005년 3월에 실시하였다. 또, 2004년 10월 감성돔, 돌돔, 볼락 등을 방류한 안도 주변해역에 있어서 2005년 4월과 5월에 어초 주변에서의 어군분포조사와 어초 주변의 자원량 추정법 개발을 위한 기초 실험을 행하였다.

여수 바다목장 해역에 있어서 2004년 12월과 2005년 3월에 음향을 이용하여 수산자원의 분포를 조사한 결과, 12월에는 금오도와 소리도 부근의 해역에서는 어군이 거의 출현하지 않았으며, 그 때의 평균 후방산란체적강도 SV는 -90~-70dB로 매우 낮게 나타났다. 한편 3월에는 12월에 비해 상대적으로 어군과 음향산란층의 출현빈도와 출현량이 많았으며, 그 때의 평균 후방체적산란강도 SV는 -86~-65dB로 비교적 높게 나타났다. 어군의 출현량이 높게 나타난 곳은 안도 남쪽, 소리도 동쪽 그리고 소리도 남쪽(동과 서) 해역이었으며, 그때의 SV는 -72~-65dB로 높게 나타났다.

한편, 바다목장 해역에서 회유 이동하는 어군의 분포를 파악하기 위한 조사에서 음파의 물리적, 기술적 제약으로 인한 어종확인 어려움 보완을 위하여 계량어군탐지기와 카메라를 동시에 부착한 하이브리드 시스템을 고안하여 기초 실험을 행하였다. 그 결과 계량어군탐지기는 우리나라 남해안과 같이 가시거리가 짧아, 다이버나 수중카메라에 의한 직접조사의 제약을 보완할 수 있을 것으로 생각되고, 또, 수중카메라는 어느 정도의 조건 하에서는 어종을 확인할 수 있을 것으로 사료되어, 상호 보완하여 활용할 경우, 수산 자원 추정 방법이 개선될 것으로 생각한다.

잠수조사

잠수조사는 바다목장 해역내의 주요 수산 자원의 현황과 변화를 추적하기 위해 실시하였으며, 크게 나누어 보면 바다목장의 한가운데 위치한 안도 주변 자연 암반과 수중 구조물에서의 출현 어종과 자원량 조사가 있다. 수중 구조물은 금오도와 소리도에 설치된

세라믹어초와 안도 이야포에 시설된 두 가지 형태의 실험어초를 대상으로 하였다.

안도 자연 암반에서 확인된 어종수는 총 33종으로서, 수온의 변화에 따라 어종수의 차이가 많았다. 정점별로는 안도의 북쪽에 위치한 정점 A에서 24종이 관찰되어 가장 많았고 안도의 서쪽의 정점 D에서 16종이 확인되어 가장 적었다. 어종별로는 미역치, 불락, 쥐노래미류, 자리돔 및 놀래기류는 계절이나 정점에 상관없이 정착하여 확인되었다. 2004년 6월 조사에서 출현한 주요 수산어종의 단위 면적당(100m²) 개체수로 환산해 보면, 불락의 경우 총 173개체가 관찰되어 단위면적당 48.1마리, 감성돔은 총 12마리로 100m²당 3.3마리, 그리고 벵에돔은 약 154개체로 단위 면적당 42.8마리를 나타내었다.

소리도 세라믹어초와 금오도 세라믹어초에서는 조사시 0~18종의 어류가 관찰되었고, 정착성 어종들은 개체수가 적었으며 수온이 상승하면서 어종수가 증가하는 전형적인 온대 해역의 특징을 보였다. 이야포에 시설된 실험어초에서는 고수온기에는 월별로 7~13종의 범위였고 불락, 돌돔 및 말쥐치 등의 어종들이 무리를 지어 나타났으나 수온이 낮은 시기에는 1~3종의 미역치나 바닥문절만이 소수로 출현하였다.

이각망 실태 및 개선방안

전라남도 여수시 금오도 연안에 위치한 이각망 어장을 이용하여, 2004년 8월부터 2005년 6월까지 10개월 동안 총 5회에 걸쳐, 정점 2곳에서 채집 분석하였다. 그 결과, 이각망에 의해 채집된 어류는 총 1綱 8目 29科 44種으로 총개체수와 총생체량은 각각 761개체, 150.37kg이 채집되었다. 그 중 농어목이 14科 19種으로 가장 많이 나타났고, 다음으로 썸뱅이목이 4科 7種, 가자미목이 3科 5種으로, 이들 3目に 포함된 어류가 총 31種으로 전체 출현종수의 67.9%를 차지하여 가장 우점하는 목들로 나타났다.

조사기간 중 가장 우점한 종은 전갱이로 61개체(2.76kg)가 출현하였고, 다음으로는 전어가 57개체(3.12kg)로 우점하였으며, 갈치는 54개체(2.14kg)가 출현하였다.

본 조사에서 전 조사기간 동안 채집된 어류 중 방류 감성돔의 별도 체장, 체중 조사를 실시하였다. 그 결과 감성돔은 8월부터 체장과 체중이 점점 늘어나는 것을 알 수 있었고, 2월에 성장이 둔화되는 경향이 보였다. 여수시 금오도 인근해역의 이각망에 의해 채집된 어류의 월별 종 다양도지수(H')는 2.1054~2.9172로 출현종이 다양하고 개체수가 많은 10월 조사에서 가장 높은 값으로 나타났고, 2005년 2월에 종다양도지수는 2.1054로 가장 낮은 값을 나타내었다. 균등도 지수는 0.7978~0.8992로 2월에 가장 높고, 4월에 가장 낮은 값을 나타내었다. 우점도 지수의 경우는 0.2964~0.4946로 4월에 가장 높았고, 8월에 가장 낮은 값을 나타내었다.

유전자원조사

감성돔 방류집단의 유전적 특성을 파악하고, 방류해역에서 방류로 인한 유전자원의

gene pool 구조 변화를 조사하기 위하여 감성돔 자연집단과 비교분석하였다. RAPD 분석 결과에서 6개의 random primer가 각각 5개 이상의 다형단편을 생성하였으나 방류 및 자연 집단 특이적인 DNA 단편은 아니었으며, 출현빈도 역시 집단간 뚜렷한 차이는 없었다. 미토콘드리아 DNA의 조절영역을 PCR-RFLP 분석법으로 비교분석한 결과, 5개의 제한효소에 의해 20개의 haplotype이 존재하였으며, 집단간 haplotype 빈도 및 출현하는 haplotype pattern 역시 방류집단과 자연집단간의 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 향후 연구에서는 지속적으로 방류집단과 자연집단의 미토콘드리아 cytochrome b 유전자를 비교분석하고, 조절영역 내의 염기변이를 추가로 분석하여 두 집단간의 유전적 특성을 파악하여 방류해역의 유전자 pool의 구조변화 여부를 모니터링하고자 한다.

제 5 장 바다목장 이용 · 관리기술

제 1 절 서론

2001년에 시작된 전남 다도해형 바다목장 사업은 적지선정과 계획수립의 단계를 거쳐 2004년부터는 인공어초 투하 및 종묘방류 등 구체적인 어장 및 자원조성사업이 실시되는 2단계 바다목장 조성사업이 추진되고 있다. 바다목장사업은 수산자원 및 어장환경의 적극적인 조성을 통해 어업인들이 유용 수산자원을 지속적이고 자율적으로 관리함으로써 어업인 소득증대를 가능하게 하고, 더 나아가 풍요로운 어촌건설과 지역경제 활성화를 도모하는데 목적이 있다.

본 장에서는 우선 바다목장 이용관리 실태의 경우, 해역조성실태에서는 투자실적과 어업자원조성 실적을 분류하여 정리하였고, 수산업 실태항목에서는 어업인구 및 어선세력, 어장인허가, 수산생산 기반시설 및 어촌계에 대하여 조사 및 분석하였으며, 바다목장 이용실태에서는 어획실태와 유어낚시 및 관광실태로 구분하여 조사하였다. 그리고 어업경영실태는 어업경영 그리고 어가수지를 구분하여 정리 · 분석하였다.

그리고 현행 바다목장 해역의 운영 · 관리실태를 파악하여 전남바다목장의 조성단계에 맞추어 바다목장 수면 이용 · 관리 제도를 기르는어업육성법 상의 수산자원관리수면으로 전환하고, 주요 어종의 산란장 및 치어 성장해역 등 일부수역의 경우 일체의 어로행위를 금지하는 보호수면으로 지정하는 방안을 모색하였다. 또한 이용관리체제의 경우 통영바다목장에서 실시되고 있는 체제를 벤치마킹함으로써 기 제시된 구체화 방안을 검토 및 수정하고자 하였다.

이와 함께 바다목장산 어획물 유통체계 구축을 위해 유통실태 현황과 그에 따른 분석을 바탕으로 수산물 마케팅 전략기획 초안과 유통판매시설계획을 수립하고자 하였으며,

마지막으로 유어낚시 및 관광이용 실태를 통해 간접적인 효과를 분석, 정리하였다.

제 2 절 바다목장 이용 · 관리실태 조사

전남 바다목장 해역 어촌계는 총 23개이며, 여수시 전체 어촌계원의 15.8%에 해당하는 1,479명의 어촌계원이 있다. 이중에서 전업은 49.4%에 해당하는 731명이 있으며, 겸업의 경우에는 50.6%에 해당하는 748명이 있다. 어선세력은 전년도에 비하여 123척이 감소한 것으로 조사되었으며, 무동력의 경우 전년도에 67척에서 올해는 59척으로 감소하였고, 동력의 경우에도 1,090척에서 금년도에는 975척으로 115척이 감소한 것으로 조사되었다.

해역내 어촌계의 수산물생산실적 및 어촌계 평균소득의 경우 평균물량은 178.39톤이며 평균금액은 897.74백만원으로 조사되었다. 어촌계 평균소득은 전년도에는 18,800천원보다 증가한 19,492천원으로 조사되었다.

바다목장 이용실태를 살펴보면, 바다목장 해역내에는 복합어업, 자망어업, 통발어업, 이각망 등의 정치망 어업이 행하여지고 있다. 현재 해역내 이각망 허가현황은 37건으로 조사되었으며, 그 외 통발어업 등의 해역내에서 집중적으로 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 또한 낚시객들을 상대로 한 유어선 113척이 낚시객들을 대상으로 유어낚시 영업을 진행하고 있다.

전남 다도해형 바다목장 해역내에서 1인이 년중으로 어획하는 어종들의 평균어획량은 참돔의 경우에는 연간 50kg의 어획량을 보였으며, 가장 많이 잡히는 어종은 불락과 조피불락으로 각각 676kg, 216kg으로 조사되었으며, 삼치의 경우에는 40kg으로 상당히 낮은 어획량을 보이고 있었다.

해역내 23개 어촌계에서 외줄낚시와 채낚기어업을 행하고 있는 어업인들을 대상으로 어업경영실태를 조사한 결과, 전년도에 비해 자산은 증가하였고, 부채는 감소하였으며, 어업경영은 어업수지의 개선으로 전년도에 비해 어업수익이 증가하였고 이익률도 증가한 것으로 파악되었다.

제 3 절 유어낚시 및 관광실태 조사

유어낚시의 경우 조사대상은 전남지역 바다목장 해역을 찾는 낚시객을 위주로 조사하였으며, 조사대상 중 광주, 전남 지역에 거주하는 사람이 전체의 51.1%로 전남 바다목장 해역을 가장 많이 찾는 것으로 나타났다. 출조장소의 경우 전체의 77.3%가 갯바위에서 낚시를 한다고 응답하였다. 출조횟수는 응답자의 5회 미만으로 대답한 응답자가 28.9%로 가장 많았고, 그 다음으로 5회 이상 - 10회 미만이라고 응답한 비율도 전체의 18.6%에 해당하였다. 여행 형태는 단체로 낚시여행을 왔다고 응답한 비율은 전체의 59.6%, 개인적으로 낚시를 즐기러 왔다고 응답한 비율은 39.3%에 해당하였다. 낚시일수에 대한 응답의 경우, 가장 높은 응답비율은 보인 일수는 1박2일로 전체의 48.8%, 그 다음이 3박4일로 전

체의 0.7%에 해당하였다.

일반 관광객에 대한 설문 의 경우, 여행의 주목적에 대해 가장 많은 응답은 자연경관으로 전체의 14.9%에 해당하였고, 10.5%가 친지 및 친구방문, 해양스포츠 활동을 선택한 응답자도 전체의 4.1%에 해당하였다. 출발지에서 도착지까지 걸린 시간은 가장 많은 응답자인 전체의 20.6%가 2시간이상-3시간 이내로 대답하였고, 다음으로 1시간이상-2시간이내 가 19.4%로 조사되었다. 선호하는 숙박시설은 여관이었으며, 전체의 39.8%가 응답하였고, 다음으로 친지나 친척집이 23.5%에 해당하였다. 여행형태는 가족관광이 전체의 40.4%로 가장 많았고, 그 다음으로 단체관광은 9%에 해당하였다. 가장 많은 거주지는 광주, 전남 지역으로 전체 37.3%, 다음으로 서울, 경기도가 27.9%였으며, 부산, 경남은 12.3%에 해당하였다. 여행지 결정의 중요도 우선순위에 대한 설문조사 결과는 자연경관을 가장 중요시하는 응답자가 가장 많은 전체의 58%였고, 그 다음은 문화유산으로 37.4%가 응답하였다.

제 4 절 바다목장 이용관리체제 구축

바다목장은 어장과 자원을 인위적으로 조성하여 자원을 증대시키고, 자원상태에 맞게 이용함으로써 지속적으로 어업수익을 얻고자 하는 것이다. 따라서 어장과 자원을 조성하기 위한 시설투자 및 연구개발 기간이 상당히 소요되고, 완전한 바다목장이 조성되는 데는 더 많은 시간이 필요하다.

바다목장사업은 조성된 수산자원을 그 수준에 따라 적절하게 이용하여야 하고, 동시에 시설물의 보호관리도 해야 하므로 이러한 관리 목적에 가장 적합한 것은 수산자원관리수면으로의 전환이다. 따라서 효율적인 바다목장의 관리를 위하여 보호수면(근거 : 수산업법)을 통해 치어성육장 등 주요 수역을 금어구역으로 설정하여 철저히 보호하도록 하는 한편, 그 외의 수역은 어업인들의 제한적인 어로활동과 어장 및 자원조성활동이 가능하도록 수산자원관리수면(근거 : 기르는어업육성법)을 지정하여 운용할 필요가 있다.

이용관리체제의 경우, 바다목장사업이 기본적으로 어업인 소득향상을 목표로 하고 있기 때문에 수혜자 원칙에 따라 어업인들이 관리에서부터 이용에까지 참여하고 조절하는 것이 가장 바람직한 형태이며, 따라서 바다목장해역은 결국 어업인들에 의한 자율관리형 어업체제로 전환해야 할 것이다.

바다목장 자원은 특정 개인이 이용할 수 있는 자원이 아닌 공동이용 자원이므로 다수가 공동으로 이용하는데 따른 공동체 관리조직이 필요하게 된다. 통영의 사례에서처럼 우선 바다목장 관리의 효율성을 기하기 위하여 관계, 학계, 업계 및 어업인으로 구성된 전남바다목장 '관리이용협의회'를 구성하여 바다목장 조성을 위한 현장 모니터링, 행정적 및 기술적 지원, 어업인 홍보 및 교육, 바다목장 이용관리 및 감시에 관한 사항 등 바다목장 이용관리의 전체적, 포괄적 방향제시와 지도·지원을 담당하고, 어업인이 자주적으로 수행하는 '자율관리어업위원회'는 여기에서 결정된 각종 방침을 실제적으로 감독, 수

행하는 등 역할분담을 통해 행정기관과 협력하는 것이 바람직할 것이다.

제 5 절 바다목장 어획물의 유통체제 분석 및 구축

전남바다목장 연안복합어선어업 어업인들의 유통실태 설문결과, 바다목장에 대해 가지고 있는 기대가 아주 높았다. 그러나 가격에 대한 기대치가 낮고, 기존 유통경로에 대한 만족도가 다소 떨어지며, 직거래에 대한 지지도가 높다는 점을 감안할 때, 제 가격을 받을 수 있는 유통경로를 어업인들이 원하고 있음을 알 수 있다.

전남바다목장의 내외부적 환경요인에 대한 활용전략으로서는 생산 및 품질관리를 위한 관리단의 구성과 타 바다목장과의 연계, 바다목장간 품평회의 공동개최, 추적시스템의 도입, 관광수요의 개발, 다양한 제품의 개발, 통합적 유통체제의 구축, 제품이미지와 품질인식제고를 위한 행사 마련 등의 방안을 활용할 수 있다.

전남바다목장에서 시장세분화의 기준은 이용자의 특성에 따라 관광수요와 지역기반수요, 광역소비의 세 가지로 나눌 수 있으며, 관광수요는 낚시관광객과 가족동반의 수요가 있다. 지역수요는 바다목장의 브랜드를 이용하여 차별화하고자 하는 상인들을 대상으로 하며, 바다목장의 어획물을 이용한 식단개발로 광범위한 홍보효과와 매출을 기대할 수 있을 것이다. 광역수요는 유통업체와 횃집 등 음식점, 단체급식, 일반소비자가 있으며, 안전성의 경우는 추적시스템의 도입, 상품의 경우는 소비형태에 따른 다양한 상품형태의 개발이 필요하다. 제품개발을 위한 기본 시안은 식단의 개발로 바다목장의 상품을 이용하여 전남바다목장 지역에서만 맛볼 수 있도록 특화하는 것이다.

어업인들의 직판장에 대한 의견은 과반수 이상이 필요성을 느끼고 있었으며, 가공처리시설과 보관시설 등 물류시설 및 기능에 대한 필요성을 많이 느끼고 있는 것으로 나타났다. 또한 직판장에 기대하는 것으로는 좋은 가격에 대한 기대라는 응답이 월등히 높게 나타났다.

제 6 절 바다목장 경제적 효과분석

2004년 현재 간접효과인 유어낚시 1인당 1회 출조 소비자잉여는 52천원으로 분석되었고, 관광객의 1회 여수방문시 소비자 잉여는 71천원으로 추정되었다.

간접효과를 추정하기 위하여 매년의 어획비율에다 총간접효과를 곱하여 추정된 간접효과는 2005년에는 79백만원, 2008년에는 695백만원이지만, 최대가 되는 2021년에는 연간 328억원의 간접효과가 있을 것으로 추정되었다.

제 7 절 결론

전남 다도해형 바다목장사업은 2001년부터 2008년까지 총 8개년 사업으로 시작되었으며,

2003년까지 기반조성사업이 마무리되면서 2004년부터는 본격적인 어장 및 자원조성사업이 시작되었다. 목장조성단계인 2004년도 바다목장사업의 이용관리분야에서는 바다목장 이용관리실태 조사와 이용관리체제의 구축, 유통체계 구축 및 경제성 분석 등이 연구되었다.

바다목장사업이 성공적으로 추진되기 위해서는 바다목장 이용관리가 제대로 이뤄져야 한다. 본격적인 어장 및 자원조성사업이 실시됨에 따라 바다목장 해역에 자원량이 계속 증가할 것으로 보이나 이러한 자원을 보호하고 관리할 수 있는 이용관리체제의 시행이 아직은 미비하여 수산자원의 철저한 관리가 어렵고 특히 바다목장사업에 어업인들의 자율적인 참여와 관심을 유도하는 것이 매우 어려운 상태이다. 수산자원을 적정하게 이용관리하기 위해서는 제도적인 규제조치와 함께 바다목장사업 관련당사자, 특히 어업인들의 적극적인 참여와 자율적인 규제가 무엇보다도 중요하다. 따라서 현재 통영 바다목장에서 이미 실시하고 있는 이용관리체제를 벤치마킹하여 전남 바다목장해역에 적극 도입함으로써 어장 및 자원조성과 이의 이용관리가 조화롭게 이루어지도록 해 나가야 할 것이다.

부 록

방류 및 시설물 투자 현황

1. 2004년 전남 바다목장 해역내 유용 수산 생물 방류 현황

- 방류 어종 및 프로파일

연월	어종	마리수	장소	크기 (cm)
2004. 08.	감성돔	580,000	안도	6.0-8.0
2004. 08.	돌돔	100,000	안도	8.0-10
2004. 10.	감성돔	320,000	안도	8.0
2004. 10.	전복	25,000	안도지선(하중도)	3.5-5.0
2005. 05	황점볼락	50,000	안도	10.0

□ 종 수 : 4종 (어류 3종, 패류 1종)

□ 총마리수 : 1,075,000마리

□ 총투자액 : 450,000,000원

2. 2004년 전남 바다목장 해역 내 어초 및 연구시설 투자 현황

시설명	형 태(크기)	수 량	시설장소	시설비 (백만원)
해상세미나실	목재하우스(12.5×8.0m)	1조	안도 지선	50
중간육성시설	목재가두리(10×10m)	1조	안도 지선	5
연안다목적 콘크리트 어초	해중립 및 전복육성용어초(2×2×2m)	20기	초삼서, 안도	72
점보형 강제어초	강제형(12×9.0m)	1기	안도(이야포)	42
다목적 강제어초	강제형(12×9.0m)	1기	안도(이야포)	45
피라밋 강제어초	강제형(10×5.0m)	6기	안도	207
음향급이기	음향자동급이기 부양장치	1기	안도	250
		소계		671

(합계)

671백만원

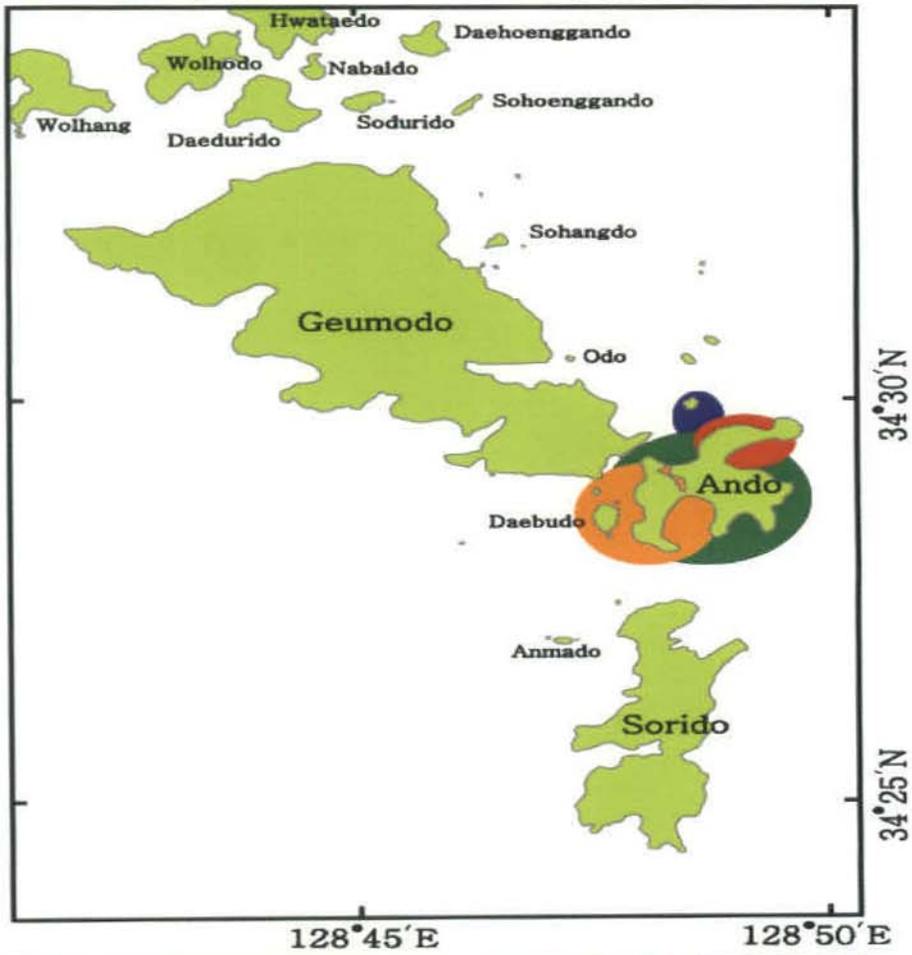
3. 종묘방류 위치도



돌돔



황점불락



감성돔



전복

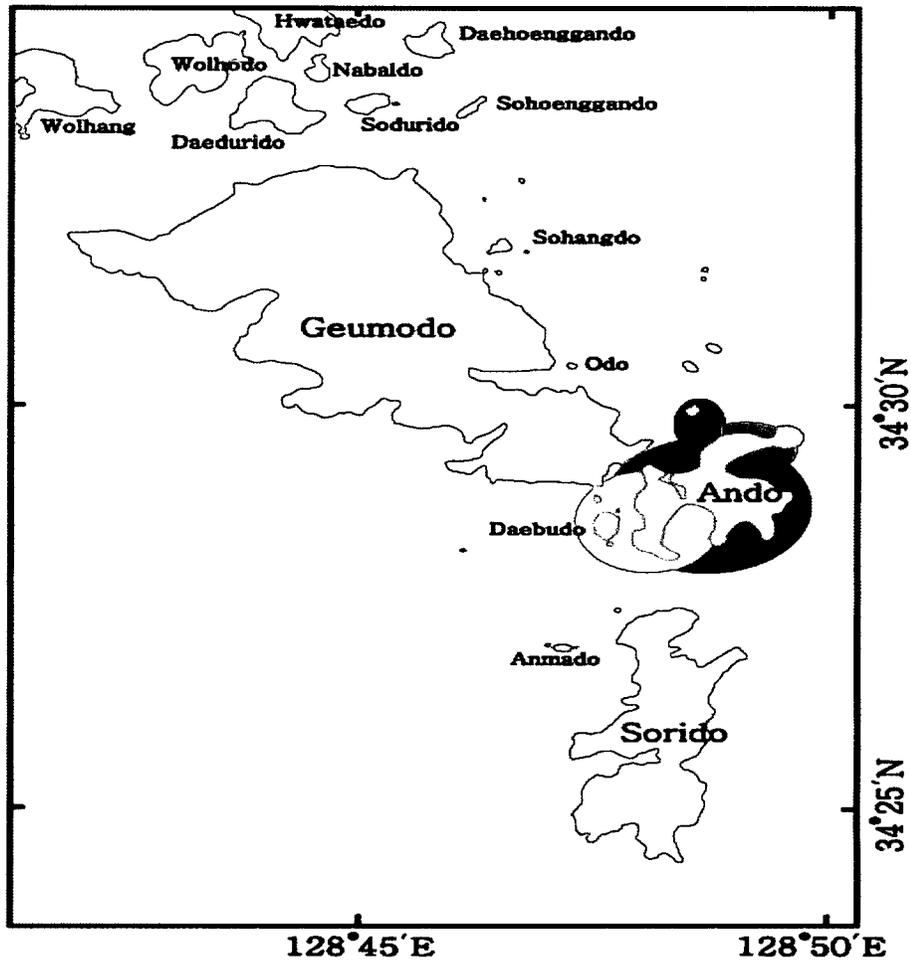
3. 종묘방류 위치도



돌돔



황점볼락

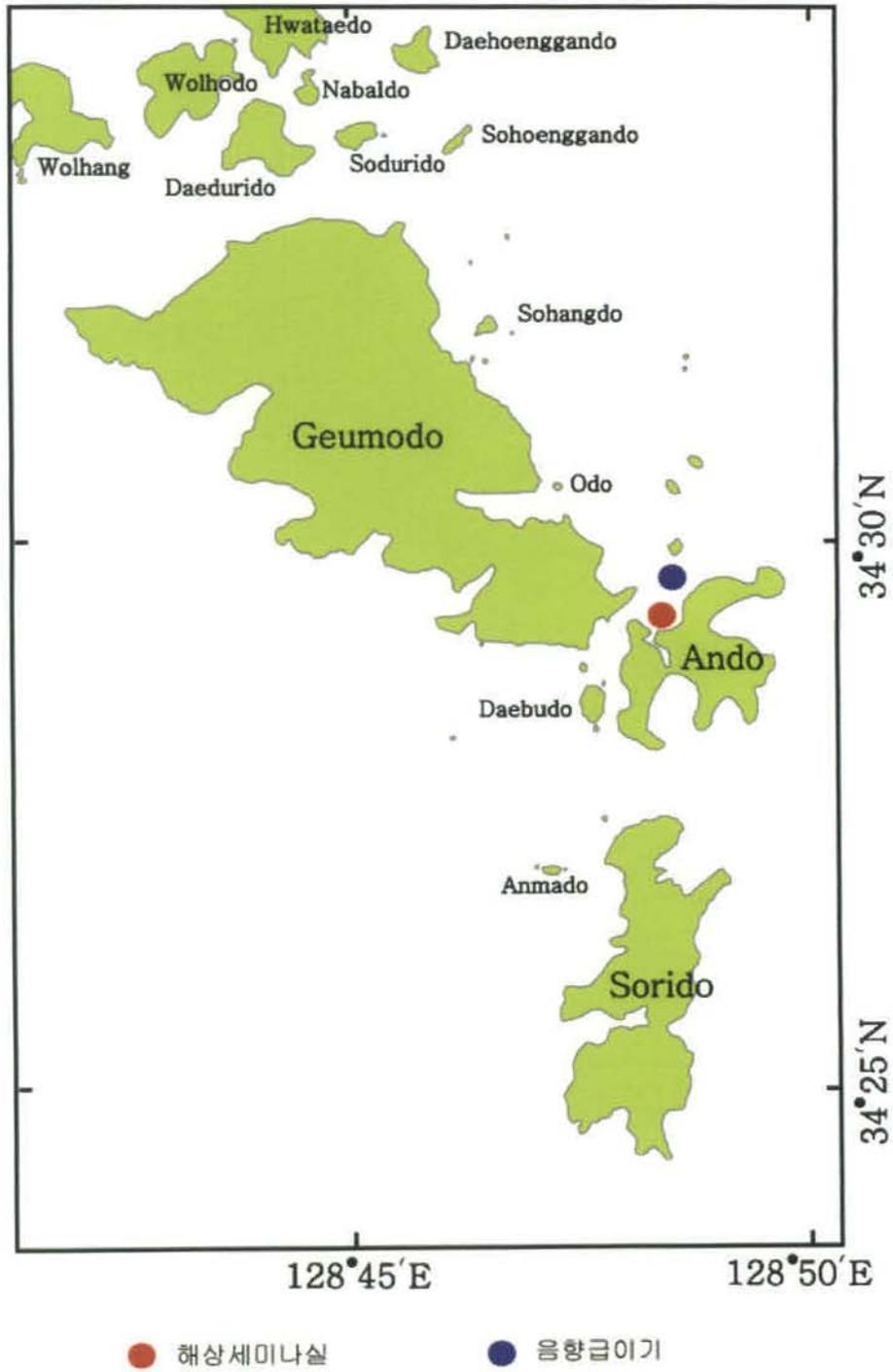


감성돔

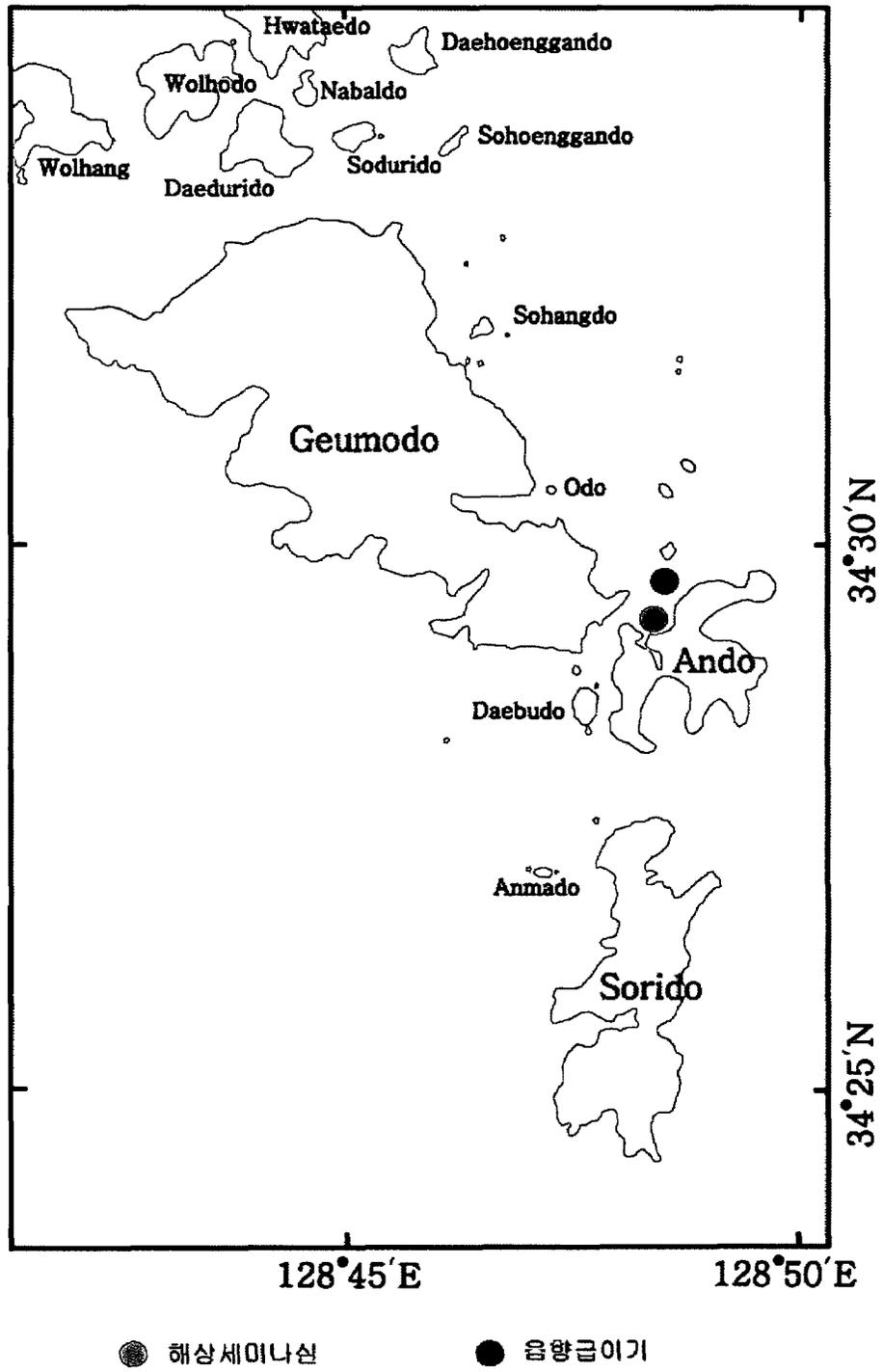


진북

4. 연구시설 위치도



4. 연구시설 위치도



- 해상세미나실 및 연구시설

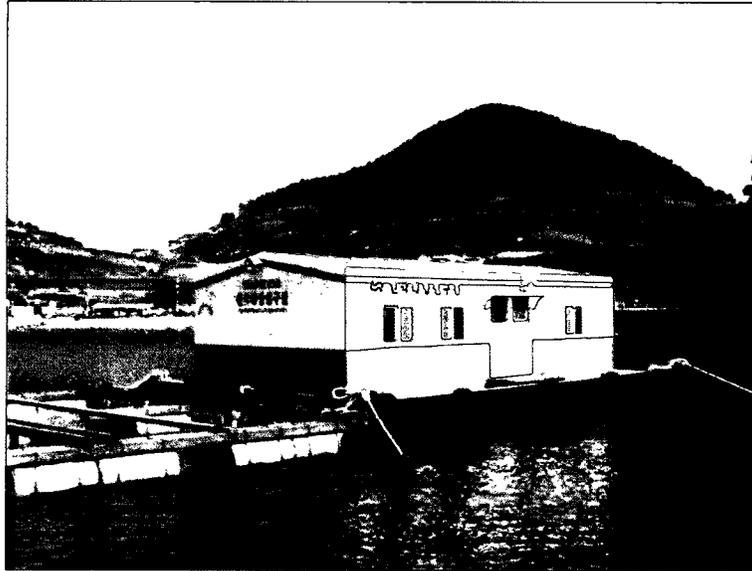


해상세미나실 및 가두리

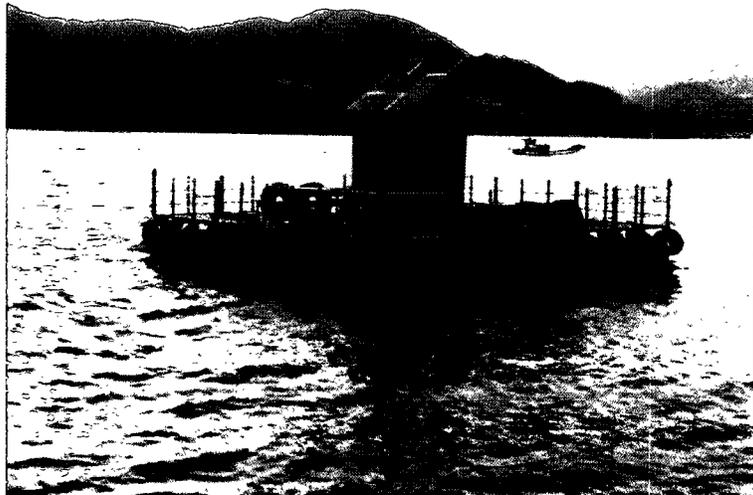


해상 음향급이기

- 해상세미나실 및 연구시설

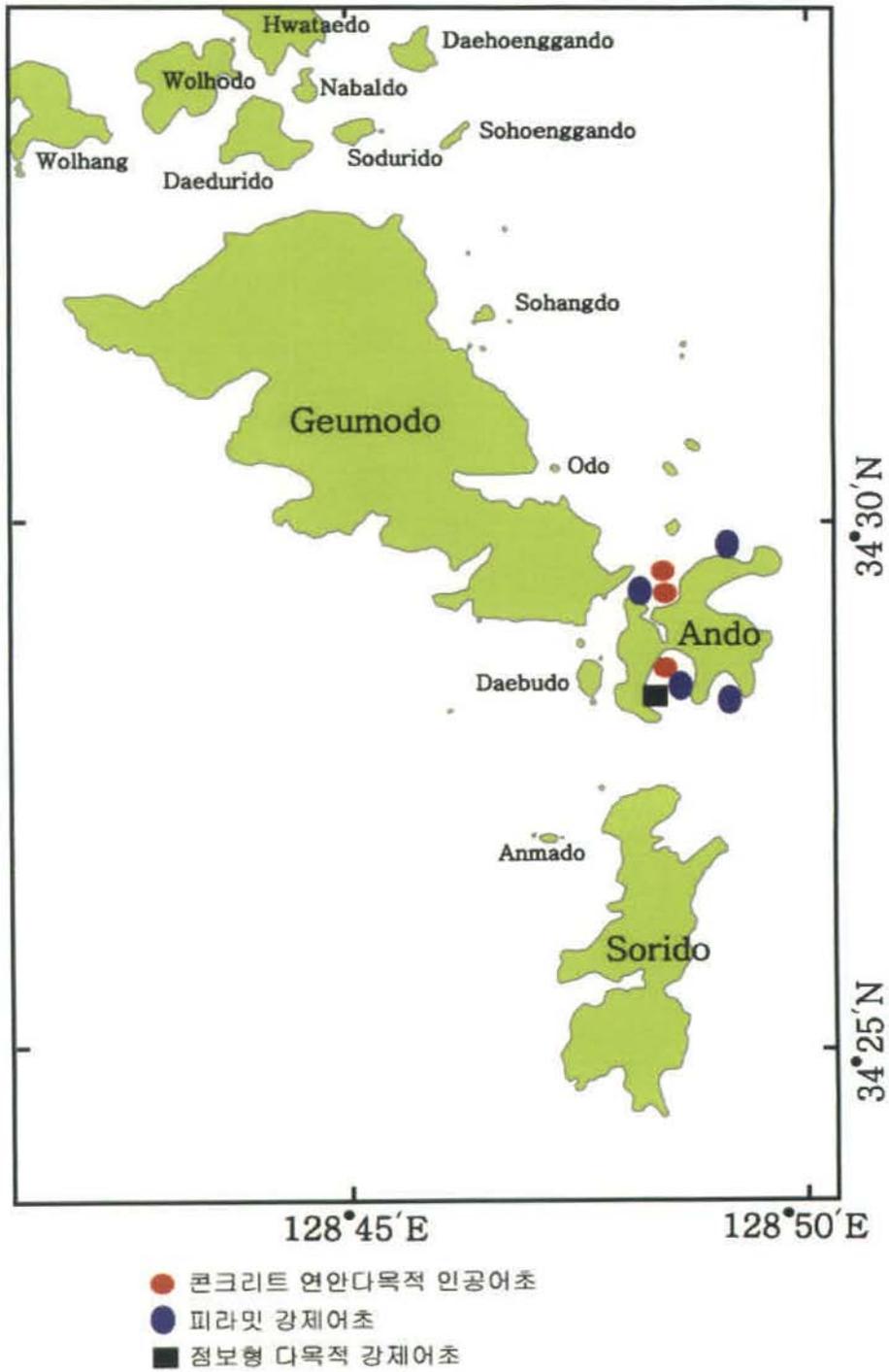


해상세미나실 및 가두리

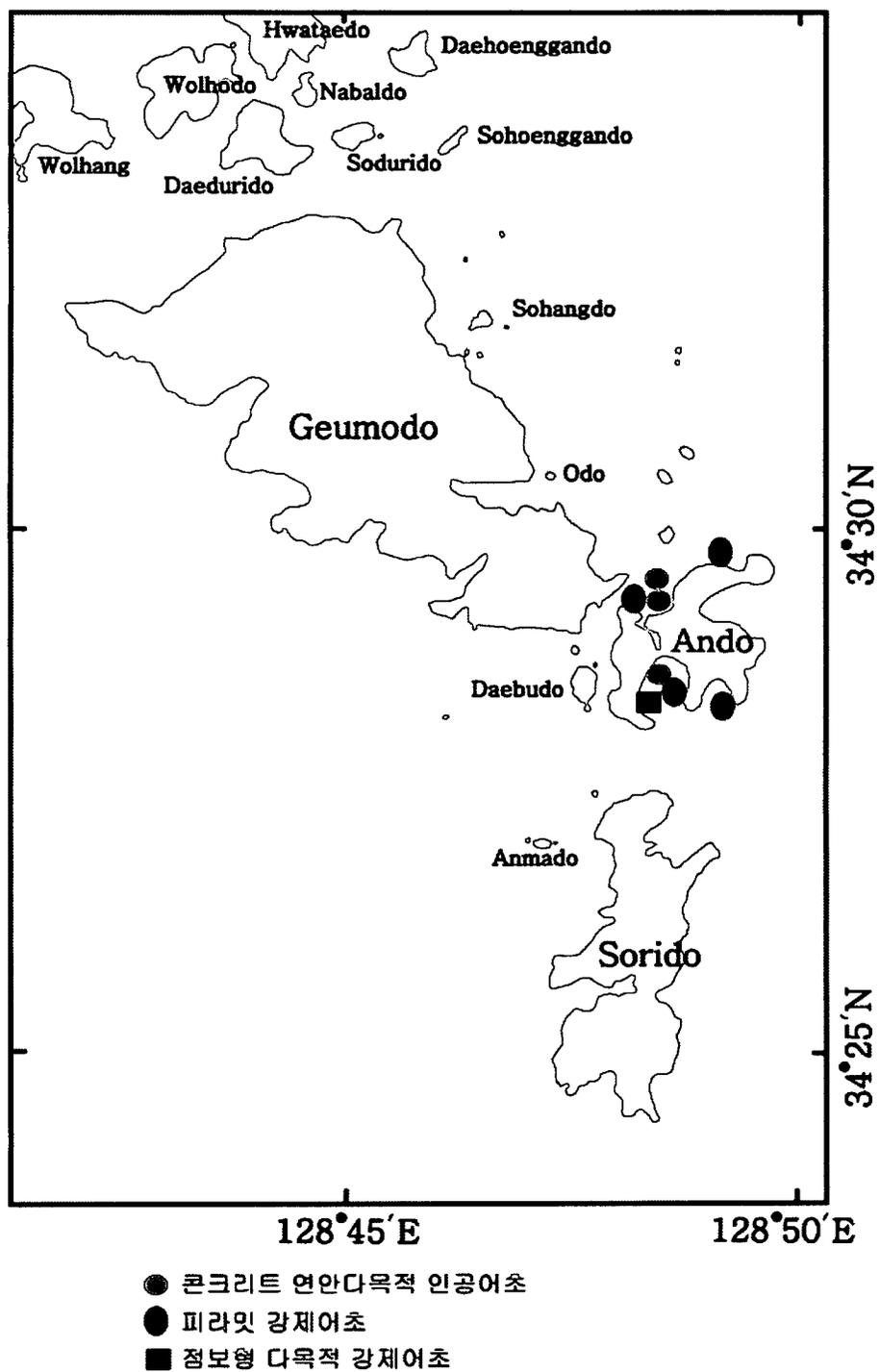


해상 음향급이기

5. 콘크리트 및 강제어초 시설 위치도



5. 콘크리트 및 강제어초 시설 위치도



- 인공어초 구조형태



연안 다목적 콘크리트어초(전북육성용)



피라밋 강제어초



다목적강제어초

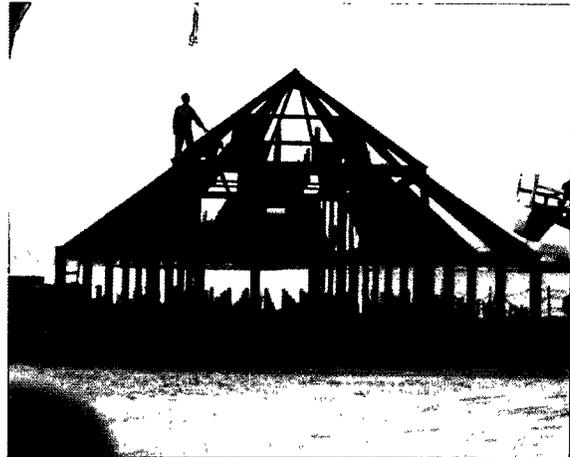


점보형 강제어초

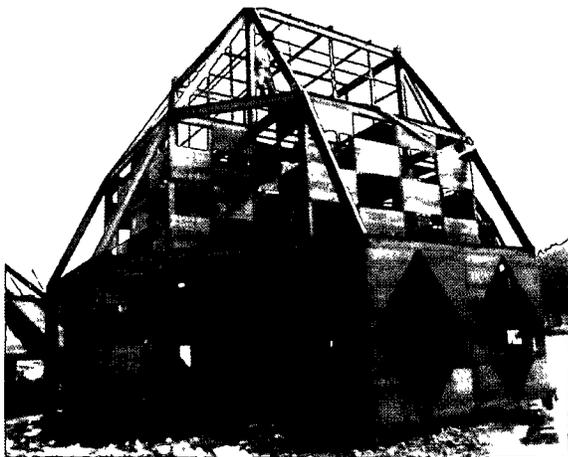
- 인공어초 구조형태



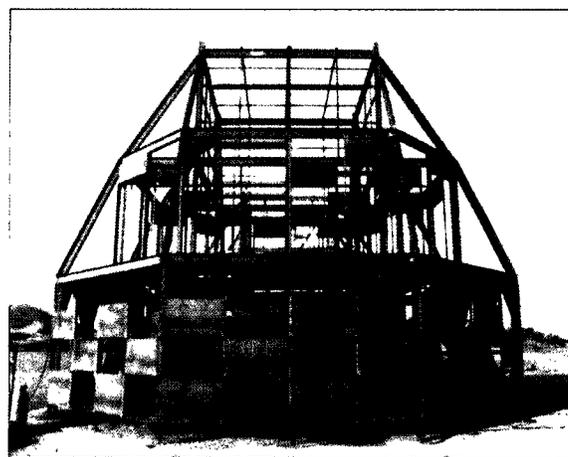
연안 다목적 콘크리트어초(전복육성용)



피라밋 강제어초



다목적강제어초

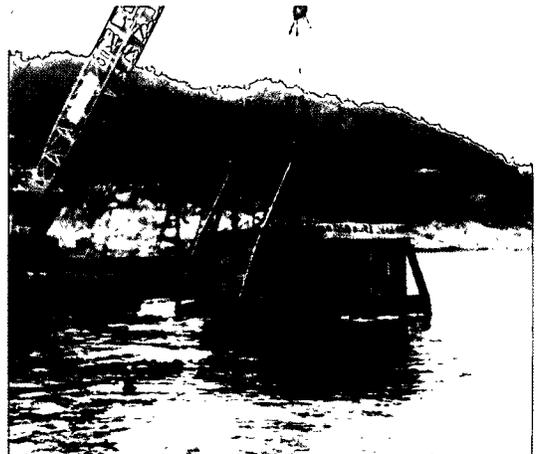
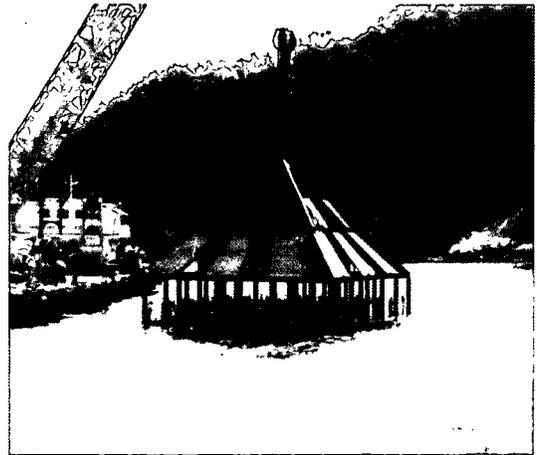
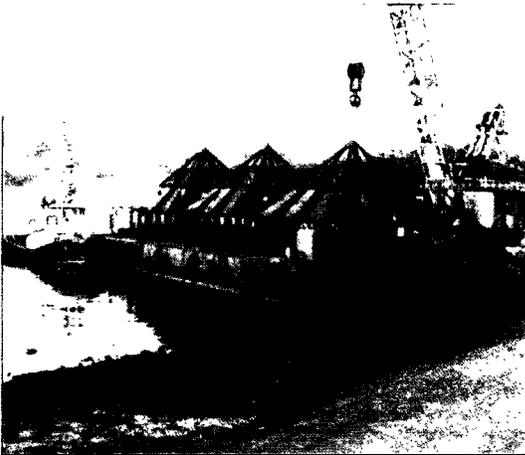
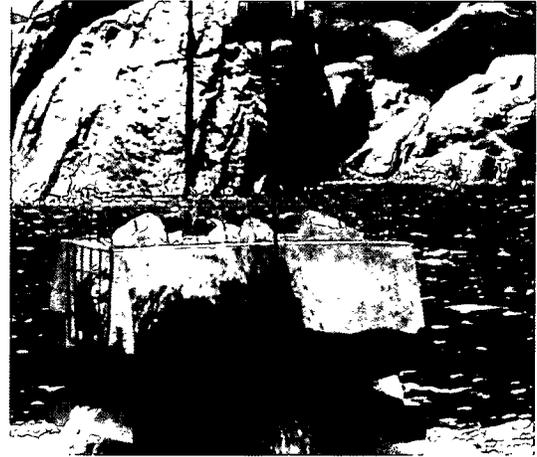
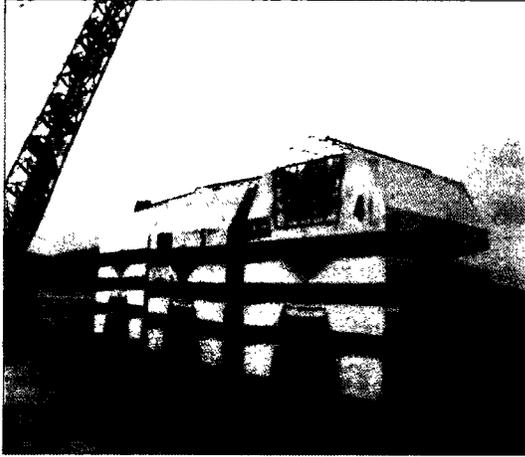


점보형 강제어초

- 인공어초 운송 및 투하



- 인공어초 운송 및 투하



주 의

1. 이 보고서는 해양수산부에서 시행한 해양수산연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 해양수산연구개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가 과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.