

통영해역의 바다목장화 개발
연구 용역사업 보고서
(3단계 2차년도 최종 요약보고서)

Studies on the Development of Marine
Ranching Program in Tongyeong, Korea

2007. 6

주관연구기관
한국해양연구원

해 양 수 산 부

제 출 문

해양수산부장관 귀하

본 보고서를 “통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역 사업” 과제의 3단계 2차년도 최종보고서로 제출합니다.

2007. 6.

주 관 연 구 기 관 명 : 한국해양연구원
총 괄 연 구 책 임 자 : 명 정 구
협동연구기관명(책임자): 한국해양수산개발원(김대영)
상명대학교(이진환)
부경대학교(장창익)
경상대학교(김남길)
(주)선도소프트(오정희)

■ 분야별 세부책임자 및 참여연구원

□ 어장·자원 조성 : 세부책임자 명 정 구

한국해양연구원 : 김종만, 이순길, 박철원, 명정구, 김봉채, 노충환, 유재명, 강돈혁, 박용주, 김민석, 최희정, 노봉호, 이은경, 조선희, 최승민, 오승용, 장요순, 백상규, 임주백, 조홍상, 유정화, 허영주, 임윤희, 임하나, 최동문, 김지영, 한정미, 백충부, 이영욱, 황진규, 정일출, 김명식, 정태운, 서양선

국립수산과학원 : 김창길, 김호상, 서성호, 조재권, 최임호, 김병석, 오태건, 김태진, 문경훈, 김잔디, 김명화

상명대 : 이진환, 김말남, 한영희, 채진호, 윤성규, 한명수, 김영욱, 이한웅, 이선희, 추윤해, 한혜승, 주형민, 윤석제, 김미선, 권기석, 정승원, 송선영, 최지영

부경대 : 장창익, 이종희, 박희원, 신영재, 권유정, 남수희, 정여진, 임정현, 신현욱, 강경미, 황보규

경상대 : 김남길, 최창근, 장재길, 최치훈, 황진국, 강극주, 조재규, 박우석

강릉대 : 전중근, 태종완, 강주석

전남대 : 황두진

해양수산기술연구소 : 김진희, 박경동, 이해원, 이준모, 박수현

(주)선도소프트 : 오정희, 권오영, 문정필, 이유선

京都大學 : 田中 克, 山下 洋, 中山 耕至

□ 이용 및 관리기술 : 세부책임자 김 대 영

해양수산개발원 : 김대영, 김정봉, 최성애, 홍현표, 강종호, 이정삼, 장홍석, 박상우, 김수진, 김봉태, 김수현, 신상규, 정혜란, 이승진, 전희성, 니시다야카리

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 생태계 특성	3
제 1 절 해역의 환경요인	3
제 2 절 생물의 구성원과 생물량	6
제 3 절 생태계 모델	8
제 4 절 연구정보시스템 구축	8
제 3 장 어장·자원 조성 기술	9
제 1 절 인공어초	9
제 2 절 해중림 조성 기술	12
제 3 절 방류효과	13
제 4 절 자원조사	15
제 5 절 자원특성조사	18
제 6 절 기술지침서 작성	18
제 5 장 바다목장 이용·관리	19
부 록	21

제 1 장 서 론

인류는 선사 시대부터 바다에서 먹거리를 구해왔으며 최근에는 폭발하듯 증가하는 인류의 식량 자원 확보를 위하여 바다를 육상의 토지와 마찬가지로 가꾸려는 노력이 이루어지고 있다. 아무튼 바다는 지구상에 존재하는 자원 중에서는 유일하게 재생산이 가능한 수산 자원을 갖고 있는 특성을 갖고 있어 인류 장래를 위한 희망이자 마지막 자원의 보루라는 점에서 우리들이 지켜나가야 할 의무가 있다.

풍부한 수산 자원을 자랑하였던 우리나라를 비롯한 전 세계 연안국들은 자국의 바다를 200해리 시대를 맞이하여 소유권을 주장하고 관리하기 시작하였으며 그 과정에서 우리나라가 이용하였던 많은 어장들을 잃을 수밖에 없었다. 한편 연안은 그동안의 남획 및 연안오염 등 관리 소홀과 고질적인 부정 어업으로 인하여 황폐화되어 있었던 것도 사실이다.

최근 새로운 국제적인 해양 질서 정립과 함께 원양 어장은 축소된 반면, 건강식품으로 인기가 급상승 중에 있는 수산물에 국민 소득 증대와 함께 그 수요는 점차 증가하고 있어 국내 수산업의 존립 기반마저 흔들리고 있는 실정이다.

바다의 연안 생물자원은 우리들의 고급 수산 단백질 공급원으로서가 아니라 앞으로 후손에게 물려줄 유산의 하나이다.

국가는 1970년대 연근해 어업진흥계획을 시작으로 자원 조성사업, 인공어초 사업 증양식 어업 개발 등 국가 또는 지자체 주도의 자원 증대 사업을 펼쳐왔지만 우리나라 연안의 환경의 다양성, 수산어종의 다양성 및 자원 특성의 다양성 등 어려운 과학적인 자료축적이 어려운 가운데 사업들이 진행되어오면서 그 효과를 높이기 위한 일련의 종합적인 연구가 필요하다고 지적되어 왔다. 즉, 많은 시설비와 사업비가 투자되고는 있었지만 그 효과에 대한 확실성이 결여되어 자연 과학적 인문 사회적 해결방안을 강구하게 되었다.

이러한 배경 하에서 1994년부터 3년간 한국해양연구소는 과학기출처의 연구사업의 일환으로 우리나라 3면 바다의 환경특성, 어업 여건, 주 대상 수산어종 생태, 자원의 특성 등을 종합적으로 파악하면서 각 해역에 맞는 한국형 바다목장 모델을 제시하고 연구제의를 하게 되었다. 이러한 제의가 해양수산부에 받아들여져서 1998년부터 경남 통영시 산양면 일대에서 3단계 9년간의 바다목장 사업을 추진하게 되었다.

일본에서는 60년대부터 연안 목장화 사업을 시작하여 환경 제어, 어초 제작, 음향급이 시스템 개발 등 다양한 분야의 기술을 접목하여 80년대부터는 20여 개소에 달하는 해양목장을 운영 중에 있으며, 2000년대 1,200만 톤의 수산물 생산을 목표로 투자 계획을 세워 추진해 오고 있다. 한편, 유럽의 노르웨이에서는 60년대 대서양연어를 대상으로 목장

화 사업을 시작으로 80년대에 들어와서는 대구, 바다가재 등을 대상으로 사업을 추진하였고 90년대 대서양연어, 대서양대구, 가재, 가리비 등 어종에 대한 종별 바다목장 고제를 추진한 바 있다. 그 외에도 미국, 뉴질랜드, 중국 등지에서도 인류의 마지막 자원 보고인 바다의 생산력을 최대한 이용하려는 노력의 하나로 바다 목장화 사업을 계획, 추진 중에 있다.

통영바다목장화 사업은 최초 바다에서의 수산물 생산 자체를 제조업적 생산시스템의 개념으로 정리하고 단순한 채포(catching), 또는 양식(culture)이 아니라 계획적 생산과 기업적 경영시스템 개념 하에 발전시키려는 종합적인 연구 사업 추진되어 왔다. 그리하여 우리나라 연안의 생산력을 회복하고 환경친화적인 연안 어업을 활성화하여 어민 소득 증대에도 기여할 수 있는 종합적인 연안자원 복원 연구사업으로 추진되어 왔다.

80년대 중반부터 활성화되기 시작한 해면 어류 양식사업과는 달리 연안의 해양 생물 자원의 지속 가능한 높은 생산력 유지와 이용을 고도화하기 위한 해양생물, 해양환경 관리, 해면 어류 양식 기술, 해양 공학 및 수산 경제 등의 다양한 해양, 수산 관련 기술을 활용하여 바다 생산 잠재력을 되살리고 이를 어민 소득 증대와 대 국민 해양활동 활성화와 연결시키려는 기초부터 응용까지 접목된 그야말로 현장 접근식 종합 해양연구가 바다목장화 사업의 실체였다.

바다목장화 사업을 통하여 연안 자원 회복은 이 자원의 효율적인 관리 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 하는 것이 그 목표였다.

따라서 통영바다목장 사업은 대상 해역의 환경, 생태적인 특징을 파악하고 앞으로의 변화를 예측함으로써 자원 증대를 도모하고 과도한 어장 조성 등에 따른 환경 파괴를 지양하는 그야말로 환경 친화적인 연구 사업을 추진하여 궁극적으로는 어민들 스스로 자신의 텃밭인 바다를 지키고 관리할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 최종 목적중의 하나이다.

이 사업은 3단계 2차년도 사업(9년차 사업), 마지막 년도사업으로서 1단계와 2단계 사업에서 개발된 기술의 적용을 극대화하여 자원 조성을 피하고 효과 조사를 포함한 자원 모니터링 등 다양한 관련 분야의 추진에 필요한 바다목장 매뉴얼 작성을 목표로 하였다.

연구 분야는 크게 1) 어장, 자원 조성 분야 2) 바다목장의 이용·관리로 나누어 최종 년도의 연구를 추진하였다. 분야별 주요 연구 개발 내용은 아래와 같다.

첫째, 어장 조성 분야

- 어장·자원조성 및 관리
 - 종합 매뉴얼 작성
 - 자원조사
 - 자원특성조사
- 환경 및 생물군집
 - 환경·생물군집조사
 - 생태계특성분석
- 생태계 모델
 - 관리파라미터 추정
 - 자원관리기준 설정
- 연구정보시스템구축
 - 사이트 체계구축
 - 연구정보시스템구축
 - GIS자료획득방안
- 해중립
 - 시설상태, 효과조사
 - 혼합 해조장 조성시험
 - 기술지침서 작성

셋째, 이용·관리 분야

- 수산자원관리수면 이용·관리체제 수정보완
- 관리이용 조직의 역량 강화
- 어획물 브랜드화 및 유통체제 구축
- 통영바다목장사업의 종합평가
- 관리권 이양 후 사후관리체제 수립

제 2 장 생태계 특성

제 1 절 해역의 환경요인

통영 바다목장 해역에서 수온은 전형적인 온대해역 기후의 영향으로 여름철에 높고 겨울철에 낮았다. 즉, 2001년 8월 표층에서 평균 25.9℃로 가장 높았고, 2004년 2월 저층에서 평균 9.4℃로 가장 낮은 온도로 각 계절별 차이를 보였으며(ANOVA, $p < 0.001$), 표층

과 저층 역시 같은 경향이였다. 특히, 여름철에는 표·저층간의 온도차가 평균 3.7°C 보여 수온약층이 형성되었으며, 가을철로 접어들면서 점차 소멸되었다. 염분은 계절별로 겨울철이 평균 33.7psu로 높았고, 여름철에는 평균 32.0psu로 낮아 장마의 영향을 받았다. 표층에서 평균 32.3psu이었고 저층에서 33.1psu로 저층이 평균 0.8psu 높았다. 특히, 여름철에는 표층에서 평균 31.2psu로 표·저층간이 1.7psu로 가장 큰 폭의 차이를 보였으며, 2002년 8월 표층에서는 24.3psu의 낮은 염분을 나타내었다. 우리나라 내만에서는 일반적으로 여름철 장마가 끝나면 많은 육수의 유입으로 인하여 여름과 가을철에 염분농도가 낮아지는 경향이 일반적이다. 광양만의 경우, 담수유입이 적은 시기에는 약 30psu를 상회하다가 여름철의 담수유입이 많은 시기에는 24.0psu까지 낮아진다고 보고하였다(이 등 2005). 따라서 본 해역에서도 여름철 집중 강우에 의한 표층의 담수 유입에 따라 염분이 변화함을 알 수 있었다. pH는 겨울철에 평균 8.17로 다른 계절(봄철 8.11, 여름철 8.10, 가을철 8.04)에 비해 상대적으로 높았고, 표층이 저층에 비해 상대적으로 높았다($p < 0.05$). 평균 용존산소량은 여름철(5.74 mg/ℓ)과 가을철(5.35 mg/ℓ)에 비해 봄철(7.83 mg/ℓ)과 겨울철(6.56 mg/ℓ)에 각각 높았으며, 표층(8.12 mg/ℓ)이 저층(8.09 mg/ℓ)보다 약간 높았다(ANOVA, $p < 0.001$). 평균 부유물질의 농도는 저질의 영향을 받고 있는 저층(18.20 mg/ℓ)이 표층(16.42 mg/ℓ)보다 높은 농도를 보였고, 계절별로는 봄철과 여름철, 가을철과 겨울철이 각각 유사하게 2개의 구별된 양상을 보였다(ANOVA, $p < 0.001$). 이는 담수의 유입이 강한 금강 하구역(이와 양 1997)이나 광양만(조 등 1994), 득량만(이와 이 1999), 여자만(이와 윤 2000)보다 낮은 농도를 보여, 육상으로부터 유입이 크지 않은 것으로 판단됨과 아울러 저질이나 양식장 등 상시 조사 해역 내에서 자체 발생하는 부유물질에 따른 연관성이 더 강하다고 판단된다(이 등 2005). 투명도의 평균 값은 최저 3.0 m(2004년 2월)에서 최고 8.0 m(2000년 8월)이었으며, 계절별로는 봄철과 가을철, 겨울철에 평균 4.0 m를, 여름철에는 6.0 m이상의 높은 값을 보였고, 동해 및 진해만, 남해 등 각 조사해역마다 시기 및 계절에 따른 다른 변화를 보이고 있었다(염 2002; 임 1975, 1978; 최 1993; Nagata 1994). 조시기간 중 암모니아, 질산염, 아질산염은 각각 평균 9.18 μM , 10.71 μM , 1.86 μM 로 용존무기질소는 평균 21.75 μM 을 나타내었다. 계절별로는 각각 질소계 영양염류들의 변화가 다른 양상을 보였으며, 용존무기질소는 봄철과 가을철, 여름철과 겨울철로 두 그룹의 구별된 변화를 보였고, 수심별로는 저층에서 평균 24.50 μM , 표층에서 평균 19.02 μM 을 보여 저층이 높았다(ANOVA, $p < 0.001$). 이와 같이 질소계 영양염류는 득량만(양 등 1995), 동해 남부해역(Shim *et al.* 1985), 여자만(이와 윤 2000)보다 높은 농도를 보였다. 인산염은 평균 여름철에 1.26 μM 로 높은 농도를 보였으며, 봄철에 0.52 μM 의 낮은 농도를 나타내었다. 계절별로는 여름철에 농도가 높다가 점차 감소하여 봄철에 최저치를 나타내었고, 수심별로는 저층(1.15 μM)이 표층(0.88 μM)보다 높았다(ANOVA, $p < 0.001$). 이와 같이 본 조사해역에서 여름철의 높은 농도를 보이는 이유는 염분 및 부유물질의 변

화와 같이, 집중 강우에 따른 육지 등의 외부에서의 공급으로 판단되며, 강(1998)과 이 등(2001)의 조사에서 유사한 양상을 보였다. 규산염은 최저 0.28 μM (2000년 6월 표층)에서 최고 37.12 μM (2002년 8월 표층)로 그 변화폭이 매우 컸으며, 최저 봄철(평균 10.11 μM)에서 점차 증가하여 겨울철(평균 18.87 μM)에 최고를 보였고, 봄철과 여름철, 가을철과 겨울철의 두 그룹으로 구분되었다(ANOVA, $p < 0.001$). 또한 평균 표층에서 12.94 μM 보다 저층의 16.63 μM 로 높은 농도를 보였다. 영양염류는 식물플랑크톤 변동에 직접적인 영향을 주는 요인으로(Howarth 1988; Mingazzini *et al.* 1990; Perkins 1974; Taylor *et al.* 1995), 생장에 영향을 미치며 해양 생태계 기능 파악에 있어 중요 정보를 제공한다. 연안 해역의 영양염류의 유입은 하천수에 의한 유입, 저질의 용출, 인근 해역에서 해류로부터의 이동 등이 있다(Hong *et al.* 1995). 본 해역의 영양염류의 공급은 해류 및 저질에서의 공급 뿐 아니라 인근 양식장 등에서의 먹이원에 따른 공급으로 판단된다. Goldman과 Gilbert(1983)는 식물플랑크톤의 DIN(dissolved inorganic nitrogen)의 흡수 농도는 0.01 10.3 μM 라고 하여, 조사해역의 평균 21.69 μM 의 높은 질소 농도를 보여 질소원이 식물플랑크톤의 성장에 제한요인으로 작용하지 않았을 것이라고 사료된다. 규산염은 식물플랑크톤 중 규조류(돌말류)의 성장을 조절하는 중요 요인으로, 하천수 등에 따른 공급이나 수괴 혼합이 활발할 때 높다(강과 최 2002). 본 해역에서 규산염은 봄철과 여름철에는 상대적으로 낮은 농도를 보이다가 수괴혼합이 활발한 가을철과 겨울철에 증가하는 양상을 보였다. 이와 같이, 식물플랑크톤의 성장제한요인으로 주로 작용을 하는 것은 질소(N), 인(P), 규소(Si)로, 각 주요 영양염류의 비에 따라 제한 영양염류가 결정이 된다(Dufour *et al.* 1999; Goldman *et al.* 1979). 조사해역의 각각의 영양염류의 비율을 분석해 보면, 인산염과 용존무기질소의 비율은 평균 1:35.85 at:at으로, 최적 Redfield ratio인 1:16 at:at보다 질소원이 2배 이상 높았고, 규산염과 용존무기질소의 비는 평균 1:8.4 at:at로 최적 성장비율보다(Nelson and Dortch 1996) 질소의 농도가 8배 이상 높게 나타났다. 본 조사 결과를 볼 때, 용존무기질소 보다 인산염이 식물플랑크톤 현존량의 소장에 상대적으로 더 큰 작용을 할 것으로 판단된다. 또한 용존무기질소 농도가 규산염보다 높은 비율의 농도를 보이고 있으나, 규산염의 평균 농도가 14.38 μM 로 Brezeinski *et al.* (1997)에 따른 식물플랑크톤 성장농도인 2 5 μM 보다 높았다. 이는 용존무기질소와 규산염의 비율로 볼 때 규산염이 성장 제한인자로 작용되어야 하나, 본 해역에서 성장 제한인자로의 역할은 크지 않을 것으로 판단된다. 따라서 통영바다목장 해역에서 분석된 요인들에 대해 정점별 차이가 거의 없어 동일 해역으로 판단되었으며, 표·저층간은 암모니아를 제외한 모든 항목에서 차이를 보였다. 또한 무기질소이온과 인산염, 수온 및 용존산소는 계절별 차이를 보였고, 부유물질 및 규산염은 봄-여름철, 가을-겨울철의 유사한 변화를 보이고 있어, 본 조사해역은 환경요인별로 특색있는 계절적 차이를 나타내었다.

통영 및 여수 주변해역의 특징

통영해역에 영향을 미치는 오염원인 도시하수 및 생활하수를 직 · 간접적으로 배출하는 인구는 2005년 현재 통영시 132,795명, 고성군 56,189명으로 총 188,984명이다. 여수해역에 같은 영향을 미치는 여수시 인구는 2005년 현재 306,115명이고 광양시는 138,142명으로 총 444,257명이다. 여수해역이 통영주변해역보다 인구에 의한 오염 부하량이 2.35배 이상이다. 통영 주변해역의 표층 염분농도를 보면 1995-2001년 평균 32.64‰에 비하여 여수해역은 30.92‰로 년 평균 1.72‰가 낮아 주변 지 · 하천으로부터 담수의 유입이 많은 것으로 판단된다. 특히 여수시 주변에는 인구도 많을 뿐만 아니라 석유화학단지가 조성되어 있어 각종 오염원이 발생되기 쉽다. 실제로 이 해역 주변에서 발생하는 오염 부하량은 BOD 104,589.3 kg/day, TN은 20,569.1 kg/day, TP은 5,705.4 kg/day에 이르고 있다. 이와 같은 결과는 위에서 고찰한 수질 등급과도 잘 일치하고 있었다.

제 2 절 생물의 구성원과 생물량

식물플랑크톤 분류군별로는 돌말류가 217종류, 와편모조류 46종류, 규질편모조류 4종 및 유글레나 1종 등 총 268종류가 출현하였고, 그중 61속 252종 7변종 9품종으로 나타났다. 식물플랑크톤 현존량은 조사월 및 정점별로 차이를 보였는데, 표층에서 최저 5.32×10^3 cells · ℓ^{-1} (2002년 2월)에서 최대 1.44×10^6 cells · ℓ^{-1} (2000년 10월), 저층에서 최저 4.21×10^3 cells · ℓ^{-1} (2001년 12월)에서 최고 9.25×10^5 cells · ℓ^{-1} (2004년 9월)를 나타내었다. 특히 식물플랑크톤 현존량은 표 · 저층별 차이를 보였는데, 표층이 평균 3.12×10^5 cells · ℓ^{-1} 로 저층의 1.82×10^5 cells · ℓ^{-1} 보다 높은 현존량을 나타내었다. 주요 우점종은 계절별로 달랐는데, 봄철에 *Leptocylindrus danicus*와 *Chaetoceros curvisetus*, 여름철에 *Chaetoceros curvisetus*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Skeletonema costatum*와 *Eucampia zodiacus*가 주요 우점종으로 나타났고, 가을철에 *Chaetoceros socialis*와 *Chaetoceros curvisetus*가 차지하였다. 전 계절에 걸쳐 통영바다목장에서 주요 우점종은 *Chaetoceros curvisetus*로 밝혀졌다.

2000년부터 2007년까지 통영 바다목장화 지역의 동물플랑크톤 군집을 구성하는 가장 중요한 동물군은 요각류(copepods), 유형류(larvaceans), 연체류 유생(mollusk larvae), 요각류 외 갑각류 유생(crustacean larvae), 모악류(chaetognaths) 등이었으며, 자포동물(cnidarians), 다모류 유생(polychaete larvae), 극피동물(echinoderm larvae)의 유생 등도 종종 출현하였다. 요각류 가운데 *Oithona similis*, *O. davisae*, *Paracalanus parvus sensu lato*, *P. crassirostris* 등이 가장 빈번히 우점하는 종들이었으며, *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis* 등도 가끔 우점하였다. 반면, 다른 내만에서 흔히 우점하는 *Acartia* 속 요각류는 이 해역에서 그리 높은 밀도를 보이지 않았다. 이 해역에서 다른 내만과 크게 다른 점은 유형류 *Oikopleura dioca*가 상당히 높은 밀도로 분포하는 것과 연체류 유생이 역시 높은 밀도로 분포하는 점이였다. 이들 두 종류의 동물들은 요각류 우점종의 밀도를 상회하여 가장 우

접하는 밀도를 보이기도 하였다. 동물플랑크톤의 밀도는 유생들의 대발생이나, 일부 종들이 특별히 높은 밀도를 보이는 등의 현상 때문에 매우 높아지는 경우가 있었으나, 조사빈도가 이들 종들의 개체군 동태를 추정할 수 있을 정도가 되지 않아 정확히 현황을 파악하기는 어려웠다. 2006년 6월 10월, 2007년 1월, 4월의 조사 결과를 보면, 전체적으로 평균 722.7 ind m⁻³에서 3446.5 ind m⁻³의 범위를 보여, 다른 내만에 비해 높지 않은 수치를 기록하였다. 먹이 입자 밀도가 높지 않은 연안에서 우점할 수 있는 *Paracalanus*나 *Oithona* 등 요각류와 *Oikopleura dioca* 등 유형류가 우점하고, 먹이 입자 밀도가 높은 내만에 우점하는 *Acartia*가 높지 않은 밀도로 분포하거나 거의 출현하지 않는 현상은 이 해역이 육지와 가까워도 비교적 부영양화되지 않은 환경을 유지하고 있다는 것을 시사한다. 아울러 가을, 겨울철에 외양의 표층난류 지표종들이 다양하게 출현하였는데, 역시 외양역으로부터의 해수 흐름이 조사대상 지역의 환경에 적지 않은 영향을 주고 있다는 것을 알 수 있었다.

대형저서생물은 총 245종류가 출현하였으며, Annelids가 주요 우점 분류군으로 나타났다(121 spp., 49.4%). 개체군들의 평균 밀도는 1,631 ind/m²이고 평균 생체량은 212.4 gwwt/m²이었다. Annelids는 전체 대형저서생물군중 평균 밀도가 1,265 ind/m²로 77.6%를 차지하였고, 생체량은 212.4 gwwt/m²이었다. Echinoderms는 생체량 중심에서 147.7 gwwt/m²(69.6%)로 주요 우점 분류군으로 나타났다. 개체군별 주요 우점종은 *Scoletoma longifolia*(220 ind/m²), *Capitella capitata*(173 ind/m²), *Chaetozone spinosa*(133 ind/m²), *Chaetozone* unid. 176F(107 ind/m²) and *Ophiuroidea* unid. 47B(echinoderm, 102 ind/m²). 생체량 중심 우점종은 *Schizaster lacunosus*(heart urchin, 100.9 gwwt/m², 47.5%), *Ophiuroidea* unid. 47B(brittle star, 29.9 gwwt/m², 14.1%), and *Acila divaricata*(bivalve, 11.5 gwwt/m², 5.4%)가 차지하였다. Cluster 분석결과 외측과 내측의 두 개의 그룹으로 구분되었고, 외측에서는 3종(*Scoletoma longifolia*, *Chaetozone* unid. 176F, *Capitella capitata*)의 밀도가 유사도에 영향을 크게 미쳤으며, 내측에서는 2종(*Capitella capitata*, *Scoletoma longifolia*)이 높은 유사도를 나타내었다.

환경요인과 생물군집간의 관계를 파악하고자 통계분석을 실시하였다. 일원량 변량분석 결과, 정점별로는 동일 해역으로 판명되었으며, 층별 및 계절별로 다른 양상을 나타내었다. 회귀분석결과 식물플랑크톤 현존량에 미치는 환경요인은 염분, 질산염, 암모니아, 인산염 및 규산염으로 나타났다. 특히 각 계절별로 다른 양상을 나타내었는데, 봄철에는 수온 및 암모니아, 여름철에는 염분, 질산염, 규산염, 가을철에는 수온, 염분, 부유물질, 질산염, 암모니아 및 규산염이 차지하였고, 겨울철에는 수온, 염분, 부유물질 및 아질산염이 차지하였다. 따라서 식물플랑크톤 개체수의 변동에 영향을 미치는 주요 변수는 수온 및 염분이라 하겠다.

결론적으로 투명도, 용존무기질소, 인산염, Chlorophyll *a*와 식물플랑크톤 현존량으로

볼 때, 본 조사해역은 부영양화 수준이었다. 연성저질토의 ORP, COD, TN 및 TP는 일반적 수준보다 높게 나타났다. 수온 및 염분은 식물플랑크톤 생산력에 중요 영향 인자로 작용하고 있으며, 종속영양세균은 강수량 및 기온이 더 크게 영향을 미치고 있었다. 계절별 변화에서 식물플랑크톤 현존량은 다른 계절보다 가을철에 높은 개체수를 보였고, 주요 식물플랑크톤 우점종은 *Chaetoceros curvisetus*로 나타났다. 동물플랑크톤은 여름철에 높게 나타났으며 copepods가 주요 분류군으로 출현하였다. 본 조사해역에서 연성기질의 대형저서생물은 매우 다양하였고, 개체수 및 생체량 또한 높은 밀도를 보였다.

제 3 절 생태계 모델

생태계모델 연구에서는 통영바다목장 생태계를 지속적으로 이용·관리하기 위한 자원관리방안을 생태계 모델과 개체군 모델을 기초로 하여 제시하였다. 생태계 기반 평가에서는 생태계 구조 모델을 사용하여 바다목장조성 이전과 이후의 통영 생태계의 구조를 분석하고 생태계 내 총 에너지 흐름에 대한 대상종/그룹별 기여도를 추정하였으며, 생태계 역학 모델을 사용하여 생태계 내 생물군의 양적 변동 메커니즘을 구명하고 환경수용량을 추정하였다. 자원평가/관리 시스템에서는 개체군 모델에 의한 대상종의 자원량과 관리파라미터를 사용하여 바다목장 대상종의 ABC를 추정하였다. 자원조성 시스템에서는 개체군 분석 모델을 사용하여 대상어종의 자원조성 목표량과 Leslie matrix에 의한 수산자원변동을 예측하였다. 최종적으로 생태계 모델과 개체군 모델 추정치를 자원관리기준점으로 활용하기 위한 생태계 기반 자원평가 방법과 관리방법을 제시하였다.

제 4 절 연구정보시스템 구축

연구정보시스템 연구에서는 1998~ 2006년의 9개년 동안 수행된 바다목장 사업의 보고서 자료와 단위연구의 원시데이터를 체계적으로 정리하고 공유하기 위하여, DB 구축 표준안을 제시하고 통영바다목장연구정보시스템의 웹사이트를 구축하였다. 원시데이터(RAW DATA) 검색을 위하여, 1998~ 2006년의 9개년 동안 수행된 연구의 RAW DATA를 3가지 형태인 해양환경정보·어초시설정보·방류정보로 나누어 DB와 GIS에 구축함으로써, 사용자가 쉽고 빠르게 검색할 수 있도록 하였다. 보고서 검색을 위하여, 1998~2006년의 9개년 동안 수행된 연구의 보고서(본보고서, 요약보고서)를 4가지 검색 형태인 연도별 검색·주제별검색·키워드검색·정점정보검색을 지원하게 하였다. 단위연구 소개를 위하여, 1998~2006년의 9개년 동안 수행된 단위 연구의 주제를 5개의 대분류와 30여개의 중분류로 나누어 해당 주제에 속하는 요약보고서의 내용을 웹사이트 화면에서 볼 수 있게 하였으며, 이를 통해 단위 연구의 연도별 계속성 및 추이를 확인할 수 있게 하였다. 커뮤니티에서는, 1998~2006년의 9개년 동안 수행된 사업의 자료를 사진과 동영상 등의 멀티미디어 자료를 통해 확인할 수 있게 하였다. 본 연구를 통하여 그간 매년 연속적으로 수

행한 조사, 연구결과 데이터를 기반으로 연차별 해양환경변화 패턴 분석용 기초자료로 제공할 수 있으며, 통영바다목장 조성사업에서 사용된 주요 기술을 정리하여 추후 신규 바다목장 조성 시 지침역할을 할 수 있을 뿐만 아니라 연구정보 통합정보시스템으로의 발전방안을 제시하였다.

제 3 장 어장 · 자원 조성 기술

제 1 절 인공어초

통영바다목장개발연구 중 인공어초 조사는 1999년부터 2007년까지 8년간 수행되었다. 이 기간동안의 주요 연구는 (1) 통영해역 바다목장 조성 예정지에 대한 적지조사, 통영해역 바다목장수역의 주 대상 어종인 조피볼락용 어초 개발, 개발된 조피볼락용 어초의 적정 배치형태 구명, (2) 통영해역 바다 목장 조성지 내 및 주변의 어초시설량, 바다목장 조성지 내에 시설된 상자형어초의 어획생산성, 인공어초에 의한 통영해역 바다목장 내의 적정 어장규모 산정, 참돔을 이용한 어초에서의 행동특성, 실내 · 외에서의 상자형어초의 저질조성별 내침하성 저면 구조의 보강실험, (3) 통영바다목장 내에 시설된 연구용 어초에 대한 시설위치확인 및 매몰특성조사, 통영바다목장 내의 수심 40 m 이상인 수역에 어초를 시설하기 위한 탄성과 조사 및 시설 예정 어초의 구조 및 배치형태 및 통영바다목장 내의 20년 이상 경과된 어초에 대한 보강방법 및 수량 조사, (4) 통영바다목장 조성지 내의 40 m보다 깊은 곳에 시설할 다기능고층어초의 설계요인, 구조 및 배치 형태 구명, (5) 통영바다목장 내의 수심 40 m이상 수역에 시설할 대형어초(다기능고층어초)의 적지분석, 동 어초의 제작공법, 시설된 대형어초의 효과조사, (6) 통영바다목장 내의 시설된 강제어초에 대한 수심대별 열화특성 분석, 수심 43 m에 시설(2005년 11월 29일)된 다기능고층어초의 효과조사, 바다목장조성 관련 인공어초 어장조성 기술지침서 작성 등 이다.

연구항목에 대한 주요 결과로는 (1) 통영해역 바다목장 조성 예정지에 대한 적지조사, 통영해역 바다목장 수역의 주 대상 어종인 조피볼락용 어초 개발 및 개발된 조피볼락용 어초의 적정 배치형태 구명의 경우, 통영해역 바다목장 조성 적지로는 곤리도 수역을 제시하였으며, 통영바다목장의 주 대상어종인 조피볼락용 어초로 상자형어초(3×3×3 m)를 개발하였다. 상자형 어초는 조피볼락이 좋아하는 음영을 많이 제공해 주는 면구조와 상대적으로 시각자극을 많이 유발시키는 테구조로 조합하여 설계된 것이 특징이다. 통영해역 바다목장 내 상자형어초의 조성 면적은 9 km² 정도이며, 용적으로는 어초군에 해당하는 16,000 窠 m³ 정도를 제시하였다. 어초군은 4개의 단위어초로 구성되며, 단위어초간의 거리는 약 1 km로 하였고, 각 단위어초의 배열은 1단 배열로 각 어초간의 거리는 약 20 m

정도를 유지토록 하였다. 또한, 각 단위어초에는 높이가 서로 다른 상자형어초와 사각어초를 각각 조합하여 시설함으로써 이들 어초의 높이에 대한 차이를 이용하여 보다 많은 유체자극을 유발시킬 수 있도록 하였다. (2) 통영해역 바다 목장 조성지 내 및 주변의 어초 시설량, 바다목장 조성지 내에 시설된 상자형어초의 어획생산성, 인공어초에 의한 통영해역 바다목장 내의 적정 어장규모 산정, 참돔을 이용한 어초에서의 행동특성, 실내·외에서의 상자형어초의 저질조성별 내침하성 저면 구조의 보강실험 등의 경우, 통영해역 바다 목장 조성지 내에 시설된 어초량은 713 ha이며, 상자형어초의 순어획생산성(상자형어초의 어획량에서 일반어장의 어획량을 뺀 값)은 폭당 2.6 kg이었고, 어획 어종은 20종이었다. 이 값을 이용하여 통영바다목장 적정규모를 산정하면, 250톤의 어획량을 올리기 위해서는 약 2,448 ha의 어초면적이 필요한 것으로 나타났다. 어초에서 참돔의 행동 및 이동경로를 추적한 결과 어초어장에서는 약 30분간 머물렀으며, 그 후는 어초가 없는 지역으로 이동하였다. 상자형 어초의 저질조성별 내침하성 저면구조의 보강조사와 관련하여 실내실험의 경우 각모형별 초기침하량은 전단강도에 반비례하며, 동적침하량은 *K.C number*에 비례하였다. 그리고 옥외실험의 경우 기존 설계도 중에서 저판을 개선하여 단위면적당 하중을 0.119 kg/cm²로 제작하여 니사질 해역에 시설한 결과 침하량은 약 50 cm 가량이었다. (3) 통영바다목장 내에 시설된 연구용 어초에 대한 시설 위치 확인 및 매몰특성조사, 통영바다목장 내의 수심 40 m 이상인 수역에 어초를 시설하기 위한 탄성과 조사 및 시설 예정 어초의 구조 및 배치형태, 통영바다목장 내의 20년 이상 경과된 어초에 대한 보강방법 및 수량 조사의 경우, 2004년까지 통영바다목장 조성지 200 km² 내에 시설된 연구용 어초는 재질별로는 강재어초가 10종 콘크리트어초가 6종, 폴리프로필렌 어초가 2종, 목재 1종, 기타 6종 등 모두 25종으로 확인되었다. 또한, 통영바다목장 조성지에 시설된 연구용 어초 시설량은 사각어초 (2×2×2 m)를 제외하면 329개이며, 안정된 상태로 시설되어 있었다. 통영바다목장 내의 수심 40 m 이상인 시설 예정지역에 적지조사 결과는, Site A에서 전단응력 1.28~12.09 kPa의 범위로 나타났으며, Site B는 1.28~5.47 kPa, Site C지역 1.28~4.58 kPa, Site D 지역은 1.28~1.71 kPa이었다. 통영 바다목장 내의 40 m 내에 시설될 어초의 적정 구조로는 지금까지 개발된 인공어초와 달리 특정 어종 (조피볼락, 참돔)의 생태 및 저질 등 서식환경에 적합한 구조가 바람직하다고 판단된다. 인양된 콘크리트 어초의 코아의 압축강도는 25년 경과한 어초는 9.9 N/mm², 23년의 것은 15.0 N/mm², 21년과 18년 경과한 어초의 경우 12.2, 21.4 N/mm²를 각각 나타내었다. 철근부식의 경우 수심 30~40 m의 깊이에서 18~25년간 경과된 콘크리트어초의 철근 위치별 전위 값은 580~720 mV 정도였으며, 경과연도가 많을수록 값이 크게 나타났다. 기존에 시설된 어초지역에 대한 시설량 보강과 관련하여 1981년 이전까지 시설된 소형 사각형어초어장의 집중적으로 시설된 곳에 대해서는 기존 시설된 곳으로부터 100 m 이내에 16 ha 1개소에 800 空 m³씩 2~3개소, 1981년 이후에 시설된 어초어장에 대해서는 1~2개소

를 보강 시설하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 한편, (4) 통영바다목장 조성지 내의 40 m 보다 깊은 곳에 시설할 다기능고층어초의 설계요인, 구조 및 배치 형태 구명의 경우, 다기능고층어초는 조피볼락, 참돔, 방어, 삼치 등의 생물학적 요구조건에 적합하도록 설계하였고, 크기는 30×30×30 m이며, 3부분으로 구성된다. 저면에서부터 10 m에 이르는 저층부는 조피볼락 등 면구조를 선호하는 어종, 10~20 m의 중간부분은 참돔 등 테구조를 좋아하는 어종, 20~30 m의 윗부분은 삼치, 방어 등 흐름자극에 반응하는 어종에 각각 적합하도록 설계하였으며, 지붕부분에 철판을 부착하였다. (5) 통영바다목장 내의 수심 40 m 이상 수역에 시설할 대형어초(다기능고층어초)의 적지분석, 동 어초의 제작공법, 시설된 대형어초의 효과조사의 경우, 통영바다목장지역 내에 대형어초를 시설할 지역(Site B)의 최강유속은 0.8 kn이며, 저질은 니질로 구성되어 있다. 동 지역의 탄성파의 두께는 10~30 m이며, 바다 저면에서 80 cm의 깊이까지의 전단강도 값은 1.28~5.47 kpa이다. 이들 조건은 어초의 자중이 약 58톤으로 비교적 무거운 것이나, 단위면적 당 하중이 크지 않아 침하의 우려는 상대적으로 적을 것으로 판단된다. 동 어초의 적정시공방법으로는 본체를 각 3등분하여 저층, 중층, 상층부로 나누워 부분 제작 후 크레인으로 거치하여 본체를 용접하는 방법이다. 시공법과 관련해서는 제작장에서 바지선까지의 이동은 크레인으로 하고, 시설지에서의 어초의 거치는 충격하중에 의한 원형 흡관 등이 본체로부터 이탈되지 않도록 시설하는 방법과 어초의 저면에 어초의 자중에 견딜 수 있는 부력재를 부착하고, 크레인을 이용하여 바다에 띄운 후 예인선을 이용하여 시설지까지 운반하여 시설하는 방법도 고려해 볼 필요가 있다. (6) 통영바다목장 내의 시설된 강제어초에 대한 수심대별 열화특성분석, 수심 43 m에 시설(2005년 11월 29일)된 다기능고층어초의 효과조사, 바다목장조성 관련 인공어초어장조성 기술지침서 작성 등의 경우, 통영바다목장 내에 1999년부터 2003년까지 시설된 강제어초는 부식에 의한 단면 감소는 관찰되지 않았다. 다기능고층어초에서 어획된 어종은 조피볼락, 참돔, 말쥐치, 아귀, 문치가자미 등 17종이었고, 삼중자망에 의한 폭당 어획량은 4.6 kg이었으며, 주요 어획 종은 조피볼락과 참돔으로 이들 어종이 전체 어획량의 52.4%를 차지하였다. 다기능고층에서의 연간증산량(어획량)을 구하면, 1,452 kg이 되며, 금액으로 환산하면 연간 14,521,800원이 된다. 이들 결과를 이용하여 비용대비효과를 산정한 결과, 사업효과는 1.41로 나타나 다기능고층어초의 투자효과가 비교적 높은 것으로 추정되었다. 통영바다목장해역에 적합한 인공어초어장조성 기술지침서는 인공어초의 시설 및 관리 지침, 강제어초 제작 지침, 인공어초 비용편익분석 지침에 대해 각각 작성하였다.

이상에서와 같이 통영바다목장개발 연구 관련 인공어초 조사에서는 통영바다목장 전용 어초개발, 배치형태, 시설량, 경제성 분석 등 많은 연구가 수행되었다. 이들의 연구는 바다목장조성 사업 중 어초사업 전반적인 것이라기 보다는 어초의 개발에 초점을 둔 기초연구라고 할 수 있다. 바다목장조성사업의 궁극적인 목표는 어획량 증강을 통해 관련

어촌계의 소득을 향상 시키는 데에 있다. 이 과정에서 인공어초의 역할은 어류의 경우, 대상어종의 생태적 특성을 고려하여 어초를 기능별(보육용, 산란용, 어획용 어초 등)로 시설하여야 하며, 궁극적으로는 어초의 시설량에 대한 기대생산량의 산정 자료를 토대로 하여 어초의 시설량을 결정해야 한다. 그러나 현실적으로는 그러하지 못했다는 데 있다. 통영해역은 서식 어종이 풍부하여 외줄낙시, 연승, 통발, 유자망 등 다양한 어법이 행하여지고 있으며, 삼중자망, 소형기선저인망 등에 의한 불법 어업도 빈번한 곳이다. 또한, 육지로부터 각종 오염물질이 유입되어 오염으로 인해 해역의 생산력이 크게 저하되어 있다. 이러한 어업실정을 감안할 때 통영해역 바다목장화의 조성에 필요한 기술로는 자원 잠재력 이용형에 자원 첨가 이용형을 가미한 복합형이 적합하다고 판단된다. 즉, 해역의 기초 생산력을 증가시켜 해역내의 서식 어종의 재생산력의 증강을 도모하는 자원 잠재력 이용형에 해역에 서식하고 있는 어종을 대상으로 종묘를 인공적으로 생산하여 방류함으로써 보다 짧은 기간에 자원을 증대시킬 수 있는 자원 첨가 이용형을 가미한 복합형 기술이다. 전자는 통영해역에 출현하는 어종에 대해 서식 생태 습성을 파악하여 이들 어종의 서식에 필요한 먹이 생물 증대, 산란장 및 자치어 보육장 조성, 어획강도 저하 등을 위해 현행 연쇄계를 인위적 수단으로 개선시켜 산란에서 미성어 및 성어에 이르기까지 자원의 재생산력을 높이는 기술이다. 또한 후자는 통영해역에 서식하는 어종으로서 최근에 급격히 자원량이 감소한 어종을 선택하여 인공적으로 생산한 종묘를 방류하여 짧은 기간 내에 자원을 증대시키는 기술이다. 이런 특성을 인공어초의 어장 조성시 반영시켜 주어야 하는데 다소 소홀히 한 점이 있다고 할 수 있다. 금후 다른 해역에서 수행되는 바다목장의 경우, 인공어초가 왜 필요하고, 어획 생산성의 향상 수단으로 이용될 경우 적합한 시설량은 얼마로 해야 할 것인지 분명히 해야 한다. 이를 위해서는 관련 바다목장사업의 목표가 뚜렷해야 한다는 것을 의미한다.

제 2 절 해중립 조성기술

이식용 해조류는 탁도가 비교적 높은 통영시 연명리 연안에서 채집하였다. 이식 해조류의 상대 성장율은 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 곰피(*Ecklonia stolonifera*), 개도박(*Pachymeniopsis lanceolata*), 명주도박(*Grateloupia sparsa*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*), 외톨개모자반(*Myagropsis myagroides*), 부챗살(*Gymnogongrus flabelliformis*), 넓칭각(*Codium latum*), 미끈뻐대그물말(*Dictyopteris divaricata*), 그물바탕말(*Dilophus okamurae*), 칭각(*Codium fragile*)의 순으로 나타났다.

바다목장 해역내에 시설된 해조장 시설용 어초의 효과는 정점 3과 4에서 뚜렷하게 나타났다. 7개 정점에서 출현한 해조류는 녹조, 6종, 갈조류 10종, 홍조류 22종으로 총 38종이 동정되었다. 녹조류의 구멍갈파래, 칭각, 넓칭각, 갈조류의 곰피, 팽생이모자반, 미끈뻐대그물말, 미역, 홍조류의 개도박, 잎꼬시래기, 부챗살이 바다목장 해역의 7개 해조장 시

설용 어초에 우점적으로 출현하는 종으로 나타났다.

제 3 절 방류효과

방류어의 이동

방류 직후(방류 7~10일 이내) 방류어의 방류 지점에서의 수직 이동을 조사한 결과, 조피볼락과 볼락 모두 비교적 암반이 잘 형성되어 있는 수심에 분포하는 것으로 조사되었다. 대장두도에 방류한 조피볼락은 수심 2m에 전체 방류어의 80%가 분포하였으며, 이에 비해 볼락은 수심 2m에 약 50% 그리고 수심 5m와 17m에 각각 약 20%와 30% 분포하였다. 소장두도와 유도(축도)에 방류한 경우 두 어종 모두 수면과 가까운 수심에 대부분이 분포하였다. 따라서 대장두도에 방류한 볼락을 제외하고는 방류 직후에는 초기 먹이 생물(동물플랑크톤, 난·자치어 등)이 풍부한 수면 가까이에 분포하였다.

방류 초기(방류 30일 이내) 조피볼락 방류어는 방류 직후 방류 지점에서 크게 벗어나지 않았으나, 이 기간 동안 미륵도와 곤리도 그리고 대장두도와 같은 암반이 잘 형성된 큰 섬 주위로 이동하여 머물기 시작하였다. 그리고 이 기간 동안 해역내 설치한 어초 주위에서는 채포 빈도가 낮았으며(육안 관찰 역시 동일함), 이는 어초(또는 주위)에는 1세어 이상의 방류어가 우점하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

육성 시기(1세어 이상)의 조피볼락과 볼락 방류어는 암반, 어초 그리고 가두리 양식어장 주위 등 주 서식지에서 계속 머무르며 이동성이 적었다. 방류어가 주로 머무는 수심은 20m~50m 로서 주간에는 어초를 중심으로 분포하였다. 주 서식지에는 체중 약 50g 이하인 개체부터 650g이 넘는 개체까지 다양한 크기의 방류어가 혼재하여 연급군간 적절한 상호 관계를 유지하며 공존하는 것으로 조사되었다. 귀소성 조사에서는 서식지로부터 1km 이상인 지점에 방류한 경우 서식지로 귀소하지는 않는 경향을 보였으나 이 들 개체 대부분은 가까운 가두리 양식 어장으로 이동한 것으로 판단되며, 1km 이내 지점에 방류한 경우에는 서식지로 귀소하는 경향을 나타내었다. 수온에 따라서는 수온이 23℃ 이상인 시기에는 수심 15m 이하로, 13℃~18℃인 시기에는 야간에 수면 가까이 부상하였다가 주간에는 주로 7-9m 층으로 그리고 13℃ 미만으로 낮아지는 시기에는 야간에 수면 가까이 부상하였다가 주간에 15~16m 층으로 이동하는 경향을 보였다.

따라서 조피볼락과 볼락은 이동성이 적은 어종으로서, 어초 등 적절한 서식 환경이 제공된다면 1년생 이하부터 상품어 크기까지 서식지에서 크게 벗어나지 않는 것으로 판단할 수 있다.

방류어의 성장 및 건강도

방류 초기(약 5개월령) 조피볼락과 볼락 방류어의 성장은 동일 해역에 설치된 가두리의 양식어에 비해 성장이 느렸다. 양식어는 방류어에 비해 충분한 먹이 등 안정된 사육

환경이 제공된 점을 비추어 볼 때 방류어는 양식어에 비해 성장이 느릴 것으로 충분히 예상된다. 그리고 방류어의 성장은 조피볼락이 만복 대비 70% 그리고 볼락이 만복대비 75% 사료를 공급한 양식어와 성장이 비슷하였다.

비교적 서식 환경이 좋은 서식지에서 방류어의 체중은 만 3세에 조피볼락이 약 500g 그리고 볼락이 약 200g으로서 양식어(조피볼락 약 650g, 볼락 약 250g)에 비해 성장이 느렸으나, 해역내에서 만 3년에 상품어로 성장하였다. 그러나 해역내에서 서식지에 따라 성장 차이가 나타났으며, 이는 인근에 위치한 가두리 양식어장에서 유실되는 먹이의 이용성에 기인하는 것으로 판단된다.

건강도 측정을 위해 방류어와 양식어의 혈액 분석을 실시한 결과, 방류어는 양식어에 비해 조혈 기능과 유영성, 활동성 그리고 산소 소비량이 안정적인 것으로 나타났다.

따라서 방류어는 적절한 서식 환경을 제공하고 어린 시기 남획을 방지할 경우 해역내에서 상품어 크기까지 건강하게 성장하는 것으로 나타났다.

방류어의 성비 및 번식

방류어는 자연 환경에 적응하면서 일정 기간이 지나면 번식 활동을 하게 되며, 이러한 제 2 차 생산을 통해 방류 효과의 극대화를 꾀할 수 있다. 따라서 번식 지수를 통한 방류어의 번식력 조사가 필요하다.

방류어의 성비는 7개월령 볼락, 8개월령 조피볼락 그리고 22개월령 조피볼락 모두 암컷율이 다소 높았으나 1:1에 유의한 차이가 없었으며(X^2 검정), 어린 시기와 성숙 시기의 성비가 다른 문헌에서 나타난 자연어의 성비와 차이가 없었다.

번식지수는 조피볼락의 경우 생식소 중량 지수, 간 중량 지수, 비만도 그리고 단위 어체중 당 임신 자어 수 등에서 방류어가 양식어에 비해 생식력이 다소 낮은 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었다. 볼락 방류어 역시 조피볼락과 동일한 경향을 보였다. 방류어는 양식어에 비해 성장이 느린 점을 제외하고는 만 3세에 다다를 때 정상적인 성비와 번식력을 가지며, 따라서 방류어에 의한 제 2 차 생산은 정상적으로 이루어질 것으로 판단된다.

음향텔레메트리기법을 이용한 이동 및 행동

통영 바다목장 해역에 서식하는 조피볼락은 체장이 길어질수록 누적이동거리가 짧아졌으며, 10-11시간의 주기를 가지고 이동하는 것으로 나타났고, 서식처와 방류지점의 거리가 1km미만인 경우에는 서식처로 귀소하였다. 조피볼락의 계절적 행동특성은 하계에는 수평적 이동범위에 일주성이 나타났고, 추·동계에는 수직적 행동에 일주성이 나타났다.

제 4 절 자원조사

어구조사

본 연구에서 2007년 볼락의 추정자원량은 95,696,691g (2,575,714마리)으로 2005년 110,375,294g (2,682,120마리)보다 자원량이 비슷하였다. 최대지속적생산량(MSY)은 52,875,284,682g였다. 그리고 표지 재포획에 의해 추정된 2005년도의 조피볼락의 추정 자원량은 614,513,942g (4,608,755마리)로 2005년 799,480,071(3,548,321마리)보다 자원량이 감소하였다. 최대지속적생산량(MSY)은 267,244,804g(약 358톤)마리였다. 그리고 확산조사에서 바다목장해역외인 육지도에서 조피볼락의 방류표지어가 출현하여 자원자원이 어느 정도 확산되는 것으로 추정된다.

어탐조사

통영바다목장 해역의 어류 자원에 대한 공간 분포 및 자원량 추정을 위하여 음향 자원 조사를 실시하였다. 음향 조사는 2006년 7월, 11월, 2007년 2월, 5월의 4계절에 걸쳐 실시되었다. 약 30 mile의 거리를 32 개의 음향 정선으로 구성한 후 200 kHz 분할빔을 사용하여 음향 조사를 실시하였다. 어류의 공간 분포 및 밀도 추정은 음향 신호의 후방산란 단면적 계수를 이용하였으며(ESDU : 0.1 mile), 존재하는 개체수는 현장 음향 산란강도 값을 이용하였다. 조사 결과, 하계 기간에 가장 많은 어군이 나타났으며, 계절에 무관하게 주요 분포 지역은 곤리도 남쪽, 대장두도 서쪽이었으며, 2월을 제외한 시기에는 미륵도 연안쪽에서도 어군이 존재하는 것으로 나타났다. 저서 어류의 밀도는 2007년 5월의 경우 10 ~ 50 g/m²가 가장 많은 비율을 차지하고 있었다. 현장 산란강도를 이용한 음향 정선 내에서 탐지된 10 cm 이상의 체장을 가진 개체수는 전체적으로 중층에서 높았으며, 개체수는 950 ~ 13,200 마리 범위였으며, 저층은 920 ~ 11,400 마리의 범위를 보였다. 부어류 음향 산란 정보를 위해 전갱이, 멸치에 대해 현수법을 이용하여 산란강도를 측정하였다. 측정 결과, PDF 함수로부터 계산된 전갱이 및 멸치의 38 kHz에 대한 평균 산란강도는 각각 -47.5 ~ -39.2 dB, -53.8 ~ 46.7 dB의 분포를 나타내었다. 이 결과는 향후 부어류 자원량 계산에 적용될 것이다.

잠수조사

연대도: 1999년부터 2006년까지 연대도 주변에 정한 4개 정점을 대상으로 수중 조사를 실시하여 어류상 및 주요 자원량의 변동을 모니터링하였다. 기간 중 각 정점별 어종 수는 9~22종이었다. 결론은 2000년 이후 2006년까지 전반적으로 볼락과 조피볼락 자원은 증가 추세에 있음을 보여주었다. 볼락은 2000년에 16마리에서 2006년에는 6~22 cm 급이 457마리로 확인됨으로써 2000년에 비하면 마리수는 약 28배, 생체량은 약 45배가 증가하였다. 조피볼락은 잠수조사에서 육안 관찰로 정확한 량의 파악이 어려운 종으로 판단되었다.

수중구조물에서의 자원 조성:

각 종 수중 구조물에서의 자원 조성 모니터링을 자수조사를 통해 실시하였다.

각 어초에서의 자원 현황을 보면 어초의 크기나 구조적인 특성 외에 설치되어 있는 위치상의 차이 또는 보호수면구역 밖에 있어 어업활동이 자유스러운 어초에서의 어류 어획량과도 상관이 있는 것으로 보인다. 즉, 비교적 어종수가 많았던 선박어초, 연약지반형 강제어초, 연안다목적 어초 등은 보호수면내에 위치하고 수심이 7~15 m 로 비교적 얇고 대장두도의 암반 지역과 가까운 곳 또는 얇은 암반 위에 설치되어 있는 점이 수심 20 m 전후의 사패질 바닥에 독립되어 설치되어 있는 콘크리트 상자형 어초와는 근본적인 환경 조건에서 차이가 있음을 알 수 있다.

전 어초에서 연간 계절 변화가 뚜렷이 나타나 전체적으로 보면 계절별 주기성에 있어서는 모두 유사하게 나타났다.

한편, 바다목장을 조성하면서 한국형 바다목장의 핵심 기술이 볼락류의 행동학적 특성을 고려한 수중 구조물의 개발과 배치라고 한다면, 그동안의 암반지역과 어초에서의 수중 관찰로 볼락류의 행동 특성을 다음과 같이 요약할 수 있겠다.

1) 볼락류는 연안 정착성 어종이다.

조피볼락(우럭)은 부레를 가지고 있어 떠 있기도 하며 일부 개체들은 인공어초나 바위 위에 앉아 있기도 한다. 그에 비하면 볼락은 볼볼락과 마찬가지로 암초에 앉아 있는 경우는 드물고 떠 있는 고기라 할 수 있다. 황점볼락은 대부분 바닥에 배를 닿게 하여 앉아서 서식하는 종이다.

수심층으로 보면 볼락과 조피볼락은 어린 나이에 얇은 암초밭에 머물다가 나이가 들면서 점차 깊은 수심층으로 이동한다. 볼볼락은 볼락보다 깊은 수심대에 분포하는 경향을 보인다. 남해안 볼락은 겨울 저수온기에는 암초 틈바구니에 들어가 운집하는 행동을 나타내며 수온이 2-5도로 하강하는 서해안에서의 조피볼락은 월동장으로 이동하여 갔다가 늦봄에 다시 얇은 연안에 출현하는 경향을 보인다.

2) 볼락류는 야행성 어종, 물때를 많이 타는 어종이다.

남해안의 볼락은 야행성이 강하지만 물때에 따라 탁도에 따라 주간에도 활발히 먹이 활동을 하기도 한다. 필자의 수중 관찰에 의하면 물이 맑은 조금시에는 주간에도 인공어초나 암반 주위에 떼를 지어 모여 있다가 야간에는 먹이활동을 위하여 얇은 곳으로 이동하는 패턴을 보이지만 탁도가 높은 날이면 낮에도 흩어져 활발히 먹이활동을 하는 것을 관찰할 수 있었다. 또 봄철 동물성플랑크톤이 대량발생하면 흘러가는 먹이를 먹기 위하여 낮에도 표층까지 떠 올라 먹이를 먹기도 한다. 야간에 먹이 활동을 위한 이동활성도도 날마다 달라서 어떤 날은 어망(자망)에 한 마리도 걸리지 않다가 어떤 날은 떼를 지어 어획되기도 한다.

물때를 탄다는 것은 인정이 된다. 수심이 얇은 연안에서의 관찰에 의하면 물이 움직이

지 시각에는 입질이 뜸하다가 물이 흐르기 시작하면(정확히 표현하면 물의 흐름에 따라 멸치 새끼나 요각류 등 플랑크톤들이 흘러오기 시작하면) 활발히 먹이를 섭취하기 시작한다. 즉, 물의 흐름이 시작되면 많은 량의 먹이들이 밀려오기 시작하고 그때를 기다렸듯이 먹이 활동을 시작하는 것이다.

야행성이 강하기도 하지만 남해안에서의 잠수 조사의 경험으로 보면 어떤 날은 의외로 야간에 휴식을 취하고 있는 개체들도 많았다. 특히 조피볼락은 인공어초 주위 사니질 바닥에 흩어져서 앉아 휴식을 취하는 장면도 기억이 난다.

3) 군집 활동을 한다.

볼락이나 조피볼락은 수중의 암반이나 인공어초 주위에 떼를 지어 서식하는 종이다. 단 볼락은 나이가 든 대형개체일수록 군집이 적어지며 단독생활을 하는 놈도 볼 수 있다. 통영 연안 인공어초에서는 조피볼락도 40Cm급 크기까지는 수 백마리- 천마리씩 떼를 지어 군집해 살아가는 모습을 볼 수 있는데 그보다 더 나이가 든 40-50cm 급은 암초의 찢어진 곳, 선박 어초의 가운데 좁은 공간 등과같이 어두운 곳에서 한낮에는 휴식을 취한다.

4) 암초지대와 해조밭이 서식처이다.

볼락류는 암초지대나 해조밭에 주로 서식하지만 서해처럼 해조류가 적은 곳에서는 부착생물이 거의 없는 선박이나 암초에 모여 산다. 그러나 사니질, 뿔 바닥에서보다는 암초나 단단한 구조물이 있어야 군집하는 습성을 갖고 있지만 육식성인 이들 종들에게는 모자반, 미역과 같은 해조밭(해중림)이 서식을 위한 필수 조건은 아니다.

바다목장 사업은 이렇듯 이들의 행동 특성을 고려하여 자원조성어장을 배치 설치하고 관리한다면 비속적인 생산력을 유지할 수 있을 것이라 판단한다.

정치망 어구에 의한 자원현황 조사

연명마을 앞의 정치망 조사 결과 볼락은 월간 최고 198Kg, 조피볼락은 최고 706Kg에 달하는 량이 생산되어 이 두 종이 목장해역에 상당한 자원증식이 된 것을 간접적으로 시사하고 있었다. 참돔, 감성돔은 주로 어린 20cm 급 개체가 어획되어 이 종들이 년중 목장해역에서 머물고 있는 것으로 판단되었다.

어초효과 조사

바다목장 해역 내에서 2006년 9월, 2007년 1월과 3월에 피라미드 어초, 인조해조장, 삼각뿔어초에서의 효과 조사를 실시한 결과 피라미드 어초에서는 100.08Kg으로 비시설구보다 13.8배 많은 생체량을 기록하여 어초를 설치함에 따른 효과가 뚜렷함을 알 수 있었다. 인조해조장과 삼각뿔어초에서는 32.3Kg과 19.6Kg의 생체량을 나타내어 비시설구에 비교하여 각각 4.5배, 2.7배의 차이를 나타냈다.

제 5 절 자원특성조사

유전특성

어류자원을 증가시키기 위한 방류가 방류해역 내 유전자 pool의 변동 유무를 조사하기 위하여 방류집단, 자연집단, 채포집단, 타지역 양식집단 등으로 시료집단을 다양하게 확보하여 유전적 특성을 비교분석하였다. 방류대상어종인 볼락과 조피볼락의 미토콘드리아 DNA의 조절영역 및 cytochrome b 유전자 영역을 분석하였으며, RAPD 분석 및 microsatellite marker를 분석하여 볼락과 조피볼락 집단의 유전적 다양성을 조사하였다. 미토콘드리아 DNA의 조절영역을 PCR-RFLP 분석으로 얻어진 haplotype을 근거로 계산한 유전적 다양도는 각 집단 내에서는 높은 다형성을 나타냈지만 ($p < 0.01$) 집단간 구별이 가능한 뚜렷한 차이는 없었으며 ($p > 0.01$), 6개의 microsatellite loci를 분석한 결과 역시 방류집단과 자연집단 간 가까운 유전적 거리를 비롯하여 유전적 다양도가 유사하였다. 이와 같은 결과는 방류로 인한 방류해역의 유전자 pool의 변동이 없음을 시사한다.

생리특성

조피볼락과 볼락 방류산(조피볼락 12.9 ± 2.7 g, 볼락 20.5 ± 0.7 g)과 자연산(조피볼락 13.7 ± 2.1 g, 볼락 21.9 ± 1.9 g)의 수온별 대사율 변화를 조사하기 위해 수온(15, 20, 25°C)에 따른 산소 소비율을 측정하였다. 15°C, 20°C 그리고 25°C에서 조피볼락 방류산의 시간당 평균 산소 소비율은 각각 414.2, 691.5 그리고 843.8 mg O₂ kg⁻¹ h⁻¹였고, 자연산은 각각 412.0, 687.7 그리고 834.6 mg O₂ kg⁻¹ h⁻¹였다. 볼락 방류산의 경우 15°C, 20°C 그리고 25°C에서 각각 504.6, 731.5 그리고 778.9 mg O₂ kg⁻¹ h⁻¹였고, 자연산은 각각 506.7, 735.0 그리고 780.7 mg O₂ kg⁻¹ h⁻¹였다. 조피볼락과 볼락 방류산과 자연산 모두는 수온 증가에 따라 산소 소비율은 유의적으로 증가하였지만($P < 0.001$), 각 수온별 방류산과 자연산 사이에는 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 조피볼락과 볼락 방류산과 자연산의 크기별 일반 성분과 에너지 그리고 구성아미노산 함량 역시 유의적인 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

제 6 절 기술지침서 작성

기술지침서 작성은 그간의 연구사업 수행과정을 통하여 얻은 결과를 바탕으로 세부 항목의 수행과정에 필요한 지침으로 제시하는 것을 목적으로 하고 있고 구성은 다음과 같다. 환경특성 분야는 물리적 환경요인과 생물학적 환경요인으로 구성되었고, 어장조성 분야, 자원조성 분야, 그리고 결론적으로 이용, 관리 분야로 구성하였다.

제 5 장 바다목장 이용 · 관리

본 연구에서는 통영바다목장 3단계 마지막 사업으로서 1998년부터 추진되어 온 바다목장 시범사업의 이용관리 분야를 대상으로 사회경제적 관점에서 지금까지 도출된 연구 결과를 종합적으로 분석·정리하고, 사업종료 이후 효율적인 사후관리 방향과 이의 정착 방안을 검토하였다.

(1) 통영바다목장 수산자원관리수면의 이용관리 실태를 정리하면, 목장해역에 위치한 12개의 어촌계의 어선척수는 2004년 405척에서 2006년에 396척으로 감소하였다. 2006년 현재 허가어업은 복합 239건, 자망 65건, 양조망 3건, 통발 76건이 있고, 그 외에 정치성 구획어업 20건, 낚시선 39척이 있다. 이들 중에서 실제로 조업하는 어선어업은 복합 94척(전업 34척, 겸업 60척), 통발 25척(15척, 10척), 자망 6척 등이 존재하는 것으로 파악되었다. 복합어업을 중심으로 한 어업경영 조사에서 2006년을 기준으로 척당 어획량은 2,010 kg(볼락 990kg, 조피볼락 72kg)이며 어획금액은 27,314천 원을 기록하였다. 그 외에도 관리수면에서의 낚시객도 꾸준히 증가되고 있어 바다목장의 활용도가 높아지고 있다.

(2) 관리수면의 운용상 문제점과 이용관리체제의 보완에서는 먼저, 문제점으로는 관리수면의 역할 및 범위의 재검토, 자원조사 및 ABC 산정의 미흡과 출구관리 적용의 한계성, 어업인의 적극적 참여 미흡, 관리이용 규정의 한계 등을 들 수 있다. 이에 대한 보완책으로서는 지자체, 자율관리공동체(위원회), 관리이용협의회간 유기적 상호협력체제가 구축되어야 하며, 이와 함께 보호수면과 관리수면에서 지속되는 불법어업을 근절해야 할 것이다. 또한 관리이용 규정에 대해서 관리수면 이용실태의 반영, 어업인 주도의 자율적 이용관리 유도, 관련 조직으로 명칭 변경 등을 고려하여 보완하였다.

(3) 바다목장의 이용관리 조직인 관리이용협의회와 자율관리공동체(위원회)의 관리능력을 어떻게 배양시키는지가 통영바다목장의 성공적 정착에 기여하는 가장 중요한 요소이다. 관리이용협의회는 민·관·학·연 전문가 15인으로 구성되어 바다목장사업의 전체적 방향을 제시하는 역할을 하고 있으며, 이들 협의회를 정기적으로 개최하여 통한 통영바다목장의 현실적 방향을 검토하도록 한다. 다음으로 자율관리공동체(위원회)는 아직까지 지역 어업인들의 적극적인 참여와 호응을 끌어 내지 못한다는 점에 문제가 있으며 이에 대응하여 어획물관리센터의 운영 등을 통한 어업인 소득 증대, 자율관리공동체 선진지 견학 및 교류 등을 실시하여 어업인의 참여도를 증진시킬 수 있도록 하여야 한다.

(4) 바다목장 유통체제 및 브랜드화 구축방안을 정리하면, 통영바다목장의 유통체제는 어획물관리센터로 추진되며, 운영주체는 자율관리어업위원회에서 설립한 통영바다목장영어조합법인이다. 동 센터는 판매관리뿐만이 아니라 수면관리, 어획관리 등을 담당하게 된다. 건립에 소요되는 예산액은 사후관리비용중 약 3억 원으로 어항시설사업으로 추진되며, 건

설 후 기부채납되어 법인에서는 시설관리운영권을 취득하게 된다.

취급물량은 연안복합어업과 정치성 구획어업의 어획량을 합쳐 866~942톤, 금액은 4,572~4,942백만 원이며, 수수료를 3%에서 투자타당성이 있었다. 바다목장 상표는 2006년 7월에 등록되었으며, 브랜드화는 상품은 선별을 통해 상대적으로 어체가 큰 고급품을 대상으로 한다. 판매관리는 크게 수집, 판매, 정산, 어획량집계의 4가지로, 판매방법은 물차판매, 협약점 사업, 인터넷 판매의 3가지이다. 정산은 물차업자와 협약점 등과 대금정산에 관한 협약을 체결하고 각 업자별 관리카드로 대금결제 신용도를 확인해 두어야 한다.

(5) 다음으로 바다목장 종료 이후, 사후관리체제와 이용관리의 역할 분담, 관리비용의 산정 및 조달, 어업관리 방향 및 계획수립 등의 이용관리 기법을 검토하였다. 2007년 6월 바다목장 시범사업이 종료가 되면, 지자체와 어업인이 주체가 되어 관리해 나가야 한다. 기존의 자율관리어업위원회, 관리이용협의회, 지자체가 삼위일체가 되어 역할 분담을 통해 서로 협조체제를 만들고 각자의 역량을 키워나갈 때 바다목장은 자립할 수 있는 토대가 마련되는 것이다. 그리고 사후관리비로 지원되는 10억 원에 대한 예산도 수립하였다.

사후 어업관리는 입구관리와 출구관리를 병용하면서 어업인 자주적 어업관리를 결합시켜는 방향으로 진행되어야 할 것이다. 이를 위해서 우선적으로 현재 시행되고 있는 입구관리를 보완하고, 출구관리를 할 수 있는 기반을 조성하는 것이 필요하다.

한편, 1998년부터 2006년까지 통영바다목장 시범사업을 추진하는 속에서 이용관리 분야에서 많은 긍정적인 성과가 있었던 반면, 부정적인 측면도 많았다. 즉, 새로운 제도 마련, 수산자원관리수면 지정, 관련 조직의 결성, 이용관리시스템 신설 등을 통해 우리나라 처음으로 바다목장 이용관리체계를 구축하였다. 하지만 이러한 측면 이외에 사업의 처음 시작으로 인해 많은 사업성과 홍보부족, 어업인과 지자체 이해대립 등의 시행착오도 많았던 것도 사실이다. 이러한 상황 극복하여 시범사업의 종료 후에도 통영바다목장이 성공적으로 정착해 나가기 위해서는 지속적인 자원조성과 어업관리를 추진해 나가는 한편, 이용관리 조직의 활성화 등을 통한 합리적 이용관리체제의 보완이 필요하다. 또한 무엇보다도 지역 어업인과 지자체의 적극적 참여가 전제되어야 하며 이를 위해서 어업소득 증대를 위한 다양한 프로그램의 개발이 추가되어야 한다. 이러한 것이 하나씩 달성될 때 통영바다목장에는 인위적 자원조성, 적극적 자율관리, 부가가치 증대가 통합된 새로운 어업생산 방식이 정착될 수 있을 것이다.

부 록

방류 및 시설물 투자 현황
홍보 · 언론 보도 및 논문 발표 자료

**방류 및 시설물
투자 현황**

1. 목장 해역내 유용 수산 생물 방류 현황(3단계 2차년도)

- 방류 어종 및 프로파일

어 종	연월	마리수	장 소	크기 (cm)
감성돔	2006. 10	100,000	대장두도, 소장두도	10 이상
조피볼락	2006. 11	1,600,000	연대도, 달아	8~9 이상
	2006. 12	200,000		
볼락	2007. 04	225,000	연명, 죽도	11 이상
	2007. 06	1,300,000		
해삼	2007. 06	100,000	대장두도	3
전복	2007. 06	40,000	대장두도, 연명	4

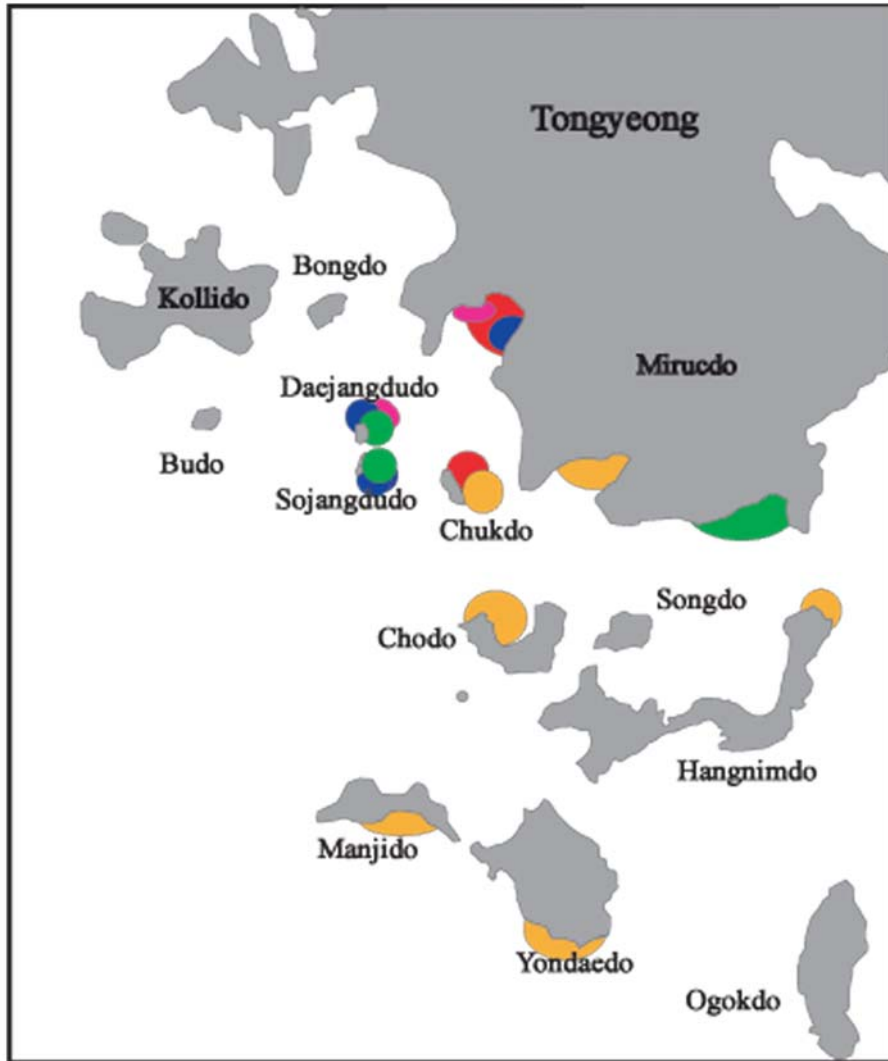
종 수 : 5종

총마리수 : 4,045,000마리

총투자액 : 1,139 백만원*

*중간육성경비 포함.

- 방류 위치도



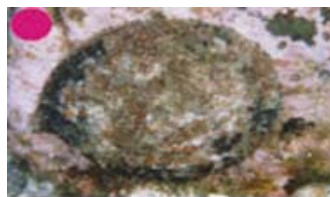
볼락



조피볼락



감성돔



전복



해삼

2. 통영 바다목장 해역 내 시설 투자 현황 (3단계 2차년도)

▶ 시설비

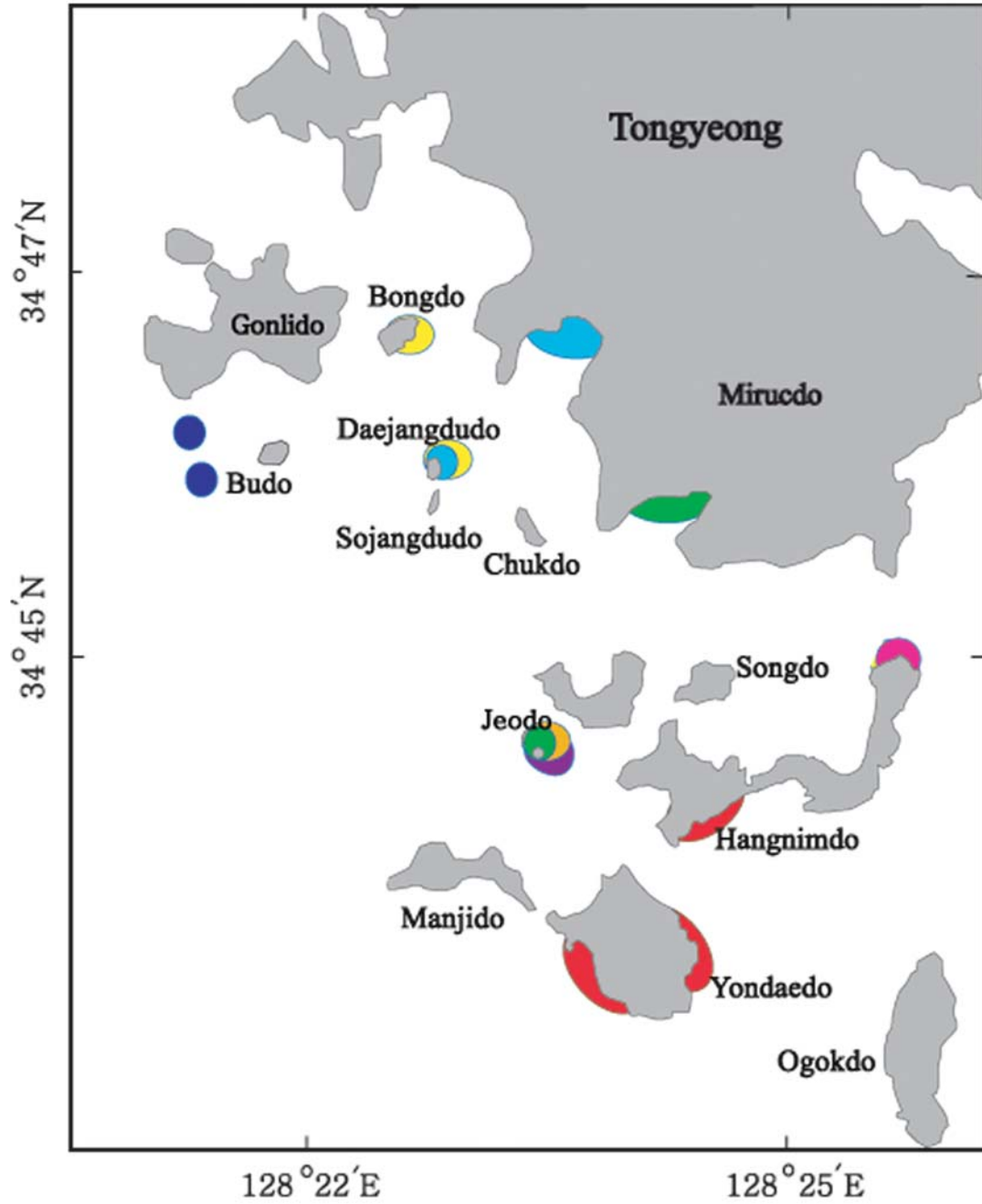
시설명	규격	수량	시설장소	시설비 (백만원)
피라밋강제어초	10 x 10 x 7 m	10개	학림도	781
		4개	연대도	
		7개	만지도	
삼각뿔강제어초	4 x 4 x 4 m	20개	달아(수산과학관)	97
		10개	저도(등대)	
대수심강제어초	18 x 18 x 14 m	1개	봉도	195
		1개	곤리도	
석탑형다기능어초	3 x 3 x 2.3 m	10개	연명 (세보수산)	147
팔각반구형어초(중형)	L = 12.8 m H = 6.0 m	2개	봉도	345
		3개	곤리도	
인조해조장	10 x 10 x 3 m	4세트	대장두도	119
		5세트	봉도	
		1세트	가두리	
피복석	1 m ³	1,200루베	저도(등대)	53
테트라포트	2.5톤	200개	저도(등대)	61
		소계		1,798

(합계)

1,798	백만원*
-------	------

※ 연구비 포함시키지 않음.

- 시설 위치도



- 투하된 시설물



피라밋강제어초



삼각뿔강제어초



대수심강제어초



석탑형다기능어초



팔각반구형어초(중형)



인조해조장



테트라포트



피복석

<1998년부터 2007년 6월까지 통영 바다목장 해역 내 어초투하 현황>

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(m ³)	비고
1	사각어초 (2m×2m×2m)	소장두도 동단	10개	34°45.890' / 128°23.170'	1998.10	콘크리트	80	경상남도
2	사각어초 (2m×2m×2m)	소장두도 남단	190개	34°45.692' / 128°23.092'	1998.10	"	1520	경상남도
3	인조해조장 (10m×10m×1m)	저도 등대섬	1set	34°44.718' / 128°23.650'	1998.11	강제, PP합성	100	연구사업
4	PP조립형(상자형) 어초 (10m×7m×3m)	"	1set	"	1998.11	PP각목, 콘크리트 합성	210	연구사업
5	PP조립형(커텐형) 어초 (10m×3m×2.5m)	"	2set	"	1998.12	PP각목, 콘크리트, PP로프	150	연구사업
6	PP조립형(상자형) 어초 (10m×7m×2.5m)	대장두도 북단	1set	34°46.050' / 128°22.130'	1999.2	PP, 콘크리트	175	연구사업
7	사각어초 (2m×2m×2m)	소장두도 대장두도 사이 서단	100개	34°45.920' / 128°23.064'	1999.10	콘크리트	800	경상남도
8	사각어초 (2m×2m×2m)	"	100개	34°45.884' / 128°23.059'	1999.10	콘크리트	800	경상남도
9	해수유동제어구조물 (용승초) (10m×5m×6m)	장두도 축도사이	3set	34°45.837' / 128°23.309'	1999.11	콘크리트, 강제, PE타포린,	900	연구사업
10	조립형 사각어초 (6m×8m×6m)	"	1set	34°45.795' / 128°23.346'	1999.12	콘크리트	288	연구사업
11	PP조립형(커텐형) 어초 (5m×5m×2.5m)	저도 등대섬	2set	34°44.700' / 128°23.638'	1999.12	강제, PP로프 합성	125	연구사업
12	인공해조장 (5m×5m×0.8m)	"	1set	34°44.678' / 128°23.660'	1999.12	강제, PP각목, 다시마, 감태	20	연구사업
13	2단상자형 강제어초 (10m×10m×10m)	소장두도 축도사이	1set	34°45.801' / 128°23.323'	1999.12	강제	1000	포항제철
14	상자형강제어초 (10m×10m×10m)	"	1set	34°45.828' / 128°23.282'	1999.12	강제	1000	포항제철
15	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	대장두도 북단	1set	34°46.050' / 128°23.050'	1999.12	강제	200	포항제철
16	인공해조장 (5m×5m×0.8m)	대장두도 남단	1set	34°45.945' / 128°22.041'	1999.12	PP각목, 강제, 다시마, 감태	20	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(㎡)	비고
17	목선강제복합어초(I) (26m×16m×6m)	대장두도 북단	2척	34°46.042' / 128°23.092'	2000.1	목선	4992	경남도
18	목선강제복합어초(I) (26m×16m×6m)	대장두도 북단	1척	"	2000.1	목선	2496	경남도
19	목선강제복합어초(I) (26m×16m×6m)	소장두도 동단	2척	34°45.801' / 128°23.323'	2000.1	목선	4992	경남도
20	상자형어초 (3m×3m×3m)	곤리,부도 사이	25개	34°45.952' / 128°22.350'	2000.10	콘크리트	675	연구사업
21	사각어초 (2m×2m×2m)	소장두도 남단	200개	34°45.620' / 128°23.121'	2000.10	"	1600	경남도
22	인조해조장 (10m×7m×3m)	대,소장두 도 사이	4set	34°45.900' / 128°23.000'	2001.2	강제, PP합성	840	경남도
23	연안다목적어초 (2m×2m×2m)	대,소장두 도 사이	10개	34°45.900' / 128°23.000'	2001.2	콘크리트	80	경남도
24	인조해조장 (10m×10m×2m)	대,소장두 도 사이	5set 中 1개(곤리뒤)	34°45.900' / 128°23.000'	2001.2	PP각목, 강제	1000	경남도
25	2단상자형 강제어초 (10m×10m×10m)	곤리,봉도, 장두도연 결 중심부	2개	34°46.064' / 128°22.570'	2001.10	강제	2000	경남도
26	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	서씨묘역 남단일대 수심 20m	6개	34°46.662' / 128°23.017'	2002.3	강제	1200	연구사업
27	2단상자형강제어초 (10m×10m×10m)	연대도남 단수심20 m	1개	34°45.120' / 128°23.221'	2002.3	강제	1000	연구사업
28	테트라포트 (3.2톤)	대장두도 북단	60개	34°46.042' / 128°23.092'	2002.3	콘크리트	192	연구사업
29	실험구조물(단층형) (10m×8m×2m)	봉도(쭉섬) 북,동단	3개	34°46.653' / 128°23.017'	2002.3	강제	480	연구사업
30	실험구조물(2층형) (10m×8m×4m)	봉도(쭉섬) 북,동단	1개	34°46.653' / 128°23.017'	2002.3	강제	320	연구사업
31	삼각지붕형 강제어초 (10m×8m×6m)	장두도 서단	1개	34°46.910' / 125°23.006'	2002.3	강제	480	연구사업
32	삼각지붕형 강제어초 (12m×8m×6m)	장두도 서단	1개	34°46.910' / 125°23.006'	2002.3	강제	576	연구사업
33	피복석	대장두도 북단	500 루베	34°46.042' / 128°23.092'	2002.3	자연석	500	통영시
34	실험구조물(단층형) (10m×8m×2m)	장두도 동단	1개	34°45.801' / 128°23.323'	2002.3	강제, 대나무 합성	160	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(㎡)	비고
35	실험구조물(단층형) (10m×8m×2m)	축도(유도) 서단	3개	34°45.746' / 128°23.488'	2002.3	강제	480	연구사업
36	연안다목적어초 (2m×2m×2m)	저도동단 수심 5m	10개	34°45.525' / 128°23.720'	2002.4	콘크리트	160	연구사업
		대,소장두 도 사이	10개	34°45.900' / 128°23.000'				
37	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	대장두도 북단	1개	34°46.042' / 128°23.092'	2002.8	강제	700	연구사업
38	피복석	대장두도 북단	700 루베	34°46.042' / 128°23.092'	2002.11	자연석	700	연구사업 (자원조 성)
39	테트라포트(3.2톤)	"	100개	"	2002.12	콘크리트	320	연구사업 (자원조 성)
40	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	연대도 남단	1개	34°43.710' / 128°24.113'	2002.12	강제	200	연구사업
41	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	연대도 남단	1개	34°43.708' / 128°24.150'	2002.12	강제	200	연구사업
42	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	저도 북단	2개	34°45.368' / 128°23.956'	2002.12	강제	400	연구사업
43	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	저도 북단	2개	34°45.387' / 128°24.037'	2002.12	강제	400	연구사업
44	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	축도(유도) 동단	2개	34°45.864' / 128°23.574'	2002.12	강제	400	연구사업
45	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	곤리, 부도 사이	1개	34°46.476' / 128°22.235'	2002.12	강제	200	연구사업
46	연약지반형 강제어초 (10m×10m×2m)	곤리, 부도 사이	1개	34°46.433' / 128°22.207'	2002.12	강제	200	연구사업
47	팔각반구형강제어초 (ø12.5m×4m) 小	대, 소장 두도 사이	1개	34°46.133' / 128°23.008'	2002.12	강제	491	포항제철
48	팔각반구형강제어초 (ø12.8m×6m) 中	곤리 남동단	1개	34°46.498' / 128°21.694'	2002.12	강제	772	포항제철
49	팔각반구형강제어초 (ø13.5m×9m) 大	곤리 남동단	1개	34°46.451' / 128°21.667'	2002.12	강제	1288	포항제철
50	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	연대도 남단	1개	34°43.686' / 128°24.048'	2003.1	강제	700	연구사업
51	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	만지도 남단	1개	34°44.202' / 128°22.924'	2003.1	강제	700	연구사업
52	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	만지도 남단	1개	34°44.215' / 128°22.878'	2003.1	강제	700	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(㎡)	비고
53	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	연대도 남단	1개	34°43.679' / 128°24.124'	2003.1	강제	700	연구사업
54	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	연대도 남단	1개	34°43.693' / 128°24.185'	2003.1	강제	700	연구사업
55	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	연대도 남단	1개	34°43.682' / 128°24.094'	2003.1	강제	700	연구사업
56	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	곤리, 부도 사이	1개	34°46.476' / 128°22.235'	2003.1	강제	700	연구사업
57	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	곤리, 부도 사이	1개	34°46.433' / 128°22.207'	2003.1	강제	700	연구사업
58	육성용강제어초 (10m×10m×7m)	대장두도 북동단	2개	34°46.089' / 128°23.150'	2003.1	강제	1400	연구사업
59	강제해조용어초 (10m×10m×2.5m)	곤리 동단	1개	34°46.658' / 128°21.857'	2003.3	강제, 자연석, 콘크리트 합성	250	연구사업
60	연안다목적어초 (2m×2m×2m)	곤리 동단	20개	34°46.658' / 128°21.857'	2003.3	콘크리트	160	연구사업
61	어패류용세라믹어초 (2m×2m×2m)	연명 서단	14개	34°46.318' / 128°23.758'	2003.12	세라믹, 강제	112	연구사업
62	강제해조용어초 (10m×10m×2.5m)	연명 동단	3개	34°46.120' / 128°23.817'	2003.12	강제	750	연구사업
63	강선어초 (6m×24m×10m)	부도 남단	1척	34°46.104' / 128°22.044'	2003.12	강제	1440	연구사업
64	피라밋강제어초 (10m×10m×7m)	곤리,수암 산 사이	4개	34°47.582' / 128°22.118'	2003.12	강제	2800	연구사업
65	피라밋강제어초 (10m×10m×7m)	저도 북서단	3개	34°45.368' / 128°23.906'	2003.12	강제	2100	연구사업
66	피라밋강제어초 (10m×10m×7m)	봉도 남단	3개	34°46.639' / 128°22.607'	2003.12	강제	2100	연구사업
67	신이단강제어초 (14m×14m×10m)	축도(유도) 남단,동단	2개	34°45.864' / 128°23.504'	2003.12	강제	3920	연구사업
68	피복석	대, 소장 두도 사이	750 루베	34°46.133' / 128°23.108'	2004.2	자연석	750	연구사업
69	테트라포트(5톤)	대, 소장 두도 사이	30개	34°46.103' / 128°23.118'	2004.2	콘크리트	150	연구사업
70	피라밋강제어초 (10m×10m×7m)	학림도, 오곡도 사이	1개	34°44.325' / 128°25.181'	2005.2	강제	700	연구사업
71	피라밋강제어초 (10m×10x7m)	학림도, 오곡도 사이	1개	34°44.372' / 128°25.211'	2005.2	강제	700	연구사업
72	피라밋강제어초 (10m×10x7m)	학림도, 오곡도 사이	1개	34°44.322' / 128°25.136'	2005.2	강제	700	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(㎡)	비고
73	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	학림도, 오곡도 사이	1개	34°44.379 ' / 128°25.112 '	2005.2	강제	700	연구사업
74	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	연대도 동단	1개	34°44.011 ' / 128°24.482 '	2005.2	강제	700	연구사업
75	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	연대도 동단	1개	34°43.951 ' / 128°24.459 '	2005.2	강제	700	연구사업
76	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	연대도 동단	1개	34°43.925 ' / 128°24.439 '	2005.2	강제	700	연구사업
77	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	연대도 동단	1개	34°43.872 ' / 128°24.428 '	2005.2	강제	700	연구사업
78	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	척포마을 앞	1개	34°45.590 ' / 128°25.209 '	2005.2	강제	700	연구사업
79	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	척포마을 앞	1개	34°45.686 ' / 128°25.179 '	2005.2	강제	700	연구사업
80	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	척포마을 앞	1개	34°45.607 ' / 128°25.072 '	2005.2	강제	700	연구사업
81	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	척포마을 앞	1개	34°45.525 ' / 128°25.072 '	2005.2	강제	700	연구사업
82	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	척포마을 앞	1개	34°45.439 ' / 128°25.220 '	2005.2	강제	700	연구사업
83	목선강제복합어초(II) (26mx10mx7m)	부도, 곤리도 사이	1척	34°46.152 ' / 128°21.662 '	2005.2	목제, 강제	1820	연구사업
84	목선강제복합어초(III) (26mx10mx10m)	만지 서단	1척	34°44.361 ' / 128°22.529 '	2005.2	목제, 강제	2600	연구사업
85	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	장두도, 중화동 사이	1개	34°46.321 ' / 128°23.061 '	2005.3	강제	700	연구사업
86	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	장두도, 중화동 사이	1개	34°46.442 ' / 128°23.016 '	2005.3	강제	700	연구사업
87	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	장두도, 중화동 사이	1개	34°46.520 ' / 128°22.945 '	2005.3	강제	700	연구사업
88	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	장두도, 중화동 사이	1개	34°46.620 ' / 128°22.955 '	2005.3	강제	700	연구사업
89	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	장두도, 중화동 사이	1개	34°46.593 ' / 128°23.066 '	2005.3	강제	700	연구사업
90	피라밋강제어초 (10mx10x7m)	대장두도 동단	1개	34°46.171 ' / 128°23.148 '	2005.3	강제	700	연구사업
91	팔각반구형강제어초 (13.5mx6m)	학림등대 앞	1개	34°45.381 ' / 128°25.376 '	2005.3	강제	407	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(m ³)	비고
92	팔각반구형강제어초 (13.5mx6m)	학림등대 앞	1개	34°45.375 ' / 128°25.301 '	2005.3	강제	407	연구사업
93	굴패각어초 (5.2mx5.2mx3m)	연명, 달아 사이	9개	34°46.237 ' / 128°23.749 '	2005.3	강제	730	연구사업
94	굴패각어초 (5.2mx5.2mx3m)	학림도 남서단	6개	34°44.867 ' / 128°23.884 '	2005.3	강제	487	연구사업
95	굴패각어초 (5.2mx5.2mx3m)	학림도 남서단	6개	34°44.634 ' / 128°23.991 '	2005.3	강제	487	연구사업
96	삼각뿔강제어초 (4mx4mx4m)	저도북단	5개	34°45.304 ' / 128°23.582 '	2005.3	강제	320	연구사업
97	삼각뿔강제어초 (4mx4mx4m)	연명초소	5개	34°46.560 ' / 128°23.251 '	2005.3	강제	320	연구사업
98	삼각뿔강제어초 (4mx4mx4m)	부도서단	5개	34°46.261 ' / 128°21.938 '	2005.3	강제	320	연구사업
99	피복석	연명초소 서단	800 루베	34°46.658 ' / 128°23.265 '	2005.4	자연석	800	연구사업
100	피복석	수산과학 관 남단	1200 루베	34°45.739 ' / 128°24.494 '	2005.4	자연석	1200	연구사업
101	피라밧강제어초 (10×10×7)	저도서단	1개	34°45.174 ' / 128°23.456 '	2005.10	강제	1400	연구사업
102	피라밧강제어초 (10×10×7)	저도서단	1개	34°45.192 ' / 128°23.433 '	2005.10	강제	700	연구사업
103	피라밧강제어초 (10×10×7)	쑥섬북단	1개	34°46.053 ' / 128°23.399 '	2005.10	강제	700	연구사업
104	피라밧강제어초 (10×10×7)	쑥섬북단	1개	34°46.034 ' / 128°23.370 '	2005.10	강제	700	연구사업
105	피라밧강제어초 (10×10×7)	쑥섬북단	1개	34°46.042 ' / 128°23.458 '	2005.10	강제	700	연구사업
106	피라밧강제어초 (10×10×7)	학림동남 단	1개	34°44.637 ' / 128°25.208 '	2005.10	강제	700	연구사업
107	피라밧강제어초 (10×10×7)	학림동남 단	1개	34°44.596 ' / 128°25.194 '	2005.10	강제	700	연구사업
108	피라밧강제어초 (10×10×7)	학림동남 단	1개	34°44.598 ' / 128°25.251 '	2005.10	강제	700	연구사업
109	피라밧강제어초 (10×10×7)	대장두도 동단	1개	34°46.135 ' / 128°33.027 '	2005.11	강제	700	연구사업
110	피라밧강제어초 (10×10×7)	대장두도 동단	1개	34°46.140 ' / 128°33.039 '	2005.11	강제	700	연구사업
111	피라밧강제어초 (10×10×7)	대장두도 동단	1개	34°46.150 ' / 128°23.006 '	2005.11	강제	700	연구사업
112	피라밧강제어초 (10×10×7)	만지도남 단	1개	34°44.195 ' / 128°22.851 '	2005.11	강제	700	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(m ³)	비고
113	피라밋강제어초 (10×10×7)	만지도남 단	1개	34°44.186′ 128°22.842′	2005.11	강제	700	연구사업
114	피라밋강제어초 (10×10×7)	만지도남 단	1개	34°44.154′ 128°23.034′	2005.11	강제	700	연구사업
115	피라밋강제어초 (10×10×7)	만지도남 단	1개	34°44.212′ 128°22.741′	2005.11	강제	700	연구사업
116	피라밋강제어초 (10×10×7)	대장두도 북단	6개	34°46.275′ 128°22.963′	2005.10	강제	4,200	연구사업
117	피복석	수산과학 관남단	1,200 m ³	34°45.739′ 128°24.494′	2006.2	자연석	1,200	연구사업
118	삼각뿔	수산과학 관남단	29개	34°45.739′ 128°24.494′	2006.2	강제		연구사업
119	테트라포트	수산과학 관남단	100개	34°45.739′ 128°24.494′	2006.2	콘크리트		연구사업
120	뉘시터	수산과학 관남단	1세트	34°45.739′ 128°24.494′	2006.2			연구사업
121	다기능어초 (18×18×14)	저도북단	1개	34°45.422′ 128°23.538′	2005.11	강제	4,536	연구사업
122	인조해조장	장두도동 단	7세트	34°46.160′ 128°22.980′	2006.2			연구사업
123	석탑형다기능어초	연명 세보수산 밀	10개	34°46.366′ 128°23.730′	2007.3	콘크리트 철근	22	연구사업
124	인조해조장어초	대장두도 서쪽	4set	34,46,139 128,22,883	2007.6	PE	100	연구사업
125	인조해조장어초	봉도 서쪽	5set	34,46,721 128,22,613	2007.6	PE	100	연구사업
126	인조해조장어초	가두리 북쪽	1set	34,46,243 128,22,962	2007.6	PE	100	연구사업
127	삼각뿔어초	달아수산 과학관밀	20EA	34,46,746 128,24,778	2007.6	강제	64	연구사업
128	삼각뿔어초	저도등대 동쪽	10EA	34,44,919 128,23,534	2007.6	강제	64	연구사업
129	피복석	저도등대 동쪽	1200 루베	34,44,883 128,23,580	2007.6	자연석	1	연구사업
130	TTP	저도등대 동쪽	200개	34,44,883 128,23,580	2007.6	콘크리트	2.5	연구사업
131	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,673 128,24,695	2007.6	강제	700	연구사업
132	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,623 128,24,546	2007.6	강제	700	연구사업

번호	품 목	시설지역	수 량	시설위치	시설년도	재질	용적(m ³)	비고
133	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,628 128,24,549	2007.6	강제	700	연구사업
134	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,644 128,24,588	2007.6	강제	700	연구사업
135	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,635 128,24,560	2007.6	강제	700	연구사업
136	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,651 128,24,601	2007.6	강제	700	연구사업
137	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,680 128,24,626	2007.6	강제	700	연구사업
138	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,669 128,24,613	2007.6	강제	700	연구사업
139	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,698 128,24,682	2007.6	강제	700	연구사업
140	피라밋어초	학림도남 쪽	1개	34,44,690 128,24,675	2007.6	강제	700	연구사업
141	대수심어초	봉도북쪽	1개	34,46,316 128,22,055	2007.6	강제	1000	연구사업
142	대수심어초	곤리도남 쪽	1개	34,46,292 128,21,319	2007.6	강제	1000	연구사업
143	피라밋어초	연대도동 쪽	4개	?	2007.6	강제	700	연구사업
144	팔각반구형어초	봉도북쪽	1개	34,46,898 128,22,876	2007.6	강제	771	연구사업
145	팔각반구형어초	봉도북쪽	1개	34,46,925 128,22,828	2007.6	강제	771	연구사업
146	팔각반구형어초	곤리도 남서쪽	1개	34,46,444 128,21,615	2007.6	강제	771	연구사업
147	팔각반구형어초	곤리도 남서쪽	1개	34,46,451 128,21,565	2007.6	강제	771	연구사업
148	팔각반구형어초	곤리도 남서쪽	1개	34,46,468 128,21,477	2007.6	강제	771	연구사업
149	피라밋어초	만지도남 쪽	6개	34,44,073 128,23,218	2007.6	강제	700	연구사업
150	피라밋어초	만지도남 쪽	1개	34,44,185 128,23,421	2007.6	강제	700	연구사업

<1998년부터 2007년 6월까지 통영 바다목장 해역 내 방류 현황>

연도, 일시	어 종	마리수	장 소	크기(cm)	비고
1998.11~12.	조피볼락	15,000	소장두도	7~11	연구사업
"	조피볼락	35,000	만지도(등대주변)	"	"
"	볼락	5,000	만지도(등대주변)	"	"
소 계		55,000			
1999. 7.	볼락	500	만지도(등대주변)	15~18	"
1999. 8~12.	조피볼락	500,000	소장두도, 만지도, 학림도, 미륵도 연안	7~11	"
1999.11.	전복	5,000	소장두도	3	통영시
소 계		505,500			
2000. 8~12.	조피볼락	950,000*	목장 전 해역	7~10	*70만:구매/ 15만:생산/ 10만:경남수산 자원연구소 협조
	볼락	50,000	대,소장두도	"	
	감성돔	70,000	목장 전해역	13~15	
	참돔	80,000	목장 전해역	10	
	전복	10,000	학림도, 송도	5	
소 계		1,160,000			
2001. 5.	넙치	52,000	마동(척포)	5	경상남도
2001. 6.	참돔	70,000	장두도	5	세보수산
2001. 7.	참돔	50,000	마동(척포)	5	민간단체
	볼락	188,000	강제어초, 부도	7	바다목장사업
	조피볼락	44,000	부도	4.5	바다목장사업
2001. 9.	조피볼락	328,817	축도, 연대도, 부도, 장두도	10	바다목장사업
2001.10.	조피볼락	190,000	연명, 마동, 삼덕, 학림, 저도	12	바다목장사업
	감성돔	340,000	마동, 장두도	9	"
2001.12.	감성돔	70,000	축도(유도)	9	통영시
소 계		1,332,817			
2002. 3.	전복	22,000	학림, 장두도	3.5	바다목장사업
2002. 8.	참돔	102,500	축도(유도),봉도(쑥섬), 연명, 달아, 척포	8	바다목장사업
	볼락	108,000		"	
	감성돔	125,000		"	
2002. 9.	조피볼락	425,500	축도, 봉도, 연명, 달아, 곤리	8	바다목장사업
2002.11.	감성돔	372,000	장두도	8	바다목장사업
소 계		1,155,000			
2003. 1.	전복	40,000	연명 어촌계 지선	3	바다목장사업
2003. 8.	볼락	400,000	저도, 유도, 봉도, 장두도	8	바다목장사업
2003. 9.	조피볼락	256,000	저도, 유도, 봉도, 장두도	8	바다목장사업
2003.11.	감성돔	480,000	장두도, 부도, 달아 등	8	바다목장사업
소 계		1,176,000			
2004. 5.	볼락	165,000	장두도 일대	6	바다목장사업
2004. 7.	볼락	395,200	유도, 저도, 봉도, 부도, 장두도	7-8	바다목장사업
2004. 9.	감성돔	397,000	곤리, 달아, 척포	8-9	바다목장사업
2004.10.	조피볼락	734,000	저도, 달아, 유도, 봉도, 부도, 곤리	11	바다목장사업
소계		1,691,200			

연도, 일시	어 종	마리수	장 소	크기(cm)	비고
2005. 1	전복	30,000	연명, 장두도	4	바다목장사업
2005. 1	해삼	100,000	연명, 장두도	5	바다목장사업
소 계		130,000			
2005. 7.	불락	731,955	붕도, 축도, 저도, 달아	7 이상	바다목장사업
2005. 8.	조피불락	576,000	붕도, 축도, 저도, 달아	7 이상	바다목장사업
2005. 8.	감성돔	323,000	연명, 달아, 척포	7 이상	바다목장사업
소 계		1,630,955			
2006.10	감성돔	100,000	연명, 죽도	10 이상	바다목장사업
2006.11	조피불락	1,600,000	연대도	8~9	바다목장사업
2006.12	조피불락	200,000	달아	8~9	바다목장사업
2007.04	불락	225,000	연명, 죽도	11	바다목장사업
2007.06	불락	1,780,000	연명, 죽도	11	바다목장사업
	해삼	100,000	대장두도	3	바다목장사업
	전복	40,000	대장두도, 연명	4	바다목장사업
소 계		4,045,000			
총 합계		12,881,472			

**홍보 · 언론보도 및
논문 발표 자료**

1. 홍보 및 언론보도 자료

보도구분		제 목	주요내용
일자	보도지		
2.1	마산 MBC	마산 MBC 개국 특별방송	통영바다목장사업 소개 및 경남 연안의 해양수산분야의 새로운 비전 제시
2.26	SBS뉴스	[이슈] 미래 어족자원의 보고 '바다목장'	지난 98년부터 바다목장으로 변모를 꾀했던 경남 통영. 9년간 총사업비 280억원을 투자해 국내 최대 바다목장으로 탈바꿈하는데 성공했습니다. [명정구 박사/한국해양연구원 바다목장사업단 박사 : 지금은 불락이나 조피불락의 양이 종에 따라 다르지만, 5-10배 가까이 이렇게 수치상으로는 이 해역의 자원이 증가한 것으로 판단이 됩니다.]
4.15	한국일보	[신 해양시대] <10> 미래의 식량기지 바다 목장 '잡는 어업'에서 이젠 '기르는 어업'으로	15일 쪽빛 바다 위로 흩뿌려진 11개의 크고 작은 섬들이 올망졸망한 경남 통영시 산양읍 앞 바다. 읍내 연명마을 부두에서 뱃길로 10여분 거친 물살을 갈랐을까. 다도해 입구에 자리잡은 한국해양연구원 관리사무동이 한 눈에 들어온다. 1998년부터 이 곳을 지켜온 한국해양연구원 해양생물자원연구본부 박용주(48) 책임기술원이 반갑게 맞은 후 앞쪽을 가리킨다.

2. 통영 바다목장 현장 홍보 및 방문인사

방문일	방 문 인 사	목 적	인원(명)
2006.6.2	MBC기자	바다목장 촬영	3
6.3	영상시대 윤혁수 외	바다목장 촬영	2
6.5	해양수산부 장관 외	현장방문	31
6.7	해양수산부 민병주 사무관 외	현장방문	9
"	통영시청 계장외 2명 방문	현장견학	3
6.8	경상남도 어업생산과	현장방문	2
6.9	해양수산부 자원관리과	현장방문	11
6.21	해양수산부 자원국장	현장방문	1
7.13	감사원 감사	현장시찰	3
7.14	울진군 수산과장	현장견학	2
7.18	울릉군 수산과 어정계장	현장방문	1
7.26	삼천포 저도어촌계 어업인	현장견학	6
7.31	창원 KBS 기자	바다목장 촬영	4
"	해양수산부 홍보국장	현장방문	1
8.27	제종길의원 외	현장시찰	71
8.28	영상시대 윤혁순	준공식 관련 수중촬영	1
"	창원 KBS 기자	현장방문	2
9.11	도립수산자원연구소장외	현장방문	3
9.11	통영시청	현장방문	2
9.12	해양수산부 정책과 사무관외	현장방문	4
9.21	경상대 김남길 외	해조장 시설 조사	4
10.25	공공기술연구회 감사	현장방문	14
10.25	춘천 KBS 기자	촬영을 위한 현장방문	2
10.27	도립수산자원연구소 박경대 외	현장방문	7
11.7	국립수산과학원	현장시찰	6
11.9	해양경찰청, 감사외	현장시찰	6

방문일	방 문 인 사	목 적	인원(명)
2007.1.3	해양수산개발원	현장시찰	1
1.18	국회법사위 박기준 전문위원 외 입법조사관, 행정법무팀장	현장답사 및 현황청취	8
1.24	마산 MBC 기자	어초촬영	3
2.2	과기부 정책국장외	현장답사	3
2.20	SBS기자	바다목장 촬영 현장답사	
3.14	국회 예산결산특별위원회 이권우 입법심의관 외	현장방문	5
3.16	경상남도 홍보 TV촬영팀	경상남도 홍보물 촬영	7
3.27	통영시청 진근태 계장 외	현장방문	2
3.28	중국대사관 직원(참사관, 서기관)	현장방문	2
4.6	울산 동구청장외	시설견학	6
4.10	경기도청 해양수산과장, 시설계장	현장견학	2
"	화성시청 환경경제국장, 해양개발과장	현장견학	2
4.12	한국어항협회원	현장견학	40
4.13	해양수산부 정책홍보실 김준옥 외	국정방송(KTV)통영취재	4
4.19	한국경제조사 연구원	현장견학	3
4.24	해양수산부차관	현장방문	3
"	거제시청 수산과장 외	현장견학	12
4.26	순천향대학교 방인철교수 외	현장방문	21
4.27	사천시 의회 의원외		8
5.17	경남도의회 농수산위원, 농수산전문위원, 어업생산과장	현장방문	18

3. 논문발표

제 목	논문분류	게 재 지	참여 연구원
대형 수조에서 볼락 종묘 생산에 따른 수질환경의 변화	논문학진(등재)	한국양식학회, 19(1), 25-32	오승용
오징어의 밀도비 및 음속비와 음향 산란특성에 미치는 영향	SCI(우수)국외	Fisheries Science, 72(4), 728-736	강돈혁
다중주파수 시스템을 이용한 감성돔의 측면 음향 산란강도	Pro(F)(국제)	The 9th Western Pacific Acoustic Conference PP1-8	조성호 강돈혁
바다목장 해역에서 감성돔의 음향 순치에 관한 예비 연구	Pro(F)(국제)	The 9th Western Pacific Acoustics Conference 001-7	강돈혁
통영바다목장 해역내 설치된 팔각 반구형강제어초의 어류 유집효과에 관한 연구	논문기타(국내)	수중과학기술, 6(1), 3-9	명정구
바다목장장화사업과 연안 어족자원 복원대책	세미나	바다살리기 제2차 대토론회, 1(1), 47-53	명정구
수중음향을 이용한 해초 서식처 (Seagrass Habitats)의 공간 및 수직 분포 추정	논문학진(등재)	Ocean and Polar Research, 28(3), 225-236	강돈혁
Effect of restricted feeding regimes on compensatory growth and body composition of red sea bream <i>Pagrus major</i>	SCI	Journal of the World Aquaculture Society (in press)	오승용 노충환 조성환

제 목	논문분류	게 재 지	참여 연구원
조피볼락, <i>Sebastes schlegeli</i> 의 산소 소비율에 미치는 수온과 체중의 영향	학진 등재후보	한국어류학회지, 19(1), 1-7	오승용 노충환 명정구 조재윤
점농어, <i>Lateolabrax maculatus</i> 치어의 산소 소비율에 미치는 수온과 염분의 영향	학진 등재후보	한국어류학회지, 18(3), 202-208	오승용 신창훈 조재윤 노충환 명정구 김종만
수온과 광주기에 따른 볼락, <i>Sebastes inermis</i> 치어의 산소 소비율	학진 등재	한국양식학회지, 19(3), 201-215	오승용 노충환
바다목장의 환경관리	-	우리나라 바다목장의 현재와 미래-문제점 분석 및 대응방안 모색을 위한 토론회-(2006)	이진환
2000-2007년 통영바다목장해역에서 식물플랑크톤 군집 변화에 영향을 미치는 환경요인	학진(등재후보)	한국환경생물학회지(2007) (출판중)	정승원 권오윤 주형민 이진환
2000-2005년 통영바다목장에서 환경요인과 동, 식물플랑크톤 군집의 변화양상	2006년 춘계	환경생물학회	이진환 외 6인
통영바다목장 해역의 식물플랑크톤의 장기적 변동과 환경요인과의 관계	2007년 춘계	한국조류학회	정승원 윤석제 이진환

제 목	논문분류	게 재 지	참여 연구원
통영바다목장해역에서의 크기별 식물플랑크톤 군집과 Chlorophyll a의 계절별 변화	2007년 춘계	한국환경생물학회	신상원 정승원 이진환
통영 바다목장 해역의 중속영양세균 분포	2007년 춘계	한국환경생물학회	김말남 이한용 이진환 김종만
Variability of Phytoplankton Communities and dominant species in marine ranching ground of Tong Yeong	2006 Oct.	International Symposium of Marine Algae and Global Warming. The National Assembly, Seoul, Korea	정승원 김종만 이진환

주 의

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