

GOVP1200946314

BSPM42200-1896-3

전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서 (2단계 3차년도 요약보고서)

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

2007. 8

주 관 연 구 기 관
한 국 해 양 연 구 원



해양수산부

MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 "전남 다도해형 바다목장화 개발(2단계 3차년도) 연구용역" 과제의 최종보고서(요약보고서)로 제출합니다.

2007. 8.

주관연구기관명 : 한국해양연구원
협동연구기관명 : 한국해양수산개발원
한국연안환경생태연구소
한국해양수산기술연구소
부경대학교
전남대학교

총괄연구책임자 : 명 정 구(한국해양연구원)

세부연구책임자 : 어장/자원조성분야
이용관리분야

명 정 구(한국해양연구원)

김 대 영(한국해양수산개발원)

참여연구원 :

한국해양연구원

김종만 이순길 박철원 명정구 노충환 강돈혁 오승용 장요순 김민석 박용주 최희정 노봉호
조선형 김지영 임주백 최동문 김봉채 최승민 한정미 조홍상 배선한 임윤희 임하나 김완수
김병남 백충부 양지희 이영욱 정태운 황진규 정일출 김명식 서양선 한해준 김종한 강 량
유재명 이은경

국립수산과학원

김정배 정창수 정희동 김숙양 김상수 오현주 정규귀 최윤석 조은섭 최양호 박정임 정영희
김현성 박경은 홍지훈 김두봉 김양구 이상용 최다미 정나영 김지인 양준혁 박미애 김병만
문성용 김승한 최승현 김종희 김채순 박민우 한석중 김창길 이운호 김대권 서성호 조재권
백재민 하동수 황미숙 황은경 김성철 정춘구 윤성종 황형규 김대현 김철원 박경현 고미영
김현성 박경은 홍지훈 최임호 문경훈 오태건 김병섭 김태진 김원호 박용빈 이현숙 김수진
김명화 김진주 김잔디 김현주 최승용 추부관 김대욱

한국해양수산개발원

김대영, 김정봉, 최성애, 홍현표, 강종호, 이정삼, 장홍석, 박상우, 김수진, 김봉태, 이현동, 김수현
마창모, 김 현, 전희성, 정혜란

전남대학교

한경호 김춘철 박수교 김상화 강조해 박정채 이성훈 최정아 김은호 서태호 김용용 강조해
박정채 정나영 윤양호 서호영 박은옥 노일현 박영균 서민호 노성삼 김수진 강경환 김희진
정관식 고현정 김종창 이시우 이희원 김창원 김유미 하현주 강태선 김미선 정종용 이성훈

상명대학교

김말남 이애리 이한웅 이선희

부경대학교

장창익 이종희 박희원 권유정 신영재 남수희 정여진 임정현 신현옥 황보규 강경미

한양대학교

나정열 라형술 조성호 주종민 박치형 정용승

한국연안환경생태연구소

홍재상 유재원 이평강 정승원 이행필 김창수 이창근 박미라 이만우 윤상필 김효진 김정수

정희인 이권상 이수진 원선희 손미정 김수현

한국해양수산기술연구소

김진희 강충배 백근욱 최민정 김민주

천하제일사료

유진형

여수지방해양수산청

주용석

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 생태계 특성	4
제 1 절 해양환경	4
제 2 절 생물군집 특성	4
제 3 절 생태계 모델	7
제 3 장 어장·자원 조성	9
제 1 절 잘피이식	9
제 2 절 해중림 조성	9
제 3 절 인공어초	10
제 4 절 방류용 건강종묘 생산	11
제 5 절 음향순치 실향역 적용	13
제 6 절 방류효과	13
제 7 절 대상생물의 생태 및 행동연구	14
제 8 절 자원조사	15
제 9 절 자원특성 비교	17
제 4 장 바다목장 이용·관리	19
부 록	21

제 1 장 서 론

우리나라 수산업은 역사상 유례없는 도전과 시련에 직면해 있다. 국내적으로는 어업자원의 전반적 감퇴가 지속되고 있고 해양환경 또한 날로 악화되어 가고 있는가 하면 동북아 배타적 경제 수역체제의 정착에 따라 어장 축소가 초래되었다. 이러한 국내어업 여건의 악화 속에서 국제적 수산 여건 또한 우리 수산업에 어려움을 더해주고 있다. 최근 OECD, WTO, FAO 등 국제 수산관련 기구를 통한 수산부문 보조금 감축, 수산물 시장 개방, 글로벌 어획노력 조정 문제에 관한 광범위하고 심도 있는 논의가 바로 어려움의 징표들이다.

삼면의 바다자원은 우리나라가 가지고 있는 자연자원 중에서 가장 경제적 가치가 크고 상대적으로 풍부한 자연자본이다. 우리가 감퇴상황에 있는 어업자원을 빠른 시일 내에 회복시키고, 해양환경을 지금보다 높은 질의 수준으로 보전할 수 있다면 어업자원은 안정적인 해양식량 공급과 더 높은 국부의 창출에 기여할 수 있을 것이다.

우리나라의 연안어장의 중요성은 수산업의 근간이 되고 있다. 그러나 1970년대까지 1,300만 톤에 달하였던 자원량은 지속적으로 감소하여 2003년에는 700만 톤 수준으로 감소하였고, 이에 따라 1980년대 중반 150만 톤이던 어업생산량이 2003년에는 110만 톤 그리고 향후 10년 후에는 60만 톤 수준으로 급감할 것으로 판단된다. 이와 같이 어업생산량이 감소하면서 어업인들은 경영개선을 위해 과도한 어획으로 자원남획이 가속화되는 악순환이 지속되고 있다. 따라서 이러한 악순환을 차단하고 지속가능한 자원상태를 유지하면서 어업인들의 안정적인 어업경영을 유지하기 위한 대책이 필요하다.

이와 같은 상황에 처한 세계 연안국들은 연안어장 감소와 수산자원의 고갈 등 생산성 저하를 막고 어업인들의 소득 향상 및 새로운 어촌사회 기반 조성을 위해 연안자원 조성에 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라도 1970년대부터 연안의 수산자원을 조성하기 위한 방안으로 인공어초시설과 수산종묘의 방류사업을 실시하고 있고, 세계 연안국도 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 생태보존적인 첨단기술을 도입한 수단이 바다목장화 사업이다. 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 소득향상

을 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.

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.

전남 다도해형 바다목장사업은 여수의 금호도, 안도, 소리도를 중심으로 하는 해역으로 2002년부터 본격적인 연구 사업을 시작하여 2008년까지의 장기 사업 추진을 위한 연구 사업이며, 올해 사업은 2단계 3차년도 사업으로서 기술적용 및 효과증대를 목표로 하였다. 연구 분야는 지난해 사업과 동일하게 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 및 생물 군집 특성 조사
- 생태계 모델 구축(모델 개발 및 적용)
- 해중립 조성(seed bank 효과 조사 및 잘피밭 조성)
- 인공어초(어초구조 개선, 월동장 배치, 효과 조사)

둘째, 자원 조성 분야

- 방류용 건강 종묘생산
- 음향순치 실험적 적용
- 구조물과 행동
- 방류효과 및 이동추적 조사
- 자원변동조사
- 방류어와 자연어의 유전·생리적 특성 비교

셋째, 이용·관리 분야

- 바다목장 제도 모니터링
- 어장 이용·관리 실태 조사
- 경영실태 및 어가수지 조사·분석

○ 바다목장 이용·관리 체제 적용

그리고 올해 사업 기간 동안 시설 분야에서 어초는 팔각별강재어초 등 모두 68기, 해조장 (100×30m) 1기, 피복석 1,800m² 그리고 테트라포드 283개를 투입하였으며, 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 볼락, 전복 그리고 해삼을 모두 1백4십여만 마리를 방류하였다.

제 2 장 생태계 특성

제 1 절 해양환경

연구 해역의 해양환경 특성을 파악하기 위하여 기 선정된 3개 정점에 대하여 2006년 11월과 2007년 2월과 5월에 각각 24시간 동안 해수유동을 포함한 수질 및 퇴적물 환경 조사를 실시하였다. 해수유동 조사 결과를 통해 반일주조의 조석에 의한 조류가 지배적인 해수유동 특성을 파악할 수 있었으며, 수질 항목과의 상관분석을 통해 의미 있는 결과를 얻을 수 있었다. 계절에 따른 정점별 관측 자료 결과, 2006년 11월과 2007년 2월 관측 자료에 비해 2007년 5월 관측 자료의 시·공간적인 변화가 크게 나타났으며, 수질 항목들의 정점간 변화보다는 관측 시기 및 해수유동 변화에 따른 시계열 변화가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구해역의 해황 변동 특성이 해수유동과 밀접한 관련이 있음을 보여주는 것으로서, 계절적인 변동 특성을 보이는 대마난류 등의 해류뿐만 아니라 주기적인 조류에 의한 해수유동도 대단히 중요함을 보여주는 결과이다. 따라서 본 연구해역의 수질 환경을 정확하게 파악하기 위해서는 공간적인 분포뿐만 아니라 장·단기 연속 관측 자료에 대한 분석이 필요할 것으로 판단된다. 표층퇴적물 환경 조사 결과에 의하면, 같은 계절에 조사한 2005년 자료에 비해 화학적산소요구량, 강열감량, 산화발성황화물 모두 증가한 양상을 보였다.

제 2 절 생물군집 특성

미생물

2006~2007년 전남 다도해 바다목장 내 9개 정점을 대상으로 표층수와 저층수에서 비브리오속 세균의 개체수를 측정하고, 군집의 종조성 및 우점종을 분석하였다.

계절별 비브리오속 세균의 개체수는 여름 (2007년 6월) 표층수에서 $5.4\sim 93.2 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$, 저층수에서 $1.0\sim 53.1 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$ 로 4계절 중 가장 많이 검출되었으며, 해수 온도가 낮은 겨울 (2007년 1월)의 경우에는 1개 정점의 표층수에서만 $0.2 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$ 의 비브리오속 세균이 검출되었다. 봄 (2007년 4월) 조사에서 표층수는 $0\sim 11.9 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$, 저층수에서 $0\sim 8.3 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$, 가을 (2006년 11월) 조사의 표층수는 $0.1\sim 21.4 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$, 저층수에서는 $0\sim 2.9 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$ 의 비브리오속 세균이 검출되었다. 해수 위치별 (표층 및 저층) 비브리오속 세균의 개체수는 2006년 11월의 경우 표층수가 저층수보다 7.7배, 2007년 4월과 6월의 경우 각각 1.5배 및 1.6배로 표층수의 개체수가 저층수보다 더 많이 검출되었다.

정점별로는 4계절 모두 정점 8의 개체수가 다른 정점에 비해 더 많이 검출되었으며 바다목장 시설물이 위치한 금오도 주변 정점 4, 5, 6 및 가막만 북부에 위치하여 육지와 인접한 정점 9는 상호 유사한 경향을 나타내었다. 반면 상대적으로 육지로부터 멀리 떨어진

진 소리도 이남의 정점 1과 금오도 서, 남측 정점 2와 3의 표층수 및 저층수에서는 다른 지역에 비해 4계절 모두 가장 적은 수의 비브리오속 세균이 검출되었다.

비브리오속 세균 군집의 종조성은 *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* 및 *V. cholerae* non-01으로 조사되었으며, *V. parahaemolyticus*와 *V. alginolyticus*가 4계절 모두 분리되어 우점종으로 나타났다. *V. alginolyticus*는 수온이 낮은 겨울에도 대부분의 정점에서 분리되어 다른 비브리오속 세균에 비하여 온도에 덜 민감한 종인 것으로 조사되었다.

동·식물플랑크톤

2006년 11월부터 2007년 5월 격월 간격으로 조사한 전남 바다목장 해역의 출현 식물플랑크톤은 총 43속 60종으로 규조류가 31속 41종, 와편모조류가 9속 15종, 규질편모조류가 1속 2종 그리고 유글레나조류 및 동물성 편모조류가 각각 1속 1종이었다. 시기별로는 전 조사시점 규조류에 의한 출현 점유가 높지만, 고수온기에는 와편모조류에 의한 종 점유율이 높았다. 현존량은 $0.8 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 에서 $94.0 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여 1월과 3월에 높고, 11월과 5월에 낮았다. 표층과 10m 수층에서 출현종수와 현존량은 유사하여 상층부(0-10m) 수괴 혼합의 용이함이 암시되었다. 우점종은 11월에는 규조류인 *Skeletonema costatum*와 *Paralia sulcata*, 1월에는 *Paralia sulcata*와 *Skeletonema costatum*, 3월은 *Eucampia zodiacus*와 *Skeletonema costatum* 그리고 5월은 *Paralia sulcata*, *Bacillaria paxillifera*로 특정종에 의한 우점 현상이 뚜렷하였다. 바다목장 해역 표층에서 Chl-*a* 농도는 조사시점 평균 11월에 $1.04 \mu\text{g/L}$ 에서 5월 $5.6 \mu\text{g/L}$ 로 변화하였으며, 습중량으로 표시한 생물량은 부유물 질량 등에 의한 오차로 정확한 생물량 표현은 어렵지만 표층 조사시점 평균 3월 0.50 g/L 에서 11월 1.37 g/L 로 변화하였다. 이와 같은 식물플랑크톤 생물량의 시·공간적 분포로부터, 전남다도해 바다목장 해역은 다양한 수괴의 영향을 받고 있으며, 특히 여름과 가을에 그 경향은 뚜렷하였으며, 겨울은 전 해역에서 수평·연직적으로 잘 혼합된 양상을 나타내었다. 또한 전 계절 바다목장 해역은 높은 식물플랑크톤 생물량을 나타내어 해역의 기초생물 잠재력이 매우 높은 것으로 나타났다.

전남 다도해 바다목장해역에 분포하는 동물플랑크톤을 2006년 11월, 2007년 1월, 3월 그리고 5월에 표준 네트로 수직 채집하였다. 동물플랑크톤 개체수는 238~11,790 ind./m³ 범위로 상당한 시공간적인 변동을 나타냈다. 요각류의 우점종은 2006년 11월에 *Paracalanus parvus* s. l., *Paracalanus aculeatus*, *Oithona* spp., and *Corycaeus affinis*, 2007년 1월에 *P. parvus* s. l., *Acartia omorii*, *O. spp.*, and *C. affinis*, 2007년 3월에 *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*, and *A. omorii*, 2007년 5월에 *P. parvus* s. l., *A. omorii*, *O. spp.*, *C. affinis* 로 조사기간 동안 큰 변화는 없었다. 동물플랑크톤 습중량은 11월에 최대값을, 5월에 최소값을 나타내었다. 종 다양도 지수는 2007년 3월에 가장 낮았으며, 2007년 5월에 가장 높게 나타났다. 특히, 2007년 3월에 종 다양도 지수가 낮게 나타난 이유는 야광충

개체수의 대량 증식에 기인한다. 군집분석 결과는 이지역의 수괴특성을 반영하여 2006년 11월과 2007년 1월에는 3개의 정점군으로, 2007년 3월과 5월에는 2개의 정점군으로 구분되어졌다.

저서동물

2006 - 2007년도 4회 조사결과 464종/60m²의 저서동물이 총 205,630 개체/60m² (평균 3,427 개체/m²), 8,992.659 g/60m² (평균 149.878 g/m²)가 관찰되었으며, 출현종수와 생체량은 2006년 1월 동계, 서식밀도는 2007년 5월 춘계에 최고값을 기록하였다.

4회 조사 결과 저서동물의 밀도 기준 최고 우점종은 연체동물 복족류 (MGs)의 팔알고등류 (*Homalopoma* sp.) (총 40,260 개체/60m², 19.58 %) 그리고 생체량 기준 최고 우점종은 극피동물 성게류 (EEc)의 염통성게 (*Schizaster lacunosus*) (1146.78 g WWt./60m², 12.75 %)로 나타났다. 다양도 지수 (diverity index)와 출현 종수를 제리도 잘피 지역과 일반 조하대 지역으로 나누어서 비교한 결과, 일반 조하대 지역에서 다양도 지수가 높았던 반면, 출현 종수에서는 제리도 잘피 지역에서 다양한 종이 출현하였다.

대형저서동물의 생물학적 변수 및 다양도의 시간적 변동을 관찰하기 위하여 2002년 하계부터 2007년 춘계까지 공통적으로 조사가 이루어진 7개 정점의 자료를 분석하였다. 분석 결과 모든 항목에서 다소 감소하였으나, 그 변동폭은 크지 않았으며, 상위 우점종 조성의 변화가 거의 없었으므로 군집 구조에 큰 변화를 초래하지 않았다.

주성분분석을 통해 군집구조를 살펴본 결과, 크게 3개의 생물군집으로 구분되었으며, 특히 제리도 잘피 내의 저서동물군집은 다른 정점들과는 뚜렷하게 구별되었다. 정준대응 분석결과, 대형저서동물의 분포에 영향을 미치는 요인은 잘피식생의 유무를 나타내는 수심과 퇴적물의 펄함량, 분급도, 산화환원의 정도였다. 우점종의 조성은 지난 2002년 하계 조사 이후로 크게 달라지지 않았으며, 상위 우점종의 밀도 또한 급격한 증가 또는 감소는 없었다. 6 종의 갯지렁이 (*Tharyx* spp., *Cirrophorus armatus*, *Magelona japonica*, *Sigambra tentaculata*, *Lumbrineris cruzensis*, *Mediomastus californiensis*)는 전 조사기간 동안 항상 상위 10위 이내의 우점종에 속하였다.

ISEP index를 이용하여 바다목장 해역의 생태계 건강도를 진단, 추정하였다. 2006년 1월부터 2007년 5월까지의 표본을 대상으로 조사 시기별과 연도별로 추정한 결과 바다목장 해역의 건강 상태는 시간에 따라 큰 변화 없이 안정적이었다. 연간 추정 결과 모든 연도에서 최소 B0, 최대 A+ 등급에 해당하였다.

저서동물의 이차생산력을 추정한 결과, 추정된 생산력 (P)의 정점별 분포는 0.86 - 38.713 g AFDW/m²/y (평균 12.469 g AFDW/m²/y)의 범위로 정점 간 차이가 매우 큰 것으로 나타났다. 지역별로는 금오도의 상부와 안도 서측 해역에서 높은 생산력이 관찰되었으며, 제리도 잘피 부근의 생산력은 위의 높은 생산력의 지역을 제외한 나머지 지역의

평균값보다 다소 높은 것으로 추정되었다. 이차 생산력 추정치와 지역별 분포 등 전반적인 양상은 전년 (2단계 2차년도)의 결과와 유사한 것으로 나타났다. 본 조사 해역의 이차 생산력은 시간의 흐름에 따라 점차 증가하다가 본 조사 시기에 다소 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 생체량의 비중이 큰 종들의 감소와 더불어 전반적인 생체량의 감소에 기인한 현상으로 판단된다.

바다목장 해역 저서동물 군집의 2차 생산량을 예측하기 위하여 생물 다양성/환경 요인을 바탕으로 시기별, 정점별 군집 생체량 (대수 변환 습중량, g)을 예측하는 신경망 모형 연구를 수행하였다. 본 연구의 군집 생체량 추정치는 군집의 생산량/생체량 비율을 활용하여 곧 생산량으로 전환될 수 있는 것이다. 생체량을 예측하는 신경망 모형의 관찰치와 예측치 간 학습, 교차 타당성 검토 그리고 검증 결과의 상관 관계는 각각 0.538, 0.610 그리고 0.538인 것으로 나타났으며 유의성은 모두 $p < 0.001$ 미만인 것으로 나타났다. 민감도 분석 결과, 군집 생체량의 변동에 유력한 환경 요인은 생물 다양성 (H'), 퇴적물의 분급도, 계절성, 식생의 존재 유무, 연평균 수온, 염분도 그리고 엽록소-a 농도 등인 것으로 나타났다.

어류

본 연구는 여수시 금오도 연안 해역에 3개의 정점을 정하여 2006년 11월부터 2007년 7월까지 부유성난 및 자치어, 어류상을 조사한 결과이다.

조사기간 동안 채집된 부유성난은 멸치, 전어, 정어리, 청보리멸, 주둥치, 노랑촉수, 망둑어과 어류 및 기타 등 총 8개 분류군으로 분류되었다.

자치어는 총 2목 11과 13종, 862개체/1,000m³가 출현하였다. 계절별로는 7월 조사시에 413개체/1,000m³가 출현하여 가장 많이 출현하였고, 11월 조사시에는 19개체/1,000m³가 출현하여 가장 적은 개체가 출현하였다.

어류는 총 9목 30과 46종, 1,532개체로 나타났고, 그 중 농어목과 쏨뱅이목, 청어목, 가자미목의 이들 4목이 포함된 어류가 전체 개체수의 87.0%를 차지하여 가장 우점하는 목들로 나타났다.

제 3 절 생태계 모델

본 연구에서는 조성된 전남바다목장의 수산생물자원을 효율적으로 관리하기 위한 개체군 조성 모델과 개체군 관리 모델에 관한 연구를 수행하였고, 생태계 모델을 구성하기 위한 연구로 생물군 그룹핑과 생태계 모델 입력파라미터를 추정하였다. 개체군 조성 모델을 사용하여 대상어종의 자원조성 목표량 및 환경수용량을 추정하였고, 개체군 관리 모델로는 생물학적 기준점을 고려한 생물학적 허용어획량 (ABC)을 추정하였다. 이전 연구에서 수행된 생물군 그룹핑을 자가구성법 (self-organizing mapping, SOM)을 적용하여 과

학적인 근거에서 그 적합성을 검증하였고, 생태계 모델의 입력파라미터를 직접조사와 어업자원조사결과 및 기 연구된 연구문헌을 토대로 추정하였다.

제 3 장 어장·자원 조성

제 1 절 잘피이식

바다목장해역에서 잘피 이식 및 잘피 생육지를 조사한 결과를 살펴보았다. 광량의 평균 변동범위는 0.1~87.7 Lux/sf였고, 수온의 평균 변동범위는 10.4~20.3℃이었다. 잘피의 형태학적인 특성을 살펴보면 자연생육 잘피의 평균 지상부 길이 범위는 60.2±4.3 ~ 121.5±10.5cm 이고, 평균 잎 길이 범위는 44.5±3.7~94.9±9.3cm로 나타났다. 이식된 잘피의 평균 지상부 길이 범위는 43.7±5.9~126.4±13.5cm 이고, 평균 잎 길이 범위는 30.8±3.6~99.4±10.4cm로 나타났다. 자연생육 잘피의 잎 생산성 범위는 13.6±0.7~38.4±3.6mg/sht/day이고, 잎의 상대성장 범위는 0.020±0.000~0.025±0.002g/g/day로 나타났다. 이식된 잘피의 잎 생산성 범위는 6.9±0.0~31.6±2.4mg/sht/day이고, 잎의 상대성장 범위는 0.021±0.001~0.033±0.002g/g/day로 나타났다.

어류군집 특성 조사결과, 조사기간 동안 출현한 어종은 총 5목 12과 14종으로, 출현한 개체수는 159개체, 생체량은 1,990g이 채집되었다. 그 중 솜뱅이목 어류가 6과 7종이 출현하여, 출현종수의 50.0%를 차지하여 가장 많이 출현하였다. 우점종으로 베도라치가 36개체가 출현하여 전체 개체수의 22.6%를 차지하여 가장 우점하였다. 계절별 양적변동은 조사기간 중 5월에 93개체로 가장 많이 출현하였고, 2월에는 15개체가 출현하여 가장 적게 나타났다.

제 2 절 해중립 조성

전남다도해형 바다목장 해역의 특성을 고려하여 지속적 해중립 조성 유도 및 조식동물의 식해영향을 받지 않도록 부류연승식 seedbank 모델을 개발하였다. seedbank의 시설 위치는 이식한 해조류 포자방출 및 부착과 관련하여 부착기질을 제공할 수 있는 인공어초와의 연계를 고려하여 안도 이야포에 시설된 다목적강제어초와 점보형강제어초 시설지의 중간지역으로 주변 암반지역과 가장 가까운 지점을 선택하여 방출된 포자의 부착율을 높일 수 있게 하였다. 또한 seedbank 내에 해중립 조성의 주된 대상종인 곰피, 감태, 다시마, 모자반 모조를 이식하고 해중립조성의 가능성을 조사한 결과, 감태와 곰피의 엽체 표면에는 다량의 부유물질 침착이 관찰되었으나 다시마 유엽의 성장은 탁월하여 연구해역 내에 해조장을 조성할 수 있는 가능성을 가장 크게 나타내었다.

seedbank 시설물과 인접한 암반생태계의 대한 서식생물상은 연체동물문에 속하는 종이 27종으로 가장 많이 출현하였으며 다음으로 절지동물문이 17종을 차지하였고 출현개체수는 절지동물문이 664개체로 가장 많은 수가 출현하였다. 해조류는 홍조류가 13종(총 580.9 wwg/m²)으로 가장 많이 출현하였다. seedbank 주변해역에서의 조식동물의 분포는

보라성게, 보말고둥, 밤고둥, 전복, 말뚝성게, 군소 등이 우점하고 있었으며 이중 보라성게의 분포밀도는 10~15 ind./m²로 주변 해조류 군집에 영향을 미칠 수 있는 분포량을 나타내었다. 보라성게의 구제방법으로는 직접 잠수에 의한 어획량이 평균 171.7 ind./10min으로 가장 높게 나타났다. 따라서 향후에는 조식동물의 포식압과 해조류의 재생산에 대한 연구가 진행되어 할 것이며 조식동물의 어획량 및 어획시기 등의 구체적인 연구가 필요하다고 사료된다.

제 3 절 인공어초

수산자원의 효율적인 조성과 이용·관리를 목적으로 추진하고 있는 여수바다목장화사업을 위해 다단식굴패각강제어초와 터널형강제어초를 개발하였다. 이들 2종 어초는 부착면적을 크게 하여 저서생물들의 서식공간이 크도록 고안하였고 구조는 용승효과 및 음영효과를 주어 은식처를 제공하여 어류의 높은 위집효과를 유도하였으며 외력에 의한 어초의 전도를 낮게 하여 니질 해역에서도 매몰 및 침하를 방지할 수 있도록 하였다. 터널형강제어초는 해양 레저산업의 개발과 접목시켜 어민의 소득증대를 목적으로 고안하였으며 해역의 여건에 따라서 인공어초의 크기를 조절하여 제작할 수 있도록 하였다.

인공어초의 배치계획에 대한 모델은 역Y형 배치와 Diamond형 배치 2가지 유형으로 연안과 외양을 연계토록 하여 감성돔 자원이 집중되지 않도록 하는 것과 생산성 향상을 위한 새로운 어장조성에 주안점을 두었다. 역Y형 배치와 Diamond형 어초군에 대한 시설은 모두 조류의 흐름과 직각이 되는 형태로 시설하는 것이 바람직하다고 사료되며 지금까지 시설된 인공어초와 대상생물의 이동 및 서식특성을 고려하여 어초대를 형성할 수 있도록 시설예정지를 설정하고 어류의 어초감지능력거리 및 수피의 이동경로나 생물적 조건조사로부터 대상어종의 계절적인 이동경로 등을 고려하여 결정해야 한다.

시험어초에 대한 어획효과를 비교, 조사한 결과, 어획된 어류는 총 1,109개체로 11목 37과 58종이 출현하였으며 이중 볼락이 305개체 출현하여 출현개체수의 27.5%로 가장 우점하였고 다음으로는 전갱이가 231개체로 20.8%, 망상어가 72개체로 6.5%를 차지하였다. 출현량으로는 볼락이 27,158.1g(24.6%)로 가장 많이 어획되었다. 어획된 어류의 개체수와 생체량에 있어서는 테트라포드와 자연초에서의 어획 개체수가 많은 것을 알 수 있었다. 시험어초에서는 다른 정점에 비해 낮게 나타났으나 단위 구조물에 대한 비교수치로 상대적인 효율성에 대한 평가는 경제성 등을 포함한 실질적인 어획효과에 대한 연구가 필요하다. 각 조사정점에서의 부착생물의 총 출현종수는 137종으로 이중 연체동물문이 59종으로 가장 우점하였으며 다음 절지동물문이 42종을 차지하였다. 출현 개체수는 다목적강제어초가 전체의 30.0%인 1,317 개체가 출현하여 가장 많았고 다음으로는 자연초 1,149개체(26.1%), 점보형강제어초 1,140개체(25.0%)의 순으로 나타나 인공어초의 부착생물의 종다

양성에 대한 기여도는 물론 먹이생물의 공급원으로서의 효율이 높은 것으로 판단된다.

제 4 절 방류용 건강종묘 생산

인공적으로 생산된 황점볼락은 성분화시 대부분이 암컷화 되어 방류 시 연안 자원조성에 있어 1세대에서 끝나는 단기 자원으로 남을 수 있고 또한 자연집단의 성비와 유전적 다양성에 문제점이 발생될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 방류용 황점볼락의 대량생산기술개발과 함께 황점볼락의 전 암컷화의 환경적인 요인으로 지적되고 있는 사육수온을 중심으로 성분화 시기와 성비를 조사하여 황점볼락의 인공종묘 생산 시 암수 성비의 조절 가능성을 제시하고자 실시되었다.

대량종묘생산

실험에 사용된 친어는 경남 남해에 위치한 종묘생산장에서 관리된 자연산, 양식산 황점볼락 친어를 확보하여 수정 전까지 해상가두리시설에서 관리하였다. 자연산, 양식산 친어의 합류시기에 따른 산출율을 조사하기 위하여 먼저 확보된 양식산 황점볼락 친어에 자연산 황점볼락 합류시기를 7~8월(A)과 10~11월(B)로 구분하여 합류시킨 뒤 산출한 어미를 계수하여 산출율을 조사하였다.

산출된 황점볼락 자어의 초기 적정 먹이생물계열을 조사하기 위하여 산출된 자어(평균전장 5.62 ± 1.47 mm)를 3개의 250 l FRP 사각수조를 A,B,C로 나누어 각각 500미씩 수용하여 60일간 A는 Rotifer(1~10일)+*Artemia* nauplius(5~20일)+배합사료(20~60일)를 B는 Rotifer(1~5일)+*Artemia* nauplius(3~10일)+배합사료(10~60일)를 C는 배합사료(1~60일)를 각각 공급하였으며, 전장과 생존율을 산출하였다. 초기먹이생물 영양 강화효과를 조사하기 위해 10일간 *Chlorella ellipsoidea* 만 공급된 Rotifer(rotifer+*Chlorella ellipsoidea*, RC), 유지효모(오징어 간유 15%, 이화유지)로 12시간 영양 강화시킨 Rotifer(rotifer + ω -yeast, RY), 유효오일(Super Selco)로 4시간 영양 강화시킨 Rotifer(Rotifer+Super Selco, RS)를 공급하여, 생존율과 전장 및 평균체중을 조사하였다.

선별된 어미 수는 총 82마리였으며, 이중 산출된 어미 수는 총 27마리이었으며, 산출율은 32.93%이었다. A에서 선별된 어미는 총 70마리, 이중 산출된 어미 수는 26마리, 산출율은 37.1%를 나타내었고, B에서는 선별된 어미 수가 총 12마리, 1마리만이 산출하여, 산출율은 8.3%를 나타내었다. 초기 먹이계열에 따른 생존율에서는 69.6, 45.8, 11.0%를 나타내어, A가 가장 높은 생존율을 나타내었으며, 산출자어의 평균전장은 5.62 ± 1.47 mm이었으며, 산출 후 60일에는 34.76 ± 6.04 , 26.53 ± 2.76 , 16.55 ± 4.77 mm를 나타내어, A구가 B, C에 비해 높은 전장변화를 나타내었다. 초기먹이생물중 Rotifer 영양강화에 따른 생존율은 C가 45.7%로 나타내었으며, A,B가 각각 39.8, 20.1, 45.7%를 나타내었다. 전장에서 C가 6.20 ± 0.85 mm로 나타내었으며, B, A가 각각 6.19 ± 0.68 , 6.09 ± 0.71 mm를 나타내었다. 평균중

량에서도 C가 3.8 mg로 가장 높았고, A와 B는 3.5, 3.4 mg을 나타내었다.

방류용 인공종묘의 성결정요인 조사

황점볼락 종묘의 생산지별 성비조사를 위해 경남 남해에서 2006년에 1월에 생산된 황점볼락과 2007년에 1월에 전남 여수 돌산 금봉(A)과 죽포(B)에서 생산된 황점볼락의 성비를 조사하였다. 또한, 수온구간별(15, 20, 25℃) 성 분화 시기와 성비를 조사하기 위해 사용된 황점볼락 자어는 수온구간은 초기 15℃를 기준으로 하여, 20, 25℃로 5℃간격으로 2반복을 설정하였으며, 황점볼락의 생식소 분화 및 발달과 성비를 조사하기 위하여 치어기까지의 개체들은 5% 중성포르말린에 고정하여 5% 중성포르말린에 고정하였으며, 고정된 샘플은 전장, 체장을 측정하였고 수세 후 성분화 시기 조사를 위해 해부하여 생식소를 적출하여 조직학적 분석을 실시하였다.

남해와 여수A,B에서 채집된 황점볼락의 전장은 8.4~10.3 cm였으며, 이중 채집된 모든 개체는 암컷으로 판별되었다. 각 수온구간별 체중 및 전장, 체장 변화에서는 90일 이후부터 크게 차이를 보이기 시작하여 136일에는 3.83±0.89, 2.14±0.51, 1.10±0.25 g을 나타내, 15℃가 0.5~2배의 증중량을 나타내었다. 전장과 체장의 변화에서도 90일 이후부터 급격한 차이를 나타내어, 산출 후 137일된 치어의 전장은 15, 20, 25℃가 각각 63.17±5.55, 49.83±4.30, 41.37±2.62 mm를 나타내었고, 체장에서는 각각 54.64±9.39, 41.66±3.58, 34.02±2.91 mm를 나타내어, 체중변화와 비슷한 결과를 보였다.

산출 후, 수온 15℃에서 사육된 황점볼락의 성분화 과정에서 시원생식세포는 산출 후 1일된 개체에서 시원생식세포는 등쪽 체벽 아래의 흑색세포들이 밀집된 결체조직상의 하방에 위치한 불투명한 결체조직에서 확인되었다. 산출 20일 경에는 시원생식세포와 함께 체세포들이 증가된 부위에서 생식세포들이 무리지어 나타났다. 산출 25~35일된 개체들은 결체조직상 대신 주로 체세포들로 이루어진 초기생식소의 형태를 갖추게 된다. 산출 후, 40일 경과된 개체에서는 유사분열상이 뚜렷한 생식세포들이 확인되었으며, 산출 후, 50~55일 경과된 개체들에서 두꺼운 외막과 내강이 형성된 초기 난소구조가 확인되었다. 산출 75일 전후의 개체들에서는 난소의 구분이 뚜렷한 개체들과 외막과 내강이 형성되어 있으면서 정소소엽 구조를 가지는 개체들이 확인되었다. 수온 15℃에서 110일 사육된 황점볼락의 생식소 발달상은 개체에 따라 다양하게 나타났다. 암컷의 경우에는 초기난모세포를 가지는 난소와 호산성 난모세포들로 채워진 난소가 확인되었다. 수컷의 경우에는 정소소엽구조들로 채워진 정소, 정소소엽을 가지는 *intersex type*과 정소소엽과 약한 호산성의 염색성을 나타내는 일부 초기난모세포들이 산재한 *intersex type*이 확인되었다. 그리고 정소소엽과 정원세포, 정모세포, 정세포로 채워진 조직상에 다수의 난모세포들이 존재하는 *intersex type*과 생식소 조직내에 일부 정모세포 또는 정세포들과 난모세포들이 대부분을 차지하는 *intersex type*이 관찰되었다. 수온 20℃에서 110일 사육된 황점볼락에서는

18개체 가운데 8개체로 44.4%의 intersex가 확인되었는데, 이 가운데 정소조직이 우세한 개체 수는 7개체였으며, 1개체에서는 난소조직이 우세하였다. 수온 25℃에서 110일 사육된 황점볼락에서는 37.5%의 intersex 개체가 확인되었는데, intersex의 대부분은 난소조직이 우세한 경향을 보였다.

수온 15℃에서 140일 경과된 황점볼락에서는 12개체 가운데 6개체의 intersex가 확인되었는데, intersex의 대부분은 난소조직이 우세한 경향을 보였다. 수온 20℃와 25℃에서 140일 경과된 황점볼락에서는 각각 33.3%와 18.2%의 intersex가 확인되었는데, intersex가 확인된 모든 개체에서의 생식소에서는 난소조직이 우세한 경향을 보였다.

수온구간별 성비에서는 산출 후 110일 경과된 개체들에서 15℃의 경우, 성비는 1:2.60 (암:수)으로 수컷의 비율이 높았다. 하지만, 20℃와 25℃의 경우에 성비는 각각 1:0.64와 1:0.46으로 암컷의 비율이 높았다. 하지만, 산출 후 140일 경과된 개체들에서 15℃의 경우, 성비는 1:0.50 (암:수)로 암컷의 비율이 높았으며, 20℃와 25℃의 경우에도 모두 암컷의 비율이 높았다.

제 5 절 음향순치 실효역 적용

음향급이기 주변해역의 수중 소음과 음향급이기 순치음원의 유효 음파전달 범위를 측정하였으며, 소형 및 중형 감성돔의 실효역 적용 가능성 파악을 위하여 중간 단계로 순치효과를 조사하였다. 음향급이기 시스템을 CDMA 방식으로 전환한 후, 2007년 5월 중순부터 현재까지 음향 순치를 실시하고 있다. 연구 결과, 음향급이기 음원의 유효 음전달 거리는 약 800 m 였다. 3개월간 음향 순치 과정을 거친 소형 및 중형 감성돔을 실효역에 방류하여 과학어탐, 측면주사 소나, 음향 텔레메트리, 자망 조사를 이용하여 실효역에서 음향 순치 효과 조사를 실시하였다. 실효역 방류 결과, 소형 및 중형 감성돔 모두 방류 24시간이 경과한 후에 음향급이기 주변에 분포하는 것으로 보아 실효역 방류 후 초기 단계에는 음향순치 효과가 나타나는 것으로 보인다. 현 음향급이기 시스템을 연속적으로 운용하여 실효역에 방류된 소형 및 중형 감성돔의 지속적인 음향순치 효과 검증이 필요하다.

제 6 절 방류효과

2006년 전남 다도해형 바다목장화 연구사업에서는 감성돔 79만마리, 돌돔 20만마리, 황점볼락 10만마리, 볼락 12만마리, 전복 10만마리 및 해삼 10만 총 141만마리가 방류되었으며, 2006년 12월 - 2007. 1 사이에 안도 이야포 연안에 방류된 감성돔, 돌돔, 황점볼락 및 전복을 대상으로 방류효과를 조사하였다.

수온이 내려가기 시작하는 시기에 방류된 감성돔과 돌돔 종묘는 방류직후 2 - 3일 이내에 신속하게 주변해역으로 확산되어 나가며, 수온이 내려감에 따라 보다 따뜻한 해역으

로 이동하나, 이듬해 다시 수온이 상승하여도 방류해역으로 되돌아오지 못하는 것으로 생각된다. 한편 연안정착성인 황점볼락은 방류지역에서 월동하는 것으로 나타나 안도해역에서 가장 적합한 자원조성 대상종으로 나타났다.

전복치패 방류는 초기 방류 밀도는 15개체/m² 이하로 은신처와 먹이생물량이 있는 곳에 저녁 무렵에 방류하는 것이 가장 바람직하다. 방류산 전복은 실험수조 양성에 비하여 성장이 양호하다.

제 7 절 대상생물의 생태 및 행동연구

수중구조물에서의 출현 양상 및 행동

볼락: 안도의 0세 볼락들은 겨울철에 갯생이모자반 숲에서 서식하며 인공구조물와의 관계에서는 초삼서 연안에 설치된 석탑형 어초 들 주위에서 볼락 떼가 확인되었다. 볼락의 행동 패턴을 보면 저수온기에는 자연산 암반의 좁은 틈바구니에서 서식하는 개체가 많으며 수온이 상승함에 따라 얕은 암반의 주위나 수중구조물 주위에 군집하는 양상을 나타내었다.

감성돔: 방류 된 10cm 전후의 감성돔들은 크고 작은 무리를 지어 마을 앞 연안과 잘피밭, 암초지대 주위, 선착장 부근의 얕은 수심대에서 떼를 지어 유영하면서 성장하며, 안도(이야포) 실험인공어초의 하단부에서도 수백마리의 감성돔이 확인된바 있다. 그러나 구조물과의 상관 관계는 뚜렷하지 않다. 0-1세의 어린 감성돔들은 수온이 높은 여름철에는 해역의 10m 이심 연안역에서 주로 떼를 지어 성장하다가 성장하면서 점차 깊은 곳으로 이동해 가고, 3세 이상인 30-50cm 급은 대개 수심 15-30m 수심대에 머문다.

서고지 연안의 신 구조물에서의 출현 및 행동

안도 서고지의 남단 수심 20-25m 수층에 인위적으로 만들어진 수중 암반, 수중 방파제를 연계한 인공어초어장에서 현지 방파제나 자연석 어장에서와 유사한 감성돔과 볼락의 행동을 관찰할 수 있었는데 감성돔은 2006년 12월부터 2007년 3월까지의 저수온기 동안 4회 조사에서 3회에 확인됨에 따라 이 종이 이 동안 이 어장에 머물고 있었던 것으로 판단된다.

대상종의 이동

2006년 12월 12일과 2007년 1월 21일에 이야포 부근 (R1)에 방류한 음향표지어 (음향표지를 부착한 감성돔) 13마리 중 Tag No. 2428과 2431은 방류지점에서 1개월 이상 체류하였지만, 나머지 음향표지어 11마리는 체류기간이 1개월 미만이거나 다른 곳으로 이동하여 체류하는 경향을 나타내었다. 하지만 대부도 부근 (R2)에 방류한 음향표지어 12마리 중 1개월 이상 체류한 음향표지어 8마리의 체류장소를 비교하면, Tag No. 2421과 2423을

제외한 나머지 6마리는 방류지점에서 주로 체류하는 경향을 나타내었다. 음향표지어 중 Tag No. 2418, 2425, 2440은 안도 주변에서 6개월 이상 체류하는 것으로 나타났다. 2007년 5월 9일에 안도에 설치된 중간육성장 부근에 방류한 양식산 음향표지어 6마리는 방류 후 20일 이내에 모두 사라졌다. 음향표지어 중 Tag No. 2434는 방류지점에서 약 2.5 km 떨어진 대부도 가두리 부근에서 2007년 5월 25일까지 체류하였다가 사라졌으며, Tag No. 2435와 2436은 방류 후 1일만에 방류지점에서 약 2 km 떨어진 동고지 부근에서 발견되었다. 전남 다도해형 바다목장 해역내의 안도 주변에 3개월 이상 체류하였던 음향표지어 중 Tag No. 2418, 2425, 2440을 제외한 나머지 음향표지어들은 대부분 4~5월경에 안도 주변을 빠져나가는 경향을 나타내었다.

음향표지어 Tag No. 2417과 2423은 금오도 동쪽 해안을 따라 이동하는 경향을 나타내었고, 방류지점에서 각각 7.7 km, 3.2 km 떨어진 부근에서 발견되었다. 음향표지어의 신호가 탐지되는 곳은 모두 테트라포드 부근이었다. 2007년 7월 7일 여수 해안 부근에서 음향표지 신호가 탐지되었으나 표지번호 (Tag No.)는 식별되지 않았다.

음향표지어는 사리 때 12시간 주기로 유영수심이 얕아졌고, 조급 때는 24시간 주기로 유영수심이 알아지는 경향이 나타났다. 또한 2007년 1월의 일출과 일몰 시간이 각각 7시 36분, 17시 30분이었으므로 주로 일출 2~3시간 전과 일몰 때 음향표지어의 유영수심이 주기적으로 알아지는 경향이 나타났다. 방류 후 1개월 이내에는 음향표지의 송신출력이 높을수록 탐지횟수가 높게 나타났지만 방류 1개월 후에는 송신출력이 낮을수록 탐지횟수가 높은 것으로 나타났다.

제 8 절 자원조사

어구조사

목장화사업으로 인한 해양생태계의 변화에 파악하기 위해 여수 연안에서 실시되어지고 있는 3가지 어구(통발, 삼중자망, 정치망)를 이용하여 출현종, 출현량, 우점종과 어구별 어획량을 조사하였으며, 감성돔의 연령과 성장을 조사하여 자원량을 파악하였다.

어구별로 살펴보면, 통발에서 총 7목 18과 38종의 어종이 채집되었으며, 금오도 연안에서는 29종 272개체 10,570.6g이 채집되었으며, 안도 연안 통발에서는 30종 200개체 10,668.6g이 채집되었다. 주요 우점종은 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 볼낙(*Sebastes inermis*)이었다. 삼중자망에서 어획된 어류는 총 7목 26과 42종이 채집되었으며, 금오도 연안에서 33종 200개체 28,487.8g이 채집되었으며, 안도 연안에서 27종 130개체 31,246.1g이 채집되었다. 주요 우점종은 도다리(*Pleuronichthys cornutus*), 볼낙(*Sebastes inermis*), 문치가자미(*Limanda yokohamae*), 각시서대(*Pseudaesopia japonicus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 양태(*Platycephalus indicus*)였다. 정치망에서 어획된 어류는 총 9목 38과 62종이 출현하였으며, 총 62종 553개체 67,057.4g이 채집되었다. 우점종은 가라지(*Decapterus*

maruadsi), 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 전어(*Konosirus punctatus*)였다.

감성돔의 산란기는 3~7월로 나타났으며, 주산란기는 5월이었으며, 감성돔의 체장과 비늘경 사이의 관계는 $L=3.7956R+0.8294$ 의 관계식을 보였다. 역추정한 연령별 체장의 평균값으로부터 von Bertalanffy의 성장식을 계산한 결과는 $L_t = 54.48 (1-e^{-0.15(t+2.95)})$ 였다. 이들 식으로부터 구한 이론적인 극한 체장은 54.48 cm였으며, 성장계수는 0.15 /yr로 산정되었다.

감성돔의 생산율은 0.2968/year로 나타났으며, 이를 근거로 순간전사망계수는 1.2146/year로 계산되었으며, 순간자연사망계수는 0.5857/year이었으며, 순간어획사망계수는 0.6289/year로 추정되었다. 이를 근거로 자원량을 추정한 결과 29.73(t)로 나타났다.

어탐조사

전남바다목장 해역의 어류 자원에 대한 공간 분포 및 음향 정선내 자원량 추정을 위하여 음향 자원 조사를 실시하였다. 음향 조사는 2006년 12월, 2007년 3월, 6월에 광역 조사를, 2007년 7월에 소규모 집중 조사를 걸쳐 실시되었다. 약 50 mile의 거리를 40 개의 음향 정선으로 구성한 후 200 kHz 분할빔을 사용하여 음향 조사를 실시하였다. 어류의 공간 분포 및 밀도 추정은 음향 신호의 후방산란 단면적 계수를(ESDU : 0.1 mile), 존재하는 개체수는 현장 음향 산란강도 값을 이용하였다. 계절적인 분포 특성을 전체적으로 정리하면 전남 바다목장 해역에서 어류의 주된 분포지는 동쪽 연안 지역으로 나타나고 있었으며, 하계 시기로 접어드는 6월에 이르러서야 목장 해역으로 어류가 본격적으로 유입됨을 알 수 있었다. 특히, 안도 부근의 남동 해역은 계절에 무관하게 전체 바다목장 해역에서 어군 반응이 가장 크게 나타나는 지역으로 나타나고 있었다. 계절별 개체수를 보면 동계 시기에 가장 작은 개체수가 탐지되었고, 하계 시기로 접어들면 동계, 춘계 시기에 비해 15배나 많은 어류 개체수가 탐지되었다. 6월 조사에 탐지된 어류의 개체수는 치어부터 성어까지 고려하면 중층에서는 53,400 여 개체가, 저층에서는 33,000 개체수가 탐지되었다.

잠수조사

잠수조사는 바다목장 해역 내의 주요 수산자원의 현황과 변화를 추적하기 위해 실시하였으며, 바다목장의 가운데에 위치한 안도 주변 자연 암반과 수중구조물에서 4개 정점을 정하여 출현 어종과 자원량 조사를 하였다. 수중구조물은 금오도와 소리도에 시설한 세라믹어초와 안도 이아포에 시설한 두가지 형태의 실험어초를 대상으로 하였다.

안도 자연 암반에서 확인된 어종 수는 총 41종으로서, 조사 년도별 ,시기별로는 2003년 6월에 25종, 2004년 1월에 12종 및 2004년 6월에 22종, 2005년 6월에 27종, 2006년1월에 6종(정점 C; 이아포만 입구), 2007년 6월에는 13종(정점 C; 이아포만 입구)으로 수온의 변화에 따라 어종수의 차이가 많았다. 정점별로는 안도의 북쪽에 위치한 정점 A에서 27

종이 관찰 되어 가장 많았고 안도 서남쪽 끝의 정점 B에서 20종이 확인되어 가장 적었다. 어종별로는 미역치, 볼락, 쥐노래미류, 자리돔 및 놀래기류는 계절이나 정점에 상관없이 정착하여 확인되었고, 붉바리, 참돔 등의 어종들은 한 군데서만 조사되었다.

소리도 세라믹어초와 금오도 세라믹어초에서의 조사에서는 2 - 18종의 어류가 관찰되었고, 정착성 어종들은 개체수가 적었다. 그리고 수온이 상승하면서 어종수가 증가하는 전형적인 온대 해역의 특징을 보였다.

정치어구조사

전라남도 여수시 안도 연안에 위치한 이각망과 정치망 어장을 이용하여, 2006년 11월부터 2007년 7월까지 매월 조사를 실시하였다.

그 결과, 이각망에 의해 채집된 어류는 총 8목 30과 40종으로 총개체수와 총생체량은 각각 1,852개체, 293.60kg이 채집되었다. 그 중 농어목과 쏜뱅이목 어류가 26종으로 전체 출현종수의 65%를 차지하여 가장 우점하는 목들로 나타났다.

정치망에 의해 채집된 어류는 총 9목 32과 42종으로 총개체수와 총생체량은 각각 313,672개체, 2,028.045kg이 채집되었다. 그 중 농어목과 청어목, 가자미목, 복어목 어류가 32종으로 전체 출현종수의 76.2%를 차지하여 가장 우점하는 목들로 나타났다.

난자치어 출현 양상

여수해역 바다목장 대상어류인 볼락은 태생어로 암초성 어류의 대표종이다. 여수해역 자치어 출현시기는 12월에서 다음해 4월까지이며 주 출현시기는 2-3월로 판단된다. 황점 볼락도 태생어로 암초성 어류이며 자어의 주 출현시기는 2-3월로 판단된다. 성어는 가을철에 종 다양성이 높다. 최근 여수해역에 아열대 어종이 많이 출현하고 있어 어류서식환경에 대한 장기적 모니터링이 필요하다고 생각된다.

제 9 절 자원특성 비교

유전 특성

여수 바다목장 해역 내 어류 방류사업으로 인한 방류해역 내 유전자 pool의 변동 여부를 조사하기 위하여 방류대상 어종인 감성돔의 방류집단 및 자연집단과 타지역 양식집단의 유전적 다양성을 비교분석하였다. 감성돔 미토콘드리아 DNA의 조절영역을 분석하였고, microsatellite marker를 이용하여 감성돔 집단의 유전적 다양성을 조사하였다. 미토콘드리아 DNA 조절영역을 PCR-RFLP 분석하여 얻은 haplotype을 근거로 계산한 유전적 다양도는 방류집단과 자연집단 및 양식집단간 뚜렷한 차이는 없었으며 ($p>0.01$), 5개의 microsatellite loci를 분석한 결과 역시 차이는 발견되지 않았다. 방류집단과 자연집단 및 양식집단은 가까운 유전적 거리를 보여주었으며, 유전적 다양도 또한 유사하였다.

전남바다목장사업의 해중림 조성을 위해 이식되는 대형 갈조류 역시 자연집단의 유전자 교란을 야기 시킬 수 있다. 즉, 해중림 조성사업은 대상 생태계의 물질 흐름을 극대화시킬 수 있는 기능성 종의 종묘를 생산하고, 이를 각 종 시설물에 이식하여 대규모 군락을 형성토록한 후, 이들로부터 포자가 방출되어 새로운 개체군이 주변해역으로 확산토록하는 것이다. 이 경우 이식된 집단의 유전자는 자연집단의 유전자에 영향을 미치게 되는데, 만약 이식된 집단의 형태 및 성장특성 등과 같은 개체군 생태학적 파라미터와 이 파라미터를 지배하는 유전적 구조가 자연집단과 현저히 다를 경우 이식사업자체가 하나의 생태계 교란으로 작용할 수 있다. 전남바다목장사업의 경우 해중림 조성을 위해 적합종의 하나라고 판정된 곱피(*Ecklonia stolonifera*)를 대상으로 실내종묘생산을 실시하고, 이를 목장해역의 중심부인 안도주변에 이식한 바 있다. 이식된 곱피는 편의상 통영바다목장해역에서 채집된 어미해조로부터 종묘생산과정을 거쳐 발달한 것으로 전남목장해역의 곱피와는 개체군 생태학적 파라미터와 이 파라미터를 지배하는 유전적 구조에 있어 차이가 없을 것으로 예측되었다. 그러나 향후 바다목장사업이 확대되어 대규모 이식사업이 실시될 경우, 종묘가 반드시 통영 및 전남바다목장해역의 어미해조로부터 생산될 것이라는 보장이 없기 때문에 이들로부터 유래되는 생태계 교란을 예방하기 위해서는 우리나라 여러 곳에 분포하는 곱피의 개체군 생태학적 파라미터와 유전구조가 선행적으로 분석되어야만 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 일차적으로 우리나라 여러 곳에 분포하는 곱피의 형태와 유전구조를 분석하여 이 두 요소간의 상관을 검토하였다.

생리 특성

감성돔 방류산(14.9 ± 1.3 g)과 자연산(15.7 ± 1.5 g)의 수온별 대사율 변화를 조사하기 위해 수온(15, 20, 25°C)에 따른 산소 소비율을 측정하였다. 15°C, 20°C 그리고 25°C에서 감성돔 방류산의 시간당 평균 산소 소비율은 각각 492.2 , 778.0 그리고 1073.4 $\text{mg O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 였고, 자연산은 각각 490.5 , 772.3 그리고 1063.9 $\text{mg O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 였다. 감성돔 방류산과 자연산 모두는 수온 증가에 따라 산소 소비율은 유의적으로 증가하였지만($P < 0.001$), 각 수온별 방류산과 자연산 사이에는 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$).

제 4 장 바다목장 이용·관리

본 연구는 여수 해역의 특성이 반영된 합리적 바다목장 이용·관리체제를 구축하는데 목적을 두었다. 이러한 목적을 달성하기 위해 목장해역 이용실태 분석, 목장해역 관리체제 확립, 목장해역 관리조직 구성 3가지 세부분야에서 연구가 이루어졌다.

(㉠) 바다목장 해역 이용실태를 보면, 바다목장 해역은 타지역의 바다목장에 비해 매우 넓고 다양한 업종이 바다목장 해역에서 조업하고 있을 뿐만 아니라 낚시객의 활동도 활발하다. 이러한 해역 자체의 광범위성, 이용자의 복잡 다양성이란 특성을 고려하여 합리적인 바다목장 관리이용시스템을 구축할 필요가 있다.

(㉡) 바다목장 해역관리체제 확립을 보면, 수산자원관리수면의 지정은 2005년의 제3안을 개선한 수산자원관리수면 제4안이 최종안으로 채택되었다. 그리고 제4안의 수산자원관리수면을 대상으로 이용실태를 고려하면서 자원관리, 조업질서와 관련된 내용을 어업인, 지자체, 연구진간에 협의한 결과 관리이용 규정(안)이 도출되었다. 주요내용은 어장이용자, 이용자 준수사항, 체장제한, 어구제한, 자원조성 시 조업규제, 유어관리 등을 담고 있다.

(㉢) 바다목장 해역관리조직의 구성에서는 실제 바다목장 관리이용 주체인 자율관리위원회와 지원조직인 관리이용협의회를 각각 구성하였다. 자율관리위원회는 23개의 어촌계장을 중심으로 4개 권역의 지부로 나누어 구성하였다. 관리이용협의회는 수산자원관리수면이 공식적으로 승인되면 공식적으로 구성된다.

이상과 같이, 여수바다목장은 불완전하지만 수산자원수면의 지정안, 수산자원관리수면 관리이용 규정안이 제시되었고, 관리이용협의회와 자율관리위원회의 구성이 이루어짐으로써 이용·관리체계가 확립되었다고 평가할 수 있다. 앞으로 여수 해역의 특성이 반영되도록 이용·관리체제의 수정 보완이 필요하다.

여 백

부 록

영문요약

시설·방류 현황

SUMMARY

I. Title of the Study

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

II. Significance and Objectives of the Study

A growing human population and its demand for fishery products are placing numerous pressures on the aquatic environment. As a result, marine ranching is currently receiving attention as a means to restore or increase production from marine and coastal fisheries. To start marine ranching, information is needed on the status of the fishery, reasons for its decline (or the reason that marine ranching is being proposed), genetic structure of the ranched species and any closely related wild stocks with which it may interact, the resource base and carrying capacity of the environment, the expected returns from the ranching program and the expected beneficiaries. In addition, careful planning, evaluation of potential impacts on both the biological and human communities and establishing a means to monitor the actual impacts are all necessary prerequisites.

The Jeonnam Archipelago Marine Ranching Program started in 2001 to improve fish habitats, produce early life-history stages of target species (e.g. black sea bream, rock fishes and abalone) in hatcheries for eventual release into the habitats and to increase fish production from the ranching area. Our missions are to monitor the physicochemical environment, document the topography, estimate the production of all marine biota, measure the carrying capacity using an ecosystem model based on the ecological interactions between the biota, improve fish habitats by deploying various types of artificial reefs and constructing marine forests, develop the techniques for seed production and release, monitor the variation in the population size of the target species and related species, and to assess the expected returns and beneficiaries.

The actual purpose of the program is to provide scientifically reliable information to the government officers who will start responsible approach to the marine ranching in this area.

III. Contents and Scope of the Study

Improvement of Habitat

- Marine environment and biological survey
- Construction of ecological structure (development and application of model)
- Development of algal forests
- Artificial reefs (improvement and arrangement of reefs)

Annexation of Fish Stock and Management

- Mass production of seeds
- Acoustic conditioning of Black sea bream
- Behavior pattern against specific structure
- Releasing effects and migration
- Standing stock
- Genetic and physiological characteristics

Utilization and Management of Marine Ranch

- Utilization of the marine ranching site
- Establishment of a management system
- Organization of management bodies

IV. Results

Characteristics of Marine Ecosystem

Marine Environment

To investigate the water quality and sediment property including the characteristic of water movement in study area, Seasonal hydrographic survey were carried out at 3 stations for 24 hours on Nov., 2006, Feb. and May, 2007. The observed data from current meter show that the water movement in the study area is dominated by strong tidal current due to semidiurnal tide and the responses of water quality parameters to tidal phase have reasonable correlation. According to the seasonal observation data at each stations, Temporal and spatial variation of water quality parameters on May, 2007 are greater than ones on Nov., 2006 and Feb., 2007, while temporal variability is greater than spatial one. These results show that the variability of oceanographic condition in study area are correlated with the periodic water

movement. therefore, it is necessary to analyze the time series data of short and long-term as well as spatial distribution, in order to fully understand the water quality condition in study area. Sediment properties, COD, TIL and AVS, in study area have higher values compare with observed data on Nov., 2005.

Community structure

Microbe

Cell number of *Vibrio* spp. inhabiting the surface and bottom sea water harvested from the 9 stations Jeonam Archipelago Marine Ranching Ground in 2006~2007 was examined. Species composition of population and dominant species of *Vibrio* spp. population were analyzed as well.

The largest number of *Vibrio* spp. was detected in summer (June, 2007) among the 4 seasons in that the surface and bottom sea water samples harvested in the summer were contaminated with 5.4~93.2 cfu · mL⁻¹ and 1.0~53.1 cfu · mL⁻¹ of *Vibrio* spp. respectively. In winter(January, 2007), *Vibrio* spp. was not detected at all except that 0.2 cfu · mL⁻¹ of *Vibrio* spp. was analyzed out in the surface sea water sample collected from one of the 9 stations. Cell numbers of *Vibrio* spp. were 0~11.9 cfu · mL⁻¹ and 0~8.3 cfu · mL⁻¹ respectively in the surface and bottom sea water samples retrieved in spring(April, 2007) and the corresponding sea water samples harvested in autumn(November, 2007) were contaminated with 0.1~21.4 cfu · mL⁻¹ and 0~2.9 cfu · mL⁻¹ of *Vibrio* spp. respectively.

Comparison of the cell number of *Vibrio* spp. in the surface and that in the bottom sea water of the Jeonam Archipelago Marine Ranching Ground disclosed that 7.7 times more *Vibrio* spp. were found in the surface sea water than in the bottom sea water in November, 2006. In April and June, 2007 respectively, 1.5 and 1.6 times higher number of *Vibrio* spp. were detected in the surface sea water than in the bottom sea water. Dependence of the cell number on the location of the sampling stations revealed that higher number of *Vibrio* spp. was detected in all the 4 seasons from the station 8 than from the other stations. The stations 4, 5 and 6 near Geumo island where the marine ranching facilities were installed and the station 9 next door to the shore locating at the northern area of Gamag bay were contaminated with almost identical number of *Vibrio* spp.. In contrast, fewer number of *Vibrio* spp. were detected from the station 1 locating at the southern area of Sori island far away from the shore as well as from the station 2 and 3 situating at the western and southern

area of Geumo island than from the other stations.

Species composition of population was found to be *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* and *V. cholerae* non-01 among which *V. parahaemolyticus* and *V. alginolyticus* were detected in all the 4 seasons and were proved to be dominant species. *V. alginolyticus* was detected from several stations even in the winter season and therefore this strain was thought to be less temperature dependent than the other *Vibrio* spp..

Plankton

The observations on the seasonal fluctuations of phytoplankton community and phytoplankton biomass in marine ranching area of Chonnam were carried out from November 2006 to May 2007. A total of 60 species representing 41 diatoms, 15 dinoflagellates, 2 silicoflagellates, and 2 other flagellate species were identified from the phytoplankton community in the marine ranching area of Chonnam. The majority of phytoplankton species was in the diatom group all the year round, and in the dinoflagellates group in the increasing water temperature season. Densities of the phytoplankton cell number in surface layer by the samples of marine ranching area of Chonnam ranged from $0.8 \times 10^3 \text{ cells/L}$ to $7.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ with mean value of $3.5 \times 10^3 \text{ cells/L}$ in November, from $7.4 \times 10^3 \text{ cells/L}$ to $54.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ with mean value of $20.0 \times 10^3 \text{ cells/L}$ in January, from $2.4 \times 10^3 \text{ cells/L}$ to $94.0 \times 10^3 \text{ cells/L}$ with mean value of $31.8 \times 10^3 \text{ cells/L}$ in March and from $1.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ to $23.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ with mean value of $7.7 \times 10^3 \text{ cells/L}$ in May. Little variation in the species number and standing crops between the surface and 10m layer reflected the upper water column was well mixed. Seasonal succession of dominant species in marine ranching area of Chonnam occurred diatoms, *Paralia sulcata* and *Skeletonema costatum* in November, *Skeletonema costatum* and *Paralia sulcata* in January, *Eucampia zodiacus* and *Skeletonema costatum* in March, and *Paralia sulcata* and *Bacillaria paxillifera* in May. Chlorophyll *a* concentration with mean value of surface layer was fluctuated between $1.04 \mu\text{g/L}$ in November and $5.60 \mu\text{g/L}$ in May. Biomass such as wet weight of phytoplankton Chonnam ranged from 1.32 to 1.45 g/L with mean value of 1.37 g/L in November, from 1.27 to 1.39 g/L with mean value of 1.33 g/L in January, from 0.21 to 0.72 g/L with mean value of 0.50 g/L in March and from 0.71 to 0.96 g/L with mean value of 0.80 g/L in May. Marine ranching areas was effected by various water mass, such as, Tsushima warm current, Yellow Sea bottom cold water, coastal waters of Chinese

continent and coastal waters of Korean continent in seasonally. Especially, it was marked in summer, while very mixed in winter. Therefore, the potential primary production by chlorophyll *a* concentration was very high in all year round.

Zooplankton were vertically sampled with a Norpac net from the Marine Ranching Area of Chonnam in November 2006 and January, March, and May 2007. Abundance of zooplankton are spacio-temporally very variable in a range of 238~11,790 ind./m³. The dominant species are seasonally as follows: *Paracalanus parvus* s. l., *Paracalanus aculeatus*, *Oithona* spp., and *Corycaeus affinis* in November 2006; *P. parvus* s. l., *Acartia omorii*, *O. spp.*, and *C. affinis* in January 2007; *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*, and *A. omorii* in March 2007; *P. parvus* s. l., *A. omorii*, *O. spp.*, *C. affinis* in May 2007. Wet weight of zooplankton was the highest on November and the lowest on May. Species diversity was the highest in March 2007, and the lowest in May 2007. In March 2007, the high abundance and low species diversity may be caused from high abundance of *N. scintillans*. This study area can be divided into two or three station groups: the northern part of Geumodo (A), around Sorido (B), station 18 (C) in Noveber 2006 and in January 2007; the northern part of Geumodo (A), and the southern one (B) in March and May 2007.

Benthic animal

In this study, the macrobenthic community was composed of 464 species. Total abundance of macrobenthos was 205,630 inds./60m² (average 3,427 inds./m²), and the biomass was 8,992.659 g/60m² (average 149.878 g/m²). Number of species, biomass in winter and densities in spring were higher than any other season.

The dominant species was *Homalopoma* sp. by abundance, and the dominant species was *Schizaster lacunosus* by biomass. In comparison with diversity index and number of species between seaweed habitat and subtidal area, diversity index was measured a higher value in the subtidal area. But number of species was measured a higher value in the seaweed habitat.

Temporal variations of biological parameters and diversity of marcobenthos were monitored in seven different stations during the survey period (2002-2007). We found that all values of the factors slightly decreased. However, the rate on the ebb and the shift of the density-based dominant species composition were not high enough to cause benthic communities to change significantly.

In the result of Principal Component Analysis, the macrobenthic community of the

study area was divided into three sub-groups. The Seagrass community was clearly distinguished from bare subtidal communities. According to Canonical Correspondence Analysis, water depth indicating presence of the seagrass vegetation, mud content and sorting value of sediment and the degree of oxygenation or reduction were the most important factors in controlling spatio-temporal patterns of the benthic community. During the last 2002 summer survey, the composition of dominant species was almost same and its density was not increased or decreased dramatically. Six species of polychaetes (*Tharyx* spp, *Cirrophorus armatus*, *Magelona japonica*, *Sigambra tentaculata*, *Lumbrineris cruzensis*, *Mediomastus californiensis*) were continuous dominant species.

The ISEP index functioned as a tool for assessing the degree of ecosystem health of the marine ranching area. Monthly and yearly averages of ISEP and grades were estimated, based on the samples from Jan. 2006 to May. 2007. The health condition of the survey area showed consistent change along time and the yearly grade was from B0 (Min.) to A+ (Max.).

The estimated secondary production of benthic animals varied widely among stations from 0.86 to 38.713 g AFDW/m²/y (an average of 12.469 g AFDW/m²/y). Upper parts of Geumodo and western part of Ando showed remarkable high production levels and seaweed habitat showed a slight higher value than the average of other areas, excluding the above mentioned highly productive areas. The estimated values and their spatial distribution patterns appeared to be very similar last survey (2005). During 2002-2005, the production has gradually increased, but it was slightly decreased with this time. Because this seems to be affected by the general decrease of important species and over all decrease in biomass.

To predict secondary production of benthic macrofaunal community in the marine ranching area, neural network analysis was performed to predict spatio-temporal biomass(log-transformed wet weight in g) based on biological diversity and environmental factors. Community biomass estimated in the study could be promptly converted into community production by using P/B ratio. Performance of the estimated neural network model was estimated; correlation between observed and predicted biomass(0.538 in training, 0.610 in cross-validation and 0.538 in testing data sets was highly significant (p<0.001). The result of sensitivity analysis showed that biological diversity(H'), sorting of sediment, seasonality, presence/absence of vegetation, and annual mean of water temperature, salinity and chl-a concentration were found effective in predicting the benthic community biomass in the marine

ranching area.

Fish

The present study was conducted to investigate fish larva and juveniles, fish fauna in coastal waters of Geumodo from November 2006 to July 2007.

During the study, the collected fish eggs were identified as belonging 7 species. The species collected *Engraulis japonicus*, *Konosirus punctatus*, *Sardinops melanostictus*, *Sillago sihama*, *Leiognathus nuchalis*, *Upeneus bensasi*, Gobiidae spp., Unknown spp.

The collected larvae and juveniles were identified into 13 taxa, 11 families, 2 orders, 862 ind./1,000m². The amount of appearance of juveniles had the first place accounted for 413ind./1,000m² in the July. On the other hand, it was appeared with a small amount 19 ind./1,000m² in November.

During the study, the collected fishes were identified 46 species, 30 families, 9 orders, and the number of appearance was 1,532 individuals. The most dominant orders were Perciformes, Scorpaeniformes, Clupeiformes and Pleuronectiformess which accounted for 87.0% of the total.

Ecosystem modelling

In this study, we conducted studies on the population enhancement model and population management model for the effective management of fisheries resources of the Jeonnam marine ranch. Also, we conducted grouping of species and the estimation of input parameters for the ecosystem modelling. Using population enhancement model, we estimated the optimum level for stock enhancement of target species, and carrying capacity of this species in this marine ranch. Furthermore, we estimated the allowable biological catch (ABC) that considers biological reference points. We verified the appropriateness of the grouping of the Jeonnam ecosystem using self-organizing mapping (SOM) and estimated input parameters of the ecosystem model through direct survey, result of fishery research and published references.

Habitat Enhancement

Seagrass transplantation

We surveyed research of seagrass abundance and seagrass transplantation in Archipelago Marine Ranching area. Underwater light ranges from 0.1 to 87.7 Lux/sf and

average temperature ranges from 10.4 to 20.3°C. Average shoot length ranges from 60.2±4.3 to 121.5±10.5cm and average leaf length ranges from 44.5±3.7 to 94.9±9.3cm in this study. Transplantation experiments with average shoot length ranges from 43.7±5.9 to 126.4±13.5cm and average leaf length ranges from 30.8±3.6 to 99.4±10.4cm, respectively.

Average leaf production ranges from 13.6±0.7 to 38.4±3.6mg/sht/day and average leaf relative growth ranges from 0.020±0.000 to 0.025±0.002g/g/day in this study. Transplantation experiments with average leaf production ranges from 6.9±0.0 to 31.6±2.4mg/sht/day and average leaf relative growth ranges from 0.021±0.001 to 0.033±0.002g/g/day, respectively.

The fish species caught was entirely 14 species, 12 classes, and 5 orders, and the number of appearance and biomass was 159 individuals and 1,990g respectively being of the Scorpaeniformes (7 species and 6 classes; 50.0% in total number of species appeared) as a dominant species. 36 individuals of *Pholis nebulosa* which was 22.6% in total fish were appeared. The amount of appearance of juveniles had the first place accounted for 93 individuals in the May. On the other hand, it was appeared with a small amount 15 individuals in February.

Construction of Artificial seaweed bed

Seed-bank model (floating long line type), which was made not to be affected by grazer was installed in marine ranching area at waters of Jeonlanamdo. As seed-bank needs attached substratum such as artificial reefs to make high attaching rate of spore, it was installed at rocky area in which is the place between multi-purpose steel reef and jumbo-type steel reef at Iyapo, Ando. To construct of algal forest in seed-bank, we transplanted *Ecklonia stolonifera*, *Ecklonia cava*, kelp and *Sargassum fulvellum*. According to the result of observation, settle down of suspended sediments were observed on frond of *Ecklonia stolonifera* and *Ecklonia cava*, but only kelp young leaves could be identified growing significantly. This result indicates that the kelp can be used for construction of algal forest in study area.

The most dominant fauna in rocky ecosystem near at seed-bank was Mollusks of 27 species, and Arthropodas was 17 species. The number of individuals was most Arthropodas of 664 individuals. The most dominant flora in the same place was red algae of 13 species (total wet biomass 580.9 g/m²). Grazers around seed-bank were dominant by *Anthocidaris crassispinga*, *Omphalius rusticus*, *Chlorostoma argyrostoma*, *Haliotis*

discus hanai, *Hemicentrotus pulcherrimus*, *Aplysia kurodai*, and density of *Anthocidaris crassispina* was 10~15 ind./m². It is judged that such density of *Anthocidaris crassispina* can affect algae community around seed-bank. The most effective extermination method of *Anthocidaris crassispina* was the method by diving(mean catching 171.7 ind./10min). Therefore, it is considered that the future study need to be aimed to feeding pressure and catching period of grazer, and reproduction of algae.

Artificial reef

We have developed multistage steel reef attached oyster shell and tunnel-type steel reef for marine ranching project, which is being progressed for enhancement and management of fisheries resource. These reefs are designed to have a large habitat space by the wide attaching area for periphytons, and to be led high fish aggregation-effect by the functions of upwelling and shelter. Especially, tunnel-type steel reef was developed to aim fishermen's income-increase related to marine leisure industries, also could be regulated the size of reef correspond to the characteristics of waters.

A placement of artificial reefs were arranged as two type(reverse Y type and Diamond type) for new fishing ground creating and prevention of *Acanthopagrus schlegeli* gathering. It is considered that artificial reefs group should be installed considering to be perpendicular direction against tidal current, characteristics of moving and habitation of a target species, appropriate distance with deployed artificial reefs group, and seasonal moving path of a target fishes.

According to the result of catching about study reefs, caught fishes were 1,109 individuals (58 species, 37 families, 11 orders). In among these, the most dominant species were *Sebastes inermis*, which accounted for 27.5% (305 individuals). *Trachurus japonicus* and *Ditrema temmincki* were dominant 20.8% (231 individuals), 6.5% (72 individuals), respectively. Also, biomass were highest *Sebastes inermis* as 24.6% (27,158.1 g). Among identified periphyton of 137 species at the stations, the most dominant species were Molluska of 59 individuals, and the next was Arthropods of 42 individuals. In the number of identified periphyton individuals by the stations, the most individuals were identified at the multi-purpose steel reef(1,317 individuals, 30.0 %), the next were natural reef and jumbo-type steel reef(1,149 individuals, 26.1 % and 1,140 individuals, 25.0 %), respectively. These results indicate that artificial reefs contribute to not only species diversity of periphyton but also source of food for

aquatic organisms.

Annexation and Management of Fish Stock

Extensive seed production for release

Because artificially producted rockfish (*Sebastes oblongus*) has become all-female, on releasing project to manage coastal resource this problem may causes short term resource, which end in one generation, and obstacle to conservation of sex ratio of natural population and genetic diversity. Therefore, in this project with the aims as 1. development of extensive seed production technique of *S. oblongus* and 2. development of sex ratio controlling technique using abiotical factor as water temperature to sex differentiation and ratio was chosen to work out the problem faced in releasing project of *S. oblongus* currently seed.

Seed production trials

The broodstock used in this project was maintained in the cage facilitate at Nam-Hae, Kyeng-Nam until fertilization. To investigate the larval production rate of broodstock depending on joining time of wild and cultured broodstock, two joining times were set as month 7~8 (A) and 10~11 (B) that wild broodstock were brought into the tank which cultured broodstock were maintained at then counted the number of broodstock joined in releasing larvae.

To study suitable feeding schedule in different stages of initial larvae released from *S. oblongus*, 500 individuals of larvae were placed in each three 250 L FRP rectangular tanks; A: Rotifer (1~10days)+Artemia nauplius (5~20days)+commercial diet(20~60days), B: Rotifer(1~5dyas)+Artemia nauplius (3~10days)+commercial diet (10~60days), C: commercial diet(1~60days) and total length and survival rate was observed. To investigate the effect of nutrition supplement on larvae, rotifers treated with different feeding regimes; rotifer fed with only *Chlorella ellipsoidea* for 10 days(rotifer+*Chlorella ellipsoider*, RC), rotifer fed with ω -yeast(squid liver oil 15%) for 12 hours(Rotifer+ ω -yeast, RY), and rotifer fed with Super Selco for four hours (Rotifer+Super Selco, RS), were fed then survival rate, total length, and mean body weight were measured.

Total 82 broodstock were selected and only 27 were joined in releasing larvae as 32.93%. 26 out of 70 from A and 1 out of 12 from B were joined in releasing larvae as the larval production rate were 37.1 and 8.3% respectively. Survival depending on

initial feeding regime showed 69.6, 45.8, and 11.0%, which A was the highest, and mean total length of larvae released was 5.62 ± 1.47 mm at the time larvae released, and 34.76 ± 6.04 , 26.53 ± 2.76 , and 16.55 ± 4.77 mm at 60th day, which group A showed more changes than group B and C. Survival depending on Rotifer treated with different feeding regime was 39.8(A), 20.1(B), and 45.7%(C) which C was the highest. Total length and mean body weight showed same trend(A, 6.09 ± 0.71 mm, 3.5 mg; B, 6.19 ± 0.68 mm, 3.4 mg; C, 6.20 ± 0.85 mm, 3.8 mg).

Investigation on the factor of sex determination of S. oblongus seed

To investigate the sex ratio depending on hatchery of *S. oblongus* seed, the animal produced at Nam-Hae, Kyeng-Nam in Jan, 2006, and produced at Gum-Boung(A) and Guck-Po(B) were selected and sex ratio were observed. In addition, to study the specific time of sex differentiation and sex ratio on different water temperatures (15, 20, and 25°C) the larvae were initially maintained at 15°C then gradually changed to purposed temperatures with two duplicates each group. The larvae were randomly sampled and placed in 5% formalin which were then measured total and body length and dissected the gonad for histological observation.

Total length of larvae collected from Nam-Hae and A and B in Yeosu were ranged between 8.4 and 10.3 cm and they were observed as all female. In the changes of body weight in different water temperature, great changes were observed from 90th day and reached 3.83 ± 0.89 , 2.14 ± 0.51 and 1.10 ± 0.25 g on day 137 after released meaning in 15°C 0.5~2 times faster growing than other temperature groups. In the total and body length showed same trend. At day 137 total length 63.17 ± 5.55 , 49.83 ± 4.30 , and 41.37 ± 2.62 mm and body length 54.64 ± 9.39 , 41.66 ± 3.58 , and 34.02 ± 2.91 mm in 15, 20, and 25°C, respectively, representing in low temperature the larvae of *S. oblongus* grow faster.

After releasing larvae, primordial germ cell in process of sex differentiation of *S. oblongus* larvae maintained in 15°C was confirmed in opaque connective tissue located underneath connective tissue with massive black colour cell under dorsal body wall. At day 20 after released larvae, at the site of primordial germ cell and somatic cell increased, massive gametes were appeared. In the offspring aged between 25 and 35 days forms initial gamete compose with body wall instead of the connective tissue. In the animal 40-day-old, gamete with clear mitosis was observed and between 50 and 55 days structure of initial ovary being of thick exosporium and lumen was

observed. In the offsprings around 75-day-old, the individuals with clear ovary and the individuals with both exosporium and lumen and the structure of testis. In 15°C, development of gonad of 110-day-old *S. oblongus* varied in individuals. In female, ovary with early oocytes and ovary filled with acidophilic oocytes were observed. In male, testis filled with lobule structure of testis, intersex type being of lobule of testis, and intersex type with lobule of testis and partially early oocytes which is weak acidophilic. Moreover, intersex type with tissue filled with lobule of testis, spermatogonium, spermatocyte, speratoblast and numbers of oocyte and intersex type with few spermatocyte or filled almost with speratoblast and oocyte in gonad tissue was observed. In 20°C group, 110-day-old *S. oblongus* 44.4% of intersex (8 out of 18 individuals) was observed and the number of testis structure donminant was 7 individuals. At 25°C, 110-day-old, 37.5% of intersex type was observed and most of them showed oocytic tissue was dominant.

In the 15°C group, 140-day-old *S. oblongus* was observed as intersex as 6 individuals out of 12, which ovary tissue was dominant in gonad cell. In 20 and 25°C, intersex of 33.3 and 18.2% respectively was observed and the individuals confirmed as intersex ovary tissue in gonad tissue was observed as dominant tissue.

Sex ratio in different water temperature was 1:2.60 (Female:Male) in the 110-day-old offspring in 15°C experimental group. In 20 and 25°C group the more female was observed on the sex ratio as was 1:0.64 and 1:0.46 respectively.

However, sex ratio of 140-day-old *S. oblongus* maintained in 15°C, even if it is low temperature; was back to the ratio of more female as 1:0.50, which showed same trend in both 20 and 25°C experimental group.

Acoustic conditioning

As a part of the acoustic conditioning of Black sea bream, the range of sound wave propagation about acoustic conditioning sound and ambient noise were measured around acoustic feeding system. For understanding the applicability of natural released stage, It was investigated on the effect of acoustic conditioning of small and medium-sized Black sea bream. After converting the acoustic feeding system to CDMA method, the acoustic conditioning of fish have operated since May, 2007. As a result of studies, the range of sound wave propagation of acoustic conditioning sound was about 800 meters. After acoustic conditioning during 3-month, small and medium-sized black seabreams were released in the natural condition. For

the investigation of acoustic conditioning's effect, several methods such as scientific echo sounder, side-aspected echo sounder, acoustic telemetry and net were used. As the results to be released in the natural condition, two sized-black seabreams were gathered around acoustic feeding system after 24-hours. From the preliminary results, black seabream can be acoustic conditioned under the acoustic and feeding condition, at least early stage after releasing to the natural sea.

Releasing effects

A total of 1,410,000 seed fish was released at Yeosu Marine Ranching site including 790,000 of black porgy, 200,000 of Japanese parrot fish, 100,000 of oblong rockfish, 120,000 of dark-banded rock fish and 100,000 of abalone. Among them, black porgy, oblong rockfish and abalone which were released during 2006. 12 - 2007. 1.

Black porgy and Japanese parrot fish were unable to wintering around Ando area and had to migrate toward south to secure more warm water. And no sign of returning was observed until July, 2007. On the other hand, oblong rockfish successfully wintered around Ando, and it was appeared to be one of suitable target species for resources addition at Yeosu Marine Ranch.

It was recommended that seed of abalone should be released at dusk on a habitat with shelter and food at a density less than 15inds./m². Seed abalones released proper techniques grew better than the same breed group which were nursed in a hatchery tank.

Behavior pattern and migration

Behavior and appearance pattern in artificial reef

Sebastes inermis: We searched that *Sebastes inermis* (0 age) inhabited at gulfweed and around multi-function artificial reef (stone tower type). Rockfishes inhabited crevices of rock bed in low water temperature and they were observed around rock bed, artificial reef in high water temperature.

Acanthopagrus schlegelii: We searched that *Acanthopagrus schlegelii* (10cm) formed school. Also black seableam school were observed that they were floating around inshore, seaweed, shallow depth in ferry and bottom of artificial reef. But it isn't definite mutual relation with underwater structure. Black seabreams in 0~1 age were floating about 10m water depth and they were moving deep water depth as growth. Also black seabreams above 3 ages (30~50cm) inhabited in 15~30m water depth.

Behavior and appearance pattern in Seogogi

We searched behavior pattern of black seabreams and rockfish at artificial rock bed, artificial reef(with breakwater) in Seogogi(20~25 water depth). It was similar to behavior pattern in natural rock bed, breakwater. It was recorded that a total three times from December, 2006 to march, 2007. So we estimated that black seabreams inhabited Seogogi for these period.

Migration

Thirteen black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*) were released in Eyapo (R1) on 12 December 2006 and 21 January 2007. Tag No. 2428 and 2431 stayed in the released point more than 1 month. Eleven fish stayed in the released point less than 1 month or moved. Eight of 12 fish released in Daebudo (R2) stayed in the released point more than 1 month except Tag No. 2421 and 2423. Tag No. 2418, 2425 and 2440 stayed around Ando more than 6 months. Six of cage-cultured fish disappeared within 20 days after releasing near the experimental cage of KORDI on 9 May, 2007. Tag No. 2434 moved approximately 2.5 km from the released point and stayed near Daebudo until 25 May, 2007. Tag No. 2435 and 2436 moved approximately 2 km from the released point for a day. Fish that stayed more than 3 months left from April to May from Ando except Tag No. 2418, 2425 and 2440. Tag No. 2417 and 2423 moved along the east of Gumodo and were found about 7.7 km and 3.2 km from the released point, respectively. The signal of the acoustic transmitter was detected near the coast of Yosu, but Tag No. was not identified. The swimming depth of fish was decreased in the spring tide. The period was 12 hours. However, in the neap tide, the swimming depth was decreased and the period was 24 hours. The detection number was increased by the source level of the acoustic transmitter within a month from releasing. After a month from releasing, the opposed phenomenon was found.

Estimation of standing stocks

by Fishing gear

This study was conducted to compare the potential difference in the amount of fisheries resources between present time and after Marine Ranching Program. Number of species, biomass, dominant species, age and growth for *Acanthopagrus schlegeli* and catch per fishing gear was investigated to understand the resource structure in the

present time.

Fish were collected by three fishing gear, fish traps, triple meshes nets and set nets in the coastal waters off Gumo-do and An-do.

Seven Order, 18 Families and 38 species of fish were recorded by fish traps at Gumo-do and An-do in the study period: The dominant species were *Hexagrammos agrammus*, *Sebastes inermis*. Seven Order, 26 Families and 42 species were recorded by fish traps at Gumo-do and An-do in the study. The dominant species were *Pleuronichthys cornutus*, *Sebastes inermis*, *Limanda yokohamae*, *Pseudaesopia japonicus*, *Hexagrammos otakii* and *Platycephalus indicus*.

Nine Order, 38 Families and 62 species of fish were recorded by set nets at Gumo-do and An-do in the study period: The dominant species were *Decapterus maruadsi*, *Sardinella zunasi*, *Konosirus punctatus*.

Spawning period of *A. schlegeli* was at the May. The relationships between the body length and the scale radius of *A. schlegelii* was $L=3.7956R+0.8294$ and theoretical growth curves in length of *A. schlegelii* was $L_t = 54.48 (1-e^{-0.15(t+2.95)})$.

Fishing stock of *A. schlegeli* estimated in study point was estimated at 29,730 kg.

by Acoustic tool

Hydroacoustic surveys were planned to know spatial distribution and to estimate density of fisheries resources within Jeonnam marine ranching boundary. The surveys were conducted for each season (December 2006, March, June and July 2007) from 2006 and 2007. The each survey using 200 kHz split-beam system was consisted of 40 survey line with total distance of 50 nautical mile. For spatial distribution and density estimation, Nautical Area Scattering Coefficient with ESDU of 0.1 mile was used and for individual fish, *in-situ* target strength value was used. As a summary, major distributed area of pelagic and demersal fish were east side of the marine ranching area and almost fish was migrated to around Geoumodo at early summer season. Especially, higher acoustic signal was detected at east-south area of Ando without respect to season. The number of individual fish, based on the *in-situ* target strength data, during the early summer season was 15 times larger than that of winter and spring season.

by SCUBA diving

Investigation by SCUBA diving was carried out for the purpose of status and

change of the major fishery resources. When we divided two types of observation, one was the rocky bed in Ando and the other are several types of artificial reef.

It was recorded that a total of 41 fish species at the rocky bed in Ando, and the number of species varied according to the water temperature. The highest 27 species were observed at St. A in the northern Ando, and the lowest 20 species were observed at St. B in the south-western Ando. Some sedentary species, such as *Hypodytes rubripinnis*, *Sebastes inermis*, *Hexagrammos otakii*, *Chromis notata* and Labridae spp., observed at all stations and season.

The sedentary fishes had very few number of individuals at the ceramic artificial reefs in Sorido and Geumodo, and 2 - 18 species were investigated. As well, the typical characteristics of temperature waters took place.

by both sides fyke net and set net

The present study was collected of stationary fisheries, by both sides fyke net and set net fishery in coastal waters of Ando from November 2006 to July 2007 at the mouth.

The fish species caught by both sides fyke net collected fishes were identified 40 species, 30 families, 8 orders, and the number of appearance was and biomass 1,852 individuals and 293.60g. The most dominant orders were Perciformes and Scorpaeniformes which accounted for 65.0% of the total.

The fish species caught by set net collected fishes were identified 42 species, 32 families, 9 orders, and the number of appearance was and biomass 313,672 individuals and 2,028.045g. The most dominant orders were Perciformes, Clupeiformes, Pleuronectiformes and Tetraodontiformes which accounted for 76.2% of the total.

Estimation of Sebastes inermis and Sebastes oblongus

The target fish of Yeosu Marine Ranching, *Sebastes inermis* as viviparous fish, is the typical species of reef fish. The period when larval fish appears in the Yeosu Sea Area is from December to April in next year. The period it intensively appears seems to be from February to March. *Sebastes oblongus* also as viviparous and reef fish seems to mainly produces larvae in February and March. The grown fish shows diverse species in autumn. Since subtropical fishes mainly appear near Yeosu Sea Area these

days, it would be necessary to monitor habitation environment of fishes for long time.

Genetic characteristics

In order to documented genetic identification among the releasing target fish populations, PCR-RFLP in mitochondrial DNA D-loop region was determined. In the mtDNA analysis, variations in RFLP patterns of the D-loop region failed to distinguish clearly among the populations. The absence of critical mitochondrial DNA D-loop region variation and similarity of heterozygosity among the populations in this study showed that the alteration of gene pool difference in releasing area do not exist. Eleven black seabream populations were characterized with 5 microsatellite markers. Allele frequencies were used to estimate expected heterozygosities (H_e), genetic distances (D_s) and to perform principal component analysis. Forty eight alleles were observed across all loci in black seabream populations. Our data support that release populations had been higher genetic diversity and no difference between wild populations. Also, there was no evidence of a possible disturbance effect in releasing area.

Ecklonia stolonifera Okamura is a stipitate kelp, the thallus consisting of stoloniferous rhizoid, short stipe and long frond. It is endemic to Korea and Japan, being recorded from southeastern Korea (from Yeongil Bay to Geumo Island in the central South Sea) and western Japan (from the northern part of Kyushu to Aomori Prefecture). Currently this algal species is used as a target species for the construction of submarine algal forests in the Jeonnam Archipelago Marine Ranching area, so that *E. stolonifera* juveniles are cultivated in indoor tanks and then transplanted to the area. The problem is, however, that the juveniles could be originated from mother plants collected from different locations. *E. stolonifera* surveys conducted along a 180 km length of southeastern Korea between 2003 and 2004, indicated that the external morphology of adult *E. stolonifera* sporophytes were highly variable along environmental gradients and contributed to confusion about its taxonomy. Based on these preliminary results, additional research covering almost all of its geographic range was conducted. The objective of this research was to quantify the magnitude of morphological and genetic variation in fully developed *E. stolonifera* across its geographic range using conservative morphological comparisons and RAPD analysis. Our hypotheses were (1) that *E. stolonifera* has different morphology at different locations and (2) that the degree of morphological difference depends on the extent of

genetic differences among locations.

Physiological characteristics

An experiment was conducted to investigate the differences of oxygen consumption rate among the juveniles from the stocked and natural birth of the black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* in order to compare their metabolic rate with three water temperature (15, 20 and 25°C). Mean oxygen consumption rates of stocked *A. schlegeli* (mean body weight 14.9±1.3 g) at 15, 20 and 25°C were 492.2, 778.0 and 1073.4 mg O₂ kg⁻¹ h⁻¹, respectively and those of natural birth (mean body weight 15.7±1.5 g) were 490.5, 772.3 and 1063.9 mg O₂ kg⁻¹ h⁻¹, respectively. The oxygen consumption rate in juvenile *A. schlegeli* increased with increasing water temperatures (P<0.001), but the origin of each fish did not affect the metabolic rate (P>0.05).

Utilization and Management

Yeosu Marine Ranching Program is at the third year of the second stage. This year we focused on the establishment of a desirable utilization-management system which reflects the characteristics of Yeosu area. In order to accomplish the above goal, we carried out studies on the three fields such as an analysis on the utilization of the marine ranching site, establishment of a management system, organization of management bodies.

(A) utilization of the marine ranching site : Yeosu marine ranching site covers a vast coastal area compared to other marine ranching sites and there are various fisheries using different fishing gears in the area. In addition, recreational fishing is very active in this area. Therefore, we need to establish a desirable utilization-management system by taking into account of the characteristics in this area such as a vast geographical range and various users.

(B) establishment of a management system : We adopted the forth proposal for the designation of a fisheries resource management zone in Yeosu marine ranching site after the several meetings among various area users. After the several meetings among fishermen, the local government and researchers involved in this project, we also made management regulations for the fisheries resource management zone taking into account of the utilization of the zone. The regulations cover the content such as users of the zone, allowed activities, size limits, gear limits, seasonal closure and regulations of recreational fishing.

(C) organization of management bodies : We organized management bodies such

as a self-regulation committee and a management-utilization committee. The self-regulation committee is composed of 23 leaders of fishing village societies and the committee has 4 sub-area division chairs. The management-utilization committee is going to be officially organized right after the legal approval of the fisheries resource management zone.

There has been a remarkable progress this year in designating a fisheries resource management zone and establishing the management-utilization committee and the self-regulation committee. As the fisheries resource management zone takes effects soon, the committees will operate and implement their own regulations. Even after the operation of the management and utilization system, we need to revise the system hereafter in order to settle down the system in Yeosu.

여 백

□ 방류 및 시설 현황

구분	종 류	규격	수 량	시설 위치	시기
어초	팔각별강제어초	11.5x7.14x6m	2	소리도 남단	07. 8
	육각별강제어초	11.5x7.14x6m	2	소리도 남단	07. 8
	피라밋강제어초	10x10x7m	10	안도, 소리도 남단	07. 7
	연안다목적어초	3x3x2.3m	50	금오도, 안도 초삼서	07. 8
	해조장(모조장)	50x60m	1	이야포 만	07. 3
	피복석	1m ²	1,800	이야포 입구	07. 8
	테트라포드	5톤	283	이야포 입구	07. 8
	팔각반구형강제어초*	Φ12.8x6m	4	소리도 남서단	07. 8
종묘방류	감성돔	7cm	790,000	안도 연안	06. 12
	돌돔	7cm	140,000	안도 연안	06. 12
		5cm	60,000	라발도 연안	07. 7
	항점볼락	6cm	65,000	이야포	06. 12
			35,000	안도연안	07. 7
	볼락	6cm	120,000	안도연안	07. 7
	전복	4cm	100,000	금오도, 안도	07. 1
해삼	3cm	100,000	금오도, 안도	07. 7	

* 추가 시설 물량