

2007년도
전남바다목장사업보고서
(2단계 4차년도 보고서)

Studies on the Development of Jeonnam Archipelago
Marine Ranching Program 2007 in Korea

2008. 4

주관연구기관
국립수산과학원

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "전남 다도해형 바다목장사업(2단계 4차년도) " 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2008. 4.

주관연구기관명 : 국립수산과학원

협동연구기관명 : 부경대학교

전남대학교

한국해양수산개발원

한국해양연구원

한국해양수산기술연구소

총괄연구책임자 : 김 윤(국립수산과학원)

참여연구원 :

국립수산과학원

김 윤 홍정표 노치홍 박상언 이정용 박영래 이영자 이영권 백희선 최혜련 박민우
김창길 김주일 김정배 조재권 서성호 최임호 김병섭 오태건 김잔디 정현철 문경훈
김태진 김명화 김철원 이윤호 김대현 정춘구 황현규 이현숙 정준호 정창수 정희동
김숙양 김상수 오현주 정규귀 조은섭 최윤석 최양호 정영희 이상용 추부관 정나영
이근섭 박정임 한경호 이성훈 김춘철 강경완 양원석 차병렬 오택운 서영일 이선길
추은경 주 현 최문성 허선정 허은미 장선익

부경대학교

신현옥 강경미 최준호 장창익 송경준 나종현 박희원 권유정 권혁찬 신영재 김광훈
곽상봉

전남대학교

정관식 고강희 유진형 김종창 이서우 이희원 박상균 하현주 강태선 정종용 윤양호
신현출 한경호 김종규 오석진 박종식 노일현 안영규

한국해양수산개발원

김대영 홍현표 강종호 이정삼 박상우 이현동 고봉현 김 현 정혜란 전희성

한국해양연구원

명정구 이순길 박철원 노충환 김성렬 이윤호 유재명 이용국 강돈혁 오승룡 장요순
임주백 김충곤 김민석 박용주 권수재 최희정 장 석 정백훈 금병철 백충부 김지영
노봉호 서현석

한국해양수산기술연구소

김진희 추현기 강충배 이정아

요약문

I. 사업명

2007년도 전남 다도해형 바다목장사업(2단계 4차년도)

II. 사업의 목적 및 중요성

바다목장은 일정한 연안어장에 인공구조물(인공어초, 해중립초 등)을 투하하여 수산자원의 산란 및 서식장을 조성하고, 건강한 종묘를 방류하여 자원증대를 도모하며, 인위적으로 통제하고 관리하는 어업생산시스템, 즉 자연생태계를 적극적으로 보전하면서 어업생산 및 어업경영을 지속적으로 안정시키는 방법의 미래지향적 연안 입체공간 활용시스템이다.

전남바다목장사업은 2001년 후보지 선정 이래 전남 다도해 해역의 시범 바다목장으로 환경, 생태, 자원 및 이용관리 등 다양한 분야의 연구가 밀접한 관계를 가지고 추진되고 있으며, 2004년부터 본격적인 바다목장 기반 조성사업의 일환으로 시설사업이 추진 중에 있다. 2007년은 여러 가지 기초 자료를 응용하고 여수 바다목장해역의 해양 환경과 대상 종의 여러 분야 연구 결과를 본격적으로 현장에 적용하는 2단계의 4차년도이다.

이 사업은 바다목장의 해양환경을 모니터링하면서 친환경적인 관리 하에 감성돔, 돌돔, 황점볼락 및 볼락 등 대상 생물의 자원을 증대시키고, 인공어초 및 바다숲 조성을 통한 서식 공간을 확대시킴으로서 생산력의 극대화를 꾀하고 그 생산력을 유지시켜 지속적인 생산으로 어민 소득 증대를 꾀하는데 궁극적인 목적이 있다.

전남바다목장사업을 성공적으로 수행하기 위해서는 해역 환경에 관련된 기초적인 과학적 정보는 물론 현재의 어업자원현황, 자원의 감소원인, 대상종 및 대상종과 밀접한 관련을 갖는 종들의 생태특성과 유전적 특성, 자원조성규모와 관련된 환경수용력, 그리고 예상되는 기대수익 및 사업의 부수적 효과 등에 대한 조사 분석 및 연구가 동시에 병행되어야 된다.

아울러 과학적인 연구 결과를 바탕으로 추진되는 어장조성, 자원조성 및 자원 이용 관리를 포함하는 바다목장 시범 사업은 향후 이 사업이 전남을 포함하는 남해의 다도해 해역으로 확산하는데 필요한 기초 과학적 지식은 물론 각 분야의 연구결과를 응용하여 해역 생산력을 복원하는데 가장 필수적인 모델 사업이 될 것이다.

따라서 기초부터 응용 부분까지 다양한 연구 분야를 포함하는 바다목장사업은 우리나라 연안의 환경, 자원을 포괄하는 종합적인 해양기술개발 사업이라 할 수 있고 해양 대국으로 나아가는 기반 사업으로서 그 중요성이 강조된다.

Ⅲ. 사업의 내용 및 범위

이 사업은 여수 금오열도를 중심으로 전남 다도해형 시범 바다목장 조성을 위한 2단계 4차년도 사업으로 총괄관리, 연구개발사업, 시설·방류사업으로 추진되었으며, 각각의 세부 내용은 다음과 같다.

총괄관리

기본 계획 수립

로드맵 수립

업무편람

연구개발사업

어장 및 자원조성

인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구

중간육성 시험 및 방류효과조사

감성돔 이동조사

잘피어장 조성

방류용 건강종묘생산

해양환경 및 자원평가

해양환경 및 생물군집 특성조사

생태계모델

자원조사 및 평가

먹이생물조사

이용관리

이용관리에 관한 연구

시설·방류사업

인공어초 시설사업

종묘방류사업

기타 시설사업

IV. 사업결과

1. 총괄관리

가. 기본 계획 수립

2007년 전남바다목장사업은 총괄관리, 연구개발사업 및 시설·방류사업으로 구분하여 추진되었으며, 총괄관리 분야에서는 효율적인 연구사업 및 시설·방류사업 추진을 위한 중점목표와 추진방향의 재정립, 로드맵 수립, 업무편람 작성 등 지금까지의 사업추진 과정을 점검하고 재정립하였다. 아울러 연구개발사업은 어장 및 자원조성, 해양환경 및 자원평가, 이용관리 분야로 구분하여 추진하였으며, 효율적인 어장 자원조성을 위한 시설·방류사업으로 인공어초 시설사업, 종묘방류사업 및 기타 시설사업을 추진하였다.

나. 로드맵 수립

전남 다도해형 바다목장사업은 2008년까지 추진 계획이었으나 2010년까지 연장됨에 따라 2008년까지 자원조성 및 실 해역 적용기술을 완료한 후 2009년부터 3단계 사업을 추진하는 것이 효과적이다. 따라서 2008년까지는 자원 및 어장 조성 등 시설사업과 종묘생산 기술개발 등 연구개발사업을 지속적으로 추진하고 3단계인 2009년부터는 마무리 시설 사업과 해양환경 및 자원 모니터링을 통한 효과조사 및 이용관리 방안 수립을 통한 사후관리 사업이 추진 될 예정이다.

다. 업무편람

바다목장사업의 제도적 기초 마련을 위해 해역 현안 사항 수립을 위한 지역협의회 구성과 바다목장사업의 효율적 운영을 위한 운영위원회를 구성하여 사업의 공정성을 확보하고자 하였으며, 인공어초 선정방법 및 절차, 설계기준마련, 계약 절차, 감독관 업무 요령 등을 수립하여 객관적 사업 추진을 도모하였다. 종묘방류사업 분야는 방류종묘 선정방법 및 절차, 구매계약 업무, 건강종묘 기준, 감독관 업무요령, 검수요령, 방류 방법 등 업무 표준화를 위한 지침을 수립하였다.

2. 연구개발사업

가. 어장 및 자원조성

1) 인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구

2007년도 인공어초 시설지에 대한 서식생물상 조사 결과, 총 6개 정점에서 저서동물은 61종이 채집되었고, 39개체/m²의 평균 서식밀도를 나타내었으며 평균 생물량은 359.5g wt/m²으로 일반 해역과 비슷한 양상을 보였다. 해조류 출현종은 녹조류 4종, 갈조류 9종, 홍조류 15종으로 총 30종이 출현하였으며

현존량도 1600~4000g/m²로 같은 시기의 다른 지역보다 높게 나타났다. 상부인 조간대에서는 출현종수와 우점도가 높게 나타났고, 조하대인 수심 1~3m에서는 이와 반대로 현존량이 높게 나타났으며 수심 4~6m의 하부에서는 출현종, 우점도 및 현존량 모두 낮게 나타났다. 본 조사 시 나타난 특징은 금오도 지역은 조하대 수심 4~6m 권에서부터는 많은 부니와 함께 투명도가 떨어짐으로서 보상심도가 낮아져 해조상이 급격이 적어지며 일부지역에서는 갯녹음(백화현상)이 발생된 것이 관찰되었다. 패조류형 어초시설의 경우 해조류의 포자가 방출되기 전인 초봄에 시설되는 것이 바람직 하며, 수심은 보상심도가 유지되는 3~6m 권내에 설치 될 수 있도록 하는 것이 효율적이라고 사료된다. 본 연구에서 어류형과 패조류형 인공어초 시설예정지에 대해 삼중자망에 의한 1회 조업 어획 생물의 출현종 및 개체수 조사 결과, 모든 조사정점에서 총 33종의 생물종이 어획되었으며 개체량은 총 219개체였고 총 출현량은 20,670g이었다.

전남 바다목장 해역 내 지리적 환경 조사 결과, 금오도 서부 연안은 육지에 면한 수심이 10m 내외이고 외측에는 19m로 비교적 수심이 깊지 않은 것을 알 수 있었으며 금오도 동쪽 해역은 수심이 19~34m로 깊은 수심대를 나타내었다. 저질은 육지와 인접한 부분에서는 자갈과 사질이 주를 이루었으며 육지면과 200~300m 정도 거리에서는 저질이 니사질의 분포 경향을 나타내었다. 본 연구에서는 바다목장 해역 내 물리적인 해수유동 등의 환경조사와 그 동안 조사된 자원조사를 포함한 생물조사 자료를 기초로 하였고, 주대상종인 감성돔, 볼락, 돌돔, 황점볼락, 전복, 해삼 등의 생태 등을 종합적으로 고려하여 인공어초 시설위치를 선정 하였다. 또한 바다목장 해역 내 기존에 시설된 일반어초와의 연계성 등 효율적인 어초대 형성을 목적으로 하였으며 시설될 인공어초의 규모 및 형태에 대하여 해역의 수심과 저질상태 등을 고려하였다. 2007년도 시설사업으로 투하된 인공어초는 어류형과 패조류형이다. 어류용 인공어초의 특징은 시설수심이 10m 이심(대형강제의 경우 20m 내외)으로 어초의 기능은 감성돔, 볼락 등 어류의 먹이장, 서식지 제공이며 어초의 재질은 강재 및 콘크리트이고 구조형태는 조류를 차단(감성돔의 경우 월동기능) 할 수 있고 부착생물의 부착면이 많은 구조가 선택되었다. 패조류형 어초의 특징은 시설수심이 3~10m 사이이며 기능은 해조류, 전복 및 해삼 등의 부착성 생물의 서식지를 제공하는 것이다. 또한 어초의 재질은 주로 콘크리트나 세라믹으로 어초의 구조와 형태는 패·조류의 서식에 적합한 면구조로 설계되었다.

다목적강제어초(Multipurpose Steel Artificial reef), 점보강제어초(jumbo Steel Artificial reef), 자연초 및 대조구에서 삼중자망을 이용하여 어획된 출현종 및 개체수 조사 결과, 모든 조사정점에서 총 37종의 생물종이 어획되었으며 개체량은 총 213개체였다. 잠수 관찰에 의한 출현종 및 개체수 조사 결과 출현종은 총 24종으로 2,721개체가 출현하여 이러한 결과의 상이성은 2가지 조사방법의 차이에서 기인된 것으로 사료된다.

해중림 조성을 목적으로 남면 안도 이야포만에 시설된 부류연승식 seedbank 시설물에 대한 상태를 파악하기 위하여 직접 잠수하여 관찰한 결과, 시설물을 지지하고 있는 부위와 해조류 이식로프 전체에 다량의 진주담치가 부착함으로써 해조류의 부착기질을 차지하는 것은 물론 그 하중을 지탱하지 못한 시설물의 하부는 저층에 위치해 있었으며 시설물 상부 또한 중층까지 침하되었다. 2007년도 seedbank 시설해역에 대한 해조상 조사결과 출현종은 녹조류 2종, 갈조류 11종, 홍조류 10종으로 도합 23종이었다.

전복 적정방류량 산정은 2007년 9월에서 12월까지 전남 다도해 바다목장 해역에서 잠수부를 이용하여 방형구 방법에 의해 수행되었다. 전복은 안도해역에서 단위면적당 8.55개체로 가장 많이 나타났으며 신미해역에서 단위면적당 0.25개로 가장 적은 출현량을 보였으며, 해조류는 총 29종이 관찰되었으며 녹조류 2종, 갈조류 9종, 홍조류 18종이었다.

전남바다목장 해역에서 전복자원량은 안도 464.3톤 화태 29.2톤, 우학 13.6톤 이었으며 심미 2.5톤으로 가장 적었다. 전복먹이로 가능한 해조량은 안도 287.8톤, 화태 22.8톤, 심미 14.9톤 이었으며 우학 해역에서 9.5톤으로 나타났다.

해역별 전복방류량을 산정한 결과 화태와 심미는 각각 10만 마리와 19만 마리 정도 방류가 가능한 것으로 나타났으나 우학과 안도는 해조류의 관리와 인공 해조장 조성이 필요할 것으로 나타났으며, 본 연구는 기초연구로서 좀더 구체적인 자료 축적이 있어야 정확한 방류량을 산정하게 될 것으로 생각된다.

2) 중간육성 시험 및 방류효과조사

서고지 입구에 설치한 자연석과 테트라포드를 쌓고 그 곁에 인공어초를 설치한 감성돔용 서식처(월동장, Y44)에서의 주요 어종들의 위집 및 행동 특성을 잠수조사를 통하여 모니터링 하였다. 2007년 1월에 주간과 야간을 나누어 조사를 실시하였는데 주간에는 볼락, 불볼락 등 총 3종, 야간에는 볼락, 감성돔을 포함하여 총 7종이 확인되었다. 10월에는 감성돔 50 마리 이상을 포함하여 총 25종으로 조사 정점 중 가장 많은 어종 및 개체수가 관찰되었다. 감성돔은 암반, 테트라포드에서 약 1~1.5m 정도 떨어진 곳을 유영하고 있었다. 다른 인공어초와의 비교 결과 안도 입구의 자연석과 TTP 어장이 감성돔을 위한 구조물로는 효과가 뛰어난 것으로 나타났다.

또, 그동안 설치한 인공어초와 구조물에 대한 어류 행동, 군집 동태를 파악하기 위하여 일반어초, 실험어초 및 연구어초를 대상으로 조사를 실시해 오고 있다. 안도 이아포만의 시험어초인 사다리꼴 복합 강제어초는 지금까지 총 19번의 수중 조사에서 총 30종이 확인되었고 돔형 복합 강제어초는 총 18번의 조사에서 총 27종의 어류가 확인되었다.

중간육성 기술의 적용 방안의 하나로 순치 기법을 적용하였다. 방류 직후 혹독한 자연조건에서 먹이를 섭취하며 건강하게 살아남을 수 있는 개체를 확보하는 방법의 하나이다. 즉 야간점등에 의한 자연산 먹이 섭이 훈련과정은 인위적인 종묘 생산 과정을 거친 방류어가 혹독한 자연환경에서 생존을 하기 위한 적절한 야성화 훈련 과정으로서의 의미를 내포하고 있다는 결론을 얻었다.

안도해역에 방류된 감성돔은 방류해역에서 월동이 가능하지만 수온 15℃ 이상이 보장되는 5월 중순에서 6월 초순 사이에 방류하는 것이 가장 바람직하다. 황점볼락은 안도해역에서 가장 확실한 자원조성 대상종이다. 그러나 방류어의 성장으로 추론할 때 방류해역에 황점볼락이 은신할 수 있는 저서환경이 열악하고 먹이생물이 부족하다. 따라서 황점볼락의 방류 이전에 황점볼락이 머물고 자랄 수 있는 어장 환경조성이 절대적으로 필요하리라 생각된다. 안도 이아포 연안에 방류된 전복치패는 새로운 서식환경에 잘 적응하며 양호하게 성장하고 있다. 안도어촌계 전복생산량(판매실적) 변화 추이로 판단할 때 2007년까지 생산에 포함된 방류산 전복은 약 1,400kg으로 집계 되었다.

전남 바다목장 해역에 설치된 두 대의 음향급이기를 이용하여 소형 및 중형 감성돔에 대한 음향 순치의 실제 해역 적용 가능성에 대한 연구를 실시하였다. 음향 시스템은 한국해양연구원에서 안도에 위치한 음향급이기(직선거리 340km)를 직접 제어할 수 있는 CDMA(Code Division Multiple Access) 방법을 이용한 원격 제어 방식을 사용하였다. 음향 순치는 2007년 9월 28일~11월 28일까지 실시하였다. 음향 순치 과정이 끝난 후 실효역 조사는 어탐 조사 및 음향텔레메트리 기법을 이용하였다. 실효역 방류 직후에는 유집 효과가 없었으나, 24시간이 지난 조사에서는 음향급이기 부근에 체류하기 시작했으며 현재까지의 자료에 의하면 15일이 지난 지금까지도 음향급이기 부근에 체류하는 것으로 나타나 음향순치 효과가 있음을 보여주고 있다.

감성돔 방류로 인한 여수 바다목장 해역 내 유전자 pool의 변동 여부를 파악하기 위하여 감성돔 미토콘드리아 DNA의 조절영역을 분석하였고, microsatellite marker를 이용하여 감성돔 집단의 유전적 다양성을 조사하였다. 미토콘드리아 DNA 조절영역을 PCR-RFLP 분석하여 얻은 haplotype을 근거로 계산

한 유전적 다양도는 방류집단과 자연집단 및 양식집단 간 뚜렷한 차이는 없었으며($p>0.01$), 5개의 microsatellite loci를 분석한 결과에서도 각 집단 간 차이는 발견되지 않았다. 방류집단과 자연집단 및 양식집단은 가까운 유전적 거리를 보여주었으며, 유전적 다양도 또한 유사한 결과로 방류해역 내 유전자 pool의 변동은 없을 것으로 판단된다.

3) 감성돔 이동조사

2007년 10월 14일~12월 12일 약 2개월에 걸쳐 전남 바다목장에서 음향표지 감성돔(개체수=28 마리, 평균 전장=24.5cm(S.D.=3.0), 평균 체중=259.1g(S.D.=88.5))과 황점볼락(개체수=10 마리, 평균 전장=21.9cm(S.D.=2.1), 평균 체중=191.6g(S.D.=53.1))의 이동범위, 수평 및 연직 행동특성, 체류시간 및 체류율을 측정하고 분석하였다. 또한 음향표지의 송신주기와 송신출력에 따른 탐지율도 비교 분석하였다. 부호형 음향표지는 수술법으로 마취한 시험어의 복강에 삽입하였다. 시험어의 이동범위와 체류시간, 연직 행동특성 등은 VR2수신기를 사용하여 측정하였고 시험어의 수평 행동특성은 VRAP 시스템을 이용하여 측정하였다. 실험기간 동안의 수온, 탁도 등 해양환경은 멀티센서를 구비한 유향유속계(RCM9)를 중간육성장의 가두리에서 수면하 5m 층에 계류하여 측정하였다. 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 감성돔의 대부분은 관측기간 동안 방류지점으로부터 반경 800m 이내(사선부분)에 머물렀으며, 그 중 1 마리(Tag No. 7204)는 4일간 해안을 따라 약 9.3km를 이동하였다. 황점볼락의 대부분은 방류지점을 중심으로 반경 수 100m 이내에 머물렀고, 그 중 1 마리(Tag No. 49&50)는 6일간 해안을 따라 약 2km를 이동하였다.

2. 감성돔은 주간에는 방류지점(중간육성장의 가두리) 주변에서 머물다가 야간에는 그 곳을 벗어나는 수평적인 행동을 반복적으로 보였다. 이러한 행동범위는 시간의 경과와 더불어 커졌다. 감성돔의 유영수심은 주간과 야간이 각각 8~11m, 5~6m이었으며, 이러한 연직일주행동이 반복적으로 관찰되었다. 황점볼락의 경우에는 감성돔과 같은 연직 일주행동을 관찰하지 못했다.

3. 감성돔의 평균 체류시간은 12.1일(S.D.=15.6)이었고, 평균 체류율은 36.9%(S.D.=38.6)이었다. 어체의 크기가 큰 그룹(평균=195.0g, S.D.=13.0)의 감성돔의 체류시간은 그렇지 않은 그룹(평균=129.5g, S.D.=3.8)의 것보다 길었고, 평균 체류율 또한 높았다.

감성돔의 체류율은 해안선의 모양에 따라 차이가 있었으며, 굴곡이 깊은 곳에 방류한 감성돔의 체류율(평균=22.5%, S.D.=13.6)이 굴곡이 얕은 곳에 방류한 감성돔의 체류율(평균=2.1%, S.D.=3.1)보다 높았다. 양식산 감성돔의 평균 체류율은 53.0%(S.D.=9.9)로 자연산의 23.0%(S.D.=33.0)보다 약 2.3배 높았다. 해상 가두리가 있는 곳(반경 500m 이내)에 방류한 감성돔과 그렇지 않은 곳에 방류한 감성돔에 대한 체류시간과 체류율을 비교한 결과, 평균 체류시간은 전자가 15.0일(S.D.=17.3)로 후자보다 약 1.2배 길었고, 평균 체류율은 전자가 46.8%(S.D.=40.8)로 후자보다 3.8배 높았다. 황점볼락(평균 전장=21.9cm(S.D.=2.1), 평균 체중 191.6g(S.D.=53.1))의 체류시간은 평균 22.6일(S.D.=23.9)이었고, 평균 체류율은 41.7%(S.D.=42.7)이었다.

4. 펄스의 송신주기가 1.5배 다른 음향표지(송신주기: 60s, 90s)의 감성돔 탐지율은 각각 총 탐지횟수 636회의 87.3%, 12.7%이었다. 송신주기가 2배 다른 음향표지(송신주기: 30s, 60s)의 탐지율은 총 탐지횟수 2,396회의 50%로 같았다. 음원음압준위(dB re 1 μ Pa at 1m)가 142dB, 136dB인 음향표지 감성돔의 탐지율은 각각 총 식별횟수 2,137회의 91.6%, 8.4%이었다.

4) 잘피어장 조성

바다목장해역에서 잘피 이식 및 잘피 생육지를 조사한 결과를 살펴보았다. 광량의 평균 변동범위는 0.1~87.7 Lux/sf였고, 수온의 평균 변동범위는 10.4~25.8℃이었다. 잘피의 형태학적인 특성을 살펴보면 자연생육 잘피의 평균 지상부 길이 범위는 60.2±4.3~121.5±10.5cm이고, 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±13.5cm이고, 평균 잎 길이 범위는 30.8±3.6~99.4±10.4cm로 나타났다. 자연생육 잘피의 잎 생산성 범위는 13.6±0.7~38.4±3.6 mg/sht/day이고, 잎의 상대성장 범위는 0.020±0.000~0.026±0.002g/g/day로 나타났다. 이식된 잘피의 잎 생산성 범위는 6.9±0.0~33.5±5.1mg/sht/day이고, 잎의 상대성장 범위는 0.021±0.001~0.033±0.002g/g/day로 나타났다.

조사결과 어류는 총 5목 13과 19종, 324개체, 1,953g으로, 그 중 농어목 어류가 4과 7종이 출현하여, 출현종수의 36.8%를 차지하여 가장 많이 출현하였고, 우점종으로 주둥치가 80개체가 출현하여 전체 개체수의 24.7%를 차지하여 최우점하였다.

조사 시기별 출현 개체수는 2차 조사 시기였던 2007년 2월에 15개체가 출현하여 가장 적은 개체수를 보였고, 4차 조사 시기인 2007년 8월에는 128개체로 가장 많은 출현 개체수를 보였다.

어류 군집의 종다양도지수는 1.25~2.13으로 나타났고, 균등도지수는 0.83~0.94로 나타났으며, 우점도지수는 0.44~0.67로 나타났다. 유사도는 2006년 11월과 2007년 11월에서 상대거리차가 0.02로 가장 가까운 하나의 그룹으로 나타났다.

5) 방류용 건강종묘 생산

본 연구에서는 효과적인 자원조성을 위한 방류용 황점볼락의 효율적인 친어관리 및 친어 산출 유도를 위한 적정 암·수비 및 암·수 교미시기 구명을 통하여 우량종묘의 안정적 생산을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

본 연구에 사용된 황점볼락 친어는 해상가두리에서 6개월 이상 사육 관리되어 온 자연산 황점볼락 성어로서, 9월말에 확보하여 해상가두리시설(6×6×5m)에서 기존에 사육되어지고 있는 황점볼락 성어와 함께 수용하였다.

황점볼락 친어의 암수 판별과 관리를 위해 어체 측정과 산출 후에도 친어의 암, 수를 구분할 수 있도록 등 근육 부위 Anchor tag 표지를 실시하였다. 친어의 생식돌기 돌출 여부에 따라 임시적으로 암수를 구분하였고, 이를 재확인하기 위하여 구분된 암수 각각 5 마리의 생식소를 검출하여 난소와 정소의 형태를 함께 확인하였다.

황점볼락 암수 친어의 적정 수용비를 조사하기 위하여, 암수를 30:30(1:1), 30:60(1:2), 30:90(1:3)으로 수용하여 산출시기 전까지 사육관리 하였으며, 현재 예년보다 높은 수온으로 암컷의 자연산출시기가 늦어지고 있어, 각 암수 수용비 별로 복부가 팽대된 암컷의 비율과 각 수용비별 생존율을 조사하였다.

황점볼락 친어의 암수 교미시기를 조사하기 위하여 매월 암수 3 마리를 무작위로 미병부에서 혈액을 채취 후 혈청을 분리하여 각 암수 모두 estradiol-17β, testosterone (T), progesterone을 측정하였다. 또한 간과 생식소를 적출하여 간중량지수(Hepatosomatic index, HSI)와 생식소중량지수(Gonadosomatic index, GSI), 비만도(Condition factor, CF)를 산출하였다.

생식돌기 유무를 통한 암수의 판별에 대해 확인하기 위하여 실시한 생식소의 확인 결과 생식돌기가 돌출된 암, 수가 확인되었으며, 확보된 자연산 친어는 총 324 마리이고, 수컷은 총 196 마리, 암컷은 108

마리로 1.5:1의 성비로 확보되었다. 암컷은 평균 어체중이 $467.2 \pm 64.6\text{g}$ 으로 수컷의 $282.4 \pm 40.8\text{g}$ 보다 70%의 어체중 차이를 보였으며, 전장, 체장, 체고에서도 암컷에 비해 수컷은 낮은 값을 나타내었다. 황점볼락 암수 친어의 수용비에 따른 암수 각각의 생존율은 85~90%를 나타내었는데, 특히 크기가 작은 수컷에서 폐사율이 암컷에 비해 2배 높았다. 복부 팽대 암컷 비율을 조사한 결과 1:1과 1:2에 각각 80.0, 83.3%를 나타내었고 1:3에서 26 마리로 총 86.6%를 나타내 1:3이 높았다. 황점볼락 암수 친어의 GSI에서는 9월에 수컷이 1.87 ± 0.45 에서 12월에 0.14 ± 0.12 로 감소되었으며, 암컷은 9월에 3.39 ± 1.12 에서 12월에 40.68 ± 7.98 로 급격히 증가하였다. HSI에서는 수컷이 9월엔 3.07 ± 0.11 에서 11월에 1.39 ± 1.04 로 감소되었으나, 12월에 2.13 ± 0.23 으로 증가되었다. 암컷은 9월에 2.07 ± 0.09 에서 11월에는 3.49 ± 0.31 로 증가되었으나, 12월에 0.71 ± 0.14 로 감소되었다. CF에서는 수컷은 9, 11, 12월에는 각각 14.08~14.80를 나타내었으나, 10월에는 16.23 ± 2.18 로 높은 값을 나타내었고, 암컷은 9월에 16.06 ± 2.1 에서 11월에는 18.94 ± 1.42 로 증가되는 경향을 보였으나, 12월에 17.49 ± 1.06 을 나타내었다. 암컷의 estradiol-17 β 는 10월에 0.11ng/ml 에서 11월에 0.90ng/ml 으로 크게 증가되었고, testosterone은 10월에 9.05ng/ml 에서 11월에는 1.91ng/ml 으로 크게 감소되었으며, progesterone에서는 10월에 0.60ng/ml , 11월에는 0.40ng/ml 으로 감소되었다. 수컷의 testosterone은 10월에 4.83ng/ml 을 나타내었으나 11월에 1.00ng/ml 으로 급격히 감소하였으며, progesterone 역시 10월에 0.37ng/ml 에서 11월에 0.15ng/ml 으로 감소되었다. 황점볼락의 적정 교미시기는 10월인 것으로 보이나, 단기적인 조사만이 실시되어 전체적인 결론을 도출하기는 어려우며 보다 명확한 교미시기를 구명하기 위해서는 1년간의 다각도의 생식주기 조사를 통한 종합적인 결론 도출이 요구된다.

나. 해양환경 및 자원평가

1) 해양환경 및 생물군집 특성조사

전남 바다목장 해역의 해양환경 및 생물군집의 출현양상을 파악하기 위해 2007년 9월 및 11월 2회 현장조사를 실시하였다. 현장조사는 용선한 소형선박을 이용하였으며, 조사항목은 해양환경 분야에서 해수유동, 수온, 염분, 밀도, 투명도 등과 같은 일반 물리환경, pH, COD, DO 등과 같은 일반 수질항목에 친생물원소인 암모니아, 아질산, 질산, 용존 무기질소, 인, 규소 그리고 생물량 지표인 POC, PON, Chl-a 등이며, 표층퇴적물의 유기물량을 분석했다. 생물 군집으로는 식물플랑크톤 군집, 동물플랑크톤 군집, 저서동물 군집, 그리고 어란, 자치어를 포함하는 어류 군집에 대해 조사 분석하였다.

해수유동은 2007년 10월 9일~24일까지 약 15일간 금오도의 동쪽인 남면 우학리 우측에 위치한 지점 St. 1(북위 $34^{\circ} 30' 40''$, 동경 $127^{\circ} 38' 46''$) 및 금오도 심포리 서쪽 지점 St. 2(북위 $34^{\circ} 29' 40''$, 동경 $127^{\circ} 45' 20''$)에서 조류관측을 수행하여, St.1의 최강유속은 창조 시 25cm/s , 낙조 시 40cm/s 로 낙조시의 유속이 크게 나타났으나, St. 2에서의 최강유속은 창·낙조 시 모두 유사하게 나타났다.

전남 바다목장 해역의 일반적인 물리환경에 의하면, 해당해역은 크게 특성을 달리하는 2개의 수괴로 구분된다. 즉 하나는 섬진강 수괴 영향을 비교적 강하게 받는 금오수로와 금오도 및 소리도 동측해역이었고, 또 다른 하나는 붓돌바다를 중심으로 하는 해역이다. 다만, 계절에 따라서는 이들 두개의 수괴 이외에도 소리도 남방의 깊은 수심을 나타내는 해역을 중심으로 외부로부터 유입되는 또 다른 수괴의 영향을 비교적 강하게 받는 것으로 판단되었다. 전남 바다목장해역의 용존무기 영양염류 및 생물량의 시·공간적 분포패턴으로부터 전남 바다목장 해역은 수괴분석의 항과 유사하여 섬진강 수괴의 영향을 비교적 강하게 받을 것으로 판단되어 지는 해역이지만, 계절에 따라 그 경향은 달라지며, 연안특성을 보

이는 전남 바다목장 해역은 섬진강 등 내만해역으로부터 공급받는 영양염류 못지않게 양자강 희석수 등 개방된 외해로부터의 영양염류 공급도 활발히 이루어지는 것으로 판단할 수 있다. 전남 바다목장해역의 표층퇴적물 중의 유기물 농도는 대상으로 하였던, IL, CODs, AVS 모두에서 국내에서는 아직 기준이 없지만, 미국 EPA나 일본 수산용수기준을 초과하거나 준하는 수준에 있어, 전남 바다목장해역의 성공적 시설 및 관리를 위해서는 이들 퇴적물의 유기물 저감 대책 마련이 필요한 것으로 판단되었다.

2007년 전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 군집은 64속 128종이 출현하여 비교적 다양한 생물종에 의해 구성되었다. 계절적으로는 9월에 116종으로 가장 높고 1월 겨울에 35종으로 가장 낮았다. 현존량은 1.6×10^3 cells/L에서 7.0×10^5 cells/L로 변화하였고, 계절적으로는 5월에 표층 평균 7.7×10^3 cells/L에서 9월 표층 7.1×10^5 cells/L로 변화하였다. 식물성 편모조류는 9월에 표층에서 4×10^3 cells/L로 출현하였다. 우점종은 연중 규조류에 의해 지배되는 양상을 보이나, 1월은 *Skeletonema costatum*, *Paralia sulcata*, 3월은 *Eucampia zodiacus*와 *S. costatum*, 5월은 *P. sulcata*와 *Bacillaria paxillifera*, 9월은 *Chaetoceros affinis*, *S. costatum*과 *Ch. curvisetus* 그리고 11월은 *Rhizosolenia imbricata*에 의해 우점되었다. 크기별 Chl-a는 Netplankton에 의한 점유율이 높고, Picoplankton과 Nanoplankton에 의한 점유율은 매우 낮게 나타났다. 기초생산력은 9월에 평균 $345.7 \text{gC}/\text{m}^3/\text{year}$, 11월은 평균 $255.5 \text{gC}/\text{m}^3/\text{year}$ 로 매우 높게 나타났다.

전남 다도해 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤을 1차 조사(2007년 1월, 3월, 5월)와 2차 조사(2007년 9월, 11월)로 나누어 Norpac 네트로 수직 채집하였다. 동물플랑크톤 출현 개체수는 1차 조사 시기의 겨울과 봄의 $398 \sim 8,978 \text{ind. m}^{-3}$ 의 범위 보다, 2차 조사 시기인 가을에 $2,704 \sim 17,289 \text{ind. m}^{-3}$ 의 범위로 시·공간적인 변동이 크게 나타났다. 요각류 우점종은 1월에 *P. parvus* s. l., *Acartia omorii*, *O. spp.*, and *C. affinis*, 3월에 *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*, and *A. omorii*, 5월에 *P. parvus* s. l., *A. omorii*, *O. spp.*, *C. affinis* 로 큰 변화는 없었으나, 가을철에 해당하는 2차 조사 시기인 9월에는 *Paracalanus parvus* s. l., *Acartia pacifica*, *Paracalanus aculeatus*, *Onchaea spp.*, *Calanus sinicus*, 11월에는 *Paracalanus parvus* s. l., *Oikopleura spp.*, *Oithona spp.*, *Corycaeus spp.*, *Calanus sinicus*로 우점종이 변화하였다. 종 다양도 지수는 3월에 가장 낮았으며, 9월에 가장 높게 나타났다.

동물플랑크톤 군집분석 결과는 1월에는 2개의 정점군으로, 이외의 조사시기에는 3개의 정점군으로 구분할 수 있었다. 동물플랑크톤의 습중량과 건중량은 9월에 각각 $442 \sim 2,351 \text{mg m}^{-3}$ 과 $69 \sim 372 \text{mg m}^{-3}$ 의 범위를, 11월에는 $442 \sim 2,351 \text{mg m}^{-3}$, $123 \sim 645 \text{mg m}^{-3}$ 의 범위를 나타내었다. 요각류의 생체량은 9월에 $4.9 \sim 36.2 \text{mg C m}^{-3}$ 범위에서 11월에는 $10.9 \sim 41.4 \text{mg C m}^{-3}$ 으로 다소 증가하였다. 요각류 생산력 또한 9월에 $1.2 \sim 8.3 \text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$ 에서, 2007년 11월에 $3.1 \sim 12.0 \text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$ 로 다소 증가하였다.

2007년 9월과 11월의 2회에 걸쳐서 금오도-소리도 인근의 바다목장 사업 예정 해역에서 대형저서동물상을 조사하였다. 2007년 9월에는 전체 저서동물의 평균 서식밀도는 $667 \text{개체}/\text{m}^2$ 이었으며, 가장 우점 출현한 동물군은 다모류(Polychaeta)로서 전체 출현동물의 개체수 중 62.6%(418개체/ m^2)를 차지하였다. 2007년 11월에는 전체 저서동물의 평균 서식밀도는 $717 \text{개체}/\text{m}^2$ 이었으며, 역시 다모류(Polychaeta)가 가장 우점 출현한 동물군이었고 전체 출현동물의 개체수 중 59.2%(424개체/ m^2)를 차지하였다.

대형저서동물의 서식밀도는 대체적으로 금오도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 높았으며, 안도 동쪽 해역에 위치한 정점(정점 18)에서 2회 조사 모두 저서동물의 서식밀도가 가장 높았다. 저서다모류의 서식밀도 역시 금오도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 높은 경향을 보였다. 2007년 2회 조사 결과 조사 시기에 따라 우점종의 종류와 중요도가 약간씩 차이가 나고 있으며, 2회 조사 모두 우점 출현하는 종은 *Heteromastus filiformis*, *Sternaspis scutata*, Terebellidae indet. 이었다. 우점종으로 보았을 때, 일반적으로 한국 연안에서 우점 출현하는 기회주의 종들의 점유율이 낮고, 비교적 청정해역에서 주로 서식하는 종들이 다수 출현하며, 소수 종의 극우점 현상이 나타나지 않는 것으로 보아 본 조사 해역은 한국 연안역의 일반적인 상황과는 달리 비교적 청정한 상태를 유지하고 있는 것으로 보인다. 저서다모류군집의 종

조성에 의거한 집괴분석 결과, 2회 조사에서 약간의 차이를 보이기는 하나 대체적으로 금오도-안도-소리도 동쪽에 위치한 정점들과 서쪽에 위치한 정점들이 서로 다른 정점군으로 나타나는 것으로 보아 군집 조성의 차이가 있는 것으로 판단된다.

어류군집으로는 전남바다목장 내에 3개의 정점을 정하여 2007년 2월부터 2007년 11월까지 총 5회에 걸쳐 부유성난 및 자치어, 어류상을 조사한 결과로, 부유성난은 멸치, 전어, 정어리, 청보리멸, 주둥치, 노랑측수, 망둑어과 어류 및 기타 등 총 8개 분류군으로 분류되었다. 금오도 연안에서 부유성난의 총출현량은 8,428립/1,000m³이며, 그 중 멸치난이 5,622립/1,000m³으로 총출현량의 66.7%를 차지하여 가장 우점하였다. 자치어의 경우, 조사기간 동안 총 3목 11과 13종, 914개체/1,000m³가 출현하였고, 그 중 멸치난이 299립/1,000m³으로 출현량의 32.7%를 차지하여 가장 우점하였다. 금오도 주변에 채집된 어류는 총 1강 8목 31과 47종이 출현하여, 그 중 농어목이 16과 22종으로 가장 많았고, 과별로는 멸치과가 5종이 가장 많은 종이 출현하였다. 조사지역의 생물학적 특성인 조사시기별 종다양도 지수는 2.2545~3.1746으로 나타났고, 균등도 지수는 0.8522~0.9265로 나타났으며, 우점도 지수는 0.2542~0.3496으로 나타났다. 유사도를 보면 9월과 11월에 상대거리차가 0.016으로 가장 작은 군집상을 보였고, 5월과 7월에도 상대거리차가 0.105로 작은 군집상을 보였다. 그러나 2월과 5월은 우점종과 출현종이 유사하지 않아 상대거리차가 0.419로 군집상에 차이가 크게 나타났다.

2) 생태계 모델

3단계 1차년도 연구에서는 전남바다목장의 생태계 모델링을 위한 생태계 입력 자료의 검토 및 보정, 생태계 구조설정에 관한 연구를 수행하였다. 생태계 입력 자료의 검토 및 보정에서는 이전 연구에서 자가구성법(SOM)에 의해 수행된 그룹핑을 검증하였고, 현장해역을 고려하여 생태계 모델 입력파라미터를 보정하였다. 또한 생태계 구조 모델을 사용하여 전남바다목장 조성 이전과 조성 이후의 생태계 구조를 파악하였으며, 각 생물군별 평균영양단계를 생태계 평균영양단계와 어획물 평균영양단계로 구분하여 추정하였다.

3) 자원조사 및 평가

전남(여수)바다목장해역에서 어업실태조사, 수산자원 서식실태조사, 자원변동조사, 그리고 주요 종의 생태조사를 실시한 결과는 다음과 같다.

안도해역의 각망 조사에 의한 우점종은 돌돔, 살오징어, 참돔, 넙치, 방어, 농어, 전갱이, 갑오징어 등으로 주로 중층이상을 떠 다니는 어종들이 많았다. 삼중자망에서는 성대, 털탑고둥, 참돔, 쥐치, 양태, 전어, 갑오징어류, 긴빨고둥 등이 주를 이루었다. 한편, 통발에서는 봉장어가 절대 우점하였으며, 이 외 문어, 감성돔, 불락, 조피불락, 불불락, 쥐노래미 등이 어획되었다. 이상의 결과에서, 안도해역의 부어류로는 주로 전갱이, 오징어류, 방어, 농어 등이 분포하고 있으며, 중·저층의 연안성 어종으로는 전어, 감성돔, 성대, 조피불락, 용치놀래기, 돌돔, 참돔, 성대, 노래미류, 쥐치, 불락, 불불락, 양태, 문어, 봉장어, 넙치, 고등류가 있었다.

조사기간 동안 어업별에 의한 감성돔의 혼획 비율을 보면, 표층어종을 대상으로 하는 각망과 다소 저층을 대상으로 하는 삼중자망에서는 감성돔이 거의 어획되지 않았다. 그러나 통발에서는 주 우점어획종은 아니지만, 일부 혼획되고 있었으며, 평균체장은 대부분 20cm 미만인 소형어로 구성되어 있었다. 낚시에서는 평균체장이 20cm 이상인 감성돔의 그룹들이 일부 어획되었으나, 여전히 미성숙그룹이 주체를 이루었다.

4) 먹이생물 조사

감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)과 볼락(*Sebastes inermis*)의 위내용물 조사를 위하여 전남 바다목장 인근해역에서 2007년 9월부터 11월까지 낚시를 이용하여 2회 채집하였다. 조사 연구에 사용된 개체는 감성돔이 50개체, 볼락이 57개체였다. 감성돔의 주요 먹이생물은 이매패류(Bivalvia, 80.7% IRI)였으며, 그 다음으로 새우류(Macrura, 10.9% IRI)가 많았다. 그 외 해조류(Seaweed, 7.2% IRI), 게류(Brachyura, 0.5% IRI)등이 소량씩 위 내용물에서 발견되었다. 볼락의 주요 먹이생물은 새우류(94.7% IRI)로 나타났으며, 그 외 요각류(Copepoda, 4.1% IRI), 단각류(Amphipoda, 0.8% IRI), 화살벌레류(Chaetognatha, 0.3% IRI)가 소량씩 발견되었다.

다. 이용관리

1) 이용관리에 관한 연구

여수바다목장 시범사업은 2001년부터 전남 여수 남면 일원에서 다도해의 특성을 활용하여 바다목장을 조성하고 있다. 2007년 말 현재 여수바다목장은 2단계 4차년도로서 본격적인 조성단계에 해당한다. 여기에서 이용관리 분야는 여수바다목장 해역 특징과 사회경제적 환경을 감안하여 합리적인 이용관리체제를 정착시키는데 그 목적을 두고 있다. 이와 같은 배경에서 본 연구는 전년도(2단계 3차년도)에 수립된 여수바다목장 이용관리체제를 해역이용 특성을 반영하여 수정·보완하고 이를 토대로 향후 바다목장 추진방향을 검토하는 것을 목적으로 한다. 이를 달성하기 위해 ㉠ 수산자원관리수면 지정 관련, 어업인 관리조직 보완 등 여수바다목장 관리이용체제의 수정·보완, ㉡ 당초 설정된 여수바다목장 모델의 중간점검, ㉢ 바다목장사업의 개념 재평가의 3가지 내용으로 나누어 검토하였다.

먼저, 여수바다목장 관리이용체제의 보완 연구 결과를 보면, 우선 해역관리를 위해서 ① 관리수면의 조속한 지정과 관리이용 규정의 적용, ② 자원조성 계획수립과 신뢰성 있는 자원조사 자료 축적, ③ 어획량 모니터링체제 구축, ④ 관리수면 내의 관리수단의 효율적 적용, ⑤ 관리수면에 대한 과학적 관리방안의 도입 등의 과제가 선결되어야 한다. 그리고 관리이용 조직의 역량 강화에서는 ① 여수바다목장 자율관리공동체로 추진, ② 자율관리위원회 구성원의 보강, ③ 관리이용협의회의 조속한 발족, ④ 관리수면의 감시·감독 강화 등의 과제가 도출되었다.

다음으로 여수 바다목장 모델의 중간점검에서는 당초 여수 바다목장 마스트플랜에서 검토된 자율적인 광역 다도해형 바다목장으로 추진하는 것이 바람직하다. 이를 달성하기 위해서는 ① 과학적 자료에 입각한 광역단위 관리이용체제 추진, ② 관리이용 조직의 관리능력과 관리의식 배양(지자체 및 어업인), ③ 연구분야별 역할분담 재조정 및 선택·집중을 통한 사업효율성 확보 등이 필요한 것으로 나타났다.

마지막으로, 바다목장사업의 개념 재평가 설문결과를 정리하면, 먼저 바다목장의 개념과 역할에서는 기존의 '울타리 없는 양식'의 개념보다는 바다목장 주변해역의 자원을 보충할 수 있는 해역으로 정의하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 그리고 바다목장 수면의 역할은 자원의 서식 근거지가 되어 주변 수역에 끊임없이 자원을 공급해주는 수면으로 변경해야 하며, '거점지역 중심 확대'로 나가야 할 것이다. 그리고 바다목장 관리방향에서는 바다목장을 효율적으로 관리하고 이용하기 위한 관리시스템(종묘방류, 자원관리 등)이 필요하며, '적극적 관리'가 필요한 것으로 응답하였다. 바다목장 연구과정에서 중점을 두어야 할 분야의 우선순위는 1순위가 자원조사·평가, 2순위 어장조성, 3과 4순위 부가가치 증대, 5순위는 이용관리체제 확립이 가장 많았다. 향후 바다목장 추진시의 방향성은 자원조성·평가 등의 인위적인 통제기술을 먼저 확립하고, 아울러 이용관리체제를 적용해야 한다는 응답이 많았던 것으로 나타났다.

3. 시설 · 방류사업

가. 인공어초 시설사업

2007년 전남바다목장 인공어초는 주 대상종인 감성돔의 회류경로를 따라 금오도 동편 및 서편 해역에 2단상자형강제어초 등 강제어초 5종 19기이고, 정삼각뿔어초 등 콘크리트 어초 3종 250개 시설이었다. 그리고 어초 제작 기간 등의 문제로 2007년 계약 후 2008년 시설 예정인 반툽니형해중립초(50개), 상자형콘크리트어초(20개), 사각형콘크리트어초(300개)와 서해 Hebei Spirit 유류 유출 사고로 인한 서해 바다목장 시설사업 중단으로 미집행 예산을 전남바다목장 시설사업비에 편성시킴에 따라 대형강제어초(2기), 중형연약지반용강제어초(4기), 정삼각뿔형어초(100개), 원통2단강제어초(6기), 팔각반구형대형강제어초(5기)를 추가 시설하였다.

나. 종묘방류사업

2007년 수산자원 조성을 위한 종묘방류 사업은 전문가 워크숍을 통하여 방류품종의 생물학적 자료를 고려하여 방류 장소 및 시기를 조정하였으며, 전남바다목장 주 대상 어종인 감성돔 700,000 마리를 이야포만 등 7개소에 방류하였고, 황점볼락 16,500 마리를 화태 연안에 방류하였다. 그리고 연안 정착성 어류인 볼락 100,000 마리를 안도 연안에 방류하였으며, 패류 자원 조성을 위해 전복 200,000 마리를 금오도, 안도, 화태, 연도, 평간도 해역에 방류하였다.

다. 기타 시설사업

2007년 기타 시설사업으로 해조류 seed bank를 안도 이야포 지선에 2.0ha 조성하였으며, 안도와 화태 연안에 잘피어장 0.5ha를 조성하였다. 또한 대국민 홍보 및 전시를 위하여 전남바다목장 모형도와 조감도 및 영상물을 제작하였다.

SUMMARY

I. Title of the Study

Studies on the Development of Jeonnam Archipelago Marine Ranching Program 2007 in Korea

II. Significance and Objectives of the Study

Marine ranching is a future-oriented coastal area utilization system both aimed for ecological conservation and stable fisheries production and business. The mechanism of marine ranching program is to construct fish hatcheries and habitats by putting into various types of artificial structures like artificial reefs and forming marine forests, to restore fisheries resources by releasing healthy seeds and to eco-friendly manage fisheries production.

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.

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.

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. Content and Scope of the Study

The program is for the 4th year of the second stage of Jeonnam Archipelago Marine Ranching Program centered on Geumo islets, Yeosu. The program is composed by plan & management, research & development project and structure installation & releasing program. Contents of each part are as follows:

Plan & Management

- Planning
- Program Roadmap
- Administrative flow

Research & Development

Fishing Ground and Fish Stock Enhancement

- Intermediate Nursing and Effects of Seed Releasing
- Effects of Artificial Reef and Estimation of Abalone Releasing
- Production of Healthy Seed for Release
- Movement of Black Seabream (*Acanthopagrus schlegeli*)
- Creation of eelgrass place

Marine Environment and Resources Assessment

- Survey of Marine Environment and Marine Biological Communities
- Fisheries Resources Survey and Stock Assessment
- Development of the Ecosystem Model
- Investigation of Food Organisms

Study on the Utilization and Management

- Formation and Enhancement of the Utilization and Management Body

Structure Installation & Releasing

Installation of Artificial Reefs

Seed Releasing

Other Installations

IV. Results

1. Plan and management

A. Planning

Jeonnam Archipelago Marine Ranching Program 2007 was implemented in the three divided projects including plan & management, R&D and installation & releasing projects. In the plan & management project, main goals and directions are reviewed and readjusted for effective R&D and installation & releasing projects based on performances until that point. Program road map and administrative works were also checked and readjusted. In the R&D project, fishing ground and stock enhancement, marine environment survey, stock assessment and utilization and management study were carried out. Lastly, in the installation and releasing project, installations like artificial reefs and releasing activities were promoted.

B. Program Roadmap

The Jeonnam Archipelago Marine Ranching Program was originally due in the year of 2008. But with the program extended to 2010, it would be more effective to finish resources enhancement and technological development by 2008 and to promote the 3rd stage of the program from 2009. Accordingly, stock and fishing place enhancement installations, seed production technologies and other R&D projects are needed to be continued by 2008. In the 3rd stage starting 2009, wrapup installation, environmental monitoring and post-management and utilization projects will be planned to follow.

C. Administrative Flow

A local committee was formed to come up with basic administrative system for marine ranching and reflect local issues and a steering committee was set up to secure project fairness and effective management. The committee was involved in establishment of process of artificial reef selection, design standardization, contract process and other administrative works to raise fairness of the project. The seed releasing project covered method and process of seed selection, standardization of healthy seed, supervisor's guides, releasing methods and other working standardization.

2. Research and Development Project

A. Fish stock Enhancement

1) Effects of artificial reef and Estimation of abalone releasing

In this study, about the artificial reef and releasing quantity of abalone were investigated to determine the effects of artificial reef and estimate the suitable releasing quantity of abalone in Jeonnam archipelago marine ranching area, the coastal of geumo island, Yeosu. Attached benthos in dropping site of artificial reef were sampled at 6 station at October 2007. Total 61 taxa were collect and their mean abundance and biomass were 39ind./m² and 359.5 g wt/m² respectively. This pattern of distribution of benthic community were similar to other subtidal zone in southern coast of Korea. A subtidal algal community were investigated with quadrat method at line-transect by scientific SCUBA divers. as a result, 30 species in total, 4 green, 9 brown and 15 red algae were identified. Range of algal biomass in all sampling stations were about 1,600~4,000 g/m². At intertidal zone, appearance of individuals and dominance rate were showed higher than below the subtidal line and at depth from 4 m to 16 m, individuals, dominance rate and biomass were represented low level. characteristic of water in marine ranching area is turbidity and also compensation depth is low. For that reason, individuals of algal community were smaller from depth of 4 meters. and at several stations observed whitening event. therefore, when equip the artificial reef for preparation of seaweed beds need consider that equipment periods (early spring; before releasing marine algal spore) and suitable water depth (3~6 m). Fish fauna in site of artificial reef marine ranching area were investigated by gill net. The collected fishes were 219 ind. identified into 33 species and biomass was 20,670 g.

Water depth of west coastal area at southern part of geumo island was about 10 m at adjacent area to land and exterior site was about 19 m. The range of east coastal area was from 19 to 34 meters. Bottom of adjacent area to land was composed with gravel and sand, and at 200~300 m distance from land was almost mud. In this study, we had suggested dropping point of artificial reefs with consider that water current, marine resource data and ecological characteristics of target fishes. And also, this suggestion aimed at build up a closer connection with existing facilities for formation effective artificial reef line. The artificial reef that will equip at the end of 2007 is two types, fish and shellfish type). Fish type artificial reef is made by steel or concrete, that is placed at below water depth 10 m (large-sized; below about 20 m) for offering habitat and food of fish. It should be installed considering to be perpendicular direction against tidal current, characteristics of moving and habitation of a target species. shellfish type artificial reef is made by concrete and aim to offer habitat of seaweed, abalone and so forth. In the result of caught fish by gil net and observed by SCUBA diving at, Multipurpose Steel Artificial reef, Jumbo Steel Artificial reef, natural reef and control, number of species and abundance of collected fish by gill net was 37 species, 213 ind. respectively. 24 species, 2,721 ind. was observed by scientific diving. This result was presented difference in methods between gill net fishing and direct observation by diving.

Seesbank for improve attaching rate of marine algae spore was investigated about condition of seedbank structure and transplanted sea weed (*Ecklonia stolonifera*, *Ecklonia cava*, *kelf* and *Sargassum fulvellum*). lower and middle part of seedbank sunk to bottom because of heavy weight by attached many *Mytilus edulis* and there was not sea weed.

The study was conducted to know the appropriate releasing amount of abalone in Jeonnam marine ranching from September to December 2007. A subtidal abalone and algae resource were investigated with quadrat method by scientific SCUBA Divers.

As a result, The highest abundance of abalone appeared 8.55 ind./m² in Ando and the lowest in Sinmi (0.25 ind./m²). Algal community were 29 species in total, 2 green, 9 brown, and 18 red algae, were identified. The most dominant species were *Ecklonia cava* and *Ulva pertusa* Kjellman at subtidal zone.

The abalone stock in Jeonnam marine ranching showed 464.3 M/T in Ando, 29.2 M/T in Hwatae, 13.6 M/T in Uhak and 2.5 M/T in Sinmi coast. The biomass of algae for feeding abalone was in Jeonnam marine ranching showed 287.8 M/T in Ando, 22.8 M/T in Hwatae, 14.9 M/T in Sinmi and 9.5 M/T in Uhak coast.

According to the results, The appropriate releasing amount of abalone was 100,000 inds. in Hwatae and 190,000 inds. in Sinmi coast. but Ando and Uhak coast need to the management and development of artificial seaweed bed. The results of primary research are provided that data of the releasing amount of abalone in Jeonnam marine ranching program.

2) Intermediate nursing and effects of seed releasing

Behavior and schooling characteristics of groupers against natural rocks, tetrapods and artificial reefs installed off Seokoji, Ando were monitored by SCUBA diving. 3 species involving rockfish and goldeye rockfish were observed at daytime while 7 species involving rockfish and black porgy were observed in night time. The highest number of species was observed in October throughout all of artificial reefs. Twenty five species of fish including more than 50 black porgies were observed. At the trapezoid-type artificial reefs and dome-type artificial reefs which were placed in the Iyapo, Ando, 30 species of fish were recorded.

Intermediate nursing is a pre-leasing training course to provide fish seedling better abilities on food securing and escaping from predators in the wild so as to increase survival rate. Food acclimatization techniques under artificial illumination was adopted as a promising measure of intermediate nursing as it provide a lot of ichthyoplanktonic foods for the seedlings.

Black porgy seedlings released around Ando area were appeared to be able to wintering at the releasing area. However releasing of black porgy should be conducted from the mid May to the early June to avoid cold stress. Oblong rockfish is the best species for artificial annexation of fisheries resources in Jeonnam Marine Ranching Site. However there is no adequate sheltering place as well as enough foods in the site. Thus, habitat improvement for oblong rockfish is strongly recommended should be complete before mass propagation of oblong rockfish. On the other hand abalone seedlings released in Iyapo, Ando seemed to settle successfully and have been involved in

the production since the end of 2005. It is estimated that the increase of abalone production in the Ando Fisheries Cooperative reached to 1,400 kg by 2007.

Using installed two acoustic feeding systems at the Jeonnam marine ranching area, possibility on the actual application of black seabream in the field was investigated. The acoustic feeding systems were based on the CDMA technique to be directly controlled from KORDI to Ando. Acoustic conditioning for black seabream was conducted during September 28 - November 28, 2007. After acoustic conditioning, the effects on the acoustic conditioning were investigated using hydroacoustic survey and acoustic telemetry method. Directly after the releasing to the field, gathering effects of the acoustic conditioned black seabream doesn't exist. After 24 hour, the black sea bream are gathered around acoustic feeding system, and the effects are continuously existed up to now. From the results, acoustic conditioning technique for black seabream might be shown possibility to apply in the field.

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. Twelve Black sea bream 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. Fifty three alleles were observed across all loci in black sea bream 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.

3) Movement of black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*)

We have measured and analyzed movement range, horizontal and vertical movement, stay period and stay rate of 28 tagged fish of *Acanthopagrus schlegeli* and 10 tagged fish of *Sebastes oblongus* for 2 months (from 14 October to 12 December, 2007). The average of total length and weight of *Acanthopagrus schlegeli* were 24.5 cm (S.D.=3.0) and 259.1 g (S.D.=88.5), respectively. The average of total length and weight of *Sebastes oblongus* were 21.9 cm (S.D.=2.1) and 191.6 g (S.D.=53.1), respectively. We have measured and compared the detection rate by variation on the delay time of acoustic transmitter with its source level. All fish were surgically tagged with the coded acoustic transmitters after anesthetizing. Movement range, stay period and vertical movement of tagged fish were measured with the VR2 receivers. Horizontal movement of tagged fish was measured with the VRAP system. Environment of experimental area was measured on depth 5 m with the RCM-9.

Most of tagged *Acanthopagrus schlegeli* stayed within the 800 meter radius. One tagged fish (Tag No. 7204) moved approximately 9.3 km along by the coastline for 4 days. Most of tagged *Sebastes oblongus* stayed within hundreds of meter from the release point. One tagged fish (Tag No. 49&50) moved about 2 km along by the coastline for 6 days.

Tagged *Acanthopagus schlegeli* stayed around the release point (near the experimental sea cage station) during day time and moved out at night, periodically. The movement range became wider over time. Swimming depth of tagged fish was periodically changed 8~11 m during day time and 5-6 m at night. Tagged *Sebastes oblongus* was not measured the vertical diurnal behavior.

The average of stay period of tagged *Acanthopagus schlegeli* was 12.1 days (S.D.=15.6) and the average of stay rate was 36.9% (S.D.=38.6). The heavy group of tagged fish (average weight=195.0 g; S.D.=13.0) stayed longer than other group's (average weight=129.5 g; S.D.=3.8) and its average of stay rate was higher.

The average of stay rate of tagged *Acanthopagus schlegeli* was changed by the shape of coastline. The average of stay rate of tagged *Acanthopagus schlegeli* released at the heavily indented coastline was 22.5% (S.D.=13.6). The average of stay rate at the heavily indented coastline was higher than at other place (average rate=2.1%; S.D.=3.1). The average of stay rate of cage-cultured fish was 53.0% (S.D.=9.9). It was about 2.3 times higher than wild fish's (average rate=23.0%; S.D.=33.0). The stay period and average stay rate of tagged fish released near the cages (within the 5-meter radius) were 15.0 days (S.D.=17.3) and 46.8% (S.D.=40.8), respectively. It was, respectively, about 1.2 times longer and about 3.8 times higher than other fish's.

The average of stay period and stay rate of tagged *Sebastes oblongus* (average of total length=21.9 cm (S.D.=2.1); average weight=191.6 g (S.D.=53.1)) were 22.6 days (S.D.=23.9), 41.7% (S.D.=42.7), respectively.

The detection rate of tagged *Acanthopagus schlegeli* with the acoustic transmitters of which the pulse delay time was 1.5 times (60 s and 90 s) was 87.3% (60 s) and 12.7% (90 s), respectively (the total detection number was 636). The detection rate of tagged *Acanthopagus schlegeli* with the acoustic transmitters of which pulse delay time was 2.0 times (30 s and 60 s) was the same as 50% (the total detection number was 2,396).

The detection rate of tagged *Acanthopagus schlegeli* with the acoustic transmitters of which the source level (dB re 1 Pa at 1 m) was 142 dB and 136 dB was 91.6% (142 dB) and 8.4% (136 dB) (the total detection number was 2,137).

4) Creation of eelgrass place

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 25.8°C. Average shoot length ranges from 60.2±4.3 to 121.5±10.5 cm and average leaf length ranges from 44.5±3.7 to 94.9±9.3 cm in this study. Transplantation experiments with average shoot length ranges from 43.7±5.9 to 126.4±13.5 cm and average leaf length ranges from 30.8±3.6 to 99.4±10.4 cm, respectively.

Average leaf production ranges from 13.6±0.7 to 38.4±3.6 mg/sht/day and average leaf relative growth ranges from 0.020±0.000 to 0.026±0.002 g/g/day in this study. Transplantation experiments with average leaf production ranges from 6.9±0.0 to 33.5±5.1 mg/sht/day and average leaf relative growth ranges from 0.021±0.001 to 0.033±0.002 g/g/day, respectively.

The fish species caught was entirely 19 species, 13 classes, and 5 orders, and the number of appearance and biomass was 324 individuals and 1,953 g respectively being of the Scorpaeniformes (7 species and 4 classes; 36.8% in total number of species appeared) as a dominant species. 80 individuals of *Pholis nebulosa* which was 24.7% in total fish were appeared. The amount of appearance of juveniles had the first place accounted for 128 individuals in the August 2007. On the other hand, it was appeared with a small amount 15 individuals in February 2007.

The diversity index of species per seasonal of the collected was 1.25~2.73 and the evenness index was 0.83~0.94. In case of dominance index was 0.44~0.67 against the evenness index.

The similarity of community structure per was very high because of the relative difference (0.02), which was the least in November 2006 and November 2007.

5) Production of Healthy Seed for Release

In order to constant production of healthy seed, preferentially it required collection of healthy broodstock and maintenance technique for efficient management of broodstock. Therefore, present study may suggest the technical and scientific idea as provide the fundamental data for constant production of healthy seed through the investigation of efficient broodstock maintenance, proper sex ratio of broodstock for induction of breed, and mating time

Sebastes oblongus Broodstock used in present study was cultured in sea cage more than 6 months after catching around Yokji-Do, Tongyeong, Kyongnam province. Those broodstock was hold with previous broodstock cultured in cage (6×6×5 m).

For simple distinguish of sex of broodstock and effective study management after body measurement and breeding, all broodstock was installed with Anchor tag. Firstly, sex of broodstock was distinguished in existence of genial papilla, then confirmed the sex through anatomical observation of the ovary and testis from each 5 individuals.

In the investigation of proper sex ratio of broodstock, *S. oblongus*, practical ratio of female and male was set as 30:30 (1:1), 30:60 (1:2), and 30:90 (1:3); individual number hold (ratio). Those broodstock are being maintained up to breeding, because of delay breeding be caused by higher water temperature in wild than before. Thus, the female ratio with expanded abdomen and survival in each group was compared.

For investigation of mating time, every month measurement of estradiol-17 β , testosterone (T), and progesterone in both male and female from three broodstock serum each was conducted. Also, liver and gonad was extracted then output the hepatosomatic index (HSI), gonadosomatic index (GSI) and condition factor (CF).

In result from observation of gonad in order to confirmation of sex distinguish by existence of genial papilla, collected wild female was 324 individuals in total with 196 indi. male and 108 indi. female as sex ratio 1.5:1. Mean body weight of female (467.2±64.6 g) was approximately 70% heavier than that of male (282.4±40.8 g), and total length, body length and body height of male showed as lower value than female. Total survival of broodstock groups with different sex ratio hold was between 85 and 90% in all groups; small male had higher mortality than female as twice. In

observation of the female with expanded abdomen, the group of sex ratio 1:1 and 1:2 was 80.0 and 83.3 %, respectively and in the group of sex ratio 1:3 it was recorded 86.6% as the highest breeding ratio. In observation of GSI of *S. oblongus*, GSI of male was 1.87 ± 0.45 in September and decreased to 0.14 ± 0.12 in December and GSI of female increased from 3.39 ± 1.12 in September to 40.68 ± 6.36 in December. For HSI, in male it decreased from 3.07 ± 0.11 in September down to 1.39 ± 1.04 in November and in female it decreased from 2.07 ± 0.09 in September to 0.71 ± 0.14 in December. For CF, in male it was $14.08 \sim 14.80$ in September, November and December, but higher value was showed in October as 16.23 ± 2.18 . CF of female showed an increase tendency as 16.06 ± 2.1 in September and 18.94 ± 1.42 in November, but it decreased as 17.49 ± 1.06 . For concentration of estradiol-17 β , in female it increased from 0.11 ng/ml in October to 0.90 ng/ml in November and in testosterone it decreased from 9.05 ng/ml in October to 1.91 ng/ml in November. For Concentration of progesterone, it decreased from 0.60 ng/ml in October to 0.40 ng/ml in November. For testosterone, in male it showed 4.83 ng/ml in October, but decreased as 1.00 ng/ml in November and progesterone it showed 0.37 ng/ml in October, but decreased as 0.15 ng/ml in November. While efficient mating time is considered as October, because short period of investigation as between month September and December causes difficulties of inference on entire output. Thus, it is strongly required at least whole year investigation for precise mating time.

B. Marine environment and resources

1) Marine environment and the survey of marine biological communities

We carried out on the analysis of marine environment and distributions of marine biological communities at 3~12 stations in Jeonnam marine ranching areas (JMRA) during 2007. Analysis parameters were physio-chemical factors such as transparency, water temperature, salinity, sigma t, T-S analysis, tidal current, tide, pH, DO, COD and nutrients, biological parameters such as POC, PON, PP and Chl-*a* concentration and biological communities such as phytoplankton, zooplankton, benthos and fish community including fish egg and larvae

Tidal currents were examined from the results of the hydrographic survey at two stations (St.1 and St.2) around JMRA during spring tide. St.1 was investigated that the velocity at highest ebb tide (40 cm/s) was faster than that at the highest flood tide (25 cm/s). St.2 showed the equal value at the highest flood tide and the highest ebb tide.

JMRA could be divided into two differential water masses by the T-S analysis. The First was characterized by the low salinity and high nutrients from Somjin river and Yeosu Industrial Complex, the second was done the western parts of Keuo Island, in which opening conditions to South Sea, Korea. And sometimes in JMRA appeared to one another water mass, in which the lower salinity water mass in the bottom layers of southern areas of JMRA. The water quality was occurred to good conditions but the organic matters in surface sediment was slightly in excess of the standard concentration on the fishing ground of Japan.

The observations on the spatio-temporal distribution and seasonal fluctuations of phytoplankton

community were carried out in Deukryang Bay of the Korean Southwestern Sea from June 1992 to April 1993.

In JMRA, a total of 128 species of phytoplankton belonged to 64 genera was identified. Seasonal succession in dominant species; *Skeletonema costatum* and *Paralia sulcata* in January, *Eucampia zodiacus* and *S. costatum* in March, *P. sulcata* and *Bacillaria paxillifera* in May, *Chaetoceros affinis* and *S. costatum* in September and *Rhizosolenia imbricata* in November were very marked, that is to say, the communities structure of phytoplankton in JMRA appeared to be various species composition and it was occupied with diatoms all the year round. Phytoplankton standing crops fluctuated with an annual mean of 1.1×10^5 cells/L between the lowest value of 1.6×10^3 cells/L in May and the highest value of 7.0×10^5 cells/L by *Chaetoceros affinis* in September. In the size classification of Chl-*a* concentration, Picoplankton (3.0~20.0 μm)/total Chl-*a* rate was 1.7 to 7.1%, Nanoplankton (0.2~3.0 μm)/total Chl-*a* rate was 26.3 to 28.7% and Netplankton (>20 μm)/total Chl-*a* rate was 66.6 to 68.8% in JMRA in September and November 2007. And primary productivity was very high mean value of 345.7 gC/m²/year in September, and mean value of 255.5 gC/m²/year in November 2007.

Zooplankton were vertically sampled with a Norpac net from the vertical layer of the JMRA in January, March and May 2007 (1st sampling periods), September and November 2007 (2nd sampling periods). Total abundance of zooplankton showed less spatial and temporal variation with a range of 2,704~17,289 ind. m⁻³ in Fall (2nd sampling periods) than 398~8,978 ind. m⁻³ in winter and spring (1st sampling periods). The dominant species among copepods were *Paracalanus parvus* s. l., *Acartia omorii*, *O. spp.*, and *C. affinis* in January; *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*, and *A. omorii* in March; *P. parvus* s. l., *A. omorii*, *O. spp.*, *C. affinis* in May; *Paracalanus parvus* s. l., *Acartia pacifica*, *Paracalanus aculeatus*, *Onchaea spp.*, *Calanus sinicus* in September; *Paracalanus parvus* s. l., *Oikopleura spp.*, *Oithona spp.*, *Corycaeus spp.*, *Calanus sinicus* in November. Species diversity was highest in September and lowest in May. JMRA can be divided into two groups in January and three groups in the other periods. The zooplankton wet and dry weights ranged 442~2,351 mg m⁻³, 123~645 mg m⁻³ in September 2007 and 442~2,351 mg m⁻³, 123~645 mg m⁻³ in November, respectively. The copepods biomass was in a ranged of 10.9~36.2 mg C m⁻³ in September and 10.9~41.4 mg C m⁻³ in November. Production of copepods estimated by cumulative growth method was 1.2~8.3 mg C m⁻³ d⁻¹ in September, and 3.1~12.0 mg C m⁻³ d⁻¹, respectively.

The macrobenthic community was investigated in JMRA in September and November 2007. The mean density was 667 ind./m², and the most dominant taxa was Polychaeta occupying 62.6% (418 ind./m²), September 2007. The mean density was 667 ind./m², and the most dominant taxa was also Polychaeta occupying 62.6% (418 ind./m²), November 2007. The density of macrobenthos was higher in eastern coastal area of Geumo Is. than in western area. The polychaetous density showed similar trend. The dominant species were different with sampling period, and the important dominant species in study area were *Heteromastus filiformis*, *Sternaspis scutata*, and Terebellidae indet. The characteristics of macrobenthic community in JMRA was the low importance of opportunistic species and high appearance of equilibrium species, these means that organic enrichment and benthic disturbance in study area was not yet severe. The fact that station group in eastern area of Geumo Is. was different from the western indicates the differences of species composition each other. Three points in Keumo-do, Yeosu were chosen to investigate planktonic eggs, larva and juvenile,

and fish fauna for five times from Feb., 2007 to Nov., 2007. Planktonic eggs were classified to 8 taxa, *Engraulis japonicus*, *Konosirus punctatus*, *Sardinops melanostictus*, *Sillago japonica*, *Leiognathus nuchalis*, *Upeneus bensasi*, and Gobiidae. Total Biomass of planktonic eggs in Keumo-do was 8,428 ind./1,000 m³. Among them, Japanese anchovy egg was 5,622 ind./1,000m³ and occupied the largest biomass (66.7%). In the case of larva and juveniles, 3 Orders, 11 Families, 13 Species, and 914 ind. /1,000 m³ were found. Among them, Japanese anchovy egg was 299 ind./1,000 m³ and occupied the largest biomass (32.7%). The fishes caught around Keumo-do were 1 Class, 8 Orders, 31 Families, and 47 Species. Among them, Perciformes was the largest Order including 16 Families and 22 Species, Engraulidae was the largest Family including 5 Species. As a biological characteristic in the sampling area, species diversity index per period was 2.2545~3.1746, evenness index was 0.8522~0.9265, and dominance index was 0.2542~0.3496. As for similarity, relative distance in Sep. and Nov. was the smallest group fauna (0.0016), and small group fauna (0.105) was found in May and Jul. But, there was no difference found between dominant and distribution species in Feb. and May, the relative distance was 0.419, and big difference was appeared on the group fauna.

2) Development of the ecosystem model

In this study we reexamined and revised input parameters for ecosystem modeling and established the ecosystem structure of the Jeonnam marine ranching area. In the revision and reexamination of input parameters for ecosystem modeling, we verified the grouping of the Jeonnam ecosystem using a self-organizing mapping (SOM). We revised input parameters for ecosystem modeling by considering the study area in the Jeonnam marine ranch. Using the ecosystem structure model, we analysed the ecosystem structure of the Jeonnam marine ranch before and after marine ranching activities. And we estimated mean trophic levels in terms of biomass and catch.

3) Fisheries resource survey and stock assessment

Fisheries resources study in Jeonnam (Yeosu) marine ranching of Southern Sea, Korea were conducted to determine species composition and abundance variation of fisheries resources and ecology of major species, 2007.

By fishery survey, fisheries resources that compromised 17 species and 56,499.9 g in set net were caught and the dominant species were *Trachurus japonicus*, *Stephanolepis cirrhifer*, *Oplegnathus fasciatus*, *Pagrus major*. In gill net, fisheries resources of 30species and 24,063.1 g were caught and the dominant species were *Chelidonichthys spinosus*, *Hemifusus ternatanus*, *P. major*, *S. cirrhifer*, *Platycephalus indicus*. And in fish pot, fisheries resources of 19species and 11,348.2 g were caught and the dominant species were *Hexagrammos agrammus*, *Sebastes thompsoni*, *Sebastes inermis*, *S. cirrhifer*.

Therefore, fisheries resources by fishery were mainly composed of coastal organisms, but migratory species such as *T. japonicus*, *Scomber japonicus* were a few.

Acanthopagrus schlegeli which is main resources enhancement species nearly not caught by set net and gill net, but only a few of this species caught by fish pot and fishing. This ascribed to ecological habit of *A. schlegeli*. Namely, *A. schlegeli* prefer rock reef to non rock reef. The size of *A. schlegeli* was less than 20 cm in fork length which was immature group.

4) Investigation of food organisms

The feeding habits of black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) and darkbanded rockfish (*Sebastes inermis*) were investigated in coastal area near Marine ranching area. Sample were taken using long line from September to November 2007. The stomach contents of 50 *A. schlegeli* and 57 *S. inermis* were analyzed. The diet of *A. schlegeli* was mainly consumed Bivalvia (80.7% IRI), Macrura (10.9% IRI). Its diet also included small quantities of Seaweed (7.2% IRI), Brachyura (0.5% IRI). *S. inermis* mainly fed on the Macrura (94.7% IRI). Its diet also included small quantities of Copepoda (4.1% IRI), Amphipoda (0.8% IRI), Chaetognatha (0.3% IRI).

C. Study on the utilization and management

1) Study on the utilization and management

The Yeosu marine ranching program has started since 2001 and is at the forth year of the second stage this year. The second stage is a full-scale investment stage to establish a full-fledged marine ranching in Yeosu. Therefore, we focused on the establishment of a desirable utilization-management system reflecting the characteristics of Yeosu area according to the stage. In order to accomplish the goal above, we carried out studies on the three fields as follows: ① revision of the utilization-management system of the Yeosu marine ranching program, ② carrying out a midterm check of the Yeosu marine ranching model, ③ re-evaluating the concept of the "marine ranching program".

Firstly, we carried out a revision of the utilization-management system of the Yeosu marine ranching program. This revision covers the site management and strengthening of management bodies. As the result of our studies regarding the site management, we suggest the following should be settled down first: ① prompt designation of the fisheries resource management zone and application of management regulations, ② establishment of stock enhancement plans and accumulation of credible stock assessment data, ③ establishment of harvest monitoring system, ④ efficient application of management tools in the marine ranching site, ⑤ introduction of scientific management methods.

In order to intensify the management bodies, our studies cover the following: ① introduction of self-regulated fisheries by a fishing community, ② intensification of organization ability of the self-regulation committee, ③ establishment of a management-utilization committee, ④ intensification of surveillance in the marine ranching site.

Secondly, we carried out a midterm check of the Yeosu marine ranching model. As results of the studies, the Yeosu marine ranching program needs to move towards a large scale utilization-management system based on scientific data, to enhance management ability of utilization-management organizations and to increase efficiency of the marine ranching program by clarifying roles of research fields.

Thirdly, we carried out re-evaluating the concept of the "marine ranching program". As the result of our studies, the concept of "Marine Ranching Program" needs to be defined as refuge and seed bank areas which have spillover effects into surrounding waters instead of being defined as "aquaculture without cages". Regarding the management of marine ranching sites, respondents said more active management should be carried out for sustainable fisheries in the marine ranching sites.

3. Structure Installation & Releasing

A. Installation of Artificial Reefs

Main target species of artificial reef in 2007 program was black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*). Along the both sides of its migrating route, 19 steel reefs of 5 types including double box steel reef, 250 concrete reefs of 3 types like Artificial reef with regular tetrahedral type were positioned. 50 units of Artificial reef shaped half saw teeth, 20 units of box-type concrete reef and 300 units of Artificial concrete reef of hollow cubic type were to be installed according the contract but delayed due to extended production time and is planned to be installed in 2008. Also leftover budget from West Sea Marine Ranching Program which was stopped due to the Hebei Spirit oil spill accident was reallocated to Jeonnam program, adding 2 large-scale steel reefs, 4 steel fish-breeding reefs for soft ground, 100 Artificial reefs with regular tetrahedral type, 6 steel artificial reefs for fishes and 5 steel artificial reefs with the avoiding system for entangling of fish nets.

B. Seed Releasing

Seed releasing for fisheries resources enhancement for 2007 was adjusted in place and time based on biological data of released species collected in specialized workshops. As for major species black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*), and goldeye rockfish, 700,000 individuals of the former were released at 7 stations including Iyapo Bay and 16,500 individuals of the latter were set free along the coast of Hwatae. 100,000 individuals of rockfish which has coastal settlement tendency were scattered around the coast of Ando island. And 200,000 of abalone were released in waters around Geumo, Ando, Hwatae and Pyonggan islands to form shellfish stock.

C. Other Installations

2.0 ha of seaweed seed bank was placed along a branch line of Iyapo Bay, Ando island as one of other installations for 2007. 0.5 ha of eelgrass fishing ground was formed along the coast of Ando and Hwatae islands. Also a model picture, bird view picture and video publications were produced for exhibitions to raise public awareness.

목 차

표 목차	xlix
그림목차	lviii
제 1 장 총괄관리	1
제 1 절 서론	3
제 2 절 사업 계획수립	4
1. 중점목표 및 추진방향	4
가. 필요성	4
나. 개념	4
다. 중점목표 및 추진방향 수립	6
2. 세부추진 방향	6
가. 지속적 생산성 유지를 위한 기반 조성	6
나. 생태계 개선을 위한 어장 조성	8
다. 생태계 개선을 위한 자원 조성	9
라. 최대 생산량 유지를 위한 어업생산시스템 확립	9
마. 바다목장 이용·관리	9
제 3 절 로드맵 작성	10
1. 기본계획	10
2. 추진현황	14
3. 로드맵 구성	20
4. 연구개발사업 세부 추진계획 수립	21
가. 분야별 흐름도	21
나. 분야별 세부 추진계획	29
제 4 절 업무편람 정비	32
1. 운영관리 규정	32
가. 운영위원회	32
나. 지역협의회	33
다. 현장관리사무소	33
2. 업무편람 항목	34
가. 연구개발사업	34

나. 인공어초 시설사업	34
다. 종묘방류사업	35
라. 기타 시설사업	35
마. 성과평가	36
바. 성과물 관리	36
3. 연구개발사업 업무편람	36
가. 업무흐름도	36
나. 연구용역 선정 세부절차	36
다. 진도관리 및 평가	38
라. 연구성과 활용 및 관리	39
4. 시설·방류사업 업무편람	39
가. 인공어초 시설사업	39
나. 종묘방류 사업	42
다. 기타 시설사업	50
제 5 절 결론 및 고찰	53
제 2 장 연구개발사업	55
제 1 절 서론	57
제 2 절 어장 및 자원조성	59
1. 인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구	59
가. 서론	59
나. 재료 및 방법	61
1) 인공어초 연구	61
가) 조사 시기 및 장소	61
나) 인공어초 시설지 기초조사	62
다) 시험어초 효과조사	63
2) 해중립 효과조사	64
가) seedbank 시설 상태조사	64
나) seedbank 시설해역 해조류 실태조사	64
3) 전복 적정 방류량 산정연구	65
가) 전복 및 해조자원 조사	65
나) 먹이전환효율 구명	65
다) 적정 방류량 산정	66

다. 결과 및 고찰	66
1) 인공어초 연구	66
가) 인공어초 시설지 기초조사	66
나) 시험어초 효과	101
2) 해중립 효과조사	105
가) seedbank 시설 상태	105
나) seedbank 시설해역 해조상	106
3) 전복 적정 방류량 산정연구	111
가) 전복 및 해조자원 조사	111
나) 먹이전환효율 구명	115
다) 방류량 산정을 위한 해조량 추정	116
라. 참고문헌	118
2. 중간육성시험 및 방류효과조사	123
가. 서론	123
나. 재료 및 방법	124
1) 구조물과 행동 특성	124
2) 중간육성 타당성 및 야성화	124
3) 방류 효과조사	125
가) 어류	125
나) 전복	126
4) 감성돔의 음향순치	126
가) 음향순치 시스템	126
나) 감성돔 음향 순치	128
다) 감성돔 음향 순치 효과조사 방법	129
5) 방류어의 유전 특성 조사	131
가) 시험어	131
나) Genomic DNA 분리 및 정제	131
다) 감성돔 mitochondrial DNA 조절영역 (D-loop) 증폭 및 PCR-RFLP 분석	131
라) Microsatelite marker를 이용한 방류집단과 자연집단 비교	133
다. 결과 및 토의	134
1) 구조물과 행동 특성	134
가) 자연석과 TTP로 만든 어장	134
나) 사다리꼴 복합 강제어초	136
다) 돛형 복합 강제어초	137
라) 이야포 피라미드 강제어초	137
마) 이야포 입구 피라미드 강제어초	140

바) 안도 이야포 석탑형다기능어초	141
사) 중삼서 석탑형다기능어초	142
자) 초삼서 석탑형다기능어초	142
차) 이식잘피발 (안도 북쪽 연안)	143
2) 중간육성 타당성 및 야성화	148
가) 해양수산부 수산종묘 매입 방류사업 시행지침	148
나) 중간육성 타당성 검토	149
다) 야성화 훈련	150
라) 건의	151
3) 방류효과조사	151
가) 방류해역의 어류상	151
나) 어류 방류효과	153
다) 전복 방류효과	156
4) 감성돔의 음향 순치	159
가) 방류 직후 음향급이기 근접 주변의 감성돔 유집 반응	159
나) 과학어군탐지기를 이용한 순치 후 효과 조사	160
5) 방류어의 유전 특성 조사	165
가) 미토콘드리아 DNA의 조절영역(D-loop) 분석	165
나) 미토콘드리아 DNA의 조절영역(D-loop) 다양성 및 관련성	167
다) Microsatellite marker를 이용한 유전적 다양성 분석	167
라. 참고문헌	175
3. 감성돔 이동조사	177
가. 서론	177
나. 재료 및 방법	177
1) 실험 해역, 장치의 구성 및 배치	177
2) 음향표지	178
3) 음향표지의 부착 및 방류	178
다. 결과 및 고찰	180
1) 이동범위	180
2) 행동특성	181
가) 수평방향의 주야간 행동	181
나) 연직 일주행동 및 유영층의 수온	181
3) 감성돔의 체류시간 및 체류율	181
가) 어체의 크기에 따른 비교	181
나) 해안선의 모양에 따른 비교	182
다) 자연산과 양식산의 비교	183

라) 해상가두리의 유무에 따른 비교	183
4) 황점볼락의 체류시간 및 체류율	185
5) 음향표지의 탐지율	185
가) 신호 송신주기와와의 관계	185
나) 신호 송신출력과의 관계	187
라. 요약	187
마. 앞으로의 연구 계획	188
바. 참고문헌	189
4. 잘피어장 조성	190
가. 서론	190
나. 재료 및 방법	190
1) 생육환경 특성조사	190
2) 잘피의 형태학적 특성조사	190
3) 잘피장 생산성 변화	191
4) 바다목장화 지역에서의 이식가능 지역탐색	191
5) 어류군집 조사	191
다. 결과 및 토의	192
1) 생육환경특성조사	192
2) 잘피의 형태학적 특성조사	193
3) 잘피장 생산성 변화	193
4) 바다목장화 지역에서의 이식가능 지역탐색	196
5) 어류군집 조사	196
가) 종조성	196
나) 계절별 양적변동	196
다) 어류군집의 생태지수	198
라) 군집분석	198
라. 참고문헌	199
5. 방류용 건강종묘 생산	200
가. 서론	200
나. 재료 및 방법	200
1) 친어확보 및 사육관리	200
2) 친어의 암수 판별	200
3) 황점볼락 암수 친어의 적정 수용비 검토	201
4) 암수 교미시기 조사	202
5) 방류용 건강종묘 생산	202

다. 결과 및 고찰	202
1) VGT 및 생식소를 통한 암수 확인	202
2) 확보된 자연산 황점볼락의 암수 친어 수 및 어체측정	204
3) 황점볼락 암수 친어의 적정 수용비 조사	205
4) 황점볼락의 친어의 교미시기 조사	206
가) GSI, HSI, CF	206
나) 혈중 sex steroid hormone 농도	206
5) 방류용 건강종묘 생산	209
라. 참고문헌	210
제 3 절 해양환경 및 자원평가	211
1. 해양환경 및 생물군집특성 조사	211
가. 해수유동	211
1) 조사개요	211
2) 자료 및 방법	211
가) 조석자료	211
나) 조류관측	213
3) 결과 및 토의	213
가) 조석특성	213
나) 조류특성	215
나. 일반물리환경	231
1) 서론	231
2) 재료 및 방법	231
3) 결과 및 고찰	232
가) 투명도	232
나) 수온	233
다) 염분	234
라) T-S diagram에 의한 수괴분석	235
4) 결론	236
다. 해수질 특성	237
1) 서론	237
2) 재료 및 방법	237
가) 수소이온농도(pH)	238
나) 용존산소량(DO)	238
다) 화학적 산소요구량(COD)	238
라) 총부유물질(TSM)	238
마) 질소계 무기영양염류	238

바) 인산계 영양염류	238
사) 규산염	239
아) 입자성 유기탄소와 질소(POC, PON)	239
자) 엽록소 a 량(Chlorophyll a)	239
3) 결과 및 고찰	239
가) 수소이온농도(pH)	239
나) 용존산소량(DO)	240
다) 화학적 산소요구량(COD)	241
라) 질소계 무기영양염류	243
마) 인산계 영양염류	246
바) 규산염	250
사) 입자성 유기탄소와 질소(POC, PON)	251
아) 엽록소 a 량(Chlorophyll a)	254
4) 결론	258
라. 해양표층퇴적물 중의 유기물질	258
1) 서론	258
2) 재료 및 방법	259
가) 강열감량(IL)	259
나) 화학적 산소요구량(CODs)	259
다) 산 휘발성 황화물(AVS)	260
라) 입도분석	260
3) 결과 및 토의	260
가) 강열감량(IL)	260
나) 화학적 산소요구량(CODs)	260
다) 산 휘발성 황화물(AVS)	261
라) 입도분석	262
4) 결론	262
마. 식물플랑크톤 군집	263
1) 서론	263
2) 재료 및 방법	264
가) 군집구조	264
나) 크기에 따른 식물플랑크톤 생물량	265
다) 식물플랑크톤 생체량	266
라) 기초생산력	266
3) 결과 및 토의	266
가) 식물플랑크톤 종조성	266
나) 현존량	273

다) 우점종	291
라) 생태지수 및 집괴분석	292
마) 크기에 따른 Chl-a 량	296
바) 식물플랑크톤 생체량	299
사) 기초생산력	301
4) 결론	301
마. 동물플랑크톤 군집	301
1) 서론	301
2) 재료 및 방법	302
3) 결과 및 고찰	303
가) 1차 조사의 동물플랑크톤 출현양상	303
나) 2차 조사의 동물플랑크톤 출현양상과 요각류의 이차생산	314
4) 요약 및 결론	324
사. 저서동물 군집	324
1) 조사개요	324
2) 재료 및 방법	325
3) 결과 및 토의	326
가) 저서동물군집 현황	326
나) 저서다모류군집 현황	327
다) 저서다모류 우점종	329
라) 저서다모류군집의 생태지수	332
마) 저서다모류군집의 군집분석	333
4) 결론	336
아. 어류, 어란 및 자치어	336
1) 서론	336
2) 재료 및 방법	337
가) 어란 및 자치어	337
나) 어류상 조사	337
3) 결과 및 토의	338
가) 어란 및 자치어	338
나) 어류상	339
4) 요약 및 결론	346
5) 참고문헌	347
2. 생태계 모델	351
가. 서론	351
나. 자료 및 방법	352

1) Ecopath 모델	352
2) 생물군 그룹핑	353
3) 모델 입력파라미터의 추정	354
가) 생물군별 어획량(C)	354
나) 생물군별 생체량(B)	354
다) 생물군별 생산량/생체량(P/B) 비	355
라) 생물군별 섭식량/생체량(Q/B) 비	355
마) 생물군별 먹이 조성비(DC)	355
4) 영양단계의 추정	355
다. 결과 및 고찰	356
1) 생물군 그룹핑	356
2) 생태계 모델 입력파라미터	360
가) 생물군별 어획량(C)	360
나) 생물군별 생체량(B)	365
다) 생물군별 생산량/생체량(P/B) 비	369
라) 생물군별 섭식량/생체량(Q/B) 비	377
마) 생물군별 먹이 조성비(DC)	378
바) 기본 입력파라미터	389
사) 먹이조성 matrix	391
3) 생태계 구조	393
4) 영양단계	395
5) 고찰	396
라. 참고문헌	397
3. 자원조사 및 평가	400
가. 서론	400
나. 재료 및 방법	400
다. 결과 및 고찰	401
1) 수산자원의 서식실태조사	401
가) 어업인 기록에 의한 수산자원조사	401
나) 시험조업에 의한 수산자원조사	402
2) 주요 종(자원 조성종)의 자원상태	405
가) 낚시에 의한 감성돔 어획량의 월 변화	405
나) 통발에 의한 감성돔 어획량의 월 변화	405
다) 감성돔의 체장범위	405
라) 감성돔의 혼획율 및 자원상태 분석	406
3) 금후 조사계획	406

라. 참고문헌	407
4. 먹이생물 조사	408
가. 서론	408
나. 재료 및 방법	408
다. 결과 및 고찰	410
1) 감성돔(<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)	410
가) 체장분포	410
나) 위내용물 조성	410
2) 볼락(<i>Sebastes inermis</i>)	415
가) 체장분포	415
나) 위내용물 조성	415
라. 참고문헌	420
제 4 절 이용관리	421
1. 이용관리에 관한 연구	421
가. 서론	421
나. 재료 및 방법	421
1) 여수바다목장 관리이용 체제 보완	421
2) 여수바다목장 모델 평가	423
3) 바다목장 개념 재평가	425
가) 설문 개요	425
나) 설문 구성	426
다. 결과 및 토의	428
1) 여수바다목장 관리이용 시스템 보완	428
가) 수산자원관리수면체제로 이행	428
나) 관리이용 조직의 역량 강화	432
2) 여수바다목장 모델 재검토	436
가) 여수바다목장 모델 추진 경과	436
나) 이용관리 분야 추진실적	440
다) 향후 추진 방향 및 과제	441
3) 바다목장 개념 재평가	446
가) 바다목장 개념과 역할에 대한 응답	446
나) 바다목장 관리방향	449
다) 바다목장 명칭의 적합성	451
라) 바다목장의 추진방향	453
마) 설문결과의 종합정리	457
라. 참고문헌	458

제 5 절 결론 및 고찰	464
제 3 장 시설·방류사업	467
제 1 절 서론	469
제 2 절 인공어초 시설사업	470
1. 기본 계획	470
2. 세부계획	471
3. 사업 결과	475
제 3 절 종묘방류사업	477
1. 기본 계획	477
2. 세부계획	477
3. 사업 결과	478
제 4 절 기타 시설사업	479
1. 기본 계획	479
2. 세부계획	479
3. 사업 결과	483
제 5 절 결론 및 고찰	486
제 4 장 종합고찰	487
부 록	491

CONTENTS

List of Tables	xlix
List of Figures	lviii
Chapter 1. Plan and Management	1
Section 1. Introduction	3
Section 2. Planing	4
1. Significant objective and propulsion direction of the study	4
A. Necessity	4
B. Conception	4
C. Significant objective and propulsion direction	6
2. Action plan	6
A. Improvement of basic for stable productivity	6
B. Improvement of habit for marine ecosystem restoration	8
C. Stock enhancement for marine ecosystem restoration	9
D. Establishment of fishery production system for maximum productivity	9
E. Use and management of marine ranching	9
Section 3. Road map	10
1. Master plan	10
2. Propulsion status	14
3. Road map	20
4. Establishment of action plan for research and development work	21
A. Flow chart of various fields	21
B. Propulsion direction of various fields	29
Section 4. Administrative Manuel	32
1. Management regulations	32
A. Management committee	32
B. Local conference	32
C. Field management office	32
2. Item of Administrative manuel	33

A. Research and Development work	33
B. Artificial reef	33
C. Seed releasing	34
D. Other Installations	35
E. Result evaluation	35
F. Management of achievement	35
3. Administrative manuel of Research and Development work	35
A. Flow chat	35
B. Process of choice in Research and development work	35
C. Management and revaluation of process	37
D. Vtilization and monagement of research the fruit	37
4. Administrative manuel of structure installation and releasing	38
A. Artificial reef	38
B. Seed releasing	41
C. Other Installations	51
Section 5. Conclusion and Discussion	53
Chapter 2. Research and development	55
Section 1. Introduction	57
Section 2. Fish stock Enhancement	59
1. Effects of artificial reef and Estimation of abalone releasing	59
A. Introduction	59
B. Materials and Methods	61
1) Study of artificial reef	61
a) Investigation time and place	61
b) Investigation of facility area of artificial reef	62
c) Effective investigation of experimental artificial reef	63
2) Effects of seed weed bank	64
a) Investigation of actual conditions of seed bank	64
b) Algae of actual condition seed bank area	64
3) Estimation of abalone releasing	65
a) Estimation of standing stock of abalone and algae	65
b) Study of food conversion efficiency	65

c) Computation of propriety stock quantity	66
C. Results and discussions	66
1) Study of artificial reef	66
a) Investigation of facility area of artificial reef	66
b) Effect of experimental artificial reef	101
2) Effects of seedweed bank	105
a) Actual conditions of seed bank	105
b) Algae condition in seed bank area	106
3) Estimation of abalone releasing	111
a) Resources investigation of abalone and algae	111
b) Study of food conversion efficiency	115
c) Estimation of algae quantity for computation of propriety stock quantity	116
D. References	118
2. Intermediate nursing and effects of seed releasing	123
A. Introduction	123
B. Materials and methods	124
1) Artificial objects and behavioral characteristic	124
2) Intermediate nursing and going wild	124
3) Releasing effect	125
a) Fish	125
b) Abalone	126
4) Acoustic conditioning of black sea bream	126
a) System of acoustic conditioning	126
b) Acoustic condition of black seabream	128
c) Estimative method of acoustic conditioning effect for black sea bream	129
5) Genetic analysis of seed for releasing	131
a) Genetic analysis of fish	131
b) Genetic DNA extraction	131
c) MtDNA control region amplification of black sea bream and PCR - RFLP analysis	131
d) Comparison of culture population and wild population by the microsatellite marker	133
C. Results and discussions	134
1) Artificial objects and behavioral characteristic	134
a) Natural rock and tetrapods	134
b) Trapezoid-type complex steel artificial reef	136
c) Dome-type complex steel artificial reef	137
d) Pyramid-type steel artificial reef in the Iyapo	137

e) Pyramid-type steel artificial reef in approach of the Iyapo	140
f) Stone pagoda style multi functional artificial reef in the Iyapo	141
g) Stone pagoda style multi functional artificial reef in the Jungsamseo	142
h) Stone pagoda style multi functional artificial reef in the Chosamseo	142
i) Eelgrass place transplanted in the coast of Ando	143
2) Intermediate nursing and going wild	148
a) Seed releasing Manual of MOMAF	148
b) Propriety of Intermediate nursing	149
c) Domestication for going wild	150
d) Proposal	151
3) Releasing effect	151
a) Appearance fishes in marine ranching area	151
b) Fish	153
c) Abalone	156
4) Acoustic conditioning of black sea bream	159
a) Reaction behavior of black sea bream for acoustic feeding system directly after release	159
b) Estimation by the science-fishfinder	160
5) Genetic analysis of seed for releasing	165
a) Control region analysis of MtDNA	165
b) Control region diversity of MtDNA	167
c) Genetic diversity analysis by the Microsatellite marker	167
D. References	175
3. Movement of black seabream (<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)	177
A. Introduction	177
B. Materials and Methods	177
1) Experimental area, composition and installation of equipment	177
2) Acoustic transmitter	178
3) Tagging with acoustic transmitter and release	178
C. Results and discussion	180
1) Movement range	180
2) Behavior characteristics	181
a) Horizontal diurnal behavior	181
b) Vertical diurnal behavior and temperature of swimming depth	181
3) Stay period and rate of <i>Acanthopagrus schlegeli</i>	181
a) Compare by size of tagged fish	181

b) Compare by shape of coastline	182
c) Compare wild fish with cage-cultured fish	183
d) Compare by installation of cages around release point	183
4) Stay period and rate of <i>Sebastes oblongus</i>	185
5) Detection rate of acoustic transmitter	185
a) Relation with delay time of acoustic transmitter	185
b) Relation with source level of acoustic transmitter	187
D. Summary	187
E. Expected study	188
F. References	189
4. Creation of eelgrass place	190
A. Introduction	190
B. Materials and Methods	190
1) Characteristics of physical and chemical parameter measurements	190
2) Seasonal changes in eelgrass plant morphology	190
3) Seasonal changes in eelgrass leaf productivities	191
4) A study estimated transplantation area	191
5) Surveyed distribution of fishes community	191
C. Results and Discussion	192
1) Characteristics of physical and chemical parameter measurements	192
2) Seasonal changes in eelgrass plant morphology	193
3) Seasonal changes in eelgrass leaf productivities	193
4) A study estimated transplantation area	196
5) Surveyed distribution of fishes community	196
a) Species of appearance	196
b) Quantitative variation for each season	196
c) Ecology index of fish population	198
d) Population analysis	198
D. References	199
5. Production of Healthy Seed for Release	200
A. Introduction	200
B. Materials and Methods	200
1) Brood stock collection and maintenance	200
2) Distinguish of brood stock sex	200
3) Investigation of proper sex ratio for holding of brood stock	202

4) Investigation on mating time	202
5) Seed production	202
C. Result and Discussion	202
1) Confirmation of sex on gonad and detection of VGT	202
2) Quantity of collected wild broodstock and measurement	205
3) Proper sex ratio for holding of brood stock	205
4) Mating time	206
a) GSI, HSI, CF	206
b) Concentration of serum sex steroid hormone	206
5) Seed production	209
D. References	210

Section 3. Marine environment and the survey of marine biological communities	211
1. Marine environments and survey of marine biological communities	211
A. Sea water movements	211
1) Introduction	211
2) Material and methods	211
a) Tidal data	211
b) Tidal analysis	213
3) Observation of tidal current	213
a) Introduction	213
b) Harmonic analysis of tidal current	215
B. Physical environment	231
1) Introduction	231
2) Material and methods	231
3) Results and discussion	232
a) Transparency	232
b) Water temperature	233
c) Salinity	234
d) Water mass by T-S diagram analysis	235
4) Summary	236
C. Sea water quality	237
1) Introduction	237
2) Material and methods	237
a) pH	238
b) Dissolved oxygen (DO)	238

c) Chemical oxygen demand (COD)	238
d) Total suspended matters (TSM)	238
e) Inorganic nutrients such as nitrogen	238
f) Nutrients such as phosphorus	238
g) Silicate	239
h) Particulate organic carbon and nitrogen (POC, PON)	239
i) Chlorophyll <i>a</i>	239
3) Results and discussion	239
a) pH	239
b) Dissolved oxygen (DO)	240
c) Chemical oxygen demand (COD)	241
d) Inorganic nutrients such as nitrogen	243
e) Nutrients such as phosphorus	246
f) Silicate	250
g) Particulate organic carbon and nitrogen (POC, PON)	251
h) Chlorophyll <i>a</i>	254
4) Summary	258
D. Organic Matters in the surface sediments	258
1) Introduction	258
2) Material and methods	259
a) Ignition loss (IL)	259
b) Chemical oxygen demand (CODs)	259
c) Acid volatile sulfide(AVS)	260
d) Grain-size analysis	260
3) Results and discussion	260
a) Ignition loss (IL)	260
b) Chemical oxygen demand (CODs)	260
c) Acid volatile sulfide(AVS)	261
d) Grain-size analysis	262
4) Summary	262
E. Phytoplankton community	263
1) Introduction	263
2) Materials and methods	264
a) Community structure	264
b) Size classification of Chl- <i>a</i>	265
c) Biomass	266
d) Primary Productivity	266

3) Results and discussion	266
a) Phytoplankton species composition	266
b) Standing stocks	273
c) Dominant species	291
d) Ecological index and Simillaria analysis	292
e) Size classification of Chl-a	296
f) Biomass	299
g) Primary productivity	301
4) Summary	301
F. Zooplankton community	301
1) Introduction	301
2) Materials and methods	302
3) Results and discussion	303
a) Occurrence patterns of zooplankton in January, March and May 2007	303
b) Occurrence patterns of zooplankton and secondary production of copepods in September and November 2007	314
4) Summary	324
G. Marine Macrobenthic community	324
1) Introduction	324
2) Materials and Methods	325
3) Results and discussion	326
a) Macrobenthic community	326
b) Benthic polychaetous community	327
c) Dominant polychaetous species	330
d) Ecological indices of benthic polychaetous community	332
e) Cluster analysis of benthic polychaetous community	333
4) Summary	336
H. Fish, fish egg and larvae	336
1) Introduction	336
2) Material and methods	337
a) Fish egg and larvae	337
b) Fish	337
3) Results and discussion	338
a) Fish egg and larvae	338
b) Fish	339
4) Summary	346
5) References	347

2. Development of the ecosystem model	351
A. Introduction	351
B. Materials and method	352
1) Ecopath model	352
2) Grouping of organisms	353
3) Estimation of model input parameters	354
a) Catch of species group (C)	354
b) Biomass of species group (B)	354
c) Production/Biomass ratio of species group (P/B)	355
d) Consumption/Biomass ratio of species group (Q/B)	355
e) Diet composition of species group (DC)	355
4) Estimation of mean trophic levels	355
C. Results and discussion	356
1) Grouping of organisms	356
2) Estimation of model input parameters	360
a) Catch of species group (C)	360
b) Biomass of species group (B)	365
c) Production/Biomass ratio of species group (P/B)	369
d) Consumption/Biomass ratio of species group (Q/B)	377
e) Diet composition of species group (DC)	378
f) Basic input parameters	389
g) Diet matrix	391
3) Ecosystem structure	393
4) Mean trophic levels	395
5) Discussion	396
D. References	397
3. Fisheries resources survey and stock assessment	400
A. Introduction	400
B. Materials and Methods	400
C. Result and Discussion	401
1) The status of fisheries resources	401
a) Species composition of fisheries resources (by piscator)	401
b) Species composition of fisheries resources (by researcher)	402
2) Ecology of main resources enhancement species	405
a) Monthly number of <i>Acanthpagnrus schlegeli</i> by fishing	405
b) Monthly number of <i>Acanthpagnrus schlegeli</i> by fish pot	405

c) The range of <i>Acanthopagrus schlegeli</i> size	405
d) Catch and ecological characteristics of <i>Acanthopagrus schlegeli</i> by fishery	406
3) Forward plan	406
D. References	407
4. Investigation of food organisms	408
A. Introduction	408
B. Material and methods	408
C. Results and Discussion	410
1) <i>Acanthopagrus schlegeli</i>	410
a) Size-frequency of distribution of <i>A. schlegeli</i>	410
b) Composition of the stomach contents of <i>A. schlegeli</i>	410
2) <i>Sebastes inermis</i>	415
a) Size-frequency of distribution of <i>S. inermis</i>	415
b) Composition of the stomach contents of <i>S. inermis</i>	415
D. References	420
Section 4. Study on the utilization and management	421
1. Study on the utilization and management	421
A. Introduction	421
B. Materials and Methods	421
1) Revision on the utilization-management system	421
2) Review of Yeosu marine ranching model	423
3) Re-evaluation of the concept of marine ranching	425
a) Question summary	425
b) Question organization	426
C. Results and Discussion	428
1) Revision on the utilization-management system	428
a) Performance by fisheries resources management organization committee	428
b) Strengthen ability of utilization-management organization committee	432
2) Review of Yeosu marine ranching model	436
a) Propulsion process	436
b) Propulsion results	440
c) Propulsion direction and proposal	441
3) Re-evaluation of the concept of marine ranching	446
a) Response about role and concept of marine ranching	446
b) Management direction of marine ranching	449

c) Suitability of marine ranching title	451
d) Propulsion direction of marine ranching	453
e) Synthesis results of question	457
D. References	458
Section 5. Conclusion and Discussion	464
Chapter 3. Structure Installation & Releasing	467
Section 1. Introduction	469
Section 2. Installation of Artificial Reefs	470
1. Master plan	470
2. Action plan	471
3. Result	475
Section 3. Seed Releasing	477
1. Master plan	477
2. Action plan	477
3. Result	478
Section 4. Other Installations	479
1. Master plan	479
2. Action plan	479
3. Result	483
Section 5. Conclusion and Discussion	486
Chapter 4. Synthesis Discussion	487

표 목 차

제 1 장 총괄관리

제 1 절 서론

제 2 절 사업 계획수립

표 1-2-1. 양식, 자원조성, 바다목장 개념 비교	5
-------------------------------------	---

제 3 절 로드맵 작성

표 1-3-1. 여수바다목장 시범사업 추진단계	11
표 1-3-2. 자원별 연도별 투자계획	11
표 1-3-3. 어장조성 시설투자계획	12
표 1-3-4. 자원증대 시설투자계획	13
표 1-3-5. 연구개발 투자계획	13
표 1-3-6. 전남바다목장 연차별 투자실적	14
표 1-3-7. 전남바다목장 연구개발사업 주요 실적 (2006년까지)	16
표 1-3-8. 전남바다목장 인공어초 시설 현황 (2004년까지)	18
표 1-3-9. 전남바다목장 종묘방류 현황 (2006년까지)	19
표 1-3-10. 전남바다목장 기타시설사업 현황 (2006년까지)	19
표 1-3-11. 전남바다목장 연차별 투자계획	20

제 4 절 업무편람 정비

제 5 절 결론 및 고찰

제 2 장 연구개발사업

제 1 절 서론

제 2 절 어장 및 자원조성

1. 인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구	59
표 2-2-1-1. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물 군집의 생태적 특성	67
표 2-2-1-2. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물 군집의 각 정점별 생태적 특성	70
표 2-2-1-3. 조사해역의 저서동물 중 출현개체수의 1% 이상을 차지하는 우점종	72
표 2-2-1-4. 조사해역의 저서동물 중 총 생물량의 1% 이상을 차지하는 우점종	73

표 2-2-1-5.	지점별 해조류 출현종수	81
표 2-2-1-6.	지점별 해조류 출현종	81
표 2-2-1-7.	정점별 해조류 서식대별 우점도	83
표 2-2-1-8.	정점별 해조류 서식대별 현존량	85
표 2-2-1-9.	서식대별 출현종수, 우점도 및 현존량 비교	86
표 2-2-1-10.	조사정점별 출현종 및 개체수	88
표 2-2-1-11.	조사정점별 출현량	90
표 2-2-1-12.	인공어초 시설예정지 저질입도	92
표 2-2-1-13.	1번 어류형어초 시설해역(우학, 미포 지선)	95
표 2-2-1-14.	2번 어류형어초 시설해역(막포 지선)	96
표 2-2-1-15.	3번 어류형어초 시설해역(심포, 막포 지선)	97
표 2-2-1-16.	4번 어류형어초 시설해역(직원포 지선)	98
표 2-2-1-17.	5번 패조류형어초 시설해역(우학리 오도 지선)	99
표 2-2-1-18.	6번 패조류형어초 시설해역(심포 지선)	100
표 2-2-1-19.	자망에 의한 조사 정점별 출현종 및 개체수	102
표 2-2-1-20.	자망에 의한 조사 정점별 생체량	103
표 2-2-1-21.	잠수관찰에 의한 조사 정점별 출현종 및 개체수	105
표 2-2-1-22.	정점별 해조류 출현종수	107
표 2-2-1-23.	정점별 해조류 출현종	107
표 2-2-1-24.	정점별 해조류 서식대별 우점도	109
표 2-2-1-25.	정점별 해조류 서식대별 현존량	110
표 2-2-1-26.	서식대별 출현종수, 우점도 및 현존량 비교	111
표 2-2-1-27.	어촌계별 전복과 보라성게의 서식밀도 및 자원량	112
표 2-2-1-28.	어촌계별 해조류 서식밀도 및 자원량	113
표 2-2-1-29.	전남바다목장해역에서 해조류 분류군별 출현종 및 출현량	114
표 2-2-1-30.	어촌계별 먹이량에 의한 전복 방류량 산정	117
표 2-2-1-31.	어촌계별 연간 전복자원량 관리를 위해 필요한 해조량 추정	117
2. 중간육성 시험 및 방류효과조사		123
표 2-2-2-1.	2007년 방류효과 대상 종묘방류 현황	125
표 2-2-2-2.	음향 표지한 감성돔의 크기 및 음향 표지 정보	132
표 2-2-2-3.	감성돔 유전적 다양성 분석에 사용한 microsatellite marker와 실험조건	133
표 2-2-2-4.	안도 이야포 자연석+TTP어초에서 확인된 어종 및 개체수	135
표 2-2-2-5.	안도 이야포 자연석+TTP어초 II에서 확인된 어종 및 개체수	136
표 2-2-2-6.	안도 사다리꼴 복합 강제어초에서 확인된 어종 및 개체수	138
표 2-2-2-7.	안도 돛형 복합 강제어초에서 확인된 어종 및 개체수	139
표 2-2-2-8.	안도 이야포 피라미드강제어초에서 확인된 어종 및 개체수	140
표 2-2-2-9.	안도 이야포 입구 피라미드강제어초에서 확인된 어종 및 개체수	141

표 2-2-2-10. 안도 이아포 석탑형다기능어초에서 확인된 어종 및 개체수	141
표 2-2-2-11. 중삼서 석탑형다기능어초에서 확인된 어종 및 개체수	142
표 2-2-2-12. 초삼서 석탑형다기능어초에서 확인된 어종 및 개체수	143
표 2-2-2-13. 이식갈피밭에서 확인된 어종 및 개체수	143
표 2-2-2-14. 안도 이아포 연안에서 어류 통발조사 결과	152
표 2-2-2-15. 방류어의 재채포 결과	153
표 2-2-2-16. 바다목장 사업의 일환으로 실시한 안도해역의 전복 종묘방류 현황	158
표 2-2-2-17. 감성돔 미토콘드리아 DNA 조절영역의 PCR-RFLP 결과	166
표 2-2-2-18. 감성돔 각 집단의 haplotype 분석에 의한 유전적 변화	168
표 2-2-2-19. Nei's unbiased measures에 따른 감성돔 집단의 genetic identity와 유전적 거리	168
표 2-2-2-20. 감성돔 집단의 분석에 사용한 microsatellite loci의 특성	169
표 2-2-2-21. 5개 microsatellite loci를 이용한 감성돔 12개 집단의 대립유전자 빈도	170
표 2-2-2-22. 감성돔 집단의 유전적 다양성	171
표 2-2-2-23. 감성돔 집단의 Da 유전적 거리	172
표 2-2-2-24. 감성돔 12개 집단의 표준 유전적 거리(Ds)	172

3. 감성돔 이동조사 177

표 2-2-3-1. 실험에 사용한 음향표지(69 kHz)의 채원, SL은 음원음압준위를 나타냄	178
표 2-2-3-2. 감성돔에 대한 음향표지 부착 및 방류 요약	179
표 2-2-3-3. 황점불락에 대한 음향표지 부착 및 방류	179
표 2-2-3-4. 방류지점 부근에서의 음향표지 감성돔의 체류시간 및 체류율	184
표 2-2-3-5. 방류지점 부근에서의 음향표지 황점불락의 체류시간 및 체류율	185

4. 갈피어장 조성 190

표 2-2-4-1. 조사기간 동안 안도에서 출현한 어류의 종조성	197
표 2-2-4-2. 조사기간 동안 안도에서 출현한 어류의 양적변동	197
표 2-2-4-3. 조사 시기별 종조성에 의한 생태지수	198

5. 방류용 건강종묘 생산 200

표 2-2-5-1. 생식돌기 유무에 따른 암수 구분에 대한 생식소 확인	203
표 2-2-5-2. 확보된 자연산 황점불락 암수 친어의 수 및 어체측정	205
표 2-2-5-3. 황점불락 암수 수용비에 따른 생존율 및 복부 팽대된 암컷수와 비율	205

제 3 절 해양환경 및 자원평가

1. 해양환경 및 생물군집 특성 조사 211

표 2-3-1-1a. 조사주변해역의 조석조화상수 및 비조화상수(기준조석)	214
표 2-3-1-1b. 조사주변해역의 관측기간내 조석조화상수 및 비조화상수(금회 관측기간)	215

표 2-3-1-2.	조류관측 개요	218
표 2-3-1-3.	St.1 및 St.2의 주요 4대분조	221
표 2-3-1-4.	St.1 및 St.2의 조화상수	222
표 2-3-1-5.	10월 23~24일 대조기 층별 조류관측 결과	224
표 2-3-1-6.	10월 17일 소조기 층별 조류관측 결과	226
표 2-3-1-7.	2007년 9월과 11월 전남바다목장 해역에서 정점별 투명도(m)의 변동양상	232
표 2-3-1-8.	2007년 9월과 11월 전남바다목장 해역 수층별 수온(°C)의 변동 범위	233
표 2-3-1-9.	9월과 11월 전남바다목장 해역 수층별 염분(psu)의 변동 범위	234
표 2-3-1-10.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 pH의 변동 범위	239
표 2-3-1-11.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DO의 변동 범위	240
표 2-3-1-12.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 COD의 변동 범위	242
표 2-3-1-13.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 암모니아염의 변동 범위	243
표 2-3-1-14.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 질산염의 변동 범위	243
표 2-3-1-15.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 용존무기질소의 변동 범위	243
표 2-3-1-16.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 총질소의 변동 범위	245
표 2-3-1-17.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DIP의 변동 범위	246
표 2-3-1-18.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DTP의 변동 범위	247
표 2-3-1-19.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DOP의 변동 범위	248
표 2-3-1-20.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 TP의 변동 범위	248
표 2-3-1-21.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 PP의 변동 범위	249
표 2-3-1-22.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 규산염의 변동 범위	250
표 2-3-1-23.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 입자성 유기탄소의 변동 범위	251
표 2-3-1-24.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 입자성 유기질소의 변동 범위	252
표 2-3-1-25.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 POC/PON ratio의 변동 범위	253
표 2-3-1-26.	2007년 전남바다목장 해역에서 5회 현장조사에 의한 수층별 Chl- <i>a</i> 농도의 변동	255
표 2-3-1-27.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중 IL 변동양상	260
표 2-3-1-28.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중 CODs 변동양상	261
표 2-3-1-29.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중 AVS 변동양상	262
표 2-3-1-30.	식물플랑크톤 군집의 계절변동 및 생물량 파악을 위한 정선 현장조사 일람표	264
표 2-3-1-31.	전남 바다목장에 출현한 식물플랑크톤 종조성의 시간적 변동	266
표 2-3-1-32.	2007년 1월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성	267
표 2-3-1-33.	2007년 3월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성	268
표 2-3-1-34.	2007년 5월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성	269
표 2-3-1-35.	2007년 9월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성	269
표 2-3-1-36.	2007년 11월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성	270
표 2-3-1-37.	2007년 1월 전남 바다목장 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화	274
표 2-3-1-38.	2007년 3월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화	274

표 2-3-1-39. 2007년 5월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화	274
표 2-3-1-40. 2007년 9월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화	275
표 2-3-1-41. 2007년 11월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화	275
표 2-3-1-42. 2007년 1월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	279
표 2-3-1-43. 2007년 1월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	280
표 2-3-1-44. 2007년 3월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	281
표 2-3-1-45. 2007년 3월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	282
표 2-3-1-46. 2007년 5월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	283
표 2-3-1-47. 2007년 5월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	284
표 2-3-1-48. 2007년 9월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	285
표 2-3-1-49. 2007년 9월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	287
표 2-3-1-50. 2007년 11월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	289
표 2-3-1-51. 2007년 11월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도	290
표 2-3-1-52. 2007년 1월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종	291
표 2-3-1-53. 2007년 3월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종	291
표 2-3-1-54. 2007년 5월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종	292
표 2-3-1-55. 2007년 9월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종	292
표 2-3-1-56. 2007년 11월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종	292
표 2-3-1-57. 2007년 1월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수	293
표 2-3-1-58. 2007년 3월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수	293
표 2-3-1-59. 2007년 5월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수	294
표 2-3-1-60. 2007년 9월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수	295
표 2-3-1-61. 2007년 11월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수	296
표 2-3-1-62. 2007년 9월과 11월 picoplankton 생물량 변동 범위	297
표 2-3-1-63. 2007년 9월과 11월 nanoplankton 생물량 변동 범위	297
표 2-3-1-64. 2007년 9월과 11월 netplankton 생물량 변동 범위	297
표 2-3-1-65. 전남 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 생체량의 변동(g/L)	299
표 2-3-1-66. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장해역의 기초생산력	301
표 2-3-1-67. 2007년 1월 바다목장 해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도	306
표 2-3-1-68. 2007년 3월 바다목장 해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도	307
표 2-3-1-69. 2007년 5월 바다목장 해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도	308
표 2-3-1-70. 전남 바다목장 해역의 동물플랑크톤 습중량(Wet weight, mg · m ⁻³) 변동	309
표 2-3-1-71. 2007년 1월 전남 다도해 바다목장해역에서 SIMPER 분석에 의한 각 정점에 미치는 분류군의 평균 개체수	314
표 2-3-1-72. 2007년 3월과 2007년 5월 전남 다도해 바다목장해역에서 SIMPER 분석에 의한 각 정점에 미치는 분류군의 평균 개체수	314
표 2-3-1-73. 2006년 9월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도	315

표 2-3-1-74. 2007년 11월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도	317
표 2-3-1-75. 2007년 9월과 11월 전남 다도해 바다목장해역에서 SIMPER 분석에 의한 각 정점에 미치는 분류군의 평균 개체수	322
표 2-3-1-76. 2007년 9월과 11월 전남 다도해 바다목장 해역에서 동물플랑크톤의 습중량 및 건중량 변동	322
표 2-3-1-77. 조사해역에서 채집된 저서동물군의 서식밀도(개체/m ²) 및 백분율(%)	326
표 2-3-1-78. 조사해역에서 채집된 저서다모류의 총출현종수 및 평균서식밀도(개체/m ²)	327
표 2-3-1-79. 조사해역에서 채집된 저서다모류중 5.0% 이상 우점종의 서식밀도(개체/m ²)	330
표 2-3-1-80. 2007년 9월 저서다모류군집의 정점별 생태지수	333
표 2-3-1-81. 2007년 11월 저서다모류군집의 정점별 생태지수	333
표 2-3-1-82. 여수 금오도연안의 부유성난(ind./1,000m ³)	338
표 2-3-1-83. 여수 금오도 연안의 자치어 분포(ind./1,000m ³)	339
표 2-3-1-84. 여수 금오도 연안의 저인망에 의해 채집된 어류의 분류군	340
표 2-3-1-85. 여수 금오도 연안의 계절별 어류분포	341
표 2-3-1-86. 여수 금오도 연안의 정점별 어류분포	342

2. 생태계 모델	351
표 2-3-2-1. 전남 바다목장 생태계에 서식하는 생물종의 그룹핑	358
표 2-3-2-2. 전남 바다목장 조성 이전 생물군별 어획량	361
표 2-3-2-3. 전남 바다목장 조성 이후 생물군별 어획량	363
표 2-3-2-4. 전남 바다목장 조성 이전 순간어획사망계수(F)	366
표 2-3-2-5. 전남 바다목장 조성 이후 순간어획사망계수(F)	367
표 2-3-2-6. 전남 바다목장 조성 이전 생물군별 생체량	368
표 2-3-2-7. 전남 바다목장 조성 이후 생물군별 생체량	368
표 2-3-2-8. NEMURO 모델로부터 추정된 전남바다목장의 조성 이전 식물 및 동물플랑크톤 생체량	369
표 2-3-2-9. NEMURO 모델로부터 추정된 전남바다목장의 조성 이후 식물 및 동물플랑크톤 생체량	369
표 2-3-2-10. 전남 바다목장 조성 이전 소형부어류의 사망계수	369
표 2-3-2-11. 전남 바다목장 조성 이후 소형부어류의 사망계수	370
표 2-3-2-12. 전남 바다목장 조성 이전 대형부어류의 사망계수	370
표 2-3-2-13. 전남 바다목장 조성 이후 대형부어류의 사망계수	370
표 2-3-2-14. 전남 바다목장 조성 이전 볼락류의 사망계수	371
표 2-3-2-15. 전남 바다목장 조성 이후 볼락류의 사망계수	371
표 2-3-2-16. 전남 바다목장 조성 이전 감성돔의 사망계수	371
표 2-3-2-17. 전남 바다목장 조성 이후 감성돔의 사망계수	371
표 2-3-2-18. 전남 바다목장 조성 이전 반저서어류의 사망계수	372

표 2-3-2-19. 전남 바다목장 조성 이후 반저서어류의 사망계수	373
표 2-3-2-20. 전남 바다목장 조성 이전 저서어류의 사망계수	373
표 2-3-2-21. 전남 바다목장 조성 이후 저서어류의 사망계수	374
표 2-3-2-22. 전남 바다목장 조성 이전 표생저서동물의 사망계수	374
표 2-3-2-23. 전남 바다목장 조성 이후 표생저서동물의 사망계수	375
표 2-3-2-24. 전남 바다목장 조성 이전 이매패류의 사망계수	375
표 2-3-2-25. 전남 바다목장 조성 이후 이매패류의 사망계수	376
표 2-3-2-26. 전남 바다목장 조성 이전 복족류의 사망계수	376
표 2-3-2-27. 전남 바다목장 조성 이후 복족류의 사망계수	376
표 2-3-2-28. 전남 바다목장의 생물군별 섭식량/생체량(Q/B) 비	377
표 2-3-2-29. 전남 바다목장 조성 이전 최고포식자의 먹이생물 중요도	378
표 2-3-2-30. 전남 바다목장 조성 이후 최고포식자의 먹이생물 중요도	379
표 2-3-2-31. 전남 바다목장 바다새의 먹이생물 중요도	379
표 2-3-2-32. 전남 바다목장 조성 이전 소형부어류의 먹이생물 중요도	380
표 2-3-2-33. 전남 바다목장 조성 이후 소형부어류의 먹이생물 중요도	380
표 2-3-2-34. 전남 바다목장 조성 이전 대형부어류의 먹이생물 중요도	381
표 2-3-2-35. 전남 바다목장 조성 이후 대형부어류의 먹이생물 중요도	381
표 2-3-2-36. 전남 바다목장 조성 이전 블락류의 먹이생물 중요도	382
표 2-3-2-37. 전남 바다목장 조성 이후 블락류의 먹이생물 중요도	382
표 2-3-2-38. 전남 바다목장 조성 이전 감성돔의 먹이생물 중요도	383
표 2-3-2-39. 전남 바다목장 조성 이후 감성돔의 먹이생물 중요도	383
표 2-3-2-40. 전남 바다목장 조성 이전 반저서어류의 먹이생물 중요도	384
표 2-3-2-41. 전남 바다목장 조성 이후 반저서어류의 먹이생물 중요도	385
표 2-3-2-42. 전남 바다목장 조성 이전 저서어류의 먹이생물 중요도	386
표 2-3-2-43. 전남 바다목장 조성 이후 저서어류의 먹이생물 중요도	386
표 2-3-2-44. 전남 바다목장 조성 이전 두족류의 먹이생물 중요도	387
표 2-3-2-45. 전남 바다목장 조성 이후 두족류의 먹이생물 중요도	387
표 2-3-2-46. 전남 바다목장 조성 이전 표생저서동물의 먹이생물 중요도	388
표 2-3-2-47. 전남 바다목장 조성 이후 표생저서동물의 먹이생물 중요도	388
표 2-3-2-48. 전남 바다목장 조성 이전 기본 입력파라미터	389
표 2-3-2-49. 전남 바다목장 조성 이후 기본 입력파라미터	390
표 2-3-2-50. 전남 바다목장 조성 이전 생태계 내 그룹별 먹이조성 matrix	391
표 2-3-2-51. 전남 바다목장 조성 이후 생태계 내 그룹별 먹이조성 matrix	392
표 2-3-2-52. 전남 바다목장 조성 이전과 이후의 생물군별 영양단계와 생태계의 평균 영양단계	395
표 2-3-2-53. 전남 바다목장 조성 이전과 이후의 생물군별 영양단계와 어획물의 평균 영양단계	396

3. 자원조사 및 평가	400
표 2-3-3-1. 2007년 전남(여수) 바다목장해역에서 조사된 어업별 수산자원의 조성 및 풍도 (어업인 기록에 의함)	402
표 2-3-3-2. 2007년 전남(여수) 바다목장해역에서 어획시험에 의해 조사된 어업별 수산자원의 조성 및 풍도	404
표 2-3-3-3. 2007년 전남(여수) 바다목장해역에서 어획시험에 의해 조사된 감성돔의 체장 범위	406
4. 먹이생물 조사	408
표 2-3-4-1. 감성돔(<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)의 위내용물 조성	412
표 2-3-4-2. 볼락(<i>Sebastes inermis</i>)의 위내용물 조성	417
제 4 절 이용관리에 관한 연구	421
표 2-4-1-1. 우리나라 바다목장사업의 장기 발전계획	423
표 2-4-1-2. 시범 바다목장사업의 기본 개념	424
표 2-4-1-3. 바다목장 개념 재설정을 위한 설문조사 현황	426
표 2-4-1-4. 설문 회수현황	426
표 2-4-1-5. 바다목장 개념 재설정을 위한 설문의 구성	427
표 2-4-1-6. 전남 바다목장 수산자원관리수면 관리이용 규정(안)	430
표 2-4-1-7. 전남 바다목장 수산자원관리수면 지정 추진 경과	431
표 2-4-1-8. 2007년도 바다목장 자율관리위원회 교류회 일정	435
표 2-4-1-9. 전남 바다목장 시범사업의 기본개념 수정	437
표 2-4-1-10. 전남 바다목장 시범사업의 마스터플랜 수정	438
표 2-4-1-11. 전남 바다목장 시범사업 추진단계	439
표 2-4-1-12. 전남 바다목장 연차별 투자계획	440
표 2-4-1-13. 전남 바다목장 단계별 이용관리 분야 추진목표	441
표 2-4-1-14. 전남 바다목장 연차별 이용관리 분야 추진실적	441
표 2-4-1-15. 전남 바다목장 이용관리 분야 향후 추진계획	443
표 2-4-1-16. 바다목장의 기존 개념	446
표 2-4-1-17. 바다목장 기존 개념에 대한 찬반여부	446
표 2-4-1-18. 바다목장의 기존 개념에 대한 반대 이유	447
표 2-4-1-19. 바다목장 수면의 역할에 대한 선정 결과	448
표 2-4-1-20. 바다목장 수면의 역할에 대한 선정 이유	448
표 2-4-1-21. 향후 바다목장의 추진방향	449
표 2-4-1-22. 바다목장 관리시스템의 필요성	449
표 2-4-1-23. 바다목장 관리시스템의 필요 이유	450
표 2-4-1-24. 바다목장의 관리수준	450

표 2-4-1-25. 바다목장의 관리수단(복수응답)	451
표 2-4-1-26. 바다목장 명칭의 변경 여부	451
표 2-4-1-27. 바다목장 명칭 변경에 찬성하는 이유	452
표 2-4-1-28. 바다목장과 소규모바다목장의 차이 여부	452
표 2-4-1-29. 바다목장과 소규모바다목장의 차이 여부에 대한 이유	452
표 2-4-1-30. 소규모바다목장의 향후 추진방안	453
표 2-4-1-31. 바다목장 추진단계의 적절성 여부	454
표 2-4-1-32. 각 해역별 바다목장 모델의 적절성 여부	454
표 2-4-1-33. 각 해역별 바다목장 모델의 문제 및 보완점	454
표 2-4-1-34. 바다목장 연구과정에서 중점을 두어야 할 분야의 우선순위	455
표 2-4-1-35. 바다목장 연구과정의 우선순위 선택이유	456
표 2-4-1-36. 향후 바다목장 추진시의 방향성	456
표 2-4-1-37. 바다목장의 문제 및 개선점, 활성화를 위한 의견	457

제 3 장 시설 · 방류사업

제 1 절 서론	469
제 2 절 인공어초 시설사업	470
표 3-2-1. 2007년 전남바다목장 인공어초 시설 실적	475
제 3 절 종묘방류사업	477
표 3-3-1. 2007년 전남바다목장 인공어초 시설 실적	478
표 3-3-2. 2007년 전남바다목장 종묘방류 실적	478
제 4 절 기타 시설사업	479
표 3-4-1. 2007년 전남바다목장 기타 시설사업 계획	479
표 3-4-2. 2007년 전남바다목장 기타 시설사업 실적	484
제 5 절 결론 및 고찰	486

제 4 장 종합고찰

그림 목 차

제 1 장 총괄관리

제 1 절 서론

제 2 절 사업 계획수립

그림 1-2-1. 바다목장의 개념도	5
그림 1-2-2. 전남 바다목장의 연구개발 목표(2002년 보고서)	6
그림 1-2-3. 바다목장사업의 목표 및 추진방향	7

제 3 절 로드맵 작성

그림 1-3-1. 전남 바다목장의 해역도	10
그림 1-3-2. 전남 바다목장의 해역 변경도	14
그림 1-3-3. 전남 바다목장 로드맵	22
그림 1-3-4. 바다목장 모델개발 흐름도	23
그림 1-3-5. 바다목장 해양환경 및 자원평가 흐름도	24
그림 1-3-6. 바다목장 어장조성 흐름도	26
그림 1-3-7. 바다목장 자원조성 흐름도	27
그림 1-3-8. 바다목장 이용관리 흐름도	28

제 4 절 업무편람 정비

그림 1-4-1. 바다목장 연구개발사업 관리 절차 흐름도	36
그림 1-4-2. 바다목장 인공어초 시설사업 업무 흐름도	42
그림 1-4-3. 바다목장 종묘방류사업 계약 업무 흐름도	44
그림 1-4-4. 해양환경 자동관측부이 시설사업 흐름도	51

제 5 절 결론 및 고찰

제 2 장 연구개발사업

제 1 절 서론

제 2 절 어장 및 자원조성

1. 인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구	59
---------------------------------	----

그림 2-2-1-1.	연도별 전복 방류량	60
그림 2-2-1-2.	금오도 인근 해역 내 저서동물 조사 정점	61
그림 2-2-1-3.	시험어초 어획효과 조사지점	64
그림 2-2-1-4.	2006년도 사업 1차 시설된 seedbank 정면도 및 시설 위치	64
그림 2-2-1-5.	seedbank 시설해역 해조류 실태조사 위치도	65
그림 2-2-1-6.	전남바다목장해역의 전복 및 해조류 자원조사 어촌계 및 정점	66
그림 2-2-1-7.	2007년 인공어초 시설예정지에서 채집된 저서동물의 출현종수 분포	68
그림 2-2-1-8.	2007년 인공어초 시설예정지에서 채집된 저서동물의 서식밀도 분포	69
그림 2-2-1-9.	2007년 인공어초 시설예정지에서 채집된 저서동물의 생물량 분포	69
그림 2-2-1-10.	금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물 군집의 종조성에 근거하여 산출된 각 정점별 생태지수	71
그림 2-2-1-11.	출현 개체수에 대한 우점종, 따개비류 <i>Balanus</i> sp.의 서식밀도 분포	74
그림 2-2-1-12.	출현 개체수에 대한 우점종, 두드럭고둥 <i>Reishia bronni</i> 의 서식밀도 분포 ..	74
그림 2-2-1-13.	출현 개체수에 대한 우점종, 얼룩고둥 <i>Cantharidus callichroa callichroa</i> 의 서식 밀도 분포	74
그림 2-2-1-14.	출현 개체수에 대한 우점종, 별불가사리 <i>Asterina pectinifera</i> 의 서식밀도 분포	75
그림 2-2-1-15.	출현 개체수에 대한 우점종, 흰삿갓조개 <i>Acmaea</i> (<i>Niveotectura</i>) <i>pallida</i> 의 서식 밀도 분포	75
그림 2-2-1-16.	조사해역 상위 우점종, 굴류 <i>Ostreidae</i> indet.의 생물량 분포	76
그림 2-2-1-17.	조사해역 상위 우점종, 별불가사리 <i>Asterina pectinifera</i> 의 생물량 분포	76
그림 2-2-1-18.	조사해역 상위 우점종, 돌멍게 <i>Pyura michaelsensi</i> 의 생물량 분포	77
그림 2-2-1-19.	조사해역 상위 우점종, 진주담치 <i>Mytilus edulis</i> 의 생물량 분포	77
그림 2-2-1-20.	조사해역 상위 우점종, 우렁쉥이 <i>Halocynthia roretzi</i> 의 생물량 분포	78
그림 2-2-1-21.	각 정점별 상·중·하부로 세분화된 자료에 근거하여 실시한 집괴분석 결과로부터 작성된 수지도	79
그림 2-2-1-22.	각 정점별 상·중·하부로 세분화된 자료를 이용하여 저서동물의 출현 종조성에 근거, 다차원척도법(MDS)을 이용한 정점군 배치도	79
그림 2-2-1-23.	상·중·하부의 구분없이 각 정점별 출현 종조성 및 정점간 유사도지수에 근거 하여 실시한 집괴분석 결과로부터 작성된 수지도	80
그림 2-2-1-24.	상·중·하부의 구분없이 각 정점별 출현 종조성 및 정점간 유사도지수에 근거 하여 다차원척도법(MDS)을 이용한 정점군 배치도	80
그림 2-2-1-25.	조사 정점별 출현 개체수	87
그림 2-2-1-26.	조사 정점별 출현량	89
그림 2-2-1-27.	인공어초 시설지역을 중심으로 한 주변해역 수심 및 저질분포	91
그림 2-2-1-28.	1번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안	95
그림 2-2-1-29.	2번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안	96
그림 2-2-1-30.	3번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안	97

그림 2-2-1-31. 4번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안	98
그림 2-2-1-32. 5번 패조류형 어초 시설 위치 및 배치안	99
그림 2-2-1-33. 6번 패조류형 어초 시설 위치 및 배치안	100
그림 2-2-1-34. 자망에 의한 조사 정점별 출현 개체수 및 생체량	101
그림 2-2-1-35. 잠수관찰에 의한 조사 정점별 출현 개체수	104
그림 2-2-1-36. seedbank 시설에 부착된 진주담치 및 시설 침하 상태	106
그림 2-2-1-37. 전남바다목장해역에서 출현 해조류의 분류군별 출현종수	113
그림 2-2-1-38. 어촌계별 분류군에 따른 해조류 출현종수	113
그림 2-2-1-39. 전북의 먹이별 총중량 변화	115
그림 2-2-1-40. 전북의 먹이에 따른 먹이 전환효율	115
그림 2-2-1-41. 보라성게의 먹이별 총중량 변화	116
그림 2-2-1-42. 보라성게의 먹이에 따른 먹이전환효율	116
2. 중간육성 시험 및 방류효과조사	123
그림 2-2-2-1. 전남 다도해형 바다목장 해역내의 잠수 조사 모니터링 정점	125
그림 2-2-2-2. 종묘방류 효과조사 해역도	126
그림 2-2-2-3. 음향급이기 1호기(안도 북쪽), 2호기(안도 남쪽 이아포만) 전경	127
그림 2-2-2-4. 전남 바다목장의 음향급이기 1, 2호기 설치 위치	127
그림 2-2-2-5. 안도-한국해양연구원 사이의 음향급이기 원격 제어를 위한 무선 시스템	128
그림 2-2-2-6. 음향급이기 원격 제어를 위한 서버 프로그램	129
그림 2-2-2-7. 수술을 이용한 감성돔의 체내 음향 표지	130
그림 2-2-2-8. 감성돔 음향 추적을 위한 어류 통과 식별 장치(VR2)의 설치 위치	132
그림 2-2-2-9. 각종 실험어초에서 수중 관찰된 어류의 월별 종 수 변화	144
그림 2-2-2-10. 각종 어초에서의 출현 감성돔 개체수 변화	145
그림 2-2-2-11. 각종 어초에서의 출현 돌돔 개체수 변화	146
그림 2-2-2-12. 각종 어초에서의 출현 볼락 개체수 변화	146
그림 2-2-2-13. 조사 기간 내 각종어초에서 확인된 볼락의 단위 공간당(m ²) 평균 마리수	147
그림 2-2-2-14. 안도 서고지의 감성돔 월동장 모식도	148
그림 2-2-2-15. 재채포된 황점볼락 방류어 계측	155
그림 2-2-2-16. 황점볼락 방류어의 성장.	155
그림 2-2-2-17. 안도해역에 방류된 전북의 섭이습성	156
그림 2-2-2-18. 방류산 전북과 실내산 전북의 각장 성장 비교	157
그림 2-2-2-19. 방류산 전북과 실내산 전북의 전중 성장 비교	157
그림 2-2-2-20. 안도 어촌계의 전북 생산량 증가 추이	158
그림 2-2-2-21. 방류 직후 tilted 어군탐지 센서를 이용한 음향급이기 근접 해역의 감성돔 유집 반응	160
그림 2-2-2-22. 방류 직전 과학어탐 조사를 이용한 1호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포	161

그림 2-2-2-23. 방류 24시간 후 과학어탐 조사를 이용한 1호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포	161
그림 2-2-2-24. 방류 8일 후 과학어탐 조사를 이용한 1호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포	162
그림 2-2-2-25. 방류 직전 과학어탐 조사를 이용한 2호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포	163
그림 2-2-2-26. 방류 7일 후 과학어탐 조사를 이용한 2호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포	163
그림 2-2-2-27. 음향급이기 1호에 설치한 어류 통과 식별 장치에 탐지된 음향 표지 감성돔	164
그림 2-2-2-28. Da 유전적 거리에 따른 감성돔 집단의 NJ tree	173
그림 2-2-2-29. Da 유전적 거리에 따른 감성돔 집단의 UPGMA tree	173
그림 2-2-2-30. 표준 유전적 거리(Ds)에 따른 감성돔 집단의 유연관계	174
그림 2-2-2-31. 표준 유전자 거리(Ds)에 따른 감성돔 집단의 UPGMA tree	174
3. 감성돔 이동조사	177
그림 2-2-3-1. 실험해역과 장치의 배치	177
그림 2-2-3-2. 감성돔의 이동범위	180
그림 2-2-3-3. 황점볼락의 이동범위	180
그림 2-2-3-4. 음향표지 감성돔의 수평행동. (a)와 (b)는 각각 2007년 12월 14일부터 약 1주일 간의 주간과 야간의 행동이며, (c)와 (d)는 각각 2007년 12월 20일부터 약 1주일 간의 주간과 야간의 행동 이다. H0-H2는 수파기의 위치이다	182
그림 2-2-3-5. 감성돔의 일주행동 및 유영층의 수온	183
그림 2-2-3-6. 신호 송신주기가 각각 60s, 90s인 음향표지의 신호탐지 횟수 비교	186
그림 2-2-3-7. 신호 송신주기가 각각 30s, 60s인 음향표지의 신호탐지 횟수 비교	186
그림 2-2-3-8. 음향표지의 송신출력에 따른 탐지율의 비교	187
4. 잘피어장 조성	190
그림 2-2-4-1. 잘피어장 모니터링 및 잘피 이식 지역.	190
그림 2-2-4-2. 안도주변의 조사정점.	191
그림 2-2-4-3. 일 평균 광량 및 수온변화.	192
그림 2-2-4-4. 해수 영양염 농도 변화.	192
그림 2-2-4-5. 월별 평균 지상부 길이, 잎의 길이 및 잎의 폭 변화.	194
그림 2-2-4-6. 월별 평균 잎의 생산성, 상대성장 및 turn over time 변화.	195
그림 2-2-4-7. 종조성에 기초한 조사 시점별 유사도	198
5. 방류용 건강종묘 생산	200
그림 2-2-5-1. 황점볼락 친어의 해상가두리 수용 모습	201
그림 2-2-5-2. 황점볼락 표지작업과 생식돌기 유무로 구분된 황점볼락 친어	203
그림 2-2-5-3. 생식돌기 돌출 유무에 따른 암수의 생식소 형태	204
그림 2-2-5-4. 황점볼락 암수 친어의 월별 GSI 변화	207
그림 2-2-5-5. 황점볼락 암수 친어의 월별 HSI 변화	207

그림 2-2-5-6. 황점볼락 암수 친어의 월별 비만도(CF)변화	208
그림 2-2-5-7. 황점볼락 친어 암컷의 월별 estradiol-17 β , testosterone, progesterone변화 ..	208
그림 2-2-5-8. 황점볼락 친어 수컷의 월별 testosterone, progesterone 변화	209

제 3 절 해양환경 및 자원평가

1. 해양환경 및 생물군집 특성 조사	211
그림 2-3-1-1. 해수유동 관측정점	211
그림 2-3-1-2. 해수유동 관측사진	212
그림 2-3-1-3. 조위면도(기본수준면: 여수(좌), 고흥(우))	216
그림 2-3-1-3. (계속)(기본수준면: 거문도(좌), 통영(우))	216
그림 2-3-1-4. 조위면도(금회관측기간: 거문도(좌), 고흥(우))	217
그림 2-3-1-4. (계속)(금회관측기간: 통영)	217
그림 2-3-1-5. St.1의 조류벡터도	218
그림 2-3-1-6. St.2의 조류벡터도	218
그림 2-3-1-7. St.1의 조류분산도	219
그림 2-3-1-8. St.2의 조류분산도	219
그림 2-3-1-9. St.1의 조류진행벡터도	220
그림 2-3-1-10. St.2의 조류진행벡터도	220
그림 2-3-1-11. St.1의 조류타원도(cm/s)	223
그림 2-3-1-12. St.2의 조류타원도(cm/s)	223
그림 2-3-1-13. 10월 23일 대조기 창조시 층별 유향 및 유속	228
그림 2-3-1-14. 10월 24일 대조기 낙조시 층별 유향 및 유속	228
그림 2-3-1-15. 10월 17일 소조기 창조시 층별 유향 및 유속	229
그림 2-3-1-16. 10월 17일 소조기 낙조시 층별 유향 및 유속	229
그림 2-3-1-17. 바다목장 주변해역의 최강창조류, 최강낙조류 및 향류분포도(국립해양조사원, 2001)	230
그림 2-3-1-18. 바다목장 일반물리항목 측정 정점위치도	232
그림 2-3-1-19. 2007년 9월 및 11월 전남 바다목장 해역 투명도의 공간분포	233
그림 2-3-1-20. 2007년 9월 및 11월 전남 바다목장 해역 수온의 단면 분포	234
그림 2-3-1-21. 2007년 9월 및 11월 전남 바다목장 해역 염분의 단면 분포	235
그림 2-3-1-22. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역의 T-S diagram 분포	235
그림 2-3-1-23. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역의 T-S diagram에 의한 해역구분 ..	236
그림 2-3-1-24. 바다목장 해양수질 측정 정점위치도	237
그림 2-3-1-25. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 pH의 분포	240
그림 2-3-1-26. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 pH의 분포	240
그림 2-3-1-27. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 용존산소(DO)의 분포	241
그림 2-3-1-28. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 용존산소(DO)의 분포	241
그림 2-3-1-29. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 COD의 분포	242

그림 2-3-1-30.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 COD의 분포	242
그림 2-3-1-31.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIN의 분포	244
그림 2-3-1-32.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIN의 분포	244
그림 2-3-1-33.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 총질소의 분포	245
그림 2-3-1-34.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 총질소의 분포	245
그림 2-3-1-35.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIP의 분포	246
그림 2-3-1-36.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIP의 분포	247
그림 2-3-1-37.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 TP의 분포	249
그림 2-3-1-38.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 TP의 분포	249
그림 2-3-1-39.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 규산염의 분포	250
그림 2-3-1-40.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 규산염의 분포	251
그림 2-3-1-41.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 POC의 분포	252
그림 2-3-1-42.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 POC의 분포	252
그림 2-3-1-43.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 PON의 분포	253
그림 2-3-1-44.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 PON의 분포	253
그림 2-3-1-45.	2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 C/N ratio의 분포	254
그림 2-3-1-46.	2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 C/N ratio의 분포	254
그림 2-3-1-47.	전남 바다목장 해역의 조사시기 및 수층에 따른 Chl- <i>a</i> 농도의 변화	255
그림 2-3-1-48.	2006년 11월과 2007년 1월 수층별 Chl- <i>a</i> 농도의 수평분포	256
그림 2-3-1-49.	2007년 3월과 5월 수층별 Chl- <i>a</i> 농도의 수평분포	256
그림 2-3-1-50.	2007년 9월과 11월 수층별 Chl- <i>a</i> 농도의 수평분포	257
그림 2-3-1-51.	2007년 9월 및 11월 전남 바다목장 해역 Chl- <i>a</i> 의 단면분포	258
그림 2-3-1-52.	전남 바다목장 표층퇴적물 중 유기물량 측정 정점위치도	259
그림 2-3-1-53.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중의 IL 분포	261
그림 2-3-1-54.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중의 CODs 분포	261
그림 2-3-1-55.	2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중의 AVS 분포	262
그림 2-3-1-56.	조사해역 내 표층퇴적물 입도조성 분포(A: sand, B: silt, C: clay)	263
그림 2-3-1-57.	전남 바다목장 해역 개황도 및 식물플랑크톤 정선조사 정점 위치도.	265
그림 2-3-1-58.	전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 출현종수	267
그림 2-3-1-59.	전남 바다목장 표층해역의 식물플랑크톤 종조성의 분류군/시간별 변화	267
그림 2-3-1-60.	2007년 1월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화	268
그림 2-3-1-61.	2007년 3월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화	268
그림 2-3-1-62.	2007년 5월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화	269
그림 2-3-1-63.	2007년 9월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화	270
그림 2-3-1-64.	2007년 11월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화	270
그림 2-3-1-65.	3월과 5월 수층 및 분류군별 식물플랑크톤 출현종수의 수평분포	272
그림 2-3-1-66.	전남 바다목장 표층해역의 식물플랑크톤 분류군별 현존량의 계절변화	273

그림 2-3-1-67. 전남 바다목장 10 m 수층해역의 식물플랑크톤 분류군별 현존량의 계절변화	273
그림 2-3-1-68. 계절별, 수층별 식물플랑크톤 출현세포수의 수평분포	276
그림 2-3-1-69. 계절별, 수층별 식물성 편모조류 출현세포수의 수평분포	278
그림 2-3-1-70. 2007년 1월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS	293
그림 2-3-1-71. 2007년 3월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS	294
그림 2-3-1-72. 2007년 5월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS	295
그림 2-3-1-73. 2007년 9월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS	295
그림 2-3-1-74. 2007년 11월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS	296
그림 2-3-1-75. 2007년 9월 각 크기별 Chl- <i>a</i> 농도의 수평분포	298
그림 2-3-1-76. 2007년 11월 각 크기별 Chl- <i>a</i> 농도의 수평분포	298
그림 2-3-1-77. 전남 바다목장 해역의 수층에 따른 습중량의 시간적 변화	299
그림 2-3-1-78. 2006년 11월과 2007년 1월 수층별 습중량의 수평분포	300
그림 2-3-1-79. 2007년 3월과 5월 수층별 습중량의 수평분포	300
그림 2-3-1-80. 조사해역 개황도 및 조사 정점 위치도	302
그림 2-3-1-81. 2007년 1월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율	304
그림 2-3-1-82. 2007년 3월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율	304
그림 2-3-1-83. 2007년 5월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율	305
그림 2-3-1-84. 바다목장화 해역에 출현하는 우점 요각류의 건중량 변동.	310
그림 2-3-1-85. 전남 다도해 바다목장화 해역에 출현한 정점별 동물플랑크톤 출현 종수와 종 다양도 지수	312
그림 2-3-1-86. 2007년 1월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석	312
그림 2-3-1-87. 2007년 3월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석	313
그림 2-3-1-88. 2007년 5월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석	313
그림 2-3-1-89. 2007년 9월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율	319
그림 2-3-1-90. 2007년 11월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율	319
그림 2-3-1-91. 전남 다도해 바다목장화 해역에 출현한 정점별 동물플랑크톤 출현 종수와 종 다양도 지수	320
그림 2-3-1-92. 2007년 9월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석.	321
그림 2-3-1-93. 2007년 11월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석	321
그림 2-3-1-94. 2007년 9월 바다목장화 해역에 출현하는 요각류 생체량 변동. (a) 정점별 요각류 총 생체량; (b) 정점별 우점 요각류 생체량	323
그림 2-3-1-95. 2007년 11월 바다목장화 해역에 출현하는 요각류 생체량 변동. (a) 정점별 요각류 총 생체량; (b) 정점별 우점 요각류 생체량	323
그림 2-3-1-96. 조사기간 동안 바다목장화 해역에 출현하는 요각류 생산력 변동. (a) 2007년 9월 정점별 생산력; (b) 2007년 11월 정점별 생산력	324
그림 2-3-1-97. 대형저서동물상 파악을 위한 조사해역 정점도	325
그림 2-3-1-98. 2007년 9월 조사해역내 저서동물의 서식밀도(개체수/m ²) 분포	327

그림 2-3-1-99.	2007년 11월 조사해역내 저서동물의 서식밀도(개체수/m ²) 분포	328
그림 2-3-1-100.	2007년 9월 조사해역내 저서다모류의 출현종수(spp/0.2m ²) 분포	328
그림 2-3-1-101.	2007년 11월 조사해역내 저서다모류의 출현종수(spp/0.2m ²) 분포	329
그림 2-3-1-102.	2007년 9월 조사해역내 저서다모류의 서식밀도(개체수/m ²) 분포	329
그림 2-3-1-103.	2007년 11월 조사해역내 저서다모류의 서식밀도(개체수/m ²) 분포	330
그림 2-3-1-104.	2007년 9월 조사해역내 우점 저서다모류의 서식밀도(개체수/m ²) 분포 (좌상) <i>Sternaspis scutata</i> , (우상) <i>Magelona japonica</i> , (좌하) <i>Heteromastus filiformis</i> , (우하) <i>Lumbrineris longifolia</i>	331
그림 2-3-1-105.	2007년 11월 조사해역내 우점 저서다모류의 서식밀도(개체수/m ²) 분포 (좌상) <i>Aricidea</i> spp., (우상) <i>Heteromastus filiformis</i> , (좌하) <i>Sternaspis scutata</i> , (우하) <i>Terebellidae</i> indet.	332
그림 2-3-1-106.	2007년 9월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 수지도	334
그림 2-3-1-107.	2007년 11월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 수지도	334
그림 2-3-1-108.	2007년 9월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 정점군 분포도	335
그림 2-3-1-109.	2007년 11월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 정점군 분포도	335
그림 2-3-1-110.	어류, 어란 및 자치어 조사정점.	337
그림 2-3-1-111.	전남 금오도연안 어류의 월별 다양도, 균등도 그리고 우점종 지수	344
그림 2-3-1-112.	전남 금오도 연안 어류의 월별 유사도	344
그림 2-3-1-113.	전남 금오도연안 어류의 월별 다양도, 균등도 그리고 우점종 지수	345
그림 2-3-1-114.	전남 금오도 연안 어류의 월별 유사도	345
2. 생태계 모델		351
그림 2-3-2-1.	전남바다목장 해역도	351
그림 2-3-2-2.	자가구성법 SOM	353
그림 2-3-2-3.	전남바다목장의 해양환경조사 정점도	354
그림 2-3-2-4.	전남바다목장 해역 내 9가지 생태학적 특징에 의한 생물군 그룹핑 (a), 각 생물군에 속하는 종명과 생태학적 위치 (b). 총 19개 종그룹으로 나눔	357
그림 2-3-2-5.	전남바다목장 조성 이전 생태계 구조	393
그림 2-3-2-6.	전남바다목장 조성 이후 생태계 구조. 생태계의 생물군별 생체량은 감성돔, 최고 포식자, 대형부어류, 반저서어류, 표생저서동물 등의 그룹에서 증가를 보였음	394
3. 자원조사 및 평가		400
그림 2-3-3-1.	전남(여수) 바다목장해역에서 낚시에 의해 어획된 감성돔의 월별 어획량(마리수 /8시간)	405

그림 2-3-3-2. 전남(여수) 바다목장해역에서 통발에 의해 어획된 감성돔의 월별 어획량(마리수 /300통)	405
4. 먹이생물 조사	408
그림 2-3-4-1. 채집된 시료 및 위내용물 분석 사진	409
그림 2-3-4-2. 감성돔(<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)의 체장분포	410
그림 2-3-4-3. 감성돔(<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)의 주요 먹이생물 사진	411
그림 2-3-4-4. 감성돔(<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)의 출현빈도(Occurrence, %), 개체수빈도(Number, %), 건조중량비(Dry weight, %), 상대중요도지수비(IRI, %)에 따른 위내용물 조성 ..	413
그림 2-3-4-5. 감성돔(<i>Acanthopagrus schlegeli</i>)의 성장에 따른 먹이 변화	414
그림 2-3-4-6. 볼락(<i>Sebastes inermis</i>)의 체장분포	415
그림 2-3-4-7. 볼락(<i>Sebastes inermis</i>)의 주요 먹이생물 사진	417
그림 2-3-4-8. 볼락(<i>Sebastes inermis</i>)의 출현빈도(Occurrence, %), 개체수빈도(Number, %), 건조중량비(Dry weight, %), 상대중요도지수비(IRI, %)에 따른 위내용물 조성 ...	418
그림 2-3-4-9. 볼락(<i>Sebastes inermis</i>)의 성장에 따른 먹이 변화	419
제 4 절 이용관리에 관한 연구	421
그림 2-4-1-1. 전남바다목장 관리이용체계도	422
그림 2-4-1-2. 바다목장 개념도	425
그림 2-4-1-3. 전남바다목장 해역 및 수산자원관리수면 범위(5안)	429
그림 2-4-1-4. 전남바다목장 자율관리공동체 깃발 시안	434
그림 2-4-1-5. 전남바다목장 자율관리위원회 교류회	436
그림 2-4-1-6. 전남바다목장 마스터플랜에서 제시된 해역범위(2003)	438
그림 2-4-1-7. 전남바다목장 수산자원관리수면 권역별 관리이용 모델	444
그림 2-4-1-8. 전남바다목장의 미래상	445
그림 2-4-1-9. 바다목장 수면의 역할	447
제 3 장 시설 · 방류사업	
제 1 절 서론	469
제 2 절 인공어초 시설사업	470
그림 3-2-1. 전남 바다목장 감성돔 회유경로	470
그림 3-2-2. 전남 바다목장 인공어초 시설계획	470
그림 3-2-3. 1번해역 인공어초 배치도	471
그림 3-2-4. 2번해역 인공어초 배치도	471

그림 3-2-5. 3번해역 인공어초 배치도	472
그림 3-2-6. 4번해역 인공어초 배치도	472
그림 3-2-7. 5번해역 인공어초 배치도	473
그림 3-2-8. 6번해역 인공어초 배치도	473
그림 3-2-9. 7번해역 인공어초 배치도	474
그림 3-2-10. 8번해역 인공어초 배치도	474
그림 3-2-11. 10번해역 인공어초 배치도	475
제 3 절 종묘방류사업	477
제 4 절 기타 시설사업	479
그림 3-4-1. 전남바다목장 2007년 시설사업 결과	485
그림 3-4-2. 전남바다목장 조감도	485
제 5 절 결론 및 고찰	486
제 4 장 종합고찰	

제1장 총괄관리

제1절 서론

제2절 사업 계획수립

1. 중점목표 및 추진방향
2. 세부추진 방향

제3절 로드맵 작성

1. 기본계획
2. 추진현황
3. 로드맵 구성
4. 연구개발사업 세부 추진계획 수립

제4절 업무편람

1. 운영관리 규정
2. 업무편람 항목
3. 연구개발사업 업무편람
4. 시설·방류사업 업무편람

제5절 결론 및 고찰

여 백

제1장 총괄관리

제1절 서론

우리나라의 수산업은 최근 수십 년 동안 자원 남획, 어장 오염에 따른 연근해 자원의 감소 및 인접국의 배타적 경제 구역(EEZ) 확대와 정착으로 인하여 매우 어려운 현실에 직면해 있으며, 이로 인한 수산물의 생산 정체 및 어업인 소득 감소로 인하여 어촌의 존립 기반이 약화되고 있다. 실제 1970년대까지 1,300만 톤에 달하였던 자원량은 지속적으로 감소하여 2003년에는 700만 톤 수준으로 감소하였다. 이에 따라 1980년대 중반 150만 톤이던 어업생산량이 2003년에 110만 톤으로 감소하였으며, 이후 2007년에 115만 톤으로 정체되었고, 향후 점차 감소할 것으로 예상된다. 반면 최근 세계적으로 수산물의 소비량은 지속적으로 증가하고 있으며, 우리나라에서도 국민소득의 증대와 더불어 건강식품으로서 수산식품의 소비는 급속히 증가할 것으로 판단된다. 이러한 문제를 해결하고 어업인의 안정적인 삶의 유지와 동물성 단백질원 확보를 위하여 국가에서는 1970년대부터 연안역의 수산자원 조성을 위해 인공어초 시설, 수산종묘 방류 사업을 실시하여 왔지만 그 효과는 미진한 실정이다. 그래서 1998년부터 인공어초 시설 및 종묘방류 사업을 종합하여 어업인 소득 향상 및 어촌 사회 기반을 조성할 목적으로 보다 환경 친화적이고 생태 보존적인 기술을 도입한 방법으로 바다목장사업이 추진 중에 있다.

바다목장사업은 인공어초, 해조장 등 인위적 시설물 설치를 통한 어·패류 자원의 서식 공간을 제공하고, 수산종묘 방류를 통해 고갈되어 가는 자원 또는 조성 대상 자원의 인위적 가입을 유도하여 수산자원을 증대시켜 안정적인 수산물 생산 및 공급 체계를 구축하는데 목적을 가지고 추진되는 사업이다. 또한 인위적인 프로그램에 따른 자원 및 어장 조성 사업의 효율 극대화를 위해 이를 적절히 이용할 수 있는 이용 관리 체계를 확립하여 지속적 어업생산 및 관리 시스템 개발을 통해 어업인 소득 향상을 도모할 뿐만 아니라 1차 산업 중심의 수산업을 해양학, 해양공학 및 생명공학 등과 연계한 고부가가치 산업으로 발전시켜 경제력 있는 어업기반을 구축함을 목표로 추진되는 사업이다.

우리나라의 시범바다목장사업은 1994년부터 1997년까지 경남 통영 및 남해 앵강만을 대상으로 예비타당성 조사를 실시한 것을 시작으로 1998년부터 2006년까지 경남 통영해역 시범바다목장 기반조성연구 및 목장조성이 추진되었으며, 2001년부터 전남(여수) 다도해형 바다목장사업, 2002년부터 동해(울진), 서해(태안) 및 제주(북제주) 바다목장사업이 추진 중에 있다. 2007년 바다목장사업은 전남, 동해, 서해 및 제주에서 추진 중에 있으며, 특히 2006년까지 한국해양연구원에서 수행하던 사업을 2007년부터 국가연구기관인 국립수산물과학원으로 총괄 연구기관이 변경됨에 따라 사업의 연속성을 최대한 고려하여 추진되었다. 또한 현재까지 시범바다목장사업 수행 중 개발된 기술과 경험을 바탕으로 해역별 특성에 적합한 바다목장 모델을 개발하고, 연구의 효율과 사업 추진의 극대화를 위해 연구소, 학계, 지방자치단체가 유기적인 협력을 통하여 지역 특성에 맞는 바다목장 이용관리 시스템을 개발함으로써 지방자치단체나 희망 지역단체에서 활용할 수 있는 모델과 기준을 확립하여 어민들이 직접적인 혜택을 받을 수 있도록 하기 위해 추진하였다.

2007년 전남바다목장사업은 총괄관리, 연구개발사업 및 시설·방류사업으로 구분하여 추진되었으며, 총괄관리 분야에서는 효율적인 연구사업 및 시설·방류사업 추진을 위한 중점목표와 추진방향의 재정립, 로드맵 수립, 업무편람 작성 등 지금까지의 사업추진 과정을 점검하고 재정립하였다. 아울러 연구개발사업은 어장 및 자원조성, 해양환경 및 자원평가, 이용관리 분야로 구분하여 추진하였으며, 효율적인 어장 자원조성을 위한 시설·방류사업으로 인공어초 시설사업, 종묘방류사업 및 기타 시설사업을 추진하였다. 본 장에서는 2007년 전남바다목장사업의 총괄관리 분야 결과를 보고하고자 한다.

제2절 사업 계획수립

1. 중점목표 및 추진방향

가. 필요성

바다목장 사업은 날로 황폐화해져 가는 연안 어장을 회복하고 어장 생산성을 높여 어업인들의 소득을 증대시킴과 동시에 날로 증가하고 있는 국민들의 수산물 및 바다 수요를 충족시키는 사업이라 할 수 있다.

첫째, 동 사업이 추진되어야 할 필요성으로 첫째, 우리나라 EEZ 수역의 보전과 어장의 내연적 확대이다. 즉 UN해양법협약에 의하여 한·중·일 3국이 어업협정을 체결함으로써 우리나라 연근해 어선들이 조업할 어장이 외연적으로 대폭 줄어들게 됨에 따라 어업생산량 및 소득이 감소하고 있기 때문이다. 따라서 이에 대한 대응으로 연안 어장을 목장화하여 어장을 내연적으로 확대시키고, 우리 주권 하에 있는 어장을 보전할 필요가 있다.

둘째, 연안어장의 오염을 방지하는 것이다. 우리나라 연안어장은 매립, 간척 및 해양오염으로 인하여 날로 오염이 가중되고 있다. 따라서 바다목장을 실시하여 바다를 오염으로부터 관리할 필요가 있다.

셋째, 어업인들의 무분별한 자원남획을 방지하는 것이다. 현재는 허가어업 제도 하에서 얼마를 어획하든지 통제가 불가능하기 때문에 무분별하게 어획을 통하여 자원이 남획되고 있다. 새로운 어업생산시스템이 도입되지 않는 한 자원의 회복은 불가능한 것이 현재 우리나라의 실정이다.

넷째, 새로운 어업생산 시스템 도입으로 수산물 수급안정에 기여하는 것이다. 우리나라 수산물 수요는 날로 증가하고 있으나 생산은 자원의 한계로 인하여 감소 내지는 정체상태에 있다. 물론 초과수요 부분은 수입에 의하여 균형을 맞출 수도 있으나, 투자를 통하여 자국 생산이 가능하다면 국민 경제적 측면에서 유익하기 때문이다.

다섯째, 일반 국민들의 바다 수요에 부응하는 것이다. 국민소득이 증가하면서 레저 및 관광의 시간이 증대됨에 따라 산과 바다를 찾는 국민들이 폭발적으로 늘고 있다. 그러나 현재 우리나라의 산은 대부분 초과 수요 상태로 더 이상 신규 수요에 대응할 수 없는 상태이다. 따라서 바다로 많은 여행객들이 몰려 들고 있으나, 연안의 해양환경이나 자원상태가 나빠 국민들의 기대에 부응하지 못하고 있다.

여섯째, 수산과학기술의 종합화를 달성하는 것이다. 바다목장은 모든 수산과학기술이 필요한 사업으로 바다목장 사업이 실시됨으로써 우리나라 수산과학기술의 발달과 활용에 기여하는 바가 클 것이다.

마지막으로 기르는 어업의 실현을 위한 것이다. 환경을 보전하면서 저비용 고효율의 어업을 달성하기 위한 새로운 어업생산 시스템이 필요한 시기이다.

나. 개념

바다목장의 개념으로 우선 장소적 의미에서의 바다목장(marine ranch)은“ 바다에서 일정한 시설을 갖추어 물고기를 전문적으로 방목하여 사육하는 곳”이라 정의할 수 있으며, 장소적 의미에서의 marine ranch 보다 광의적 개념으로 사용하는 바다목장화(marine ranching)를 생각할 수 있다. 그러므로 바다목장은 장소적 의미에서 marine ranch로 한정하여 사용하여야 하고, marine ranching은 바다목장에 물고기를 투입하여 키우고 번식시키는 것까지 포함한 개념으로 바다목장화로 하는 것이 바람직할 것이다.

이상의 바다목장의 개념 정의는 축산업에서 사용하는 개념을 사전적으로 적용한 것에 불과하며, 어업이라는 관점에 초점을 맞추어 정의를 내린다면 “해양의 자연생태계의 조성을 포함하여 자원의 방류로부터 어획에 이르기까지 인위적으로 통제하고 관리하는 어업생산시스템”이라고 규정할 수 있다. 따라서 종전의 어로어업, 양식업 및 자원조성을 통한 자원이용·관리방법과 비교하여 보면, 자연생태계를 적극적으로 보전하면서 어업생산 및 어업경영을 영속적으로 안정시키는 것이라고 할 수 있다(표 1-2-1).

바다목장의 정의를 도식화하면 그림 1-2-1에서 보는 바와 같이 자원배양(환경조성, 자원첨가)→양성→어장관리→어획의 과정을 거치게 된다. 따라서 종전의 어로어업과 비교하면 잡는 어업에서 기르는 어업으로, 자원 약탈적 어업에서 환경친화적 어업으로, 어획 통제 불가능 어업에서 어획 통제가능 어업으로 바뀌게 된다. 또한 종전의 양식어업과 비교하면 특정 수면에 대해서 배타적이고 독점력을 가지는 울타리 양식어업에서 울타리 없는 양식어업으로 변하게 된다. 이러한 바다목장의 결과는 생산 면에서 지속적인 생산이 가능해지고, 경영면에서는 안정성을 확보할 수 있으며, 어촌 사회적 측면에서는 바다를 통한 다양한 수요의 창출로 풍요로운 어촌의 실현이 가능해진다.

한편, 기존의 어로어업, 양식업 및 자원조성 사업과 비교하면, 종전의 어장생산력을 제고시키기 위한 자원조성 사업에서는 자원조성 기술을, 어로어업에서는 어획기술을, 그리고 양식업에서는 자원의 양성기술을 포함한 양식기술을 지원 받게 되는 관계가 성립한다.

다만 바다목장의 경우는 이러한 기존의 각종 어업기술을 종합적으로 적용함과 아울러 어군행동 제어, 환경조절 등을 위하여 첨단기술 및 장비가 투입된다는 면에서 구별된다.

표 1-2-1. 양식, 자원조성, 바다목장 개념 비교

구 분		양 식	자원조성	바다목장
자원 배양	환경용량조절	인위적	자연적	자연적
	자원첨가	유	유	유
	양성방법	인위적	자연적	자연적
자원 이용 관리	대상수역	소	대	중
	이용주체	특정인	불특정 다수	특정화 가능
	관리주체	개인	공공기관	공공기관, 수익자
	사업비규모	소규모	대규모	중규모
	투자회수기간	단기	장기	장기
	어획량조절	가능	불가능	상당히 가능

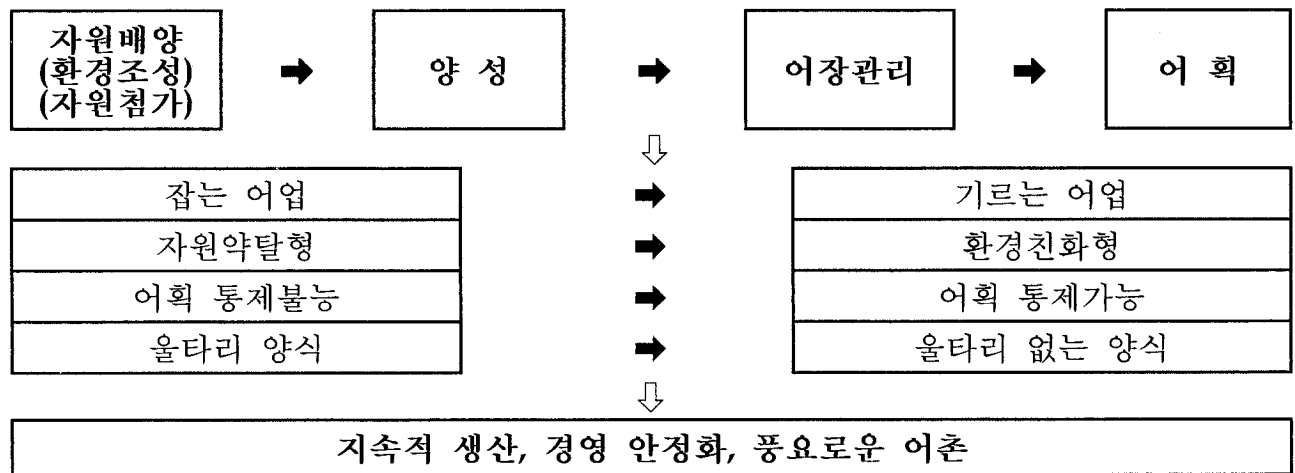


그림 1-2-1. 바다목장의 개념도.

다. 중점목표 및 추진방향 수립

바다목장사업의 목적은 시범바다목장을 조성하고 제반기술을 개발하여 연안해역 수산자원 회복을 통한 어업생산력 향상과 신해양 레저 공간개발로 어업인 소득 증대에 기여하고, 해양에 대한 새로운 비전 제시를 통한 국민 삶의 질적 향상을 위하여 우선적으로 바다목장 선진 모델개발을 비전으로 하였다. 이를 위하여 연안 환경 및 생태계 특성 구명, 자원 및 어장 조성 관리를 통한 연안 생태계 개선, 환경친화적 생산시스템 개발, 바다목장의 효율적 이용관리를 중점 목표로 정하였다. 연안 환경 및 생태계 특성 구명을 위하여 바다목장 해역의 환경 모니터링을 통한 특성 분석 및 자원/어장 조성에 따른 환경 및 생물상 변화 조사와 환경 수용력 평가를 통한 생태계 특성을 구명하고자 하였다. 그리고 환경수용력 향상과 생태계를 고려한 자원조성 및 수산생물 특성을 고려한 종합적 어장 조성으로 자원 및 어장 조성 관리를 통한 연안 생태계를 개선하는 계획으로 사업을 추진하였다. 또한 자원의 지속적 이용을 위한 환경친화적 생산 시스템 개발과 이용관리 체계를 구축하고자 하였다(그림 1-2-2, 그림 1-2-3).

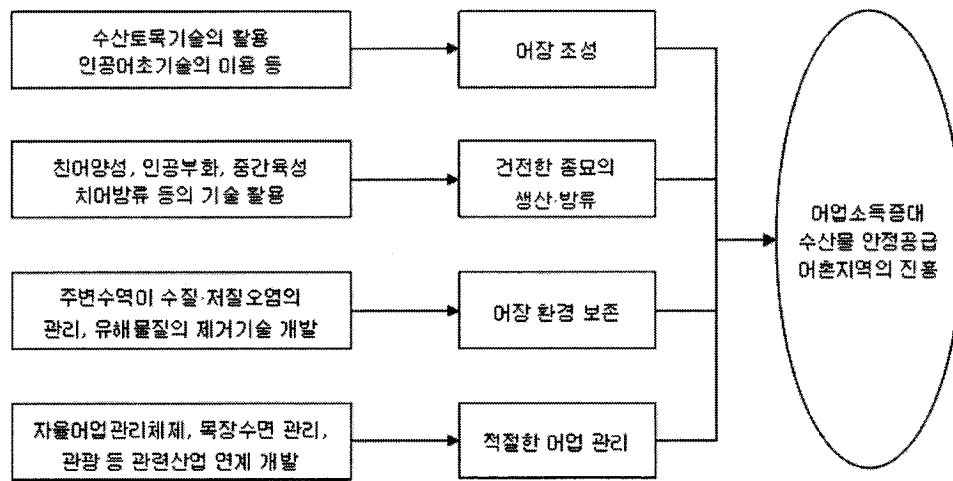


그림 1-2-2. 전남 바다목장의 연구개발 목표(2002년 보고서).

2. 세부추진 방향

가. 지속적 생산성 유지를 위한 기반 조성

1) 자원회복을 위한 규제

- 어업권 규제: 정치망, 구획어업, 공동어업권(어업종류, 어장의 위치와 구역, 어업시기 등)
- 허가어업: 수산동식물의 번식과 보호를 위한 어업조정을 위하여 어업자와 그 사용 선박에 대한 제한 조치 규정
- 어업조정: 어업조정을 위해 수산생물의 채포와 처리에 관한 제한 또는 금지(금지 구역, 금지 기간, 금지 어업 등)
- 환경보존을 위한 해양환경보전에 관한 법규

2) 지속적 생산성 유지를 위한 지표

- 경제적 효율성 유지: 높은 어획 생산 유지(어업관계자의 생활수준 향상 유도)
- 기술 수단의 유효성 유지: 어업 관계자의 경제적 만족도를 보증할 수 있는 기술의 개선
- 시스템 발전을 위한 조직 유지: 어업의 사회적 필요성을 높이기 위한 조직적 대응 필요
- 해역의 이용 보전을 위한 국제적, 국가적, 지역 단위의 지원이 필요하며, 넓은 범위의 지지를 얻을 수 있는 세력이 필요

중점목표 및 추진방향

< 비전 >

< 중점목표 >

< 추진방향 >

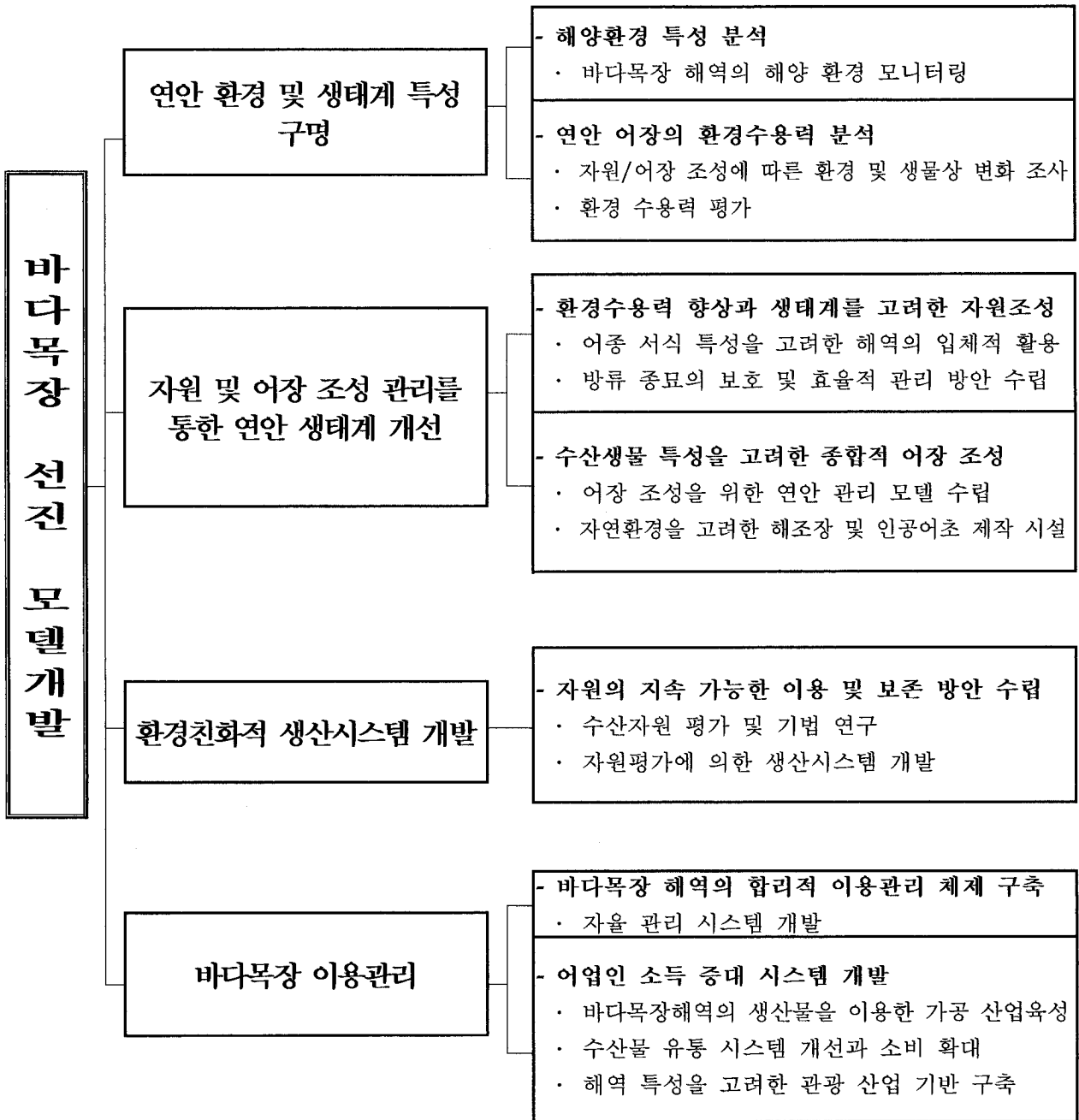


그림 1-2-3. 바다목장사업의 목표 및 추진방향.

3) 효율적이며 지속적 자원 관리를 위한 어민 소득 지원 사업

- 외해가두리, 내파성가두리, 해조류 양식 등 소득 지원 사업
- 환경 개선을 위한 공공 근로 사업(표층 · 수중 암반 닦이, 페그볼 제거 등)
- 양식 어민과의 마찰 및 양식 생산물의 과잉생산 방지를 위한 양식품종 선정
- 해조류 생산 및 관리
 - 저연승(부어초) 시설을 활용한 단년생 대형 해조류 생산 · 포자 방출을 통한 해조장 조성 및 관리에 필요한 고용 창출의 다중 효과
 - 저연승 시설: 어촌계 단위로 시설하고 1개 어촌계당 약 4~5ha 시설하며, 일정량은 수확하여 어촌계 수입원으로 활용하고, 나머지는 포자 방출용으로 이용
 - 해조초 시설 활용을 위한 다년생 해조류 종묘생산 및 양성
 - 전복, 성게 등 유용 생물 사육을 위한 해조류 생산, 먹이공급 등 관리에 필요한 고용창출 및 유용생물 생산을 통한 어민 어민소득 향상

나. 생태계 개선을 위한 어장 조성

1) 해조장 조성

- 수심별 해조장 조성 모델 개발
- 기능별 해조장 조성 모델 개발
 - 어류의 산란, 은신, 서식처, 저서생물 먹이 공급원, 어민 소득원
- 환경 및 부착 기질 개선에 의한 해조장 조성
 - 무절석회조류 제거에 의한 해조 부착 효율 향상 기법
- 수온 상승에 따른 남방계 해조 이식 방안 연구
- 해조장 조성을 위한 기초 연구
 - 해조 종류별 생산력 조사(성장, 비만도 등)
 - 조성 방법별 해조 생산력 조사
 - 해조장 조성에 따른 조식동물 변화 조사
 - 어 · 패류 위집효과 조사

2) 인공어초

- 인공 어초는 연안 어장의 환경 수용력 향상을 위한 연구로 전반적 방향 전환
- 어류의 위집, 서식장, 산란장으로서 기능 수행 및 해중립 시설과 연계하여 시설
- 무절산호조류 번무와 인공어초 효율 변화 연구 등 기초 연구
- 인공어초 기초 연구
 - 형태 및 재질에 따른 해조류 부착 효율 향상 시험
 - 무절산호조류 번무에 따른 해조류 부착 효율 비교 및 향상 연구
 - 해역별 바다목장화 사업을 위한 인공어초의 문제점 분석
 - 해역별 인공어초 재질 및 형태별 장단점 분석
- 인공어초 시설을 위한 종합적 추진 모델 선정
 - 연안 저질, 해류, 대상어종 등을 고려한 종합적 모델 설계 및 시설

3) 환경개선

- 갯닦이: 연안 돌출 암반 및 수중 암반 부착 생물(무절산호조류) 제거
- 보호수면 지정을 통한 자원 관리
- 저질 개선 및 수중 페그볼 수거

다. 생태계 개선을 위한 자원 조성

1) 자원관리

- 조성지로부터 일정 거리 제한을 통한 관리 방법
- 재생산 가입 연령 및 체장 산정을 통한 관리
- 재생산 가입군의 서식량 조사를 통한 어획량 산정
- 보호수면 지정에 따른 어민 소득 보장 방안 마련
- ※ 방류 어패류의 어획 적정 시기까지 어획 금지 및 그물 망목 크기 제한 등 어민 스스로 자원 관리 참여 유도

2) 종묘 생산 및 방류

- 해역별 특성 및 선호도가 높은 어종의 선택 및 종묘생산 기술 개발
- 해역의 입체적 활용(저서, 유영, 해조류 등)
- 방류량 산정을 위한 자원 건강도 분석 및 종합적 고찰
- 생존을 향상을 위한 방류 종묘 선정, 크기, 시기 등 방류를 위한 기초 기술 확립
- 어종별 방류 크기와 방류 장소 등의 검토 필요(방류 후 치어의 행동, 분포, 해역의 유동과 방류 종묘의 행동 특성 등 조사)
- 연안 환경의 효과적 적응을 위한 순치 방법(기간, 크기, 수온 등) 연구
- 방류 어종별 표지 방법 연구
- 적정 방류 크기 산정을 위한 경제성 분석
- 연중 어획 및 자원 유지를 위해 연안정착성 어종과 계절별 회유어종의 선택적 조성

라. 최대 생산량 유지를 위한 어업생산시스템 확립

1) 자원평가에 의한 어획량 산정

- 해양환경 및 연안 어장 생물상 변화조사
- 먹이 사슬 단계별 상관관계 조사 및 환경수용력 평가

2) 어종별 어획크기 및 적정 어구·어법 선정

3) 자원평가 및 연안 어류의 영양상태 분석에 의한 재가입량(방류량) 조정

4) 환경수용력 평가에 의한 연안환경개선 시설 및 해조장 조성시설 조정

마. 바다목장 이용·관리

1) 자율적 어업인 협의체 구성 유도

- 바다목장은 어민 스스로의 자율적 참여에 의해 이루어지며 이를 위한 어민과 시군의 자율적 관리 협의체 구성

2) 목장해역의 생산물을 이용한 수산물 가공 산업 육성

3) 수산물 유통 시스템 개선과 소비 확대

4) 관광사업(유어용 낚시)

제3절 로드맵 작성

1. 기본계획

전남 다도해형 바다목장은 전남 여수시 화양면과 남면의 개도, 율하도, 화태도, 대횡간도를 북쪽 경계로 하여, 금오도, 안도, 연도를 잇는 해역으로 총면적은 203km²(20,300ha)이고, 바다면적은 약 151km²(15,100ha) 이었다(그림 1-3-1).

해역 중 금오도의 경우는 섬 서쪽은 해조장 및 감성돔 어장으로, 동편은 정착성 어류인 불락류의 어장으로 조성하는 것이 좋을 것으로 판단되며, 감성돔이 연중 머무는 곳으로 조사된 안도는 전체를 포함하였고, 연도는 감성돔의 주 월동장으로 알려져 있으며, 2002년 자원조사에서 동, 서쪽 모두 훌륭한 연안생태를 가지고 있는 것으로 조사되어 포함하였다. 그리고 연도 남동쪽 연안은 수심 40~50m 수층을 월동장으로 조성하는 것이 타당한 것으로 조사되어 포함하였다.

본 해역은 연도를 월동장으로 가상하면서, 감성돔의 주년 성장지인 안도를 포함하고, 수온 상승기의 회유범위인 개도권을 포함한 해역으로 다도해를 중심으로 회유하는 어종까지 자원조성 대상으로 포함하였다.

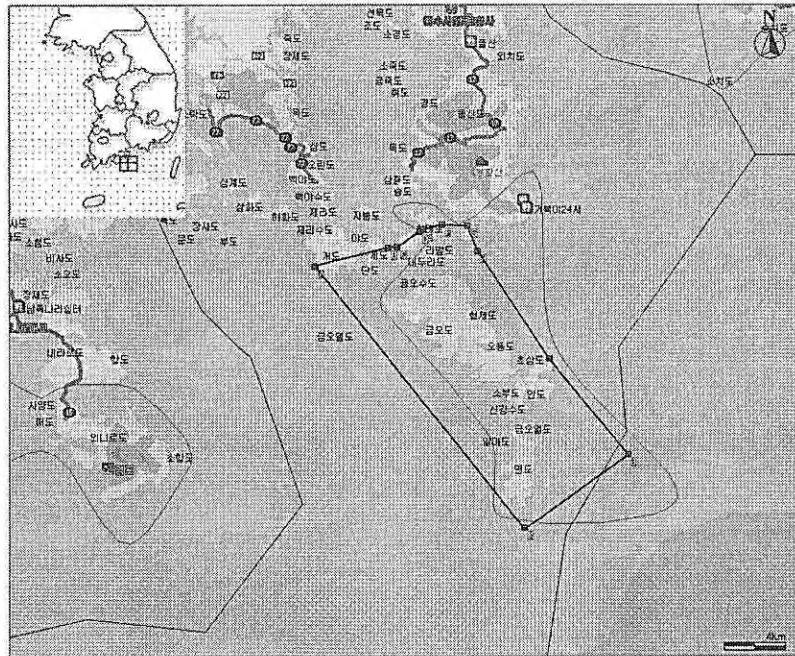


그림 1-3-1. 전남 바다목장의 해역도.

전남 바다목장 사업추진단계는 크게 3단계로서 구분하였는데 그 내용은 표 1-3-1과 같다. 즉 총 사업 기간은 8년으로 하고 1단계는 후보지 선정 및 바다목장 기반조성 단계(2001~2003년), 2단계는 바다목장 조성단계(2004~2007년), 3단계는 사후관리 및 효과분석 단계(2008년)로 하였다.

연차별 투자계획 및 각 분야별 연구계획은 2003년 보고서에서 수립한바 있으나 예산투입이 기존에 수립되었던 계획과 차이가 있어 전체 금액에 대한 재수정이 필요하게 되어 2005년 2006년 이후의 투자 계획에 대한 수정 후 연차별 투자계획 및 바다목장의 효과 그리고 바다목장 사업의 경제성에 대한 재분석이 이루어졌으며, 총 금액에는 변동이 없으나 2006년 까지 수립되었던 금액의 미 집행부분이 이월되어 2006년 국비 3,431백만 원, 2007년 8,100백만 원, 2008년 8,893백만 원으로 총 투자금액이 변경되었다 (표 1-3-2과 표 1-3-3).

표 1-3-1. 여수 바다목장 시범사업 추진단계

구 분	1단계	2단계	3단계
기 간	2001~2003	2004~2007	2008
목 표	후보지 선정 및 바다목장 기반조성	바다목장 조성	사후관리 및 효과분석
주 요	• 해역환경 특성조사	• 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리	• 환경 및 생태계 동태 파악
	• 어장조성 기반조사	• 시설물 실효역 투입 및 어장조성	• 바다목장시설의 관리 및 효과조사
내 용	• 대상생물 생리생태조사	• 방류 및 생물군집변화조사	• 방류종의 자원관리 및 재생산 조사
	• 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가	• 바다목장 이용관리방안 수립 및 관리실태 조사	• 바다목장 종합계획 수립 및 사후 투자효과분석

표 1-3-2. 재원별 연도별 투자계획

(단위: 백만 원)

분야	재 원	합계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
합계	합 계	35,800	486	1,010	2,730	3,385	4,220	4,201	9,500	10,268
	국 가	30,700	486	990	2,700	2,700	3,400	3,431	8,100	8,893
	지자체	3,300	0	0	0	600	700	650	670	680
	어업인	600	0	20	30	85	120	120	130	95
	민 간	1,200	0	0	0	0	0	0	600	600
시설 투자	소 계	24,653	0	310	734	1,785	2,515	2,496	7,795	9,018
	국 가	19,553	0	290	704	1,100	1,695	1,726	6,395	7,643
	지자체	3,300	0	0	0	600	700	650	670	680
	어업인	600	0	20	30	85	120	120	130	95
	민 간	1,200	0	0	0	0	0	0	600	600
연구 개발	소 계	11,147	486	700	1,996	1,600	1,705	1,705	1,705	1,250
	국 가	11,147	486	700	1,996	1,600	1,705	1,705	1,705	1,250

분야별 투자 계획 및 변동은 표 1-3-4 및 표 1-3-5와 같다.

먼저 어장조성분야 및 종묘방류사업의 경우 인공어초 사업비와 종묘방류사업비의 이월된 금액을 반영하여 어장조성 시설투자비 중 국비의 경우 2006년 9억 원, 2007년 45억 원, 2008년 47억 원이 투자되는 것으로 계획을 변경하였으며, 종묘방류사업 투자비 중 국비가 2006년 8억 원, 2007년 19억 원, 2008년 29억 원 투자되는 것으로 기존 계획을 변경하였다.

표 1-3-3. 어장조성 시설투자계획

(단위: 백만 원)

구 분	합계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
□ 합 계	15,934	0	0	280	1,200	1,550	1,500	5,695	5,989
- 국 가	11,589	0	0	280	600	900	900	4,495	4,759
- 지자체	3,080	0	0	0	600	650	600	600	630
- 어업인	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- 민 간	1,200	0	0	0	0	0	0	600	600
□ 인공어초	13,110	0	0	230	900	1,550	1,500	4,200	4,730
- 유도용(국가)	4,730	0	0	230	300	900	900	1,300	1,100
- 치어용(국가)	2,000	0	0	0	0	0	0	900	1,100
- 어획용(국가)	2,100	0	0	0	0	0	0	800	1,300
- 어획용(지자체)	3,080	0	0	0	600	650	600	600	630
- 어획용(민간)	1,200	0	0	0	0	0	0	600	600
□ 해조장	1,059	0	0	0	50	0	0	600	409
- 해조초	1,059	0	0	0	50	0	0	600	409
□ 해류제어 구조물	400	0	0	0	0	0	0	200	200
- 소파제 등	400	0	0	0	0	0	0	200	200
□ 환경모니터링 및 급이시스템	300	0	0	50	250	0	0	0	0
- 급이 및 음향장치	100	0	0	50	50	0	0	0	0
- 환경등 계측장치	50	0	0	0	50	0	0	0	0
- 제어시스템	50	0	0	0	50	0	0	0	0
- 전기시스템	50	0	0	0	50	0	0	0	0
- 브이등 구조물제작	50	0	0	0	50	0	0	0	0
□ 육상관측통제시스템	145	0	0	0	0	0	0	95	50
- 수신부	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- 정보제어처리	45	0	0	0	0	0	0	45	
- 운용시스템	100	0	0	0	0	0	0	50	50
□ 유류납시터	1,200	0	0	0	0	0	0	600	600

표 1-3-4. 자원증대 시설투자계획

(단위: 백만 원)

구 분	합계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
□ 합 계	8,439	0	310	454	585	965	996	2,100	3,029
- 국 가	7,619	0	290	424	500	795	826	1,900	2,884
- 지자체	220	0	0	0	0	50	50	70	50
- 어업인	600	0	20	30	85	120	120	130	95
- 민 간	0	0	0	0	0	0	0	0	0
□ 중간육성 및 방류	8,170	0	170	380	535	915	946	2,000	2,929
- 국가	7,350	0	150	350	450	745	776	1,800	2,784
- 지자체	220	0	0	0	0	50	50	70	50
- 어업인	600	0	20	30	85	120	120	130	95
□ 내과성가두리	214	0	140	74	0	0	0	0	0
□ 목장관리시설	300	0	0	0	0	50	50	100	100

표 1-3-5. 연구개발 투자계획

(단위: 백만 원)

분야	연구내용	합계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
합계		11,247	486	700	1,996	1,600	1,705	1,705	1,705	1,250
환경 관리	소 계	1,653	176	211	216	200	200	200	200	250
	환경조사	772	76	98	98	100	100	100	100	100
	생태계특성분석	881	100	113	118	100	100	100	100	150
어 장 조 성	소 계	2,039	30	39	280	310	360	360	360	300
	인공어초	779	10	39	80	150	200	200	200	150
	해중림	610	10	0	100	100	100	100	100	100
	환경모니터링 및 급이시스템	400	10	0	100	60	60	60	60	50
자 원 증 대	소 계	6,220	195	350	1,300	890	995	995	995	400
	우량종묘 생산 및 판별	965	20	50	200	150	175	175	175	20
	중간육성기술	593	10	33	130	100	100	100	100	20
	음향순치기술	428	25	33	70	70	70	70	70	20
	대상생물의 방류기술	864	20	34	180	150	150	150	150	30
	대상생물 생태 및 행동 연구	1,1210	50	100	410	120	150	150	150	30
	해중림 조성중 생산	730	50	50	200	100	100	100	100	30
	자원조사 및 평가	1,430	20	50	110	250	250	250	250	250
이 용 관 리	소 계	1,335	85	100	200	150	150	150	150	300
	후보지 선정 조사 및 평가	85	85	0	0	0	0	0	0	0
	마스터플랜 수립	70	0	40	30	0	0	0	0	0
	이용관리 실태조사	390	0	40	80	50	50	50	50	50
	이용관리체제 구축 및 운영	320	0	20	60	40	40	40	40	50
	유통체계 구축 및 운영	190	0	0	20	30	30	30	30	50
	바다목장 종합계획 수립	280	0	0	10	30	30	30	30	150

2. 추진현황

전남 다도해형 바다목장 해역은 관리수면 지정 등과 관련하여 기존 화양면과 남면의 개도, 월하도, 화태도, 대횡간도를 북쪽 경계로 하여, 금오도, 안도, 연도를 잇는 해역으로 바다면적은 약 151km² 이었으나 금오도 및 소라도 동서편을 제외하여 약 110km²(11,000ha)로 확정하였다(그림 1-3-2).

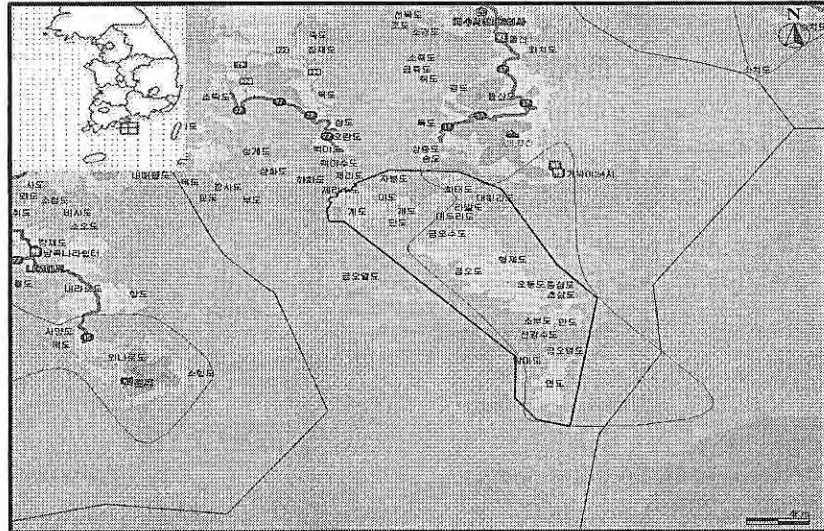


그림 1-3-2. 전남 바다목장의 해역 변경도.

전남바다목장에 투입된 연차별 투자실적은 표 1-3-6과 같다. 사업은 2001년부터 본격적으로 추진되었으나 매년 국가예산을 확보해야 하는 어려움으로 인하여 재원조달이 원활하지 못하였으며, 이에 따라 투자 예산의 수정 보완이 있었다. 특히 본격적인 조성단계인 2004~2006년 기간 동안 당초 예산에 비해 약 50% 정도 예산이 충당되지 못함에 따라 이 시기에는 연구개발 사업 중심의 사업추진이 이루어졌으며, 시설사업은 지연되어 왔다. 다행히 2007년에는 회계연도의 조정을 위하여 4개월의 단기간 사업이 추진됨에 따라 연구개발사업비의 최소화를 통하여 시설사업으로의 집중 투자가 가능하였다.

표 1-3-6. 전남바다목장 연차별 투자실적

(단위: 백만 원)

항 목	계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
계	30,700	500	1,000	2,700	2,700	3,400	3,431	6,042	10,606
시설투자(계)	19,665	-	290	704	1,100	1,695	1,876	5,361	8,639
종묘방류	5,533	-	150	350	450	561	522	530	2,970
음향급이기	375	-	-	50	250	75	-	-	-
환경측정장치	110	-	-	-	-	-	80	-	30
인공어초	11,637	-	-	230	350	969	1,037	4,753	4,298
해중림	1,239	-	-	-	-	-	-	28	1,211
기 타	771	-	140	74	50	90	237	50	130
연구개발(계)	11,035	500	710	1,996	1,600	1,705	1,555	681	1,967
시설: 연구(%)	64:36	0:100	30:70	26:74	41:59	50:50	55:45	89:11	81:19

주: 2007년까지 예산은 실제 집행금액이며, 2008년은 계획 대비 잔액임

연구개발사업은 2001년 국립수산물과학원 남해수산물연구소에서 전남 다도해형 바다목장 기초조사를 시작으로 2002년부터 한국해양연구원에서 기반조성 연구용역이 추진되어졌다. 2002년 1차 년도에는 한국해양연구원을 총괄연구기관으로 하여 국립수산물과학원 남해수산물연구소에서 해양환경분야 연구사업을 수행하였으며, 한국해양연구원에서 자원조성 관리 분야 연구사업을 수행하였고, 한국해양수산개발원에서 이용관리 분야를 수행하였다. 이후 2003년에는 1단계 2차년도로 한국해양연구원, 국립수산물과학원, 여수대, 부경대 등이 참여하여 기반조성 연구용역이 추진되었다. 이 기간 동안 해역의 환경 및 지리적 특성 파악 및 생태계 모델 구축, 인공어초 적지 선정 및 효율적 해중립 조성기술 개발, 방류어종 선정 및 자원증대 방안 수립, 효과적 방류를 위한 중간 육성 기술기반, 자원조사, 방류용 건강 종묘생산 기반 확립, 제도화 방안의 구체화 및 적용, 바다목장 이용·관리체제 구축, 중간육성 시설을 위한 연구개발이 이루어 졌으며, 바다목장 종합계획을 수립하였다. 2004년부터 2단계로서 개발 기술의 실 해역 적용을 위하여 해양환경특성조사, 생물군집 특성조사, 생태계 모델구축(모델디자인 및 입력자료 검색), 정밀 해저 지형도(산란장), 해중립 조성(적지선정 및 조성기술개발), 인공어초(배치 기반조사), 방류용 건강 종묘생산, 중간육성 기술개발, 구조물과 행동, 자연 해중립 증대기술 적용, 방류효과 및 자원 조사, 제도화 방안의 구체화 및 적용, 바다목장 이용·관리체제 구축 연구개발사업이 추진 중에 있다. 2007년에는 주관연구기관이 한국해양연구원에서 국립수산물과학원으로 변경되어 2006년 사업이 종료되는 2007년 8월 23일 이후에 2006년 사업과 연계하여 추진 중에 있으며, 당초 계획 상 2008년 종료 예정이었으나 예산의 투자 미비로 사업기간이 2010년까지 연장됨에 따라 2008년까지 자원의 조성이 추진 될 예정이며, 2009~2010년 효과조사 및 이용관리 방안을 완료할 예정이다(표 1-3-7).

전남 다도해형 바다목장 시설사업은 인공어초 시설사업, 종묘방류 사업, 기타 시설사업으로 구분하여 추진하였다. 인공어초 시설사업은 2003년 사업으로 어패류용 세라믹어초 33개가 소리도, 소항도 및 금오도 연안에 시설되었으며, 이후 돔형복합강제어초와 사다리꼴강제어초가 각각 1개씩 안도 연안에 시설되었다. 2004년 사업으로 점보형 강제어초 등 4종, 28기가 시설되었으며, 2005년 사업으로 굴패각강제어초 등 4종, 63개가 시설되었으며, 테트라포트(200개), 피복석(1,000㎡)이 시설되었다. 2006년 사업으로 피라미트 강제어초 등 5종, 18 개의 강제어초와 석탑형다기능어초 40개가 백금만, 안도, 초삼서 연안에, 테트라포트(300개) 및 피복석(1,800㎡)이 이야포만에 시설되었다(표 1-3-8).

종묘방류 사업은 2002년에 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 전복 등 503,000 마리가 소리도, 소항도 및 금오도 해안에 방류되었으며, 이후 2006년까지, 감성돔(3,180,000 마리)과 돌돔(755,000 마리)을 주 대상으로 하고, 볼락(390,000 마리), 황점볼락(195,000 마리) 등이 방류되었으며, 바다목장해역 어업인 소득증대 및 생산성 향상을 위하여 전복 및 해삼이 일부 방류되었다(표 1-3-9).

이외에 기타 시설사업으로 표 1-3-10과 같이 2004년에 음향급이기와 해상 가두리 시설이 설치되었으며, 이후 통영바다목장사업에 사용되던 음향급이기가 추가로 시설되었다. 2006년 사업으로 해양관측부이와 해조장이 시설되어 운영 중에 있다.

표 1-3-7. 전남바다목장 연구개발사업 주요 실적(2006년까지)

사업년도	연구항목	주요연구내용 및 활용상황
2001	후보지선정	○ 전남다도해형 바다목장 개발 후보지 선정(여수해역)
2002	바다목장 기반조성(I)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해역의 환경, 지리적 특성 파악 및 생태계 모델 구축 ○ 인공어초 적지 선정 및 효율적 해중립 조성기술 개발 ○ 방류어종 선정 및 자원증대 방안 수립 ○ 효과적 방류를 위한 중간 육성 기술기반 ○ 자원조사 ○ 방류용 건강 종묘생산 기반확립 ○ 제도화 방안의 구체화 및 적용 ○ 바다목장 이용·관리체제 구축 ○ 중간육성 시설
2003	바다목장 기반조성(II)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양환경 특성파악, 해저 지형도 작성 ○ 동·식물플랑크톤, 난자치어 및 어류군집 조사 ○ 해중립 조성, 인공어초 연구 ○ 부소파제 개발현황조사 및 설계방향설정 ○ 저서생태계 연구, 대상생물 생태연구 ○ 방류용 건강 종묘생산, 대상생물의 구조물과 행동 ○ 경제적인 중간 육성 기술개발 ○ 자연 해중립용 해조 증식기술 ○ 방류기술 및 자원 조사 ○ 바다목장 이용·관리 실태조사 ○ 마스터플랜 수정보완 ○ 바다목장 종합계획 수립
2004	기술 실 해역적용(I)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양환경특성조사 ○ 생물군집 특성조사 ○ 생태계 모델구축(모델디자인 및 입력자료 검색) ○ 정밀 해저 지형도(산란장) ○ 해중립 조성(적지선정 및 조성기술개발) ○ 인공어초(배치기반조사) ○ 방류용 건강 종묘생산 ○ 중간육성 기술개발 ○ 구조물과 행동 ○ 자연 해중립 증대기술 적용 ○ 방류효과 및 자원 조사 ○ 제도화 방안의 구체화 및 적용 ○ 바다목장 이용·관리체제 구축

<p>2005</p>	<p>기술 실 해역적용(II)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양환경 특성조사 ○ 생물군집 특성조사 ○ 생태계 모델구축(모델 개발 및 입력자료 보완) ○ 정밀 해저 지형도(환경자료와 결합 및 디지털화) ○ 해중림 조성(조성기술개발 및 실행적용) ○ 인공어초(시험어초효과조사 및 시설배치안 제시) ○ 방류용 종묘 생산(II) ○ 경제적 중간육성 기술(II) ○ 구조물과 행동(II) ○ 자연 해중림 증대기술(II) ○ 방류효과 조사(II) ○ 자원 조사(II) ○ 바다목장 제도 모니터링 ○ 어장 이용·관리 실태 조사 ○ 경영실태 및 어가수지 조사·분석 ○ 바다목장 이용·관리체제 적용
<p>2006</p>	<p>기술 실 해역적용(III)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양환경 및 생물군집 특성조사 ○ 생태계 모델구축(모델 개발 및 적용) ○ 해중림 조성(seedbank 효과조사, 잘피밭조성) ○ 인공어초(어초구조개선, 월동장 배치, 효과조사) ○ 방류용 건강종묘 생산 ○ 음향순치 실 해역 적용 ○ 구조물과 행동 ○ 방류효과 및 이동추적 조사 ○ 자원 변동조사 ○ 방류어 및 자연어의 자원 특성 비교 ○ 바다목장 제도 모니터링 ○ 어장 이용·관리 실태조사 ○ 경영실태 및 어가수지 조사·분석 ○ 바다목장 이용·관리체제 적용

표 1-3-8. 전남바다목장 인공어초 시설 현황(2006년까지)

사업년도	품목	수량	재질	시설지역	시설일자
2003	어패류용 세라믹	33	강제	소리도, 소향도, 금오도	2003. 12
	돔형복합강제어초	1	강제	안도	2004. 03
	사다리꼴강제어초	1	강제	안도	2004. 03
2004	점보형강제어초	1	강제	이야포	2005. 04
	다목적강제어초	1	강제	이야포	2005. 04
	피라밋강제어초	6	강제	안도	2005. 04
	연안다목적어초	20	철근콘크리트	초삼서, 안도	2005. 04
2005	굴폐각강제어초	10	강제	이야포	2005. 12
	피리밋강제어초	13	강제	안도, 초삼서	2005. 12
	팔각반구형강제어초	1	강제	안도	2005. 12
	연안다목적어초	39	철근콘크리트	초삼서, 안도, 연도, 금오도	2006. 01
	테트라포트	200	철근콘크리트	이야포	2006. 01
	피복석	1,000m ²	자연석	이야포	2006. 01
2006	피리밋강제어초	10	강제	안도	2007. 07
	팔각별강제어초	2	강제	백금만	2007. 08
	육각별강제어초	2	강제	백금만	2007. 08
	팔각반구형강제어초	1	강제	안도	2007. 08
	팔각반구형강제어초	3	강제	연도	2007. 08
	피복석	1,800m ²	자연석	이야포	2007. 08
	테트라포트	300	철근콘크리트	이야포	2007. 08
	석탑형다기능어초	16	철근콘크리트	백금만	2007. 08
	석탑형다기능어초	12	철근콘크리트	안도	2007. 08
	석탑형다기능어초	12	철근콘크리트	초삼서	2007. 08

※ 2007년 8월 시설된 인공어초는 2006년 사업 계획에 의한 시설 실적임

표 1-3-9. 전남바다목장 종묘방류 현황(06년까지)

사업년도	품 목	수량	시설지역	시설일자
2002	감 성 돔	430,000	소리도, 소항도, 금오도	2002. 10
	돌 돔	25,000	소리도	2003. 04
	황점불락	45,000	금오도, 안도	2003. 04
	전 복	3,000	라발도 지선	2003. 04
2003	돌 돔	190,000	안도	2003. 08
	감 성 돔	380,000	안도	2003. 09
	불 락	50,000	안도	2004. 05
	돌 돔	80,000	안도	2004. 05
2004	감 성 돔	900,000	안도	2004. 08
	돌 돔	100,000	안도	2004. 08
	전 복	25,000	안도, 하중도	2004. 10
	황점불락	50,000	안도	2005. 05
2005	감 성 돔	680,000	안도	2005. 11
	돌 돔	300,000	안도	2005. 11
	불 락	220,000	안도	2005. 11
	전 복	200,000	안도	2005. 11
2006	감 성 돔	790,000	금오도, 안도	2006. 11
	돌 돔	140,000	금오도, 안도	2006. 11
	황점불락	100,000	안도, 초삼서	2006. 11
	전 복	100,000	서고지, 장지, 안도	2006. 12
	불 락	120,000	라발도, 대두라도, 송고	2006. 12
	해 삼	100,000	어촌계 단위	2006. 12

표 1-3-10. 전남바다목장 기타 시설사업 현황(2006년까지)

사업년도	품목	수량	재질	시설지역	시설일자
2004	음향급이기	1	강제	안도	2005. 04
	해상세미나실	1	목재	안도	2005. 04
2006	해조장	1	목재	이야포	2007. 03
	해양환경관측부이	1	강제	이야포	2007. 03

3. 로드맵 구성

전남 다도해형 바다목장사업은 2008년까지 추진 계획이었으나 2010년까지 연장됨에 따라 2008년까지 자원조성 및 실 해역 적용기술을 완료한 후 2009년부터 3단계 사업을 추진하는 것이 효과적이다. 따라서 2008년까지는 자원 및 어장 조성 등 시설사업과 종묘생산 기술개발 등 연구개발사업을 지속적으로 추진하고 3단계인 2009년부터는 마무리 시설 사업과 해양환경 및 자원 모니터링을 통한 효과조사 및 이용관리 방안 수립을 통한 사후관리 사업이 추진 될 예정이다. 특히 2008년부터는 전남 바다목장의 특성을 살리고, 대국민 해양체험의 관광 분야 개발을 위한 기초 시설사업을 추진함으로써 3단계인 2009년에 실질적인 관광 시설이 완성될 수 있도록 추진할 것이며, 2010년에 보완하여 바다목장 조성 완료 후 지방자치단체에 이관하여 대국민 이용이 가능하도록 추진되어야 할 것이다.

사업비의 집행 잔액은 총사업비 30,700백만원 중 2007년까지 집행된 19,763백만원을 제외한 10,937백만원으로 2008년에는 3,700백만원을 투자하며, 3단계 1차년도인 2009년에는 5,000백만원을, 최종연도인 2010년에는 2,237백만원을 투자할 계획이다(표 1-3-11).

연구개발사업 중 해양환경 및 자원평가 분야는 2007년까지의 연구결과를 바탕으로 2008년에는 해양환경 및 생물군집 특성 파악과 자원변동 특성을 구명한 후 3단계인 2009~2010년에는 기본적인 모니터링과 효과분석이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

자원 및 어장조성 분야에서 2008년에는 1단계에서 연구 개발된 대상생물의 생태조사 및 어장조성 기반조사 결과와 2단계에서 연구된 건강종묘 생산기술 및 방류기술 그리고 어장조성 기술을 종합적으로 기술 확립하고, 3단계인 2009~2010년에는 실 해역 적용 및 효과조사를 마무리 하여야 할 것이다.

이용관리 분야는 1단계에서 기본 계획이 수립되었으며(표 1-3-2), 사전 경제성 평가가 이루어 졌다. 2단계에서는 2007년까지 관리 실태 조사 및 이용관리 방안이 수립되었으며, 2008년에는 사업 평가 및 경제성 분석 시스템 개발 연구를 추진할 계획이며, 3단계인 2009~2010년에는 바다목장 사후관리를 구체화 시키는 사업이 추진될 것이다.

표 1-3-11. 전남바다목장 연차별 투자계획

(단위: 백만 원)

항 목		계	2007년까지 투자 실적	2008	2009	2010
항 목 별	계	30,700	19,763	3,700	5,000	2,237
	연구개발(계)	11,147	8,737	1,010	800	600
	시설투자(계)	19,553	11,026	2,690	4,200	1,637
	인공어초	10,429	7,339	1,090	1,500	500
	종묘방류	5,563	2,563	1,000	1,500	500
	음향급이기	375	375	-	-	-
	환경측정장치	80	80	-	-	-
	해중립	328	28	100	100	100
	기 타	2,778	641	500	1,100	537

시설·방류사업은 인공어초 시설사업, 종묘방류사업 및 기타 시설사업으로 구분하여 추진하여야 하며, 1단계에서 수립된 기본 계획에 따라 2단계부터 본격적으로 추진 중에 있다. 2008년 인공어초 시설사업은 2007년 시설된 주대상 종인 감성돔의 회유로를 따라 어초를 보강하며, 성육장과 월동장을 조성하고, 안도 이아포 생태자원 집중화 시설을 조성하는 것이 효과적 일 것으로 판단된다. 종묘방류사업은 주대상종인 감성돔을 중심으로 황점볼락, 볼락, 돌돔, 넙치 등 어류를 방류하고, 연안어업인 소득 증대를 위한 자원조성용으로 전복, 해삼 및 홍해삼 등 방류가 필요하다. 기타 시설사업으로 관광활성화를 위하여 유료낚시터 조성을 위한 기본 계획의 수립이 필요하다. 2009년과 2010년 3단계에서는 효과분석을 중점적으로 추진할 것이다(그림 1-3-3).

4. 연구개발사업 추진계획 수립

전남바다목장사업의 성공적인 추진과 모델 개발이 이루어지기 위해서는 어장 및 자원조성과 자원의 지속적인 평가가 이루어져야 하며, 아울러 다양한 요소 기술들이 복합적으로 추진되어야 한다(그림 1-3-4). 바다목장 조성 및 연안해역의 지속적인 이용, 해양생물의 종 다양성 확보 및 어업인의 소득증대를 위하여 연안어장 환경의 체계적인 조사 및 관리를 통한 어장조성시설 타당성 검토를 비롯해서 대상해역의 부유생태 및 저서생태, 생물생산력, 해수순환, 부유물 이동, 해저퇴적물 및 해수의 오염원과 그 이동 경로 파악, 어장 조성 전후 해양환경변화 등 다중 환경에 맞는 정밀한 조사가 이루어져야 하고, 중장기적으로 예측할 필요가 있다.

가. 분야별 흐름도

1) 해양환경 및 자원평가(그림 1-3-5)

○ 해양환경

바다목장 사업은 연안 해역에 인위적인 구조물과 수산생물을 가입시키는 행위로서 해양환경의 변화는 필연적인 결과이다. 따라서 해양환경의 지속적 모니터링을 통한 변화를 관측 예측하기 위한 수질·퇴적환경·유향·유속 등의 물리·화학적 변화를 조사하고, 바다목장 해역의 초기 먹이생물 변동 조사와 기초 생산력 변동 조사를 통한 인위적 자원 조성에 따른 생태계 변화를 조사하여 자원 평가를 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

○ 자원조사 및 자원평가

연안 어장의 자원 조성 및 증강을 위한 종묘 방류 사업에 따른 자원량 변화는 어업별·어종별 자원량 변동, 생태계 군집 특성, 어업실태 조사 및 고차 포식생물 조사를 통해 자원량 변화를 조사 예측하며, 채집한 수산생물의 성장·생존율 등 자원생태학적 특성을 분석 연구하여 생태계 자원 특성 자료로서 활용한다. 해양환경 및 자원평가를 위한 흐름도는 그림 1-3-5에 제시하였다.

○ 생태계 모델 디자인 및 특성 분석

자원 생태학적 특성 분석 자료와 생물 그룹별 에너지 및 질량 교환 및 이동에 따른 변화를 조사하여 생태계 군집 간 에너지 흐름 분석을 통한 생태계 모델을 디자인한다.

○ 자원 관리 시스템 구축

바다목장 사업은 연안 어장의 지속적 생산을 유도하기 위한 사업으로 생태계·개체군 차원의 자원 평가를 통한 방류량 및 어획량 조정 시스템 구축으로 자원의 지속적 이용 관리 방안을 수립한다(그림 1-3-5).

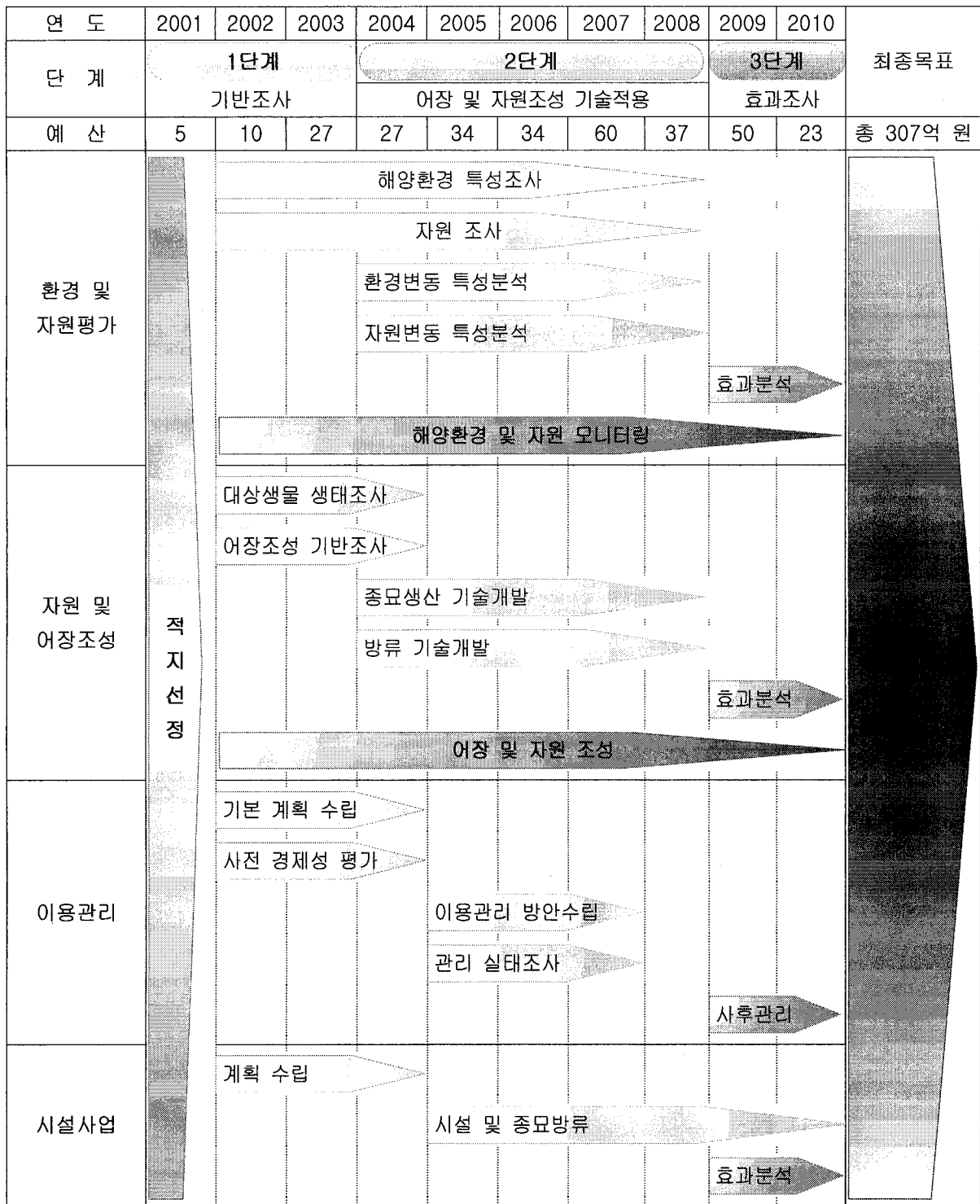


그림 1-3-3. 전남바다목장 로드맵.

바다목장모델 개발

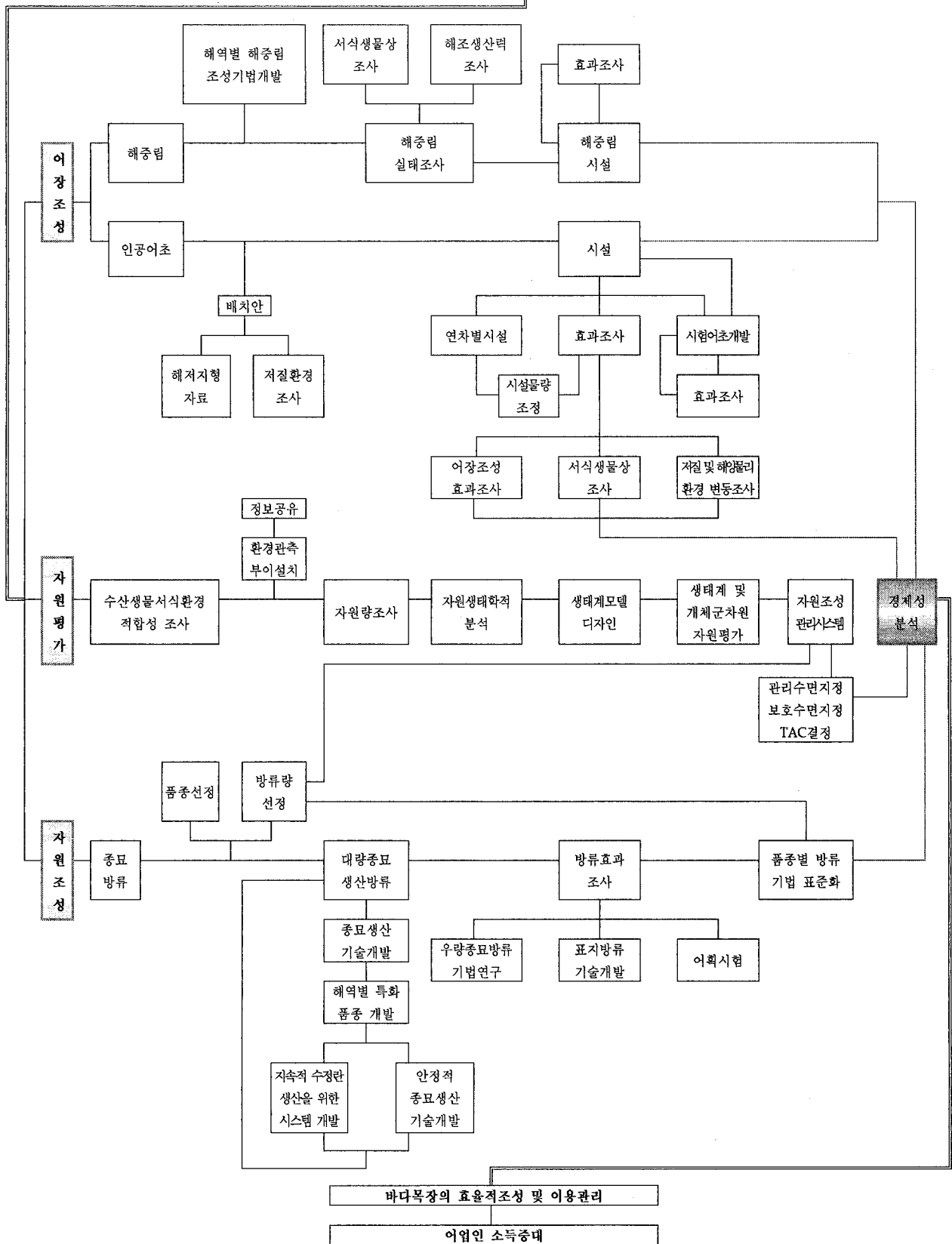


그림 1-3-4. 바다목장 모델개발 흐름도.

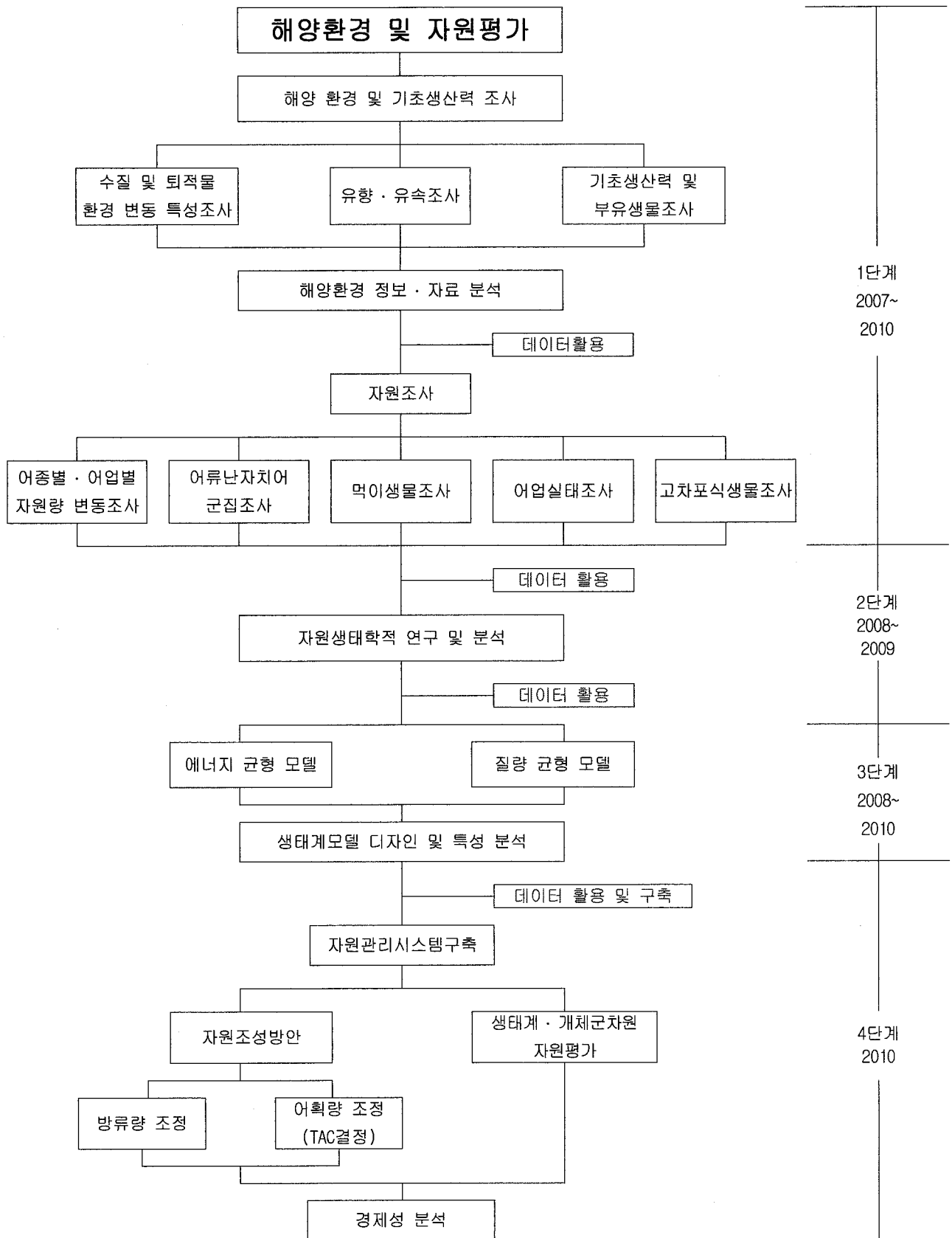


그림 1-3-5. 바다목장 해양환경 및 자원평가 흐름도.

2) 어장조성(그림 1-3-5)

○ 인공어초

인공어초 사업은 연안 생태계에 가장 심각한 영향을 미칠 수 있는 사업으로 그 중요성은 이론의 여지가 없다. 이를 위해 자원 증강의 효과와 생태계에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 시설 계획 수립이 필요하며, 이를 위해 해양 저질 특성 및 해저 지형 자료 분석을 통한 효율적 인공어초 배치 계획을 수립한 후 연안 특성에 적합한 인공어초의 재질 및 모형을 선정해야 한다.

인공어초 시설에 따른 자원 조성 및 증강 효과를 조사하고, 저질 및 해양 물리환경 변동을 조사하여 시설된 어초의 적합성과 경제성을 분석하고, 지속적 인공어초 시설 사업의 검증 과정을 거쳐 연안 특성에 적합한 어초를 개발, 효율적 어장 조성 사업에 활용한다.

○ 해중림 조성

연안 어장의 생태계 복원 및 생산성 향상을 위한 해중림 조성은 수산 생물의 산란장 및 성육장으로 이용되는 해중림 조성을 통하여 자원을 조성 및 관리하는데 그 목적이 있다. 해중림 조성을 위해서는 갯녹음의 진단방법, 지속요인 등 해역별 갯녹음 실태를 분석하고, 수산생물이 서식하기 적합한 해조초 개발·시설을 통해 연안 어장의 해조숲 조성이 필요하다.

3) 자원조성(그림 1-3-6)

○ 종묘방류

바다목장 해역을 동·서·남·제주권으로 나누어 해역별 주요 목표 종을 동해(넙치·강도다리·감성돔·진복 등), 서해(넙치·조피볼락·감성돔·바지락·비단가리비·진복·꽃게·해삼 등), 남해(감성돔·황점볼락·돌돔·진복·해삼 등), 제주(넙치·돌돔·솜뱅이·오분자기·까막진복·해삼 등)로 구분 선정하여 종묘 방류 사업을 추진할 계획이며, 종묘생산 기술이 개발되지 않은 어종에 대해서는 건강종묘생산 기술 개발 사업도 병행 추진하여, 효율적 종묘 방류 사업을 유도한다(그림 1-3-7).

○ 방류효과조사

방류 종묘에 대한 효과 조사는 자원 조성 사업의 사업성을 평가하고 경제성 분석을 통한 지속적 방류 사업의 효율성 도모를 위해 추진한다. 방류 효과조사는 표지표와 표지표 부착 기법 개발을 통해 조사 효율성을 향상시키고, 어구·어법별 어획량 및 위관장 실측 조사를 실시한다. 또한 종묘 방류의 효율 향상을 위해 우량 종묘방류 기법 연구와 구조물 개발도 함께 추진한다.

4) 이용관리(그림 1-3-8)

바다목장의 이용관리 체제의 구축은 이용실태 분석, 이용관리 체제 확립 및 이용관리 조직 구성의 3가지 방안으로 추진하며, 어획실태, 유어낚시, 관광이용조사 및 어획물 유통 체제 분석 및 구축을 통해 이용관리 체제의 구체적 방안을 제시하며, 수산자원관리수면 및 보호수면의 이용 실태 조사 분석을 통해 이용관리 체제를 확립한다. 또한 어업인의 자율적 관리 운영 유도를 위해 자율관리 위원회 및 관리 운영 협의회를 구성 지속적 운영을 통해 문제점을 수정 보완하여 자율적 관리 조직을 구성하여 바다목장의 전반적 운영체제를 확립하고자 한다.

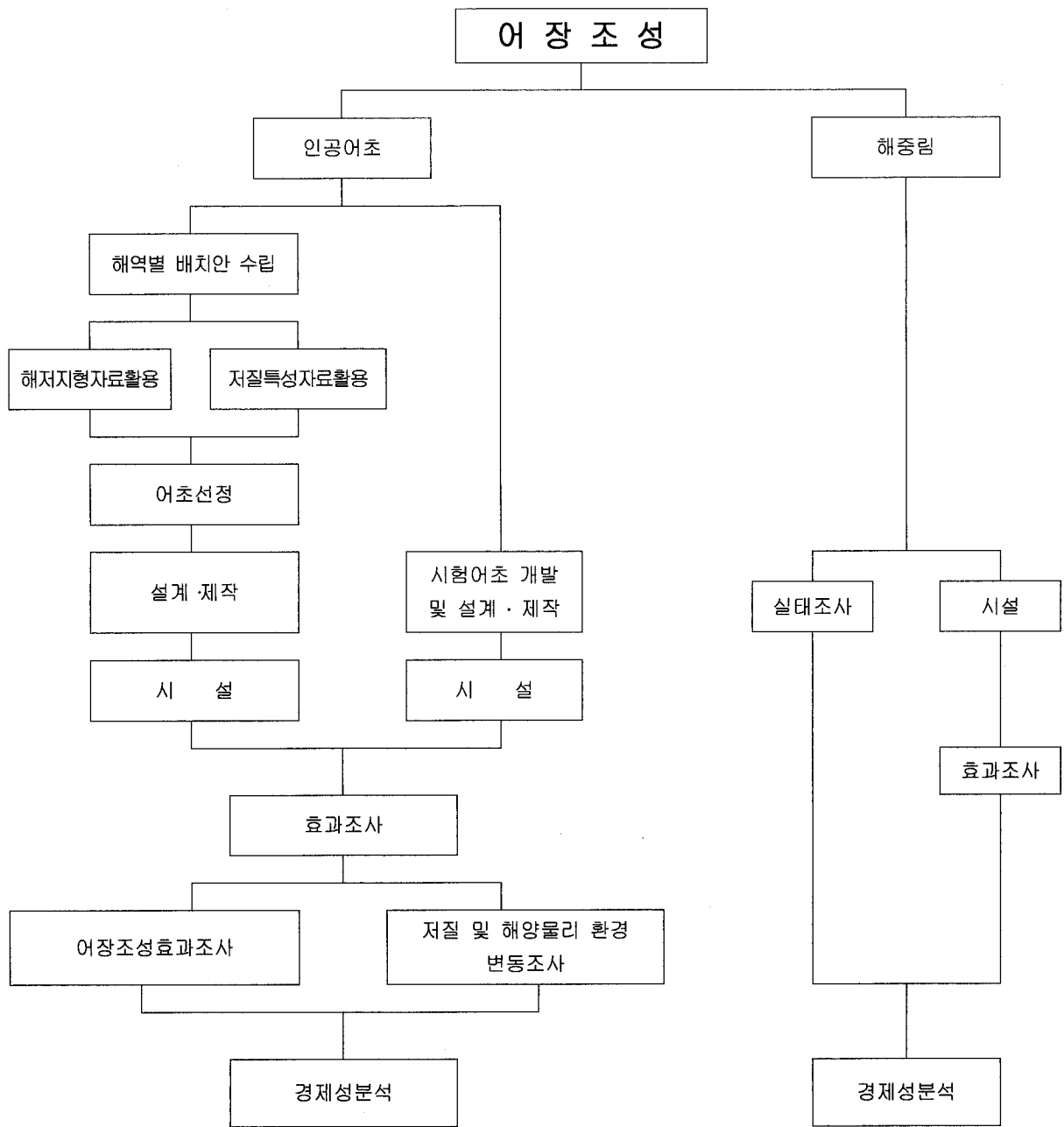


그림 1-3-6. 바다목장 어장조성 흐름도.

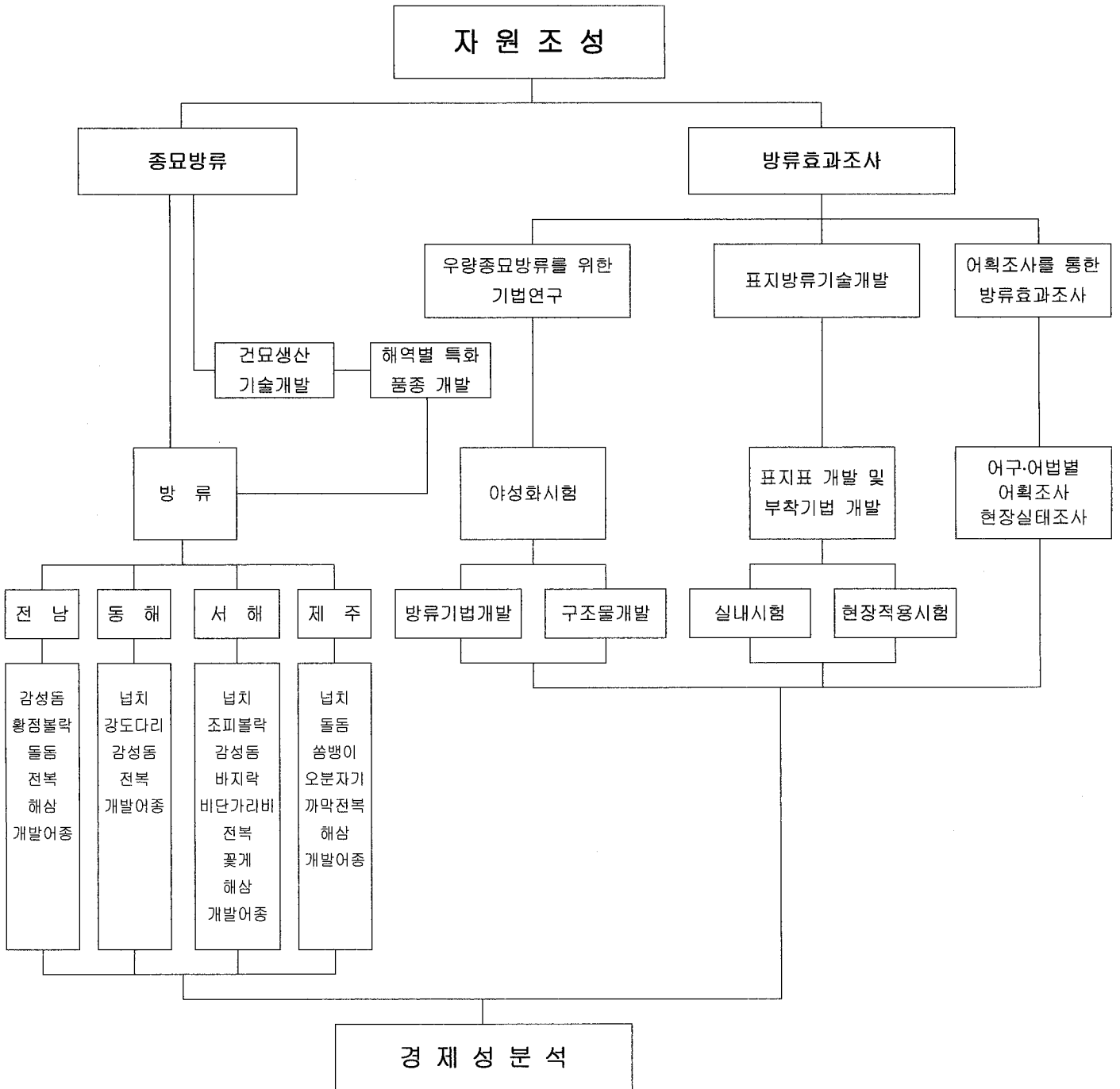


그림 1-3-7. 바다목장 자원조성 흐름도.

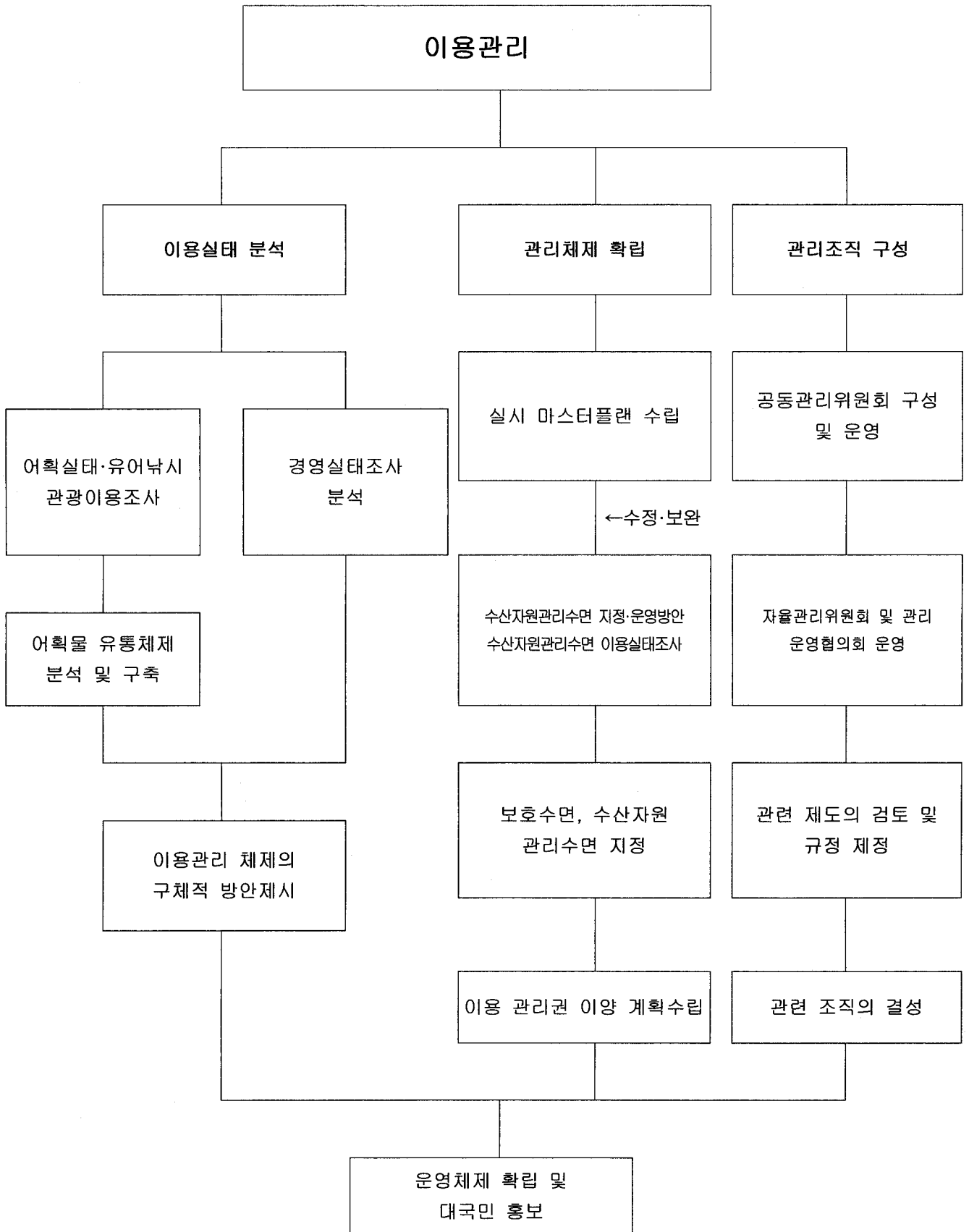


그림 1-3-8. 바다목장 이용관리 흐름도.

나. 분야별 세부 추진계획

1) 해양환경

○ 수질 및 퇴적물 환경 변동 특성 조사

전남 바다목장 조성사업에 필요한 대상 해역의 해양환경의 시·공간적 변동특성을 파악하고, 수질과 퇴적물 환경, 해저지형의 특성을 파악하기 위해 바다목장 조성사업 지역을 대상으로 조사를 실시한다. 수질환경 조사는 일반적으로 바다목장 해역 내에서 일정한 간격으로 정점을 정하고 월별로 관측하여 측정된 성분들을 분석한다. 현장 또는 기타의 여건으로 인해 월별 측정이 어려운 경우는 계절별 현장 관측을 실시하며 수질조사 항목으로는 수온, 염분, pH, DO, COD, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, DIP, TN, TP, SiO₂-Si, SS, 투명도 등이 있다.

바다목장 해역의 표층 퇴적물은 일반적으로 Grab 채니기를 사용하여 채집한다. 함수율은 퇴적물 습식으로 일정량을 취하여 60℃에서 2일 이상 일정 함량이 될 때까지 건조하여 건조전과 후의 무게를 측정하여 그 차로 측정한다(해양수산부, 2002). 다른 변수들도 그에 맞는 매뉴얼을 참고하여 분석하여야 하며, 표층 퇴적물의 조사 항목으로는 퇴적물입도, 강열감량, AVS, COD 등이 있다. 또한 생태학적 인자 조사 항목으로는 수온, 염분, SiO₂-Si, NO₃, NH₄, POC 등이 있다.

○ 해수유동 조사

이전의 해수유동의 조사는 단층을 중심으로 측정하였으나 최근에는 다층을 측정할 수 있는 장비의 발달로 인하여 층별 유속, 유향 및 파랑을 동시에 관측할 수 있다. 기본적으로 해수유동의 측정은 30일 이상 연속관측이 필요하며, 연중 4회(계절별) 이상 측정하여 해양환경에 필요한 기본 자료로 활용할 수 있다. 바다목장 해역 내에서 해수유동의 관측지점은 기본적으로 1개 정점이상을 정하여 측정하여야 하며, 라그랑지 방법을 이용한 표층류의 이동조사를 병행하여 조사한다. 이렇게 측정된 해수유동의 자료는 기존의 해양조사 자료와 비교 검증하여 과거와 현재의 유동의 양상을 조사한다.

○ 기초생산력 및 부유생물 조사

바다목장 해역을 대상으로 주간과 야간을 통해 식물플랑크톤 군집 구조와 분포특성을 파악하고 바다목장 해역의 생물해양학적 환경특성을 파악한다. 또한, 동물플랑크톤 현존량의 일변화를 평가함으로써 어류 등의 유용생물자원의 먹이로서 잠재적인 가치를 평가할 수 있다. 동·식물플랑크톤에 대한 주·야 분포특성을 파악하기 위한 현장조사는 25시간 정선조사에 의한 매일조사를 원칙으로 하며, 현지 해역 또는 기간의 여건으로 인한 경우 계절별 조사를 할 수 있다. 바다목장 해역을 일정한 간격으로 그 정점을 정의하여 측정, 조사한다. 본 조사항목으로는 기초생산력(DO법), 클로로필-*a*, 동(습중량)·식물플랑크톤 현존량 및 종조성, 동물플랑크톤 먹이조사(POC) 등의 항목을 조사하며 필요시 추가한다.

○ 저서생물상조사

연안역의 저서동물 군집에 대한 다양한 기능이 밝혀지고 있다. 높은 생물 다양성이나 서식 특성으로 오염의 판정에 중요한 기준이 되고 있으며 국내 연안의 환경 변화를 모니터링 하는 데에 있어 중요한 항목 가운데 하나이다. 본 연구는 장기간의 모니터링 하에서 저서동물 군집의 생물학

적 변수 관련 자료의 추정과 축적을 목적으로 하고 있다. 이를 통하여 다양한 생태학적 특성 관련 변수들의 변동성을 이해할 수 있을 것으로 기대된다.

바다목장 해역의 조사 시는 매월 조사를 기본으로 하여 현지 해역 또는 기간의 여건으로 인한 경우 계절별 조사를 할 수 있다. 바다목장 해역의 정점을 설정하고 현지 해역에 맞는 조사방법을 선정하여 종조성 및 현존량을 조사한다. 조사된 자료는 기 자료와의 비교분석을 통하여 전남 바다목장 해역에 출현하는 어류의 자원생물학적 연구와 바다목장화 기초연구의 일환으로 표준네트로 채집되는 어류의 어란 및 자치어 분포 특징 및 종조성과 정점별 어류의 군집구조를 분석한다.

2) 자원조사 및 평가

○ 어업실태조사

바다목장 해역에 있어서 목장화 사업으로 인한 해양생태계의 변화를 관찰하기 위하여 현재의 어류상과 사업 후의 어류상을 비교하며, 방류대상종의 환경적응 정도를 살펴보기 위해 생태학적 연구를 기초로 자원량을 조사한다. 자원량을 조사하기 위해서는 어획자료를 이용하는 코호트 분석법, 단위 노력당 어획량, 표지 방류법 등의 간접적인 방법이 있다.

자원조사를 위한 재료의 채집은 각 정점별로 매월 실시하며 각 연안해역에 적절한 조사방법과 장비를 사용하여 실시한다. 현지 해역의 조사뿐만 아니라 서식생물의 어획량이 기록된 해양수산통계연보와 수협 위판량 및 수협통계자료를 사용하여 대상해역의 추정된 평균어획량의 자료를 활용하면 생물군의 연도별, 어업별, 어종별 및 어획량을 추정하여 대상 해역의 면적으로 나누어 면적당 어획량을 파악한다.

○ 자원조사

자원조사를 위한 재료의 채집은 각 정점별로 매월 실시하며 현지 해안의 특성상 불가한 경우는 계절별 조사를 실시할 수 있고, 각 연안해역에 적절한 조사방법과 장비를 사용하여 실시한다. 현재시점의 자원구조를 밝히기 위하여 출현종, 출현량, 우점종, 종다양도 및 균등도의 항목을 확인하고 어구조사를 실시하여 어구별 어획량을 살펴본다. 암반이 있는 연안해역은 그 해역에 적절한 통발과 삼중자망을 사용한다. 어탐을 이용하면 현장에서 개체어군을 식별하여 한 마리당의 초음파 산란계수를 측정하거나 어군의 이동방향 등을 직접 측정함과 동시에 어군량을 정량적으로 계측할 수 있다. 연안의 상태를 어탐으로 파악하고 수중 잠수조사를 실시하여 육안으로 확인 가능한 어종들을 파악할 수 있다. 자원조사에 사용된 조사도구로는 저인망, 자망, 형망, 트롤, 통발, 기타 등이 있다. 직, 간접적인 방법을 통하여 대상해역의 생물군의 연도별, 어업별, 어종별 및 어획량을 파악한다.

○ 기타 자원조사(해조류 등)

해조류 자원조사는 각 정점별로 매월 실시하며 현지 해안의 특성상 불가한 경우는 계절별 조사를 실시할 수 있고, 각 연안해역에 적절한 조사방법과 장비를 사용하여 잠수조사를 실시하며 직접적인 자원조사를 통하여 매월 자원량의 변동을 파악하고 기존의 자료와 연계하여 그 변화 추이를 기록한다.

○ 자원생태학적 조사

대상 해역의 각 정점별 생태학적 제 지수를 나타내기 위하여 자원생태학적 조사는 각 정점별로 매월 실시하며 현지 해안의 특성상 불가한 경우는 계절별 조사를 실시한다. 많은 출현종 중에서 대상어종을 중심으로 생태학적 조사를 실시하여 취득한 자료와 기존의 연구자료를 이용하여 비교 검증한다. 생태학적 조사를 통하여 제시할 수 있는 다양도지수로 Von Bertalanffy 성장계수, 생산율(S) 및 사망계수(Z, M, F)를 추정한다.

○ 먹이생물조사

해양생태계 먹이망에서 상위를 차지하고 있는 어류를 대상으로 한 식성 연구는 수산자원학적으로 생태를 이해하기 위한 기초 자료를 제공하고 어류가 속해 있는 생태계의 기능적인 면을 이해하는데 있어 중요한 자료를 제공하기 때문에 자원평가의 기초 자료로 중요하다. 바다목장 해역에서 방류하는 중요 대상어종을 선정하고 채집하여 주로 먹는 먹이생물의 종류를 밝힌다. 먹이생물의 자원조사는 매월 실시한다. 그러나 현지 해안의 특성상 불가피한 경우에는 계절별 조사를 실시한다. 먹이생물을 밝히는데 사용된 대상종은 본 대상해역의 대상 어종을 채집하여 시료로 사용하여 대상어종별 섭식량 및 먹이생물 조성비를 분석한다.

○ 대상생태계 고차포식생물 조사

구성생물들의 위내용물 분석을 통한 최고포식자의 조사는 매월 또는 계절별로 실시한다. 대상해역에서 출현하는 생물, 조류(바다새), 포유류 등을 포함한 현재의 대상해역을 시찰하여 현장조사에서 얻어진 자료와 기존의 자료를 기록한다.

○ 구성생물들의 분류 및 생물군별 그룹핑

바다목장 해역에 서식하는 어류의 구성생물들을 자원생물학적 분석(분류군, 체형, 체장, 서식처, 섭식방법, 먹이형태 등)과 자가구성법(SOM)으로 분류할 수 있다. 어류의 생태학적 특성은 유영능력, 체장, 골격, 서식수심, 체형, 서식처, 섭식유형, 수명 및 먹이형태의 특성을 고려하여 그룹핑할 수 있으며 9가지 생태학적 특성을 모두 고려하여 동일한 생태학적 특성을 가진 종끼리 그룹핑하는 자가구성법을 사용한다.

○ 생태계모델 디자인

전남 바다목장 대상종의 수리생태학적 파라미터를 추정하여 대상해역의 환경수용력을 고려한 자원조성 및 합리적인 자원관리의 기본 자료를 제시하고, 전남 바다목장 해역의 생태계 구조와 구성생물들의 역학적 분석을 위한 생물군별 파라미터[B, P/B, Q/B, C, DC 등]를 추정을 통하여 생태계 모델을 디자인 할 필요가 있다. 생태계 구조 모델은 질량균형에 의한 생산량 모델식과 각 생물군에 대한 에너지 균형 모델식에 기초하며, 생태계 모델을 사용하여 바다목장 조성으로 인한 전남 바다목장의 인위적인 조성 전, 후의 생태계 변화를 분석한다.

○ 생태계 및 개체군 차원 자원평가

전남 바다목장의 대상자원들은 해양생태계의 일부를 구성하는 생물로서 다른 여러 해양생물들

과 생태학적인 상호작용을 하면서 생태계 내에 서식한다. 그러므로 대상자원들의 합리적인 관리를 위해서는 바다목장 해역 내에 서식하는 생물군의 생태학적 구조와 생물군간의 역학 메커니즘을 구명하고 대상 생물자원의 이용이 바다목장 생태계의 구조와 기능에 미치는 영향을 이해해야 한다. 따라서 생태계 모델에 의한 바다목장 해역의 생태학적 구조를 파악하고 역학 모델을 적용하여 전남 바다목장 조성 전, 후의 생태계 변화를 분석, 어업자원 변동을 예측함으로써 바다목장 해역의 환경수용량을 추정하여 효율적인 자원을 관리한다. 그리고 바다목장 해역 내의 생태계를 관리할 수 있는 시스템을 구축한다.

○ 자원조성 및 관리 시스템

해양 생물자원의 지속 가능한 높은 생산력 유지와 이용을 고도화하기 위해서 해양공학 등의 기술을 활용하여 바다에서 생산 잠재력을 되살리려는 연구가 바로 바다목장화 사업이다. 바다목장화 사업을 통하여 우리 바다의 종합적인 이용-관리 체제를 확립하고, 효율적인 자원관리 및 수산물의 지속적인 생산을 통한 어업인 소득향상을 도모할 뿐만 아니라 양식업, 연안수산업 및 해양건축, 토목, 해양관광산업 등 관련 산업의 육성 및 기술발전을 촉진하고, 1차 산업 중심의 수산업을 해양공학 및 생명공학 등과 연계하여 고부가가치를 창출할 수 있는 해양관광산업으로 발전시켜 경쟁력 있는 어업기반을 구축한다. 따라서 대상 해역의 해양환경 및 생태학적인 특징을 정확히 파악하고 앞으로의 변화를 미리 예측함으로써 자원 증대를 도모하고 과도한 어장 조성 등에 따른 환경 파괴를 지양하는 그야말로 환경 친화적인 연구 사업을 추진하여 바다를 지키고 관리할 수 있는 시스템을 구축하여 명실상부한 바다목장을 만들어 내는데 그 최종 목적이 있다.

제4절 업무편람 정비

1. 운영관리 규정

가. 운영협의회

- 구성: 위원장(원장)을 포함하여 16인 이내로 하며 위원은 산·학·연의 해당분야 전문가 및 관계공무원으로 원장이 위촉
 - 당연직(8명) : 위원장, 어업자원국장, 연구기획본부장, 동·서·남·제주연구소장, 바다목장 사업단장
 - 외부 위촉직(7명) : 학계 및 지자체 관계자 선임(임기 2년, 연임가능)
- 기능: 바다목장사업 주요사항에 대한 심의·조정
 - 바다목장사업 목표 및 방향 설정에 관한 사항
 - 중장기계획 수립 및 연도별 시행계획 수립에 관한 사항
 - 연구 및 시설사업 성과 평가에 관한 사항
 - 기타 사업의 추진에 관하여 필요한 사항
- ※ 연구 및 시설사업의 평가에 있어 전문성을 확보하기 위하여 별도의 평가단을 구성하여 평가한 후 평가보고서에 대한 심의·조정할 수 있다.

- 위원회 개최
 - 정기회의 : 12월 중 당해연도 사업결과에 대한 평가, 익년도 사업설계 심의·조정
 - 임시회의 : 필요 시 위원장이 소집
- 정기회의 구비서류
 - 차년도 사업계획서
 - 당해년도 사업계획(최종)
 - 당해연도 사업실적 및 최종평가자료(단, 별도의 평가단 운영 시 평가단의 평가결과 보고서)
 - 회의록
 - 기타 필요한 자료

나. 지역협의회

- 구성 : 협의회장(해역연구소장)을 포함하여 17인 이내로 구성하며 해역연구소장의 추천으로 과학원장이 위촉(임기 2년, 연임 가능)
- 기능 : 해역별바다목장사업의 기획과제 발굴 및 연구시설사업에 관한 주요사항을 협의하고 지역의 의견을 수렴하여 운영위원회에 건의 또는 보고
- 협의회 개최 : 필요 시 협의회장이 소집

다. 지역관리사무소

1) 지역관리사무소 운영 배경

- 지자체 및 지역어민 등 이해관계자에 대한 의견수렴의 필요성이 제기되고, 보호수면, 관리수면 지정 등 이해조정을 위한 적극적 대책
- 가두리 시설 등 바다목장사업 시설에 대한 관리·운영 어려움 해소

2) 설치 계획

- 여수바다목장 지역관리사무소 시범운영 성과를 보아가며 전 해역 설치 검토
 - 장 소: 남해수산연구소 구청사(여수시 남산동 소재)
 - 지역관리소장 선임: 비정규직으로 적격자 선임

3) 기능(역할)

- 지자체 및 자율관리공동위원회와의 연락사무
- 지역어민 및 관계자와의 회의장소
- 바다목장사업 지역 홍보관

4) 지역관리소장 업무부여

- 지역동향 및 활동보고
 - 지역여론 상황보고: 매주 목요일 유선 또는 서면보고
 - 활동보고: 매월 3째 주 화요일까지 월간 활동상황 보고
- 가두리 양식시설 등 바다목장 시설 관리
- 현장실태 및 어획실태 조사

2. 업무편람 항목

가. 연구개발사업

- 업무흐름도
- 연구용역 선정 방법 및 절차
- 연구용역 과업지시 기준(지침)
- 연구용역 계약업무(계약업무 절차, 참여업체, 적격심사규정)
- 감독관 업무요령
- 검수요령(연구정보 DB화와 연계 검토)
- 정산 지침

나. 인공어초 시설사업

1) 인공어초시설 계약추진

- 제조구매를 위한 일반경쟁입찰(계약이행능력심사 적용)을 원칙으로 한다. 다만, 특허권이 있는 인공어초 시설이 불가피 할 경우 수의계약 등 검토
- 계약 추진 시 주요 검토 사항
 - 인공어초 제조와 설치를 분리할 것인 지 여부
 - 제조와 설치를 분리할 경우 설치 과정에서의 파손 등 발생시 하자 책임소재에 대한 분쟁 발생 우려
 - 제조 물량과 제작장 여건을 감안 할 때 대량 제조 공정 중에 설치를 병행할 필요가 있어 분리는 어려움
 - 다수의 특허권과 민간특허가 없는 어초가 같이 시설될 경우
 - 특허권이 있는 어초는 특허 권리자별로 나누어 수의계약 검토가 필요하고 특허권이 없는 어초는 분리하여 일반경쟁계약 추진
 - 이 경우 공동 제작장 및 공동 투자 등 컨소시엄을 구성토록 하고 원가계산 시 비용의 분배 검토 필요

2) 총무팀 계약의뢰 시 첨부서류

(가) 일반경쟁입찰의 경우

- 설계서(설계도면 및 설계예산서)
- 과업지시서
- 계약특수조건
- 입찰공고(안)
- 일상감사관련 문서 사본
- 담당공무원용 청렴이행각서

(나) 수의계약의 경우

- 수의계약 요청 사유서(해양수산부 수의계약 세부집행지침 별지 1호 서식)
- 수의계약상대자 선정 사유서(해양수산부 수의계약 세부집행지침 별지 2호 서식)
- 입찰공고안 제외한 일반경쟁입찰 서류

3) 검수용역 시행

(가) 용역내용: 시설어초단지 해역을 사이드스캔소나 및 멀티빔으로 위치·수심 및 시설형태 확인하고 데이터와 삼차원 영상자료를 정보화

(나) 필요성

- 인공어초 시설사업의 투명성 확보
 - 지정위치, 단지조성 형태가 지방서 및 설계도서에 적합하게 시설되었는지를 잠수조사 및 비디오 촬영만으로는 확인 어려움
 - 현재 추진 중인 정보화 사업에도 용역결과를 활용 가능

(다) 소요시기 및 예산: 7~10일정도 소요 예상되며 비용은 검토 중임

- 여수바다목장 2007계획물량 7단지의 경우 30백만 원 소요 추정
- 인공어초 선정방법 및 절차
- 인공어초 시설사업 설계기준(지침)
- 인공어초 시설사업 계약업무(계약업무 절차, 참여업체, 적격심사규정)
- 감독관 업무요령
- 검수요령
- 인공어초 설치용역
 - 사업예산서의 작성
 - 계약업무
 - 검수요령(검수용역 발주, 시설정보 DB화와 연계 검토)

다. 종료방류사업

- 방류종묘의 선정방법(기준) 및 절차
- 방류종묘 구매계약업무(계약업무 절차, 지방서 및 납품조건)
- 건강종묘 기준
- 감독관 업무요령
- 검수요령
- 방류방법(중간육성, 방류시기, 장소 등)

라. 기타 시설사업

- 선정방법(기준) 및 절차
- 시설사업 설계기준(지침)
- 계약업무
- 감독관 업무요령
- 검수요령

마. 성과평가

- 성과평가의 주체
- 평가기준

바. 성과물 관리(연구성과물, 지적재산권)

- 성과물 관리 및 활용
- 지적재산권 관리

※ 발간항목은 사전계획이므로 작성과정 중 계속 수정보완 계획이며, 세부내용은 별첨

3. 연구개발사업 업무편람

가. 업무 흐름도(그림 1-4-1)

바다목장 연구개발사업은 기본 계획 및 전년도 사업 결과의 평가를 바탕으로 주관연구기관의 계획 수립 후 바다목장사업 운영위원회의 승인으로 확정 공고된다. 이후 관련 연구기관 및 대학으로부터 과제 계획을 신청 접수하여 평가단으로부터 평가를 받아 협약이 체결된다. 협약이 체결된 기관은 협약과 동시에 과제를 수행하여야 하며, 주관연구기관에서는 진도관리, 중간평가 및 연차평가를 실시하여야 하며, 최종연도에 최종평가를 하여야 한다. 아울러 주관연구기관에서는 연구결과 및 성과를 종합 관리하여야 한다.

나. 연구용역 선정 세부절차

- 사업기획
 - : 회계연도 시작 전 연차별 계획서 및 전년도 연구결과를 바탕으로 차기년도 사업 내용을 검토 확정한다.
- 사업시행 공고
 - : 회계연도 시작과 동시에 사업내용 및 연구용역 입찰 공고
 - 공고 방법: 홈페이지 및 홍보
 - 공고 기간: 2주 이상
 - 공고 내용: 사업내용 및 연구용역 추진방법(수의 계약 및 입찰) 등
 - 연구용역 입찰 공고: 과업지시서, 평가계획, 제출서류 및 작성요령 등

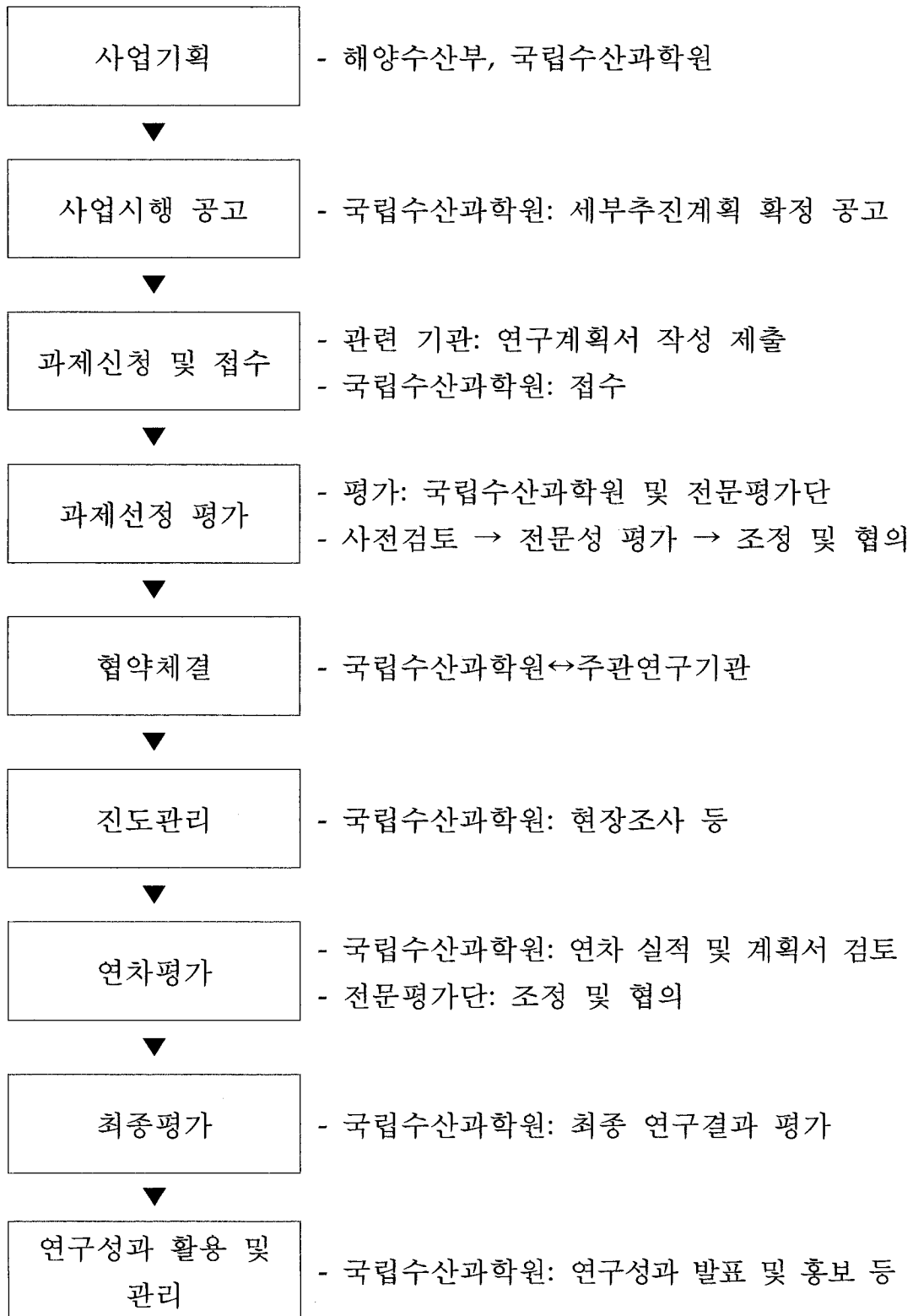


그림 1-4-1. 바다목장 연구개발사업 관리절차 흐름도.

○ 과제신청 및 접수

: 관련 연구기관은 해양수산연구개발사업 운영규정(연구개발비는 해양수산부 연구용역 산정기준 참조)에 따른 연구계획서를 작성하여 신청·접수

- 연구개발의 필요성
- 연구개발의 목표와 내용
- 평가의 착안점 및 기준
- 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계
- 국제공동연구 추진계획
- 기대성과 및 연구개발결과의 활용방안
- 연구원 편성표 및 연구개발비 소요명세서

○ 과제선정 평가

: 국립수산물과학원 바다목장사업단의 자체평가 후 전문평가단에 의한 평가

- 자체평가단 평가: 사업단장, 담당연구관 및 해역별 운영책임자
- 전문평가단 평가: 국내 전문가 5인 이상

○ 계약 추진

- 원칙적으로 일반경쟁 또는 공모 등(출연 연구기관, 대학, 민간연구기관 등)에 의하고, 계약의 목적, 성질, 규모 등을 고려하여 필요하다고 인정될 때에는 제한경쟁, 지명경쟁 또는 수의계약에 의함
- 수의계약에 의할 수 있는 경우
 - 계속사업으로서 기존 연구기관과의 계약이 필요한 사업
 - 해양수산분야에 대한 전문적인 인력을 갖춘 특정연구기관과의 계약이 불가피한 사업
 - 공모하여서는 사업 추진이 곤란한 사업
 - 추정금액이 3천만 원 이하이거나 기타 필요한 사유가 있는 사업

○ 수의 계약

1. 수의계약 당위성 또는 필요성에 대한 내부 결재
 - 용역기관과 사전 연구 사업에 대한 세부적 의견 교환을 통해 추진 배경 및 필요성에 대하여 충분한 인지가 필요함
2. 연구 용역 기관에 대한 용역 사업의 세부 사업계획자료 제출 요청
3. 사업계획 자료에 대한 검토 결과 통보(승낙, 수정 등)
4. 수의 계약을 위한 협의 통보(계약 건명, 예산금액, 협의일시, 계약자격, 근거 등)

○ 협약체결

- : 선정된 과제에 대하여 조정·보완 후 주관연구기관장과 협약체결
- 계약서 및 연구계획서 첨부

다. 진도관리 및 평가

○ 연구용역비 선금 청구서

- 연구비 선금청구서, 청구내역서, 선금지급보증각서, 계산서, 입금계좌통장 사본

○ 선금지급 결정 통보

- 외부연구사업 위탁연구비 및 간접경비 집행협조 요청

라. 연구성과 활용 및 관리

- 용역수행결과보고서 제출(업체)
 - 연구개발비 비목별 지출실적 첨부
- 준공검사
- 용역대금 지급 및 완료

4. 시설·방류사업 업무편람

가. 인공어초 시설사업(그림 1-4-2).

1) 시설계획 수립

가) 당해연도 인공어초 시설 사업 관련 계획 수립

- 인공어초 종류, 물량, 배치계획

나) 세부 추진 방법

- 지역협의회 및 해역연구소 의견 수렴
- 각 해역 연구소에서 당해연도 시설 위치에 대한 사전 조사를 실시하고, 시설 위치에 적합한 인공어초 종류, 물량, 배치 계획을 수립하여 바다목장사업단에 보고
- 해역 연구소 자료를 근거로 바다목장사업단에서 전체적인 추진 방향에 맞게 계획 수립
- 바다목장사업단에서는 종합 검토한 자료를 어초기술자문단(자원회복사업단)에 검토 의뢰

2) 어초 기술자문단 검토

가) 해역별 바다목장 인공어초 시설 계획에 대해 자원회복사업단의 어초 기술자문단에 검토 의견 요청

나) 자원회복사업단에서는 바다목장사업단이 참석하는 어초 기술전문가 회의를 개최하여 계획 전반에 대하여 검토하고, 그 결과를 바다목장사업단에 통보

3) 운영위원회 심의 (사업계획 승인)

가) 어초 기술자문단의 검토를 거쳐 확정된 사업계획에 대하여 바다목장사업 운영위원회에 보고·승인을 득한 후 본부 보고와 동시에 사업 추진

4) 실시 설계서 작성

가) 선정된 어초 중 특허권이 있는 어초에 대해서는 통상 실시권을 가진 업체에 실시설계서를 작성하여 제출토록 요청

나) 특허권이 소멸된 일반어초에 대해서는 발주부서에서 설계사무소에 실시설계서 용역 의뢰

5) 실시 설계서 검토

가) 실시설계서는 바다목장사업단에서 1차 검토 후 일상감사 요청

- (1) 설계서 검토 완료 후 연구운영과에 일상감사 의뢰

- (2) 2008년 5월 19일부터 1건당 2억원 이하 용역과 조달청에 의뢰하는 용역에 대해서 일상감사를 생략해도 무방한 것으로 지침이 변경되어 사업 규모에 따라 처리
- (3) 운영지원과 용도부서(계약 부서)에 발주 의뢰 요청 시 조달청 의뢰 여부를 공문에 첨부하여 의견을 요청하여야 하며, 계약부서에서 조달청 의뢰에 의해 계약을 추진할 경우에는 일상감사를 생략하고, 자체 계약일 경우에는 일상감사 의뢰 후 발주의뢰 요청하는 것을 원칙으로 함

6) 발주의뢰

- 가) 바다목장사업단에서 운영지원과 용도부서에 계약 발주 요청
- 나) 운영지원과 용도부서에서 실시설계서 등 관련 자료 검토(2007년 : 자체 검토, 2008년 : 전문 팀에 검토 요청)한 후 조달청에 조달 의뢰
- 다) 제작장 협의 (설계비 미반영시 시, 군, 지방청과 협의)

7) 계약 체결

- 가) 조달청에서 검토 후 용역 공고
 - 용역 공고는 제작이 아닌 물품구매로 실제 인공어초 제작 실적과는 다소 거리가 있고, 물품 구매일 경우는 현장사무소 설치, 안전수칙 등에 대해 발주부서에서 요구할 권리가 있는지 불분명함
- 나) 계약 체결 통보
 - 조달청 용역 공고 후 낙찰 업체 선정으로 계약이 체결되며, 낙찰 업체에 대하여 사업 추진 시 주의사항 등을 사전 만남을 통해 주지시켜야 한다.
 - 계약 체결 통보 : 조달청→ 발주처 계약부서→ 바다목장사업단 통보 또는 공람

※ 착수계 제출

- 가. 계약이 완료된 업체에서 착수계 제출
- 나. 착수계는 계약업체에서 반드시 감독관 경유 후 계약부서에 제출함
- 다. 착수계 관련 서류
 - 착수계
 - 현장대리인계
 - 현장대리인 재직증명서 (국가기술자격증 사본)
 - 품질관리자 선임계
 - 품질관리자 재직증명서 (국가기술자격증 사본)
 - 안전관리자 선임계
 - 안전관리자 재직증명서 (국가기술자격증 사본)
 - 예정 공정표
 - 도급내역서

8) 공사 감독관 임명

- 가) 공사감독관 추천 의뢰 : 용도부서 → 바다목장사업단
- 나) 공사감독관 추천 : 바다목장사업단 → 용도부서
- 다) 공사감독관 임명 : 용도부서 → 바다목장사업단
- 라) 발주부서에서 감독관 임무를 수행하고 해역연구소 담당자를 부감독관으로 지정

9) 제작검사

가) 공사감독관의 임무

- 해역별 인공어초 사업 감독관은 바다목장사업단에서 추천하고 운영지원팀에서 승인하는 절차를 거쳐 확정함
- 감독관은 인공어초 제작 과정에 대해 수시 점검하여 설계에 부합되는 어초가 제작될 수 있도록 철저히 감독하여야 함
- 감독은 제작장에 상주하여 점검하여야하나 현 여건상 불가능하기 때문에 일일 업무를 메일로 보고토록 함
- 긴급사항 발생시에는 바다목장사업단에 즉시 보고토록 하여 사업단 지시에 따라 처리토록 함

나) 검사관 지정 및 검사관의 임무

- 검사관 추천 의뢰 : 용도부서 → 바다목장사업단
- 검사관 추천 : 바다목장사업단 → 용도부서
- 검사관 임명 : 용도부서 → 바다목장사업단
 - 검사관 임명 사항은 용도부서(계약부서) → 바다목장사업단, 검사관 소속기관 및 시공업체에 통보
 - 검사관으로 임명된 날짜를 기준으로 청렴이행각서를 운영지원과 용도부서에 제출
- 제작 검사 요청 : 시공업체 → 계약부서
 - 검사 요청 시 감독관을 경유하여야 하며 사진대지가 첨부되어야 함
- 제작 완료 후 제작 업체의 제작 완료 검사 요청 시 검사관을 지정하여 검사를 실시해야 함
 - 검사시 유의사항
 - 서류검사
 - 제품검사 : 규격, 용접상태 등 설계서와 동일한지 여부
 - 전문업체 제품검사
 - : 강제어초 : 자분탐상 (감독관이 지정하는 장소)
 - : 콘크리트어초 : 기준에 따라 제작 중에 샘플을 채취하여 강도 시험 의뢰
→ 전문 업체의 제품검사 성적서 원본을 제출
- 검사관과 감독관은 합동으로 제작 검사를 실시하고, 검사 후 검사관은 제작 완료 검사 보고서 【제작완료 검사조서, 제작완료 검사보고서 (현장조치사항 완료 사진대지, 자분탐상 검사보고서, 현장검사 관련 사진자료)】, 감독관은 감독조서를 작성하여 운영지원팀 용도부서에 제출하여야 함

10) 시설 투하 및 준공계

가) 투하 요청

- 제작 업체에서 제작 완료 검사 후 투하 계획서 제출 → 계약부서 → 바다목장사업단
 - 첨부서류
 - 투하계획서
 - 어초 운송회사 사업자 등록증 사본 1부
 - 예인선 국적증서 및 선박검사 증서 사본 1부
 - 부산 국적증서 및 선박검사 증서 사본 1부
 - 건설기계 등록증 사본 1부

나) 투하 입회 및 감독

- 제작 업체로부터 투하 요청이 있을 후 바다목장사업단에서는 시·군, 지방청 및 관련 기관에 사전 연락하여 입회토록 함
 - 투하 입회 요청 공문 생산 및 발송 : 바다목장사업단 → 도·시·군, 지도소, 자율관리위원회, 해역연구소, 제작업체 등
 - 투하 입회 요청 공문
 - 공문 : 어초종류, 물량, 투하일시, 시설위치, 투하관계자 집결지, 투하 선박명 등을 기재
 - 첨부 : 인공어초 시설 위치도, 투하계획서
- 바다목장사업단에서는 시설할 위치에 대해 정확한 좌표를 사전 시설 업체에 통보하여 함
- 투하 시에는 투하완료보고서를 반드시 지참하여 입회 참석자들로부터 날인을 받아 제출
 - 투하 광경 사진 및 DGPS (WGS-84 또는 동경 좌표인지 명확히 구분) 어탐 사진을 반드시 첨부
- 투하 완료된 어초에 대하여 사이드스캔소나 또는 멀티빔 조사 전문 업체에 적정 사업 추진 결과 검사
- 시설된 인공어초 위치 탐색 및 시설 구조물의 정확성 검수

다) 투하완료 보고

- 바다목장사업단 → 계약부서
 - 첨부서류 : 투하완료조서, 투하광경 (DGPS 어탐 사진)

라) 준공계 제출

- 시공업체 → 계약부서 (운영지원과 용도부서) → 바다목장사업단 감독관 경유

나. 종묘방류 사업(그림 1-4-3)

1) 방류대상 어종 및 수량 확정

가) 종묘방류 관련 계획 수립

- 방류 대상 어종 및 수량, 원가계산 등

나) 세부 추진 방법

- 각 해역 연구소에서 방류 대상품종 선정 및 방류 수량 등 계획 수립 후 바다목장사업단과 최종 협의
- 바다목장사업단에서는 각 해역 연구소의 의견을 수렴하여 최종 계획 확정

2) 계약의뢰

가) 일상감사의뢰 (연구운영과)

(1) 설계서 검토 완료 후 연구운영과에 일상감사 의뢰

(2) 2008년 5월 19일부터 1건당 2억원 이하 용역과 조달청에 의뢰하는 용역에 대해서 일상감사를 생략해도 무방한 것으로 지침이 변경되어 사업 규모에 따라 처리

인공어초 시설사업 업무 흐름도

<바다목장>

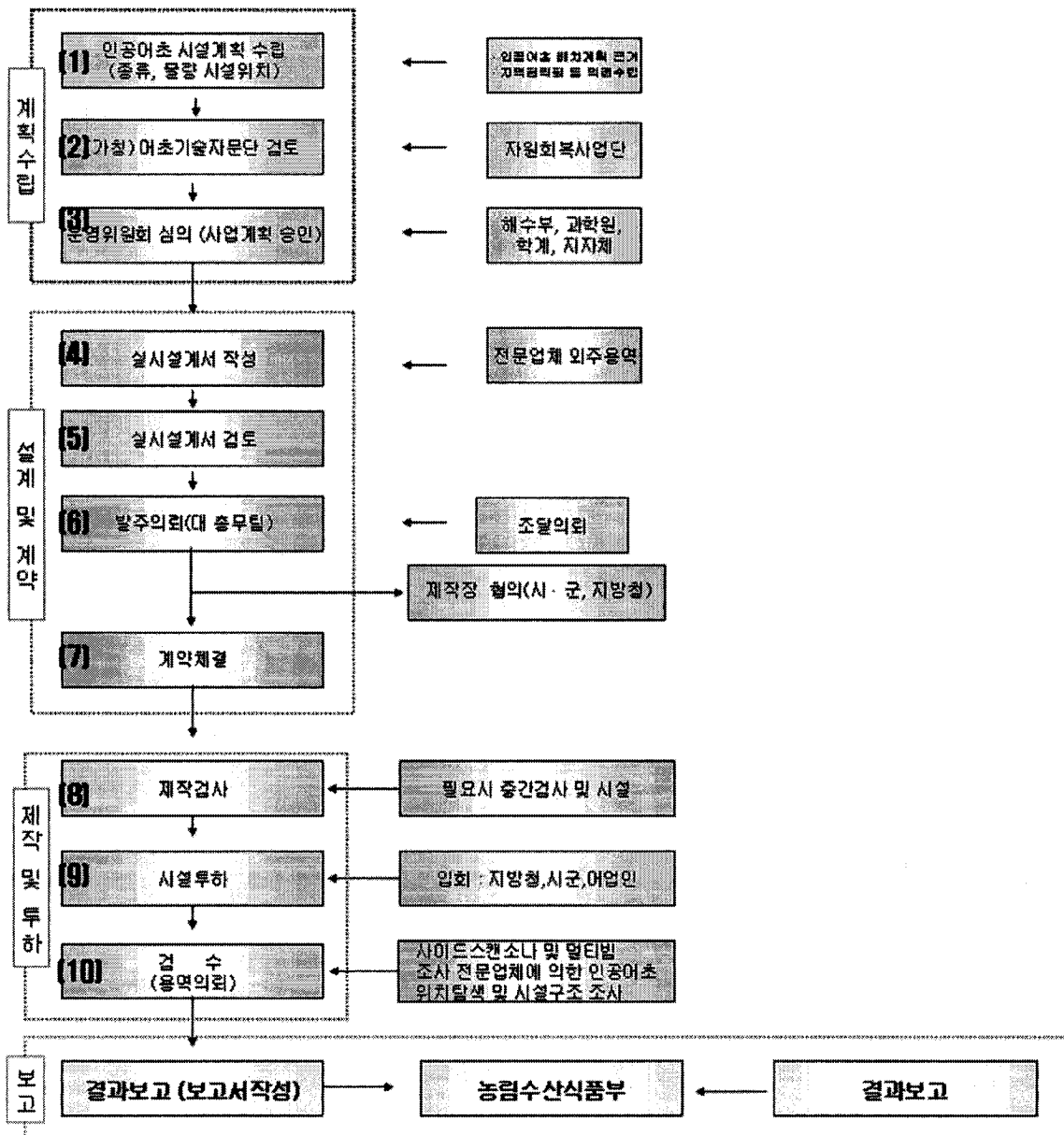


그림 1-4-2. 바다목장 인공어초 시설사업 업무 흐름도.

○ 일상감사 관련 서류

- 종묘방류 계획 : 계획 수립 후 내부결재, 본부 보고 검토 후 보완, 최종 확정된 자료 (예시자료 참조)
- 방류 품종별 일상감사 의뢰서 (예시자료 참조)
- 계약 특수조건 (종묘방류사업 구매지역 제한 사유, 예시자료 참조)
- 품종별 원가계산서 (예시자료 참조)

나) 계약방법:

다수인의 종묘생산업체가 참여할 수 있고 사업계획물량 확보가 용이한 희망수량경쟁입찰을 원칙으로 한다.

다) 계약의뢰(대 총무팀) 시 첨부서류

○ 희망수량경쟁입찰의 경우

- 과업지시서
- 계약특수조건
- 입찰공고(안)
 - 종묘생산확인서 사전첨부 공지(수정란에 의한 자가 생산의 경우 수정란 공급업체의 확인서 첨부하여 수산관리과 확인)
 - 질병검사서 제출 시기 명시(사전 현지 확인 시 시료채취)
 - 최소 수량 및 추가 수량 단위 명시: 총 매입수량 감안
예) 최소 10만 마리에서 5만 마리 단위로 추가 가능
 - 국가계약법시행규칙 제47조제2항의 규정에 의한 입찰수량과 낙찰수량의 조정에 관한 사항
- 종묘생산원가계산서
- 담당공무원용 청렴이행각서

○ 수의계약의 경우

- 방류대상 어종의 종묘생산자가 1인에 불과한 경우 수의계약
- 경쟁입찰 시 제출서류 포함
- 수의계약 요청 사유서(해양수산부 수의계약 세부집행지침 별지 1호 서식)
- 수의계약상대자 선정 사유서(해양수산부 수의계약 세부집행지침 별지 2호 서식)

라) 관련 법령 및 규정

○ 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령

- 제17조(다량물품의 입찰) ②다량의 수요물품을 제조 또는 구매할 경우의 일반경쟁입찰은 그 수요수량의 범위 안에서 공급자가 공급할 희망수량과 그 단가를 입찰하게 할 수 있다
- 제46조(다량물품을 제조·구매할 경우의 낙찰자 결정)제17조 제2항의 규정에 의하여 다량의 물품을 희망수량에 따라 분할하여 제조·구매하고자 할 경우에는 제42조의 규정에 불구하고 예정가격이하의 단가로 입찰한 자중 최저가격으로 입찰한 자 순으로 수요수량에 도달할 때까지의 입찰자를 낙찰자로 한다.

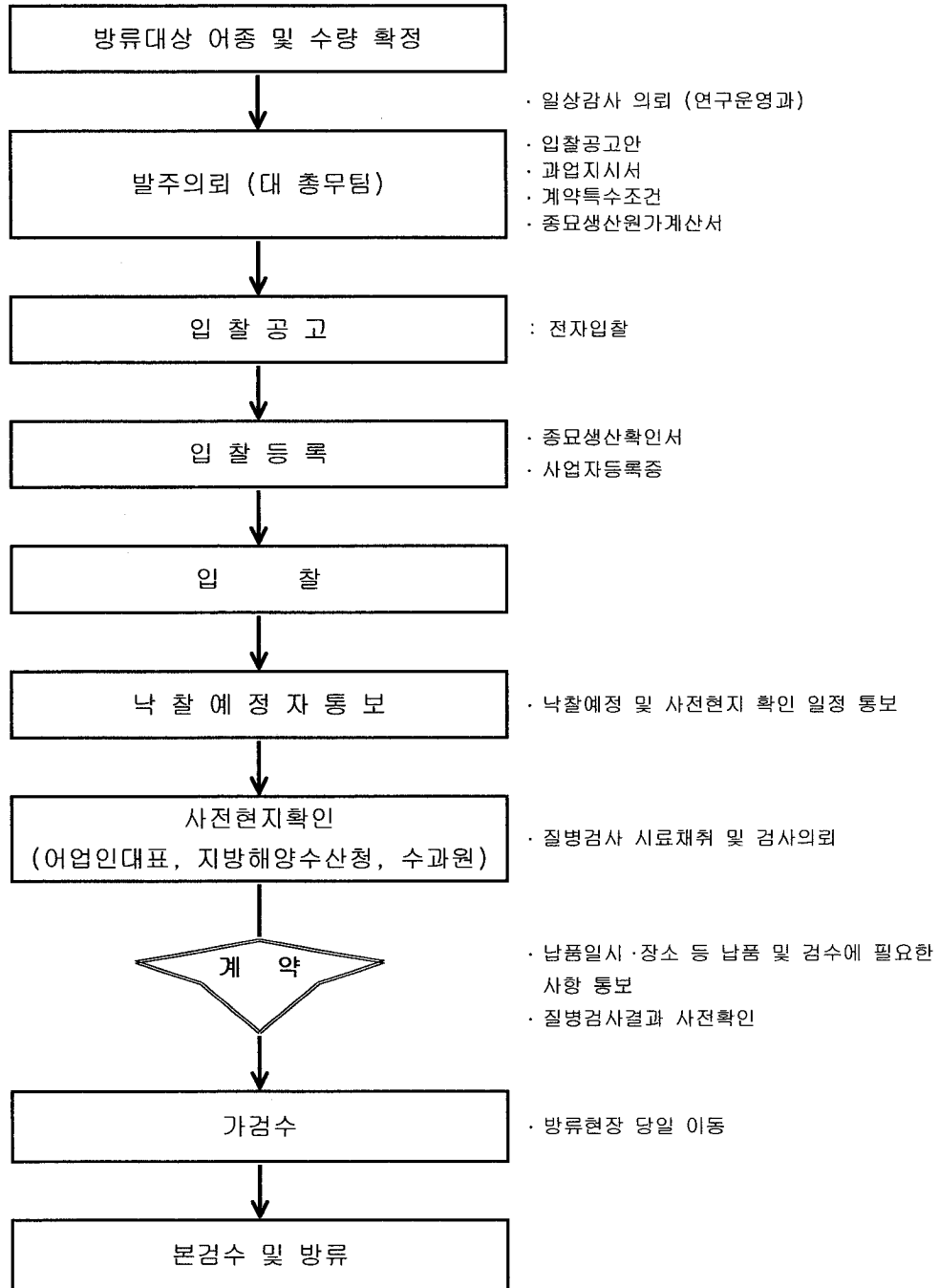


그림 1-4-3. 바다목장 종묘방류사업 계약업무 흐름도

○ 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙

- 제19조(희망수량경쟁입찰의 대상범위) 영 제17조의 규정에 의하여 희망수량경쟁입찰의 방법에 의할 수 있는 경우는 다음 각 호의 1과 같다.

1. 1인의 능력이나 생산시설로는 그 공급이 불가능하거나 곤란하다고 인정되는 다량의 동일물품을 제조하게하거나 구매할 경우

3. 수인의 공급자 또는 매수자와 분할 계약하는 것이 가격·품질 기타 조건에 있어서 국가에 유리하다고 인정되는 다량의 동일물품을 제조·구매 또는 매각할 경우
- 제20조(희망수량경쟁입찰의 입찰공고) 희망수량경쟁입찰에 의하는 경우의 입찰공고에는 다음 각호의 사항을 명시하여야 한다.
 1. 희망수량에 의한 일반경쟁입찰이라는 사항
 2. 영 제36조 각호의 사항
 3. 시행규칙 제47조 제2항의 규정에 의한 입찰수량과 낙찰 수량의 조정에 관한 사항
 4. 기타 희망수량경쟁입찰에 관하여 필요한 사항
 - 제21조(2종이상의 물품에 대한 희망수량경쟁입찰) 각 중앙 관서의 장 또는 계약담당공무원은 2종이상의 물품에 대하여 희망수량경쟁입찰에 부치고자 하는 경우에는 물품의 종류별로 단가 및 수량에 대하여 입찰을 하게 하여야 한다.
 - 제47조(희망수량경쟁입찰의 낙찰자 결정) ① 각 중앙관서의 장 또는 계약담당공무원은 영 제45조 또는 영 제46조의 규정에 의한 희망수량경쟁입찰의 낙찰자 결정에 있어서 낙찰자가 될 동가의 입찰자가 2인 이상 있을 때에는 입찰 수량이 많은 자를 우선순위의 낙찰자로 하며, 입찰 수량이 동일한 때에는 영 제47조의 규정에 준하여 추첨으로 낙찰자를 결정한다.

②제1항의 규정에 의하여 낙찰자를 결정함에 있어서 최후 순위의 낙찰자의 수량이 다른 낙찰자의 수량과 합산하여 수요량 또는 매각량을 초과하는 경우에는 그 초과하는 수량은 이를 낙찰되지 아니한 것으로 본다.
 - 제34조(희망수량경쟁입찰과 수의계약) 각 중앙관서의 장 또는 계약담당공무원은 희망수량경쟁입찰에 있어서 낙찰자 중 계약을 체결하지 아니한 자가 있는 경우에 영제28조의 규정에 의하여 수의계약에 의할 때에는 물품의 제조나 구매에 있어서는 당해 낙찰자의 낙찰단가 이하로서, 물품의 매각에 있어서는 당해 낙찰자의 낙찰단가 이상으로 계약을 체결하여야 한다.

마) 계약특수조건(종묘방류사업 구매 지역제한 사유)

- 2007년 해양수산사업시행지침의 수산종묘 매입방류 사업에서 방류품종 및 방류대상구역 선정 중 방류대상 품종 및 종묘는 방류 후 자연환경에 적응력이 높은 건강한 종묘를 매입하여야 한다로 되어 있음.
- 그러나 자연환경에 적응력은 현 기술상 측정이 어려우므로 중간육성 등으로 환경 적응력을 높인 후 방류하고 있는 실정임.
- 따라서 2007년 바다목장사업의 종묘방류사업은 사업 기간이 짧아 중간육성이 어렵고, 또한 현재까지 중간육성에 대한 정확한 기준이 설정되어 있지 않아 자연환경에 적응하기 용이하도록 해양환경과 유사한 조건에서 부화하여 사육중인 종묘를 방류할 수 있도록 지역제한을 하는 것이 효과적일 것으로 판단됨.
- 또한, 방류 후 초기 감모의 원인 중 환경 변화와 이동 중 스트레스에 의한 폐사를 최소화하기 위하여 물리, 화학적 환경조건이 유사한 해역에서 생산되고, 이동거리가 짧은 장소의 종묘를 방류하는 것이 자원조성 효과를 제고하기 위하여 필요할 것으로 판단됨.

- 각 해역별 인공적으로 생산된 종묘 방류시 자연 서식 어종과의 유전적 교란을 최소화하기 위하여 동일한 해역에서 생산 또는 어획된 친어로부터 생산된 종묘를 방류하는 것이 가장 바람직하나 현실적으로 친어의 생산 이력이 되어 있지 않아 친어 제한을 하기 어려운 실정이므로 차선의 방법인 동일한 해역에서 생산된 종묘로 제한하는 것이 생물학적으로 가장 바람직하다고 판단됨.
- 아울러 지역 종묘생산 업체의 균형적인 발전을 위하여 지역제한을 통한 지역 종묘생산 업체 육성 및 기반조성을 도모하고, 바다목장에 대한 지역 어업인들의 참여의식을 높이고, 바다목장에 대한 대국민 인식을 제고하고자 함.
- 단 사전조사(종묘생산확인서 발급현황 등)시 동일해역에서 생산된 종묘가 없는 품종에 대해서는 지역제한을 하지 않는 것으로 함.

바) 종묘생산원가계산서

2007년 바다목장 종묘방류사업을 위한 종묘매입 입찰 원가자료 확보하기 위하여 종묘생산 원가산정 기본 계획수립 후 대학, 지자체, 해역별 특성화 연구센터, 한국해산종묘생산협회의 의견을 수렴하고 종묘생산 현장확인 및 어업인 간담회를 거쳐 바다목장사업단에서 원가를 산정하였다.

3) 입찰공고 및 등록

- 가) 운영지원과 용도부서에서 검토 후 조달청에 조달 의뢰
- 나) 조달청 입찰 공고
- 다) 입찰에 참가하는 업체는 종묘생산확인서와 사업자등록증 준비

4) 입찰 및 낙찰 예정자 통보

- 가) 계약 체결 통보 : 조달청→ 발주처 계약부서→ 바다목장사업단 통보 또는 공람
- 나) 낙찰 예정자에게 사전 현지조사 확인 일정 및 주의 사항 통보

5) 감독관 임명

- 가) 감독관 추천 의뢰 : 용도부서 → 바다목장사업단
- 나) 감독관 추천 : 바다목장사업단 → 용도부서
- 다) 감독관 임명 : 용도부서 → 바다목장사업단

6) 사전 현지 확인

- 가) 사전조사 : 종묘생산현황(물량 및 크기), 질병 검사 샘플 의뢰
 - 사전조사 기간
 - 낙찰 예정자가 결정되면 각 해역별 감독관은 낙찰 예정자들에게 사전 조사(현지조사) 방법을 고지하고 업체별로 최대한 빠른 기간 내에 실시
 - 방류용 종묘 선별, 별도 수용 후 조사가 바람직하기 때문에 낙찰 예정 어업인에게는 약 3~4일의 준비 기간이 필요함 → 이를 위해 해산종묘생산 협회 등 모든 연락 가능 기관에 사전 연락하여 계약용 종묘에 적합한 개체를 미리 선별하여 입찰에 참가

하게 유도

- 사전 조사를 위한 준비가 된 업체부터 방류용 종묘의 사전검사를 실시하고, 질병검사용 시료를 채집하여 봉인표에 감독관, 입회인, 업체 대표 등의 날인을 받아 봉인표의 유효성을 병리연구팀에서 확인 받을 수 있도록 부착하여 수송하게 한다.

○ 사전조사 방법

- 사전 조사는 방류용 종묘에 대하여 질병 검사 및 방류 크기에 적합한 개체를 선별하여 별도 수용한 후 실시 → 방류용 크기에 부적합한 개체가 5%이상 발생 시 낙찰은 무효임을 통지
- 종묘생산 현황조사
 - 물량조사 : 전체 사육 수조 수, 사육 현황(사육 물량, 먹이공급량, 사육밀도 등) 조사
 - 방류 종묘 크기 조사는 100마리를 방류용 종묘가 수용된 모든 수조별로 임의 채집하여 마취제를 사용하여 마취시킨 후 어체 측정판에서 소수점 1자리까지 측정한다.
 - 측정에 사용된 어체는 방류용 종묘와 혼합되지 않게 별도의 수조에 수용한다.
 - 사전 조사 시 방류 대상 종묘와 기타 종묘를 명확하게 분리 : 방류 시까지 혼합되지 않도록 관리 철저
- 질병검사용 시료 채집, 수송 및 검사
 - 질병 검사용 시료는 방류 대상 종묘 수조별로 소량 씩 채집하여 총 30마리 샘플
 - 채집한 종묘는 수송 용기에 수용한 후 아래 봉인표에 참석자별 날인 후 봉인 → 수송 → 국립수산물과학원 병리연구팀 질병검사 담당자에게 확인 → 봉인 제거 후 질병 검사
 - 봉인은 수송 용기 개봉 시 쉽게 파손될 수 있는 재질로 하며, 부착 부위는 수송 용기의 용기와 뚜껑 부분이 결합되는 부위 2곳에 부착한다.

- 봉인표 -

기관명	월일	성명	서명
~ 연구소			
낙찰예정 어업인			

- 수송자 및 질병검사 담당자 확인증 -

담당	업체명 및 성명	이상유·무 (봉인상태 및 검사용 시료 상태)	접수일자	서명
수송자				
질병검사 담당자				

※ 질병검사 팀(병리연구팀)에 서식을 작성하여 전달

- 질병검사용 시료는 민원 소지를 최소화하기 위해 낙찰 예정 어업인이 직접 검사 기관인 국립수산물과학원 질병검사 부서까지 수송하며, 수송에 따른 모든 문제 발생시 낙찰예정자가 책임지도록 한다.
- 질병검사
 - 질병검사 기간 : 10일
- 질병검사 후 방류 : 15일 이내
 - 15일 이상 경과하게 되면 재검사를 받아야 함
 - ※ 사전현지조사와 질병검사 결과 방류종묘로서 적합한 것으로 판단되면 빠른 시간 내 표지표 부착을 유도하여 15일 이내 방류 완료

나) 표지표 처리

- 표지표 처리 방법 (현재까지 어류 : 아가미절단, 전복 : 볼트넛트식표지 부착)
 - 표지표 처리 기간 : **질병검사 완료 후 5~7일 이내 완료**
 - 사전 조사 시 단일 품종에 대하여 2개 이상 업체가 낙찰 예정자로 등록된 경우에는 감독관이 업체 대표와 협의하여 표지표 처리 업체 선정
 - 표지표 처리에 따른 업무 협조 요청
 - ⇒ 일용인부 : 각 품종별 인원수 사전 파악으로 현지 인부 고용 요청
 - : 업체로부터 이름, 주민등록번호, 통장번호 등 사전 통보 요청 → 발주부서 일용사역요청
 - 연구지원팀
 - : 작업 공간 확보 및 기타 물품 준비 요청(간이 의자, 양동이, 표지표 처리용 수조 등)
- 품종별 시기별로 차이가 있기 때문에 감독관은 업체 대표와 방류 품종별로 협의하여 절식 시간 지정
- 표지표 처리 후 관리 방법 교육

7) 방류를 위한 가검수

- 가검수 이전 생산자가 방류 물량에 대해 사전 별도 수조에 관리하도록 사전 홍보 → 가검수 시 물량 개수와 수송 용이
- 가검수는 방류 당일 방류용 종묘 수용 수조별로 검수자, 입회자, 생산자가 각각 임의 채집 (3회) → 무게 측정(소수점 1자리) → 마리수 측정 → 마리수/중량 환산
- 3회 조사하여 소수점 1자리까지를 1마리 당 평균 중량으로 한다.
- 최종 방류 종묘 크기(전장, 각장 cm)를 측정하여 적합 여부를 조사 한다 (사전조사와 동일하게 100마리를 조사한다)
- 방류용 종묘 물량 측정은 측정 범위 10~60kg, 소수점 1자리까지 측정 가능한 저울로서 측정한다.
- 저울로서 무게를 측정, 마리수를 환산하면서 수송용 차량에 싣는다.
- 방류 종묘 수량은 kg 단위까지 정확히 측정(초과·부족 모두 불허)하여 방류해야 함
- 중량을 측정할 때마다 검수자, 입회자, 생산자가 확인하여, 최종 중량과 마리수를 환산한 후 검수를 종료한다.

- 수송 차량은 방류 종묘 수송에 따른 스트레스를 최소화 할 수 있도록 일반 양식장 판매 수송 밀도의 90% 내외로 수용한다.
- 방류용 선박은 수송용 차량에서 선박 수용까지 경과 시간을 감안하여 선박 수 및 선박 내 방류 종묘 수용 공간을 충분히 준비한다.
- 수송 차량과 선박은 방류종묘의 대사를 원활하게 하기 위한 수송 및 운반 시 충분한 공기 또는 해수 공급 장치를 준비, 공급하여 스트레스를 최소화한다.
- 수송용 차량과 선박 준비 상황을 명확히 조사, 수송 가능량을 비교하여 1회 수송 량 및 시간을 조절한다.

8) 방류를 위한 본검수

- 본 검수는 방류 지역에 도착한 종묘에 대한 검사로서 수송 차량 내 종묘의 안전성을 육안으로 판단하여 방류 종묘로서 활력이 없거나 폐사된 개체는 계수 후 방류 물량에서 제외한다.
- 수송 차량에서 선박으로 종묘를 이동할 시 수온 편차를 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 범위로 조정된 후 이동시키며, 특히 자연 수온에 가깝게 수온을 조절한다.
- 특히 방류 직전까지 자연 수온과 같은 수온을 유지할 수 있도록 자연 해수를 유수시키거나 지속적으로 공급하면서 종묘 활력 유지와 수온 변화 스트레스를 최소화한다.

9) 방류

- 선상 방류 시 방류 용기를 수면에 되도록 가깝게 붙여 종묘에 물리적 스트레스가 최소화될 수 있도록 방류한다.
- 방류 종묘의 방류 후 행동 패턴을 조사하기 위해 수중 촬영하여 기초 자료로 활용한다.

다. 기타 시설사업(그림 1-4-3)

1) 해양환경 관측부이

해양환경 자동 관측부이 시설은 운영위원회에서 심의 확정된 안에 대하여 전문가 협의회를 구성하여 시설 계획을 수립한다. 이후 일상감사를 받고 계약요청, 입찰공고 및 제안심사를 거쳐 시설업체와 계약이 이루어지고 감독관이 임명되어 사업이 추진된다. 시설업체에서는 착수계를 제출하고 시설을 추진하여 설치 완료 후에 준공계를 제출한다. 이후 검사관이 지정되어 검사 후 용역검사 조서가 제출됨으로서 사업이 종료된다. 시설과 별도로 시설계획이 수립되면 지방자치단체에 공유수면 점사용 허가를 받아야 하며, 지방해양청에 사설항로 표지허가를 승인받아야 한다.

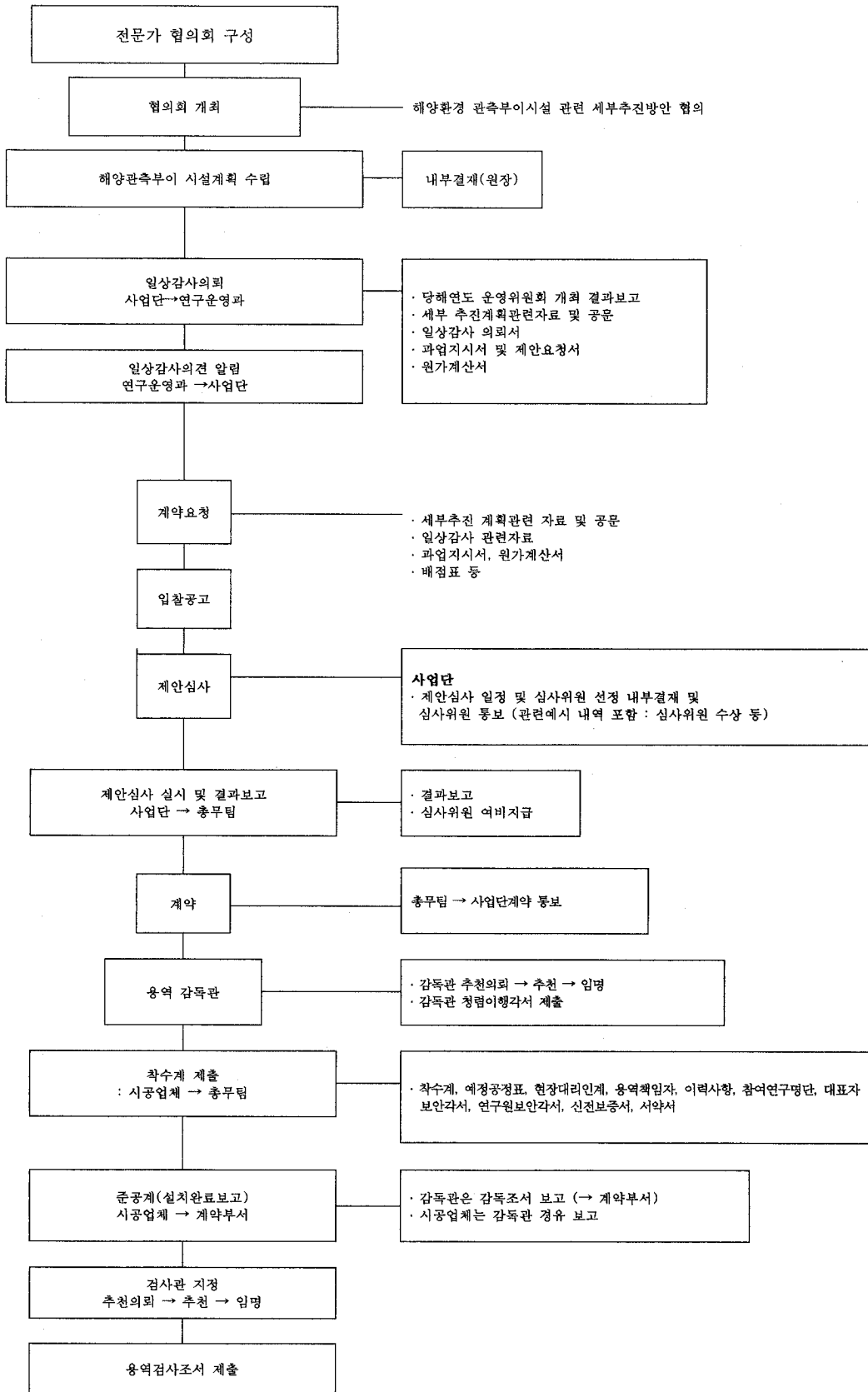


그림 1-4-4. 해양환경 자동관측부이 시설 업무흐름도

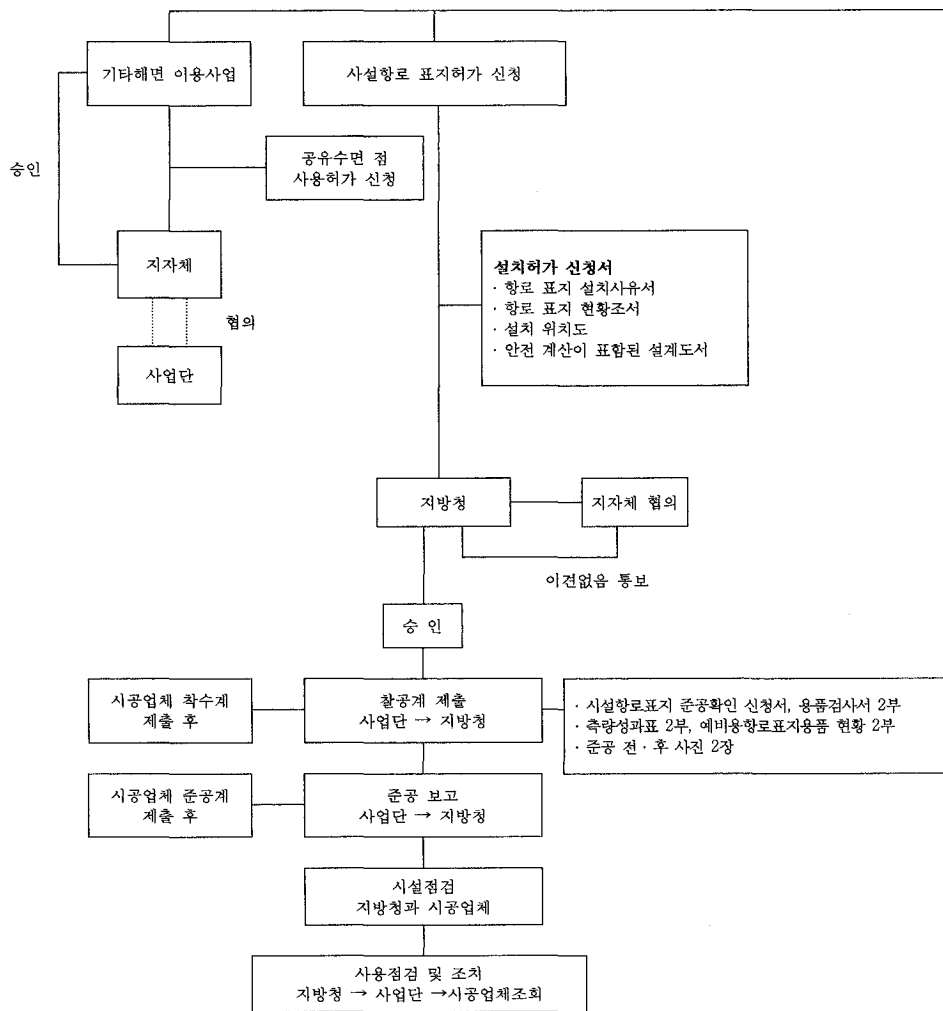


그림 1-4-4. 해양환경 자동관측부이 시설 업무흐름도(계속)

2) 잘피장 조성

잘피장 조성 사업은 운영위원회에서 심의 확정된 안에 대하여 전문가 협의회를 구성하여 시설 계획을 수립한다. 이후 원자재 구입 등 사업단에서 직접 시설하는 방법으로 추진함으로써 설치 완료 후에 검사관이 지정되어 검사 후 검사조서가 제출됨으로서 사업이 종료된다. 시설과 별도로 공동어장 사용에 따른 어촌계와 협의가 필요하다.

3) Seed bank 조성

seed bank 조성 사업은 잘피장 조성 사업과 동일한 과정으로 이루어진다. 운영위원회에서 심의 확정된 안에 대하여 전문가 협의회를 구성하여 시설 계획을 수립하고 원자재 구입 등 사업단에서 직접 시설하는 방법으로 추진함으로써 설치 완료 후에 검사관이 지정되어 검사 후 검사조서가 제출됨으로서 사업이 종료된다. 시설과 별도로 공동어장 사용에 따른 어촌계와 협의가 필요하다.

제5절 결론 및 고찰

전남(여수) 바다목장사업은 2001년부터 여수바다목장해역의 자원증강 및 자원의 지속적 이용을 위해 총사업비 307억 원이 투입되어 추진되고 있는 사업이다. 2007년 사업비는 6,067백만 원으로서 연구개발사업비 679백만 원, 인공어초 4,774백만 원, 종묘방류 534백만 원, 기타시설사업 80백만 원을 투입하여 바다목장해역의 연구사업 및 시설사업을 추진하였다.

연구개발사업은 시설사업에 대한 효과 검증과 효과 향상을 위한 기초 조사 및 개발 중심의 과제로 어장 및 자원조성, 해양환경특성조사 및 자원평가와 이용관리 분야로 구분하여 추진하였으며, 특히 2006년 사업과의 연계성을 고려하여 기존 참여 연구팀이 연속 수행 2006년 조사 결과와 2007년 조사 결과를 종합 분석하도록 유도하여, 단기간 사업에 따른 단편적 결과 도출 문제점을 해결하였다. 산학연 6개 기관 148명의 연구원이 공동 참여하였으며, 우리원 남해수산연구소에서 인공어초 및 전복방류량 산정 연구 등 3개 과제, 외부연구기관에서는 중간육성시험 및 방류효과조사 등 7개 과제를 수행하여 그 결과를 도출하였다. 시설사업은 효율적인 어장 및 자원조성을 위하여 강제어초, 콘크리트어초 등 인공어초 시설과 감성돔 등 종묘방류 및 잘피장 조성 등 기타 시설사업이 금오도를 중심으로 추진되었다.

아울러 연구개발사업과 시설사업의 효율적 추진을 위한 총괄관리 분야는 연구개발사업의 추진 체계 수립 및 인공어초, 종묘방류 지침 수립 등 향후 추진될 바다목장 사업의 운영체계 확립 및 기반 구축을 위해 사업별 로드맵, 업무흐름도, 연구개발사업 지침, 시설사업 지침을 수립하고자 추진하였다.

연구개발사업 추진 체계 확립을 위한 업무 로드맵과 흐름도는 바다목장사업의 보다 경제적, 효율적 추진과 사후관리를 고려하여 수립하였다. 로드맵은 2008년까지 자원조성 및 실 해역 적용 기술을 완료한 후 2009년부터 3단계 사업으로 환경 및 자원 변동 모니터링과 이용관리 방안 수립을 통한 사후관리 사업을 추진하는 것으로 연차별 계획을 수립하였다. 연구과제별 효율적 추진과 어업인 소득 증대라는 최종 목표 달성을 위한 업무 흐름도는 인위적 자원 조성에 따른 자원조사 및 평가, 해양환경의 지속적 모니터링을 위한 해양환경조사 분야와 자원 생태학적 특성 분석 자료와 생물 그룹별 에너지, 질량 교환 및 이동에 따른 변화를 조사하여 생태계 군집 간 에너지 흐름 분석을 위한 생태계 모델 분야, 어업인의 자율적 관리 운영 유도를 위해 자율관리 위원회 및 관리운영 협의회를 구성 바다목장의 전반적 운영체제를 확립하기 위한 이용관리 분야로 구분하였으며, 시설사업은 자원 증강 효과와 생태계에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 인공어초의 재질, 종류 및 효율적 인공어초 배치 계획 수립을 위한 인공어초 시설 분야, 해역별 특성에 적합한 자원조성 대상 품종 선정과 우량 종묘 방류를 통한 자원조성 효과 향상을 위한 종묘방류 분야로 구분하여 흐름도를 수립하였다.

또한 바다목장사업의 제도적 기초 마련을 위해 해역 현안 사항 수립을 위한 지역협의회 구성과 바다목장사업의 효율적 운영을 위한 운영위원회를 구성하여 사업의 공정성을 확보하고자 하였으며, 인공어초 선정방법 및 절차, 설계기준마련, 계약 절차, 감독관 업무 요령 등을 수립하여 객관적 사업 추진을 도모하였다. 종묘방류사업 분야는 방류종묘 선정방법 및 절차, 구매계약 업무, 건강종묘 기준, 감독관 업무요령, 검수요령, 방류 방법 등 업무 표준화를 위한 지침을 수립하였다.

2007년 총괄관리 업무에서 도출된 결과들은 2008년 수정 및 보완 작업을 통해 보다 업무 효율성과 공정성을 확보하고자 계속 수행할 예정이며, 연구개발사업은 향후 지자체 이관 시 효율적 사후관리를 위해 자원조사 및 평가 분야를 강화하고 보다 종합적 결과 도출을 위해 대단위 과제로 편성하여 추진할 계획이다.

여 백

제2장 연구개발사업

제1절 서론

제2절 어장 및 자원조성

1. 인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구
2. 중간육성 시험 및 방류효과조사
3. 감성돔 이동조사
4. 잘피어장 조성
5. 방류용 건강종묘 생산

제3절 해양환경 및 자원평가

1. 해양환경 및 해양생물군집 특성조사
2. 생태계 모델
3. 자원조사 및 평가
4. 먹이생물 조사

제4절 이용관리

1. 이용관리에 관한 연구

제5절 결론 및 고찰

여 백

제2장 연구개발사업

제1절 서론

우리나라 남해서부 연안에서 생산성이 높은 바다목장을 조성하고 이용관리체제를 확립하기 위하여 추진되고 있는 2007년 전남바다목장 시범사업의 연구 사업은 자원조성, 해양환경 및 생물군집 특성, 이용관리의 3분야로 나누어져 있다. 자원조성 분야는 인공어초 효과조사 및 전복 방류량 산정 연구, 중간육성시험 및 방류효과조사, 감성돔 이동조사, 잘피어장 조성, 방류용 건강종묘 생산의 5개 연구 과제를 수행하였고, 해양환경 및 생물군집 특성 분야는 해양환경 및 생물군집 특성 조사, 생태계 모델, 자원조사 및 평가, 먹이생물 조사의 3개 연구 과제를 수행하였으며, 이용관리 분야는 여수바다목장 관리이용체제의 보완, 여수바다목장 모델 평가, 바다목장 개념 재평가에 대해 연구하였다.

2007년도 전남 다도해형 바다목장 사업에 대한 기반시설계획으로, 2단상자형강제어초 외 10종, 어류형어초와 패조류형어초 등 총 19기, 620개가 바다목장 내 금오도 남단 동서해역 6개소에 시설될 계획이었다. 이에 따라 어초 시설 지역을 중심으로 주변해역에 대한 인공어초 효과조사를 위하여 서식생물상조사 및 어획조사와 저질분포 특성 등을 조사하였고, 어초의 시설 위치를 선정하기 위하여 해역의 지리적 특성, 어초의 크기 및 기 개발된 배치모델 등을 조사하였다. 그리고 해중립 효과조사를 위하여 남면 안도 이아포만에 시설된 부류연승식 seedbank 시설 상태와 해조상을 조사하였다. 한편 전복의 적정방류량을 산정하기 위하여, 전남 다도해 바다목장 해역 내 4곳의 마을어장(화태, 우학, 안도, 심미)을 선정하여 전복의 먹이로 이용되는 대형해조류 자원과 방류 전 서식하고 있는 전복 자원량 및 해조류 우점종(미역, 감태, 구멍갈파래)에 대한 먹이섭취량과 먹이전환 효율을 조사하였다.

인공어초와 구조물에 대한 어류의 행동, 군집 동태 등 어류의 행동특성을 연구하기 위하여 일반어초, 시험어초 및 연구어초를 대상으로 출현하는 어종의 수, 행동 특징 및 서식생태 등을 잠수 조사 하였다. 그리고 방류 어류의 중간육성의 타당성과 야성화의 가능성을 구명하기 위하여 해양수산부 수산종묘매입방류사업의 시행지침과 현재까지 개발된 중간육성 기법의 적용 가능성을 검토하였다. 방류효과조사의 대상어종은 황점볼락 6.5만 마리, 감성돔 79만 마리, 돌돔 14만 마리, 점복 4만 마리이며, 어류는 직경 38cm 길이 63cm의 통발 200대를 설치하여 방류 효과를 조사하였고, 전복은 잠수사를 투입하여 조사하였다. 전남 바다목장 지역의 여수시 남면 안도에 2기의 음향급이기를 설치하고, 10~20cm의 소형 감성돔과 약 25cm의 중형 감성돔을 300Hz, 145~150dB로 음향 순치한 다음, 어군탐지, 과학어탐, 수중카메라, 음향텔레메트리, 자망 등을 이용하여 음향순치효과를 조사하였다. 감성돔 방류집단의 유전적 다양성을 조사하기 위하여 혈액, 근육조직, 지느러미를 이용하여 자연집단과 타 지역 양식집단에 대해 비교 분석하였다.

전남바다목장의 자원조성 목표어종인 감성돔은 이동 범위가 비교적 넓고 무리를 지어 다니는 습성이 있는 것으로 알려져 있다. 그러므로 성공적인 바다목장의 조성을 위해 감성돔 등 대상 어류의 회유이동에 대한 자료를 확보하는 것이 필요하다. 이에 따라 주파수 69 kHz의 음향표지를 시험어의 복강에 삽입하여 감성돔과 황점볼락의 방류장소 체류시간, 이동범위, 일주행동 등을 VR2 수신기를 사용하여 조

사하였다.

잘피는 높은 생산력을 바탕으로 연안 및 하구 생태계에서 경제적 가치를 지닌 많은 해양 동물들에게 먹이, 산란장 및 서식처 등을 제공해 줌으로서 연안의 수산 생산력 향상에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 바다목장의 생산력 향상을 위한 기초자료의 확보를 위해 잘피장의 수중 광량, 수온, 염분, 무기 영양염류 등의 생육환경과 잘피의 형태학적 특성 및 생산성 변화를 조사하는 한편, 이식 가능 지역을 탐색하고, 어류군집을 조사하였다.

황점볼락의 방류용 건강종묘의 안정적 생산에 기초 자료로 중요한 친어 관리기술과 자어 산출 유도를 위한 적정 성비 및 교미시기를 구명하기 위하여, 황점볼락 친어를 사육관리하고, Anchor tag와 난황 단백질구체, 생식돌기로 암수 판별을 시도하였으며, 암수친어의 적정수용비를 조사하고, estradiol-17 β , testosterone, progesterone, 간중량지수, 생식소중량지수, 비만도를 측정하여 교미시기를 구명 하였다.

전남 바다목장 해역의 해양환경 및 생물군집의 출현양상을 파악하기 위하여 2007년 9월 11월 2회 현장조사를 실시하였다. 해양환경 분야에서 해수유동, 수온, 염분, 밀도, 투명도 등의 일반 물리환경, pH, COD, DO 등의 일반수질, 암모니아, 아질산, 질산, 용존무기질소, 인, 규소 등의 친생물원소, POC, PON, Chl-a 등의 생물량 지표와 표층퇴적물의 유기물량을 조사하였다. 생물군집은 식물플랑크톤 군집, 동물플랑크톤 군집, 저서동물 군집, 어란과 자치어를 포함한 어류 군집을 조사 분석하였다.

생태계 모델 연구는 전년도에 수행하였던 생태계 입력 파라미터 기초자료를 비교 분석하고 보정하였다. 또한 생태계 모델 출력 추정치들의 관리기준점 활용방안을 위해 전남 바다목장 생태계를 구성하는 생물군의 영양단계 추정 및 생태계 구조를 파악하였고, 생태계 모델을 사용하여 바다목장 조성이후 생태계에 어떠한 변화가 있었는지 조사하였다.

자원조사 및 평가 연구는 전남 바다목장 해역인 개도-금오도-안도-연도 일원 해역에서 대표 정점을 정하여 자원조사를 실시하였으며, 주 연구내용으로는 어업실태조사, 서식생물조사, 어업별 자원변동조사, 주요 종의 생태조사 및 자원량 등이며, 2007년에는 어업별 어획량과 시험조업 자료로 주요 수산자원의 조성과 분포량을 조사하고 낚시와 통발어업으로 주요 종의 자원상태를 조사하였다.

해양생태계 먹이망에서 상위를 차지하고 있는 어류의 식성 연구는 수산자원학적 생태를 이해할 수 있는 기초 자료를 제공하기 때문에 자원조성 연구에 중요한 역할을 담당하고 있다. 먹이생물조사는 전남 바다목장 해역에서 방류하는 감성돔과 동 해역에 서식하는 볼락을 대상으로 실시하였으며, 시료는 낚시 등을 이용하여 채집한 다음 실험실에서 위내용물을 조사 하였다.

이용관리 분야 연구의 목적은 여수바다목장 해역 특징과 사회경제적 환경을 감안하여 합리적인 이용관리 체제를 정착시키는 역할에 있다. 2007년의 연구는 2단계 3차년도(2007년 7월)에 수립된 여수바다목장 이용관리체제를 해역 이용 특성을 반영하여 수정 보완하고 이를 토대로 향후 바다목장의 추진방향을 검토하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 첫째 수산자원관리수면 지정, 어업인 관리조직 보완 등 여수바다목장 관리이용시스템의 보완, 둘째 당초 설정된 여수바다목장 모델의 중간 점검, 셋째 바다목장사업의 개념 재평가 및 향후 방향 설정으로 검토하였다.

제2절 어장 및 자원조성

1. 인공어초 효과조사 및 전복방류량 산정연구

가. 서론

바다목장화 사업에 대한 어초어장은 인공어초를 계획적으로 배치하여 조성하는 어장으로 정의되며 수산생물의 섭이장소, 도피처 및 산란장 제공 등의 기능을 가지고 있어 대상으로 하는 수산생물의 위집 효과, 자연 상태의 서식생물 및 방류 자치어의 정착량의 증대와 보호육성 등 자원증식 효과는 물론 대상생물의 어획증대, 조업의 효율화를 도모할 수 있다.

어초어장의 조성에 있어서는 대상해역의 생물생산력 및 주변의 생물적 조건, 물리화학적 조건, 지역의 사회경제적 조건 등은 물론 공학적 조건으로는 어초의 대상생물에 기초한 구조적 조건, 침하 및 매몰 등의 안정조건으로부터 어초어장 조성에 관련된 기본적 요소를 추출하고 필요한 조사를 사전에 실시하여 합리적으로 계획을 수립하여야 하며, 이러한 기본적 요소들을 바탕으로 대상 해역에 적합한 어초 종류 및 어초단위의 선정, 배치계획 수립, 규모책정 등의 세부적인 과정이 수행되어야 한다. 인공어초와 같은 수중구조물이 물속에 시설되면, 어초주변의 흐름 등의 물리적 환경변화로 인하여 발생할 수 있는 해저지반의 거동은 수중 시설물의 안정도에 큰 영향을 미친다. 이는 인공어초 어장이 조성된 후 어획 대상생물에 대해 안전하고 적절하게 어획효율을 높일 수 있는 해역의 선정이 중요한 것을 의미한다. 결과적으로 해양환경이나 해저지형 및 구조물의 안정도, 적절한 어획강도 등을 고려하여 인공어초를 시설하는데 적합한 지역을 찾아내는 기초조사는 인공어초 사업의 성패를 결정짓는 중요한 요인이라 할 수 있다.

수중의 인공구조물은 시설 직후부터 다양한 수산생물에 대한 서식기반을 제공하며 시간이 경과할수록 주변의 암반 생태계와 유사한 생태계 구조를 지니게 되는데 어초의 부착면적과 관련하여 밀접한 상호관계를 유지하는 수산생물은 부착성 저서생물과 해조류, 어류 등이다. 이중 저서동물은 해양의 바닥이나 부착기질에 서식하는 동물을 총칭하는 말로서, 펄, 모래 혹은 암반 등에 매몰되기도 하고 굴(burrow)을 파거나, 관(tube)을 형성하기도 하며, 부착하여 서식하는 모든 종류의 생물을 일컫는다. 저서동물은 거의 대부분이 무척추동물로 구성되어 있으며, 그 크기에 따라 초대형저서동물, 대형저서동물, 중형저서동물, 소형저서동물로 구분한다. 이러한 저서동물이 해양생태계 내에서 가지는 가장 중요한 역할은 유용저어류나 무척추동물의 먹이생물원이 되는 것이다(Daan, 1973; McIntyre, 1978). 따라서 먹이사슬이나 먹이망 등과 같은 해양생태계의 역학관계를 이해하기 위해서는 저서동물에 대한 조사가 반드시 수반되어야 한다. 그리고 저서생물은 퇴적물에서 수괴로의 영양염 재순환에 중요한 매개자 역할을 하며(Bilyard, 1987; Rhoads, 1974) 오염에 따른 생태계 변화를 파악하는데 중요한 수단으로 이용되기도 한다(Pearson and Rosenberg, 1978). 또한 해산 저서식물의 군락 생태는 해양생물 연구에 기본적인 분야로서 생물상 연구와 함께 한 지역의 생물지리학적 관계의 지표가 되고 있으며 해조식생은 천해동물의 자원유지나 증식에 매우 중요한 요인이 되고 있으므로 해조식생의 군락구조를 분석하여 해역의 특징을 파악하고 자원 조성의 목적에 부합될 수 있도록 인공어초 시설과 연계된 집중적인 연구가 필요하다.

2007년도 전남 다도해형 바다목장 사업에 대한 기반시설계획으로 시설될 인공어초 종류와 수량은 2 단상자형장제어초 외 10종으로 총 19기, 620개가 시설될 계획이며 시설해역은 바다목장 내 금오도 남단 동서해역 6개소로 어류형어초와 패조류형어초가 시설될 계획이다. 따라서 본 연구에서는 기존에 투하된 인공어초와의 연계성과 환경특성 및 대상어종의 생태학적인 특성 등을 고려하여 수립된 인공어초 배치 계획을 기초로 어초가 시설될 각 지역을 중심으로 주변해역에 대한 기반조사를 위하여 서식생물상 조사 및 어획조사는 물론 수심, 저질분포특성 등을 조사하였고 해역의 지리적 특성, 어초의 크기 및 기 개발

된 배치모델 등을 고려하여 실질적인 어초시설 위치를 선정하였으며, 기존에 시설된 어초에 대한 효과 조사를 실시하여 향후 인공어초 시설에 대한 효과검증의 기본 자료로 제시하였다.

또한 참전복(*Haliotis discus hannai*)은 산업적으로 매우 중요한 품종으로 1980년대 중반부터 인공종묘 생산기술이 확립되면서 최근까지 마을어장에 방류되어 연안의 자원증대와 어업인 소득향상에 기여하고 있다. 바다목장사업에서도 바다목장 조성해역의 생산성을 향상시키기 위하여 전복방류를 실시하고 있으며 어업인의 소득향상에 기여하고 있다.

전복방류사업은 연안 자원감소와 어업인들의 요구에 의해 막연히 많은 양의 종묘를 방류하면 자원증강 효과가 클 것으로 판단되어 무분별하게 수행되어진 경향이 있으며, 2005년에는 약 400천 마리의 전복이 방류되었으나 방류효과에 대한 과학적인 연구가 부족한 실정이다(그림 2-2-1-1). 전복방류에 대한 효과적인 결과를 도출하기 위해서는 기본적으로 방류해역의 전복자원과 먹이로 이용될 수 있는 해조류 자원 및 이들 해조류에 대한 먹이전환 효율 등을 구명하여 가입해야할 적정 방류량을 산정하여 효율적으로 관리하는 것이 매우 중요하다. 그러나 지금까지는 방류해역에 대한 적정 방류량 산정에 대한 연구를 수행하지 않은 채 진행되어 왔으며, 결과적으로 방류효과에 대한 경제적인 평가가 부실하게 되어진 원인이 되었다.

따라서 본 연구는 전남 다도해 바다목장 해역 내의 4곳의 마을어장(화태, 우학, 안도, 심미)을 선정하여 전복의 먹이로 이용되는 대형해조류 자원과 방류 전 서식하고 있는 전복 자원량 및 해조류 우점종(미역, 감태, 구멍갈파래)에 대한 먹이섭취량과 먹이전환 효율을 조사함으로써 전복 적정방류량을 산정하기 위하여 실시되었다.

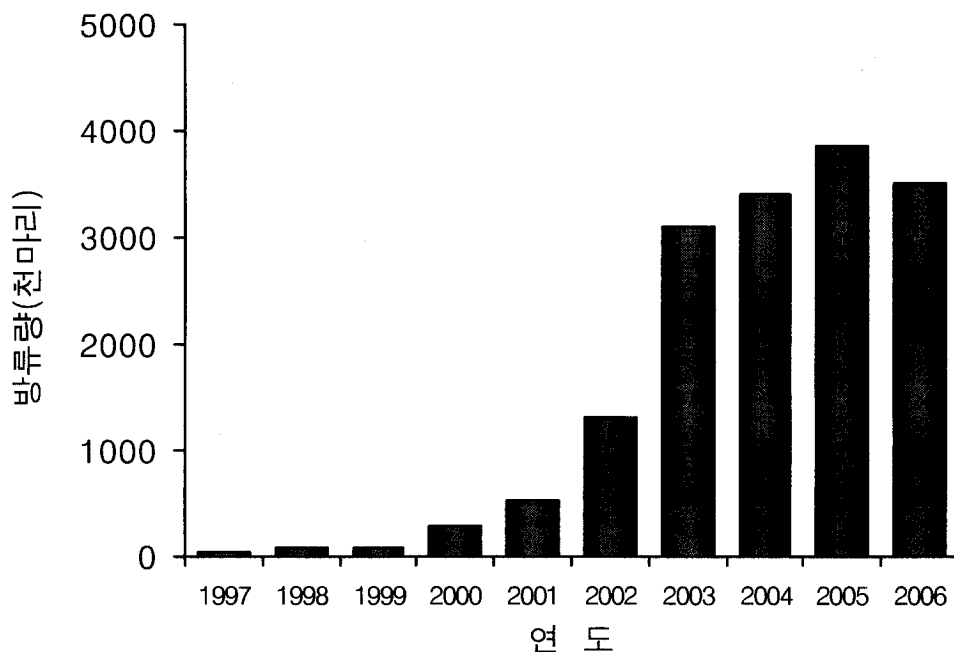


그림 2-2-1-1. 연도별 전복 방류량.

나. 재료 및 방법

1) 인공어초 연구

가) 조사 시기 및 장소

본 조사지역은 금오도 남부 해역으로 우리나라 남해 중앙부에 위치하며 계절에 따라 대만난류, 중국 대륙 연안수, 한국 연안수 등 다양한 수괴의 영향을 받아 매우 복잡한 해양환경 특성을 나타내는 해역으로 조간대는 60~80°의 급경사를 이루고 있으며 저층의 저질은 암반과 니사질로 구성되어 있다. 조사 정점은 2007년도 인공어초(어류형, 패조류형) 시설 예정지 6개소를 선정하였으며(그림 2-2-1-2), 2007년 10~11월에 각 정점에 대한 저질, 서식생물상 및 어획조사를 실시하였다. 또한 기 시설된 인공어초에 대해 잠수 및 어획조사를 통한 효과조사를 실시하였다.

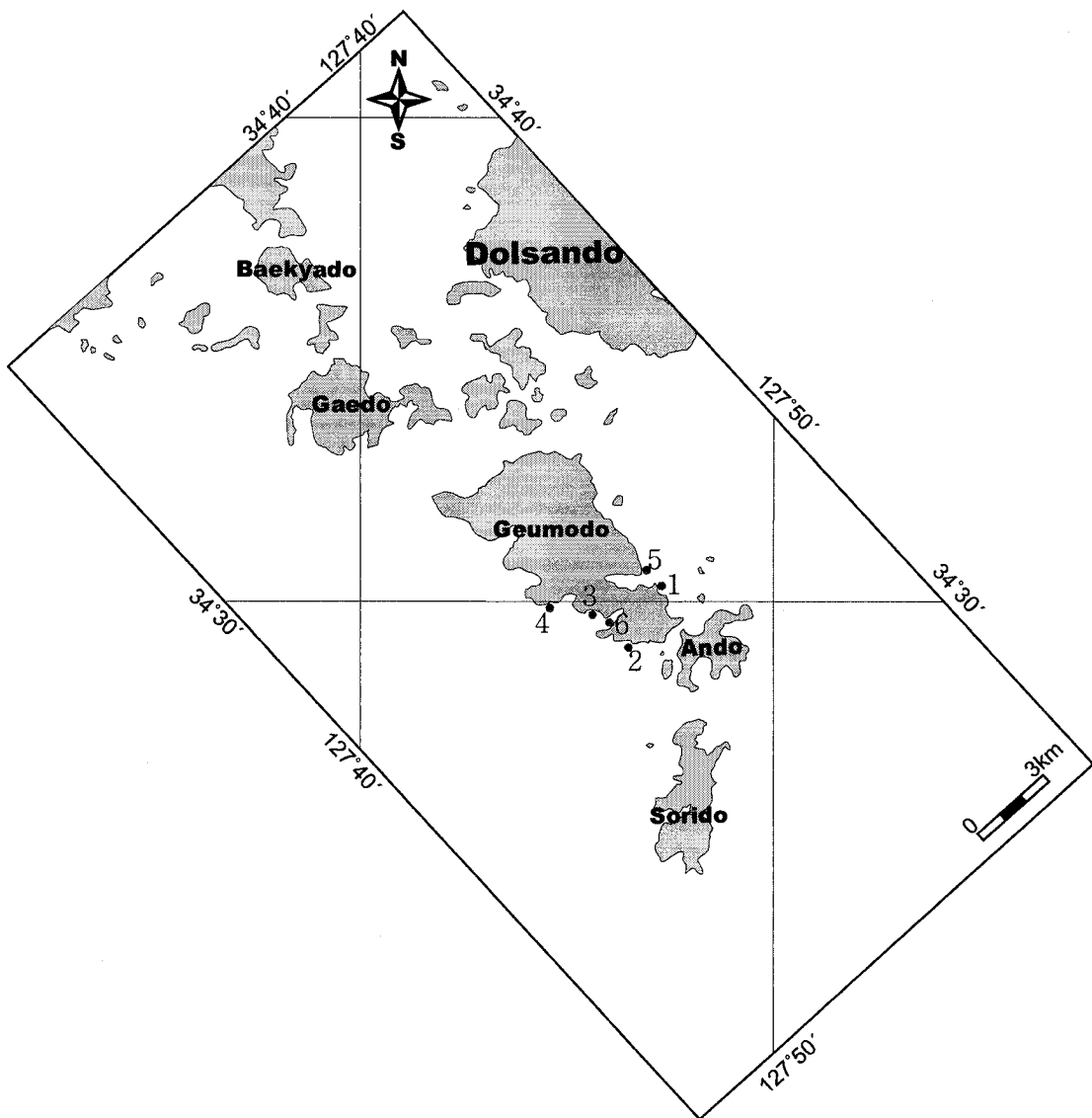


그림 2-2-1-2. 금오도 인근 해역 내 저서동물 조사 정점.

나) 인공어초 시설지 기초조사

(1) 서식생물상 조사

(가) 부착성 저서동물

본 조사는 2007년 10월 전남 다도해형 바다목장 해역 내 인공어초 시설예정지 총 6개 지점에서 실시하였으며 각 정점에 대한 부착생물 시료채취는 잠수사에 의한 스쿠버다이빙(SCUBA diving)을 실시하여 50×50cm 방형구를 이용, 조간대 하부 지점부터 시작하여 조하대에 이르는 지점까지 상, 중, 하로 구분한 후 생물상이 비교적 다양하고 풍부한 지점을 선택하여 칼과 끌 등을 이용하여 채집하였다.

채집된 저서동물의 시료는 최종 농도가 10% 되도록 포르말린을 사용하여 고정하고 실험실로 운반하였다. 채집된 시료는 재차 저서동물만을 선별한 후 실체현미경과 광학현미경 하에서 동물군별로 구분, 가능한 종 수준까지 동정하였으며 이를 다시 계수하였다.

분리 동정된 자료를 이용하여 저서동물 군집의 특성을 설명하는 생태지수로 종다양성지수(Diversity, H' ; Shannon and Weaver, 1963), 종풍부도지수(Richness, R ; Margalef, 1958), 종균등도지수(Evenness, J ; Pielou, 1966), 우점도지수(Dominance, D ; McNaughton, 1968)를 정점별로 산출하였다. 각 지수의 계산식은 다음과 같다.

종다양성지수: $H' = - \sum P_i \times \ln(P_i)$
Pi: i번째 종의 점유율

종풍부도지수: $R = (S-1)/\ln(N)$
S: 출현종수
N: 총출현개체수

종균등도지수: $J = H'/\ln(S)$

우점도지수: $D = (Y1+Y2)/Y$
Y: 총 개체수
Y1: 첫 번째 우점종의 개체수
Y2: 두 번째 우점종의 개체수

또한 정점간 종조성의 유사도에 기초하여 조사지역을 구분하기 위하여 집괴분석(cluster analysis)을 실시하였다. 이때 사용한 자료는 전 출현종을 대상으로 하였고, 정점간 유사도지수는 Bray-Curtis 유사도지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하였으며, 정점간 결합 시 group average 모드를 사용하였다. 이때 자료의 편중을 피하기 위하여 이중제곱근변환($\sqrt{\sqrt{}}$) 자료를 이용하였다. 그리고 다차원척도법(Multi-Dimensional Scaling; MDS)을 이용하여 정점군을 구분하고 각 정점군의 생태적 특성을 파악하였다. 집괴분석과 MDS를 통해 구분되어진 각 정점군간 유사성에 기여하는 종(discriminating species)을 파악하기 위하여 SIMPER 분석을 실시하였다(Clarke and Warwick, 2001). 자료의 통계처리에는 Primer ver. 5.0 package를 사용하였다.

(나) 해조류

인공어초 시설예정지 6개 해역에 대한 출현종의 종조성 등 해조류의 생태적 특성을 구명하기 위하여 2007년 10월 소조 시에 각 조사 정점의 조간대에서 조하대에 이르기까지 해조류가 분포하고 있는 암반

층을 따라 SCUBA diving에 의해 시료를 채집하였으며, 채집된 시료는 냉장 보관하여 실험실로 운반 한 후 분류·동정하였다.

해조류의 수직분포는 조간대를 상부, 조하대 수심 1~3m을 중부, 조하대 수심 4~6m을 하부로 구분하였으며 시료채취는 선상법(line transect method)으로 수직별 해조류 출현종으로 나타내었으며 50×50cm의 크기의 방형구를 이용하여 빈도와 피도에 의한 우점도를 조사하였다. 현존량은 방형구내의 해조류를 끝갈을 이용하여 전량을 채취하여 실내에서 담수로 세척한 후 종별 습중량을 측정하였으며 수심별 종조성, 착생밀도 및 생물량을 조사하였다. 또한 조사의 정확성을 위해 수중 카메라와 비디오 촬영 자료를 이용하여 실내에서 비교, 분석하였다.

(다) 자망에 의한 어획 생물상

인공어초 시설예정지에 대한 각 지점별 어류의 종조성 및 어획량 조사를 위하여 2007년 10월 자망 어업선을 이용하여 어획조사를 실시하였다. 어획시험에 사용된 어구는 삼중자망(4×70m/폭)으로 사용 어구 수는 각 조사 정점당 2폭씩을 사용하였다. 삼중자망의 투망은 어류의 섭이 활동이 왕성한 일몰전후에 실시하였고, 양망은 익일 일출시간을 전후에 실시하였다. 각 지점에서 어획된 어획물은 종류별로 분류하였으며, 각 정점별 출현 개체수 및 어획량을 비교하였다.

(2) 인공어초 시설위치 제시

2007년도 전남 바다목장 해역 내 시설될 인공어초의 정확한 투하 위치를 결정하기 위하여 시설예정지 6개소에 대한 저질 조사를 실시하였다. 저질 시료의 채취는 piston core (80cm)를 이용하였고 각 지점별로 5~6개의 정점을 선정하여 시료를 채취하였으며 채취된 시료 중 인공어초 시설과 관련하여 매물의 가능성이 있는 연성니질을 제외한 조립질 시료만을 실험실로 운반하여 체가름과 피펫팅 분석법을 통하여 입도를 분석하였다. 수심도와 해저지형도는 국립해양조사원에서 발간한 수치해도를 이용하여 3D 지형모델링 소프트웨어인 SURFER 8을 이용, Kriging 보간법을 통하여 작성하였다.

인공어초 시설 위치는 바다목장 조성해역의 지리적 특성과 해역 내 기존 시설된 인공어초와의 연계성 및 바다목장 대상어종의 이동 등 생태학적 특성을 고려하여 적정 위치를 선정 제시하였다.

다) 시험어초 효과조사

본 연구에서 조사된 시험어초는 바다목장화 사업을 위하여 개발된 다목적강제어초(Multipurpose Steel Artificial reef)와 점보강제어초(Jumbo Steel Artificial reef) 2종으로서 2005년 5월에 안도 이야포만 해역 내에 시설한 것이다. 조사 정점은 총 4개 지점으로 2종의 강제어초와 함께 효과검증과 비교를 위해 동일 해역 내의 자연암반 지역과 시설이 되어 있지 않은 대조구에 대해서도 실시하였다(그림 1-1-3). 효과 조사는 각 조사 정점에서 잠수 및 자망을 이용하여 출현종, 출현 개체수 및 생체량 등을 조사하였다.

조사는 2007년 11월에 자망 어업선과 잠수사를 이용하여 실시하였으며 어획시험에 사용된 어구는 삼중자망(4×70m/폭)으로 1회 사용 어구 수는 각 조사 정점당 2폭씩을 사용하였다. 삼중자망의 투망은 일몰전후에 실시하였고, 양망은 익일 일출시간을 전후에 실시하였다. 채집된 시료는 선상에서 개체수와 생체량을 계수·계측하였으며 일부는 10% 중성포르말린으로 고정하여 실험실에서 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 잠수관찰은 각 조사정점에서 2명의 수중잠수 조사원이 잠수하여 관찰한 생물 및 개체수를 수중에서 기록하고 조사된 결과의 평균값을 산출하였다.

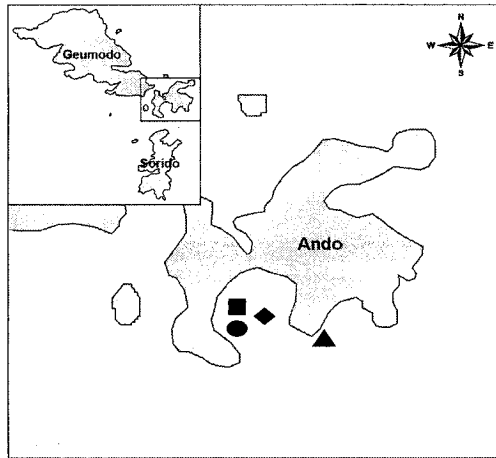


그림 2-2-1-3. 시험어초 어획효과 조사지점.

■: Jumbo steel artificial reef (JAR), ●: Multipurpose steel artificial reef (MAR),
▲: Natural reef (NR), ◆: Control

2) 해중림 효과조사

가) seedbank 시설 상태조사

본 조사지역은 바다목장 해역 내에 위치한 남면 안도 이야포 만으로 2007년 3월에 만의 안쪽 북서부 지점에 해중림 조성을 목적으로 한 seedbank가 시설된 지역이다. 해중림 조성용 시설물에 대한 효과검증을 위하여 기 시설된 부류연승식 seedbank (50m×60m×4m)에 대한 시설 상태와 해중림 조성 대상으로 이식된 다년생 대형 갈조류인 곱피, 감태, 다시마, 모자반에 대한 부착여부 등을 조사하였다(그림 2-2-1-4).

나) seedbank 시설해역 해조류 실태조사

2006년도 바다목장 사업에 의해 기 시설된 1차 seedbank에 대한 해중림 조성효과 파악과 함께 동해역의 서남단에 시설될 2차 seedbank 주변 암반지역의 해조류 실태조사를 위하여 시설물과 가장 근접한 지역 3 정점을 선정하였으며 조사 방법은 위의 인공어초 시설예정지 해조상 조사와 동일한 방법으로 실시하였다(그림 2-2-1-5).

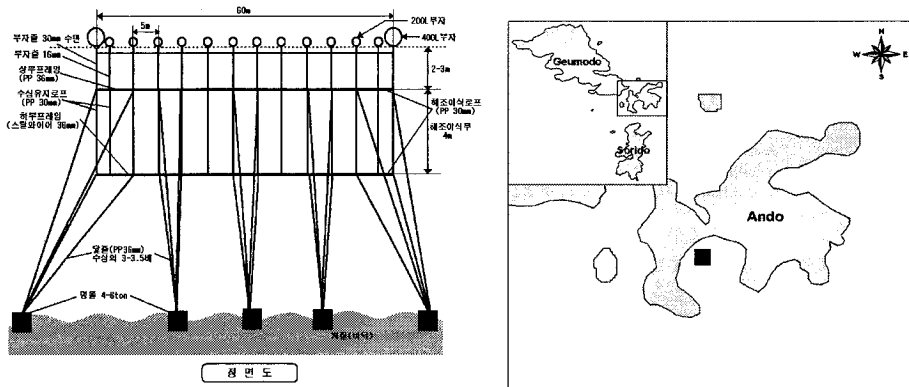


그림 2-2-1-4. 2006년도 사업 1차 시설된 seedbank 정면도 및 시설 위치.

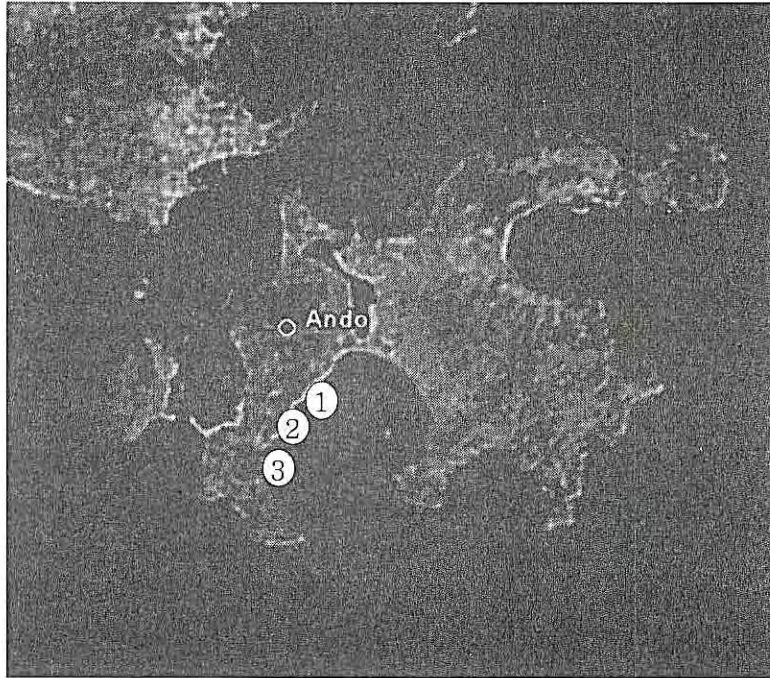


그림 2-2-1-5. seedbank 시설해역 해조류 실태조사 위치도.

3) 전복 적정 방류량 산정 연구

가) 전복 및 해조자원 조사

전복 및 해조자원 조사는 전남 바다목장 해역 중 화대, 우학, 안도, 심미어촌계의 마을어장을 선정하여 수행하였다(그림 2-2-1-6). 2007년 10월, 11월 및 12월에 3회에 걸쳐 스쿠버다이빙을 통하여 각 조사해역에서 약 5m 수심까지 6개의 정점을 설정하고 1×1m 방형구 속에 모든 서식생물을 채집하였다. 또한 수중촬영장비(HDV-ZIN, C-5060WZ)를 이용하여 수중영상을 분할 처리하여 분석하였으며, 채집된 참전복과 보라성게 및 해조류는 현장에서 5% 중성포르말린으로 고정시킨 후, 실험실로 운반하여 동정과 분류하였으며 단위면적당 출현종과 출현량 및 각 어촌계 마을어장의 현존량을 면적법으로 환산하여 결과를 도출하였다. 해조류의 동정과 분류는 강(1968)과 Arasaki (1981)를 따랐다.

나) 먹이전환효율 구명

먹이전환효율 조사는 2007년 11월 10일부터 12월 13일까지 올해 생산된 참전복 종묘(평균각장 2.07±1.86cm, 평균전중 1.74±0.6g)와 대표적인 조식동물인 보라성게(평균각경 4.64±3.61cm, 평균전중 38.3±9.03g)를 이용하여 실시하였다. 먹이는 전복의 먹이로 가장 많이 사용하고 있는 미역과 전남바다목장해역에서 우점종으로 나타난 감태, 구멍갈파래를 이용하였다.

실험수조는 100L 사각 FRP 수조를 이용하여 참전복과 보라성게 수조로 구분하였으며, 각각 미역, 감태, 구멍갈파래 실험구와 이들 3종의 해조류를 혼합한 실험구 4개로 구분하여 수조 당 참전복은 100 마리, 보라성게는 20 마리를 수용하였다. 먹이공급은 참전복 수조에는 해조류 1kg를 공급하여 일주일후에 남겨진 먹이량을 측정하였으며, 다시 신선한 먹이를 같은 양으로 공급하였다. 보라성게 수조는 해조류 2kg를 공급하였으며 공급과 측정방법은 참전복과 동일하였다. 또한 하나의 수조에 미역, 감태, 구멍갈파래만을 수용하여 자연적으로 용해된 해조량을 구하였다. 본 실험은 유수식으로 수행하였고, 유수량은 50 L/min. 정도였다. 수조 청소는 일주일 간격으로 하였으며, 수조 내에 실시간 수온 측정 장치를 설치



그림 2-2-1-6. 전남 바다목장 해역의 전복 및 해조류 자원조사 정점.

하여 30분 간격으로 수온변화를 측정하였다. 참전복과 보라성게의 성장은 실험개시 시와 종료 시 측정하였으며, 폐사개체는 매일 확인하였으며, 생존율은 실험 종료 시 환산하였다.

먹이전환효율 = {(최종 총 체중 - 최초 총 체중 + 폐사개체 체중) / 먹이섭취량} × 100
의 공식으로 구하였다.

다) 직접 방류량 산정

조사해역의 참전복 방류량 산정을 위하여 4곳 마을어장의 면적을 조사하였으며, 현존하는 전복의 자원량과 먹이로 이용될 수 있는 대형해조류 자원량을 조사하였다. 또한 실내에서 조사한 참전복과 보라성게의 먹이섭취량, 먹이전환효율을 3종의 해조류를 이용하여 조사한 결과를 이용하여, 참전복 자원량과 새로 가입 가능한 양을 산정하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 인공어초 연구

가) 인공어초 시설지 기초조사(서식생물상)

(1) 부착성 저서동물

(가) 저서동물의 출현종수 및 서식밀도 분포

본 연구 지역 내 위치한 6개 정점에서 채집된 저서동물의 출현종수 및 평균 서식밀도는 표 2-2-1-1과 같다. 전체 조사 해역을 대상으로 모두 61종의 저서동물이 채집되었고, 39개체/m²의 평균 서식밀도를 나타내었으며 평균 생물량은 359.5g wt/m²이었다. 이를 주요 동물군별로 살펴보면, 연체동물(Mollusca)이 31종으로 가장 많은 종이 채집되었고, 다음은 다모류(Polychaeta) 10종, 절지동물(Arthropoda) 9종, 극피동물(Echinodermata) 6종, 척삭동물(Chordata) 3종 등의 순으로 채집되었다. 출현 개체수, 즉 서식밀도에

서도 연체동물이 20.7개체/m²로 가장 높은 서식밀도를 나타내었고, 전체 출현한 저서동물의 52.5%를 차지하였다. 다음은 절지동물이 11.7개체/m²의 평균 서식밀도를 나타내었고, 전체 출현 개체수의 29.7%를 차지하였다. 다음은 극피동물(3.8개체/m², 9.7%), 척색동물(1.4개체/m², 3.8%) 등의 순으로 우점 출현하였다. 동물군별 생물량에 있어서도 연체동물이 166.4g wt/m²으로 가장 높은 생물량을 나타내었고, 전체 저서동물의 46.3%를 차지하였다. 다음은 극피동물이 100.2g wt/m²으로 전체 출현한 저서동물 습중량의 27.9%를 차지하였다. 다음은 척색동물이 87.7g wt/m²(24.4%), 절지동물이 3.5g wt/m²(1.0%) 등의 순으로 나타났다.

표 2-2-1-1. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물 군집의 생태적 특성

생태적 요소 (Ecological parameters)	평 균		
대형저서동물			
총 출현종수	61.0		
평균 서식밀도(개체/m ²)	39.0		
평균 생물량(g wt/m ²)	359.5		
주요 동물군	출현종수	서식밀도(개체/m ²)	생물량(g wt/m ²)
다모류	10	1.3(3.2)	0.3(0.1)
연체동물	31	20.7(52.5)	166.4(46.3)
절지동물	9	11.7(29.7)	3.5(1.0)
극피동물	6	3.8(9.7)	100.2(27.9)
척색동물	3	1.4(3.8)	87.7(24.4)
기타	2	0.1(4.9)	1.4(0.3)
생태지수			
다양도지수(H')	1.68±0.57		
풍부도지수(R)	2.69±0.97		
균등도지수(J)	0.75±0.21		
우점도지수(D)	0.60±0.20		

※ ()안의 값은 백분율을 의미함.

위의 결과에서와 같이 전반적으로 출현종수, 서식밀도 및 생물량의 관점에서 모두 연체동물이 가장 우점하는 동물군인 것으로 나타났다. 그리고 서식밀도는 비교적 낮은 값을 보였던 극피동물이나 척삭동물이 생물량의 관점에서는 상대적으로 높은 점유율을 보였는데, 이는 극피동물이나 척삭동물의 단일 개체당 중량이 연체동물에 비해 높기 때문인 것으로 보인다. 각 정점별로 생태지수를 산출한 결과, 종다양도지수는 1.68 ± 0.57 , 풍부도지수는 2.69 ± 0.97 , 균등도지수는 0.75 ± 0.21 , 그리고 우점도지수는 0.60 ± 0.20 이었다.

각 정점별 저서동물의 출현종수, 서식밀도 및 생물량의 공간적 분포양상은 그림 2-2-1-7~9와 같다. 먼저 출현종수에 있어 공간적 분포는 전반적으로 금오도 서측 해역에 위치한 정점들에서 상대적으로 높은 출현종수를 나타내었다(그림 2-2-1-7). 즉, 금오도와 안도의 서측 해역에 위치하는 정점 2에서 30종으로 가장 많은 저서동물이 채집되었고, 금오도 서측 중앙부에 위치하는 정점 4에서도 27종이 채집되었다. 금오도 동측 해역에 위치한 정점 1에서도 25종으로 비교적 높은 출현종수를 나타내었다. 이를 제외한 정점 3, 5, 6에서는 13종~19종 내외의 출현종수를 나타내었다.

서식밀도에 대한 공간적 분포를 살펴보면(그림 2-2-1-8), 저서동물의 출현종수 분포와는 다소 상이한 경향을 나타내었다. 즉, 상대적으로 적은 종이 출현하였던 금오도 동측 해역에서 높은 서식밀도를 보인 반면, 서측 해역에서는 다소 낮은 서식밀도를 나타내는 양상이었다. 이를 세부적으로 살펴보면, 금오도 동측에 위치한 정점 1에서 90개체/ m^2 으로 가장 높은 서식밀도를 나타내었고, 이를 제외한 나머지 정점들에서는 18~51개체/ m^2 의 서식밀도를 보였다. 그러나 정점 1에서의 이와 같은 높은 서식밀도는 따개비류 *Balanus* sp.가 정점 1에서만 46개체/ m^2 의 매우 높은 서식밀도로 출현하는데 기인하였다. 이를 감안한다면 서식밀도의 경우 정점별로 뚜렷한 차이를 보이지는 않고 고르게 분포하는 경향이라 할 수 있다.

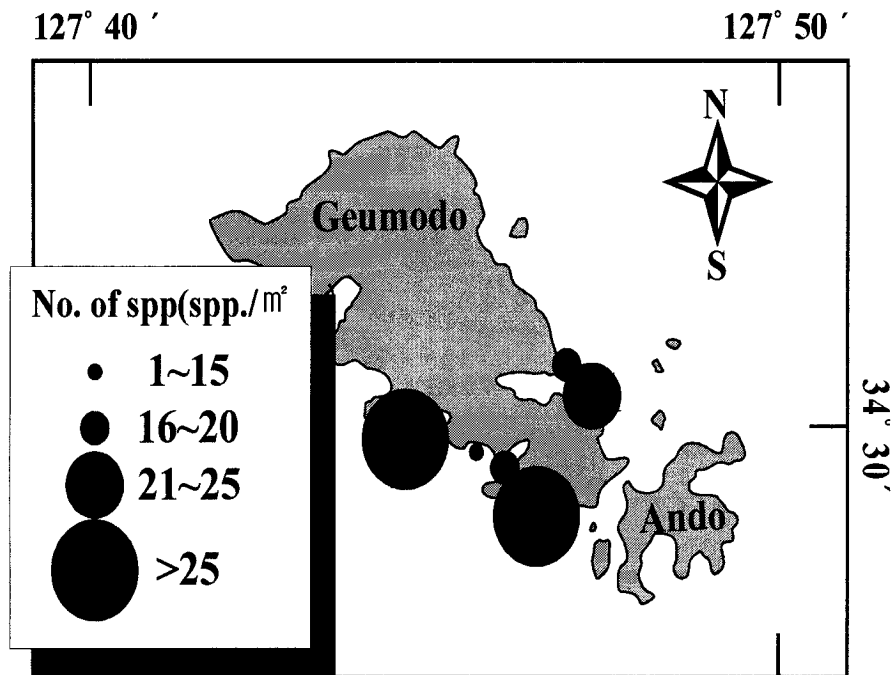


그림 2-2-1-7. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물의 출현종수 분포.

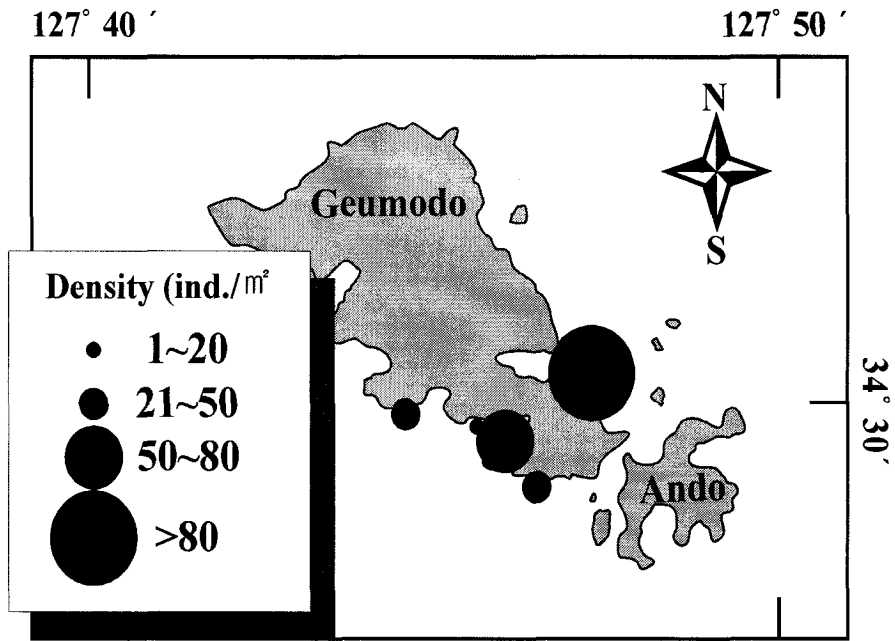


그림 2-2-1-8. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물의 서식밀도 분포.

생물량의 공간적 분포를 살펴보면(그림 2-2-1-9), 금오도 서측 중앙부에 위치한 정점 4에서 768.0g wt/m²으로 가장 높은 생물량을 나타내었던 반면, 상대적으로 육지 깊숙이 위치하고 있는 정점 3과 정점 6에서는 각각 160.0g wt/m², 88.8g wt/m²으로 낮은 생물량을 나타내었다. 이상의 결과를 전반적으로 살펴보면, 상대적으로 육지 깊숙이 위치하고 있는 정점 3과 정점 6에서 출현종수와 서식밀도, 그리고 생물량 모두 비교적 낮은 값을 보이는 경향이였다. 이를 제외한 다른 해역에 위치한 정점들에서는 낮고 높음에는 다소 차이가 있으나 비교적 유사한 경향을 보이는 양상이였다.

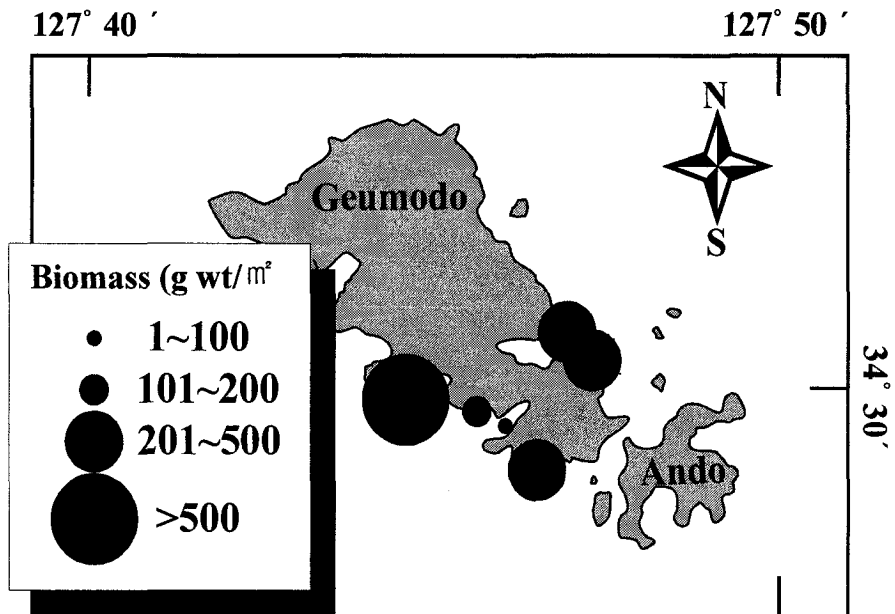


그림 2-2-1-9. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물의 생물량 분포.

본 연구 지역 내에서 채집된 저서동물의 출현종수, 서식밀도 및 생물량을 각 정점별로 세분하여 살펴보면 표 2-2-1-2와 같다. 상대적으로 많은 종이 출현하였던 정점 2의 경우, 출현종수는 상, 중, 하부 각각 13종, 13종, 11종으로 유사하였으나, 상부에는 연체동물이, 중부에서는 절지동물과 극피동물이, 그리고 하부에는 다모류가 우점하여 출현하면서 비교적 뚜렷하게 생물상의 차이를 나타내어 전체적으로 많은 종이 채집되었던 것으로 보여진다. 상대적으로 높은 서식밀도를 보였던 정점 1의 경우, 상부에서는 두드럭고둥 *Reishia bronni*가 75개체/m²으로 출현하였고, 중부와 하부에서는 따개비류 *Balanus* sp.가 각각 58개체/m², 81개체/m²의 서식밀도를 나타내어 전체적으로 높은 서식밀도를 보인 것으로 나타났다. 그리고 가장 높은 생물량을 나타내었던 정점 4의 경우, 단일 개체당 중량이 비교적 높은 이매패류의 출현에 기인하였다. 즉, 상부와 중부에서는 담치류(mussel)가 각각 234.9g wt/m², 520.0g wt/m², 중부와 하부에서는 굴류(oyster)가 각각 700.0g wt/m², 103.5g wt/m²의 생물량을 나타내었다. 따라서 담치류와 굴류가 혼재하여 출현한 중부의 경우 생물량은 1,445.0g wt/m²으로 매우 높은 것을 알 수 있었다.

표 2-2-1-2. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물 군집의 각 정점별 생태적 특성

정점	상			중			하		
	출현종수	서식밀도	생물량	출현종수	서식밀도	생물량	출현종수	서식밀도	생물량
1	11	88	515.5	16	89	291.1	8	93	219.8
2	13	42	310.9	13	39	792.6	11	23	338.9
3	6	25	204.1	7	20	195.1	6	10	80.7
4	9	13	284.5	11	17	1,445.0	19	41	574.5
5	12	19	444.2	7	22	269.0	5	16	239.6
6	8	25	54.2	7	101	64.2	12	27	148.0

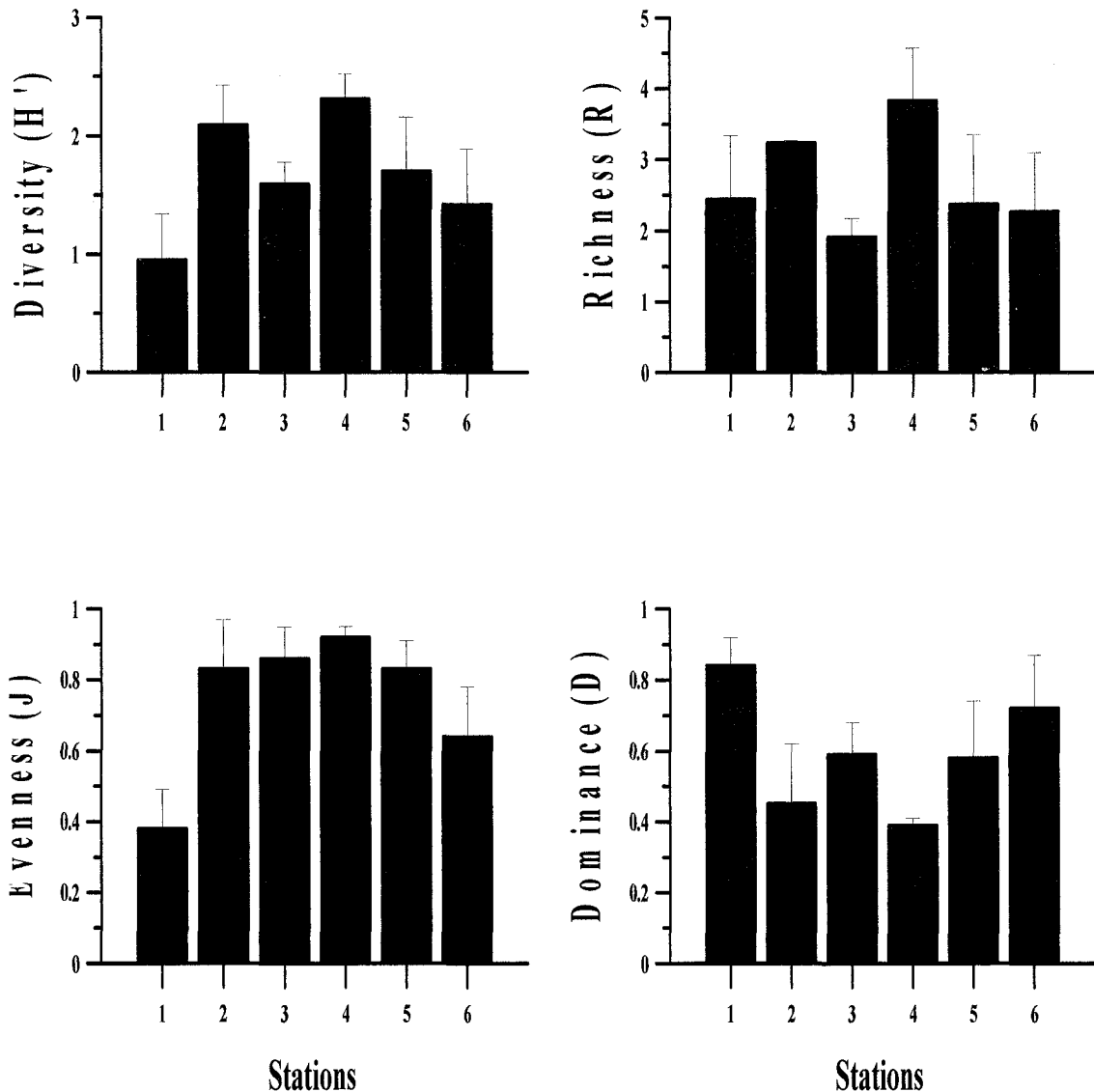


그림 2-2-1-10. 금오도 인근 해역에서 채집된 저서동물 군집의 종조성에 근거하여 산출된 각 정점별 생태지수(Diversity(H'): 다양도지수, Richness (R): 풍부도지수, Evenness (J): 균등도지수, Dominance (D): 우점도지수).

저서동물군집의 특성을 설명할 수 있는 생태지수를 각 정점별로 세분하여 살펴보면 그림 2-2-1-10과 같다. 다양도지수의 경우 정점 2와 정점 4에서 각각 2.09 ± 0.33 과 2.31 ± 0.21 로 상대적으로 높았고 정점 1에서 0.95 ± 0.39 로 가장 낮았다. 풍부도지수 역시 정점 2와 정점 4에서 각각 3.23 ± 0.04 , 3.83 ± 0.74 로 가장 높았고, 정점 3에서 1.91 ± 0.26 으로 가장 낮았다. 균등도지수의 경우는 정점 1에서 0.38 ± 0.11 로 가장 낮았으며, 이를 제외한 다른 정점들에서는 대체적으로 유사한 경향이였다. 그리고 우점도지수의 경우, 상대적으로 균등도지수가 낮았던 정점 1에서 0.84 ± 0.08 로 가장 높은 값을 보여 이 곳에서 특정 종에 의한 극우점 현상이 뚜렷하게 나타나고 있음을 반영하였다.

(2) 우점종

조사해역에서 채집된 저서동물 중 전체 출현 개체수에 대해 1% 이상을 차지하는 우점종을 살펴보면

표 2-2-1-3과 같다. 1% 이상을 차지하는 우점종은 모두 15종이었다. 이중 복족류가 7종으로 가장 많았고, 갑각류가 3종, 극피동물과 척삭동물이 각 2종, 그리고 이매패류가 1종이었다. 최우점종은 따개비류 *Balanus* sp.로 전체 출현개체수의 22.8%를 차지하였고 9개체/m²의 평균서식밀도를 나타내었다. 다음은 복족류인 두드럭고둥 *Reishia bronni*로 19.4%를 차지하였고 7.7개체/m²의 평균서식밀도를 나타내었다. 다음은 얼룩고둥 *Cantharidus callichroa* (5.1개체/m², 12.8%), 별불가사리 *Asterina pectinifera* (2.1개체/m², 5.2%), 흰삿갓조개 *Acmaea pallida* (1.0개체/m², 2.5%), 둥근성게 *Stronglyocentrotus nudus* (1.0개체/m², 2.5%), 구멍뿔고둥 *Chlorostoma argyrostoma turbinata* (0.9개체/m², 2.3%), 돌멍게 *Pyura michaelsensi* (0.8개체/m², 2.1%), 뿔소라류 *Muricidae indet.* (0.7개체/m², 1.8%) 등의 순으로 우점 출현하였다.

전체 생물량 중 1% 이상을 차지하는 우점종은 표 2-2-1-4와 같다. 생물량 관점에서 1% 이상을 차지하는 우점종은 모두 14종이었다. 이중 복족류가 6종으로 가장 많았고, 극피동물과 이매패류가 각각 3종, 그리고 척삭동물이 2종이었다. 가장 높은 생물량을 나타낸 종은 굴류(oyster)로 전체 생물량의 16.1%를 차지하였고 58.0g wt/m²의 평균 생물량을 나타내었다. 다음은 별불가사리 *Asterina pectinifera* (57.3g wt/m², 15.9%), 돌멍게 *Pyura michaelsensi* (52.2g wt/m², 14.5%), 진주담치 *Mytilus edulis* (41.9g wt/m², 11.7%), 우렁쉥이 *Halocynthia roretzi* (35.0g wt/m², 9.7%) 등의 순으로 우점 출현하였다.

표 2-2-1-3. 조사해역의 저서동물 중 출현개체수의 1% 이상을 차지하는 우점종

종 명	분류군	평균 서식밀도(%) [개체/m ²]
<i>Balanus</i> sp.	Cr	9.0(22.8)
<i>Reishia bronni</i>	G	7.7(19.4)
<i>Cantharidus callichroa callichroa</i>	G	5.1(12.8)
<i>Asterina pectinifera</i>	E	2.1(5.2)
<i>Acmaea (Niveotectura) pallida</i>	G	1.0(2.5)
<i>Stronglyocentrotus nudus</i>	E	1.0(2.5)
<i>Chlorostoma argyrostoma turbinata</i>	G	0.9(2.3)
<i>Pyura michaelsensi</i>	Ch	0.8(2.1)
Muricidae indet.	G	0.7(1.8)
<i>Pagurus</i> sp.	Cr	0.7(1.7)
<i>Ergaea walshi</i>	G	0.6(1.4)
<i>Cardita leana</i>	B	0.6(1.4)
<i>Pilumnus</i> sp.	Cr	0.6(1.4)
<i>Halocynthia roretzi</i>	Ch	0.6(1.4)
<i>Omphalius rusticus</i>	G	0.4(1.1)

* B: bivalvia (이매패류), Ch: chordata (척삭동물), Cr: crustacea (갑각류), E: echinodermata (극피동물),
G: gastropoda (복족류)

표 2-2-1-4. 조사해역의 저서동물 중 총 생물량의 1% 이상을 차지하는 우점종

종 명	분류군	평균 생물량(%) [g wt/m ²]
Osteridae indet.	B	58.0(16.1)
<i>Asterina pectinifera</i>	E	57.3(15.9)
<i>Pyura michaelsoni</i>	Ch	52.2(14.5)
<i>Mytilus edulis</i>	B	41.9(11.7)
<i>Halocynthia roretzi</i>	Ch	35.0(9.7)
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	E	33.5(9.3)
<i>Reishia bronni</i>	G	24.6(6.8)
<i>Acmaea (Niveotectura) pallida</i>	G	8.0(2.2)
<i>Asterias amurensis</i>	E	8.0(2.2)
<i>Haliotis (Nordotis) discus discus</i>	G	6.2(1.7)
<i>Chlorostoma argyrostoma turbinata</i>	G	5.9(1.6)
<i>Ostrea denselamellosa</i>	B	5.6(1.5)
<i>Omphalius rusticus</i>	G	5.3(1.5)
<i>Ceratostoma foumieri</i>	G	4.3(1.2)

* B: bivalvia (이매패류), Ch: chordata (척삭동물), E: echinodermata (극피동물), G: gastropoda (복족류)

이상에서와 같이 각 우점종별 공간적 분포 양상을 살펴보면 그림 2-2-1-11~20과 같다. 먼저 서식밀도 관점에서 상위 우점종의 분포 양상을 살펴본 결과, 먼저 최우점 출현하였던 따개비류 *Balanus* sp.는 정점 1에서만 139개체/m²으로 극우점 출현하는 경향을 보였다(그림 2-2-1-11). 이를 제외한 다른 정점에서는 비교적 소량으로 고르게 분포하였다. 두 번째 우점종인 두드럭고둥 *Reishia bronni*의 경우도 따개비류와 유사한 경향으로 정점 1에서만 75개체/m²로 극우점 출현하는 경향이었고, 이를 제외한 다른 정점에서는 비교적 고르게 분포하는 양상을 나타내었다(그림 2-2-1-12). 세 번째 우점종인 얼룩고둥 *Cantharides callichroa callichroa*는 정점 6에서만 90개체/m²으로 극우점 출현하였고, 정점 2에서는 1개체/m²만이 출현하였을 뿐이었고, 이를 제외한 다른 정점에서는 전혀 출현하지 않았다(그림 2-2-1-13). 네 번째 우점종인 별불가사리 *Asterina pectinifera*는 정점간 뚜렷한 차이 없이 전 정점에서 4~9개체/m² 범위의 변동을 보이며, 비교적 소량으로 고르게 분포하는 특징을 보였다(그림 2-2-1-14). 그리고 다섯 번째 우점종인 흰삿갓조개 *Acmaea (Niveotectura) pallida*는 정점 2와 정점 4에서는 출현하지 않았으나 이를 제외한 다른 정점들에서는 비교적 유사하게 분포하는 경향을 나타내었다(그림 2-2-1-15).

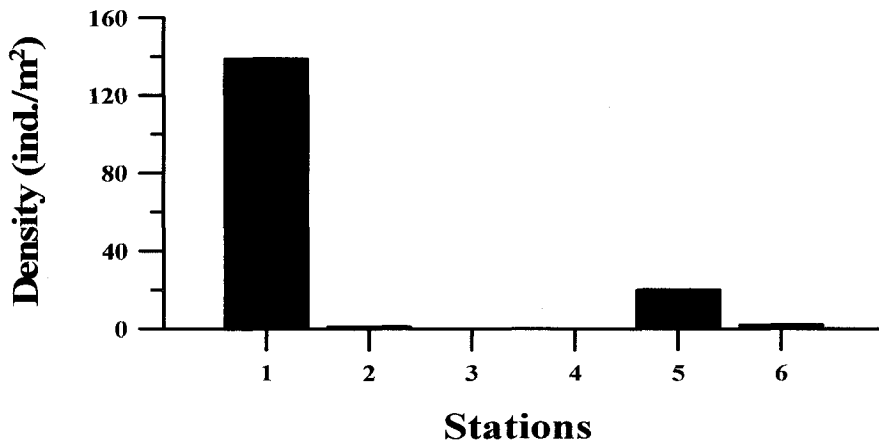


그림 2-2-1-11. 출현 개체수에 대한 우점종, 따개비류 *Balanus* sp.의 서식밀도 분포.

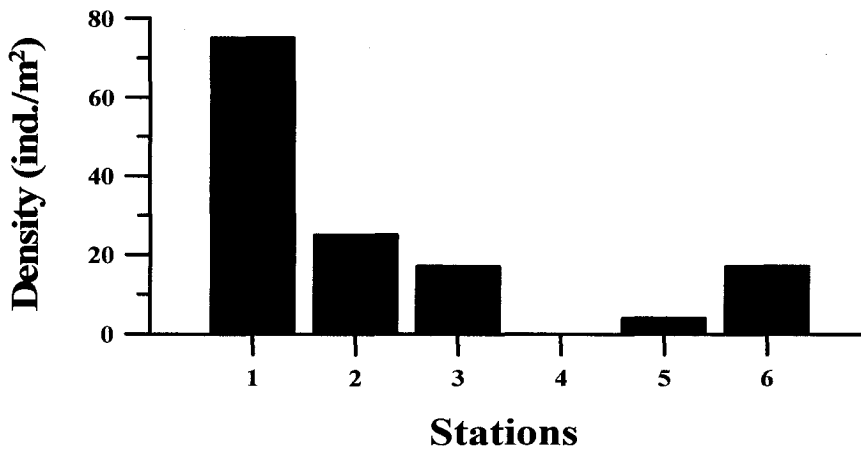


그림 2-2-1-12. 출현 개체수에 대한 우점종, 두드럭고둥 *Reishia bronni*의 서식밀도 분포.

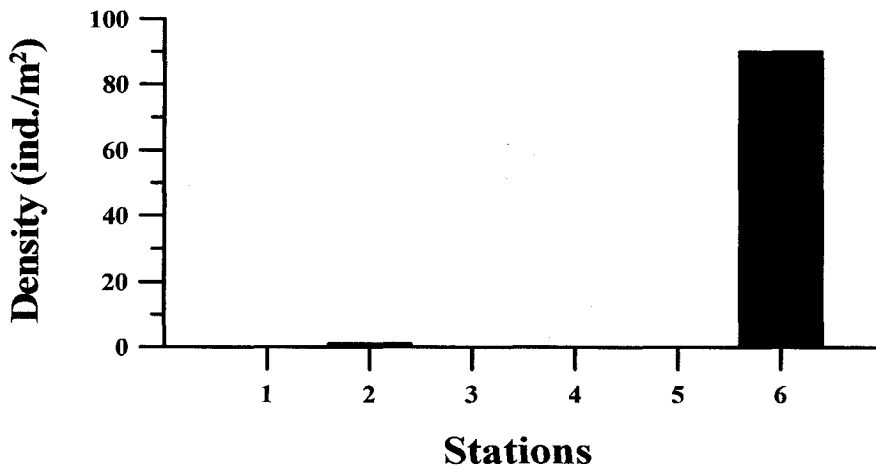


그림 2-2-1-13. 출현 개체수에 대한 우점종, 일룩고둥 *Cantharidus callichroa callichroa*의 서식밀도 분포.

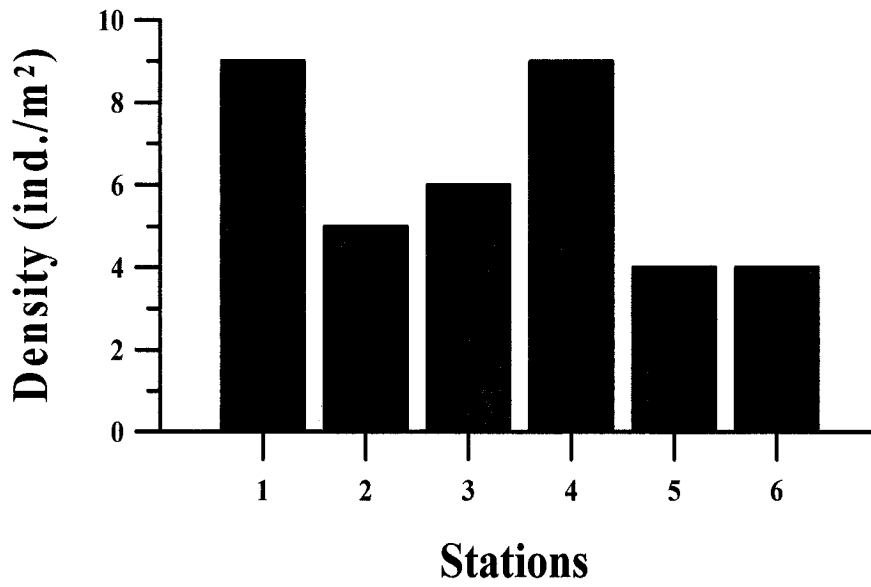


그림 2-2-1-14. 출현 개체수에 대한 우점종, 별불가사리 *Asterina pectinifera*의 서식밀도 분포.

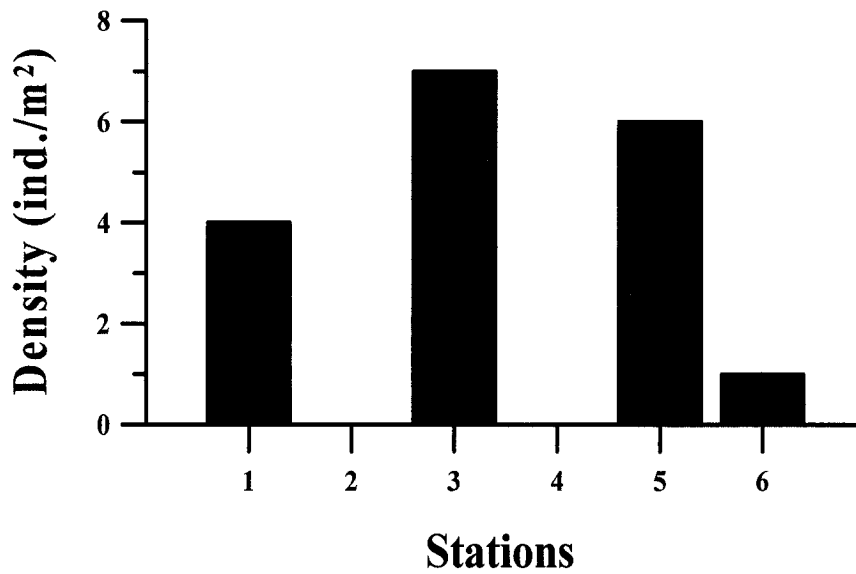


그림 2-2-1-15. 출현 개체수에 대한 우점종, 흰삿갓조개 *Acmaea (Niveotectura) pallida*의 서식밀도 분포.

생물량 관점에서의 상위 우점종들의 공간적 분포 양상을 살펴보면, 먼저 최우점하였던 굴류 *Ostreidae* indet.의 경우(그림 2-2-1-16), 정점 4에서 803.5g wt/m²로 가장 높은 생물량을 나타내었고, 정점 2에서 240g wt/m²을 나타내었으며, 이를 제외한 다른 정점에서는 출현하지 않았다.

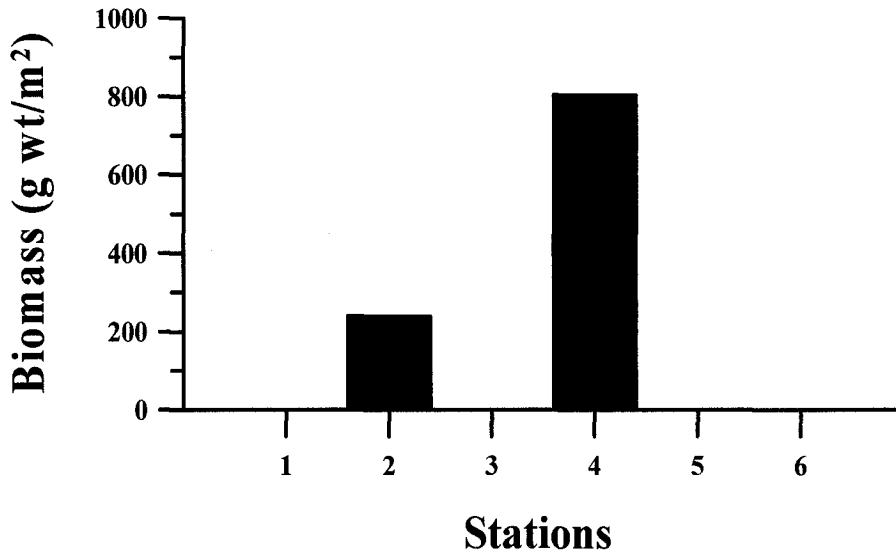


그림 2-2-1-16. 조사해역 상위 우점종, 굴류 *Ostreidae* indet.의 생물량 분포.

두 번째 우점종인 별불가사리 *Asterina pectinifera*는 정점 4에서 339.6g wt/m²로 가장 높은 생물량을 보였으며, 정점 1에서도 245.7g wt/m²으로 비교적 높은 생물량을 나타내었다. 이를 제외한 다른 정점들에서는 100.0g wt/m² 내외의 범위에서 변동을 보이며 비교적 고르게 분포하였다(그림 2-2-1-17).

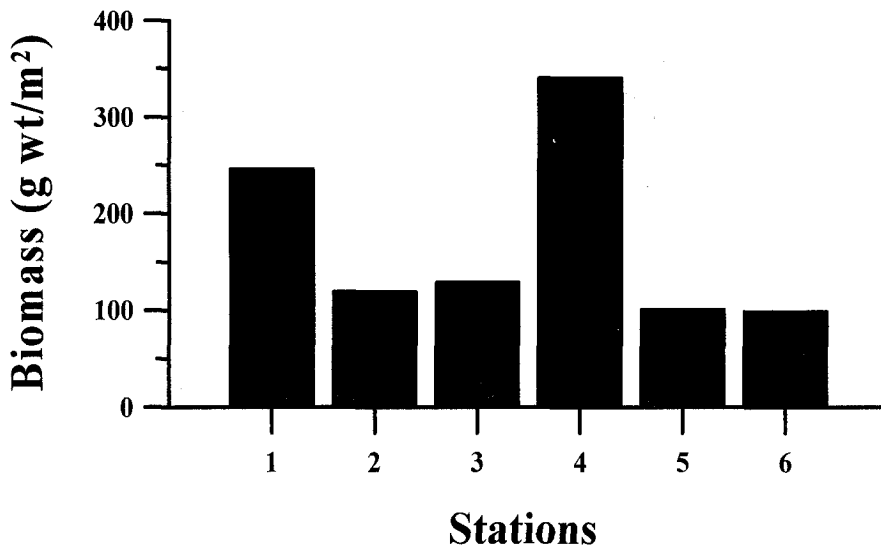


그림 2-2-1-17. 조사해역 상위 우점종, 별불가사리 *Asterina pectinifera*의 생물량 분포.

세 번째 우점종인 돌멍게 *Pyura michaelsensi*는 정점 2와 정점 4에서 각각 400.0g wt/m², 283.7g wt/m²으로 높은 생물량을 나타낸 반면, 정점 1과 정점 5에서는 각각 130.9g wt/m², 125.7g wt/m²의 생물량

을 나타내었으며, 정점 3과 정점 6에서는 전혀 출현하지 않았다(그림 2-2-1-18).

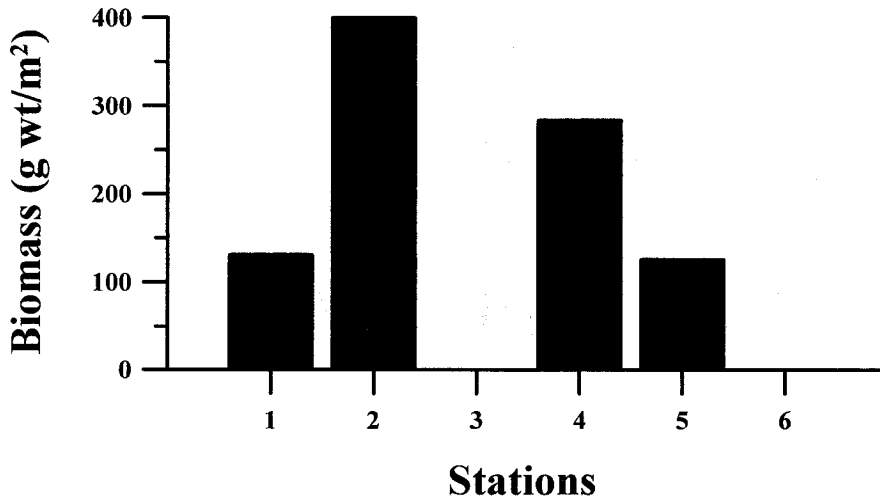


그림 2-2-1-18. 조사해역 상위 우점종, 들명게 *Pyura michaelsensi*의 생물량 분포.

네 번째 우점종인 진주담치 *Mytilus edulis*의 경우는 단 한 개 정점에서만 출현하였음에도 불구하고 생물량 관점에서 상위 우점종에 포함되었으며, 이는 진주담치의 단일 개체당 중량이 매우 높음을 반영하는 결과로 볼 수도 있을 것이다. 진주담치는 정점 4에서만 754.9g wt/m²의 생물량을 나타내었다(그림 2-2-1-19).

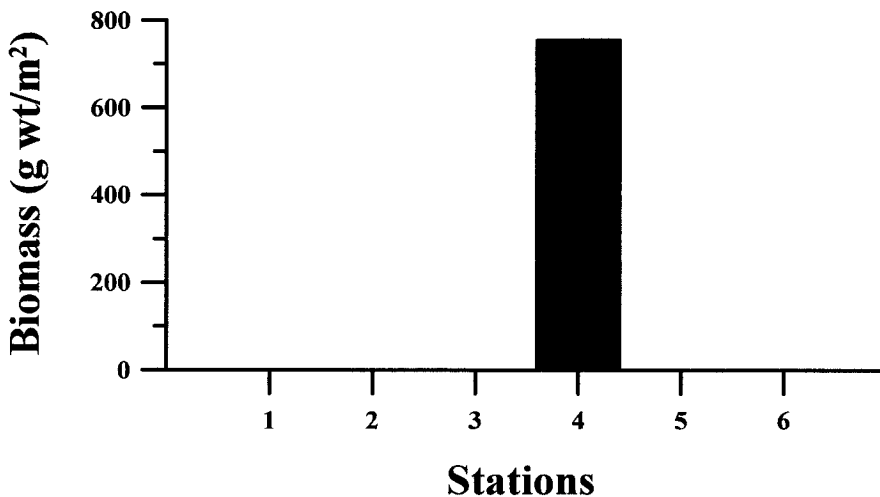


그림 2-2-1-19. 조사해역 상위 우점종, 진주담치 *Mytilus edulis*의 생물량 분포.

다섯 번째 우점종인 우렁쟁이(멍게) *Halocynthia roretzi*는 정점 2에서 520.0g wt/m²로 매우 높은 생물량을 나타내었으며, 정점 4에서 97.8g wt/m², 정점 6에서 11.7g wt/m²의 생물량을 보였다. 그리고 정점 1과 정점 3, 그리고 정점 5에서는 출현하지 않았다(그림 2-2-1-20).

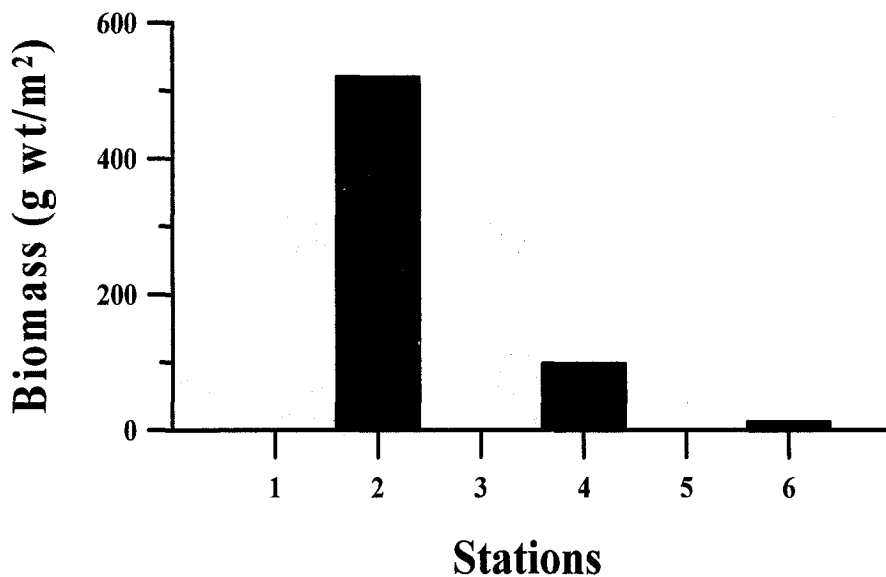


그림 2-2-1-20. 조사해역 상위 우점종, 우렁쟁이 *Halocynthia roretzi*의 생물량 분포.

(다) 집괴분석

본 조사 해역 내에서 채집된 저서동물군집의 자료 중, 각 정점별로 상, 중, 하부로 구분하여 채집된 저서동물 분석 자료를 이용하여, 각각의 출현 종조성 및 정점간 유사도지수를 근거로 집괴분석을 실시하였고, 그 결과 작성된 수지도(dendrogram)는 그림 2-2-1-21과 같으며, 이를 다시 MDS 평면상에 배열하여 보면 그림 1-1-22와 같다. 전반적으로 각 정점의 중부와 하부는 서로 유사한 특성을 보이며 하나의 그룹으로 구분이 가능하였으나, 상부는 모든 정점이 대체적으로 유사하여 중부 및 하부와는 전반적으로 다른 특성을 보이는 별개의 독립된 정점군으로 구분이 되는 경향을 나타내었다.

이상의 결과를 토대로 각 정점별 상·중·하부의 구분 없이 정점간 유사도지수와 종조성만을 근거로 하여 집괴분석을 실시한 결과 작성된 수지도는 그림 2-2-1-23과 같다. 또한 이를 토대로 다시 MDS 평면상에 배열하여 보면 그림 2-2-1-24와 같다. 집괴분석 및 MDS 결과에서 보면 금오도 주변 해역은 비교적 뚜렷하게 구분되어지는 것을 알 수 있다. 즉, 상대적으로 육지 깊숙이 위치하며 전반적으로 빈약한 생물상을 보였던 정점 3과 정점 6이 하나의 정점군 A로 구분이 가능하였다. 그리고 SIMPER 분석 결과로부터 정점군 A의 유사성에 기여하는 특징종은 두드럭고둥 *Reishia bronni*, 별불가사리 *Asterina pectinifera*, 구멍뚫고둥 *Chlorostoma argyrostoma turbinata*, 보말고둥 *Omphalius rusticus*, 똥뚱이젓신고둥 *Crepidula onyx* 등을 들 수 있었다.

다음으로 금오도 동측과 서측의 비교적 외해에 노출되어 있는 정점 1과, 정점 5 그리고 정점 2와 정점 4가 하나의 정점군 B로 구분이 가능하였으며, 정점군 B는 다시 금오도를 기준으로 동측 해역의 정점군 BI, 서측 해역의 정점군 BII로 세분화 할 수 있었다. 그리고 역시 SIMPER 분석의 결과로부터, 정점군 BI의 유사성에 기여하는 특징종은 따개비류 *Balanus* sp., 둥근성게 *Stronglyocentrotus nudus*, 두드럭고둥 *Reishia bronni*, 별불가사리 *Asterina pectinifera*를 들 수 있었고, 정점군 BII의 유사성에 기여하는 특징종으로는 돌멍게 *Pyura michaelsensi*, 별불가사리 *Asterina pectinifera*, 빨소라류 *Muricidae* indet., 방석고둥 *Tristichotrochus unicus*, 애기돌맞조개 *Lithophaga (Leiosolenus) curta* 등을 들 수 있었다.

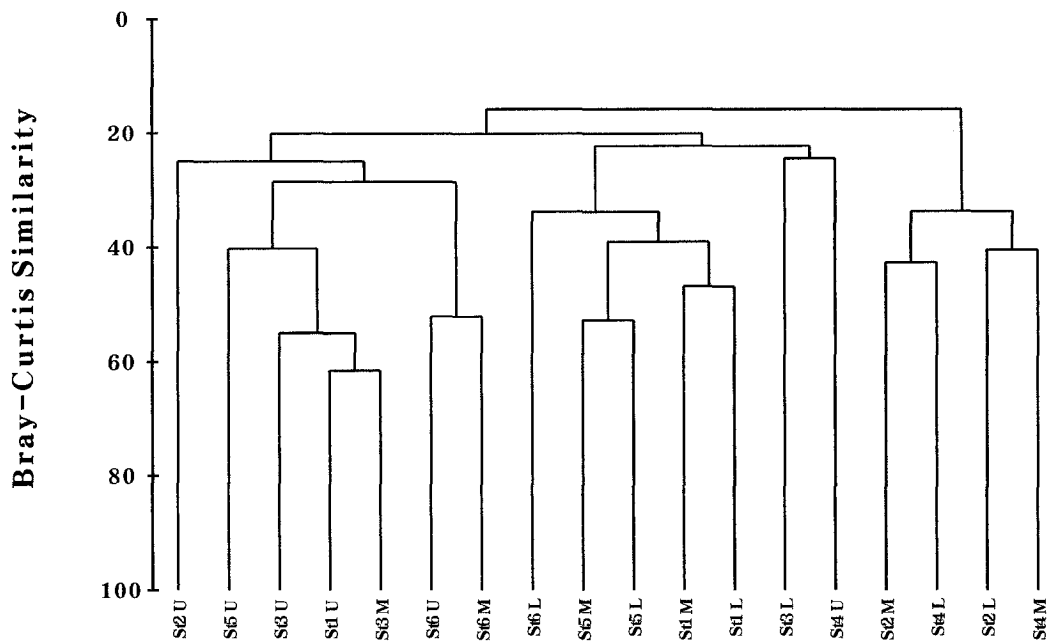


그림 2-2-1-21. 각 정점별 상·중·하부로 세분화된 자료에 근거하여 실시한 집괴분석 결과로부터 작성된 수지도(U: 상부, M: 중부, L: 하부를 의미함).

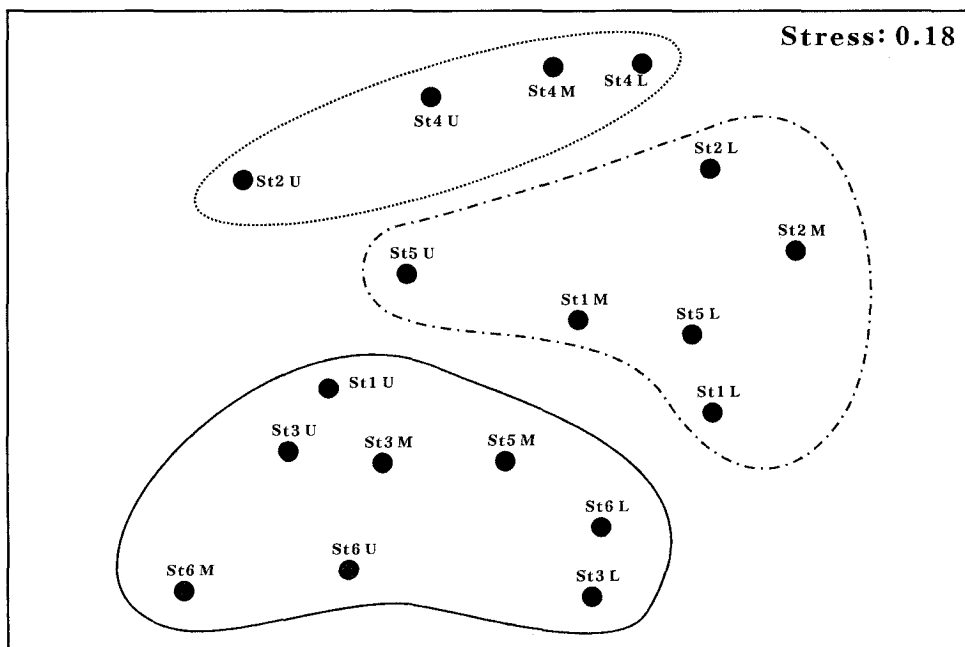


그림 2-2-1-22. 각 정점별 상·중·하부로 세분화된 자료를 이용하여 저서동물의 출현 종조성에 근거, 다차원척도법(MDS)을 이용한 정점군 배치도.

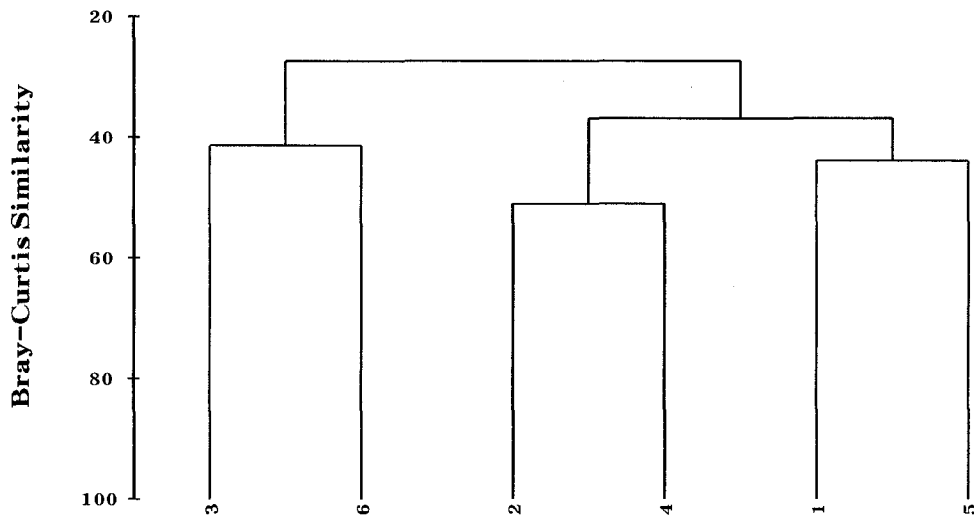


그림 2-2-1-23. 상·중·하부의 구분 없이 각 정점별 출현 종조성 및 정점간 유사도지수에 근거하여 실시한 집괴분석 결과로부터 작성된 수지도.

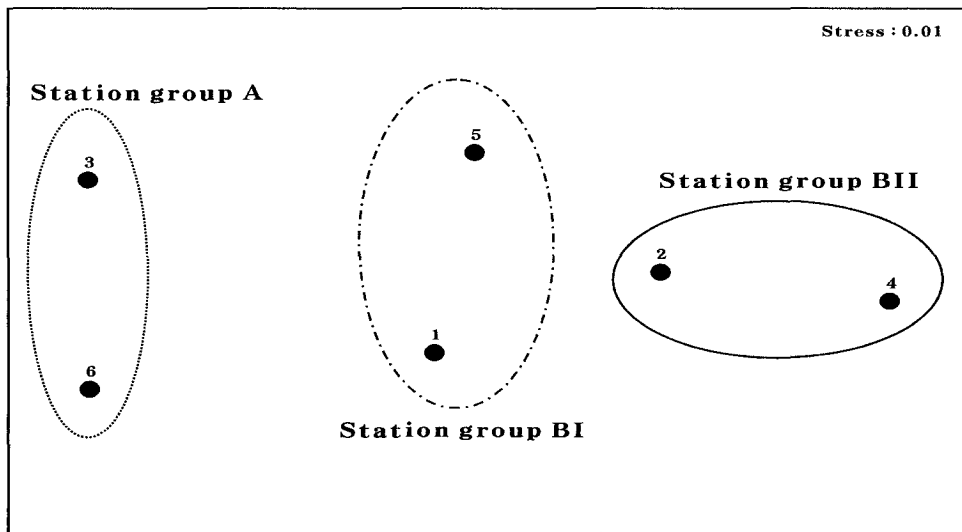


그림 2-2-1-24. 상·중·하부의 구분 없이 각 정점별 출현 종조성 및 정점간 유사도지수에 근거하여 다차원척도법(MDS)을 이용한 정점군 배치도.

(2) 해조류

(가) 출현종

본 연구에서 조사해역의 해조류 출현종은 녹조류 4종, 갈조류 9종, 홍조류 15종으로 총 30종이 출현하였으며, 정점 2에서 21종으로 가장 많은 종이 나타났고, 정점 1에서 7종으로 가장 적은 종이 나타났다 (표 2-2-1-5, 표 2-2-1-6). 녹조류는 정점 5에서 4종으로 가장 많이 나타났으며, 갈조류는 정점 2, 정점 4에서 각각 7종으로 홍조류는 정점 2, 정점 6에서 각각 12종과 11종으로 나타났다. 금오도 전체 지점에서 공통으로 나타난 종은 팽생이모자반과 우뚝가사리만 발견되었다.

표 2-2-1-5. 지점별 해조류 출현종수

정점 구분	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	Total
녹조류	2	2	1	1	4	1	4
갈조류	2	7	3	7	4	5	11
홍조류	3	12	5	8	7	11	15
계	7	21	9	16	15	16	30

표 2-2-1-6. 지점별 해조류 출현종

학 명	국 명	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
<i>Ulva conglobata</i>	모란갈파래	+				+	
<i>U. pertusa</i>	구멍갈파래		+	+	+	+	+
<i>Codium adhaerens</i>	떡창각					+	
<i>C. fragile</i>	창각	+	+			+	
<i>Desmarestia viridis</i>	쇠꼬리산말		+				+
<i>Ishige okamurae</i>	괘	+			+	+	
<i>Ecklonia cava</i>	감태		+		+		+
<i>Hizikia fusiformis</i>	뚝		+	+	+	+	
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	짜잎모자반						+
<i>S. horneri</i>	팽생이모자반	+	+	+	+	+	+
<i>S. confusum</i>	알송이모자반		+		+		+
<i>S. serratifolium</i>	톱니모자반		+		+		
<i>S. sagamianum</i>	비틀대모자반				+		
<i>S. thunbergii</i>	지층이		+			+	
<i>Colpomenia sinuosa</i>	불래기말			+			
<i>Gelidium amansii</i>	우뚝가사리	+	+	+	+	+	+
<i>G. divaricatum</i>	애기우뚝가사리		+		+		
<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	+	+	+		+	+
<i>Carpopeltis affinis</i>	참까막살		+		+		
<i>Grateloupia filicina</i>	참지누아리					+	+
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	참도박		+	+			+
<i>P. turuturu</i>	미끌도박					+	+
<i>Plocamium telfairiae</i>	참곱술이		+		+		+
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	부챗살		+			+	+
<i>Chondrus ocellatus</i>	진두발		+	+	+		+
<i>Gigartina tenella</i>	돌가사리		+		+		
<i>Acrosorium flabellatum</i>	부채분홍잎					+	+
<i>Lomentaria catenata</i>	마디잘록이		+		+		+
<i>Chondria crassicaulis</i>	개서실		+				
<i>Laurencia intercalaris</i>	새서실	+	+	+	+	+	+

(나) 조사 정점별 우점도

조사 해역에서 관찰된 출현종의 우점도는 정점 4에서 상부 93.6, 중부 89, 하부 98.7 평균 93.8로 6개 지점 중에서 가장 높게 나타났으며, 정점 1, 정점 3, 정점 5에서는 하부의 해조류 우점도가 0으로 해조류가 출현하지 않아 가장 낮은 값을 보였다. 정점별 우점도 평균값은 정점 4, 정점 2에서 93.8과 88.3으로 조사 상부부터 하부까지 고르게 높은 값을 보였으나, 정점 1, 정점 3에서는 45.3과 49.5로 낮게 나타났다. 각 정점에 대한 종별 우점도 평균값은 상부의 우점종은 우뚝가사리(10.98), 팽생이모자반(9.73), 구명갈파래(9.63), 패(8.75) 등 우점종이 복잡하였으며, 중부의 우점종은 알송이모자반(16.72), 우뚝가사리(12.23), 감태(8.72), 모란갈파래(8.47)가 우점하였다. 또한 하부의 우점종은 참까막살(6.9) 감태(6.13), 톱니모자반(6.15)이 우점하였고 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화 되었다. 각 정점에 대한 우점종의 특징은 아래와 같다.

[정점 1]

상부의 우점종은 패(31.2), 우뚝가사리(20.3), 새서실(11.1) 순으로 우점종이 단순하게 나타났으며, 중부의 우점종은 모란갈파래(20.3), 우뚝가사리(10.3) 순으로 상부와 비슷하게 우점종이 단순하였고, 하부에서는 아무종도 출현하지 않았다.

[정점 2]

상부의 우점종은 톱(10.4), 새서실(10.4), 구명갈파래(10.2), 지충이(9.7) 등 우점종이 복잡하였으며, 중부의 우점종은 알송이모자반(13.9), 우뚝가사리(12.1), 청각(11.4) 등이 우점하였다. 또한 하부의 우점종은 감태(25.4), 우뚝가사리(20.4)가 우점 하였고 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화 되었다.

[정점 3]

상부의 우점종은 팽생이모자반(12.5), 구명갈파래(12.4), 개서실(12.4), 우뚝가사리(11.7), 톱(11.4) 순으로 우점종이 복잡하게 나타났으며, 중부의 우점종은 우뚝가사리(15.4), 진두발(13.6), 불래기말(12.8), 알송이모자반(12.5), 참까막살(12.4) 순으로 상부와 비슷하게 우점종이 복잡하였으나, 하부에서는 아무종도 출현하지 않았다.

[정점 4]

상부의 우점종은 새서실(14.6), 구명갈파래(13.6), 패(12.6), 돌가사리(12.1) 등 우점종이 복잡하였으며, 중부의 우점종은 알송이모자반(18.5), 참곱슬이(17.6), 감태(14.5), 마디잘록이(12.7) 등이 우점 하였다. 또한 하부의 우점종은 참까막살(33.6), 비틀대모자반(32.4), 톱니모자반(22.4), 알송이모자반(10.3) 이 우점하였고 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화 되었으나 우점도는 98.7로 높았다.

[정점 5]

상부의 우점종은 지충이(18.6), 부챗살(12.4), 톱(10.5), 구명갈파래(10.4) 순으로 우점종이 복잡하게 나타났으며, 중부의 우점종은 모란갈파래(30.5), 알송이모자반(22.7), 청각(21.4), 우뚝가사리(11.4) 순으로 상부와는 다르게 우점종이 단순하였고, 하부에서는 아무종도 출현하지 않았다.

[정점 6]

상부의 우점종은 팽생이모자반(13.8), 우뚝가사리(12.4), 구명갈파래(11.2) 등 우점종이 복잡하였으며, 중부의 우점종은 알송이모자반(32.7), 감태(28.1), 우뚝가사리(14.5), 참곱슬이(11.5) 등이 우점하였다. 또한 하부의 우점종은 감태(11.4)가 우점하였고 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화 되었다.

표 2-2-1-7. 정점별 해조류 서식대별 우점도

서식대	종명(국명)	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	평균
상부 (조간대)	구멍갈파래	-	10.2	12.4	13.6	10.4	11.2	9.63
	떡청각	-	-	-	-	2.5	-	0.42
	쇠꼬리산말	-	3.4	-	-	-	4.6	1.33
	패	31.2	-	-	12.6	-	8.7	8.75
	돛	-	10.4	11.4	8.6	10.5	-	6.82
	괭생이모자반	8.2	8.7	12.5	9.6	5.6	13.8	9.73
	지층이	-	9.7	-	-	18.6	-	4.72
	우뭇가사리	20.3	4.4	11.7	9.4	7.7	12.4	10.98
	작은구슬산호말	5.6	6.1	7.6	-	5.6	7.9	5.47
	참지누아리	-	-	-	-	7.8	9.7	2.92
	참도박	-	7.8	9.4	-	-	5.4	3.77
	미끌도박	-	-	-	-	6.5	6.5	2.17
	부챗살	-	6.5	-	-	12.4	5.3	4.03
	진두발	-	3.4	-	9.7	-	3.4	2.75
	돌가사리	-	2.6	-	12.1	-	-	2.45
	부채분홍잎	-	-	-	-	4.5	2.1	1.10
	마디잘록이	-	6.5	-	3.4	-	2.4	2.05
	개서실	-	8.4	12.4	-	-	-	3.47
	새서실	11.1	10.4	4.5	14.6	7.8	5.7	9.02
	소 계	76.4	98.5	81.9	93.6	99.9	99.1	4.82
중부 (조하대수심 1~3m)	모란갈파래	20.3	-	-	-	30.5	-	8.47
	청각	3.2	11.4	-	-	21.4	-	6.00
	괭생이모자반	25.8	7.8	-	-	-	-	5.60
	알송이모자반	-	13.9	12.5	18.5	22.7	32.7	16.72
	감태	-	9.7	-	14.5	-	28.1	8.72
	불래기말	-	-	12.8	-	-	-	2.13
	우뭇가사리	10.3	12.1	15.4	9.7	11.4	14.5	12.23
	애기우뭇가사리	-	7.2	-	6.5	-	-	2.28
	참까막살	-	8.3	12.4	9.5	-	-	5.03
	참곱슬이	-	6.7	-	17.6	-	11.5	5.97
	진두발	-	5.4	13.6	-	-	4.5	3.92
	마디잘록이	-	3.7	-	12.7	-	-	2.73
	개서실	-	4.5	-	-	-	-	0.75
	소 계	59.6	90.7	66.7	89	86	91.3	6.20
하부 (조하대수심 4~6m)	감태	-	25.4	-	-	-	11.4	6.13
	짜잎모자반	-	-	-	-	-	6.5	1.08
	알송이모자반	-	-	-	10.3	-	-	1.72
	툽니모자반	-	14.5	-	22.4	-	-	6.15
	비틀대모자반	-	-	-	32.4	-	-	5.40
	우뭇가사리	-	20.4	-	-	-	-	3.40
	참도박	-	7.6	-	-	-	-	1.27
	참까막살	-	7.8	-	33.6	-	-	6.90
소 계	0	75.7	0	98.7	0	17.9	4.01	

(다) 현존량

각 조사 정점별 현존량은 정점 2에서 상부 1,017g/m², 중부 1,456g/m², 하부 1,621g/m² 합계 4,094g/m² 로 6개 정점 중에서 가장 높게 나타났으며, 정점 1, 정점 3, 정점 5에서는 하부의 해조류 현존량이 0으로 해조류가 출현하지 않아 가장 적은 값을 보였다. 정점별 현존량은 정점 4, 정점 5, 정점 6의 중부에서 1,673g/m², 1,624g/m², 2,286g/m²으로 출현종이 많은 상부보다 많은 현존량을 나타냈으며, 정점 2의 하부에서는 1621g/m²로 하부에서 가장 높은 현존량을 보였다. 정점별 현존량 합계의 경우 정점 2, 정점 4, 정점 6에서 4,094g/m², 3,996g/m², 4,038g/m²로 높은 값을 보였다.

종별 현존량은 감태, 모자반류, 지층이들 대형 갈조류가 높게 나타났으나 이외에도 구멍갈파래, 우뚝가사리에서 높은 현존량을 보였다. 특히 감태의 경우 1,000g/m²이 넘는 현존량이 정점 2 하부와 정점 6 중부에서 나타났다.

[정점 1]

상부의 현존량은 패(187g/m²), 팽생이모자반(196g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 모란갈파래(446g/m²), 팽생이모자반(567g/m²)으로 상부보다 높게 나타났고, 하부에서는 아무종도 출현하지 않았다.

[정점 2]

상부의 현존량은 툫(124g/m²), 팽생이모자반(139g/m²), 구멍갈파래(102g/m²), 지층이(174g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 감태(436g/m²) 알송이모자반(357g/m²), 팽생이모자반(184g/m²), 청각(102g/m²)순이었다. 또한 하부의 현존량은 감태(1143g/m²), 톱니모자반(217g/m²), 우뚝가사리(142g/m²) 순으로 나타났으며, 감태가 매우 높은 현존량을 보였다.

[정점 3]

상부의 현존량은 팽생이모자반(250g/m²), 구멍갈파래(136g/m²), 툫(136g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 알송이모자반(285g/m²), 불래기말(204g/m²), 우뚝가사리(107g/m²), 진두발(105g/m²), 참까막살(100g/m²) 순으로 현존량이 나타났고, 하부에서는 아무종도 출현하지 않았다.

[정점 4]

상부의 현존량은 팽생이모자반(201g/m²), 구멍갈파래(163g/m²), 툫(129g/m²), 새서실(102g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 감태(752g/m²), 알송이모자반(562g/m²), 마디잘록이(101g/m²) 등이 나타났다. 또한 하부는 참까막살(304g/m²), 비틀대모자반(517g/m²), 톱니모자반(336g/m²), 알송이모자반(257g/m²)으로 하부에서도 높은 현존량을 나타내었다.

[정점 5]

상부의 현존량은 지층이(297g/m²), 팽생이모자반(123g/m²), 툫(115g/m²), 구멍갈파래(145g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 모란갈파래(671g/m²), 알송이모자반(567g/m²), 청각(299g/m²), 순으로 상부와는 다른 종이 나타났으며, 하부에서는 아무종도 나타나지 않았다.

[정점 6]

상부의 현존량은 팽생이모자반(289g/m²), 구멍갈파래(179g/m²) 등이 많이 나타났고, 중부의 우점종은 감태(1245g/m²), 알송이모자반(817g/m²), 우뚝가사리(104g/m²) 순으로 나타났으며, 하부는 감태(613g/m²), 짝잎모자반(117g/m²)이 많이 나타났고 하부로 갈수록 점차 출현량이 적어졌다.

표 2-2--1-8. 정점별 해조류 서식대별 현존량(g/m²)

서식대	종명(국명)	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
상부 (조간대)	구멍갈파래	-	102	136	163	145	179
	떡칭각	-	-	-	-	5	-
	쇠꼬리산말	-	27	-	-	-	36
	패	187	-	-	88	-	78
	톳	-	124	136	129	115	-
	팽생이모자반	196	139	250	201	123	289
	지층이	-	174	-	-	297	-
	우뭇가사리	81	22	59	47	48	87
	작은구슬산호말	28	31	38	-	28	43
	참지누아리	-	-	-	-	64	58
	참도박	-	86	65	-	-	47
	미끌도박	-	-	-	-	59	68
	부챗살	-	47	-	-	50	27
	진두발	-	32	-	77	-	32
	돌가사리	-	20	-	84	-	-
	부채분홍잎	-	-	-	-	32	12
	마디잘록이	-	52	-	18	-	26
	개서실	-	68	79	-	-	-
	새서실	67	93	37	102	82	40
	소 계		559	1,017	800	909	1,048
중부 (조하대수심 1~3m)	모란갈파래	446	-	-	-	671	-
	칭각	57	102	-	-	299	-
	팽생이모자반	567	184	-	-	-	-
	알송이모자반	-	357	285	562	567	817
	감태	-	436	-	752	-	1245
	블래기말	-	-	204	-	-	-
	우뭇가사리	75	97	107	77	87	104
	애기우뭇가사리	-	46	-	35	-	-
	참까막살	-	67	100	76	-	-
	참곱슬이	-	35	-	70	-	67
	진두발	-	58	105	-	-	53
	마디잘록이	-	28	-	101	-	-
	개서실	-	46	-	-	-	-
소 계	1,145	1,456	801	1,673	1,624	2,286	
하부 (조하대수심 4~6m)	감태	-	1143	-	-	-	613
	짜잎모자반	-	-	-	-	-	117
	알송이모자반	-	-	-	257	-	-
	툽니모자반	-	217	-	336	-	-
	비틀대모자반	-	-	-	517	-	-
	우뭇가사리	-	142	-	-	-	-
	참도박	-	63	-	-	-	-
	참까막살	-	56	-	304	-	-
소 계	0	1,621	0	1,414	0	730	

표 2-2-1-9. 서식대별 출현종수, 우점도 및 현존량(g/m²) 비교

서식대	구분	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
상부 (조간대)	출현종수	5	14	8	9	12	14
	우점도	76.4	98.5	81.9	93.6	99.9	99.1
	현존량	559	1,017	800	909	1,048	1,022
중부 (조하대수심 1~3m)	출현종수	4	11	5	7	4	5
	우점도	59.6	99.7	66.7	89	86	91.3
	현존량	1,145	1,456	801	1,673	1,624	2,286
하부 (조하대수심 4~6m)	출현종수	0	5	0	4	0	2
	우점도	0	75.7	0	98.7	0	17.9
	현존량	0	1,621	0	1,414	0	730
우점도 평균		45.3	88.3	49.5	93.8	62	69.4
현존량 합계		1,704	4,094	1,601	3,996	2,624	4,038

본 연구는 앞으로 시설될 어류형과 패조류형 인공어초 시설 투하 예정지에 대한 해조식생을 조사하였다. 따라서 본 연구의 목적은 해조류의 일반 식생만을 조사하는 것이 아니고 앞으로 시설될 구조물에 부착이 쉽게 가능한 해조류의 종류를 구명하고, 주로 대형 갈조류를 중점적으로 조사하였다. 조사 시기가 해조류가 적은 가을철로 전체적인 해조상 조사가 정확하게 이루어질 수 없는 시기임에도 불구하고 총 30여종이라는 해조류가 관찰됨으로써 금오도 연안의 해조상이 다양함을 알 수 있었으며 현존량도 1,600~4,000g/m²로 같은 시기의 다른 지역보다 높게 나타났다.

본 조사 시 나타난 특징은 금오도 지역은 조하대 수심 4~6m 권에서부터는 많은 부니와 함께 투명도가 떨어짐으로서 보상심도가 낮아져 해조상이 급격히 적어지며 특히 정점 1과 정점 3, 정점 5에서는 하부에서 전혀 해조류가 발견되지 않았다. 특히 정점 1과 정점 3에서는 심한 갯녹음(백화현상)이 발생된 것이 관찰 되었다. 조사 시 이들 지역에서는 다량의 성게군과 함께 모자반의 유체를 성게가 식해 하고 있는 것을 직접적으로 관찰할 수 있었다. 따라서 어떤 환경적인 요인보다도 식해동물인 성게에 의한 식해가 해조류 감소의 가장 큰 감소 요인으로 사료된다.

패조류형 어초시설 투하 예정지인 정점 5와 정점 6의 경우에는 정점 5에서는 갈파래류와 모자반류가 다수 출현하였고 하부에서는 성게가 다수 분포하여 우선적으로 해적생물을 제거 하고 패조류형어초 시설을 투하하여 환경을 조사 하여야 할 것으로 생각되나, 정점 6은 감태와 모자반류가 다수 출현하여 곧 바로 어초시설을 투하하여도 환경이 조성될 것으로 생각된다. 특히 패조류형 어초시설의 경우 투하 시기는 해조류의 포자가 방출되기 전의 시기인 초봄시기에 시설되는 것이 바람직할 것으로 생각되며 현재 조성되는 해중립 시설보다는 해조장 즉 다양한 해조류의 번식을 조장 할 수 있는 구조를 가진 어초시설을 투하 하여야 할 것이며, 수심은 보상심도가 유지되는 3~6m 권내에 설치 될 수 있도록 하는 것이 효율적이라고 사료된다.

(3) 자망에 의한 어획 생물상

(가) 정점별 출현종 및 개체수

본 연구에서 어류형과 패조류형 인공어초 시설 예정지에 대해 삼중자망에 의한 1회 조업 어획 생물의 출현종 및 개체수 조사 결과는 표 2-2-1-10과 같다. 조사 결과, 모든 조사정점에서 총 33종의 생물종이 어획되었으며 개체량은 총 219개체였다. 이중 어류는 20종 수산 무척추동물이 13종이 채집되었다. 출현한 개체 중 가장 우점종은 별불가사리 *Asterina pectinifera*로 44개체가 채집되어 전체의 20.09%를 차지하였으며 다음은 볼락 *Sebastes inermis*가 39개체로 17.81%를 차지해 차우점하였고 갑오징어 *Sepia esculenta* 26개체(11.87%), 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer* 24개체(10.96%), 용치놀래기 *Halichoeres poecilopterus* 10개체(4.56%) 순으로 우점하였다. 각 조사 정점별로 출현종이 가장 높게 나타난 곳은 금오도 심포 내만 패조류형어초 시설 예정지인 정점 6으로 15종이 채집되었으며 다음으로 금오도 원포 서북부 지역 어류형어초 시설 예정지인 정점 4와 막포 남단 어류형어초 시설 예정지인 정점 2에서 각각 14종, 13종이 출현하였으며 금오도 동부 미포지선 어류형 어초 예정지인 정점 1에서 9종이 출현하여 가장 낮게 나타났다.

각 조사 정점별 출현 개체수는 정점 4에서 63개체로 전체 출현개체수의 28.7%로 가장 높았고 다음으로 패조류형 어초 시설 예정지인 정점 6에서 40개체(18.3%), 정점 5에서 35개체(16.0%) 순으로 나타났으며 출현종과 마찬가지로 정점 1이 17개체로 가장 낮게 채집되었다. 출현 개체수에 있어서 정점 4가 가장 높은 비율을 차지하였으나 이는 별불가사리의 출현 개체수(15개체)가 다른 정점에 비해 현저히 높게 채집되었기 때문이며 정점 5에서 별불가사리의 출현 개체수(16개체)가 가장 높게 나타났다(그림 2-2-1-25).

본 조사에서 삼중 자망을 이용한 어획된 생물 중 어류 출현종은 각 조사 정점에서 5~11종으로 조사되었으며 이중 정점 6이 11종으로 가장 높았으며 금오도 심포 만의 서부 어류형어초 시설 예정지인 정점 3이 5종으로 가장 낮게 나타났다.

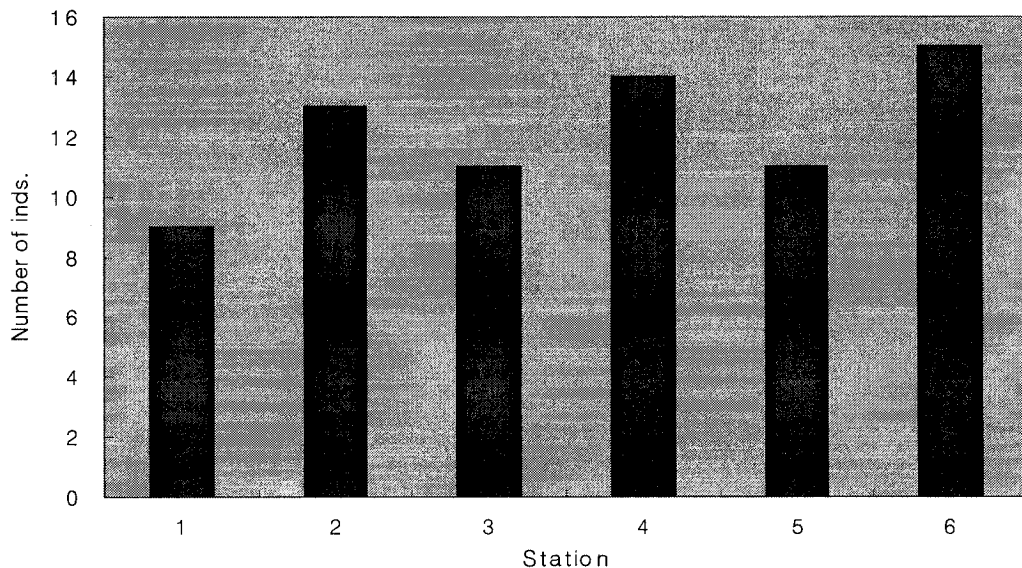


그림 2-2-1-25. 조사 정점별 출현 개체수.

표 2-2-1-10. 조사정점별 출현종 및 개체수

Species	Station	Station						Total	Dominance (%)
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6		
나비고기	<i>Chaetodon collaris</i>			1				1	0.46
넙치	<i>Paralichthys olivaceus</i>						1	1	0.46
노랑각시서대	<i>Zebrias fasciatus</i>				4			4	1.83
농어	<i>Lateolabrax japonicus</i>	1						1	0.46
능성어	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>						2	2	0.91
말쥐치	<i>Thamnaconus modestus</i>		2		1		1	4	1.83
망상어	<i>Ditrema temmincki</i>	1	1					2	0.91
문치가자미	<i>Pleuronectes yokohamae</i>						1	1	0.46
범돔	<i>Microcanthus strigatus</i>	2						2	0.91
볼락	<i>Sebastes inermis</i>	2	5		11	8	13	39	17.81
성대	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	1	1	4		1		7	3.19
솜뱅이	<i>Sebastiscus marmoratus</i>						1	1	0.46
양태	<i>Platycephalus indicus</i>		2	1	1			4	1.83
용치놀래기	<i>Halichoeres poecilopterus</i>		1	2	3	1	3	10	4.56
자리돔	<i>Chromis notatus</i>					1		1	0.46
장갱이	<i>Stichaeus grigorjewi</i>						2	2	0.91
전갱이	<i>Trachurus japonicus</i>	1			1	2	1	5	2.28
줄복	<i>Takifugu pardalis</i>						1	1	0.46
쥐치	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	2	4	5	8	1	4	24	10.96
참돔	<i>Pagrus major</i>					2		2	0.91
가시불가사리	<i>Astropecten polyacanthus</i>				2			2	0.91
갑오징어	<i>Sepia esculenta</i>	6	3	9	3	1	4	26	11.87
고등류	Gstropoda			3	4		1	8	3.65
문어	<i>Enteroctopus dofleini</i>		1	2				3	1.37
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>		3		1	1		5	2.28
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>		5	4	15	16	4	44	20.09
보라성게	<i>Anthocidaris crassisпина</i>		1	2				3	1.37
살오징어	<i>Todarodes pacificus</i>	1						1	0.46
삼천발이	<i>Gorgonocephalus caryi</i>					1		1	0.46
아무르 불가사리	<i>Asterias amurensis</i>		1		7		1	9	4.11
우렁쟁이	<i>Halocynthia aurantium</i>			1				1	0.46
집게	<i>Paguridae</i>				2			2	0.91
Total		17	30	34	63	35	40	219	100

(나) 정점별 출현량

각 조사 정점별 어획된 생물의 출현량 조사 결과는 표 2-2-1-11과 같다. 본 조사 시 어획된 생물의 총 출현량은 20,670g으로 이중 갑오징어 *Sepia esculenta*가 6,515g으로 전체 출현량의 31.52%를 차지하여 최우점하였으며 볼락 *Sebastes inermis*가 3,485g으로 16.86%를 나타내어 차우점하였다. 다음은 용치놀래기 *Halichoeres poecilopterus*가 1,320g(6.39%), 양태 *Platycephalus indicus*가 1,100g (5.32%) 등의 순으로 우점하였다. 각 조사 정점별 출현량은 정점 6에서 출현종과 마찬가지로 출현량이 4,920g으로 전체 출현량의 20.8%를 차지하여 가장 높은 출현량을 보였으며 다음은 정점 3(3,925g), 정점 4(3,690g) 순으로 나타났다. 출현량이 가장 낮게 나타난 곳은 정점 4에서 1,895g 채집되었다. 본 정점은 갑오징어와 양태 등 개체중량이 높은 어종의 출현 개체가 가장 낮게 나타난 곳이다(그림 2-2-1-26).

본 조사 결과 자망의 투망 위치와 조사 정점에 따른 어획생물종과 출현량이 다소 차이가 나는 것은 생물의 섭이 및 이동 특성에 의해 차이가 난 것으로, 정점 3의 경우에는 암반이 없는 니사질 지역에서 조업이 되었으므로 갑오징어의 어획량은 높고 반대로 암반 정착성 어류인 볼락은 어획되지 않는 결과를 나타내었다. 또한 패조류형 어초 시설 예정지인 정점 6의 경우 서식종이 다양한 암반지역에서 조업이 이루어져 출현종과 출현량 모두 높게 나타나는 특징을 보였다.

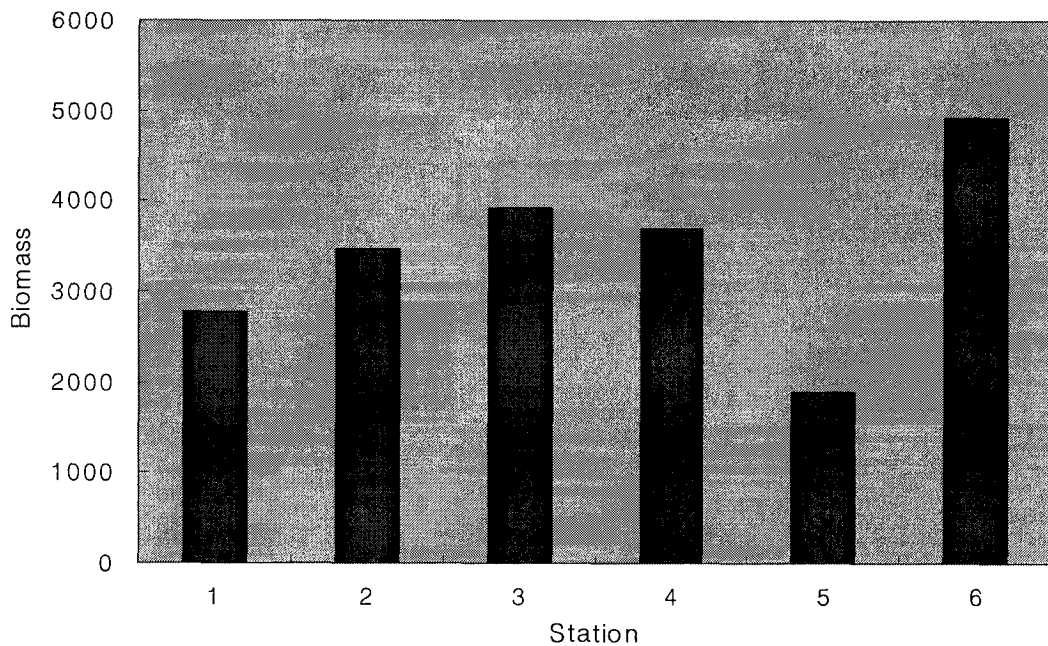


그림 2-2-1-26. 조사 정점별 출현량.

표 2-2-1-11. 조사정점별 출현량(g)

Species	Station	Station						Total	Dominance (%)
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6		
나비고기	<i>Chaetodon collaris</i>			10				10	0.05
넙치	<i>Paralichthys olivaceus</i>						360	360	1.74
노랑각시서대	<i>Zebrias fasciatus</i>				240			240	1.16
농어	<i>Lateolabrax japonicus</i>	280						280	1.35
능성어	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>						180	180	0.87
말쥐치	<i>Thamnaconus modestus</i>		370		220		235	825	3.99
망상어	<i>Ditrema temmincki</i>	50	310					360	1.74
문치가자미	<i>Pleuronectes yokohamae</i>						60	60	0.29
범돔	<i>Microcanthus strigatus</i>	80						80	0.39
볼락	<i>Sebastes inermis</i>	210	440		940	705	1190	3485	16.86
성대	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	110	100	330		50		590	2.85
솜뱅이	<i>Sebastiscus marmoratus</i>						50	50	0.24
양태	<i>Platycephalus indicus</i>		600	300	200			1100	5.32
용치놀래기	<i>Halichoeres poecilopterus</i>		120	160	410	120	510	1320	6.39
자리돔	<i>Chromis notatus</i>					60		60	0.29
장갱이	<i>Stichaeus grigorjewi</i>						780	780	3.77
전갱이	<i>Trachurus japonicus</i>	35			30	70	170	305	1.48
줄복	<i>Takifugu pardalis</i>						80	80	0.39
쥐치	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	35	100	75	235	10	195	650	3.14
참돔	<i>Pagrus major</i>					150		150	0.73
가시불가사리	<i>Astropecten polyacanthus</i>				10			10	0.05
잡오징어	<i>Sepia esculenta</i>	1530	760	2330	705	320	870	6515	31.52
고등류	Gstropoda			40	150		90	280	1.35
문어	<i>Enteroctopus dofleini</i>		360	510				870	4.21
민꽃게	<i>Charybdis japonica</i>		30		20	40		90	0.44
별불가사리	<i>Asterina pectinifera</i>		170	110	320	350	120	1070	5.18
보라성게	<i>Anthocidaris crassispina</i>		60	50				110	0.53
살오징어	<i>Todarodes pacificus</i>	450						450	2.18
삼천발이	<i>Gorgonocephalus caryi</i>					20		20	0.09
아무르 불가사리	<i>Asterias amurensis</i>				180		30	250	1.21
우렁쟁이	<i>Halocynthia aurantium</i>			10				10	0.05
집게	Paguridae				30			30	0.15
Total		2,780	3,460	3,925	3,690	1,895	4,920	20,670	100

(4) 인공어초 시설위치 제시

(가) 저질 조사

전남 바다목장 해역 내 2007년도 인공어초의 시설위치를 결정하기 위하여 시설예정지 6개소에 대한 저질 조사를 실시하고 수치해도를 이용한 3D 지형모델링에 의해 작성된 금오도 남단 주변해역의 수심 및 저질 분포 결과는 그림 2-2-1-27과 표 2-2-1-12와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 금오도 서부 연안은 육지에 면한 수심이 10m 내외이고 외측에는 19m 정도로 비교적 수심이 깊지 않은 것을 알 수 있었으며 금오도 동쪽 해역은 수심이 19~34m 사이의 수심대를 나타내었다.

인공어초가 투하될 각 정점별 저질조사 결과 금오도 서부의 경우 육지와 인접한 부분에서는 자갈과 사질이 주를 이루었으며 육지면과 200~300m 정도 거리에서는 저질이 니사질의 분포 경향을 나타냈으며 금오도 동부해역도 마찬가지로 육지와 면한 지역은 자갈과 일부 패각질이 분포되어 있었다. 육지면에서 500m~1km 거리에 있는 저질은 대부분 니질로 형성되어 있었다.

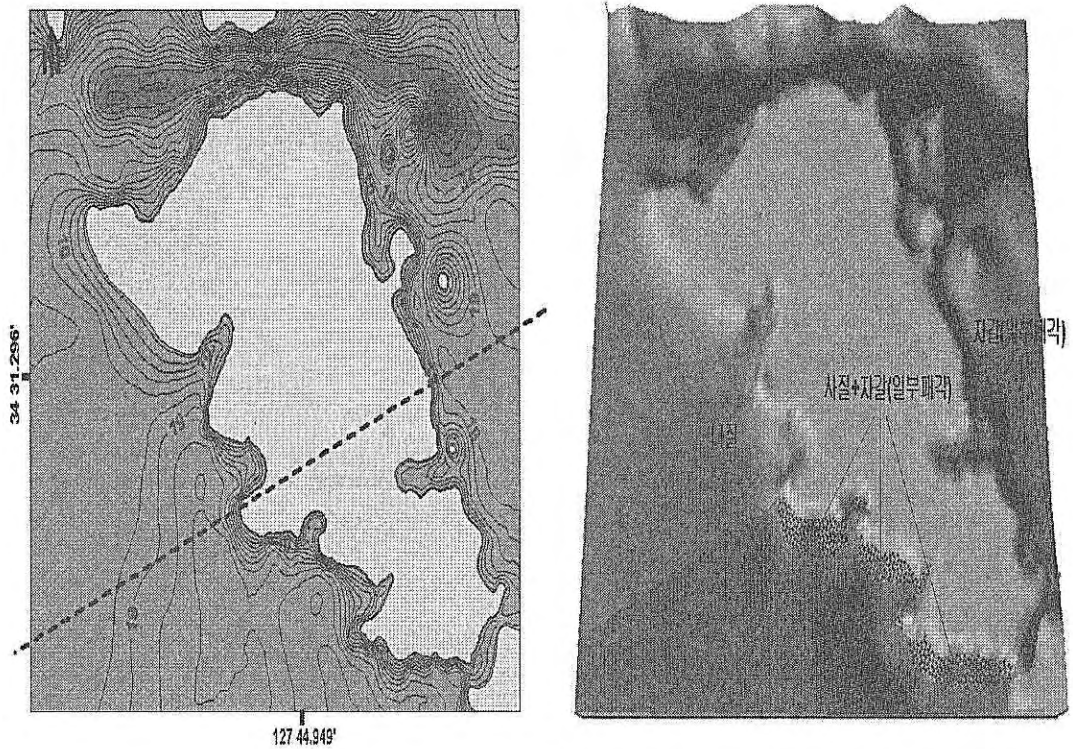


그림 2-2-1-27. 인공어초 시설지역을 중심으로 한 주변해역 수심 및 저질분포.

표 2-2-1-12. 인공어초 시설예정지 저질입도

sample no.	Sieve size	BKR	BKR+	B-A	× 40	시료 중량	시료 비율, %	누적치, %	입도 분포	저질
		(WT.) DishWeight (A)	(WT.) DishParticle (B)							
금오도 ST.1-1	2.0mm(이상)	27.4	33.7	6.3		6.3	40.8	40.8	40.8	
	1.0mm(이상)	27.6	28.9	1.4		1.4	8.8	49.7	59.2	
	500um(이상)	27.8	29.0	1.2		1.2	8.0	57.7		
	250um(이상)	28.4	31.3	2.9		2.9	18.8	76.5		
	125um(이상)	27.4	30.3	2.9		2.9	18.7	95.1		
	63um(이상)	27.4	28.2	0.7		0.7	4.9	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	역사 질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						15.3			100.0
금오도 ST.1-3	2.0mm(이상)	30.0	42.0	12.0		12.0	76.9	76.9	76.9	
	1.0mm(이상)	27.8	29.3	1.5		1.5	9.3	86.3	23.1	
	500um(이상)	28.4	29.3	0.9		0.9	5.8	92.0		
	250um(이상)	28.8	29.9	1.2		1.2	7.6	99.6		
	125um(이상)	27.6	27.6	0.0		0.0	0.2	99.8		
	63um(이상)	28.6	28.6	0.0		0.0	0.2	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	자 갈
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						15.6			100.0
금오도 ST.2-1	2.0mm(이상)	27.8	33.2	5.4		5.4	17.3	17.3	17.3	
	1.0mm(이상)	28.7	31.2	2.5		2.5	7.9	25.2	82.7	
	500um(이상)	28.0	33.1	5.1		5.1	16.5	41.7		
	250um(이상)	28.7	45.0	16.3		16.3	52.4	94.1		
	125um(이상)	28.2	29.8	1.6		1.6	5.2	99.3		
	63um(이상)	29.2	29.4	0.2		0.2	0.7	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	역사 질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						31.1			100.0

표 2-2-1-12. 계속

sample no.	Sieve size	BKR (WT.)	BKR+ (WT.)	B-A	× 40	시료 중량	시료 비율, %	누적치, %	입도분 포	저질
		DishWeight (A)	DishParticle (B)							
금오도 ST.2	2.0mm(이상)	27.8	34.5	6.7		6.7	52.0	52.0	52.0	
	1.0mm(이상)	27.7	29.1	1.4		1.4	11.2	63.2	48.0	
	500um(이상)	28.1	30.0	1.9		1.9	14.5	77.7		
	250um(이상)	28.0	30.6	2.6		2.6	20.3	98.0		
	125um(이상)	27.2	27.4	0.2		0.2	1.4	99.4		
	63um(이상)	27.8	27.9	0.1		0.1	0.6	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	사 력 질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						12.9		100.0	
금오도 ST.3	2.0mm(이상)	29.1	37.2	8.2		8.2	54.1	54.1	54.1	
	1.0mm(이상)	27.9	30.2	2.3		2.3	15.2	69.3	45.9	
	500um(이상)	30.1	31.1	1.0		1.0	6.4	75.7		
	250um(이상)	27.8	28.9	1.0		1.0	6.9	82.6		
	125um(이상)	28.8	30.0	1.2		1.2	8.1	90.6		
	63um(이상)	27.1	28.5	1.4		1.4	9.4	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	사 력 질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						15.1		100.0	
금오도 ST.4-1	2.0mm(이상)	27.2	40.0	12.8		12.8	52.4	52.4	52.4	
	1.0mm(이상)	28.4	31.9	3.5		3.5	14.2	66.6	47.6	
	500um(이상)	28.2	32.0	3.8		3.8	15.5	82.1		
	250um(이상)	28.2	31.3	3.1		3.1	12.5	94.6		
	125um(이상)	29.2	30.1	0.9		0.9	3.7	98.3		
	63um(이상)	28.4	28.8	0.4		0.4	1.7	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	사 력 질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						24.5		100.0	

표 2-2-1-12. 계속

sample no.	Sieve size	BKR (WT.)	BKR+(WT.)	B-A	× 40	시료 중량	시료 비율, %	누적치, %	입도분포	저질
		DishWeight (A)	DishParticle (B)							
금오도	2.0mm(이상)	27.8	34.8	7.0		7.0	33.5	33.5	33.5	
ST.6-1	1.0mm(이상)	30.6	32.5	1.9		1.9	9.1	42.6	66.5	
	500um(이상)	28.0	30.6	2.6		2.6	12.4	55.0		
	250um(이상)	28.1	33.1	5.0		5.0	23.8	78.7		
	125um(이상)	27.6	31.0	3.4		3.4	16.2	95.0		
	63um(이상)	28.8	29.9	1.1		1.1	5.0	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	역사질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						20.9			100.0
	금오도	2.0mm(이상)	27.7	46.3	18.6		18.6	45.8	45.8	45.8
ST.6-2	1.0mm(이상)	29.2	32.5	3.3		3.3	8.0	53.8	54.2	
	500um(이상)	28.4	32.7	4.3		4.3	10.6	64.4		
	250um(이상)	29.0	35.6	6.6		6.6	16.3	80.7		
	125um(이상)	28.1	33.1	5.0		5.0	12.2	92.9		
	63um(이상)	27.5	30.4	2.9		2.9	7.1	100.0		
	start (31um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	역사질
	2분(16um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	8분(8um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	32분(4um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	2시간8분(2um 이상)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	5시간58분(2um 이하)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	
	24시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
	ToTal						40.6			100.0

(나) 인공어초 시설 위치 제시

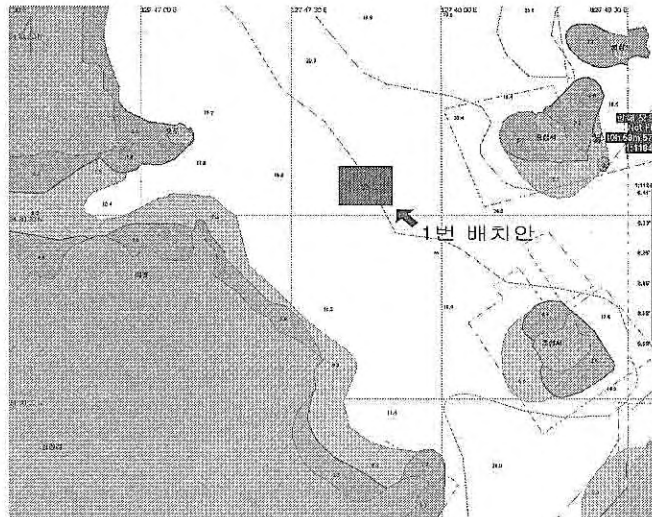
인공어초 시설 위치에 대한 기본 방향은 전남 다도해형 바다목장 해역 내 물리적인 해수유동 등의 환경조사와 그동안 조사된 자원조사를 포함한 생물조사 자료를 기초로 하였고, 주대상종인 감성돔, 볼락, 돌돔, 황점볼락, 전복, 해삼 등의 생태 등을 종합적으로 고려하여 위치를 선정하였다. 또한 바다목장 해역 내 기존에 시설된 일반어초와의 연계성 등 효율적인 어초대 형성을 목적으로 하였으며 시설될 인공어초의 규모 및 형태에 대하여 해역의 수심과 저질상태 등을 고려하였다.

2007년도 시설사업으로 투하될 인공어초는 어류형과 패조류형으로 어류용 인공어초의 특징은 시설수심이 10m 이심(대형강제의 경우 20m 내외)으로 어초의 기능은 감성돔, 볼락 등 어류의 먹이장, 서식지 제공이며 어초의 재질은 강제 및 콘크리트이고 구조형태는 조류를 차단(감성돔의 경우 월동기능) 할 수 있고 부착생물의 부착면이 많은 구조가 선택되었다. 패조류형 어초의 특징은 시설수심이 3~10m 사이이며 기능은 해조류, 전복 및 해삼 등의 부착성 생물의 서식지를 제공하는 것이다. 또한 어초의 재질은 주로 콘크리트나 세라믹으로 어초의 구조와 형태는 패·조류의 서식에 적합한 면구조로 설계되었다.

위의 특성 등을 고려하여 2007년도 인공어초 시설지에 대한 위치는 각 시설 예정지에 대한 저질조사 결과와 함께 인공어초의 종류, 수량, 수심, 면적과 관련하여 시설좌표를 제안하였다(표 2-2-1-13~18, 그림 2-2-1-28~33). 인공어초 시설 시에는 마을어업 및 각종 어장 시설에 대한 사전협의를 통하여 어민협조는 물론 어장 피해를 최소화 하도록 해야 하며 이에 따라 시설위치와 면적이 달라 질 수 있음을 고려해야 한다.

표 2-2-1-13. 1번 어류형어초 시설해역(우하, 미포 지선)

어초종류	수량 (기)	수심 (m)	시설면적 (ha)	저질	시설좌표
대형강제어초	2				
원통2단강제어초	1	18~20	3	자갈, 사질, 니질 혼재	34° 30.584 ' , 127° 47.739 ' ,
중형연약지반용강제어초	2				



1번 해역 배치안

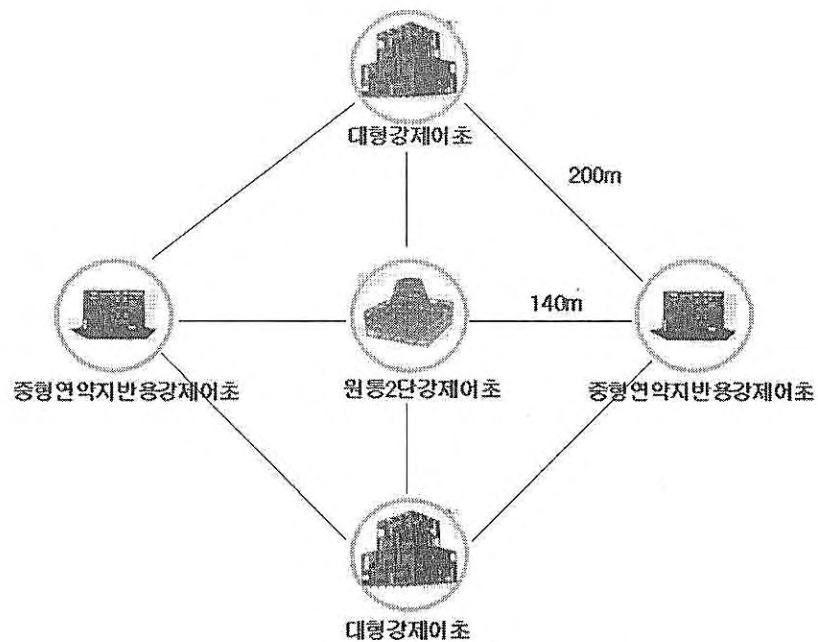
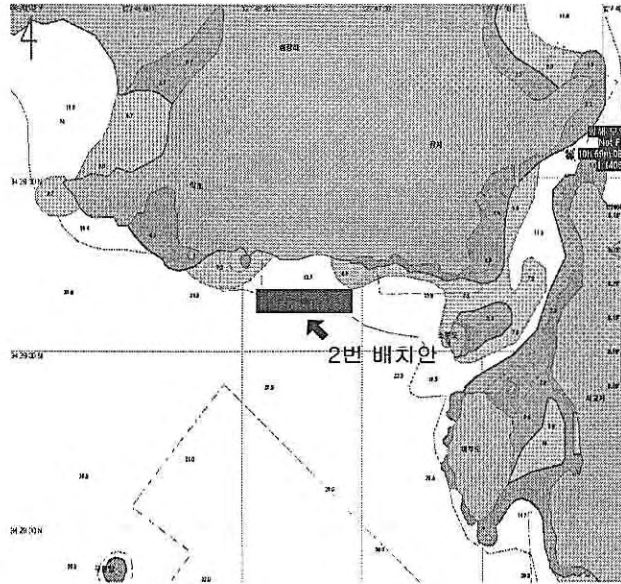


그림 2-2-1-28. 1번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안.

표 2-2-1-14. 2번 어류형어초 시설해역(막포 지선)

어초종류	수량 (기)	수심 (m)	시설면적 (ha)	저질	시설좌표
팔각반구형대형강제어초	2				
원통2단강제어초	3	15~20	4	자갈, 사질, 파각 혼재	34° 29.181 ' 127° 46.767 '
중형연약지반용강제어초	4				



2번 해역 배치안

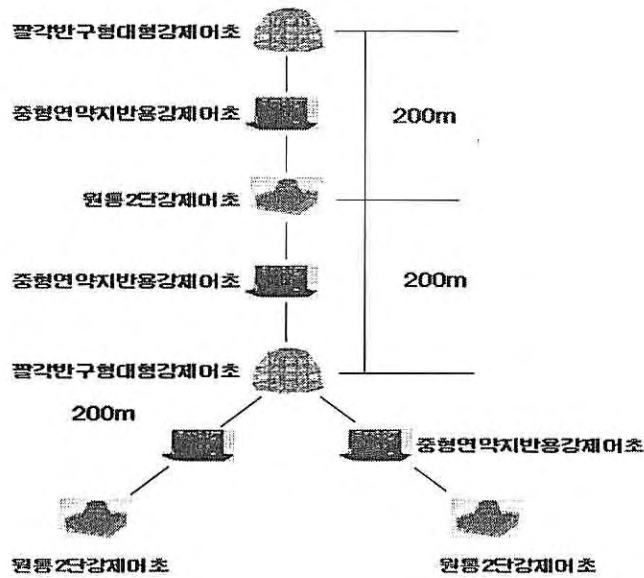
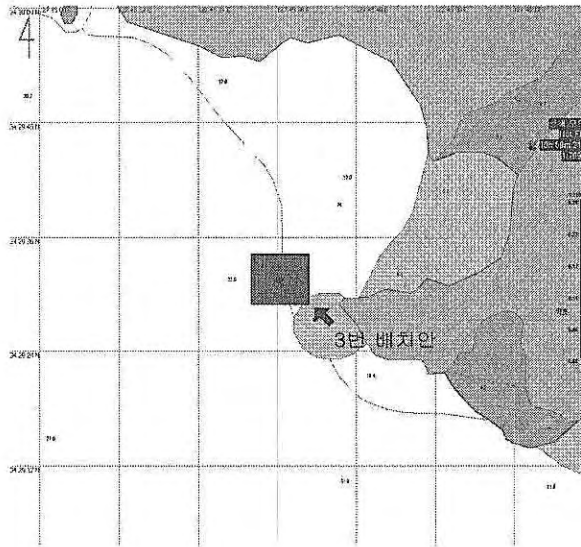


그림 2-2-1-29. 2번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안.

표 2-2-1-15. 3번 어류형어초 시설해역(심포, 막포 지선)

어초종류	수량 (기/개)	수심 (m)	시설면적 (ha)	저질	시설좌표
팔각반구형대형강제어초	4	20~23	3	자갈, 사질,	34° 29.522 '
사각콘크리트어초	100			패각 혼재	127° 45.598 '



3번 해역 배치안

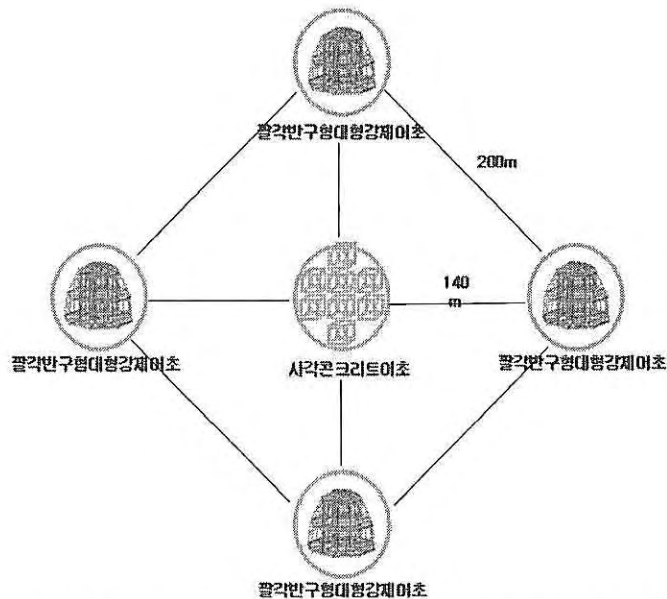
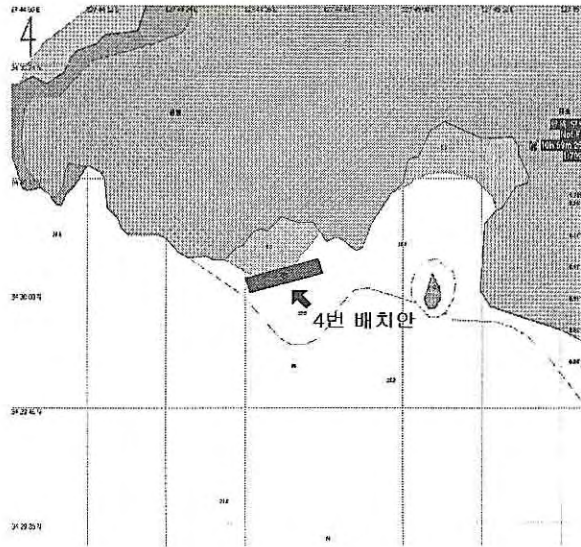


그림 2-2-1-30. 3번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안.

표 2-2-1-16. 4번 어류형어초 시설해역(직원포 지선)

어초종류	수량 (기/개)	수심 (m)	시설면적 (ha)	저질	시설좌표
2단상자형강제어초	2				
상자형어초(콘크리트)	20	15~20	4	자갈, 사질, 패각 혼재	34° 29.181 ' , 127° 46.767 ' ,
사각콘크리트어초	200				



4번 해역 배치안

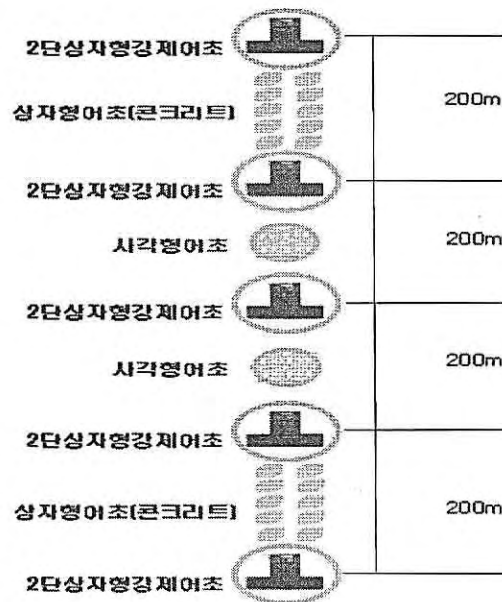
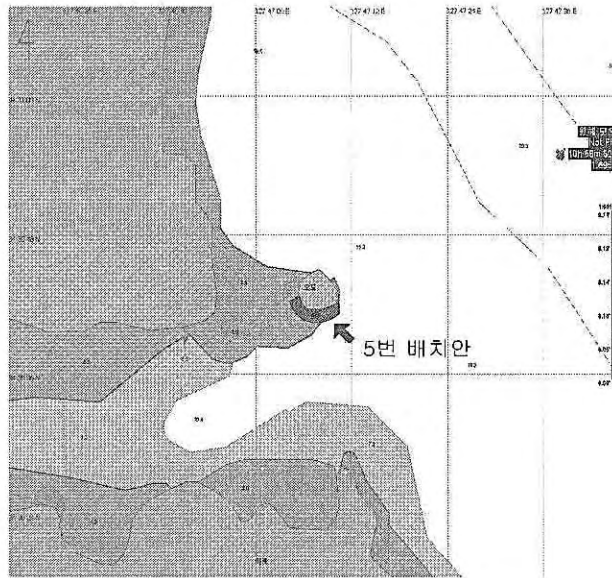


그림 2-2-1-31. 4번 어류형 어초 시설 위치 및 배치안.

표 2-2-1-17. 5번 폐조류형어초 시설해역(우학리 오도 지선)

어초종류	수량(개)	수심(m)	시설면적(ha)	저질	시설좌표
정삼각뿔형어초	100	5~10	3	자갈, 사질, 패각 혼재	34° 30.686 ' 127° 47.112 '



5번 해역 배치안

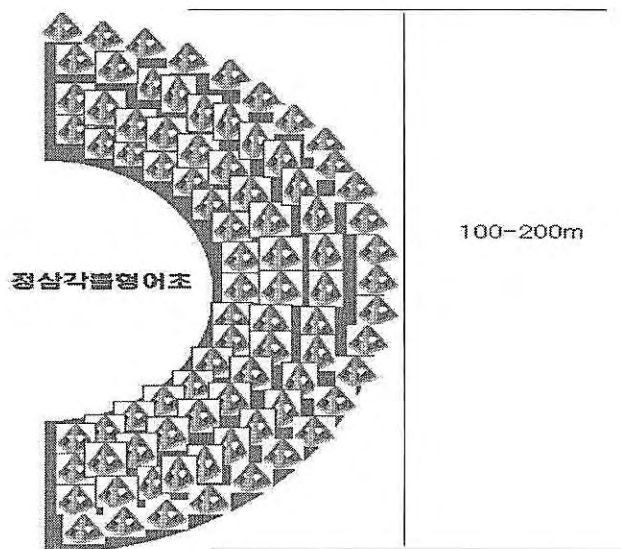
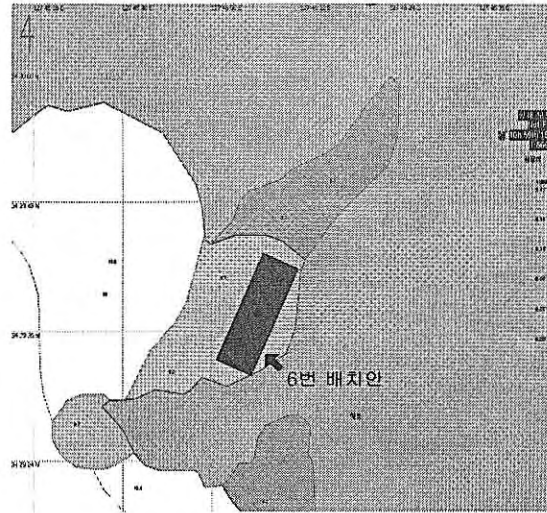


그림 2-2-1-32. 5번 폐조류형 어초 시설 위치 및 배치안.

표 2-2-1-18. 6번 패조류형어초 시설해역(심포 지선)

어초종류	수량 (기/개)	수심 (m)	시설면적 (ha)	저질	시설좌표
신요철형어초	100				
패조류용대형세라믹	50	7~8	2	자갈, 사질, 패각 혼재	34° 29.628 ' 127° 46.153 '
반톱니형해중립초	50				



6번 해역 배치안

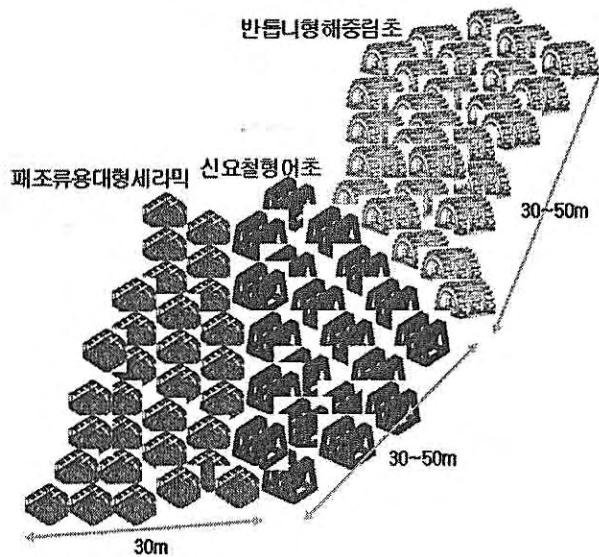


그림 2-2-1-33. 6번 패조류형 어초 시설 위치 및 배치안.

나) 시험어초 효과

(1) 삼중자망에 어획된 생물 출현종, 개체수 및 생체량

다목적강제어초(Multipurpose Steel Artificial reef), 점보강제어초(Jumbo Steel Artificial reef), 자연초 및 대조구에서 삼중자망을 이용하여 어획된 출현종 및 개체수 조사 결과는 표-2-2-1-19와 그림 2-2-1-34와 같다. 조사 결과, 모든 조사정점에서 총 37종의 생물종이 어획되었으며 개체량은 총 213개체였다. 이 중 어류는 25종 수산무척추동물이 12종이 채집되었다. 출현한 개체 중 가장 우점을 차지한 종은 전갱이 *Trachurus japonicus*로 37개체가 채집되어 전체의 17.37%를 차지하였으며 다음은 별불가사리 *Asterina pectinifera*가 28개체로 13.14%를 차지해 차우점하였고 꽃게와 입뿔고둥이 각 14개체(6.57%) 순으로 우점하였다. 각 조사 정점별로 출현종이 가장 높게 나타난 곳은 대조구로 총 19종이 채집되었으며 다음으로 점보형강제어초에서 18종 자연초에서 15종이 출현하였고 다목적 강제어초에서 출현종이 8종으로 가장 낮게 나타났다(표 2-2-1-19)

각 조사 정점별 출현 개체수는 자연초에서 87개체(40.8%)로 가장 높게 나타났으며 다음으로 대조구에서 77개체(36.1%), 점보형강제어초에서 34개체(15.9%) 순이었으며 다목적강제어초에서 15개체로 가장 낮게 나타났다. 본 조사 시 전체 출현량은 15,867g 이었으며 이 중 전갱이가 3,530g으로 22.25%를 차지해 최우점하였다. 정점별로는 대조구가 4,625g으로 가장 높았으며 다목적강제어초가 1,300g으로 가장 낮게 나타났다(표 2-2-1-20).

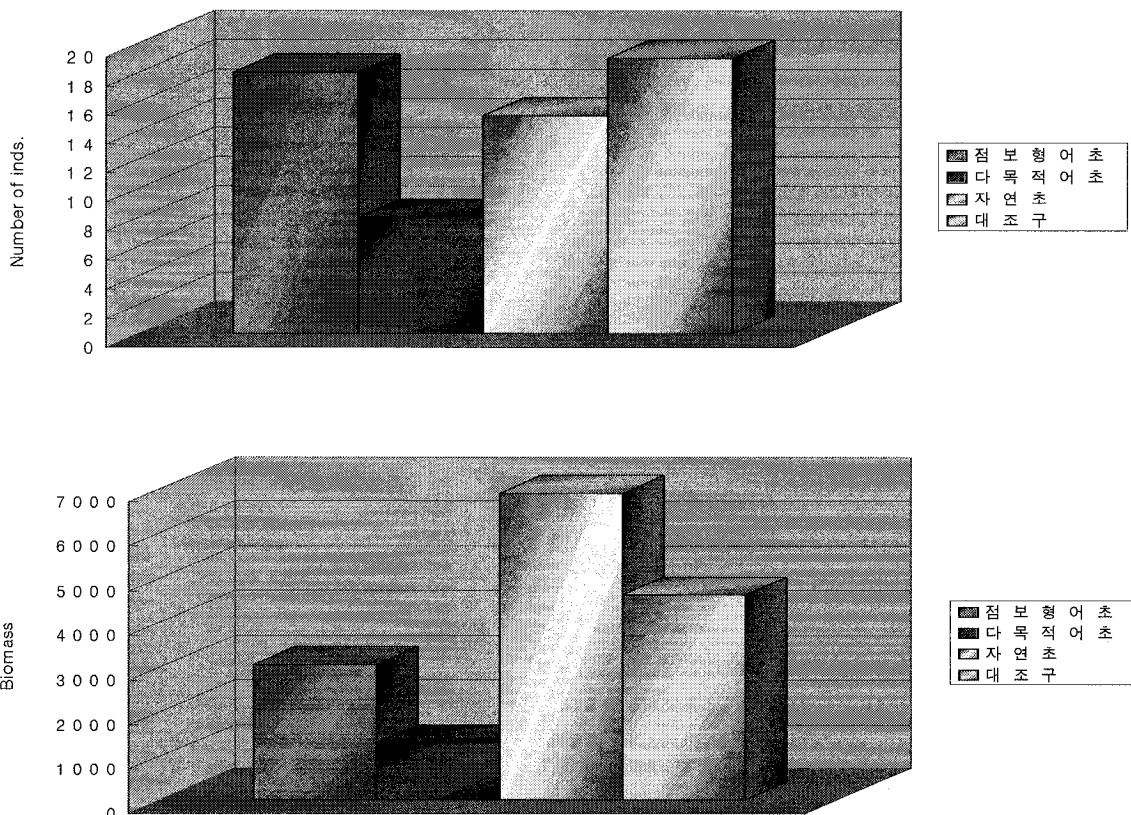


그림 2-2-1-34. 자망에 의한 조사 정점별 출현 개체수 및 생체량.

표 2-2-1-19. 자망에 의한 조사 정점별 출현종 및 개체수

정점 어종	점보형 강제어초	다목적형 강제어초	자연초	대조구	Total	Dominance (%)
갈치	1		1	6	8	3.76
갭오징어	3				3	1.41
갯가재	1				1	0.47
고등어				1	1	0.47
긴빨고등		2		1	3	1.41
꼬지			1		1	1.47
꽃게	10	4			14	6.57
노랑각시서대				1	1	0.47
노랑촉수				1	1	0.47
도다리	1				1	0.47
말뚝성게			1	2	3	1.41
말쥐치			1		1	0.47
망상어			3		3	1.41
매통이	1				1	0.47
멸치	2	1			3	1.41
미역치				1	1	0.47
민꽃게	3				3	1.41
별불가사리		1	15	12	28	13.14
보라성게			15		15	7.04
불락			8		8	3.75
부시리				1	1	0.47
삼세기	1				1	0.47
샛돔	1			1	2	0.94
성대	1			4	5	2.35
수조기	1	1			2	0.94
아무르 불가사리	3		10		13	6.1
양태		2			2	0.94
오징어	1		1	2	4	1.88
용치놀래기	1		1		2	0.94
입빨고등			1	13	14	6.57
전갱이	1		22	14	37	17.37
전어				1	1	0.47
줄복	1				1	0.47
쥐치	1	1	4	1	7	3.28
집게		3	3		6	2.82
철갑둥이				1	1	0.47
참돔				14	14	6.57
출현종수	18	8	15	19	37	100
출현개체수	34	15	87	77	213	

표 2-2-1-20. 자망에 의한 조사 정점별 생체량

정점 어종	점보형 강제어초	다목적형 강제어초	자연초	대조구	Total	Dominance (%)
갈치	120		180		300	1.89
갑오징어	260			930	1190	7.5
갯가재	10				10	0.06
고등어				150	150	0.95
긴빨고등		50		190	240	1.51
꼬지			185		185	1.17
꽃게	700	270			970	6.11
노랑각시서대				50	50	0.31
노랑촉수				20	20	0.13
도다리	230				230	1.45
말뚝성게			10	30	40	0.25
말쥐치			100		100	0.63
망상어			390		390	2.46
매통이	340				340	2.14
멸치	40	10			50	0.32
미역치				10	10	0.06
민꽃게	350				350	2.2
별불가사리		50	300	260	610	3.84
보라성게			660		660	4.16
볼락			860		860	5.42
부시리				620	620	3.91
삼세기	60				60	0.38
셋돔	30			90	120	0.76
성대	50			180	230	1.45
수조기	150	120			270	1.7
아무르 불가사리	100		380		480	3.03
양태		750			750	4.73
오징어	290		300	620	1210	7.63
용치놀래기	160		110		270	1.7
입빨고등			40	150	190	1.2
전갱이	20		2990	520	3530	22.25
전어				50	50	0.32
줄복	120				120	0.76
쥐치	20	20	235	20	295	1.86
집게		30	150		180	1.13
찰갑둥이				30	30	0.19
참돔				705	705	4.44
출현개체량	3,050	1,300	6,890	4,625	15865	100

(2) 잠수관찰에 의한 생물 출현종 및 개체수

각 조사 정점에서 잠수 관찰에 의한 출현종 및 개체수 조사 결과는 표 2-2-1-21과 그림 2-2-1-35와 같다. 조사정점 전체에서 관찰된 어종은 총 24종으로 2,721개체가 출현하였다. 출현종 중 가장 우점을 차지한 종은 전갱이 *Trachurus japonicus*가 1,100개체로 전체의 40.43%를 차지하였으며 줄도화돔 *Apogon semilineatus*이 700개체로 25.73%를 차지해 차우점하였고 다음으로 미역치 *Hypodytes rubripinnis* 308개체 (11.32%), 망상어 *Ditrema temmincki* 138개체(5.07%), 용치놀래기 *Halichoeres tenuispinnis* 128개체(4.70 %) 등의 순으로 우점하였다. 정점별 출현종은 다목적강제어초와 점보형강제어초에서 각각 15종, 14종으로 높게 나타났으며 자연초에서는 12종 대조구에서는 2종만이 관찰되었다.

조사 정점별 출현 개체수는 다목적강제어초에서 1,250개체로 가장 높게 나타났으며 다음 점보형강제어초에서 1,065개체, 자연초에서 101개체, 대조구에서 5개체로 시험어초 구간과 자연초 및 대조구 구간의 차이가 심하게 나타났다.

본 잠수관찰에 의한 조사결과와 삼중자망에 의한 조사결과를 비교 검토해본 결과 삼중자망의 조업의 제한성과 각 어종의 생태학적 특성 등에 의한 채집 및 관찰의 차이가 심하게 나타났다. 자망의 경우 출현 종수, 출현 개체수 및 생체량이 자연초에서 가장 높게 나타났고 다음은 대조구 순으로 높게 나타났으며 다목적강제어초에서 가장 낮게 나타나 자연초와 비교해 보았을 때 5배 이상의 차이를 보였으나 잠수 관찰에 의한 출현 종수 및 개체수 조사결과에서는 다목적강제어초에서 가장 높은 종수와 개체수가 기록되어 자연초에 비해 12배 정도의 차이를 나타내었다. 이러한 결과의 상이성은 2가지 조사방법의 차이에서 기인된 것으로 생각되며 향후 인공 구조물의 효과검증에 대한 다각적인 접근 방법의 개발과 조사지역, 구조물의 특징 및 대상생물의 생태학적 특성 등을 고려한 조사 방법이 지속적으로 개발되어야 할 것으로 사료된다.

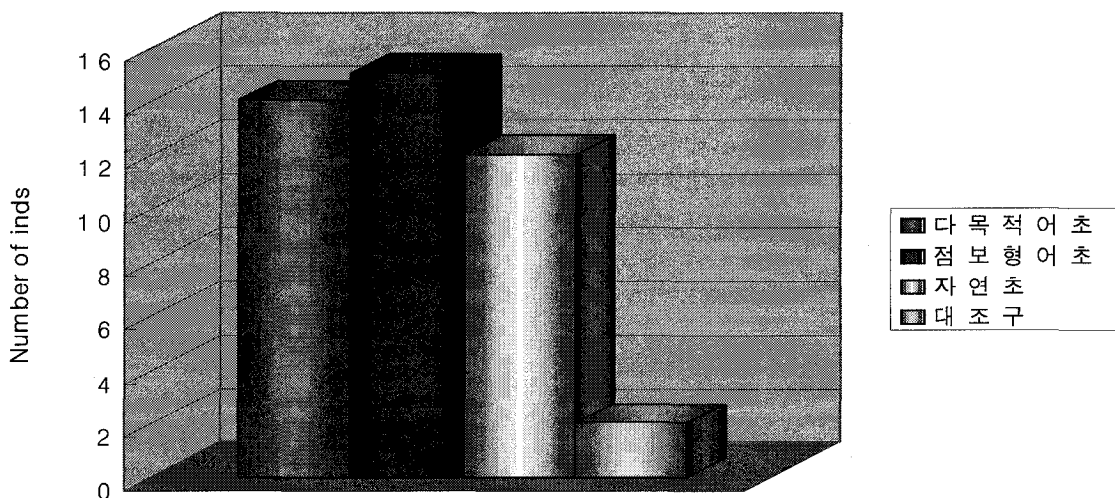


그림 2-2-1-35. 잠수관찰에 의한 조사 정점별 출현종 및 개체수.

표 2-2-1-21. 잠수관찰에 의한 조사 정점별 출현종 및 개체수

정점 어종	점보형 강제어초	다목적형 강제어초	자연초	대조구	Total	Dominance (%)
다금바리	2				2	0.07
돌돔	5	1	4		10	0.37
용치놀래기	18	15	95		128	4.70
망상어	20	18	100		138	5.07
문어	1				1	0.04
불락		50	45		95	3.49
조피불락	17	17			34	1.25
전갱이	500	600			1,100	40.43
쏨뱅이	25	21			46	1.69
쥐치	24	9			33	1.21
말쥐치		7			7	0.26
노래미	1	1	2		4	0.15
미역치	150	55	100	3	308	11.32
보리멸	1	50			51	1.87
줄도화돔	300	400			700	25.73
능성어	1				1	0.04
쥐노래미		1	1		2	0.07
가자미			1		1	0.04
뱅어돔			5		5	0.18
자리돔			45		45	1.66
송어			2		2	0.07
문치가자미				2	2	0.07
횃대		5			5	0.18
파랑돔			1		1	0.04
출현종수	14	15	12	2		
출현개체수	1,065	1,250	101	5	2,721	

2) 해중림 효과조사

가) seedbank 시설 상태

전남 다도해형 바다목장 사업에서 해중림 조성을 목적으로 남면 안도 이야포 만에 시설된 부류연승 식 seedbank 시설물에 대한 상태와 해중림 조성 대상종으로 이식된 곱피, 감태, 다시마, 모차반에 대한 부착여부 및 성장 상태를 파악하기 위하여 직접 잠수하여 관찰한 결과 그림 2-2-1-36과 같이 시설물을 지지하고 있는 부위와 해조류 이식로프 전체에 다량의 진주담치가 부착함으로써 해조류의 부착기질을 차지하는 것은 물론 그 하중을 지탱하지 못한 시설물의 하부는 저층에 위치해 있었으며 시설물 상부 또한 중층까지 침하되었다. 따라서 이식된 모조는 대부분의 개체가 탈락되었으며 곱피 1~2개체 정도만 부착되어 있는 것을 확인하였다. 본 조사 결과, 2006년도 바다목장 해중림 조성연구를 목적으로 한

seedbank의 침하는 시설물에 대한 지속적인 관리가 이루어지지 못한 것에 기인된 것으로 향후 침하된 시설물에 대한 인양 및 재배치는 물론 적극적인 사후관리 계획이 이루어질 수 있도록 체계적인 관리 계획이 반드시 수립되어야 한다고 사료된다.

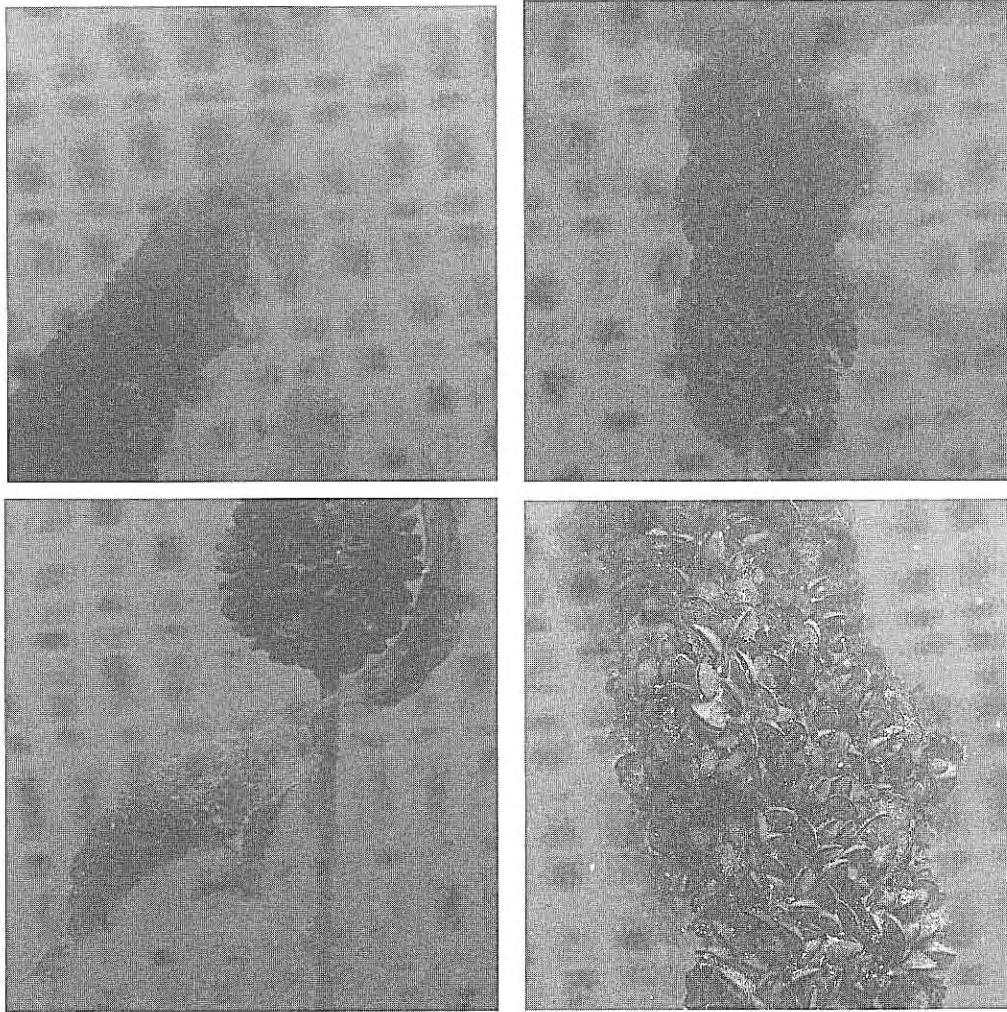


그림 2-2-1-36. seedbank 시설에 부착된 진주담치 및 시설 침하 상태.

나) seedbank 시설해역 해조상

(1) 출현종

해조류 출현종은 녹조류 2종, 갈조류 11종, 홍조류 10종으로 도합 23종이었으며, 정점 2에서 19종으로 가장 많은 종이 나타났고, 정점 3에서 11종으로 가장 적은 종이 나타났다(표 2-2-1-22~23). 녹조류는 정점 1, 정점 2, 정점 4에서 2종으로 가장 많이 나타났으며, 갈조류는 정점 2에서 각각 9종으로 홍조류는 정점 2에서 각각 8종으로 나타났다. 본 조사지역 공통으로 나타난 종은 우뚝가사리만 발견되었다.

표 2-2-1-22. 정점별 해조류 출현종수

구 분	St. 1	St. 2	St. 3	합계
녹조류	2	2	1	2
갈조류	8	9	5	11
홍조류	7	8	5	10
합계	17	19	11	23

표 2-2-1-23. 정점별 해조류 출현종

학 명	국 명	St. 1	St. 2	St. 3
<i>U. pertusa</i>	구멍갈파래	+	+	+
<i>C. fragile</i>	청각	+	+	
<i>Ishige okamurae</i>	패	+	+	
<i>Laminaria japonica</i>	참다시마			
<i>Ecklonia stolonifera</i>	곰피	+	+	
<i>Hizikia fusiformis</i>	뚝	+	+	+
<i>S. horneri</i>	팽생이모자반	+	+	+
<i>S. confusum</i>	알송이모자반	+	+	
<i>S. serratifolium</i>	툽니모자반		+	
<i>S. sagamianum</i>	비틀대모자반			
<i>S. thunbergii</i>	지충이	+	+	+
<i>Padina arborescens</i>	부챗말	+	+	+
<i>Colpomenia sinuosa</i>	불래기말	+	+	+
<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	+	+	+
<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	+	+	+
<i>Grateloupia filicina</i>	참지누아리	+		+
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	참도박	+	+	+
<i>Plocamium telfairiae</i>	참곱슬이		+	
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	부챗살	+	+	
<i>Chondrus ocellatus</i>	진두발	+	+	+
<i>Acrosorium flabellatum</i>	부채분홍잎		+	
<i>Lomentaria catenata</i>	마디잘록이			
<i>Chondria crassicaulis</i>	개서실	+	+	

(2) 우점도

각 조사 정점별 출현종의 우점도는 정점 1에서 상부 81.2, 중부 92.4, 하부 10.2 평균 61.3과 정점 2에서 상부 65.1, 중부 91.2, 하부 22.8 평균 59.7로 높게 나타났다. 정점별 종별 우점도 평균값은 상부의 우점종은 툇(11.67), 패(6.68), 구멍갈파래(4.42) 등 우점종이 간단하였으며, 중부의 우점종은 구멍갈파래(11.92), 팽생이모자반(8.25), 불래기말(5.87), 곰피(5.17)가 우점하였다. 또한 하부의 우점종은 작은구슬산호말(3.67), 부채분홍잎(3.88)가 우점하였고 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화되었다(표 2-2-1-24).

정점 1에서 상부의 우점종은 툇(22.1), 패(13.2), 구멍갈파래(11.4) 순으로 우점종이 단순하게 나타났으며, 중부의 우점종은 구멍갈파래(22.4), 팽생이모자반(11.4), 불래기말(11.7) 등이 우점하였다. 또한 하부의 우점종은 청각(3.4), 작은구슬산호말(3.2)가 우점하였고 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화되었다.

정점 2에서 상부의 우점종은 툇(15.8), 패(11.7) 등으로 출현종은 많았으나 우점종은 간단하였으며, 중부의 우점종은 구멍갈파래(23.1), 팽생이모자반(16.2), 불래기말(10.3) 등이 우점하였고, 하부의 우점종은 툇니모자반(4.2), 작은구슬산호말(4.6)이 우점하였다. 하부로 갈수록 점차 우점종이 단순화, 종의 출현빈도도 단순화되었다.

정점 3에서 상부의 우점종은 툇(32.1), 패(15.2) 등으로 우점종이 간단하게 나타났으며, 중부의 우점종은 구멍갈파래(14.8), 팽생이모자반(13.2), 불래기말(13.2) 순으로 상부와 비슷하게 우점종이 간단하였으며, 하부에서는 우뭇가사리와 작은 구슬산호말이 출현하였으나 우점하지는 못하였다.

(3) 현존량

각 조사 정점별 현존량은 정점 2에서 상부 880g/m², 중부 1,584g/m², 하부 92g/m² 합계 2,556g/m² 로 가장 높게 나타났다. 정점별 현존량은 정점 1~3의 중부에서 각각 1,584g/m², 1,437g/m², 724g/m² 으로 출현종수가 비슷한 상부보다 많은 현존량을 나타냈으며, 정점 2의 하부에서는 257g/m²로 하부에서 가장 높은 현존량을 보였다. 정점별 현존량 합계의 경우 정점 1에서 2,556g/m²로 가장 높은 값을 보였다. 종별 현존량은 모자반류, 지충이, 곰피 등 대형 갈조류가 높게 나타났으나 이외에도 구멍갈파래, 우뭇가사리에서 높은 현존량을 보였다(표 2-2-1-25~26).

정점 1에서 상부의 현존량은 구멍갈파래(136g/m²), 툇(243g/m²), 패(105g/m²), 지충이(123g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 구멍갈파래(291g/m²), 곰피(491g/m²), 팽생이모자반(567g/m²), 알송이모자반(168g/m²), 불래기말(140g/m²)으로 상부보다 높게 나타났고, 특히 곰피의 현존량이 높았다. 하부에서는 청각(40 g/m²) 작은구슬산호말(20g/m²) 등이 출현하였으나 현존량이 높지는 않았다.

정점 2에서 상부의 현존량은 툇(237g/m²), 패(105g/m²), 구멍갈파래(106g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 곰피(266g/m²), 구멍갈파래(323g/m²), 팽생이모자반(388g/m²), 불래기말(124g/m²) 순이었다. 또한 하부의 현존량은 작은 구슬산호말(48g/m²), 툇니모자반(64g/m²), 청각(45g/m²) 순으로 나타났으며, 정점1과 유사하게 하부에서 현존량이 감소하였다.

정점 3에서 상부의 현존량은 패(139g/m²), 툇(417g/m²) 등이 나타났으며, 중부는 구멍갈파래(177g/m²), 팽생이모자반(277g/m²), 불래기말(168g/m²)순으로 현존량이 나타났고, 하부에서는 우뭇가사리(6g/m²)와 작은구슬산호말(10g/m²)만이 출현하였다.

표 2-2-1-24. 정점별 해조류 서식대별 우점도

서식대	종명(국명)	St. 1	St. 2	St. 3	평균	
상부 (조간대)	구멍갈파래	11.4	8.7	6.4	8.83	
	패	13.2	11.7	15.2	13.37	
	툇	22.1	15.8	32.1	23.33	
	팽생이모자반	3.2	4.6	2.4	3.40	
	지층이	8.2	3.4	2.8	4.80	
	작은구슬산호말	2.1	5.8	6.4	4.77	
	참지누아리	3.6	-	0.8	1.47	
	참도박	2.8	2.6	3.4	2.93	
	부챗살	3.8	2.7	-	2.17	
	진두발	6.5	4.3	5.7	5.50	
	부채분홍잎	-	1.7	-	0.57	
	개서실	4.3	3.8	-	2.70	
	소 계	81.2	65.1	75.2	6.15	
	중부 (조하대수심 1~3m)	구멍갈파래	22.4	23.1	14.8	20.10
		청각	4.6	4.2	-	2.93
곰피		18.9	12.1	-	10.33	
팽생이모자반		11.4	16.2	13.2	13.60	
알송이모자반		8.4	4.3	-	4.23	
비틀대모자반		-	-	-	0.00	
참다시마		-	-	-	0.00	
블래기말		11.7	10.3	13.2	11.73	
부챗말		4.2	5.6	3.4	4.40	
우뭇가사리		4.3	3.7	4.6	4.20	
참곱슬이		-	2.6	-	0.87	
진두발		2.7	2.6	3.4	2.90	
마디잘록이		-	-	-	0.00	
개서실		3.8	6.5	-	3.43	
소 계		92.4	91.2	52.6	5.62	
하부 (조하대수심 4~6m)	청각	3.4	3.7	-	2.37	
	툇니모자반	-	4.2	-	1.40	
	비틀대모자반	-	-	-	0.00	
	우뭇가사리	1.4	2.7	0.6	1.57	
	작은구슬산호말	3.2	4.6	1.7	3.17	
	참곱슬이	-	2.0	-	0.67	
	부챗살	2.2	2.4	-	1.53	
	부채분홍잎	-	3.2	-	1.07	
	소 계	102.6	110.8	54.9	1.47	

표 2-2-1-25. 정점별 해조류 서식대별 현존량(g/m²)

서식대	종명(국명)	St. 1	St. 2	St. 3
상부 (조간대)	구멍갈파래	136	106	78
	패	105	105	139
	툇	243	237	417
	팽생이모자반	80	92	36
	지층이	123	56	34
	작은구슬산호말	13	35	32
	참지누아리	25	-	8
	참도박	30	22	36
	부챗살	30	20	-
	진두발	59	36	46
	부채분홍잎	-	16	-
	개서실	36	30	-
	소 계	880	755	826
	중부 (조하대수심 1~3m)	구멍갈파래	291	323
청각		56	54	-
곰피		491	266	-
팽생이모자반		296	388	277
알송이모자반		168	90	-
비틀대모자반		-	-	-
참다시마		-	-	-
불래기말		140	124	168
부챗말		34	48	28
우뭇가사리		38	34	44
참곱슬이		-	16	-
진두발		26	22	30
마디잘록이		-	-	-
개서실		44	72	-
소 계	1,584	1,437	724	
하부 (조하대수심 4~6m)	청각	40	45	-
	툇니모자반	-	64	-
	비틀대모자반	-	-	-
	우뭇가사리	13	26	6
	작은구슬산호말	20	48	10
	참곱슬이	-	24	-
	부챗살	19	20	-
	부채분홍잎	-	30	-
소 계	92	257	16	

표 2-2-1-26. 서식대별 출현종수, 우점도 및 현존량(g/m²) 비교

서식대	구분	St. 1	St. 2	St. 3
상부 (조간대)	출현종수	11	11	9
	우점도	81.2	65.1	75.2
	현존량	880	755	826
중부 (조하대수심 1~3m)	출현종수	10	11	6
	우점도	92.4	91.2	52.6
	현존량	1,584	1,437	724
하부 (조하대수심 4~6m)	출현종수	4	7	2
	우점도	10.2	22.8	2.3
	현존량	92	257	16
우점도 평균		61.2	59.7	43.4
현존량 합계		2,556	2,449	1,566

본 연구는 해중립 시설의 기본이 되는 해조 Seedbank를 설치한 후 그 주변의 해조번식 상태를 관찰, 효율성을 조사하기 위하여 2007년 3월에 설치된 해조 Seedbank 시설지와 주변 암반 3정점에 대한 해조상을 조사하였다. 시기적으로 해조류가 적은 가을철임에도 불구하고 총 23종이라는 해조류가 관찰됨으로써 연도 이야포 만 연안의 해조상이 대체로 다른 지역과 비교하여 큰 차이가 없음을 알 수 있었으며 현존량도 800~1,500g/m²로 같은 시기의 다른 지역보다 적지 않게 나타났다.

본 연구에서 나타난 특징으로는 Seedbank 설치 인근 암반지역에서는 조하대 수심 4m 권에서부터는 식해동물인 성계에 의한 식해로 해조류가 거의 서식하지 않은 지역을 많이 관찰할 수 있었다. 본 연구 지역은 전복뿐만 아니라 성계 채취에 의해서도 마을어업 소득사업을 하는 곳으로 어민소득과 해조자원의 증식에 대한 균형 있는 관리 방안이 시급히 모색되어야 할 것으로 사료되며 현재 진행 중인 해조장 조성을 위한 Seedbank 설치에 우선적으로 주변지역의 식해생물인 성계 등을 제거 하고 시기 또한 봄시기가 아닌 태풍이 지난 가을시기에 모조를 이식하여 포자가 번식할 수 있도록 하여 주변 암반지역에 해조장을 조성해야 할 것으로 생각된다.

3) 전복 적정 방류량 산정 연구

가) 전복 및 해조자원 조사

전남 바다목장 해역 중 4곳 어촌계 마을어장의 2007년 10월 단위면적당 참전복 서식밀도는 화태 0.5개체/m²(평균각장 6.9cm, 평균전중 55.6g), 우학 5.5개체/m²(평균각장 4.0cm, 평균전중 28.5g), 안도 8.3개체/m²(평균각장 4.4cm, 평균전중 34.8g), 심미 0.2개체/m²(평균각장 5.2cm, 평균전중 54.1g)으로 나타났다. 12월의 전복 출현량은 화태 1.3개체/m²(평균각장 7.9cm, 평균전중 58.8g), 우학 3.3개체/m²(평균각장 5.0cm, 평균전중 42.6g), 안도 8.8개체/m²(평균각장 8.1cm, 평균전중 73.7g), 심미 0.3개체/m²(평균각장 6.0cm, 평균전중 46.9g)로 나타났다.

보라성계의 출현량은 화태의 경우 10월에는 출현하지 않았으며, 우학은 2.3개체/m²(평균각경 5.6cm,

평균전중 32.6g), 안도 2.0개체/m²(평균각경 3.8cm, 평균전중 24.9g), 심미 0.2개체/m²(평균각경 6.9cm, 평균전중 120.5g)으로 나타났다. 12월의 보라성게 출현량은 화태 0.2개체/m²(평균각경 5.2cm, 평균전중 29.4g), 우학 0.5개체/m²(평균각경 6.3cm, 평균전중 103.3g), 안도 0.7개체/m²(평균각경 4.8cm, 평균전중 40.5g), 심미 0.2개체/m²(평균각경 7.2cm 평균전중 138.0g)로 나타났다.

어촌계별 평균 전복자원량은 안도가 855만 개체로 가장 높게 나타났으며, 심미에서 5만 개체로 매우 적은 자원량을 보였다. 화태와 우학은 각각 31.5만 개체와 44만 개체가 분포하였다. 성게의 경우는 안도에서 135만 개체, 심미에서 4만 개체가 관찰되었으며 화태와 우학은 각각 6만 개체와 14만 개체가 서식하는 것으로 나타났다(표 2-2-1-27).

표 2-2-1-27. 어촌계별 참전복과 보라성게의 서식밀도 및 자원량

품종	어촌계	마을 어장 면적 (ha)	2007년 10월				2007년 12월				평균 자원량 (×10,000 개체)
			전장 (cm)	전중 (g)	서식 밀도 (개체/m ²)	자원량 (×10,000 개체)	전장 (cm)	전중 (g)	서식 밀도 (개체/m ²)	자원량 (×10,000 개체)	
참 전 복	화태	30	6.9	126.5	0.8	24.0	7.9	58.8	1.3	39.0	31.5
	우학	10	4.0	28.5	5.5	55.0	5.0	17.6	3.3	33.0	44.0
	안도	100	4.4	34.8	8.3	830.0	8.1	73.7	8.8	880.0	855.0
	심미	20	5.2	54.1	0.2	4.0	6.0	46.9	0.3	6.0	5.0
보 라 성 게	화태	30					5.2	29.4	0.2	6.0	6.0
	우학	10	5.6	32.6	2.3	23.0	6.3	103.3	0.5	5.0	14.0
	안도	100	3.8	24.9	2.0	200.0	4.8	40.5	0.7	70.0	135.0
	심미	20	6.9	120.5	0.2	4.0	7.2	138.0	0.2	4.0	4.0

어촌계 4곳의 해조류 출현조성(microalgae 제외)은 2007년 10월과 12월의 조사 결과 총 29종이 관찰되었으며 녹조류 2종, 갈조류 9종, 홍조류 18종이었다. 10월에는 녹조류 2종, 갈조류 6종, 홍조류 12종으로 총 20종, 12월에는 녹조류 1종, 갈조류 9종, 홍조류 13종으로 총 23종이 관찰되었다(그림 2-2-1-37).

주요 출현종은 10월의 경우 녹조류 중 구멍갈파래가 모든 조사해역에서 관찰되었으며, 갈조류에서는 감태와 모자반류, 홍조류에서는 참도박, 우뭇가사리, 잎꼬시래기가 주로 관찰되었다. 12월의 경우는 녹조류에서는 구멍갈파래, 갈조류는 감태, 팽생이모자반과 미역이 주로 관찰되었으며, 홍조류는 참도박과 패들김이 주로 출현하였다.

어촌계별 출현종수는 10월의 경우 우학에서 총 12종으로 가장 많이 나타났으며, 안도가 총 9종으로 가장 적은 출현종을 보였다. 화태와 심미는 각각 11종과 10종이 관찰되어 큰 차이는 보이지 않았다. 12월의 경우는 화태가 13종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 우학이 9종으로 가장 적었다. 안도와 심미는 각각 12종과 11종이 관찰되었다(그림 2-2-1-38).

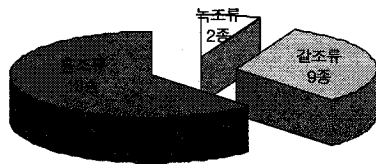


그림 2-2-1-37. 전남바다목장해역에서 출현 해조류의 분류군별 출현종수.

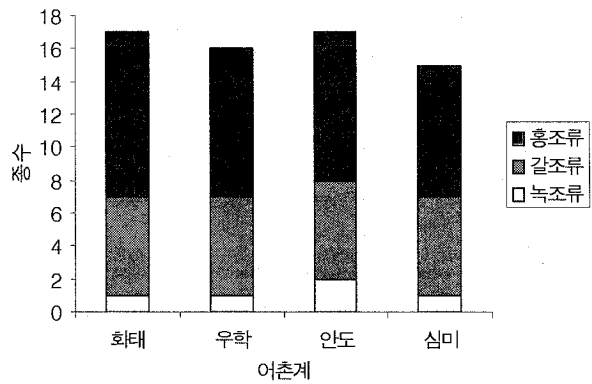


그림 2-2-1-38. 어촌계별 분류군에 따른 해조류 출현종수.

조사해역의 총 해조류 자원량은 안도가 353.6 ton으로 나타났으며 우학이 21 ton으로 자원량이 가장 적은 것으로 나타났다. 화태와 심미는 각각 90.1 ton과 117.4 ton으로 나타났다(표 2-2-1-28).

어촌계별 해조류 출현종과 단위면적당 평균 서식밀도와 자원량은 표 1-1-29와 같다. 10월의 경우 가장 많은 출현량을 보인 해역은 심미로 484.8g/m²로 나타났으며 감태가 352.5g/m²으로 가장 많이 출현하였으며, 구멍갈파래와 마디잘룩이가 각각 51.6g/m²과 29.1g/m²으로 비교적 높게 나타났다. 가장 적은 해조 출현량을 보인 해역은 우학으로 170.9g/m²로 나타났으며, 고리매, 감태, 우뚝가사리가 각각 122.5g/m², 20.8g/m², 7.8g/m²으로 비교적 우점적으로 출현하였다. 화태와 안도에서 해조 출현량은 각각 365.5g/m²과 331.4g/m²으로 나타났는데 화태에서는 애기마디 잘룩이가 87.5g/m²으로 가장 높은 출현량을 보였고, 안도에서는 감태가 250.0g/m²으로 가장 많이 출현하였다.

12월의 경우는 가장 많은 출현량을 보인 해역은 10월과 마찬가지로 심미였으며 단위면적당 해조 출현량은 688.5g/m²로 나타났고 감태와 참도박이 각각 341.6g/m²과 239.5g/m²으로 많이 출현하였다. 해조 출현량이 적었던 해역은 화태와 우학으로 각각 234.6g/m²와 249.4g/m²으로 나타났다. 이들 해역에서는 주로 감태와 참도박이 많이 출현하였다. 안도의 해조 출현량은 375.7g/m²로 나타났으며 감태가 200.5g/m²로 매우 높은 출현량을 보였다.

표 2-2-1-28. 어촌계별 해조류 서식밀도 및 자원량

어촌계	마을어장 면적 (ha)	2007년 10월		2007년 12월		평 균 자원량 (ton)
		서식밀도 (g/m ²)	자원량 (ton)	서식밀도 (g/m ²)	자원량 (ton)	
화태	30	365.5	109.7	234.6	70.4	90.1
우학	10	170.9	17.1	249.4	24.9	21.0
안도	100	331.4	331.4	375.7	375.7	353.6
심미	20	484.8	97.0	688.5	137.7	117.4

표 2-2-1-29. 전남바다목장해역에서 해조류 분류군별 출현종 및 출현량

해조류	종	학명	2007년 10월(g/ m ²)				2007년 12월(g/ m ²)			
			화태	우학	안도	심미	화태	우학	안도	심미
녹조류	구멍갈파래	<i>Ulva pertusa</i> Kjellman	0.8	0.8	3.3	51.6	5.0	10.8	8.3	1.3
	청각	<i>Codium fragile</i>			3.3					
소계	2종		0.8	0.8	6.6	51.6	5.0	10.8	8.3	1.3
갈조류	감태	<i>Ecklonia cava</i>	25.0	20.8	250.0	352.5	41.6	25.0	200.5	341.6
	고리매	<i>Scytosiphon lomentaria</i>		122.5						4.3
	패	<i>Ishige okamurae</i> Yendo			56.6		54.3			
	큰톱니모자반	<i>Sargassum giganteifolium</i>					16.8			
	알송이모자반	<i>Sargassum confusum</i>								3.5
	괭생이모자반	<i>Sargassum horneri</i>	5.8	4.5	5.8	3.3	6.6	9.1	9.8	20.1
	참그물바탕말	<i>Dictyota dichotoma</i>	190.8				35	16.6		30.0
	미역	<i>Undaria pinnatifida</i>					3.3	0.8	2.5	5.0
	지층이	<i>Sargassum thunbergii</i>		2.5		5.0			2.5	4.1
	소계	9종		221.6	150.3	312.4	360.8	157.6	51.5	218.8
홍조류	참도박	<i>Grateloupia elliptica</i> Holmes	25.8	2.5	0.8	26.6	8.5	103.0		239.5
	부채분홍잎	<i>Acrosorium flabellatum</i> Yamada	1.6							8.6
	애기마디잘록이	<i>Lomentaria hakodatensis</i> Yendo	87.5			3.3				
	덩이에기산호말	<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux		1.6	0.8					
	참까막살	<i>Carpopeltis affinis</i>					32.1			
	참지누아리	<i>Grateloupia filicina</i>					14.5	12.5		
	참곱슬이	<i>Plocamium telfairiae</i>					13.6			
	패돌김	<i>Porphyra ishigecola</i> Miura						71.6		
	마디잘록이	<i>Lomentaria catenata</i> Harvey				29.1			46.3	10.5
	보라색우무	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>		1.6					12.3	6.5
	엔도오서실	<i>Laurencia yendoii</i> Yamaka							54.3	
	풀가사리	<i>Gloiopeltis tenax</i>		2.5	0.8				27.1	
	애기보라색우무	<i>Symphyclocladia pennata</i> Okamura								25.6
	붉은뼈까막살	<i>Prionitis angusta</i>	0.8							
	애기가사덤불	<i>Caulacanthus okamurai</i> YAMADA	22.5			5.8				
	우뭇가사리	<i>Gelidium amansii</i> Lamouroux	4.1	7.8	5.0	4.1				
	작은구슬산호말	<i>Corallina pilulifera</i>		0.8						
	앞꼬시래기	<i>Gracilaria textorii</i>	0.8	3.0	5.0	3.5	3.3			
소계	18종		143.1	19.8	12.4	72.4	72	187.1	148.6	282.1
총계	29종		365.5	170.9	331.4	484.8	234.6	249.4	375.7	688.5

나) 먹이전환효율 구명

해조 종류에 따른 참전복과 보라성게의 먹이전환효율을 조사하는 동안 수온은 10.7~17.2℃(평균수온 12.4±1.3℃)로 나타났다. 전복의 각장성장은 미역과 감태 실험구에서 평균각장 2.32cm로 좋은 성장을 보였고, 혼합 실험구에서 평균각장 2.24cm로 가장 저조한 성장을 보였다. 구멍갈파래 실험구는 각각 평균각장 2.29cm로 나타났다. 전복의 전중성장은 미역 실험구에서 평균전중 1.47g으로 가장 좋았으며, 혼합 실험구에서 1.30g으로 가장 낮은 값을 보였다. 구멍갈파래와 감태 실험구는 각각 1.43g과 1.37g으로 나타났다.

실험 종료 시 전복 총중량은 구멍갈파래 실험구에서 36.5g이 증가한 것으로 나타났으며, 감태 실험구에서 19.2g으로 가장 저조하였다. 미역과 혼합 실험구에서 각각 32.8g과 35.7g으로 나타났다. 이러한 결과는 먹이섭취량과 성장과 비례하지 않는 것을 보여주며 특히 구멍갈파래의 높은 총중량 값은 미역이나 감태에 비해 영양가가 좋았기 때문으로 판단된다(그림 2-2-1-39).

실험기간동안 전복에 대한 먹이공급량은 모든 실험구에서 각각 4.0kg이었으며 미역의 경우 실험 종료 시 소비된 먹이량은 731g이었으나 자연 용해된 178g을 제외한 553g이 먹이로 이용된 것으로 나타났다. 파래의 경우 실험 종료 시 소비된 먹이량은 359 g이었으며 자연 용해된 먹이량은 관찰되지 않았다. 감태의 경우 실험 종료 시 563g이 소비된 것으로 나타났으며 자연용해량은 95g을 제외한 468g이 먹이로 이용된 것으로 나타났다. 혼합 실험구의 경우 452g이 먹이로 이용되었다. 일반적으로 전복은 녹조류나 홍조류에 비해 갈조류를 더 선호하며, 해조 엽체의 형태나 엽질에 따라 먹이선택성이 달라진다고 보고되고 있다. 본 실험에 있어서도 미역과 감태가 구멍갈파래에 비해 많이 소비된 것으로 나타났다.

전복의 먹이에 따른 전환효율은 구멍갈파래가 10.3%로 가장 높았고, 감태가 4.1%로 가장 적은 값을 보였다. 미역의 경우 5.8%로 나타났으며, 혼합한 실험구에서는 8.0%로 나타났다. 한 등(1986)은 제주산 까막전복을 대상으로 미역의 먹이전환효율이 5.8%로 보고하여 본 실험결과와 일치하나, 감태와 구멍갈파래의 경우는 각각 3.7%와 7.4%로 보고하고 있어 본 실험결과와 차이를 보인다. 이러한 차이는 참전복과 까막전복의 먹이섭취 능력의 차이와 실험치패의 크기 차이 때문으로 판단된다. 또한 구멍갈파래의 먹이전환효율이 10.3%로 미역에 비해 높게 나타난 것은 화학적조성중 단백질 함량이 미역이나 감태보다 높았기 때문으로 판단되며, 구멍갈파래의 단백질 함량은 2.45%이며, 미역은 1.4%로 보고하고 있다(그림 2-2-1-40).

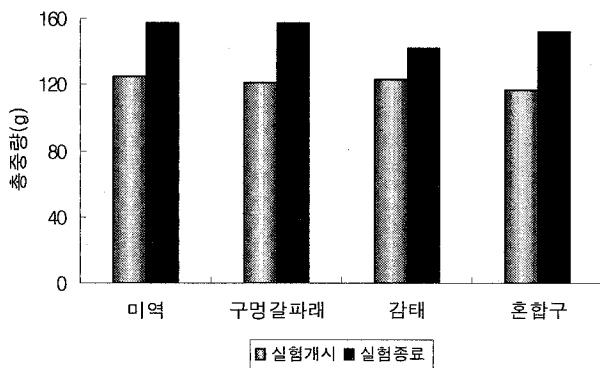


그림 2-2-1-39. 전복의 먹이별 총중량 변화.

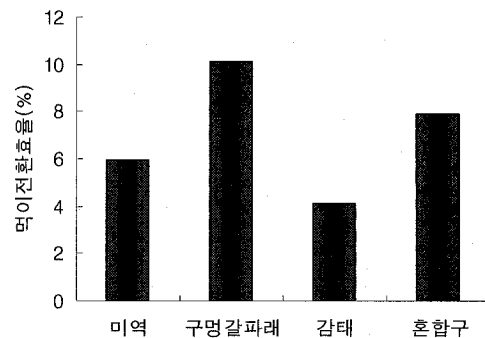


그림 2-2-1-40. 전복의 먹이에 따른 먹이 전환효율.

보라성게의 각경성장은 미역 실험구에서 평균각경 4.82cm로 가장 좋은 것으로 나타났으며, 구멍갈파래 실험구에서 평균각경이 4.60cm로 가장 적은 값을 보였다. 감태와 혼합 실험구에서는 각각 평균각경 4.72cm와 4.74cm로 나타났다. 성게의 전중성장은 혼합 실험구에서 평균전중 42.3g으로 가장 좋았고, 구멍갈파래 실험구에서 37.5g으로 가장 저조한 성장을 보였다. 미역과 감태 실험구의 평균전중은 각각 42.0g과 41.6g으로 나타났다. 그러나 보라성게의 총중량은 미역 실험구에서 68.3 g이 증가한 것으로 나타났고, 감태와 혼합 실험구에서 43.1g과 44.5g으로 저조한 값을 나타내었다. 구멍갈파래 실험구는 58.8 g으로 나타났다(그림 2-2-1-41).

실험기간 동안 보라성게에 대한 먹이공급량은 모든 실험구에서 각각 8.0kg이었으며 미역의 경우 실험종료 시 소비된 먹이량은 1,375g이었으나 자연 용해된 178g을 제외한 1,197g이 먹이로 이용된 것으로 나타났다. 구멍갈파래는 실험 종료 시 소비된 먹이량은 980g이었고, 감태는 실험 종료 시 1585g이 소비된 것으로 나타났으며 자연용해량은 95g을 제외한 1490g이 먹이로 이용된 것으로 나타났다. 혼합 실험구의 경우 1,285g이 먹이로 이용되었다.

보라성게의 먹이에 따른 전환효율은 구멍갈파래가 6.0%로 가장 높았고, 미역이 5.7%로 비교적 높은 값을 보였다. 그러나 감태와 혼합 실험구는 각각 2.9%와 3.5%로 매우 낮은 값을 보였다(그림 2-2-1-42).

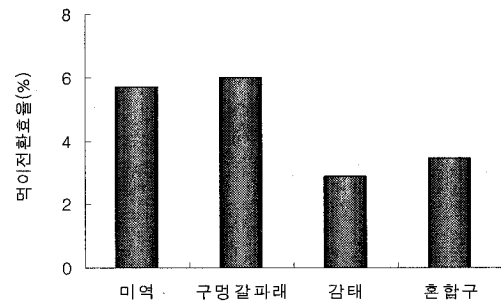
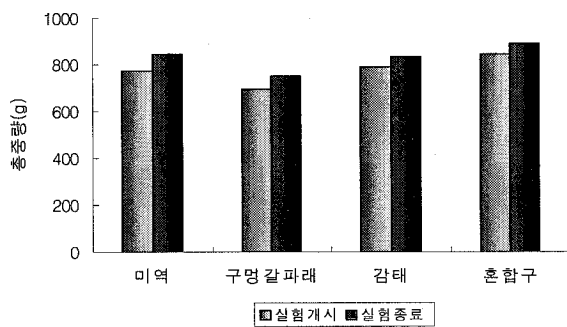


그림 2-2-1-41. 보라성게의 먹이별 총중량 변화.

그림 2-2-1-42. 보라성게의 먹이에 따른 먹이전환효율.

다) 방류량 산정을 위한 해조량 추정

전복의 방류량 산정을 위해서는 방류예정 해역의 전체적인 생태계 규모를 이해해야하나 현실적으로 그와 같은 연구가 매우 어렵기 때문에 일반적으로 전복의 성장과 생존에 영향을 미치는 몇 가지 요인 중 서식지 면적, 조사 해역의 전복 자원량, 먹이로 이용 가능한 해조 자원량, 전복의 일간 먹이 섭취량, 생존율 등을 조사하여 이용하였다.

특히 본 연구에서는 해조류 자원량과 먹이섭취능력 등을 고려하여 실시하였는데, 1) 전체 해조 자원량과 전복과 성게의 먹이로 이용될 수 있는 해조 9종이 연간 일정하게 유지되며, 2) 3cm 전복의 일간먹이섭취량을 0.45g/개체(內揚等, 1979), 3) 방류치패의 크기와 전중은 3cm와 4.5g(유, 2000)으로 고정시켰으며, 4) 각경이 5cm 정도 되는 보라성게의 일간먹이섭취량을 2.5g(유, 2000)으로 설정하여 방류량을 추정하였다.

어촌계별 전복방류량을 산정한 결과 화태와 심미는 각각 10만 마리와 19만 마리정도 방류가 가능한 것으로 나타났다. 그러나 우학은 마을어장 면적이 적는데 반해 보라성게의 서식밀도가 높아 고소득 품종인 전복을 방류하기 위해서는 성게 구제작업과 동시에 해조장 조성이 필요할 것으로 판단되며, 안도

는 전남바다복장사업의 중심해역으로서 그동안 많은 전복방류가 이루어져 전복서식밀도가 매우 높은 것으로 나타났다. 따라서 향후 방류된 전복을 유지 관리하기 위하여 해조류조성이 필요하며, 특히 패조류용 어초나 투석 및 해조장 조성사업이 필요할 것으로 추정된다(표 2-2-1-30).

표 2-2-1-30. 어촌계별 먹이량에 의한 전복 방류량 산정

어촌계	마을 어장 면적 (ha)	해조 자원량 (ton)	먹이 해조량 ¹ (ton/day)	전복 자원량 (ton)	전복 먹이량 (ton/day)	성계 자원량 (ton)	성계 먹이량 (ton/day)	전복 예상 방류량 (개체)
화태	30	90.1	22.8	29.2	14.0	1.8	4.5	104,000
우학	10	21.0	9.5	13.6	6.5	9.52	23.8	성계구제필요
안도	100	353.6	287.8	464.3	222.9	44.1	110.2	해조조성필요 (45 ton)
심미	20	117.4	14.9	2.5	1.2	2.17	5.4	190,000

¹전복먹이로 이용가능한 해조 9종 : 구멍갈파래, 감태, 패, 팽생이모자반, 미역, 참도박, 풀가사리, 우뚝가사리, 잎꼬시래기

본 연구에서는 전복자원을 유지 관리하기 위하여 연간 먹이로 이용될 수 있는 필요 해조량을 추정하였는데 어촌계별 전복 자원량을 대상으로 평균 먹이전환효율을 0.07, 생존율을 70%, 50%, 30%로 설정하여 구하였다.

전복의 생존율을 70%로 산정하였을 때 전복 자원량이 가장 많은 안도에서 9,475.5 ton의 해조류가 필요할 것으로 나타났으며, 심미의 경우는 생존율 70% 기준으로 보면 전복 자원량이 2.5 ton이며 필요 해조류는 51톤으로 추정되었으나 전복이 방류되어야 되는 것으로 나타났다(표 2-2-1-31). 이처럼 전복을 증산하기 위해서는 막대한 양의 해조류가 필요하며, 이들 해조류를 생산할 수 있는 다양한 대책들이 마련되어야 할 것이다.

전복의 적정 방류량 산정은 연안 생태계의 다양한 환경요인과 사육생물의 생태, 생물학적 연구가 장기간의 도출된 결과에 대한 지속적인 보정이 이루어져야 가능 할 것으로 판단된다.

표 2-2-1-31. 어촌계별 연간 전복자원량 관리를 위해 필요한 해조량 추정

어촌계	생존율	전복자원량(ton)	필요 해조량(ton)
화태	0.7	29.2	595.9
	0.5		834.3
	0.3		1,390.5
우학	0.7	13.6	277.5
	0.5		388.5
	0.3		647.6
안도	0.7	464.3	9,475.5
	0.5		13,265.7
	0.3		22,109.5
심미	0.7	2.5	51.0
	0.5		71.4
	0.3		119.0

¹전복해조필요량: 연간증량량 ÷ 먹이전환효율 ÷ 예상생존율

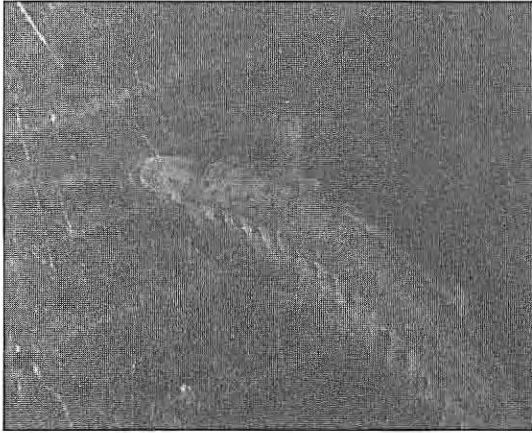
라. 참고문헌

- Arasaki, S., 1981. A comparison of the phenology of intertidal *Porphyra* on the coasts of Japan and western North America, *Proceedings of the International Seaweed Symposium*, 8: 273-277.
- Bilyard, G.R., 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Pollut. Bull.*, 18(11): 581-585.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis, 1957. An ordination of upland forest community of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Clarke, K.R. and R.M. Warwick, 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E Ltd., Plymouth. U.K.
- Daan, N., 1973. A quantitative analysis of the food of North Sea cod (*Gadus morhua*). *Neth. J. Sea Res.*, 6: 479-517.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3: 157-175.
- McIntyre, A.D., 1978. The benthos of the western North Sea. *Rapp. P.-v. R. un Cons. int. Explor. Mer.*, 172: 405-417.
- McNaughton, S.J., 1968. Structure and function in California grassland. *Ecology*, 49: 962-972.
- Pearson, T.H. and R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 229-311.
- Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *T. Theoret. Biol.*, 13: 131-144.
- Rhoads, D.C., 1974. Organism-sediment relations on the muddy floor. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 12: 263-300.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois, Press, Urbana, 177.
- 川名 武, 1959, 魚礁の漁場學的考察. 水産資源, 5(2): 27-37.
- 小川 良徳, 1968. 人工魚礁と魚付き. 水産増殖臨時号, 7: 3-21.
- 柿元 皓, 1966. 人工魚礁の効果範圍について. 水産増殖, 14(4): 181-189.
- 菊地省吾, 浮永久, 秋山和未, 鬼頭鈞, 1975. アワビ餌料藻類の造林技術開發. 淺海域における増養殖漁場の開發に關する綜合研究. 東北水研研究資料集, 10-31.
- 日本 宮城, 1986. 宮城中部海域綜合開發事業調査報告書, 645-653.
- 강재원, 1968. 한국동식물도감. 제 8권 식물편(해조류), 문교부.
- 국립수산진흥원, 1976. 인공어초 투입해역의 어획효과조사. 수진사업보고, 32: 87-111.
- 국립수산진흥원, 1992. 한국연안 인공어초의 자원조성 효과에 관한 연구. 수진사업보고, 95: 1-89.
- 국립수산진흥원, 1995. 인공어초 어장 기본조사 자료집. 1-191.
- 국립수산과학원, 2002. 세라믹어초 효과조사 결과보고서.
- 국립수산과학원, 2002. 강제시험어초 효과조사.
- 손태준, 박정식, 서두옥, 1977. 어초의 형태와 어군의 위집에 관한 연구. 한수지, 10(3): 179-187.
- 손태준, 박정식, 서두옥, 1978. 인공어초에 관한 연구. 제주대학논문집, 10: 113-119.

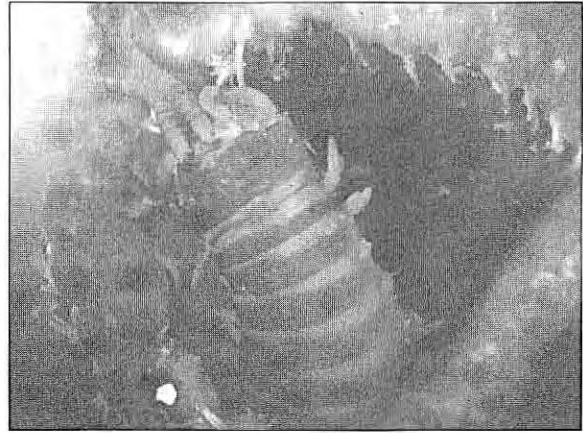
- 임기봉, 정기옥, 김대권, 김병균, 1982. 인공어초 투입효과 시험, 수진원사업보고, 55: 232-245.
- 유성규, 2000, 천해양식. 639. 구덕출판사.
- 전라남도, 2004. 여수지구 어초어장 관리용역 최종결과보고서. 860.
- 해양수산부, 국립수산물과학원, 2004. 인공어초 시설실적(1971-2003). 68-70.
- 한석중, 이정희, 김병균, 김은오, 양관유, 1986. 해조 9종에 대한 까막전복 치패의 먹이 효과. 수진연구보고, 3: 145-151.

부 록

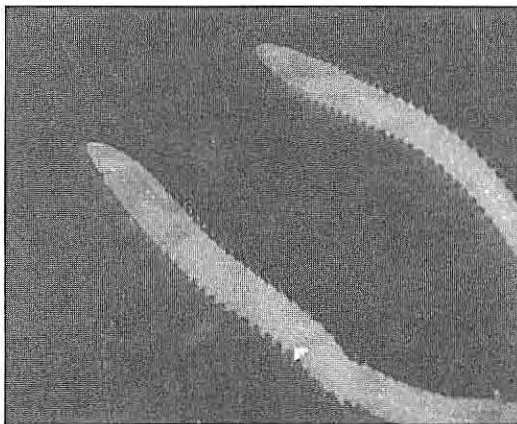
[인공어초 시설지에서 채집된 저서동물]



다모류 홍점갯지렁이 *Arabella iricolor*



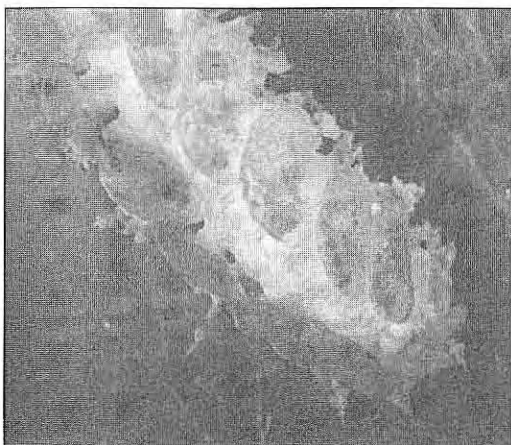
다모류 두수염털갯지렁이 속 *Eunice* sp.



송곳갯지렁이류 *Lumbrineris longifolia*



부채발갯지렁이류 *Phyllodocidae* indet.

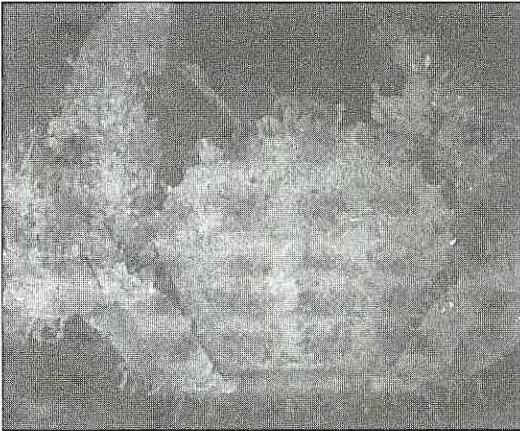


비늘갯지렁이류 *Polynoidae* indet.



석회관갯지렁이류 *Serpulidae* indet.

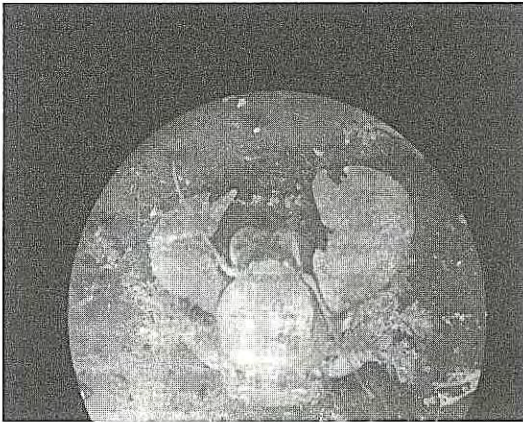
[계 속]



애기털보부채게류 *Pilumnus* sp.



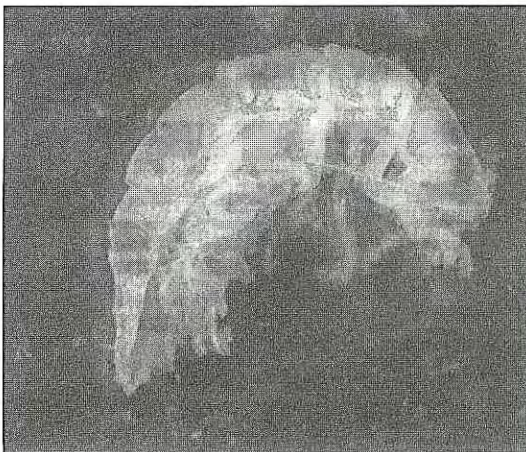
애기털보부채게류 *Pilumnus* sp.



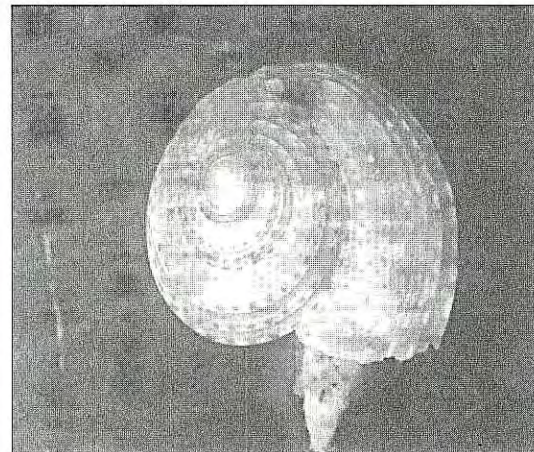
게붙이류 *Porcellanidae* indet.



새우붙이류 *Galatheidae* indet.

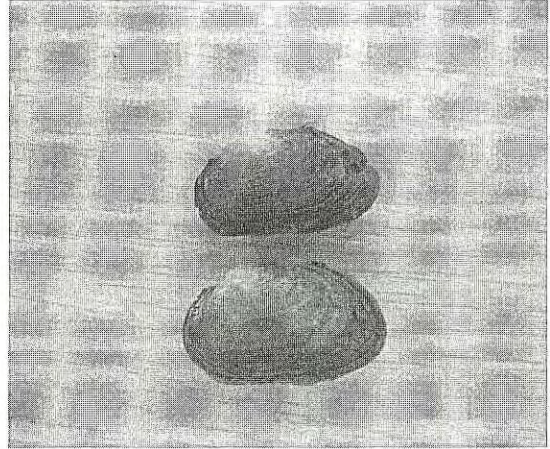
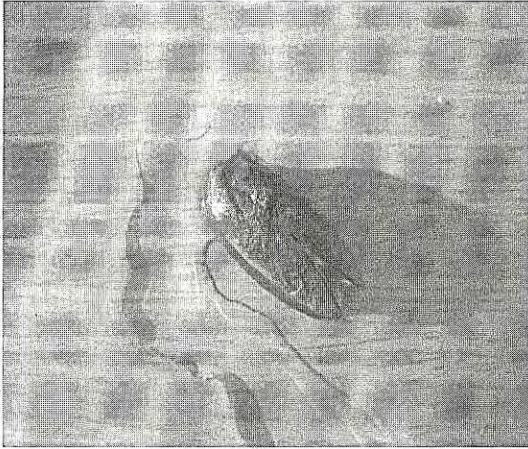


미동정 *Isopoda*

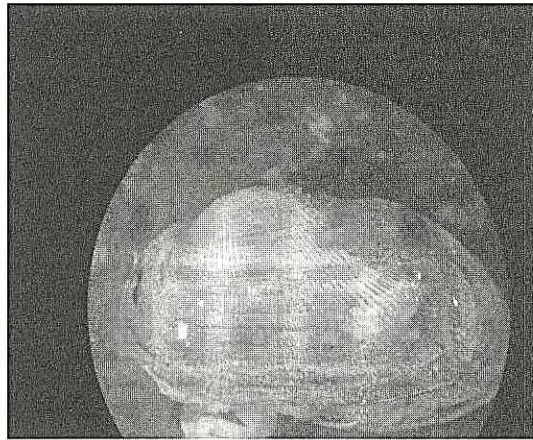


망석고둥 *Tristichotrochus unicus*

[계 속]



애기돌맛조개 *Lithophaga (Leiosolenus) curta* 왕복털조개 *Porterius dalli*



왕복털조개 *Porterius dalli*

2. 중간육성시험 및 방류효과조사

가. 서론

자원조성, 자원회복을 목표로 인위적인 시설물 설치 및 종묘 방류사업을 지난 30여 년간 추진해 오면서 지적된 문제점으로는 대상 해역의 특성을 고려하고 나아가 주 대상 생물의 행동 습성과 생태학적인 특성을 파악하여야 한다는 것이다.

이러한 지적사항과 효과적인 자원조성을 위하여 '98년부터 통영바다목장 사업을 추진하면서 볼락류의 행동 습성을 파악하고 그에 맞는 구조물을 개발 설치함으로써 볼락류는 사업을 시작한 최초 자원량과 비교할 때 6월 현재 약 7배에 가까운 자원조성을 달성할 수 있었다. 일본에서의 바다목장화 사업도 60년대부터 방류 종묘의 훈련, 행동 패턴 및 특징에 대한 연구(Matsumiya and Kiso, 1982; Olla and Davis, 1989; Suboski and Templeton, 1989; Yamada *et al.*, 1992)가 이루어져 왔다. 여수 바다목장의 대상어종인 감성돔, 돌돔은 볼락류에 비하여 비교적 회유성이 크고 그 외 볼락, 황점볼락은 정착성이 강한 어종이므로 이 두 타입의 대상어종들의 생태학적 습성을 파악하는 것이 효율적인 시설물 설치를 유도할 수 있을 것으로 판단된다.

중간육성 분야는 대상생물을 고려한 기법을 검토하고, 이에 따른 방류 종묘의 야성화 훈련의 의의를 검토하였다. 자원조성 사업 분야의 중간육성이 갖는 기술적 의미는 방류대상 어종이 방류 초기 자연조건에서 자연산 먹이 섭이 능력의 저하로 나타나는 초기 사망을 방지하여 생존율의 극대화를 기대하려는 기술전략인 것이다. 결국 종묘방류 사업의 목표는 자연생태계에 현존하는 자원이 부족하므로 이를 보충하는 의미에서 인위적으로 생산된 종묘를 대량으로 방류하여 자원 회복과 증대를 꾀하려는 시도이다. 여기에서 문제는 방류 직후 발생하는 초기폐사의 문제이다. 이 현상은 스스로 자연에 존재하는 먹이를 찾는 능력의 부족과 회피능력의 저하로 주변의 적들에게 먹힐 수밖에 없는 여건에 처하기 때문이다. 이것이 바로 인위적인 조건에서 자라난 인공종묘의 환경 적응력의 미숙 정도 때문인 것이다. 따라서 방류 전 종묘가 자연계에서 살아남을 수 있는 생활력, 즉 야성화 능력을 길러주는 과정이 바로 중간육성 단계이다.

바다목장 조성의 최종목표는 바다목장 해역에 조성한 수산자원이 바다목장 해역의 수용력 범위를 초과하여 재생산되어, 수산자원이 바다목장 해역 밖으로 확산되어가고 이를 채포하여 사람이 이용할 수 있는 수산물 생산량을 늘리는 것이다.

바다목장 사업에 있어 필수적인 수산자원의 인위적 증대 방법으로는 어초설치, 어장환경 개선, 어획제한 및 어업강도 조절 등이 있지만 이러한 방법을 통한 자생적인 수산자원 증대효과는 일정한 시간이 지난 후에야 나타나기 시작한다. 수산자원의 증대 효율을 높이고 자원증대에 소요되는 시간을 단축하기 위하여 사용하는 방법이 일정한 크기의 수산종묘를 방류하는 방법으로 대부분의 수산자원 조성사업에서 가장 선호하는 방법이다. 종묘방류는 인위적으로 그 자원을 증가시키고자 하는 생물의 종묘를 자원을 증가시키고자 하는 장소에 풀어 놓아 번식케 하는 것이다.

인공적으로 생산된 수산종묘를 자연에 방류하면 대부분의 방류종묘들이 갑작스런 환경변화에 따른 스트레스, 먹이확보의 어려움, 포식자에의 노출 등으로 높은 사망률을 나타낸다(Olla *et al.*, 1998; Svåsand *et al.*, 1998; Yoo *et al.*, 2003). 특히, 사전에 방류되는 수산종묘를 위한 은신처를 미리 준비하지 않을 경우 대부분의 방류종묘가 단시간 내에 포식자에게 피식 당할 우려가 있다. 또한 방류장소, 방류시기, 방류를 위한 처리 등 방류 방법이 적합하지 않을 경우 방류 스트레스에 의한 대량 감모가 일어난다. 따라서 주어진 서식환경에 적합한 방류 대상종 선정에서부터 방류장소, 방류방법 및 방류어의 크기 결정, 방류어의 서식을 위한 어장환경조성이 조화를 이루어야 성공할 수 있기 때문에 방류 전 환경에 대한 사전조사와 방류 후 적응상태를 파악하는 것이 매우 중요하다(Tsukamoto *et al.*, 1990; Yoo *et al.*,

2003; Svåsand, 2004). 특히, 방류된 수산종묘가 자연의 환경에 적응할 수 있을 때까지 은신하기 위한 기본적인 어초시설은 필수적이며, 방류용 수산종묘는 자연에서 자체적으로 먹이를 탐색하고 포식하여 성장할 수 있는 능력을 갖춘 일정 크기 이상의 훈련된 개체이어야 한다.

2007년 방류 효과조사 연구는 2006년 연구의 연장선에서 계획되고 실시되었으며, 2006년 12월 방류된 황점볼락, 감성돔, 돌돔 및 2007년 1월 방류된 전복을 대상으로 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 구조물과 행동 특성

2007년도 조사는 서고지 입구에 설치한 자연석과 테트라포드를 쌓고 그 곁에 인공어초를 설치한 감성돔용 서식처(월동장(Y44))에서의 주요 어종의 위집 및 행동 특성을 모니터링 하였다.

또, 그동안 설치한 인공어초와 구조물에 대한 어류 행동, 군집 동태를 파악하기 위하여 일반어초, 시험어초 및 연구어초를 대상으로 조사를 실시해 오고 있다. 일반어초인 금오도(Y16), 소리도(Y57) 그리고 소항도(Y26)에 설치된 세라믹어초, 시험어초인 이야포에 설치된 사다리꼴 강제어초(Y44), 돛형 복합 강제어초(Y44), 피라미드 강제어초(Y44), 석탑형다기능어초(Y44), 연안다목적어초(Y44), 점보형어초(Y44), 이야포 입구에 설치된 피라미드 강제어초(Y44), 안도 작은 이야포 동편 및 서편에 설치된 피라미드 강제어초(Y45), 안도 북쪽 연안 중간 육성장 주변에 설치된 피라미드 강제어초(Y39), 석탑형 다기능어초(Y39), 안도 음향급이기 주변에 설치된 피라미드 강제어초(Y39), 작은 소파제 주변에 설치된 피라미드 강제어초(Y39), 초삼서에 설치된 피라미드 강제어초(Y39), 석탑형다기능어초(Y39), 연안다목적어초(Y39), 중삼서에 설치된 석탑형다기능어초(Y33), 연도 역포에 설치된 석탑형다기능어초(Y48)와 연구어초인 이야포에 설치된 굴패각어초(Y44), 굴패각어초+암반(Y44), 이야포 동편 자연석, TTP(Y44), 잘피이식장(Y39)을 대상으로 하였다(그림 2-2-2-1).

잠수 조사는 수중에서 주요 어종의 마릿수, 특징 및 행동, 군집 서식 생태 등을 관찰 노트하였고 확인이 필요한 종은 조사 시에 병행한 수중 슬라이드 사진과 비디오 촬영 본을 재검토하여 도감과 대조하였다. 어류의 분류 체계는 한국동물분류학회(1997)와 Nelson (1994), 국명은 한국어도보(정, 1977)를 기준으로 하였으며 검색은 Masuda *et al.* (1984) 및 Nakabo (1993)를 참조하였다.

2) 중간육성 타당성 및 야성화

수산자원은 지구상에 존재하는 인간이 활용 가능한 여러 가지 형태의 자원들 중에 특이하게도 재생산이 가능하고, 합리적인 이용과 자원관리 방법이 수립된다면, 현재 수준보다 더욱 증대시킬 수 있는 스스로 증식하는 자원이라고 판단된다. 결국 수산자원이 갖고 있는 재생산력을 저해시키지 않는 범위에서 합리적인 관리가 가능하다면 지속적인 생산성을 유지시킬 수 있는 무한한 잠재력을 갖는 대상인 것이다. 바로 이점이 바다목장 사업의 성공 가능성을 암시하는 중요한 관점인 것이다.

따라서 본 연구에서는 그간 통영바다목장 시범사업과 전남바다목장 해역에서 방류하는 어류를 대상으로 중간육성 기법의 적용 방안에 대해 그 동안에 축적된 기존 자료를 중심으로 다음 사항을 검토하였다.

- 현행 해양수산부 수산종묘 매입 방류사업 시행 지침 검토
- 지금까지 검토된 중간육성 기법 적용 가능성
- 중간육성 기법과 야성화 훈련의 의미

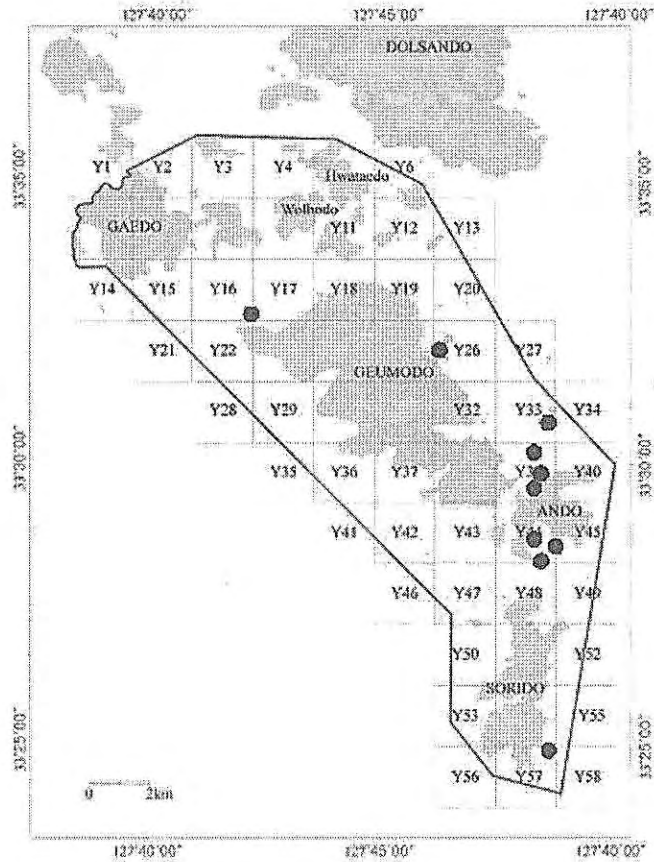


그림 2-2-2-1. 전남 다도해형 바다목장 해역내의 잠수 조사 모니터링 정점.

3) 방류 효과조사

가) 어류

조사 대상 방류어에 대한 표지 및 방류방법은 2006년 사업보고서에 이미 언급되어 있기에 2007년 보고서에서는 생략하였다.

방류 효과조사 대상은 2006년 12월 방류된 황점볼락 6만 5천 마리, 감성돔 79만 마리 및 돌돔 14만 마리이며, 방류종묘의 크기는 표 2-2-2-1과 같다. 방류효과 조사 해역은 2006년과 동일하였다(그림 2-2-2-2).

표 2-2-2-1. 2007년 방류효과 대상 종묘방류 현황

종 류	실 적		방류시기	방류장소
	수 량	크기(cm)		
감성돔	79.0 만	9.9	2006. 12	이야포, 초삼서
돌돔	14.0 만	8.8	2006. 12	이야포
황점볼락	65.0 만	7.9	2006. 12	이야포
전복	4.0 만	4.1	2007. 01	안도
계	103.5 만			

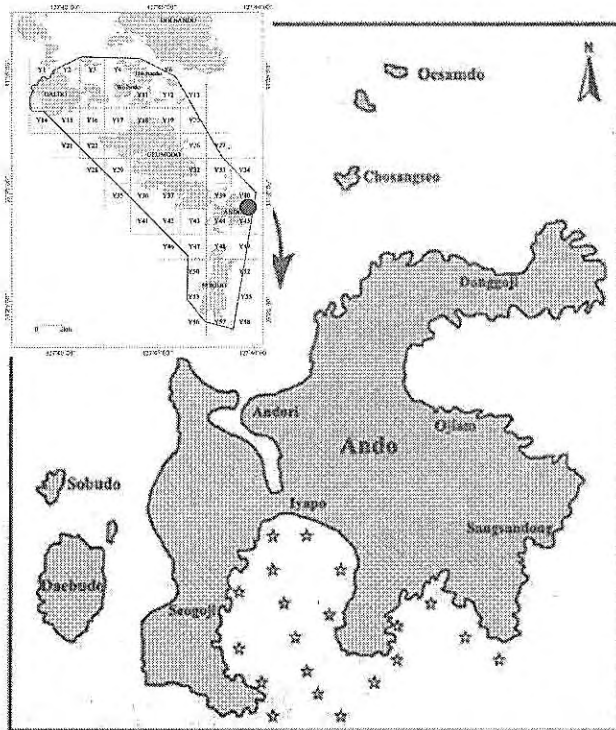


그림 2-2-2. 종묘방류 효과조사 해역도(☆: 통발 설치 위치).

2007년 전남 다도해형 바다목장화 연구사업에서의 방류효과 조사는 월별 조사를 원칙으로 하고 물때를 감안하여 9월 8일, 9월 29일(10월분), 10월 29일(11월분) 및 12월 5일 실시하였다. 10월까지의 조사는 2006년과 같이 직경 38cm 및 길이 63cm 크기의 통발 200 개를 조사해역의 각 정점에 설치하고 24시간 경과 후 수거하여 통발에 채포된 어류를 동정 및 계수하였다. 11월과 12월의 조사에서는 원형통발에서의 감성돔 채포율이 낮은 점을 감안하여 기존의 원형통발에 더하여 1.5m(H)x1.8m(W)x1.5m(L)의 사각통발 10 개를 보조 채포 수단으로 설치하여 조사하였다.

나) 전복

방류 효과조사 대상 전복은 2007년 1월 이야포 연안에 방류된 4만 마리를 대상으로 하였다. 전복방류는 2006년 전복방류 실적이 없는 어촌계 어장을 택하여 실시하였기 때문에 표지 없이 그대로 방류하였다.

방류효과조사는 전복의 성장도를 감안하여 6개월 단위로 잠수사를 투입하여 방류 전복을 재 채집하였다. 재 채집한 전복과 방류군과 동일한 개체군으로 실내에서 포식 급이법으로 양성한 개체군과의 성장 차이를 비교하였다. 방류전복의 자연 적응 정도를 파악하기 위하여 방류 후 3개월이 지난 시점에 잠수사를 투입하여 수중 조사하였다.

4) 감성돔의 음향순치

가) 음향순치 시스템

전남 바다목장 지역인 여수시 남면 안도에 2기의 음향급이기가 설치되어 있다(그림 2-2-3). 음향급이기 설치 지점은 1호기의 경우 안도 선착장 북동쪽 수심 20m 지점이며, 2호기는 안도 남쪽의 이야포만 내부의 수심 12m 지점이다(그림 1-2-4).

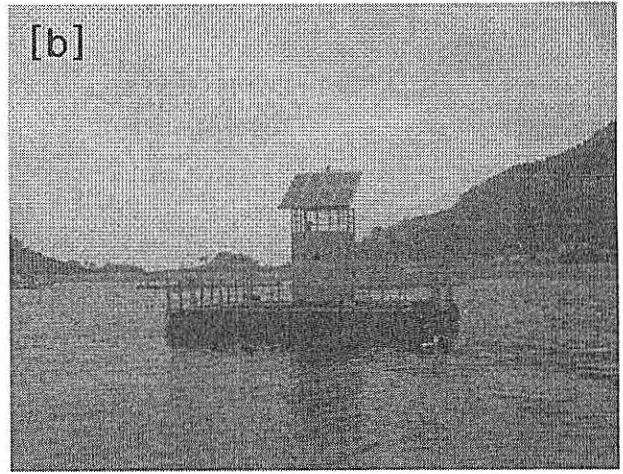
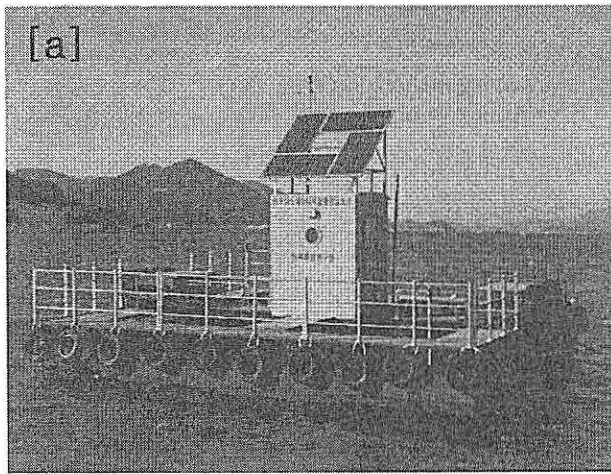


그림 2-2-2-3. 음향급이기 1호기(안도 북쪽), 2호기(안도 남쪽 이야포만) 전경.

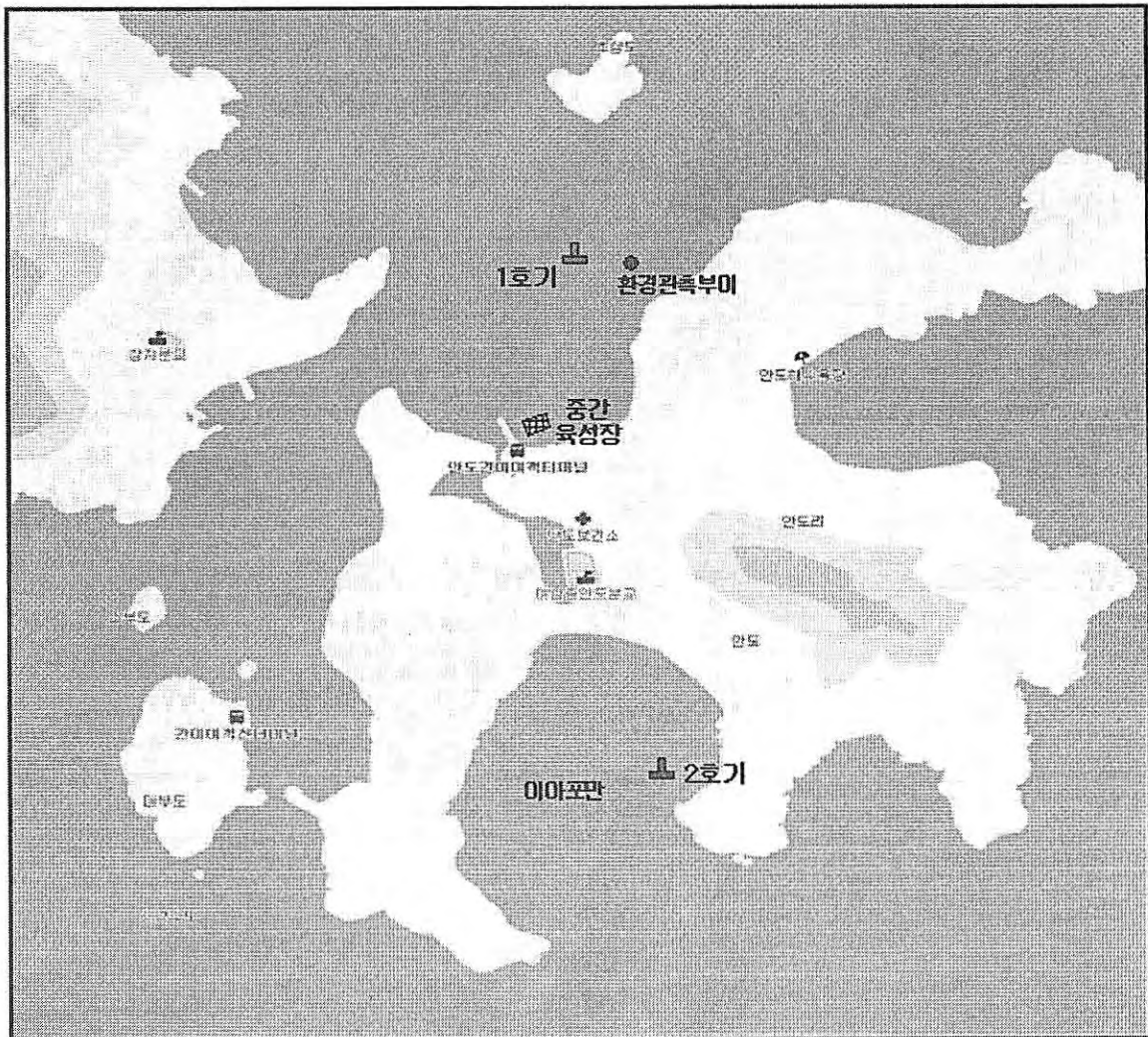


그림 2-2-2-4. 전남 바다목장의 음향급이기 1, 2호기 설치 위치.

두 대의 음향급이기 시스템은 태양열로 시스템 운용을 위한 에너지를 공급받는 동일한 시스템으로 사료 공급 장치에 사료를 공급하는 시간을 제외하면 모든 시스템을 무인으로 운용하게 설계되어 있다. 음향급이기 시스템에 의한 수중 방성음의 중심 주파수는 300 Hz, 음원 레벨(source level)은 145~150dB 이다.

음향급이기 시스템은 수중 신호의 주파수, 펄스 폭, 수중 스피커의 작동 시간 및 반복 주기, 공급되는 사료 양의 입력 변수로 작동된다. 입력 변수에 의해 수중음의 방성이 끝난 후 사료 저장 용기에서 사료 사출구를 통해 먹이가 공급된다. 음향급이기를 통한 순치 과정은 “어류 탐지를 위한 수평 어군탐지기 작동 → 수중 스피커 작동 → 사료 공급 시작 → 수중 스피커 작동 끝 → 사료 공급 끝 → 수평 어군 탐지기 작동 끝”의 순서를 하나의 주기로 실시하게 된다. 1일 순치 횟수는 총 4회로 07:00, 11:00, 16:00, 19:00에 수중음과 먹이를 이용한 순치 과정을 실시하였다. 1일 총 사료 투입량은 순치 훈련을 실시하는 총 어류 체중의 3~5%에 해당하는 양을 4회에 나누어 투입하였다.

전남 바다목장의 경우 육지와 거리가 떨어져 있어 음향급이기 시스템에 이상이 발생하거나 시스템 제어를 위해서는 현장까지 이동해야 하는 많은 시간과 노력이 요구되고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 안산의 한국해양연구원에서 안도에 위치한 음향급이기(직선거리 340km)를 직접 제어할 수 있는 CDMA (Code Division Multiple Access) 방법을 이용한 원격 제어 방식을 사용하였다(그림 2-2-2-5).

그림 2-2-2-6은 한국해양연구원에 설치된 음향급이기의 원격 제어 서버 프로그램으로 음향급이기 1, 2호기의 시스템 작동 시간, 작동 주파수, 수중 스피커의 작동 시간, 급이량 설정, 어군 탐지기 신호 수신, 시스템 작동을 위한 잔여 시간 제공 등 음향급이기 제어를 위한 하드웨어 및 스케줄 설정을 보여주고 있다.

나) 감성돔 음향 순치

(1) 음향급이기 1호기

음향급이기 1호기는 소형 감성돔을 대상으로 음향 순치를 실시하였다. 음향 순치를 위한 소형 감성돔은 안도에 위치한 중간 육성장에서 음향 순치용으로 2006년 방류용 가운데 일부를 보관중인 전장 약 10~12cm의 감성돔을 이용하였다. 전체 개체수는 약 2천 마리로 2007년 9월 29일에 1호기 음향급이기로 감성돔을 이동시킨 후 9월 30일부터 음향 순치를 시작하였다. 음향 순치는 11월 28일까지 약 2개월간 실시하였다.

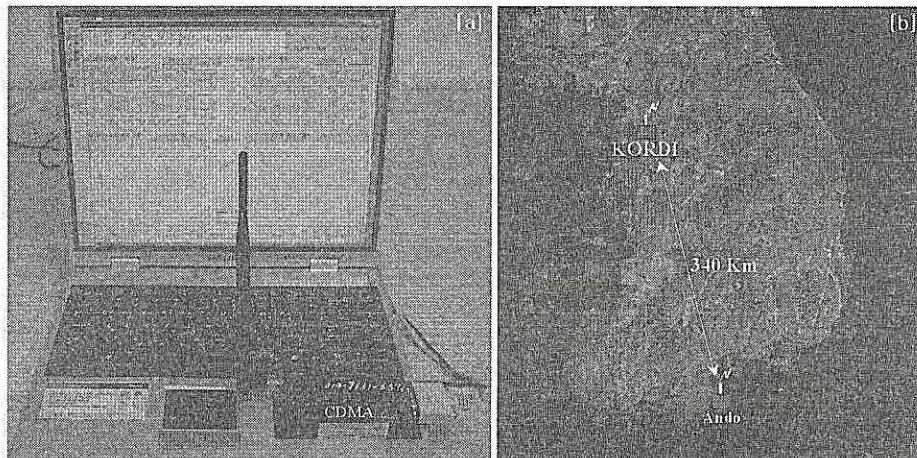


그림 2-2-2-5. 안도-한국해양연구원 사이의 음향급이기 원격 제어를 위한 무선 시스템.

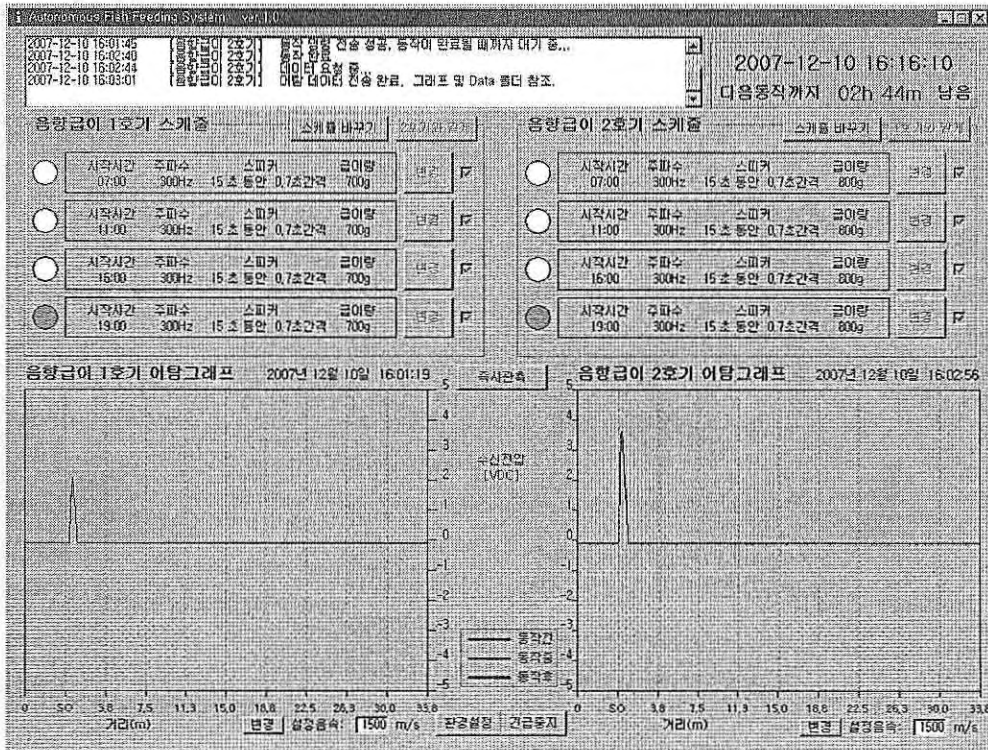


그림 2-2-6. 음향급이기 원격 제어를 위한 서버 프로그램.

(2) 음향급이기 2호기

음향급이기 2호기는 중형 감성돔을 대상으로 음향 순치를 실시하였다. 음향 순치를 위한 중형 감성돔은 소형 감성돔과 마찬가지로 안도에 위치한 중간 육성장에서 음향 순치용으로 보관중인 전장 약 25 cm의 감성돔을 이용하였다. 중간 크기의 감성돔은 2004년부터 보관중인 것으로 중간 육성장에서 성장한 개체이다.

음향 순치 실험에 사용된 전체 개체수는 약 500~600 마리로 중간 육성장에서 보관중인 중형 크기의 감성돔 개체수가 한정되어 2007년 상반기에 실시한 개체수에 비해 양이 상대적으로 작았다. 음향 순치를 위해 9월 29일에 이야포에 위치한 2호기 음향급이기로 감성돔을 이동시킨 후 9월 30일부터 11월 29일까지 음향 순치를 실시하였다.

안도 해역에 설치된 환경 관측 부이에 의하면 음향 순치가 시작된 9월의 수온은 약 24℃, 아가미 절단을 실시한 11월 초순에는 약 18℃, 감성돔 순치 후 방류 시기인 11월 하순에는 14℃의 수온 분포를 보여주고 있었다.

다) 감성돔 음향 순치 효과조사 방법

2007년 상반기에 실시한 감성돔 음향 순치 효과는 어군탐지 센서를 기울인 채로 근접 어군 탐지, 과학어탐 조사를 이용한 주변 해역 탐지, 수중 카메라를 이용한 음향급이기 내의 어군 탐지, 음향 텔레메트리를 이용한 주변 해역 탐지 조사, 음향급이기 주변 해역에서의 자망 조사 등 다양한 방법을 사용하였다. 이들 방법 가운데 수중 카메라 방법은 해수 탁도에 의한 극히 제한된 가시거리 때문에, 자망 조사는 감성돔의 회피 능력 때문에 2007년 9월 30일~11월 28일까지 실시한 중·소형 감성돔의 음향 순치 효과 조사에서는 배제시켰다. 2007년 하반기에 사용된 방법은 다음과 같다.

(1) Slanted 어군탐지기

음향 순치 과정을 끝낸 감성돔의 실 해역 방류 후 음향급이기 근접 지역의 조사는 어군탐지기의 센서를 경사지게 설치하여 이용하였다. 즉, 음향급이기 중앙 부분에 어군탐지기의 음향 센서를 수직이 아닌 임의의 각도(30~60°)로 기울인 후 센서를 360° 회전시키는 방법을 사용하였다. 이 방법은 수직 어군탐지기에 비해 탐지 면적이 넓어 음향급이기 주변에 분포하는 어군을 좀 더 넓게 파악할 수 있는 장점이 있다. 사용한 주파수는 420 kHz 분할 빔 센서로 방류 직후의 음향급이기 주변에서 감성돔 분포 여부를 파악하고자 하였다.

(2) 과학어탐을 이용한 음향급이기 주변 해역 조사

음향급이기에 근접한 지점에서 사용되는 slanted 어군 탐지 방법과는 다르게 수직 과학어탐을 이용하여 음향급이기에 떨어진 지점에서 어군 분포 경향을 조사하였다. 과학어탐을 이용한 방법은 200 kHz 센서가 부착된 예인체를 소형 선박의 측면에 설치하여 매초 당 5핑의 음향 신호를 수신하였다. 과학어탐을 이용한 조사는 방류 전·후에 모두 실시하였다. 감성돔 방류 전에 실시한 조사는 주변 해역에 어군 분포 경향을 사전에 파악함으로써 방류 후에 주변 해역에 어군 변화 여부로부터 주변 해역에 감성돔이 체류하는지 여부를 파악하기 위함이다.

과학어탐 조사는 음향급이기 1호기 주변의 경우 2007년 11월 28일(방류 전), 29일(방류 1일 후), 12월 6일(방류 8일 후)에 걸쳐 3회를 실시하였으며, 2호기 주변의 경우 11월 29일(방류 전), 12월 6일(방류 7일 후)에 걸쳐 2회를 실시하였다.

음향 자료 결과는 수신된 음향 수치를 1분 간격의 NASC (Nautical Area Scattering Coefficient, $m^2/mile^2$) 값으로 표시하였다. NASC 값은 무차원 값으로 일반적인 음향 표시 형태인 decibel 단위를 선형으로 표시한 형태이다. 따라서 어군이 강하게 분포하면 NASC 값이 증가하고, NASC 값이 작으면 어군이 작음을 의미한다.

(3) 음향 텔레메트리

활동 영역이 넓은 감성돔 특성으로 인해 음향순치 과정을 거친 감성돔의 실 해역 방류 후 넓은 지역으로 이동하는 경우를 고려하여 이에 대한 추적 방법의 하나로 감성돔 체내에 음향 텔레메트리 센서를 삽입하는 방법을 적용하였다(그림 2-2-2-7). 실험에 사용한 음향표지(V9-1L; AMRIX System Inc.)는 표지의 식별과 장기간의 추적을 고려하여 모두 부호형(coded type)으로 하였으며, 실험 대상 감성

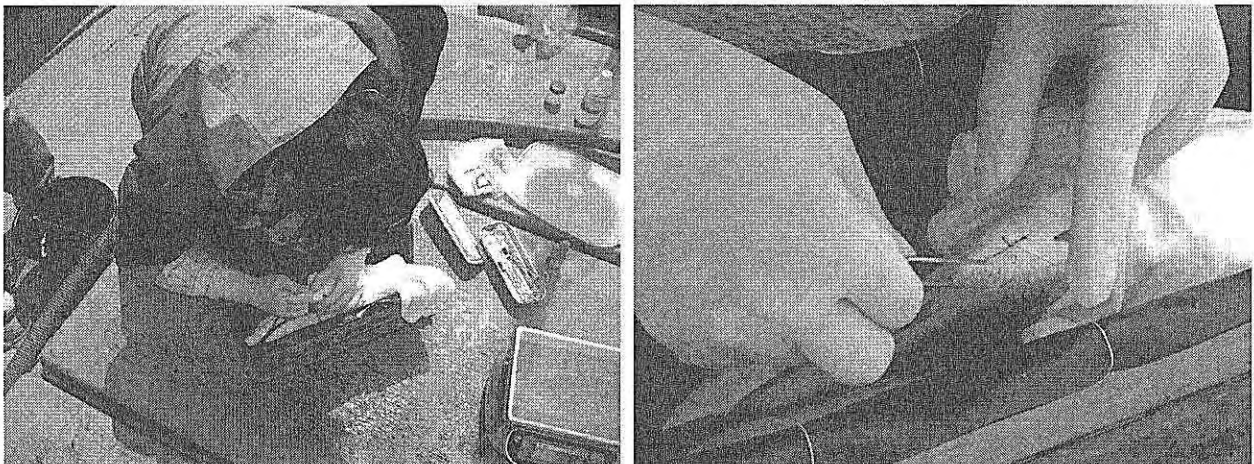


그림 2-2-2-7. 수술을 이용한 감성돔의 체내 음향 표지.

뚝의 어체 크기와 체중을 고려하여 수중 중량이 2.9g이고 크기가 $\phi 9 \times 24$ mm인 음향 표지를 사용하였다. 9월 29일 이후 음향순치 과정에 놓인 중형 감성뚝 6개체(전장: 22.0~23.5cm; 체중: 186~224g)를 임의로 포획하여 음향 텔레메트리 센서를 삽입시킨 후에 1호기의 소형 감성뚝과 같은 그물망에 넣어 계속 순치를 시켰다. 음향 순치 후 방류한 감성뚝의 이동 범위 및 방류 지점에서의 체류 시간은 음향급이기 1, 2 호기와 주변 해역에 어류 통과 식별 장치(VR2, AMRIX System Inc.)를 설치하여 연속적으로 모니터링 하였다. 음향급이기와 어류 통과 식별 장치의 설치 위치는 그림 2-2-2-8과 같다. 실험에 사용한 감성뚝의 크기와 체중, 표지 번호, 음향순치 및 방류 날짜 등은 표 2-2-2-2와 같다.

(라) 아가미 절단법

음향 순치가 끝난 후 향후 효과 조사를 위하여 2007년 11월 6일에 1호기에서 순치중인 소형 감성뚝 가운데 230개체를 임의로 선별하여 왼쪽 아가미 부분을 V자 형태로 절단한 후 다시 음향 순치를 실시 하였다. 소형 감성뚝을 대상으로 한 음향 순치는 2007년 11월 28일까지 약 8주간 실시한 후 그물망을 제거하여 실 해역으로 방류하였다.

소형 감성뚝과 마찬가지로 음향 순치가 끝난 후 향후 효과 조사를 위하여 2호기의 중형 감성뚝 200 개체를 임의로 선별하여 2007년 11월 6일에 왼쪽 아가미 부분을 V자 형태로 절단하여 다시 음향 순치를 실시하였다. 중형 감성뚝을 대상으로 한 음향 순치는 2007년 11월 29일까지 약 8주간 실시한 후 그물망을 제거하여 실 해역으로 방류하였다.

이 방법은 위의 세 가지 방법과는 다르게 방류 초기에는 효과 파악이 어려우나 향후 바다목장 인근 해역에서 포획된 감성뚝의 아가미 확인으로 음향 순치 효과를 간접적으로 파악할 수 있을 것이다.

5) 방류어의 유전 특성 조사

가) 시험어

감성뚝 방류집단('03, '04, '06년)의 유전적 다양성을 조사하기 위하여 자연집단(고흥, 여수, 삼천포, 완도, 강원 고성)과 타 지역 양식집단 시료를 확보하여 비교분석하였다. 각 어류의 시료는 혈액, 근육조직, 지느러미를 이용하였다.

나) Genomic DNA 분리 및 정제

감성뚝의 혈액, 근육조직 및 지느러미 시료를 genomic DNA 추출에 적합하도록 전처리하여 Blin 및 Stafford의 방법(1976)을 다소 변형하여 genomic DNA를 추출하였다. Lysis buffer [10mM Tris-HCl pH 7.5, 125mM NaCl, 10mM EDTA, 0.5% SDS, 5M Urea, 0.1mg/ml proteinase K]를 첨가하여 용해한 후, Accuprep[®] Genomic DNA Extraction Kit (Bioneer Co., Korea)의 column을 이용하여 정제하였으며, 분리·정제한 genomic DNA는 전기영동으로 확인하였다. NanoDrop[®] ND-1000 Spectrophotometer (Nano Drop Technologies, USA)를 사용하여 농도를 측정된 후, 실험에 이용 직전까지 -80℃에 보관하였다.

다) 감성뚝 mitochondrial DNA 조절영역(D-loop) 증폭 및 PCR-RFLP 분석

감성뚝 미토콘드리아 DNA의 조절영역을 분석하기 위하여 뚝류의 미토콘드리아 DNA의 조절영역 증폭이 가능한 PCR primer를 개발하여 사용하였다. PCR 증폭 산물 4 μ l에 제한효소 *Afa* I, *Alu* I, *Hsp92* II, *Hinf* I, *Mbo* I, *Hpa* I, *Dra* I 및 *Dde* I을 3U 첨가하여 전체 반응액을 10 μ l로 조정된 후, 37℃에서 3시간 반응시켜 각 제한효소에 의해 절단된 PCR 산물을 2.5% agarose gel에 전기영동 하였다.

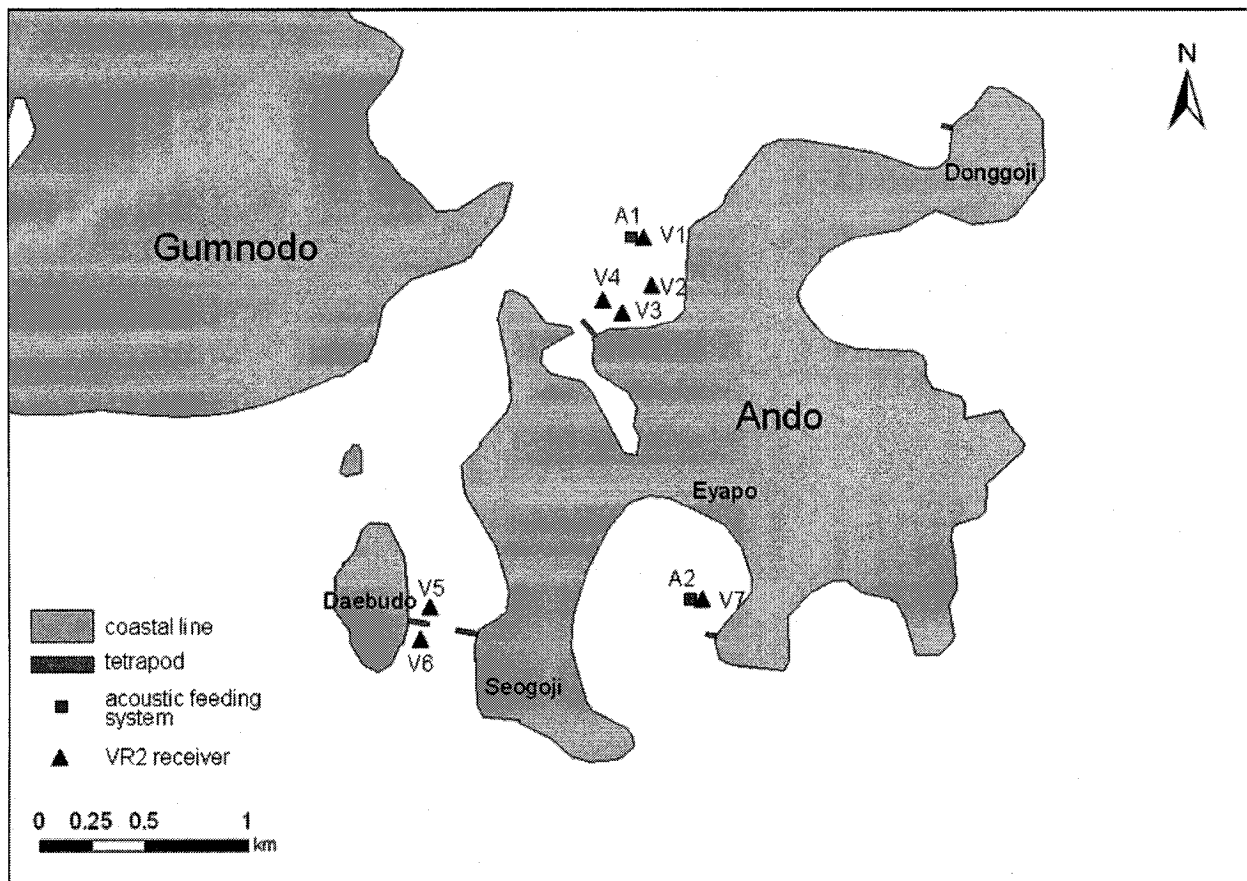


그림 2-2-2-8. 감성돔 음향 추적을 위한 어류 통과 식별 장치(VR2)의 설치 위치.

표 2-2-2-2. 음향 표지한 감성돔의 크기 및 음향 표지 정보

음향표지		체장 (cm)	전장 (cm)	체중 (g)	음향표지일	음향순치 기간	방류	
Tag No.	delay time						날짜	장소
2453	80	20.0	23.5	218	2007-11-08	2007-09-28 ~ 2007-11-28	2007-11-28	음향급이기 1호기 부근
2454	80	19.0	22.0	186				
2455	80	19.0	23.0	224				
2461	120	20.0	23.0	186				
2462	120	19.0	22.0	198				
2463	120	19.5	22.3	198				

제한 효소에 의해 절단된 DNA 단편과 절단패턴을 분석하였고, 각 집단의 유전적 변이 정도를 확인하였다. 제한효소의 절단으로 결정되어진 유전자형들의 관측치를 정리한 기록을 이용하여 각 집단의 유전자 좌위별 haplotype 빈도, 유전적 다양성 등을 POPGENE package로 분석하였다.

라) Microsatellite marker를 이용한 방류집단과 자연집단 비교

Microsatellite marker를 이용하여 감성돔의 유전적 다양성을 조사하기 위하여 Liu (2006)가 보고한 microsatellite 반복서열을 기초로 하여 6개의 마커를 제작하였으며, Jeong *et al.* (2003)이 보고한 Acs1 marker 정보를 이용하여 대립유전자의 크기별 분포를 고려하여 마커를 형광 염색하였다. 표 2-2-2-3은 분석에 이용한 microsatellite marker의 정보 및 실험조건이며, 각 반응액의 전체량을 20 μ l로 조정하였다.

PCR 증폭반응은 genomic DNA 50ng, 형광 primer 5pmol, Hotstart rTaq (TaKaRa Co., Japan) 1U를 사용하여 94 $^{\circ}$ C에서 2분간 변성시켜 94 $^{\circ}$ C에서 10초, 55 $^{\circ}$ C에서 30초, 72 $^{\circ}$ C에서 30초 동안 30회 반응시킨 후, 마지막 신장반응은 72 $^{\circ}$ C에서 30분간 실시하여 종료하였다(PTC-200, MJ Research, USA). 증폭산물은 3% agarose gel 전기영동으로 증폭여부를 확인하였으며, 농도를 대략적으로 비교하고 유전자형 결정에 사용하였다.

PCR 증폭산물들을 deionized formamide, loading buffer 및 Genescan 350-TAMRA internal size standard와 잘 혼합하여, 5% polyacrylamide denaturing gel에 loading 하였고, ABI PRISM 377 DNA sequencer (Applied Biosystems)를 사용하였다. Genescan analysis software를 이용하여 각 PCR 단편들의 크기를 3차원 최소자승법으로 분석하였고, Genotyper analysis software를 이용하여 micro-satellite

표 2-2-2-3. 감성돔 유전적 다양성 분석에 사용한 microsatellite marker와 실험조건

Locus	Primer sequence (5'-3')	Repeat motif	Annealing temp. ($^{\circ}$ C)
Bsb 1	Bsb1FBI: FAM-TCGTCAGCCATCCAAAACAT	(CAC) ₅	55
	Bsb1R: GGTCGTAGTCTGTAGGGGGC		
Bsb 2	Bsb2FBI: FAM-TCACCCAGAGTGGCTCTTGA	(TCACCA) ₄	55
	Bsb2R: TTCAGAGAGGGGGAAGGAGA		
Bsb 3	Bsb3FYe: TAMRA-TTACGCAAATTACGCACACG	(TCC) ₇	55
	Bsb3R: AGCGTCCAGAGAACGGAACT		
Bsb 5	Bsb5FYe: TAMRA-CCGCATGCATTCTACTACC	(AAC) ₈	55
	Bsb5R: GAGGCTGCCATGGTCTCAG		
Bsb 6	Bsb6FGr: HEX-ATCGGTGAAAGAAGCCCAGC	(TG) ₁₁	55
	Bsb6R: TCAGGGTTTTTGGAGGTGTG		
Bsb 7	Bsb7F3Gr: HEX-CTCGAGACTTCGTACCAAAC	(TCC) ₉	55
	Bsb7R3: GCTGATGATGTCATGTGGT		
Acs 1	Acs1-FBI: FAM-TTGCAGCAGATGGGTTTCAGA	(CA) ₁₃	59
	Acs1-RV: GGTCATCTGTATCGACACT		

loci 별 대립유전자들의 정확한 크기를 결정하였다. 대립유전자 크기의 microsatellite marker에 따른 입력방식, 관측된 이형질성(observed heterozygosity) 및 대립유전자의 빈도는 Microsatellite Toolkit software (Park, 2000)를 이용하였으며, 기대된 이형질성(Expected heterozygosity)과 표준오차, 분석된 microsatellite 별 공시집단에 대한 전체 이형질성(Ht) 및 집단내 이형질성(Hs), 유전자 분화정도 그리고 집단간 표준 유전적 거리(Ds) 및 표준오차는 Nei (1972, 1978)의 방법으로, Da genetic distance의 추정 은 Nei *et al.* (1983)의 방법을 사용하는 집단유전학 분석프로그램인 DISPAN (Ota, 1993) package를 이용하여 계산하였으며, UPGMA와 Neighbor-Joining method를 이용하여 각 유전적 거리에 의한 phylogenetic tree를 작성하였다.

다. 결과 및 토의

1) 구조물과 행동 특성

전남 다도해형 바다목장 해역 내 각종 수중 구조물에서의 주요 자원의 위집, 행동 및 자원 동태 조사는 매년 실시해 오고 있으며, 여러 구조물에서의 어류 행동, 출현 현황, 어류상 및 자원 조성 현황을 모니터링 한 결과는 다음과 같다.

2007년도 보고서에는 2007년 8월까지만 조사된 결과는 제외하였으며 가을철 조사가 실시된 곳의 결과만 제시하였다. 즉, 2007년 8월까지 조사 정리된 결과는 2006년도 보고서에 이미 보고 되어 있어 이번 보고서에서는 생략하였다.

매년 조사가 이루어지고 있는 어초로는 2004년 1월부터 2007년 8월까지 조사결과 소리도 세라믹어초에서 28종, 금오도 세라믹어초에서 26종의 어종에 대하여 군집행동, 자원량 등에 대한 자료를 축적해 오고 있으며, 그 외 소항도의 세라믹어초(8종)도 2007년도 조사를 마친바 있다. 또한, 자연암반은 안도의 4개 정점을 대상으로 매년 6월 자원동태 및 어종들의 군집 행동 등을 모니터링하고 있다.

그동안 가장 논란이 되었던 감성돔 자원의 인공어초와의 관계 특히 계절별 행동 반응 습성 등에 대한 기초 자료의 부족으로 말미암아 인공어초 등 시설물의 선택이나 배치 방법에 대하여 여러 가지 어려움이 많았다. 따라서 이에 대한 대안으로 월동기에 감성돔의 출현이 가장 많았던 현재의 방파제 수중조사 결과를 바탕으로 안도 이야포 입구에 두 군데의 유사 어장을 만들어 조사를 실시하고 있다.

가) 자연석과 TTP로 만든 어장

안도 이야포 수중에 설치된 자연석+TTP어초에서 처음 실시한 2006년 12월 조사(수온 14℃)에서는, 12~25cm 급 불락 250 마리와 11~15cm 급 불불락 100 마리를 포함하여 총 7종이 확인되었었다. 저수온기 감성돔의 서식 확인을 위하여 2007년 1월과 2월에는 주간과 야간을 나누어 조사를 실시하였고, 3월과 4월에는 야간 조사를 실시하였다. 1월 조사 시 주간에는 불락 20 마리, 불불락 20 마리를 포함하여 총 3종이 조사되었고, 야간에는 불락과 감성돔이 각각 20여 마리, 불불락 8 마리를 포함하여 총 7종이 확인되었다. 2월에는 주간과 야간에 각각 4종, 5종이 조사되었다.

3월 야간조사에서는 불락, 불불락, 조피불락, 감성돔을 포함하여 총 7종이 확인되었으나 그 개체수는 적었다.

4월 조사에서는 총 8종이 발견되었지만 지난 3월 조사와 마찬가지로 불락, 불불락, 조피불락의 개체수는 적었으며, 6월 주간 조사에서는 자리돔 30 마리, 불불락 10 마리를 포함하여 총 5종이 확인되었는데, 2006년 12월 조사 시작 후 처음으로 황놀래기가 관찰되었다.

8월 조사에서는 비교적 높은 수온임에도 불구하고 감성돔, 뱀어돔, 불락 등의 어종은 확인되지 않았고, 미역치와 인상어를 포함한 총 2종만이 확인되었다. 안도 연안의 8월에는 얕은 연안의 암반지대나 돌무너진 곳을 주로 돌아다니며 먹이 활동을 하는 것으로 확인된 바 있다.

10월 조사에서는 전체 조사 정점 중 가장 많은 어종 및 개체수가 관찰되었다. 특히 감성돔은 25~30 cm 급 약 50 마리 이상으로 관찰 확인되었는데 주로 암반, 테트라포드에서 약 1~1.5m 정도 떨어진 곳을 타고 도는 듯 한 행동을 보였다.

즉, 한 여름철 수심 5~6m 수심 층에 떠 활발히 다니다던지 또는 한 겨울철 암반, 테트라포드 사이의 좁은 공간에 은신하는 행동과는 다른 행동을 나타내었다.

그 외 이 어장에 모인 어종으로서는 15~35cm 급 뱀에돔 약 2000 마리 이상, 35~38cm 급 긴꼬리뱀에돔 15 마리, 18~22cm 급 참돔 8 마리, 18~28cm 급 돌돔 48 마리, 18~25cm 급 볼락 55 마리, 20~28cm 급 능성어 9 마리, 38~40cm 급 갯방어 25 마리, 9~15cm 급 줄도화돔 약 2000 마리 이상을 포함하여 총 25종이 확인되었다(표 2-2-2-4).

이 중 감성돔은 지난 조사 기간 중에는 10개체 내외로 확인되었지만 이번 조사에서는 50개체 이상으로 조사되어 개체수가 크게 증가한 것을 알 수 있었다. 뱀에돔 또한 약 2000 마리 이상이 관찰되어 2006년 12월 조사를 시작한 이 후로 가장 많은 개체수를 나타내었고, 뱀에돔은 암반이나 테트라포드

표 2-2-2-4. 안도 이아포 자연석+TTP어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Dec. '06	Jan. '07		Feb.		Mar.	Apr.	June	Aug	Oct.
				N	D	N	D					
1	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	감성돔	+	++				+				++
2	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	+++	++	++		+	+	+	+		++
3	<i>Sebastes thompsoni</i>	볼볼락	+++	+	++	+	+	+	+	++		+++
4	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락		+				+	+			+
5	<i>Sebastes vulpes</i>	누루시볼락					+					
6	<i>Girella punctata</i>	뱀에돔	+									++++
7	<i>Chromis notata</i>	자리돔	+		++		+		+	++		+++
8	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	+	+		+		+	+			++
9	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔		+		+						+
10	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치		+			+	+	+	++	+	++
11	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	솜뱀이				+		+	+			
12	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이							+			++++
13	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기								+		+
14	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어									+	
15	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔										++++
16	<i>Halichoeres poeciloptera</i>	용치놀래기										+
17	<i>Stephanolepis cirrifer</i>	쥐치										+
18	<i>Pagrus major</i>	참돔										+
19	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치										++
20	<i>Girella melanichthys</i>	긴꼬리뱀에돔										++
21	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	흑돔										++
22	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어										+
23	<i>Seriola dumerili</i>	갯방어										++
24	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미										+
25	<i>Decapterus maruadsi</i>	가라지										+++
26	<i>Scomber japonicus</i>	고등어										++
27	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리										+++
28	<i>Ditrema temminckii</i>	망상어										++
Total			6	7	3	4	5	7	8	5	2	25

* N: night, D: day, 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000.

사이의 좁은 공간을 이용하면서 서식하고 있어 이 계절 감성돔의 행동과 대조를 이루었다. 이번 조사에서 줄도화돔, 용치놀래기, 능성어, 참돔, 쥐치 긴꼬리뱀어돔, 잣방어, 벤자리 등이 처음으로 기록되었다.

2006년도 사업에서 설치된 이야포 동편의 자연석과 TTP 어장-II에서 10월에 수중조사를 실시하였다. 부착생물은 거의 확인할 수 없었으나, 대상어종인 감성돔을 확인할 수 있었다. 비교적 많은 어종 및 개체수가 확인되었는데, 25~43cm 급 감성돔 27 마리, 18~25cm 급 4 마리, 15~17cm 급 전갱이 약 2000 마리 이상, 15~24cm 급 볼락 30 마리 등을 포함하여 총 16종이 확인되었다(표 2-2-2-5).

나) 사다리꼴 복합 강제어초

안도 이야포 만의 시험어초 2기 중의 하나인 사다리꼴 복합 강제어초는 수심 14m의 사패질 바닥에 설치되었고 높이는 4m이다.

지금까지 총 19번의 수중 조사에서 총 30종이 확인되었다. 계절별로는 8월부터 11월까지 종수가 많았으며 월별로 8~13종이 출현하였다. 이 시기에는 줄도화돔, 볼락, 돌돔, 말쥐치 등이 무리를 지어 많은 개체수가 확인되었다. 그러나 1월부터 어종과 개체수가 급격히 감소하여 저수온기에는 월별로 0~4종만이 나타났다. 수온이 높은 시기에 출현한 어종들은 모두 출현하지 않고 미역치나 바닥문절만이 소수로 확인되어 급격한 변동이 나타났다.

1월과 2월에는 각각 1종이 확인되었으며, 3월에는 볼락 50 마리를 포함하여 총 3종이 발견되었다.

표 2-2-2-5. 안도 이야포 자연석+TTP어초 II에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	2007 Oct.
1	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	감성돔	++
2	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	+
3	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	흑돔	+
4	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	++++
5	<i>Pagrus major</i>	참돔	+
6	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	+++
7	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	++
8	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	++
9	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔	+++
10	<i>Pomacentrus coelestis</i>	과랑돔	++
11	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	++
12	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기	+
13	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기	+
14	<i>Apogon doederleini</i>	세줄얼게비늘	+
15	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치	+
16	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	++
Total			16

* 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000.

4월에는 총 4종이 조사되었다. 6월 조사에서는 불불락 50 마리, 불락 50 마리, 조피불락 2 마리를 포함하여 총 8종이 확인되었는데, 이 정점을 대상으로 조사를 시작한 이후로 조피불락과 사자코망둑이 처음으로 관찰되었다.

8월 조사에서는 10~15cm 급 불락 약 50 마리, 15~20cm 급 능성어 1 마리, 불불락, 용치놀래기, 말쥐치 등을 포함하여 총 9종이 확인되었으며, 2007년 조사 중 가장 많은 어종이 확인되었고, 이 정점을 대상으로 조사를 실시한 이후 처음으로 15~20cm 급 능성어 1 마리가 관찰되었다.

10월 조사에서는 20~25cm 급 불락 1 마리, 20~22cm 급 돌돔 2 마리, 6~10cm 급 벤자리 약 100 마리 이상, 줄도화돔 10~12cm 급 약 1000 마리 이상, 25~30cm 급 말쥐치 10 마리, 20~22cm 급 능성어 2 마리를 포함하여 총 11종이 확인되었으며, 이 중 줄도화돔, 쥐노래미, 돌돔 등은 2007년 조사기간 중 처음으로 관찰되었다. 벤자리는 최초로 조사를 시작한 2004년에 처음으로 관찰된 이후 확인되지 않았지만 이번 조사에서 다시 기록되었으며, 능성어는 8월, 10월 연속적으로 확인되었다(표 2-2-2-6).

다) 돔형 복합 강제어초

안도 이야포 만에 설치된 돔형 복합 강제어초는 수심 14m의 사패질 바닥에 설치되었고 높이는 4m이다. 총 18번의 조사에서 총 27종의 어류가 확인되었고 사다리꼴 어초와 마찬가지로 수온이 높은 9월부터 11월까지는 월별로 7종에서 13종의 범위로 확인되었으며, 불락, 돌돔 및 말쥐치 등의 어종들이 무리를 지어 백 마리 이상씩 출현하였다. 그러나 수온이 낮은 시기에는 1~3종이 월별로 확인되었으며, 미역이나 바닥문질이 소수로 나타났다.

2007년 1월과 2월에는 각각 1종이 확인되었으며, 3월에는 지난 1, 2월 동안 발견되지 않았던 불락이 100 마리 이상 확인되었고 감성돔 100여 마리가 조사되었다. 6월 조사에서는 불락 50 마리를 포함하여 총 6종이 확인되었으며, 실망돔이 조사 시작 후 처음으로 관찰되었다.

8월 조사에서는 15~20cm 급 불락 약 30 마리, 20~25cm 급 조피불락 1 마리, 불불락, 황놀래기, 능성어를 포함하여 총 7종이 확인되었는데, 2007년 조사 중 가장 많은 어종이 기록되었으며, 조피불락은 2004년 4월 최초 조사에서 확인된 후 처음으로 관찰되었다. 능성어 또한 2004년 9월 조사에서 확인된 후 처음으로 관찰되었으며, 황놀래기는 이 정점을 대상으로 조사를 시작한 이후 최초로 기록되었다.

10월 조사에서는 비교적 많은 어종 및 개체수가 확인되었는데, 15~20cm 급 불락 50여 마리 이상, 15~20cm 급 돌돔 11 마리, 20~25cm 급 말쥐치 10 마리, 15~20cm 급 전갱이 100여 마리 이상, 12~15cm 급 줄도화돔 100여 마리 이상을 포함한 총 10종이 확인되었다. 불락은 2월을 제외하고는 연중 출현하였으며, 줄도화돔은 2007년 조사 중 처음으로 관찰되었는데 2004년부터의 기록을 살펴보면 8월과 10월 사이에 가장 많은 개체수가 확인됨을 알 수 있다. 두줄베도라치 또한 2004년 9월 최초로 관찰된 이후로 이번 조사에서 다시 확인되었다(표 2-2-2-7).

라) 이야포 피라미드 강제어초

안도 이야포에 설치한 어초이다. 최초 2006년 12월 조사에서 수온은 14℃였으며, 12~20cm 급 불락이 300 마리 이상, 11~15cm 급 불불락이 120 마리 이상 발견되었으며 이 밖에도 조피불락, 돌돔, 쥐치, 용치놀래기 등을 포함하여 총 10종이 확인되었다.

2007년 2월에는 불락과 불불락이 각각 100 마리 이상씩 확인되었으며 돌돔, 조피불락(30~35cm 급), 쥐노래미(25~30cm 급) 등을 포함하여 총 7종이 발견되었는데, 불락과 불불락은 어초 중간 윗부분에서 군집을 이루고 있었다. 2007년 3월 조사에서는 수온이 12℃ 이었으며, 총 7종이 확인되었는데, 돌돔(17 마리)을 제외하고는 많은 개체수를 나타내지 않았다. 4월에는 불불락 30 마리, 돌돔 11 마리를 포함하여 총 8종이 확인되었다.

표 2-2-2-6. 안도 사다리꼴 복합 강제어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Apr. '04	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Feb. '05	Apr.	May.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Dec. '06	Jan. '07	Feb.	Mar.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	
1	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치		++	++	++			+	++	+++	++	++	++		+			+	+	+	++	+	
2	<i>Sebastes inermis</i>	불락		++	+++	++	+++				++	++	+++	++	+	+	+++		+		++	++	+	
3	<i>Sebastes thompsoni</i>	불불락														+	+++		++		++	+		
4	<i>Sebastes oblongus</i>	황집불락										+				+								
5	<i>Hexagrammos otakii</i>	퀴노래미					+	+					+			+							+	
6	<i>Platycephalus indicus</i>	양태					+																	
7	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	감성돔											+			+		+						
8	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔				++	++	++				++	++	++	++								++	
9	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔													++	+								
10	Carangidae sp.	전갱이류			+++																			
11	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리				+	+																+++	
12	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔		+	++	++	+++					+	++	+	+	++							+	
13	<i>Ditrema temminckii</i>	망상어				+							+								+	++		
14	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어		+	++								++			+						++		
15	<i>Chronis notata</i>	자리돔				+																		
16	<i>Halichoeres tenuispinis</i>	늘래기		+	+																			
17	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치늘래기		++	++	++	++					++	+	++	++						+	+	++	
18	<i>Parapercis sexfasciata</i>	쌍둥가리			+								+		+	+								
19	<i>Parupeneus spilurus</i>	두줄촉수													+									
20	<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄베도라치			+																			
21	<i>Sagamia geneionema</i>	바닥분절		++	++				+	+	++					+							+	
22	<i>Istigobius hoshinonis</i>	비단망둑			+		+	+			+		+	+	+									
23	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코퀴치				+																		
24	<i>Stephanolepis cirrifer</i>	퀴치			+	+	+	+					+		+	+	+			+				
25	<i>Thamnaconus modestus</i>	말퀴치		++	+++	++	+++	+				+	+								+	+	++	
26	<i>Paramonacanthus japonicus</i>	새양퀴치														+	+							
27	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미													+									
28	<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미														+								
29	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황늘래기														+						+	+	
30	<i>Gobius</i> sp.	망둑어 sp.																		+				
31	<i>Sebastes schlegelii</i>	조피불락																			+			
32	<i>Istigobius ccmbelli</i>	사자코망둑																			+			
33	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어																				+	+	
Number of species			0	8	13	11	10	5	2	2	4	7	12	6	10	9	9	1	1	3	3	8	9	11

* 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000

표 2-2-2-7. 안도 돔형 복합 강제어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Apr. '04	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Feb. '05	Apr.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Dec.	Dec. '06	Jan. '07	Feb.	Mar.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.
1	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치		++	++	++			+	++	++		++							++	++	+	
2	<i>Sebastes inermis</i>	볼락		+++	+++	++	+++	+			++	+++	++	++	++	+++			+++	+++	++	++	++
3	<i>Sebastes schlegelii</i>	조피볼락	+																			+	
4	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미		+																			
5	<i>Pseudobleminius cottoides</i>	가시망둑								+													
6	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔				++	++					++	++	+++									+++
7	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어			+																	+	
8	<i>Epinephelus akaara</i>	붉바리				+																	
9	<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리										+											
10	<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이										++	++										+++
11	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	갑성돔				+						+			+++			+++					
12	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔				+	+++							++									+
13	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	들돔			++	++	+++				+	++		++	+				+	+			++
14	<i>Ditrema temminckii</i>	망상어			+	+						+		+									
15	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어										++											+
16	<i>Chromis notata</i>	자리돔				+																	
17	<i>Halichoeres tenuispinis</i>	늘래기			+																		
18	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치늘래기		+	++	++	+	+			++	+	++	++							+	+	++
19	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	흑돔										+											
20	<i>Parapercis sexfasciata</i>	쌍둥가리											+		+								
21	<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄 배도라치			+																		+
22	<i>Sagania geneionema</i>	바닥문절		+	++		+	+	+								+						
23	<i>Istigobius hoshinomis</i>	비단망둑						+															
24	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치				++			+			+											
25	<i>Stephanolepis cirrifer</i>	쥐치				++	+	+					+	+	+		+						+
26	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치			+++	++	+	+						+							+	+	++
27	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락														+++							+
28	<i>Cryptocentrus filifer</i>	실망둑																			+		
29		황늘래기																					+
30		망둑어과																					+
Number of species			1	5	10	13	7	6	3	2	4	11	5	8	3	4	1	1	2	3	6	7	10

* 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000

8월 조사에서는 10~15cm 급 인상어 약 100 마리, 10~15cm 급 볼락 12 마리, 돌돔, 용치놀래기, 미역치 등을 포함하여 총 7종이 확인되었는데, 미역치를 제외한 어종은 어초 내에서 군집을 이루고 있었다.

10월 조사에서는 15~20cm 급 돌돔 20 마리, 20~22cm 급 능성어 1 마리 등을 포함하여 지난 2006년 12월 조사 시와 같은 총 10종이 확인되었는데, 줄도화돔, 벤자리, 능성어, 두줄베도라치가 조사 이 후 처음으로 관찰되었다. 이 중 줄도화돔은 1000여 마리 이상, 벤자리는 100여 마리 이상으로 많은 개체수를 나타냈다(표 2-2-2-8).

마) 이야포 입구 피라미드 강제어초

2005년 4월 안도 이야포 입구 수중에 설치된 피라미드 강제어초를 대상으로 한 조사가 2007년 7월 처음으로 실시되었다.

15~20cm 급 볼락 약 50 마리, 5~8cm 급 불볼락 약 100 마리 등 총 4종이 확인되었다. 10월 조사에서는 지난 조사보다는 많은 어종 및 개체수가 확인되었는데, 10~18cm 급 볼락 약 100 마리 이상, 10~15cm 급 불볼락 약 100 마리 이상, 20~25cm 급 돌돔 10 마리, 12~25cm 급 전갱이 1000여 마리 이상, 15~18cm 급 능성어 1 마리를 포함하여 총 8종이 관찰되었다.

이 중 전갱이, 돌돔, 말쥐치 능성어 등은 이번 조사에서 처음으로 관찰된 어종이다. 그리고 전갱이 유어를 제외한 어종들은 어초 내에서 군집을 형성하고 있었으며, 전갱이는 어초 외부에서 개체군을 이루고 있는 것이 관찰되었다(표 2-2-2-9).

표 2-2-2-8. 안도 이야포 피라미드 강제어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Dec.'06	Feb.'07	Mar. N	Apr. N	Aug.	Oct.
1	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	+++	+++	+	+	++	+
2	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	+++	+++	+	++		
3	<i>Sebastes vulpes</i>	누루시 볼락				+		
4	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	+	+	+	++	+	++
5	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	+					+
6	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락	+	+	+	+		
7	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	+					
8	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치	+			+		+
9	<i>Ditrema temmincki</i>	망상어	++		+		+	
10	<i>Halichoeres poeciloptera</i>	용치놀래기	+				+	+
11	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치	+	+		+	+	
12	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미		+	+	+		
13	<i>Pterogobius zacalles</i>	다섯동갈망둑		+				
14	<i>Pholis nebulosa</i>	베도라치			+			
15	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기					+	
16	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어					+++	+++
17	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔						++++
18	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리						+++
19	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어						+
20	<i>Petrosirtes breviceps</i>	두줄베도라치						+
Total			10	7	7	8	7	10

* N: night, D: day, 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000

표 2-2-2-9. 안도 이야포 입구 피라미드강제어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Aug '07	Oct.
1	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	++	+++
2	<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락	+++	+++
3	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	+	
4	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치	++	
5	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치		++
6	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔		++
7	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치		+
8	<i>Trachurus japonicus</i>	진갱이		++++
9	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	흑돔		+
10	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어		+
Total			4	8

* 개체수: +<10, 10<+<100, 100<+<1000, +<+>1000

바) 안도 이야포 석탑형다기능어초

안도 이야포 수중에 설치된 석탑형다기능어초(2006년 1월)에서 처음 실시한 2007년 1월 조사에서는 볼락 100여 마리와 쥐노래미 1 마리가 확인되었다.

8월 조사에서는 총 4종이 확인되었는데 볼락의 개체수는 지난 1월 보다 감소하였지만, 10~15cm 급 용치놀래기 약 30 마리, 10~15cm 급 자리돔 약 50 마리 등이 기록되었다.

10월 조사에서는 조사 기간 중 가장 많은 어종이 관찰되었는데, 5~8cm 급 자리돔 500여 마리 이상, 8~10cm 급 줄도화돔 2000여 마리 이상, 15~20cm 급 조피볼락 50여 마리 이상, 15~20cm 급 조피볼락 5 마리를 포함하여 총 7종이 확인되었다. 이 중 줄도화돔, 쥐치, 세동가리돔, 조피볼락은 처음으로 기록된 어종이다(표 2-2-2-10).

표 2-2-2-10. 안도 이야포 석탑형다기능어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Jan '07	Aug.	Oct.
1	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	+++	++	++
2	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미	+		
3	<i>Halichoeres poeciloptera</i>	용치놀래기		++	+
4	<i>Chromis notata</i>	자리돔		++	+++
5	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치		+	
6	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔			++++
7	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치			+
8	<i>Chaetodon modestus</i>	세동가리돔			+
9	<i>Sebastes schlegelii</i>	조피볼락			+
Total			2	4	7

* 개체수: +<10, 10<+<100, 100<+<1000, +<+>1000

사) 중삼서 석탑형다기능어초

안도 중삼서 수중에 설치된 석탑형다기능어초에서 수중조사를 실시하였다. 2007년 1월에는 볼락 100여 마리와 넙치과 1 마리가 조사되었으며, 4월에는 볼락만 100여 마리 확인되었다.

6월 조사에서는 수온이 상승함에 따라 다양한 어종이 확인되었는데, 10~12cm 급 볼락 100 마리, 15~18cm 급 돌돔 3 마리, 능성어 1 마리를 포함하여 총 7종이 관찰되었다.

8월 조사 또한 이전 조사와 같은 7종이 확인되었으며, 10~15cm 급 볼락 100여 마리가 관찰되었으며, 이 전 조사에서는 관찰할 수 없었던 말쥐치, 쥐노래미, 망상어, 미역치가 추가로 기록되었다.

10월 조사에서는 10~15cm 급 볼락 30 마리, 10~12cm 급 용치놀래기 20여 마리, 5~8cm 급 줄도화돔 3000여 마리 이상을 포함하여 총 6종이 확인되었으며, 이 중 줄도화돔, 황놀래기, 인상어는 처음으로 관찰되었다(표 2-2-2-11).

자) 초삼서 석탑형다기능어초

안도 초삼서 수중에 설치된 석탑형다기능어초는 2007년 1월에 조사를 시작하였다.

볼락 이외의 어종은 확인되지 않았지만 50개체 이상이 발견되었으며, 4월 조사도 마찬가지로 볼락만 100여 마리 관찰되었다. 6월 조사부터는 다른 어초들과 마찬가지로 수온이 상승함에 따라 비교적 다양한 어종이 출현하였다. 15~20cm 급 볼락 100 마리, 15cm 급 조피볼락 1 마리를 포함하여 총 4종이 확인되었다.

8월 조사에선 6월과 동일한 어종수가 확인되었는데, 10~15cm 급 볼락 약 100 마리, 10~15cm 급 인상어 약 100 마리, 15~20cm 급 용치놀래기 15 마리를 포함하여 총 4종이 조사되었으며, 인상어와 말쥐치는 이 정점을 대상으로 조사를 실시한 이후 최초로 관찰되었다.

표 2-2-2-11. 중삼서 석탑형다기능어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Jan. '07	Apr.	June	Aug	Oct.
1	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	+++	+++	+++	+++	++
2		넙치 sp.	+				
3	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔			+		
4	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어(유어)			+		
5	<i>Chromis notata</i>	자리돔			+	+	
6	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기			++	++	++
7	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치			+		+
8	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	흑돔(유어)			+		
9	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치				+	
10	<i>Hexagrammos otakii</i>	쥐노래미				+	
11	<i>Ditremma temmincki</i>	망상어				++	
12	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치				+	
13	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔					++++
14	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	황놀래기					+
15	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어					+
Total			2	1	7	7	6

* 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000

10월 조사에서는 10~12cm 급 볼락 50여 마리 이상, 10~15cm 급 돌돔 1 마리, 10~15cm 급 쥐치 1 마리를 포함하여 총 6종이 관찰되었으며, 볼락의 개체수는 지난 조사와 비교하여 감소하였지만, 어종 수는 상대적으로 증가했다. 또한 줄도화돔, 범돔, 돌돔 등은 이번 조사에서 처음으로 확인되었다(표 2-2-2-12).

차) 이식 잘피밭(안도 북쪽 연안)

얕은 사니질 바닥에 이식된 잘피에서 어종들을 조사하였다. 11~12cm 급 인상어 100 마리 16cm 급 볼락 1 마리를 포함한 총 9종이 확인되었다(표 2-2-2-13).

각 어초에서의 출현한 어종수는 그림 2-2-2-9에 나타내었다. 조사 대상이 된 어초들과 안도 이야포 입구의 자연석, TTP 어장과의 비교를 해 보면 2007년 1월부터 4월까지의 저수온기에 이야포의 사다리꼴 어초와 돛형복합강제어초에서 각각 1~3종이 출현하여 저수온으로 인한 낮은 출현율을 나타내었지만, 서고

표 2-2-2-12. 초삼서 석탑형다기능어초에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	Jan. '07	Apr.	June	Aug.	Oct.
1	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	+++	+++	+++	+++	++
2	<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락			+		
3	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기			++	++	
4	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치			+		+
5	<i>Thamnaconus modestus</i>	말쥐치				+	
6	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어				+++	
7	<i>Apogon semilineatus</i>	줄도화돔					+++
8	<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔					+
9	<i>Oplegnathus fuscatus</i>	돌돔					+
10	<i>Petroscirtes breviceps</i>	두줄베도라치					+
Total			1	1		4	6

* 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000

표 2-2-2-13. 이식 잘피밭에서 확인된 어종 및 개체수

No.	Scientific name	Korean name	2007 Oct.
1	<i>Rudarius ercodes</i>	그물코쥐치	+
2	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	인상어	+++
3	<i>Limanda yokohamae</i>	문치가자미	+
4	<i>Petroscirtes breviceps</i>	두줄베도라치	+
5	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	미역치	+
6	<i>Sagamia geneionema</i>	바닥문절	+
7		망둑어과	+
8		볼락류치어	+
9	<i>Sebastes inermis</i>	볼락	+
Total			9

* 개체수: +<10, 10<++<100, 100<+++<1000, +++>1000

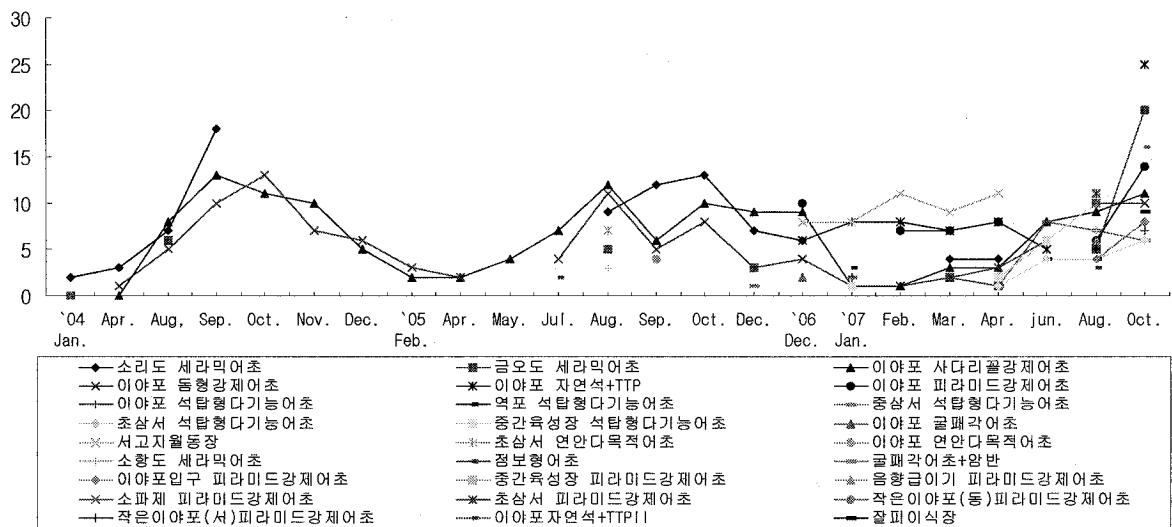


그림 2-2-2-9. 각종 실험어초에서 수중 관찰된 어류의 월별 종수 변화.

지월동장(자연석+TTP, 피라미드어초 종합)에서는 8~11종이 확인되어 다른 어초와 큰 차이를 보였다.

또, 2007년 8월 이야포의 사다리꼴 강제어초에서 9종, 돛형강제어초에서 10종으로 유사하게 높게 나타났으며, 같은 기간 중간육성장 주변의 석탑형 다기능어초와 피라미드 강제어초에서 각각 10종, 11종의 출현율을 보였으며, 10월 이야포의 자연석+TTP 어초에서 25종으로 조사 기간 중 가장 높은 출현율을 나타내었다. 특히 대상어종인 감성돔 무리를 비롯하여 돌돔, 능성어, 붉바리 등 다양한 고급어종들이 출현하여 지금까지 조사한 어떤 어초보다 다양하고 많은 량의 대상어종을 확인할 수 있어 이러한 형태의 어장 조성이 감성돔은 물론 돌돔을 비롯한 다른 수산어종의 서식처로서 효율적임을 확인할 수 있었다.

그동안 각 조사대상 어초에서 조사된 목장 대상어종별 월별 출현 개체수 변화는 다음과 같다. 감성돔의 경우는 그림 2-2-2-10에 나타난 바와 마찬가지로 실험용어초든 일반어초든 수중구조물과의 행동반응이 비교적 약한 종으로 잠수 조사에서 관찰되기가 어려웠던 종이다. 안도 이야포의 사다리꼴 어초에서는 2005년 8월과 12월에 각각 1, 2 마리가 관찰되었고, 2007년 2월에는 1 마리가 확인되었다. 돛형 어초는 2005년 8월에 1 마리, 12월에 500 마리 그리고 2007년 3월에 100 마리가 확인되었다. 돛형복합강제어초에서 2005년 12월에 확인된 500 마리와 2007년 3월에 확인된 100 마리의 감성돔은 15cm 전후 크기의 만 1세 어로 추정되었다. 2005년 12월에는 안도 이야포 수중에 설치된 굴패각어초+암반을 조사하였는데, 13~15cm 급 감성돔 2000 마리가 확인되었다. 이러한 경향은 감성돔이 안도 연안 갈피밭에서 확인된 바와 유사한 현상으로서 성어보다 어린 개체일수록 수백 마리씩 큰 무리를 지어 이동해 다니기 때문으로 판단되었다. 서고지 월동장에서는 2006년 12월에 1 마리, 2007년 1월에 18 마리가 조사되었다.

2007년 10월 조사에서는 조사 기간 중 감성돔이 관찰되지 않았던 금오도의 세라믹어초와 이야포의 피라미드 강제어초에서 각각 2 마리, 1 마리가 관찰되었으며, 자연석+TTP 어초에서는 25~30cm 급 감성돔이 약 50 마리 이상 확인되었다. 이전까지의 각 정점에서의 감성돔에 대한 조사 결과에서는 15cm 미만의 유어의 개체군만이 확인 되었지만, 이번 조사에서는 비교적 전장이 큰 개체군을 확인할 수 있었던 것이 이전 관찰 결과와의 차이점이라 할 수 있다.

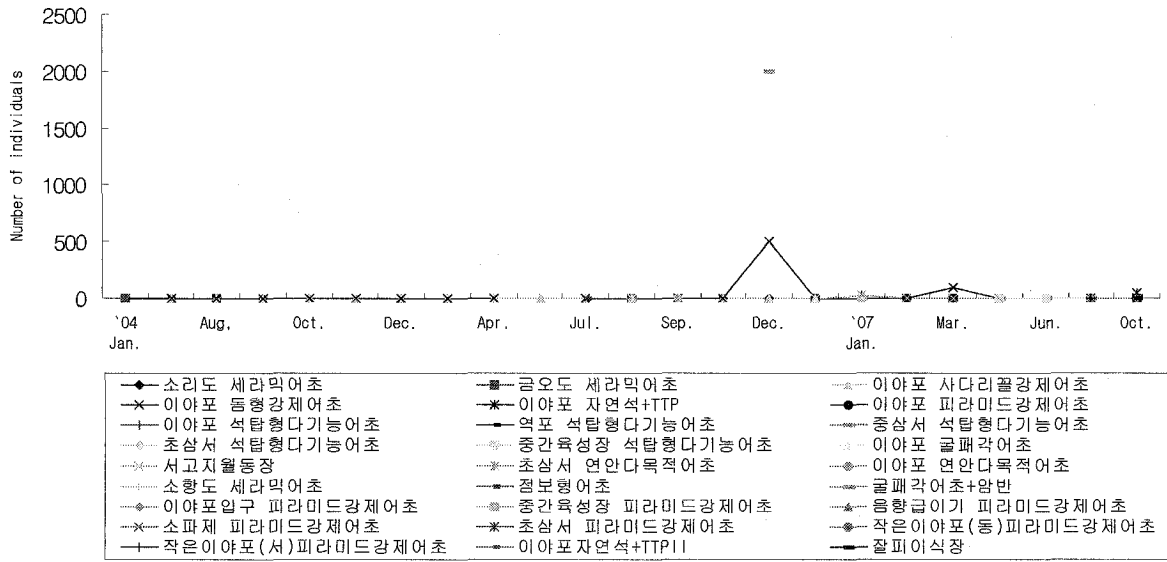


그림 2-2-10. 각종 어초에서 출현한 감성돔의 개체수 변화.

돌돔은 인공어초나 암반에 부착된 생물들을 먹이로 취하기 위하여 모여드는 경향을 나타내고 있어 수온이 높은 여름철에 인공어초에서 자주 확인되는 종이었다. 안도 이야포의 사다리꼴어초에서 2005년 8월 55 마리가 모여들어 있어 조사 기간 중 가장 많은 개체수를 확인할 수 있었고, 2006년 12월에는 15 마리가 조사되었다. 그 부근에 위치한 돛형 어초에서도 여름, 가을철에 14, 15 마리씩 계속 머물러 있는 것이 확인되어 이야포에 수온의 상승과 함께 들어온 돌돔은 가을까지 머물면서 인공어초에서 먹이를 취하며 살아가는 것으로 보였지만, 2007년 7월과 8월 사다리꼴어초와 돛형복합강제어초는 각각 0, 1 마리가 조사되어 이전과는 다른 경향을 나타내었다. 2007년 8월, 시설 후 처음으로 조사를 실시한 중간육성장 주변의 피라미드 강제어초, 소파제 주변의 피라미드 강제어초와 초삼서 주변의 피라미드 강제어초의 조사에서는 각각 4, 17, 6 마리가 확인되어 다른 정점과는 다른 결과를 나타내었다.

10월 조사 정점에서는 비교적 높은 개체수를 나타내었는데, 이야포의 자연석+TTP에서 18~28cm 급 48 마리, 피라미드강제어초에서 15~20cm 급 20 마리가 확인되었다(그림 2-2-11).

블락은 비교적 다른 어중에 비하여 인공어초나 실험용 구조물에서 연속적으로 확인할 수 있었던 종으로 정착성이 강함을 나타내고 있었다. 각 어초 별 조사 결과 저수온기에는 개체수가 낮아지고 고수온기에는 개체수가 많아지는 주기성을 나타내었다(그림 2-2-12).

안도 돛형강제어초에서도 2004년 8월에 150 마리로 최대를 기록하였으며, 2005년 8월과 2006년 12월에 각각 150 마리, 2007년 3월과 4월에 각각 100 마리, 2007년 6월과 8월에 각각 50 및 30 마리가 확인되었다. 10월에도 6월 조사와 마찬가지로 약 50 마리가 관찰되었다. 이야포, 역포, 중삼서, 초삼서, 중간육성장 주변에 설치된 석탑형다기능어초에서는 2007년 1월, 6월, 8월, 10월 조사 시 50~500 마리가 확인되었다.

이러한 관찰 개체수 만으로는 어초의 크기가 다르므로 어초의 위집 정도를 관찰된 수치만으로 비교하기 어렵기 때문에 어초 크기(부피)를 기준으로 조사기간 중에 확인된 수치의 단위 공간당 평균 마리수를 계산해 보면 그림 1-2-13과 같다. 어초의 부피는 어초 크기로부터 계산하였다(돛형강제어초는 10.0×10.0×5.0m 로 총 500m³, 사다리꼴어초는 10.0×10.0×5.0m로 500m³, 세라믹어초는 2.8×3.4×2.0m로 19

m³, 자연석+TTP는 각각 1.65, 5ton으로 3.5m³, 피라미드강제어초는 10.0×10.0×7.0m로 700m³, 석탑형다기능어초는 3.0×3.0×2.4m로 22m³, 굴패각어초는 5.2×5.2×3.0m로 81m³, 서고지월동장(자연석+TTP, 피라미드강제어초 종합)은 703.5m³, 연안다목적어초는 12.0×12.0×9.0m로 1296m³, 점보형어초는 12.0×12.0×9.0m로 1296m³로 계산). 그림에서 보는 바와 같이 볼락의 단위공간당 출현 마리수는 자연석

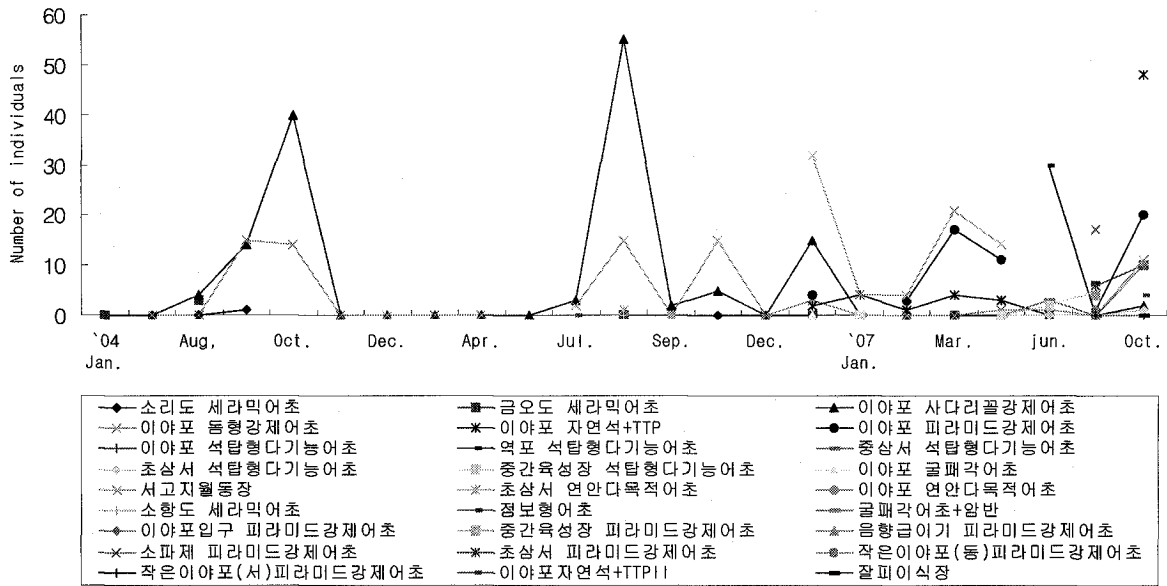


그림 2-2-2-11. 각종 어초에서 출현한 돌돔의 개체수 변화.

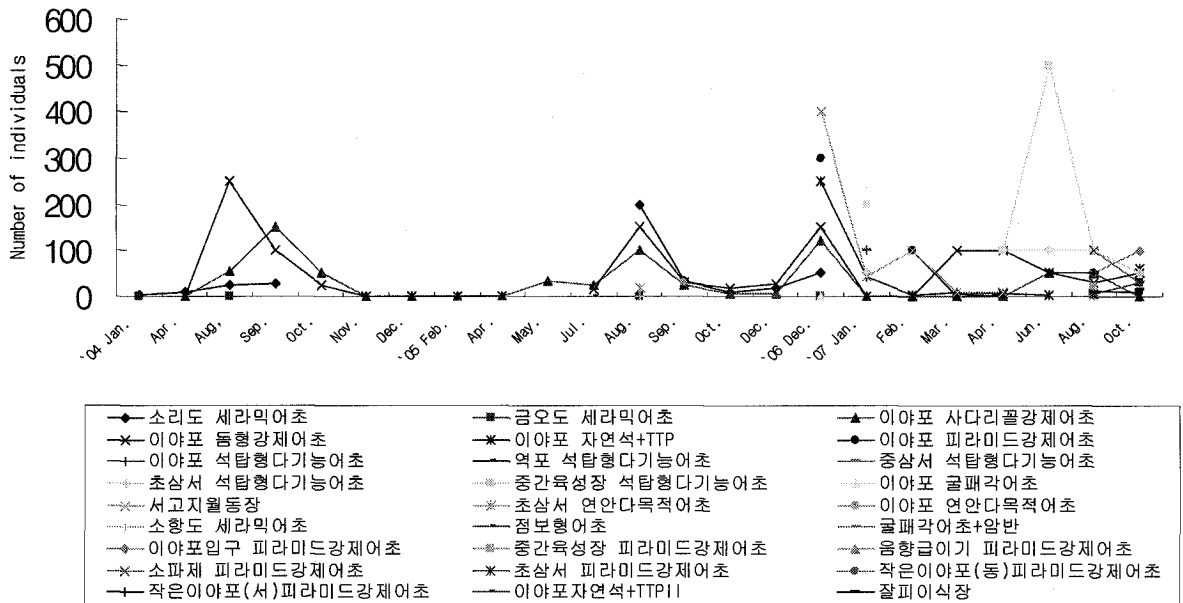


그림 2-2-2-12. 각종 어초에서 출현한 볼락의 개체수 변화.

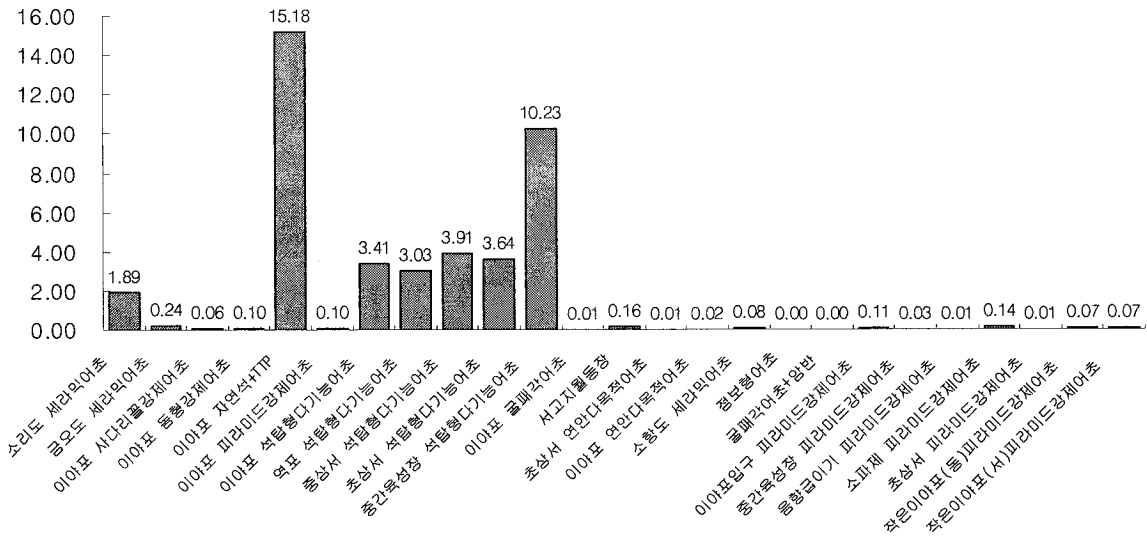


그림 2-2-2-13. 조사 기간 내 각종어초에서 확인된 블락의 단위 공간당(m³) 평균 마리 수.

+TTP어초에서 15.18 마리/m³으로 가장 높게 나타났으며, 석탑형다기능어초에서 3.03~10.23 마리/m³, 소라도 남동단의 세라믹어초에서 1.89 마리/m³, 서고지 월동장 0.16 마리/m³, 소파제 주변 피라미드강제어초에서 0.14 마리/m³, 피라미드강제어초 0.10 마리/m³ 순으로 나타났다.

지난 몇 년간의 수중 조사를 바탕으로 분석해 본 결과 감성돔, 돌돔 특히 전남 여수 연안에 서식하는 이 종들은 인공어초 어장과 서식 관련성이 통영바다목장의 대상 종이었던 블락이나 조피블락처럼 밀접한 관계를 가지지 않는 것으로 나타났다.

지금까지의 제시된 자료에서 보듯이 감성돔은 어초에서 확인할 수 있는 확률이 매우 낮으며 돌돔은 고수온기 부착 생물을 뜯어먹기 위하여 어초에 모이기는 하지만 주 서식처로 보기에는 어렵다. 즉, 주로 어린 개체들이 작은 부착생물들을 먹기 위하여 인공어초에 오기는 하지만 나이를 먹으면서 먹이 생물이 조개, 게, 소라 등으로 바뀌어 가면서 조류 소통이 빠르고 큰 바위들이 밀집해 있는 외곽 도서의 바다 쪽 해역에 그 자원이 밀집하는 경향을 보인다.

한편 감성돔은 어릴 때는 사니질, 하구역, 연안 암초지역 또는 모래바닥에도 떼를 지어 다니면서 잡식성을 나타내지만 성장하면서 깊은 수심대로 이동하며 계절에 따라 남북으로 회유하는 패턴을 보이므로 어린 시기와 성어 크기에 달하였을 때를 구분하여 적절한 시설을 활용한 어장 조성이 필요하리라 생각되었다. 그런 관점에서 보면 안도 서고지의 남단 수심 20~25m 수층의 이아포 입구에 설치된 두 군데의 실험용 어장에서의 2006년 동계의 감성돔 확인, 이번 10월 조사까지 상당량의 감성돔 확인사실 등으로 미루어 볼 때 이 어장을 감성돔은 산란기를 제외하고 서식처로서 활용하고 있는 것으로 생각된다. 따라서 이번 2007~2008년 겨울철 저수온기에 어종의 출현과 월동 여부를 다시 재확인 하고자 한다.

지금까지의 연구 결과로 보면 안도에 설치된 이러한 실험어장 구조(그림 2-2-2-14)는 감성돔을 비롯한 전남 바다목장의 대상어종의 자원조성에 매우 좋은 효과를 나타낸다고 잠정 결론을 내릴 수 있으며(물론 이번 겨울철 조사 결과도 지켜봐야 하지만) 이러한 구조 시설 확대와 정점 확대에 2008년도 시설 부분의 투자가 이루어질 수 있도록 사업계획 수립 시 반영이 되어야 할 것으로 판단되었다.

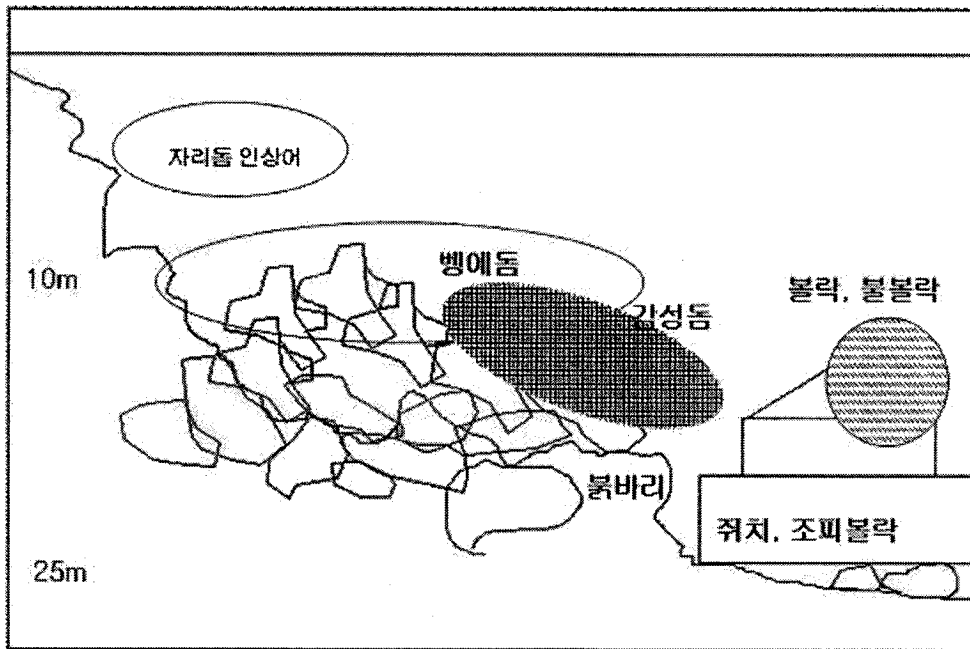


그림 2-2-2-14. 안도 서고지의 감성돔 월동장 모식도(수심 0~25m).

2) 중간육성 타당성 및 야성화

가) 해양수산부 수산종묘 매입 방류사업 시행지침

2007년 해양수산부수산종묘매입방류사업시행지침은 국가가 시행하고 있는 해양수산 관련 사업 115개 항목에 대하여 구체적인 시행지침을 규정하고 있다(해양수산부 2007).

중간육성 기술의 적용 타당성을 거론하기 위하여 현재 해양수산부가 시행하고 있는 기르는 어업 육성법 제6조(자금의 보조 등)와 제9조(수산자원조성사업)에 근거를 둔 그 중 89항에 지시된 “수산종묘 매입 방류사업 시행지침”을 우선 검토하고 중간육성과 관련하여 검토하기로 하였다.

수산종묘 방류사업 지침의 목적은 해면과 내수면 수역의 지역적 특성에 적합한 건강한 수산종묘를 방류하여 수산자원 증강 및 어업인 소득 증대를 도모하는데 있다. 구체적인 시책은 우선 지역별 특성에 적합한 고부가가치 종묘 방류 품종을 확대하여 어업 생산성을 높이고, 민간 종묘 생산업체에서 생산된 건강한 종묘를 확대 매입 방류함으로써 어업인으로 하여금 자원조성 사업의 필요성에 대한 의식 고취와 참여를 유도함에 있다.

기본적인 지침은 우선 공통 방류어종의 선정과 지역별 특별 대상 어종이 있다. 그리고 종묘의 크기와 방류시기가 대상 어종별로 검토되어 선정되어 있기에 매우 구체적인 지침이 마련되어 있는 실정이다. 그리고 방류 금지 어종에 대한 규정, 사업 집행 주체, 담당 부서 등은 물론이고 구체적인 사업 시행 규정은 다음과 같다.

- 집행기관
- 협조기관
- 방류품종 및 방류대상 수역의 선정
- 방류품종, 크기, 등의 조정
- 종묘생산 확인
- 입찰 절차
- 납품 계약 절차

- 질병 검사
- 종묘 검수
- 운송 및 방류 지침
- 효과 조사
- 사후 관리

현행 지침에 의하면 중간육성 단계를 필요 없는 절차로 규정할 수밖에 없는 여건이다. 그 이유 중 한 가지는 방류대상 어종이 경쟁 입찰방식에 의하여 결정되면 시행주체는 즉시 질병검사를 의뢰하여 결격사유가 없으면 대상 개체군은 15일 이내에 적정해역에 방류되어야 하기 때문이다.

이상의 세심한 절차에 의거하여 방류를 시행할 경우 전남 바다목장 사업의 경우 중간육성을 위한 여러 사항은 해당 방류 지침에 의거하여 시행할 필요가 없다는 결론이다.

그러나 현재 방류대상 어종에 대한 그간 통영 바다목장 사업은 물론 전남 바다목장 사업에서 이미 검토된 중간육성의 필요성에 관한 연구사업 결과는 야성화 훈련이라는 측면에서 필요성을 감안한 적절한 대안을 나름대로 검토하여 볼 의미가 있는 것으로 평가된다.

나) 중간육성 타당성 검토

자원조성 사업에 의한 종묘생산 및 방류가 대상종의 생활사에 대한 충분한 이해와 방류 후 먹이 생물의 존재 여부 및 섭이 능력 등 대상해역에 대한 방류어의 생물 및 물리, 화학적 환경에 관한 지식을 기초로 이루어 질 때 방류사업이 성공할 수 있음은 너무도 명백한 사실이다. 이에 필요한 여러 가지 기반기술 중 효율적인 중간육성 기법 확립이 필요한 것이다.

생태계에서 가장 기본적인 먹이로서 역할을 담당하게 되는 생산자, 즉 식물성 및 동물성 플랑크톤을 중심 대상으로 물질순환 과정 중 상호 관계를 구명하기 위한 기초자료 측면에서 중요한 자료로 평가된다. 결과적으로 목장해역의 어장에서 기초생산자들이 서로 간에 먹이로서 밀접하게 상호 관계를 형성하고 각 단계별 생물이 갖는 생태적 지위를 기반으로 상호 연관성이 유지되므로 반드시 필요한 생태계의 먹이자원이라는 측면의 일정한 목장 해역에서의 생물자원 생산을 위한 공간적인 분포와 용량을 확인하고, 지속적 생산 관리 시스템을 구축하는 측면에서 매우 중요한 기초 자료로서 활용가치가 매우 중요한 기반 기술로 평가된다.

특히 방류종묘가 자원에 가입되어 재생산의 목적을 달성하기 위한 방법의 하나로 지금까지 활용되고 있는 중간육성 과정은 대상 해역의 해상가두리에서 일정기간 순치라는 개념의 사육 및 훈련 기간을 거쳐야만 한다. 이 시기에 야간 점등에 의한 주변 동물성 플랑크톤 중에 주광성을 갖는 생물이 점등지역에 운집하게 되면 이것을 중간육성 기간 중 먹이로 활용하려는 시도이다. 때문에 시기별 주, 야간 및 점등지역에 분포하는 플랑크톤의 조성을 면밀히 비교 분석하고, 기초 적용 실험의 하나로 위 내용물과 연계하여 계절적인 먹이생물 조성 특성과 활용 가능성 등이 검토되어 기반기술로서의 가능성을 확립하였다.

특히 전남 바다목장의 경우 대상어종인 감성돔에 대한 야간 점등을 활용한 중간육성 기법을 검토한 결과는 다음과 같다(해양수산부, 2004; 2005).

야간점등에 의한 먹이 유도효과는 불을 밝힌 점등구에서의 출현 분류군수는 비점등구에 비해 많은 개체수가 나타났으며, 이러한 결과는 비점등구에 비해 점등구에서 출현 분류군수가 2배 이상 출현하는 양상을 보였다. 가장 다양한 출현 분류군 중 하나인 요각류의 출현수도 점등구에서 총 37종, 비점등구에서 총 19종이 출현하여 점등구에서 더 많은 요각류가 출현함을 알 수 있었다. 또한 두 구간에서의 동물 플랑크톤 평균 출현량에서도 비점등구에 비해 점등구에서 약 6~17배 높은 출현량을 나타내었으며, 이는 통영해역에서 20배, 비점등에 비해 점등구에서 7~8배 이상 출현하는 결과와 유사하였다. 이러한 출

현 분류군과 출현량에서 비점등구에 비해 점등구에서 많이 출현, 분포한다는 것은 동물플랑크톤이 점등(불빛)에 의해 상당수 반응, 유집된다는 사실을 시사한다. 불을 밝힌 점등구에서의 출현 분류군수는 비점등구에 비해 많은 개체수가 나타났다.

야간 점등에 의하여 섭이된 위 내용물은 단각류가 점등(빛)에 의해 뚜렷이 유도되어 먹이생물로 활용되었음을 의미하고, 점등이 감성돔 성장에 필요한 먹이 즉, 단각류를 효과적으로 유도했다는 것을 의미한다. 대부분의 어류는 성장을 하면서 먹이생물을 전환하며, 감성돔 역시 성장함에 따라 먹이전환이 일어난다. 감성돔의 체장조성은 7~10cm로 자연 상태에서는 성장하면서 주로 새우류, 게류, 갯지렁이류, 단각류의 점유율이 증가하였다. 그러나 본 연구에서는 동일한 체장 범위에서 감성돔 먹이생물이 점등에 의해 유집된 단각류 및 요각류를 주로 섭이하였으며, 이와 같은 먹이 조성의 출현수와 양의 차이는 해역에 따른 여러 환경요인과 생물학적 요인 등으로 이들 개개 요인의 직접적인 영향을 고찰하여 결론을 내리기는 대단히 어렵다. 하지만 여러 추측 가능한 요인으로는 가두리 내 간헐있는 상태로 점등에 의해 유집되어진 비교적 한정된 먹이만을 섭이할 수 있다는 점을 들 수 있다. 따라서 바다목장 조성의 일환으로 감성돔 방류를 위하여 가두리에서의 중간육성을 시도한다면 평균체장 7cm 이내의 치어 단계 즉, 식성의 전환이 일어나기 전까지 사육되어진다면 더욱 효과적일 것으로 판단된다.

먹이공급 조건에 따른 감성돔 치어의 성장은 중간육성 기간 중 점등, 비점등 구간에서 먹이공급 조건에 따른 성장관계를 살펴보면, 점등+100% 사료 급이 구에서 가장 좋은 성장을 나타내었으며, 반면 비점등+무급이 구간에서는 실험 종료 시 체중이 전월보다 더 감소하여 가장 낮은 성장을 나타내었다. 이러한 결과는 사료의 무급이와 야간에 자연먹이를 섭이할 수 있게 하는 야간점등의 부재에 따른 먹이 제한이 그 요인이라 할 수 있다. 또한 점등을 이용한 사료 저감효과 부분에 있어 실험 종료 시 점등구간 50%, 100% 사료 급이 구간에서 살펴보면 눈에 띄는 성장 차이는 나타나지 않았다. 이는 점등으로 인해 야간에도 충분한 양의 먹이생물을 섭이한 결과로 생각되어지며, 100% 사료급이 구간을 기준으로 점등을 실시하여 사료의 양을 일반 해상가두리에서 급이하는 양의 50% 정도로 낮추어도 성장에 있어 큰 차이가 없을 것으로 사료된다.

다) 야성화 훈련

야성화 훈련 기법의 하나로 점등기술 도입에 관한 기본 전략을 의도대로 수행한 결과 점등 기술은 다음과 같은 가능성과 효과를 기초로 바다목장 사업에 역할을 담당할 수 있을 것으로 판단된다(Park *et al.*, 2001).

- 방류 초기 방류어의 자연산 먹이 섭이 능력 저하로 나타나는 사망을 방지하므로 생존율의 극대화를 유도하는 방안,
- 자연산 먹이 섭이 훈련에 따른 방류지역에서의 초기 환경 적응력을 극대화,
- 방류어 중 특히 당년생 방류 종묘가 점등에 의한 자연산 먹이 섭이 효과가 월등한 결과를 바탕으로 방류 후 초기에 목장해역 이외 지역으로의 분산을 억제하는 효과가 크기 때문에 또 다른 방류 자원관리 기법으로서 가능성을 내포한다.

위에 언급한 기대 효과는 지금까지의 연구수행 결과 현장에서 얻어진 실험결과를 토대로 면밀히 검토하여 가두리에서 수행되는 중간육성 기간 중에 야간점등 과정을 거쳐 섭이 학습을 시행하려는 육성과정의 당위성을 증명하는 결과이다.

특히, 본 기법은 자원 관리형 어업 형태를 구축하는 합리적인 증식 기법의 하나로 적절한 설비투자를 통하여 보다 경제적이고, 생산 경비를 절감하며, 방류어류의 생산성을 극대화할 수 있는 자원 증대 목적을 달성하기 위한 환경친화적 기법의 하나로 적용되기를 기대한다.

라) 건의

바다목장 사업의 여러 가지 기술 중 성공적인 바다목장 조성을 위하여 중간육성 기술은 중요한 기술임은 이미 확인된 사실이다. 또한 중간육성이 현장에 적용되기 위하여 반드시 해상 가두리 시설을 이용한 점등기법이 방류 전 대상품종의 중간육성 및 양성화 훈련 차원에서 활용되기를 적극 건의한다.

한편 2005년, 2006년 수산종묘매입방류사업 지침에 준하여 종묘생산자 선정 항목에서 “야성화 훈련 시설(해상가두리에서 종묘양성 시설 등)을 갖춘 생산자를 최우선으로 선정하여야 한다”라는 지침을 우선적으로 적용하여 방류어종의 야성화 훈련을 실시하고 있는 방침은 매우 바람직한 사항이다(해양수산부, 2005; 2006). 그러나 현행 지침(해양수산부, 2007)에서는 야성화 훈련시설을 갖춘 자에게 우선 선정 조항을 삭제하고, 방류 크기와 시기만을 정한 상태이다. 따라서 그간의 중간육성과 관련된 연구 결과를 바탕으로 필요성에 대한 문제를 재검토해 보아야할 사항으로 사료된다.

3) 방류효과조사

가) 방류해역의 어류상

종묘방류 후부터 동절기인 2월과 3월을 제외한 2007년 12월까지 조사지역인 안도 이야포와 소이야포 연안에서 확인된 어종은 31종이었으며, 통발 100개당 환산 채집수를 기준으로 한 출현 개체수는 11월에 대량 출현한 3~4cm 급 쥐치 치어 및 12월 조사를 제외할 경우는 878 마리였다(표 2-2-2-14).

조사시기별 출현종수는 1월이 7종으로 가장 낮았으며, 그 다음은 4월의 7종, 8월 의 13종으로 수온이 증가함에 점차 증가하는 경향을 나타내었으나 7월의 20종을 정점으로 다시 소폭 감소하였으며, 11월에 들어 가장 많은 23종을 기록하였다. 통발 100개 당 출현 개체수는 1월이 29 마리로 가장 적었으며, 4월에는 출현종수는 적었지만 개체수는 99개체로 증가하였으며, 그 이후에는 120 마리 이상의 수준을 기록하였다. 한편, 12월 조사의 경우 악천후로 인하여 통발 설치 후 7일 후에 인양이 가능하였기 때문에 단위통발당 출현 개체수를 환산하기 어려웠으며, 출현종도 14종만이 확인 가능하였다.

전조사기간에 걸쳐 출현한 종은 최우점종인 붕장어와 볼락 3종이었다. 조피볼락, 노래미, 베도라치와 황점볼락은 2006년 12월 그리고 미역치와 노래미는 1월을 제외하고 전 기간에 출현하였는데, 12월과 1월이 어류의 활동이 저하되는 겨울철임을 감안할 때 상기 5종류도 전 기간에 걸쳐 출현하는 것으로 생각된다. 용치놀래기, 솜뱅이 및 능성어는 7월에 집중적으로 출현하였으며, 쥐치는 11월 2007년생 치어가 대량 출현하여 개체수에서 최우점종이 되었다.

표 2-2-2-14. 안도 이아포 연안에서 어류 통발조사 결과(2006. 12~2007. 7)

출 현 종	2006년 연구사업					2007년 연구사업				계
	06.12	07. 1	07. 4	07. 5	07. 7	07. 9	07.10	07.11	07.12	
붕장어	13	14	43	6	38	23	35	5	+	
불락	2	3	7	18	4	1	1	2	+	
조피불락		3	19	27	6	3	2	1	+	
배도라치		2	10	8	15	2	5	7	+	
미역치	1		4	3	7	52	127	182	+	
노래미	1		2	3	5	3	8	13	+	
감성돔	8				1			1	+	
돌돔	5					2		2		
황점불락			11	51	12	5	5	6	+	
보리멸	2	5			1			3		
누루시불락			3	3	1			2		
용치놀래기				4	25	11	3	10	+	
솜뱅이				4	19	4		2	+	
능성어		1			7	9	2	11	+	
자리돔	1				2	4		1		
망둥어				1	2					
전갱이	3						1	3		
피도라치	2									
줄복					2	2	1	2		
뱅어				1						
뱅어돔					1					
참돔					1	4	3			
흑돔					1					
일곱동갈망둑					1					
횃대				1						
도다리						1		1		
나비고기								1		
범돔						4	8	19	+	
황놀래기								5		
쥐치						25	64	***	+	
다금바리								1		
민어									+	
출현종수	10	6	7	13	20	18	14	23	14	
개체수*	38*	28*	99*	129*	151*	154	279	***		

* 개체수/100통발.

***: 쥐치 치어 >1,000, +: 기상 문제로 통발설치 7일 후 수거

나) 어류 방류효과

(1) 감성돔

감성돔 방류어는 방류 1일째 조사에서 18개 조사정점의 39%에 해당하는 7개 정점에 출현하였다(표 2-2-2-15). 표지 개체 출현율은 22%로 표지방류율의 23%에 근접하고 있어 조사된 표품은 방류집단을 대표할 수 있다고 판단되며, 방류 후 이야포 연안에 고르게 확산되어 있는 것으로 판단된다. 그러나 방류 2일째에는 2지점에서만 출현하여 분산도를 파악하기 어려웠다. 2007년 1월 초순에도 이야포 안쪽 연안에 무리를 지어 유영하는 감성돔 치어들이 육안으로 관찰되었지만 그 이후에는 조사용 통발에 채포되지 않았다. 2007년 7월 지역 어민에 위탁하여 5개 정점에서 조사한 결과 방류어로 추정되는 7 마리의 감성돔 치어가 채포되었다. 11월에는 4 마리가 채포되었으며, 12월에는 26 마리가 채포되었다.

2006년 12월 방류 이후 지금까지의 조사결과를 토대로 하면, 수온이 낮은 12월에 방류한 감성돔 치어는 방류직후 2~3일 이내에 신속하게 주변해역으로 확산되어 나가며, 수온이 내려감에 따라 보다 따뜻한 해역으로 이동하는 것으로 생각되며, 일부 개체군은 주변에 머물고 있는 것으로 추정된다. 이러한 사실은 2007년 7월 10일 이야포 주변의 통발조사에서 방류 개체군을 채포하지 못하였지만 7월 31일 현지 어민이 방류해역인 이야포에 설치한 통발에서 7 마리의 방류개체가 채포된 것과 11월 5 마리가 채집된 것으로 잘 설명된다. 한편 12월에는 자연산 개체군으로 추정되는 평균체장 10.6cm 급의 감성돔 유어 26 마리가 통발에 채포되었다. 2006년 12월 방류 당시 감성돔 방류어의 평균체장은 9.9cm 이었으며, 11월에 채포된 감성돔 유어의 평균체장은 15.6cm로 안도해역에 방류된 감성돔은 정상적으로 성장하고 있다고 하겠으며, 12월에 단년생 자연산 감성돔이 채집되는 것을 고려할 때, 환경조건이 조사된다면 안도해역에서도 월동이 가능하다고 생각된다.

표 2-2-2-15. 방류어의 채포 결과

방류어종	방류시기	조사 시기	정점 수	출현 개체수	출현 정점수	출현빈도 (%)
황점볼락	2006. 12. 22	2007. 4	20	11	8	40
		2007. 5	34	51	14	41
		2007. 7	20	12	12	60
		2007. 9	20	12	12	60
		2007. 10	20	5	5	25
		2007. 11	20	11	11	55
		2007. 12	20	51	16	80
감성돔	2006. 12. 20	2006. 12. 21	18	8	7	39
		2006. 12. 22	18	2	2	11
		2007. 7*	-	7	1	
		2007. 11	20	5	1	5
		2007. 12	20	26	8	40
돌돔	2006. 12. 21	2006. 12. 22	16	5	6	38
		2007. 9	20	2	2	10
		2007. 11	20	4	4	20

* 현지 어민 위탁 채포 조사,

한편 여름철 수온이 높은 시기에 방류한 감성돔은 조사시기와 관계없이 방류해역에서 꾸준히 발견된다고 보고되고 있음을 참고할 때(한국해양연구원, 2006), 감성돔의 경우 방류시기에 따라 방류효과가 크게 좌우된다는 것을 알 수 있다. 따라서 감성돔의 방류는 수온이 15℃ 이상이 보장되며 계속 상승하는 5월 중순에서 6월 초순 사이에 방류하여, 방류어가 방류해역 주위에 상당기간 머물 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 수온이 낮아져도 방류어가 방류해역에 머물며 섭이활동을 계속할 수 있도록 순치 후 방류하고 사전에 방류어가 머물 수 있는 적정 어초시설이 필요할 것이다. 또한 방류군의 분산도가 매우 커 통계학적으로 유의성 있는 자료를 얻기 위해서는 표지방류어의 비율을 높여야 할 것이다. 종묘 방류수가 10만 이하인 경우 전량 표지방류하고, 그 이상인 경우 10만 마리 초과분의 30% 정도를 표지방류 하는 것이 바람직하다.

(2) 돌돔

돌돔의 경우 방류 다음날 5 마리가 채포된 이후 방류 현장에서 채포되거나 목격되지 못하고 사라졌으며, 2007년 9월 조사부터 소수의 개체가 채포되기 시작하였다. 채포된 돌돔은 크기로 유추할 때 방류어로 인정할 수 있지만 전체 조사기간 중 채포된 개체수가 4 마리에 불과하여 방류 효과를 추정하기에는 역부족이었다. 방류 당시 평균체장 8.8cm의 방류어는 11월 14.1cm로 성장하여 비교적 양호한 성장률을 기록하였다.

돌돔이 비교적 회유 경로가 짧은 어류임을 감안할 때, 역시 수온이 어는 정도 보장되는 시기에 방류할 경우 목장 해역의 자원조성에 큰 역할을 할 수 있으리라 생각된다. 돌돔종묘 방류에 있어 감성돔과 같이 종묘방류수가 10만 이하인 경우 전량 표지방류하고, 그 이상인 경우 10만 마리 초과분의 30% 정도를 표지방류 하는 것이 바람직하다.

(3) 황점볼락

황점볼락은 정착성이 강한 어종으로 알려졌으며, 최근 자원이 급격하게 감소하여 안도 해역에서는 잘 발견할 수 없는 어종으로 종묘방류 효과가 크게 기대되는 종이다. 황점볼락의 경우 감성돔 및 돌돔과 달리 방류초기에는 전혀 채집되지 않다가 수온이 어느 정도 회복된 4월부터 비교적 많은 수의 미성어들이 채포되기 시작하였다. 5월의 확대 조사 시 14개 정점에서 51 마리의 황점볼락이 채포되었으며, 이후 꾸준히 매월 10여 개체의 황점볼락이 채포되었고, 11월에도 11 마리가 채포되었으며, 12월에는 51 마리가 채집되었다(표 2-2-2-15).

조사해역인 안도 이야포 연안은 황점볼락이 거의 잡히지 않던 곳이었으며, 조사기간 중 채포된 황점볼락의 크기를 감안하면, 2007년 채집된 황점볼락은 모두 2006년 12월 방류한 개체군으로 추정된다.

조사기간 중 채포된 황점볼락의 평균체장은 방류 시 7.9cm에서 9월에는 11.3cm, 10월에는 11.4cm, 11월에는 13.4cm, 12월에는 14.2cm로 성장하였다. 체중은 4.7g에서 9월에 21.6g, 10월에 22.9g, 11월에 38.5g으로 증가하였으며, 12월에는 42.7g을 기록하였다(그림 2-2-2-16).

황점볼락은 연안정착성 어류로 우리나라 남해안에서 월동이 가능한 어종이다. 2007년 조사기간 중 황점볼락의 재포 현황을 분석하면 겨울철에 방류된 황점볼락들이 바위틈이나 어초 주위에 은신하여 월동하고, 수온이 증가하기 시작하는 4월부터 비교적 활발하게 섭이활동을 시작하여 미끼를 넣은 통발에 유인되어 채포되는 것으로 생각된다.

황점볼락의 성장은 9월 이후 수온이 하강하기 시작한 이후에 성장이 빨라지는 것으로 나타났으나, 전체적으로 볼 때 황점볼락 방류어의 성장은 기대에 미치지 못하였다. 이는 방류해역에 황점볼락이 은신할 수 있는 저서환경이 열악하고 먹이생물도 부족하다는 것을 의미한다. 따라서 황점볼락이 방류해역에 머물며 보다 잘 성장할 수 있는 어장환경조성이 절대적으로 필요하리라 생각된다. 2006년 사업에서

는 종묘생산 문제로 황점볼락의 방류시기가 늦었지만 4월 중순까지 방류용 종묘를 확보하여 방류할 수 있고, 방류 이전에 적합한 어초를 투입하여 저서환경을 개선할 경우 황점볼락은 안도해역에서 가장 적합한 자원조성 대상 종으로 생각된다. 또한, 방류 직후와 월동기 이전의 부족한 먹이를 공급해 주는 방법등 방류기법에 대한 보다 심도 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

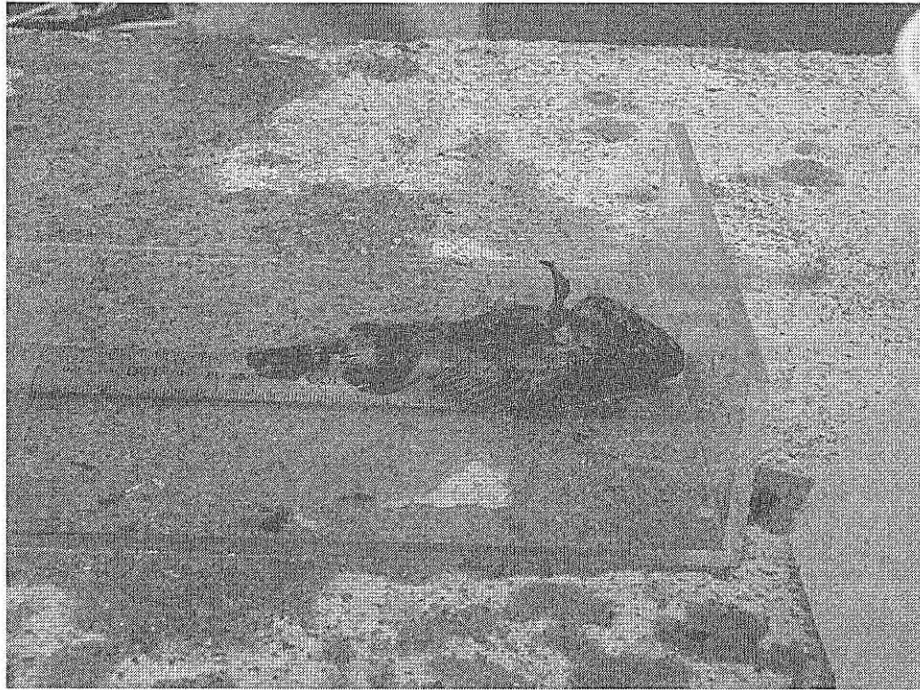


그림 2-2-2-15. 제포된 황점볼락 방류어 계측(TL: 12.3mm).

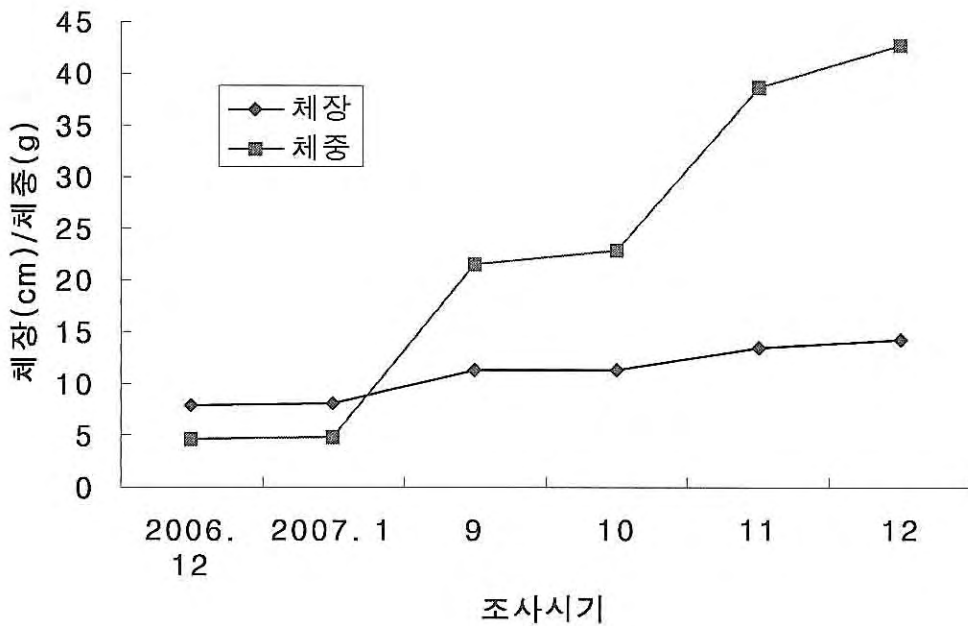


그림 2-2-2-16. 황점볼락 방류어의 성장.

다) 전복 방류효과

(1) 방류전복의 성장

안도 이야포 연안에 방류한 전복치패와 같은 계통으로 전남대학교 수산증양식센터 수조에서 양성한 치패와 6개월 간격으로 성장을 비교하였으며, 방류 전복의 자연 적응 정도 판단은 잠수사가 촬영한 수중사진을 판독하여 알아보았다. 방류된 전복은 대부분 암반에 부착하여 활발한 섭이행동을 하고 있었으며, 인공해조에 부착한 피복성 해조류를 갉아 먹는 전복도 관찰되었다(그림 2-2-2-17).

방류전복의 1차 성장비교는 2007년 6월에 실시하였으며, 2차 비교는 2007년 12월에 실시하였다. 각장의 경우 방류초기 4.5cm에서 6개월 후 방류산은 5.7cm로 실내수조산은 5.4cm로 성장하였다. 방류 12개월 후에는 방류산이 각장 6.5cm로 성장하여 44%의 누적 성장률을 기록하였으며, 실내수조산은 6.3cm로 40%의 누적 성장률을 기록하여, 방류산이 실내수조 양성보다 더 빠르게 성장하는 것으로 나타났다(그림 2-2-2-18).

한편 중량의 증가는 방류초기 10.9g에서 6개월 후 방류산은 22.0g으로 성장하여 102%의 성장률을 기록하였으며, 실내 수조 양성산은 20.1g으로 84%의 성장률을 기록하였다. 방류 12개월째에는 실내수조에서 양성한 경우가 33.8 g으로 누적성장률이 210%에 달한 반면, 방류산은 32.6g으로 성장하여 누적성장률 200%를 기록하여 전체적으로 실내 수조산이 방류산보다 다소 성장률이 높았다(그림 2-2-2-19).

안도해역에 방류한 전복은 겨울철 수온이 하강함에 따라 자연에서의 성장이 느렸던 반면, 실내 수조에서는 상대적으로 높은 수온으로 인하여 중량의 증가가 빨랐기 때문이다. 결과적으로 각장 : 각고 비율은 방류산과 실내수조산이 동일하였지만 각장 : 중량 비율은 실내 양식산이 우세하였으나 그다지 큰 차이는 없었다. 전체적으로 볼 때, 안도 이야포 연안에 방류된 전복치패는 새로운 서식환경에 잘 적응하며 양호하게 성장하고 있는 것으로 밝혀졌다.

(2) 전복방류효과

안도어촌계는 전복 종묘방류 해역을 포함한 안도 연안의 전복어장의 소유자이며 생산 및 판매를 주관하고 있다. 한편, 안도어촌계에서는 바다목장의 방류사업과 무관하게 매년 같은 규모의 전복종묘를 방류하고 있다.

방류된 각장 4cm 급의 전복종묘는 선발 성장군의 경우 1년 6개월 만에 시장크기로 성장하며 대부분 만 2년이 지나면 주 수확 대상인 각장 8cm 급으로 성장한다. 즉, 방류된 전복종묘가 수확되기 시작하는 시기는 방류 후 2년이 지난 시점에서 나타나기 시작한다고 보아도 무방하다.

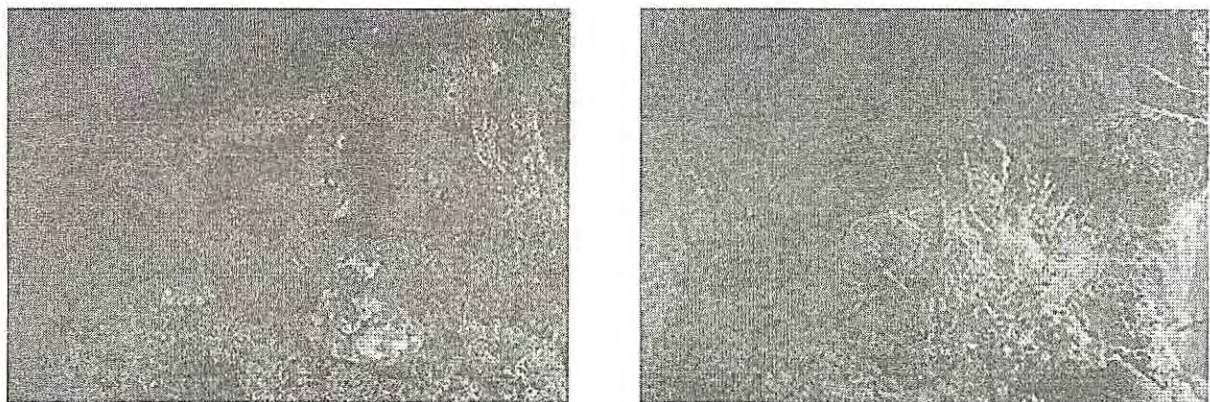


그림 2-2-2-17. 안도해역에 방류된 전복의 섭이습성(석담형다기능어초).

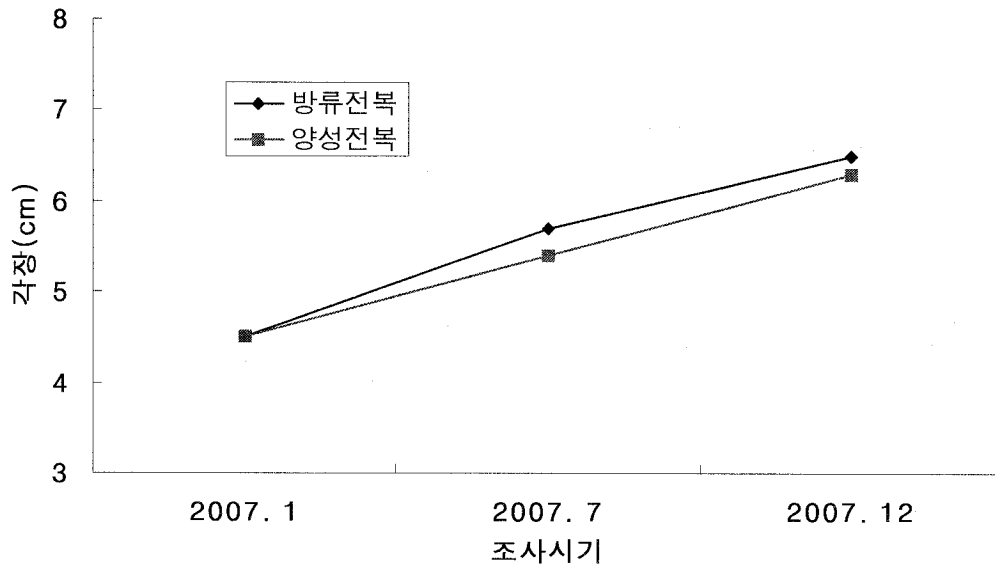


그림 2-2-2-18. 방류산 전복과 실내산 전복의 각장 성장 비교.

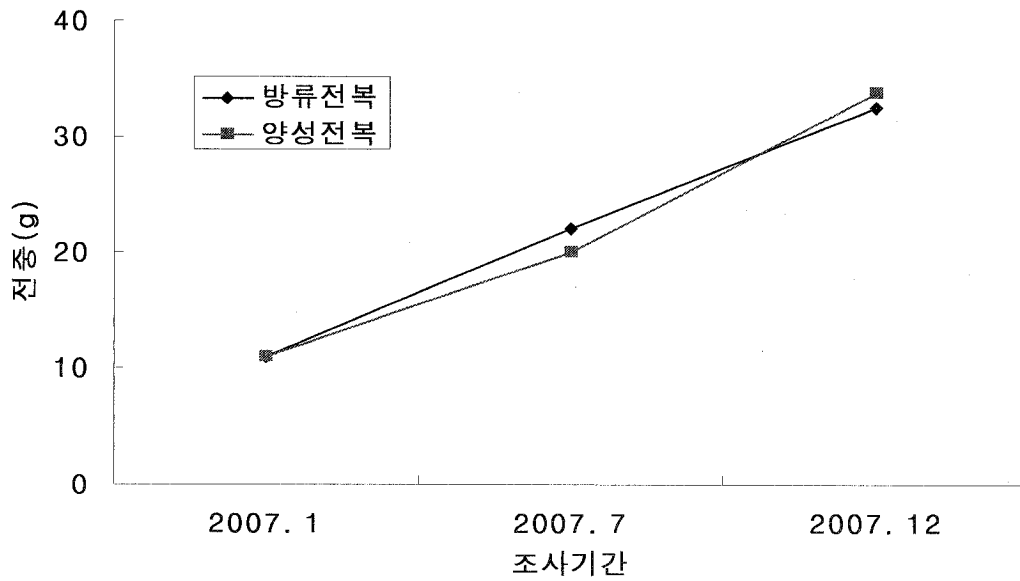


그림 2-2-2-19. 방류산 전복과 실내산 전복의 전중 성장 비교.

전남 다도해형 바다복장화 사업의 일환으로 안도해역에서 실시한 전복 종묘방류사업은 2003년 4월 3,000 마리를 방류한 것을 필두로 매년 실시되었다. 2004년에는 25,000 마리, 2005년에는 200,000 마리, 2006년에는 100,000 마리가 방류되었으며, 2007년에는 200,000 마리가 방류되었다(표 2-2-2-16). 따라서 안도 어촌계의 전복 수확량에 미치는 방류효과는 2005년 후반기 생산량부터 나타날 것으로 추정된다.

안도 어촌계 전복생산량(판매실적) 변화 추이를 보면 평년의 수확량을 기록한 2004년의 1,100kg 수준에서 2005년 1,500kg으로 증가하였으며, 2006년에는 1,200kg으로 다소 감소하였으나 2007년에는 11월까지 집계되었지만 생산량이 2,300kg으로 대폭 증가하였다(그림 2-2-2-20).

표 2-2-2-16. 바다복장화 사업의 일환으로 실시한 안도해역의 전복 종묘방류 현황

방류시기	방류크기(각장)	방류 개체수
2003. 4	4cm	3,000
2004. 10	4cm	25,000
2005. 12	4cm	150,000
2006. 11	4cm	45,000

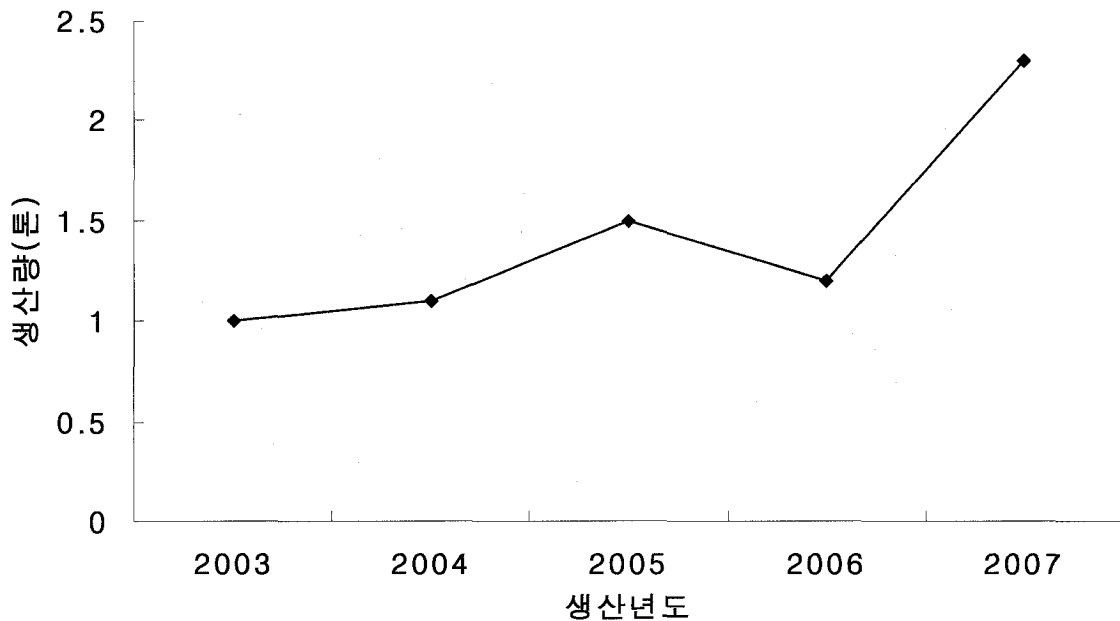


그림 2-2-2-20. 안도 어촌계의 전복 생산량 증가 추이.

안도어촌계의 예년 전복 생산량은 약 1,200kg 내외로 집계되고 있는데 2005년의 전복 생산량이 1,500kg에 달한 것은 2003년 방류군을 비롯하여 2004년 방류군도 후반기부터 수확에 포함되었기 때문으로 생각된다. 한편 2006년의 생산량이 1,200kg으로 예년 생산량을 약간 상회하는 수준에 머문 것은 기상 조건에 따라 수확 가능일수가 줄어든데 더하여 작업 중 사고로 인하여 수확 작업이 1개월 정도 중단되었기 때문이다. 따라서 2007년 1월부터 11월까지 수확량 2,300kg에는 2006년 수확되지 못한 물량도 상당량 포함되어 있을 것으로 판단된다.

전복 생산량이 2004년과 2005년 소폭 증가한 것을 모두 종묘방류 효과로 판정하기에는 다소 무리가 있지만 2007년의 대폭적 증가를 종묘방류 효과로 판단하는 것은 매우 적절하다. 즉, 2003년 4월 방류된 전복의 주 계군은 2005년 후반기부터 주 수확 대상이었으나, 방류 수량이 미약하여 큰 영향을 미치지 못하였으며 2004년 10월 방류군은 2006년 후반기부터 수확에 가입되었고, 2005년 방류군은 성장속도가 빠른 일부분만이 2007년 후반기에 수확되기 시작한 것으로 추정할 수 있다. 즉 2003년과 2004년 방류군 전부와 2005년 방류군의 10% 정도를 포함한 약 43,000 마리가 수확 대상이 되었음을 알 수 있다.

안도해역에 방류된 전복이 2005년부터 생산량 증가요인으로 작용하였다고 가정할 경우 2005년부터 2007년까지의 전복 생산량은 총 5,000kg이 된다. 여기에서 3년간 평균생산량의 누적량을 3,600kg을 제할 경우 전복 종묘방류에 의한 순생산량 증가는 약 1,400kg으로 집계된다. 방류되어 수확 대상이 되는 전복의 평균체중 약 80g으로 환산할 경우 약 17,500 마리의 전복이 더 수확되었다고 할 수 있다. 즉, 전술한 바와 같이 수확 대상 방류전복 43,000 마리의 40.6%만이 수확되었다는 것을 의미하고 있다. 사실상 수확되지 못한 59.4%의 전복 중 많은 수량이 사망하였을 것으로 추정되지만 또 일부는 살아남아 수확될 가능성도 있을 것이다. 같은 방법으로 추산한다면 2008년의 안도해역에서의 전복 생산량은 최소한 4톤에 이를 것으로 추정된다. 현재의 안도 해역의 2008년 추정 전복 생산량은 많은 가설과 추측으로 얻어진 것이기 때문에 2008년의 실 생산량과 많은 괴리 또한 있을 것으로 생각되며, 추후 방류군 동태에 대한 보다 면밀한 자원통계학적 조사를 통하여 정확하게 방류효과를 추정하고, 이를 토대로 적절한 방류기법이 확립되어야 하겠다.

4) 감성돔의 음향 순치

가) 방류 직후 음향급이기 근접 주변의 감성돔 유집 반응

2007년 11월 28일, 29일에 걸쳐 음향급이기의 그물망을 제거한 후 소형(1호기), 중형(2호기) 감성돔을 방류하였다. 방류 직후 음향급이기 바로 근접 지역에서의 감성돔 유집 반응을 알아보기 위하여 과학어탐 센서를 기울인 채 360° 회전시켜 어군 반응을 조사하였다(그림 2-2-2-21).

1호기의 경우 방류 직후 음향급이기 주변에서 어군 반응이 전혀 나타나지 않아 소형 감성돔은 방류 직후에는 음향급이기 근접 주변을 벗어나는 것으로 나타났으며(그림 2-2-2-21a), 2호기의 중형 감성돔 또한 저층에서 소수의 어군 분포 특성만 보일뿐 전체적으로 방류 직후에는 감성돔이 음향급이기 바로 근처에서는 존재하지 않는 것으로 보인다(그림 2-2-2-21b). 이러한 방류 직전 행동 반응은 2007년 상반기에 실시한 음향순치 결과에서도 보여주고 있다. 즉, 방류를 위해 그물망에 가해지는 외적 스트레스로 인해 중·소형 감성돔들이 음향급이기 근접 주변을 벗어나 분포하는 특성을 보이는 것이다. 하반기 방류에서 방류 직후에는 음향급이기에서 근접 지역 조사를 하였으나 24시간이 지난 이후에는 계속되는 기상 악화로 더 이상 조사가 불가능하였다.

상반기의 조사에서 방류 직후에는 음향급이기 근접 주변을 벗어난 감성돔이 방류 24시간이 지난 후에는 음향급이기 근처에서 보이는 특성을 보여주고 있는 것으로 보아 일정 시간의 안정화 단계를 거치면 음향급이기 주변에 체류할 것으로 판단된다. 과학어탐 센서를 기울인 채 회전시켜 조사를 하지 못해 이와 같은 판단 여부는 음향급이기 주변을 조사한 과학어탐 자료로 추정해야만 할 것이다.

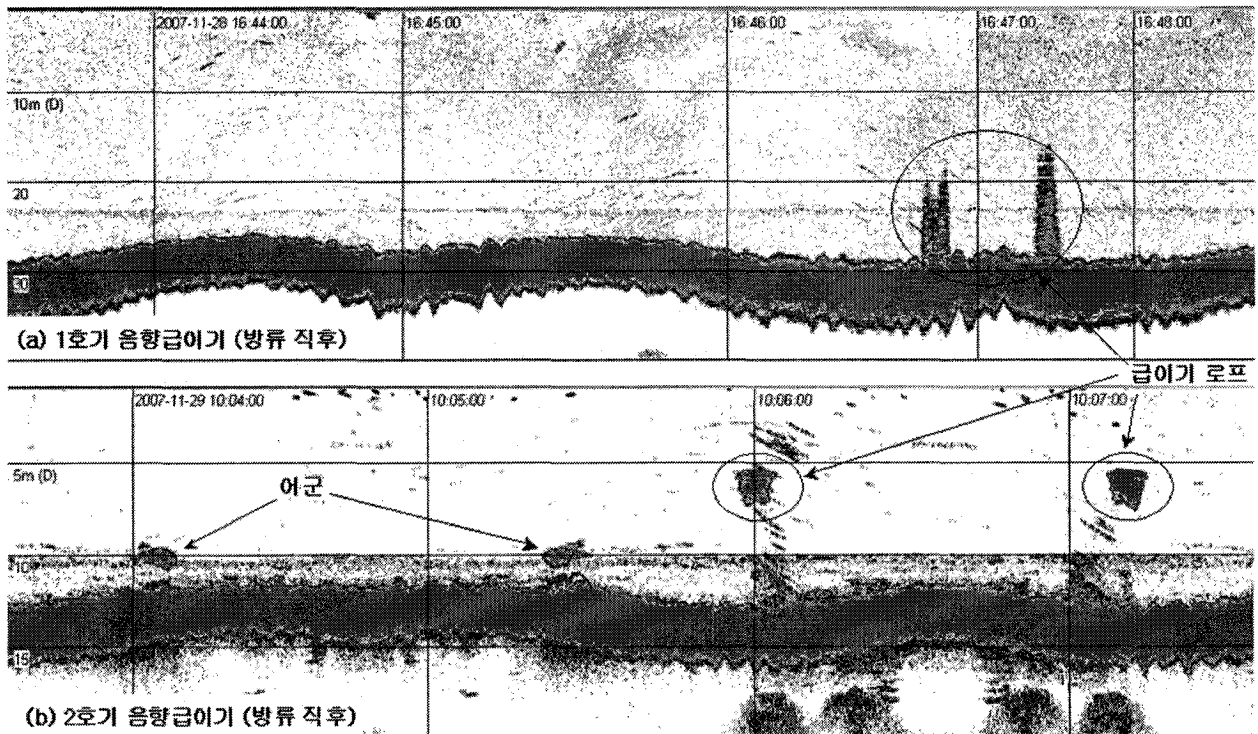


그림 2-2-2-21. 방류 직후 tilted 어군탐지 센서를 이용한 음향급이기 근접 해역의 감성돔 유집 반응 (a: 1호기, b: 2호기).

나) 과학어군탐지기를 이용한 순치 후 효과 조사

2007년 11월 28일(1호기), 29일(2호기)에 걸쳐 음향급이기의 그물망을 제거한 후 소형, 중형 감성돔을 방류하였다. 방류 후 주변 해역에서 어군 변화를 통해 방류 효과를 간접적으로 추정하기 위하여 과학어군탐지기를 이용하여 음향급이기 주변 해역에서 방류 전·후에 음향 조사를 실시하였다. 이때 수신된 저층의 음향 자료 가운데 해저면 부근의 자료만을 보기 위하여 해저면~해저면 위 5m까지의 어군 분포 수치를 NASC 값으로 나타냈다.

(1) 소형 감성돔의 음향 순치 효과

음향 순치 과정을 끝낸 소형 감성돔 방류 직전 음향급이기 주변 해역에 대해 격자 모양의 음향 조사를 실시하여 저층 부근의 어군 분포를 알아보았다(그림 2-2-2-22). 전체적으로 어군의 분포는 ▲로 표시된 음향급이기를 중심으로 남동쪽 부분에서 어군이 발견되었을 뿐 어군이 존재하지 않는 것으로 나타나고 있었다. 특히 음향급이기 근접 지역에서는 전혀 어군 반응이 나타나지 않고 있었다.

소형 감성돔 방류 후 24시간이 경과한 후에 동일한 방법의 음향 조사를 실시하였다(그림 2-2-2-23). 방류 직전 음향급이기 주변에 어군이 없는 것과 비교했을 때 저층 부근의 음향 신호에서 어군 반응이 나타나고 있었으며, 특히 공간 분포 특성에서는 음향급이기 바로 근접 지역과 동쪽의 가까운 지점에서 저서 어군 반응이 나타나고 있었다. 그러나 음향급이기를 벗어난 지점에서는 어군 반응이 전혀 나타나지 않아 어군이 주로 음향급이기 바로 근처에서만 존재하는 것을 의미하고 있다.

2007년 상반기에서도 이러한 경향을 나타나고 있어 탐지된 이번 음향 조사에서 탐지된 저층 어군이 음향 순치 후 방류한 소형 감성돔일 가능성이 크다. 방류 후에도 음향급이기 시스템을 계속해서 작동하였으며 이로 인해 음향 순치된 소형 감성돔이 음향급이기 근접 지역의 저층 부근에서 체류하고 있음을

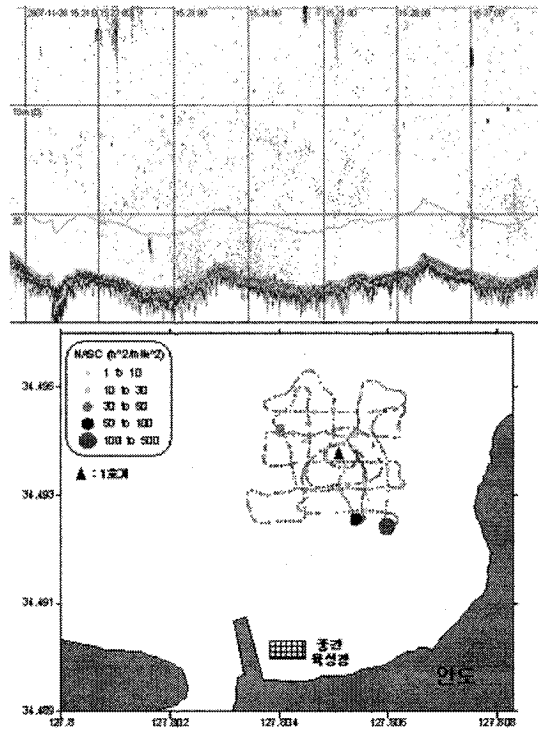


그림 2-2-2-22. 방류 직전 과학어탐 조사를 이용한 1호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포 (a: 음향 에코그램의 예, b: 저층 어군의 공간 분포).

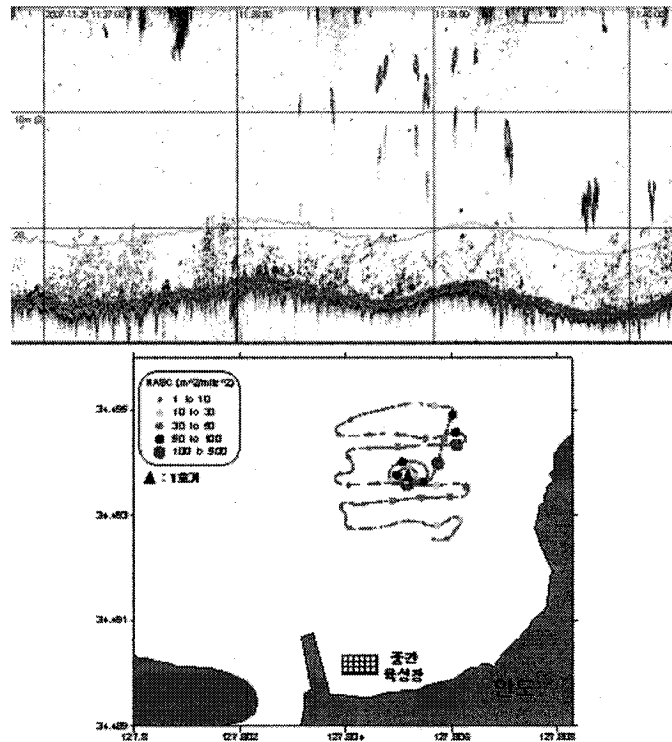


그림 2-2-2-23. 방류 24시간 후 과학어탐 조사를 이용한 1호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포 (a: 음향 에코그램의 예, b: 저층 어군의 공간 분포).

간접적으로 추정할 수 있다. 이러한 결과로부터 소형 감성돔 음향 순치 후 초기 24시간에는 음향 순치 효과가 있는 것으로 알 수 있었다.

소형 감성돔 방류 후 24시간 이후의 음향 순치 효과를 알아보기 위하여 방류 후 8일이 경과한 12월 6일에 동일한 방법으로 음향 조사를 처음으로 실시하였다(그림 2-2-2-24). 음향 조사를 통한 공간 분포를 볼 때 음향급이기 근접 지역에서 저층 어군이 탐지되었으며 음향급이를 벗어난 지점에서는 어군이 발견되지 않아 음향급이기 근접 주변에서만 어류가 존재하는 것으로 나타나고 있었다.

그러나 전체적으로 방류 후 24시간이 지난 어군 분포와 비교할 때 분포 범위가 축소되는 것으로 나타나고 있어 음향 순치된 감성돔이 음향급이기 바로 근처에만 분포하는 것을 의미하고 있다. 이러한 결과로부터 소형 감성돔 음향 순치 후 방류 8일 후에도 감성돔은 음향급이기 근접 지역에 분포하여 부분적이지만 음향 순치 효과가 있는 것으로 추정할 수 있다.

(2) 중형 감성돔의 음향 순치 효과

음향 순치 과정을 끝낸 중형 감성돔에 대해 방류 직전 음향급이기 주변 해역에서 둥근 모양의 음향 조사를 실시하여 저층 부근의 어군 분포를 알아보았다(그림 2-2-2-25). 전체적으로 어군의 분포는 ▲로 표시된 음향급이기를 중심으로 북쪽 부분에서 어군이 발견되었을 뿐 남쪽과 특히 음향급이기 바로 근접 지역에서는 어군이 존재하지 않는 것으로 나타나고 있었다. 북쪽 지역의 어군 반응은 이 지역에 민간인 양식장이 있어 가두리 밖으로 떨어지는 양식 사료를 먹이로 하는 어류에 의한 음향 신호로 보인다.

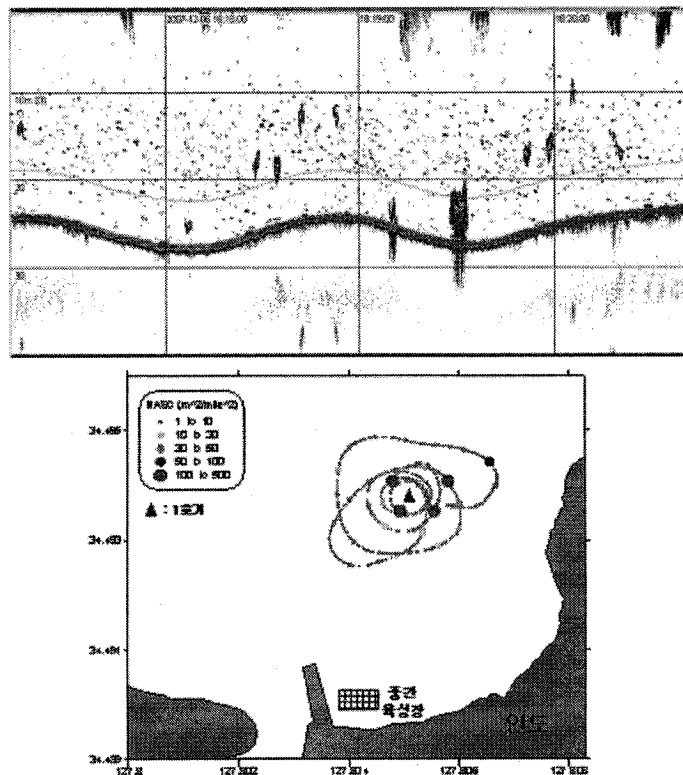


그림 2-2-2-24. 방류 8일 후 과학어탐 조사를 이용한 1호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포 (a: 음향 에코그램의 예, b: 저층 어군의 공간 분포).

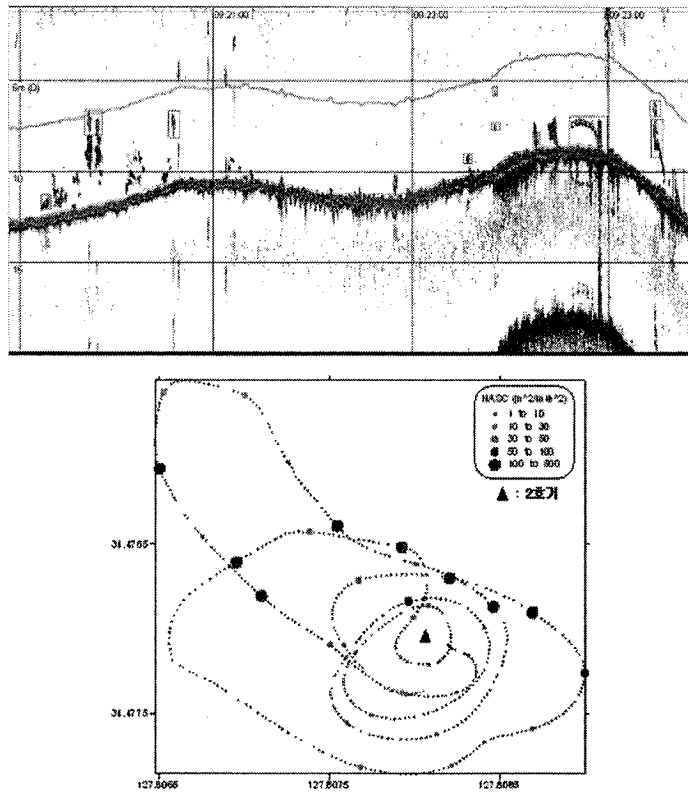


그림 2-2-2-25. 방류 직전 과학어탐 조사를 이용한 2호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포 (a: 음향 에코그램의 예, b: 저층 어군의 공간 분포).

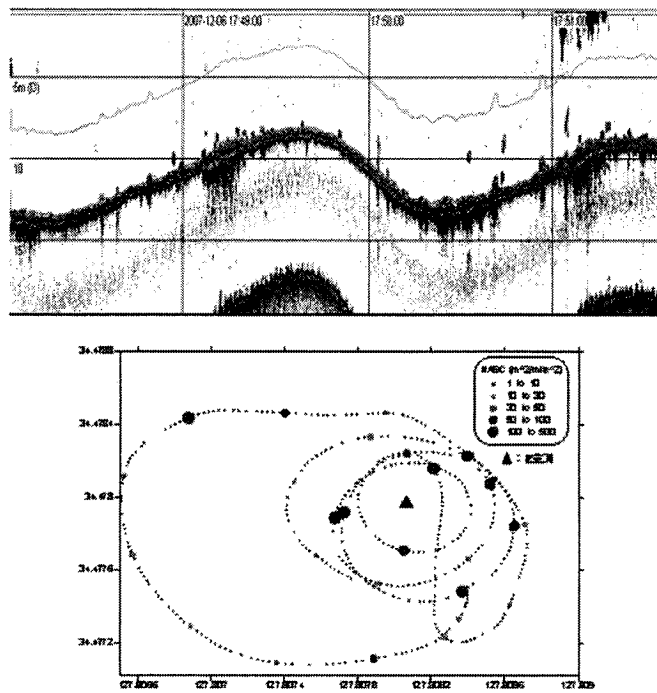


그림 2-2-2-26. 방류 7일 후 과학어탐 조사를 이용한 2호기 음향급이기 주변 해역의 어군 분포 (a: 음향 에코그램의 예, b: 저층 어군의 공간 분포).

소형 감성돔 방류 조사는 방류 후 24시간이 지난 시점에 조사하였으나 중형 감성돔의 경우 기상 악화로 인해 24시간 후의 방류 효과 조사는 실시하지 못하고 방류 7일 후인 2007년 12월 6일에 2호기 음향급이기 주변의 음향 조사를 실시하였다. 음향 순치 과정을 끝낸 중형 감성돔에 대해 방류 직전 음향급이기 주변 해역에서 등근 모양의 음향 조사를 실시하여 저층 부근의 어군 분포를 알아보았다(그림 2-2-2-26).

방류 직전 조사에서 북쪽의 민간 양식장 부근에서 어군 신호가 포착되었으므로 이때 조사에서는 이 지역의 조사를 하지 않았다. 7일이 경과한 후에 조사한 음향 조사에서 에코그램에서 보여 주듯이 저층 부근에서 어군 신호가 탐지되고 있었으며 ▲로 표시된 음향급이기를 중심으로 주변 해역에서 골고루 분포하는 것으로 나타나고 있다. 이러한 결과는 방류 후 7일이 경과한 후에도 중형 감성돔이 음향급이기 근접 주변에 체류하는 것을 보여주고 있다.

(3) 음향 텔레메트리 기법을 이용한 순치 효과 조사

음향급이기 1호기에 설치한 어류 통과 식별 장치에 기록된 데이터를 분석한 결과는 그림 2-2-2-27과 같다. 총 6개의 감성돔 음향 표지를 실시하였으나 이 가운데 Tag No. 2453, 2462, 2463의 3개는 음향 표지 설치 당일인 11월 8일 오후에 센서 오류로 인해 자료가 수신되지 않았다. 따라서 2007년 9월 28일~11월 28일까지 음향 순치된 감성돔의 음향 텔레메트리 추적은 Tag No. 2454, 2455, 2461의 3개체에 대해 방류 날짜인 2007년 11월 28일부터 12월 12일까지의 자료를 이용하였다.

음향 표지된 3개체 모두 방류 후, 15 일이 지난 12월 12일까지 음향급이기에 설치한 수신 장치에 자료를 전송하고 있어 음향급이기 근처에 체류하고 있음을 알 수 있었다. 이런 결과는 8주간 실시한 음향 순치의 효과가 적어도 급이기 주변 500m 이내에서는 있음을 직접적으로 보여주고 있다.

한편, 2007년 5월 20일~8월 14일까지 1호기에서 실시한 음향 순치 과정에서 감성돔에 표지한 3개체(Tag No. 2450, 2451, 2452)를 8월 15일에 방류했다. 방류한 3개체 가운데 2개체인 Tag No. 2450과 2451이 1호기 음향급이기에 설치한 수신기에 탐지되었다. Tag No. 2450은 방류 후 4개월이 지난 현재까지 음향급이기 1호기 부근에서 체류한 것으로 나타났다. 또한 Tag No. 2451은 2007년 11월 8일(12:53)과 11월 28일(13:31)에 신호가 탐지되었으나 그 이후에는 사라지는 행동 양상을 보여 이동성이 큰 것으로 나타났다.

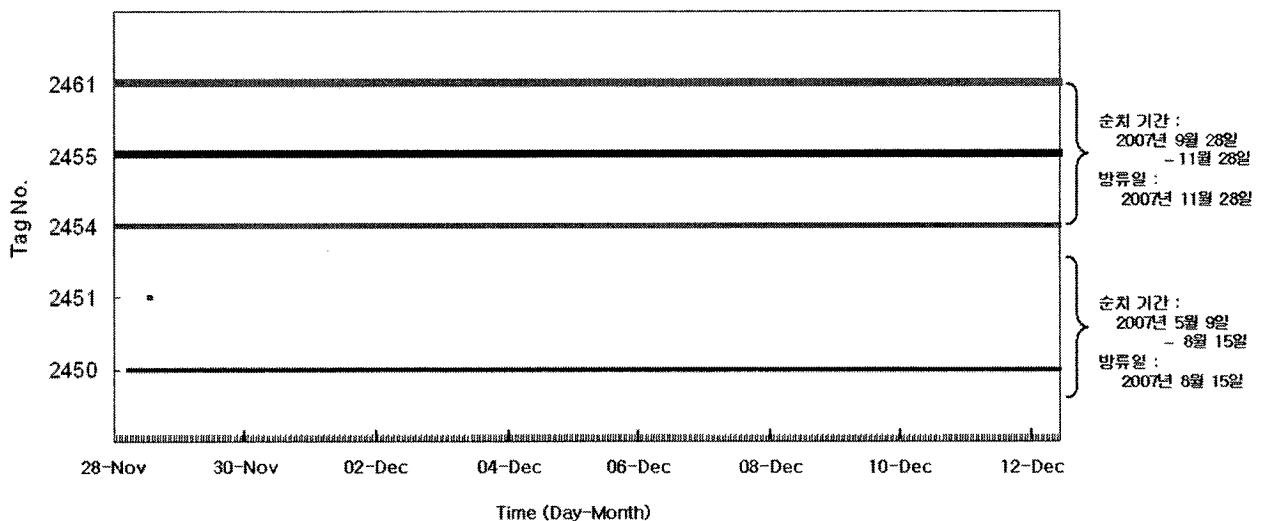


그림 2-2-2-27. 음향급이기 1호에 설치한 어류 통과 식별 장치에 탐지된 음향 표지 감성돔.

중간 육성의 한 방법으로 2007년 5월 20일~8월 15일에 실시한 감성돔 음향 순치의 1차 실 해역 평가의 연장으로 2007년 9월 28일~2007년 11월 28일까지 2차 실 해역 평가를 실시하였다. 2차 감성돔 음향 순치 결과 다음의 결과를 얻었다.

- [1] 음향 순치 훈련을 거친 중·소형 감성돔의 실 해역 방류 직후에는 그물망에 가해지는 외적 스트레스로 인해 음향급이기 근접 주변에서 벗어나는 특징을 보임. 그러나 음향 텔레메트리 자료에 의하면 적어도 500m 이내에는 존재하는 것으로 나타남.
- [2] 방류 후 24시간이 지난 후에는 음향급이기 근접 지역으로 감성돔이 유집되는 양상을 보임.
- [3] 음향 조사 및 12월 12일까지 수신한 텔레메트리 자료에 의하면 방류 효과는 방류 후 7~15일까지 지속되는 것으로 나타남.

전남 바다복장에서 중간 육성의 한 방법으로 2007년부터 실시하고 있는 음향 순치 기법의 실 해역 적용 결과를 보면 중·소형 감성돔의 경우 일정 기간의 음향 순치 기간이 지나면 음향급이기 주변 해역에서 체류하는 것으로 나타나 음향 순치의 가능성을 보여주고 있다. 2차 실 해역 방류 후 현재까지 음향 시스템을 운영하고 있음으로 음향순치를 거친 감성돔의 경우 음향급이기 주변에서의 체류 기간이 늘어날 가능성을 보여주고 있다.

2 차례에 걸친 음향 순치 실 해역 평가는 방류 후 15일까지의 결과를 제시하였다. 차년 도에 음향순치 기법을 중간 육성 과정에 연속적으로 도입한다면 음향순치 실 해역 평가는 2007년 결과를 바탕으로 장기간 그 효과를 확인해야만 할 것이다.

5) 방류어의 유전 특성 조사

가) 미토콘드리아 DNA의 조절영역(D-loop) 분석

감성돔 방류로 인한 방류해역 내 유전자 pool의 변동 여부를 파악하기 위하여 감성돔의 유전적 다양성을 조사하고 자연집단 및 타 지역 양식집단과 비교분석하기 위하여 미토콘드리아 DNA의 D-loop 영역을 증폭하였다. 조절영역 PCR 산물을 8개의 제한효소를 이용하였으며, 제한효소의 염기서열 인식부위의 구조적 변이로 절단된 단편의 크기차이를 전기영동으로 확인하여 절단패턴으로 유전자형을 결정하였다. 방류집단, 5개 지역 자연집단 및 타 지역 양식집단을 *Afa* I, *Alu* I, *Hsp92* II, *Hinf* I, *Mbo* I, *Hpa* I, *Dra* I 및 *Dde* I 8개의 loci를 분석한 결과, 3~6개의 loci에서 다형성을 나타내었으며, 유전자형에 근거한 haplotype의 수는 1~6개가 검출되었다. 감성돔 각 집단간 유전자형 빈도차이를 분석하고 χ^2 검정을 실시한 결과(표 2-2-17), 3개의 loci (*Afa* I, *Mbo* I, *Dde* I)는 각 집단간 유의적인 차이가 있었으며($p > 0.01$), 나머지 locus는 집단 내 개체 간 차이는 존재하였으나 집단간 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 본 연구에서 감성돔 미토콘드리아 DNA의 조절영역 분석에 이용한 loci는 다형성이 있어 각 집단의 유전적 구조 설명에 이용할 수 있을 것으로 판단하였으며, 향후 분석에서는 차이를 나타내는 개체의 염기서열을 결정하여, 염기변이의 형태 조사가 요구되며, 감성돔 자연집단 시료를 다양한 서식지역에서 확보하여 조사가 이루어져야 한다. 또한 각 loci에서 집단간 유의적인 차이는 보였지만, 각 집단의 유전적 다양성 정도는 유사하였으며, 방류집단과 자연 집단간 뚜렷한 유전적 다양성 차이는 확인되지 않았음은 물론 방류집단에 더 많은 haplotype이 존재하는 것도 알 수 있었다.

본 연구에서 감성돔 집단의 유전적 특성 분석에 이용한 미토콘드리아 DNA의 조절영역(control region)은 미토콘드리아의 genome에서 가장 큰 비 암호부위로서, 길이가 종간 및 개체 간에 큰 차이를 나타내게 되어 생물의 미토콘드리아 전체 게놈의 길이 차이는 주로 조절영역의 크기 차이에 기인한다(Pesole and Sbisà, 1992)고 알려져 있다. 이 부위는 미토콘드리아 DNA의 다른 부위보다 5배 이상의 높은 변이율을 가지므로 개체간의 염기서열 변화를 관찰하는데 많은 연구소재가 되고 있다. 또한 미토콘드리아 DNA는 핵 DNA 보다 염기치환의 속도가 빠르고(Brown *et al.*, 1979), 핵 DNA의 유전방식과는

다른 모계유전을 한다는 특성이 보고(Hutchison *et al.*, 1974)되어 종내 및 근연종 사이의 유전학적 관계를 연구하는데 매우 유용한 도구로 활용되고 있다.

표 2-2-2-17. 감성돔 미토콘드리아 DNA 조절영역의 PCR-RFLP 결과

Restriction enzyme	Genotype	Populations							
		06YS Released (n=95)	05YS Released (n=78)	Wando (n=21)	Koheung (n=18)	Samcheonpo (n=9)	Yeosu (n=28)	Koseong (n=35)	Cultured (n=30)
<i>Afa</i> I	A	0.78	0.80	0.57	0.56	0.44	0.71	0.66	0.69
	B	0.22	0.20	0.43	0.44	0.56	0.29	0.34	0.23
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
$\chi^2(14) = 35.59, p > 0.01$									
<i>Alu</i> I	A	0.93	0.94	0.95	0.78	0.89	0.86	0.97	0.84
	B	0.07	0.06	0.05	0.22	0.11	0.14	0.03	0.16
$\chi^2(7) = 10.68, p < 0.01$									
<i>Hsp92</i> II	A	0.90	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94
	B	0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
	C	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\chi^2(14) = 11.11, p < 0.01$									
<i>Hinf</i> I	A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00
	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.00
$\chi^2(7) = 17.99, p < 0.01$									
<i>Mbo</i> I	A	0.60	0.51	0.62	0.72	0.89	0.71	0.69	0.69
	B	0.01	0.39	0.33	0.28	0.11	0.25	0.20	0.31
	C	0.05	0.11	0.05	0.00	0.00	0.04	0.11	0.00
	D	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	E	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\chi^2(28) = 132.40, p > 0.01$									
<i>Hpa</i> I	A	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\chi^2(7) = 5.36, p < 0.01$									
<i>Dra</i> I	A	1.00	0.97	0.95	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00
	B	0.00	0.23	0.05	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
$\chi^2(7) = 9.98, p < 0.01$									
<i>Dde</i> I	A	0.70	0.67	0.95	0.88	1.00	0.92	0.91	0.81
	B	0.04	0.32	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03	0.03
	C	0.24	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	0.06	0.14
	D	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02
	E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	F	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\chi^2(28) = 98.50, p > 0.01$									

* Released ; 방류집단
Wando, Koheung, Samcheonpo, Yeosu, Koseong ; 자연집단
Cultured ; 타지역 양식집단

나) 미토콘드리아 DNA의 조절영역(D-loop)의 다양성 및 관련성

감성돔 미토콘드리아 DNA의 조절영역을 PCR-RFLP 분석으로 집단별 개체수, haplotype의 수, 분석에 유효한 haplotype의 수 및 Nei (1978)의 방법에 의한 gene diversity, 즉 heterozygosity (H)를 분석하였다(표 2-2-2-18). 유효한 haplotype의 수(Ne)와 유전자의 다양성을 나타내는 H 값이 각 집단간 차이를 나타내지 않았으나 분석에 이용한 자연집단 시료 수의 부족으로 자연집단의 heterozygosity가 다소 낮은 수치를 보였다. 다양성 분석에 제한효소를 이용한 절단패턴에 근거하여 haplotype을 결정하고 계산하였기 때문에 genetic identity를 의미하는 H값이 작았다.

표 2-2-2-19는 제한효소별 다형의 조합에 따른 haplotype을 근거로 하여 Nei's unbiased measures (Nei, 1978)에 의한 감성돔 집단별 유전적 거리를 계산한 것이다. 각 집단간 유전적 거리는 매우 가까운 것으로 계산되었으며, 각 집단간 유사성이 높다는 것을 의미한다. 이상과 같은 연구결과로, 감성돔 자연집단과 방류집단 및 타 지역 양식집단간 유전적 차이가 없음을 확인하였으며, 방류로 인한 방류해역의 유전자 pool의 변동은 없을 것으로 판단된다.

다) Microsatellite marker를 이용한 유전적 다양성 분석

(1) 분석된 microsatellite loci별 특성

본 연구에서 사용한 microsatellite marker는 Liu (2006)가 보고한 microsatellite 반복서열을 기초로 한 6개의 marker와 Jeong *et al.* (2003)이 보고한 Acs1 marker 정보를 토대로 제작한 1개의 marker를 이용하여 4개의 방류집단(2003년 방류; Rel A, 2004년 방류; Rel B, 2005년 방류; Rel C, 2006년 방류; Rel D), 5개 자연집단(완도: Wan, 고흥: KoHg, 삼천포: Sam, 여수: YS, 고성: KoSg), 3개의 양식집단(2003통영: CA, 2004통영: CB, 2005통영: CC)을 분석하였다. 감성돔 12개의 집단을 7개의 microsatellite marker로 표 2-2-2-3과 같은 조건으로 분석하여, 대립유전자가 각 집단간 차이를 보인 5개의 marker의 분석결과에 따른 microsatellite loci의 특성은 표 2-2-2-20과 같이 53개의 대립유전자를 확인하였다. 각 유전자 좌위(locus)에 있어서 대립유전자의 수는 4~16개의 범위였으며, 분석된 전체 개체들의 유전적 다양성을 나타내는 유전자 좌위별 이형질성(Ht)은 0.4786~0.8003이었으며, Bsb 3마커가 가장 높은 이형질성을 나타내었다. 또한 집단간 유전자 변이도를 의미하는 Gst 값은 0.0206~0.4460으로 평균 0.1391이었다.

표 2-2-2-21은 다양성 비교에 이용한 microsatellite loci의 대립유전자 분포이며, 특정 한 집단 내에서 독특한 양상을 보이는 대립유전자의 존재유무는 밀접하게 연관된 집단 비교 시 각 집단의 유전적 특성 구별의 척도가 된다. 집단별로 각 대립유전자에 대해 서로 다른 빈도를 나타내었고, 집단별 독특한 양상을 보였다. 전체 7개의 microsatellite loci 중 Bsb 1과 Bsb 4는 대립유전자 수가 2개이었고, 낮은 이형질성(Ht)을 나타내어 감성돔 집단의 유전적 다양성 분석에 이용이 부적합하여 본 연구에서는 표 2-2-2-21과 같이 5개의 loci에 대한 대립유전자 빈도의 분포를 제시하였다. 마커에 따른 각 집단 간 대립 유전자 분포가 다양하였으며, 방류집단의 대립유전자 분포가 자연집단 보다 더 다양한 마커도 존재하였다. 이와 같은 분석결과는 본 연구에서 사용한 5개의 loci는 감성돔 집단의 유전적 다양성 분석에 적합하고 활용이 가능하며, 여수 바다목장 해역에 방류한 감성돔 집단은 유전적 다양성이 확보된 집단으로 자연집단과 차이가 없음을 의미한다. 결과적으로 자원증대의 일환으로 수행된 본 연구의 방류사업으로 집단의 유전적 다양성 감소로 야기 될 수 있는 방류해역 내 유전자 pool의 변동은 없을 것으로 판단된다. 방류사업은 방류대상어종의 유전특성 분석에 기초한 유전적 다양성이 확보된 집단군을 충분히 검증하고, 종묘를 생산하여 방류해역 내 방류를 실시해야 하며, 지속적으로 유전적 특성을 조사하기 위한 모니터링 실시가 요구된다.

표 2-2-2-18. 감성돔 각 집단 haplotype 분석에 의한 유전적 변화

Populations	Sample Size	Na*	Ne*	H*	Polymorphic loci (%)
06YS-Released	95	2.6250	0.3859	0.2165	75.00
05YS-Released	78	2.1250	0.3727	0.2032	75.00
Wando	21	1.7500	1.2841	0.1582	62.50
Koheung	18	1.6250	1.3037	0.1806	50.00
Samcheonpo	9	1.3750	1.1835	0.1111	37.50
Yeosu	28	1.7500	1.2391	0.1518	50.00
Koseong	35	2.1250	1.2851	0.1767	87.50
Cultured	78	2.0000	1.3233	0.1995	62.50

* Na = Observed number of haplotype
 Ne = Effective number of haplotype [Kimura and Crow (1964)]
 H = Nei's (1978) gene diversity

표 2-2-2-19. Nei's unbiased measures에 따른 감성돔 집단의 genetic identity와 유전적 거리

	06YS Released	05YS Released	Wando	Koheung	Samcheonpo	Yeosu	Koseong	Cultured
06YS-Released	****	0.9722	0.9712	0.9727	0.9634	0.9813	0.9821	0.9834
05YS-Released	0.0282	****	0.9799	0.9762	0.9541	0.9826	0.9821	0.9855
Wando	0.0292	0.0203	****	0.9984	0.9937	0.9979	0.9995	0.9928
Koheung	0.0277	0.0241	0.0016	****	0.9986	0.9996	0.9946	0.9964
Samcheonpo	0.0373	0.0470	0.0063	0.0014	****	0.9907	0.9919	0.9824
Yeosu	0.0189	0.0176	0.0021	0.0004	0.0094	****	0.9988	0.9993
Koseong	0.0180	0.0181	0.0005	0.0054	0.0082	0.0012	****	0.9941
Cultured	0.0168	0.0147	0.0073	0.0036	0.0177	0.0007	0.0059	****

* Nei's genetic identity (above diagonal) and genetic distance (below diagonal).

표 2-2-2-20. 감성돔 집단 분석에 사용한 microsatellite loci의 특성

Locus	Size range (bp)	No. alleles	Ht*	Hs†	Gst‡
Bsb 2	242-254	4	0.5962	0.5209	0.1264
Bsb 3	232-262	16	0.8003	0.7594	0.0511
Bsb 5	120-160	10	0.6128	0.5811	0.0516
Bsb 6	250-268	9	0.4786	0.2652	0.4460
Acs 1	109-143	14	0.5295	0.5186	0.0206
All loci		53	0.6035	0.5290	0.1391

* Ht: Expected total heterozygosity
 † Hs: Expected within-population heterozygosity
 ‡ Gst: Coefficient of gene differentiation

(2) 각 집단내 유전적 다양성 분석

감성돔 집단별 기대 이형질성(expected heterozygosity)과 표준오차는 낮게는 0.478±0.120(고흥집단, KoHg)에서 높게는 0.645±0.068(2003년 방류집단, RelA)의 분포를 보였다(표 2-2-2-22). 전체집단의 평균 이형질성은 49.0%이었고, 삼천포에서 확보한 감성돔 자연집단이 61.9%로 가장 높은 집단 내 변이도를 나타내었으며, 관찰된 평균 대립 유전자 수는 2006년 방류집단이 8.60으로 가장 높은 값을 나타내었다. 표 2-2-2-22와 같이 감성돔 집단의 유전적 다양성은 집단간 차이를 보였으나 미미하였고, 방류집단의 유전적 다양성은 자연집단과 차이가 없으며, 유전적으로 다양하였다.

(3) 각 집단간 유전적 거리 및 유연관계 분석

대립유전자 빈도를 근거로 하여 Da genetic distance와 standard genetic distance를 DISPAN 프로그램을 이용하여 계산하였다(표 2-2-2-23, 표 2-2-2-24). 방류집단은 자연집단 및 양식집단과 가까운 유전적 거리를 나타냈으며, Da genetic distance 및 standard genetic distance에서 12개 집단간 유전적 거리는 유사한 경향치를 나타내었다. 이러한 결과는 감성돔 방류집단은 자연집단과 유사한 유전적 특성 및 다양성을 가진 집단으로 유전적으로 구별되는 차이가 없으며, 방류에 따른 방류해역의 유전자 pool의 변동이 없음을 추정할 수 있다.

Da genetic distance의 matrix를 이용하여 NJ (Neighbor joining) tree 및 UPGMA tree를 작성하였고(그림 2-2-2-28, 그림 2-2-2-29), 또한 standard genetic distance matrix를 이용하여 NJ 및 UPGMA tree를 작성하였다(그림 2-2-2-30, 그림 2-2-2-31). 이들 dendrogram으로 5개의 자연집단 간 매우 가까운 유연관계를 가짐을 확인했으며, 서식 거리가 다소 먼 강원 고성 집단과 삼천포 집단은 각각 분지를 형성했다. 본 연구에서 분석한 유전적으로 다양한 방류집단은 자연집단과 유사한 유전적 특성 및 다양성을 가지고 있어 안정적이며, 이 결과 방류로 인한 방류해역의 유전자 pool의 변동은 없음을 뒷받침 한다.

표 2-2-2-21. 5개 microsatellite loci를 이용한 감성돔 12개 집단의 대립유전자 빈도

Locus	Populations											
	Bsb2	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB
242	0.4063	0.3750	0.6146	0.0260	0.6389	0.5288	0.5625	0.5000	0.4600	0.6667	0.5521	0.4688
244	0.3229	0.1979	-	0.5781	-	-	-	-	-	-	-	-
248	0.2396	0.4271	0.3854	0.1458	0.3611	0.4712	0.4375	0.5000	0.5400	0.3333	0.4479	0.5313
250	-	-	-	0.2500	-	-	-	-	-	-	-	-
254	0.0313	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n=	4	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2
Bsb3	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB	CC
232	0.0104	-	-	0.0052	-	-	-	-	-	-	-	-
234	-	-	-	-	0.0278	0.0096	-	-	-	0.0104	-	-
238	-	-	-	0.0052	-	0.0096	-	0.0238	0.0556	0.0104	0.0313	-
238	0.0104	0.0104	-	0.0155	-	0.0096	-	0.0238	0.0556	0.0104	0.0313	-
240	0.1458	0.2604	0.2500	0.0103	0.2500	0.3462	0.3333	0.3810	0.4259	0.2604	0.2708	0.4583
242	0.1146	0.0625	-	0.2268	0.0278	-	-	-	-	-	-	-
244	0.1979	0.3646	0.2708	0.2526	0.2222	0.2692	0.3334	0.3333	0.1481	0.3333	0.2500	0.1667
246	0.1250	0.2292	0.2396	0.0103	0.2778	0.3558	0.1111	0.1667	0.2593	0.1250	0.3854	0.2500
248	0.0208	0.0104	-	0.1392	-	-	-	0.0238	0.0185	-	-	-
250	0.1042	0.0104	0.1146	0.0928	0.0833	-	0.1111	0.0476	0.0185	0.0521	-	0.0625
252	0.1563	0.0417	0.0625	0.0206	-	0.0096	0.1111	-	0.0185	0.0833	0.0521	0.0521
254	0.0104	-	-	0.1134	-	-	-	-	0.0185	0.0208	-	-
256	0.0938	-	0.0521	0.0773	0.0556	-	-	-	0.0370	0.0208	-	0.0104
258	0.0104	0.0104	0.0104	0.0052	0.0278	-	-	0.0238	-	0.0313	0.0104	-
260	-	-	-	0.0052	0.0278	-	-	-	-	0.0313	-	-
262	-	-	-	0.0206	-	-	-	-	-	0.0208	-	-
n=	12	9	7	15	9	6	6	7	9	12	6	6
Bsb5	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB	CC
120	-	-	-	0.0052	-	-	-	-	-	-	-	-
136	-	-	-	0.0052	-	-	-	-	-	-	-	-
138	-	-	-	0.0052	-	0.0566	-	-	-	-	-	-
144	0.3958	0.3854	0.3958	0.1466	0.3333	0.6792	0.4444	0.4286	0.3889	0.3750	0.4583	0.3854
146	-	-	-	0.2618	-	-	-	-	-	-	0.0208	-
148	0.0938	0.0625	-	0.0419	0.0278	0.0189	-	-	0.0370	0.0521	0.1042	0.0104
150	0.4583	0.5104	0.5417	0.4031	0.5833	0.1981	0.5000	0.5238	0.5185	0.5625	0.3438	0.5104
152	-	-	-	0.1099	-	-	-	-	-	-	-	-
154	0.0417	0.0417	0.0417	0.0209	0.0556	0.0472	0.0556	0.0476	0.0556	-	0.0729	0.0625
160	0.0104	-	0.0208	-	-	-	-	-	-	0.0104	-	0.0313
n=	5	4	4	9	4	4	3	3	4	4	5	5
Bsb6	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB	CC
250	-	-	-	0.0111	-	-	-	-	-	-	-	0.0222
252	-	-	0.0104	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0111
254	-	-	0.0104	-	0.0357	0.0319	-	-	-	0.0104	-	0.0333
256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0333
258	0.1354	0.0870	0.7604	0.0111	0.9643	0.8085	0.8750	0.9688	0.8864	0.9063	0.8854	0.7667
260	0.7083	0.7717	0.1667	0.8167	-	0.1596	0.1250	0.0313	0.0682	0.0625	0.1146	0.1333
262	0.1563	0.1413	0.0521	0.1444	-	-	-	-	-	0.0208	-	-
264	-	-	-	0.0167	-	-	-	-	-	-	-	-
268	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0455	-	-	-
n=	3	3	5	5	2	3	2	2	3	4	2	7

표 2-2-2-21. 계속

ACs1	Locus					Populations						
	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB	CC
109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0109	-
111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0109	-
115	0.0104	-	-	0.0051	-	-	0.0556	-	-	0.0104	0.0109	-
119	-	-	-	0.0051	-	-	-	-	-	-	-	-
121	-	-	-	0.0051	-	-	-	-	-	-	-	-
123	0.1458	0.0937	0.0834	0.1616	0.1111	0.1204	0.0556	0.2143	0.1111	0.1875	0.1087	0.1042
125	0.6146	0.6771	0.7500	0.6111	0.7223	0.6018	0.5556	0.5714	0.7037	0.5938	0.7174	0.7917
127	0.0521	0.1146	0.0208	0.0606	0.0833	0.1481	0.1111	0.1190	0.0556	0.0417	0.0435	0.0521
129	0.1563	0.1042	0.1354	0.1212	0.0833	0.1204	0.2222	0.0952	0.1296	0.1563	0.0761	0.0521
131	0.0104	0.0104	-	0.0051	-	-	-	-	-	-	0.0109	-
133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0109	-
135	-	-	0.0104	0.0051	-	-	-	-	-	0.0104	-	-
137	0.0104	-	-	0.0202	-	-	-	-	-	-	-	-
143	-	-	-	-	-	0.0093	-	-	-	-	-	-
n=	7	5	5	10	4	5	5	4	4	6	9	4

표 2-2-2-22. 감성돔 집단 유전적 다양성

Populations	n	Expected Hz ± S. E.	Observed Hz	MNA
RelA	48	0.645±0.068	0.538	6.20
RelB	48	0.576±0.062	0.426	4.80
RelC	48	0.528±0.072	0.492	4.60
RelD	99	0.612±0.089	0.518	8.60
KoHg	18	0.478±0.120	0.459	4.20
KoSg	55	0.521±0.060	0.411	4.20
Sam	9	0.563±0.096	0.619	3.60
Wan	21	0.495±0.114	0.498	3.60
YS	27	0.505±0.086	0.499	4.40
CA	48	0.513±0.102	0.488	5.60
CB	48	0.511±0.090	0.483	4.80
CC	48	0.511±0.062	0.454	4.80
Pooled sample		0.538±0.085	0.490	4.95

* Expected Hz: 기대 이형질성 / Observed Hz: 관측된 이형질성 / MNA: 평균대립유전자 수

표 2-2-2-23. 감성돔 집단 Da 유전적 거리

Populations	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB	CC
RelA	-											
RelB	0.0408	-										
RelC	0.1280	0.1172	-									
RelD	0.1523	0.1926	0.3631	-								
KoHg	0.2113	0.1924	0.0499	0.4392	-							
KoSg	0.1893	0.1331	0.0624	0.4242	0.0688	-						
Sam	0.1674	0.1459	0.0392	0.4046	0.0701	0.0613	-					
Wan	0.2029	0.1565	0.0474	0.4186	0.0382	0.0455	0.0433	-				
YS	0.1719	0.1445	0.0450	0.3961	0.0475	0.0467	0.0519	0.0293	-			
CA	0.1543	0.1485	0.0335	0.3788	0.0440	0.0686	0.0489	0.0457	0.0473	-		
CB	0.1727	0.1299	0.0557	0.4046	0.0628	0.0348	0.0581	0.0465	0.0340	0.0530	-	
CC	0.1667	0.1362	0.0282	0.4032	0.0508	0.0488	0.0457	0.0431	0.0352	0.0531	0.0464	-

표 2-2-2-24. 감성돔 12개 집단의 표준 유전적 거리(Ds)

Populations	RelA	RelB	RelC	RelD	KoHg	KoSg	Sam	Wan	YS	CA	CB	CC
RelA	-	0.0210	0.1811	0.1442	0.3112	0.1882	0.2410	0.2982	0.2617	0.2656	0.2365	0.2055
RelB	0.0217	-	0.2038	0.1960	0.3452	0.2188	0.2719	0.3329	0.2893	0.2962	0.2657	0.2269
RelC	0.2344	0.2273	-	0.6835	0.0133	0.0413	0.0116	0.0115	0.0119	0.0071	0.0108	0.0120
RelD	0.0919	0.1329	0.3674	-	0.5637	0.3778	0.4161	0.5110	0.4764	0.4824	0.4436	0.4067
KoHg	0.3673	0.3615	0.0000	0.8930	-	0.0532	0.0082	0.0051	0.0111	0.0060	0.0124	0.0113
KoSg	0.3338	0.2952	0.0544	0.8850	0.0618	-	0.0296	0.0330	0.0381	0.0482	0.0160	0.0384
Sam	0.2824	0.2740	-0.0165	0.7965	-0.0160	0.0164	-	0.0126	0.0075	0.0086	0.0142	0.0131
Wan	0.3858	0.3473	0.0212	0.9021	0.0023	0.0388	-0.0279	-	0.0079	0.0092	0.0125	0.0137
YS	0.3438	0.3074	0.0145	0.8390	0.0040	0.0414	-0.0161	-0.0018	-	0.0217	0.0097	0.0061
CA	0.3326	0.3384	0.0106	0.8510	-0.0008	0.0711	-0.0223	0.0043	0.0264	-	0.0186	0.0188
CB	0.3277	0.2995	0.0158	0.8403	0.0100	0.0158	-0.0004	0.0182	0.0091	0.0312	-	0.0126
CC	0.2911	0.2499	0.0137	0.7494	0.0178	0.0506	-0.0020	0.0168	-0.0057	0.0426	0.0192	-

* Genetic distances below the diagonal and standard errors above the diagonal.

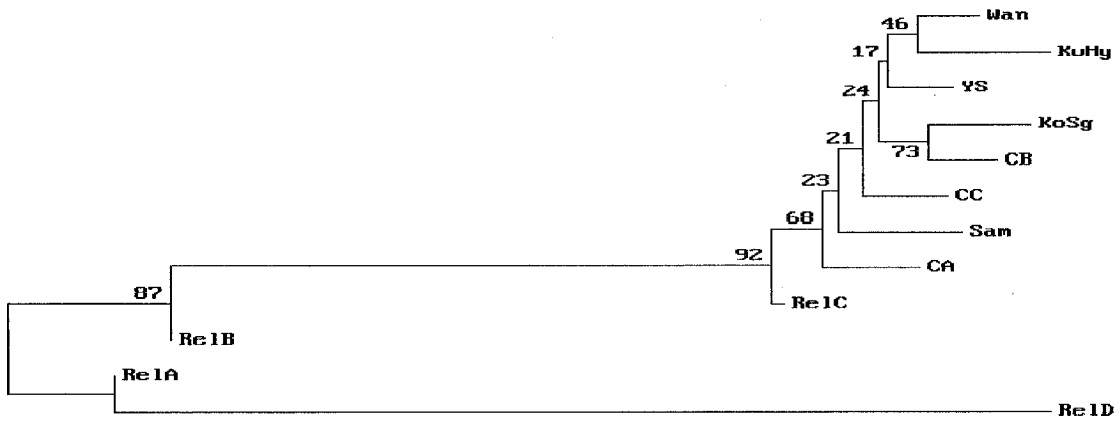


그림 2-2-28. Da 유전적 거리에 따른 감성돔 집단의 NJ tree.

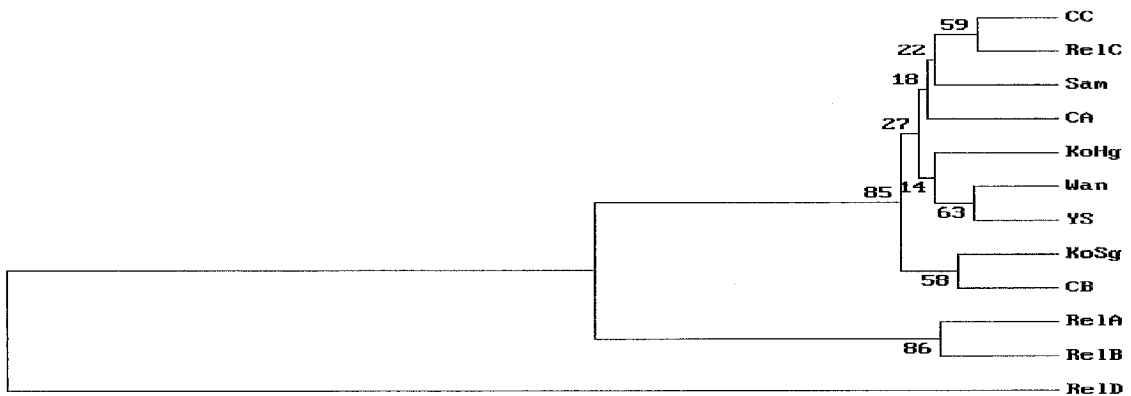


그림 2-2-29. Da 유전적 거리에 따른 감성돔 집단의 UPGMA tree.

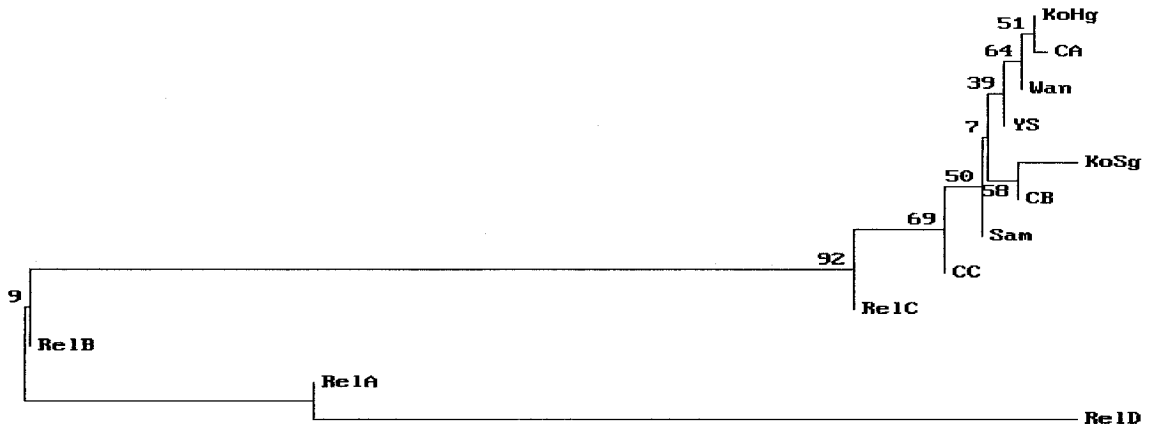


그림 2-2-2-30. 표준 유전적 거리(Ds)에 따른 감성돔 집단의 유연관계.

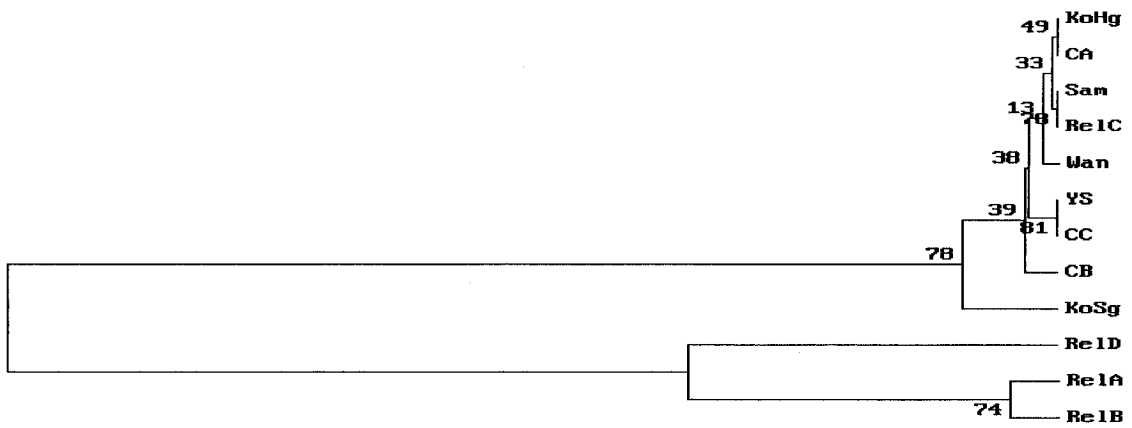


그림 2-2-2-31. 표준 유전자 거리(Ds)에 따른 감성돔 집단의 UPGMA tree.

라. 참고문헌

- Acker, Tim, Janusz Burczynski, John Hedgepeth, Assad Ebrahim. Digital Scanning Sonar for fish Feeding Monitoring in Aquaculture.
- Anderson, S., A.T. Bankier, B.G. Barrell, M.H.L. de Bruijn, A.R. Coulson, J. Drouin, I.C. Eperon, D.P. Nierlich, B.A. Roe, F. Sanger, P.H. Schreier, A.J.H. Smith, R. Staden and I.G. Young, 1981. Sequence of organization of the human mitochondrial genome. *Nature*, 290: 457- 465.
- Blin, N. and D.W. Stafford, 1976. A general method for isolation of high molecular weight DNA from eukaryotes. *Nucleic Acids Res.*, 3: 2303-2308.
- Brown, W.M., M. George and A.C. Wilson, 1979. Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 76: 1967-1971.
- Chapman, C.J. and A.D. Hawkins., 1973. A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L.J. *Com. Phys.*, 85: 147~167.
- Hutchison III, C.A, Newbol, S.S. Potter and M.H. Edgell, 1974. Maternal inheritance of mammalian mitochondrial DNA. *Nature*, 251: 536-538.
- Ishioka, H., Y. Hatakeyama and S. Sakaguchi, 1988. The hearing ability of the red sea bream *Pagrus major*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54: 947~951.
- Jeong, D., T. Umino, K. Kuroda, M. Hayashi, H. Nakagawa, J. Kang, K. Morishima and K. Arai, 2003. Genetic divergence and population structure of black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* inferred from microsatellite analysis. *Fisheries Science*, 69: 896-902.
- Liu, Y., 2006. *Acanthopagrus schlegelii* clone Bsb1-7 microsatellite sequence. GenBank Accession DQ188834.
- Michel, A.P.M., K.L. Croff, K.W. McLetchie, 2003. A Remote Monitoring System for Open Ocean Aquaculture.
- Nei, M., 1972. Genetic distance between populations *Am. Nat.*, 106: 283-292.
- Nei, M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583-590.
- Nei, M., F. Tajima and Y. Tateno, 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. *J. Mol. Evol.*, 19: 153-170.
- Olla, B.L., M.W. Davis and C.H. Ryer, 1998. Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioral survival skills. *Bulletin of Marine Science*, 62: 531-550.
- Ota, T., 1993. DISPAN. Pennsylvania State University, PA. USA.
- Park, C.W., M.S. Kim, Y.J. Park and J.M. Kim, 2001. A preliminary study on the growth and feeding of rockfish, *Sebastes schlegelii*, in illuminated sea cages. *Ocean and Polar Research*, 23: 279-284.
- Park, S., 2000. Microsatellite Toolkit for MS Excel 97 or 2000 (personel communication).
- Park, Y.S., C.H. Lee, J.W. Moon, J.Y. Ahn and D.O. Seo. 1999. Auditory thresholds of black rock fish. *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 11: 88~97 (in Korean).
- Pesole, G. and E. Sbisa, 1992. The evolution of the mitochondrial D-loop region and the origin of modern man. *Mol. Biol. Evol.*, 9: 587-598.

- Svåsand, T., 1998. Cod enhancement studies in Norway-background and results with emphasis on releases in the period 1983-1990. *Bulletin of Marine Science*, 62: 313-324.
- Svåsand, T., A-L. Agnalt, O.T. Skilbrei, J. Borthen and T. Heggberget, 2004. An integrated development programme for marine stocking: the Norwegian example. *Marine ranching*, no. 429: 19-72.
- Tsukamoto, K., S. Masuda, M. Endo and O. Otake, 1990. Behavioral characteristics of the ayu, *Plecoglossus altivelis*, as predictive indicators for stocking effectiveness in river. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56: 1177-1186.
- Urick, R.J., 1984. Ambient noise in the sea, Publ. Undersea Warfare Tech. Off. (Naval Sea Systems Command, Dept. of The Navy, Washington, DC 20362).
- Watabe S. et al., 1993. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 151-156.
- Yoo, J.H., D.L. Hwang, Y.H. Yoon, G.S. Heong and H.J. Go, 2003. Initial adaptation of released black sea bream. *Acanthopagrus schlegeli* in Gamak Bay, Southern coast in Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36(4): 365-371.
- 강경호, 위종환, 김광수, 1996. 참전복, *Haliotis discus hannai* 표지개체의 실내사육 및 방류효과. *한국양식학회지*, 9(2): 109-115.
- 강돈혁, 2001. 참돔과 조피볼락의 음향 산란 특성, 박사학위 논문.
- 김봉석, 이윤호, 박두원, 2002. 전복, *Haliotis discus hannai* 치패의 성장과 생존에 미치는 표지의 영향. *한수지*, 36(3): 282-288.
- 김성호, 이창현, 서두옥, 김용주, 2002. 해양목장 대상 어류의 음향순치에 관한 기초적 연구. *J. Korean Fish. Soc.*, 356(6): 563~567.
- 한국해양연구원, 2005. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서, BSPM 301-00-1661-3.
- 한국해양연구원, 2006. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서.
- 해양수산부, 2004. 전남 다도해형 바다목장 기반조성 사업 연구용역 보고서(1단계 2차년도 보고서). BSPM237-00-1617-3: 504-520.
- 해양수산부, 2004. 통영해역의 바다목장화 개발 연구 용역사업 보고서(2단계 3차년도 보고서). 한국해양연구원 연구보고 BSPM236-00-1661-3, 안산, 1125.
- 해양수산부, 2005. 전남 다도해형 바다목장 기반조성 사업 연구용역 보고서(2단계 1차년도 보고서). BSPM301-00-1661-3, 447-464.
- 해양수산부, 2005. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서(2단계 1차년도 보고서). 한국해양연구원 연구보고 BSPM301-00-1661-3, 안산, 684.
- 해양수산부, 2005. 수산종묘 매입 방류 사업, 해양수산사업시행지침. 해양수산부, 587.
- 해양수산부, 2006. 수산종묘 매입 방류 사업, 해양수산사업시행지침. 해양수산부, 610.
- 해양수산부, 2007. 수산종묘 매입 방류 사업, 해양수산사업시행지침. 해양수산부, 616.

3. 감성돔 이동조사

가. 서론

우리나라에서는 연안의 생산력을 복원하고 환경친화적인 연안 어업을 활성화 시키고자 인공어초 시설, 인공종묘 방류, 어장환경보전 등의 사업이 해양수산부 또는 지방자치단체에 의해 추진되고 있으나, 대부분의 사업들은 대상 어종에 대한 특성을 충분히 고려하지 못한 채 산발적으로 이루어지는 경우가 많다. 연안 생산력을 복원하기 위한 사업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 대상 어종의 생태학적 특성 조사가 필요하다.

전남바다목장의 자원조성 목표어종인 감성돔은 이동범위가 조피볼락에 비하여 상당히 넓고 무리를 지어 다니는 습성이 있는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 비교적 이동범위가 넓은 감성돔과 그렇지 않다고 알려진 황점볼락을 대상으로 하여 방류장소 주변에서의 체류시간, 이동범위 및 일주행동 등을 측정하였고 그 결과를 보고하고자 한다.

나. 재료 및 방법

1) 실험 해역, 장치의 구성 및 배치

2007년 9월~12월 전남바다목장에서 시험어의 이동범위 및 일주행동을 측정한 실험해역과 장치의 배치는 그림 2-2-3-1과 같다.

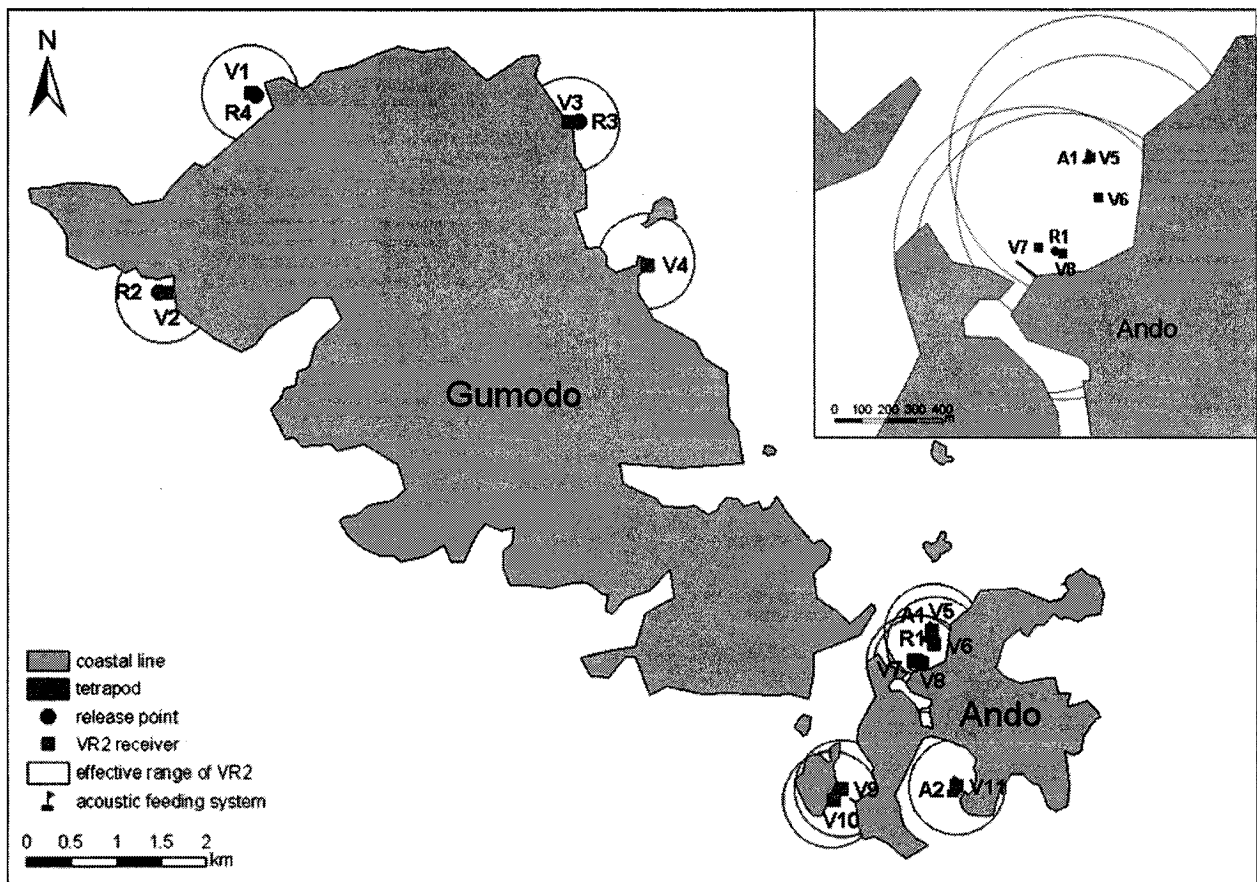


그림 2-2-3-1. 실험해역과 장치의 배치.

2) 음향표지

실험에 사용한 음향표지는 모두 주파수 69 kHz의 부호형이었으며, 그 제원은 표 2-2-3-1과 같다. 부호형 음향표지는 1개의 동일주파수를 사용하므로 수신기가 단순하게 구성될 수 있어 수신기의 가격이 저렴한 편이다. 이 음향표지는 같은 실험해역에서 동시에 사용할 수 있는 음향표지의 수에는 거의 제한을 받지 않는다. 음향표지는 미리 정해 놓은 delay time (s)의 0.5~1.5배 범위에서 임의의 간격으로 펄스 신호를 송신한다. 예를 들어, 어떤 음향표지의 delay time이 90s라면 그 음향표지는 45~135s의 범위에서 임의의 간격으로 펄스 신호를 송신한다. 이렇게 하면 음향표지의 식별을 저해하는 펄스 신호의 중복수신을 어느 정도 억제할 수 있으며, 음향표지의 전원 수명을 길게 하는 데 유리하다. 다만, 빠르게 이동하는 생물체를 연속적으로 추적하는 데에는 불리하다.

3) 음향표지의 부착 및 방류

실험에 사용한 시험어는 감성돔 28 마리와 황점볼락이었다. 음향표지는 MS-222(농도=0.7g/L)로 시험어를 마취한 다음, Kang and Shin (2006)의 방법대로 수술을 통하여 시험어의 복강에 삽입하였다. 음향표지 감성돔의 생물학적 데이터(체장, 전장, 체중)와 음향표지의 식별번호(표지번호), 방류 날짜 및 장소 등은 표 2-2-3-2와 같고, 음향표지 황점볼락의 경우는 표 2-2-3-3과 같다.

표 2-2-3-1. 실험에 사용한 음향표지(69 kHz)의 제원, SL은 음원음압준위를 나타냄

Model	SL (re 1 μ Pa at 1m)	Range	Slope	Intercept	Battery life (days)	Weight in water (g)	Size (mm)
V7-2L	136	-	-	-	100	0.8	$\phi 7 \times L18.5$
V9-1L	139	-	-	-	280	2.2	$\phi 9 \times L24$
V9-2L	142	-	-	-	150-370	2.9	$\phi 9 \times L29$
V13-1L	147	-	-	-	250-450	6.0	$\phi 13 \times L36$
V9P-1H	139	50m	0.325	-3.249	73	2.7	$\phi 9 \times L40$
V13TP-1L	150	-5 to 35	0.157	-5.000	312	6.0	$\phi 13 \times L45$
		50m	0.220	-0.879			

표 2-2-3-2. 감성돔에 대한 음향표지 부착 및 방류 요약

Acoustic tag			<i>Acanthopagrus schlegeli</i>			Release		Remarks
No.	Model	Delay (s)	BL (cm)	TL (cm)	Weight (g)	Date	point	
7209	V9-2L	60	19.5	23.5	214.0	14-Oct-07	R1	wild
7210	V9-2L	60	20.0	23.2	200.0	14-Oct-07	R1	wild
7205	V9-2L	30	18.5	21.0	182.0	14-Oct-07	R1	wild
7227	V9-2L	90	18.0	21.5	184.0	14-Oct-07	R1	wild
7206	V9-2L	30	17.0	20.0	126.0	20-Oct-07	R1	wild
7207	V9-2L	30	17.5	20.5	128.0	20-Oct-07	R1	wild
7211	V9-2L	60	17.5	20.0	136.0	20-Oct-07	R1	wild
7228	V9-2L	90	17.0	20.0	128.0	20-Oct-07	R1	wild
251	V9P-1L	90	23.5	27.8	384.0	3-Nov-07	R1	wild
7194	V13-1L	30	21.0	25.0	272.0	3-Nov-07	R2	wild
7196	V13-1L	30	21.5	25.8	296.0	3-Nov-07	R2	cage-cultured
7215	V9-2L	60	21.0	23.0	212.0	3-Nov-07	R2	wild
7217	V9-2L	60	18.8	22.0	196.0	3-Nov-07	R2	wild
7195	V13-1L	30	23.5	28.0	374.0	3-Nov-07	R3	cage-cultured
2464	V9-1L	120	20.4	23.5	264.0	3-Nov-07	R3	wild
7208	V9-2L	30	20.0	23.0	206.0	3-Nov-07	R3	wild
7216	V9-2L	60	17.5	20.5	158.0	3-Nov-07	R3	wild
51&52	V13TP-1L	30	24.0	28.0	438.0	16-Nov-07	R4	cage-cultured
7197	V13-1L	30	20.8	24.2	262.0	16-Nov-07	R4	cage-cultured
7198	V13-1L	60	22.5	26.3	298.0	16-Nov-07	R4	cage-cultured
7199	V13-1L	60	22.5	26.0	306.0	16-Nov-07	R4	cage-cultured
7200	V13-1L	60	23.5	27.5	320.0	16-Nov-07	R4	cage-cultured
7201	V13-1L	60	21.8	25.0	260.0	16-Nov-07	R4	cage-cultured
7204	V13-1L	60	24.5	28.0	348.0	1-Dec-07	R1	cage-cultured
7218	V9-2L	60	25.0	29.5	424.0	1-Dec-07	R1	cage-cultured
7222	V9-2L	60	22.0	26.0	280.0	1-Dec-07	R1	cage-cultured
7223	V9-2L	60	24.5	28.5	322.0	1-Dec-07	R1	cage-cultured
7224	V9-2L	60	23.5	27.8	338.0	1-Dec-07	R1	cage-cultured

표 2-2-3-3. 황점볼락에 대한 음향표지 부착 및 방류

Acoustic tag			<i>Sebastes oblongus</i>			Release		Remarks
No.	Model	Delay (s)	BL (cm)	TL (cm)	Weight (g)	Date	point	
7231	V7-2L	60	19.0	22.5	204.0	14-Oct-07	R1	cage-cultured
7232	V7-2L	60	17.5	21.0	160.0	14-Oct-07	R1	cage-cultured
7233	V7-2L	60	17.0	21.0	142.0	14-Oct-07	R1	cage-cultured
7234	V7-2L	60	17.5	21.0	160.0	14-Oct-07	R1	cage-cultured
7235	V7-2L	60	18.0	21.5	162.0	20-Oct-07	R1	cage-cultured
7236	V7-2L	60	20.0	23.5	222.0	20-Oct-07	R1	cage-cultured
7237	V7-2L	60	18.0	20.0	174.0	20-Oct-07	R1	cage-cultured
7238	V7-2L	60	15.0	18.0	130.0	20-Oct-07	R1	cage-cultured
49&50	V13TP-1L	30	22.5	26.0	310.0	3-Nov-07	R1	cage-cultured
2427	V9-2L	80	21.0	24.0	252.0	3-Nov-07	R1	cage-cultured

다. 결과 및 고찰

1) 이동범위

2007년 10월 14일에서 2007년 12월 12일까지 60일에 걸쳐 추적한 음향표지 감성돔(Tag No. 7204)과 황점볼락(Tag No. 49 & 50)의 이동범위를 나타내면 그림 2-2-3-2, 그림 2-2-3-3과 같다.

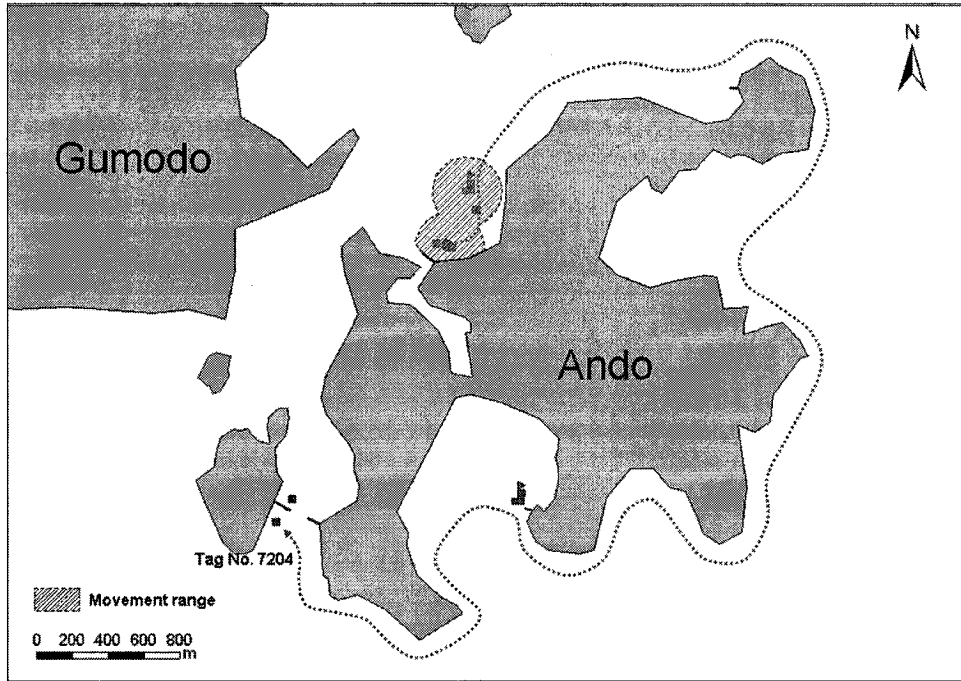


그림 2-2-3-2. 감성돔의 이동범위.

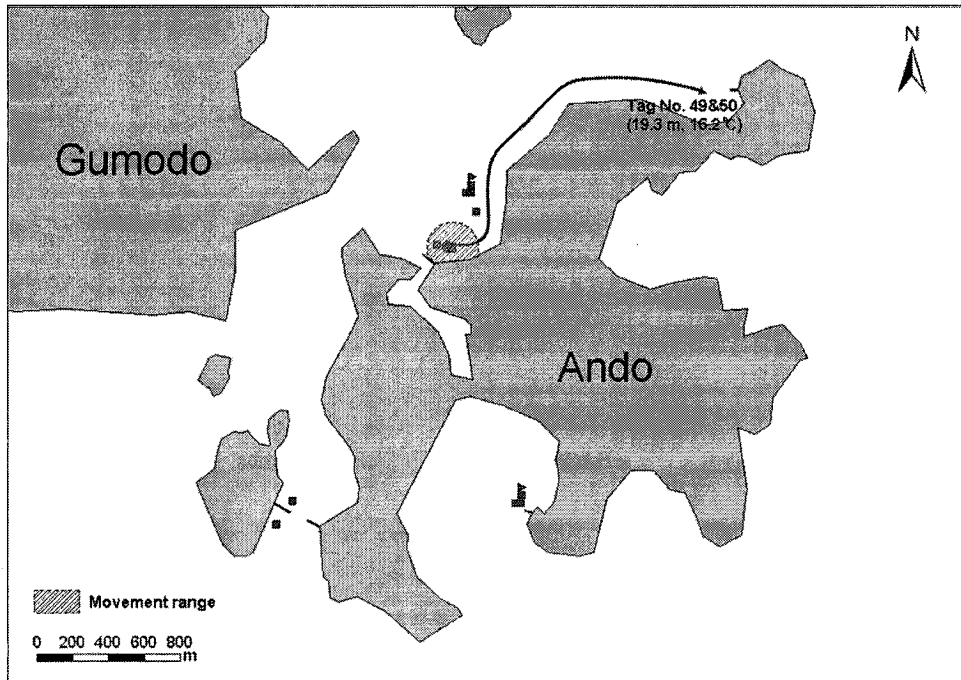


그림 2-2-3-3. 황점볼락의 이동범위.

방류한 감성돔의 대부분은 관측기간 동안 그림 2-2-3-2의 중간육성장과 음향급이기 1호 부근(사선부분)에 머물렀다. 그 중 극히 일부가 안도의 해안선을 따라 소야포 또는 서고지 방파제 쪽으로 또는 그 반대로 이동하는 것이 이전 연구에서도 몇 번 관측된 바 있다. 12월 중순부터 중간육성장 주변에 머물던 감성돔의 일부가 중간육성장 주변에 설치하여 둔 VR2수신기에 수신되는 횟수가 급격히 줄어들었으나 안도의 해안선 주변(수심 10~20m 범위)에서는 발견되지 않았다. 이것으로부터 유추하면 감성돔의 일부는 방류지점을 벗어나 해안선과 수직되는 방향으로 움직여 외해쪽으로 이동하였을 가능성을 배제하기 어렵다.

황점볼락의 경우는 감성돔에 비하여 이동범위가 훨씬 작았고, 대부분의 황점볼락은 방류지점을 중심으로 반경 150m 이내에 주로 머물렀다. 그러나 TP형 음향표지를 부착한 황점볼락(Tag No. 49 & 50, 전장 26cm)은 방류지점으로부터 1.6km 정도 떨어진 동고지로 이동하였다. 이것으로부터 황점볼락의 대부분은 이동범위가 방류지점을 중심으로 반경 1km 미만이었지만 개체에 따라서는 반경 1km 이상 움직일 수도 있음을 알 수 있다.

2) 행동특성

가) 수평방향의 주야간 행동

전남 다도해형 바다목장의 중간육성장(R1)에서 방류한 음향표지 감성돔의 수평행동을 측정한 결과는 그림 2-2-3-4와 같다. (a)와 (b)는 각각 2007년 10월 14일부터 약 1주일간의 주간과 야간의 행동이며, (c)와 (d)는 각각 2007년 10월 20일부터 약 1주일간의 야간의 행동이다. 감성돔은 주간에는 중간육성장의 가두리 주변에서 쉬다가 야간에는 이곳을 벗어나는 행동을 보였다. 이처럼 야간에 활동하는 행동반경은 시간이 지날수록 커져 방류 후 약 1주일 후부터는 방류지점으로부터 반경 300m 이내에는 거의 나타나지 않았다.

나) 연직 일주행동 및 유영층의 수온

VR2수신기와 TP형 음향표지(온도센서와 압력센서를 내장한 음향표지)를 이용하여 2007년 11월 16일~12월 7일까지 21일 동안에 거의 연속적으로 감성돔의 유영수심과 유영층의 수온을 측정할 수 있었으며, 그 결과는 그림 2-2-3-5와 같다. 이 감성돔은 저녁 8시~새벽 3시에는 주로 5~6m 층에서 유영하였으며, 낮에는 주로 8~11m의 해저가까이서 유영하는 것으로 기록되었다. 이 결과로부터 감성돔은 야간에는 먹이 활동을 위하여 수면 가까이 떠오르고 주간에는 해저 부근에서 활동하거나 은신하는 것으로 생각된다.

황점볼락의 일주행동도 관찰하기 위하여 P형 음향표지(압력센서를 내장한 음향표지)를 사용하였으나 연직 일주행동에 대한 데이터를 얻지 못하였다.

3) 감성돔의 체류시간 및 체류율

음향표지 후 방류한 감성돔이 방류 후 몇 시간동안 방류지점 주변(방류지점을 중심으로 반경 500m)에 머무는지를 측정한 결과는 표 2-2-3-4와 같다.

가) 어체의 크기에 따른 비교

어체의 크기에 따른 체류시간은 중간육성장에 방류한 음향표지 감성돔 중 크기별로 2개 그룹으로 나누어 분석하였다.

상대적으로 어체의 크기가 큰 그룹 A의 어체중은 182-214g(평균 195.0g; S.D.=13.0) 이었고, 체류시간은 6~60일(평균 39일; S.D.=20.8)이었다. 어체의 크기가 상대적으로 작은 그룹 B의 어체중은 126~136g(평균 129.5g; S.D.=3.8) 이었고, 체류시간은 0.04~5일(평균 1.58일; S.D.=2.0)로 나타났다. 그룹 A, B의 평균

체류율은 각각 65.0% (S.D.=34.7), 2.9% (S.D.=3.7)이었다.

어체의 크기가 큰 그룹의 체류시간은 그렇지 않은 그룹의 것보다 길었고, 평균 체류율 또한 높았다.

나) 해안선의 모양에 따른 비교

해안선의 모양이 다른 금오도 서편(R2)와 금오도 동편(R3)에서 음향표지 감성돔을 각각 4 마리씩 같은 날 방류하여 체류시간을 비교하였다. 방류지점 R2는 금오도 서편에 위치하며, 해안선이 연안 쪽으로 굴곡이 크게 형성되어 있었다. 방류지점 R3은 금오도 동편에 위치하며, R2에 비하여 해안선의 형태가 선형에 가까웠다. 또한, 금오도 서편은 넓은 범위에 걸쳐 수심이 20m 내외로 얕았으나 금오도 동편은 해안에서 외해쪽으로 약간 벗어나면 수심이 30m 이상을 나타내었다. R2에서 방류한 감성돔은 어체중이 196~296g(평균=244.0g, S.D.=41.3)이었고, 체류시간은 1~14일(평균=9일, S.D.=5.4)이었다. R3에서 방류한 감성돔은 어체중이 158~374g(평균=250.5g, S.D.=80.6)이었으며, 체류시간은 0.04~3일(평균=0.85일, S.D.=1.2)이었다. R2와 R3에서의 평균 체류율은 각각 22.5%(S.D.=13.6)와 2.1%(S.D.=3.1)이었다.

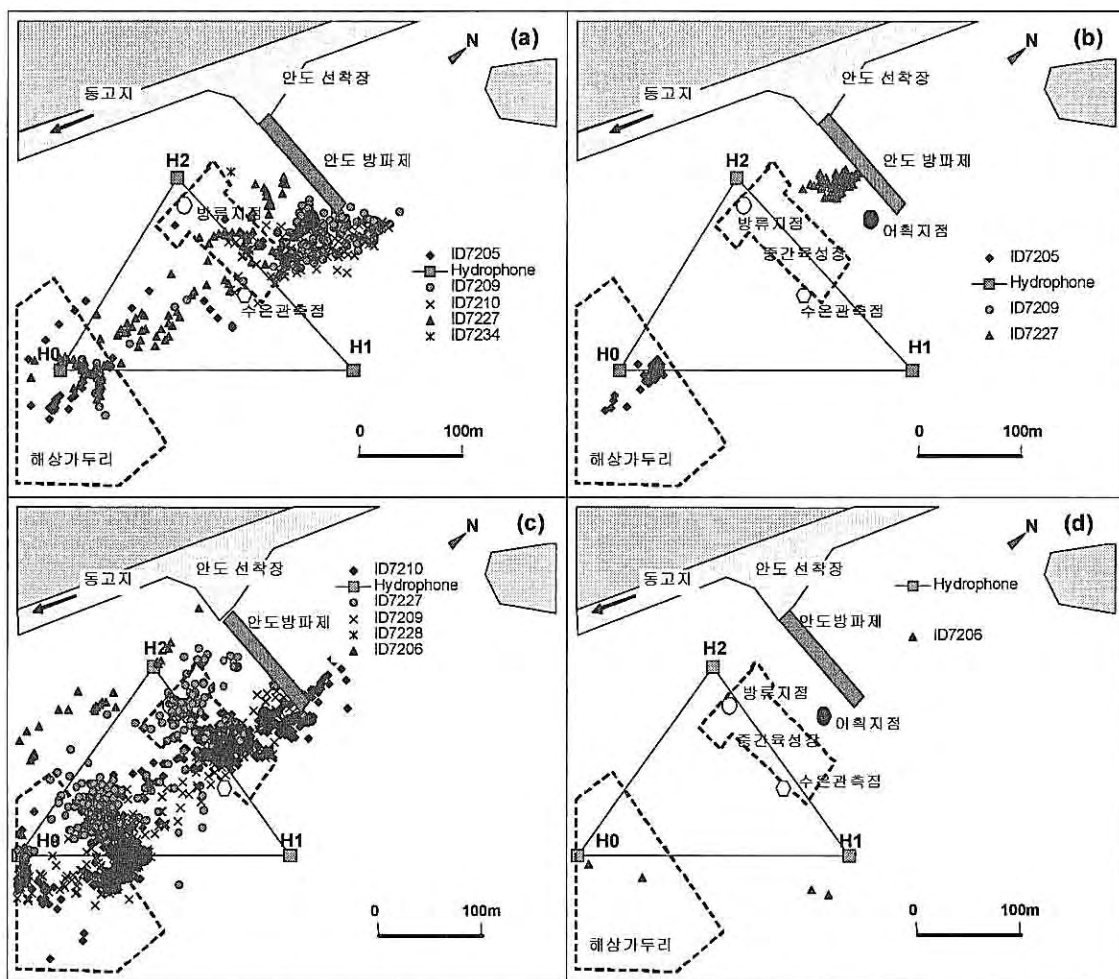


그림 2-2-3-4. 음향표지 감성돔의 수평행동. (a)와 (b)는 각각 2007년 12월 14일부터 약 1주일간의 주간과 야간의 행동이며, (c)와 (d)는 각각 2007년 12월 20일부터 약 1주일간의 주간과 야간의 행동이다. H0-H2는 수파기의 위치이다.

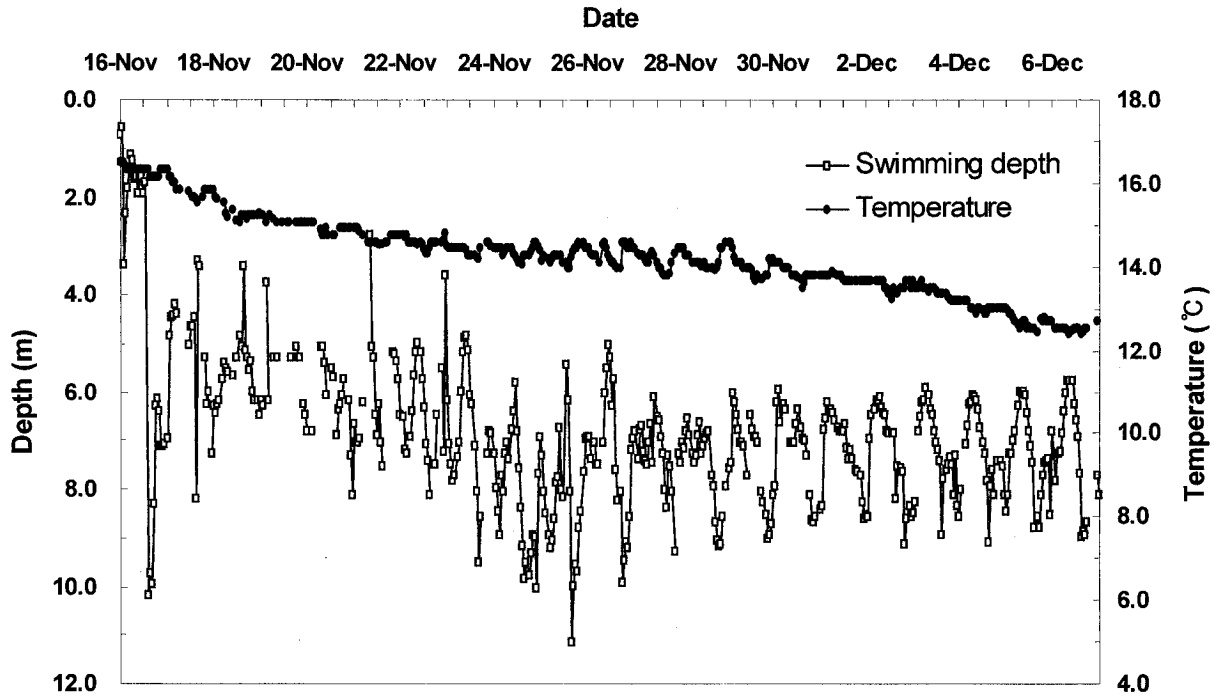


그림 2-2-3-5. 감성돔의 일주행동 및 유영층의 수온.

이 실험을 통하여 작은 만과 같이 해안선이 오목하게 들어간 곳에 방류한 감성돔은 그렇지 않은 곳에 방류한 감성돔에 비하여 체류시간이 10배 이상 길게 나타남을 알 수 있었다.

다) 자연산과 양식산의 비교

2007년 10월 14일~12월 1일에 총 5회에 걸쳐 방류한 자연산 음향표지 감성돔 15 마리와 양식산 음향표지 감성돔 13 마리의 평균 전장은 각각 22.3cm (S.D.=2.1), 27.0cm (S.D.=1.5)이었고, 평균 체중은 각각 199.3g (S.D.=66.2), 328.2g (S.D.=53.9)이었다.

자연산과 양식산의 평균 체류시간은 각각 12.8일(S.D.=19.6), 11.4일(S.D.=8.8)로 자연산의 체류시간이 양식산보다 약간 길었다. 그 이유로는 자연산 감성돔이 양식산보다 비교적 수온이 높은 시기에 1주일 정도 먼저 방류된 영향이 포함되었기 때문이라고 생각된다. 그러나 양식산 감성돔의 평균 체류율은 53.0% (S.D.=9.9)로 자연산의 23.0% (S.D.=33.0)보다 약 2.3배 높았다. 이러한 감성돔의 체류율의 차이는 해안선의 모양이 선형적으로 밋밋할수록 더 컸다.

라) 해상가두리의 유무에 따른 비교

해상가두리가 있는 곳(반경 500 m 이내)에 방류한 음향표지 감성돔 20 마리와 그렇지 않은 곳에 방류한 음향표지 감성돔 8 마리에 대한 체류시간과 체류율을 비교하여 보았다. 가두리가 있는 곳과 없는 곳에 방류한 감성돔의 평균 체류시간은 각각 15.0일(S.D.=17.3), 12.3일(S.D.=14.2)이었다. 평균적인 체류시간은 전자가 후자보다 약 1.2배 더 긴 것으로 나타났다. 한편, 평균 체류율을 비교해보면, 전자가 46.8% (S.D.=40.8)로 후자의 12.3% (S.D.=14.2)보다 3.8배 높게 나타났다.

표 2-2-3-4. 방류지점 부근에서의 음향표지 감성돔의 체류시간 및 체류율

Tag No.	Stay time until 12 Dec. 2007 (days)	Time elapsed after releasing (days)	Staying rate (%)	Finally detected point	Water circumstances when releasing
7209	53	60	88.3	V7, V8	
7210	37	60	61.7	V7, V8	Wtemp: 22.3 D.O.: 5.5
7205	6	60	10.0	around A1 (25-Nov-07)	Turb.: 0.8 (14-Oct-2007)
7227	60	60	100.0	V7, V8	
7206	1	54	1.9	V7, V8	
7207	5	54	9.3	V7, V8	Wtemp: 20.9 D.O.: 5.0
7211	0.04	54	0.1	V7, V8	Turb.: 0.9 (20-Oct-2007)
7228	0.29	54	0.5	V7, V8	
251	0.04	40	0.1	V7, V8	
7194	1	40	2.5	V7, V8	
7196	7	40	17.5	V7, V8	
7215	14	40	35.0	V7, V8	Wtemp: 18.4
7217	14	40	35.0	V7, V8	D.O.: 9.3
7195	3	40	7.5	V7, V8	Turb.: 2.7 (3-Nov-2007)
2464	0.25	40	0.6	V7, V8	
7208	0.13	40	0.3	V7, V8	
7216	0.04	40	0.1	V7, V8	
51&52	24	27	88.9	V7, V8	
7197	27	27	100.0	V7, V8	
7198	11	27	40.7	V7, V8	Wtemp: 16.2
7199	27	27	100.0	V7, V8	D.O.: 12.0
7200	11	27	40.7	V7, V8	Turb.: 1.6 (16-Nov-2007)
7201	5	27	18.5	V7, V8	
7204	2	12	16.7	around V10 (5-Dec-07)	
7218	12	12	100.0	V7, V8	Wtemp: 14.1
7222	12	12	100.0	V7, V8	D.O.: 1.2
7223	0	12	0.0	around (4-Dec-07)	Turb.: 4.1 (1-Dec-2007)
7224	7	12	58.3	recapture near R1	

4) 황점볼락의 체류시간 및 체류율

음향표지 후 방류한 황점볼락이 방류 후 몇 시간동안 방류지점 주변(방류지점을 중심으로 반경 500 m)에 머무는지를 측정된 결과는 표 2-2-3-5와 같다. 실험에 사용한 황점볼락은 전장과 체중이 각각 18.0~26.0cm (평균=21.9cm, S.D.=2.1), 130.0~310.0g (평균=191.6g, S.D.=53.1)이었다. 황점볼락의 체류시간은 평균 22.6일(S.D.=23.9)이었고, 평균 체류율은 41.7% (S.D.=42.7)이었다.

5) 음향표지의 탐지율

가) 신호 송신주기와의 관계

이 연구에서 사용한 음향표지는 명목상의 지연시간(nominal delay time)에 따라 펄스 신호의 송신주기의 큰 줄기가 결정된다. 펄스의 송신주기가 1.5배 다른 음향표지(송신주기: 60s, 90s) 감성돔을 대상으로 2007년 11월 23일 0시부터 48시간동안 고정점에서의 탐지율을 비교한 결과는 그림 2-2-3-6과 같다. 음향표지의 음원음압준위를 제외한 나머지 제원은 같다. 송신주기가 60s와 90s인 음향표지의 탐지율은 각각 총 식탐지수 636회의 87.3%, 12.7%로 송신주기가 짧은 것의 탐지율이 긴 것보다 6.9배 높았다. 여기서 탐지율이란 음향표지의 식별이 이루어져 탐지된 비율을 말한다. 펄스 신호의 송신주기가 1.5배 다른 음향표지를 동일한 수신범위 내에서 사용할 경우, 신호 송신주기가 상대적으로 긴 음향표지의 신호는 송신주기가 짧은 음향표지의 신호로 인해 식별에 어려움이 따를 수 있음을 알 수 있다.

한편, 펄스 신호의 송신주기가 2배 다른 30s와 60s인 음향표지를 사용한 경우는 송신주기가 1.5배 차이는 경우에 비하여 짧은 신호 송신주기의 음향표지로 인한 방해(신호의 중첩으로 인한 식별의 어려움)가 덜 한 것으로 나타났다(그림 2-2-3-7). 송신주기가 2배 다른 음향표지(송신주기: 30s, 60s) 감성돔의 경우에는 30s와 60s인 음향표지의 탐지율은 50.0%로 같았다. 총 탐지횟수는 2,396회이었다.

표 2-2-3-5. 방류지점 부근에서의 음향표지 황점볼락의 체류시간 및 체류율

Tag No.	Stay time until 12 Dec. 2007 (days)	Time elapsed after releasing (days)	Staying rate (%)	Finally detected point	Water circumstances when releasing
7231	55	60	91.7	V8	
7232	disappear	60	0.0	V8	Wtemp: 22.3 D.O.: 5.5
7233	3	60	5.0	around A1 (25-Nov-07)	Turb.: 0.8 (14-Oct-2007)
7234	60	60	100.0	V8	
7235	12	54	22.2	V8	Wtemp: 20.9
7236	10	54	18.5	V8	D.O.: 5.0
7237	1/24	54	0.1	V8	Turb.: 0.9 (20-Oct-2007)
7238	54	54	100.0	V8	
49&50	disappear	40	0.0	V8	Wtemp: 18.4 D.O.: 9.3
2427	32	40	80.0	V8	Turb.: 2.7 (3-Nov-2007)

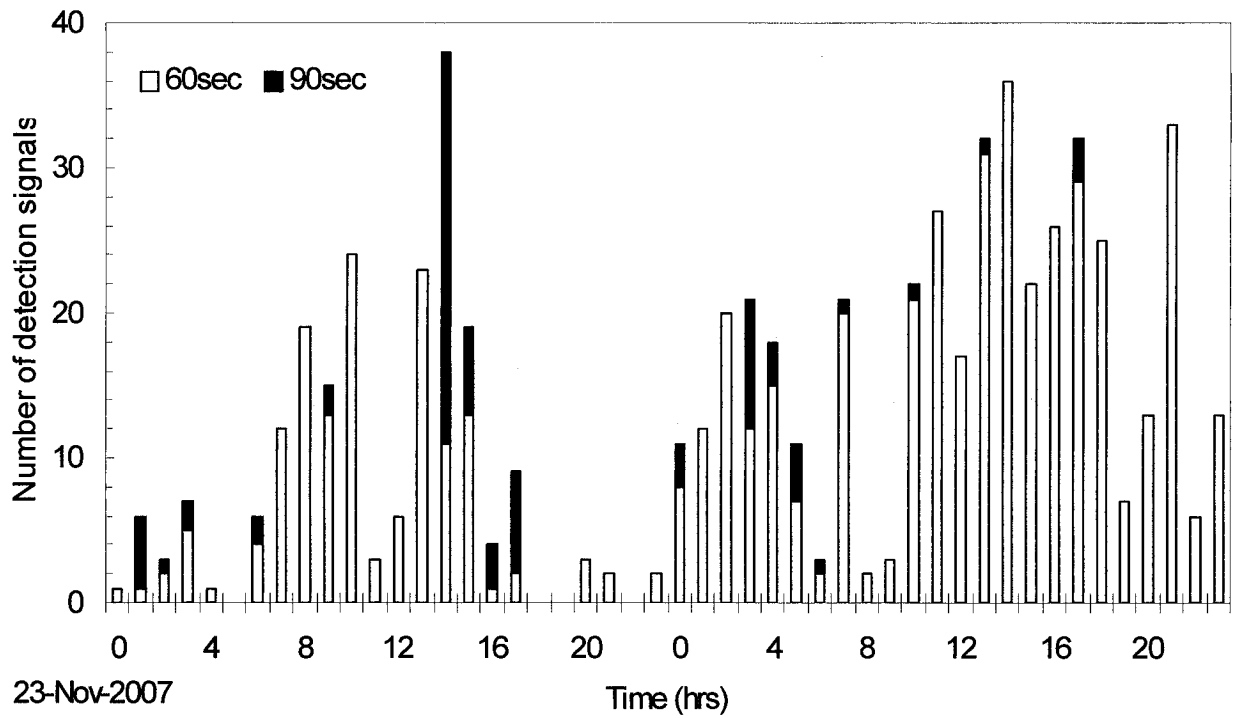


그림 2-2-3-6. 신호 송신주기가 각각 60s, 90s인 음향표지의 신호탐지 횟수 비교.

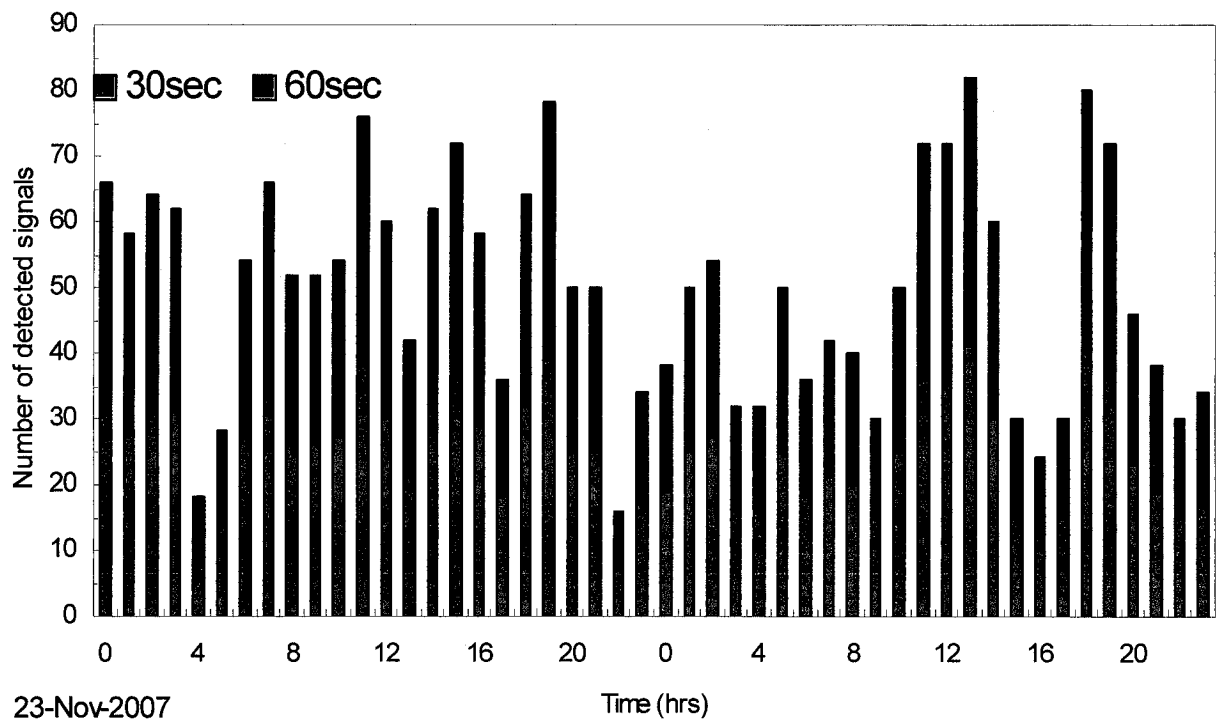


그림 2-2-3-7. 신호 송신주기가 각각 30s, 60s인 음향표지의 신호탐지 횟수 비교.

나) 신호 송신출력과의 관계

음향표지의 송신출력에 따라 음향표지의 탐지율이 어떻게 달라질 수 있는지를 측정하였고, 그 결과는 그림 2-2-3-8과 같다. 음향표지의 펄스 송신주기를 제외한 다른 제원은 같다. 음원음압준위(dB re 1μ Pa at 1m)가 142dB, 136dB인 음향표지 감성돔을 대상으로 2007년 11월 28일~12월 4일까지 1주일동안 고정점에서의 탐지율을 비교한 결과, 142dB와 136dB인 음향표지의 탐지율은 각각 총 탐지횟수 2,137회의 91.6%, 8.4%이었다. 송신출력이 높은 쪽이 송신출력이 낮은 쪽보다 탐지율이 약 10.9배 높게 나타났다. 이것은 다른 조건이 비슷하다고 하더라도 송신출력이 낮아지면 탐지범위가 좁아지기 때문에 탐지율도 떨어졌을 것으로 생각된다. 다만, 송신출력을 높이면 음향표지의 전지수명이 짧아지고, 전지수명을 저출력의 음향표지와 비슷하게 하려면 음향표지의 크기가 커져 추적대상 어체의 크기에 제한을 받기 쉽다.

라. 요약

2007년 10월 14일~12월 12일 약 2개월에 걸쳐 전남바다목장에서 음향표지 감성돔(개체수=28 마리, 평균 전장=24.5cm (S.D.=3.0), 평균 체중=259.1g (S.D.=88.5))과 황점볼락(개체수=10 마리, 평균 전장=21.9cm (S.D.=2.1), 평균 체중=191.6g (S.D.=53.1))의 이동범위, 수평 및 연직 행동특성, 체류시간 및 체류율을 측정하고 분석하였다. 또한 음향표지의 송신주기와 송신출력에 따른 탐지율도 비교 분석하였다. 부호형 음향표지는 수술법으로 마취한 시험어의 복강에 삽입하였다. 시험어의 이동범위와 체류시간, 연직 행동특성 등은 VR2수신기를 사용하여 측정하였고 시험어의 수평 행동특성은 VRAP 시스템을 이용하여 측정하였다. 실험기간 동안의 수온, 탁도 등 해양환경은 멀티센서를 구비한 유향유속계(RCM9)를 중간육성장의 가두리에서 수면 하 5m 층에 계류하여 측정하였다. 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

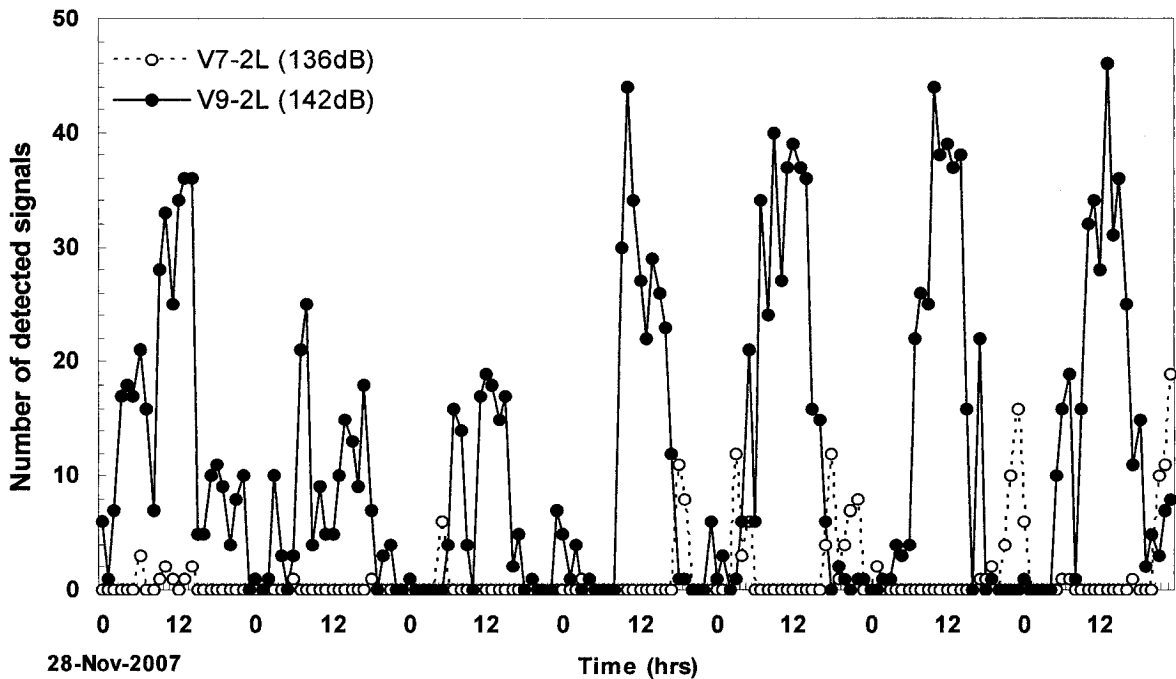


그림 2-2-3-8. 음향표지의 송신출력에 따른 탐지율의 비교.

1. 감성돔의 대부분은 관측기간 동안 방류지점으로부터 반경 800m 이내(사선부분)에 머물렀으며, 그 중 1 마리(Tag No. 7204)는 4일간 해안을 따라 약 9.3km를 이동하였다. 황점볼락의 대부분은 방류지점을 중심으로 반경 수 100m 이내에 머물렀고, 그 중 1 마리(Tag No. 49&50)는 6일간 해안을 따라 약 2km를 이동하였다.
2. 감성돔은 주간에는 방류지점(중간육성장의 가두리) 주변에서 머물다가 야간에는 그 곳을 벗어나는 수평적인 행동을 반복적으로 보였다. 이러한 행동범위는 시간의 경과와 더불어 커졌다. 감성돔의 유영수심은 주간과 야간이 각각 8~11m, 5~6m이었으며, 이러한 연직일주행동이 반복적으로 관찰되었다. 황점볼락의 경우에는 감성돔과 같은 연직 일주행동을 관찰하지 못했다.
3. 감성돔의 평균 체류시간은 12.1일(S.D.=15.6)이었고, 평균 체류율은 36.9% (S.D.=38.6)이었다. 어체의 크기가 큰 그룹(평균=195.0g, S.D.=13.0)의 감성돔의 체류시간은 그렇지 않은 그룹(평균=129.5g, S.D.=3.8)의 것보다 길었고, 평균 체류율 또한 높았다.
감성돔의 체류율은 해안선의 모양에 따라 차이가 있었으며, 굴곡이 깊은 곳에 방류한 감성돔의 체류율(평균=22.5%, S.D.=13.6)이 굴곡이 얕은 곳에 방류한 감성돔의 체류율(평균=2.1%, S.D.=3.1)보다 높았다.

양식산 감성돔의 평균 체류율은 53.0% (S.D.=9.9)로 자연산의 23.0% (S.D.=33.0)보다 약 2.3배 높았다. 해상가두리가 있는 곳(반경 500m 이내)에 방류한 감성돔과 그렇지 않은 곳에 방류한 감성돔에 대한 체류시간과 체류율을 비교한 결과, 평균 체류시간은 전자가 15.0일(S.D.=17.3)로 후자보다 약 1.2배 길었고, 평균 체류율은 전자가 46.8% (S.D.=40.8)로 후자보다 3.8배 높았다.

황점볼락(평균 전장=21.9cm (S.D.=2.1), 평균 체중=191.6g (S.D.=53.1))의 체류시간은 평균 22.6일 (S.D.=23.9)이었고, 평균 체류율은 41.7% (S.D.=42.7)이었다.

4. 펄스의 송신주기가 1.5배 다른 음향표지(송신주기: 60s, 90s) 감성돔의 탐지율은 각각 총 탐지횟수 636회의 87.3%, 12.7%이었다. 송신주기가 2배 다른 음향표지(송신주기: 30s, 60s)의 탐지율은 총 탐지횟수 2,396회의 50%로 같았다. 음원음압준위(dB re 1 μ Pa at 1m)가 142dB, 136dB인 음향표지 감성돔의 탐지율은 각각 총 식별횟수 2,137회의 91.6%, 8.4%이었다.

마. 앞으로의 연구 계획

2008년 1월~2월에는 감성돔의 월동장을 찾기 위하여 음향표지어의 탐색범위를 거문도까지 확대할 예정이다.

2008년 과제에서는 춘계-추계에 대한 감성돔의 이동범위 및 이동패턴, 방류지점 주변에서의 체류시간 및 체류율, 행동특성(주야간 수평행동, 연직 일주행동)을 측정하고, 하계에는 감성돔의 산란장을 찾는 데 주력할 예정이다. 음향표지 감성돔의 이동패턴은 지향성 수파기 등을 사용하여 선박으로 1 마리씩 직접 추적하여 구명할 생각이다.

바. 참고문헌

- Candy, J.R. and T.P. Quinn, 1999. Behaviour of adult chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in British Columbia coastal waters determined from ultrasonic telemetry. *Can. J. Zool.*, 77: 1161-1169.
- Colavecchia, M., C. Katopodis, R. Goosney, D.A. Scruton and R.S. McKinley, 1998. Measurement of burst swimming performance in wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using digital telemetry. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 14: 41-51.
- Matthews, K.R., 1992. A telemetric study of the home ranges and homing routes of linfcod *Ophiodon elongatus* on shallow rocky reefs off Vancouver Island, British Columbia. *Fish. Bull.*, 90: 784-790.
- Shin, H.O., J.W. Tae and K.M. Kang, 2004. Acoustic telemetrical tracking of the response behavior of red seabream (*Chrysophrys major*) to artificial reefs. *J. Kor. Fish. Soc.*, 37: 433-439.
- Kang, K.-M. and H.-O. Shin, 2006. Movement ranges and routes of black rockfish *Sebastes schlegeli* in summer and autumn from acoustic telemetry. *J. Fish. Sci. Technol.*, 9: 91-96.

4. 잘피어장 조성

가. 서론

잘피는 높은 생산력을 바탕으로 연안 및 하구 생태계에서 경제적 가치를 지닌 많은 해양 동물들에게 먹이, 산란장 및 서식처 등을 제공해 줌으로서 연안의 수산생산력 향상에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 최근 부영양화, 매립, 준설, 굴양식, 어로활동 등의 인위적인 요인 및 게 및 성게, 질병, 태풍, 기후 변화 등과 같은 자연적인 요인에 의하여 잘피 생육지의 파괴가 심각하다. 선진국에서는 잘피 생육지 보호법으로 명문화하여 잘피 생육지 파괴를 최소화하기 위하여 파괴 시 동일한 생태적 기능을 지닌 대체 생육지 조성을 법으로 규정하고 있다. 우리나라에서는 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률을 제정하여 2007년 4월 5일부터 시행되고 있으며, 이법에는 우리나라에서 생육하고 있는 잘피 6종이 보호대상 해양생물로 지정되었고, 서식지 및 산란장 보호를 위한 해양보호구역의 설정이 시급한 실정이다.

나. 재료 및 방법

1) 생육환경 특성조사

잘피 생육지 조사는 잘피 생육환경 및 형태학적인 특성조사를 월 1회 실시하였다. 잘피의 생육환경은 잘피 잎이 위치하는 수심에 조도계(HOBO-Light Intensity, Onset Computer)와 수온계(HOBO RH Temp Light External, Onset Computer)를 설치하여 매 30분마다 수중 광량과 수온을 측정하여 일일 평균 수중 광량(Lux sf d⁻¹)과 일일 평균 수온(°C)으로 나타내었다. 염분은 수질측정기(YSI 85)를 이용하여 매월 측정하였다. 무기 영양염류 농도 측정을 위하여 5개의 해수를 채취하였으며, 측정방법은 해양환경 공정시험방법(해양수산부, 2005)을 따랐다.

2) 잘피의 형태학적 특성조사

형태학적인 특성조사는 잘피 5~6개체를 채취하여 실험실에서 지상부의 길이, 잎의 길이, 잎의 수, 잎초길이, 잎의 폭을 측정하였다. 잘피의 이식은 2007년 1월 5일에서 1월 15일에 실시되었으며, 이식면적은 10×40m로서 45cm 간격으로 2개체씩 이식하였다(그림 2-2-4-1). 이식개체의 형태학적 특성조사는 자연 잘피 생육지조사와 동일한 방법을 사용하였다.

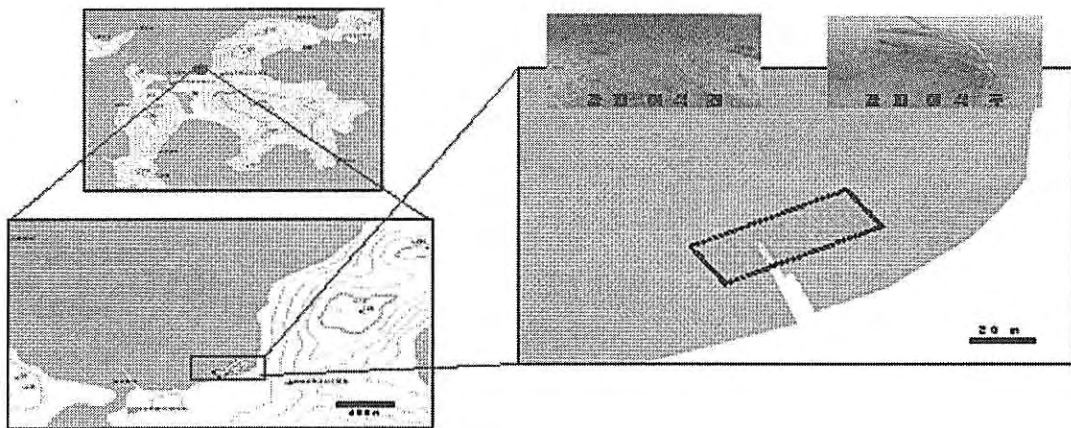


그림 2-2-4-1. 잘피장 모니터링 및 잘피 이식 지역.

3) 잘피장 생산성 변화

생산성 측정은 bland leaf-marking법(Zieman, 1974; Kentula and McIntire, 1986; Lee and Dunton, 1996)을 사용하였고, 잎의 상대성장 및 turn over time을 계산하였다.

4) 바다목장화 지역에서의 이식 가능 지역탐색

바다목장화 이식가능지역은 선박을 이용하여 금오도 주변 및 가막만 하부를 중심으로 설문조사 및 직접잠수를 통하여 이식가능 지역을 탐색하였다.

5) 어류군집조사

본 조사는 여주시 안도 연안 잘피밭에 총 2개의 정점을 정하여 2006년 11월부터 2007년 11월까지 5회에 걸쳐 조사를 실시하였다(그림 2-2-4-2). 어획된 어류는 후릿그물을 이용하여 채집하였고, 채집된 개체는 실험실로 운반한 후 종별 개체수를 측정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 어획한 종의 동정은 정(1977), Masuda *et al.* (1984), Nakabo *et al.* (1993) 및 김 등(1994)에 따랐으며, 분류체계 및 학명은 Nelson (1994)과 한국동물분류학회(1997)에 따랐다. 채집된 어류를 분기별로 출현종수, 개체수를 산출하여 양적인 변동을 비교하였다.

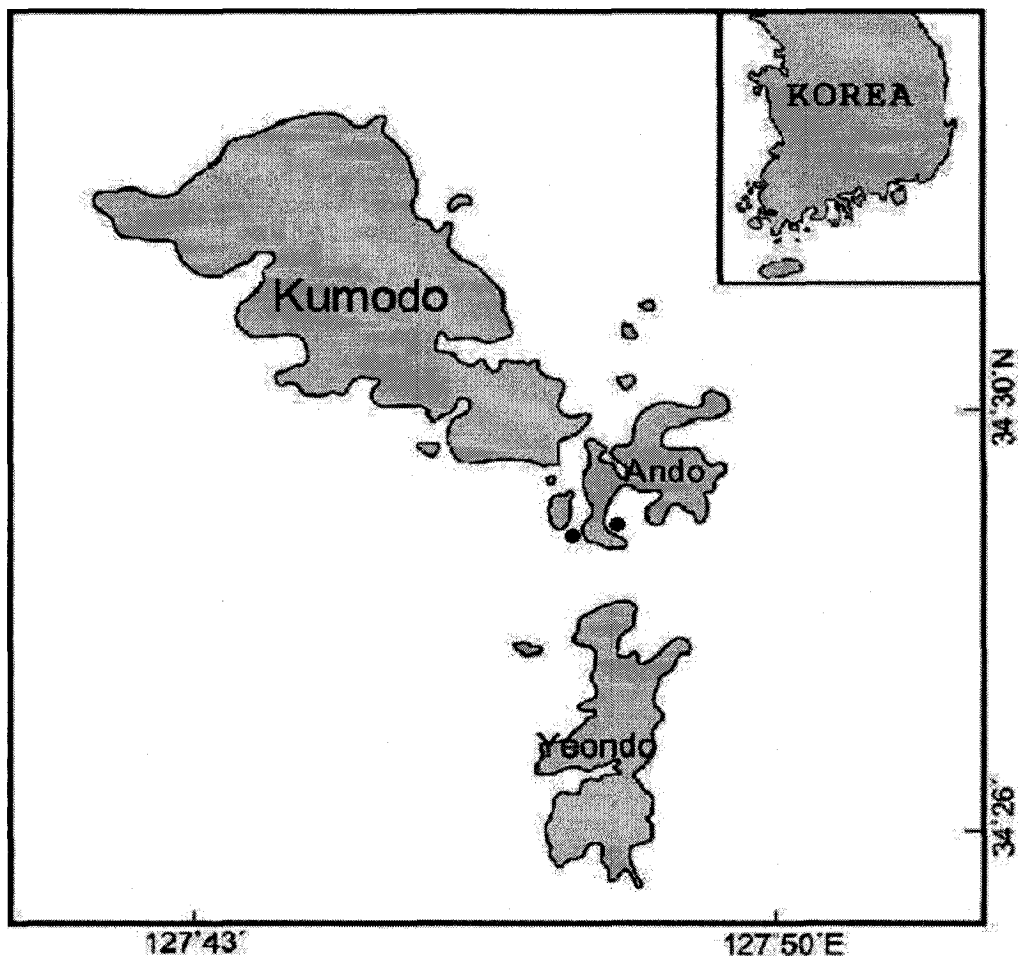


그림 2-2-4-2. 안도 주변의 조사정점.

다. 결과 및 고찰

1) 생육환경특성조사

안도 잘피 분포 지역에서의 광량은 월 중순에는 높고, 월 초순 및 하순에는 낮아지는 경향을 보였다. 5월 26일에 최대값(87.7Lux sf^{-1})이 나타났고, 5월 12일에 최저값(0.1Lux sf^{-1})을 보였다. 수온은 1월 이후 점차 증가하여 8월 24일에 최고 25.8°C 를 고비로 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 2월 1일에 최저 10.4°C 를 보였다(그림 2-2-4-3).

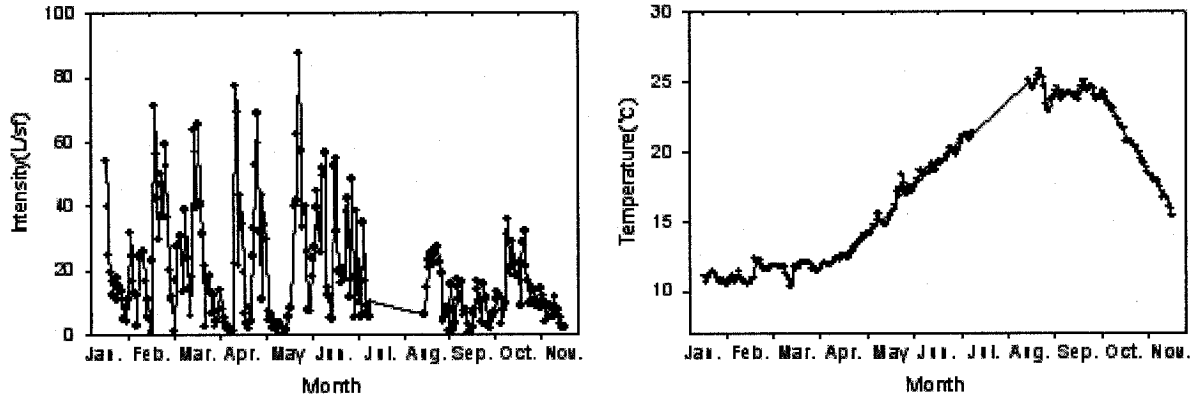


그림 2-2-4-3. 일평균 광량 및 수온변화.

염분 값을 살펴보면 2007년 1월에서 10월까지 조사된 자료 중 2월에 최대 염분 값인 34.0을 보였고 8월에 최고 낮은 염분 값인 29.5를 보였다.

해수의 영양염 농도를 살펴보면 암모늄염의 경우 시간적 변위가 큰 것으로 나타났으며, 9월에 최대 $3.72 \pm 0.22 \mu\text{M}$ 값을 보였으며, 6월에는 최소값 $0.66 \pm 0.04 \mu\text{M}$ 을 유지하였다. 인산염의 경우 1월이 최대 $0.90 \pm 0.12 \mu\text{M}$ 로서 시간적인 변위가 큰 것으로 나타났으며, 10월에 최소 $0.05 \pm 0.02 \mu\text{M}$ 값을 나타내었다(그림 2-2-4-4).

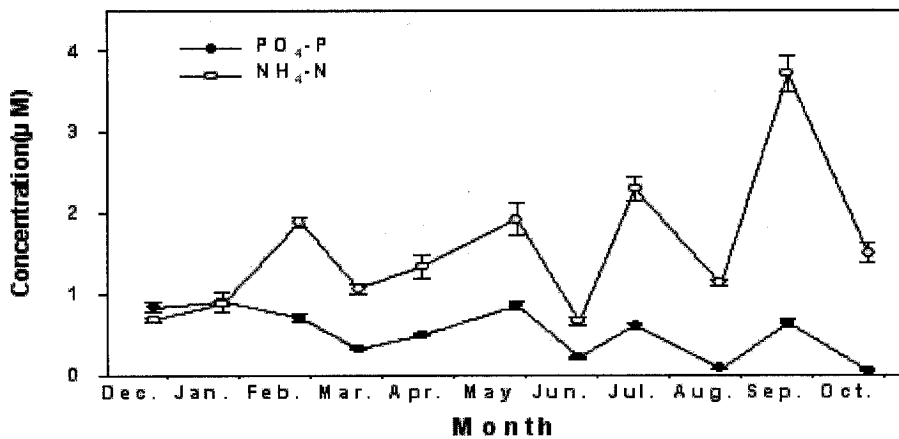


그림 2-2-4-4. 해수의 영양염 농도 변화.

2) 잘피의 형태학적 특성조사

잘피의 형태학적인 특성을 파악하기 위하여 자연적으로 생육하고 있는 잘피와 이식된 잘피에서 지상부의 길이, 잎의 길이, 잎의 폭, 잎의 수, 엽초 길이를 측정하였다. 먼저, 평균 지상부의 길이를 살펴보면 자연 잘피는 3월에 최저 $60.2 \pm 4.3\text{cm}$ 로 3월에서 4월까지 작아지다가 다시 증가하는 경향을 보였고, 5월에 최고 $121.5 \pm 10.5\text{cm}$ 값을 기점으로 감소하는 경향을 보였다. 이식 잘피는 처음에는 자연 잘피 보다 길이는 작았지만 5월에 $126.4 \pm 13.5\text{cm}$ 로 자연 잘피보다 증가하는 경향을 보이고 있는 것으로 나타났다. 평균 잎의 길이를 살펴보면 자연생육 잘피는 5월에 최고 $94.9 \pm 9.3\text{cm}$, 3월에 최저 $44.5 \pm 3.7\text{cm}$ 로 5월까지 증가하여 최고치를 보이다가 점차 감소하는 경향을 보였고, 이식 잘피는 처음에는 자연 잘피 보다 길이는 작았지만 5월에 $99.4 \pm 10.4\text{cm}$ 로 자연 잘피 보다 증가하는 경향을 보였다. 평균 잘피 잎의 폭을 살펴보면 자연 잘피는 11월에 최고 $11.5 \pm 0.2\text{mm}$, 4월에 최저 $9.1 \pm 0.3\text{mm}$ 로 6월부터 증가하기 시작하여 11에 최고치를 보였고, 이식 잘피는 5월에 최고 $11.9 \pm 0.1\text{mm}$, 3월에 최저 $8.2 \pm 0.1\text{mm}$ 로 5월을 기점으로 감소하는 경향을 보였다. 잎의 수는 자연 잘피의 경우 3월에 최대 5.75 ± 0.25 개체, 8월에 최저 4.50 ± 0.29 개체를 보였고, 이식 잘피의 경우 5월에 최대 5.50 ± 0.50 개체, 6월에 최저 4.33 ± 0.67 개체를 보였다. 엽초길이는 자연 잘피의 경우 5월에 최대 $266.0 \pm 13.2\text{mm}$, 1월에 최저 $136.1 \pm 9.9\text{mm}$ 를 보였고, 이식 잘피의 경우 8월에 최대 $277.6 \pm 40.7\text{mm}$, 3월에 최저 $129.0 \pm 23.0\text{mm}$ 를 보였다.

3) 잘피장 생산성 변화

잎 생산성을 보면 자연생육 잘피는 6월에 최고 $38.4 \pm 3.6\text{mg/sht/day}$ 이고, 4월에 최저 $13.6 \pm 0.7\text{mg/sht/day}$ 로 3월에서 6월로 갈수록 증가하는 경향을 보였고 6월을 기점으로 감소하는 경향을 보였다. 이식 잘피는 8월에 최고 $33.5 \pm 5.1\text{mg/sht/day}$ 이고, 3월에 최저 $6.9 \pm 0.0\text{mg/sht/day}$ 로 3월에서 8월로 갈수록 증가하는 경향을 보였다. 잎의 상대성장은 새로 생성된 잎과 오래된 잎과의 관계를 나타내는데 자연생육 잘피는 8월에 최고 $0.026 \pm 0.002\text{g/g/day}$ 이고, 5월에 최저 $0.020 \pm 0.000\text{g/g/day}$ 로 나타났고, 이식 잘피는 3월에 최고 $0.033 \pm 0.002\text{g/g/day}$ 이고, 5월에 최저 $0.021 \pm 0.001\text{g/g/day}$ 로 나타났다. 잎의 turn over time는 자연생육 잘피는 5월에 최고 $49.9 \pm 0.0\text{day}$ 이고, 8월에 최저 $38.6 \pm 2.4\text{day}$ 로 나타났고, 이식 잘피는 5월에 최고 $48.1 \pm 1.3\text{day}$ 이고, 3월에 최저 $30.1 \pm 1.6\text{day}$ 로 나타났다.

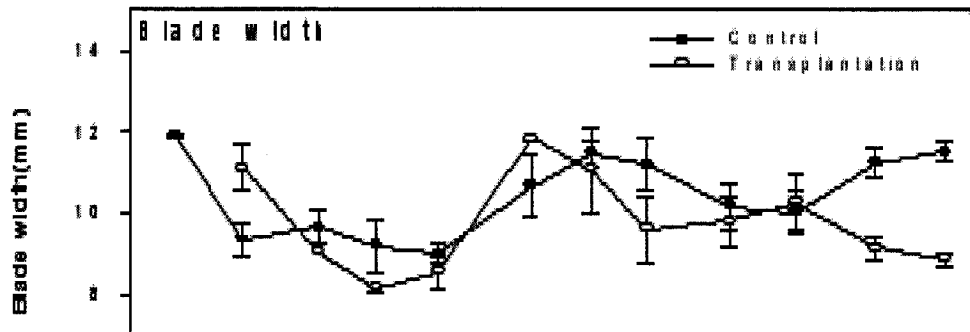
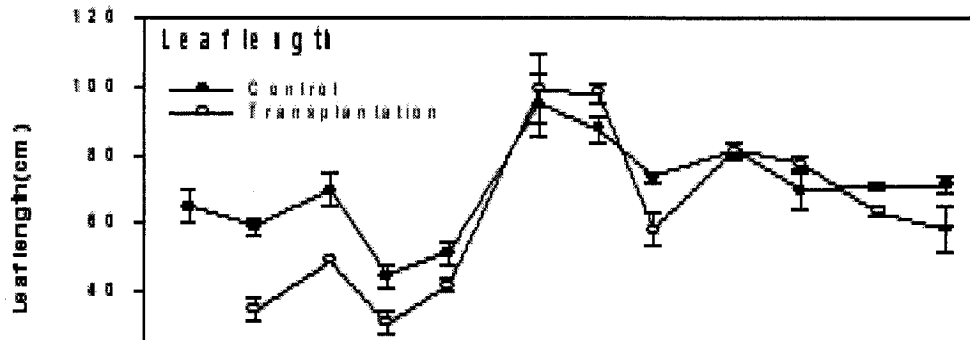
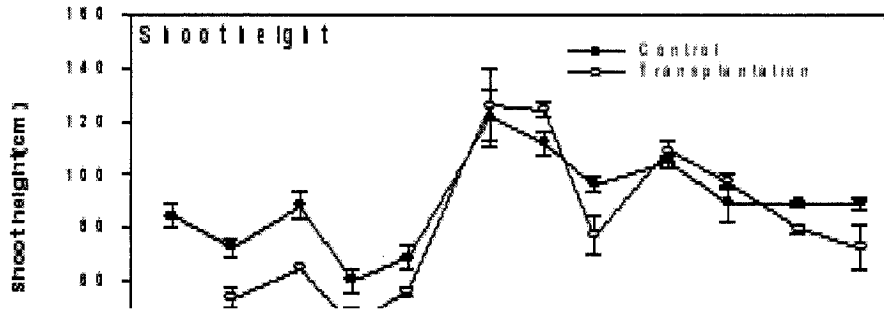


그림 2-2-4-5. 월별 평균 지상부 길이, 잎의 길이 및 잎의 폭 변화.

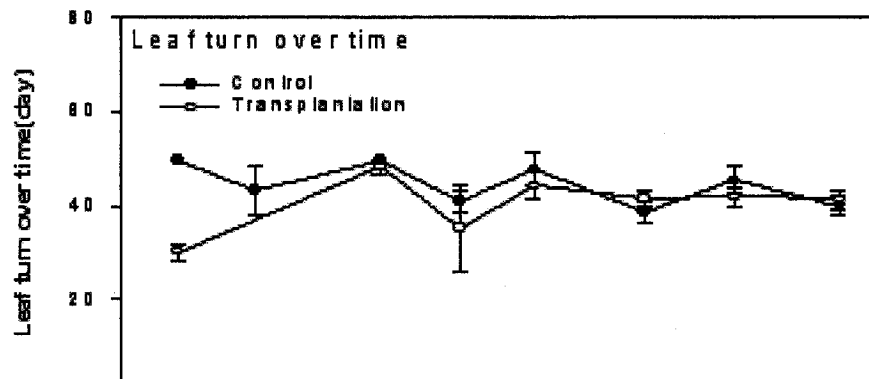
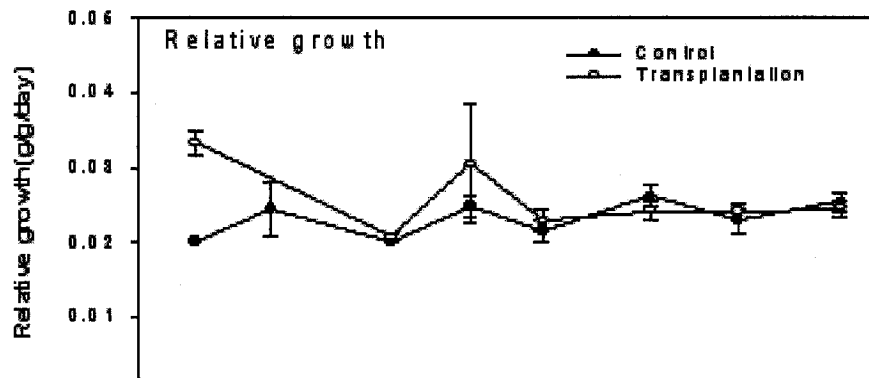
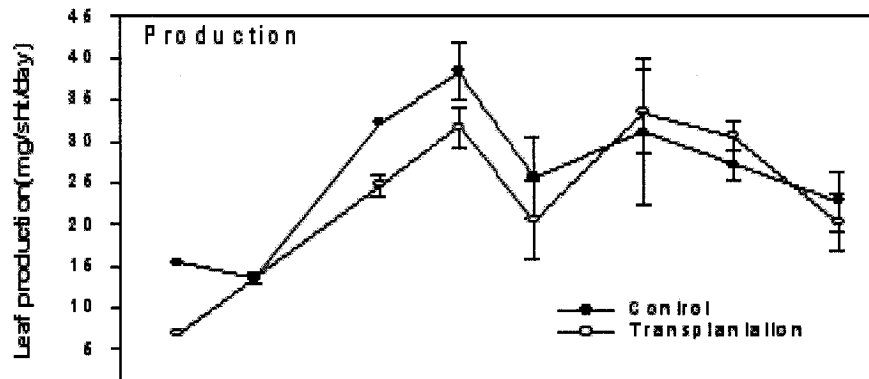


그림 2-2-4-6. 월별 평균 잎의 생산성, 상대성장 및 turn over time 변화.

4) 바다목장화 지역에서의 이식 가능 지역탐색

바다목장화 이식가능지역은 선박을 이용하여 금오도 주변 및 가막만 하부를 중심으로 설문조사 및 직접잡수를 통하여 이식가능 지역을 탐색하였다. 금오도 주변은 두포, 적포, 심포, 안도 북부해역, 장지, 연도, 역포, 안도 해수욕장, 우왕리를 조사하였고, 가막 만 하부 지역은 정목, 야도, 자봉도, 제도, 월호, 화태도, 작금, 송도를 조사하였다. 두포지역은 예전에는 잘피가 존재하였으나, 방파제가 양방향으로 설치되어 있고, 바닥은 자갈 및 모래가 존재하였다. 적포 지역은 방파제가 오른쪽으로 2개 설치되어 있었다. 심포 지역은 예전에는 잘피가 존재하였으나, 방파제가 설치되어 있고, 입구는 암반으로 둘러싸여 있었다. 안도 북부해역 자연 잘피가 존재하고 현재 이식을 하여 생존하고 있는 지역이며, 장지는 예전에 잘피가 있었으나 바닥은 자갈로 이루어져 있었다. 연도지역은 바위 및 자갈이 존재하며, 바닥은 모래질로 바닥이 보였다. 역포 지역은 예전에도 잘피는 없었으며, 바닥은 자갈밭이었다. 안도해수욕장은 바닥은 자갈밭이며, 잘피는 없었고, 우왕리는 옛날 잘피가 있었던 곳이었으나 방파제 및 주변만 안쪽에는 콘크리트로 둘러싸여 있었다. 정목은 잘피가 많이 존재하고 있으며, 어류의 산란장 및 생육장으로의 역할을 하고 있다. 야도는 삼각형 형태의 남부지역에 잘피가 존재하고 있었고, 자봉도의 경우 잘피가 존재하고 있으며 야도와 비슷한 남동부에 분포하고 있었다. 제도의 북부에는 자연 잘피가 분포하고 있고, 남부에는 0.5ha의 이식된 잘피가 생육하고 있었다. 월호는 황토적치장 및 방파제가 많이 설치되어 있으며, 잘피가 일부 분포하고 있었다. 화태도 주변에는 잘피가 분포하고 있으며, 특히 북동부 지역에는 많은 잘피가 생육하고 있었다. 작금은 바위가 많고 수심이 가파르며, 잘피가 존재하지 않았다. 송도의 장구섬에는 많은 잘피가 존재하는 것으로 조사되었다. 이상과 같이 금오도 및 가막만 하부지역을 탐색하여 본 결과 금오도 주변 지역은 안도에 일부 이식이 가능하나, 수심이 깊어지면 탁도 등에 의하여 빛이 절대적으로 부족하여 잘피가 생육하는데 지장을 초래할 가능성도 있을 것으로 판단된다. 또한 가막만 하부 지역의 제도에는 일부 이식을 하였지만 이식보다는 현재 생육하고 있는 잘피의 보전과 보호를 위한 대책이 마련 되어야 할 것으로 판단된다.

5) 어류군집조사

가) 종조성

조사기간 동안 출현한 어종은 총 5목 13과 19종으로, 그 중 농어목(Perciformes) 어류가 4과 7종이 출현하여, 출현종수의 36.8%를 차지하여 가장 많이 출현하였고, 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 5과 6종으로 출현종수의 31.6%, 청어목(Clupeiformes)과 큰가시고기목(Gasterosteiformes) 어류는 1과 2종이 출현하여 출현종수의 10.5%, 복어목(Tetraodontiformes) 어류는 2과 2종이 출현하여 출현종수의 10.5%를 차지하였다(표 2-2-4-1).

과별로 출현한 종수는 망둑어과(Gobiidae)에 속하는 어류가 4종이 출현하여 가장 많은 출현종수를 보였다.

나) 계절별 양적변동

조사기간 동안 잘피밭에서 출현한 어류의 개체수와 생체량은 각각 324개체, 1,953g으로 나타났다. 우점종으로 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)가 80개체가 출현하여 전체 개체수의 24.7%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 베도라치(*Pholis nebulosa*)와 두줄망둑(*Hippocampus coronatus*)이 42개체가 출현하여 13.0%를 차지하였다(표 2-2-4-2).

계절별 양적변동은 1차 조사시기인 2006년 11월에 6종, 45개체, 315g이 출현하였다. 그 중 베도라치가 15개체가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 두줄망둑이 9개체로 우점하였으며, 양테(*Platycephalus indicus*)와 주둥치, 망둑어과 어류(Gobiidae)는 각각 6개체씩 출현하였다.

표 2-2-4-1. 조사기간 동안 출현한 어류의 종조성

Class	Orders	Families	Species	Abundance (%)
Actinoerygii	Clupeiformes	1	2	10.5
	Gasterosteiformes	1	2	10.5
	Scorpaeniformes	5	6	31.6
	Perciformes	4	7	36.8
	Tetraodontiformes	2	2	10.5
Total	5	13	19	100

표 2-2-4-2. 조사기간 동안 출현한 어류의 양적변동

Species	Month	Nov. ('06)		Feb.		May		Aug.		Nov. ('07)		Total	Abundance (%)
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		-	-	-	-	3	6	-	-	-	-	3	0.9
청멸 <i>Thryssa kammalensis</i>		-	-	-	-	-	-	1	9	-	-	1	0.3
해마 <i>Hippocampus coronatus</i>		-	-	-	-	-	-	14	17	-	-	14	4.3
실고기 <i>Syngnathus schlegeli</i>		-	-	-	-	-	-	17	35	1	2	18	5.6
볼락 <i>Sebastes inermis</i>		-	-	-	-	5	57	-	-	-	-	5	1.5
황점볼락 <i>Sebastes oblongus</i>		-	-	-	-	4	31	5	63	-	-	9	2.8
양태 <i>Platycephalus indicus</i>		6	57	4	49	-	-	-	-	11	81	21	6.5
가시양태 <i>Hoplichthys longsdorfii</i>		-	-	-	-	3	45	2	10	-	-	5	1.5
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>		-	-	-	-	6	81	-	-	9	113	15	4.6
돌꽂망둑 <i>Pseudoblennius percoides</i>		-	-	-	-	11	91	-	-	-	-	11	3.4
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>		6	63	-	-	29	93	41	260	4	33	80	24.7
감성돔 <i>Acanthopagrus schlegeli</i>		-	-	-	-	-	-	1	11	-	-	1	0.3
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>		15	111	6	57	15	73	-	-	6	110	42	13.0
날개망둑 <i>Favonigobius gymnauchen</i>		-	-	-	-	-	-	6	9	-	-	6	1.9
사백어 <i>Leucopsarion petersii</i>		-	-	-	-	-	-	7	6	-	-	7	2.2
두줄망둑 <i>Tridentiger trigonocephalus</i>		9	51	1	4	14	74	10	37	8	15	42	13.0
망둑어과 어류 Gobiidae		6	15	4	13	-	-	15	66	4	9	29	9.0
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>		-	-	-	-	-	-	4	24	-	-	4	1.2
복섬 <i>Takifugu niphobles</i>		3	18	-	-	1	9	5	27	2	18	11	3.4
Total		45	315	15	123	91	560	128	574	45	381	324	100
Number of species		6		5		10		13		8			

* [N: Number of individuals, W: Weight (g)]

2차 조사시기인 2007년 2월에는 5종, 15개체, 123g 출현하였다. 그 중 베도라치가 6개체가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 양태와 망둑어과 어류는 각각 4개체씩 출현하였다.

3차 조사시기인 2007년 5월에는 10종, 91개체, 560g이 출현하였다. 그 중 주둥치가 29개체가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 베도라치가 15개체로 우점하였으며, 두줄망둑(*Tridentiger trignocephalus*)은 14개체가 출현하였다.

4차 조사시기인 2007년 8월에는 13종, 128개체, 574g이 출현하였다. 그 중 주둥치가 41개체가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 실고기가 17개체로 우점하였으며, 망둑어과 어류는 15개체가 출현하였다.

5차 조사시기인 2007년 11월에는 8종, 45개체, 381g이 출현하였다. 그 중 양태가 11개체가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 쥐노래미가 9개체로 우점하였으며, 두줄망둑이 8개체로 우점하였다.

다) 어류군집의 생태지수

어류 군집의 생태지수를 살펴보면, 다양도지수는 조사기간 중 13종이 출현한 2007년 8월에 가장 높았고, 6종이 출현한 2006년 11월에 가장 낮게 나타났다. 균등도지수는 출현종들의 개체수가 균등하게 나타난 2006년 11월에 가장 높았고, 출현종 중 주둥치, 실고기, 해마의 개체수가 월등한 2007년 8월에 가장 낮게 나타났다.

우점도지수는 출현종수에 비해 개체의 우점도가 높은 2007년 02월에 가장 높았고, 출현종수에 비해 개체의 우점도가 낮은 2007년 02월에 가장 낮게 나타났다(표 2-2-4-3).

라) 군집분석

월별 종조성에 의거한 집괴분석을 실시한 결과, 2006년 11월과 2007년 11월이 0.02로서 가장 가까운 하나의 그룹으로 나타났고, 2007년 5월과 2007년 8월은 0.44로 다른 그룹으로 나타났다. 그리고 2006년 11월과 2007년 8월이 0.50로 유사하지 않았다(그림 2-2-4-7).

표 2-2-4-3. 조사 시기별 종조성에 의거한 생태지수

Time	Diversity	Evenness	Dominance
'06. 11.	1.68	0.94	0.53
'07. 02.	1.25	0.90	0.67
'07. 05.	1.96	0.85	0.48
'07. 08.	2.13	0.83	0.45
'07. 11.	1.90	0.91	0.44
Mean	1.27	0.63	0.37

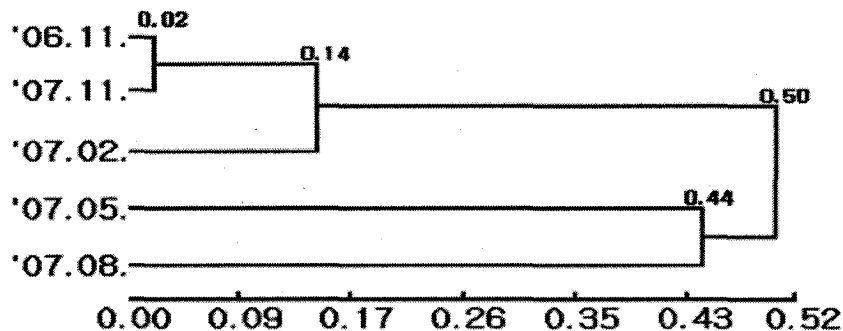


그림 2-2-4-7. 종조성에 기초한 조사 시점별 유사도.

라. 참고문헌

- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University press, 437.
- Kentula, M.E., C.D. McIntire, 1986. The autecology and production dynamics of eelgrass in Netarts Bay, Oregon. *Estuaries*, 9: 188-199.
- Lee, K.-S., K.H. Dunton, 1996. Production and carbon reserve dynamics of the seagrass *Thalassia testudinum* in Corpus Christi Bay, Texas, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 143: 201- 210.
- Zieman, J. C., 1974. Methods for the study of growth and production of turtle grass, *Thalassia testudinum* Koing. *Aquaculture*, 4: 139-143.
- 김용억, 김용문, 김영섭, 1994. 한국근해 유용어류도감. 국립수산진흥원, 299.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727.
- 해양수산부, 2005. 해양환경공정시험방법. 400.

5. 방류용 건강종묘 생산

가. 서론

최근 어류종묘생산 기술의 비약적인 발전으로 대량의 종묘가 한정된 사육시설 내에서 집약적으로 생산이 가능하게 됨에 따라 많은 어종에 있어 계획 생산이 가능하게 되어 양적인 문제가 해결됨으로써 방류량도 매년 증가 추세를 나타내고 있다. 특히 전남 다도해형 바다목장의 경우 자원증대를 위하여 어장 조성 사업과 함께 방류에 의한 자원조성 사업이 실시되고 있으며, 자원 조성을 위한 주요대상어종으로 황점볼락이 선정됨으로써 건강한 종묘의 안정적인 생산이 더욱 중요시 되고 있다.

황점볼락은 양볼락目, 양볼락科, 양볼락屬에 속하며 연안의 암초 등을 은신처로 하여 서식하며, 저수 온에 강하여 겨울철 수온이 낮은 우리나라 연안에서도 월동이 가능한 연안 정착성 어종으로 최근에는 양식용으로는 물론 연안자원 조성에도 중요한 어종으로 평가되어지고 있다(Chyung, 1977; Chang and Han, 1995; Kwak *et al.*, 2006; Yoon *et al.*, 2007). 한편 최근에는 남해안을 중심으로 황점볼락의 자원이 급격히 감소되어 인공종묘생산을 통해 방류사업이 실시되고 있다. 그러나 황점볼락은 국내 주요 양식대상종이며 대표적인 볼락류인 조피볼락과는 달리 건강한 종묘를 위한 우량친어 확보 및 관리 기술과 체계적인 종묘생산기술이 부족하여 건강한 종묘의 안정적인 생산이 절실히 요구되고 있다. 이러한 건강종묘의 안정적 생산기술은 양식용 종묘로서 뿐만 아니라 방류용 종묘의 방류 효과 향상을 위하여 중요한 의미를 갖는다.

건강한 종묘의 안정적인 생산을 위해서는 우선적으로 건강한 친어를 확보해야하며, 여기에 확보된 친어의 효율적인 관리를 위한 사육기술이 함께 요구된다.

따라서 본 연구에서는 효과적인 자원조성을 위한 방류용 황점볼락의 효율적인 친어관리 및 친어 산출 유도를 위한 적정 암·수비 및 암·수 교미시기 구명을 통하여 우량종묘의 안정적 생산을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

나. 재료 및 방법

1) 친어확보 및 사육관리

본 연구에 사용된 황점볼락 친어는 경남 통영 옥지도 부근에서 통발과 낚시로 채포된 황점볼락을 해상가두리에서 6개월 이상 사육관리하여 온 자연산 황점볼락 성어로서, 9월말에 확보하여 경남 통영시 산양면 해상가두리시설(6×6×5m)에서 기존에 사육되고 있는 황점볼락 성어와 함께 수용하였다(그림 1-5-1). 사료는 냉동된 어린 갈치, 까나리, 전갱이와 같은 생사료와 어분을 섞은 MP(8:2)사료를 연구실에서 자체 제작한 특수영양제를 첨가한 친어용 전용사료를 1일 2회 공급하여 관리하였다.

2) 친어의 암수 판별

황점볼락 친어의 암수 판별과 관리를 위해 친어를 가두리 수용 전 어류전용 진정·마취제(AQUI-S, New Zealand) 150 ppm에서 진정시킨 후, 전장, 체장, 체중, 체고를 측정하였으며, 산출 후에도 친어의 암, 수를 구분할 수 있도록 등 근육 부위에 tag gun을 이용하여 Anchor tag 표지를 실시하였다(그림 2-2-5-2). 이 후 확보된 모든 친어에서 혈액채취를 실시하여 난황 단백질(Vitellogenin, VGT)의 측정을 통해, 암수를 판별하려고 하였으나, 친어의 확보시기가 교미시기로 예상되는 9월 말경에 이루어져 암수의 판별이 가능한 생식돌기의 유무로 1차 확인이 가능하였다. 이러한 상황에 맞추어 친어의 생식돌기 돌출 여부에 따라 임시적으로 암수를 구분하였으며, 생식돌기로 구분된 암수 친어의 성을 재확인하기 위하여 구분된 암수 각각 5 마리를 채집하여 어체를 해부하여 생식소를 검출한 후 난소와 정소의 형태를 함께 확인하였다.

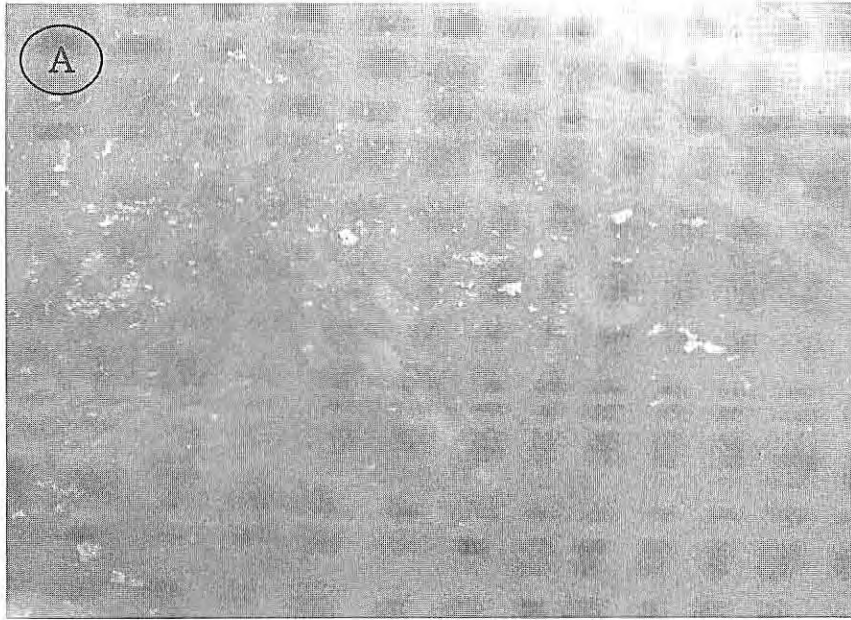


그림 2-2-5-1. 황점블락 친어의 해상가두리 수용 모습.
(A. 확보된 황점블락 친어 B. 해상가두리 수용 모습)

3) 황점블락 암수 친어의 적정 수용비 검토

황점블락 암수 친어의 적정 수용비를 조사하기 위하여, 암수 구분된 친어를 해상가두리 시설에 6×6×5m 해상가두리를 3곳으로 나누어 각각 암수를 30:30(1:1), 30:60(1:2), 30:90(1:3)으로 수용하여 산출시기 전까지 사육관리 하였다. 사료는 냉동 까나리와 고등어, 또는 친어전용 MP사료를 1일 2회 공급하였다. 이 후 해상가두리 수온이 10~12℃인 12월 중순이후 시기에 육상 수조식 양식장에 각 수용비별로 복부가 팽대된 황점블락 암컷만을 선별하여 수용 한 후, 수온 9~10℃에서 산출 시까지 관리하여 암수 수용비에

다른 황점볼락 자어의 산출량을 조사하였다. 현재 예년보다 높은 수온의 유지로 암컷의 자연산출시기를 기다리고 있는 상태이며, 이에 따라 우선적으로 각 암수 수용비 별로 복부가 팽대된 암컷의 비율과 각 수용비별 생존율을 조사하였다.

4) 암수 교미시기 조사

황점볼락 친어의 암수 교미시기를 조사하기 위하여 친어의 가두리 수용 후 매일 암수 3 마리를 무작위로 heparin-Na (sigma, 100,000units, 2.5mg/mL) 처리된 3 ml 일회용 주사기로 미병부에서 혈액을 채취 후 혈청을 분리하여 암수의 estradiol-17 β , testosterone (T), progesterone 농도를 방사면역측정법 radioimmunoassay (RIA)에 의해 측정하였다. 또한 생식소의 발달과정을 조사하기 위해 각각 암수 3 마리의 간과 생식소를 적출하여 간중량지수(Hepatosomatic index, HSI)와 생식소중량지수(Gonadosomatic index, GSI), 비만도(Condition factor, CF)를 아래식과 같이 산출하였다.

$$\begin{aligned} \text{비만도(condition factor, CF)} &= \text{체중} \times 10^3 / \text{전장}^3 \\ \text{생식소중량지수(gonado somatic index, GSI)} &= \text{생식소중량} \times 100 / \text{체중} \\ \text{간중량지수(hepato somatic index, HSI)} &= \text{간중량} \times 100 / \text{체중} \end{aligned}$$

5) 방류용 건강종묘 생산

방류용 건강종묘 생산을 위해 교미시기 조사외에 기타 확보된 친어를 가두리에서 사육관리하여 12월에 육상수조에 복부가 팽대된 암컷만을 선별, 슈용하여 종묘생산을 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) VGT 및 생식소를 통한 암수 확인

생식돌기 유무를 통한 암수의 판별에 대해 확인하기 위하여 실시한 생식소의 확인 여부 및 VGT를 표 2-2-5-1과 그림 2-2-5-3에 나타내었다. 생식돌기가 돌출된 친어의 생식소는 정소로 확인되었으며, 생식돌기가 미돌출된 친어의 생식소는 난소로 확인되었다. VGT에서는(실험 후 추가) 어류에 있어 난소의 성숙은 여포세포층에서 생성, 분비된 estradiol-17 β 의 자극에 의하여 간세포 내에서 난황단백전구체(Vitellogenin)의 상태로 생합성된 후, 혈중으로 방출되어 혈류를 따라 난모세포 내에 축적됨으로써 이루어진다(Pickering and Dockray, 1972; Aida *et al.*, 1973; Pickering, 1976; Cambell and Jalabert, 1976; Wallace and Selman, 1981; Wiegand, 1982). 이러한 VGT를 통해 난소의 성숙단계를 간접적으로도 추정할 수 있으며, 생식소 초기에 암수 구별이 가능해 종묘생산을 하는데 있어 친어관리를 계획적으로 할 수 있다(Han *et al.*, 1995). 본 연구에서도 황점볼락의 생식돌기 돌출 전에는 외형적으로 암수 판별이 어려워 VGT를 이용한 암수 판별을 실시해 선별함으로써, 안정적인 친어관리를 시도하려고 하였다. 그러나 황점볼락 친어 확보 당시(9월말), 이미 수컷의 생식돌기가 돌출되어 있어 암수의 구별이 가능한 상태였으며, tagging 작업과 병행해, 혈액채취라는 2중의 과도한 스트레스를 주는 것은 교미율이나 자어 산출량에 악영향을 줄 수 있을 것으로 판단되어, 생식돌기 유무로 암수를 판별하고, 장기적이고 체계적인 친어관리를 위해 tagging 작업만을 실시하였다. 또한 VGT는 초기 생식소의 암수 판별뿐만 아니라 건강한 친어 관리를 위해 월별 난황 성숙단계 조사가 요구된다.

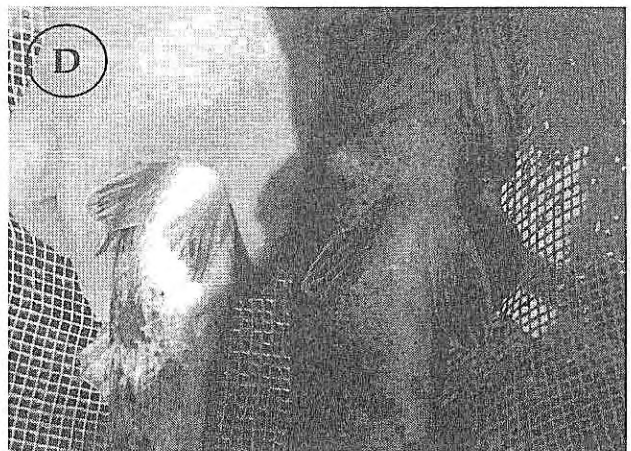
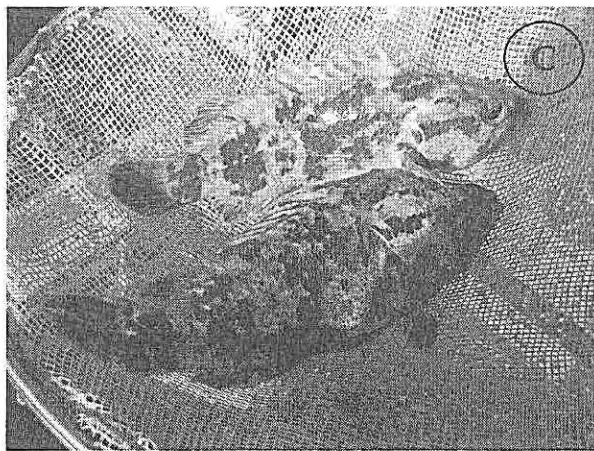
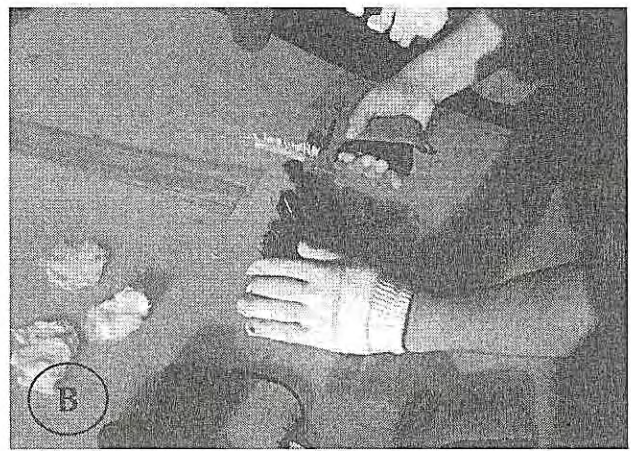
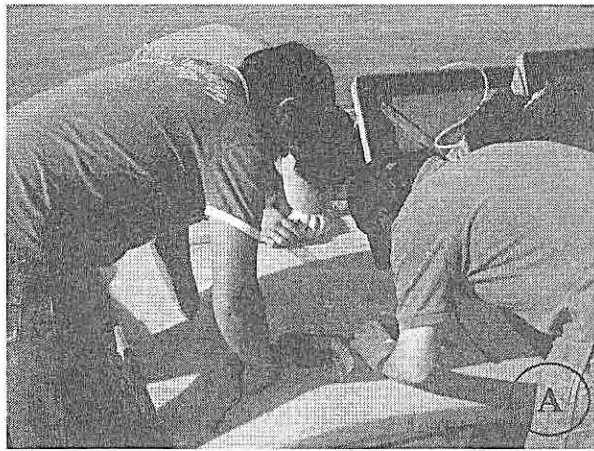


그림 2-2-5-2. 황점볼락 표지작업과 생식돌기 유무로 구분된 황점볼락 친어.

A, B: 표지작업 모습, C, D: 생식돌기 유무로 구분된 황점볼락 암수

표 2-2-5-1. 생식돌기 유무에 의한 암수 구분에 따른 생식소 확인

No.	Genital papilla	Body weight (g)	Total length (cm)	Gonad
1	○	380.4	27.5	T
2	○	293.5	25.3	T
3	○	257.9	25.8	T
4	○	234.2	24.1	T
5	○	282.6	26.2	T
6	×	483.7	31.4	O
7	×	543.4	33.0	O
8	×	511.5	31.9	O
9	×	477.9	30.5	O
10	×	500.3	30.2	O

* Testis, ** Ovary

표 2-2-5-2. 확보된 자연산 황점볼락 암수 친어의 수 및 어체측정

	Male	Female
Number of fish	195	129
Mean		
body weight (g)	467.2±64.6	282.4±40.8
total length (cm)	30.79±1.35	25.91±1.29
body length (cm)	27.03±1.23	22.60±1.16
body height (cm)	7.01±0.63	5.54±0.71

3) 황점볼락 암수 친어의 적정 수용비 조사

황점볼락 암수 친어의 수용비에 따른 암수 각각의 생존율은 85~90%를 나타내었는데, 특히 크기가 작은 수컷에서 폐사율이 암컷에 비해 2배 높았다. 복부가 불러온 어미수와 자어 산출 수에 대한 조사는 12월 14일 현재까지 암컷의 자연 산출이 이루어지지 않고 있어, 수용비에 따른 자어의 산출량의 직접적인 조사는 진행 중에 있으며, 12월 17일 복부가 팽대한 암컷을 육상수조에 수용하면서 복부 팽대 암컷 비율을 조사한 결과 1:1과 1:2에 각각 80.0, 83.3%를 나타내었고 1:3에서 26 마리로 총 86.6%를 나타내 1:3이 높았다. 윤(2006)은 황점볼락 암수 성비를 1:1과 1:2로 수용하였을 때, 1:2에서의 1 마리당 산출량이 더 높다고 하였다(표 2-2-5-3). 본 연구에서는 아직 산출이 이루어지지 않아 직접적인 비교는 어려우나, 복부가 팽대된 암컷의 비율로만 본다면 1:3의 수용비에서 가장 많아, 수컷의 비율이 높을수록 산출량 또한 높아질 것으로 예상될 수 있다. 그러나 실제 산출 시에는 무수정란과 같이 자어 산출이 이루어지지 않을 수 있어, 산출량에 대한 조사가 진행된 후 적정 수용비에 대한 결론 내릴 수 있을 것이다.

표 2-2-5-3. 황점볼락 암수 수용비에 따른 생존율 및 복부 팽대된 암컷수와 비율

♀:♂	Survival rate (%)	Female with expanded abdomen (ind.)	ratio (%)
30:30(1:1)	85.0	24	80.0
30:60(1:2)	87.7	25	84.0
30:90(1:3)	90.0	26	88.0

4) 황점볼락의 친어의 교미시기 조사

가) GSI, HSI, CF

황점볼락 암수 친어의 GSI, HSI, CF를 그림 2-2-5-4, 2-2-5-5, 2-2-5-6에 나타내었다. GSI에서는 9월에 수컷이 1.87 ± 0.45 를 나타내었으며, 10, 11, 12월에는 각각 1.34 ± 0.39 , 0.77 ± 0.24 , 0.14 ± 0.12 를 나타내 점차 감소되었다. 암컷은 9월에 3.39 ± 1.12 에서 계속 증가되어 12월에는 40.68 ± 6.36 으로 급격히 증가하였다. HSI에서는 수컷이 9월에 3.07 ± 0.11 에서 점차 감소되어 11월에는 1.39 ± 0.14 로 감소되었으나, 12월에는 다시 2.13 ± 0.23 으로 증가되었다. 암컷은 9월에 2.07 ± 0.09 에서 11월에는 3.49 ± 0.31 로 증가되었으나, 12월에 0.71 ± 0.14 로 급격히 낮아졌다. CF에서는 수컷은 9월과 11월, 12월에는 각각 14.08 ± 1.27 , 14.80 ± 1.94 , 14.03 ± 1.53 을 나타내었으나, 10월에는 16.23 ± 2.18 로 9,11,12월에 비해 높은 값을 나타내었고, 암컷은 9월에 16.06 ± 2.1 을 10월, 11월에는 각각 17.11 ± 0.79 , 18.94 ± 1.42 로 증가되는 경향을 보였으나, 12월에는 17.49 ± 1.06 으로 다시 낮아졌다. 이러한 GSI의 HSI 변화는 황점볼락의 수컷이 암컷에 비해 먼저 성숙되고, 수컷의 성성숙시기가 암컷에 비해 약 3개월 정도 빠르며, HSI의 경우 GSI가 최대치를 나타내기 1~2개월 전 최대치를 나타낸다(Chang *et al.*, 1995)는 결과와 일치하며, CF에서는 암컷이 서서히 상승하는 경향을 보였으나, Chang *et al.* (1995)은 황점볼락의 CF가 4~5월에 최대값을 보이며, 이시기에 어육수율이 높은 것으로 보고하고 있으나, 김(1994)은 11월에 암컷의 비만도가 최고로 달했으며, 수컷의 경우 4월에 최고로 달한 것으로 보고해, 성성숙과 연관되어 있기 보다는 개체간의 차이인 것으로 보인다.

나) 혈중 sex steroid hormone 농도

황점볼락 암수 친어의 혈중 성 steroid hormone 농도를 조사한 결과를 그림 2-2-5-7과 2-2-5-8에 나타내었다. 암컷의 estradiol-17 β 의 농도는 10월에 0.11ng/ml 에서 0.90ng/ml 을 크게 증가되었고, testosterone은 10월에 9.05ng/ml 에서 11월에는 1.91ng/ml 으로 크게 감소되었으며, progesterone에서는 10월에 0.60ng/ml , 11월에는 0.40ng/ml 로 감소되었다. 수컷의 testosterone은 10월에 4.83ng/ml 을 나타내었으나 11월에 1.00ng/ml 으로 급격히 감소하였으며, progesterone 역시 10월에 0.37ng/ml 에서 11월에 0.15ng/ml 로 감소되었다. 본 연구에서는 10~11월의 단기적인 조사만이 실시되어 전체적인 결론을 도출하기는 어려우나, 수컷의 경우 GSI가 감소되는 시기인 10월~11월에서 testosterone과 progesterone이 낮아지는 경향을 나타내었으며, 이는 조피볼락에서 대부분의 암컷들이 임신상태에 들어갈 때 estradiol-17 β 의 농도가 급격히 감소하고, 수컷의 경우 testosterone의 농도가 교미시기 이전에 최고치를 나타낸 후 감소된다(Baek *et al.*, 2000)는 보고와 유사한 경향을 나타낼 것으로 보이나, 결론을 내리긴 어렵다. Chang *et al.* 이 황점볼락은 출산이 이루어지는 12~1월의 약 2~3개월 전인 10월에 교미가 이루어진다고 보고하였으며, 본 연구에서의 GSI와 HSI에서도 이전 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 황점볼락의 적정 교미시기는 10월에 이루어지는 것으로 생각 될 수 있으나, 보다 명확한 교미시기를 구명하기 위해서는 1년간의 다각도의 생식주기 조사를 통한 종합적인 결론 도출이 요구된다.

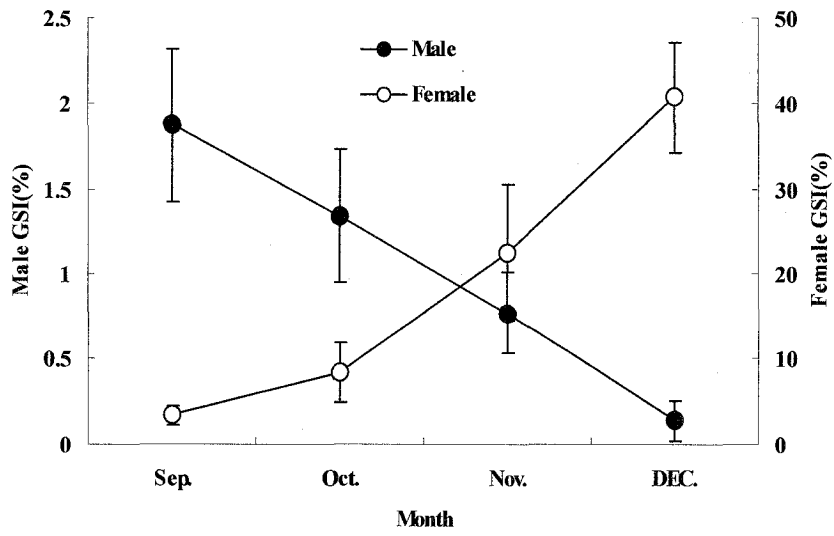


그림 2-2-5-4. 황점볼락 암수 친어의 월별 GSI 변화.

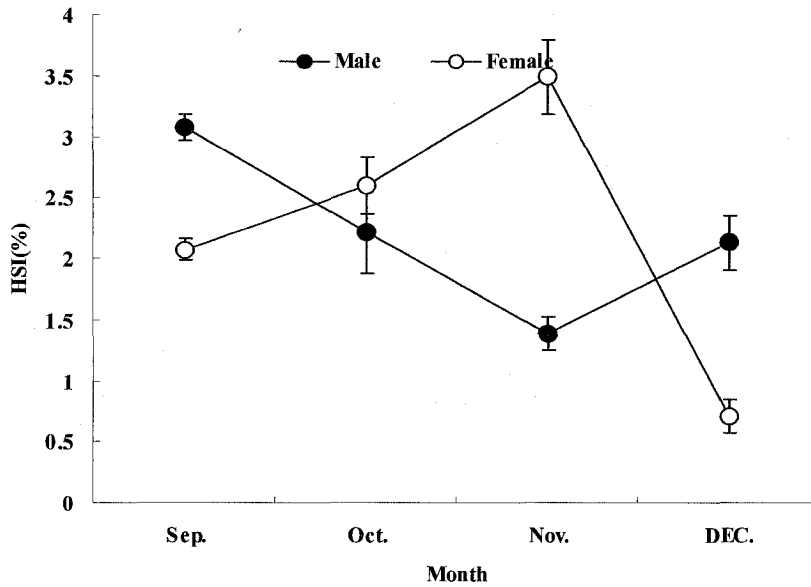


그림 2-2-5-5. 황점볼락 암수 친어의 월별 HSI 변화.

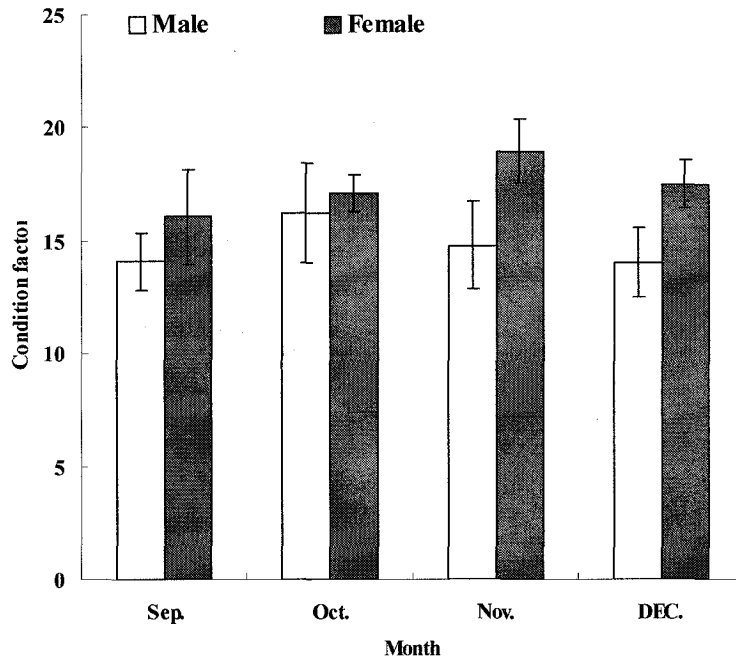


그림 2-2-5-6. 황점볼락 암수 친어의 월별 비만도(CF) 변화.

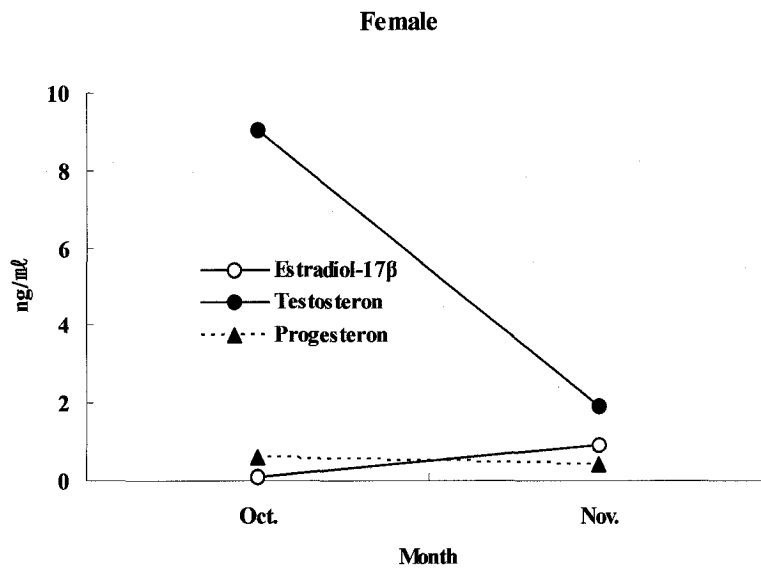


그림 2-2-5-7. 황점볼락 친어 암컷의 월별 estradiol-17 β , testosterone, progesterone 변화.

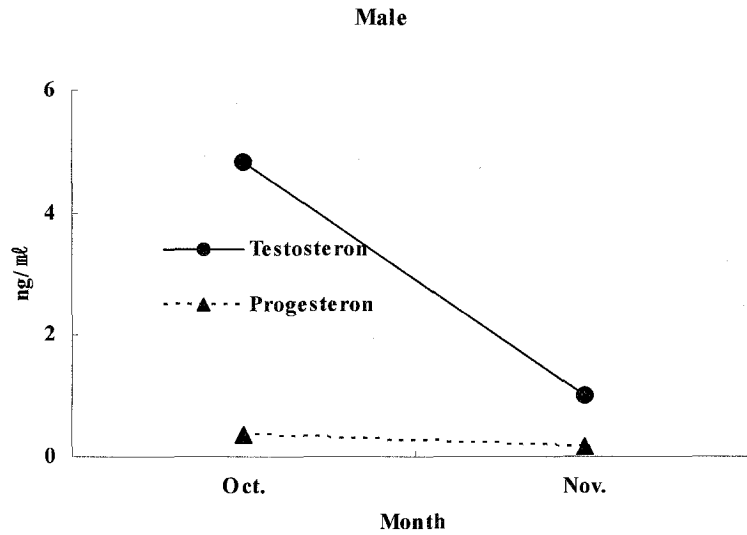


그림 2-2-5-8. 황점블락 친어 수컷의 월별 testosterone progesterone 변화.

5) 방류용 건강종묘 생산

방류용 건강종묘 생산을 위해 관리된 친어에서 12월말에 자어산출을 시작하여 1월 초까지 종묘를 확보하여 관리하였다. 이때 산출된 자어의 평균 전장은 4.62 ± 1.22 mm(n-200)이었으며, 초기에 영양 강화된 rotifer를 공급하여 사육하여 관리 중에 있다.

라. 참고문헌

- Aida, K., P.-V. Ngan and T. Hibiya, 1973. Physiological studies of gonadal maturation of fish-I. Sexual difference in composition of plasma protein of ayu in relation to gonadal maturation. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 39: 1091~1106.
- Baek, J.M., C.H. Han, D.J. Kim, C.W. Park and K. Aida, 2000. Reproductive Cycle of a Rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Kor. Fish. Soc., 33(5): 431-438.
- Campbell, C.M. and B. Jalabeert, 1979. Selective protein incorporation by vitellogenin Salmogaridnen oocytes in vitro. Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys., 19: 429-437.
- Chang, Y.J., H.K. Lim and G.B. Soon, 1995. Gonadal Maturation and Reproductive Cycle in Oblong Rockfish, *Sebastes oblongus*. J. of Aquaculture, 8(1): 31-46.
- Han, C.H., M.H. Yang, J.M. Paek, S.K. Lim and K. H. Kim, 1995. Enzymeimmunoassay for the Plasma Vitellogenin and Early Determination of Ovarian Maturation in Red Seabream, *Pagrus major*. J. of Aquaculture, 8(1): 1~19.
- Chyung, M.K., 1997. The Fishes of Korea. Iijisa, Seoul, Korea, 1-506.
- Kim, S.H., 1994. Birth Ecology and Larvae Culture of the Oblong Rockfish, *Sebastes oblongus*. Master Thesis. Nat. Fish. Univ. Pusan, 9~13.
- Kwak, E.J., K.W. Lee, S.W. Yang, N.H. Choi, C.K. Park, K.H. Han and W.K. Lee, 2006. Gonadal Development and Sex Ratio of Artificial seedlings of the Oblong Rockfish, *Sebastes oblongus*. J. Kor. Fish. Soc., 39(3): 297-302.
- Pickering, A.D. and G.J. Dockray, 1972. The effects of gonadectomy on osmoregulation in the migration liver lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L). Comp. Biochem. Physiol. 41A, 139-147.
- Pickering, A.D., 1976. Effects of gonadectomy, estradiol and testosterone on the migrating liver lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L). Gen. Comp. Endocrinol., 28: 473-480.
- Wallace, R.A. and K. Selman, 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Am. Zool, 21: 325-343.
- Wiegand, M.D., 1982. Vitellogenesis in fish. In: Reproductive Physiology of fish. C. J. J. Richter and H. J. Goos. ed. Pudoc, Wageningen, 136-146.
- Yoon, S.J., H.G. Hwang, K.H. Park, S.J. Han, Y.H. Lee, D.H. Kim and J.W. Kim, 2007. Early Gonadogenesis and Sex Differentiation of the Oblong Rockfish, *Sebastes oblongus*. J. of Aquaculture, 20(1): 47-50.

제3절 해양환경 및 자원평가

1. 해양환경

가. 해수유동

1) 조사개요

전남 바다목장 해역의 해수유동 특성을 파악하기 위하여 조석자료 분석 및 조류관측을 수행하였다 (그림 2-3-1-1과 그림 2-3-1-2).

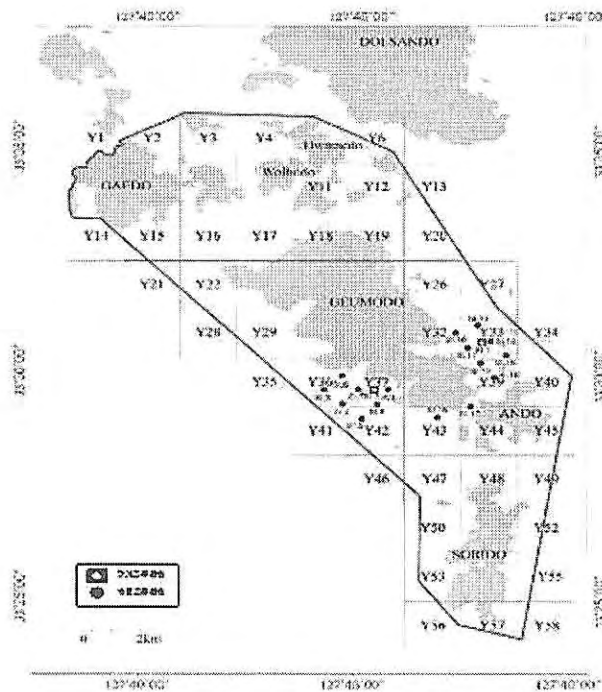


그림 2-3-1-1. 해수유동 관측정점.

2) 재료 및 방법

가) 조석자료

(1) 조사개요

조석자료 분석은 국립해양조사원 검조소 자료 및 기존 분석 자료를 취득하여 조석조화상수 및 비조화상수 자료를 정리하였다.

(2) 조석조화분석

실측 및 검증한 조석자료의 조석조화상수 및 비조화상수를 얻기 위하여 다음과 같이 조화분해를 행하였다. 임의시의 조위는 다음의 식(2-3-1)과 같이 여러 분조의 합으로 표시할 수 있다.

$$\eta(t) = Z_0 + \sum_i f_i H_i \cos[(v_0 + u)_i + n_i t - k_i] \quad (2-3-1)$$

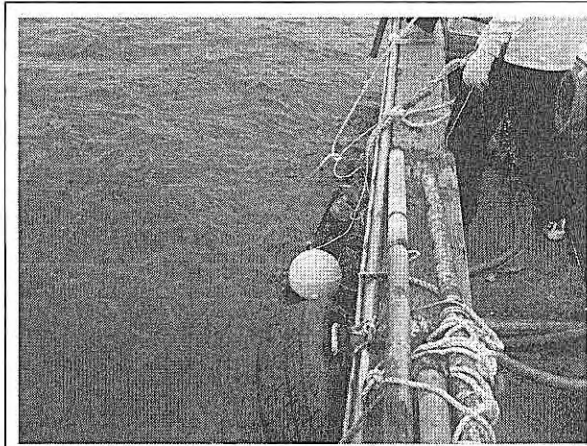


사진 1. RCM 9 투하 전(1).

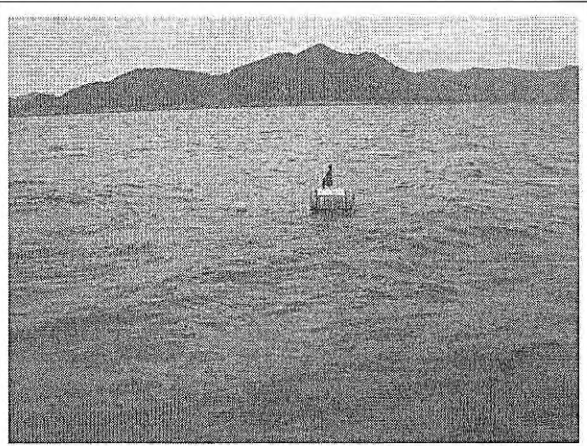


사진 2. RCM 9 투하(1).

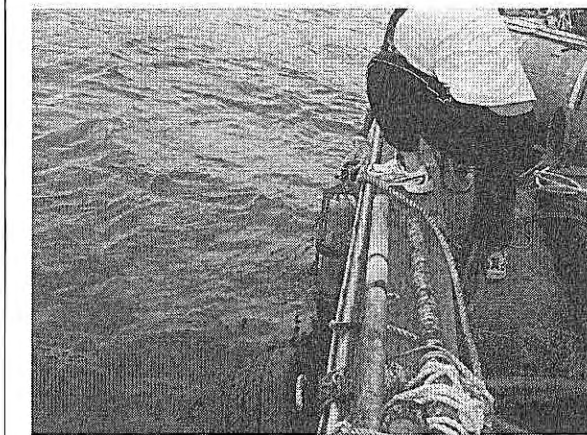


사진 3. RCM 9 투하 전(2).

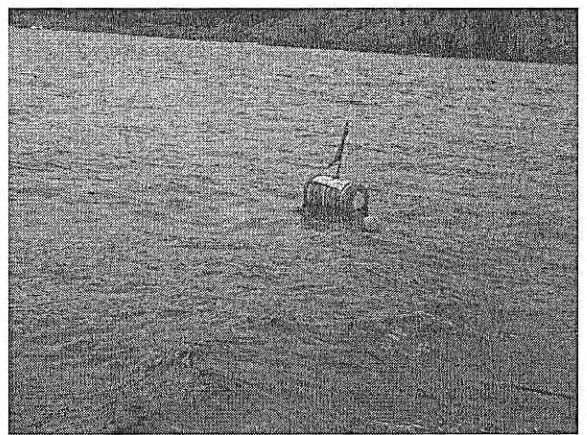


사진 4. RCM 9 투하(2).



사진 5. 105 유속계 관측전.

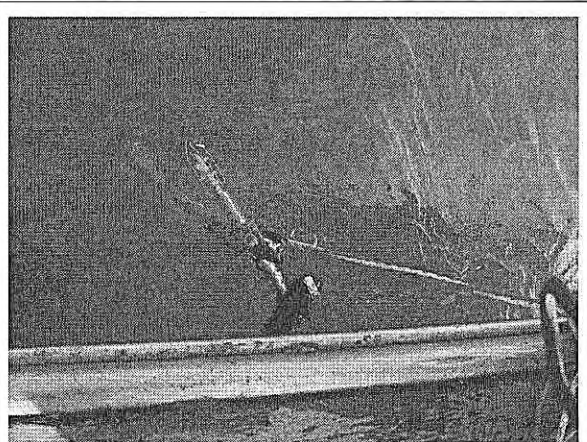


사진 6. 105 유속계 관측.

그림 2-3-1-2. 해수유동 관측사진.

식(2-3-1)에서 여기서, Z_0 는 평균해면, f_i 및 $(v_0 + u)_i$ 는 각 분조의 천문상수, H_i 는 각 분조의 반조차 (진폭), t 는 시간, n_i 는 각 분조의 각속도, 그리고 k_i 는 각 분조의 지각이다. 위 식에서 H_i 와 k_i 는 조

화상수이며, 조화상수를 구하는 계산을 조화분석이라고 한다. 비조화상수는 조화상수로부터 유도되며, 조석의 특성을 나타내는 상수이다.

나) 조류관측

(1) 관측개요

조류자료는 2007년 10월 9일~24일까지 15일간 정점 St. 1과 St. 2에서 도플러 유속계(RCM-9, AANEDRAA, NORWAY)를 수면 하 2m에 계류하여 10분 간격으로 현장관측을 실시하여 수집하였다. 층별 조류관측은 2007년 10월 17일(소조기) 및 10월 23~24일(대조기)에 16개 정점(St. 3~St. 18)에서 창·낙조 시에 직독·메모리식 유향유속계(Valeport 105, UK)를 이용하여 표층, 중층 및 저층의 유향과 유속을 관측하였다(그림 2-3-1-1).

(2) 조류조화분석

조화분석은 관측기간이 15일 정도이므로, 유속벡터를 동분 및 북분 유속성분으로 분해한 후, 일주조류, 1/2일주조류, 1/4일주조류 등의 합으로 식(2-3-2)과 같이 표현할 수 있다.

$$V(t) = V_0 + V_1 \cos(15^\circ t - k_1) + V_2 \cos(30^\circ t - k_2) + V_4 \cos(30^\circ t - k_4) + \dots \quad (2-3-2)$$

이것을 Fourier 급수로 전개하면 식(2-3-3)과 같다.

$$V(t) = V_0 + A_1 \cos(15^\circ t) + A_2 \cos(30^\circ t) + A_4 \cos(60^\circ t) + B_1 \sin(15^\circ t) + B_2 \sin(30^\circ t) + B_4 \sin(60^\circ t) \quad (2-3-3)$$

여기서, $V_0 = \frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23} V(t)$

$$A_i = \frac{1}{12} \sum_{t=0}^{23} V(t) \cos(15^\circ t),$$

$$B_i = \frac{1}{12} \sum_{t=0}^{23} V(t) \sin(15^\circ t),$$

$$V_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2},$$

$$k_i = \tan^{-1} \frac{B_i}{A_i} \text{ 이다.}$$

그리고 $i=1$ 의 일주조류는 K_1 , O_1 및 P_1 분조성분, $i=2$ 의 1/2일주조류는 M_2 , S_2 및 K_2 분조성분, 그리고 $i=4$ 의 1/4일주조류는 M_4 및 MS_4 분조성분을 표현한다.

한편, 본 관측결과에서 제시된 유향정보는 각각의 장비들의 자기센서에 의해 구해진 자북(magnetic north) 기준의 시계방향 값을 진북(true north) 기준의 시계방향 값으로 환산하기 위하여 6.55° 만큼 차감하여 보정한 값을 사용하였다.

3) 결과 및 고찰

가) 조석특성

바다목장 주변해역의 국립해양조사원 검조소 자료의 조화분석 결과로부터 조석조화상수 및 비조화상

수 자료를 정리하여 표 2-3-1-1에 나타내었으며, 그림 2-3-1-3 및 2-3-1-4에 각각의 조위면도를 제시하였다.

바다목장 해역의 조석특성을 파악하기 위하여 금오도 인근 해역인 고흥, 여수, 거문도, 통영, 우항에서 관측한 국립해양조사원의 기준조석(표 2-3-1-1a) 및 해수유동 관측기간의 조석자료(표 2-3-1-1b)를 분석하였다.

표 2-3-1-1a. 조사주변해역의 조석조화상수 및 비조화상수(기준조석)

검 조 소		여수 (1965. 4 ~ 1966. 4.)		고흥 (1972. 10. ~ 1984. 10.)		거문도 (1983. 1. ~ 1984. 1.)		통영 (1976. 3. ~ 1977. 2.)		우항 (1977. 4. 9 ~ 1977. 5. 30)	
관측위치		34° 43' 39"N 127° 46' 05"E		34° 28' 36"N 126° 20' 50"E		34° 01' 30"N 127° 18' 39"E		34° 49' 28"N 128° 26' 13"E		34° 30' 29"N 127° 46' 12"E	
조 화 상 수	항목 분조	진폭 (cm)	지각 (°)	진폭 (cm)	지각 (°)	진폭 (cm)	지각 (°)	진폭 (cm)	지각 (°)	진폭 (cm)	지각 (°)
	M2	101.1	253.9	100.6	268.2	89.7	269.8	79.6	248.4	98.2	249.5
	S2	47.4	282.7	44.9	293.7	40.1	294.7	37.0	275.9	40.9	287.6
	K1	20.0	190.7	24.6	184.1	23.4	193.0	14.7	172.6	19.8	211.9
	O1	12.2	152.6	17.7	160.3	16.8	171.2	9.7	149.4	11.8	147.9
평균고조간격		08h 45m		09h 15m		09h 18m		08h 34m		8h 36m	
평균저조간격		14h 57m		15h 26m		15h 30m		14h 45m			
비 조 화 상 수 (cm)	약최고고조위	361.6		375.6		340.0		282.0		341.4	
	대조평균고조위	329.4		333.3		299.8		257.6		309.8	
	평균고조위	282.0		288.4		259.7		220.6			
	소조평균고조위	234.6		243.5		219.6		183.6		228.0	
	평균해면	180.8		187.8		170.0		141.0		170.7	
	소조평균저조위	127.0		132.1		120.4		98.4			
	평균저조위	76.6		87.2		80.3		61.4			
	대조평균저조위	32.2		42.3		40.2		24.4			
	약최저저조위	0.0		0.0		0.0		0.0			
	대조차	297.2		291.0		259.6		233.2			
평균조차	202.4		201.2		179.4		159.2				
소조차	107.6		111.4		99.0		85.2				
조석형태수		0.22		0.29		0.30		0.21			

바다목장 주변해역(기준조석 자료 분석)의 대조평균고조위는 257.6~333.3cm, 평균해면은 141.0~187.8cm, 대조평균저조위는 24.4~42.3cm이며, 대조차는 233.2~297.2cm, 평균조차는 159.2~202.4cm, 소조차는 85.2~111.4cm로 나타났다. 조석형태수는 0.21~0.30로서 만일주조가 우세한 형태를 나타내며, 매일 2회의 고조와 저조가 나타난다(표 2-3-1-1a).

한편, 금회 해수유동 관측기간 동안의 조석자료를 분석한 결과를 표 2-3-1-1b에 제시하였다. 대조차는 거문도 236.3cm, 고흥 273.6cm, 통영 211.5cm로 나타났고, 평균조차는 거문도 164.1cm, 고흥 198.4cm, 통영 145.6cm로 나타났다(표 2-3-1-1b).

표 2-3-1-1b. 조사주변해역의 관측기간 내 조석조화상수 및 비조화상수(금회 관측기간)

검 조 소		거문도		고흥		통영	
기간		'07. 10. 1 ~ '07. 10. 31		'07. 10. 1 ~ '07. 10. 31		'07. 10. 1 ~ '07. 10. 31	
관측위치(WGS-84)		34° 01' 42"N 127° 18' 32"E		34° 28' 47"N 127° 20' 44"E		34° 49' 40"N 128° 26' 05"E	
조 화 상 수	항목	진폭 (cm)	지각 (°)	진폭 (cm)	지각 (°)	진폭 (cm)	지각 (°)
	분조						
	M2	82.1	278.7	99.2	277.4	72.8	252.8
	S2	36.1	308.5	42.6	308.4	32.9	283.9
	K1	22.3	202.5	24.4	194.2	14.5	181.1
O1	16.8	172.7	4.0	142.8	9.6	150.1	
비 조 화 상 수 (cm)	평균고조간격	9h 37m		9h 34m		8h 43m	
	평균저조간격	15h 49m		15h 46m		14h 53m	
	약최고고조위	314.5		340.4		259.8	
	대조평균고조위	275.4		312.0		235.6	
	평균고조위	239.3		269.4		202.7	
	소조평균고조위	203.3		226.8		169.7	
	평균해면	157.3		170.2		129.9	
	소조평균저조위	111.3		113.6		90.0	
	평균저조위	75.2		71.0		57.1	
	대조평균저조위	39.1		28.4		24.2	
	약최저저조위	0.0		0.0		0.0	
	대조차	236.3		273.6		211.5	
	평균조차	164.1		198.4		145.6	
소조차	92.0		113.1		79.7		
조석형태수		0.33		0.20		0.23	

나) 조류특성

관측정점인 St. 1과 St. 2의 관측위치는 금오도의 동쪽인 남면 우학리 우측에 위치한 지점(북위 34° 30' 40", 동경 127° 38' 46")과 금오도 심포리 서쪽 지점(북위 34° 29' 40", 동경 127° 45' 20")에 위치하며, 관측기간은 2007년 10월 9일~24일이다(표 2-3-1-2).

관측자료 분석결과, St. 1에서의 최강유속은 39.3cm/s, 유향은 157.5°이고, 평균유속은 13.4cm/s이다. St. 2에서의 최강유속은 67.8cm/s, 유향은 122.2°이고, 평균유속은 19.9cm/s이다.

한편, 그림 2-3-1-5~그림 2-3-1-10에 관측 조류벡터도, 조류분산도, 조류진행벡터도를 각각 제시하였다. St. 1의 방향 분산성은 비교적 크게 나타났고, St. 2의 주 흐름 방향은 남동-북서방향으로 나타났다.

St. 1의 최강유속은 창조 시 25cm/s, 낙조 시 40cm/s로 낙조 시의 유속이 크게 나타났으나, St. 2에서의 최강유속은 창·낙조 시 모두 유사하게 나타났다.

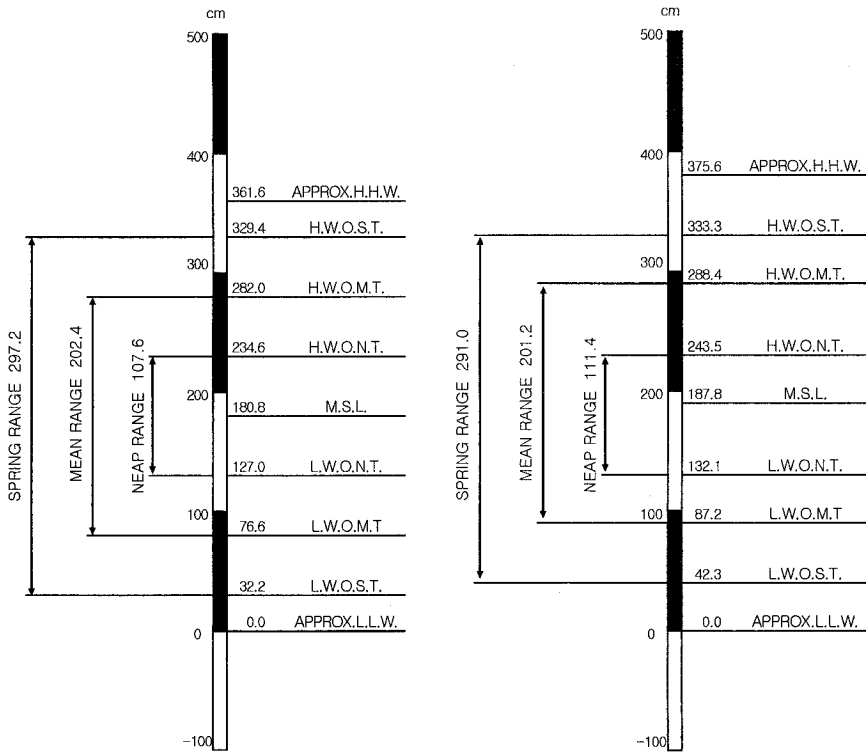


그림 2-3-1-3. 조위면도(기본수준면: 여수(좌), 고흥(우)).

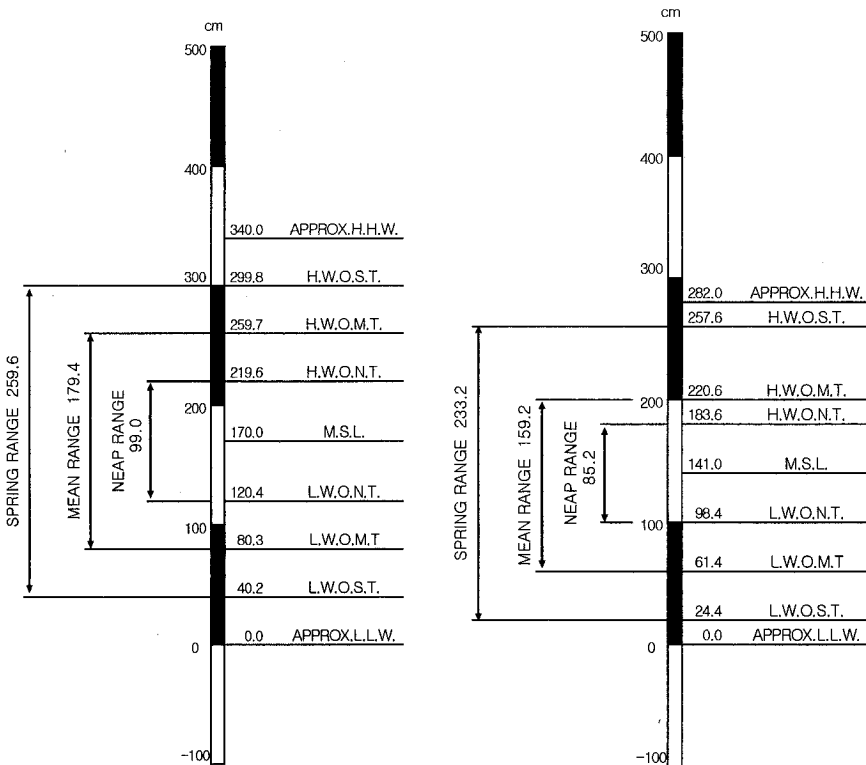


그림 2-3-1-3. 계속(기본수준면: 거문도(좌), 통영(우)).

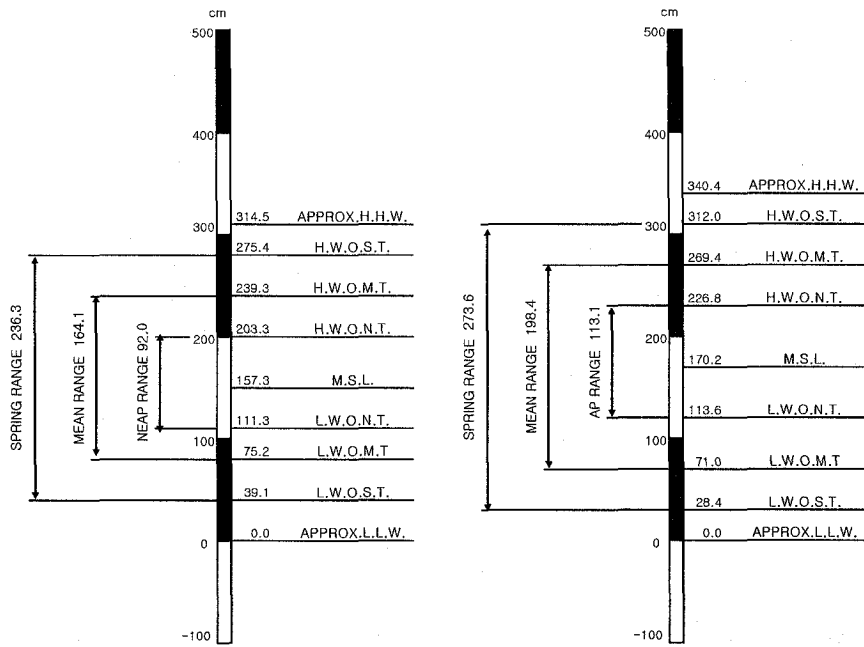


그림 2-3-1-4. 조위면도(금회관측기간: 거문도(좌), 고흥(우)).

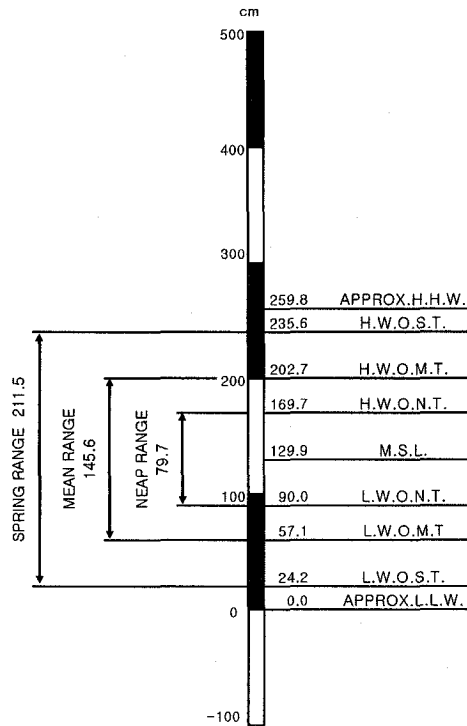


그림 2-3-1-4. 계속(금회관측기간: 통영).

표 2-3-1-2. 조류관측 개요

관측정점	관측기간	관측장비	관측지점	관측간격
St.1	2007.10. 9~10.24 (15일)	도플러 유속계 (RCM-9, AANDERAA)	34° 30' 40"N 127° 47' 55"E	10분
St.2			34° 29' 40"N 127° 45' 20"E	

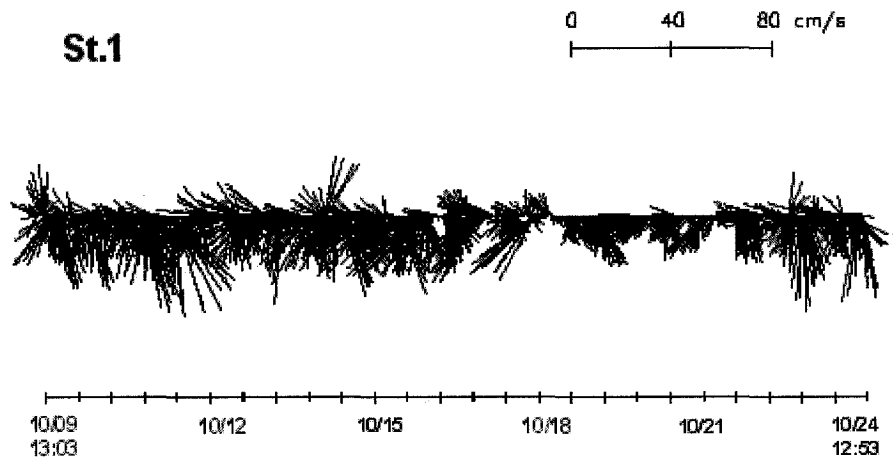


그림 2-3-1-5. St. 1의 조류벡터도.

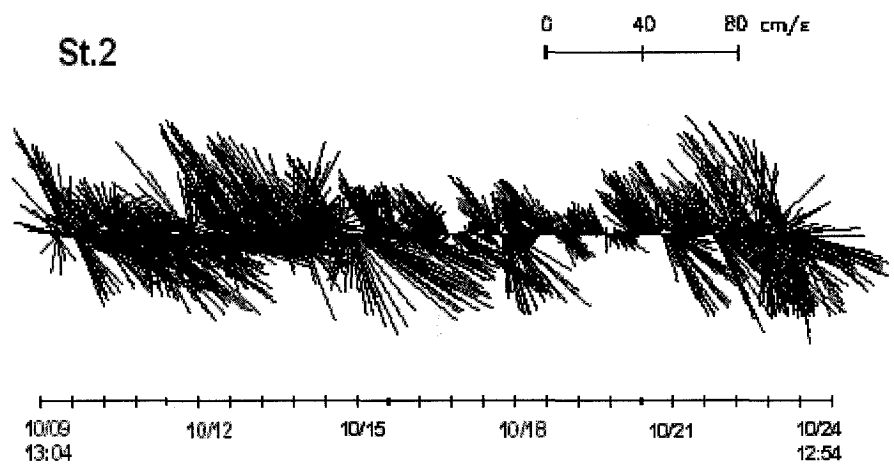


그림 2-3-1-6. St. 2의 조류벡터도.

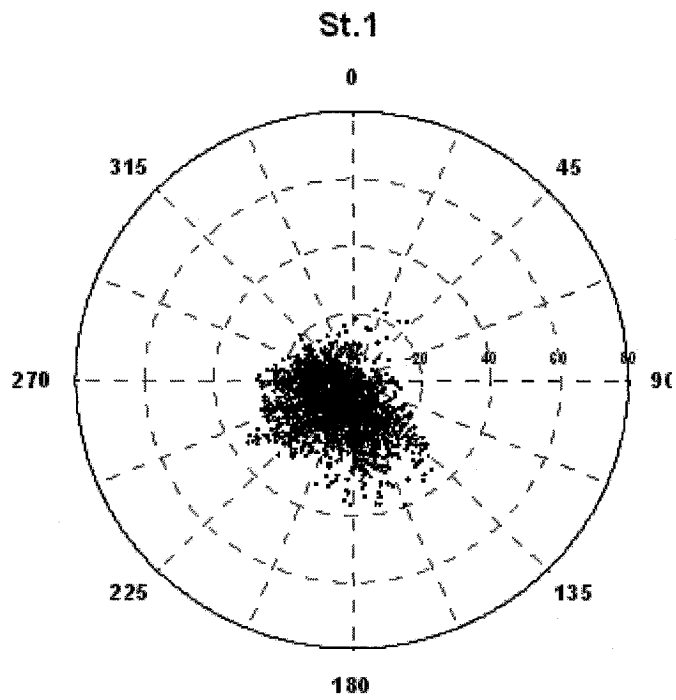


그림 2-3-1-7. St. 1의 조류분산도.

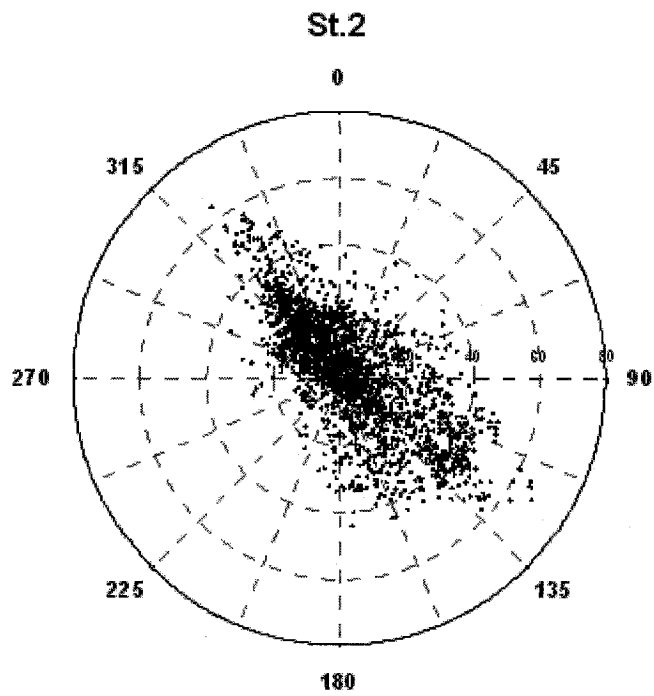


그림 2-3-1-8. St. 2의 조류분산도.

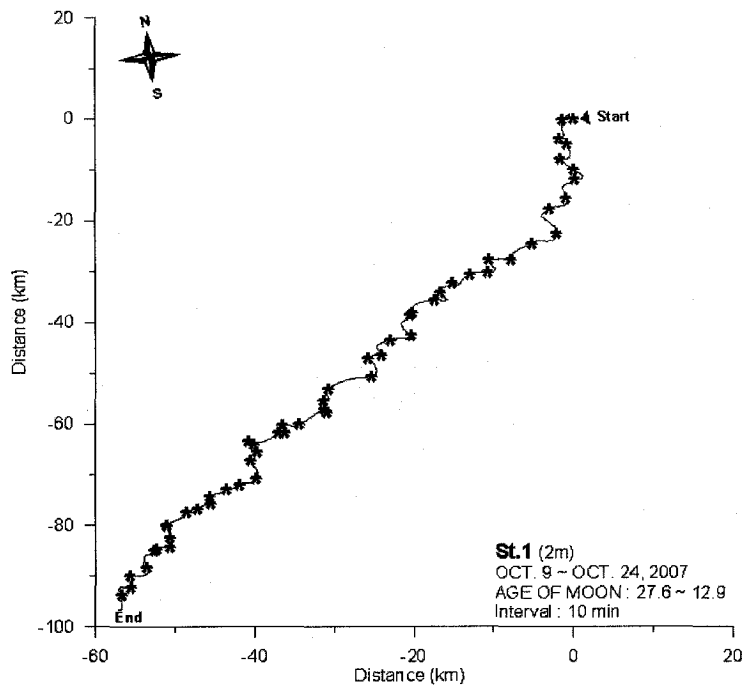


그림 2-3-1-9. St. 1의 조류진행벡터도.

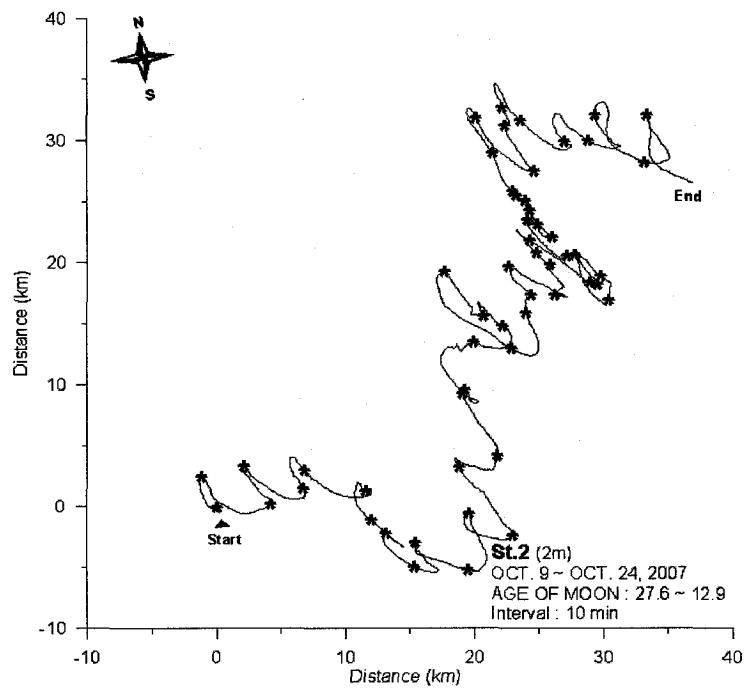


그림 2-3-1-10. St. 2의 조류진행벡터도.

조류진행벡터도 결과에 의하면, St. 1의 조류는 남측으로 96.5km, 서측으로 57.1km까지 이동하였다(그림 2-3-1-9). St. 2의 조류는 북측으로 26.5km, 동측으로 36.9km를 이동하였다(그림 2-3-1-10). 표 2-3-1-3과 표 2-3-1-4에 조류조화분해 결과를 제시하였고, 이를 이용하여 4대 분조 M_2 (주태음반일주조), S_2 (주태양반일주조), K_1 (일월합성일주조) 및 O_1 (주태음일주조)의 조류타원도를 그림 2-3-1-11과 그림 2-3-1-12에 제시하였다. 관측정점의 조류타원도를 살펴보면, 전반적으로 일주조류에 비해 반일주조류가 탁월한 형태를 보이고 있음을 확인할 수 있다.

층별 조류관측은 정점 St. 3~St. 18에서 2007년 10월 17일(소조기) 및 10월 23~24일(대조기)에 16개 정점에서 직독·매모리식 유향·유속계(Valeport 105, UK)를 이용하여 표층, 중층 및 저층의 유향과 유속을 관측하였으며, 관측된 층별 유향·유속과 조류벡터도를 표 2-3-1-5와 표 2-3-1-6 및 그림 2-3-1-13~그림 2-3-1-16에 각각 나타내었다.

2007년 10월 23일(대조기) 창조 시 최대유속은 표층 28.0cm/s, 중층 30.0cm/s, 저층 40.0cm/s로 나타났다. 2007년 10월 24일(대조기) 낙조 시 최대유속은 표층 45.0cm/s, 중층 50.0cm/s, 저층 61.0cm/s로 나타났다.

금오수도 인근해역에서 2007년 10월 17일(소조기) 창조 시 최대유속은 표층 37.5cm/s, 중층 40.0cm/s, 저층 34.5cm/s로 나타났다. 낙조 시 최대유속은 표층 25.0cm/s, 중층 58.0cm/s, 저층 42.0cm/s로 나타났다.

한편, 국립해양조사원 조류도에 의하면 전남 바다목장 주변해역의 조류는 대체로 서~북서류로서, 전류 시는 여수검조소에서 저조 후 약 10~30분 후에 일어나며, 최강류 시는 전류 후 3시간 0분~3시간 30분에 0.5kn~1.8kn로 나타난다. 한편, 금오도 남측의 안도와 소리도를 통과하는 유속은 4kn로 특히 크게 나타나고, 금오도 북측 돌산도와 개도 사이의 수로에서 해역에서 1.8kn의 유속이 나타난다. 금오도 우측인 반성수도에서는 0.5kn의 유속으로 북서쪽 방향 흐름이 나타나고 있으며, 금오도 좌측에서는 0.9kn의 북서측 방향 흐름이 나타나고 있다(그림 2-3-1-17).

낙조류의 유향은 전반적으로 창조류와 반대로 나타나며, 전류 시는 여수검조소 고조 후 30~50분에 일어나며, 최강류 시는 전류 후 3시간 0분~3시간 30분에 나타난다. 이때 금오도 남측의 안도와 소리도를 통과하는 유속은 5kn로 창조 시에 비해 강하게 나타난다. 금오도 북측 돌산도와 개도 사이의 수로에서 유속은 0.8kn로 창조 시에 비해 비교적 약하게 나타난다. 금오도 우측인 반성수도에서는 창조 시 보다 강한 0.9kn의 유속으로 흐름이 동북동 하며, 금오도 좌측에서는 창조 시와 유사한 0.9kn의 흐름이 남동향 한다(그림 2-3-1-17).

한편, 항류는 금오도의 북쪽과 서쪽에서 0.1~0.3kn로 서쪽으로 향하고, 동쪽과 남쪽에서 0.1~0.3kn로 동측으로 향한다(그림 2-3-1-17).

표 2-3-1-3. St. 1 및 St. 2의 주요 4대분조

정점	관측층	명칭	M_2	S_2	K_1	O_1
St. 1	표층 (수면 하 2m)	Major (cm/s)	0.068	0.044	0.040	0.019
		Minor (cm/s)	0.022	0.005	0.000	0.002
		INC (°)	133.5	121.2	15.9	19.7
		G (°)	125.2	177.6	293.6	279.2
St. 2		Major (cm/s)	0.197	0.098	0.073	0.065
		Minor (cm/s)	0.031	0.016	0.002	0.009
		INC (°)	138.8	148.8	148.4	146.9
		G (°)	167.3	203.3	30.5	327.2

※ INC: 정동방향에서 반시계 방향으로 회전.

표 2-3-1-4. St. 1 및 St. 2의 조화상수

Name	MAJOR AXIS		MINOR AXIS		INC. ANGLE	
	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2
Z0	0.079	0.032	0	0	65.9	39.9
MSF	0.021	0.039	-0.017	0.018	105	167.3
O1	0.019	0.065	-0.002	0.009	19.7	146.9
P1	0.01	0.019	0.002	0.005	13.8	146.2
K1	0.04	0.073	0	0.002	15.9	148.4
M2	0.068	0.197	0.022	0.031	133.5	138.8
S2	0.044	0.098	-0.005	0.016	121.2	148.8
K2	0.009	0.02	-0.001	0.002	100.2	127.8
M3	0.009	0.024	-0.003	0.007	42	99.6
SK3	0.011	0.019	0.002	0	97	50.4
M4	0.029	0.028	-0.016	0.003	162.1	49.2
MS4	0.034	0.038	-0.002	-0.003	146	40.5
S4	0.01	0.012	0.001	-0.011	140.7	121
2MK5	0.002	0.015	0	-0.015	157.2	100
2SK5	0.003	0.007	-0.002	0.001	36.7	108
M6	0.009	0.017	-0.004	-0.005	125.9	154.3
2MS6	0.015	0.022	-0.008	-0.013	104.6	133.5
2SM6	0.01	0.008	-0.005	-0.003	112	91.1
3MK7	0.005	0.01	0.003	-0.005	93.4	76.2
M8	0.006	0.011	-0.002	0	166.1	163.6
M10	0.006	0.008	0.003	0.002	164.3	173.9

※ INC: 정동방향에서 반시계 방향으로 회전.

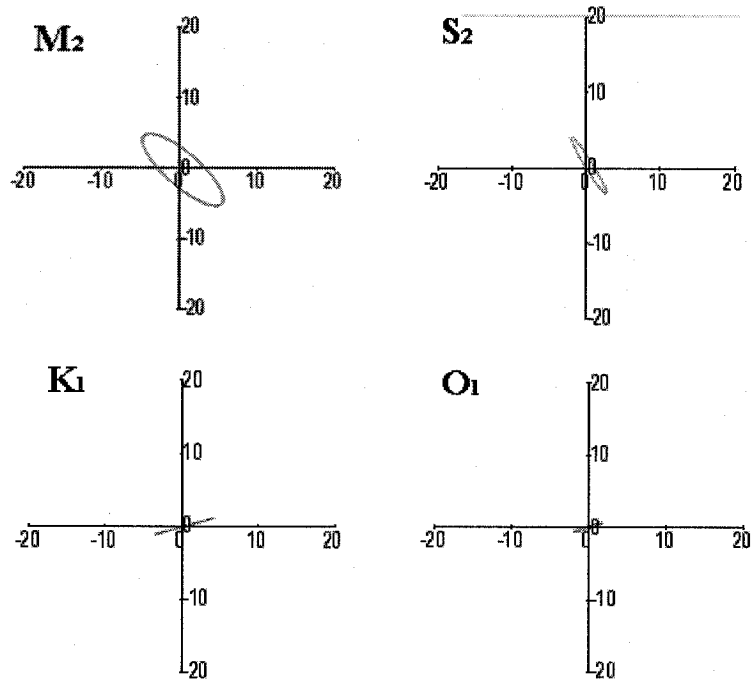


그림 2-3-1-11. St. 1의 조류타원도(cm/s).

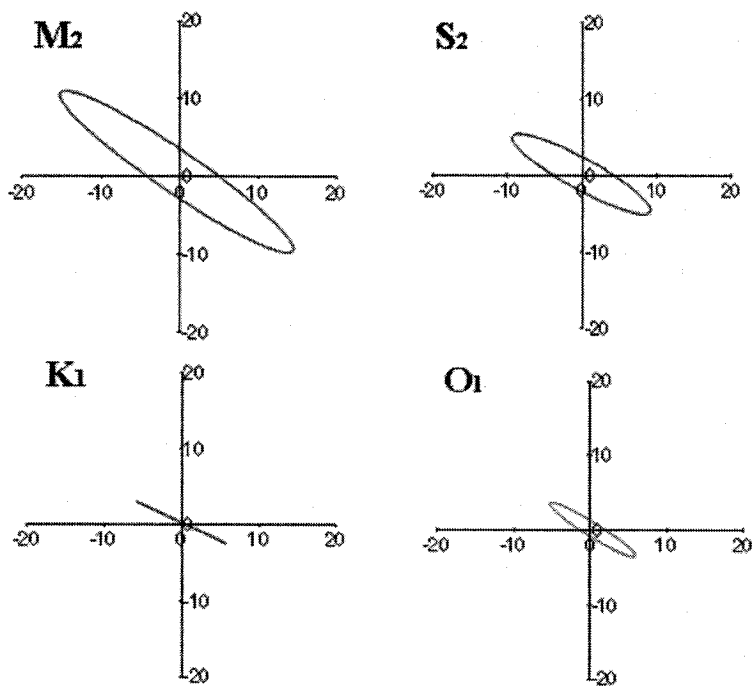


그림 2-3-1-12. St. 2의 조류타원도(cm/s).

표 2-3-1-5. 10월 23~24일 대조기 층별 조류관측 결과

STATION	LAYER	낙조 시 (EBB CURRENT)		창조 시 (FLOOD CURRENT)	
		유 속 (cm/s)	유 향 (°)	유 속 (cm/s)	유 향 (°)
3	SURFACE	25.0	20	14.5	357
	MIDDLE	48.0	120	28.0	34
	BOTTOM	60.0	140	18.0	65
4	SURFACE	28.0	20	14.0	40
	MIDDLE	40.0	65	30.0	50
	BOTTOM	58.0	100	23.0	35
5	SURFACE	32.0	20	25.0	40
	MIDDLE	38.0	50	22.0	60
	BOTTOM	42.0	72	14.0	70
6	SURFACE	28.0	70	12.0	70
	MIDDLE	46.0	90	13.0	343
	BOTTOM	43.0	120	23.0	18
7	SURFACE	27.0	90	9.0	300
	MIDDLE	14.0	60	12.0	10
	BOTTOM	38.0	135	14.0	40
8	SURFACE	25.0	45	10.0	10
	MIDDLE	34.0	55	27.0	90
	BOTTOM	41.0	70	30.0	100
9	SURFACE	40.0	80	15.0	140
	MIDDLE	50.0	110	10.0	20
	BOTTOM	34.0	90	22.0	70
10	SURFACE	38.0	40	8.0	350
	MIDDLE	34.0	40	15.0	320
	BOTTOM	38.0	40	16.0	310

표 2-3-1-5. 계속

STATION	LAYER	낙조 시 (EBB CURRENT)		창조 시 (FLOOD CURRENT)	
		유 속 (cm/s)	유 향 (°)	유 속 (cm/s)	유 향 (°)
11	SURFACE	32.0	20	10.0	314
	MIDDLE	25.0	30	15.0	300
	BOTTOM	26.0	20	8.0	10
12	SURFACE	32.0	30	21.0	170
	MIDDLE	30.0	30	7.0	130
	BOTTOM	30.0	25	4.0	300
13	SURFACE	42.0	60	26.0	120
	MIDDLE	40.0	80	19.0	105
	BOTTOM	46.0	60	20.0	60
14	SURFACE	35.0	65	15.0	140
	MIDDLE	41.0	70	17.0	90
	BOTTOM	35.0	70	4.0	270
15	SURFACE	45.0	50	20.0	220
	MIDDLE	36.0	30	12.0	320
	BOTTOM	40.0	25	16.0	55
16	SURFACE	30.0	120	26.0	290
	MIDDLE	43.0	50	6.0	330
	BOTTOM	40.0	75	16.0	5
17	SURFACE	38.0	50	20.0	200
	MIDDLE	36.0	50	28.0	187
	BOTTOM	30.0	60	40.0	250
18	SURFACE	29.0	50	28.0	190
	MIDDLE	35.0	20	11.0	65
	BOTTOM	52.0	40	18.0	60

표 2-3-1-6. 10월 17일 소조기 층별 조류관측 결과

STATION	LAYER	낙조 시 (EBB CURRENT)		창조 시 (FLOOD CURRENT)	
		유 속 (cm/s)	유 향 (°)	유 속 (cm/s)	유 향 (°)
3	SURFACE	22.0	270	8.0	314
	MIDDLE	26.0	320	6.0	260
	BOTTOM	18.0	310	10.0	247
4	SURFACE			7.0	184
	MIDDLE			14.0	351
	BOTTOM			13.0	80
5	SURFACE	25.0	2	22.2	38
	MIDDLE	26.0	138	17.0	8
	BOTTOM	11.0	60	26.0	65
6	SURFACE	24.0	281	12.0	180
	MIDDLE	27.0	315	12.0	185
	BOTTOM	22.0	319	12.0	168
7	SURFACE	20.0	220	21.8	6
	MIDDLE	5.0	15	13.0	40
	BOTTOM	15.0	196	7.0	290
8	SURFACE			24.5	58
	MIDDLE			38.0	78
	BOTTOM			30.5	71
9	SURFACE	9.1	204	24.6	50
	MIDDLE	9.0	205	26.6	70
	BOTTOM	13.0	318	28.0	80
10	SURFACE	17.0	16	33.0	17
	MIDDLE	20.0	40	31.5	9
	BOTTOM	23.0	40	29.0	2

표 2-3-1-6. 계속

STATION	LAYER	낙조 시 (EBB CURRENT)		창조 시 (FLOOD CURRENT)	
		유 속 (cm/s)	유 향 (°)	유 속 (cm/s)	유 향 (°)
11	SURFACE	12.0	300	32.0	8
	MIDDLE	12.0	15	33.0	24
	BOTTOM	15.0	11	33.0	27
12	SURFACE			31.0	340
	MIDDLE			31.0	320
	BOTTOM			33.0	345
13	SURFACE	16.0	100	27.5	30
	MIDDLE	21.0	94	37.0	25
	BOTTOM	25.0	85	34.5	348
14	SURFACE			35.0	352
	MIDDLE			31.5	356
	BOTTOM			26.5	353
15	SURFACE	22.0	111	32.5	350
	MIDDLE	18.0	73	32.1	332
	BOTTOM	22.0	30	32.1	66
16	SURFACE	22.0	88	33.5	7
	MIDDLE	58.0	100	33.2	25
	BOTTOM	42.0	86	32.0	33
17	SURFACE	17.0	25	32.0	350
	MIDDLE	16.0	20	40.0	30
	BOTTOM	20.0	10	30.0	40
18	SURFACE	14.0	220	33.1	60
	MIDDLE	24.0	5	37.0	62
	BOTTOM	28.0	350	34.0	57

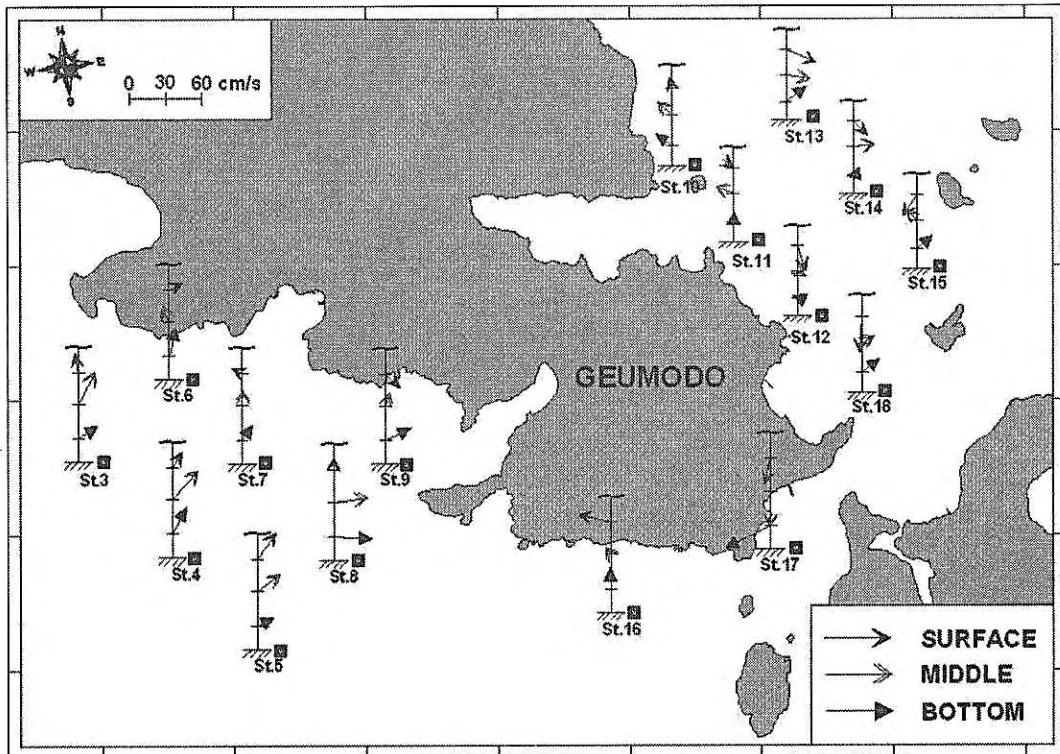


그림 2-3-1-13. 10월 23일 대조기 창조 시 층별 유향 및 유속.

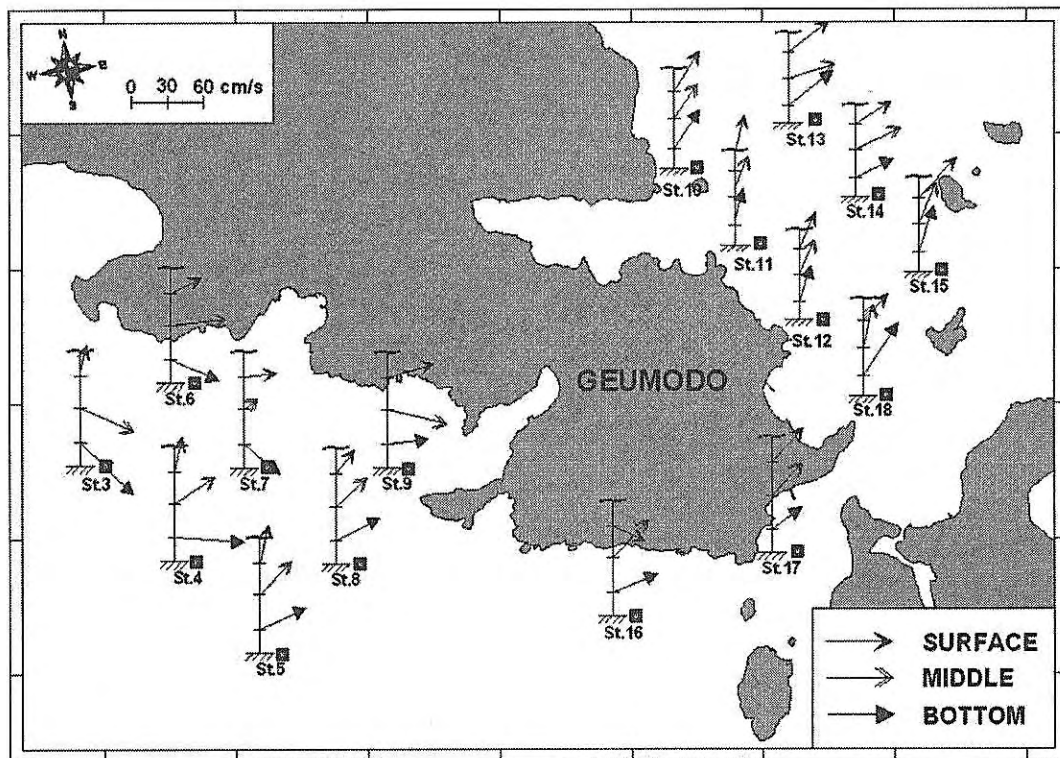


그림 2-3-1-14. 10월 24일 대조기 낙조 시 층별 유향 및 유속.

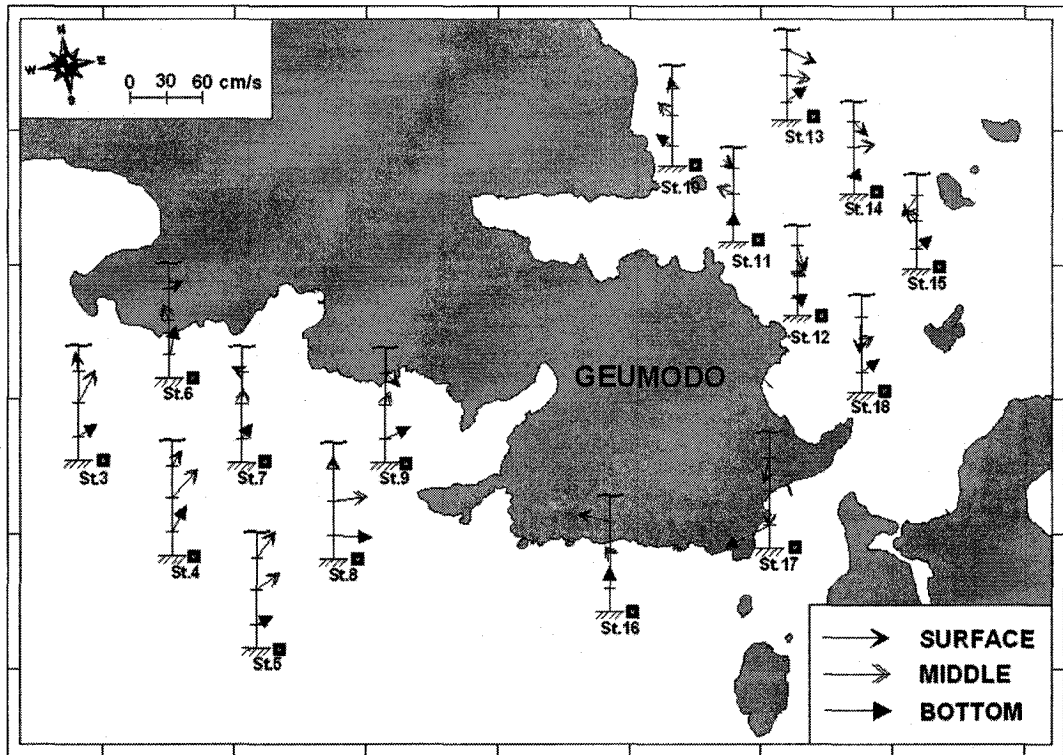


그림 2-3-1-13. 10월 23일 대조기 창조 시 층별 유향 및 유속.

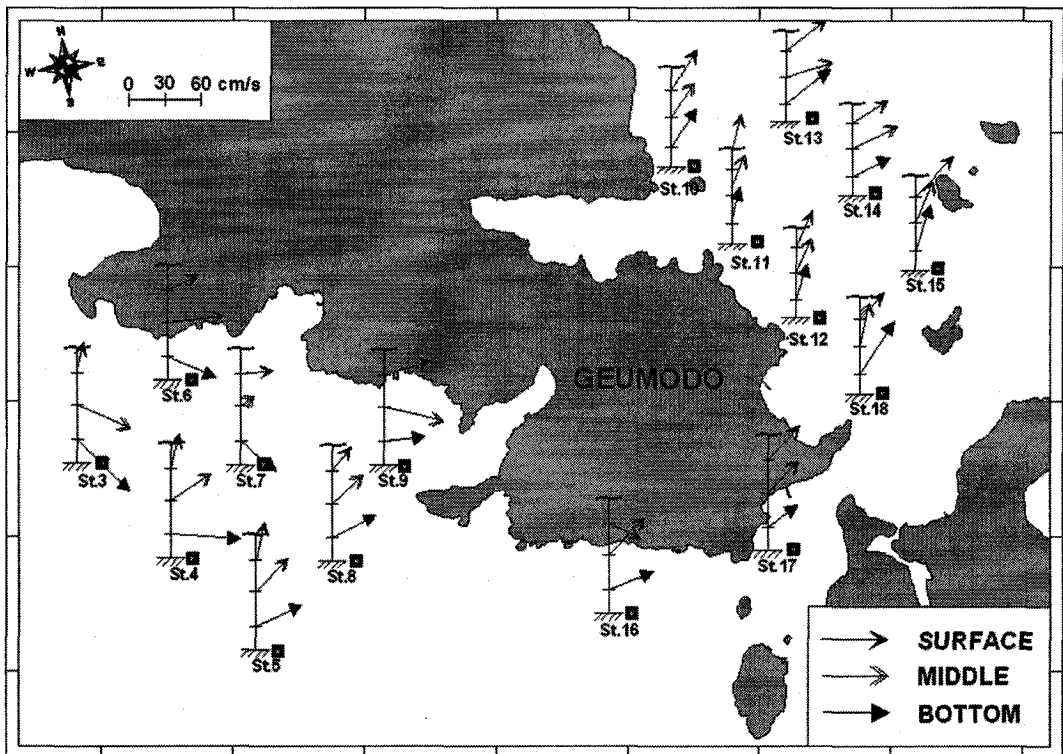


그림 2-3-1-14. 10월 24일 대조기 낙조 시 층별 유향 및 유속.

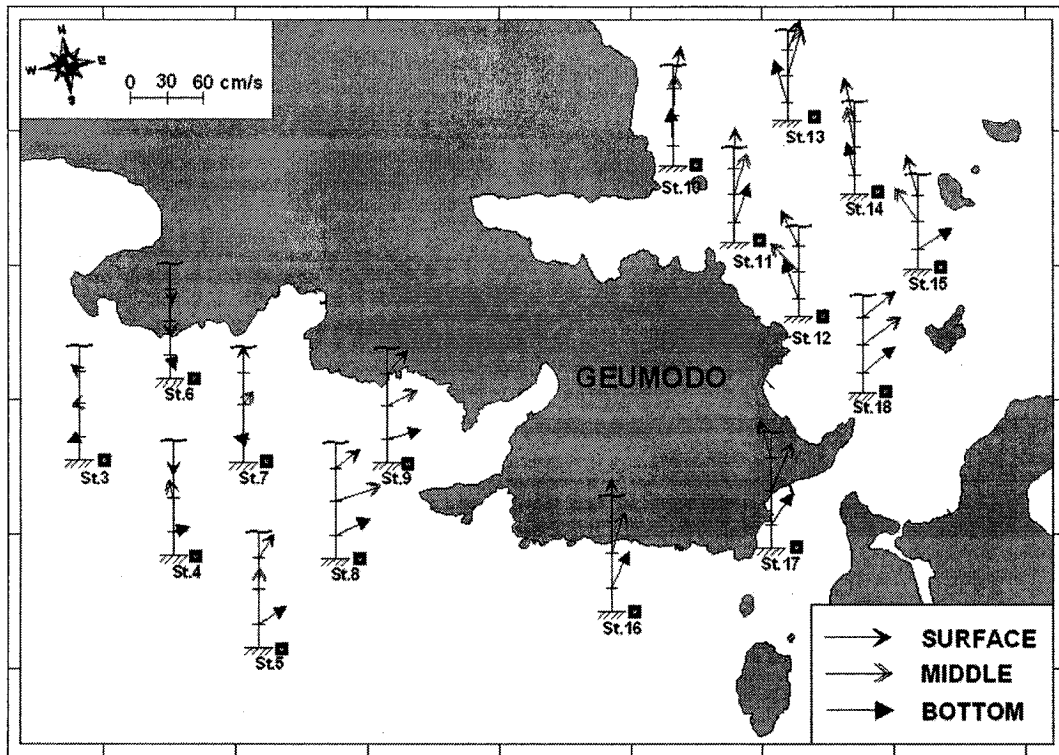


그림 2-3-1-15. 10월 17일 소조기 창조 시 층별 유향 및 유속.

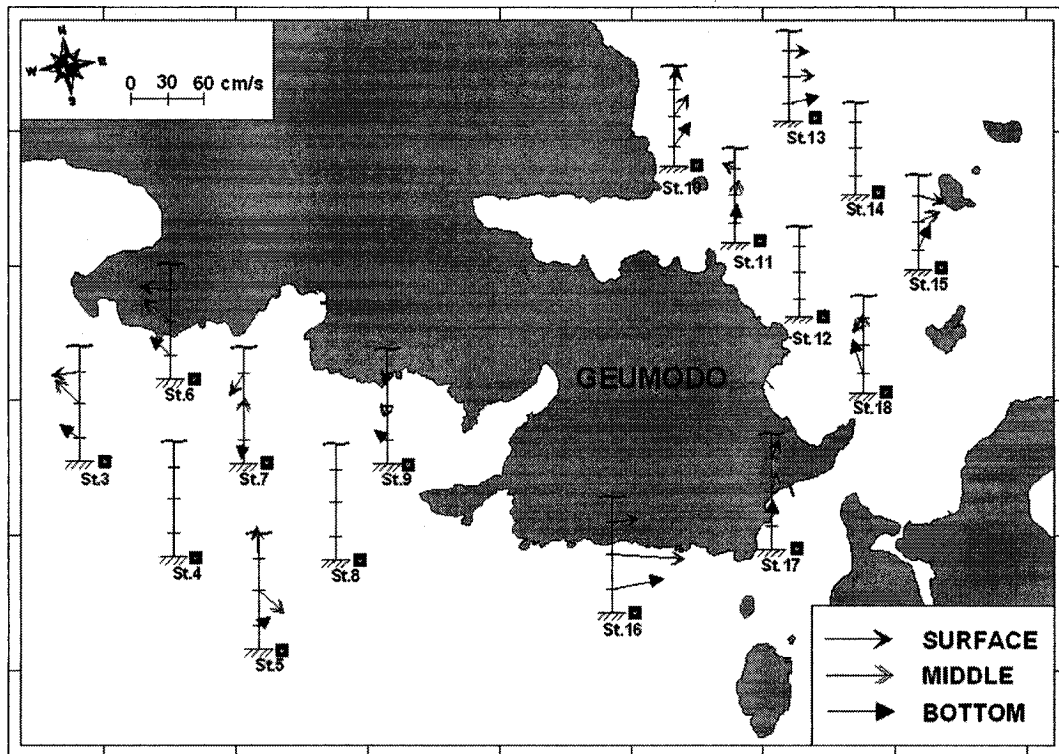


그림 2-3-1-16. 10월 17일 소조기 낙조 시 층별 유향 및 유속.

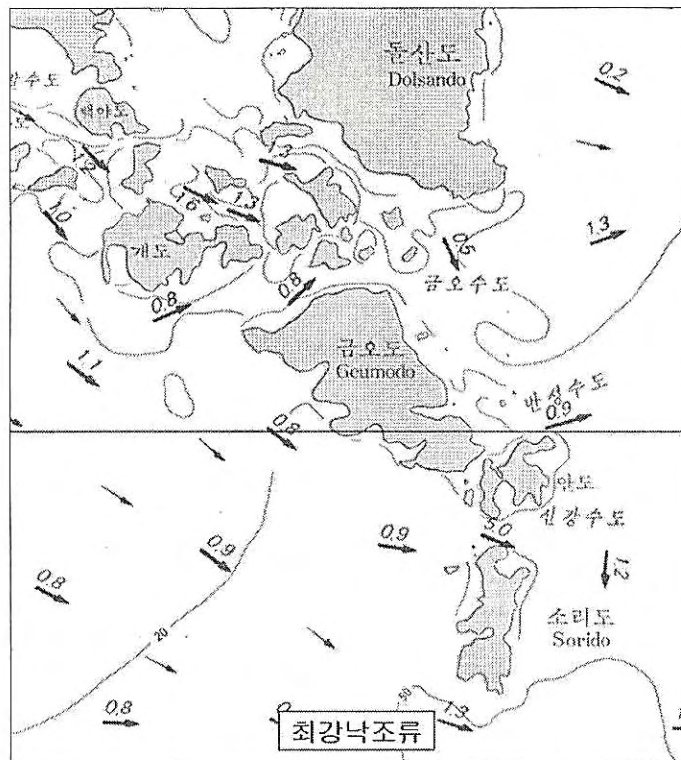
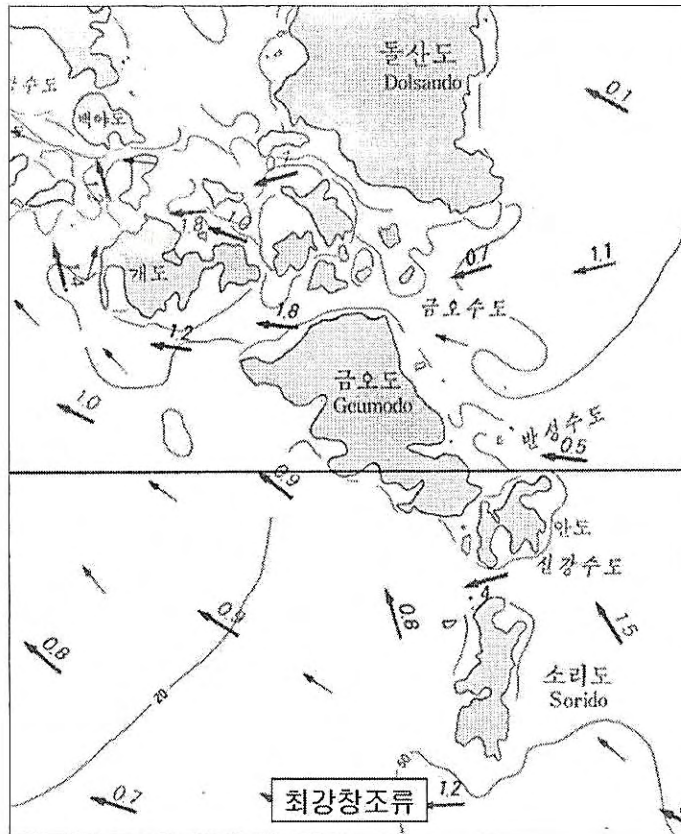


그림 2-3-1-17. 바다목장 주변해역의 최강창조류, 최강낙조류 및 항류분포도 (국립해양조사원, 2001).

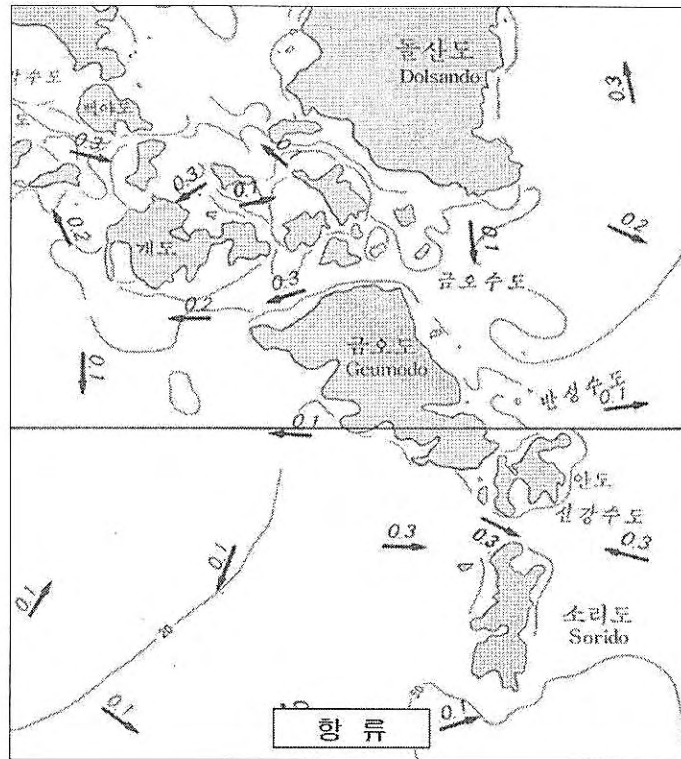


그림 2-1-17. 계속.

나. 일반물리환경

1) 서론

해양환경은 시·공간적으로 변화의 폭을 달리하며, 특히 연안해역의 경우는 조석주기와 계절에 따라 그 특성이 매우 다르게 나타난다. 해역의 해양특성은 국지적으로는 수온과 염분에 의해 결정되는 수형의 형태로 표현되게 되며, 해양의 기초물리환경 항목인 수온과 염분은 대상해역의 수괴특성을 결정할 수 있을 뿐만 아니라, 해양생물의 서식환경에도 크게 영향을 미쳐 생물의 계절적 천이현상은 물론 해양생물의 수평적 분포특성을 결정짓게도 된다. 특히 육상 유입물질부하가 많은 내만/연안해역은 높은 부유물질에 의해 해수 중에 투과하는 광량이 해역의 기초생산을 지배하기도 한다.

따라서 본 장에서는 수온, 염분 등의 해양 기초물리 환경 요인의 분포특성에 의해 전남 바다목장 해역의 해수 수형분포 변화 및 계절에 따라 영향을 미치는 수괴특성을 고찰해보자 한다.

2) 재료 및 방법

해양환경은 시·공간적으로 변화의 폭을 달리하기에 기본적으로는 계절조사를 원칙으로 한다. 다만 본 년도는 9월과 11월에 현장조사를 제한적으로 실시하였기에 2회 조사결과를 이용하여 해석을 실시하였다.

현장조사는 2007년 9월 29일과 11월 10일 2회 그림 2-3-1-18에 표시된 12개의 정점을 대상으로 용선된 소형어선을 이용하여 실시하였다. 각 정점은 선박에 장착된 플로터 및 소형 위성위치시스템(GPS)을 이용하여 확인하였다. 현장에서는 투명도관(직경 30cm인 백색원판)으로 투명도를 측정하였고, 수온과 염분의 측정은 현장에서 센서를 이용하여 수온(water temperature), 염분(salinity-conductivity), 수심

(depth)을 직접 측정할 수 있는 CTD (Alec Co., ACL 1151-D and Seabird Co., CTD 19-03)를 주 관측기기로 하였다. 측정은 각 정점에 대해 연직 방향으로 연속적인 측정을 기본으로 하였으며, 결과는 1m 간격으로 정리, 분석하였다. 현장밀도(σ_t)는 수온과 염분값을 이용하여 계산하였다. 그리고 최종적으로는 수온, 염분, 밀도의 분포와 T-S diagram에 의한 수괴분석으로 대상해역의 수괴특성을 고찰하였다.

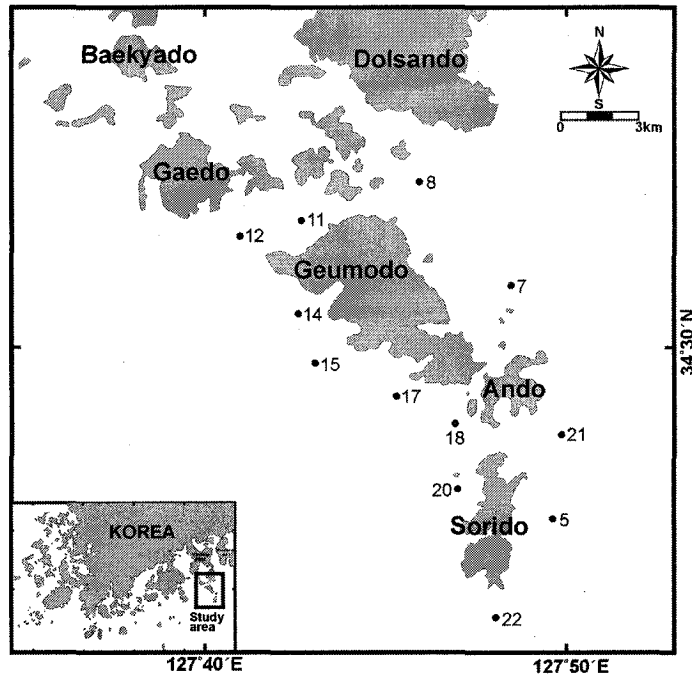


그림 2-3-1-18. 바다목장 일반물리항목 측정 정점위치도.

3) 결과 및 고찰

가) 투명도

전남 바다목장 해역의 9월 투명도는 1.3m에서 4.5m로 변화하여 $3.0 \pm 1.1m$ 의 변동 폭을 나타내었고, 11월은 2.1m에서 6.7m로 변화하여 $4.1 \pm 1.4m$ 의 변동 폭으로(표 2-3-1-7), 9월보다 11월에 다소 높은 투명도 수심을 나타내고는 있지만, 매우 낮은 값을 나타내었다.

표 2-3-1-7. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역에서 정점별 투명도(m)의 변동양상

투명도	9월 투명도(m)				11월 투명도(m)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
	1.3	3.0	4.5	1.1	2.1	4.1	6.7	1.4	

공간적으로 9월에는 조사 남단 소리도 인근해역에서 상대적으로 높은 투명도를 나타내며, 금오도 북단 금오도 수로해역에서 2m 이하의 매우 낮은 투명도 값을 나타내었다. 반면 11월은 전체적으로 9월보다 투명도는 높아지나, 공간적으로는 소리도 동남에서 남쪽해역, 그리고 일부 붓돌바다에서 다소 높은 투명도를 보이지만, 금오수도 및 금오도 북동해역에서는 상대적으로 매우 낮은 투명도를 나타내었다(그림 2-3-1-19).

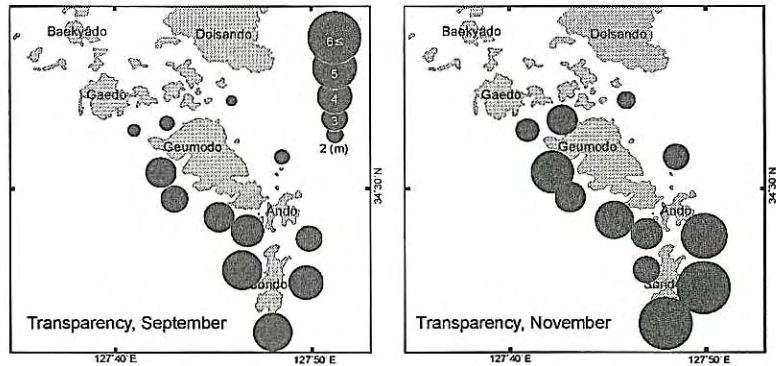


그림 2-3-1-19. 2007년 09월 및 11월 전남 바다목장 해역 투명도의 공간분포.

전남 바다목장해역의 투명도는 계절 및 조사시점에 따라 크게 변화하는 특성을 보이며, 일반적으로 투명도 수심의 2~3배 수심을 보상심도로 추정하는 바, 이를 인용하면 9월과 11월 바다목장 해역 보상심도는 3.5~18.1m 수준으로 소리도 남방해역의 수심이 80m까지 증가하는 것을 고려하면, 광량에 의한 기초생산 제한현상은 충분히 발생할 수 있는 환경특성을 가지는 것으로 판단할 수 있다.

나) 수온

전남 바다목장 해역의 9월 표층수온은 24.0℃에서 24.4℃로 변화하여 24.2±0.10℃의 변동 폭을 나타내었으며, 10m에서는 23.9℃에서 24.4℃로 변화하여 24.2±0.11℃의 변동 폭으로, 수평적 연직적으로 매우 균일한 값을 나타내고 있어, 전남 바다목장 해역은 전체적으로 잘 혼합된 특성을 나타내었다(표 2-3-1-8). 11월 표층수온은 17.3℃에서 17.7℃로 변화하여 17.5±0.13℃의 변동 폭을 나타내었으며, 10m에서는 16.7℃에서 17.7℃로 변화하여 17.5±0.30℃의 변동 폭으로, 연직적으로는 11월보다 더욱 균일한 값으로 잘 혼합된 특성을 나타내고 있으며, 수평적으로도 11월보다 표준편차 값은 다소 크지만 전남 바다목장 해역은 전체적으로 잘 혼합된 특성을 나타내었다(표 2-3-1-8).

표 2-3-1-8. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 수온(℃)의 변동 범위

수 층	9월				11월				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	24.0	24.2	24.4	0.10	17.3	17.5	17.7	0.13	
5m	24.0	24.2	24.4	0.11	17.2	17.5	17.7	0.13	
10m	23.9	24.1	24.4	0.15	16.7	17.5	17.7	0.30	
B-1m	17.6	23.0	24.1	1.80	15.8	17.0	17.6	0.51	

공간적으로는 9월의 경우, 금오도 북수로 및 금오도 서쪽의 붓돌바다에서는 24.0℃ 전후의 수온으로 잘 혼합된 양상을 나타내고 있지만, 소리도 남단의 수심이 깊은 해역에서는 표층과 저층사이에 약 6℃ 이상의 수온차이를 나타내었다. 금오도 동쪽의 여수 해만측 해역에서는 표층에서 약 20m 수층까지는 잘 혼합된 특성을 나타내지만, 20m 이심에서는 수온이 하강하여 표층과 저층 사이에 약 1.7℃ 정도의 수온차이를 나타내었다(그림 2-3-1-20, 왼쪽). 11월은 9월과 같이 금오도 북수로 및 금오도 서쪽의 붓돌바다에서는 17.5℃ 전후의 수온으로 더욱 잘 혼합된 양상을 보이나, 소리도 남단의 수심이 깊은 해역에서는 표층과 저층사이에 약 1.5℃ 이상의 수온차이를 나타내기도 하지만 전체적으로는 전 해역에서 잘 혼합된 해수 특성을 나타내었다(그림 2-3-1-20, 오른쪽). 다만, 단면에서 정점 22의 지점의 협곡과 같은 저층 형

상은 협곡을 나타내는 것이 아니라, 소리도 남단의 40m 이상 깊은 수심대를 나타내는 넓은 해저 평원지대이나, 정점 간을 연결하는 그림 수법에 따라 협곡으로 보이는 해역으로 착오 없기 바란다.

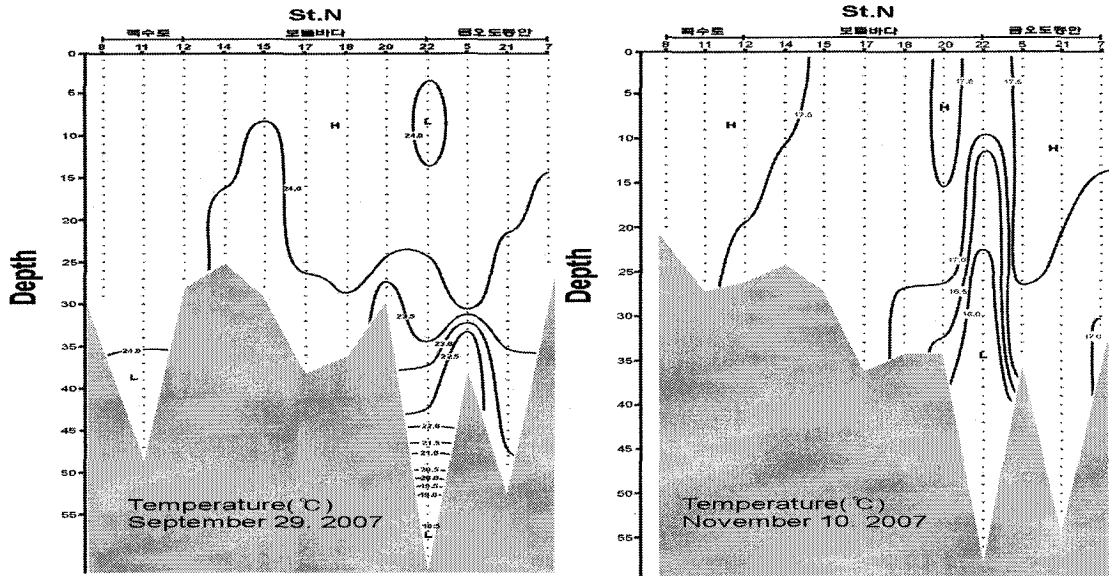


그림 2-3-1-20. 2007년 09월 및 11월 전남 바다목장 해역 수온의 단면 분포.

다) 염분

전남 바다목장 해역의 9월 표층 염분은 29.92 psu에서 31.93 psu로 변화하여 30.95±0.77 psu의 변동 폭을 나타내었으며, 10m에서는 30.08psu에서 32.16psu로 변화하여 31.23±0.74psu의 변동 폭을 나타내었고(표 2-3-1-9), 11월 표층 염분은 32.37psu에서 33.07psu로 변화하여 32.76±0.26psu의 변동 폭을 나타내었으며, 10m에서는 32.47psu에서 33.44psu로 변화하여 32.85±0.30psu의 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-9), 10m 수층에서 9월 2.08psu의 염분차, 11월에 0.97psu의 염분차로 공간적으로는 비교적 균일한 분포양상을 나타내었다.

표 2-3-1-9. 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 염분(psu)의 변동 범위

수층	9월				11월				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	29.92	30.95	31.93	0.77	32.37	32.76	33.07	0.26	
5m	29.93	31.00	32.00	0.78	32.41	32.78	33.10	0.26	
10m	30.08	31.23	32.16	0.74	32.47	32.85	33.44	0.30	
B-1m	30.61	32.13	34.03	0.95	32.47	33.25	34.03	0.44	

공간적으로는 9월의 경우, 금오도 북수로 및 금오도 서쪽의 붓돌바다에서는 31.1 psu 이하의 농도로 혼합된 양상을 나타내지만, 붓돌바다 중앙부 및 소리도 인근해역에서는 32.0 psu 농도를 경계로 표층과 저층 사이에 다소의 염분차가 보여진다. 그리고 금오도 동측에서는 재차 혼합된 양상을 보인다(그림 2-3-1 -21, 왼쪽). 11월은 소리도 남단의 깊은 수심을 나타내는 해역에서 표, 저층간 다소의 염분차이를 보이는 것을 제외하면, 전체적으로 수층 사이에 잘 혼합된 특성을 나타내었다(그림 2-3-1-21, 오른쪽). 다만, 본 그림에서도 전술의 수온과 같이 단면에서 정점 22의 지점의 협곡과 같은 저층 형상은 협곡을 나

타내는 것이 아니라, 수리도 남단의 깊은 수심대의 넓은 해저면적을 나타내고 있기에 착오 없기 바란다.

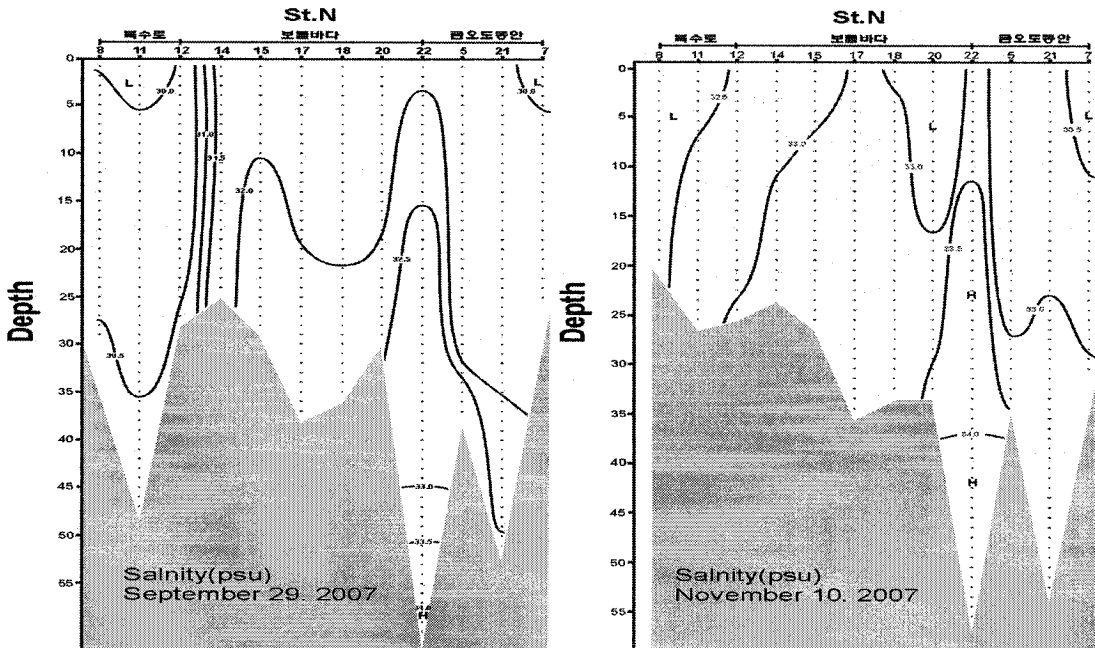


그림 2-3-1-21. 2007년 09월 및 11월 전남 바다목장 해역 염분의 단면 분포.

라) T-S diagram에 의한 수괴분포

전남 바다목장 해역을 대상으로 측정된 수온, 염분 및 현장밀도를 이용하여 T-S diagram을 작성하면, 9월의 경우는 수층에 관계없이 크게 현장밀도 등량선 20을 중심으로 분포하는 A수괴, 현장밀도 등량선 21를 중심으로 분포하는 B수괴 및 B에서 A로 전이되는 A'수괴 등 3개의 수형으로 구분되었으며, 11월은 현장밀도 등량선 23.5 수준에 분포하는 A수괴, 현장밀도 등량선 24을 시발점으로 높은 염분을 나타내는 B수괴 및 B에서 파생되는 B'수괴인 3개의 수형으로 구분되었다(그림 2-3-1-22).

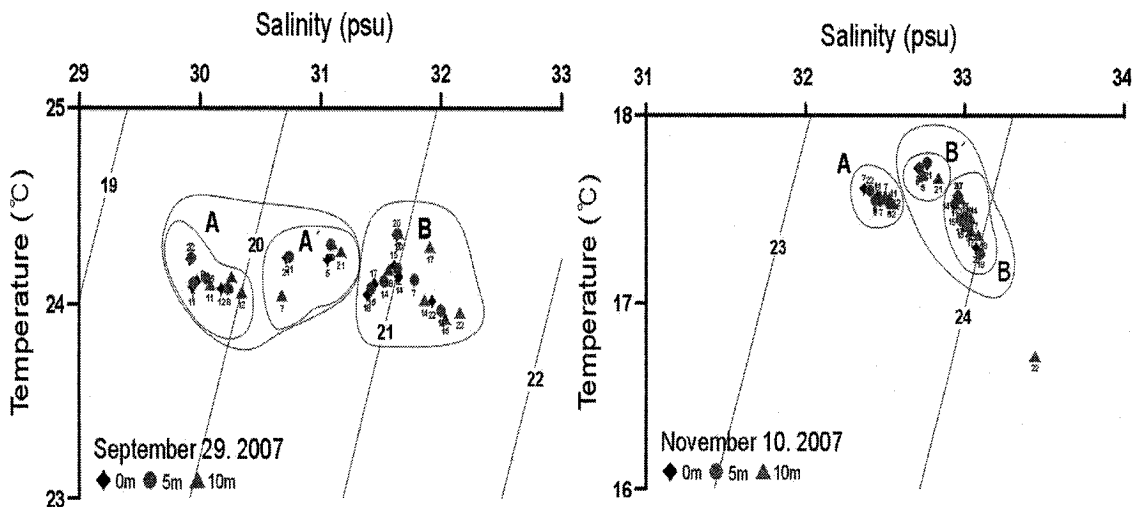


그림 2-3-1-22. 2007년 09월과 11월 전남 바다목장 해역의 T-S diagram 분포.

이와 같이 수괴분석에 의해 구분되는 3개의 수형을 정점도에 표시하여 보면, 9월의 A수형은 전체 정점에서 거의 같은 수온을 보이기에 금오도 북서로해역 및 소리도 남방해역의 표층해수에서 보여지는 낮은 염분으로 특정 지워지며, B 수형은 붓돌바다 해역으로 상대적으로 높은 염분특성을 나타낸다. 그리고 이 두 수형에서 혼합되어 파생되는 것으로 보여지는 A'는 금오도 인근해역에서 비교적 섬진강 수괴의 영향을 강하게 받는 금오도 동측해역의 해수에 의해 특정지을 수 있었다(그림 2-3-1-23, 왼쪽). 11월의 A 수형은 전체 정점에서 거의 같은 수온을 보이기에 금오도 북서로 해역 및 소리도 남방해역의 표층해수에서 보이는 낮은 염분으로 특정 지워지며, B 수형은 붓돌바다 해역으로 상대적으로 높은 염분특성으로 표현된다. 그리고 이 두 수형에서 혼합되어 파생되는 것으로 보여지는 A'는 금오도 인근해역에서 비교적 섬진강 수괴의 영향을 강하게 받는 금오도 동측해역의 해수에 의해 특정지을 수 있었다(그림 2-3-1-23, 오른쪽)

즉, 전남(여수) 바다목장 해역은 계절이나 조석주기에 따라 다소 다르게 표현되기는 하지만, 크게 섬진강 수괴의 영향을 비교적 강하게 받으면서 수로의 특성을 나타내는 금오수로 및 금오도 동측의 해역, 금오도 서쪽의 나로 열도까지를 연결하는 붓돌바다 해역, 그리고 소리도를 중심으로 금오도, 안도, 소리도 인근의 수로 및 소리도 남쪽의 깊은 수심을 나타내는 개방된 해역이 서로 다른 환경특성을 표현하는 것으로 판단할 수 있었다. 이와 같은 수괴구분은 전남(여수) 바다목장 해역의 생물 생산장 이용에 충분한 내용을 수렴하여 활용하면 보다 효율적 바다목장 이용 및 관리 방안 도출에 도움을 제공하리라 판단해 본다.

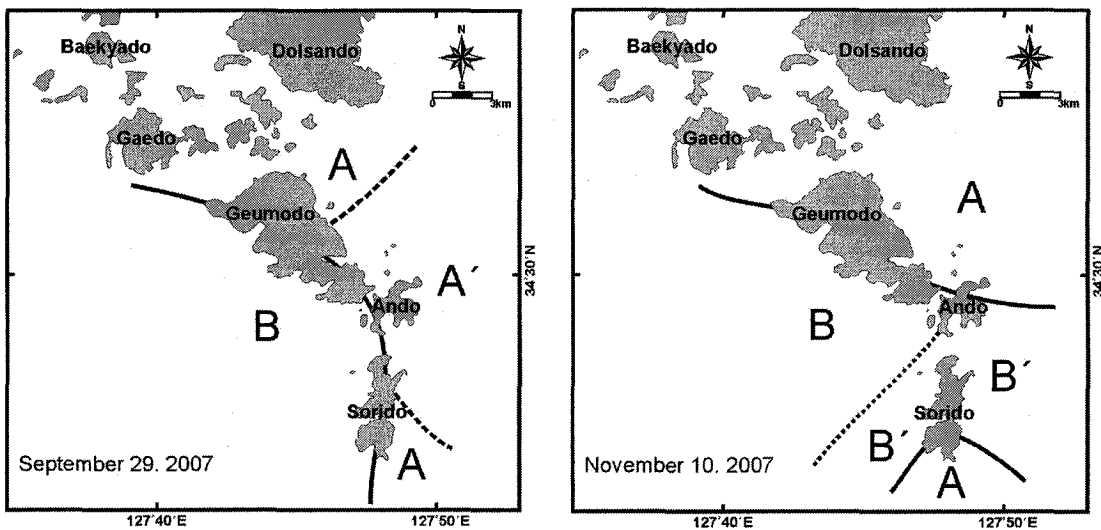


그림 2-3-1-23. 2007년 09월과 11월 전남 바다목장 해역의 T-S diagram에 의한 해역구분.

4) 소결

전남 바다목장 해역의 일반적인 물리환경에 의하면, 해당해역은 크게 특성을 달리하는 2개의 수괴로 구분된다. 즉 한개는 섬진강 수괴영향을 비교적 강하게 받는 금오수로 및 금오도 및 소리도 동측해역이었고, 또 다른 한개는 붓돌바다를 중심으로 하는 해역이다. 다만, 계절에 따라서는 이들 두개의 수괴 이외에도 소리도 남방의 깊은 수심을 나타내는 해역을 중심으로 외부로부터 유입되는 또 다른 수괴의 영향을 비교적 강하게 받는 것으로 판단되었다.

다. 해수질 특성

1) 서론

해양생태계는 육상과는 달리 해수라는 매질에 의해 거대한 공간을 형성하고 있으며, 해양생태계를 구성하는 다양한 생물군은 해저환경이라는 바닥을 근본으로 해수라는 거대한 매질 공간에서 각 생물군의 특성에 따라 부유, 유영 및 저서생활을 영위한다. 따라서 해양생태계의 생물군집은 서식환경의 매질인 해수의 질에 직접적인 영향을 받게 된다. 즉, 해수질은 생물군의 서식에 좋고, 나뭇을 결정할 뿐만 아니라 특히 질소, 인 및 규소와 같은 친생물원소는 해양의 기초생산자인 식물플랑크톤 및 해조류의 광합성에 의한 빛 에너지 합성에 필요불가결한 원소로서 해양생태계의 먹이 사슬에 출발영양단계를 차지하는 해역의 생산자의 규모는 물론 내부적인 특성을 결정시키는 요인이 된다. 하지만 질소와 인 등 친생물 원소는 최근 산업발전에 의한 과도한 유기물질의 연안해역 유입에 의해 과도하게 수권에 유입, 수권의 부영양화를 유발시키는 기본 원소이기도 하다. 따라서 이들 원소를 포함하는 해수질의 특성과 변동양상을 명확히 이해하는 것은 대상해역의 생물 생산장 특성을 파악하는데 무엇보다도 중요한 요인이 된다.

따라서 해역의 효율적 이용 및 관리는 이와 같은 무생물학적 해수질 환경과 생물군집에 의한 항상성에 의한 해양생태계의 구조와 기능을 충분히 이해하고, 정확한 과학적 지식을 기반으로 하여 생태계 및 무생물 환경의 변화를 최소화 하면서 지속적인 고부가적 가치를 창출할 수 있는 방안 마련이 필요하게 된다. 그래서 본 항에서는 전남 바다목장 해역의 해수질을 나타내는 기본적 화학요인과 친생물학적 원소의 동태를 명확히 파악해보고자 한다.

2) 재료 및 방법

해양환경은 시·공간적으로 변화의 폭을 달리하기에 기본적으로는 계절조사를 원칙으로 한다. 다만 본 년도는 9월과 11월에 현장조사를 제한적으로 실시하였기에 2회 조사결과를 이용하여 해석을 실시하였다. 현장조사는 2007년 9월 29일과 11월 10일 2회 그림 2-3-1-24에 표시된 12개의 정점을 대상으로 용선된 소형어선을 이용하여 실시하였다. 각 정점은 선박에 장착된 플로터 및 소형 위성위치시스템(GPS)을 이용하여 확인하였다. 그리고 각 대상으로 한 분석항목과 분석방법은 다음과 같다.

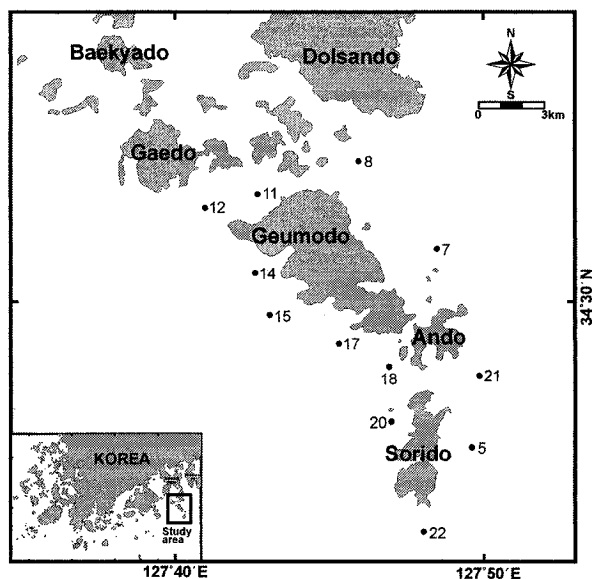


그림 2-3-1-24. 바다목장 해양수질 측정 정점위치도.

가) 수소이온농도(pH)

해수 중의 탄산이온과 중탄산 이온의 비로서 표현되는 pH는 해수가 가지는 완충효과에 의해 매우 안정된 pH값을 나타내어 일반적으로 7.5~8.2의 범위를 나타낸다. 전남 바다목장 해역의 pH는 현장에서 채수와 함께 pH meter (Thermo Orion 3 Star)를 이용하여 측정하였다.

나) 용존산소량(Dissolved Oxygen, DO)

해수 중의 용존산소량은 대기의 산소분압과 해수의 수온 및 염분에 의해 용해될 수 있는 양이 결정되지만, 해수 중의 광합성에 의해 증가하게 되고, 종속영양 세균에 의한 유기물 분해(호흡)에 의해 산소 소모가 발생하여 변화하게 되기에, 해수의 특성을 파악하는 유효한 지표로 이용되고 있는 항목이다. 전남(여수) 바다목장 해역의 용존산소는 CTD에 장착된 DO meter에 의해 측정하였으며, 현장 해수의 채수 및 Winkler 방법에 의한 측정값을 가지고 보정하여 사용하였다(해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005), 해양관측지침(일본기상협회, 1985)).

다) 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand, COD)

해수 중 COD는 해수 중의 종속영양 세균에 의한 분해성 유기물 농도를 파악할 수 있는 지표로서, 해수 중 유기물을 산화할 수 있는 산화제(과망간산칼륨)를 넣어 중탕에 의해 분해시키고, 분해에 이용된 산화제 양을 계산하여 분석하는 알카리성 과망간산칼륨법에 의해 측정하였다(해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005), 해양관측지침(일본기상협회, 1985)).

라) 총부유물질량(Total Suspended Matters, TSM)

해수 중에는 생물기원의 부유물질과 해양퇴적기원의 부유물질 등 다양한 물질을 포함된다. 이들 부유물질은 기원에 따라 특성을 달리하기에 기원에 따른 구분을 행하기도 하지만, 전체적인 양에 의해 해수 중 빛의 산란 및 흡수정도를 평가하게 된다. 분석은 유리섬유 여과지에 의한 무게 차이에 의해 산출하게 된다(해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005)).

마) 질소계 영양염류

해수 중에 용존하는 질소계 무기영양염류는 암모니아염, 아질산염 및 질산염의 형태로 존재하기에 분석에서는 이들 각 형태의 무기질소를 구하여 용존무기질소(Dissolve Inorganic Nitrogen, DIN)로 하였다. 즉, $DIN = Ammonia + Nitrite + Nitrate$ 로 표시되며, 여과된 해수를 분해시켜 측정된 질소를 용존전질소(Dissolved Total Nitrogen, DTN), DTN에서 DIN을 빼 용존유기질소(Dissolved Organic Nitrogen, DON)로 하여, 요소 및 아미노산과 같은 물질이 여기에 속하게 된다. 그리고 전 질소(Total Nitrogen, TN)에서 DTN을 빼어 입자성 질소(Particulate Nitrogen, PN)로 구분하여 질소의 여러 형태를 해석하였다. 필요로 하는 각 항목은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005) 및 해양관측지침(일본기상협회, 1985)에 따랐다.

바) 인계 영양염류

해수 중에 용존하는 무기인은 인산의 형태로만 존재하기에 인산염을 용존무기인(Dissolve Inorganic Phosphorus, DIP)로 하였다. 여과된 해수를 분해시켜 측정된 인을 용존전인(Dissolved Total Phosphorus, DTP), DTP에서 DIP을 빼어 용존유기인(Dissolved Organic Phosphorus, DOP)로 하였다. 그리고 전인(Total Phosphorus, TP)에서 DTP을 빼어 입자성 인(Particulate Phosphorus, PP)으로 구분하여 인의 각 형태를 해석하였다. 분석을 필요로 하는 각 항목은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005)

및 해양관측지침(일본기상협회, 1985)에 따랐다.

사) 규산염

규산염은 해수 중에 규산질 각을 필요로 하는 규조류, 유공충과 같은 생물의 각을 형성하는데 필요한 영양요소가 된다. 특히 이 중 규조류는 해양의 기초생산자로서 가장 중요한 생물군이기에 해양기초생산자의 광합성 활동에서는 규소는 매우 중요한 영양원으로 작용하게 된다. 본 항에 대해서도 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005) 및 해양관측지침(일본기상협회, 1985)에 따랐다.

아) 입자성 유기탄소와 질소(Particulate Organic Carbon/Nitrogen; POC, PON)

해양환경은 시·공간적으로 변화의 폭을 달리하기에 기본적으로는 계절조사를 원칙으로 한다. 다만 본 년도는 9월과 11월에 현장조사를 제한적으로 실시하였기에 2회 조사결과를 이용하여 해석을 실시하였다. 분석은 해수 250 ml를 여과하여, CHN analyzer를 이용하여 측정하였다(해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005) 및 해양관측지침(일본기상협회, 1985)).

자) 엽록소 a 량(Chlorophyll a)

기초생산력을 간접적으로 파악하기 위한 식물플랑크톤 생물량 조사는 형광센서가 부착되어 있는 Submersible Fluorometer (Alec Co., ACL 1151-D)를 이용하여 각 정점의 표층에서 저층까지 연속 측정하여 약 1m 간격으로 정리, 분석하였다. 그러나 자료의 해석에서는 식물플랑크톤 군집에서와 같이 표층과 10m 수층만을 대상으로 실시하였다. 그리고 기계 값에 의해 얻어진 엽록소(Chlorophyll a, Chl-a)의 경우 측정값의 보정을 위해서 일부 정점의 표층에서 해수 1,000ml를 여과하여 분광광도법, 즉 박막여과지(pore size: 0.45 μ m, diameter: 47mm)가 장착된 여과기를 이용하여 흡인 여과시킨 후, 여과 포집된 박막여과지를 90%의 아세톤을 용매로 추출시킨 다음, 원심분리기로 분리(3,000rpm, 15min.)된 상등액을 UV 분광광도계(Mecasys Co Ltd., Optizen 2120UV)에 의해 비색 측정하는 방법에 의해 얻어진 값으로 보정하여 측정값으로 하였다(SCOR-Unesco, 1966).

3) 결과 및 고찰(해양환경 및 생물군집 특성조사 3)

가) 수소이온농도(pH)

전남 바다목장 해역의 9월 표층해수의 pH는 8.22에서 8.31로 변화하여 8.27 \pm 0.03의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 8.22에서 8.28로 변화하여 8.25 \pm 0.02의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-10). 11월 표층해수의 pH는 8.20에서 8.26으로 변화하여 8.23 \pm 0.02의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 8.08에서 8.24로 변화하여 8.19 \pm 0.04의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-10).

표 2-3-1-10. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 pH의 변동 범위

수층	9월 pH				11월 pH				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	8.22	8.27	8.31	0.03	8.2	8.23	8.26	0.02	
중층	8.24	8.27	8.29	0.02	8.16	8.22	8.26	0.03	
저층	8.22	8.25	8.28	0.02	8.08	8.19	8.24	0.04	

해역에서 pH 농도는 7.8~8.5의 범위로 해수는 탄산이온과 중탄산 이온에 의해 완충적 특성을 나타내기에 특별한 경우를 제외하고는 해수질에서 pH 농도가 큰 영향을 미치는 경우는 그리 많지 않다. 바다

목장 해역에서도 pH는 매우 정상 범위에서 변동하는 특성을 나타내었다(그림 2-3-1-25와 그림 2-3-1-26).

나) 용존산소량(Dissolved Oxygen, DO)

전남 바다목장 해역의 9월 표층해수의 DO는 6.01mgO₂/L에서 7.45mgO₂/L로 변화하여 6.55±0.36mgO₂/L의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 5.84mgO₂/L에서 6.85mgO₂/L로 변화하여 6.27±0.29mgO₂/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-11). 11월 표층해수의 DO는 5.46mgO₂/L에서 7.72mgO₂/L로 변화하여 6.89± 0.60mgO₂/L의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 4.99mgO₂/L에서 6.98mgO₂/L로 변화하여 6.30±0.56mgO₂/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-11).

공간적으로는 9월의 경우, 금오도 북동해역과 소리도 남동해역에서 상대적으로 높은 DO를 보이는 반면, 금오수로 및 붓돌바다 해역에서는 상대적으로 다소 낮은 DO 농도를 나타내었다. 중층의 경우는 공간적 분포 양상이 정점에 따라 많은 차이를 보여, 소리도 동안과 주로 수로부에서 상대적으로 높은 DO 값을 나타내었다. 저층의 경우는 중층과는 상대적으로 반대경향의 분포양상을 나타내었다(그림 2-3-1-27).

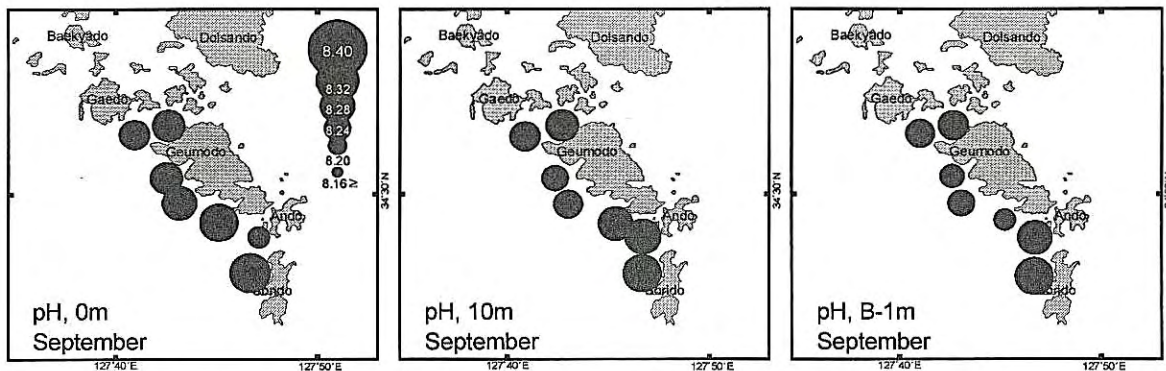


그림 2-3-1-25. 2007년 09월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 pH의 분포.

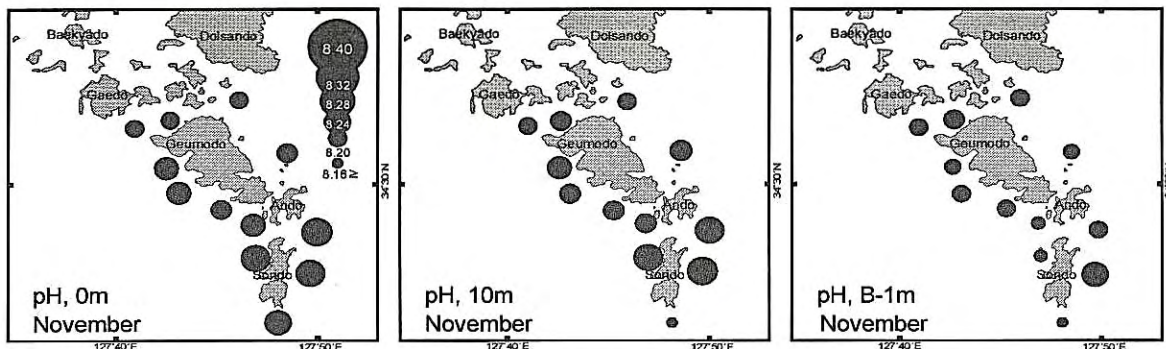


그림 2-3-1-26. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 pH의 분포.

표 2-3-1-11. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DO의 변동 범위

수층	9월 DO (mgO ₂ /L)				11월 DO (mgO ₂ /L)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	6.01	6.55	7.45	0.36	5.46	6.89	7.72	0.60	
중층	5.73	6.44	7.79	0.53	6.37	7.13	8.95	0.75	
저층	5.84	6.27	6.85	0.29	4.99	6.30	6.98	0.56	

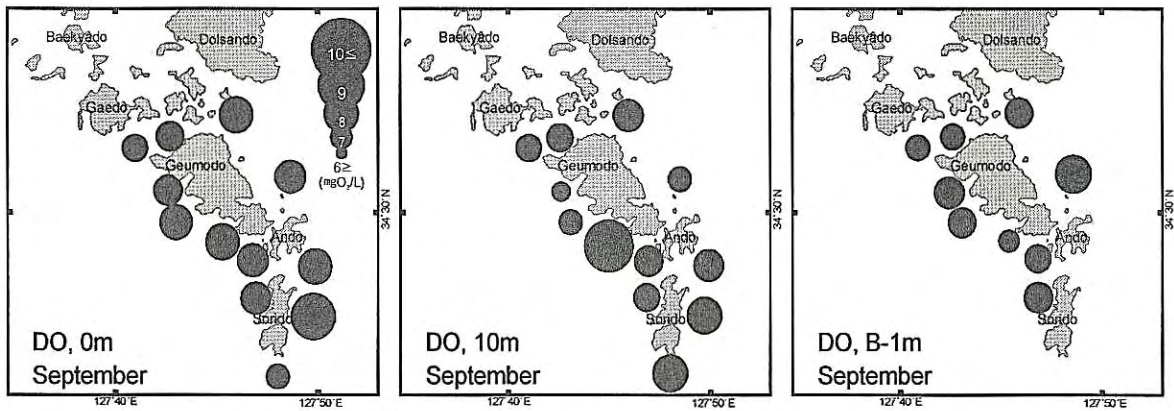


그림 2-3-1-27. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 용존산소(DO)의 분포.

11월 표층은 소리도 인근해역인 남쪽해역에서 상대적으로 높은 DO 농도를 보이고 있으며, 금오도 북동해역에서 상대적 낮은 DO값을 나타내었다. 중층은 뚜렷한 경향은 보이지 않지만 붓돌바다 정점에서 상대적으로 높은 DO 농도를 나타내는 것에 반해, 금오도 북서쪽 및 안도 인근해역의 수로부에서 상대적으로 낮은 DO값을 나타내었다. 저층은 전체적으로 표층이나 중층보다 낮은 DO 농도를 보이고 있으며, 공간적으로도 일정한 규칙 없이 붓돌바다와 소리도 동측해역에서 다소 높은 DO 농도를 보이지만, 금오도 북동의 섬진강 영향의 수괴 및 안도 주변 수로부에서 상대적으로 낮은 DO값을 보였다(그림 2-3-1-28).

해수 중 DO농도는 다양한 해양환경 특성을 해석하는데 많은 도움을 나타내는 자료이지만, 본 항에서는 간략히 측정값의 변화양상 정도로 기술을 정리한다.

다) 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand, COD)

전남 바다목장 해역의 9월 표층해수의 COD는 $1.18\text{mgO}_2/\text{L}$ 에서 $2.14\text{mgO}_2/\text{L}$ 로 변화하여 $1.74 \pm 0.31\text{mgO}_2/\text{L}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 $1.26\text{mgO}_2/\text{L}$ 에서 $4.86\text{mgO}_2/\text{L}$ 로 변화하여 $2.66 \pm 1.22\text{mgO}_2/\text{L}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-12). 11월의 경우, 표층해수의 COD는 $0.20\text{mgO}_2/\text{L}$ 에서 $2.60\text{mgO}_2/\text{L}$ 로 변화하여 $1.44 \pm 0.63\text{mgO}_2/\text{L}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 $0.52\text{mgO}_2/\text{L}$ 에서 $3.40\text{mgO}_2/\text{L}$ 로 변화하여 $1.57 \pm 0.89\text{mgO}_2/\text{L}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-12). 즉, 11월에 비해 9월 해수 중 유기물 농도가 매우 높은 것으로 나타났으며, 해역에 따라서는 2등급수 이상의 수질을 나타내고 있어, 전남 바다목장 해역의 경우는 수질관리에 대해서도 많은 관심이 필요한 것으로 나타났다.

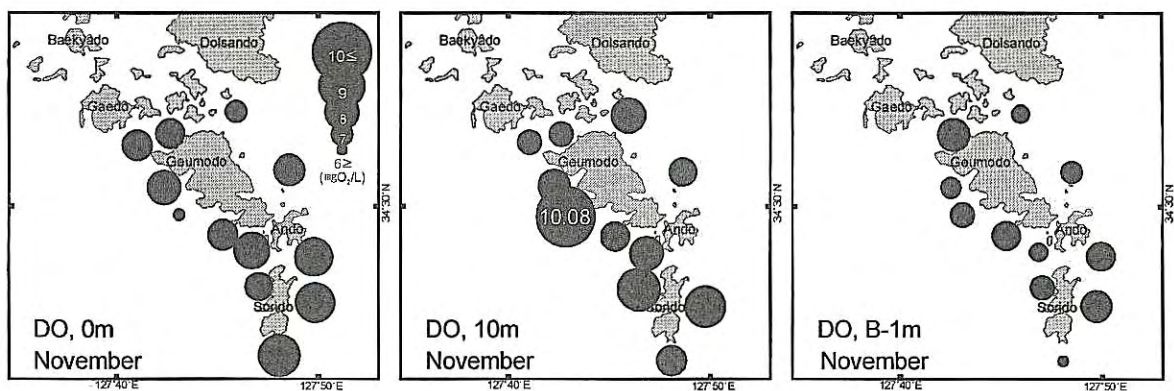


그림 2-3-1-28. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 용존산소(DO)의 분포.

표 2-3-1-12. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 COD의 변동 범위

수층	9월 COD (mgO ₂ /L)				11월 COD (mgO ₂ /L)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	1.18	1.74	2.14	0.31	0.20	1.44	2.60	0.63	
중층	1.82	2.47	4.78	0.91	0.20	1.26	2.92	0.81	
저층	1.26	2.66	4.86	1.22	0.52	1.57	3.40	0.89	

공간적으로는 9월의 경우, 표층은 소리도 동쪽과 금오도 북서쪽 해역에서 상대적으로 높은 COD값을 나타내었으며, 안도 인근의 수로부 해역에서 상대적으로 낮은 COD 농도를 나타내었다. 중층은 전체적으로 표층보다 높은 COD 농도를 보이며, 특히 소리도 인근해역에서 매우 높은 COD값을 보였다. 저층은 금오도 동과 서쪽 및 안도 수로부에서 높은 값을 보이는데, 이는 생물량 집적 보다 표층퇴적물의 혼재에 의한 결과로 보아진다(그림 2-3-1-29).

11월 표층은 9월과는 달리 소리도 남방의 깊은 수심을 나타내는 개방해역에서 COD 농도가 높고, 내만으로 접근할수록 상대적으로 낮은 COD 농도를 보였다. 중층은 표층과는 달리 금오도 북서부 해역과 서쪽의 붓돌바다 정점에서 높고, 안도 인근 붓돌바다 수로부 해역에서는 매우 낮은 COD 농도를 나타내었다. 저층은 섬진강 영향을 강하게 받는 금오수로 해역과 수리도 북동의 광양만 측 해역에서 높은 COD 농도를 보이나, 붓돌바다의 금오도 및 소리도 인근 정점에서는 낮은 COD 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-30).

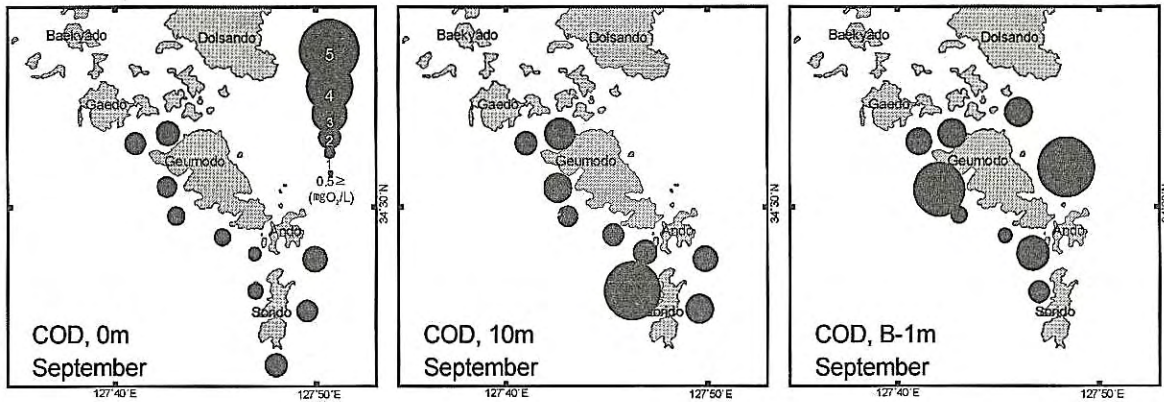


그림 2-3-1-29. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 COD의 분포.

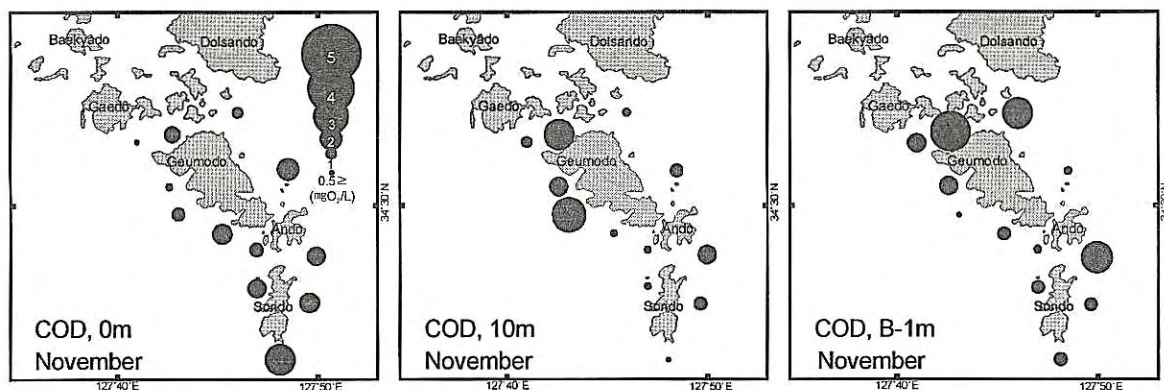


그림 2-3-1-30. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 COD의 분포.

라) 질소계 영양염류

전남 바다목장 해역의 9월 표층 해수 중 암모니아염은 0.60 μM 에서 2.62 μM 로 변화하여 $1.14 \pm 0.59 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 1.24 μM 에서 2.76 μM 로 변화하여 $1.63 \pm 0.54 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-13). 11월의 경우, 표층해수의 암모니아염은 0.07 μM 에서 1.34 μM 로 변화하여 $0.46 \pm 0.38 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 0.14 μM 에서 1.17 μM 로 변화하여 $0.54 \pm 0.37 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-13). 즉, COD에서 표현된 것처럼 9월이 11월보다 높은 유기물 농도에 의해 수체내의 물질순환 과정을 통한 무기화과정이 활발함을 나타내는 것으로 판단되며, 11월에 분석된 암모니아염 농도는 매우 낮은 값을 표현하였다.

질소계 영양염 중 질산염은 9월 표층 해수에서 0.11~2.91 μM 로 변화하여 $0.93 \pm 0.96 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 0.30 μM 에서 2.96 μM 로 변화하여 $1.86 \pm 0.83 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-14). 11월의 경우, 표층해수의 질산염은 0.44 μM 에서 3.78 μM 로 변화하여 $1.53 \pm 1.02 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 1.43 μM 에서 8.70 μM 로 변화하여 $3.20 \pm 2.04 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-14). 즉, 9월과 11월 모두에서 질산염농도는 상대적으로 낮은 값을 나타내었다.

무기형태로 존재하는 암모니아염, 아질산염 및 질산염을 합한 용존무기질소(DIN)는 9월 표층 해수에서 0.72~5.55 μM 로 변화하여 $2.26 \pm 1.67 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 1.70 μM 에서 6.23 μM 로 변화하여 $3.78 \pm 1.35 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-15). 11월의 경우, 표층해수의 DIN은 0.84 μM 에서 4.92 μM 로 변화하여 $2.46 \pm 1.38 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 4.26 μM 에서 9.58 μM 로 변화하여 $4.26 \pm 2.02 \mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-15). 즉, 9월과 11월 모두에서 DIN 농도는 상대적으로 낮은 값을 보이고 있어, 바다목장의 생물생산 잠재력을 고려하면 식물플랑크톤 성장에 제한인자로 작용할 가능성이 큰 것으로 판단되었다.

표 2-3-1-13. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 암모니아염의 변동 범위

수층	9월 $\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{g-at/L}$)				11월 $\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{g-at/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.60	1.14	2.62	0.59	0.07	0.46	1.34	0.38	
중층	0.60	1.38	2.48	0.62	0.06	0.58	1.87	0.54	
저층	1.23	1.63	2.76	0.54	0.14	0.54	1.17	0.37	

표 2-3-1-14. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 질산염의 변동 범위

수층	9월 $\text{NO}_3\text{-N}$ ($\mu\text{g-at/L}$)				11월 $\text{NO}_3\text{-N}$ ($\mu\text{g-at/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.11	0.93	2.91	0.96	0.44	1.53	3.78	1.02	
중층	0.39	1.21	2.49	0.78	0.31	1.95	3.62	0.98	
저층	0.30	1.86	2.98	0.83	1.43	3.20	8.70	2.04	

표 2-3-1-15. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 용존무기질소의 변동 범위

수층	9월 DIN ($\mu\text{g-at/L}$)				11월 DIN ($\mu\text{g-at/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.72	2.26	5.55	1.67	0.84	2.46	4.92	1.38	
중층	1.44	2.80	5.50	1.43	0.54	3.02	6.13	1.42	
저층	1.70	3.78	6.23	1.35	2.31	4.26	9.58	2.02	

공간적으로는 9월의 경우, 표층과 중층의 DIN은 금오수로해역에서 높은 농도를 나타내며, 붓돌바다 및 소리도 인근해역에서는 상대적으로 낮은 농도를 나타내었다. 반면, 저층은 금오수도 및 붓돌바다 인근 해역 전 정점에서 상대적으로 높은 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-31).

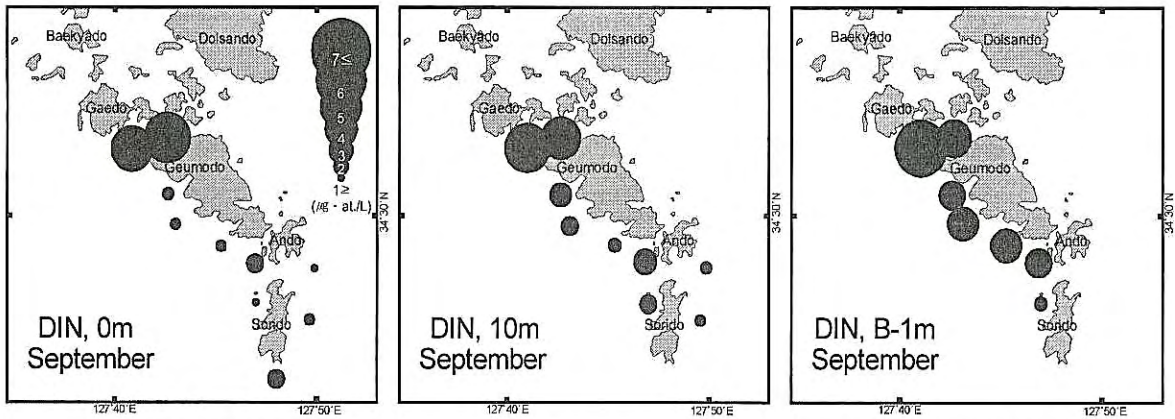


그림 2-3-1-31. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIN의 분포.

11월 표층 DIN은 9월과 유사하여 금오도 북서해역에서 상대적으로 높은 농도를 나타내었으며, 소리도 인근해역에서 매우 낮은 농도를 보였다. 그러나 중층에서는 금오수로를 포함하는 금오도 북동 및 북서해역과 소리도 남단에서 상대적으로 높은 DIN 농도를 보이며, 안도를 중심으로 하는 수로부에서 상대적으로 낮은 DIN 농도를 나타내었다. 저층은 표층과 중층과는 반대로 전체적으로 상대적 고농도를 보이고 있으며, 공간적으로도 내만측보다 개방된 외해역, 즉 소리도 남방해역에서 상대적으로 높은 DIN 농도를 보이고 있다(그림 2-3-1-32).

전남 바다목장 해역에서 용존되는 무기/유기 형태의 질소는 물론 입자성 질소까지 포함한 전질소(TN)의 변동은, 9월 표층 해수에서 0.539~0.863mg/L로 변화하여 0.647 ± 0.093 mg/L의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 0.557mg/L에서 0.697mg/L로 변화하여 0.629 ± 0.050 mg/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-16). 11월의 경우, 표층해수의 TN은 0.485mg/L에서 0.625mg/L로 변화하여, 0.502 ± 0.038 mg/L의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 0.480mg/L에서 0.706mg/L로 변화하여 0.535 ± 0.060 mg/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-16). 즉, 9월과 11월 모두에서 해역수질 II 등급 이상을 나타내고 있지만, 11월에 비해 9월이 식물플랑크톤 현존량이 매우 높은 결과를 반영하여 높은 TN 농도를 나타내었다.

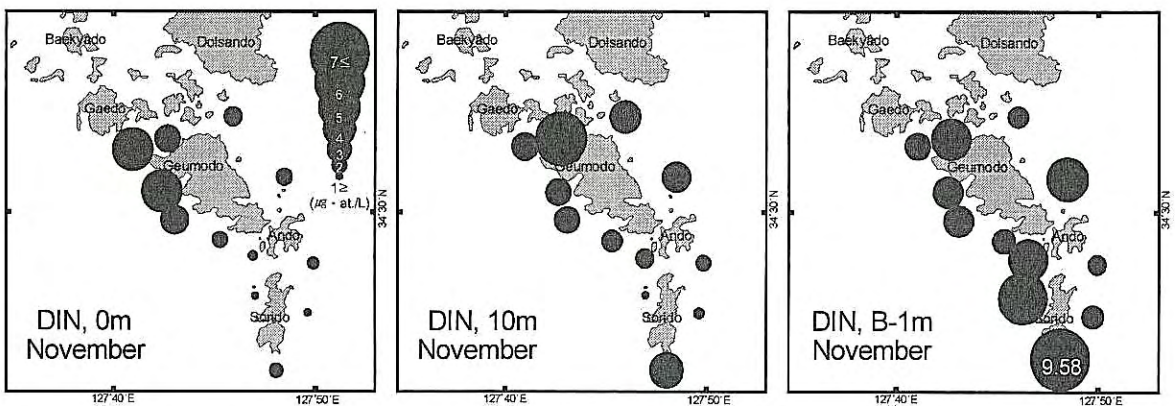


그림 2-3-1-32. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIN의 분포.

표 2-3-1-16. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 총질소의 변동 범위

수층	9월 TN (mg/L)				11월 TN (mg/L)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.539	0.647	0.863	0.093	0.485	0.502	0.625	0.046	
중층	0.600	0.672	0.842	0.072	0.485	0.533	0.610	0.038	
저층	0.557	0.629	0.697	0.050	0.480	0.535	0.706	0.060	

공간적으로는 9월의 경우, 표층의 TN는 금오수로해역에서 높은 농도를 나타내며, 붓돌바다 및 소리도 인근해역에서는 상대적으로 낮은 농도를 나타내었다. 중층은 금오수도 및 소리도 남측해역에서 안도를 중심으로 하는 수로해역보다 높은 TN 농도를 나타내었다. 그리고 저층은 금오수도 및 안도 인근해역의 수로부에서 상대적으로 높은 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-33).

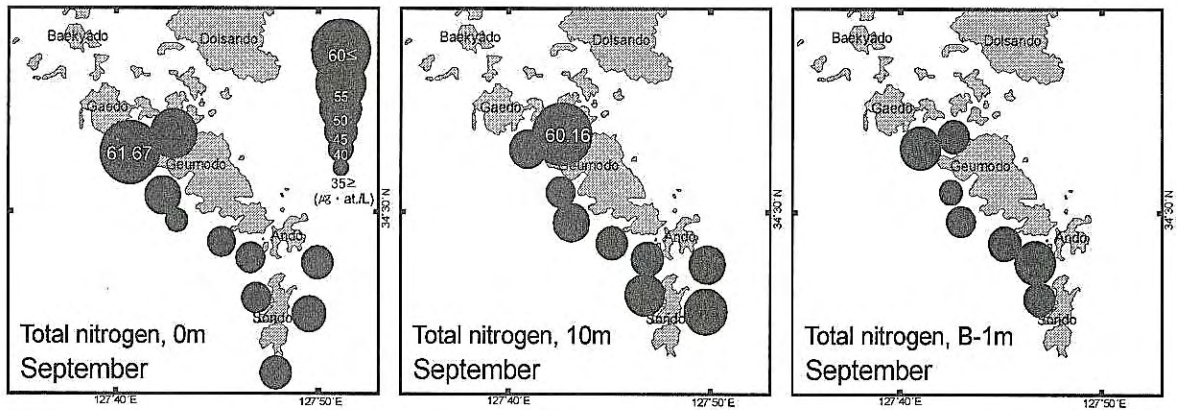


그림 2-3-1-33. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 총질소(μM)의 분포.

11월은 9월보다 절대값으로는 낮은 농도를 표현하고 있지만, 공간적으로는 표층의 TN는 전체적으로 매우 낮은 값을 보이는 안도 인근의 수로부 해역에서 상대적으로 높은 농도를 보였으며, 중층은 일정한 규칙성은 없으나, 금오수로 해역과 바다목장 남쪽의 소리도 주변해역에서 상대적으로 높은 농도를 나타내었다. 저층은 중층과 유사하나 그 경향이 보다 명확하여 전남 바다목장 북측 및 남측해역에서 상대적으로 높은 TN 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-34).

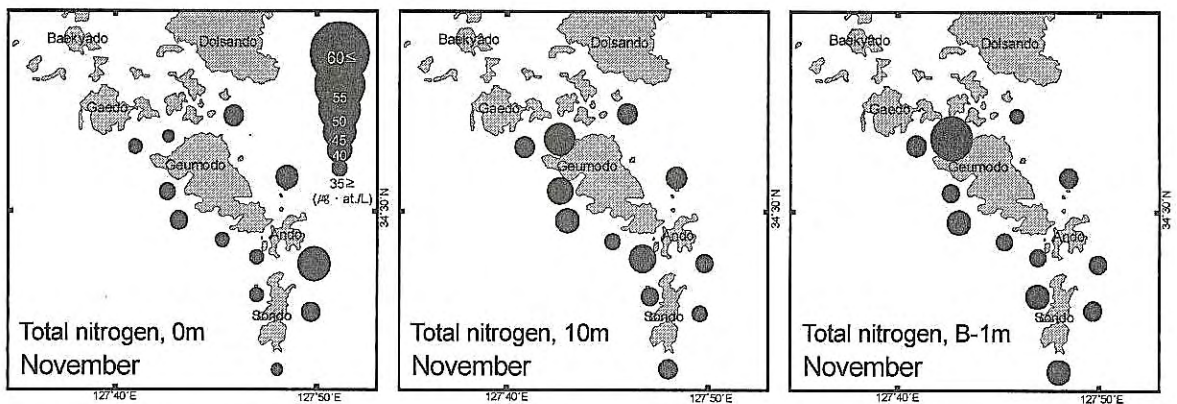


그림 2-3-1-34. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 총질소(μM)의 분포.

마) 인계 영양염류

전남 바다목장 해역의 9월 표층 해수의 용존무기인(DIP)은 0.05 μM 에서 0.19 μM 로 변화하여 0.09 \pm 0.04 μM 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 0.05 μM 에서 0.22 μM 로 변화하여 0.11 \pm 0.06 μM 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-17). 11월의 경우, 표층해수의 DIP는 0.16 μM 에서 0.58 μM 로 변화하여 0.39 \pm 0.13 μM 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 0.40 μM 에서 0.83 μM 로 변화하여 0.55 \pm 0.11 μM 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-17).

표 2-3-1-17. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DIP의 변동 범위

수층	9월 DIP ($\mu\text{g-at./L}$)				11월 DIP ($\mu\text{g-at./L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.05	0.09	0.19	0.04	0.16	0.39	0.58	0.13	
중층	0.06	0.14	0.33	0.08	0.20	0.45	0.65	0.12	
저층	0.05	0.11	0.22	0.06	0.40	0.55	0.83	0.11	

공간적으로는 9월의 경우, 전 수층에서 금오도 서측해역과 붓돌바다에 위치하는 정점에서 상대적으로 높은 용존무기인(DIP) 농도를 보이는 반면, 안도를 중심으로 하는 수로부 및 소리도 인근해역에서는 상대적으로 낮은 DIP 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-35).

11월의 경우는 전 수층에서 9월보다 상대적으로 높은 DIP 농도를 나타내고 있으며, 공간적으로는 표층에서 금오수도 및 금오도 동쪽과 서쪽의 바다목장 북부해역에서 상대적으로 높은 DIP 농도를 나타내는 반면, 소리도 인근의 바다목장 남쪽 해역에서 낮은 DIP 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-36, 왼쪽). 중층은 금오도 인근의 바다목장 해역 북부와 소리도 남단에서 상대적으로 높은 DIP를 나타내는 반면, 안도 주변의 수로부 해역에서 상대적으로 낮은 DIP 농도를 보였다(그림 2-3-1-36, 가운데). 저층은 표층 및 중층과는 달리 남쪽 소리도 남방 깊은 수심을 나타내는 개방해역에서 가장 높은 DIP 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-36, 오른쪽)

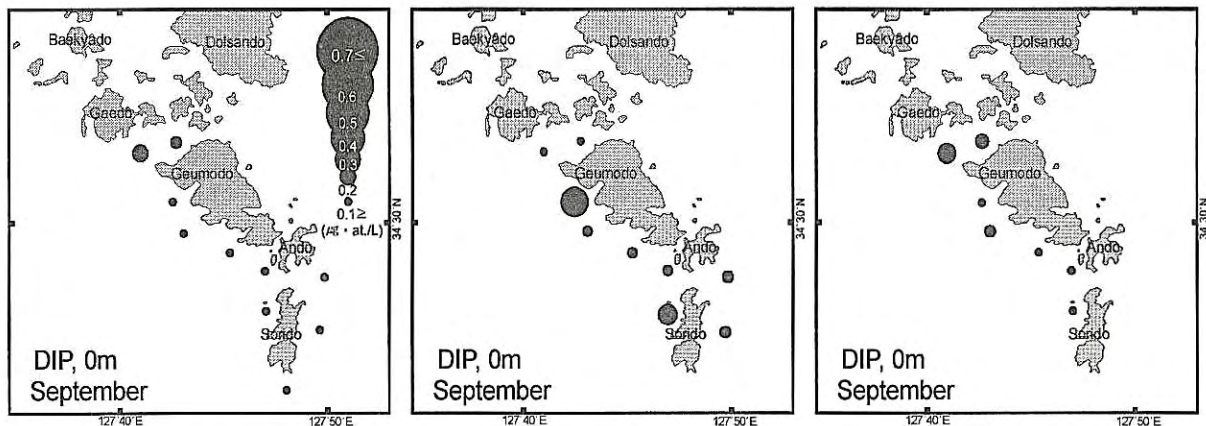


그림 2-3-1-35. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIP의 분포.

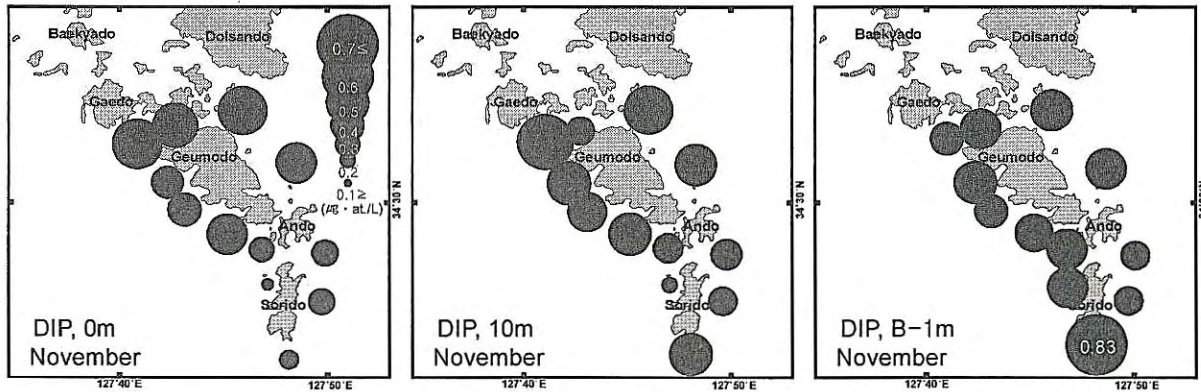


그림 2-3-1-36. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 DIP의 분포.

이와 같은 용존무기인 분포를 용존무기질소와 비교하면, 수층 평균으로 N/P ratio는 9월의 경우 20.0~34.3을 나타내어 용존무기인이 부족함을 나타내고 있는 반면, 11월은 6.30~7.70으로 인이 전남 바다목장 해역의 기초생물생산을 지배하는 것으로 나타난다. 즉, 전남 바다목장 해역은 시·공간적으로 서로 다른 수질특성을 나타내어 매우 복잡한 해양구조를 보이는 것으로 볼 수 있다.

그리고 전남 바다목장 해역에서 용존 전인(DTP)은 9월 표층 해수의 경우, 0.14µM에서 0.41µM로 변화하여 0.27±0.10µM의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 0.35µM에서 0.45µM로 변화하여 0.39±0.03µM의 변동 폭을 나타내었다(표 2-1-18). 11월의 경우, 표층해수의 DIP는 0.34µM에서 0.89µM로 변화하여 0.54±0.15µM의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 0.69µM에서 0.98µM로 변화하여 0.83±0.09µM의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-18). 즉, 이와 같은 결과는 전남 바다목장해역의 경우 용존인은 무기형태보다 유기성분의 비율이 높게 나타나고 있음을 암시한다.

표 2-3-1-18. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DTP의 변동 범위

수층	9월 DTP (µg-at./L)				11월 DTP (µg-at./L)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.14	0.27	0.41	0.10	0.34	0.54	0.89	0.15	
중층	0.23	0.34	0.63	0.14	0.46	0.76	0.97	0.16	
저층	0.35	0.39	0.45	0.03	0.69	0.83	0.98	0.09	

전남 바다목장 해역에서 용존 전인(DTP)에서 용존무기인(DIP)을 뺀 내용은 용존유기인(DOP)으로 표현된다. 9월 표층 해수의 DOP는 0.07µM에서 0.33µM로 변화하여 0.18±0.09µM의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 0.17µM에서 0.35µM로 변화하여 0.28±0.06µM의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-19). 11월의 경우, 표층해수의 DOP는 0µM에서 0.57µM로 변화하여 0.16±0.16µM의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 0µM에서 0.26µM로 변화하여 0.09±0.08µM의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-19). 즉, 이와 같은 결과는 9월의 경우 표, 중, 저층 평균에서 DOP/DIP=1.912, 11월은 0.244로 9월은 DIP에 비해 약 2배 정도 DOP 농도가 높다는 것을, 11월은 DIP에 비해 DOP가 약 24.4% 정도 수준인 것을 표현하는 것으로 바다 목장해역은 DIP, DOP 조성비가 계절에 따라 크게 변동하고 있음을 나타낸다.

표 2-3-1-19. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 DOP의 변동 범위

수층	9월 DOP ($\mu\text{g-at./L}$)				11월 DOP ($\mu\text{g-at./L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.07	0.18	0.33	0.09	0.00	0.16	0.57	0.16	
중층	0.11	0.19	0.39	0.08	0.01	0.09	0.22	0.06	
저층	0.17	0.28	0.35	0.06	0.00	0.09	0.26	0.08	

전남 바다목장 해역에서 DIP와 DOP 합으로 표현되는 용존전인(DTP)에서 입자성 인(PP)을 포함하는 형태의 인은 전인(TP)으로 표현된다. 9월 표층 해수의 TP는 $0.40\mu\text{M}$ 에서 $0.73\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.52\pm 0.11\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 $0.45\mu\text{M}$ 에서 $0.92\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.57\pm 0.16\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-20). 11월의 경우, 표층해수의 TP는 $0.53\mu\text{M}$ 에서 $0.97\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.73\pm 0.14\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 $0.69\mu\text{M}$ 에서 $0.98\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.83\pm 0.09\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-20). 즉, 이와 같은 결과는 전층 평균 농도로부터 9월의 경우 TP/DIP=5.044, 11월은 1.670으로 9월은 TP가 DIP에 비해 약 5배 정도 높은 농도가 보이는 반면, 11월은 1.7배 정도 높은 농도를 보여, DOP나 TP 등은 생물활성 및 생물량에 의해 크게 지배되고 있음을 암시하는 것으로 판단할 수 있었다.

표 2-3-1-20. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 TP의 변동 범위

수층	9월 TP ($\mu\text{g-at./L}$)				11월 TP ($\mu\text{g-at./L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.40	0.52	0.73	0.11	0.53	0.73	0.97	0.14	
중층	0.43	0.62	0.78	0.11	0.46	0.76	0.97	0.16	
저층	0.45	0.57	0.92	0.16	0.69	0.83	0.98	0.09	

공간적으로는 전인은 9월 표층의 경우, 금오수로와 안도인근의 수로부 해역에서 상대적으로 높은 농도를 보이고 있으며, 중층은 금오도 북서해역과 소리도 인근해역에서 상대적 고농도를, 그리고 저층에서는 금오수로 서쪽에서 높은 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-37).

11월의 경우는 전 수층에서 9월보다 상대적으로 높은 TP 농도를 보이며, 공간적으로도 표층은 소리도 인근의 바다목장 남방해역에서 높은 TP 농도를 보이고 있으며, 중층에서는 금오도 주변해역에서 상대적으로 높은 생물량을 나타내었다. 그러나 저층은 일정한 규칙성 없이 전 정점에서 비교적 높은 농도로서 균일한 특성을 표현하고 있었다(그림 2-3-2-38)

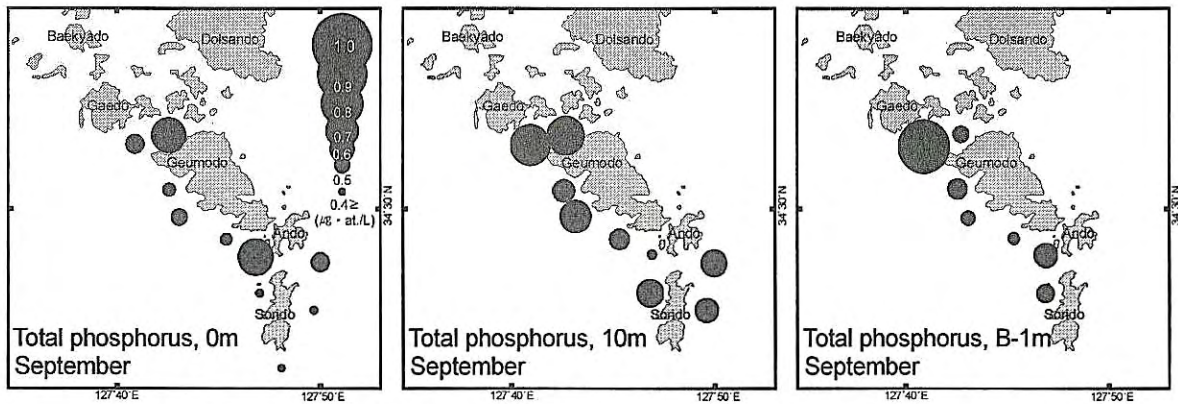


그림 2-3-1-37. 2007년 09월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 TP의 분포.

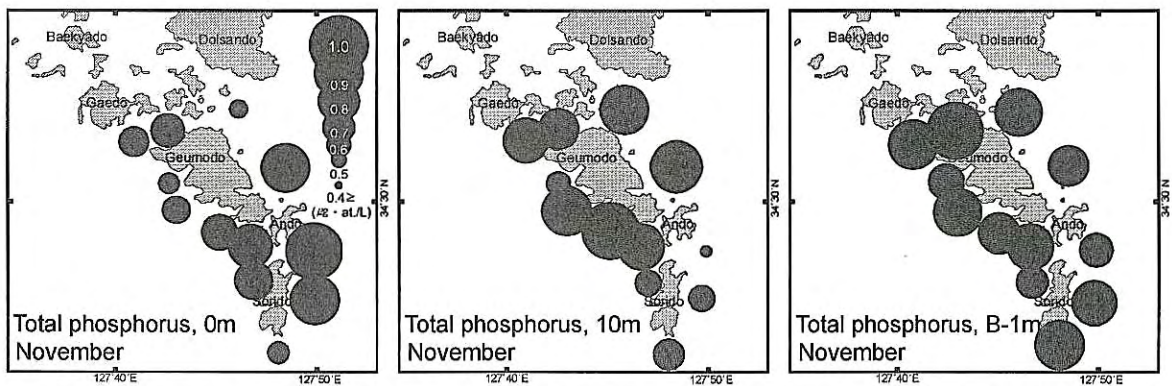


그림 2-3-1-38. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 TP의 분포.

인의 다양한 형태로부터 전인(TP)에서 용존 전인(DTP)을 빼면, 생물체내에 존재하는 인, 즉 입자성 인(PP)로 표현된다. 전남 바다목장 해역에서 입자성인(PP)의 변화는 9월 표층 해수의 경우, $0.12\mu\text{M}$ 에서 $0.53\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.23\pm 0.13\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 $0.05\mu\text{M}$ 에서 $0.54\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.18\pm 0.17\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-21). 11월의 경우는 표층에서 $0.01\mu\text{M}$ 에서 $0.47\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.20\pm 0.18\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 $0.05\mu\text{M}$ 에서 $0.41\mu\text{M}$ 로 변화하여 $0.20\pm 0.12\mu\text{M}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-21). 즉, 이와 같은 결과는 수층별 평균값에 의해 PP/TP의 백분율을 계산하면 31.5~48.1% 범위, 11월은 24.1~30.3%의 범위를 나타내어, 상황에 따라 많은 변화를 나타내지만 TP중에 PP가 점유하는 비율은 약 30% 전후의 값을 나타내었다.

표 2-3-1-21. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 PP의 변동 범위

수층	9월 PP ($\mu\text{g-at./L}$)				11월 PP ($\mu\text{g-at./L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.12	0.25	0.53	0.13	0.01	0.20	0.47	0.18	
중층	0.01	0.29	0.53	0.18	0.00	0.23	0.45	0.15	
저층	0.05	0.18	0.54	0.17	0.05	0.20	0.41	0.12	

바) 규산염

전남 바다목장 해역에서 조사시점에 따른 규산염($\text{Si}(\text{OH})_4\text{-Si}$)의 변동 양상은 9월 표층 해수의 경우, 0.53 μM 에서 8.57 μM 로 변화하여 3.53 \pm 2.85 μM 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층은 3.85 μM 에서 7.58 μM 로 변화하여 5.07 \pm 1.70 μM 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-22). 11월의 경우, 표층은 3.99 μM 에서 18.04 μM 로 변화하여 9.69 \pm 4.52 μM 의 변동 폭을 나타내었으며, 저층에서는 8.29 μM 에서 21.34 μM 로 변화하여 11.50 \pm 3.49 μM 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-22). 즉, 이와 같은 규산염 농도는 9월의 경우 규조류 대발생으로 생물체내 흡수에 의해 감소하였다 하더라도 매우 낮은 농도로, 전남 바다목장 해역의 규조류 성장에 제한인자로서 작용할 충분한 가능성을 가지는 것으로 판단할 수 있다.

표 2-3-1-22. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 규산염의 변동 범위

수층	9월 $\text{Si}(\text{OH})_4\text{-Si}$ ($\mu\text{g-at/L}$)				11월 $\text{Si}(\text{OH})_4\text{-Si}$ ($\mu\text{g-at/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.53	3.53	8.57	2.85	3.99	9.69	18.04	4.52	
중층	1.01	4.36	8.87	3.13	3.61	9.86	18.73	4.59	
저층	3.85	5.07	7.58	1.70	8.29	11.50	21.34	3.49	

공간적으로는 9월의 경우, 표층과 중층에서 붓돌바다 북동해역, 즉 금오도 북서방에서 상대적으로 높은 규산염을 나타내며, 기타 해역에서 매우 낮은 규산염 농도를 나타내었다. 저층에서는 표층이나 중층보다 다소 높은 규산염 농도를 보이며, 공간적으로도 소리도 인근해역에서 상대적으로 높은 규산염 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-39).

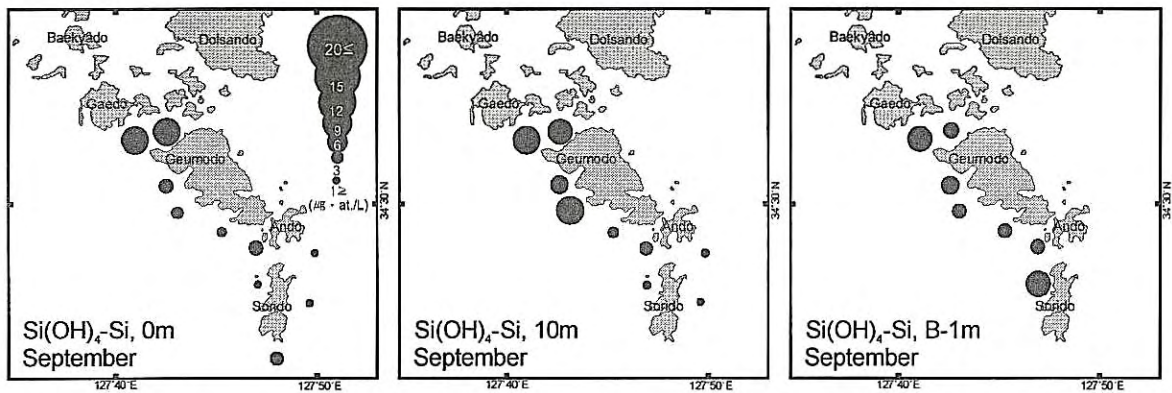


그림 2-3-1-39. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 규산염의 분포.

11월 표층은 소리도 인근해역인 동쪽해역과 금오수도 북서해역에서 상대적으로 높은 규산염 농도를 보이며, 중층은 금오도를 중심으로 동, 서, 북쪽에서 일정한 경향 없이 상대적으로 고농도의 규산염 분포가 보여지나, 저층에서는 섬진강 수구에 가까운 내만해역보다 소리도 남방의 수심이 깊은 해역에서 매우 높은 규산염 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-40).

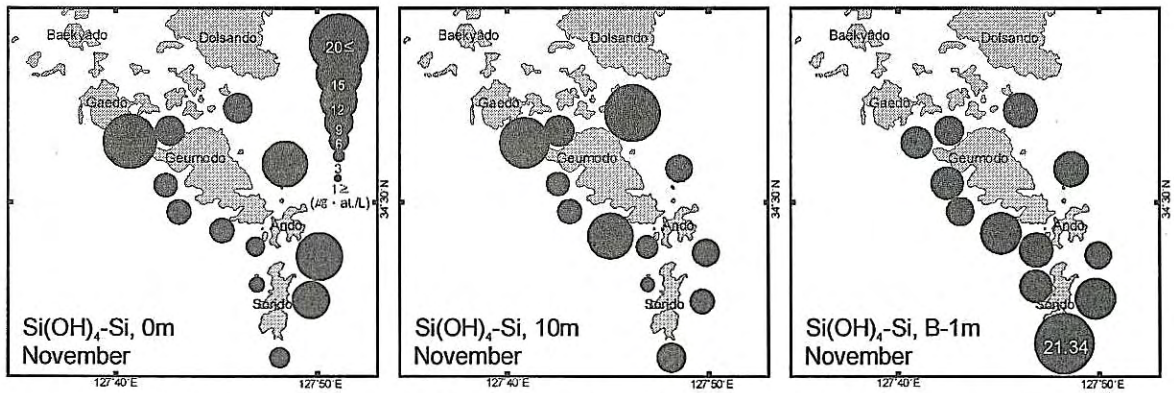


그림 2-3-1-40. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 규산염의 분포.

이와 같은 전남 바다목장해역의 용존무기영양염류에 대한 시·공간적 분포패턴으로부터 전남 바다목장 해역은 섬진강 수괴의 영향을 비교적 강하게 받을 것으로 판단되어 지는 해역이지만, 계절에 따라 그 경향은 달라지며, 바다목장 해역은 내만해역으로부터 공급받는 영양염류 유입 못지않게 개방된 외해로부터의 영양염류 공급도 활발히 이루어지는 것으로 판단할 수 있다. 특히 11월 저층의 규산염 분포에서 규산염은 주로 하천을 통해 공급되기에 본 해역의 외부유입 영양기원은 중국대륙에 기원하는 양자강 희석수 등에 의한 가능성이 큰 것으로 판단된다.

이와 같은 사실은 한국 남해 중앙부 해역을 중심으로 수행되었던 기존의 연구결과와도 부합되는 내용이라 할 수 있다(김 등, 1995; 양 등, 1995; 2000; 윤, 1999; 조와 김, 1994)

사) 입자성 유기탄소와 질소(Particulate Organic Carbon/Nitrogen, POC, PON)

전남 바다목장 해역에서 해수 중 입자성 유기탄소와 질소에 대해서 간략히 살펴보면, 입자성유기탄소(POC)의 변동 양상은 9월 표층에서 0.28mgC/L에서 0.65mgC/L로 변화하여 0.37±0.11mgC/L의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 0.29mgC/L에서 1.03mgC/L로 변화하여 0.62±0.26mgC/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-23). 11월의 경우, 표층은 0.19mgC/L에서 0.52mgC/L로 변화하여 0.26±0.08mgC/L의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 0.30mgC/L에서 0.56mgC/L로 변화하여, 0.45±0.07mgC/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-23).

표 2-3-1-23. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 입자성유기탄소의 변동 범위

수층	9월 POC (mgC/L)				11월 POC (mgC/L)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.28	0.37	0.65	0.11	0.19	0.26	1.52	0.08	
10m	0.29	0.62	1.03	0.26	0.30	0.45	0.56	0.07	

공간적으로는 9월의 경우, 표층은 금오도 북서해역의 한계 정점을 제외하고는 전체 정점에서 비교적 낮은 값으로 균일한 분포양상을 나타내었다. 그리고 10m 수층에서는 금오수로 및 소리도 남동해역에서 상대적으로 높은 POC 농도를 나타내었으며, 금오도 남서해역에서 상대적으로 낮은 POC 농도를 보였다(그림 2-3-1-41).

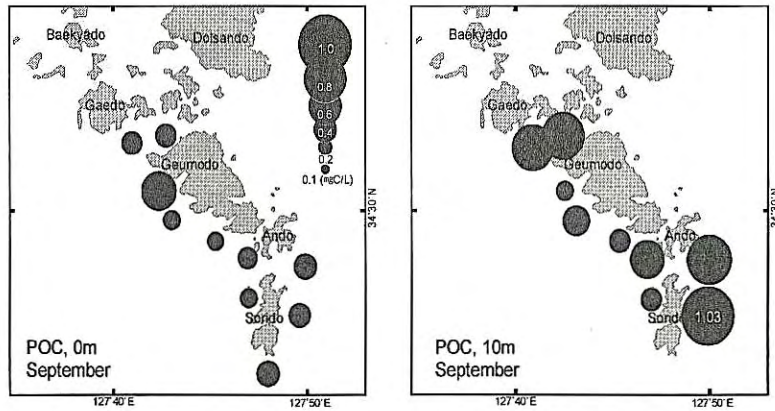


그림 2-3-1-41. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 POC의 분포.

11월은 9월과 유사하여 표층보다 10m 수층에서 상대적으로 높은 POC 분포를 나타내었으며, 공간적으로도 표층은 소라도 동측의 한개 정점을 제외하고는 전체 정점에서 비교적 낮은 값으로 균일한 분포 양상을 나타내었다. 그리고 10m 수층에서는 전체적인 정점에서 비교적 균일한 POC 농도를 보였다(그림 2-3-1-42).

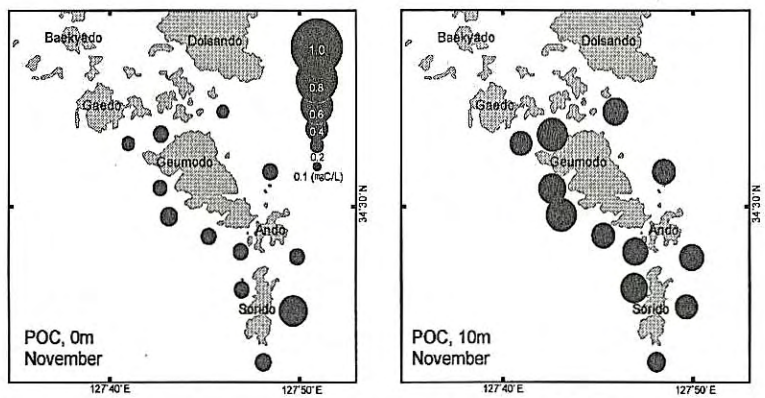


그림 2-4-1-42. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 POC의 분포.

전남 바다목장 해역의 해수 중 입자성 유기질소(PON)의 변동 양상은 9월 표층에서 0.03mgN/L에서 0.09mgN/L로 변화하여 0.05±0.02mgN/L의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 0.04mgN/L에서 0.15mg/L로 변화하여 0.09±0.04mgN/L의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-24). 11월의 경우, 표층은 0.03mgN/L에서 0.04mgN/L로 변화하여 0.03±0mgN/L의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 0.04mgN/L에서 0.08mgN/L로 변화하여, 0.06±0.01mgN/L의 변동 폭으로 매우 낮은 값을 나타내었다(표 2-3-1-24).

표 2-3-1-24. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 입자성유기질소의 변동 범위

수층	9월 PON (mgN/L)				11월 PON (mgN/L)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.03	0.05	0.09	0.02	0.03	0.03	0.04	0.00	
10m	0.04	0.039	0.15	0.04	0.04	0.06	0.08	0.01	

공간적으로는 9월의 경우, 금오도 서측의 한개 정점을 제외하면 전 해역에서 비교적 균일한 분포양상을 보이며, 10m 수층은 전체적으로 표층보다 높은 PON 값을 보이며, 공간적으로도 금오수와 소리도 동안에서 상대적으로 높은 PON 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-43).

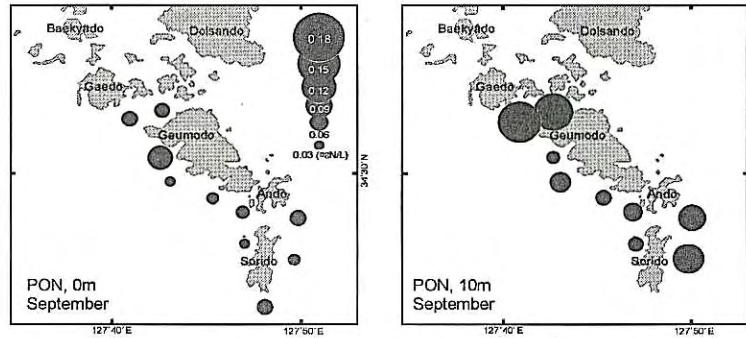


그림 2-3-1-43. 2007년 9월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 PON의 분포.

11월도 전체적으로는 9월과 유사하여, 표층은 낮은 PON 농도로 전 해역에 균일한 분포양상을 보이고 있지만, 10m 수층에서는 표층보다 높은 농도로 정점간 다소 차이는 있지만 비교적 전 정점에서 균일한 PON 분포양상을 보였다(그림 2-3-1-44).

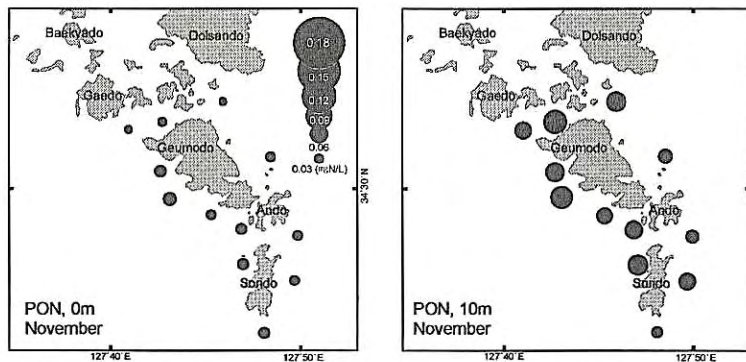


그림 2-3-1-44. 2007년 11월 전남 바다목장 해역의 정점별 수층별 PON의 분포.

전남 바다목장 해역에서 해수중 입자성 유기탄소와 질소의 존재비(C/N ratio)를 살펴보면, 9월 표층에서 6.28에서 9.79로 변화하여 7.92 ± 1.04 의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 5.10에서 9.65로 변화하여 7.39 ± 1.66 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-25). 11월의 경우, 표층은 5.94에서 16.09로 변화하여 8.11 ± 2.60 의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 6.74에서 9.77로 변화하여, 7.73 ± 0.96 의 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-25), C/N ratio가 대부분 10이하 값으로 바다목장 해역 유기물은 자체 물질순환에 의해 재생산되는 비율이 높은 것으로 평가된다.

표 2-3-1-25. 9월과 11월 전남 바다목장 해역 수층별 POC/PON ratio의 변동 범위

수층	9월 C/N ratio				11월 C/N ratio				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	6.28	7.92	9.79	1.04	5.14	8.11	16.09	2.60	
10m	5.10	7.39	9.65	1.66	6.74	7.73	9.77	0.96	

공간적으로는 9월의 경우, 표층과 저층 모두에서 내만측 보다는 외해 개방해역인 소라도 인근해역에서 상대적으로 높은 C/N 비를 나타내었다(그림 2-3-1-45). 11월도 표층의 금오수도 일부 정점을 제외하고는 9월과 유사하여 표층과 10m 수층 모두에서 개방해역인 소라도 인근에서 C/N 비가 높게 나타났다(그림 2-3-1-46, 왼쪽). 이와 같은 C/N 비의 공간분포는 개방해역에서 형성되는 front의 영향으로 전선해역에 수렴구가 형성되고 있기 때문이라 판단된다.

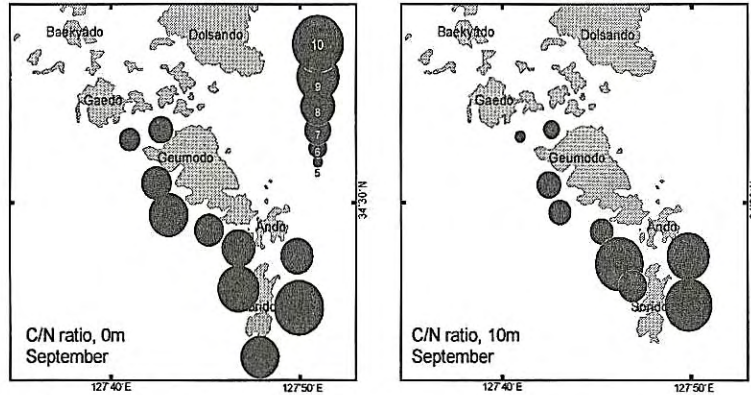


그림 2-3-1-45. 2007년 9월 전남(여수) 바다목장 해역의 정점별 수층별 C/N ratio의 분포.

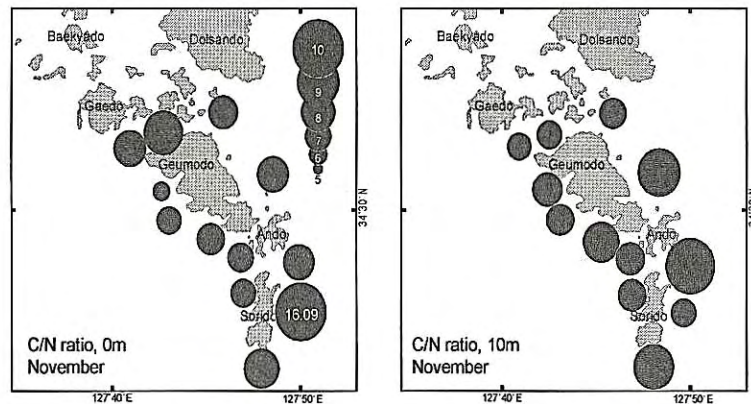


그림 2-3-1-46. 2007년 11월 전남(여수) 바다목장 해역의 정점별 수층별 C/N ratio의 분포.

아) 엽록소 a 량(Chlorophyll a)

전남 바다목장 해역의 Chl-a 농도 변화는 2007년 01월 표층에서 1.27~1.78 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 범위에서 1.48 \pm 0.19 $\mu\text{g}/\text{L}$ 변동 폭을, 03월 표층은 0.81~2.25 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 범위에서 1.41 \pm 0.51 $\mu\text{g}/\text{L}$ 변동 폭을, 05월은 5.40~5.91 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 범위에서 5.60 \pm 0.17 $\mu\text{g}/\text{L}$ 변동 폭을, 09월 표층은 2.96~5.76 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 범위에서 4.12 \pm 0.85 $\mu\text{g}/\text{L}$ 변동 폭을, 그리고 11월은 2.25~5.82 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 범위에서 3.89 \pm 1.20 $\mu\text{g}/\text{L}$ 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-26), 5월이 다른 계절에 비해 매우 높은 생물량을 나타내었다. 수층별로는 9월과 11월을 제외하고는 조사시점에서 표층보다 10m 수층에서 다소 높은 Chl-a 농도를 나타내었으며, 정점별 농도의 차이는 3월에 가장 크게 나타났다(표 2-3-1-26).

표 2-3-1-26. 2007년 전남 바다목장 해역에서 5회 현장조사에 의한 수층별 Chl-a 농도의 변동

Date	Layer	Maximum	Minimum	Mean	SD
2007. 01	Surface	1.78	1.27	1.48	0.19
	10m	2.00	1.41	1.66	0.22
2007. 03	Surface	2.25	0.81	1.41	0.51
	10m	3.31	1.57	2.35	0.66
2007. 05	Surface	5.91	5.40	5.60	0.17
	10m	5.91	5.61	5.76	0.08
2007. 09	Surface	5.76	2.96	4.12	0.85
	10m	6.36	2.43	3.97	1.29
2007. 11	Surface	5.82	2.25	3.89	1.20
	10m	4.41	1.67	3.34	0.81

계절별로는 5월이 평균 5.6 $\mu\text{g/L}$ 이상으로 가장 높고, 1월이 평균 1.48 $\mu\text{g/L}$ 이하로 가장 낮은 엽록소 값을 나타내지만, 수층 간에는 수온 상승기인 1월에서 5월까지의 표층보다 10m 수층에서 다소 높은 엽록소를 나타내는 것에 비해, 수온하강기인 9월과 11월에는 표층이 10m 수층보다 다소 높은 엽록소량을 나타내었다. 공간적 분포경향도 1월과 5월은 정점 사이에 비교적 균일한 분포를 나타내는 것에 반해, 3, 9, 11월에는 공간적으로 큰 분포차를 나타내었다(그림 2-3-1-47).

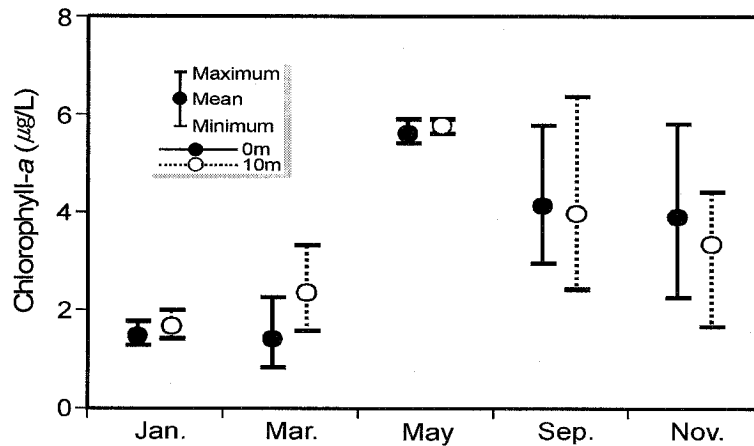


그림 2-3-1-47. 전남 바다목장 해역의 조사 시기 및 수층에 따른 Chl-a 농도의 변화.

공간적으로는 2006년 11월 표층에서 전남 바다목장 해역의 북쪽 금오수로와 남쪽 안도 및 소라도 인근해역에서 다소 높은 Chl-a 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-48, A). 10m 수층의 경우는 붓돌바다 해역보다 안도 및 소라도 동부 해역에서 상대적으로 높은 생물량을 나타내었다(그림 2-3-1-48, B). 2007년 1월은 표층과 10m 수층 모두 금오수로에서 높은 Chl-a 농도를 보이는 반면, 붓돌바다에서 상대적으로 낮은 생물량을 나타내었다(그림 2-3-1-48, C, D).

2007년 3월 표층은 절대값은 11월 및 1월과 비슷하나, 바다목장 북쪽해역인 금오수도와 붓돌바다 해역인 금오도 및 안도 수로해역에서 상대적으로 높은 Chl-a 농도를 나타내었다(그림 2-1-49, A). 10m 수층은 금오수로 등 북쪽해역이 남쪽해역보다 상대적으로 높은 Chl-a 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-49, B). 3월 식물플랑크톤 생물량 분포는 현존량의 분포와 유사한 특성을 보였다. 2007년 5월은 표층과 10m 수층 모두에서 다른 조사시기보다 2~3배 높은 Chl-a 농도를 나타내었으며, 정점 사이의 Chl-a도 5.6 $\mu\text{g/L}$ 전후 농도로 비교적 전 해역에서 균일한 분포 양상을 나타내었다(그림 2-3-1-49, C, D).

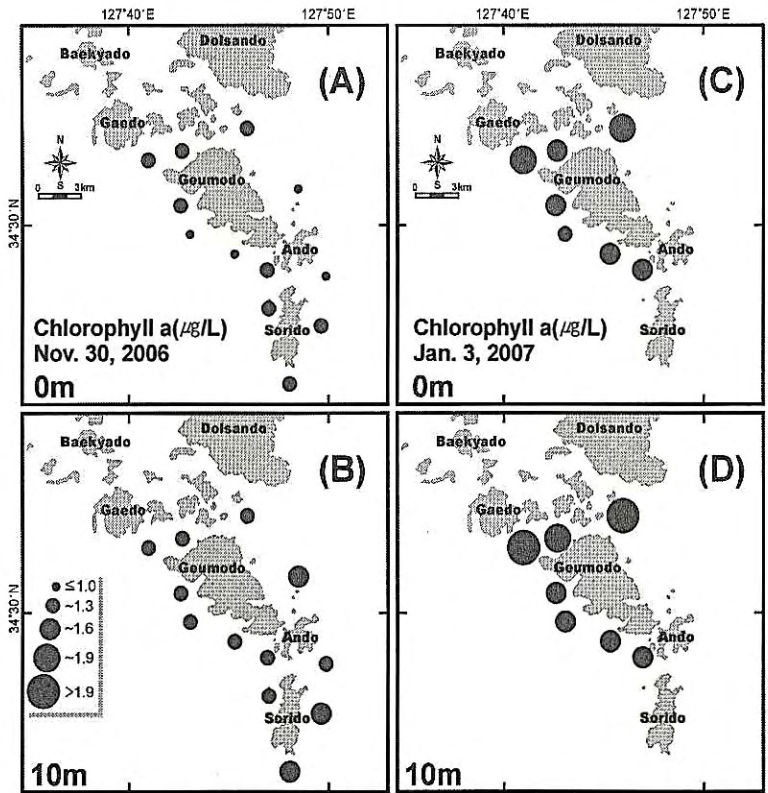


그림 2-3-1-48. 2006년 11월과 2007년 1월 수층별 Chl-a 농도의 수평분포.

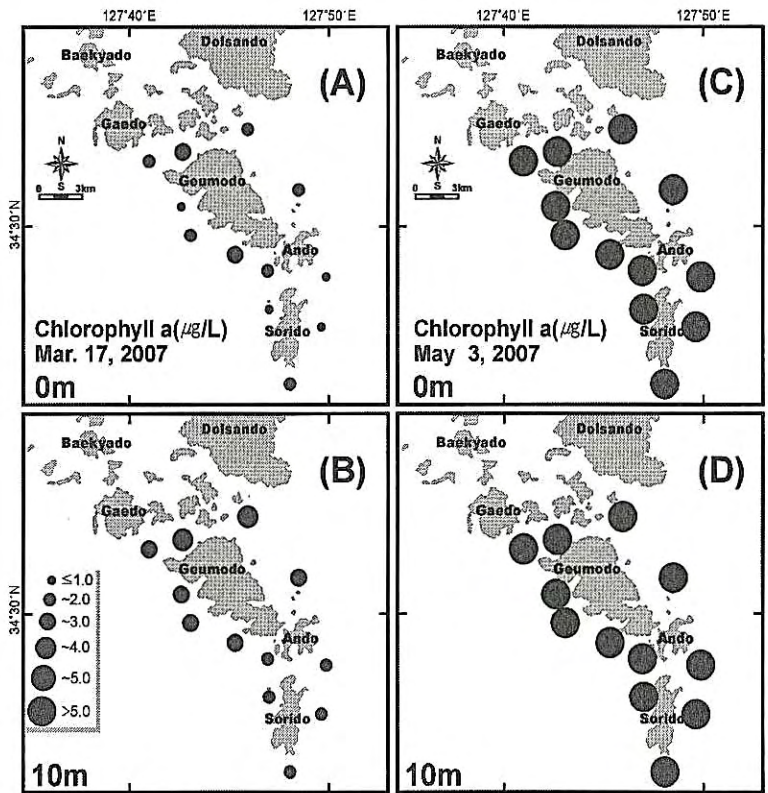


그림 2-3-1-49. 2007년 3월과 5월 수층별 Chl-a 농도의 수평분포.

2007년 9월 표층은 금오수로에서 붓돌바다에 위치하는 정점에서 $5\mu\text{g/L}$ 이상의 높은 생물량을 나타내며, 소리도 동쪽해역에서 상대적으로 낮은 생물량을 나타내었다. 10m 수층은 금오수도 및 안도인근 수로부에서 상대적으로 높은 생물량을 나타내는 것에 반해, 기타 해역에서는 낮은 생물량 분포를 보였다(그림 2-3-1-50). 그리고 11월은 표층과 10m 수층 모두에서 일정한 규칙 없이 붓돌바다에 위치하는 정점과 남쪽의 소리도 인근해역에서 상대적으로 높은 생물량을 보였고, 복수로 해역에서 매우 낮은 식물플랑크톤 생물량을 나타내었다(그림 2-3-1-50).

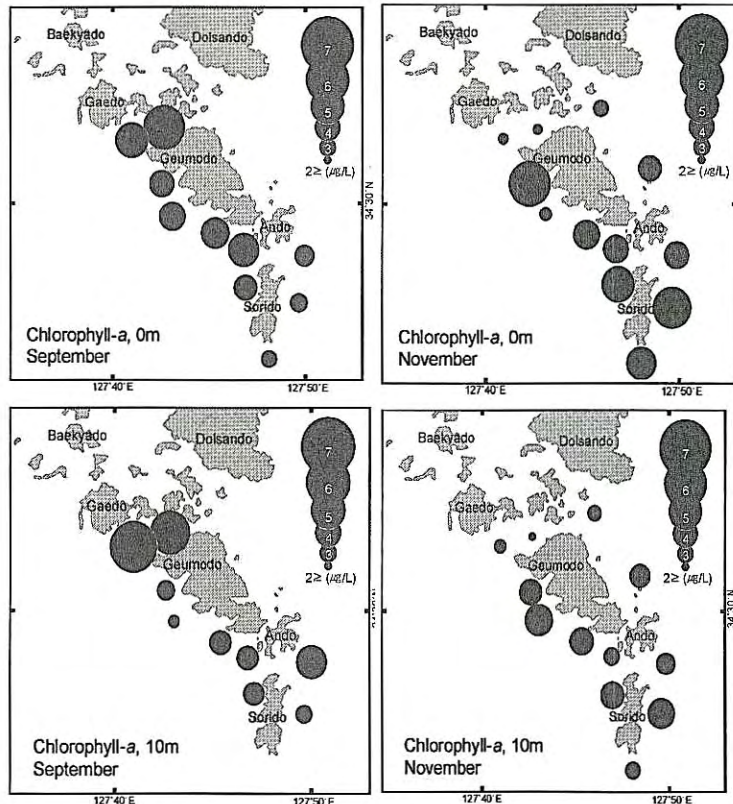


그림 2-3-1-50. 2007년 9월과 11월 수층별 Chl-a 농도의 수평분포.

그리고 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 주변의 정점을 연결한 식물플랑크톤 생물량 단면분석 결과는 금오도 북동 섬진강 수괴영향이 강한 금오도 동측과 금오수도 동안해역에서 표층에서 중층까지 $6\mu\text{g/L}$ 이상의 생물량이 보이나, 바다목장 붓돌바다 해역의 금오도 남서해역에서는 표층에서 중간 수층에 $4\mu\text{g/L}$ 이상의 상대적 높은 생물량이 보이나, 저층에서는 $4\mu\text{g/L}$ 이하의 생물량 분포를 나타내었다(그림 2-3-1-51, 왼쪽). 11월은 금오수로와 금오도 북동해역에서 $4\mu\text{g/L}$ 내외 농도로 저층까지 혼합된 양상을 보이지만, 붓돌바다 해역의 수심 5m에서 약 15m 수심까지의 중간층에서는 $6\mu\text{g/L}$ 이상의 높은 생물량을 나타내었다. 특히 금오도 서북방에서는 5m 수심에 $15\mu\text{g/L}$ 이상의 매우 높은 식물플랑크톤 생물량 패치가 보인다(그림 2-3-1-51, 오른쪽). 다만, 수온 및 염분에서와 같이 단면에서 정점 22의 지점의 협곡과 같은 저층 형상은 협곡을 나타내는 것이 아니라, 소리도 남단의 40m 이상 깊은 수심대를 나타내는 넓은 해저 평원지대이나, 정점 간을 연결하는 그림 수법에 따라 협곡으로 보이는 해역으로 착오 없기 바란다.

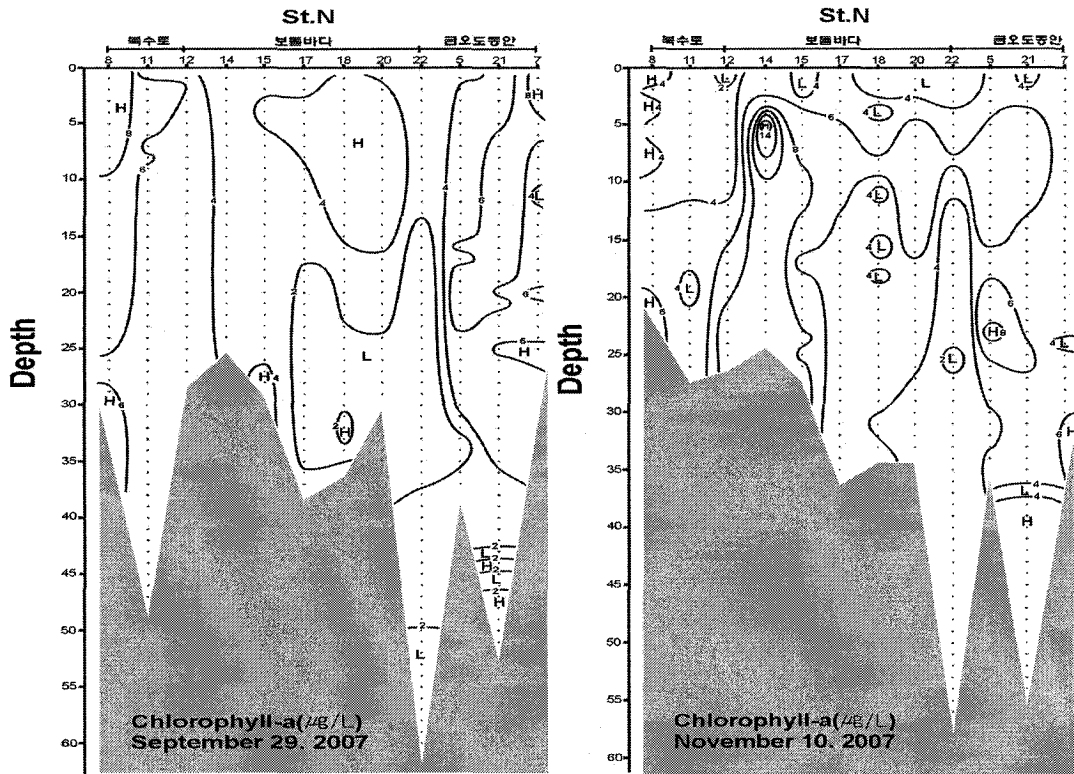


그림 2-3-1-51. 2007년 9월 및 11월 전남 바다목장 해역 Chl-a의 단면 분포.

2007년 9월과 11월 PP, POC, PON 및 Chl-a 등 생물량을 표현하는 항목에서 9월보다 11월이 높은 농도를 나타내고 있는 것에 반해, 식물플랑크톤 세포수를 직접 계수한 현존량에서는 반대의 경향, 즉 9월이 11월보다 월등히 높은 현존량을 나타내는 모순을 보이고 있으나, 이는 우점종의 체적 등 크기의 차이에서 오는 현상으로 판단되며, 향후 지속적인 모니터링이 필요하다 하겠다.

4) 결론

전남 바다목장해역의 용존 무기 영양염류 및 생물량의 시·공간적 분포패턴으로부터 전남 바다목장 해역은 수괴분석의 항과 유사하여 섬진강 수괴의 영향을 비교적 강하게 받을 것으로 판단되어 지는 해역이지만, 계절에 따라 그 경향은 달라지며, 연안특성을 보이는 전남 바다목장 해역은 섬진강 등 내만해역으로부터 공급받는 영양염류 못지않게 양자강 희석수 등 개방된 외해로부터의 영양염류 공급도 활발히 이루어지는 것으로 판단할 수 있다.

라. 해양표층퇴적물의 유기물량

1) 서론

해양 유기물은 그 기원에 따라 외부 유입에 의한 외래성 기원과 해양 자체생산인 자생성 기원으로 구분할 수 있다. 남해안의 경우 1960년 이후 공업화와 도시화에 의한 산업발전으로 외래성 기원의 유기물이 다량 해역으로 유입되고 있을 뿐만 아니라, 최근에는 대규모의 어류 가두리 및 축양, 그리고 해조류 및 패류 양식장 등에서는 투여된 먹이의 잉여분과 양식 잔해물, 양식생물의 배설물과 적조 등 자생성 유기물 생산 증가로 연안해역의 부영양화가 빠르게 진행되고 있다. 이와 같은 유기물은 일시적으로 해수 중에 용존 또는 현탁태로서 존재하지만 최종적으로는 형태를 달리하면서 해저에 침강 퇴적하게 된

다. 해저퇴적층의 유기물 퇴적은 고수온기 폐쇄성 수역의 저산소 또는 무산소화를 발생시킬 뿐만 아니라, 무기화 과정에 의한 영양염류 용출로 적조발생 등 표영 및 저서생태환경을 악화시켜, 해역의 생물 생산성을 저하시키는 원인이 된다. 따라서 생태환경의 악화나 어장노화 현상은 주로 피산화성 유기물에 의해 이루어지기에 저서환경의 오염을 총괄하는 지표로서는 흔히 퇴적층의 화학적 산소요구량(COD)이 이용되며, 퇴적환경은 또한 다양한 경로로 유입된 유기물질이 표영환경에서 물리, 화학, 생물학적 변화과정을 거치면서, 최종적으로 도달하여 형성되기에 표영환경의 누적적 환경지표로서 이용된다.

그러기에 퇴적환경을 명확히 하는 것은 장기 수질환경의 누적적 변화과정을 추적하는데 매우 유효한 수단으로 해역의 환경문제를 보다 확실하게 할 수 있음과 동시에, 해저를 생활기반으로 하고 있는 저서생물의 서식조건을 판단하는 지표가 된다. 따라서 본 항에서는 전남 바다목장 해역의 표층퇴적물 중 유기물질의 분포 및 분포특성을 파악하여 연안어장 환경관리에 필요한 기초 자료를 제공하고자한다

2) 재료 및 방법

해양환경은 시·공간적으로 변화의 폭을 달리하기에 기본적으로는 계절조사를 원칙으로 한다. 다만 본 년도는 9월과 11월에 현장조사를 제한적으로 실시하였기에 2회 조사결과를 이용하여 해석을 실시하였다. 현장조사는 2007년 9월 29일과 11월 10일 2회 그림 2-3-1-52에 표시된 12개의 정점을 대상으로 용선된 소형어선을 이용하여 실시하였다. 각 정점은 선박에 장착된 플로터 및 소형 위성위치시스템(GPS)을 이용하여 확인하였다. 항목별 분석은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2005), 신편수질오탁조사지침(일본수산자원보호협회, 1980)에 준하여 분석하였으며, 각각의 분석 항목별 분석방법의 개요는 다음과 같다.

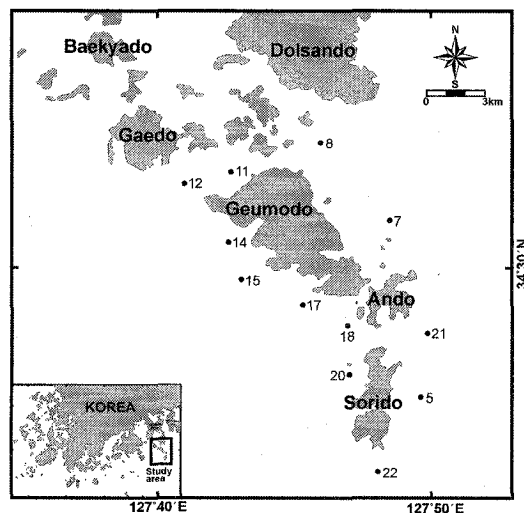


그림 2-3-1-52. 전남 바다목장 표층퇴적물 중 유기물량 측정 정점위치도.

가) 강열감량(Ignition Loss, IL)

강열감량(IL)은 퇴적물 중의 총유기물량을 나타내는 지표로서 도가니 및 전기로를 이용한 무게차에 의해 측정하였다.

나) 화학적 산소요구량(CODs)

표층퇴적물에서 비교적 쉽게 분해 가능한 유기물지표로 과망간산칼륨에 의한 산화제 소모량에 의해 산출하였다.

다) 산 휘발성 황화물(AVS)

퇴적물 중의 난분해성 유기물 지표로 사용되는 항목으로 산 휘발성 황화물(AVS)은 산성 조건하에서 황화수소를 추출시켜 검지판에 의해 측정하는 간이 방법을 따랐으며, 본 항목은 표본채집 이후 산소점촉으로 급격히 변화하기에 영향을 최소화시켜 분석을 실시하였다.

라) 입도분석

각 정점별로 채취한 표층퇴적물 시료는 과산화수소수(15%)와 염산(10%)을 차례로 넣어 유기물과 탄산염을 완전히 제거하였다. 퇴적물 내에 용존되어 있는 용존염은 유기물과 탄산염을 제거하는 과정에서 잔류하는 과산화수소수와 염산을 제거하기 위해 증류수를 이용하여 따라 붓기 과정을 5회 이상 반복하는 과정을 거쳐 제거하였다. 이상과 같이 전처리 과정이 끝난 퇴적물 시료는 망목크기가 40인 체를 이용한 습식체질(wet sieving)에 의해 조립질 시료와 세립질 시료로 분리하였다. 분리된 퇴적물 시료 중 조립질 시료는 60℃에서 24시간동안 건조시킨 후 표준체를 이용하여 건식체질(dry sieving)로 입도별 무게를 구하였고, 세립질 시료는 X-선 자동 입도 분석기인 Sedigraph 5100으로 분석하여 입도의 백분율을 산출하였다. 세립질 분석 시 확산제는 칼콘을 사용하였으며 입자의 크기는 10 간격으로 분석하였다. 분석 후 얻어진 자료는 Folk and Ward (1957)의 방법에 의해 계산 처리하였다.

3) 결과 및 토의

가) 강열감량(Ignition Loss, IL)

전남 바다목장 해역 표층퇴적물의 유기물 함량 지표 중 IL은 9월의 경우, 5.2%에서 8.1%까지 변화하여, 6.4±1.1%의 변동 폭을 나타내었으며, 11월은 4.4%에서 7.4%로 변화하여 5.8±1.0%의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-27). 이와 같은 IL값은 EPA 기준을 참고로 바다목장해역의 표층퇴적물은 결코 깨끗한 수준이 아니며, >8%를 극 오염수역으로 구분하는 것을 고려하면, 퇴적물 중 유기물 거동에 주의를 요하는 수준이라 하겠다.

표 2-3-1-27. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중 IL 변동양상

	9월 IL (%)				11월 IL (%)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
	5.2	6.4	8.1	1.1	4.4	5.8	7.4	1.0	

공간적으로는 9월의 경우, 금오수도 및 금오도 서측 붓돌바다에서 상대적으로 높은 IL값을 보이고 있으며, 11월은 소리도 동측해역에서 상대적으로 높은 IL값을 나타내었다(그림 2-1-53).

나) 화학적 산소요구량(CODs)

전남 바다목장 해역 표층퇴적물의 유기물 함량 지표 중 CODs는 9월에 14.57mgO₂/g-dry에서 27.82mgO₂/g-dry로 변화하여 21.75±4.15mgO₂/g-dry의 변동 폭을 나타내었으며, 11월은 9.95mgO₂/g-dry에서 37.01mgO₂/g-dry로 변화하여, 24.68±8.23mgO₂/g-dry의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-28).

이와 같은 CODs 농도 분포는 일본수산환경수질기준(1972)에 의하면 9월 11월 모두 평균값이 일본수산용수 기준이 되는 20mgO₂/g-dry를 초과하고 있어 IL항목과 마찬가지로 전남 바다목장 해역의 표층퇴적물에 대해서는 지속적 모니터링의 필요성이 강하게 대두된다.

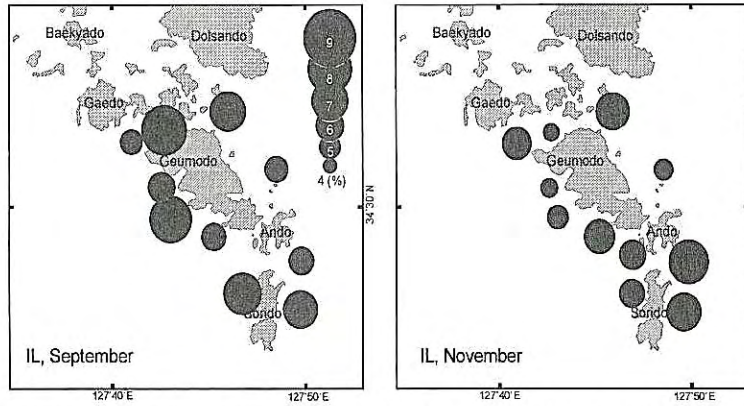


그림 2-3-1-53. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중의 IL 분포.

표 2-3-1-28. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중 CODs 변동양상

	9월 CODs (mgO ₂ /g-dry)				11월 CODs (mgO ₂ /g-dry)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
	14.57	21.75	27.82	4.15	9.95	24.68	37.01	8.23	

공간적으로는 9월 및 11월 모두 일정한 규칙성은 보이지 않지만, 금오도 서측해역과 소라도 인근해역에서 높은 CODs 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-54).

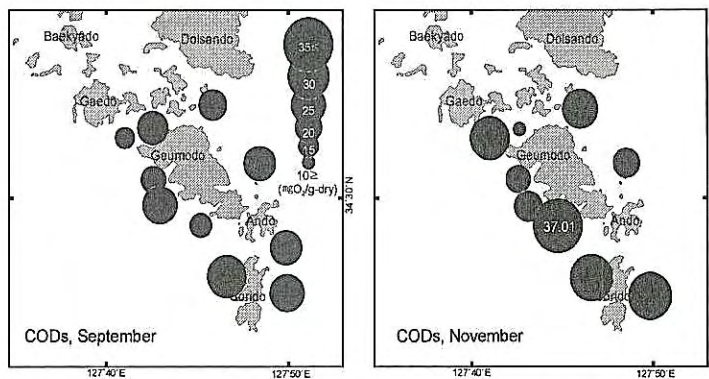


그림 2-3-1-54. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중의 CODs 분포.

다) 산 휘발성 황화물(AVS)

전남 바다목장 해역 표층퇴적물의 유기물 함량 지표 중 AVS는 9월에 0.02mgS/g-dry에서 0.31mg S/g-dry로 변화하여 0.13±0.11mgS/g-dry의 변동 폭을 나타내었으며, 11월은 0mgS/g-dry에서 0.23mg S/g-dry로 변화하여, 0.06±0.07mgS/g-dry의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-29).

이와 같은 AVS 농도 분포는 일본수산자원기준(1978)에 의하면 9월 11월 모두 평균값이 일본수산용수 기준이 되는 0.02mgS/g-dry를 초과하고 있어 IL, COD항목과 마찬가지로, 즉 유기물 지표를 나타내는 모든 항목에서 기준을 초과하는 결과가 도출되어, 전남 바다목장 해역의 표층퇴적물에 대해서는 지속적 모니터링과 함께 개선방안 모색이 필요하다 하겠다.

표 2-3-1-29. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중 AVS 변동양상

	9월 AVS (mgS/g-dry)				11월 AVS (mgS/g-dry)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
	0.02	0.13	0.31	0.11	0.00	0.06	0.23	0.07	

공간적으로는 COD와 같이 9월 및 11월 모두 일정한 규칙성은 보이지 않지만, 금오수도 및 안도주변 수로부근 퇴적층에서 상대적으로 높은 AVS 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-55).

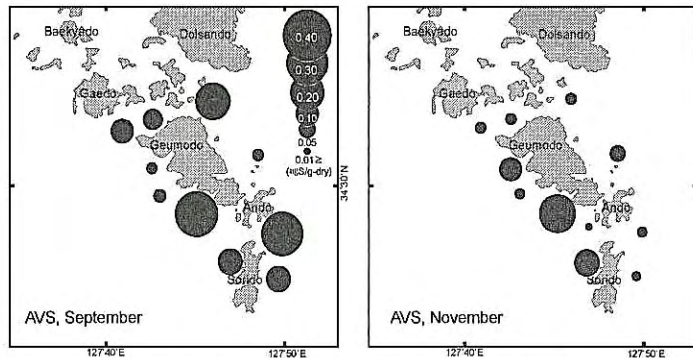


그림 2-3-1-55. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역 표층퇴적물 중의 AVS 분포.

라) 입도분석

전남 바다목장 해역의 표층 퇴적물 입도조성은 그림 2-3-1-56에 나타내었다. gravel 함량비율의 경우 정점 SR 11과 SR 18에서 각각 5.53%, 0.58%로 나타났으며, 이를 제외한 다른 정점들에서는 전혀 나타나지 않았다. sand 함량비율의 경우는 최소 0.18%, 최대 41.67%, 평균 10.28±13.28%로 나타났다. 금오도 동측 해역에 위치한 정점 SR 7과 금오도와 돌산도 사이에 위치한 정점 SR 8, 그리고 금오도와 개도 사이에 위치한 정점 SR 11에서 각각 41.67%, 18.74%, 29.11%를 나타내었던 것을 제외하면 대체적으로 0.30%~9.75%범위의 변동을 보였다. silt 함량비율을 살펴보면, 최소 14.38%, 최대 73.17%, 평균 28.84±15.76%이었으며, 전반적으로 금오도 동측 해역에 비해 서측 해역에서 높은 함량을 나타내는 경향이였다. 그리고 clay 함량비율의 경우, 최소 25.62%, 최대 77.36%, 평균 60.33±15.37%이었으며 전반적으로 금오도를 기준으로 하여 남측해역에서 높은 함량분포를 나타내었다. 이상의 결과를 전체적으로 살펴보면, 대체적으로 본 연구해역의 표층퇴적물의 입도조성은 silt와 clay가 우세하였으며, 금오도 동측 해역이 상대적으로 조립하였던 반면, 금오도 서측 해역과 남측 해역이 다소 세립한 경향을 나타내었다.

(4) 결론

전남 바다목장해역의 표층퇴적물 중의 유기물 농도는 대상으로 하였던, IL, CODs, AVS 모두에서 국내에서는 아직 기준이 없지만, 미국 EPA나 일본 수산용수기준을 초과하거나 준하는 수준에 있어, 전남 바다목장해역의 성공적 시설 및 관리를 위해서는 이들 퇴적물의 유기물 저감 대책 마련이 필요한 것으로 판단되었다.

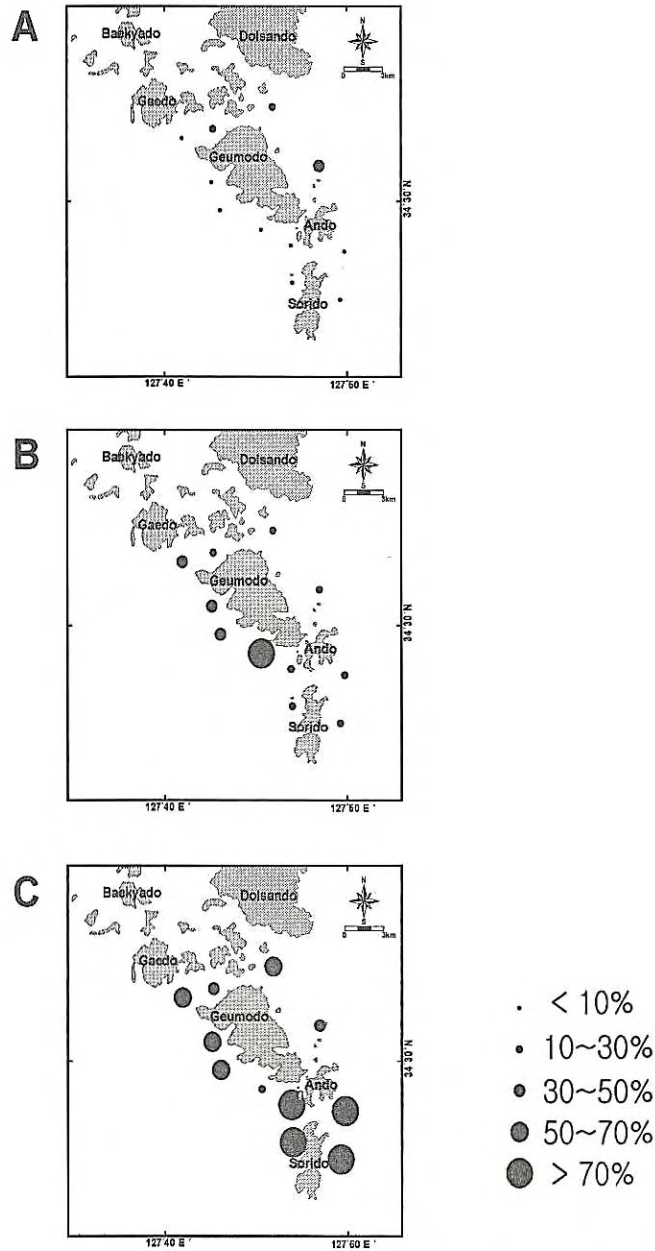


그림 2-3-1-56. 조사 해역 내 표층퇴적물 입도조성 분포(A: sand, B: silt, C: clay).

마. 식물플랑크톤 군집

1) 서론

해양생태계는 다양한 생물군 및 생물군을 감싸는 무생물학적 환경요인들에 의해 상호의존적이면서도 생태계 내의 기능적인 면에서는 생물군별 서로 독립적이면서 또는 일부 중첩적인 기능을 유지하면서 평형상태를 유지하려는 항상성을 나타낸다. 따라서 해역의 효율적 이용 및 관리는 이와 같은 항상성의 해양생태계의 구조와 기능을 충분히 이해하고, 정확한 과학적 지식을 기반으로 하여 생태계의 변화가 최소화 할 수 있는 지속적이면서도 고부가적 가치를 창출할 수 있는 방안 마련이 필요하게 된다. 그러기 위해서는 생태계를 구성하는 각 생물인자 사이에 장기적이면서 규칙성 있는 변동 특성을 파악하고 그에

따른 이용 및 관리 방안 도출이 무엇보다 필요하다.

특히 해양생태계에서 식물플랑크톤은 해양 동물의 먹이사슬 근원을 형성하는 해양기초생산자로서 중요한 역할을 수행하고 있을 뿐만 아니라, 주변해역의 무생물학적 환경요인이나, 포식자에 의한 포식압 등 생물학적 환경요인에 대해서도 쉽게 영향을 받아, 생물의 시·공간적 분포에 매우 민감한 반응을 나타내는 생물군이기도 하다. 즉, 해양생태계의 저차 영양단계에서 근간을 이루는 식물플랑크톤에 관한 연구는 수중 생태계의 구조와 기능, 그리고 생산능력을 파악하는데 기초 자료를 제공할 뿐 아니라 각종 해양생물 자원의 개발은 물론 해양환경에 대한 올바른 평가와 이해를 위해 이들에 대한 연구는 필수적으로 선행되어야 한다.

따라서 본 항에서는 전남 바다목장 해역을 대상으로 일부정점을 선정하여 식물플랑크톤군집의 시·공간적 변동 특성과 함께 전남 바다목장 해역의 생물해양학적 환경특성 및 생산가능성에 대한 기초적인 자료를 획득 하고자 하며, 최종적으로는 해역의 효율적 이용과 관리에 필요한 기초자료 제공을 목적으로 조사를 실시한다.

2) 재료 및 방법

가) 군집구조

전남 바다목장 해역내의 식물플랑크톤 군집의 시·공간적 분포 및 변동양상과 생물량 변동특성을 파악하기 위해 전남 바다목장 해역내의 12개 정점(그림 2-3-1-57)을 대상으로 2007년 1월, 3월, 5월, 9월 및 11월 현장조사를 실시하였다(표 2-3-1-30). 현장조사는 용선한 소형선박을 이용하여 각 정점의 표층과 10m 수층의 해수를 채수하는 채수법에 따랐다.

표 2-3-1-30. 식물플랑크톤 군집의 계절변동 및 생물량 파악을 위한 정선 현장조사 일람표

일 시	구 분		
	음력	조사 정점수	비 고
2007년 1월 3일	11월 15일	7	황천
2007년 3월 17일	1월 28일	12	
2007년 5월 3일	3월 17일	12	
2007년 9월 29일	8월 19일	12	
2007년 11월 10일	10월 01일	12	

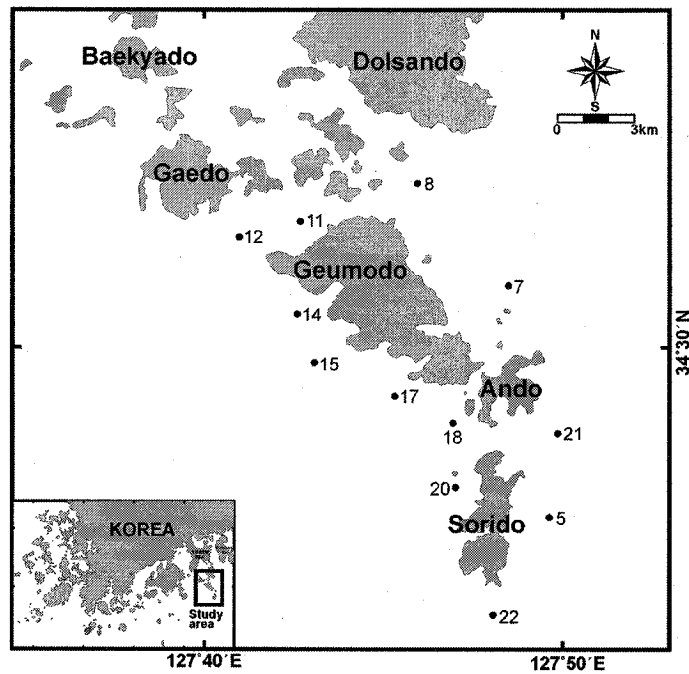


그림 2-3-1-57. 전남 바다목장 해역 개항도 및 식물플랑크톤 정선조사 정점 위치도.

식물플랑크톤의 표본 채집은 Van Dorn 채수기를 이용하여 각 정점의 표층과 10m 수층에서 채수하였다. 채집된 해수시료는 300ml용 폴리에틸렌 표본병에 넣어 중성포르마린으로 최종농도가 0.4% 되도록 현장에서 고정되었다(Thronsdon, 1978). 실험실에서 고정된 해수시료의 250ml를 취하여 공경(pore size)이 5.0 μ m, 직경이 47mm인 박막여과지가 장착된 여과기를 이용하여, 자연낙하방법에 의하여 최종농도가 5ml 되도록 농축하여 검경 시료로 사용하였다(飯塚, 1986). 정량분석을 위하여 농축된 시료를 균일하게 희석한 후 1.0ml를 취하여 Sedgwick Rafter 계수판에 넣고 광학현미경(Nikon)의 100~400배에서 계수한 후 해수의 단위체적당 세포수를 플랑크톤 현존량으로 환산하였다. 시료의 분류 및 동정은 Cupp (1943), Dodge (1982), 山路 (1991), Chihara and Murano (1996), Tomas (1997) 등의 참고문헌을 이용하였다.

우점종의 선별은 전체 현존량의 5% 이상 세포밀도를 보인 종들을 대표적인 우점종으로 정리하였고 각 정점의 식물플랑크톤 현존량 중에서 어떠한 종이 차지하는 비율이 가장 높은 것을 제1 우점종으로 하였다. 그리고 출현종과 현존량을 이용하여 생태지수를 구하였으며(해양수산부, 2006 참조), 집괴분석에 의한 정점간 유사도를 MDS 평면에 표시하였다

나) 크기에 따른 식물플랑크톤 생물량

기초생산력을 간접적으로 파악하기 위한 식물플랑크톤 생물량 조사는 표층과 10m 수층에서 0.2~3.0 μ m 범위 크기인 picoplankton, 3.0~20.0 μ m 범위 크기인 nanoplankton 및 20.0 μ m 이상 크기인 netplankton으로 구분하여 해수 1L을 채수하여 박막여과지(pore size: 0.45 μ m, diameter: 47mm)가 장착된 여과기를 이용하여 흡인 여과시켰다. 여과 포집된 박막여과지를 90% v/v의 아세톤 용액을 용매로 색소를 추출시킨 다음에 원심분리기로 용매 속에 추출된 아세톤과 불순물을 분리(3,000rpm, 15min.)하여, 상등액을 UV 분광광도계(Mecasys Co Ltd., Optizen 2120UV)에 의해 비색 측정하는 방법에 의해 경험적으로 계산하는 분광광도법에 준하였다(SCOR-Unesco, 1966).

다) 식물플랑크톤 생체량

해역에서 식물플랑크톤의 생물량은 광합성 능력을 가지는 엽록소 *a*를 추출하여 정량화 하는 방법이 일반적으로 사용되어 진다. 그러나 본 항에서는 전남 바다목장 해역의 생태모델 구현을 위해 필요한 인자로서 습중량에 의한 식물플랑크톤의 생체량을 요구 받았었기에 간략히 기술한다. 습중량에 의한 식물플랑크톤 생물량은 현장에서 채수한 표본해수 1~2L을 GF/C (diameter: 47mm)가 장착된 여과기에서 흡인여과 시킨 후, 살파, 대형 요각류 등의 동물플랑크톤을 제거하고 Paper filter 등으로 습기를 제거하여 무게를 측정 한 후, 공여과지 무게를 차감하여 습중량으로 하였다. 이와 같은 방법에는 해수 중에 포함된 무기 형태의 부유물질이 포함되어 있음을 밝혀둔다.

라) 기초생산력

식물플랑크톤에 대한 기초생산력 측정은 14C법 13C법, DCMU법, pH법, 질량법, Chlorophyll 측정법, DO 명암법 등 다양하게 쓰여 지고 있으나, 전남 바다목장 해역에서는 DO 명암법을 이용한 유사현장방법(100% 명, 75% 명, 50% 명, 25% 명, 암병 및 Control DO bottle - 300mL 용량의 BOD bottle 이용)을 이용하여 측정하여 탄소 고정량으로 환산 표시하였다.

3) 결과 및 토의

가) 식물플랑크톤 종조성

2007년 1월, 3월, 5월, 9월 및 11월 5회 전남 바다목장 해역에서 출현이 확인된 식물플랑크톤 종은 64속 128종으로, 분류군별로는 중심목 규조류가 26속 59종, 우상목 규조류가 14속 17종, 외편모조류가 19속 46종, 규질편모조류가 3속 4종 그리고 유글레나조류 및 동물성편모조류가 각각 1속 1종으로 구성되어(표 2-3-1-31 및 그림 2-3-1-58), 규조류에 의한 점유율이 59.4%로 가장 높았고, 다음으로 외편모조류가 35.9%, 그리고 기타가 4.7%로 나타났다. 시간적으로는 9월에 외편모조류 및 식물성 편모조류에 의한 다양한 종 출현 특성으로 116종이 출현을 보이는 것에 반해, 1월에 35종으로 가장 단순한 종 출현 특성을 나타내었다(그림 2-3-1-59).

표 2-3-1-31. 전남 바다목장에 출현한 식물플랑크톤 종조성의 시간적 변동

Month Taxon	1월		3월		5월		9월		11월		Total	
	속	종	속	종	속	종	속	종	속	종	속	종
Dinflagellates	2	2	4	6	7	11	18	41	8	13	19	46
Centric diatoms	14	19	16	25	15	20	24	53	20	35	26	59
Pennate diatoms	12	12	11	11	10	11	13	16	11	13	14	17
Silicoflagellates	-	-	-	-	1	1	3	4	1	1	3	4
Euglenoid	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Zooflagellate	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	30	35	31	42	35	45	60	116	42	64	64	128

이와 같이 연간 식물플랑크톤 군집이 규조류에 의해 높은 점유율을 나타내며, 100여종 이상의 식물플랑크톤 종조성은 한국 남서연안해역의 일반적인 내용과 유사한 결과라고 할 수 있지만(윤, 2003), 2007년 바다목장 해역의 전체 출현종은 예년에 비해 다소 높은 종 출현을 나타내었다(해양수산부, 2006).

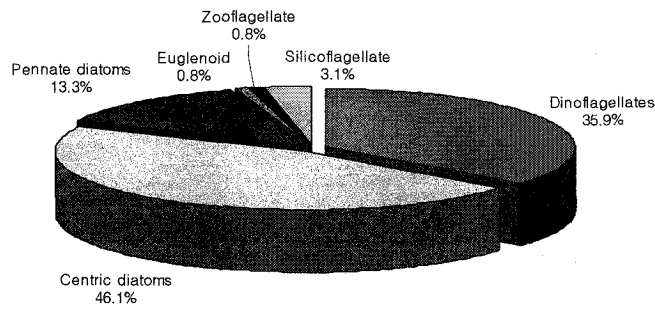


그림 2-3-1-58. 전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 출현종수.

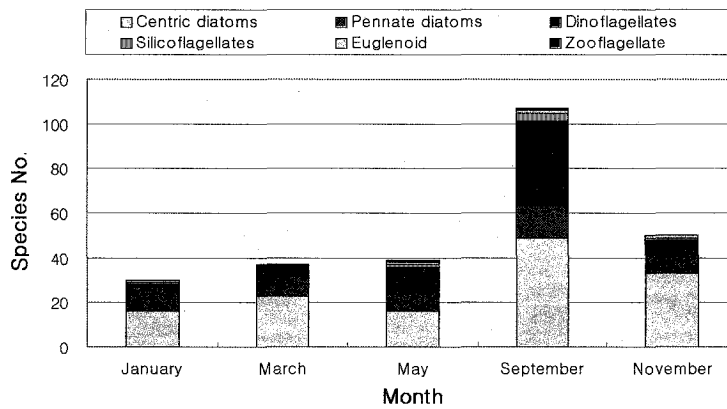


그림 2-3-1-59. 전남 바다목장 표층해역의 식물플랑크톤 종조성의 분류군/시간별 변화.

시기적으로는 겨울인 2007년 1월은 전체 30속 35종의 식물플랑크톤 종이 출현하였다. 분류군별로는 중심목 규조류가 14속 19종, 우상목 규조류가 12속 12종, 와편모조류가 2속 2종 그리고 규질편모조류 및 유글레나조류가 각각 1속 1종으로 나타났다(표 2-3-1-32). 수층별로는 11월과 같이 표층에서 30종, 10m 수층에서 26종이 출현하고 있지만, 오차범위 이내로 유사한 출현 양상을 나타내었다. 분류군별 출현 점유율은 규조류가 88.6%로 매우 높았고, 와편모조류는 5.7% 그리고 기타 식물성 편모조류가 5.7%로 출현하였다(그림 2-3-1-60).

표 2-3-1-32. 2007년 1월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성

Taxon	0m		10m		Total	
	속	종	속	종	속	종
Dinflagellates	1	1	1	1	2	2
Centric diatoms	13	16	12	15	14	19
Pennate diatoms	11	11	9	9	12	12
Silicoflagellates	1	1	1	1	1	1
Euglenoid	1	1	-	-	1	1
Total	27	30	23	26	30	35

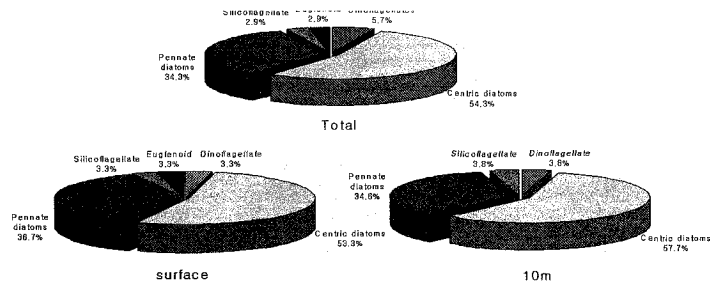


그림 2-3-1-60. 2007년 1월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화.

2007년 3월은 전체 31속 42종의 식물플랑크톤이 출현하였다. 분류군별로는 중심목 규조류가 16속 25종, 우상목 규조류가 11속 11종 그리고 와편모조류가 4속 6종으로 출현하여, 기타 계절에 항시 출현을 보이던 규질편모조류, 유글레나조류 및 동물성 편모조류 등은 출현하지 않았다(표 2-3-1-33). 수층별로는 다른 계절과 유사하여 표층에서 37종, 10m 수층에서 21종이 출현하고 있지만, 출현 종의 차이는 오차범위 이내로 유사한 출현 양상을 나타내었다. 분류군별 출현 점유율은 규조류가 85.7%로 매우 높았고, 와편모조류는 14.7%로 출현하였다(그림 2-3-1-61).

표 2-3-1-33. 2007년 3월 전남 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성

Taxon	0m		10m		Total	
	속	종	속	종	속	종
Dinflagellates	3	5	3	4	4	6
Centric diatoms	15	23	13	18	16	25
Pennate diatoms	9	9	9	9	11	11
Total	37	37	25	31	31	42

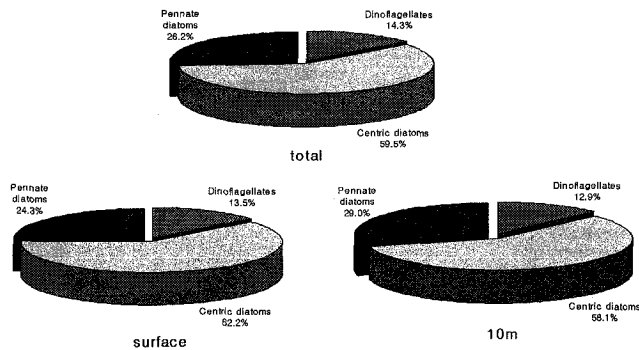


그림 2-3-1-61. 2007년 3월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화.

2007년 5월은 전체 35속 45종의 식물플랑크톤이 출현하여 비교적 다양한 종출현 특성을 보였다. 분류군별로는 중심목 규조류가 15속 20종, 우상목 규조류가 10속 11종, 와편모조류가 7속 11종 그리고 규질편모조류, 유글레나조류 및 동물성 편모조류가 각각 1속 1종으로 나타났다(표 2-3-1-34). 수층별로는 여타 계절과 유사하여 표층에서 39종, 10m 수층에서 32종이 출현하여 표층에서의 출현이 다소 높았다. 분

류군별 출현 점유율은 규조류가 68.9%로 가장 높았고, 와편모조류는 24.4% 그리고 기타 편모조류가 6.7%로 출현하여, 고수온기에 접어들면서 와편모조류 출현종이 많아지는 경향을 보였다(그림 2-3-1-62).

표 2-3-1-34. 2007년 5월 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성

Depth \ Taxon	0m		10m		Total	
	속	종	속	종	속	종
Dinflagellates	7	11	5	5	7	11
Centric diatoms	13	16	13	17	15	20
Pennate diatoms	9	9	7	8	10	11
Zooflagellate	1	1	1	1	1	1
Silicoflagellates	1	1	-	-	1	1
Euglenoid	1	1	1	1	1	1
Total	32	39	27	32	35	45

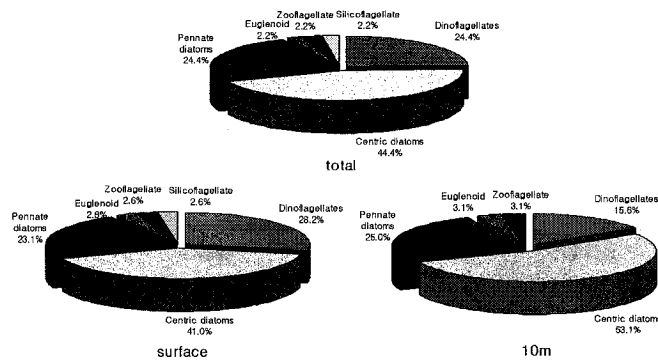


그림 2-3-1-62. 2007년 5월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화.

2007년 9월은 전체 60속 116종의 식물플랑크톤이 출현하여 조사기간 중 가장 높은 종 출현 특성을 나타내었다. 분류군별로는 중심목 규조류가 24속 53종, 우상목 규조류가 13속 16종, 와편모조류가 18속 41종 그리고 규질편모조류가 3속 4종, 유글레나조류 및 동물성 편모조류가 각각 1속 1종으로 나타났다(표 2-3-1-35). 수층별로는 표층에서 107종, 10m 수층에서 104종이 출현하여 표층에서의 출현이 다소 높았다. 분류군별 출현 점유율은 규조류가 59.4%로 가장 높았고, 와편모조류는 35.3% 그리고 기타 편모조류가 5.2%로 출현하여, 와편모조류 출현 점유율이 매우 높게 나타났다(그림 2-3-1-63).

표 2-3-1-35. 2007년 9월 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성

Depth \ Taxon	0m		10m		Total	
	속	종	속	종	속	종
Dinflagellates	18	38	13	28	18	41
Centric diatoms	23	49	22	58	24	53
Pennate diatoms	11	14	12	14	13	16
Zooflagellate	1	1	1	1	1	1
Silicoflagellates	3	4	2	2	3	4
Euglenoid	1	1	1	1	1	1
Total	57	107	50	104	60	116

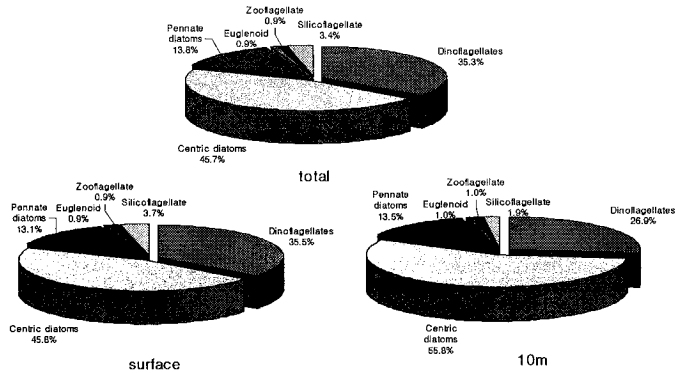


그림 2-3-1-63. 2007년 9월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화.

그리고 2007년 11월은 전체 42속 64종의 식물플랑크톤이 출현하여 비교적 다양한 종출현 특성을 보였다. 분류군별로는 중심목 구조류가 20속 35종, 우상목 구조류가 11속 13종, 외편모조류가 8속 13종 그리고 규질편모조류, 유글레나조류 및 동물성 편모조류가 각각 1속 1종으로 나타났다(표 2-3-1-36). 수층별로는 다른 계절과는 달리 표층에서 50종, 10m 수층에서 58종이 출현하여 10m 수층에서의 출현이 다소 높았다. 분류군별 출현 점유율은 구조류가 75.0%로 가장 높았고, 외편모조류는 20.3% 그리고 기타 편모조류가 4.7%로 출현하여, 구조류에 의한 출현 점유율이 높게 나타났다(그림 2-3-1-64).

표 2-3-1-36. 2007년 11월 바다목장 해역에 출현한 식물플랑크톤 종조성

Depth	0m		10m		Total	
	속	종	속	종	속	종
Dinflagellates	5	7	8	12	8	13
Centric diatoms	20	33	17	32	20	35
Pennate diatoms	8	8	9	11	11	13
Zooflagellate	-	-	1	1	1	1
Silicoflagellates	1	1	1	1	1	1
Euglenoid	1	1	1	1	1	1
Total	35	50	37	58	42	64

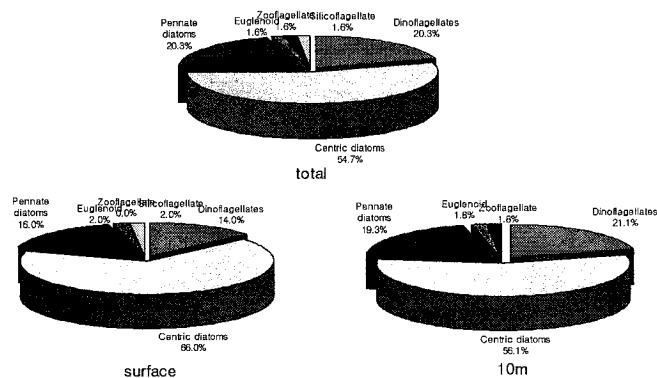


그림 2-3-1-64. 2007년 11월 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 출현종수의 변화.

2007년 전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 출현종의 공간분포 양상은 2007년 1월 표층은 금오수도에서 상대적으로 높은 종출현 특성에 구조에 의한 출현 점유율이 매우 높게 나타나는 반면, 금오도 서쪽 붓돌바다에서 상대적으로 낮은 종 출현특성에 편모조류에 의한 점유율은 낮지만, 다소 나타나는 경향을 보였다(그림 2-3-1-65, A). 저층도 전체적으로는 표층과 유사한 종 출현 특성을 보이나, 남쪽으로 갈수록 출현종이 낮아지며, 분류군별로는 금오도 서쪽해역인 붓돌바다에서 편모조류에 의한 점유율이 다소 높게 나타났다(그림 2-3-1-65, A-1). 다만, 1월 조사는 조사 시 황천으로 금오도 동측해역은 선박운항이 불가하여 조사를 할 수가 없었다.

2007년 3월 표층의 금오도 북쪽의 섬진강 수괴영향을 받는 해역에서 상대적으로 높은 종 출현특성을 보이는 반면, 붓돌바다 일부 정점 및 안도와 소리도 수로 인근정점에서 다소 낮은 종 출현을 보였다. 분류군별에 의한 출현은 대부분 구조류에 의해 점유되었다(그림 2-1-65, B). 저층도 전체적으로는 표층과 유사한 종 출현 특성을 보이나, 1월과는 달리 분류군별로는 금오도 서쪽해역인 붓돌바다에서 구조류가 전체 식물플랑크톤을 지배하였다(그림 2-3-1-65, B-1).

2007년 5월 표층은 일정한 규칙성은 보이지 않지만, 금오도 북쪽 섬진강 수괴 및 금오수도 서방해역에서 다소 높은 종 출현을 나타내었으며, 안도 인근 및 금오도 북쪽 일부 정점에서 상대적으로 낮은 종 출현을 보였다. 분류군별로도 금오도 북동쪽 섬진강 영향을 받는 수괴에서 구조류에 의한 출현종 점유율이 높은 반면, 붓돌바다 및 소리도 남단해역에서 식물성 편모조류에 의한 점유율이 높게 나타났다(그림 2-3-1-65, C). 저층도 금오도 서쪽해역 및 안도, 소리도 인근해역에서 낮은 출현 종으로 균일한 출현 특성을 보이는 것을 제외하면, 전체적으로는 표층과 유사한 종 출현 특성을 보였다(그림 2-3-1-65, C-1).

2007년 9월은 남해 중앙부 연안해역에서 유해성 와편모조류인 *Cochlodinium polykrikoides*에 의한 적조 발생 시기로서 표층과 10m 수층 모두에서 조사기간 중 가장 높은 출현 종 특성을 나타내었다. 공간적으로는 정점에 따른 뚜렷한 출현 종의 차이는 보이지 않지만, 표층에서는 안도 동측 정점을 제외하고는 와편모조류를 포함한 식물성 편모조류의 점유율이 매우 높게 나타나는 특징을 보였다(그림 2-3-1-65, D). 반면, 10m 수층은 다른 계절에 비하면 식물성 편모조류 출현이 높지만, 안도 동측 정점을 제외하면 표층보다 편모조류에 의한 점유율이 낮은 경향을 나타내었다(그림 2-3-1-65, D-1).

2007년 11월 표층은 금오도 북동해역에서 다소 높은 출현 종을 나타내는 것을 제외하면 전체 정점에서 매우 균일한 종 출현 특성을 보이고 있으며, 분류군별 구성비도 전체 정점에서 구조류에 의한 점유율이 매우 높게 나타나고 있지만, 특히 조사해역의 남쪽 소리도 인근해역에서 구조류에 의한 점유율이 더욱 높게 나타나, 1월과는 공간적으로 다른 분포경향을 보인다(그림 2-3-1-65, E). 저층은 표층과는 달리 안도를 중심으로 하는 수로부 해역에서 상대적으로 낮은 출현 종 특성을 나타내고 있으며, 분류군별 점유율도 소리도 인근해역에서 식물성 편모조류에 의한 점유가 높게 나타나고 있다(그림 2-3-1-65, E-1).

이와 같은 전남 바다목장 해역의 출현종의 시·공간적 변화는 조시시기 및 front 형성 등에 의해 크게 좌우되고 있으며, 특히 1995년 이후 우리나라 연안해역에서 매년 늦여름에서 초가을에 발생하는 유해성 와편모조류, *Cochlodinium polykrikoides* 적조발생시 높은 출현종을 보이는 것은 일반적인 해양생태학적 지식으로는 이해하기 어렵지만(Parsons *et al.*, 1984), 본 해역에서 적조발생시 조사했던 정 등(2000)의 결과와는 매우 일치하는 내용이다.

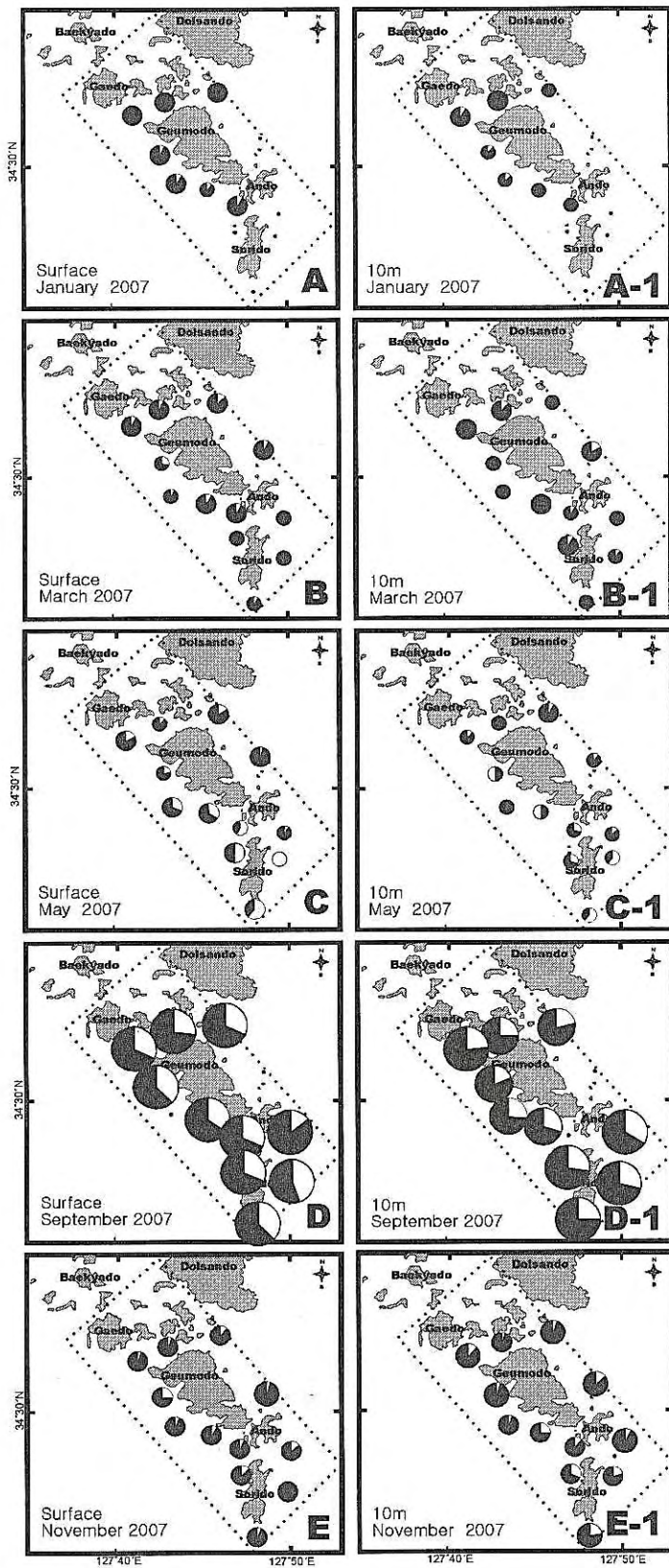
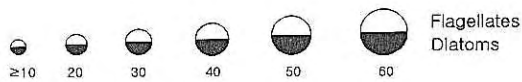


그림 2-3-1-65. 3월과 5월 수층 및 분 류군별 식물플랑크톤 출 현종수의 수평분포.



나) 현존량

2007년 1월에서 2007년 11월까지 5회 조사에서 전남 여수 바다목장 해역의 식물플랑크톤 현존량은 표층의 경우, $1.6 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 706.3 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, 3월과 9월에 높고, 기타 계절에 상대적으로 낮은 출현 특성을 나타내었다. 분류군별로는 전 조사기간 규조류에 의한 점유율이 높게 나타났으나, 5월과 9월의 고수온기에는 와편모조류를 포함한 식물성 편모조류의 출현 세포수가 높게 나타났다(그림 2-3-1-66).

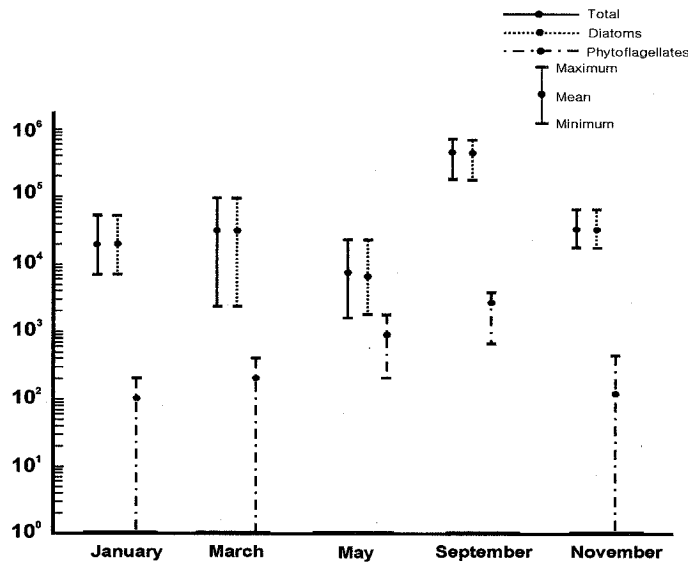


그림2-3-1-66. 전남 바다목장 표층해역의 식물플랑크톤 분류군별 현존량의 계절변화.

저층은 $1.2 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 724 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, 표층보다 더 높은 세포밀도를 보였으나, 시간적 변동은 표층과 같이 3월과 9월에 높고, 기타 계절에는 한개 낮은 단위의 세포밀도를 나타내었다. 분류군별로는 표층과 같이 전 조사기간 규조류에 의한 점유율이 높았으며, 와편모조류 포함한 식물성 편모조류는 모든 조사시점에서 규조류 보다 두 단위 낮은 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-67).

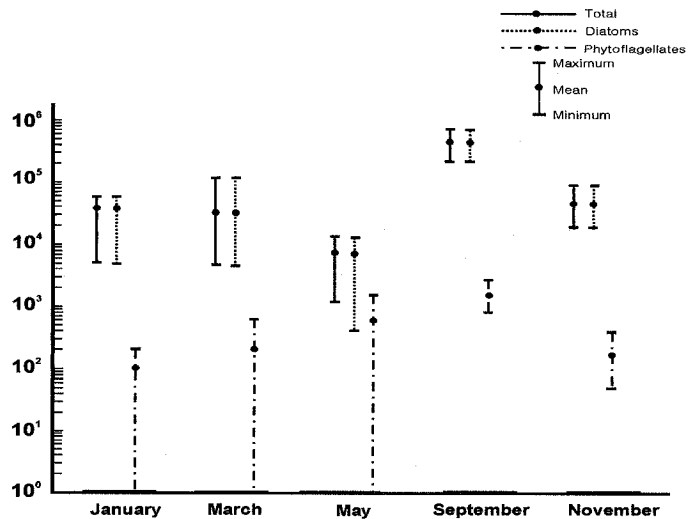


그림 2-3-1-67. 전남 바다목장 10m 수층해역의 식물플랑크톤 분류군별 현존량의 계절변화.

그리고 조사시점에 따른 식물플랑크톤 현존량의 변화 특성은 2007년 1월 표층은 $7.4 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 54.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $20.0 \pm 21.92 \times 10^3 \text{ cells/L}$ (평균 \pm 표준편차로 이하 같음)의 변동 폭을 나타내었다. 10m 수층도 표층과 유사하여 $20.0 \pm 21.92 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-37).

표 2-3-1-37. 2007년 1월 전남 바다목장 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화

Layer	Taxon	Minimum	Maximum	Mean	SD
		$\times 10^3 \text{ cells/L}$			
Surface	Total	7.4	54.6	20.0	17.41
	Diatoms	7.2	54.6	19.9	17.49
	Flagellates	0.0	0.2	0.1	0.11
10m	Total	5.0	59.4	20.0	21.92
	Diatoms	4.8	59.4	19.9	21.92
	Flagellates	0.0	0.2	0.1	0.11

그리고 2007년 3월의 경우, 표층은 $2.4 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 94.0 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $31.8 \pm 36.78 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭으로 크게 변화하였다. 10m 수층은 표층보다도 변동 폭이 더욱 크게 나타나, $4.8 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 127.0 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $37.4 \pm 43.53 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-38).

표 2-3-1-38. 2007년 3월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화

Layer	Taxon	Minimum	Maximum	Mean	SD
		$\times 10^3 \text{ cells/L}$			
Surface	Total	2.4	94.0	31.8	36.78
	Diatoms	2.4	93.8	31.6	36.70
	Flagellates	0.0	0.4	0.2	0.15
10m	Total	4.8	127.0	37.4	43.53
	Diatoms	4.6	127.0	37.2	43.42
	Flagellates	0.0	0.6	0.2	0.23

그리고 2007년 5월 표층은 $1.6 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 23.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $7.7 \pm 6.16 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 매우 낮은 변동 폭을 나타내었다. 10m 수층도 표층과 유사하여 $1.2 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 14.2 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $7.4 \pm 4.02 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭을 나타내었다(표 2-3-1-39).

표 2-3-1-39. 2007년 5월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화

Month	Taxon	Minimum	Maximum	Mean	SD
		$\times 10^3 \text{ cells/L}$			
Surface	Total	1.6	23.6	7.7	6.16
	Diatoms	0.0	23.4	6.7	6.46
	Flagellates	0.2	1.8	0.9	0.55
10m	Total	1.2	14.2	7.4	4.02
	Diatoms	0.4	14.0	6.9	4.23
	Flagellates	0.0	1.6	0.6	0.48

그리고 2007년 9월 표층은 $193.0 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 706.3 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $474.4 \pm 151.51 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 조사 기간 중 가장 높은 변동 폭을 나타내었다. 10m 수층도 표층과 유사하여 $212.6 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 724.1 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $447.3 \pm 174.42 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭으로 표층보다 다소 높은 변화 폭을 나타내었다(표 2-3-1-40).

표 2-3-1-40. 2007년 9월 전남 바다목장 해역 표층과 10m 수층의 분류군별 현존량 변화

Month	Taxon	Minimum	Maximum	Mean	SD
		$\times 10^3 \text{ cells/L}$			
Surface	Total	193.0	706.3	474.4	151.51
	Diatoms	192.2	703.0	471.4	151.01
	Flagellates	0.8	4.2	3.0	1.20
10m	Total	212.6	724.1	447.3	174.42
	Diatoms	211.8	723.0	445.7	174.02
	Flagellates	0.9	2.8	1.6	0.69

그리고 2007년 11월 표층은 $17.2 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 73.0 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여, $35.7 \pm 14.14 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭을 나타내었다. 10m 수층도 9월과 유사하여 $20.2 \times 10^3 \text{ cells/L} \sim 93.6 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 로 변화하여 $45.9 \pm 21.9 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 의 변동 폭으로 표층보다 다소 높은 변화 폭을 나타내었다(표 2-3-1-41).

표 2-3-1-41. 2007년 11월 전남 바다목장 해역 표층과 10 m 수층의 분류군별 현존량 변화

Month	Taxon	Minimum	Maximum	Mean	SD
		$\times 10^3 \text{ cells/L}$			
Surface	Total	17.2	73.0	35.7	14.14
	Diatoms	17.2	72.6	35.6	14.05
	Flagellates	0	0.5	0.1	0.13
10m	Total	20.2	93.6	45.9	21.90
	Diatoms	20.1	93.4	45.7	21.90
	Flagellates	0.1	0.4	0.2	0.10

공간적으로는 2007년 1월의 경우, 표층(그림 2-3-1-68, A와 표 2-3-1-42)은 금오수로해역에서 높은 식물플랑크톤 현존량을 보이는 것에 반해, 금오도 남서쪽 해역인 붓돌바다에서는 상대적으로 낮은 현존량을 나타내었다. 10m 수층도 전체적으로는 표층과 유사하여 금오수로에서 높은 현존량을 보이는 것에 반해, 붓돌바다 해역에서 상대적으로 낮은 식물플랑크톤 현존량을 보였다(그림 2-3-1-68, A-1과 표 2-3-1-43).

2007년 3월의 경우, 표층은 출현종과 같이 금오도 북쪽 섬진강 수괴의 영향을 받는 해역에서 10^5 cells/L 내외의 높은 식물플랑크톤 현존량을 보였으며, 붓돌바다 연안 및 안도와 소리도 연안해역에서 상대적으로 매우 낮은 식물플랑크톤 현존량을 나타내어, 출현종과 일치하는 결과를 보였다(그림 2-3-1-68, B와 표 2-3-1-44). 10m 수층도 전체적으로는 표층과 비슷한 분포양상을 나타내지만 금오도 북단의 광양만측 해역 및 붓돌바다 해역의 일부 정점에서 표층과는 차이가 큰 분포 양상을 나타내었다(그림 2-3-1-68, B-1와 표 2-1-45).

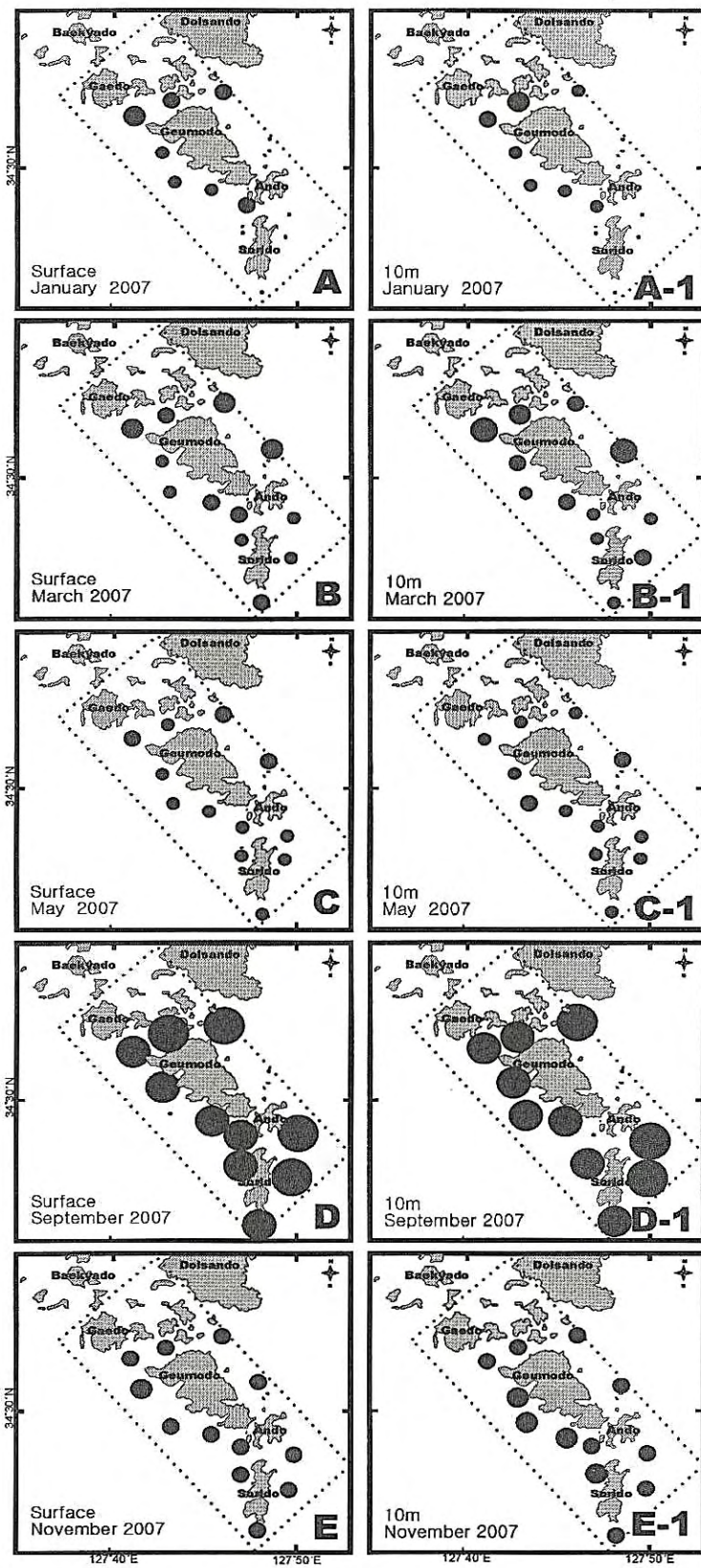


그림 2-3-1-68. 계절별, 수층별 식물플랑크톤 출현세포수의 수평분포.

2007년 5월 표층은 절대 출현 세포밀도에서는 차이가 있지만, 공간분포는 3월과 유사하여 섬진강 수괴의 영향을 받는 금오도 북쪽과 금오수로해역에서 다소 높은 식물플랑크톤 현존량을 보이는 것에 반해, 기타해역에서는 정점 사이에 큰 차이 없이 비교적 균일한 분포 양상을 나타내었다(그림 2-3-1-68, C와 표 2-3-1-46). 10m 수층도 전체적으로는 표층과 유사하였으며, 전체 정점에서 큰 차이 없이 공간적으로 비교적 균일한 식물플랑크톤 현존량을 나타내었다(그림 2-3-1-68, C-1과 표 2-3-1-47).

2007년 9월의 경우, 표층은 출현종과 같이 금오도 북쪽과 동쪽 섬진강 수괴의 영향을 받는 해역에서 10^5 cells/L 내외의 높은 식물플랑크톤 현존량을 보였으며, 봇돌바다 연안 및 안도와 소리도 연안해역에서 상대적으로 낮은 식물플랑크톤 현존량을 나타내어, 출현종과 일치하는 결과를 보였다(그림 2-3-1-68, D와 표 2-3-1-48). 10m 수층도 전체적으로는 금오도 북단의 광양만측 해역과 소리도 남동해역에서 다소 높은 세포밀도를 보이는 등 표층과 유사한 공간분포 양상을 나타내었다(그림 2-3-1-68, D-1과 표 2-3-1-49).

2007년 11월 표층은 금오도 북서연안 정점을 제외하면 비교적 전체 정점에서 균일한 분포양상을 나타내었다(그림 2-3-1-68, E와 표 2-3-1-50). 반면 10m 수층은 섬진강 수괴의 영향을 강하게 받는 금오도 북쪽 및 동쪽해역보다 안도주변 수로를 제외하면 봇돌바다 해역에서 상대적으로 높은 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-68, E-1과 표 2-3-1-51).

분류군별 공간분포의 경우, 전체 식물플랑크톤 군집은 구조류에 지배되고 있기에 구조류의 공간분포 특성은 전체 식물플랑크톤의 경우와 거의 비슷하게 된다. 따라서 구조류에 대해서는 별도 설명을 생략하고 식물성 편모조류만을 대상으로 살펴보면, 2007년 1월 표층은 금오수도 인근해역에서는 식물성 편모조류 출현이 보이지 않은 반면, 금오도 남서쪽 해역인 봇돌바다에서 식물성 편모조류에 의한 세포밀도가 비교적 높게 나타났다(그림 2-3-1-69, A와 표 2-3-1-42). 10m 수층도 표층과 유사한 세포밀도를 보이고 있으며, 공간적으로는 표층보다 약간 위로 편향되는 양상으로 금오도 북서해역에서 비교적 높은 식물성 편모조류의 세포밀도를 보이는 반면, 기타 해역에서는 출현하지 않거나 매우 낮은 세포밀도로 출현하였다(그림 2-3-1-69, A-1과 표 2-3-1-43).

2007년 3월의 경우, 표층은 금오도를 중심으로 전남 바다목장 북부 해역에서 비교적 높은 세포밀도를 나타내지만(그림 2-3-1-48, B와 표 2-3-1-44), 10m 수층은 표층과는 달리 금오수도의 한개 정점을 제외하면 북부보다 남부에 위치하는 안도 및 소리도 인근해역에서 비교적 높은 식물성 편모조류의 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-69, B-1과 표 2-3-1-45).

2007년 5월의 표층은 구조류 분포와는 달리 연안수 영향보다 외해 개방해수의 영향을 보다 강하게 받는 조사해역 최남단인 소리도 인근해역에서 10^3 cells/L 이상의 높은 편모조류 세포밀도를 보이는 반면, 금오도를 포함하는 전남 바다목장 북부해역에서 한 단위 낮은 식물성 편모조류의 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-69, C와 표 2-3-1-46). 10m 수층은 표층과 달리 소리도 남방해역보다 봇돌바다 동부해역에서 상대적으로 높은 식물성 편모조류의 세포밀도를 보이는 반면, 금오도 북단과 광양만 측 해역에서 상대적으로 낮은 식물성 편모조류 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-69, C-1과 표 2-3-1-47).

2007년 9월은 조사기간 중 가장 높은 식물성 편모조류의 세포밀도를 나타내었고, 표층은 섬진강 수괴영향을 받는 금오도 동측해역에서 낮은 세포수를, 그리고 봇돌바다 정점에서 상대적으로 높은 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-69, D와 표 2-3-1-48). 반면 10m 수층은 표층과 달리 소리도 인근해역의 정점에서 높은 식물성 편모조류의 세포밀도를 보이며, 금오도 인근의 정점에서 상대적으로 낮은 세포밀도를 나타내었다(그림 2-3-1-69, D-1과 표 2-3-1-49).

2007년 11월은 표층과 저층 모두에서 식물성 편모조류의 출현 세포밀도가 매우 낮았으며, 공간적인 분포는 전체 정점사이에 매우 낮지만 비교적 균일한 분포양상을 나타내었다(그림 2-3-1-69, D와 D-1, 표 2-3-1-50과 표 2-3-1-51).

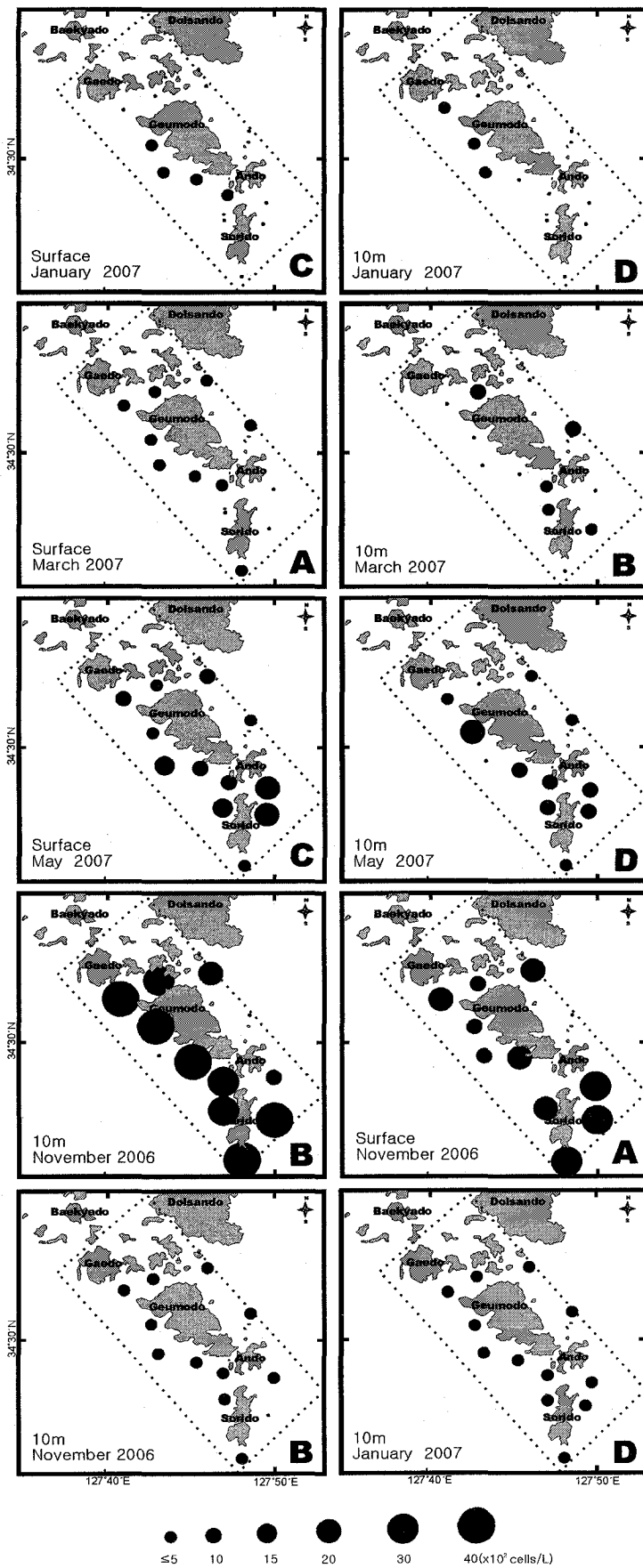


그림 2-3-1-69. 계절별, 수층별 식물성 편모조류 출현세포수의 수평분포.

표 2-3-1-42. 2007년 1월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species	Stn.							
		8	11	12	14	15	17	18
Dinoflagellate		0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
<i>Gyrodinium</i> sp.						0.2		0.2
Other flagellates		0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
<i>Dictyocha</i> <i>fibula</i>					0.2			
<i>Eutreptiella</i> <i>gymnastica</i>							0.2	
DIATOMS		31.8	15.0	54.6	7.8	9.0	7.2	13.6
Centric diatoms		27.8	14.2	50.8	6.4	8.4	6.2	10.2
<i>Actinoptychus</i> <i>senarius</i>						0.4		
<i>Chaetoceros</i> <i>curvoisetus</i>			3.4	2.6				1.6
<i>Ch.</i> <i>danicus</i>		0.2						
<i>Ch.</i> spp.			2.2	1.0	0.2			0.4
<i>Corethron</i> <i>criophilum</i>		0.4	0.8					
<i>Coscinodiscus</i> <i>gigas</i>		0.2	0.4	0.2		0.2		0.4
<i>Co.</i> spp.		0.2		0.4		0.4	0.2	
<i>Dactyliosolen</i> <i>fragilissimus</i>		0.4						
<i>Dictylum</i> <i>brightwellii</i>			0.4		0.2		0.2	
<i>Eucampia</i> <i>zodiacus</i>			0.2					
<i>Odontella</i> <i>aurita</i>		1.0						
<i>Paralia</i> <i>sulcata</i>		4.2		4.2	2.2	3.6	1.8	5.4
<i>Planktoniella</i> <i>blanda</i>					0.2			
<i>Rhizosolenia</i> <i>setigera</i>		1.4	0.6	0.6	0.4	0.2		
<i>Skeletonema</i> <i>costatum</i>		19.8	6.2	41.8	3.2	3.6	4.0	2.4
<i>Thalassiosira</i> <i>rotula</i>				0.8	1.0		0.8	
Pennate diatoms		4.0	0.8	3.8	1.4	0.6	1.0	3.4
<i>Amphipora</i> <i>alata</i>		0.2						
<i>Asterionellopsis</i> <i>glacialis</i>		2.2		0.6				
<i>Bacillaria</i> <i>paxilifera</i>			0.2					1.4
<i>Cylindrotheca</i> <i>closterium</i>		0.4				0.2	0.4	0.6
<i>Diploneis</i> <i>splendica</i>								0.2
<i>Navicula</i> spp.					0.2			
<i>Nitzschia</i> <i>sigma</i>			0.2		0.6		0.2	
<i>Pleurosigma</i> <i>normanii</i>			0.4	0.6	0.2	0.4		
<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>pungens</i>				1.4				0.8
<i>Thalassionema</i> <i>nitzschoides</i>		1.2		1.2	0.4		0.4	0.4
<i>Tropidoneis</i> <i>lepidoptera</i>		0.2		0.4		0.4		
Total (x10³ cells/L)		31.8	15.0	54.6	8.0	9.2	7.4	13.8
Species No.		14	11	13	12	10	9	11

표 2-3-1-43. 2007년 1월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species \ Stn.	8	11	12	14	15	17	18
Dinoflagellate	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
<i>Noctiluca scintillans</i>					0.2		
Other flagellates	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
<i>Di. Speculum</i> var. <i>oconaria</i>			0.2	0.2			
DIATOMS	10.0	59.4	42.8	6.4	4.8	6.0	10.0
Centric diatoms	9.8	57.0	39.6	6.0	4.8	5.6	9.8
<i>Actinoptychus senarius</i>	0.2				0.2		
<i>Chaetoceros affinis</i>		0.6	1.2				
<i>Ch. curviretus</i>			3.2				
<i>Coscinodiscus gigas</i>	0.4	0.4		0.6	0.2		
<i>Co. spp.</i>	0.4	0.2		0.2	0.2	0.4	0.4
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		0.4					
<i>Dictylum brightwellii</i>					0.2	0.2	
<i>Eucampia zodiacus</i>		0.4					
<i>Odontella aurita</i>	0.8	0.2					
<i>Paralia sulcata</i>	1.6	6.8	4.2			3.6	6.4
<i>Podosira stelliger</i>				0.4			
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.2	0.4	0.8	0.4	0.2	0.2	
<i>Skeletonema costatum</i>	6.2	47.6	30.2	4.4	3.8	1.2	3.0
<i>Thalassiosira rotula</i>			0.8				
<i>Th. spp.</i>	1.6		1.4				
Pennate diatoms	0.2	2.4	3.2	0.4	0.0	0.4	0.2
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			0.6				
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0.2	0.2				0.2	
<i>Diploneis splendica</i>							0.2
<i>Nitzschia sigma</i>			0.4			0.2	
<i>Pleurosigma normanii</i>		0.4		0.2			
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>		0.4					
<i>Surirella fastuosa</i>		0.2		0.2			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		1.2	2.2				
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>		0.2					
Total (x10³ cells/L)	10.0	59.4	43.0	6.6	5.0	6.0	10.0
Species No.	9	15	11	8	7	7	4

표 2-3-1-44. 2007년 3월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species	Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
	Dinoflagellates		0.0	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0
<i>Gyrodinium</i> spp.					0.2		0.2			0.2			
<i>Protoperidinium claudicans</i>						0.2							
<i>Pt. pellucidum</i>													0.2
<i>Pt.</i> spp.			0.4	0.2				0.2	0.2				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>				0.2			0.2						
DIATOMS		3.2	89.6	82.8	49.4	93.8	5.8	9.2	10.8	11.2	2.4	4.6	16.2
Centric diatoms		2.8	89.4	76.6	44.2	91.2	5.6	6.6	9.6	10.2	1.6	4.4	14.8
<i>Actinoptychus senarius</i>									0.2	0.2			0.2
<i>Chaetoceros affinis</i>			0.8	1.2	2.2	0.8							
<i>Ch. curvisetus</i>					2.8								
<i>Ch. debilis</i>						1.6							
<i>Ch.</i> spp.									1.0				
<i>Corethorn criophilum</i>		0.4											
<i>Coscinodiscus gigas</i>						0.2			0.2	0.4	0.2		
<i>Co.</i> spp.		0.2		0.8	0.4			0.4		0.2	0.2		
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>							0.2					0.6	
<i>Dictylum brightwellii</i>											0.2		
<i>Eucampia zodiacus</i>			81.6	54.8	33.4	60.8	3.0		1.8	1.4	0.4		0.2
<i>Guinardia flaccida</i>											0.2		
<i>Leptocylindrus danicus</i>			0.4										
<i>Odontella aurita</i>			0.8			0.4							
<i>O. sinensis</i>		0.2		0.2								0.2	0.2
<i>Paralia sulcata</i>			0.8					4.4	1.2	2.8		1.6	12.8
<i>Planktoniella blanda</i>		0.2	0.2					0.4	0.2		0.4		0.8
<i>Rhizosolenia setigera</i>			0.4	0.2			0.2		0.4	0.4		0.2	
<i>Skeletonema costatum</i>		1.6	3.6	18.6	4.8	26.8	2.2	1.4	4.6	4.8		1.8	0.6
<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>					0.4								
<i>Th. pacifica</i>			0.8	0.4									
<i>Th. rotula</i>				0.4									
<i>Th.</i> spp.		0.2			0.2	0.6							
Pennate diatoms		0.4	0.2	6.2	5.2	2.6	0.2	2.6	1.2	1.0	0.8	0.2	1.4
<i>Asterionellopsis glacialis</i>						0.8							
<i>Bacillaria pacillifera</i>				4.8									
<i>Cylindrotheca closterium</i>					0.6	0.6		0.2	0.4	0.4	0.2		
<i>Navicula</i> spp.		0.2							0.2				
<i>Nitzschia sigma</i>								0.2				0.2	
<i>Pleurosigma normanii</i>		0.2	0.2		0.2			0.2	0.4	0.2			0.4
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>				0.8	3.0			1.6					0.8
<i>Thalassionema nitzschioides</i>				0.2	1.4	1.0		0.4		0.4	0.4		0.2
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>				0.4		0.2	0.2		0.2		0.2		
Total ($\times 10^3$ cells/L)		3.2	90.0	83.2	49.6	94.0	6.2	9.4	11.0	11.4	2.4	4.6	16.4
Species No.		8	11	14	12	12	7	10	13	11	9	6	10

표 2-3-1-45. 2007년 3월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species	Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
	Dinoflagellates		0.2	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0
<i>Gyrodinium</i> spp.			0.4										
<i>Noctiluca scintillans</i>										0.2			
<i>Protoperdinium pellucidum</i>		0.2	0.2		0.4								
<i>Pt.</i> spp.					0.2						0.2		
DIATOMS		16.8	107.8	41.4	81.2	127.0	22.4	9.8	16.2	4.8	4.6	6.6	7.8
Centric diatoms		15.0	106.8	39.4	77.2	122.6	17.0	8.6	13.0	4.2	3.6	6.0	7.2
<i>Chaetoceros curvisetus</i>					2.8								
<i>Ch. danicus</i>							0.8						
<i>Ch.</i> spp.			1.0		1.6						0.2		
<i>Coscinodiscus gigas</i>				1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4			
<i>Co.</i> spp.					0.6		0.2	0.4	1.2	0.4	0.2	1.0	0.4
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>									0.2		0.8	0.6	
<i>Dictylum brightwellii</i>		0.2				0.2						0.2	0.2
<i>Eucampia zodiacus</i>		11.0	100.8	20.8	59.2	108.4	3.6	2.0	4.8	0.2		3.4	
<i>Leptocylindrus danicus</i>			1.0										
<i>Odontella sinensis</i>						0.2						0.2	
<i>Paralia sulcata</i>		2.8				0.8			4.0	1.2	1.2		5.8
<i>Planktoniella blanda</i>			0.2						0.2		0.2	0.4	0.2
<i>Podosira stelliger</i>								0.4					
<i>Rhizosolenia setigera</i>			0.4	0.4	1.8	0.4	0.4				0.2	0.2	
<i>Skeletonema costatum</i>		1.0	2.2	17.2	10.6	12.4	11.8	4.8	2.4	1.8	0.8		0.6
<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>					0.4								
<i>Th. pacifica</i>								0.8					
<i>Th.</i> spp.			1.2							0.2			
Pennate diatoms		1.8	1.0	2.0	4.0	4.4	5.4	1.2	3.2	0.6	1.0	0.6	0.6
<i>Amphipora alata</i>										0.2		0.2	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>				0.2	1.4								
<i>Cylindrotheca closterium</i>		0.6			0.2		0.4		0.6		0.2		
<i>Nitzschia sigma</i>		0.2			0.4		0.2						
<i>Pleurosigma normanii</i>		0.2	0.2		0.2	0.4	0.4	1.0	0.8		0.2	0.4	0.2
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>					1.2	0.6			1.6				
<i>Surirella fastuosa</i>											0.2		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		0.8		1.6	0.6	2.6	4.4			0.4			0.4
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>			0.8	0.2		0.8		0.2	0.2		0.4		
Total (x10³ cells/L)		17.0	108.4	41.4	81.8	127.0	22.4	9.8	16.2	5.0	4.8	6.6	7.8
Species No.		9	11	7	16	11	10	8	11	9	12	9	7

표 2-3-1-46. 2007년 5월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Stn. / Species	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
Dinoflagellate	1.0	0.2	0.6	0.4	0.8	0.4	1.0	0.8	0.6	1.2	0.4	1.8
<i>Ceratium furca</i>												0.2
<i>Dinophysis acuminata</i>							0.2					
<i>Gonyaulax scrippsae</i>	0.4									0.2		0.6
<i>Go. spp.</i>					0.2				0.2	0.2		0.2
<i>Heterocapsa triquetra</i>	0.4		0.4	0.4			0.6			0.2		
<i>Noctiluca scintillans</i>						0.2						
<i>Protoperidinium bipes</i>												0.2
<i>Pt. pallidum</i>		0.2										
<i>Pt. punctulatum</i>								0.2				
<i>Pt. spp.</i>					0.2			0.2	0.4		0.4	0.2
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0.2		0.2		0.4	0.2	0.2	0.4		0.6		0.4
Other flagellates	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0
<i>Dictyocha fibula</i>										0.2		
<i>Ebria triprita</i>	0.2								0.2			
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	0.4						0.4	0.2	0.2	0.2		
DIATOMS	0.0	23.4	12.2	2.6	10.4	6.4	7.8	3.2	1.0	4.2	7.6	2.0
Centric diatoms	0.0	7.6	8.0	1.6	7.4	5.2	5.0	2.8	0.0	2.4	6.6	0.6
<i>Actinocyclus senarius</i>			0.4	0.4	0.4			0.2				
<i>Chaetoceros affinis</i>		0.6	4.0		1.2	1.4	1.2					
<i>Coscinodiscus gigas</i>		0.2			0.8	0.2					0.2	0.2
<i>Co. spp.</i>		0.2	0.2	0.4	0.2	0.2		0.2			1.0	0.4
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		1.2	0.2		0.4							
<i>Dictylum brightwellii</i>		0.4	0.2								0.2	
<i>Eucampia zodiacus</i>			0.4									
<i>Leptocylindrus danicus</i>		0.8				0.6	0.8	0.8				
<i>Odontella aurita</i>		0.8										
<i>O. sinensis</i>					0.2							0.2
<i>Paralia sulcata</i>		2.4			3.4	2.8	0.6	0.4		2.4		2.8
<i>Rhizosolenia setigera</i>					0.4		0.6					0.2
<i>Skeletonema costatum</i>			2.6	0.8								2.0
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>		0.6			0.4				0.4			
<i>Thalassiosira pacifica</i>							1.8	0.8				
<i>Th. spp.</i>		0.4										
Pennate diatoms	0.0	15.8	4.2	1.0	3.0	1.2	2.8	0.4	1.0	1.8	1.0	1.4
<i>Amphipora alata</i>			0.6				0.2					
<i>Bacillaria pacillifera</i>		10.4	1.6									
<i>Cylindrotheca closterium</i>		0.4		0.2	1.0		0.2		0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Nitzschia sigma</i>		0.2							0.2			
<i>Pleurosigma normanii</i>		0.4		0.2	0.2							0.2
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>		3.6			0.6	1.0	1.0			1.2		
<i>Surirella fastuosa</i>								0.2				
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		0.4	2.0	0.4	0.8		1.4		0.6	0.4	0.4	1.2
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>		0.4		0.2	0.4	0.2		0.2				0.2
Total (x10³ cells/L)	1.6	23.6	12.8	3.0	11.2	6.8	9.2	4.2	2.0	5.8	8.0	3.8
Species No.	5	18	12	8	17	9	13	12	7	10	12	10

표 2-3-1-47. 2007년 5월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species	Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
	Dinoflagellates		0.6	0.2	0.2	0.0	0.4	1.6	0.0	0.8	0.8	0.2	0.2
<i>Gonyaulax scrippsae</i>				0.2			0.2						
<i>Heterocapsa triquetra</i>		0.2					0.8			0.4	0.2		0.2
<i>Noctiluca scintillans</i>									0.4				
<i>Protoperidinium pellucidum</i>												0.2	
<i>Scripsiella trochoidea</i>		0.4	0.2			0.4	0.6		0.4	0.4			0.4
Other flagellates		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	0.2
<i>Ebria triprita</i>		0.2								0.2	0.4		0.2
<i>Eutreptiella gymnastica</i>											0.2		
DIATOMS		1.0	14.0	9.8	8.8	6.6	7.4	11.6	0.4	7.4	7.4	7.0	1.0
Centric diatoms		0.0	13.0	8.4	7.8	4.4	6.8	9.2	0.0	6.6	4.4	5.8	0.0
<i>Chaetoceros affinis</i>			4.4										
<i>Ch. curvisetus</i>				3.2									
<i>Ch. spp.</i>				0.8						0.4		0.8	
<i>Coscinodiscus gigas</i>			0.4							0.2			
<i>Co. spp.</i>					0.6		0.6	0.4		0.2	0.2		
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>				0.2	0.4			0.4					
<i>Dictylum brightwellii</i>				0.2								0.2	
<i>Eucampia zodiacus</i>					0.4								
<i>Guinardia flaccida</i>								0.2				0.2	
<i>Leptocylindrus danicus</i>			0.8	0.6		0.8							
<i>Odontella aurita</i>			0.6	0.4									
<i>O. sinensis</i>						0.2							
<i>Paralia sulcata</i>			5.6	0.6	4.8	3.4	6.2	7.4		5.6	2.8	4.6	
<i>Planktoniella blanda</i>										0.2			
<i>Rhizosolenia setigera</i>				0.2									
<i>Skeletonema costatum</i>			1.2	2.2	1.6								
<i>Thalassiosira pacifica</i>								0.8			1.4		
Pennate diatoms		1.0	1.0	1.4	1.0	2.2	0.6	2.4	0.4	0.8	3.0	1.2	1.0
<i>Cylindrotheca closterium</i>		0.2	0.2			0.2		0.2			0.8		
<i>Meuniera membranacea</i>					0.4					0.2	0.2		0.2
<i>Pleurosigma normanii</i>								0.4	0.2			0.6	
<i>P. spp.</i>				0.2									
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>						1.0		0.8				0.6	0.8
<i>Surirella fastuosa</i>											0.2		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		0.8	0.8	1.2	0.6	0.8		0.8	0.2	0.6	1.8		
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>						0.2	0.6	0.2					
Total (x10³ cells/L)		1.8	14.2	10.0	8.8	7.0	9.0	11.6	1.2	8.4	8.2	7.2	1.8
Species No.		5	9	12	7	8	6	10	4	10	10	7	5

표 2-3-1-48. 2007년 9월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species		Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
DINOFLLAGELLATES			37.5		12.5	29.0	39.5	37.5		40.5	19.5	18.5	31.0	5.5
<i>Akashiwo</i>	<i>sanguinea</i>						0.5							
<i>Alexandrium</i>	sp.			0.5								0.5		
<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>		3.5		3.0	10.0	11.0	11.0		12.0	4.0	2.0	2.5	1.0
C.	<i>fuscus</i>		1.0		0.5	6.0	7.0	0.5			2.5	0.5	1.5	
C.	<i>horridum</i>											0.5		
C.	<i>kofoidii</i>						0.5					0.5		
C.	<i>trichoceros</i>		0.5										0.5	
C.	<i>trifos</i>		0.5		0.5			0.5		0.5			2.0	
<i>Corythodinium</i>	<i>tesselatum</i>		2.0				0.5				0.5			
<i>Dinophysis</i>	<i>caudata</i>			0.5	1.5			1.5		0.5			1.5	
<i>Gonyaulax</i>	<i>polygramma</i>		2.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5			1.5	2.0	0.5	
G.	<i>scrippsae</i>		0.5					0.5					0.5	
<i>Gymnodinium</i>	<i>catenatum</i>							7.5		5.5			4.0	
Gy.	sp.		0.5							0.5				
<i>Gyrodinium</i>	<i>spirale</i>												0.5	
Gy.	spp.		3.0		1.0	0.5	0.5	1.5			2.5	0.5	2.5	0.5
<i>Noctiluca</i>	<i>scintillans</i>		3.5			0.5	2.0	1.5		1.5	1.5	0.5	4.0	
<i>Oxyphysis</i>	<i>oxytosxoides</i>									0.5				
<i>Podolampas</i>	<i>palmipes</i>										0.5			
<i>Pronoctiluca</i>	<i>rostrata</i>		1.5										0.5	
<i>Prorocentrum</i>	<i>dentatum</i>			0.5			0.5	1.0		0.5	0.5	2.5		
Pr.	<i>gracile</i>		0.5							0.5				
Pr.	<i>micans</i>		2.0		2.5	6.0	4.5	1.0		5.5	3.5	2.0	0.5	1.0
Pr.	<i>triestinum</i>				0.5						0.5			
Pr.	spp.									0.5			1.5	
<i>Protoperdinium</i>	<i>conicum</i>		0.5											
Pt.	<i>crassipes</i>		1.0		0.5	0.5		1.0		0.5				
Pt.	<i>oblongum</i>		0.5		0.5	0.5	1.0	1.0		1.0			1.0	
Pt.	<i>oceanicum</i>				0.5	0.5				0.5			1.0	
Pt.	<i>ovum</i>										0.5			0.5
Pt.	<i>pellucidum</i>		3.5				1.0	1.0		0.5	1.0	2.5	2.0	
Pt.	<i>punctulatum</i>												0.5	
Pt.	<i>sinuosum</i>						0.5							
Pt.	spp.		4.0			2.0	5.5	3.5		7.0		2.0	2.5	1.5
<i>Pyrophacus</i>	<i>steinii</i>		0.5		0.5									1.0
<i>Scrippsiella</i>	<i>trochoidea</i>		3.0				3.0	1.5		2.0		1.5	1.5	
<i>Torodinium</i>	<i>teredo</i>		3.0		0.5		0.5	1.0		1.0		1.0		
<i>Warnowia</i>	<i>polyphemus</i>							0.5			0.5			
Other flagellates			3.0		3.5	1.5	2.5	3.0		1.5	5.0	4.5	2.0	2.0
<i>Dictyocha</i>	<i>fibula</i>		1.5		1.5		1.5	0.5		1.0	2.5	1.5	0.5	1.5
D.	sp.												0.5	
<i>Distephanus speculum</i>	var. <i>pentagonus</i>		0.5			0.5								
<i>Ebria</i>	<i>tripartita</i>		1.0		0.5	0.5		0.5				1.0		0.5
<i>Eutreptiella</i>	<i>gymnastica</i>							1.0		0.5	0.5	0.5		
<i>Octactis</i>	<i>octonaria</i>				1.5	0.5	1.0	1.0			2.0	1.5	1.0	
DIATOMS			5435.5		5171.0	6573.5	4527.5	4413.5		4024.0	4924.0	3123.0	7030.0	1922.0
Centric diatoms			4859.0		4871.0	6226.0	3794.5	3700.5		3646.5	4551.0	2609.5	6114.5	1621.0
<i>Actinoptychus</i>	<i>senarius</i>						0.5							
<i>Asteromphalus</i>	<i>roperianus</i>							0.5						0.5
<i>Bacterastrum</i>	<i>delicatulum</i>		14.0				14.0			17.0	8.0	14.0	28.0	9.0
B.	<i>furcatum</i>		4.0					6.0		12.0				
B.	<i>hyalinum</i>										1.5		8.0	
<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>		1332.0		1668.0	324.0	444.0	1512.0		1128.0	1452.0	972.0	1536.0	468.0
Ch.	<i>compressus</i>				32.0	26.0	18.0	63.0			28.0	28.0	16.0	12.0
Ch.	<i>curvisetus</i>		504.0		348.0	1620.0	1020.0	576.0		348.0	636.0	192.0	396.0	246.0

표 2-3-1-48. 계속

Species	Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
	<i>Ch. decipiens</i>		648.0		516.0	372.0	132.0	516.0		444.0	468.0	648.0	1548.0
<i>Ch. didymus</i>		16.0		15.0	8.0		39.0		11.0		6.0	12.0	4.0
<i>Ch. diversus</i>										5.0			
<i>Ch. eibenii</i>		32.0		42.0	14.0	15.0	6.0		37.0	70.0	22.0	18.0	22.0
<i>Ch. mitra</i>		28.0		8.0		7.0	42.0				23.0		6.0
<i>Ch. pendulus</i>							3.0				9.0		6.0
<i>Ch. peruvianus</i>											8.0		
<i>Ch. pseudocurvisetus</i>		14.0							24.0				
<i>Ch. radicans</i>		204.0		12.0	18.0	4.0	8.0		4.0	4.5	6.0	14.0	32.0
<i>Ch. tortissimus</i>		72.0		228.0	21.0	18.0			16.0		16.0	8.0	14.0
<i>Ch. spp.</i>		1188.0		612.0	252.0	252.0	588.0		492.0	468.0	42.0	1944.0	336.0
<i>Cerataulina bicornis</i>				0.5									
<i>Corethron criophilum</i>										1.0			
<i>Coscinodiscus centralis</i>					1.0	0.5	0.5		1.0	0.5	0.5		
<i>Co. gigas</i>				4.0		1.0	2.0			0.5	0.5		
<i>Co. spp.</i>		2.0		8.0		3.5	2.5		0.5		0.5		0.5
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		216.0		66.0	132.0	78.0	45.0		34.0	14.0	28.0	84.0	21.0
<i>Dictylum brightwellii</i>		8.0		3.0	22.0	13.0	9.0		5.0	6.0	6.0	6.0	1.0
<i>Eucampia cornuta</i>				7.0	26.0	7.0			1.5	2.5	3.0	17.0	1.0
<i>E. zodiacus</i>				4.0	12.0	5.0	2.0		2.0	3.0	7.0		1.5
<i>Guinardia flaccida</i>		3.0				4.0	0.5				3.5	4.0	12.0
<i>G. striata</i>		132.0		6.0	4.0		6.5		3.0	8.5	4.0	21.0	8.0
<i>Helicotheca tamesis</i>		4.0		1.0	0.5					1.0			1.0
<i>Hemiaulus hacukii</i>							1.5					2.0	
<i>H. sinensis</i>									0.5		7.0	3.0	2.5
<i>Leptocylindrus danicus</i>		14.0		8.0	108.0	96.0	9.0		66.0	204.0	102.0	72.0	63.0
<i>Lithodesmium undulatum</i>												1.5	2.5
<i>Odontella aurita</i>		10.0		4.0	13.0	9.0	16.0		66.0	11.0	2.5	18.0	10.0
<i>O. sinensis</i>		3.0		2.5	1.5	1.5	1.0		0.5		0.5	3.0	0.5
<i>Paralia sulcata</i>					14.0		12.0		23.0	9.0	18.0		
<i>Proboscia alata</i>		7.0		0.5	2.0	2.0	6.0		17.0	84.0		4.5	7.5
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>		2.0			0.5	0.5	1.5		0.5	1.5	1.0	0.5	0.5
<i>Rhizosolenia imbricata</i>				1.5					3.0	2.0	0.5	1.0	
<i>R. formosa</i>													1.0
<i>R. setigera</i>				3.0	1.0	3.5	1.0			0.5			4.0
<i>R. spp.</i>				2.0	6.5	1.5			3.0		9.0		3.5
<i>Skeletonema costatum</i>		396.0		1260.0	3204.0	1596.0	216.0		876.0	1032.0	396.0	312.0	186.0
<i>Stephanopyxis turris</i>				1.0	12.0	36.0				7.0	17.0	3.0	1.5
<i>Thalassiosira aestivalis</i>										8.0	6.0		6.0
<i>Th. rotula</i>		6.0		6.0	11.0	9.0	9.0		11.0	14.0	8.0	34.0	5.0
<i>Th. spp.</i>				2.0		3.0					3.0		
Pennate diatoms		576.5		300.0	347.5	733.0	713.0		377.5	373.0	513.5	915.5	301.0
<i>Amphipora alata</i>					0.5								
<i>Asterionellopsis glacialis</i>				0.5	1.0				0.5			3.0	14.0
<i>Cylindrotheca closterium</i>				0.5	0.5	0.5			1.0				0.5
<i>Diploneis splendida</i>				0.5									
<i>Meuniera membranacea</i>		1.0		2.0		9.0	4.0		1.0	18.0	3.5	6.5	4.0
<i>Navicula spp.</i>		11.5		1.5	1.5	1.0	3.0		1.0			1.5	
<i>Pleurosigma normanii</i>					4.5	2.5	0.5		1.0		2.0	1.0	1.0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>		336.0		204.0	96.0	156.0	432.0		216.0	144.0	408.0	372.0	66.0
<i>Pn. spp.</i>				13.0	6.5							24.0	30.0
<i>Surirella fastuosa</i>					0.5								
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>		132.0		26.0	56.0	108.0	69.0		25.0	30.0	22.0	33.0	9.0
<i>Th. nitzschiioides</i>		96.0		52.0	180.0	456.0	204.0		132.0	180.0	78.0	468.0	174.0
<i>Th. spp.</i>					0.5		0.5					6.0	2.5
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>										1.0		0.5	
Total(x10² cells/L)		5476.0		5187.0	6604.0	4569.5	4454.0		4066.0	4948.5	3146.0	7063.0	1929.5
Species No.		54		57	52	55	59		57	51	58	61	52

표 2-3-1-49. 2007년 9월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species		Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
DINOFLAGELLATES			25.0		10.5	9.0	14.0	7.0	7.0	14.5		12.0	18.0	24.0
<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>		3.5		1.0	2.5	3.5	2.0		4.0		2.5	5.0	5.5
C.	<i>fuscus</i>		1.0		1.5		2.5	0.5		0.5		1.0	1.5	1.5
C.	<i>horridum</i>									0.5		0.5		
C.	<i>kofoidii</i>		0.5		0.5	0.5	0.5		0.5				0.5	
C.	<i>symmetricum</i>						0.5							0.5
C.	<i>trifos</i>								0.5					
<i>Dinophysis</i>	<i>caudata</i>					0.5				1.0				
D.	sp.								0.5					
<i>Gonyaulax</i>	<i>polygramma</i>						0.5		0.5	1.5		1.0	1.0	1.5
<i>Gymnodinium</i>	<i>catenatum</i>		4.0											
<i>Gyrodinium</i>	spp.		2.5		1.5	1.5	0.5	0.5	1.0			0.5	1.0	0.5
<i>Noctiluca</i>	<i>scintillans</i>		1.5		1.0	1.0	1.5	0.5	0.5	1.5		1.0		4.0
<i>Pronoctiluca</i>	<i>rostrata</i>								0.5					
<i>Prorocentrum</i>	<i>dentatum</i>		0.5						0.5				2.0	0.5
Pr.	<i>gracile</i>													1.0
Pr.	<i>micans</i>		1.0		1.0		0.5	0.5	0.5	1.0		1.5	2.0	1.5
Pr.	<i>triestinum</i>													0.5
<i>Protoperidinium</i>	<i>crassipes</i>		1.5			0.5						0.5		
Pt.	<i>divergens</i>													1.0
Pt.	<i>oblongum</i>		1.5			1.0	1.0			0.5		0.5		1.5
Pt.	<i>oceanicum</i>					0.5				0.5		0.5	0.5	0.5
Pt.	<i>ovum</i>						0.5							1.0
Pt.	<i>pellucidum</i>		1.0		1.0	0.5	0.5					1.5	1.5	0.5
Pt.	spp.		4.5		3.0	0.5	1.5	1.5	1.0	3.0		0.5	2.5	2.0
<i>Pyrophacus</i>	<i>steinii</i>						0.5							
<i>Scrippsiella</i>	<i>trochoidea</i>							1.5	0.5				0.5	0.5
<i>Torodinium</i>	<i>teredo</i>		0.5						0.5	0.5		0.5		
<i>Warnowia</i>	<i>polyphemus</i>		1.5											
Other flagellates			0.5		1.5	0.5		1.5	2.5	2.0		0.5	3.5	3.5
<i>Dictyocha</i>	<i>fibula</i>				0.5			1.5	2.5	1.5		0.5	3.0	0.5
<i>Ebria</i>	<i>tripartita</i>		0.5											1.0
<i>Eutreptiella</i>	<i>gymnastica</i>					0.5								
<i>Octactis</i>	<i>octonaria</i>				1.0					0.5			0.5	2.0
DIATOMS			6569.5		6386.5	3726.5	3823.5	2117.5	2536.5	4781.5		3471.5	7219.5	3941.5
Centric diatoms			5910.5		5820.5	3291.0	3613.5	1935.5	1972.0	4298.5		3039.5	6058.0	3609.5
<i>Actinopterychus</i>	<i>senarius</i>				1.0	0.5	0.5							
<i>Bacteriastrum</i>	<i>delicatulum</i>		4.0					2.5					14.0	17.0
B.	<i>furcatum</i>				4.0			2.5	2.0					
B.	<i>hyalinum</i>									2.5		0.5		
<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>		2904.0		2388.0	852.0	1716.0	936.0	726.0	1932.0		1002.0	1932.0	990.0
Ch.	<i>coarctatus</i>						3.5							
Ch.	<i>compressus</i>		12.0		18.0	20.0	66.0	7.0		4.0		15.0	16.0	
Ch.	<i>curvisetus</i>		396.0		816.0	534.0	276.0	342.0	66.0	432.0		246.0	1092.0	396.0
Ch.	<i>debilis</i>											18.0		6.0
Ch.	<i>decipiens</i>		1248.0		144.0	180.0	210.0	126.0	432.0	528.0		258.0	732.0	258.0
Ch.	<i>didymus</i>				4.0	12.0	16.0	1.0	4.0	5.0		22.0	8.0	5.5
Ch.	<i>diversus</i>					8.0								1.5
Ch.	<i>eibenii</i>		10.0		21.0	26.0	8.0	5.0	39.0	14.0			4.0	22.0
Ch.	<i>mitra</i>		8.0		18.0		18.0		9.0			7.0	10.0	1.5
Ch.	<i>pendulus</i>		6.0				4.0	7.5	2.5			2.0	6.0	3.5

표 2-3-1-49. 계속

Species		Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
Ch.	<i>pseudocurvoisetus</i>		18.0											
Ch.	<i>radicans</i>		11.0		2.5		3.0	3.0		21.0		1.0	13.0	7.0
Ch.	<i>tortissimus</i>					28.0	18.0						64.0	
Ch.	spp.		780.0		924.0	66.0	462.0	204.0	162.0	432.0		408.0	1332.0	810.0
<i>Cerataulina</i>	<i>bicornis</i>		1.5										1.5	2.5
<i>Corethron</i>	<i>criophilum</i>									2.0		1.0		
<i>Coscinodiscus</i>	<i>centralis</i>		2.0			0.5	2.5							
Co.	<i>gigas</i>				1.0		2.0	2.0				1.5	1.5	1.0
Co.	spp.		3.0		1.5	1.5	3.5		0.5	0.5			2.0	1.0
<i>Cyclotella</i>	<i>litoralis</i>					0.5								
<i>Dactyliosolen</i>	<i>fragilissimus</i>		72.0		96.0	96.0	96.0	65.0	108.0	51.0		90.0	82.0	102.0
<i>Dictylum</i>	<i>brightwellii</i>		8.0		9.0	14.0	7.0	3.5	2.0	0.5		9.0	3.0	7.0
<i>Eucampia</i>	<i>cornuta</i>		2.5		5.0							2.0	1.5	0.5
E.	<i>zodiacus</i>				4.0	8.0						2.0		
<i>Guinardia</i>	<i>flaccida</i>		1.5				2.0			5.0		1.5		1.0
G.	<i>striata</i>		11.0					1.5	6.0			10.0	12.0	1.5
<i>Helicotheca</i>	<i>tamesis</i>		1.0				2.0		0.5	0.5				2.0
<i>Hemiaulus</i>	<i>hacukii</i>						13.0	11.0						
H.	<i>sinensis</i>		1.0		4.5		3.0		5.0				6.0	3.5
<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>		66.0		36.0	3.0	10.0	66.0	4.0	33.0		72.0	58.0	
<i>Odontella</i>	<i>aurita</i>		1.0		2.0	2.0	7.0	3.5	45.0	13.0		15.0	5.0	
O.	<i>sinensis</i>		6.0		2.0	2.0	5.0	1.0	1.5			3.5	2.0	
<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>				26.0		12.0	14.0	19.0			14.0		
<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>		66.0		8.5	6.0	0.5	24.0	48.0	27.0		66.0	24.0	72.0
<i>Pseudosolenia</i>	<i>calcar-avis</i>		2.5					1.0	0.5	1.5		0.5	1.0	1.0
<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>				1.5	0.5		1.5	2.5				1.0	2.0
R.	<i>formosa</i>													1.0
R.	<i>setigera</i>		4.0		2.0	0.5		1.0	1.0	1.5		0.5	4.0	1.5
<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>		252.0		1260.0	1410.0	618.0	97.0	276.0	780.0		756.0	624.0	870.0
<i>Stephanopyxis</i>	<i>palmeriana</i>				13.0	11.0				2.0				
S.	<i>turris</i>		1.5				12.0		2.0	3.5		5.0	3.5	11.0
<i>Thalassiosira</i>	<i>rotula</i>		11.0		6.0	9.0	17.0	7.0	8.0	7.0		7.0	3.0	8.0
Th.	spp.				2.0							3.5		3.0
Pennate diatoms			659.0		566.0	435.5	210.0	182.0	564.5	483.0		432.0	1161.5	332.0
<i>Amphipora</i>	<i>alata</i>						1.0							
<i>Asterionellopsis</i>	<i>glacialis</i>		0.5			0.5	0.5	1.5				2.0		
<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>						1.0		36.0	0.5			0.5	1.0
<i>Licmophora</i>	<i>lyngbyei</i>												0.5	
<i>Meuniera</i>	<i>membranacea</i>		4.0		8.0	2.0	31.0	8.5	28.0	3.5		0.5	1.5	2.5
<i>Nitzschia</i>	<i>sigma</i>		0.5											
<i>Navicula</i>	spp.				4.0	2.5	1.0	3.5	2.5	1.5		4.5	1.0	1.5
<i>Pleurosigma</i>	<i>normanii</i>		24.0		3.0	0.5	7.0	0.5	8.0	0.5		2.0	2.5	0.5
<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>pungens</i>		144.0		252.0	252.0	90.0	66.0	270.0	264.0		270.0	1020.0	216.0
Pn.	spp.					10.0		9.0	78.0			2.0		
<i>Surirella</i>	<i>fastuosa</i>								0.5					
<i>Thalassionema</i>	<i>frauenfeldii</i>		78.0		11.0	90.0	30.0	42.0	39.0	33.0		7.0	31.0	15.0
Th.	<i>nitzschioides</i>		408.0		288.0	78.0	48.0	51.0	102.0	180.0		144.0	104.0	95.0
<i>Tropidoneis</i>	<i>lepidoptera</i>						0.5		0.5				0.5	0.5
Total(x10² cells/L)			6595.0		6398.5	3736.0	3837.5	2126.0	2546.0	4798.0		3484.0	7241.0	3969.0
Species No.			52		45	44	53	42	49	44		52	52	59

표 2-3-1-50. 2007년 11월 전남 바다목장 표층해역에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species		Stn.												
		5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22	
DINOFLAGELLATES			0.0	0.0	1.5	0.5	0.5	4.0	0.5	0.5	1.5	1.5	0.5	2.5
<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>				0.5									0.5
C.	<i>horridum</i>				0.5									
C.	<i>symmetricum</i>										0.5			
<i>Dinophysis</i>	<i>caudata</i>						1.0							
<i>Gyrodinium</i>	spp.						0.5							
<i>Noctiluca</i>	<i>scintillans</i>			1.0			1.0	0.5	0.5	1.5	1.0		1.5	
<i>Protoperidinium</i>	spp.					0.5	1.5							1.0
Other flagellates			0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Eutreptiella</i>	<i>gymnastica</i>							0.5						
<i>Octactis</i>	<i>octonaria</i>			0.5										
DIATOMS			172.0	425.5	264.0	255.0	333.5	725.5	462.5	303.5	343.0	378.5	269.0	335.0
Centric diatoms			155.0	397.5	258.0	231.5	312.0	721.0	447.5	287.5	322.0	364.0	262.5	297.0
<i>Actinoptychus</i>	<i>senarius</i>									2.0				
<i>Asteromphalus</i>	<i>roperianus</i>								0.5					
<i>Bacteriastrum</i>	<i>hyalinum</i>						1.0							
<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>			10.5	5.5									
Ch.	<i>curvisetus</i>		9.0	84.0	16.0	37.0	61.0		2.0					
Ch.	<i>debilis</i>			14.0	6.0									
Ch.	<i>decipiens</i>			8.5	5.5	2.0	10.5				1.5	3.0		
Ch.	<i>eibonii</i>		1.5	11.0	3.0	2.0	3.5	3.0	3.0	1.5	1.5	3.0	2.0	8.0
Ch.	<i>mitra</i>			3.0										
Ch.	<i>radicans</i>			1.0		0.5	0.5							
Ch.	spp.			17.0	29.0	13.0	13.0	1.5	7.0	3.0	1.5	3.0	4.0	
<i>Coscinodiscus</i>	<i>gigas</i>						0.5	0.5						
Co.	spp.		0.5	2.0	1.5		1.0				1.0	0.5	0.5	
<i>Dactyliosolen</i>	<i>fragilissimus</i>		2.0			1.5								
<i>Dictyulum</i>	<i>brightwellii</i>		2.0	15.5	11.0	21.0	21.0	1.5	1.0	1.5	2.0	3.0	3.0	1.5
<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>							2.5				2.0		
<i>Guinardia</i>	<i>flaccida</i>		24.0	59.0	32.0	15.0	42.0	126.0	95.0	85.0	81.0	113.0	38.0	52.0
G.	<i>striata</i>		5.0	6.5	1.5	0.5	5.0		1.5	2.5	1.0		1.5	1.0
<i>Hemiaulus</i>	<i>sinensis</i>			2.0	3.0									
<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>		2.0					2.0			1.5			
<i>Odontella</i>	<i>aurita</i>						1.0							
O.	<i>sinensis</i>								0.5					
<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>			4.0			3.0							
<i>Planktoniella</i>	<i>blanda</i>						0.5							
<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>		1.0						3.0	2.0				
<i>Pseudosolenia</i>	<i>calcar-avis</i>							0.5				0.5		
<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>		82.0	143.0	137.0	123.0	148.0	576.0	325.0	181.0	208.0	229.0	149.0	218.0
R.	<i>formosa</i>		21.0	10.0	6.0	5.0	1.5	6.0	8.0	8.0	17.0	8.0	57.0	9.0
R.	<i>robusta</i>		0.5					0.5	1.0		0.5	0.5	0.5	0.5
R.	<i>setigera</i>									1.0				0.5
<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>		2.0	6.5							7.0		4.0	
<i>Stephanopyxis</i>	<i>turris</i>		2.5		1.0	9.5								6.5
<i>Thalassiosira</i>	<i>rotula</i>					1.5								
Pennate diatoms			17.0	28.0	6.0	23.5	21.5	4.5	15.0	16.0	21.0	14.5	6.5	38.0
<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>												0.5	
<i>Licmophora</i>	<i>lyngbyei</i>			0.5										
<i>Meuniera</i>	<i>membranacea</i>				1.5									1.0
<i>Navicula</i>	spp.							0.5	0.5			0.5		1.0
<i>Pleurosigma</i>	<i>normanii</i>			0.5			0.5	0.5					1.0	
<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>pungens</i>		17.0	25.0	2.0	21.0	19.0	3.5	14.0	16.0	21.0	14.0	2.0	36.0
<i>Surirella</i>	<i>fastuosa</i>								0.5					
<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>			2.0	4.0	1.0	2.0						3.0	
Total(x10² cells/L)			172.0	426.0	265.5	255.5	334.0	730.0	463.0	304.0	344.5	380.0	269.5	337.5
Species No.			15	22	18	17	19	20	16	12	13	15	16	14

표 2-3-1-51. 2007년 11월 전남 바다목장 10m 수층에 출현한 식물플랑크톤 종과 세포밀도

Species	Stn.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
DINOFLAGELLATES		2.0	1.5	0.5	1.0	1.5	2.0	0.5	3.0	0.5	2.0	3.5	1.5
<i>Ceratium furca</i>		0.5									0.5		
<i>C. symmetricum</i>									0.5				
<i>C. trifo</i>											0.5		
<i>Dinophysis caudata</i>					1.0								
<i>Gonyaulax scrippsae</i>						0.5			0.5				
<i>Gyrodinium</i> spp.			0.5						0.5			1.0	0.5
<i>Noctiluca scintillans</i>		0.5	0.5			1.0		0.5					
<i>Protoperidinium claudicans</i>				0.5									
<i>Pt. pellucidum</i>												0.5	
<i>Pt. spp.</i>			0.5				2.0		0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
<i>Scrippsiella trochoidea</i>		1.0										1.0	
<i>Torodinium teredo</i>									1.0				
Other flagellates		0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0
<i>Ebria tripartita</i>										0.5			
<i>Eutreptiella gymnastica</i>												0.5	
<i>Octactis octonaria</i>			0.5			0.5					0.5		
DIATOMS		267.5	384.5	201.0	252.0	348.5	933.5	661.5	545.5	454.5	619.5	234.5	578.0
Centric diatoms		261.0	353.0	196.5	249.5	334.5	884.0	646.0	517.5	434.0	588.5	223.5	518.5
<i>Asteromphalus roperianus</i>													1.0
<i>Bacterastrum delicatulum</i>				3.0	4.5					1.0			
<i>B. hyalinum</i>							1.0			1.5			
<i>Chaetoceros affinis</i>			23.0	11.0		9.0	3.5						2.0
<i>Ch. curvisetus</i>			43.5	14.5		48.5		6.0		4.0			6.0
<i>Ch. debilis</i>			6.0						4.0				
<i>Ch. decipiens</i>		4.5	15.5	6.0		8.0	7.5	4.5				3.5	
<i>Ch. eibonii</i>		3.0	9.5	1.5		6.5	2.0		1.5			1.5	3.0
<i>Ch. pendulus</i>					1.0					1.0			1.0
<i>Ch. radicans</i>			5.5	0.5	9.0	8.5	3.5		1.5	1.0	0.5	0.5	
<i>Ch. spp.</i>		12.0	14.0	5.5	26.0	11.0	2.5	1.5	5.5		1.5	14.0	
<i>Coscinodiscus gigas</i>										0.5			
<i>Co. spp.</i>			1.0	1.0	0.5	0.5	2.5	2.0	0.5			0.5	2.0
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>									0.5				
<i>Dictyulum brightwellii</i>		6.5	39.5	10.5	13.0	11.0	4.5	2.0	1.5	0.5	3.0	1.0	1.0
<i>Eucampia zodiacus</i>			8.0				0.5	4.5					2.0
<i>Guinardia flaccida</i>		55.5	23.0	23.0	38.0	37.0	151.0	114.0	54.0	47.0	93.0	51.0	64.0
<i>G. striata</i>		7.0	7.0		10.5	8.5		0.5	3.0		1.5	3.0	2.5
<i>Leptocylindrus danicus</i>		3.5	2.0					3.0					
<i>Odontella aurita</i>			2.0	0.5									
<i>O. sinensis</i>					0.5								
<i>Paralia sulcata</i>					12.0	33.0							
<i>Planktoniella blanda</i>				0.5			0.5						
<i>Proboscia alata</i>									1.0				
<i>Rhizosolenia imbricata</i>		121.0	135.5	112.0	130.5	142.0	691.0	499.0	424.0	363.0	469.0	114.0	426.0
<i>R. formosa</i>		47.5	10.0	4.0	1.5	1.0	5.0	8.0	19.0	12.0	18.0	33.0	6.5
<i>R. robusta</i>		0.5			0.5			1.0					
<i>R. setigera</i>			2.5				0.5		1.5	1.0	2.0		1.5
<i>Skeletonema costatum</i>			3.0			9.0	7.5					1.0	
<i>Stephanopyxis turris</i>				1.0						1.5		0.5	
<i>Thalassiosira rotula</i>			2.5	0.5	1.0								
<i>Th. spp.</i>				1.5	1.0	1.0	1.0						
Pennate diatoms		6.5	31.5	4.5	2.5	14.0	49.5	15.5	28.0	20.5	31.0	11.0	59.5
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			1.0			0.5						0.5	
<i>Cylindrotheca closterium</i>													1.0
<i>Diploneis splendida</i>												0.5	
<i>Meuniera membranacea</i>													1.0
<i>Navicula spp.</i>		0.5	0.5			0.5	0.5	1.5				0.5	0.5
<i>Pleurosigma normanii</i>				0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1.0	0.5			0.5
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>		6.0	22.0	3.5	2.0	8.5	46.0	11.0	27.0	16.0	31.0	8.0	53.0
<i>Pn. spp.</i>						1.5						1.5	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>						1.5				4.0			
<i>Th. nitzschoides</i>			8.0			1.0	1.5	2.5					3.0
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>				0.5									0.5
Total(x10² cells/L)		269.5	386.5	201.5	253.0	350.5	935.5	662.0	548.5	455.5	622.0	238.5	579.5
Species No.		15	27	21	18	25	21	17	20	17	13	22	22

다) 우점종

전체 식물플랑크톤 군집 중에 5% 이상 점유하는 우점종을 조사시기별로 정리하면 표 2-3-1-52에서 표 2-3-1-56과 같다. 표로부터 2007년 1월은 표층과 10m 수층 모두에서 중심목 구조류인 *Skeletonema costatum* 및 *Paralia sulcata*에 의해 70% 이상 우점되며, 이외 표층에서는 5.4%의 낮은 우점율이지만 *Cheiloceros curvisetus*에 의해 우점되었다(표 2-3-1-52).

표 2-3-1-52. 2007년 1월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종

Layer	Dominant species		Dominance (%)	
Surface	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	57.9	78.6
	<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	15.3	
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	5.4	
10m	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	68.9	85.0
	<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	16.1	

2007년 3월은 11월과 1월 우점종으로 출현한 종은 여전히 우점되며, 남해 중앙부 해역에서 이른 봄 광역적으로 우점하는 중심목 구조류인 *Eucampia zodiacus*가 표층과 10m 수층 모두에서 60% 이상의 우점율로서 제1 우점종으로 출현하였다. 11월과 1월에 보였던 우점종에서 *Skeletonema costatum*이 약 15% 우점율로서 표층과 10m 수층 모두에서 제2 우점종으로 출현하였다. 다만, 중심목 구조류인 *Paralia sulcata*는 표층에서 6.2%의 우점율로서 우점되었다(표 2-3-1-53).

표 2-3-1-53. 2007년 3월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종

Layer	Dominant species		Dominance (%)	
Surface	<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>	62.2	87.0
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	18.6	
	<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	6.2	
10m	<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>	70.1	84.7
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	14.6	

2007년 5월은 기타 조사 시기와는 다르게 매우 낮은 우점율로서 다양한 종에 의해 우점되는 특성을 보였다. 표층에서 10% 이상의 우점율을 나타내는 종은 중심목 구조류인 *Paralia sulcata*와 우상목 구조류인 *Bacillaria paxillifera*였으며, 10m 수층에서는 *Paralia sulcata*가 50%의 우점율을 나타내었다. 기타 낮은 우점율이나 우점종으로 출현하는 종은 중심목 구조류인 *Chaetoceros affinis*, *Skeletonema costatum* 및 우상목 구조류인 *Thalassionema nitzschioides*, *Pseudonitzschia pungens* 등 이었다(표 2-3-1-54).

2007년 9월도 5월과 유사하여 다양한 종에 의해 우점되는 특성을 보였다. 표층에서 10% 이상의 우점율을 나타내는 종은 모두 중심목으로 *Chaetoceros affinis*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus* 및 *Chaetoceros decipiens*로 *Chaetoceros* 속에 종하는 종들이 우점출현하였다. 10m 수층에서도 우점율은 다소 다르나 표층에서 우점하였던 중심목 구조류, *Ch. affinis*, *S. costatum*, *Ch. curvisetus*가 우점하였다(표 2-3-1-55). 기타로는 우상목 구조류인 *Pseudonitzschia pungens*가 표층과 저층 모두에서 5.5% 수준의 우점율을 나타내었다.

2007년 11월은 수층에 관계없이 중심목 구조류인 *Rhizosolenia imbricata* 및 *Guinardia flaccida* 종에 의해 표층과 저층 모두 75% 이상의 우점율을 나타내었다(표 2-3-1-56).

표 2-3-1-54. 2007년 5월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종

Layer	Dominant species		Dominance (%)	
Surface	<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	16.1	
	<i>Bacillaria</i>	<i>paxillifera</i>	13.0	
	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>	9.1	
	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>	8.3	
	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>pungens</i>	8.0	
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	5.9	
10m	<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	50.0	
	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>	8.5	
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	5.6	

표 2-3-1-55. 2007년 9월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종

Layer	Dominant species		Dominance (%)	
Surface	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>	22.8	71.7
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	20.0	
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	12.4	
	<i>Chaetoceros</i>	<i>decepiens</i>	11.4	
	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>pungens</i>	5.1	
10m	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>	34.4	75.8
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	15.5	
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	10.3	
	<i>Chaetoceros</i>	<i>decepiens</i>	9.2	
	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>pungens</i>	6.4	

표 2-3-1-56. 2007년 11월 전남 바다목장의 수층에 따른 우점 식물플랑크톤 종

Layer	Dominant species		Dominance (%)	
Surface	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	58.8	77.6
	<i>Guinardia</i>	<i>flaccida</i>	18.8	
10m	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	65.9	79.5
	<i>Guinardia</i>	<i>flaccida</i>	13.6	

라) 생태지수 및 집괴분석

전남 바다목장 해역을 대상으로 2007년 1, 3, 5, 9 및 11월 5회 조사한 식물플랑크톤 군집의 출현종과 현존량 자료를 이용하여 계산된 식물플랑크톤 군집에 대한 4대 생태지수 및 집괴분석 결과에 의한 정점군을 MDS 평면상에 나타내어, 조사시기별 바다목장 해역의 생물해양학적 특성을 고찰하면 다음과 같이 요약된다. 2007년 1월 표층은 다양도 지수가 1.099에서 1.921로 변화하였으며, 우점도 지수는 0.565~0.824로 변화하였다. 10m 수층에서는 다양도 지수가 0.849에서 1.508로 변화하였으며, 우점도 지수는 0.633~0.819로 변화하여 비교적 표층보다 10m 수층에서 보다 다양도가 떨어지면서, 특정생물에 의한 우점경향이 다소 높게 나타났다(표 2-3-1-57).

표 2-3-1-57. 2007년 1월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수

표층	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수	10m	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수
8	3.751	0.545	1.439	0.750	8	3.264	0.686	1.508	0.672
11	3.693	0.722	1.731	0.640	11	3.425	0.314	0.849	0.819
12	2.984	0.429	1.099	0.824	12	2.624	0.540	1.295	0.717
14	5.006	0.773	1.921	0.600	14	3.709	0.602	1.252	0.697
15	3.979	0.690	1.588	0.750	15	3.728	0.504	0.981	0.760
17	3.802	0.713	1.567	0.707	17	3.349	0.649	1.262	0.633
18	3.810	0.786	1.885	0.565	18	1.303	0.616	0.854	0.660
최대	5.006	0.786	1.921	0.824	최대	3.728	0.686	1.508	0.819
최소	2.984	0.429	1.099	0.565	최소	1.303	0.314	0.849	0.633

집괴분석 결과에 의한 정점군의 집합은 그림에서 각각 분산된 특성을 보이지만 stress 기준을 고려하면, 표층 및 저층 모두에서 큰 차이 없는 동일한 환경특성을 표현하는 것으로 판단할 수 있었다(그림 2-3-1-70)

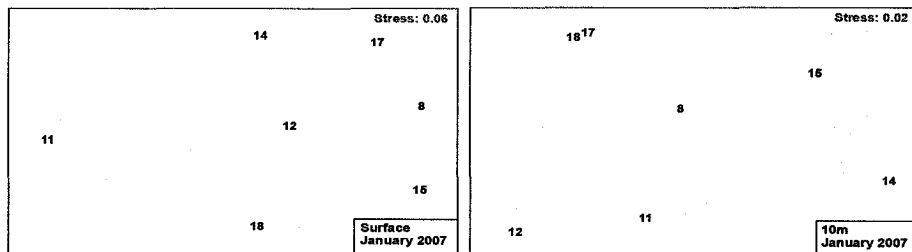


그림 2-3-1-70. 2007년 1월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS.

2007년 3월 표층은 다양도 지수가 0.968에서 2.138로 변화하였으며, 우점도 지수는 0.333~0.638로 변화하였고, 10m 수층에서는 다양도 지수가 1.004에서 2.210으로, 우점도 지수는 0.417~0.829로 변화하여 표층과 저층 모두에서 1월보다는 다양한 생물종에 의한 군집구조 및 다양한 생물군에 의해 우점되는 특성을 표현하였다(표 2-3-1-58).

표 2-3-1-58. 2007년 3월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수

표층	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수	10m	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수
5	6.018	0.792	1.646	0.563	5	2.824	0.554	1.216	0.812
7	2.222	0.202	0.485	0.916	7	2.134	0.165	0.395	0.950
8	2.940	0.407	1.074	0.716	8	1.611	0.526	1.023	0.918
11	2.818	0.507	1.261	0.734	11	3.406	0.402	1.116	0.853
12	2.421	0.389	0.965	0.657	12	2.064	0.249	0.598	0.951
14	3.288	0.654	1.273	0.516	14	2.895	0.613	1.412	0.723
15	4.017	0.726	1.671	0.638	15	3.067	0.736	1.531	0.694
17	5.004	0.748	1.919	0.455	17	3.591	0.791	1.898	0.543
18	4.109	0.717	1.720	0.456	18	4.971	0.834	1.831	0.600
20	9.138	0.973	2.138	0.333	20	7.013	0.889	2.210	0.417
21	3.276	0.786	1.409	0.435	21	4.239	0.732	1.609	0.667
22	3.217	0.421	0.968	0.466	22	2.921	0.516	1.004	0.821
최대	9.138	0.973	2.138	0.638	최대	7.013	0.889	2.210	0.821
최소	3.217	0.421	0.968	0.333	최소	2.895	0.516	1.004	0.417

2007년 3월 집괴분석 결과에 의한 정점군의 집합은 표층은 안도 및 소리도를 중심으로 하는 22, 15, 17, 18, 5, 21 정점군과 금오수로 및 금오도 북동해역으로 대표되는 7, 8, 11, 12의 정점군으로 구분되었으며(그림 2-3-1-71), 10m 수층은 금오수로를 포함하는 금오도 인근정점 7, 8, 11, 12, 14, 15 정점군과 소리도 서쪽 해역으로 대표되는 18, 20, 22 정점군으로 구분되었다(그림 2-3-1-71).

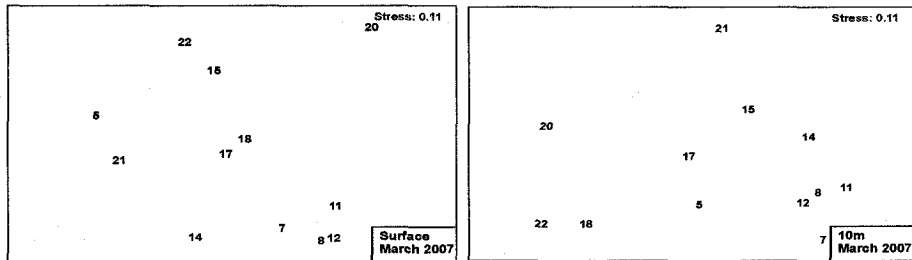


그림 2-3-1-71. 2007년 3월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS.

2007년 5월 식물플랑크톤 군집에 대한 표층은 다양도 지수가 1.705에서 2.328로 변화하였으며, 우점도 지수는 0.348~0.621로 변화하였고, 10m 수층에서는 다양도 지수가 1.098에서 1.829로, 우점도 지수는 0.561~0.778로 변화하여, 조사기간 중 표층과 저층 사이에 가장 큰 생태지수 차이를 나타내었다. 즉 표층이 10m 수층에 비해 매우 다양한 생물종에 의한 군집구조를 형성하는 것으로 파악되었다(표 2-3-1-59).

표 2-3-1-59. 2007년 5월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수

표층	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수	10m	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수
5	8.511	0.969	1.560	0.500	5	6.805	0.887	1.427	0.667
7	5.378	0.700	2.024	0.593	7	3.015	0.736	1.617	0.704
8	4.315	0.791	1.966	0.516	8	4.777	0.810	2.012	0.540
11	6.372	0.947	1.969	0.400	11	2.759	0.734	1.428	0.727
12	6.623	0.856	2.424	0.411	12	3.597	0.766	1.593	0.629
14	4.173	0.776	1.705	0.618	14	2.276	0.613	1.098	0.778
15	5.407	0.908	2.328	0.348	15	3.672	0.607	1.398	0.707
17	7.665	0.933	2.318	0.381	17	16.454	0.959	1.330	0.667
18	8.656	0.943	1.834	0.500	18	4.229	0.581	1.339	0.738
20	5.120	0.785	1.807	0.621	20	4.277	0.794	1.829	0.561
21	5.290	0.772	1.919	0.600	21	3.039	0.639	1.243	0.750
22	6.742	0.894	2.059	0.474	22	6.805	0.887	1.427	0.667
최대	8.656	0.943	2.328	0.621	최대	16.454	0.959	1.829	0.778
최소	4.173	0.772	1.705	0.348	최소	2.276	0.581	1.098	0.561

2007년 5월 집괴분석 결과에 의한 정점군의 집합은 표층의 경우, 금오수로 및 안도주변 수로부 정점인 8, 11, 21 정점군, 소리도 인근의 18, 22, 5의 정점군 및 금오도 서측해역인 12, 14, 15, 17, 20 및 동측의 한 정점 7의 정점군으로 크게 3분 되는 특성을 보였다(그림 2-3-1-72). 반면 10m 수층의 경우는 소리도 인근의 17, 5, 22 정점군과 금오도 인근과 소리도 서측인 7, 11, 12, 14, 15, 18, 20, 21 정점군이 유사한 특성을 보이는 것으로 나타났다(그림 2-3-1-72)

2007년 9월 식물플랑크톤 군집에 대한 표층은 다양도 지수가 2.049에서 2.463으로 변화하였으며, 우점도 지수는 0.417~0.572로 변화하였고, 10m 수층에서는 다양도 지수가 1.914에서 2.384로, 우점도 지수는 0.418~0.608로 변화하여, 조사기간 중 표층과 저층 모두에서 가장 다양한 생물종에 의해 식물플랑크톤 군집이 구성되고 있음을 나타내었다(표 2-3-1-60).

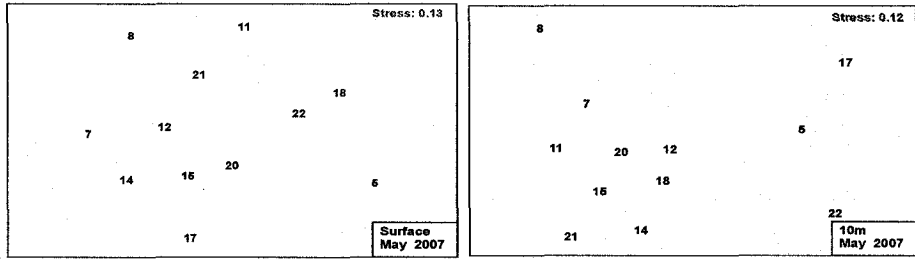


그림 2-3-1-72. 2007년 5월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS.

표 2-3-1-60. 2007년 9월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수

	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수		풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수
5	6.157	0.582	2.320	0.460	5	5.799	0.470	1.858	0.630
8	6.547	0.498	2.012	0.564	8	5.021	0.492	1.873	0.570
11	5.798	0.436	1.725	0.730	11	5.227	0.509	1.925	0.605
12	6.408	0.521	2.088	0.572	12	6.301	0.491	1.951	0.608
14	6.903	0.527	2.148	0.471	14	5.351	0.543	2.030	0.601
17	6.739	0.547	2.210	0.493	15	6.121	0.612	2.384	0.455
18	5.878	0.546	2.145	0.502	17	5.073	0.506	1.914	0.565
20	7.077	0.541	2.195	0.515	20	6.253	0.557	2.202	0.505
21	6.770	0.498	2.049	0.437	21	5.738	0.518	2.046	0.418
22	6.742	0.623	2.463	0.417	22	7.000	0.512	2.088	0.469
최대	7.077	0.623	2.463	0.572	최대	7.000	0.612	2.384	0.608
최소	5.878	0.498	2.049	0.417	최소	5.073	0.491	1.914	0.418

2007년 9월 집괴분석 결과에 의한 정점군의 집합은 표층의 경우, 금오수로 및 안도주변 수로부 정점인 8, 11, 12, 20 정점군과 금오도 서쪽 붓돌바다 해역의 14, 17, 18의 정점군으로 구분 되는 특성을 보였다(그림 2-3-1-73). 반면 10m 수층의 경우는 금오도 북서쪽의 정점 11과 15를 제외하고는 비교적 한개의 정점군에 의해 그 특성이 표현되는 경향을 보였다(그림 2-3-1-73)

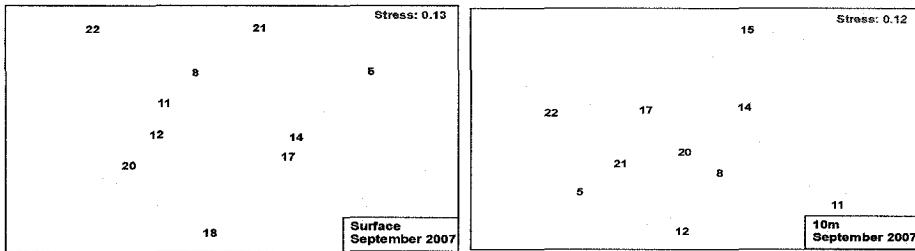


그림 2-3-1-73. 2007년 9월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS.

2007년 11월 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수 중, 표층은 다양도 지수가 0.714에서 1.377로 변화하였으며, 우점도 지수는 0.764~0.962로 변화하였고, 10m 수층에서는 다양도 지수가 0.841에서 1.632로, 우점도 지수는 0.692~0.962로 변화하여 다양성 지수가 조사기간 중 가장 낮고 우점도 지수는 가장 높아 특정종에 의한 식물플랑크톤 군집구조 특성이 보였다(표 2-3-1-61). 이와 같은 11월 생태지수는 5월 및 8월에 비해 다양성지수는 매우 낮은 값을 보이는 반면, 우점도 지수는 높게 나타났다.

표 2-3-1-61. 2007년 11월 표층과 10m 수층의 식물플랑크톤 군집에 대한 생태지수

	풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수		풍부도지수	균등도지수	다양도지수	우점도지수
5	2.720	0.644	1.745	0.616	5	2.502	0.606	1.641	0.655
7	3.469	0.699	2.160	0.533	7	4.365	0.719	2.370	0.463
8	3.046	0.618	1.785	0.637	8	3.769	0.565	1.720	0.670
11	2.886	0.630	1.785	0.626	11	3.072	0.583	1.685	0.666
12	3.097	0.610	1.795	0.626	12	4.096	0.654	2.105	0.544
14	2.882	0.238	0.714	0.962	14	2.924	0.312	0.948	0.900
15	2.444	0.355	0.983	0.907	15	2.463	0.311	0.882	0.926
17	1.924	0.462	1.149	0.875	17	3.012	0.314	0.940	0.871
18	2.054	0.472	1.211	0.839	18	2.614	0.297	0.841	0.900
20	2.357	0.403	1.092	0.900	20	1.865	0.334	0.856	0.904
21	2.680	0.497	1.377	0.764	21	3.836	0.529	1.636	0.692
22	2.233	0.457	1.207	0.800	22	3.301	0.333	1.028	0.846
최대	2.882	0.497	1.377	0.962	최대	3.836	0.529	1.636	0.926
최소	1.924	0.238	0.714	0.764	최소	1.865	0.297	0.841	0.692

2007년 11월 집괴분석 결과에 의한 정점군의 집합은 표층의 경우, 금오수로 및 금오도 북동의 섬진강 수괴 영향이 강한 7, 8, 11, 12 정점군과 나머지 정점군으로 구분되었으며(그림 2-3-1-74), 10m 수층의 경우는 안도 및 소리도 인근의 5, 21, 17, 20, 18 정점군과 기타의 정점군으로 구분되는 해역특성을 표현하였다(그림 2-3-1-74)

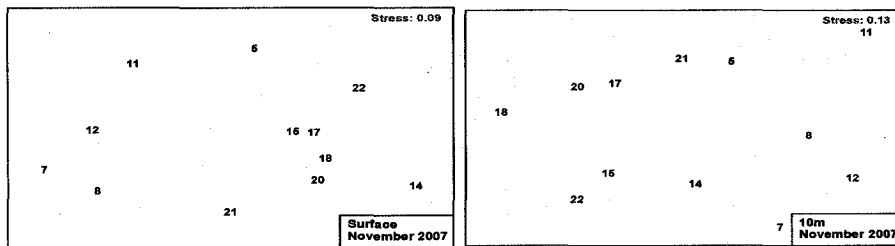


그림 2-3-1-74. 2007년 11월 표층과 10m 수층 집괴분석에 의한 MDS.

마) 크기에 따른 Chl-a 농도

내만/연안해역에서 식물플랑크톤 군집 중 기초생산은 미소플랑크톤에 의해 점유하는 비율이 매우 큰 것은 오래 전부터 알려져 있다. 본 항에서는 전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 생물량을 크기별로 구분하여 평가함으로써 바다 목장해역 식물플랑크톤 군집의 생산구조 특성을 명확히 해보고자 한다. 분석에 이용한 식물플랑크톤 크기별은 picoplankton 크기 범위인 0.2~3.0 μ m, Nannoplankton 크기 범위를 가지는 3.0~20.0 μ m, 그리고 plankton net 망목에 의해 채집이 가능한 >20 μ m의 netplankton 등 3단계로 구분하여 실시하였다.

전남 바다목장 해역에서 조사시기별 크기별 식물플랑크톤 생물량의 변동은 picoplankton의 경우, 9월 표층은 0.06 μ g/L에서 0.37 μ g/L로 변화하여 0.16 \pm 0.08 μ g/L의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 표층은 0.10 μ g/L에서 0.22 μ g/L로 변화하여 0.14 \pm 0.04 μ g/L의 변동 폭을 보였다. 11월 표층은 0.09 μ g/L에서 0.60 μ g/L로 변화하여 0.20 \pm 0.14 μ g/L의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 표층은 0.13 μ g/L에서 0.23 μ g/L로 변화하여 0.34 \pm 0.06 μ g/L의 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-62), 전체 식물플랑크톤 생물량에 대해서는 9월 표층에서는 정점 평균 1.6%, 10m에서는 평균 1.4%, 그리고 11월 표층에서는 5.4% 및 10m 수층에서 7.1%를 나타내어 전체 생물량 중 약 1.4~7.1%의 수준을 점유하였다.

표 2-3-1-62. 2007년 9월과 11월 picoplankton 생물량 변동 범위

수층	9월 Picoplankton ($\mu\text{g/L}$)				11월 Picoplankton ($\mu\text{g/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.06	0.16	0.37	0.08	0.09	0.20	0.60	0.14	
10m	0.10	0.14	0.22	0.04	0.13	0.34	0.23	0.06	

전남 바다목장 해역에서 nanoplankton은 9월 표층의 경우, $0.63\mu\text{g/L}$ 에서 $1.54\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $1.11\pm 0.26\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 $0.69\mu\text{g/L}$ 에서 $2.07\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $1.13\pm 0.46\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 보였다. 11월 표층은 $0.63\mu\text{g/L}$ 에서 $1.81\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $1.02\pm 0.43\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 $0.54\mu\text{g/L}$ 에서 $1.51\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $0.82\pm 0.33\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-63), 전체 식물플랑크톤 생물량에 대해서는 9월 표층에서는 정점 평균 27.2%, 10m에서는 평균 28.7%, 그리고 11월 표층에서는 28.0% 및 10m 수층에서 26.3%를 나타내어 전체 생물량 중 26.3~28.7% 수준의 점유율을 차지하였다.

표 2-3-1-63. 2007년 9월과 11월 nanoplankton 생물량 변동 범위

수층	9월 Nannoplankton ($\mu\text{g/L}$)				11월 Nannoplankton ($\mu\text{g/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	0.63	1.11	1.54	0.26	0.63	1.02	1.81	0.43	
10m	0.69	1.13	2.07	0.46	0.54	0.82	1.51	0.33	

전남 바다목장 해역에서 netplankton은 9월 표층의 경우, $1.77\mu\text{g/L}$ 에서 $4.28\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $2.84\pm 0.70\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 $1.44\mu\text{g/L}$ 에서 $4.18\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $2.69\pm 0.93\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 보였다. 11월 표층은 $1.35\mu\text{g/L}$ 에서 $4.82\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $2.65\pm 1.01\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 나타내었으며, 10m 수층은 $0.82\mu\text{g/L}$ 에서 $3.44\mu\text{g/L}$ 로 변화하여 $2.31\pm 0.70\mu\text{g/L}$ 의 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-64), 전체 식물플랑크톤 생물량에 대해서는 9월 표층에서는 정점 평균 68.8%, 10m에서는 평균 67.4%, 그리고 11월 표층에서는 66.9% 및 10m 수층에서 66.6%를 나타내어 전체 생물량 중 66.6~68.8% 수준의 점유율을 차지하였다.

표 2-3-1-64. 2007년 9월과 11월 netplankton 생물량 변동 범위

수층	9월 Netplankton ($\mu\text{g/L}$)				11월 Netplankton ($\mu\text{g/L}$)				비고
	최소값	평균값	최대값	표준편차	최소값	평균값	최대값	표준편차	
표층	1.77	2.84	4.28	0.70	1.35	2.65	4.82	1.01	
10m	1.44	2.69	4.18	0.93	0.82	2.31	3.44	0.70	

공간적으로는 전체 생물량에 대해 netplankton 점유율이 65% 이상을 점유하여, 전체 식물플랑크톤 생물량의 분포 경향과 유사하지만, 9월 표층에서 picoplankton과 nanoplankton은 금오도 북서연안 및 소리도 인근해역에 다소 높은 점유율을 보였으며, 10m에서는 안도 인근의 수로부 해역에서 다소 높은 점유율을 나타내었다(그림 2-3-1-75). 11월의 경우도 9월의 분포경향과 전체적으로는 유사한 특성을 나타내었다(그림 2-3-1-76).

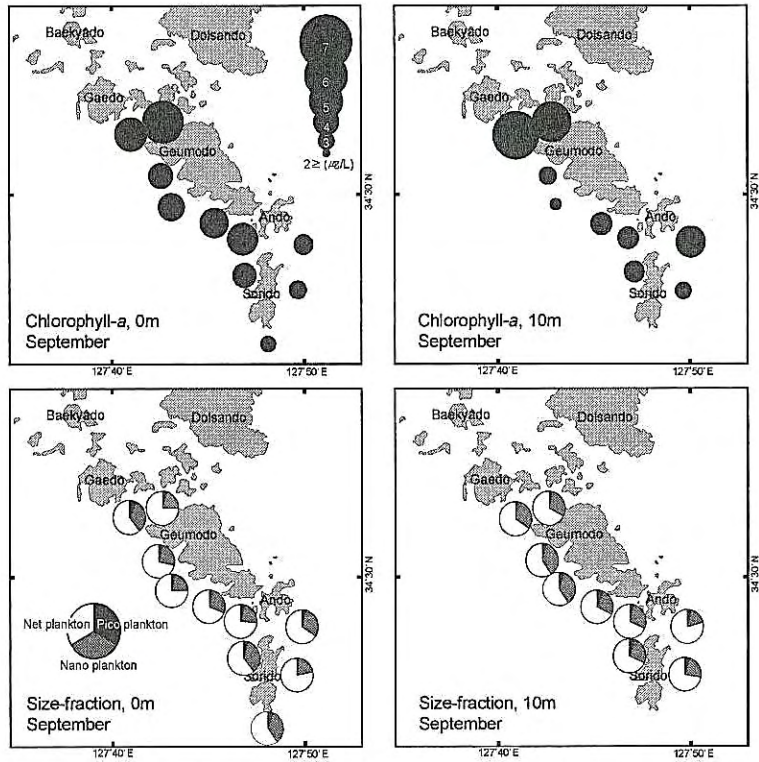


그림 2-3-1-75. 2007년 9월 각 크기별 Chl-a 농도의 수평분포.

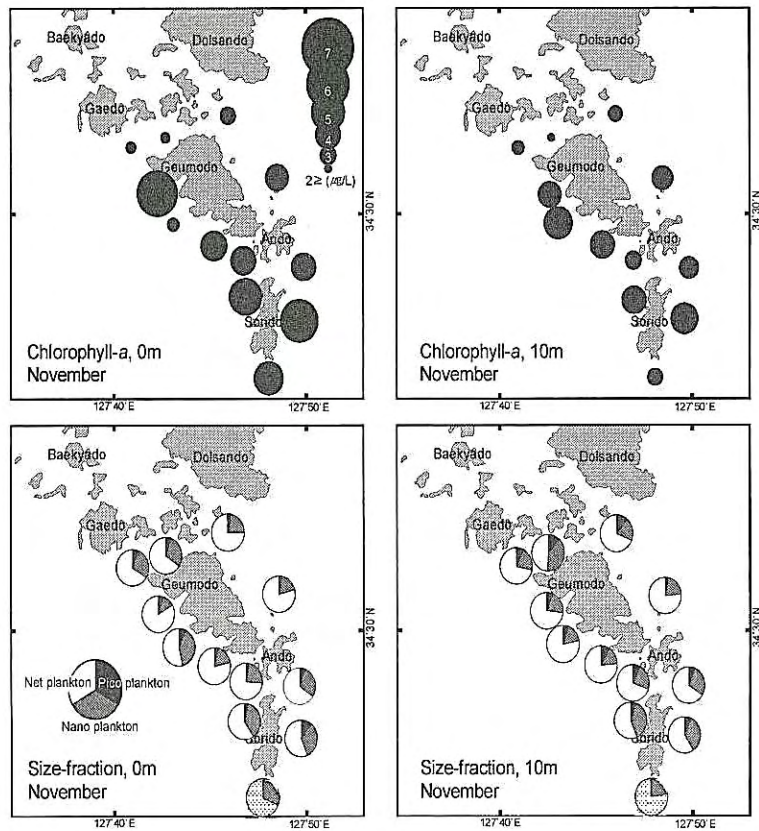


그림 2-3-1-76. 2007년 11월 각 크기별 Chl-a 농도의 수평분포.

바) 식물플랑크톤 생체량

전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 생물량을 습중량의 형태로 표시하면 2006년 11월 표층에서 1.32~1.45g/L의 범위에서 1.37 ± 0.05 g/L 변동 폭을 나타내었으며, 2007년 1월 표층에서 1.26~1.39g/L의 범위에서 1.33 ± 0.04 g/L 변동 폭을, 3월 표층은 0.21~0.72 μ g/L의 범위에서 0.50 ± 0.15 g/L 변동 폭을, 그리고 5월은 0.71~0.96g/L의 범위에서 0.80 ± 0.07 g/L 변동 폭을 나타내어(표 2-3-1-65), 11월과 1월에 높고 3월과 5월에 낮은 생물량을 나타내었다. 수층별로는 모든 조사시점에서 표층보다 10m 수층에서 다소 높은 생물량을 나타내지만 그 차이는 미약하였다. 그리고 정점별 농도의 차이는 Chl-*a* 농도와 같이 3월에 가장 크게 나타났다(그림 2-3-1-77).

표 2-3-1-65. 전남 바다목장 해역의 수층에 따른 식물플랑크톤 생체량의 변동(g/L)

Date	Layer	Maximum	Minimum	Mean	SD
2006. 11	Surface	1.45	1.32	1.37	0.05
	10m	1.46	1.32	1.39	0.03
2007. 01	Surface	1.39	1.27	1.33	0.04
	10m	1.38	1.28	1.33	0.04
2007. 03	Surface	0.72	0.21	0.50	0.15
	10m	0.98	0.32	0.61	0.20
2007. 05	Surface	0.96	0.71	0.80	0.07
	10m	0.94	0.63	0.80	0.09

SD는 표준편차를 나타냄

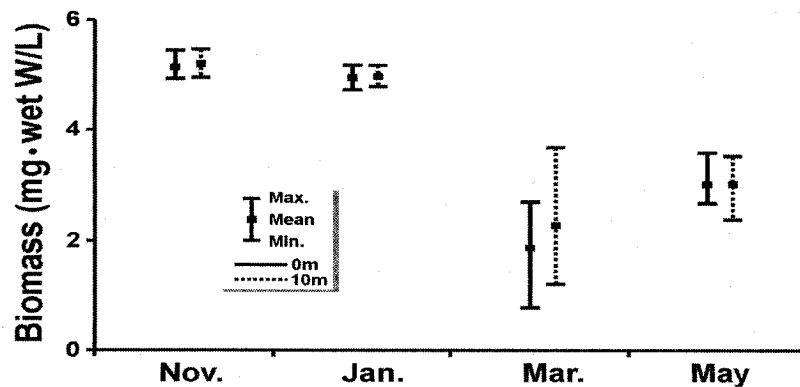


그림 2-3-1-77. 전남 바다목장 해역의 수층에 따른 습중량의 시간적 변화.

공간적으로는 2006년 11월 표층의 경우, 일정한 규칙성은 없지만 금오수로 및 안도와 금오도, 소리도 사이에 위치하는 수로 인근해역 및 붓돌바다 북동해역인 금오도 서쪽 연안해역에서 다소 높은 습중량을 나타내었다(그림 2-3-1-78, A). 10m 수층도 전체적으로는 표층과 유사하여 금오수로 및 안도와 금오도, 소리도 사이에 위치하는 수로 인근해역 및 붓돌바다 북동해역인 금오도 북서쪽 연안해역에서 다소 높은 습중량을 나타내었다(그림 2-3-1-78, B). 2007년 1월 표층은 금오수로 및 안도와 금오도, 소리도 사이에 위치하는 수로 인근해역 및 붓돌바다 북동해역인 금오도 서쪽연안해역에서 다소 높은 습중량을 나타내었다. 공간적으로는 2006년 11월 표층에서 전남 바다목장 해역의 북쪽 금오수로와 남쪽 안도 및 소리도 인근해역에서 다소 높은 Chl-*a* 농도를 나타내었다(그림 2-3-1-78, C). 10m 수층의 경우는 붓돌바다 해역보다도 안도 및 소리도 동부 해역에서 상대적으로 높은 생물량을 나타내었다(그림 2-3-1-78, D).

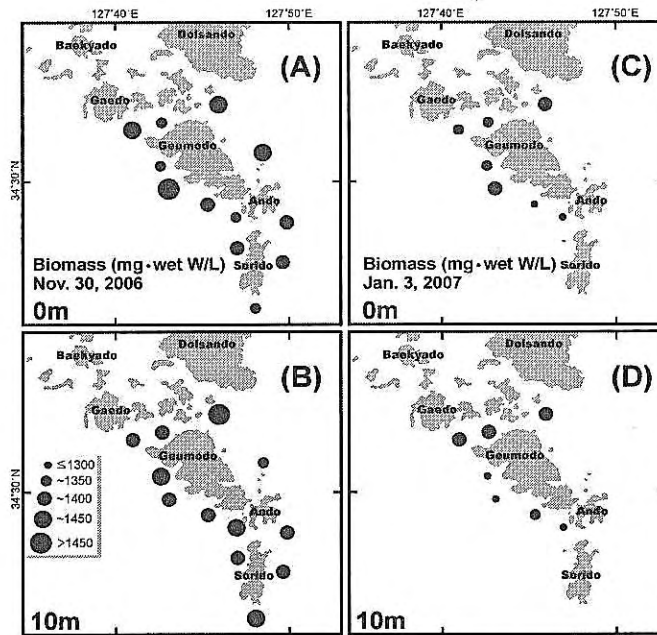


그림 2-3-1-78. 2006년 11월과 2007년 1월 수층별 습중량의 수평분포.

2007년 3월 표층은 11월 및 1월과는 달리 섬진강 수피 영향을 받는 금오수도 우측해역 및 금오도 동안해역, 그리고 안도 주변 수로부에서 상대적으로 높은 식물플랑크톤 습중량을 나타내었다(그림 2-3-1-79, A). 10m 수층은 안도주변 수로부 해역 및 금오수로에서 상대적으로 높은 습중량을 나타내었다(그림 2-3-1-78, B). 2007년 5월은 Chl-*a* 농도에 의한 생물량과 같이 표층과 10m 수층 모두에서 절대적인 습중량의 생물량으로는 11월이나 1월보다도 낮지만, 정점사이의 분포경향은 큰 차이 없이 비교적 균일한 분포양상을 나타내었다(그림 2-3-1-79, C, D).

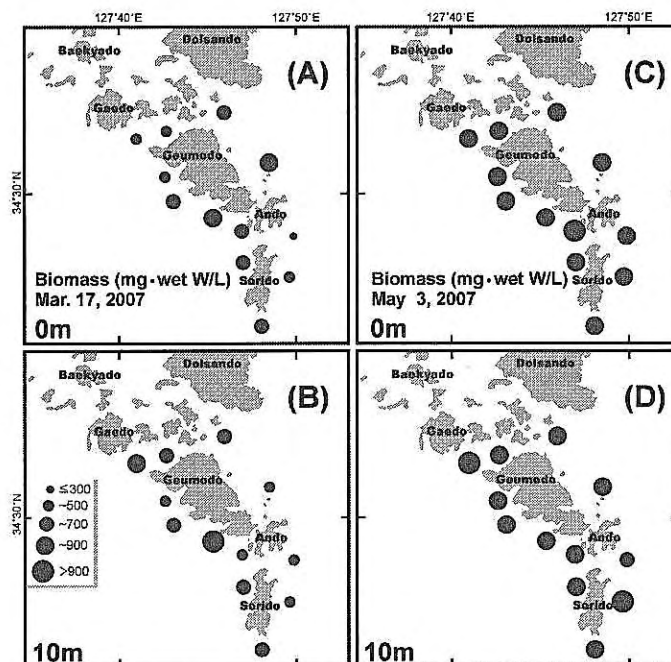


그림 2-3-1-79. 2007년 3월과 5월 수층별 습중량의 수평분포.

사) 기초생산력

전남 바다목장 해역의 3개 정점을 대상으로 9월과 11월 DO 명암법에 의한 기초생산력 측정은 주간 일정시간 광량 차단율 100%, 20%, 40%, 60%, 80%, 0% 및 control 구를 설정하여 double 표본에 의해 실시하였다(日本海洋觀測指針, 1984). 계산은 산소 발생 및 소비에 의해 순생산력을 계산하고 원소 질량 보정 및 광합성 방정식 몰 함수에 의한 보정을 동정된 탄소량으로 환산하였다. 그리고 각 광량조건에 대한 순생산량을 회귀분석하여 최종적으로는 유사현장실험방법에 의한 환산 식에 의해 연간 탄소고정량으로 표시하였다. 즉 기초생산력은 $gC/m^2/year$ 로 표시하여, 결과를 표 2-3-1-66에 나타내었다.

표 2-3-1-66. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장해역의 기초생산력

정점	기초생산력($gC/m^2/year$)		비고
	9월	11월	
05	402.0	319.9	9월 평균: 345.7
11	313.6	209.7	11월 평균: 255.5
15	321.6	237.0	

전남 바다목장 해역에서 측정된 기초생산력은 9월이 11월보다 높게 나타나지만, 전체적으로 높은 생산력을 나타내고 있으며, 공간적으로는 내만에 가까운 해역보다 바다목장 남쪽의 개방된 특성을 나타내는 소리도 인근해역에서 보다 높은 기초생산력을 나타내었다.

4) 결론

2007년 전남 바다목장 해역의 식물플랑크톤 군집은 비교적 매우 다양한 생물종에 의해 구성되고 있으며, 특히 고수온기에 그와 같은 경향이 뚜렷하게 나타났다. 분류군별로는 조사시점에 따라 많은 차이를 나타내지만, 2007년은 연간 규조류에 의한 점유율이 높게 나타났다. 출현세포밀도에 대해서도 9월에 높은 값을 나타내고 있지만, 엽록소 a 량으로는 11월이 높은 등 동일성은 없지만, 전체 식물플랑크톤 군집 중 생물량의 비율은 초미소와 미소플랑크톤보다 netplankton에 의한 점유율이 높게 나타났다. 그리고 명암법에 의해 측정된 기초생산력은 전남 바다목장 해역 전체에서 매우 높게 나타났다.

바. 동물플랑크톤 군집

1) 서론

남해 중앙부에 위치하고 있는 전남 다도해 바다목장 해역은 가막만 남부해역에서 금오도와 소리도를 포함하는 약 180km²의 해역으로 남해 연안 해역 중에서도 계절에 따라 대마난류, 중국대륙 연안수, 한국 연안수 등 다양한 수괴의 영향을 받는 곳으로 매우 복잡한 해양환경 특성을 나타낸다. 동물플랑크톤은 유영력이 미약하기 때문에 해류 패턴(current pattern)과 파도 등 해수유동에 따라 분포 범위가 결정되며, 계절에 따른 수온과 염분 변화는 연안생태계에서 동물플랑크톤 분포 및 군집 변동에 영향을 주는 주요인으로 작용한다. 이와 같이 계절에 따른 수괴 특성 변화는 동물플랑크톤의 지리적인 분포를 결정 짓는 요인이 될 수 있기 때문에 이를 파악하는 것은 해역의 유기물질의 순환, 영양염류의 교환 및 생산력에 관한 상호관계를 파악하는데 크게 기여될 수 있다.

해양 생태계에서 동물플랑크톤은 하위 영양단계인 식물플랑크톤을 주 먹이로 하여 상위 영양단계인 어류의 자치어에 에너지를 전달하는데 중간 고리 역할을 담당하고 있어 해역의 고차 생산력이나 생산량을 추정하는데 생태학적으로 매우 유용하다. 그러나 동물플랑크톤은 세대 기간이 길고, 분류군이 다양하

므로 전체 동물플랑크톤의 생산량을 측정하기 위해서는 우선 그들의 종조성과 출현 양상, 그리고 생물량에 대한 자료와 정보를 수집하는 것이 선행되어야 한다. 해양 생태계의 구조와 기능에 대한 연구 목표 중 하나인 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이어지는 물질 또는 에너지 흐름을 정성 및 정량적으로 결정해야 하는데 이를 위해서 서로 다른 영양단계의 개체군 생산력을 측정하여 인접 영양단계에 물질이나 에너지의 전환효율을 파악해야 한다. 동물플랑크톤 중 요각류는 해양 생태계 내에서 이차생산자로서 매우 중요한 위치를 점하고 있어, 어류의 자치어나 성어의 먹이생물로서 매우 중요하다.

따라서 이번 연구에서는 전남 다도해 바다목장화 해역의 해양 생태계를 구성하는 동물플랑크톤의 군집 구조와 먹이생물로서 가치가 높은 요각류를 대상으로 그들의 생체량과 이차생산력 조사를 실시하였다.

2) 재료 및 방법

동물플랑크톤 채집은 전남 다도해 바다목장화 해역인 금오도를 중심으로 1차와 2차 조사를 나누어 실시하였으며, 1차 조사는 2007년 1월, 3월, 5월이었고 2차 조사는 2007년 9월과 11월에 걸쳐 12개 정점을 대상으로 총 5회 조사하였다(그림 2-3-1-80). 조사 해역 동물플랑크톤 채집은 NORPAC 넷트(망목 200 μ m, 망구 45cm)를 이용하여 1m/sec의 속도로 수직 인망 하였다. 채집된 시료는 동물플랑크톤의 생산력을 측정하기 위해 Folsom 부차시료기를 이용하여 시료의 양에 따라서 1/2~1/4로 subsample을 취하였으며, 나머지 시료는 최종농도 5%가 되게 중성포르말린으로 고정하였다.

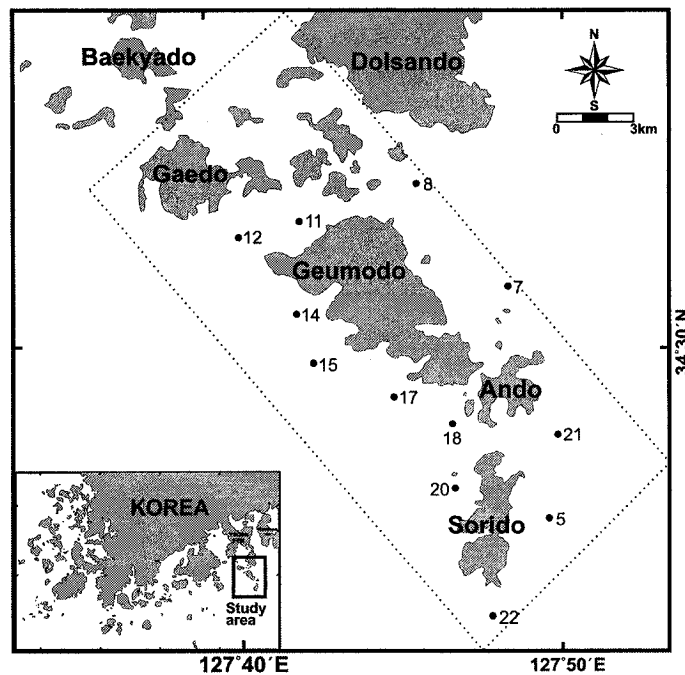


그림 2-3-1-80. 조사해역 개황도 및 조사 정점 위치도.

동물플랑크톤의 정량분석을 위하여 넷트 입구에 유속계(Hydro-Bios model 438115)를 부착하여 여과해수량을 산출하였으며, 종 조성 및 개체수 조사에 시료의 분할이 필요할 때는 Folsom식 부차시료기를 이용하여 고정된 시료를 1/4~1/16까지 분할한 후, Bogorov 계수판에서 해부현미경(Nikon SMZ 1000)을 사용하여 요각류는 가능한 중 수준까지 동정하였으며, 요각류를 제외한 분류군은 목(order) 수준까지 분류 계수하였다. 요각류를 대상으로 종을 동정하는 과정에 따라서 보다 세밀한 관찰이 필요한 경우는 동정에 필요한 부속지를 해부하여 고배율 광학현미경(Nikon ECLIPSE 80i) 하에서 관찰하였다.

1차 조사의 동물플랑크톤 생물량(Biomass)은 Wet weight (습중량)만 측정하였으며, 우점한 요각류의 생물량(Biomass)을 Uye (1982)의 길이에 대한 무게와의 관계식을 참고하여 Dry weight (건중량)를 측정하였다. 2차 조사에서는 1차 조사 때 실시한 습중량을 토대로 건중량을 측정하였으며, 요각류의 생체량(Biomass, mgC m^{-3})을 측정하기 위해 분류군별로 선별한 후 길이-무게 관계식을 이용하여 Carbon weight (탄소량)를 측정하여 계산하였다(Uye, 1982). 요각류의 전체부 길이(prosome length)는 현미경 접안렌즈에 부착된 micrometer를 사용하여 측정하였다. 동물플랑크톤 개체수와 생물량에 필요한 각 분류군 별 동물플랑크톤 개체수와 탄소무게는 유속계로 측정된 여과 해수량 값을 이용하여 단위체적(개체/ m^3)으로 환산하였다.

조사해역에 출현한 요각류의 이차생산력(P_i , $\text{mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$)을 산정하기 위해 다음 식에 의하여 구하였다(Uye and Shimazu, 1997).

$$P_i = B_i \times g_i$$

여기서, B_i = 총 출현 분류군에 대한 i 종의 단위체적당 탄소무게이고(mgC m^{-3}),
 g_i = 총 출현 분류군에 대한 i 종의 일일 성장력이다(d^{-1}).

동물플랑크톤 군집의 종 다양성을 비교 분석하기 위하여 Shannon-Wiever (1963)의 종 다양성지수(H')를 다음 식에 의하여 구하였다.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

여기서, s =출현종수,

P_i = 총출현개체수에 대한 i 종의 개체수 비율

조사 시기에 따른 정점별 종 조성과 그에 따른 해역별 유사도 측정을 위해 Bray-Curtis의 유사도 지수를 토대로 비가중 산술평균(UPGMA)에 의하여 정점간 수지도(dendrogram)를 작성하여 군집화하는 계보적 군집분석(Hierarchical cluster analysis)에 의해 살펴보았다. 동물플랑크톤 군집구조 분석에 필요한 자료의 과대평가를 줄이기 위해 모든 개체수 자료를 자연 Log로 변환한 자료를 사용하였다. 또한 출현 종 별 개체수 자료를 이용하여 비계량형 다차원척도법(NMDS, non-metric multidimensional scaling) 배열법으로 군집분석을 하였다(Clarke and Warwick, 2001). 군집분석의 결과로 구분되어지는 각 해역간의 유의한 차이를 파악하기 위해 SIMPER (similarity-percentages procedure) 분석을 실시하였으며, 모든 분석은 통계프로그램인 PRIMER (version 5.0)를 사용하였다.

3) 결과 및 고찰

가) 1차 조사(2007년 1월, 3월, 5월)의 동물플랑크톤의 출현양상

(1) 동물플랑크톤 출현 빈도와 개체수

동물플랑크톤 주요 분류군을 살펴보면, 연중 우점한 분류군인 요각류(Copepoda)를 포함하여 야광충(*Noctiluca scintillans*), 해파리류(Cnidarians), 화살벌레류(Chaetognatha), 각 종 유생류(Larvae) 등으로 구성되어 있었으며, 조사 시기에 따라서 큰 차이를 나타냈다. 조사 기간 동안 출현한 동물플랑크톤은 종 수준까지 동정된 19종을 포함하여 총 41개의 분류군이었고, 조사 시기별 분류군수는 평균 $10.5(\pm 2.2) \sim 11.7(\pm 2.1)$ 의 범위로 2007년 5월에 출현 분류군 수가 가장 낮게 나타났다. 2007년 1월에 출현

한 동물플랑크톤 평균 개체수는 1,280ind./m³로 나타났으며, 이 중 요각류의 평균 개체수는 1,056ind./m³로 전체 출현 개체수에 대한 출현 빈도가 84.8%로 전 조사시기보다 다소 낮아지는 양상을 나타냈으며, 각 종 유생류들의 개체수와 출현 빈도가 각각 185ind./m³, 12.2%로 요각류 다음으로 높게 나타났다(그림 2-3-1-81). 2007년 3월에는 동물플랑크톤 개체수가 4,723개체/m³로 높게 나타났고, 요각류의 평균 개체수가 2,401ind./m³로 매우 높게 나타났으며, 출현 빈도 또한 53.8%로 극우점하는 것으로 나타났다(그림 2-3-1-82). 이 시기에는 야광충의 평균 개체수 2,281ind./m³, 출현 빈도 45.4%로서 요각류 다음으로 우점하는 분류군으로 나타났다. 2007년 5월로 접어들면서 동물플랑크톤 평균 개체수는 896ind./m³로서 이 시기에 출현한 개체수와 분류군 수가 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 요각류의 평균 개체수는 782ind./m³로 가장 우점하는 분류군이었으며, 출현 빈도가 84.9%로 나타났다. 또한, 이 시기에 야광충의 평균 개체수가 38ind./m³로 나타났으며, 출현 빈도가 6.1%로 요각류 다음으로 우점하는 분류군이었다(그림 2-3-1-83).

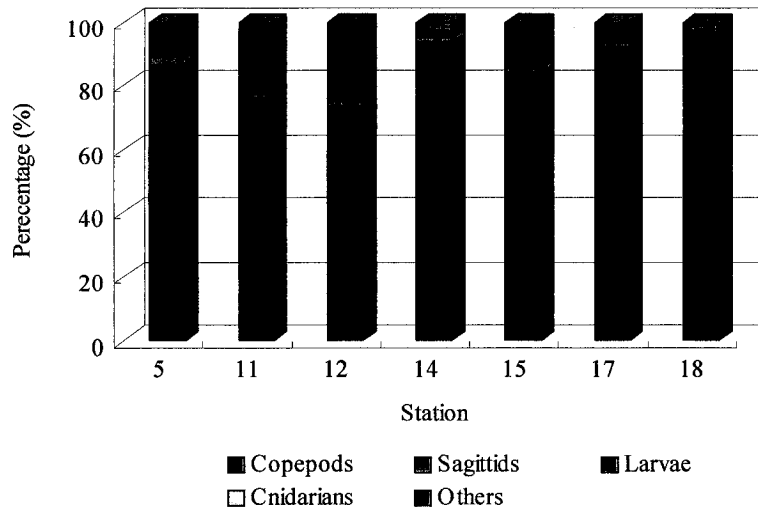


그림 2-3-1-81. 2007년 1월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율.

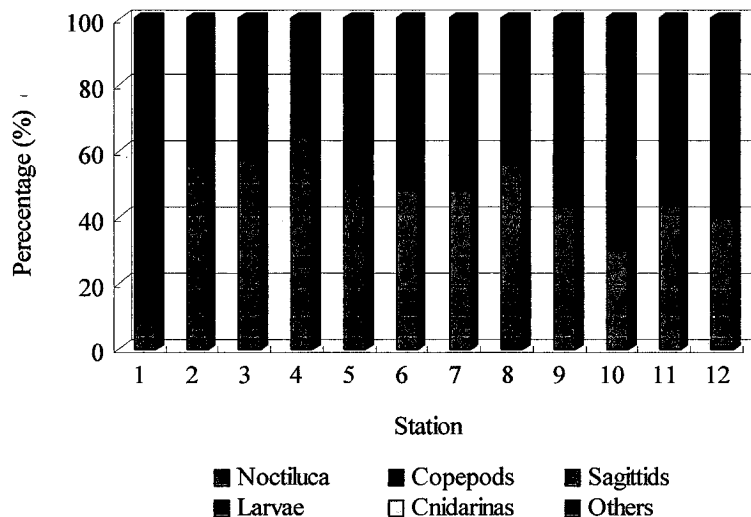


그림 2-3-1-82. 2007년 3월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율.

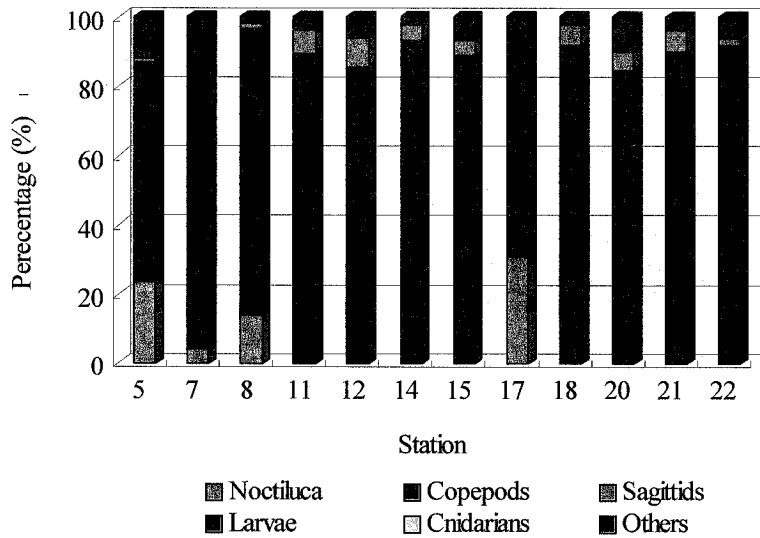


그림 2-3-1-83. 2007년 5월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율.

(2) 우점종의 출현 빈도와 개체수

동물플랑크톤의 우점종의 출현 개체수와 빈도는 조사 시기와 해역에 따라 다양한 차이를 나타냈다(표 2-3-1-67~표 2-3-1-69). 2007년 1월의 우점종의 개체수와 출현 빈도는 전 조사 시기와 비교하면 매우 낮게 나타났다. 이 시기에 출현한 우점종은 요각류 *P. parvus* s. l., *Acartia omorii*, *O. spp.*, *C. affinis*이었으며, 따개비 유생류로 나타났다. *P. parvus* s. l.의 개체수와 출현 빈도가 각각 735ind./m³, 57.4%로서 전 조사 시기보다 개체수는 감소하였지만 출현 빈도는 다소 높아지는 것으로 나타났다. 따개비 유생은 개체수가 161ind./m³로 나타났으며, 출현 빈도가 12.6%로 *P. parvus* s. l. 다음으로 우점하였다. 또한, *A. omorii*는 평균 개체수가 48개체/m³와 출현 빈도가 3.8%로 나타났다. 2007년 3월에는 수온이 상승함에 따라서 야광충이 대량 증식하면서 평균 개체수가 2,282 ind./m³, 출현 빈도는 48.3%로 나타났다. 이 시기에 출현한 우점종은 요각류 *P. parvus* s. l., *A. omorii*, *O. spp.*, *C. affinis*, *Centropages abdominalis* 순이었다. 이들 중 *P. parvus* s. l.이 평균 개체수가 1,910ind./m³, 출현 빈도 40.4%로 야광충 다음으로 우점하는 것으로 나타났다. 특히 이 시기에는 *Centropages abdominalis*의 평균 개체수가 60 ind./m³, 1.3%의 출현 빈도를 나타냈다. 조사 기간 동안 수온이 가장 높았던 2007년 5월의 우점종들은 야광충의 개체수가 감소하면서 *A. omorii*, *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*, *Ce. abdominalis*의 요각류들이 우점하는 것으로 나타났다. *A. omorii*는 이 시기에 가장 우점한 종으로서 평균 개체수가 697ind./m³, 출현 빈도가 39.1%로 나타났다. 또한, 전 조사 기간 동안 요각류 중 가장 우점한 *P. parvus* s. l.은 평균 개체수 517ind./m³, 출현 빈도 30.2%로 다소 감소하는 것으로 나타났다. 특히, 이 시기에는 화살벌레 *Sagitta crassa*의 평균 개체수가 73ind./m³로서 출현 빈도가 높아지는 것으로 나타났다.

표 2-3-1-67. 2007년 1월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도

Taxon/St.	5	11	12	14	15	17	18
Siphonophorids unid.	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0
<i>Acartia omorii</i>	3.9	2.1	5.1	2.1	2.2	0.0	11.5
<i>Acrocalanus gracilis</i>	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Euchaeta</i> sp.	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Calanus sinicus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	8.0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Paracalanus parvas</i> s.l.	74.1	50.9	60.2	64.2	61.7	69.4	30.1
<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.0	0.5	0.0	0.0	0.9	1.3	0.9
<i>Paracalanus crossiothrix</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0
<i>Centropage abdominalis</i>	0.0	1.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Oithona</i> spp.	4.8	13.3	2.3	23.5	10.9	14.8	26.5
<i>Corycaeus affinis</i>	2.7	8.1	2.3	3.4	8.4	5.2	10.6
<i>Harpacticus</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
Harpacticoida unid.	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapod zoea and mysis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
Amphipoda unid.	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Cirriped nauplii and cyprii	10.2	20.1	22.5	1.0	12.8	3.5	0.0
<i>Oikepleura dioica</i>	0.6	2.1	0.7	3.1	0.6	0.9	3.5
<i>Sagitta crassa</i>	2.1	1.2	1.6	1.8	1.2	0.9	0.0
Molluse larvae	0.0	0.5	0.9	0.5	0.9	1.7	5.3
Polychaete larvae	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.4	0.0
Ophiopleuteus larvae	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Total ind. m ⁻³	1276	2536	1424	854	1029	793	1049

표 2-3-1-68. 2007년 3월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도

Taxon/St.	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
<i>Noctiluca scintillans</i>	7.9	58.3	57.2	64.0	49.7	47.7	47.9	55.9	43.0	29.6	43.6	39.8
Siphonophorids unid.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Trachymedusae unid.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Acartia omorii</i>	1.7	3.2	3.7	1.9	1.2	1.4	1.8	3.3	3.6	2.8	2.2	4.0
<i>Calanus sinicus</i>	0.0	0.8	0.4	0.3	2.1	0.7	0.2	2.4	0.4	0.3	0.1	0.1
<i>Centropages abdominalis</i>	1.0	1.2	1.9	1.0	3.5	1.3	0.6	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2
<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	78.1	30.1	31.8	26.8	40.1	40.9	42.5	33.2	43.7	56.1	41.6	49.0
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Onchaea</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Oithona</i> spp.	6.2	2.0	2.2	2.3	1.4	3.8	5.7	3.6	6.8	6.8	8.6	4.2
<i>Corycaeus affinis</i>	3.1	3.4	1.8	2.4	0.7	3.1	1.1	0.3	1.5	3.6	2.6	2.3
Harpacticoids unid.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapod zoea and mysis	0.7	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Euphausiid larvae	0.7	0.6	0.0	0.0	0.2	0.5	0.1	0.2	0.6	0.3	0.3	0.0
Amphipods unid.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Ostracoids	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cirriped nauplii and cypii	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Sagitta crassa</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0
Polychaete larvae	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Ophiopluteus</i> larvae	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Oikopleura dioica</i>	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Mollusc larvae	0.0	0.3	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total ind. m ⁻³	2540	3951	4624	6646	8978	6758	5697	4850	2655	3646	2798	3535

표 2-3-1-69. 2007년 5월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도

Taxon/st	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
<i>Noctiluca scintillans</i>	23.7	4.2	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Siphonophorids unid.	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acartia omorii</i>	7.5	33.7	19.7	24.9	28.4	56.0	54.1	40.3	23.3	47.9	52.5	65.9
<i>Calanus simicas</i>	0.0	2.9	5.5	3.3	2.3	2.2	0.8	0.0	26.0	0.0	1.4	0.0
<i>Centropages abdominalis</i>	2.2	1.9	3.6	0.9	0.8	3.1	1.7	0.9	1.5	0.0	0.0	0.0
<i>Paracalanus panus</i> s. l.	48.4	43.3	48.1	45.2	39.7	22.0	24.6	21.3	8.8	12.6	20.6	18.8
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Euchaeta</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
<i>Corycaeus affins</i>	1.1	3.8	2.3	2.8	6.2	3.3	2.2	1.9	23.6	17.6	2.8	0.8
<i>Oithon</i> spp.	4.3	5.1	3.6	12.5	8.5	6.5	5.5	0.9	9.1	6.7	10.6	6.7
Harpacticoda unid.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0
<i>Oikoplaera dioica</i>	7.5	1.0	0.5	0.6	1.3	0.0	0.8	0.0	1.2	1.7	0.0	1.2
<i>Sagitta crassa</i>	1.1	0.6	1.3	6.8	8.0	4.5	4.4	0.0	5.4	5.0	6.4	2.0
Decapoda zoea and mysis	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cirriped nauplii and cyprii	3.2	1.9	1.0	0.9	2.1	1.8	5.2	3.3	0.0	8.4	1.4	4.7
Euphausiid larve	0.0	0.6	0.3	0.2	1.5	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	1.4	0.0
Mallusc larve	0.0	1.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
Amphipoda unid.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0
Fish eggs	1.1	0.0	0.0	0.6	0.5	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.7	0.0
Fish larve	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total ind. m ⁻³	623	1521	593	585	1588	2047	742	398	833	502	633	693

(3) 동물플랑크톤 생체량 변화

- 습중량 변화

조사기간 동안 동물플랑크톤의 습중량은 46~804mg·m³의 범위로써 조사 시기에 따라 시·공간적 변동 폭이 다소 크게 나타났다(표 2-3-1-70). 2007년 1월의 습중량은 149~435mg·m³의 범위를 나타냈으며 금오도 북서쪽 해역 정점 11에서 가장 높고 금오도 서쪽 해역 정점 14에서 가장 낮게 나타났다. 2007년 3월의 정점별 습중량 변동은 378~752mg·m³으로 금오도 서쪽 해역 정점 15에서 가장 낮았고 금오도 북서쪽 해역 정점 11에서 가장 높게 나타나 전 조사 시기보다 습중량 차이는 다소 크게 나타났지만 조사 해역의 습중량 변동에서는 거의 유사한 특징을 나타냈다. 2007년 5월에는 46~804mg·m³의 변동을 나타냈으며 전 조사 시기에 습중량이 가장 높게 나타났던 정점 14에서 가장 낮았으며, 금오도 동쪽 해역 정점 7에서 가장 높게 나타났다.

표 2-3-1-70. 전남 바다목장 해역의 동물플랑크톤 습중량(Wet weight, mg·m⁻³) 변동

Station	Month	January, 2007	March, 2007	May, 2007
		Wet weight (mg·m ⁻³)	Wet weight (mg·m ⁻³)	Wet weight (mg·m ⁻³)
5		-	401	525
7		-	414	804
8		365	384	241
11		435	752	170
12		207	857	48
14		149	386	46
15		194	378	127
17		401	564	197
18		413	717	88
20		-	425	297
21		-	571	280
22		-	372	134

- 우점 요각류의 건중량 변화

조사기간 동안 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤 중 해양 생태계내에서 어류의 자치어의 먹이 원으로 매우 중요한 요각류 4종을 대상으로 조사 시기와 정점 간에 생체량 변동을 파악하기 위해 건중량(dry weight)을 측정하였다(그림 2-3-1-84). *A. omorii*의 건중량 변동은 2007년 5월에 0.15~3.6mg·m³로 가장 높았으며, 2007년 1월에 0~1.05mg·m³으로 가장 낮게 나타났다. 이 종은 2007년 5월에 금오도 서쪽에 위치한 정점 14에서 가장 높은 값을 나타냈는데, 이는 이 시기에 금오도 서쪽해역의 정점을 중심으로 개체군이 유지되고 있는 것으로 판단할 수 있다. 대형 요각류인 *Calanus sinicus*는 2007년 1월에 정점 17과 18에서 각각 0.78과 18.8mg·m³으로 나타났으며, 2007년 3월에는 0.44~21.9mg·m³의 범위로서 금오도 북서쪽에 위치한 정점 12에서 가장 높게 나타났다. 또한, 2007년 5월에는 안도 남쪽에 위치한 정점 18에서 31.4mg·m³으로 가장 우점하는 것으로 나타났다. 조사기간 동안 *C. sinicus*의 출현 양상을 살펴볼 때, 금오도 북부 해역과 안도 서쪽 해역에서 개체군이 유지되고 있는 것으로 판단할 수 있다. 조사기간 동안 출현했던 요각류 중 가장 우점한 *P. parvus* s. l.는 대표적인 입자식성으로서 2007년 1월에 1.74~7.13mg·m³으로서 정점 11에서 가장 높게 나타났다. 2007년 3월에는 6.26~19.39mg·m³의 범위로서 전 조사 정점에서 고르게 나타났으며, 정점 12에서 19.39mg·m³으로 가장 높게 나타났다. *C. affinis*는

2007년 1월에 $0.09\sim 0.59\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 의 범위를 나타냈으며, 2007년 5월에 $0.04\sim 1.28\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 의 범위를 나타냈다. 조사 정점 간 변동 양상에서는 2007년 1월 정점 11에서 $0.59\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 으로 가장 높게 나타났으며, 2007년 5월에 정점 5와 22에서 $0.04\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 으로 가장 낮게 나타났다. 전남 다도해 바다목장해역의 동물플랑크톤 중 우점하는 4종의 요각류의 생산력을 파악한 결과, 단지 조사시기의 차이와 우점종의 건중량으로 판단하기 어려운 부분이지만, 조사기간 동안 대부분 금오도 남서쪽 해역과 안도와 소리도를 연계하는 서쪽의 정점들에서 요각류의 생산량이 높은 것을 확인할 수 있었다.

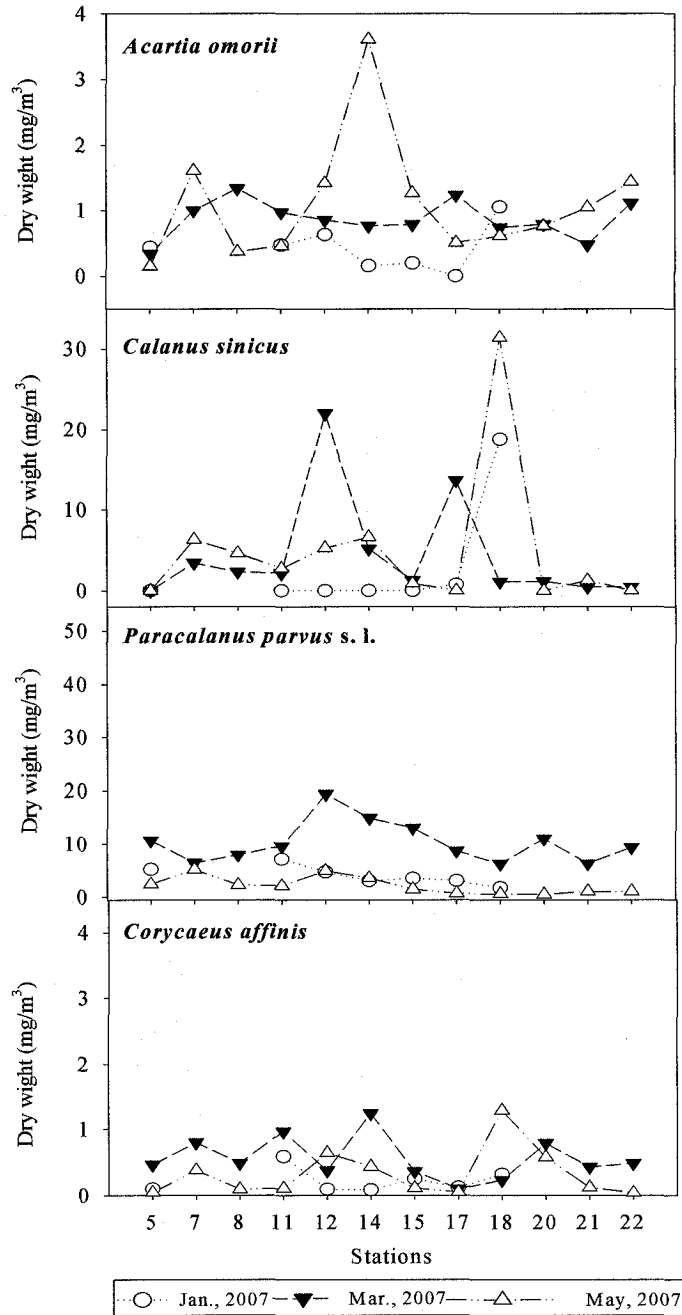


그림 2-3-1-84. 바다목장화 해역에 출현하는 우점 요각류의 건중량 변동.

(4) 종 다양성 지수와 군집 분석

조사기간 동안 바다목장해역의 정점별 종 다양도 지수의 범위를 살펴보면(그림 2-3-1-85), 2007년 1월의 종 다양도 지수는 1.01~1.84 범위로서 소리도 동쪽에 위치한 정점 5에서 가장 낮게 나타났으며, 안도 남서쪽에 위치한 정점 18에서 가장 높게 나타났다. 2007년 3월로 접어들면서 종 다양도 지수 변화는 정점 간에 비슷한 경향을 나타냈으며, 0.90~1.21의 범위로서 전 조사 시기에서 종 다양성 지수가 가장 낮은 정점 5가 이 시기에도 가장 낮게 나타났으며, 안도 동남쪽에 위치한 정점 21에서 가장 높게 나타났다. 2007년 5월에는 종 다양도 지수가 1.10~1.81의 범위를 나타냈으며, 소리도 남쪽에 위치한 정점 22에서 가장 낮게 나타났고, 안도 남서쪽에 위치한 정점 18에서 가장 높게 나타났다. 동물플랑크톤 군집에 있어서 종 다양도는 대다수의 희소종(rare species)에 의해 좌우되며, 부영양화가 높은 해역에서는 종 다양도 지수가 낮아진다. 또한, 조사 해역의 종 다양도 지수는 계절에 따른 수온과 수괴변동, 그리고 조사 정점 수에 따른 차이에서 발생할 수 있으며(Huntly and Boyd, 1984), 수온변화에 따른 동물플랑크톤 생리적인 적응현상과 생물군집의 특성을 고려해야만 한다. 이런 결과에서 전남 다도해 바다목장해역의 종 다양도 지수를 결정하는 것은 요각류의 계절에 따른 종 조성의 변화와 함께 우점 하였던 *P. parvus* s. l. 와 야광충에 의해 결정되는 것으로 나타났다.

동물플랑크톤의 출현 개체수 자료를 이용하여 군집 분석을 실시한 결과, 조사 시기에 따라 다소 차이를 보여 2007년 1월에는 세 그룹으로 구분되었으며, 2007년 3월과 5월에는 두 개의 그룹으로 나타났다. 먼저, 2007년 1월에는 모두 세 개의 그룹으로 구분되어졌으며(그림 2-3-1-86), A 그룹에는 소리도 동쪽에 위치한 정점 5와 금오도 북서쪽에 위치한 정점 11, 12, 14가 포함되었으며, B 그룹에는 금오도 남서쪽에 위치한 정점 15와 17이 포함되었다. 또한, 전 조사시기에 C 그룹으로 대별되었던 정점 18은 이 시기에서도 C 그룹으로 구분되어지는 것으로 나타났다. 2007년 3월의 군집 결과는 해역별로 명확하게 구분되지 않고 복잡한 군집 양상을 나타냈다. 그러나 75%의 Bray-Curtis 유사도 지수를 기준으로 두 개의 그룹으로 구분되어져 나타났다(그림 2-3-1-87). 먼저, B그룹에는 금오도 북쪽에 위치한 정점 8과 12, 그리고 안도와 소리도 서쪽에 위치한 정점 17, 20이 포함되었으며, 기타 정점들이 A 그룹으로 나타났다. 2007년 5월에는 Bray-Curtis 유사도 지수 65%를 기준으로 두 개의 그룹으로 구분되어졌으며(그림 2-3-1-88), A 그룹은 금오도 서쪽에 위치한 정점 7과 8, 소리도 서쪽에 위치한 정점 5, 그리고 금오도 남쪽에 위치한 정점 17로 나타났다. B 그룹에는 A 그룹을 포함하지 않은 정점들로 나타났다.

조사시기별 군집분석에 의해 구분된 각 그룹에 영향을 끼친 동물플랑크톤을 SIMPER 분석 결과 2007년 3월을 제외한 연구기간 동안 대부분 요각류가 군집에 대한 기여도가 높게 나타났다. 2007년 1월에는 A 그룹에서 *P. parvus* s. l., *O. spp.*, 따개비 유생이 군집에 영향을 미쳤으며, B 그룹에서는 *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*가 군집에 대한 기여도가 높게 나타났다. C 그룹에서는 *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *A. omorii*가 군집에 대한 기여도가 높은 종으로 나타났다(표 2-3-1-71). 2007년 3월에 구분된 두 개의 그룹에서는 야광충의 개체군이 증가하면서 각 군집에서 기여도가 증가하는 것으로 나타났다(표 2-3-1-72). A 그룹에 영향을 미치는 종들이 *P. parvus* s. l., 야광충, *O. spp.*, *A. omorii*로 나타났으며, B 그룹에는 야광충, *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *A. omorii*가 군집에 대한 기여도가 높았다. 2007년 5월에 구분되어졌던 A 그룹에서는 *P. parvus* s. l., 야광충, *A. omorii*, 따개비 유생들이 군집에 대한 기여도가 높게 나타났으며, B 그룹에서는 *A. omorii*, *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *S. crassa*가 군집에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

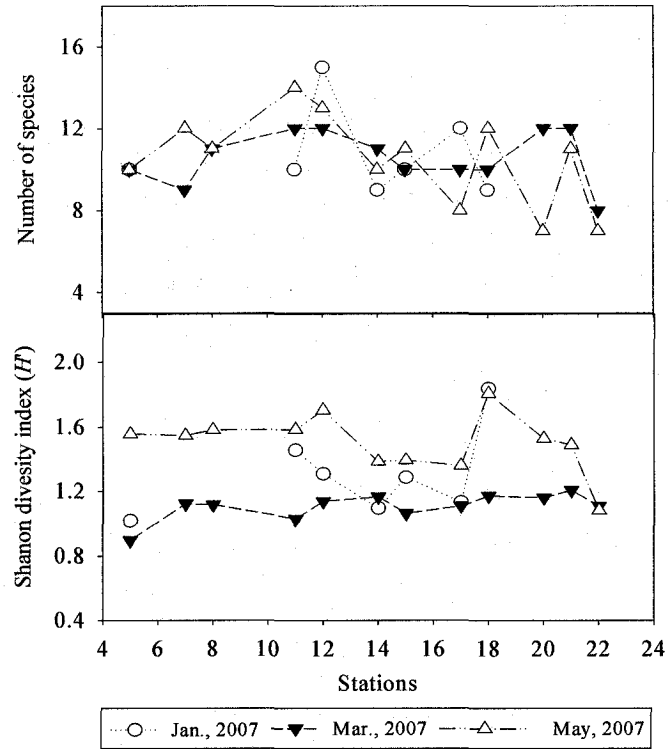


그림 2-3-1-85. 전남 다도해 바다목장화 해역에 출현한 정점별 동물플랑크톤 출현 종수와 종다양도지수.

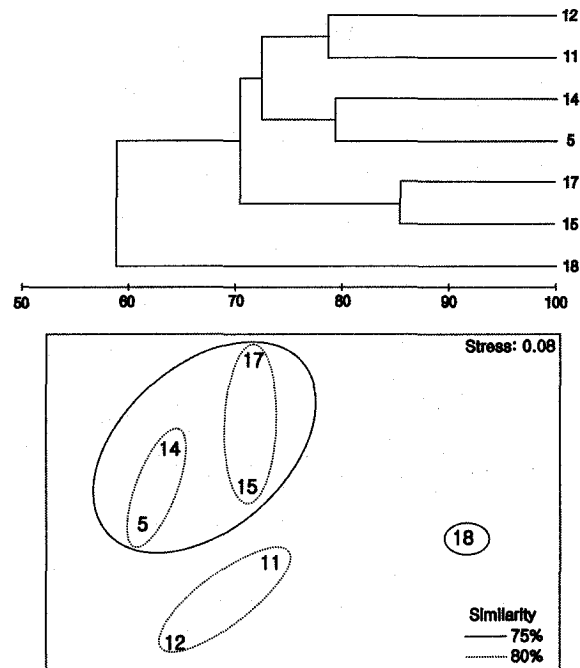


그림 2-3-1-86. 2007년 1월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석.

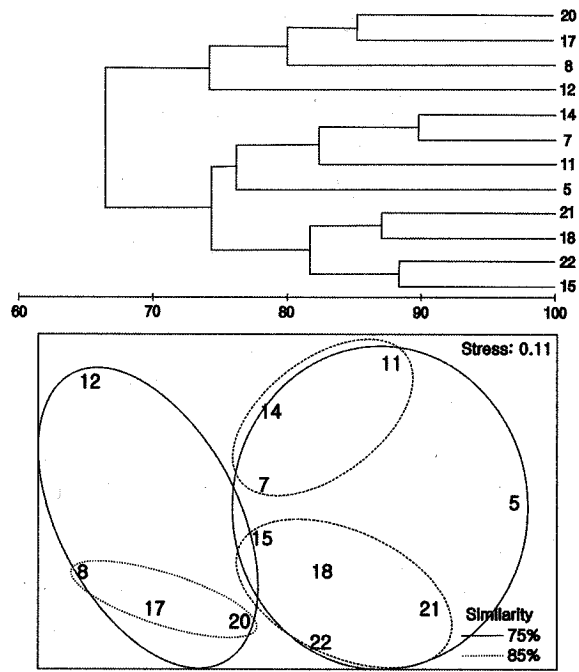


그림 2-3-1-87. 2007년 3월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석.

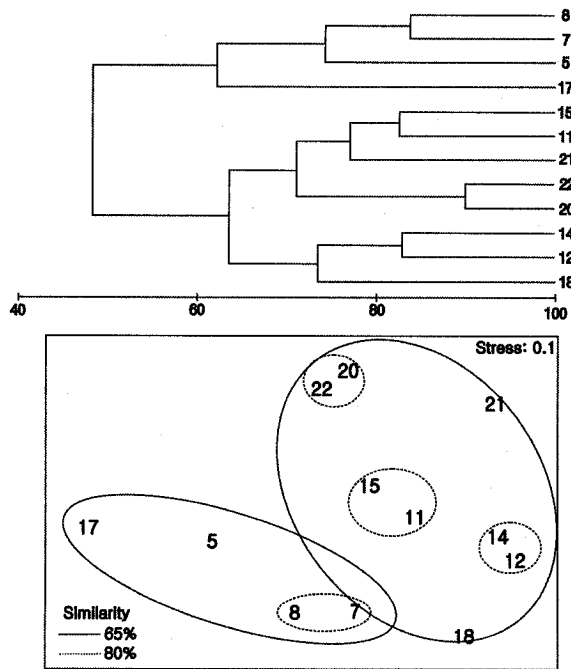


그림 2-3-1-88. 2007년 5월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석.

표 2-3-1-71. 2007년 1월 전남 다도해 바다목장해역에서 SIMPER 분석에 의한 각 정점에 미치는 분류군의 평균 개체수

Group	January, 2007	
	Species	Average abundance
A	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	911
	Cirriped nauplii and cyprii	242
	<i>Oithona</i> spp.	158
B	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	593
	<i>Oithona</i> spp.	115
	<i>Corycaeus affinis</i>	64
C	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	316
	<i>Acartia omorii</i>	121
	<i>Oithona</i> spp.	121

표 2-3-1-72. 2007년 3월과 2007년 5월 전남 다도해 바다목장해역에서 SIMPER 분석에 의한 각 정점에 미치는 분류군의 평균 개체수

Group	March, 2007		May, 2007	
	Species	Average abundance	Species	Average abundance
A	<i>Noctiluca scintillans</i>	2,060	<i>Paracalanus parvus</i> s. l	332
	<i>Paracalanus parvus</i> s. l	1,775	<i>Acartia omorii</i>	209
	<i>Oithona</i> spp.	192	<i>Noctiluca scintillans</i>	104
B	<i>Noctiluca scintillans</i>	2,724	<i>Acartia omorii</i>	421
	<i>Paracalanus parvus</i> s. l	2,180	<i>Paracalanus parvus</i> s. l	241
	<i>Oithona</i> spp.	163	<i>Oithona</i> spp.	76

나) 2차 조사(2007년 9월, 11월)의 동물플랑크톤 출현양상과 요각류의 이차생산

(1) 동물플랑크톤 중 조성 및 출현 개체수

동물플랑크톤 주요 분류군은 우점한 분류군인 Copepoda (요각류)를 포함하여 *Noctiluca scintillans* (야광충), Appendicularia (미충류), Cnidarians (해파리류), Chaetognatha (화살벌레류), Larvae (유생류) 등으로 구성되어 있었으며, 조사 시기에 따라서 종 조성이 큰 차이를 나타냈다. 조사기간 동안 출현한 동물플랑크톤은 종 수준까지 동정된 36종을 포함하여 총 65개의 분류군이었고, 총 2회에 걸쳐 조사된 동물플랑크톤 분류군 수는 각각 43, 58개의 분류군이었으며, 2007년 9월에 분류군 수가 높게 나타났다. 2007년 9월에 출현한 동물플랑크톤의 종 조성은 요각류 36개 분류군을 포함하여 총 58개 분류군으로 나타났다으며, 이들 중 요각류 *Paracalanus parvus* s. l., *Onchaea* spp., *Paracalanus aculeatus*, *Acartia pacifica*가 우점하였다(표 2-3-1-73). 평균 개체수는 6,320ind./m³로 분류군 중 요각류의 평균 개체수가 4,813ind./m³로 가장 우점하였다. 2007년 11월에 출현한 동물플랑크톤 중 조성은 요각류 28개 분류군을 포함하여 총 43개 분류군이었으며, 이들 중 요각류 *P. parvus* s. l., *Oithona* spp., *Paracalanus* spp., *Corycaeus* spp., *Calanus sinicus*, *Oikopleura* spp. (미충류)가 우점하였다(표 2-1-74). 평균 개체수는 10,421ind./m³로 요각류

의 평균 개체수가 6,699ind./m³로 미층류의 개체수가 평균 3,123ind./m³로 요각류 다음으로 우점하는 분류군이였다.

(2) 주요 분류군의 출현 빈도

조사기간 동안 동물플랑크톤 주요 분류군의 출현 빈도를 살펴보면, 2007년 9월에는 요각류는 전체 출현 개체수에 대한 출현 빈도가 평균 74.5%를 차지하여 최우점하였고 유생류와 기타 분류군이 평균 9.4%, 화살벌레류가 평균 4.1%, 야광충이 평균 1.6%를 차지하였다(그림 2-3-1-89). 2007년 11월에는 요각류의 출현 빈도가 평균 64.8%로 전 조사 시기보다 다소 낮아지는 것으로 나타났으며, 미층류가 평균 29.0%, 유생류가 평균 3.4%, 화살벌레류가 평균 1.8%를 차지하였다(그림 2-3-1-90). 주요 분류군의 정점별 출현 빈도에서는 2007년 9월에 요각류가 정점 7에서 85.7%로 극우점 하였으며, 유생류가 정점 5에서 18.2%의 비교적 높은 출현 빈도를 나타내었다. 반면, 2007년 11월에는 주요 분류군 중 요각류의 정점별 출현 빈도에서는 전 조사시기보다 소폭 낮아지는 양상을 나타냈으며, 정점 21에서 71.5%로 우점하였다. 또한, 유생류의 출현 빈도가 낮아지는 대신 미층류의 출현 빈도가 상대적으로 높아져 정점 15에서 35.9%의 출현 빈도를 나타내었다.

표 2-3-1-73. 2006년 9월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도

Taxon / Station	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	1245	0	0	0	39	0	0	0	0	0
Siphonophorids unid.	0	0	63	68	46	44	0	31	15	21	0	0
Trachymedusae unid.	17	0	95	34	115	0	116	73	25	52	0	0
<i>Podon tergestina</i>	0	0	16	0	0	0	0	0	15	0	0	0
<i>Penilia avirostris</i>	0	0	0	17	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Acartia erythraea</i>	0	0	32	68	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acartia pacifica</i>	1,260	219	520	971	781	322	133	136	158	209	137	71
<i>Acartia neglegens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Acartia omorii</i>	0	0	32	0	0	11	0	0	0	0	0	0
<i>Clausocalanus</i> sp.	0	0	0	17	0	33	0	0	35	0	30	20
<i>Calanus sinicus</i>	409	316	142	221	184	599	282	459	158	178	76	40
<i>Cosmocalanus darwini</i>	34	12	0	17	23	111	66	84	25	31	61	101
<i>Centropages dorsispinatus</i>	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropages tenuiremis</i>	17	12	32	68	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropages furcatus</i>	0	0	0	34	0	22	11	0	10	31	0	0
<i>Calanopia thompsoni</i>	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0
<i>Candacia curta</i>	0	0	0	0	0	11	0	0	15	10	0	0
<i>Euchaeta plana</i>	0	49	0	0	0	0	88	21	0	0	0	0
<i>Paraeuchaeta concinna</i>	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalanus subtenuis</i>	0	12	0	34	0	55	11	21	30	21	0	30
<i>Eucalanus mucronatus</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Eucalanus subcrassus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0
<i>Rhincalanus cornutus</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	10	0	0	20
<i>Labidocera rotunda</i>	0	0	0	34	46	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pontella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Acarocalanus gibber</i>	0	73	0	289	23	155	116	177	158	0	0	0
<i>Acarocalanus gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	17	0	10	52	0	0
<i>Paracalanus aculeatus</i>	698	717	32	204	551	1553	1182	470	307	711	106	81
<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	834	1,471	1,844	4,172	6,016	2,229	1,910	1,702	723	868	441	962
<i>Paracalanus</i> sp.	0	36	32	1277	964	78	127	63	20	21	46	71
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	0	0	0	34	23	0	0	0	0	0	0	0

표 2-3-1-73. 계속

Taxon / Station	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
<i>Scoletrix danae</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Scolettriella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Temora discaudata</i>	17	24	0	34	0	33	0	31	15	21	15	20
<i>Tortanus forcipatus</i>	0	0	32	0	46	0	0	0	0	0	0	0
<i>Undinula vulgaris</i>	34	36	16	85	46	133	210	0	20	0	0	0
<i>Corycaeus</i> spp.	136	170	284	443	505	444	99	324	262	638	91	182
<i>Onchaea</i> spp.	392	316	142	613	390	699	232	553	1124	1349	258	1043
<i>Oithon</i> spp.	102	97	552	545	597	421	127	84	30	115	0	0
<i>Saphirina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Harpacticoda unid.	34	12	16	34	0	0	0	0	15	21	0	0
<i>Sagitta crassa</i>	51	85	221	272	299	67	61	94	20	73	61	10
<i>Sagitta enflata</i>	51	85	221	289	436	211	99	146	59	272	76	81
<i>Oikoplaera</i> spp.	715	158	331	562	230	477	282	679	401	241	1018	121
Doliolids unid.	0	0	0	0	23	0	11	10	10	21	0	0
<i>Salpa thompsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
Decapoda larvae	647	97	299	358	138	100	66	157	119	52	152	162
Lucifera larvae	85	24	79	68	69	0	0	52	35	115	46	40
Euphausiid larve	68	36	63	119	184	11	33	21	20	31	0	0
Hyperiid amphipod	0	0	0	0	0	11	6	31	40	31	0	10
Gammariid amphipod	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cirriped naupliiand cyprii	0	12	16	187	367	155	44	0	45	0	0	20
Ostracoids unid.	0	0	0	0	23	0	0	42	0	0	0	0
Gastropod larvae	68	0	63	51	92	33	33	31	54	105	30	51
Bivalve larvae	204	61	126	102	276	0	22	42	40	42	15	111
<i>Ophiopluteus</i> larvae	0	0	32	102	69	44	61	21	25	84	0	0
Polychaete larvae	0	36	95	51	69	67	28	31	10	42	46	0
Fish eggs	0	0	0	17	46	22	11	0	10	0	0	0
Total ind. m ⁻³	5,908	4,170	6,698	11,493	12,698	8,196	5,560	5,586	4,086	5,480	2,704	3,270

표 2-3-1-74. 2007년 11월 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현 빈도

Taxon/ Station	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
Siphonophorids unid.	129	57	11	17	24	52	102	81	83	78	48	40
Trachymedusae unid.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	31	8	0
<i>Acartia danae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0
<i>Acartia pacifica</i>	316	143	22	44	24	52	102	113	83	78	64	109
<i>Clausocalanus minor</i>	0	0	0	9	0	0	0	16	0	0	0	0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	35	0	0	9	0	0	0	48	55	31	8	20
<i>Calanus sinicus</i>	397	157	56	96	183	221	562	435	607	481	169	30
<i>Canthocalanus pauper</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	16	70
<i>Cosmocalanus darwini</i>	0	0	0	9	0	13	0	16	28	16	8	10
<i>Centropages furcatus</i>	35	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Candacia curta</i>	0	14	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
<i>Euchaeta plana</i>	0	29	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
<i>Paraeuchaeta concinna</i>	47	0	22	44	49	39	204	242	138	0	113	0
<i>Eucalanus crassus</i>	0	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Eucalanus subcrassus</i>	35	14	0	9	12	13	0	48	55	16	8	0
<i>Acarocalanus gibber</i>	0	128	78	26	134	52	136	129	165	31	32	50
<i>Acarocalanus gracilis</i>	0	0	34	26	0	0	0	0	55	47	24	10
<i>Paracalanus aculeatus</i>	187	328	224	96	146	65	289	338	414	155	113	169
<i>Paracalanuus parvus</i> s. l.	5,704	6,706	2,318	2,284	4,343	2,548	6,211	4,477	4,218	3,121	862	3,567
<i>Paracalanus</i> sp.	0	71	90	183	451	169	902	950	1296	1925	540	845
<i>Scoletthriella</i> sp.	0	14	0	0	12	0	0	48	0	0	0	0

표 2-3-1-74. 계속

Taxon / Station	5	7	8	11	12	14	15	17	18	20	21	22
<i>Temora discaudata</i>	0	0	0	52	0	0	17	81	0	0	8	0
<i>Temora turbinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Undinula vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	136	16	28	47	8	20
<i>Corycaeus</i> spp.	152	243	370	209	451	455	476	306	689	295	177	556
<i>Onchaea</i> spp.	70	185	370	366	390	0	170	177	138	217	129	129
<i>Oithon</i> spp.	1,110	499	336	366	354	312	,072	1,337	1351	978	652	795
<i>Saphirina</i> sp.	0	14	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
Harpacticoda unid.	0	14	11	9	24	0	51	16	0	0	24	20
<i>Sagitta crassa</i>	82	29	56	26	24	78	68	48	138	31	24	89
<i>Sagitta enflata</i>	164	114	45	44	49	117	170	48	193	233	105	99
<i>Oikoplaera</i> spp.	3,530	3,710	1,803	1,255	2,233	2,522	6,211	4,477	4,218	3,121	830	3,567
Doliolids unid.	12	0	0	0	0	0	0	16	55	16	0	10
Decapoda larvae	35	57	11	52	24	26	85	48	83	31	16	10
Lucifera larvae	58	14	22	26	37	65	51	64	28	0	24	20
Euphausiid larve	0	14	0	0	0	0	51	0	55	0	0	10
Hyperiid amphipod	70	29	0	0	12	39	34	145	55	47	32	0
Cirriped naupliiand cyprii	0	0	0	122	0	0	34	16	0	93	16	0
Ostracoids	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropod larvae	12	29	90	183	317	39	34	16	28	0	16	30
Bivalve larvae	23	71	45	17	24	0	0	0	83	16	40	10
<i>Ophiopluteus</i> larvae	0	0	0	17	0	0	0	0	110	31	8	50
Polychaete larvae	0	228	56	26	159	247	102	32	221	0	8	20
Total indiv./m³	12,214	12,955	6,081	5,631	9,480	7,125	17,289	13,800	14,667	11,287	4,132	10,393

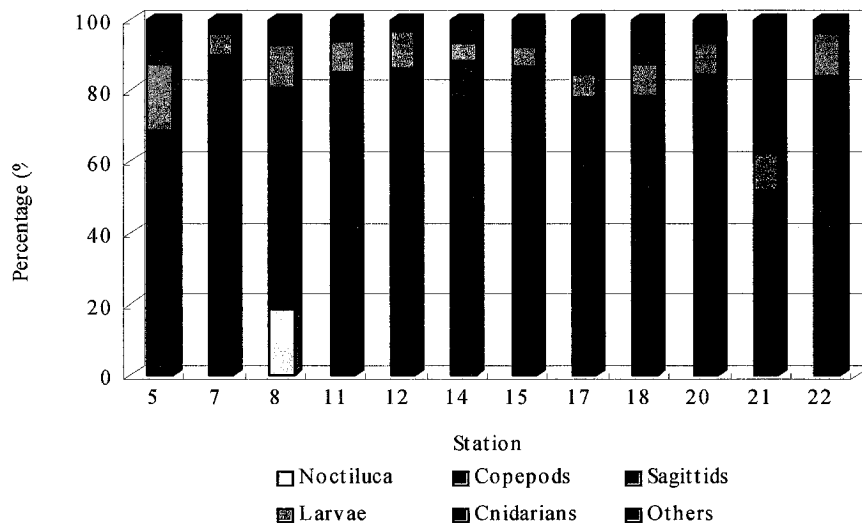


그림 2-3-1-89. 2007년 9월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율.

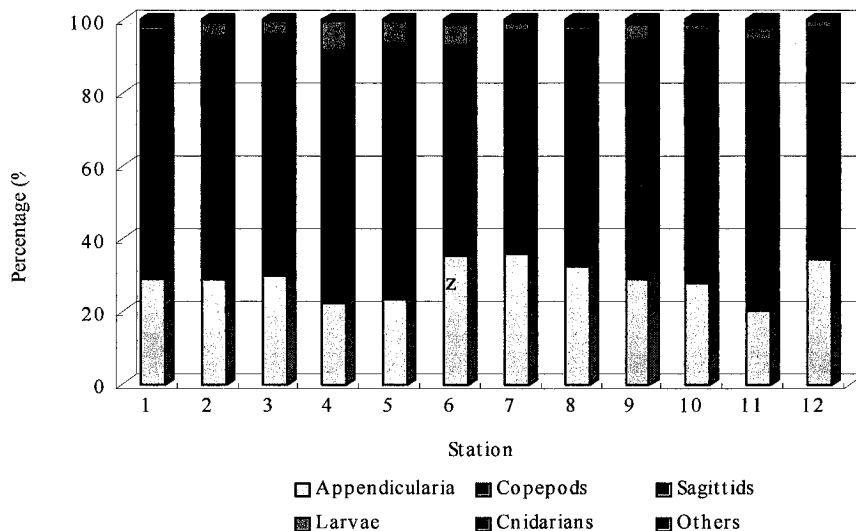


그림 2-3-1-90. 2007년 11월 바다목장 해역에 출현하는 주요 동물플랑크톤의 조성 비율.

(3) 종 다양성 지수와 군집 분석

전남 바다 목장해역의 정점별 종 다양도 지수의 범위를 살펴보면(그림 2-3-1-91), 2007년 9월에는 정점 간 2.14~2.56의 범위로 소리도 남쪽에 위치한 정점 22에서 가장 낮았고, 안도 남서쪽 정점 18에서 가장 높게 나타났다. 2007년 11월의 정점 간 종 다양도 지수는 1.54~2.41의 범위로서 전 조사시기보다 다소 낮아지는 것으로 나타났다. 정점별 종 다양도 지수 변동에서 금오도 동쪽 정점 7에서 가장 낮았고 안도 남동쪽 정점 21에서 가장 높게 나타났다. 동물플랑크톤 군집에 있어서 종 다양도는 대다수의 희소종(rare species), 계절에 따른 수온과 수괴변동, 그리고 조사정점 수에 따른 차이에서 발생할 가능성 때문에 동물플랑크톤의 생리적인 적응현상과 생물군집의 특성을 고려해야만 한다(Huntly and Boyd, 1984). 이러한 결과에서 전남 다도해 바다목장해역의 종 다양도 지수를 결정하는 요인들은 계절적인 수온과 먹이 조성에 따른 먹이환경 뿐 아니라, 대마난류의 세력 확

장에 의한 난류성 요각류의 출현 증감에 따라서 군집이 조절되고 있음을 의미한다.

동물플랑크톤의 출현 개체수 자료를 이용하여 군집 분석을 실시한 결과 조사시기에 따라 정점 간 차이는 다소 나타났지만 모두 세 군집으로 구분되었다. 2007년 9월에는 Bary-Curtis 유사도 지수 약 67%를 기준해서 금오도를 중심으로 한 서쪽과 북쪽 해역이 A 군집, 금오도, 안도, 소리도를 연계하는 서쪽 해역이 B 군집, 안도 서남쪽에 위치한 정점 21과 소리도 남쪽에 위치한 정점 22가 C 군집으로 구분되었다(그림 2-3-1-92). 반면, 2007년 11월에는 Bray-Cuyrtis 유사도 지수 약 72%를 기준해서 소리도를 중심으로 동쪽(정점 5), 서쪽(정점 20) 해역의 A 군집, 금오도를 중심으로 동쪽(정점 7과 8), 서쪽(정점 12와 4) 해역의 B 군집, 기타 나머지 해역이 C 군집으로 구분되었다(그림 2-3-1-93).

동물플랑크톤의 각 군집에 영향을 끼친 동물플랑크톤을 SIMPER 분석 결과를 살펴보면(표 2-3-1-75), 2007년 9월에 A 군집은 요각류 *P. parvus* s. l., *A. parcifica*, *On. spp.*가 군집에 대한 기여도가 높게 나타났으며, B 군집에서는 *P. parvus* s. l., *P. aculeatus*, *On. spp.*가 군집에 영향을 미치는 종으로 나타났다. C 군집에서는 *P. parvus* s. l., *On. spp.*, Decapoda larvae (십각류 유생)가 군집에 대한 기여도가 높은 것으로 나타났다. 2007년 11월에는 A 군집에서 미충류, *P. parvus* s. l., *Oi. spp.*가 군집에 대한 기여도가 높았고 B 군집에서는 *P. parvus* s. l., 미충류, *Oi. spp.*, C 군집에서는 *P. parvus* s. l., 미충류, *Oi. spp.* 등이 각 군집에 영향을 미치는 분류군으로 나타났다.

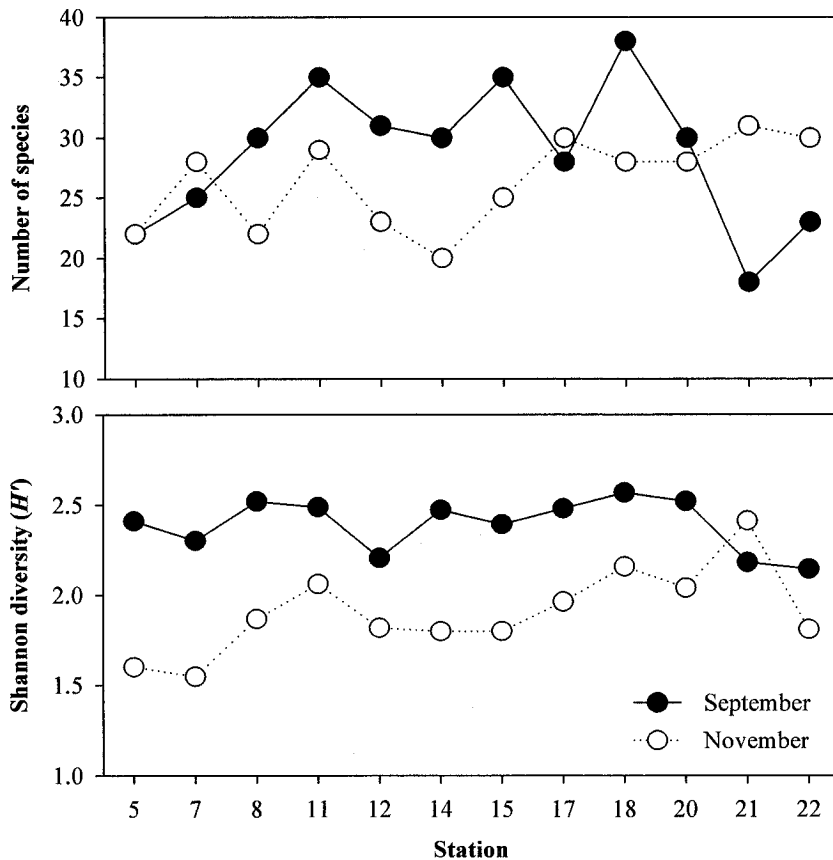


그림 2-3-1-91. 전남 다도해 바다목장화 해역에 출현한 정점별 동물플랑크톤 출현 종수와 종 다양도지수.

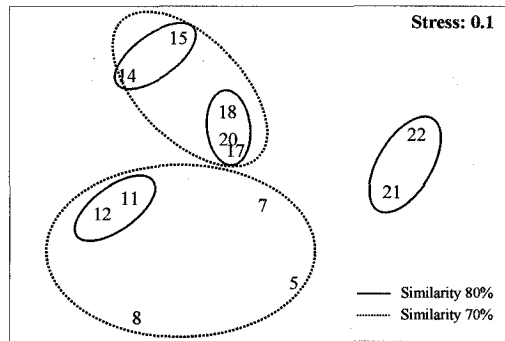
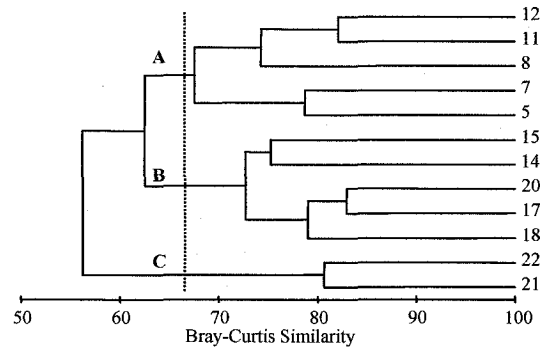


그림 2-3-1-92. 2007년 9월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석.

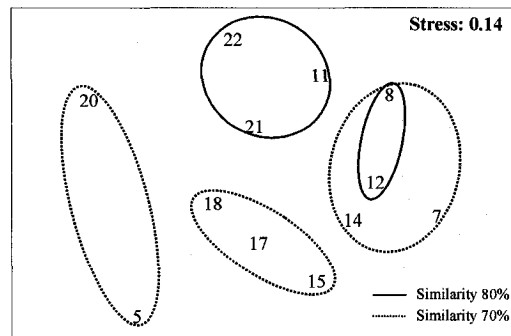
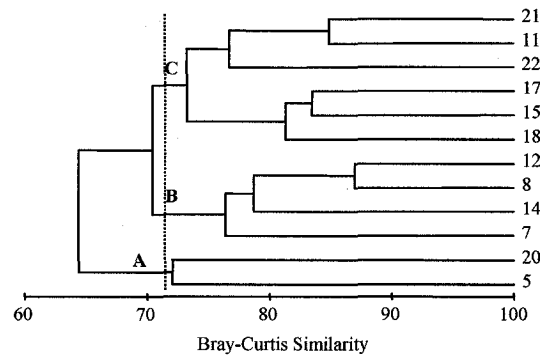


그림 2-3-1-93. 2007년 11월 전남 다도해 바다목장 해역의 정점 간 군집 분석.

표 2-3-1-75. 2007년 9월과 11월 전남 다도해 바다목장해역에서 SIMPER 분석에 의한 각 정점에 미치는 분류군의 평균 개체수

Group	September, 2007		November, 2007	
	Species	Average abundance (ind./m ³)	Species	Average abundance (%)
A	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	2,867	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	4,412
	<i>Acartia pacifica</i>	750	<i>Oikopleura</i> spp.	3,325
	<i>Onchaea</i> spp.	371	<i>Oithona</i> spp.	1,044
B	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	1,487	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	3,979
	<i>Paracalanus aculeatus</i>	844	<i>Oikopleura</i> spp.	2,566
	<i>Onchaea</i> spp.	791	<i>Oithona</i> spp.	376
C	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	701	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	3,603
	<i>Onchaea</i> spp.	651	<i>Oikopleura</i> spp.	3,426
	Decapoda laevae	157	<i>Oithona</i> spp.	929

(4) 동물플랑크톤 습중량 및 건중량

조사기간 동안 동물플랑크톤의 습중량 및 건중량 변화에서는 조사시기에 따라 시·공간적 변동 폭이 다소 크게 나타났다(표 2-3-1-76). 2007년 9월의 습중량은 442~2,351mg·m⁻³의 범위를 나타냈으며 소라도 서쪽 해역 정점 5에서 가장 높고 안도 동쪽 해역 정점 18에서 가장 높게 나타났다. 2007년 11월의 정점별 습중량 변동은 937~4,976mg·m⁻³으로 안도 서쪽 해역 정점 18에서 가장 높았고 소라도 남쪽 해역 정점 22에서 가장 낮게 나타났다. 반면, 정점별 건중량 변동에서는 2007년 9월의 경우 69~372mg·m⁻³의 범위로 금오도 서쪽 해역 정점 15에서 가장 낮았고 습중량이 가장 높았던 정점 5에서 건중량 또한 가장 높게 나타났다. 2007년 11월의 건중량 변동에서는 123~645mg·m⁻³으로 소라도 동쪽 해역 정점 5에서 가장 높았고 습중량이 가장 낮았던 정점 5에서 건중량이 가장 낮게 나타났다.

표 2-3-1-76. 2007년 9월과 11월 전남 바다목장 해역에서 동물플랑크톤의 습중량 및 건중량 변동

Date Station	September, 2007		November, 2007	
	Wet weight (mg·m ⁻³)	Dry weight (mg·m ⁻³)	Wet weight (mg·m ⁻³)	Dry weight (mg·m ⁻³)
5	2,351	372	4,162	645
7	1,302	134	3,183	528
8	1,526	117	1,916	377
11	1,043	124	1,924	305
12	2,343	414	4,976	553
14	1,135	146	2,976	215
15	632	78	1,506	133
17	562	111	1,640	143
18	442	69	4,234	509
20	940	135	3,169	257
21	1,024	173	1,591	151
22	1,645	242	937	123

(5) 요각류의 생체량과 생산력

조사기간 동안 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤 중 해양 생태계내에서 어류 자치어의 먹이원으로 매우 중요한 요각류를 대상으로 길이와 무게 관계식을 이용하여 각 분류군에 따른 생체량으로 환산하였다(그림 2-3-1-94a). 2007년 9월의 요각류 생체량은 4.9~36.2mgC m⁻³으로 정점 14에서 가장 높았고 정점 21에서 가장 낮았다. 정점별 우점 요각류의 생체량 변동에서는 *Paracalanus* 속 요각류가 1.6~20.1mgC m⁻³로 가장 높았으며, *Calanus* 속, *Euchaeta* 속, *Eucalanus* 속 요각류 순으로 나타났다(그림 2-3-1-94b). 2007년 11월에는 요각류 생체량 변동이 10.9~41.4mgC m⁻³으로 전 조사시기보다 높은 생체량을 나타냈으며, 정점별 변화에서는 정점 15에서 가장 높았고 정점 21에서 가장 낮았다(그림 2-3-1-95a). 정점별 우점 요각류의 생체량 변동에서는 *Paracalanus* 속 요각류가 3.1~21.1mgC m⁻³으로 가장 높았으며, 그 다음으로 *Calanus* 속, *Corycaeus* 속, *Acartia* 속 요각류 순으로 나타났다(그림 2-3-1-95b).

요각류의 생산력 변동에서는 2007년 9월에 1.2~8.3mgC m⁻³ d⁻¹으로 정점 12에서 가장 높았고 정점 21에서 가장 낮았다(그림 2-3-1-96a). 2007년 11월의 생산력은 3.1~12.0mgC m⁻³/d⁻¹으로 전 조사시기보다 다소 높게 나타났으며, 정점 15에서 가장 높았고 정점 21에서 가장 낮았다(그림 2-3-1-96b).

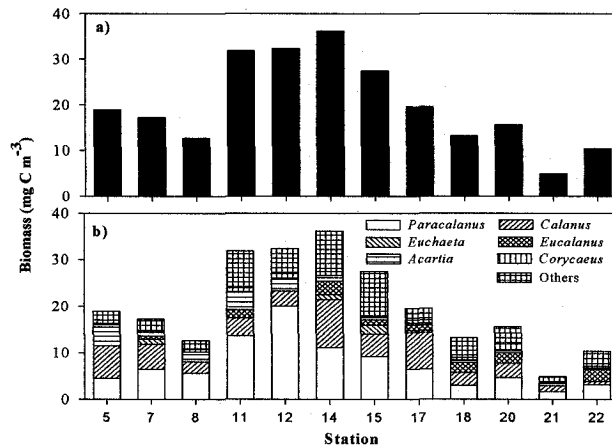


그림 2-3-1-94. 2007년 9월 바다목장화 해역에 출현하는 요각류 생체량 변동.
(a) 정점별 요각류 총 생체량; (b) 정점별 우점 요각류 생체량.

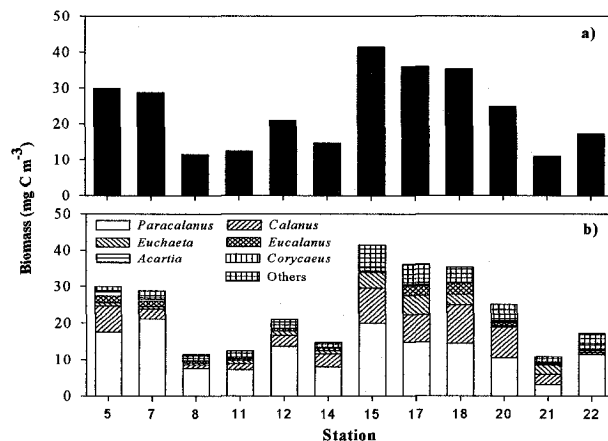


그림 2-3-1-95. 2007년 11월 바다목장화 해역에 출현하는 요각류 생체량 변동.
(a) 정점별 요각류 총 생체량; (b) 정점별 우점 요각류 생체량.

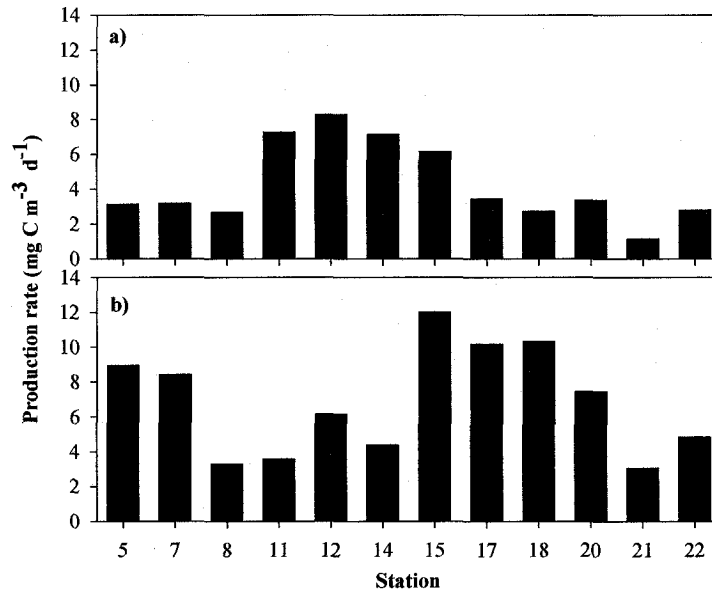


그림 2-3-1-96. 조사기간 동안 바다목장화 해역에 출현하는 요각류 생산력 변동.
(a) 2007년 9월 정점별 생산력; (b) 2007년 11월 정점별 생산력.

4) 요약 및 결론

전남 다도해 바다목장해역에 출현하는 동물플랑크톤을 1차 조사(2007년 1월, 3월, 5월)와 2차 조사(2007년 9월, 11월)로 나누어 Norpac 네트로 수직 채집하였다. 동물플랑크톤 출현개체수는 1차 조사 시기의 겨울과 봄의 398~8,978ind. m⁻³의 범위 보다, 2차 조사 시기인 가을에 2,704~17,289ind. m⁻³의 범위로 시·공간적인 변동이 크게 나타났다. 요각류 우점종은 1월에 *P. parvus* s. l., *Acartia omorii*, *O. spp.* and *C. affinis*, 3월에 *P. parvus* s. l., *O. spp.*, *C. affinis*, and *A. omorii*, 5월에 *P. parvus* s. l., *A. omorii*, *O. spp.*, *C. affinis*로 큰 변화는 없었으나, 가을철에 해당하는 2차 조사 시기인 9월에는 *Paracalanus parvus* s. l., *Acartia pacifica*, *Paracalanus aculeatus*, *Onchaea spp.*, *Calanus sinicus*, 11월에는 *Paracalanus parvus* s. l., *Oikopleura spp.*, *Oithona spp.*, *Corycaeus spp.*, *Calanus sinicus*로 우점종이 변화하였다. 종 다양도 지수는 3월에 가장 낮았으며, 9월에 가장 높게 나타났다.

사. 저서동물

1) 조사개요

저서동물은 해양의 바닥에 서식하는 동물을 총칭하는 말로서, 펄, 모래 등에 매몰되기도 하고 굴(burrow)을 파거나, 관(tube)을 형성하기도 하며, 암반에 부착하여 서식하는 모든 종류의 생물을 일컫는다. 저서동물은 거의 대부분이 무척추동물로 구성되어 있으며, 그 크기에 따라 초대형저서동물, 대형저서동물, 중형저서동물, 소형저서동물로 구분한다. 이러한 저서동물이 해양생태계 내에서 가지는 역할은 다양하며, 몇 가지로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 유용 저어류나 무척추동물의 먹이생물로 중요한 부분을 차지하고 있다(Daan, 1973; McIntyre, 1978). 따라서 먹이사슬이나 먹이망 등과 같은 해양생태계의 역학관계를 이해하기 위해서는 저서동물에

대한 조사가 반드시 수반되어야 한다.

둘째, 저서동물 가운데 펄 속에 서식하는 종류들은 섭식활동을 통하여 퇴적물내의 지화학적 특성을 변화시킴으로서, 저서생태계 전반에 영향을 미치게 된다. 특히, 퇴적물에서 수피로의 영양염 재순환에 중요한 매개자 역할을 하며(Bilyard, 1987), 영양분이 풍부한 저층 퇴적물을 수피로 재부유시켜 여과식자의 잠재적인 먹이가 되게 한다(Rhoads, 1974).

셋째, 저서동물은 이동력이 약하거나 정착성으로서 해양저서환경의 변화에 따라 이동이나 도피가 불가능하여 오염에 따른 생태계 변화를 파악하는데 중요한 수단으로 이용될 수 있다(Pearson and Rosenberg, 1978). 따라서 저서동물의 시·공간적 분포 양상을 파악함으로써 해양환경을 모니터링 할 수 있다.

본 조사는 소라도, 금오도 인근 해역의 바다목장 사업을 원활히 추진하기 위하여 바다목장 사업지구를 중심으로 한 인근 해역의 저서동물상을 알아보기 위한 것이다.

2) 재료 및 방법

2009년 9월과 11월의 2회에 걸쳐 조사해역에서 총 12개 정점(그림 2-3-1-97)을 선정하여 저서동물을 채집하였다. 2007년 9월 조사 시 현장의 기상 악화로 소라도 덕포 앞의 정점 22에서는 저서동물의 채집이 불가능하였다.

퇴적물은 개량형 van Veen Grab 채니기(채취면적: 0.1m^2)를 사용하여 각 정점에서 2회씩 채취하였다. 인양된 퇴적물은 선상에서 망목 크기 1.0mm 인 체를 사용하여 걸렀으며, 체에 걸린 동물은 10% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 채집된 저서동물은 동물군별로 구분한 후, 종 수준까지 동정하고 이후 이를 계수하였다.

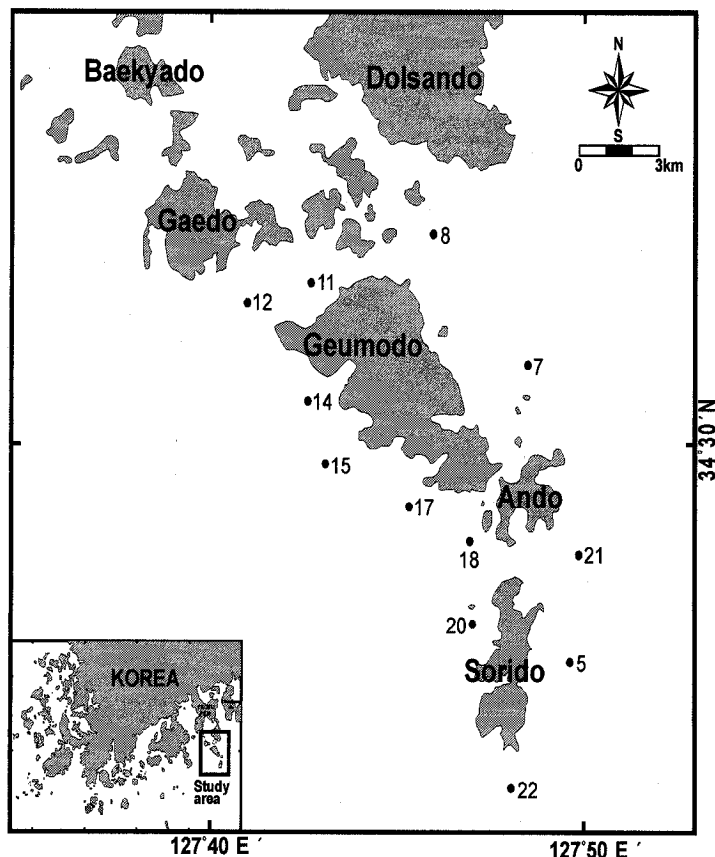


그림 2-3-1-97. 대형저서동물상 파악을 위한 조사해역 정점도.

저서동물 군집의 특성을 설명하는 생태지수는 종다양성지수(H'), 종풍부도지수(R), 종균등도지수(J), 우점도지수(D)를 정점별로 계산한다. 각 지수의 계산식은 다음과 같다.

종다양성지수: $H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$ (Shannon and Weaver, 1963)

P_i : i번째 종의 점유율

종풍부도지수: $R = (S-1)/\ln(N)$ (Margalef, 1958)

S: 출현종수

N: 총출현개체수

종균등도지수: $J = H'/\ln(S)$ (Pielou, 1966)

우점도지수: $D = (Y_1+Y_2)/Y$ (McNaughton, 1968)

Y: 총개체수

Y_1 : 첫번째 우점종의 개체수

Y_2 : 두번째 우점종의 개체수

여기서 P_i 는 i번째 종이 전체 개체수에서 차지하는 비율, S는 총출현종수, N은 총출현개체수를 의미한다.

종조성의 유사도에 기초하여 조사지역을 구분하기 위하여 집괴분석(cluster analysis)을 실시하였다. 이 때 사용한 자료는 전 출현종을 대상으로 하였고, 정점간 유사도지수는 Bray and Curtis 지수를 사용하였으며, 정점간 결합은 가중평균결합법(WPGMA)을 사용하였다.

3) 결과 및 토의

가) 저서동물군집 현황

2007년 9월 저서동물을 채집한 결과는 표 2-3-1-77과 같다. 총 7개 동물군이 출현하였으며, 가장 우점 출현한 동물군은 다모류(Polychaeta)로서 전체 출현동물의 개체수중 62.6%(418개체/m²)를 차지하였고, 다음은 극피동물(Echinodermata) 13.4% (90개체/m²), 갑각류(Crustacea) 13.4%(89개체/m²), 연체동물(Mollusca) 9.3% (62개체/m²) 이었다. 전체 저서동물의 평균 서식밀도는 667개체/m² 이었다.

2007년 11월 저서동물을 채집한 결과 총 8개 동물군이 출현하였으며, 가장 우점 출현한 동물군은 역시 다모류(Polychaeta)로서 전체 출현동물의 개체수중 59.2%(424개체/m²)를 차지하였고, 다음은 갑각류(Crustacea) 25.2% (181개체/m²), 극피동물(Echinodermata) 7.6% (55개체/m²), 연체동물(Mollusca) 6.6% (48개체/m²)이었다. 전체 저서동물의 평균 서식밀도는 717개체/m² 이었다. 9월에 비해 저서동물의 서식 밀도가 소폭 증가하였다. 이는 갑각류에 속하는 단각류(Amphipoda) 서식밀도 증가에 기인한다.

표 2-3-1-77. 조사해역에서 채집된 저서동물군의 서식밀도(개체/m²) 및 백분율(%)

동물군(Taxa)	2007년 9월	2007년 11월
연체동물(Mollusca)	62(9.3%)	48(6.6%)
다모류(Polychaeta)	418(62.6%)	424(59.2%)
갑각류(Crustacea)	89(13.4%)	181(25.2%)
극피동물(Echinodermata)	90(13.4%)	55(7.6%)
기타(Others)	8(1.3%)	9(1.4%)
총서식밀도	667	717

2007년 9월 정점별 저서동물의 서식밀도를 살펴보면 그림 2-3-1-98과 같다. 대체적으로 금오도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 저서동물의 서식밀도가 높았다. 즉, 소리도 동쪽의 정점 5, 금오도 동쪽의 정점 7에서 저서동물의 서식밀도가 1,000개체/m² 이상이었다. 가장 저서동물의 서식밀도가 높은 정점은 안도 서쪽 연안에 위치한 정점 18로서 서식밀도가 1,555개체/m²에 달하였다. 반면에 금오도 서쪽에 위치한 정점 12, 15, 17과 안도 동쪽의 정점 21에서는 서식밀도가 300개체/m² 이하였다.

2007년 11월 정점별 저서동물의 서식밀도를 살펴보면 그림 2-3-1-99와 같다. 2007년 9월과 마찬가지로 금오도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 저서동물의 서식밀도가 높은 경향을 보였다. 역시 안도 인근의 정점 18에서 저서동물의 서식밀도가 1,850개체/m²로 가장 높았다. 반면 소리도 남쪽 덕포 인근에 위치한 정점 22에서 서식밀도가 200개체/m²로 가장 낮았다.

나) 저서다모류군집 현황

2007년 9월에 조사해역에서 채집된 다모류는 총 57종이었으며, 평균 서식밀도는 418개체/m² 이었다 (표 2-3-1-78). 2007년 11월에는 52종, 424개체/m² 이었다. 전반적으로 저서다모류 출현종수와 서식밀도의 변동이 심하지 않았다.

표 2-3-1-78. 조사해역에서 채집된 저서다모류의 총출현종수 및 평균 서식밀도(개체/m²)

동물군(Taxa)	2007년 9월	2007년 11월
총출현종수	57	52
평균서식밀도	418	424

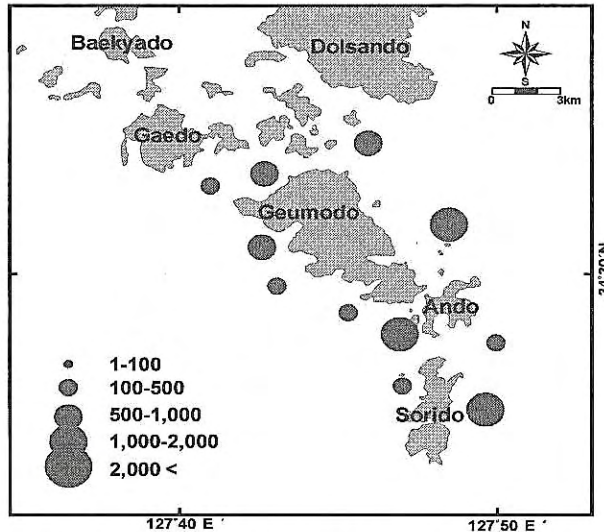


그림 2-3-1-98. 2007년 9월 조사해역 내 저서동물의 서식밀도(개체수/m²) 분포.

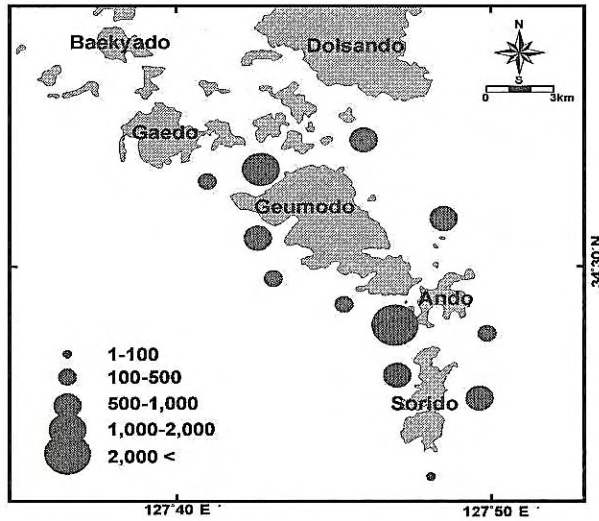


그림 2-3-1-99. 2007년 11월 조사해역 내 저서동물의 서식밀도(개체수/m²) 분포.

2007년 9월의 다모류의 정점별 출현종수는 몇몇 정점을 제외하고는 대체로 많은 편이었다(그림 2-3-1-100). 전반적으로 금오도 동쪽 해역에서 출현종수가 금오도 서쪽 해역보다 많은 것으로 나타났다. 가장 출현종수가 많은 정점은 안도 인근의 정점 18로서 29종이 출현하였으며, 그 외 금오도 동쪽의 정점 5, 7, 8, 11에서 20종 이상이 채집되었다. 반면 정점 12와 17에서는 10종 이하가 채집되었다.

2007년 11월에는 9월에 비해 다모류의 정점별 출현종수가 비교적 높았다(그림 2-3-1-101). 역시 금오도 동쪽 해역에 위치한 정점들에서 상대적으로 출현종수가 많았다. 가장 출현종수가 많은 정점은 금오도 동북쪽에 위치하는 정점 8로서 29종이 출현하였으며, 그 외 정점 5, 7, 11, 18에서 20종 이상이 채집되었다. 반면 소리도 남쪽의 정점 22에서는 불과 2종만이 채집되었다.

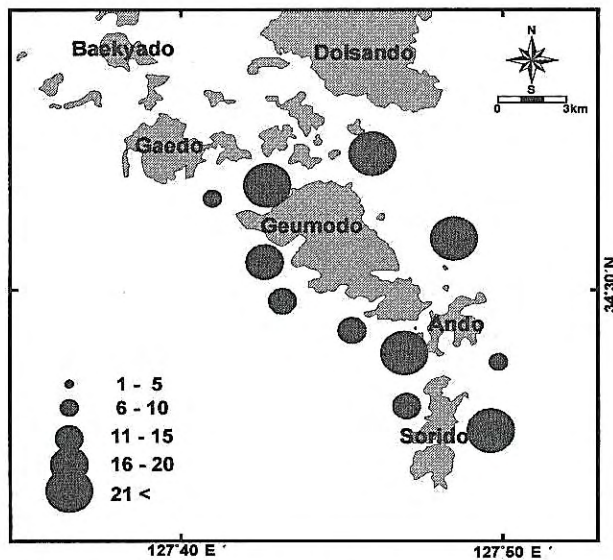


그림 2-3-1-100. 2007년 9월 조사해역 내 저서다모류의 출현종수(spp/0.2m²) 분포.

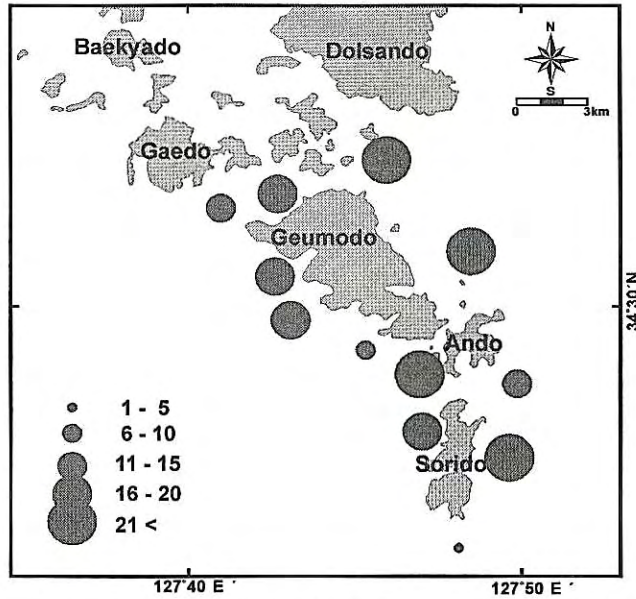


그림 2-3-1-101. 2007년 11월 조사해역 내 저서다모류의 출현종수(spp/0.2m²) 분포.

2007년 9월 다모류의 정점별 서식밀도는 그림 2-3-1-102와 같다. 대체적으로 금오도, 소리도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 다모류 서식밀도가 높으나, 전반적으로 정점별 서식밀도는 낮은 편이다. 가장 다모류 서식밀도가 높은 정점은 소리도 동쪽에 위치하는 정점 5로 1,055개체수/m²이었으며, 반면에 금오도 서북쪽의 정점 12에서는 85개체수/m²에 불과하였다.

2007년 11월 다모류의 정점별 서식밀도는 그림 2-3-1-103과 같다. 2007년 9월과 마찬가지로 대체적으로 금오도 동쪽 해역에서 서식밀도가 상대적으로 높으나, 전반적으로 정점 당 서식밀도는 낮은 편이다. 가장 서식밀도가 높은 정점은 안도 인근의 정점 18로서 1,490개체수/m²에 달하였으나, 인근의 정점 17과 소리도 남쪽의 정점 2에서는 100개체수/m² 이하의 매우 적은 다모류가 채집되었다.

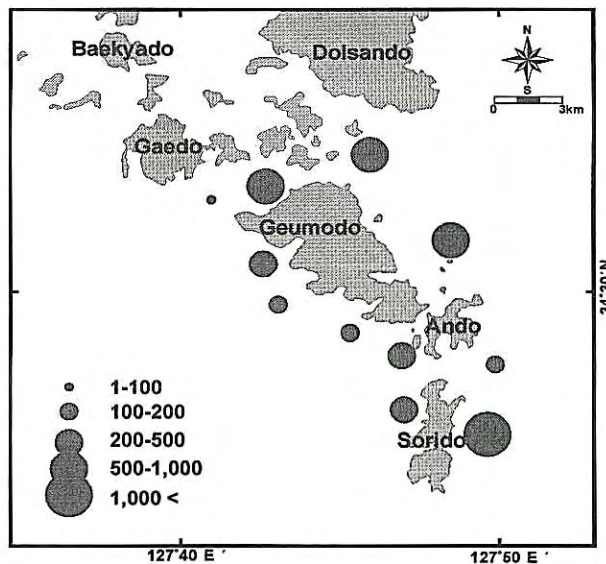


그림 2-3-1-102. 2007년 9월 조사해역 내 저서다모류의 서식밀도(개체수/m²) 분포.

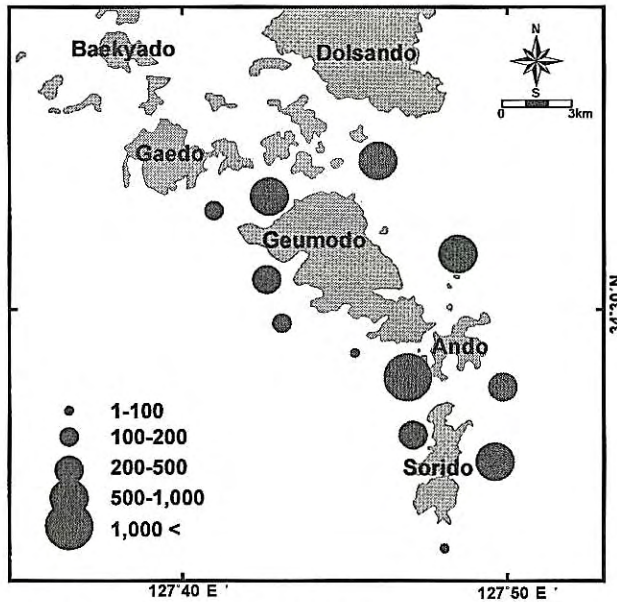


그림 2-3-1-103. 2007년 11월 조사해역 내 저서다모류의 서식밀도(개체수/m²) 분포.

다) 저서다모류 우점종

2007년 9월 조사해역에서 채집된 저서다모류 중 출현개체수에서 5.0% 이상 차지하는 우점종은 5종이었다(표 2-3-1-79). 최우점종은 *Sternaspis scutata*로서 평균서식밀도는 80개체수/m²(19.0%)이었으며, 다음은 *Magelona japonica*로 74개체수/m²(17.7%)이었다. 그 외 *Heteromastus filiformis*, *Lumbrineris longifolia*, *Terebellidae* indet.의 순으로 출현하였다.

2006년 11월 조사해역에서 채집된 저서다모류중 출현개체수에서 5.0% 이상 차지하는 우점종은 5종이었다(표 2-3-1-79). 최우점종은 앞의 2계절과는 달리 *Aricidea* spp.로서 평균서식밀도는 53개체수/m²(12.5%)이었으며, 다음은 *Heteromastus filiformis*로 52개체수/m²(12.2%), *Sternaspis scutata* 52개체수/m²(12.2%)이었다. 그 외 *Terebellidae* indet., *Mellina cristata*의 순으로 출현하였다.

조사시기에 따라 우점종의 종류와 중요도가 약간씩 차이가 나고 있으며, 2회 조사 모두 우점 출현하는 종은 *Heteromastus filiformis*, *Sternaspis scutata*, *Terebellidae* indet.이었다. 우점종으로 보았을 때, 일반적으로 한국 연안에서 우점 출현하는 기회주의 종들의 점유율이 낮고, 비교적 청정해역에서 주로 서식하는 종들이 다수 출현하며, 소수 종의 극우점 현상이 나타나지 않는 것으로 보아 본 조사 해역은 한국 연안역의 일반적인 상황과는 달리 비교적 청정한 상태를 유지하고 있는 것으로 보인다.

표 2-3-1-79. 조사해역에서 채집된 저서다모류중 5.0% 이상 우점종의 서식밀도(개체/m²)

종 명	2007년 9월	2007년 11월
<i>Aricidea</i> spp.	-	53(12.5%)
<i>Heteromastus filiformis</i>	58(13.8%)	52(12.2%)
<i>Lumbrineris longifolia</i>	33(7.9%)	-
<i>Magelona japonica</i>	74(17.7%)	-
<i>Mellina cristata</i>	-	28(6.7%)
<i>Sternaspis scutata</i>	80(19.0%)	52(12.2%)
<i>Terebellidae</i> indet.	24(5.7%)	44(10.4%)

2007년 9월에 채집된 우점 저서다모류중 상위 4개종의 서식밀도 분포를 살펴보면 그림 2-3-1-104와 같다. 제1우점종인 *Sternaspis scutata*는 모든 정점에서 채집되었으며, 특히 소리도 동쪽에 위치하는 정점 5에서 435개체/m²로 비교적 높은 서식밀도를 보였다. 두 번째 우점종인 *Magelona japonica*는 정점 5와 정점 7에서 각각 305개체/m², 365개체/m²의 상대적으로 높은 서식밀도를 보였다. 제3, 제4 우점종인 *Heteromastus filiformis*와 *Lumbrineris longifolia*는 거의 모든 정점에서 낮은 서식밀도를 보이며 출현하고 있다.

2007년 11월에 채집된 우점 저서다모류 중 상위 4개종의 서식밀도 분포를 살펴보면 그림 2-3-1-105와 같다. 제1우점종인 *Aricidea* spp.는 안도 인근의 정점 18에서 470으로 상대적으로 높은 서식밀도를 보였다. 그 외 제2, 제3, 제4 우점종인 *Heteromastus filiformis*, *Sternaspis scutata*, *Terebellidae* indet.는 특징적으로 우점 출현하는 정점이 없이 대부분의 정점들에서 낮은 서식밀도를 보이고 있다.

상위 4개 우점종의 분포 패턴을 살펴보면 조사 시기에 따라 약간의 차이는 있으나, 우점종들이 특징적으로 대량 출현 분포하는 정점은 거의 없고, 대부분의 정점에서 고르게 출현하고 있다.

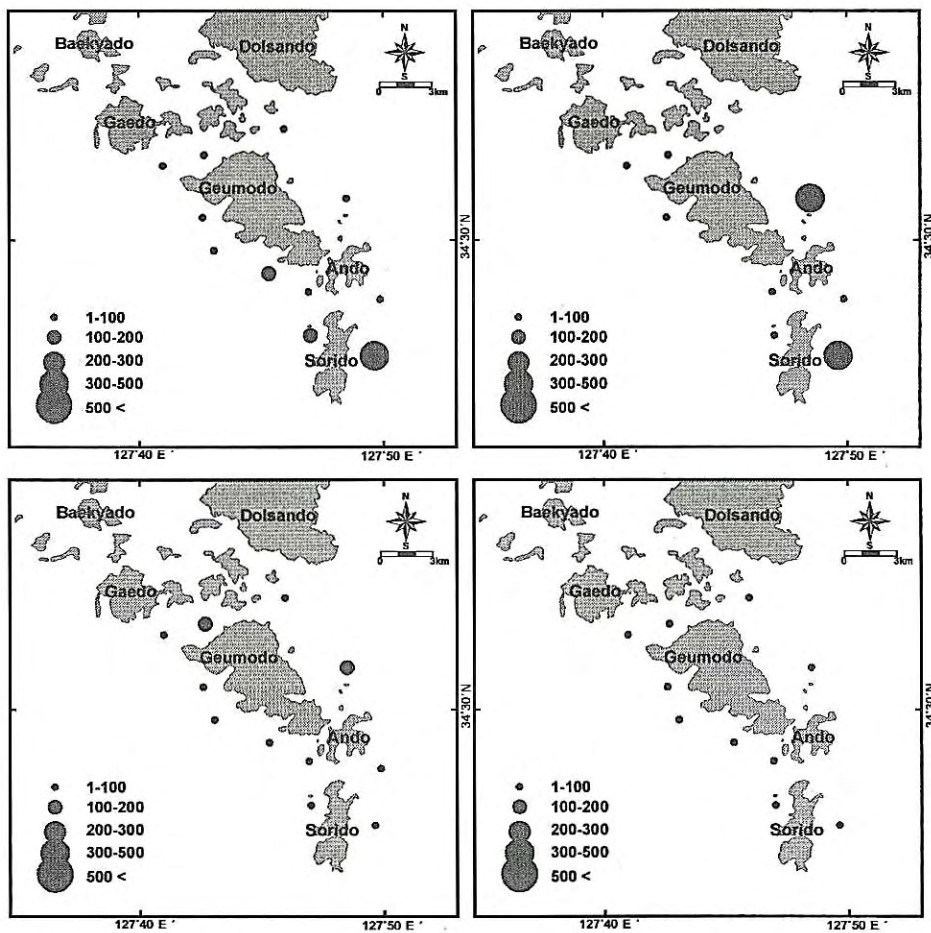


그림 2-3-1-104. 2007년 9월 조사해역 내 우점 저서다모류의 서식밀도(개체수/m²) 분포.
 (좌상) *Sternaspis scutata*, (우상) *Magelona japonica*,
 (좌하) *Heteromastus filiformis*, (우하) *Lumbrineris longifolia*

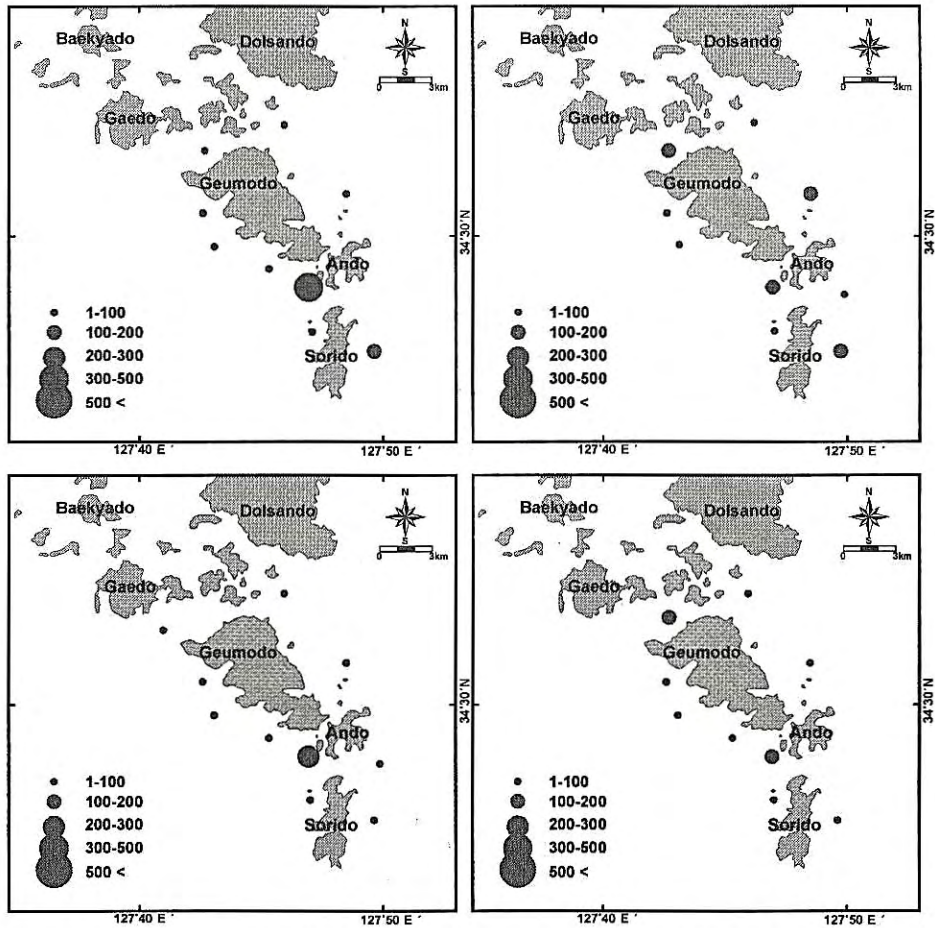


그림 2-1-105. 2007년 11월 조사해역 내 우점 저서다모류의 서식밀도(개체수/m²) 분포.
 (좌상) *Aricidea* spp., (우상) *Heteromastus filiformis*,
 (좌하) *Sternaspis scutata*, (우하) *Terebellidae* indet.

라) 저서다모류군집의 생태지수

2007년 9월에 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 자료에 기초하여 정점별 생태지수를 계산한 결과는 표 2-3-1-80과 같다. 종다양성지수(H')는 평균 2.091±0.50, 종풍부도지수(R)는 3.80±1.35, 종균등도지수(J)는 0.76±0.11, 우점도지수(D)는 0.54±0.17이었다. 전반적으로 생태지수의 편차가 큰 것으로 나타났는데, 이는 정점간 종조성의 차이가 심하기 때문이다. 정점 18에서 종풍부도지수가 6.18로 매우 높은 값을 보이고 있는데, 이는 이 정점에서 저서다모류 출현종수가 많았기 때문이다. 따라서 다양도지수도 상대적으로 가장 높은 값을 보이고, 우점도지수는 가장 낮은 값을 보이고 있다.

2007년 11월에 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 자료에 기초하여 정점별 생태지수를 계산한 결과는 표 2-3-1-81과 같다. 종다양성지수(H')는 평균 2.24±0.55, 종풍부도지수(R)는 3.99±1.07, 종균등도지수(J)는 0.84±0.10, 우점도지수(D)는 0.46±0.10이었다. 전반적인 생태지수 현황은 2007년 9월에 비하여 다양도지수, 풍부도지수, 균등도지수는 상대적으로 높은 값을, 우점도지수는 낮은 값을 보였다. 이는 9월과는 달리 대부분의 정점들에서 9월에 비해 상대적으로 출현종수가 높은 값을 기록하고 있기 때문이다.

표 2-3-1-80. 2007년 9월 저서다모류군집의 정점별 생태지수

ST	H'	R	J	D
5	1.79	4.11	0.57	0.70
7	1.98	3.90	0.65	0.66
8	2.59	4.52	0.83	0.38
11	2.22	4.92	0.70	0.58
12	1.48	1.76	0.82	0.71
14	2.66	5.08	0.89	0.36
15	2.27	3.27	0.91	0.34
17	1.68	2.80	0.68	0.65
18	2.89	6.18	0.86	0.28
20	2.02	3.34	0.77	0.53
21	1.36	1.94	0.70	0.73
평균	2.09	3.80	0.76	0.54
표준편차	0.50	1.35	0.11	0.17

표 2-3-1-81. 2007년 11월 저서다모류군집의 정점별 생태지수

ST	H'	R	J	D
5	2.30	4.27	0.75	0.42
7	2.59	4.84	0.82	0.43
8	2.86	5.98	0.85	0.34
11	2.18	3.95	0.73	0.48
12	2.43	4.00	0.90	0.39
14	2.55	4.39	0.88	0.33
15	2.65	4.66	0.93	0.29
17	2.24	3.41	0.97	0.29
18	2.13	3.69	0.69	0.50
20	2.32	3.73	0.84	0.43
21	1.92	3.54	0.71	0.58
22	0.69	1.44	1.00	1.00
평균	2.24	3.99	0.84	0.46
표준편차	0.55	1.07	0.10	0.19

마) 저서다모류군집 군집분석

조사해역에서 채집된 저서다모류의 종조성에 의거하여 집괴분석을 실시한 결과 작성한 수지도는 그림 2-3-1-106과 그림 2-3-1-107과 같다. 2007년 9월의 경우(그림 2-3-1-106, 그림 2-3-1-108), 안도 동쪽의 정점 21(정점군 C)을 제외할 경우 조사 해역은 유사도지수 40 정도의 수준에서 크게 2개의 정점군으로 나눌 수 있었다. 즉 금오도, 소리도 동쪽 해역에 위치하는 정점군(정점군 B)과 서쪽 해역에 위치하는 정점군(정점군 A)으로 대별할 수 있었다.

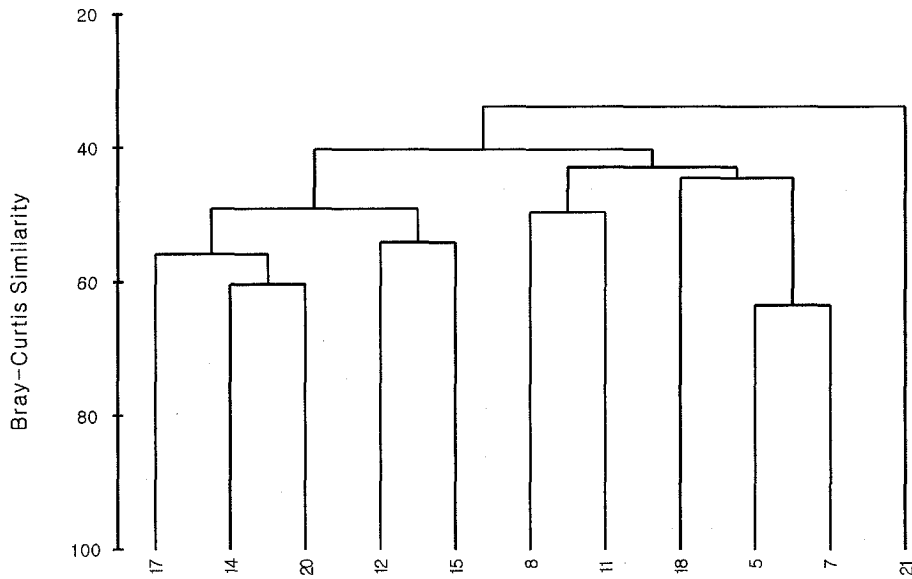


그림 2-3-1-106. 2007년 9월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 수지도.

2007년 11월의 경우(그림 2-3-1-107, 그림 2-3-1-109), 9월과는 달리 정점군이 매우 복잡하게 나뉘었다. 즉, 소리도 남쪽의 정점 22는 완전히 다른 특성을 보이는 정점군(정점군 D)이었고, 이를 제외할 경우 유사도 40 정도의 수준에서 3개의 정점군으로 대별되었다. 대체적으로 많은 정점들이 동일한 정점군(정점군 B)으로 묶였으나, 금오도와 개도, 화태도 사이의 수로 지역에 위치하는 정점들이 서로 다른 특성을 보이는 것으로 나타났다.

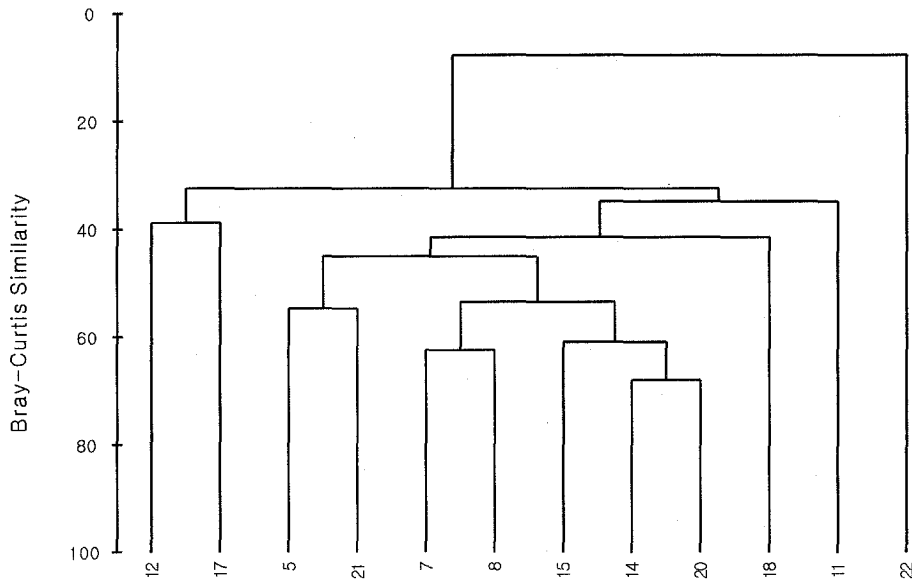


그림 2-3-1-107. 2007년 11월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 수지도.

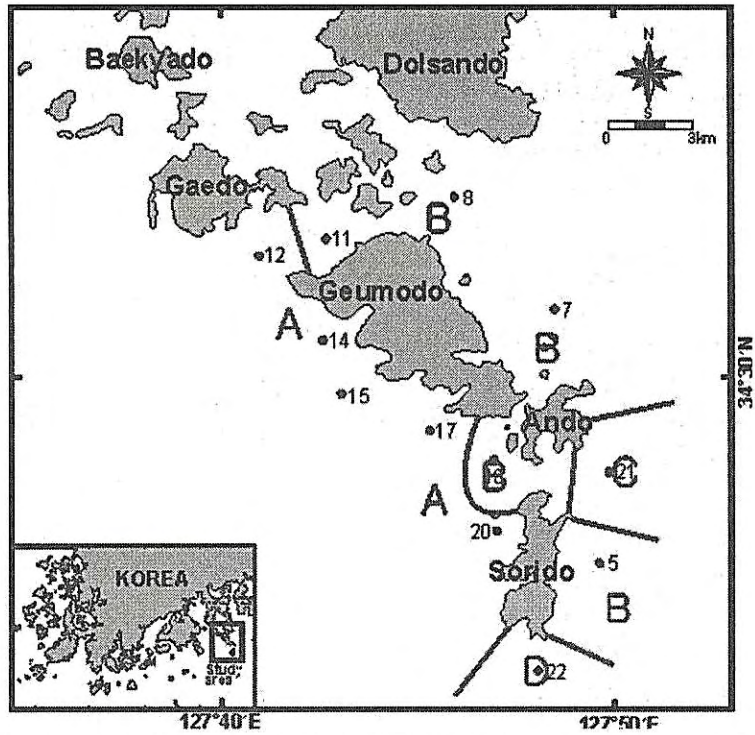


그림 2-3-1-108. 2007년 9월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 정점군 분포도.

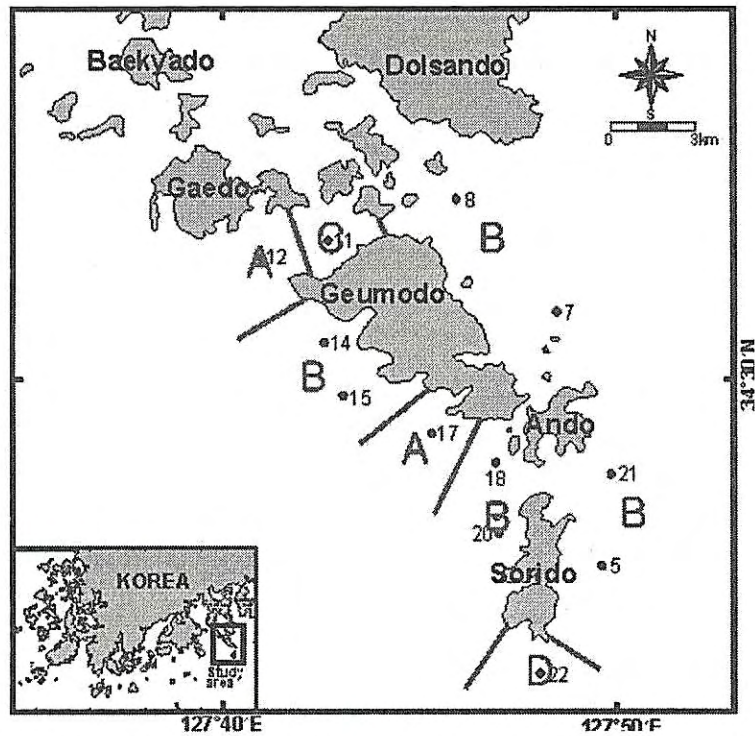


그림 2-3-1-109. 2007년 11월 조사해역에서 채집된 저서다모류군집 종조성에 의거한 집괴분석 결과 정점군 분포도.

4) 결론

2007년 9월과 11월의 2회에 걸쳐서 금오도-소리도 인근의 바다목장 사업 예정 해역에서 대형저서동물상을 조사하였다. 2007년 9월에는 전체 저서동물의 평균 서식밀도는 667개체/m² 이었으며, 가장 우점 출현한 동물군은 다모류(Polychaeta)로서 전체 출현동물의 개체수 중 62.6%(418개체/m²)를 차지하였다. 2007년 11월에는 전체 저서동물의 평균 서식밀도는 717개체/m² 이었으며, 역시 다모류(Polychaeta)가 가장 우점 출현한 동물군이었고 전체 출현동물의 개체수 중 59.2%(424개체/m²)를 차지하였다.

대형저서동물의 서식밀도는 대체적으로 금오도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 높았으며, 안도 동쪽 해역에 위치한 정점(정점 18)에서 2회 조사 모두 저서동물의 서식밀도가 가장 높았다. 저서다모류의 서식밀도 역시 금오도 동쪽 해역이 서쪽 해역보다 높은 경향을 보였다.

2007년 2회 조사 결과 조사시기에 따라 우점종의 종류와 중요도가 약간씩 차이가 나고 있으며, 2회 조사 모두 우점 출현하는 종은 *Heteromastus filiformis*, *Sternaspis scutata*, *Terebellidae* indet. 이었다. 우점종으로 보았을 때, 일반적으로 한국 연안에서 우점 출현하는 기회주의 종들의 점유율이 낮고, 비교적 청정해역에서 주로 서식하는 종들이 다수 출현하며, 소수 종의 극우점 현상이 나타나지 않는 것으로 보아 본 조사 해역은 한국 연안역의 일반적인 상황과는 달리 비교적 청정한 상태를 유지하고 있는 것으로 보인다.

저서다모류군집의 종조성에 의거한 집괴분석 결과, 2회 조사에서 약간의 차이를 보이기는 하나 대체적으로 금오도-안도-소리도 동쪽에 위치한 정점들과 서쪽에 위치한 정점들이 서로 다른 정점군으로 나타나는 것으로 보아 군집 종조성의 차이가 있는 것으로 판단된다.

아. 어류, 어란 및 자치어

1) 서론

금오도는 우리나라의 남해 중앙에 위치하고 있는 도서로서 면적이 26.99km² 이고, 주변에 유인도 10곳, 무인도가 21곳으로 계절에 따라 대마난류, 중국대륙 연안수 등 다양한 수괴의 영향을 받는 곳으로 어족 번식상 최적의 해양환경을 갖추고 있어 다양한 종류의 어류가 서식, 분포하는 천해의 어장이다.

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 되며, 일반적으로 연급군의 강도는 초기 성장단계의 기아나 포식 정도에 의해서 결정된다(김, 1991). 그래서 성장초기에는 사망률이 무척 높고 환경의 영향을 많이 받기 때문에, 성어로 가입되는 양은 해황 및 환경변화에 따라 매년 변화한다(Hjort, 1926; Saville and Schnack, 1981). 따라서 초기 감모율이 높은 난기와 자치어기의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입량 변동을 예측하기 위한 기초 자료로 매우 중요하다.

우리나라에서는 1970년부터 부유성난 및 자치어 분포에 관한 연구가 시작된 이후(임 등, 1970), 제주도 북방 함덕 연안(고 등, 1991), 월성주변 해역(차 등, 1991), 여자만(유 등, 1993), 군산 연안(유·최, 1993), 남해 창선 해협(김, 1993), 광양만(차·박, 1994), 한국 동해남부 해역(김·강, 1995), 광양만 묘도 해역(한 등, 1998), 완도 보길도 연안(한, 1999), 여수 가막만 연안(한, 1999), 전남 강진만 연안(박, 2002), 고흥 녹동 연안(신, 2002) 및 진도 연안(임, 2002) 등의 주로 만이나 부분적인 연안과 해역을 중심으로 이루어지고 있다.

어류상에 관한 연구는 여수 돌산도 연안(신, 2001), 거문도 주변 해역(추, 2001), 전남 강진만 연안(나, 2002), 광양만 묘도 해역(한 등, 1998) 및 광양만(오, 2003) 등의 주로 만이나 부분적인 연안과 해역을 중심으로 이루어지고 있다.

본 연구는 전라남도 여수시 금오도 연안에 출현하는 어류의 자원생물학적 연구와 바다목장화 기초연구의 일환으로 표준네트로 채집되는 어류의 어란 및 자치어 분포 특징 및 종조성과 정점별 어류의 군집 구조를 분석하였다.

2) 재료 및 방법

본 연구를 위하여 여수시 금오도 연안 해역에 3개의 정점을 정하여 2007년 9월부터 2007년 11월까지 총 2회 조사를 실시하였다(그림 2-3-1-119).

가) 어란 및 자치어

어란 및 자치어의 채집은 RN 80Net (망구 직경 80cm, 측장 320cm, 망목 0.34mm)를 사용하였고, 정량적 분석을 위하여 네트의 입구에 유량계(General oceanics. Inc.)를 부착하였으며, 예망 속도는 약 1Knot로 10분간 예망하였다.

채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson (1977)에 따랐으며, 채집한 표본은 선상에서 10% 중성 포르말린으로 고정된 후 실험실에서 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 채집된 종의 분류는 Okiyama (1988)에 따랐으며, *Scartella cristata*의 국명은 한과 황(2003)에 따랐다.

나) 어류상 조사

소형 Trawl 어망의 규격은 전개그물 길이 12m, 고기가 들어가게 하여 잡는 끝그물의 길이 8 m로서 전체 그물의 길이는 20m이고, 그물의 전개범위는 3.0×1.5m이며, 그물코의 크기는 14절 그물을 사용하였다. 그리고 어망의 예인속도는 1Knot였다.

어류의 1회 채집면적은 1,390m²이었고, 채집 정리된 출현량은 1,000m²로 환산하였으며, 조사된 재료는 조사 시기별로 평균하여 정리하였다.

어획된 종의 분류는 정(1977), 김(1981), 김 등(2002)에 따랐으며, 분류체계 및 학명은 Nelson (1994)과 한국동물분류학회(1997)에 따랐다.

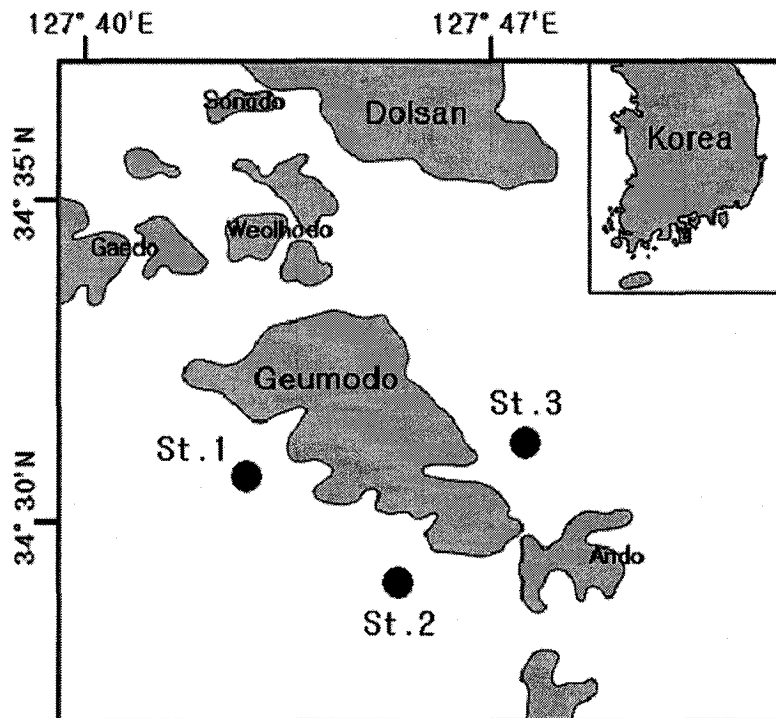


그림 2-3-1-110. 어류, 어란 및 자치어 조사정점.

3) 결과 및 토의

가) 어란 및 자치어

본 조사 해역인 여수시 금오도 연안에 출현한 부유성난은 멸치, 전어, 정어리, 청보리멸, 주둥치, 노랑촉수, 망둑어과 어류 및 기타 등 총 8개 분류군으로 분류되었다(표 2-3-1-82).

금오도 연안에서 부유성난의 총출현량은 8,428립/1,000m³이며, 그 중 멸치난이 5,622립/1,000m³으로 총출현량의 66.7%를 차지하여 가장 우점하였다.

조사기간 동안 출현한 부유성난을 살펴보면 2월에는 총 1개 분류군 19립/1,000m³으로 기타 난이 출현하였다. 5월에는 총 7개 분류군 6,293립/1,000m³이 출현하였고, 그 중 멸치난이 4,137립/1,000m³이 출현하여 출현량의 65.7%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치난이 1,392립/1,000m³으로 22.1%를 차지하였다. 7월에는 총 6개 분류군 1,947립/1,000m³이 출현하였고, 그 중 멸치난이 1,325립/1,000m³이 출현하여 출현량의 68.1%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치난이 452립/1,000m³으로 23.2%를 차지하였다. 9월에는 총 2개 분류군 157립/1,000m³이 출현하였고, 그 중 멸치난이 152립/1,000m³이 출현하여 출현량의 96.8%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 기타난이 5립/1,000m³으로 3.2%를 차지하였다. 11월에는 총 2개 분류군 12립/1,000m³이 출현하였고, 그 중 멸치난이 8립/1,000m³이 출현하여 출현량의 66.7%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치난이 4립/1,000m³으로 33.3%를 차지하였다.

표 2-3-1-82. 여수 금오도 연안의 부유성난(ind./1,000m³)

Species	Month	Feb.	May	Jul.	Sep.	Nov.	Total	Dominance (%)
	멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		-	4,137	1,325	152	8	5,622
전어 <i>Konosirus punctatus</i>		-	684	113	-	-	797	9.5
정어리 <i>Sardinops melanostictus</i>		-	40	-	-	-	40	0.5
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>		-	25	-	-	-	25	0.3
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>		-	1,392	452	-	-	1,844	21.9
노랑촉수 <i>Upeneus bensasi</i>		-	-	24	-	-	24	0.3
망둑어과 어류 Gobiidae		-	4	31	-	-	35	0.4
Unknown spp.		19	11	2	5	4	41	0.5
Total		19	6,293	1,947	157	12	8,428	100.0
Number of species		1	7	6	2	2		

자치어의 경우, 조사기간 동안 총 3목 11과 13종, 914개체/1,000m³가 출현하였고(표 2-3-1-83), 그 중 멸치 자치어가 299개체/1,000m³으로 출현량의 32.7%를 차지하여 가장 우점하였다.

조사기간 동안 출현한 자치어는 2월에 총 2목 3과 4종, 45개체/1,000m³로 그 중 망둑어과 어류가 14개체/1,000m³로 총 출현량의 31.1%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 쥐노래미와 노래미가 12개체

/1,000m³로 26.7%를 차지하였다. 5월에는 총 3목 9과 9종, 385개체/1,000m³가 출현하였고, 그 중 전어가 213개체/1,000m³가 출현하여 출현량의 55.3%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 멸치가 98개체/1,000m³로 25.5%를 차지하였다. 7월에는 총 3목 8과 9종, 416개체/1,000m³가 출현하였고, 그 중 멸치가 201개체/1,000m³가 출현하여 출현량의 48.3%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 주둥치가 71개체/1,000m³로 17.1%를 차지하였다. 9월에는 총 2목 5과 6종, 19개체/1,000m³가 출현하였고, 그 중 주둥치가 11개체/1,000m³가 출현하여 출현량의 22.4%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 쥐노래미가 9개체/1,000m³로 18.4%를 차지하였다. 11월에는 총 1목 3과 4종, 19개체/1,000m³가 출현하였고, 그 중 멸치가 8개체/1,000m³가 출현하여 출현량의 42.1%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 쥐노래미가 5개체/1,000m³로 26.3%를 차지하였다.

표 2-3-1-83. 여수 금오도 연안의 자치어 분포(ind./1,000m³)

Species	Month					Total	Dominance (%)
	Feb.	May	Jul.	Sep.	Nov.		
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>	-	98	201	-	-	299	32.7
전어 <i>Konosirus punctatus</i>	-	213	47	-	-	260	28.4
볼락 <i>Sebastes inermis</i>	7	3	-	-	-	10	1.1
양태 <i>Platycephalus indicus</i>	-	11	11	4	-	26	2.8
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>	12	-	-	9	8	29	3.2
노래미 <i>Hexagrammos agrammus</i>	12	-	-	8	5	25	2.7
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>	-	-	16	2	-	18	2.0
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>	-	11	71	11	4	97	10.6
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>	-	23	-	-	-	23	2.5
앞동갈베도라치 <i>Omobranchus elegans</i>	-	6	34	-	-	40	4.4
청베도라치 <i>Parablennius yatabei</i>	-	-	3	-	-	3	0.3
동갈양태속어류 <i>Callionymus sp</i>	-	4	5	-	-	9	1.0
망둑어과어류 <i>Gobiidae</i>	14	16	28	15	2	75	8.2
Total	45	385	416	49	19	914	100.0
Number of species	4	9	9	6	4		

나) 어류상

(1) 종조성

금오도 주변에 채집된 어류는 총 1장 8목 31과 47종이 출현하여, 그 중 농어목(Perciformes)이 16과 22종으로 가장 많았고, 다음으로는 쏨뱅이목(Scorpaeniformes)이 5과 8종, 청어목(Clupeiformes)이 3과 7종, 가자미목(Pleuronectiformes)은 3과 5종으로 이들 4목이 포함된 어류가 42종으로 전체 개체수의 89.4%를 차지하여 가장 우점하는 목들로 나타났으며, 과별로는 멸치과(Engraulidae)가 5종이 출현하였고, 망둑어과(Gobiidae)는 4종이 출현하였다(표 2-3-1-84).

표 2-3-1-84. 여수 금오도 연안의 저인망에 의해 채집된 어류의 분류군

Class	Orders	Families	Species
Actinopterygii	Anguilliformes	1	1
	Clupeiformes	3	7
	Lophiiformes	1	2
	Mugiliformes	1	1
	Scorpaeniformes	5	8
	Perciformes	16	22
	Pleuronectiformes	3	5
	Tetraodontiformes	1	1
1	8	31	47

금오도 주변의 어류 종조성은 표 2-3-1-85와 같이, 조사기간 동안 총 8목 31과 47종, 798개체가 출현하였고, 조사시기별로는 2월에 총 5목 11과 12종, 129개체로 나타났다. 그 중 멸치가 23개체로 출현개체수 중 17.8%로 가장 우점한 종으로 나타났고, 다음으로 주둥치가 22개체로 17.1%, 도화망둑이 19개체로 14.7%를 차지하였다. 5월에는 총 6목 13과 21종, 150개체로 나타났고, 그 중 주둥치가 21개체가 출현하여, 출현개체수의 14.0%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 멸치가 19개체로 12.7%, 전어가 18개체로 12.0%를 차지하였다. 7월에는 총 7목 24과 35종, 236개체로 나타났고, 그 중 주둥치가 37개체로 출현개체수 중 15.7%로 가장 우점하였으며, 다음으로 전어가 23개체로 9.7%를 차지하였다. 9월에는 총 5목 20과 22종, 160개체로 나타났고, 그 중 전갱이가 26개체로 출현개체수 중 16.3%로 가장 우점하였으며, 다음으로 주둥치가 24개체로 15.0%를 차지하였다. 11월에는 총 8목 18과 21종, 123개체로 나타났고, 그 중 전어가 26개체로 출현개체수 중 21.1%로 가장 우점하였으며, 다음으로 갈치가 17개체로 13.8%를 차지하였다.

표 2-3-1-85. 여수 금오도 연안의 계절별 어류분포

Species	Month					Total	Dominance (%)
	Feb.	May	Jul.	Sep.	Nov.		
붕장어 <i>Conger myriaster</i>	6	4	9	5	5	29	3.6
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>	23	19	12	-	-	54	6.8
반지 <i>Setipinna taty</i>	-	8	3	-	-	11	1.4
폴반지 <i>Thryssa hamiltoni</i>	-	7	-	-	-	7	0.9
청멸 <i>Thryssa kammalensis</i>	-	5	3	-	-	8	1.0
준치 <i>Ilisha elongata</i>	18	3	1	-	-	22	2.8
전어 <i>Konosirus punctatus</i>	8	18	23	18	26	93	11.7
정어리 <i>Sardinops melanostictus</i>	-	6	1	-	-	7	0.9
황아귀 <i>Lophius litulon</i>	-	-	-	-	2	2	0.3
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>	-	-	2	-	2	4	0.5
송어 <i>Mugil cephalus</i>	-	-	-	1	2	3	0.4
볼락 <i>Sebastes inermis</i>	4	-	6	-	-	10	1.3
조피볼락 <i>Sebastes schlegeli</i>	-	-	14	14	11	39	4.9
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>	-	-	3	-	-	3	0.4
밑달갱이 <i>Sepuidotrigla abyssalis</i>	-	-	5	-	-	5	0.6
양태 <i>Platycephalus indicus</i>	-	9	6	4	10	29	3.6
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>	1	6	8	-	4	19	2.4
노래미 <i>Hexagrammos agrammus</i>	-	8	-	5	13	26	3.3
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>	7	-	-	-	3	10	1.3
농어 <i>Lateolabrax japonicus</i>	-	-	12	10	2	24	3.0
점농어 <i>Lateolabrax maculatus</i>	-	-	-	17	3	20	2.5
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>	-	-	-	6	-	6	0.8
보리멸 <i>Sillago sihama</i>	-	-	6	1	-	7	0.9
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>	-	-	-	26	4	30	3.8
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>	22	21	37	24	6	110	13.8
균평선이 <i>Hapalogenys mucronatus</i>	-	-	3	-	-	3	0.4
감성돔 <i>Acanthopagrus schlegeli</i>	-	-	5	6	1	12	1.5
보구치 <i>Argyrosomus argentatus</i>	-	-	3	2	1	6	0.8
민태 <i>Johnius grypotus</i>	-	3	6	-	-	9	1.1
돌돔 <i>Oplegnathus fasciatus</i>	-	-	-	-	3	3	0.4
망상어 <i>Ditrema temmincki</i>	-	-	2	1	-	3	0.4
청베도라치 <i>Parablennius yatabei</i>	-	-	3	-	-	3	0.4
비단망둑 <i>Istigobius hoshinonis</i>	-	6	12	-	-	18	2.3
빨갱이 <i>Ctenotrypauchen icrocephalus</i>	-	-	2	-	-	2	0.3
도화망둑 <i>Chaeturichthys hexanema</i>	19	-	1	2	5	27	3.4
실망둑 <i>Cryptocentrus filifer</i>	-	8	2	1	-	11	1.4
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>	-	1	-	1	-	2	0.3
갈치 <i>Trichiurus japonicus</i>	-	4	7	3	17	31	3.9
고등어 <i>Scomber japonicus</i>	-	-	-	7	-	7	0.9
병어 <i>Pampus argenteus</i>	-	-	11	-	-	11	1.4
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>	-	-	-	3	-	3	0.4
넙치 <i>Paralichthys olivaceus</i>	7	-	3	-	-	10	1.3
문치가자미 <i>Limanda yokohamae</i>	9	-	10	-	1	20	2.5
도다리 <i>Pleronichthys cornutus</i>	5	-	6	-	-	11	1.4
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>	-	6	2	-	-	8	1.0
참서대 <i>Cynoglossus interruptus</i>	-	3	3	-	-	6	0.8
복섬 <i>Takifugu niphobles</i>	-	5	4	3	2	14	1.8
Total	129	150	236	160	123	798	100
No. of species	12	21	34	22	21	47	

정점별로는 St. 1에서 총 9목 29과 42종 304개체가 출현하여 전체 개체수의 38.1%를 차지하였다(표 2-3-1-86). 그 중 전어가 58개체로 St. 1에서 출현개체수의 19.1%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치가 47개체로 15.5%를 차지하여 우점하였다. St. 2에서는 총 6목 25과 36종, 270개체가 출현하여 개체수의 33.8%를 차지하였다. 그 중 주둥치가 37개체로 St. 2에서 출현한 개체수의 13.7%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 전어가 25개체로 9.3%를 차지하여 우점하였다. St. 3에서는 총 7목 26과 35종, 224개체가 출현하여 개체수의 28.1%를 차지하였다. 그 중 주둥치가 26개체로 St. 3에서 출현한 개체수의 11.6%를 차지하여 가장 우점하였고 다음으로 조피볼락이 23개체로 10.3%를 차지하여 우점하였다.

표 2-3-1-86. 여수 금오도 연안의 정점별 어류분포

Species	Station			Total	Dominance (%)
	St. 1	St. 2	St. 3		
붕장어 <i>Conger myriaster</i>	9	6	14	29	3.6
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>	24	19	11	54	6.8
반지 <i>Setipinna taty</i>	3	2	6	11	1.4
폴반지 <i>Thryssa hamiltoni</i>	2	4	1	7	0.9
청멸 <i>Thryssa kammalensis</i>	2	5	1	8	1.0
준치 <i>Ilisha elongata</i>	4	10	8	22	2.8
전어 <i>Konosirus punctatus</i>	58	25	10	93	11.7
정어리 <i>Sardinops melanostictus</i>	5	0	2	7	0.9
황아귀 <i>Lophius litulon</i>	1	0	1	2	0.3
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>	3	0	1	4	0.5
승어 <i>Mugil cephalus</i>	3	0	0	3	0.4
볼락 <i>Sebastes inermis</i>	1	5	4	10	1.3
조피볼락 <i>Sebastes schlegeli</i>	6	10	23	39	4.9
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>	2	1	0	3	0.4
밑달갱이 <i>Sepioidotrigla abyssalis</i>	3	2	0	5	0.6
양태 <i>Platycephalus indicus</i>	12	7	10	29	3.6
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>	10	4	5	19	2.4
노래미 <i>Hexagrammos agrammus</i>	15	9	2	26	3.3
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>	2	8	0	10	1.3
농어 <i>Lateolabrax japonicus</i>	8	10	6	24	3.0
점농어 <i>Lateolabrax? maculatus</i>	6	5	9	20	2.5
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>	2	2	2	6	0.8
보리멸 <i>Sillago sihama</i>	4	2	1	7	0.9
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>	14	6	10	30	3.8
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>	47	37	26	110	13.8
균평선이 <i>Hapalogenys mucronatus</i>	1	0	2	3	0.4
감성돔 <i>Acanthopagrus schlegeli</i>	5	7	0	12	1.5
보구치 <i>Argyrosomus argentatus</i>	1	0	5	6	0.8
민태 <i>Johnius grypotus</i>	3	4	2	9	1.1
돌돔 <i>Oplegnathus fasciatus</i>	1	0	2	3	0.4
망상어 <i>Ditrema temmincki</i>	0	0	3	3	0.4
청베도라치 <i>Parablennius yatabei</i>	2	0	1	3	0.4

표 2-3-1-86에서 계속

Species	Station			Total	Dominance (%)
	St. 1	St. 2	St. 3		
비단망둑 <i>Istigobius hoshinonis</i>	5	2	11	18	2.3
빨갱이 <i>Ctenotrypauchen icrocephalus</i>	0	0	2	2	0.3
도화망둑 <i>Chaeturichthys hexanema</i>	5	14	8	27	3.4
실망둑 <i>Cryptocentrus filifer</i>	1	8	2	11	1.4
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>	0	2	0	2	0.3
갈치 <i>Trichiurus japonicus</i>	6	15	10	31	3.9
고등어 <i>Scomber japonicus</i>	3	3	1	7	0.9
병어 <i>Pampus argenteus</i>	0	8	3	11	1.4
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>	2	0	1	3	0.4
넙치 <i>Paralichthys olivaceus</i>	4	3	3	10	1.3
문치가자미 <i>Limanda yokohamae</i>	4	6	10	20	2.5
도다리 <i>Pleronichthys cornutus</i>	5	4	2	11	1.4
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>	2	6	0	8	1.0
참서대 <i>Cynoglossus interruptus</i>	0	4	2	6	0.8
복섬 <i>Takifugu niphobles</i>	8	5	1	14	1.8
Total	304	270	224	798	100
No. of species	42	36	40	47	

2) 군집구조

조사지역의 생물학적 특성인 계절별 종다양도, 균등도, 우점도 지수는 그림 2-3-1-111과 같다. 종다양도 지수는 7월에 3.1746으로 가장 높게 나타났고, 2월에는 2.2545로 가장 낮게 나타났다. 균등도 지수는 5월에 0.9265로 가장 높게 나타났고, 9월에는 0.8522로 가장 낮게 나타났다. 우점도 지수는 11월에 0.3496으로 가장 높게 나타났고, 7월에는 0.2542로 가장 낮게 나타났다. 이는 종다양도 지수와 균등도 지수와는 반대의 경향을 보였다.

조사시기별 군집의 유사도를 보면 9월과 11월에는 출현종들이 유사하여, 상대거리차가 0.016으로 가장 작은 군집상을 보였다. 또한 5월과 7월에도 상대거리차가 0.105로 작은 군집상을 보였다. 그러나 2월과 5월은 우점종과 출현종이 유사하지 않아 상대거리차가 0.419로 군집상에 차이가 크게 나타났다(그림 2-3-1-112). 정점별 종 다양도 지수는 St. 3에서 3.2617로 가장 높게 나타났고, St. 1은 3.0798로 가장 낮게 나타났다.

균등도 지수는 St. 2에서 0.9097로 가장 높게 나타났고, St. 1은 0.8240으로 가장 낮게 나타났다.

우점도 지수는 St. 1에서 0.3454로 가장 높게 나타났고, St. 3에서 0.2188로 가장 낮게 나타났다.

이는 다양도 지수와 균등도 지수와는 반대되는 경향을 보였다(그림 2-3-1-113).

정점별 군집의 유사도는 St. 1과 St. 3의 상대거리차가 0.002로 매우 유사한 군집구조를 보였고, 이 시기에 우점한 어종은 멸치, 전어 주둥치 등으로 나타났다. 그러나 St. 1과 St. 2는 상대거리차가 0.062로 출현종이 유사하지 않아 군집상의 차이가 크게 나타났다(그림 2-3-1-114).

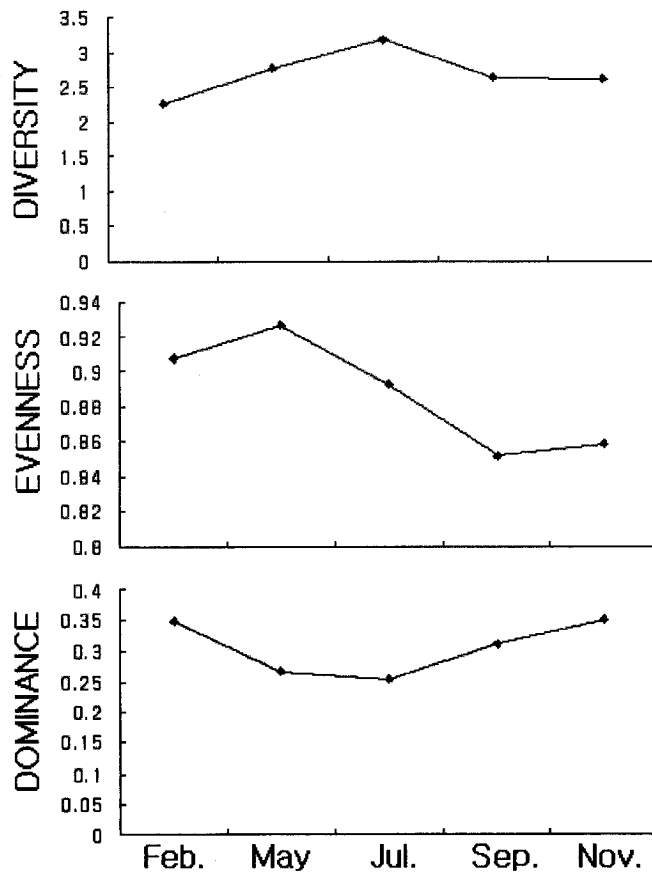


그림 2-3-1-111. 여수 금오도연안 어류의 월별 다양도, 균등도 그리고 우점도 지수.

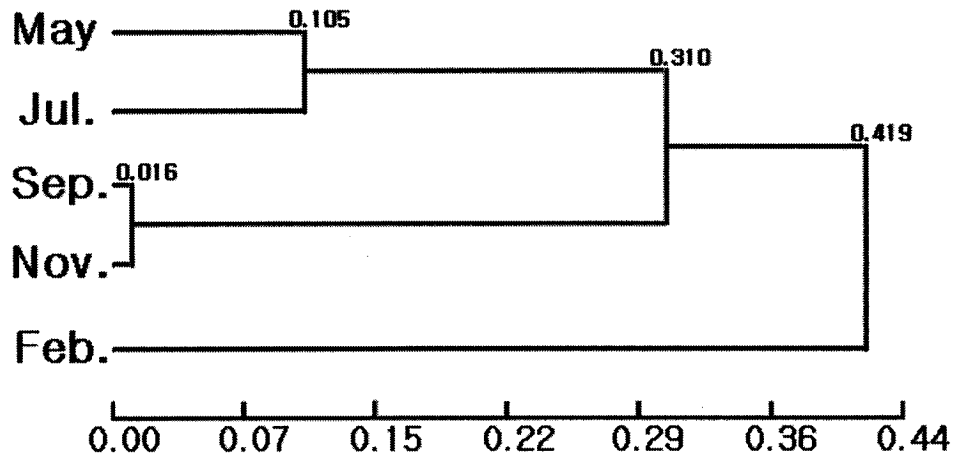


그림 2-3-1-112. 여수 금오도 연안 어류의 월별 유사도.

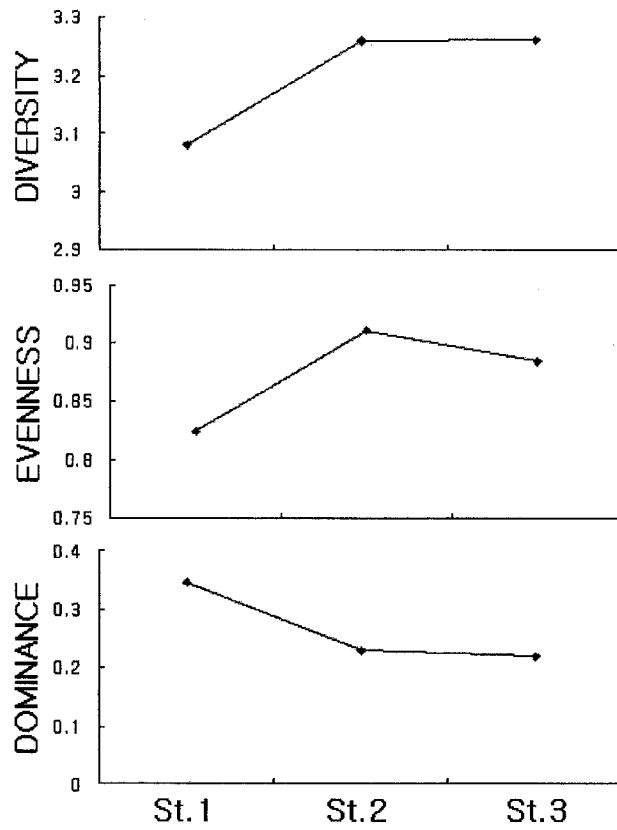


그림 2-3-1-113. 여수 금오도연안 어류의 정점별 다양도, 균등도 그리고 우점도 지수.

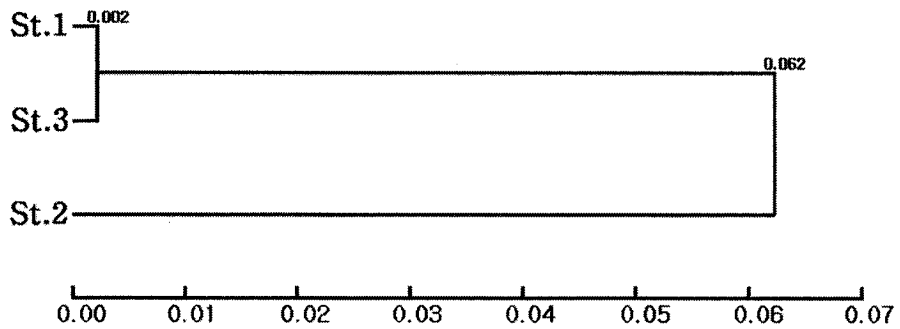


그림 2-3-1-114. 여수 금오도 연안 어류의 정점별 유사도.

4) 요약 및 결론

본 연구는 여수시 금오도 연안 해역에 3개의 정점을 정하여 2007년 2월부터 2007년 11월까지 총 5회에 걸쳐 부유성난 및 자치어, 어류상을 조사한 결과로, 부유성난은 멸치, 전어, 정어리, 청보리멸, 주둥치, 노랑측수, 망둑어과 어류 및 기타 등 총 8개 분류군으로 분류되었다.

금오도 연안에서 부유성난의 총출현량은 8,428립/1,000m³이며, 그 중 멸치난이 5,622립/1,000m³으로 총출현량의 66.7%를 차지하여 가장 우점하였다.

자치어의 경우, 조사기간 동안 총 3목 11과 13종, 914개체/1,000m³가 출현하였고, 그 중 멸치 자치어가 299개체/1,000m³으로 출현량의 32.7%를 차지하여 가장 우점하였다.

금오도 주변에 채집된 어류는 총 1장 8목 31과 47종이 출현하여, 그 중 농어목이 16과 22종으로 가장 많았고, 과별로는 멸치과가 5종으로 가장 많은 종이 출현하였다.

조사지역의 생물학적 특성인 조사시기별 종다양도 지수는 2.2545~3.1746으로 나타났고, 균등도 지수는 0.8522~0.9265로 나타났으며, 우점도 지수는 0.2542~0.3496으로 나타났다. 유사도를 보면 9월과 11월에 상대거리차가 0.016으로 가장 작은 군집상을 보였고, 5월과 7월에도 상대거리차가 0.105로 작은 군집상을 보였다. 그러나 2월과 5월은 우점종과 출현종이 유사하지 않아 상대거리차가 0.419로 군집상에 차이가 크게 나타났다.

5) 참고문헌

- Bilyard, G. R., 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Pollut. Bull.* 18(11), 581-585.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Chihara, M. and M. Murano. 1997. *An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan*. Tokai University Press, Tokyo, 31-483. (in Japanese)
- Cho, C.H., K.Y. Park, H.S. Yang and J.S. Hong, 1982, Eutrophication of shellfish farms in Deukryang and Gamagyang Bays. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 15(3), 233-240.
- Choi, H.G., W.C. Lee, P.J. Kim and P.Y. Lee, 1998, Water and sediment characteristics in the shellfish farms of the western part of Jinhae Bay. *J. Fish. Sci. Tech.* 1(2), 159-167.
- Choi, J.W. and C.H. Koh, 1984. A study on the polychaete community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *J.Oceanol. Sec. Korea*, 1: 153-162.
- Clarke, K.R. and R.M. Warwick, 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, second ed. Primer-E Ltd., 171.
- Cupp, E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of north America. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanogr., Univ. Calif.* 5, 237.
- Daan, N., 1973. A quantitative analysis of the food of North Sea cod (*Gadus morhua*). *Neth. J. Sea Res.* 6, 479-517.
- Dodge, J.D. 1982. *Marine dinoflagellates of the British Isles*. Her Majesty's Office, London. 303.
- Folk, R.L. and W.C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Petol.*, 27, 3-26.
- Hjort, J. 1926. Fructuations in the year classes of important food fishes. *J. Cons. int. Expior. Mer.* 1: 5-38.
- Hong, J.S., 1987. Summer oxygen deficiency and benthic biomass in the Chinhae Bay system, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 22: 246-257.
- Huntly, M. and C. Boyd, 1984. Food limited growth of marine zooplankto. *Am. Mat.*, 124: 455-478.
- Jung, R.H., J.S. Hong and J.H. Lee, 1997. Spatial and seasonal patterns of polychaete community during the reclamation and dredging activities for the construction of the Pohang Steel Company in Kwangyang Bay, Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 30: 730-743.
- Kang, C.K., P.Y. Lee, J.S. Park and P.J. Kim, 1993, On the distribution of organic matter in the nearshore surface sediment of Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 26(6), 557-566.
- KORDI, 1993. An ecological study on the macrozoobenthos in the Chinhae Bay, Korea. KORDI Tech. Rep., BSPE 00314-536-3, 163.(in Korean)
- Lance, G.N. and W.T. Williams, 1967. A general theory for classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. *Computer J.*, 9: 373-380.
- Lee, J.H., 1976. A study on the benthic fauna along the Busan coast. *Publ. Inst. Nat. Fish. Univ., Pusan*, 9: 49-70.
- Lee, J.H., J.S. Hong and S.K. Yi, 1983. Studies on the benthic fauna in Garolim Bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 18: 111-116.

- Lim, H.S., J.G. Je, J.W. Choi and J.H. Lee, 1991. Distribution pattern of the macrozoobenthos at Yoja Bay in summer. *Ocean Res.*, 13: 31-46. (in Korean)
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3: 157-175.
- McIntyre, A. D., 1978. The benthos of the western North Sea. *Rapp. P.-v. R. un Cons. int. Explor. Mer.* 172,405-417.
- McNaughton, S.J., 1968. Structure and function in California grassland. *Ecology*, 49: 962-972.
- Nelson, J. S., 1994. *Fishes of the world* (3rd ed.). New York, John Wiley & Sons,
- Okiama, M.(ed.), 1988. *An atlas of the early stage fishes in Japan*. Tokai University Press., 1154.
- Pearson, T. H. and R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16, 229-311.
- Pianka, E. R., 1973. The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4: 53-74.
- Pielou, E.C., 1966. *An Interduction to Mathematical Ecology*. wiley & Sons, Inc, New York, 286.
- Rhoads, D. C., 1974. Organism-sediment relations on the muddy floor. *Oceanogr. Mar.Biol. Ann. Rev.* 12, 263-300.
- Sanders, H.L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.*, 102: 243-382.
- Saville. A. and D. Schnack, 1981. Some thoughts on the current status of studies of fish egg and larval distribution and abundance. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.*, 178: 153- 157.
- SCOR-Unesco, 1966. Determination of photosynthetic pigments. In "Unesco(ed.), *Determination of photosynthetic pigments in sea water*. Paris", 10-18.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1963. *The Mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, 177.
- Shannon, C.E. and W. Winer. 1963. *The mathematical theory of communication*. Uni. Illinois Press, Urbana, 177.
- Shin, H.C. and C.H. Koh, 1990. Temporal and spatial variation of polychaete community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 25: 205-216.(in Korean)
- Shin, H.C., J.W. Choi and C.H. Koh, 1989. Faunal assemblages of benthic macrofauna in the inter- and subtidal region of the inner Kyeonggi Bay, west coast of Korea. *L. Oceanol. Soc. Korea*, 24: 184-193.
- Shin, H.C., S.S. Choi and C.H. Koh, 1992a. Seasonal and spatial variation of polychaetous community in Youngil Bay, southeastern Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 27: 46-54.(in Korean)
- Shin, H.C., S.G. Kang and C.H. Koh, 1992b. Benthic polychaete community in the southern area of Kyeonggi Bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 27: 164-172.(in Korean)
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Smith, P.E., and S.L. Richardson, 1977. Standard techiques for fish egg and larve surveys. *FAO Fisheries Technical paper NO. 175*, 100.
- Thronsdn, J., 1978. Preservation and storage. In "Sournia, A.(ed). *Phytoplankton manual*. Unesco, Paris", 69-74.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press. Oxford, 858.
- Uye, S., 1982. Length-weight relationships of important zooplankton from the inland sea of Japan. *J. Ocenol. Soc. Japan.*, 38: 149-158.
- Uye, S. and T. Shimazu, 1997. Geographical and seasonal variations in abundance, biomass and

- estimated production rates of meso- and macrozooplankton in the Inland Sea of Japan. J. Ocenogr. Japan, 53: 529-538.
- Yang, D.B. and J.S. Hong, 1988, On the biogeochemical characteristics of surface sediments in Chinhae Bay in september 1983. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 21(4), 195-205.
- Yi, S.K., J.S. Hong and J.H. Lee, 1982. A study on the subtidal benthic community in Ulsan Bay, Korea. *KORDI*, 4: 17-26.(in Korean)
- Yun, S.G., S.H. Huh and S.N. Kwak, 1997. Species composition and seasonal variations of benthic macrofauna in eelgrass, *Zostera marina*, bed. J. *Korean Fish. Soc.*, 30: 744-752.
- 飯塚昭二, 1986, "植物プランクトンの調査-試料採取, 固定, 濃縮, 計數, 同定", in "沿岸環境マニュアル(底質・生物編), 恒星社厚生閣, 東京", 144-147.
- 沖山宗雄. 1988. 日本産稚魚圖鑑. 日本東海大學出版社, 1154.
- 日本水産資源保護協會 編, 1972, 水産環境水質基準(水質資料), 87.
- 日本水産資源保護協會 編, 1980, 新編 水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣, 552.
- 山路勇. 1991. 日本海洋プランクトン圖鑑. 保育社, 大阪, 538.
- 고유봉, 고경민, 김종만, 1991. 제주도 북방 함덕 연안역의仔稚魚 출현. *한국어류학회지*, 3(1): 24- 35.
- 김인옥, 노홍길, 1995. 제주도 주변해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구. *한국수산학회지*, 27: 515-528.
- 김용익, 1981. 한국연근해 어난·치어 도감. 부산수산대학교 해양과학연구소, 109.
- 김용익, 1983. 남해창선해협외의 자치어에 관한 연구. *한국수산학회지*, 16(3): 163-80.
- 김용익, 한경호, 강충배, 고정락, 1994. 고리주변해역의 浮遊性卵과 仔稚魚의 분포. *한수지*, 27(5): 633-642.
- 김진영, 강영실, 1995. 한국 동해남부해역 엘통이 卵·仔魚의 연직 분포. *한국어류학회지*, 7(1): 64-70.
- 나해춘, 2002. 전남 강진만 연안에 분포하는 어류의 종조성 및 계절변동. 여수대학교 수산과학과 석사학위논문, 45.
- 박진우, 2002. 전남 강진만 연안의 부유성난 및 자치어 분포. 여수대학교 수산과학과 석사학위논문, 25.
- 신영호, 2002. 고흥 녹동연안에 분포하는 부유성 난과 자치어의 종조성 및 계절변동. 여수대학교 수산과학과 석사학위논문, 26.
- 신상수, 2001. 여수 돌산도 연안 정치망 어장에 출현한 어류군집의 종조성 및 양적변동, 여수대학교 수산과학과 석사학위논문, 45.
- 양재삼, 최현용, 정해진, 정주영, 박종규, 2000, 전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구: 1. 물리·화학적 특성. *한국해양학회지"바다"*, 5: 16-26.
- 양한섭, 김성수, 김규범. 1995. 득량만 표층수중 영양염류의 시공간적 분포특성 1. 영양염류의 계절변화와 기초생산 제한인자. *한국수산학회지*, 28: 475-488.
- 오성현, 2003. 광양만의 어류 종조성 및 군집구조 변화, 여수대학교 수산과학과 박사학위논문, 220.
- 유봉석, 최 윤, 1993. 군산 연안 어류의 군집 변동. *한국어류학회지*, 5(2): 194-07.
- 유재명, 김 성, 이은경, 1993. 여자만에서 장마에 의한 담수유입이 어란 및 치자어의 출현량에 미치는 영향. *Ocean Research*, 15(1): 37-42.
- 윤양호, 1999a. 득량만 식물플랑크톤 군집의 시·공간적 분포특성. *환경생물*, 17: 481-492.
- 이충렬, 1996. 천수만 어류의 종조성 변화. *한국수산학회지*, 29(1): 71-83.
- 임유운, 2002. 진도 연안에 분포하는 부유성 난과 자치어의 종조성 및 계절변동, 여수대학교 수산과학과 석사학위논문, 27.

- 임주열, 조문규, 이미자, 1970. 한국 근해에 있어서 仔稚魚의 출현분포. 수산자원 조사보고, 8, 7-29.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 서울 727.
- 정해진, 박종규, 최현용, 양재삼, 심재형, 신윤근, 이원호, 김형섭, 조정재, 2000a. 전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구: 2. 1997년도 식물플랑크톤의 시공간적 변화. 한국해양학회지"바다", 5: 27-36.
- 조양기, 김구, 1994. 여름철 남해 저온수의 특성과 기원. 한국해양학회지, 29: 414-421.
- 조현서, 유영석, 이규형, 1994. 가막만 수질 및 저질 환경의 계절별 변동특성. 여수대학교 수산과학연구소 연구보고, 3, 21-33.
- 차성식, 박광재, 1994. 광양만 浮遊性卵·仔稚魚의 분포. 한국어류학회지, 6(1): 60-70.
- 차성식, 박광재, 유재열, 1991. 월성주변해역의 浮遊性卵과 仔稚魚의 분포. 한국어류학회지, 3(1): 11- 31.
- 추은경, 2001. 거문도주변 해역의 어류 종조성 및 계절변동, 여수대학교 수산과학과 석사학위논문, 59.
- 한경호, 1999. 완도 보길도연안에 분포하는 浮遊性卵 및 仔稚魚, 여수대학교 논문집, 14(2): 547-552.
- 한경호, 1999. 여수 가막만 연안에 출현한 浮遊性卵 및 仔稚魚 분포, 여수대학교 수산과학연구소 연구보고, 8: 111-119.
- 한경호, 윤연미, 양한춘, 1998. 광양만 묘도해역의 어류 군집의 종조성 및 양적변동, 여수대학교 논문집, 13(2): 1025-1046.
- 한경호, 황동식, 2003. *Scartella cristata*(갈기베도라치: 국명신칭) 자치어의 형태발달, 한국어류학회지, 15(1) 인쇄중.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집(곤충제외). 한국동물분류학회편, 489.
- 해양연구소, 1993. 해양저서생물상에 의한 환경평가-해양환경관리기술 보고서. 환경처, 과학기술처, 95.
- 해양연구소, 1994. 해양저서생물상에 의한 환경평가-해양환경관리기술 보고서. 환경처, 과학기술처, 244.
- 해양연구소, 1995. 해양저서생물상에 의한 환경평가-해양환경관리기술 보고서. 환경부, 과학기술처, 339.

2. 생태계 모델

가. 서론

전남 바다목장 사업의 목적은 어장조성 및 자원조성 기술을 이용하여 대상해역의 수산생물자원의 생산성을 높이고, 증가된 수산생물자원을 높은 수준에서 지속적으로 유지·이용하는 것이라 할 수 있다. 그리고 이러한 전남 바다목장의 대상자원들은 해양생태계의 일부를 구성하는 생물로서, 다른 여러 해양생물들과 생태학적인 상호작용을 하면서 생태계 내에 서식한다. 그러므로 대상자원들의 합리적인 관리를 위해서는 전남 바다목장 내 서식생물군의 생태학적 구조와 생물군간의 역학 메커니즘을 구명하고 대상 생물자원의 이용이 바다목장 생태계의 구조와 기능에 미치는 영향을 먼저 이해해야한다.

따라서, 본 연구의 최종목표는 생태계 모델에 의한 바다목장 해역의 생태학적 구조를 파악하고 목장 조성에 따르는 생태계 구조 변화와 어업자원 변동을 예측함으로써 효율적인 자원을 이용하고 관리할 수 있는 시스템을 구축하고자 함에 있다. 금년도 연구에서는 전년도 연구에서 수행하였던 생태계 입력파라미터 기초 자료를 비교 분석하였으며, 현장해역을 고려하여 입력파라미터를 검토하고 보정하였다. 또한 생태계 모델 출력추정치들의 관리기준점 활용방안을 위해 전남 바다목장 생태계를 구성하는 생물군의 영양단계 추정 및 생태계 구조를 파악하였고, 생태계 모델을 사용하여 바다목장 조성으로 인해 전남 바다목장 생태계에 어떠한 변화가 있었는지를 분석하기 위해 전남 바다목장 조성 이전(1998~2001)과 조성 이후(2003~2006)로 구분하여 수행하였다.

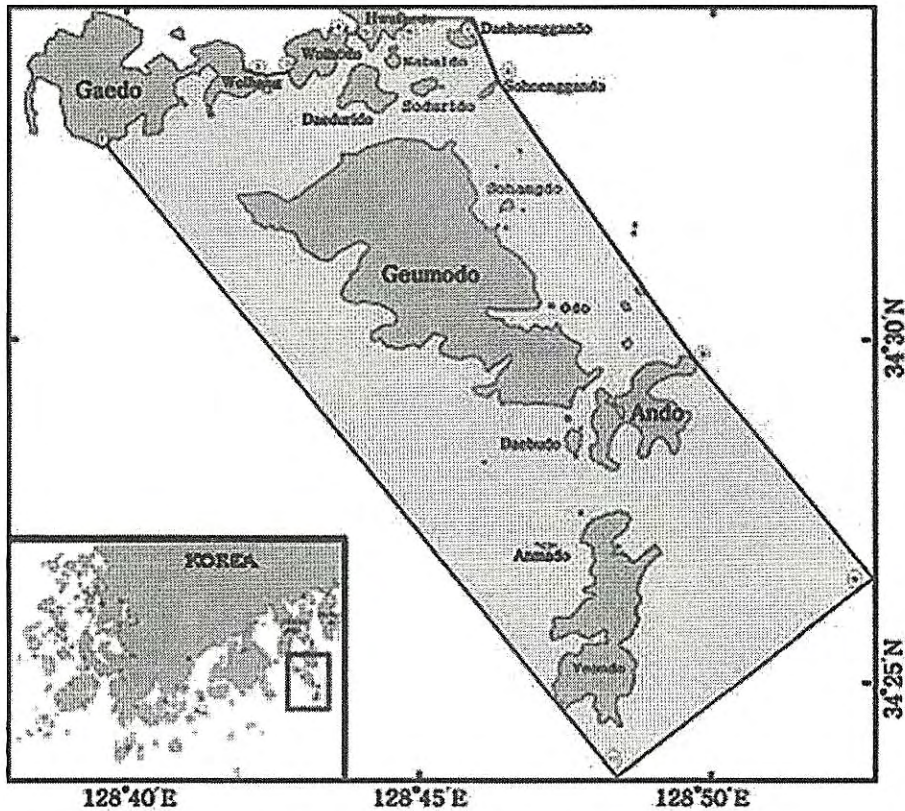


그림 2-3-2-1. 전남 바다목장 해역도.

나. 자료 및 방법

1) Ecopath 모델

생태계 구조 모델인 Ecopath 모델은 질량 균형(mass balance)에 의한 생산량 모델식과 각 생물군에 대한 에너지 균형(energy balance) 모델식에 기초한다. 질량 균형 모델식에서 각 생물군(i)에 대한 생산량식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_i = Y_i + B_i \cdot M2_i + E_i + BA_i + P_i \cdot (1 - EE_i) \quad (2-3-2-1)$$

여기서, P_i 는 i 의 총생산량, Y_i 는 i 의 총어획량, B_i 는 i 의 생체량, $M2_i$ 는 i 포식자에 의한 사망률, E_i 는 순회유량(이출량-이입량), BA_i 는 i 의 누적생체량, $P_i \cdot (1 - EE_i) = M0_i$ 로 i 에 대한 기타 사망량을 나타낸다. 여기서, i 는 생태학적 유사성에 따라 하나의 종 또는 여러 종으로 묶어서 분류된 것으로, 영양단계가 같은 생물군이다.

식(2-3-2-1)은 다음의 식(2-3-2-2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$B_i \cdot (P/B)_i \cdot EE_i - \sum_{j=1}^m B_j \cdot (Q/B)_j \cdot DC_{ji} - Y_i - E_i - BA_i = 0 \quad (2-3-2-2)$$

여기서, $(P/B)_i$ 는 생산량/생체량의 비, $(Q/B)_j$ 는 섭식량/생체량의 비, 그리고 DC_{ji} 는 포식자(j)의 먹이조성 중 피식자(i)의 비이다.

에너지 균형 모델 식에서는 모든 생물의 에너지 유입과 유출이 균형을 이루어야 한다. 각 생물군 간 에너지 균형은 다음 식에 의해 성립된다.

$$Q = P + R + U \quad (2-3-2-3)$$

여기서, Q 는 섭식량, P 는 생산량, R 은 호흡량, 그리고 U 는 미동화량이다.

Ecopath 모델에서는 에너지뿐만 아니라 영양단위를 사용할 수도 있는데, 만약 Ecopath 모델에서 영양단위가 사용된다면, 호흡량은 위 식에서 고려되지 않고, 미동화량은 섭식량과 생산량 간의 차로 추정된다.

생태계 역학 모델에 의한 시뮬레이션을 위하여 Walters *et al.* (1997)에 의하여 개발된 Ecosim 모델에서 사용되는 기본식은 자원의 순간성장률에 대한 식으로, 이 식은 Ecopath 모델의 기본 식(2-3-2-1)에서 유도된다.

$$dB_i / dt = g_i \sum_j C_{ji} - \sum_j C_{ij} + I_i - (M_i + F_i + e_i) B_i \quad (2-3-2-4)$$

여기서, g_i 는 순성장효율(생산량/섭식량 비), M_i 는 포식에 의한 사망이 아닌 자연 사망계수, F_i 는 어획사망계수, e_i 는 이출율, I_i 는 이입량(순회유량 = $e_i \cdot B_i - I_i$)이다. 오른쪽 항의 두 합은 섭식량을 나타내는데, 첫 번째 합은 생물군 i 의 총섭식량이고, 두 번째 합은 i 생물군이 다른 포식자에 의해 피식된 양을 나타낸다.

식(2-3-2-4)에 의해 생물군별 자원량, 어획량, 섭식량/생체량, 평균체중 및 급이시간(feeding time)의

변동을 상대적인 값으로 예측할 수 있으며, 또한 어획수준(F)에 따른 변동도 예측 가능하다.

2) 생물군 그룹핑

생태계 모델에서는 서식지, 먹이습성 등 유사한 생태학적 특성에 따라 여러 종을 하나의 생물군으로 묶어서 모델에 적용하여야 한다. 본 연구에서는 생물군 그룹핑을 위해 인공신경망(artificial neural networks, ANNs) 방법을 사용하였다. 인공신경망은 인간의 뇌 기능에 기초한 비선형 mapping 구조이다. 인공신경망 방법은 예측 모델링에서 큰 수용력을 가지는 'black box'와 같다고 볼 수 있는데, 즉, 미지의 상황을 설명하는 모든 특성들은 반드시 인공신경망에 제시되어지고 있으며, 최근 생태계 모델링에 ANNs 방법이 적용되고 있다(Lek and Guegan, 1999). 따라서 대상생태계에 서식하는 생물들을 생태학적 유사성에 따라 그룹핑하기 위해 인공신경망을 인지하는 테크닉의 하나인 자가구성법(self-organizing mapping, SOM)을 적용하였다.

생태계를 파악하기 위해서는 우선적으로 대상생태계 내에 서식하는 모든 생물들을 파악해야 한다. 이들은 해양생태계 내의 기초 생산자에서부터 최고포식자(상어류, 고래류)까지이며, 해양생물은 아니지만 해양 생태계에 속한 생물들에게 직·간접적으로 영향을 미치는 바다새도 포함된다. 해양수산통계연보(해양수산부, 1999~2005)에 어획량이 기록된 생물종들을 대상생태계에 서식하는 것으로 간주하였고, 그 외 생물종에 대해서는 이전 연구를 참고하였다(Chyung, 1977; NFRDI, 1999; 2000; 2005).

전남 바다목장 해역에 서식하는 어류들은 다음의 9가지 생태학적 특성에 기초하여 그룹핑되었다. 9가지 생태학적 특성은 (1) 유영능력(약함-0, 중간-1, 강함-2), (2) 체장(소형-0, 중형-1, 대형-2, 초대형-3), (3) 골격(연골-0, 연체-1, 갑각-2, 경골-3, 기타-4), (4) 서식수심(유영성-0, 표영성-1, 반저서성-2, 저서성-3, 기타-4), (5) 체형(방추형-0, 편평형-1, 유선형-2, 기타-3), (6) 서식처(표층-0, 모래/펄 바닥-1, 암초/바위-2, 해저바닥-3, 암초/바위/모래/펄-4, 모래/펄 위/해저바닥-5, 유영-6, 기타-7), (7) 섭식유형(여과섭식-0, 부리/이빨-1, 기타-2, 비섭식-3), (8) 수명(0~5세-0, 5~10세-1, 10~15세-2, 15세 이상-3), (9) 먹이형태(비섭식-0, 식물성-1, 잡식성-2, 동물성-3)이다. 자가구성법(SOM)은 이러한 9가지 생태학적 특성을 모두 고려하여 동일한 생태학적 특성을 가진 종끼리 그룹핑한 결과를 나타낸다. 그림 2-3-2-2a는 대상생태계에서 파악된 종(SU_i)을 생태학적 특성(ecological features, X_i)에 따라 나타낸 SOM의 입력 자료의 구조이다. 그림 2-3-2-2b는 SOM에서 입력 자료로부터 결과가 도출되는 과정을 나타낸다. 입력된 자료는 입력층(input layer)을 이루어 각 셀(cell)에 가중치(weight)를 주어 결과층(output layer)을 나타낸다.

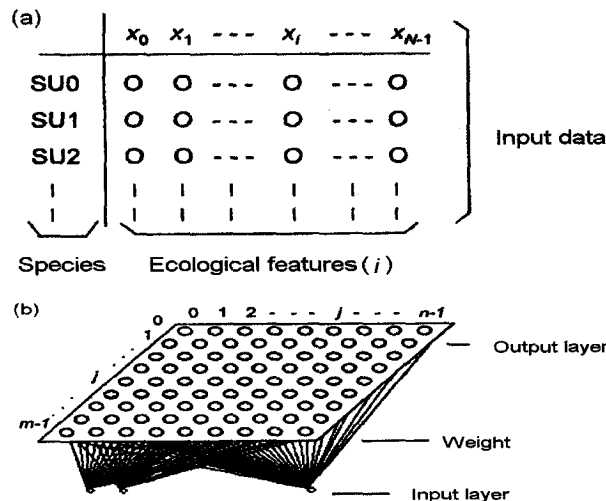


그림 2-3-2-2. 자가구성법 SOM (Adapted from Chon *et al.*, 1996).

3) 모델 입력파라미터의 추정

가) 생물군별 어획량(C)

생물군별 어획량(C)은 전남 바다목장 해역인 여수시 군내리 수협 위판량(2003~2006)과 여수시 수협 통계자료(1998~2001)를 사용하였다. 여수시 수협 통계자료는 여수 전체 지역에 대한 자료이므로 본 연구에서는 대상해역의 면적 비를 고려하여 재추정한 평균어획량 자료를 조성 이전 자료로 활용하였다. 조성 이후의 어획량 자료는 여수시 군내리 수협 위판량 자료를 평균하여 사용하였다. 조성 이전 모델 역시 여수시 군내리 수협 위판량 자료를 사용하려 하였으나, 자료를 수집하지 못하였다. 생물군의 어획량은 생물군내 증별 평균 어획량의 합으로 추정하여, 대상 생태계의 면적으로 나누어 면적당 어획량(mt/km^2)으로 계산하여 사용하였다.

나) 생물군별 생체량(B)

생물군별 생체량(B)의 단위는 면적당 생체량(mt/km^2)이며, 대상종인 감성돔은 자원조사에 의해 생체량을 추정하였고, 동·식물 플랑크톤은 NEMURO 모델을 통해 추정하였다. 그 외 나머지 생물군의 생체량은 $B=C/F$ 의 관계로부터 계산하였다. 여기서, C는 어획량, F는 어획량에 따라 가중평균 된 순간어획사망계수이다. 나머지 생물군의 생체량은 자원조사 연구팀에서 추정된 자료를 사용하여 보정할 계획이다. 동·식물 플랑크톤의 생체량 추정에 사용된 NEMURO 모델은 하위 생태계 영양단계를 나타내며, 해양 환경에 영향을 주는 태양복사에너지와 수온 등의 물리적 요인을 이용하여, 하위영양단계(lower trophic level)의 인자들 사이의 상호작용을 효율적으로 이해하는데 사용되고, 중·상위 생태계와의 연결고리 역할을 한다(Kishi *et al.*, 2007). 동·식물 플랑크톤 생체량을 추정하기 위해서 국립수산과학원(NFRDI)의 해양환경 조사 자료를 사용하였다. 해양환경 조사는 남해도 남안 대두리도 동방 34°34'04"N, 127°44'50"E 정점에서 조성 이전(1998~2001)과 조성 이후(2003~2006)에 수온과 chlorophyll a의 평균값을 NEMURO 모델에 적용하여 크기에 따라 소형, 대형 식물플랑크톤과 소형, 대형 그리고 포식형 동물플랑크톤의 각각의 생체량을 추정하였다.

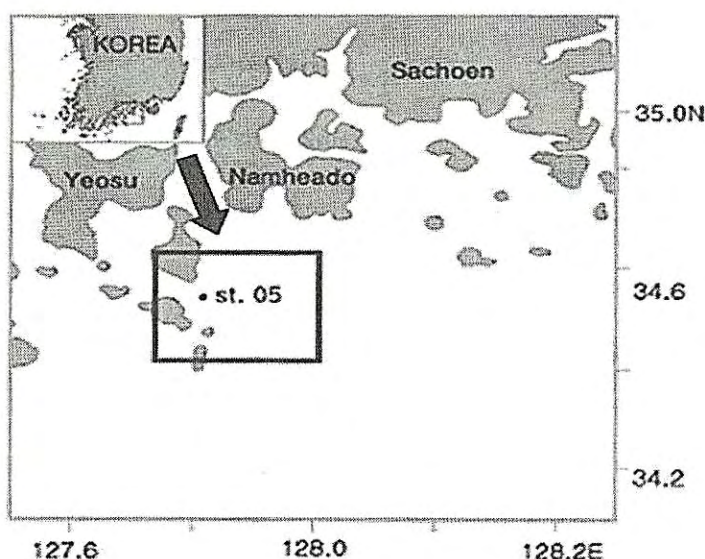


그림 2-3-2-3. 전남 바다목장의 해양환경조사 정점도.

다) 생물군별 생산량/생체량(P/B) 비

생산량/생체량(P/B)비는 생산량을 생체량으로 나눈 비로 계산하거나, 만약 생산량이나 생체량 중 하나의 추정이 불가할 경우, 보통 어업생물학자들에 의해 사용되어지는 순간전사망계수(Z)를 생산량/생체량 비로 사용하였다(Allen, 1971). 본 연구에서는 어획량에 따라 가중 평균된 순간전사망계수를 생물군의 생산량/생체량 비로 간주하였다.

라) 생물군별 섭식량/생체량(Q/B) 비

섭식량/생체량(Q/B)비는 체중당 섭식량으로 각 생물종이 체중의 몇 배를 소비하는가를 나타내는 것으로 대상생태계 생물에 대해 사용 가능한 자료가 거의 없었으므로 기존의 연구 자료를 사용하였다 (Trites *et al.*, 1999).

마) 생물군별 먹이조성비(DC)

먹이조성(DC)은 대상생태계에 서식하는 생물의 먹이섭식에 대한 분석이 거의 이루어지지 않아 참고 문헌을 참조하였으며, 감성돔의 경우 먹이섭식 분석 자료를 이용하여 분석하였고, 플랑크톤의 경우 NEMURO 모델에 기초하여 동물플랑크톤의 크기에 따라 동·식물플랑크톤의 섭이 비율을 가정하였다.

4) 영양단계의 추정

영양단계를 추정하기 위해서 기초생산자, 유기쇄설물을 1이라 가정하고, 소비자그룹은 피식자 그룹의 영양단계를 가중 평균한 값에 1을 더하여 추정하였다(Pauly *et al.*, 1998).

$$TL_i = 1 + \left(\frac{\sum_{j=1}^n TL_j \cdot DC_{ij}}{\sum_{j=1}^n DC_{ij}} \right) \tag{2-3-2-5}$$

여기서, TL_i 는 구하고자 하는 i 생물군의 영양단계를 나타내고, TL_j 는 먹이가 되는 j 생물군의 영양단계를 나타낸다. DC_{ij} 는 i 생물군이 먹는 먹이에서 j 가 차지하는 비율이다.

대상생태계내의 생태계 평균영양단계와 어획물 평균영양단계의 변화를 알아보기 위해 각 생물군별 영양단계를 생체량 및 어획량 대해 가중 평균하여 전체 영양단계를 식(2-3-2-6)과 같이 계산하였다.

$$TL_E = \frac{\sum_{i=1}^n TL_i \cdot B_i}{\sum_{i=1}^n B_i} , \quad TL_C = \frac{\sum_{i=1}^n TL_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \tag{2-3-2-6}$$

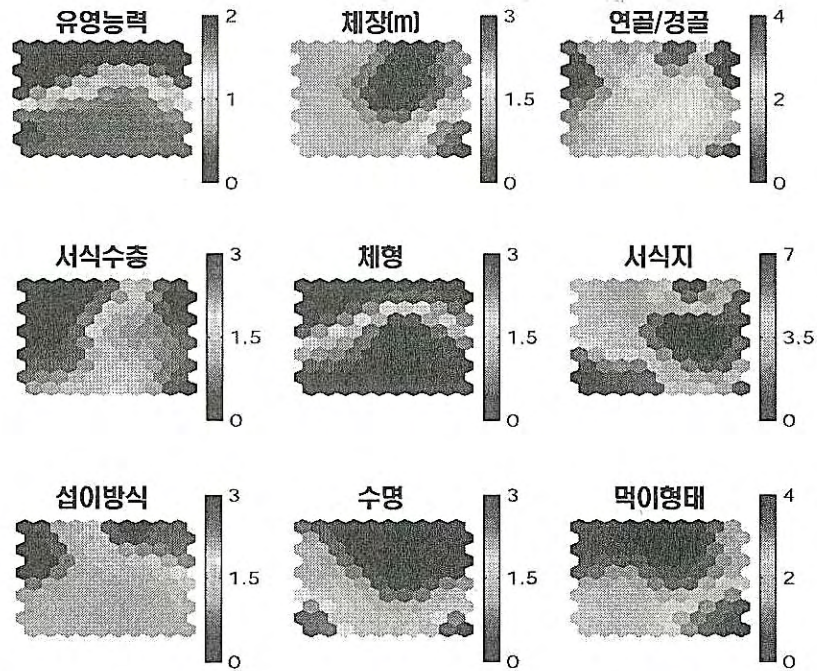
여기서, TL_E 는 생태계 평균영양단계, TL_C 는 어획물 평균영양단계, B_i 는 i 생물군의 단위면적당 생체량, C_i 는 i 생물군의 어획량을 나타낸다.

다. 결과 및 요약

1) 생물군 그룹핑

대상생태계에 서식하는 생물군은 기초 생산자부터 최고포식자까지 다양하게 서식하며, 해양 생태계에 생물들에게 직·간접적으로 영향을 미치는 바다새도 포함되었다. 모든 생물들을 유영능력, 체장 등의 9가지 생태학적 특성에 기초하여, 유사한 생태학적 특성을 가진 종끼리 생물군을 기초 생산자에서 최고 포식자까지 19개의 생물군으로 나누었다(그림 2-3-2-4). 그림 2-3-2-4a의 숫자는 특성들을 구분하기 위하여 임의로 부여되었고 이러한 구분에 따라 각 생태학적 특성들은 색깔 스펙트럼(파랑-초록-노랑-빨강)으로 나타나게 된다. 예를 들면, 그림 2-3-2-4a의 유영능력에서 하단의 붉은색으로 나타내어진 부분은 유영능력이 강함을, 상단의 파란색으로 나타내어진 부분은 유영능력이 약함을 나타낸다. 그림 2-3-2-4b는 이러한 9가지 생태학적 특성을 모두 고려하여 동일한 생태학적 특성을 가진 종끼리 그룹핑되어진 것을 나타낸다. 그 중 전남 바다목장 대상종인 감성돔을 하나의 생물군으로 고려하였으며, NEMURO 모델을 이용하여 추정된 동·식물플랑크톤은 크기에 따라 3개의 동물플랑크톤 생물군과 2개의 식물플랑크톤 생물군으로 구분하였다. 전남 바다목장 해역에 서식하는 생물군은 기초생산자에서 최고포식자까지 19개의 그룹으로 나누었으며 각 생물군의 종조성은 표 2-3-2-1과 같다.

(a)



(b)

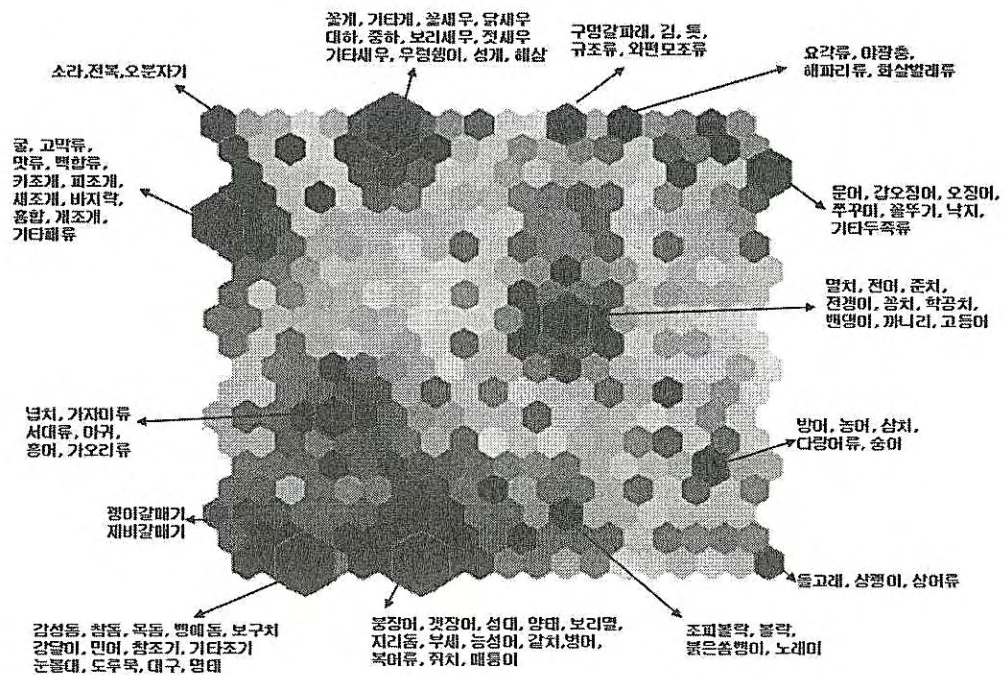


그림 2-3-2-4. 전남 바다목장 해역 내 9가지 생태학적 특징에 의한 생물군 그룹핑 (a), 각 생물군에 속하는 종명과 생태학적 위치 (b). 총 19개 종 그룹으로 나눔.

표 2-3-2-1. 전남 바다목장 생태계에 서식하는 생물종의 그룹핑

그룹명	종명	
	국명	영명
최고포식자	돌고래	Dolphin
	상괘이	Finless porpoise
	상어류	Sharks
바다새	괘이갈매기	Black-tailed gull
	제비갈매기	Common tern
소형부어류	멸치	Anchovy
	전어	Gizzard-shad
	준치	Chinese herring
	전갱이	Horse mackerel
	꽁치	Pacific saury
	학꽁치	Halfbeak
	고등어	Common mackerel
	밴댕이	Big eyed herring
	까나리	Pacific sand lance
대형부어류	방어	Yellowtail
	농어	Sea bass
	삼치	Spanish mackerel
	다랑어류	Tunas
	숭어	Gray mullet
볼락류	조피볼락	Jacopever
	볼락	Rockfish
	붉은쏨뱅이	Red marbled rockfish
	노래미	Spotty belly greenling
반저서어류	붕장어	Common conger
	갯장어	Sharp toothed eel
	성대	Bluefin searobin
	양태	Indian flathead
	보리멸	Sand smelt
	감성돔	Black sea bream
	참돔	Red sea bream
	옥돔	Red horsehead
	자리돔	Coralfish
	벵에돔	Largescale blackfish
	보구치	White croaker
	강달이	Croaker
	민어	Brown croaker
	부세	Yellow croaker
	참조기	Small yellow croaker

표 2-3-2-1. 계속

그룹명	종명	
	국명	영명
반저서어류	기타조기	Other croakers
	눈볼대	Blackthroat seaperch
	능성어	Sevenband grouper
	갈치	Hairtail
	병어	Silver pomfret
	도루묵	Sandfish
	대구	Pacific cod
	명태	Walleye pollock
	복어류	Puffers
	쥐치	Filefish
	매통이	Lizard fish
저서어류	넙치	Flatfishes
	가자미류	Flounders
	서대류	Tonguefishes
	아귀	Angler fish
	홍어	Skate ray
	가오리류	Skates
두족류	문어	Octopus
	갑오징어류	Cuttlefishes
	오징어	Common squid
	쭈꾸미	Webfoot octopus
	꼴뚜기	Beka squid
	낙지	Octopus
	기타두족류	Other cephalopods
표생저서동물	꽃게	Blue crab
	기타게	Other crabs
	꽃새우	Southern rough shrimp
	닭새우	Japanese spiny lobster
	대하	Fleshy prawn
	중하	Shiba shrimp
	보리새우	Kuruma prawn
	젓새우	Akiami paste shrimp
	기타새우	Other shrimps
	우렁쟁이	Sea squirts
	성게	Sea urchin
해삼	Sea cucumber	

표 2-3-2-1. 계속

그룹명	종명	
	국명	영명
이매패류	굴	Oyster
	고막류	Granular ark
	맛류	Gould's jackknife clam
	백합류	Venus clam
	키조개	Comb pen shell
	피조개	Broughton's ribbed ark
	새조개	Japanese cockle
	마지락	Japanese littleneck
	홍합	Hard shelled mussel
	개조개	Purplish Washington clam
	기타패류	Other clams
복족류	소라	Spiny top shell
	전복	Abalones
	오분자기	Variouly coloured abalone
동물플랑크톤	요각류	Copepods
	야광충	Noctiluca
	해파리류	Jellyfishes
	화살벌레류	Arrow worm
저서식물	구멍갈파래	Sea lettuce
	김	Laver
	툇	Sea weed fusiform
식물플랑크톤	규조류	Diatom
	와편모조류	Dinoflagellate

2) 생태계 모델 입력파라미터

가) 생물군별 어획량(C)

조성 이전의 어획량(C)자료는 여수시 수협 통계자료(1998~2001)를 사용했고, 조성 이후는 전남 바다 목장 해역인 여수시 군내리 수협 위판량(2003~2006)을 사용하였다. 각 생물군 어종의 어획량을 합하여 생물군의 면적당 어획량(mt/km^2)을 구했는데, 조성 이전과 이후의 어획량은 각각 표 2-3-2-2, 표 2-3-2-3 과 같다.

표 2-3-2-2. 전남 바다목장 조성 이전 생물군별 어획량

그룹명	종명	연도별 어획량(kg)				평균 어획량 (mt)	면적당 어획량 (mt/km ²)
		1998년	1999년	2000년	2001년		
최고포식자	돌고래	-	-	-	-	-	-
	상괘어	-	-	-	-	-	-
	상어류	79	134	149	192	0.159	-0.0011
	합계					0.159	0.0011
소형부어류	멸치	178,805	357,534	324,986	322,133	335.4	2.2212
	전어	107	106	783	55	0.32	0.0021
	준치	31	110	34	24	0.06	0.0004
	전갱이	429	174	48	2,629	0.95	0.0063
	꽂치	2	-	-	5	0.00	0.0000
	학공치	3	11	9	-	0.007	0.0000
	고등어	7,419	22,510	12,584	41,380	25.53	0.1691
	벤댕이	1,677	-	-	1	0.01	0.0000
	까나리	3,409	-	-	-	0.05	0.0000
	합계					362.28	2.3992
대형부어류	방어	63	45	15	44	0.03	0.0002
	농어	669	678	474	921	0.69	0.0046
	삼치	14,653	1,132	1,941	2,462	1.84	0.0122
	다랑어	-	-	-	-	-	-
	송어	171	654	1,357	513	0.84	0.0056
합계					3.41	0.0226	
블락류	조피블락	1,332	3228	1,998	2,813	2.68	0.0178
	블락	850	729	884	885	0.83	0.0055
	붉은쏨뱅이	158	379	342	268	0.33	0.0022
	노래미	92	-	-	-	0.00	0.0000
합계					3.85	0.0255	
감성돔	감성돔	441	293	216	329	0.28	0.0018
	합계					0.28	0.0018
반저서어류	붕장어	2,694	11,818	7,427	5,189	8.16	0.0540
	갯장어	820	473	1,674	956	1.04	0.0069
	성대	925	302	490	769	0.52	0.0035
	양태	1,614	3,389	2,895	1,912	2.74	0.0181
	보리멸	46	718	537	100	0.45	0.0030
	참돔	352	267	247	256	0.26	0.0017
	옥돔	1,134	402	297	601	0.44	0.0029
	자리돔	-	-	-	-	-	-
	벵에돔	-	-	-	-	-	-
	보구치	741	7281	6,114	3,360	5.59	0.0370
	강달이	20,726	141,270	88,353	108,664	112.94	0.7479
	민어	4,492	3,643	3,106	3,423	3.40	0.0225
	부세	39	7	11	36	0.02	0.0001
	참조기	17,882	2,470	4,463	4,527	3.83	0.0253
	기타조기	1,954	19,160	14,091	4,952	12.76	0.0845
	눈볼대	212	475	469	272	0.40	0.0027
	능성어	64	64	59	61	0.06	0.0004
	갈치	28,018	11,945	10,906	17,001	13.31	0.0881
	병어	3,220	3394	1853	2,264	2.51	0.0166
	대구	51	-	6	6	0.01	0.0000
	복어류	126	274	129	126	0.18	0.0012
	쥐치	486	2,478	2,018	792	1.76	0.0117
매통이	144	278	338	151	0.26	0.0017	
합계					170.61	1.1299	

표 2-3-2-2. 계속

그룹명	종명	연도별 어획량(kg)				평균 어획량 (mt)	면적당 어획량 (mt/km ²)
		1998년	1999년	2000년	2001년		
저서어류	넙치	1,429	1,628	1,236	1,840	1.57	0.0104
	가자미류	1,875	1,680	800	922	1.14	0.0075
	서대류	409	1,625	1,677	944	1.41	0.0094
	아귀	9,447	6,201	5,799	6,150	6.06	0.0401
	홍어	9	-	-	-	0.00	0.0000
	가오리류	752	1,308	1,526	1,101	1.32	0.0087
	합계					11.50	0.0762
두족류	문어	679	1,048	816	972	0.95	0.0063
	갑오징어류	607	2,651	1,449	927	1.68	0.0111
	오징어	2,044	5,314	2,422	7,591	5.12	0.0339
	쭈꾸미	42	532	110	422	0.36	0.0024
	꽃뚜기	118	904	679	245	0.61	0.0040
	낙지	2,180	5,254	5,457	7,335	6.02	0.0399
	기타연체동물	-	-	-	-	-	-
합계					14.73	0.0975	
표생저서동물	꽃게	23	362	361	229	0.32	0.0021
	기타게	455	1,412	1,450	1,713	1.53	0.0101
	꽃새우	-	1	2	-	0.00	0.0000
	닭새우	4,477	3,035	2,658	2,568	2.76	0.0183
	대하	8	147	445	259	0.28	0.0019
	중하	8	490	33	77	0.20	0.0013
	보리새우	-	42	-	8	0.02	0.0001
	젓새우	-	1	1	-	0.00	0.0000
	기타새우	7,581	5,523	4,461	2,814	4.27	0.0283
	우렁쟁이	-	-	-	-	-	-
	성게	2	-	-	118	0.04	0.0003
	해삼	220	68	135	144	0.12	0.0008
	합계					9.54	0.0632
이매패류	굴	16,241	17,176	11,447	11,990	13.56	0.0898
	고막류	-	881	-	-	0.30	0.0020
	맛류	-	-	-	-	-	-
	백합류	-	-	-	-	-	-
	키조개	-	-	-	-	0.00	0.0000
	피조개	-	-	-	3	0.00	0.0000
	새조개	2,983	-	-	4,212	1.41	0.0093
	바지락	-	25	1,455	962	0.81	0.0054
	홍합	-	282	-	145	0.15	0.0010
	개조개	-	-	-	-	-	-
	기타패류	21	-	-	-	0.00	0.0000
	합계					16.22	0.1074
	복족류	소라	292	1,265	1,125	1,375	1.26
전복		269	29	43	48	0.04	0.0003
오분자기		-	-	-	-	-	-
합계						1.30	0.0086
저서식물	구멍갈파래	-	-	-	-	-	-
	김	-	-	537	3,083	1.81	0.0120
	툇	5,052	10,428	22,727	19,843	17.70	0.1172
	합계					19.51	0.1292

표 2-3-2-3. 전남 바다목장 조성 이후 생물군별 어획량

그룹명	어종	연도별 어획량(kg)				평균 어획량 (mt)	면적당 어획량 (mt/km ²)
		2003년	2004년	2005년	2006년		
최고포식자	돌고래	-	-	-	-	-	-
	상괘이	-	-	-	-	-	-
	상어류	112	104	296	204	0.198	0.0013
	합계					0.198	0.0013
소형부어류	멸치	272,109	226,754	214,852	235,054	261.32	1.7306
	전어	166	26	950	776	0.53	0.0035
	준치	4	3	8	47	0.02	0.0001
	전갱이	591	1,716	1,857	220	1.21	0.0080
	꽁치	-	-	-	-	-	-
	학공치	-	-	2	-	0.00	0.0000
	고등어	14,150	22,155	16,901	5,141	16.07	0.1064
	밴댕이	-	259	3,993	1,162	1.49	0.0099
	까나리	-	-	910	3,944	1.34	0.0088
	합계					281.98	1.8674
대형부어류	방어	45	37	41	103	0.06	0.0004
	농어	887	687	790	835	0.88	0.0058
	삼치	2,884	5,463	9,068	18,337	9.85	0.0652
	다랑어	6	2	45	1	0.01	0.0001
	송어	235	1,254	333	113	0.54	0.0035
	합계				1,055	11.34	0.0751
볼락류	조피볼락	1,850	1,233	1,056	645	1.43	0.0095
	볼락	567	622	989	133	0.78	0.0052
	붉은쏨뱅이	192	196	218	80	0.20	0.0014
	노래미	-	-	-	621	0.02	0.0001
합계					2.43	0.0161	
감성돔	감성돔	9,816	14,141	29,935	18,616	18.70	0.1238
합계					18.70	0.1238	
반저서어류	붕장어	3,301	3,367	3,093	3,703	3.71	0.0246
	갯장어	928	454	831	526	0.75	0.0050
	성대	868	1,148	1,220	1,264	1.24	0.0082
	양태	2,431	1,972	1,690	2,582	2.39	0.0158
	보리멸	70	20	37	11	0.04	0.0003
	참돔	268	197	376	55	0.24	0.0016
	옥돔	667	804	1,050	679	0.88	0.0058
	자리돔	-	-	-	-	-	-
	벵에돔	-	-	-	980	0.27	0.0018
	보구치	1,545	1,083	774	815	1.16	0.0077
	강달이	76,882	57,672	40,770	29,730	56.48	0.3740
	민어	3,188	2,523	2,727	5,075	3.72	0.0246
	부세	18	48	5	32	0.03	0.0002
	참조기	2,254	4,058	6,928	2,917	4.45	0.0295
	기타조기	3,450	4,167	5,588	24,798	10.46	0.0693
	눈볼대	256	390	352	85	0.30	0.0020
	능성어	53	34	64	27	0.05	0.0003
	갈치	22,195	28,900	27,730	29,508	29.84	0.1976
	병어	1,556	3,079	4,952	4,539	3.89	0.0258
	대구	-	6	9	28	0.01	0.0001
	복어류	44	71	166	331	0.17	0.0011
	쥐치	4	1,084	1,105	572	0.76	0.0050
매통이류	161	139	434	113	0.23	0.0015	
합계					121.08	0.8019	

표 2-3-2-3. 계속

생물군	어종	연도별 어획량(kg)				평균 어획량 (mt)	면적당 어획량 (mt/km ²)
		2003년	2004년	2005년	2006년		
저서어류	넙치	1,124	1,047	1,207	679	1.12	0.0074
	가자미류	540	823	1,401	2,326	1.40	0.0093
	서대류	626	431	328	574	0.54	0.0036
	아귀	7719	7,625	12,058	9,643	10.21	0.0676
	홍어	-	-	-	-	-	0.0000
	가오리류	967	916	1,039	786	1.02	0.0068
	합계					14.29	0.0946
두족류	문어	988	1,132	963	712	1.04	0.0069
	갑오징어류	462	547	895	517	0.67	0.0044
	오징어	9563	5,341	5,737	8,744	8.09	0.0536
	쭈꾸미	212	212	127	10	0.15	0.0010
	꼴뚜기	79	48	2,415	13	0.76	0.0050
	낙지	3202	2,299	-	2,040	2.08	0.0137
	기타연체동물	-	-	69	-	0.02	0.0001
합계					12.81	0.0848	
표생저서동물	꽃게	324	123	1,149	7	0.44	0.0148
	기타게	1,241	767	-	747	0.76	0.0253
	꽃새우	7	3	4,401	6	1.22	0.0405
	닭새우	2,136	3,488	81	4,628	2.84	0.0947
	대하	25	19	68	9	0.03	0.0011
	중하	80	64	-	42	0.05	0.0018
	보리새우	-	-	-	-	-	-
	젓새우	-	-	4,336	-	1.20	0.0399
	기타새우	1,159	2,341	-	6,970	2.88	0.0961
	우렁쉥이	-	-	102	-	0.03	0.0009
	성게	100	139	203	2	0.13	0.0042
	해삼	185	151	15,475	194	4.41	0.1470
	합계					13.99	0.4662
이매패류	굴	15,996	13,196	3	22,662	14.28	0.4762
	고막류	2	31	-	34	0.02	0.0007
	맛류	-	-	-	-	-	-
	백합류	-	-	-	-	-	-
	키조개	-	-	-	-	-	-
	피조개	-	-	47	-	0.01	0.0004
	새조개	-	1,755	-	-	0.48	0.0161
	바지락	99	15	93	502	0.19	0.0064
	홍합	33	4	-	10	0.01	0.0004
	개조개	-	-	-	-	-	-
	기타패류	7	-	-	11	0.01	0.0002
	합계					15.01	0.5004
복족류	소라	1,089	529	401	208	0.62	0.0205
	전복	74	80	189	263	0.17	0.0055
	오분자기	-	-	-	-	-	-
	합계					0.78	0.0260
저서식물	구멍갈파래	-	-	-	-	-	-
	김	498	-	-	-	0.14	0.0046
	툇	8,041	22,860	8,450	5,997	12.49	0.4162
	합계					12.63	0.4209

나) 생물군별 생체량(B)

생물군별 생체량(B)은 대상종인 감성돔은 자원조사에 의해 생체량을 추정하였고, 그 외 나머지 생물군의 생체량은 $B=C/F$ 의 관계로부터 계산하였다. 여기서, C는 면적당 어획량, F는 각 종의 어획량에 따라 가중평균 된 생물군별 순간어획사망계수이다. 각 종의 순간어획사망계수는 참고문헌을 참고하였으며, 추정된 종별 순간어획사망계수를 바탕으로 가중 평균하여 생물군별 순간어획사망계수를 재 추정하였다. 조성 이전의 생물군별 순간어획사망계수는 표 2-3-2-4와 같고 조성 이후 생물군별 순간어획사망계수는 표 2-3-2-5와 같다. 추정된 조성 이전과 이후의 생물군별 생체량은 각각 표 2-3-2-6, 표 2-3-2-7과 같다. 전남 바다목장해역에 서식하는 바다새는 목시 조사에 의해 조사된 자원개체수에 평균 중량을 곱하여 서식면적당 평균 생체량(단위: mt/km^2)으로 구하였다. 목시조사 결과 바다목장 해역의 바다새는 1,609마리 추정되었고, 평균중량 563g으로 계산한 결과 바다새의 면적당 생체량은 $0.006mt/km^2$ 로 추정되었다(국립중앙과학관).

동·식물플랑크톤은 NEMURO 모델을 통해 추정하였다. NEMURO 모델에서 플랑크톤 그룹의 생체량은 2개(대형식물플랑크톤, 소형식물플랑크톤)의 식물플랑크톤과 3개(포식성동물플랑크톤, 대형동물플랑크톤, 소형동물플랑크톤)의 동물플랑크톤으로 구분되어 추정하였다. NEMURO 모델을 이용하여 전남 바다목장에서 추정한 동·식물플랑크톤의 생체량은 표 2-3-2-8, 표 2-3-2-9와 같다.

표 2-3-2-4. 전남 바다목장 조성 이전 순간어획사망계수(F)

생물군	종명	어획사망(F)	참고문헌
최고포식자		0.140	Holden (1974)
소형부어류	전갱이	0.909	Zhang and Lee (2001)
	고등어	0.770	Hwang (1999)
	가중평균치	0.775	
대형부어류	삼치	0.400	MOMAF (2000)
볼락류	노래미	0.253	Oh <i>et al.</i> (1999)
반저서어류	감성돔	0.137	
	갯장어	0.255	Zhang <i>et al.</i> (1998)
	참돔	0.900	NFRDI (1998)
	보구치	0.922	Zhang <i>et al.</i> (1999)
	참조기	1.110	Zhang <i>et al.</i> (1992)
	갈치	0.843	Zhang (1998)
	병어	0.924	Kim <i>et al.</i> (1998)
	쥐치	0.720	Park (1985)
가중평균치	0.897		
저서어류	아귀	0.640	Park <i>et al.</i> (1999)
두족류	살오징어	0.293	Mertz and Myers (1998)
	꽃게	1.920	Yeon <i>et al.</i> (1998)
	우렁쉥이	0.508	PKNU (1999)
	성게	0.495	PKNU (1999)
	해삼	0.167	PKNU (1999)
표생저서동물	가중평균치	0.230	
	굴	0.479	PKNU (2000)
	고막류	0.867	PKNU (2000)
	키조개	0.625	PKNU (2000)
	피조개	0.894	PKNU (1999)
	바지락	0.860	Kim and Zhang (1999)
	홍합	0.375	PKNU (1999)
	개조개	0.410	Zhang <i>et al.</i> (2004)
	가중평균치	0.520	
	복족류	소라	0.414
전복		0.165	PKNU (1999)
가중평균치		0.406	
저서식물		0.463	

표 2-3-2-5. 전남 바다목장 조성 이후 순간어획사망계수(F)

생물군	종명	어획사망(F)	참고문헌
최고포식자		0.140	Holden (1974)
소형부어류	전갱이	0.909	Zhang and Lee (2001)
	고등어	0.770	Hwang (1999)
	가중평균치	0.780	
대형부어류	삼치	0.400	MOMAF (2000)
블락류	조피블락	0.306	
	노래미	0.253	Oh <i>et al.</i> (1999)
	가중평균치	0.305	
감성돔	감성돔	0.441	
	붕장어	0.478	
반저서어류	갯장어	0.255	Zhang <i>et al.</i> (1998)
	참돔	0.900	NFRDI (1998)
	보구치	0.922	Zhang <i>et al.</i> (1999)
	참조기	1.480	Zhang <i>et al.</i> (1992)
	갈치	0.843	Zhang (1998)
	병어	0.924	Kim <i>et al.</i> (1998)
	쥐치	0.720	Park (1985)
	가중평균치	0.979	
저서어류	넙치	0.374	
	서대류	0.337	
	아귀	0.640	Park <i>et al.</i> (1999)
	가중평균치	0.543	
두족류	살오징어	0.293	Mertz and Myers (1998)
표생저서동물	꽃게	1.660	
	우렁쉥이	0.508	PKNU (1999)
	성게	0.495	PKNU (1999)
	해삼	0.167	PKNU (1999)
	가중평균치	0.310	
이매패류	굴	0.479	PKNU (2000)
	고막류	0.867	PKNU (2000)
	키조개	0.625	PKNU (2000)
	피조개	0.894	PKNU (1999)
	새조개	0.657	
	바지락	0.860	Kim and Zhang (1999)
	홍합	0.375	PKNU (1999)
	개조개	0.410	Zhang <i>et al.</i> (2004)
	가중평균치	0.490	
복족류	소라	0.414	PKNU (1999)
	전복	0.165	PKNU (1999)
	가중평균치	0.406	
저서식물		0.361	

표 2-3-2-6. 전남 바다목장 조성 이전 생물군별 생체량

생물군	생물군별 어획사망계수 (F)	면적당 어획량(mt/km ²)	면적당 생체량(mt/km ²)
최고포식자	0.140	0.001	0.008
바다새	-	-	0.006
소형부어류	0.775	2.399	3.096
대형부어류	0.400	0.023	0.057
블락류	0.253	0.025	0.186
감성돔	0.137	0.002	0.003
반저서어류	0.897	1.130	1.260
저서어류	0.640	0.076	0.119
두족류	0.293	0.098	0.333
표생저서동물	0.230	0.316	0.232
이매패류	0.520	0.537	1.034
복족류	0.406	0.043	0.106
저서식물	0.463	0.646	1.395

표 2-3-2-7. 전남 바다목장 조성 이후 생물군별 생체량

생물군	생물군별 어획사망계수 (F)	면적당 어획량(mt/km ²)	면적당 생체량(mt/km ²)
최고포식자	0.140	0.001	0.009
바다새	-	-	0.006
소형부어류	0.780	1.867	2.395
대형부어류	0.400	0.075	0.188
블락류	0.305	0.016	0.053
감성돔	0.441	0.124	0.281
반저서어류	0.979	0.802	0.819
저서어류	0.543	0.095	0.174
두족류	0.293	0.085	0.290
표생저서동물	0.310	0.463	0.301
이매패류	0.490	0.497	0.203
복족류	0.361	0.026	0.014
저서식물	0.426	0.418	0.196

표 2-3-2-8. NEMURO 모델로부터 추정된 전남 바다목장 해역 조성 이전 식물 및 동물 플랑크톤 생체량
(단위: g/m²)

	PS	PL	ZS	ZL	ZP
평균	27.301	31.039	12.493	4.186	7.129

표 2-3-2-9. NEMURO 모델로부터 추정된 전남 바다목장 해역 조성 이후 식물 및 동물 플랑크톤 생체량
(단위: g/m²)

	PS	PL	ZS	ZL	ZP
평균	26.405	32.131	13.864	4.977	7.797

다) 생물군별 생산량/생체량(P/B) 비

(1) 최고포식자 및 바다새

최고포식자의 생산량/생체량(P/B) 비는 Holden (1974)의 문헌을 참고로 하여 0.280/yr을 사용하였다. 여기서, 최고포식자의 자연사망(M)과 어획사망(F)이 1:1이라고 가정하여 F는 0.140/yr을 사용하였다. 전남 바다목장 해역의 바다새의 면적당 생체량은 0.006mt/km²로, 바다새의 순간전사망계수는 Trites *et al.* (1999)에 의한 베링해 자료로부터 0.800/yr을 사용하였다. 그러므로 바다새의 P/B 비는 0.800/yr로 간주하였다.

(2) 소형부어류

소형부어류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 소형부어류의 사망계수는 표 2-3-2-10, 표 2-3-2-11과 같다.

표 2-3-2-10. 전남 바다목장 조성 이전 소형부어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
멸치	-	0.630	-	Iversen <i>et al.</i> (1992)
전어	-	-	-	
준치	-	-	-	
전갱이	0.909	0.475	1.384	Zhang and Lee (2001)
꽁치	-	-	1.250	Steven (1994)
학공치	-	-	-	
고등어	0.770	0.970	1.740	Hwang (1999)
밴댕이	-	-	-	
까나리	-	-	-	
가중평균치	0.775	0.654	1.727	

조성 이전 소형부어류의 F, M 그리고 Z의 가중평균치는 각각 0.775/yr, 0.654/yr, 그리고 1.727/yr로 계산되었다. 따라서 소형부어류의 P/B 비는 1.727/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-11. 전남 바다목장 조성 이후 소형부어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
멸치	-	0.630	-	Iversen <i>et al.</i> (1992)
전어	-	-	-	
준치	-	-	-	
전갱이	0.909	0.475	1.384	Zhang and Lee (2001)
꽁치	-	-	1.250	Steven (1994)
학공치	-	-	-	
고등어	0.770	0.970	1.740	Hwang (1999)
밴댕이	-	-	-	
까나리	-	-	-	
가중평균치	0.780	0.659	1.715	

조성 이후 소형부어류의 F, M 그리고 Z의 가중평균치는 각각 0.780/yr, 0.649/yr, 그리고 1.715/yr로 계산되었다. 따라서 소형부어류의 P/B 비는 1.715/yr로 간주하였다.

(3) 대형부어류

대형부어류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 대형부어류의 사망계수는 표 2-2-12, 표 2-2-13 과 같다.

표 2-3-2-12. 전남 바다목장 조성 이전 대형부어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
방어	-	-	-	
농어	-	1.056	-	PKNU (2000)
삼치	0.400	0.600	1.000	MOMAF (2000)
다랑어	-	-	-	
숭어	-	1.034	-	PKNU (2000)
가중평균치	0.400	0.802	1.000	

조성 이전 대형부어류의 F, M 그리고 Z의 가중평균치는 각각 0.400/yr, 0.802/yr, 그리고 1.000/yr로 계산되었다. 따라서 대형부어류의 P/B 비는 1.000/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-13. 전남 바다목장 조성 이후 대형부어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
방어	-	-	-	
농어	-	1.056	-	PKNU (2000)
삼치	0.400	0.600	1.000	MOMAF (2000)
다랑어	-	-	-	
숭어	-	1.034	-	PKNU (2000)
가중평균치	0.400	0.656	1.000	

조성 이후 대형부어류의 F, M 그리고 Z의 가중평균치는 각각 0.400/yr, 0.656/yr, 그리고 1.000/yr로 계산되었다. 따라서 대형부어류의 P/B 비는 1.000/yr로 간주하였다.

(4) 불락류

불락류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 불락류의 사망계수는 표 2-3-2-14, 표 2-3-2-15와 같다.

표 2-3-2-14. 전남 바다목장 조성 이전 불락류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
조피불락		0.799		PKNU (2000)
불락	-	0.895	-	PKNU (2000)
붉은솜뱀이	-	-	-	
노래미	0.253	0.532	0.785	Oh <i>et al.</i> (1999)
가중평균치	0.253	0.362	0.499	

조성 이전 불락류의 F, M 그리고 Z의 가중평균치는 각각 0.137/yr, 0.362/yr, 그리고 0.499/yr로 계산되었고, 따라서 불락류의 P/B 비는 0.499/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-15. 전남 바다목장 조성 이후 불락류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
조피불락	0.306	0.188	0.494	
불락	-	0.895	-	PKNU (2000)
붉은솜뱀이	-	-	-	
노래미	0.253	0.532	0.785	Oh <i>et al.</i> (1999)
가중평균치	0.305	0.439	0.498	

조성 이후 불락류의 F, M 그리고 Z의 가중평균치는 각각 0.305/yr, 0.439/yr, 그리고 0.498/yr로 계산되었고, 따라서 불락류의 P/B 비는 0.498/yr로 간주하였다.

(5) 감성돔

감성돔에 대해 연구된 사망계수는 표 2-3-2-16, 표 2-3-2-17과 같다.

표 2-3-2-16. 전남 바다목장 조성 이전 감성돔의 사망계수

종명	F	M	Z
감성돔	0.137	0.362	0.499

조성 이전 감성돔 F, M 그리고 Z는 각각 0.137/yr, 0.362/yr, 그리고 0.499/yr로 계산되었고, 따라서 감성돔의 P/B 비는 0.499/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-17. 전남 바다목장 조성 이후 감성돔의 사망계수

종명	F	M	Z
감성돔	0.441	0.208	0.649

조성 이후 감성돔 F, M 그리고 Z는 각각 0.441/yr, 0.208/yr, 그리고 0.649/yr로 계산되었고, 따라서 감성돔의 P/B 비는 0.649/yr로 간주하였다.

(6) 반저서어류

반저서어류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 반저서어류의 사망계수는 표 2-3-2-18, 표 2-3-2-19와 같다.

표 2-3-2-18. 전남 바다목장 조성 이전 반저서어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
붕장어	-	-	-	
갯장어	0.255	0.313	0.568	Zhang <i>et al.</i> (1998)
성대	-	-	-	
양태	-	-	-	
보리멸	-	-	-	
참돔	0.900	0.400	1.300	NFRDI (1998)
옥돔	-	-	-	
자리돔	-	-	-	
뱅에돔	-	-	-	
보구치	0.922	0.458	1.380	Zhang <i>et al.</i> (1999)
강달이	-	-	-	
민어	-	-	-	
부세	-	-	-	
참조기	1.110	0.400	1.510	Zhang <i>et al.</i> (1992)
기타조기	-	-	-	
눈볼대	-	-	-	
능성어	-	-	-	
갈치	0.843	0.441	1.284	Zhang (1998)
병어	0.924	0.600	1.524	Kim <i>et al.</i> (1989)
대구	-	-	-	
복어류	-	-	-	
쥐치	0.720	0.260	0.980	Park (1985)
매통이	-	-	-	
가중평균치	0.897	0.441	1.338	

조성 이전 반저서어류의 F, M 가중평균치는 각각 0.897/yr, 0.441/yr, 그리고 Z는 1.338/yr로 계산되었다. 따라서, 반저서어류의 P/B 비는 1.338/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-19. 전남 바다목장 조성 이후 반저서어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
붕장어	0.478	0.802	1.279	PKNU (2007)
갯장어	0.255	0.313	0.568	Zhang <i>et al.</i> (1998)
성대	-	-	-	
양태	-	-	-	
보리멸	-	-	-	
참돔	0.900	0.400	1.300	NFRDI (1998)
옥돔	-	-	-	
자리돔	-	-	-	
벵에돔	-	-	-	
보구치	0.922	0.458	1.380	Zhang <i>et al.</i> (1999)
강달이	-	-	-	
민어	-	-	-	
부세	-	-	-	
참조기	1.480	0.290	1.768	PKNU (2007)
기타조기	-	-	-	
눈볼대	-	-	-	
능성어	-	-	-	
갈치	0.843	0.441	1.284	Zhang (1998)
병어	0.924	0.600	1.524	Kim <i>et al.</i> (1989)
대구	-	-	-	
복어류	-	-	-	
쥐치	0.720	0.260	0.980	Park (1985)
매통이	-	-	-	
가중평균치	0.979	0.504	1.468	

조성 이후 반저서어류의 F, M 가중평균치는 각각 0.979/yr, 0.504/yr, 그리고 Z는 1.468/yr로 계산되었다. 따라서 반저서어류의 P/B 비는 1.468/yr로 간주하였다.

(7) 저서어류

저서어류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 저서어류의 사망계수는 표 2-3-2-20, 표 2-3-2-21과 같다.

표 2-3-2-20. 전남 바다목장 조성 이전 저서어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
넙치	-	0.801	-	PKNU (2000)
가자미류	-	-	-	
서대류	-	-	-	
아귀	0.640	0.270	0.910	Park <i>et al.</i> (1999)
홍어	-	-	-	
가오리류	-	-	-	
가중평균치	0.640	0.839	0.910	

조성 이전 저서어류의 경우 F와 Z는 단지 아귀에 대한 자료만이 이용가능 했으므로, F와 Z는 각각 0.640/yr, 839/yr을 사용하였다. 따라서 저서어류의 P/B 비는 0.910/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-21. 전남 바다목장 조성 이후 저서어류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
넙치	0.374	0.361	0.735	PKNU (2007)
가자미류	-	-	-	
서대류	0.337	0.282	0.619	PKNU (2007)
아귀	0.640	0.270	0.910	Park <i>et al.</i> (1999)
홍어	-	-	-	
가오리류	-	-	-	
가중평균치	0.543	0.436	0.978	

조성 이후 저서어류의 F, M 가중평균치는 각각 0.543/yr, 0.436/yr, 그리고 Z는 0.978/yr로 계산되었다. 따라서 저서어류의 P/B 비는 0.978/yr로 간주하였다.

(8) 두족류

두족류의 경우 기존 연구된 참고문헌이 전혀 없었으므로, 순간전사망계수를 이용할 수 없었다. 그러므로 Mertz and Myers (1998)의 방법에 의하여 순간 성장률(G)을 P/B로 사용하였다. 본 연구에서는 NFRDI (2000)의 문헌을 참고하여 오징어의 연령별 체중으로부터 성장율(Growth rate)을 추정하였다. 오징어의 성장률은 0.586/yr 이었다. M:F는 1:1이라는 가정 하에 F는 0.293/yr을 계산하였다. 따라서 조성 이전과 이후 두족류의 P/B 비는 0.586/yr로 간주하였다.

(9) 표생저서동물

표생저서동물의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 표생저서동물의 사망계수는 표 2-3-2-22, 표 2-3-2-23과 같다.

표 2-3-2-22. 전남 바다목장 조성 이전 표생저서동물의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
꽃게	1.920	1.400	3.320	Yeon <i>et al.</i> (1998)
기타게	-	-	-	
꽃새우	-	-	-	
닭새우	-	-	-	
대하	-	1.060	-	PKNU (1999)
중하	-	-	-	
보리새우	-	1.959	-	PKNU (2000)
젓새우	-	-	-	
기타새우	-	-	-	
우렁쉥이	0.508	0.645	1.153	PKNU (1999)
성게	0.495	0.853	1.348	PKNU (1999)
해삼	0.167	0.703	0.870	PKNU (1999)
가중평균치	0.230	0.963	1.193	

조성 이전 표생저서어류의 F, M 가중평균치는 각각 1.360/yr, 1.156/yr, 그리고 Z값은 2.543/yr로 계산되었다. 따라서 표생저서어류의 P/B 비는 2.543/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-23. 전남 바다목장 조성 이후 표생저서동물의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
꽃게	1.660	0.630	2.290	PKNU (2007)
기타게	-	-	-	
꽃새우	-	-	-	
닭새우	-	-	-	
대하	-	1.060	-	PKNU (1999)
중하	-	-	-	
보리새우	-	1.959	-	PKNU (2000)
젓새우	-	-	-	
기타새우	-	-	-	
우렁쉥이	0.508	0.645	1.153	PKNU (1999)
성게	0.495	0.853	1.348	PKNU (1999)
해삼	0.167	0.703	0.870	PKNU (1999)
가중평균치	0.310	0.702	1.009	

조성 이후 표생저서어류의 F, M 가중평균치는 각각 0.310/yr, 0.702/yr, 그리고 Z값은 1.009/yr로 계산되었다. 따라서 표생저서어류의 P/B 비는 1.009/yr로 간주하였다.

(10) 이매패류

이매패류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 이매패류의 사망계수는 표 2-3-2-24, 표 2-3-2-25과 같다.

표 2-3-2-24. 전남 바다목장 조성 이전 이매패류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
굴	0.479	0.614	1.093	PKNU (2000)
고막류	0.867	0.807	1.674	PKNU (2000)
맛류	-	-	-	
백합류	-	-	-	
키조개	0.625	0.627	1.252	PKNU (2000)
피조개	0.894	0.643	1.537	PKNU (1999)
새조개	0.657	0.416	1.073	
바지락	0.860	0.970	1.830	Kim and Zhang (1999)
홍합	0.375	0.673	1.048	PKNU (1999)
개조개	0.410	0.212	0.622	Zhang <i>et al.</i> (2004)
기타패류	-	-	-	
	0.520	0.619	1.138	

조성 이전 이매패류의 F, M 가중평균치는 각각 0.520/yr, 0.619/yr, 그리고 Z는 1.138/yr로 계산되었다. 따라서 이매패류의 P/B 비는 1.138/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-25. 전남 바다목장 조성 이후의 이매패류 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
굴	0.479	0.614	1.093	PKNU (2000)
고막류	0.867	0.807	1.674	PKNU (2000)
맛류	-	-	-	
백합류	-	-	-	
키조개	0.625	0.627	1.252	PKNU (2000)
피조개	0.894	0.643	1.537	PKNU (1999)
새조개	0.657	0.416	1.073	
바지락	0.860	0.970	1.830	Kim and Zhang (1999)
홍합	0.375	0.673	1.048	PKNU (1999)
개조개	0.410	0.212	0.622	Zhang <i>et al.</i> (2004)
기타패류	-	-	-	
	0.490	0.613	1.103	

조성 이후 이매패류의 F, M 가중평균치는 각각 0.490/yr, 0.613/yr, 그리고 Z는 1.103/yr로 계산되었다. 따라서 이매패류의 면적당 P/B 비는 1.103/yr로 간주하였다.

(11) 복족류

복족류의 사망계수는 기존의 자료를 사용하였다. 복족류의 사망계수는 표 2-3-2-26, 표 2-3-2-27와 같다.

표 2-3-2-26. 전남 바다목장 조성 이전 복족류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
소라	0.414	0.772	1.186	PKNU (1999)
전복	0.165	0.729	0.894	PKNU (1999)
오분자기	-	-	-	
가중평균치	0.406	0.771	1.177	

조성 이전 복족류의 F, M 가중평균치는 각각 0.406/yr, 0.771/yr, 그리고 Z는 1.177/yr로 계산되었다. 따라서 복족류의 P/B 비는 1.177/yr로 간주하였다.

표 2-3-2-27. 전남 바다목장 조성 이후 복족류의 사망계수

종명	F	M	Z	참고문헌
소라	0.414	0.772	1.186	PKNU (1999)
전복	0.165	0.729	0.894	PKNU (1999)
오분자기	-	-	-	
가중평균치	0.361	0.763	1.124	

조성 이후 복족류의 F, M 가중평균치는 각각 0.361/yr, 0.763/yr, 그리고 Z는 1.124/yr로 계산되었다. 따라서 복족류의 P/B 비는 1.124/yr로 간주하였다.

(12) 저서식물

저서식물의 경우 사용할 수 있는 자료가 없었으므로, 생태학적으로 유사한 저서동물의 자료를 사용하였다. 이매패류와 복족류의 F값을 산술평균하여 F와 Z를 계산하였고, 조성 이전 F와 Z의 각각의 값은 F=0.463/yr와 Z=1.158/yr로, 저서식물의 P/B 비는 1.158/yr로 간주하였고, 조성 이후 F=0.426/yr와 Z=1.114/yr로, 저서식물의 P/B 비는 1.114/yr로 간주하였다.

라) 생물군별 섭식량/생체량(Q/B) 비

섭식량/생체량 비는 체중당 섭식량으로 각 생물종이 체중의 몇 배를 소비하는가를 나타내는 것으로, 대상생태계 생물에 대해 사용 가능한 자료가 거의 없었으므로 기존의 연구 자료를 사용하여 구한 섭식량/생체량 비는 표 2-3-2-28과 같다.

표 2-3-2-28. 전남 바다목장의 생물군별 섭식량/생체량(Q/B) 비

생물군	섭식량/생체량(Q/B) 비	참고문헌
최고포식자	13.108	
바다새	60.000	
소형부어류	3.500	
대형부어류	3.000	
볼락류	12.061	
감성돔	2.500	
반저서어류	2.226	
저서어류	18.293	
두족류	11.333	Trites <i>et al.</i> , 1999
표생저서동물	5.777	
이매패류	11.226	
복족류	5.777	
포식형 동물플라크톤	0.033	
대형 동물플라크톤	0.308	
소형 동물플라크톤	0.639	

마) 생물군별 먹이조성비(DC)

(1) 최고포식자

전남 바다목장의 생태계 모델링을 위해 현재 조사되고 있지는 않지만 전남 바다목장 생태계에 직·간접적으로 영향을 끼치는 생물인 상괭이를 비롯하여 최고 포식자의 먹이조성비를 나타내었다. 상괭이의 자원생태학적 특성치와 섭식자료는 박 등(2002)의 자료를 참고하였고, 참돌고래, 큰돌고래의 경우는 국립수산과학원(2000)의 자료를 사용하였다. 상어류 중에서 남해안에 주로 분포한다고 알려진 홍살귀상어, 귀상어, 뱀상어를 고려하였으며 이들 중에 대해서는 Chyung (1977)의 자료를 사용하였다(표 2-3-2-29, 표 2-3-2-30).

표 2-3-2-29. 전남 바다목장 조성 이전 최고포식자의 먹이생물 중요도

종명	먹이중요도												문헌 중요도 (RI)	합계
	AP	SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	PZ	LZ	SZ		
참돌고래	-	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	-	-	0.5	
큰돌고래	-	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	-	-	0.5	
상괭이	-	25.3	2.6	0.5	0.1	12.9	1.1	3.6	45.8	2.7	2.8	2.7	1.0	
홍살귀상어	-	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	11.1	5.6	5.6	-	-	-	0.5	
귀상어	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0	-	-	-	0.5	
뱀상어	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	-	-	-	0.5	
가중평균	10.6	52.5	29.8	27.7	27.3	40.2	38.9	30.8	73.0	13.8	2.8	2.7		
먹이조성비(%)	0.030	0.150	0.085	0.079	0.078	0.115	0.111	0.088	0.209	0.039	0.008	0.008		1.000

AP: 최고포식자, SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 불락류, BS: 갑성류, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤

표 2-3-2-30. 전남 바다목장 조성 이후 최고포식자의 먹이생물 중요도

종명	먹이중요도												문헌 중요도 (RI)	합계
	AP	SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	PZ	LZ	SZ		
참들고래	-	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	-	-	0.5	
큰들고래	-	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	-	-	0.5	
상괭이	-	25.3	2.6	0.5	0.1	12.9	1.1	3.6	45.8	2.7	2.8	2.7	1.0	
홍살귀상어	-	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	11.1	5.6	5.6	-	-	-	0.5	
귀상어	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0	-	-	-	0.5	
뱀상어	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	-	-	-	0.5	
가중평균	10.6	52.5	29.8	27.7	27.3	40.2	38.9	30.8	73.0	13.8	2.8	2.7		
먹이조성비(%)	0.030	0.150	0.085	0.079	0.078	0.115	0.111	0.088	0.209	0.039	0.008	0.008		1.000

AP: 최고포식자, SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 불락류, BS: 갑성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤

(2) 바다새

전남 바다목장 생태계에 서식하는 바다새로서 꿩이갈매기와 제비갈매기를 고려하였다. 이들 두 종에 대한 자료는 한국의 조류 Website (<http://bric.postech.ac.kr/species/bird/index.html>)와 우(2002)에 나타난 자료를 참고하였다(표 2-3-2-31).

표 2-3-2-31. 전남 바다목장 바다새의 먹이생물 중요도

종명	먹이중요도		문헌중요도(RI)	합계
	SP	EP		
꿩이갈매기	20.0		0.2	
제비갈매기	10.0	10.0	0.2	
가중평균	30.0	10.0		
먹이조성비(%)	0.750	0.250		1.000

SP: 소형부어류, EP: 표생저서동물

(3) 소형부어류

소형부어류의 먹이 생물중요도를 추정하기 위하여 멀치는 박과 차(1995)의 자료를, 전어는 박 등(1996)의 자료를, 전갱이는 허와 차(1998)의 자료를, 고등어는 차 등(2004)의 자료를, 까나리는 김과 강(1991)의 자료를 사용하였다. 그룹 내 타어종의 먹이생물은 국립수산과학원(2004)의 자료를 참고하였다(표 2-3-2-32, 표 2-3-2-33).

표 2-3-2-32. 전남 바다목장 조성 이전 소형부어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도										문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	CP	EP	PZ	LZ	SZ	BA	LN	SN	DE		
멸치	335.4	-	-	-	-	87.8	10.1	-	1.1	1.1	-	1.0	
전어	0.3	-	-	-	5.0	42.0	47.0	-	1.0	5.0	-	1.0	
준치	0.1	1.0	1.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
전갱이	1.0	-	-	6.0	4.7	86.0	-	0.9	-	-	2.2	1.0	
꽁치	0.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
학공치	0.0	-	-	-	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
고등어	25.5	89.0	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	
밴댕이	0.0	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
까나리	-	-	-	4.0	-	96.0	-	-	-	-	-	1.0	
가중평균		6.3	0.0	0.0	0.0	82.3	10.1	0.0	1.0	1.0	0.0		
먹이조성비(%)		0.063	<0.001	<0.001	<0.001	0.823	0.094	<0.001	0.010	0.010	<0.001	1.000	

SP: 소형부어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤,
SZ: 소형동물플랑크톤 BA: 저서식물, LN: 대형식물플랑크톤, SN: 소형식물플랑크톤, DE: 유기퇴적물

표 2-3-2-33. 전남 바다목장 조성 이후 소형부어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도										문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	CP	EP	PZ	LZ	SZ	BA	LN	SN	DE		
멸치	261.3	-	-	-	-	87.8	10.1	-	1.1	1.1	-	1.0	
전어	0.5	-	-	-	5.0	42.0	47.0	-	1.0	5.0	-	1.0	
준치	0.0	1.0	1.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
전갱이	1.2	-	-	6.0	4.7	86.0	-	0.9	-	-	2.2	1.0	
꽁치	0.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
학공치	0.0	-	-	-	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
고등어	16.1	89.0	-	-	-	10.0	-	-	-	-	-	1.0	
밴댕이	1.5	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
까나리	1.3	-	-	4.0	-	96.0	-	-	-	-	-	1.0	
가중평균		5.5	0.0	0.1	0.0	88.9	10.2	0.0	1.0	1.0	0.0		
먹이조성비(%)		0.051	<0.001	<0.001	<0.001	0.832	0.095	<0.001	0.010	0.010	<0.001	1.000	

SP: 소형부어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤,
SZ: 소형동물플랑크톤 BA: 저서식물, LN: 대형식물플랑크톤, SN: 소형식물플랑크톤, DE: 유기퇴적물

(4) 대형부어류

대형부어류의 먹이 생물중요도를 추정하기 위하여 농어는 허와 곽(1998)의 자료를 사용하였다. 그룹 내 타어종의 먹이생물은 국립수산과학원(2004)의 자료를 참고하였다(표 2-3-2-34, 표 2-3-2-35).

표 2-3-2-34. 전남 바다목장 조성 이전 대형부어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도										문헌중요도 (RI)	합계	
		SP	LP	SD	CP	EP	PZ	LZ	LN	SN	DE			
방어	0.0	2.0	2.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
농어	0.7	-	-	6.0	-	30.0	64.0	-	-	-	-	-	1.0	
삼치	1.8	1.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
다랑어류	0.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
숭어	0.8	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	1.0	-	0.5	
가중평균		13.7	0.2	14.7	0.1	6.1	13.0	0.0	6.9	3.1	3.1			
먹이조성비(%)		0.274	0.003	0.292	0.001	0.101	0.216	<0.001	0.102	0.051	0.051		1.000	

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, SD: 반저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, LN: 대형식물플랑크톤

표 2-3-2-35. 전남 바다목장 조성 이후 대형부어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도										문헌중요도 (RI)	합계	
		SP	LP	SD	CP	EP	PZ	LZ	LN	SN	DE			
방어	0.1	2.0	2.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
농어	0.9	-	-	6.0	-	30.0	64.0	-	-	-	-	-	1.0	
삼치	9.8	1.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
다랑어류	0.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
숭어	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	1.0	-	0.5	
가중평균		21.8	0.1	22.2	0.1	2.3	5.0	0.0	6.9	3.1	3.1			
먹이조성비(%)		0.405	0.002	0.412	0.001	0.043	0.092	<0.001	0.022	0.011	0.011		1.000	

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, SD: 반저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, LN: 대형식물플랑크톤

(5) 볼락류

전남 바다목장 해역은 수산자원조성을 위해 인공어초 및 해조류를 설치하였으므로, 이러한 설치물에 의해 서식지가 주로 암초인 어류들의 경우 성장 및 생산에 큰 영향을 받을 것이다. 따라서 저서어류 중에서 암초에 서식하는 볼락류를 따로 분리 하였다. 볼락은 허와 곽(1998)의 자료를, 노래미는 김과 강(1986)의 자료를 사용하였다. 그룹 내 타어종의 먹이생물은 국립수산과학원(2004)의 자료를 참고하였다(표 2-3-2-36, 표 2-3-2-37).

표 2-3-2-36. 전남 바다목장 조성 이전 불락류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도									문헌 중요도 (RI)	합계
		RF	BS	SD	CP	EP	GA	PZ	LZ	SZ		
조피불락	2.7	1.0	1.0	1.0	-	1.0	-	-	-	-	0.5	
불락	0.8	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	2.0	-	1.0	
붉은 솜뱅이	0.3	1.0	1.0	1.0	-	1.0	-	-	-	-	0.5	
노래미	0.0	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	
가중평균		9.8	9.8	9.8	-	14.1	4.3	4.3	8.7	0.0		
약간성비(%)		0.161	0.161	0.161	-	0.232	0.071	0.071	0.142	<0.001		1.000

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 불락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물,
GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤

표 2-3-2-37. 전남 바다목장 조성 이후 불락류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도									문헌 중요도 (RI)	합계
		RF	BS	SD	CP	EP	GA	PZ	LZ	SZ		
조피불락	1.4	1.0	1.0	1.0	-	1.0	-	-	-	-	0.5	
불락	0.8	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	2.0	-	1.0	
붉은 솜뱅이	0.2	1.0	1.0	1.0	-	1.0	-	-	-	-	0.5	
노래미	0.0	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	
가중평균		8.4	8.4	8.4	-	14.9	6.5	6.5	13.1	0.0		
약간성비(%)		0.126	0.126	0.126	-	0.225	0.099	0.099	0.197	<0.002		1.000

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 불락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물,
GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤

(6) 감성돔

감성돔은 전남 바다목장의 대상종이므로 이들의 자원량 변화는 어업생산성에 큰 영향을 미친다. 따라서 합리적인 자원조성 및 관리를 위해 감성돔을 반저서어류 중에서 따로 분류하였다. 조성 이전 위내용물 자료는 허와 곽(1998)의 자료를 참고하여 추정하였고, 조성 이후 위내용물 자료는 한국해양연구원(2005)의 자료를 참고하여 추정하였다(표 2-3-2-38, 표 2-3-2-39).

표 2-3-2-38. 전남 바다목장 조성 이전 감성돔의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도					문헌중요도 (RI)	합계
		EP	GA	PZ	LZ	BA		
감성돔	0.3	32.7	-	1.5	59.2	0.2	1.0	
먹이조성비(%)		0.349	-	0.016	0.632	0.002		1.000

EP: 표생저서동물, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, BA: 저서식물

표 2-3-2-39. 전남 바다목장 조성 이후 감성돔의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도					문헌중요도 (RI)	합계
		EP	GA	PZ	LZ	BA		
감성돔	18.7	32.7	-	1.5	59.2	0.2	1.0	
먹이조성비(%)		0.349	-	0.016	0.632	0.002		1.000

EP: 표생저서동물, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, BA: 저서식물

(7) 반저서어류

반저서어류의 먹이 생물중요도를 추정하기 위하여 봉장어는 허와 곽(1998)의 자료를, 양태는 곽과 허(2002)의 자료를 사용하였다. 갈치는 허(1999)의 자료를, 까나리는 김과 강(1991)의 자료를, 쥐치는 Kwak and Baek (2003)의 자료를 참고하였다. 그룹 내 타어종의 경우에는 국립수산과학원(2004)의 자료를 참고하였다(표 2-3-2-40, 표 2-3-2-41).

표 2-3-2-40. 전남 바다목장 조성 이전 반저서어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도														분헌 중요도 (RI)	합계
		SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	BV	GA	PZ	LZ	SZ	BA		
붕장어	8.2	-	-	-	-	31.0	-	20.4	36.7	-	5.1	0.1	6.7	-	-	1.0	
갯장어	1.0	-	-	-	-	-	1.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
성대류	0.5	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
양태	2.7	-	-	-	-	39.2	-	30.0	21.3	-	-	-	9.5	-	-	1.0	
보리멸	0.5	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
참돔	0.3	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-	0.5	
옥돔	0.4	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
자리돔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
벵에돔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.5	
보구치	5.6	-	-	-	-	1.0	-	2.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
강달이	112.9	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
민어	3.4	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
부세	0.0	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
참조기	3.8	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
눈볼대	0.4	-	-	-	-	1.0	-	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
능성어	0.1	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
갈치	13.3	16.0	-	-	-	31.9	-	1.4	19.0	-	-	8.2	5.6	2.0	-	1.0	
병어류	2.5	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
대구	0.0	-	-	-	-	-	1.0	1.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
복어류	0.2	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
쥐치	1.8	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-	80.4	-	16.5	1.0	
매통이	0.3	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
가중 평균		1.6	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	9.1	12.1	0.3	0.5	7.2	14.8	6.6	0.2		
먹이 조성비(%)		0.028	0.001	0.000	0.000	0.101	0.001	0.156	0.207	0.004	0.009	0.124	0.253	0.113	0.003	1.000	

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 볼락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류,
EP: 표생저서동물, BV: 이매패류, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤,
SZ: 소형동물플랑크톤, BA: 저서식물

표 2-3-2-41. 전남 바다목장 조성 이후 반저서어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도														문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	BV	GA	PZ	LZ	SZ	BA		
붕장어	3.7	-	-	-	-	31.0	-	20.4	36.7	-	5.1	0.1	6.7	-	-	1.0	
갯장어	0.8	-	-	-	-	-	1.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
성대류	1.2	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
양태	2.4	-	-	-	-	39.2	-	30.0	21.3	-	-	-	9.5	-	-	1.0	
보리멸	0.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
참돔	0.2	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-	0.5	
옥돔	0.9	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
자리돔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
벵에돔	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.5	
보구치	1.2	-	-	-	-	1.0	-	2.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
강달이	56.5	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
민어	3.7	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
부세	0.0	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
참조기	0.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
눈볼대	0.3	-	-	-	-	1.0	-	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
능성어	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
갈치	29.8	16.0	-	-	-	31.9	-	1.4	19.0	-	-	8.2	5.6	2.0	-	1.0	
병어류	3.9	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
대구	0.0	-	-	-	-	-	1.0	1.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
복어류	0.2	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.5	
취치	0.8	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-	80.4	-	16.5	1.0	
매통이	0.2	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
가중 평균		5.1	0.0	0.0	0.0	12.3	0.0	7.4	14.3	0.5	0.6	7.7	12.8	5.7	0.2		
먹이 조성비(%)		0.077	0.001	0.000	0.000	0.185	0.001	0.111	0.215	0.007	0.009	0.115	0.192	0.085	0.004	1.000	

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 볼락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류,
 EP: 표생저서동물, BV: 이매패류, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤,
 SZ: 소형동물플랑크톤, BA: 저서식물

(8) 저서어류

저서어류의 먹이 생물 중요도를 추정하기 위해 황아귀는 차 등(1997)의 자료를, 홍어는 홍 등(2000)의 자료를 참고하였다. 생물군내 타어종의 먹이생물은 국립수산과학원(2004)의 자료를 참고하였다(표 2-3-2-42, 표 2-3-2-43).

표 2-3-2-42. 전남 바다목장 조성 이전 저서어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도														문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	BV	GA	PZ	LZ	SZ	DE		
넙치	1.6	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
가자미	1.1	-	-	-	1.0	1.0	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
서대류	1.4	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	1.0	0.5	
아귀	6.1	29.6	-	-	11.1	-	1.0	1.0	2.4	-	-	-	-	-	-	1.0	
홍어	-	6.0	-	-	0.01	-	0.3	0.6	90.0	-	-	-	-	-	-	1.0	
가오리	1.3	-	-	-	-	1.0	-	-	2.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
가중 평균		39.1	-	-	15.8	1.9	1.3	2.4	10.2	2.9	-	2.9	5.8	2.9	1.0		
먹이 조성비(%)		0.453	-	-	0.183	0.022	0.015	0.028	0.119	0.034	-	0.034	0.067	0.034	0.012	1.000	

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 불락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, BV: 이매패류, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤, DE: 유기퇴적물

표 2-3-2-43. 전남 바다목장 조성 이후 저서어류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도														문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	BV	GA	PZ	LZ	SZ	DE		
넙치	1.1	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
가자미	1.4	-	-	-	1.0	1.0	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	0.5	
서대류	0.5	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	1.0	0.5	
아귀	10.2	29.6	-	-	11.1	-	1.0	1.0	2.4	-	-	-	-	-	-	1.0	
홍어	-	6.0	-	-	0.0	-	0.3	0.6	90.0	-	-	-	-	-	-	1.0	
가오리	1.0	-	-	-	-	1.0	-	-	2.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	-	0.5	
가중 평균		50.5	-	-	20.0	1.5	1.7	2.3	9.1	1.4	-	1.4	2.8	1.4	0.3		
먹이 조성비(%)		0.547	-	-	0.217	0.017	0.018	0.025	0.099	0.015	-	0.015	0.030	0.015	0.003	1.000	

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 불락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류, EP: 표생저서동물, BV: 이매패류, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤, DE: 유기퇴적물

(9) 두족류

두족류의 먹이 생물중요도를 추정하기 위하여 문어와 갑오징어는 국립수산과학원(1999)의 자료를, 오징어는 국립수산과학원(1988)의 자료를 참고하였다. 쭈꾸미, 꼴뚜기 및 낙지는 이용할 수 있는 자료가 없었다(표 2-3-2-44, 표 2-3-2-45).

표 2-3-2-44. 전남 바다목장 조성 이전 두족류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도											문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	PZ	LZ	SZ		
문어	0.9	1.0	-	-	-	1.0	1.0	-	1.0	-	-	-	0.5	
갑오징어	1.7	1.0	-	-	-	1.0	-	1.0	1.0	-	-	-	0.5	
오징어	5.1	10.0	-	-	-	6.0	6.0	31.0	-	6.0	29.0	12.0	0.5	
쭈꾸미	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
فل뚜기	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
낙지	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
가중평균		6.7	-	-	-	5.5	3.1	11.4	3.8	1.7	8.5	3.7		
먹이 조성비(%)		0.151	-	-	-	0.124	0.070	0.257	0.085	0.038	0.192	0.082		1.000

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 볼락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류,
EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤

표 2-3-2-45. 전남 바다목장 조성 이후 두족류의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도											문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	LP	RF	BS	SD	BD	CP	EP	PZ	LZ	SZ		
문어	1.0	1.0	-	-	-	1.0	1.0	-	1	-	-	-	0.5	
갑오징어	0.7	1.0	-	-	-	1.0	-	1.0	1	-	-	-	0.5	
오징어	8.1	10.0	-	-	-	6.0	6.0	31.0	-	6.0	29.0	12.0	0.5	
쭈꾸미	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
플뚜기	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
낙지	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
가중평균		5.8	-	-	-	4.2	3.5	12.4	2.0	2.2	11.0	4.7		
먹이 조성비(%)		0.126	-	-	-	0.093	0.076	0.270	0.044	0.048	0.240	0.103		1.000

SP: 소형부어류, LP: 대형부어류, RF: 볼락류, BS: 감성돔, SD: 반저서어류, BD: 저서어류, CP: 두족류,
EP: 표생저서동물, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤

(10) 표생저서동물

표생저서동물의 먹이 생물중요도를 추정하기 위하여 꽃게와 대하는 국립수산과학원(2005)의 자료를, 닭새우의 경우에는 이(1993)에 나타난 자료를, 우렁쟁이, 성게 및 해삼은 국립수산과학원(1999)의 자료를 참고하였다. 꽃새우, 중하, 보리새우, 젓새우는 참고할 수 있는 자료가 없었다(표 2-3-2-46, 표 2-3-2-47).

표 2-3-2-46. 전남 바다목장 조성 이전 표생저서동물의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도												문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	SD	EP	BV	GA	PZ	LZ	SZ	BA	LN	SN	DE		
꽃게	0.3	1.0	1.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
꽃새우	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
닭새우	2.8	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	
대하	0.3	1.0	-	-	1.0	-	1.0	2.0	1.0	-	2.0	1.0	-	0.5	
중하	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
보리새우	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
젓새우	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
우렁쟁이	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	2.0	1.0	-	0.5	
성게	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	0.5	
해삼	0.1	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-	-	1.0	0.5	
가중평균		2.5	-	7.4	9.9	-	0.7	1.5	0.7	0.5	0.8	0.4	0.3		
먹이 조성비(%)		0.102	-	0.296	0.398	-	0.03	0.059	0.03	0.021	0.034	0.017	0.013		1.000

SP: 소형부어류, SD: 반저서어류, EP: 표생저서동물, BV: 이매패류, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤, BA: 해조류, LN: 대형식물플랑크톤, SN: 소형식물플랑크톤, DE: 유기퇴적물

표 2-3-2-47. 전남 바다목장 조성 이후 표생저서동물의 먹이생물 중요도

종명	어획량 (mt)	먹이중요도												문헌 중요도 (RI)	합계
		SP	SD	EP	BV	GA	PZ	LZ	SZ	BA	LN	SN	DE		
꽃게	0.4	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	
꽃새우	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
닭새우	2.8	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	
대하	0.0	1.0	-	-	1.0	-	1.0	2.0	1.0	-	2.0	1.0	-	0.5	
중하	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
보리새우	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
젓새우	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
우렁쟁이	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	2.0	1.0	-	0.5	
성게	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	0.5	
해삼	4.4	-	-	-	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-	-	1.0	0.5	
가중평균		1.1	-	2.7	3.8	-	4.3	8.6	4.3	0.6	0.1	0.0	4.3		
먹이 조성비(%)		0.036	-	0.092	0.129	-	0.144	0.288	0.144	0.020	0.002	0.001	0.143		1.000

SP: 소형부어류, SD: 반저서어류, EP: 표생저서동물, BV: 이매패류, GA: 복족류, PZ: 포식동물플랑크톤, LZ: 대형동물플랑크톤, SZ: 소형동물플랑크톤, BA: 해조류, LN: 대형식물플랑크톤, SN: 소형식물플랑크톤, DE: 유기퇴적물

(11) 이매패류

이매패류에 대한 먹이습성을 조사한 결과 이매패류의 모든 종은 식물성 플랑크톤과 퇴적물을 먹이로 취함이 밝혀졌다. 따라서 본 연구에서는 식물플랑크톤 그룹에 대한 먹이조성비를 0.700, 퇴적물에 대한

먹이조성비를 0.300으로 고려하였다.

(12) 복족류

복족류에 대한 먹이습성을 조사한 결과 복족류 그룹에 속하는 모든 종은 저서식물과 식물플랑크톤을 먹이로 취합이 밝혀졌다. 따라서 본 연구에서는 저서식물 그룹에 대한 먹이조성비를 0.700, 식물플랑크톤에 대한 먹이조성비를 0.300으로 고려하였다.

바) 기본 입력파라미터

조성 이전과 이후에 추정된 각 생물군별 기본 입력파라미터는 표 2-3-2-48과 표 2-3-2-49와 같다. 최고포식자, 대형부어류, 감성돔, 저서어류, 표생저서동물의 생체량은 조성 이전과 이후를 비교했을 때, 조성 이후에 생체량이 증가하였다. 플랑크톤의 경우 소형 식물플랑크톤을 제외하고 모두 조성 이후에 생체량이 증가하였다.

표 2-3-2-48. 전남 바다목장 조성 이전 기본 입력파라미터

그룹명	서식처	생체량 (mt/km^2)	생산량/생체량 (P/B)	섭식량/생체량 (Q/B)	어획량 (mt/km^2)
최고포식자	1.000	0.008	0.280	13.108	0.001
바다새	1.000	0.006	0.800	60.000	
소형부어류	1.000	3.096	1.719	3.500	2.399
대형부어류	1.000	0.056	1.000	3.000	0.223
불락류	1.000	0.101	0.499	12.061	0.025
감성돔	1.000	0.003	1.215	2.500	0.002
반저서어류	1.000	1.260	1.338	2.226	1.130
저서어류	1.000	0.119	0.910	18.293	0.076
두족류	1.000	0.333	0.586	11.333	0.096
표생저서동물	1.000	0.046	2.543	5.777	0.316
이매패류	1.000	0.207	1.138	11.226	0.537
복족류	1.000	0.021	1.176	5.777	0.043
	포식형	1.000	7.129	38.370	0.033
동물플랑크톤	대형	1.000	4.186	169.050	0.308
	소형	1.000	12.493	106.930	0.639
저서식물	1.000	0.279	1.158		0.646
식물플랑크톤	대형	1.000	31.039	263.280	
	소형	1.000	27.301	188.480	
퇴적물	1.000				

표 2-3-2-49. 전남 바다목장 조성 이후 기본 입력파라미터

그룹명	서식처	생체량 (mt/km ²)	생산량/생체량 (P/B)	섭식량/생체량 (Q/B)	어획량 (mt/km ²)
최고포식자	1.000	0.009	0.280	13.108	0.001
바다새	1.000	0.006	0.800	60.000	
소형부어류	1.000	2.395	1.725	3.500	1.867
대형부어류	1.000	0.188	1.000	3.000	0.075
블락류	1.000	0.053	0.498	12.061	0.016
감성돔	1.000	0.230	0.649	2.500	0.124
반저서어류	1.000	0.819	1.443	2.226	0.802
저서어류	1.000	0.174	0.994	18.293	0.095
두족류	1.000	0.290	0.586	11.333	0.085
표생저서동물	1.000	0.301	0.960	5.777	0.463
이매패류	1.000	0.203	1.110	11.226	0.497
복족류	1.000	0.014	1.023	5.777	0.026
	포식형	1.000	7.797	36.980	0.033
동물플랑크톤	대형	1.000	4.977	161.650	0.308
	소형	1.000	13.864	102.180	0.639
저서식물	1.000	0.196	1.066		0.418
	대형	1.000	32.131	252.500	
식물플랑크톤	소형	1.000	26.405	175.550	
퇴적물	1.000				

사) 먹이조성 matrix

전남 바다목장 조성 이전과 조성 이후에 추정된 각 생물군별 먹이조성 matrix는 표 2-3-2-50과 표 2-3-2-51과 같다.

표 2-3-2-50. 전남 바다목장 조성 이전 생태계 내 그룹별 먹이조성 matrix

그룹명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
최고포식자	0.030														
바다새															
소형부어류	0.150	0.750	0.063	0.228			0.028	0.453	0.151	0.102					
대형부어류	0.085			0.003											
볼락류	0.079				0.161										
감성돔	0.078				0.161			0.183							
반저서어류	0.115			0.245	0.161		0.101	0.022	0.124						
저서어류	0.111						0.000	0.015	0.070						
두족류	0.088	0.250	0.000	0.002			0.156	0.028	0.257						
표생저서동물	0.209		0.000	0.101	0.232	0.327	0.207	0.119	0.085	0.296					
이매패류							0.005	0.034		0.398					
복족류					0.071	0.064	0.009								
포식형	0.039		0.000	0.216	0.071	0.015	0.124	0.034	0.038	0.030					
동물플랑크톤															
대형	0.008		0.823	0.000	0.142	0.592	0.253	0.067	0.192	0.059			0.400		
소형	0.008		0.094				0.113	0.034	0.082	0.030			0.400	0.300	
저서식물			0.000			0.002	0.003			0.021		1.000			
식물플랑크톤															
대형			0.010	0.102						0.034	0.500		0.200	0.400	0.250
소형			0.010	0.051						0.017	0.250			0.300	0.750
유기퇴적물			0.000	0.051				0.012		0.013	0.250				

표 2-3-2-51. 전남 바다목장 조성 이후 생태계 내 그룹별 먹이조성 matrix

그룹명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
최고포식자	0.030														
바다새															
소형부어류	0.150	0.750	0.051	0.405			0.077	0.547	0.126	0.036					
대형부어류	0.085			0.002											
불락류	0.079				0.126										
감성돔	0.078				0.126			0.217							
반저서어류	0.115			0.412	0.126		0.185	0.017	0.093						
저서어류	0.111						0.000	0.018	0.076						
두족류	0.088	0.250	0.000	0.001			0.111	0.025	0.270						
표생저서동물	0.209		0.001	0.043	0.225	0.327	0.215	0.099	0.044	0.092					
이매패류							0.007	0.015		0.129					
복족류					0.099	0.064	0.009								
포식형	0.039		0.001	0.092	0.099	0.015	0.115	0.015	0.048	0.144					
동물플랑크톤	대형	0.008		0.823	0.000	0.197	0.592	0.192	0.030	0.240	0.288		0.400		
	소형	0.008		0.095		0.002		0.085	0.015	0.103	0.144		0.400	0.300	
저서식물				0.000		0.002	0.004			0.020		1.000			
식물플랑크톤	대형			0.010	0.022					0.002	0.500		0.200	0.400	0.250
	소형			0.010	0.011					0.001	0.250			0.300	0.750
유기퇴적물				0.000	0.011			0.003		0.143	0.250				

3) 생태계 구조

생태계 모델인 Ecopath 모델을 사용하여 전남 바다목장 조성에 따른 생태계 구조변화를 파악하였다. Ecopath 모델은 복잡하고 다양한 생태계 구성 종들의 변화를 쉽게 파악 할 수 있도록 간단한 상자 그림으로 생태계 구조를 나타낼 수 있다. 바다목장 조성 이전과 이후의 생태계 변동을 알아보기 위하여 추정된 기본 입력파라미터를 바탕으로 상자그림을 나타내었다(그림 2-3-2-5, 그림 2-3-2-6). 상자그림에서 B는 생체량을 나타내고, P는 생산량을 나타내며, 상자의 크기는 각 생물군의 상대적인 생체량의 크기를 나타낸다. 가로축은 생물군의 영양단계를 나타내며, 동일한 높이의 생물군은 동일한 영양단계를 가진다. 각 상자를 연결하는 선은 에너지의 흐름을 나타낸다.

전남 바다목장 조성 이전과 조성 이후에 생체량을 비교했을 때, 조성 이전을 기준으로 증가한 생물군은 감성돔, 최고포식자, 대형부어류, 표생저서동물 등으로 나타났다(그림 2-3-2-6).

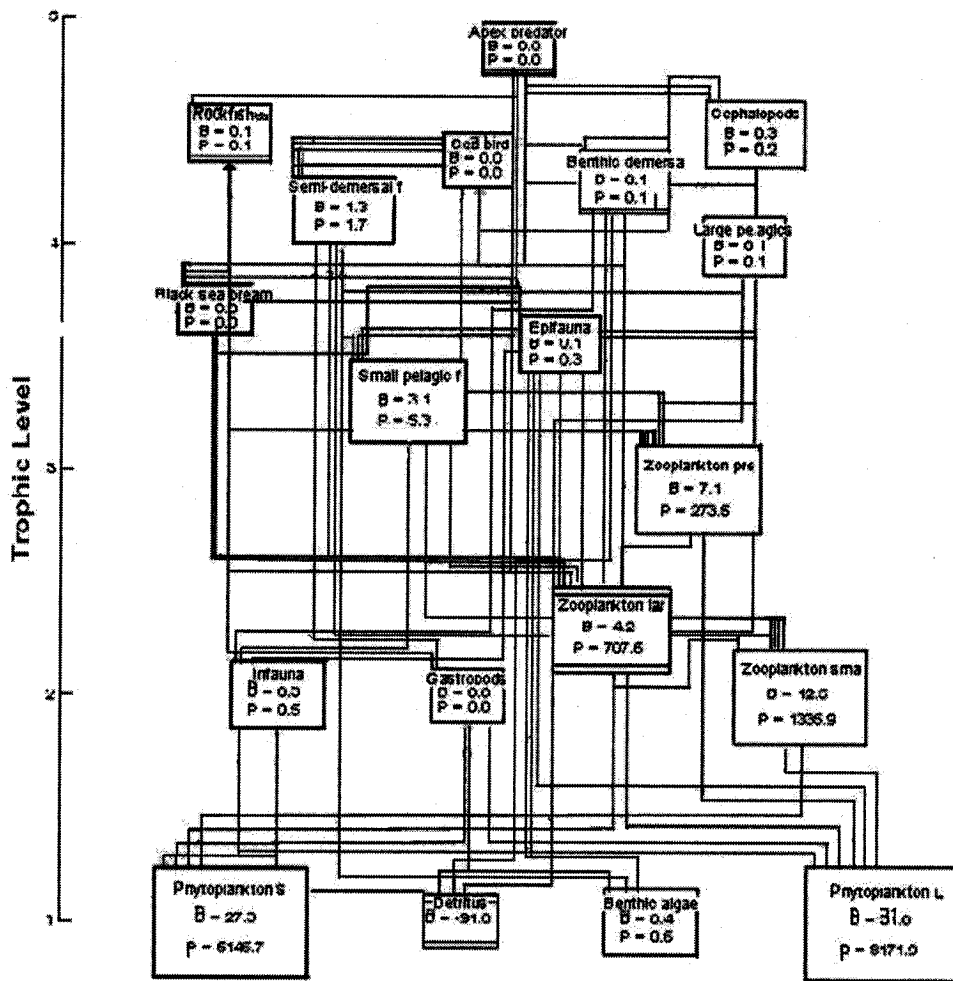


그림 2-3-2-5. 전남 바다목장 조성 이전 생태계 구조.

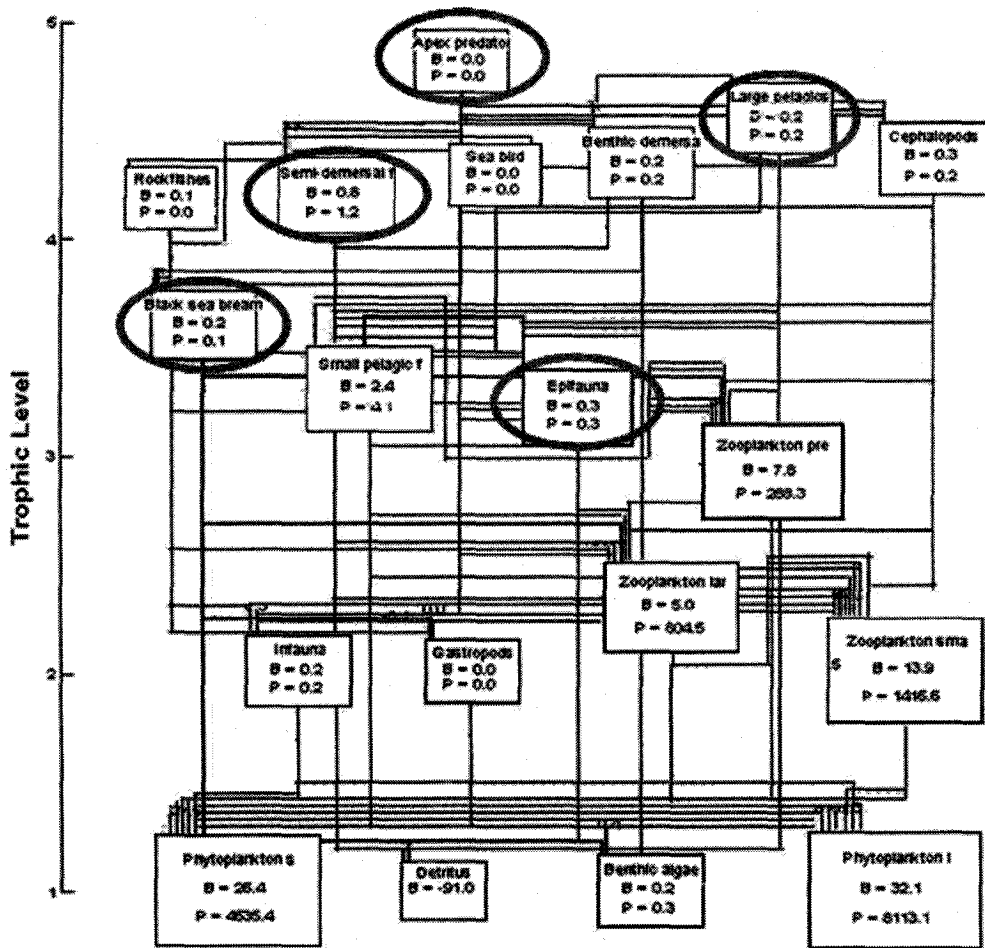


그림 2-3-2-6. 전남 바다목장 조성 이후 생태계 구조. 생태계의 생물군별 생체량은 감성돔, 최고 포식자, 대형부어류, 반저서어류, 표생저서동물 등의 그룹에서 증가를 보였음.

4) 영양단계

대상생태계 내의 각 생물군 영양단계는 식(5)을 사용하여 구했으며 식(6)을 사용하여 생태계 평균영양단계와 어획물 평균영양단계를 바다목장 조성 이전과 이후로 나누어 추정하였다(표 2-3-2-52, 표 2-3-2-53). 생체량을 사용하여 추정한 생태계 평균영양단계는 조성 이전에서는 2.55, 조성 이후에서는 2.74로 조성 이후 영양단계가 증가하였다. 어획량을 사용하여 추정한 어획물 평균영양단계에서도 조성 이전에는 3.12, 조성 이후에는 3.22로 역시 조성 이후에 영양단계가 증가하였다.

표 2-3-2-52. 전남 바다목장 조성 이전과 이후의 생물군별 영양단계와 생태계의 평균영양단계

그룹명	조성 이전		조성 이후		
	Trophic level	면적당 생체량 (mt/km^2)	Trophic level	면적당 생체량 (mt/km^2)	
최고포식자	4.86	0.008	4.80	0.009	
바다새	4.37	0.006	4.28	0.006	
소형부어류	3.31	3.096	3.31	2.395	
대형부어류	3.99	0.056	4.53	0.188	
블락류	4.49	0.186	4.17	0.053	
감성돔	3.70	0.003	3.59	0.230	
반저서어류	4.15	1.260	4.18	0.819	
저서어류	4.28	0.119	4.33	0.174	
두족류	4.49	0.333	4.35	0.290	
표생저서동물	3.55	0.046	3.21	0.301	
이매패류	2.00	0.207	2.00	0.203	
복족류	2.00	0.021	2.00	0.014	
포식형	2.92	7.129	2.92	7.797	
동물플랑크톤	대형	2.30	4.186	2.30	4.977
	소형	2.00	12.493	2.00	13.864
저서식물	1.00	0.279	1.00	0.196	
식물플랑크톤	대형	1.00	31.039	1.00	32.131
	소형	1.00	27.301	1.00	26.405
유기퇴적물	1.00	-	1.00	-	
생태계 평균영양단계	2.55		2.74		

표 2-3-2-53. 전남 바다목장 조성 이전과 이후의 생물군별 영양단계와 어획물의 평균영양단계

그룹명	조성 이전		조성 이후	
	Trophic level	면적당 어획량 (mt/km ²)	Trophic level	면적당 어획량 (mt/km ²)
최고포식자	4.86	0.001	4.80	0.001
소형부어류	3.31	2.399	3.31	1.867
대형부어류	3.99	0.023	4.53	0.075
불탁류	4.49	0.025	4.17	0.016
감성돔	3.70	0.002	3.59	0.124
반저서어류	4.15	1.130	4.18	0.808
저서어류	4.28	0.076	4.33	0.095
두족류	4.49	0.098	4.35	0.085
표생저서동물	3.55	0.316	3.21	0.463
이매패류	2.00	0.537	2.00	0.497
복족류	2.00	0.043	2.00	0.026
저서식물	1.00	0.043	1.00	0.418
어획물 평균영양단계	3.12		3.22	

5) 고찰

전남 바다목장 사업의 목적은 어장조성 및 자원조성 기술을 이용하여 대상해역의 수산생물자원의 생산성을 높이고, 증가된 수산생물자원을 높은 수준에서 지속적으로 유지·이용하는 것이다.

본 연구에서는 생태계 구조 분석 모델을 이용하여 바다목장조성 이전과 이후의 생태계 구조 변화를 분석해 봄으로써 바다목장에 어떠한 변화가 일어났는지 그리고 이러한 변화가 다른 생물군들에게 어떠한 변화를 초래했는지를 분석하였다.

금년도 연구에서 분석된 조사 자료는 전남 바다목장 해역에 대한 실제 조사 자료이다. 그러나 조성 이전의 어획량 자료는 여수 전체 해역에 대한 자료를 근거로 추정된 것으로 이용 관리팀에서 추정된 자료를 사용하여 보정할 계획이고, 생체량 추정에서 생물군들의 생체량은 자원조사 연구팀에서 추정된 자료를 사용하여 보정할 계획이다.

향후 추진 방향으로는 생태계 구조분석을 재검토하여 생태계 구조 파악 연구 내용을 보완하고, 3단계 1차년도 연구결과를 통하여 전남 바다목장 조성 이후 어획과 환경의 변화가 생태계에 미치는 영향을 생태계 역학적 방법으로 분석할 것이다.

라. 참고문헌

- Allen, K.R, 1971. Relation between production and biomass. J. Fish. Res. Bd. Can., 28: 1573- 1581.
- Aydin, K.Y., G.A. McFarlane, J.R. King, B.A. Megrey, 2003. The BASS/MODEL report on trophic models of the subarctic Pacific basin ecosystems. North Pacific Marine Science Organization (PICES) Report no.25, 93.
- Chyung, M.K, 1977. The fishes of Korea. Il-ji Publ. Co. Seoul, 64-87 (in Korean).
- Holden, M.J., 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch population and some suggested solutions: Sea Fisheries Research. Ed. by F.R. Paul Elek Ltd. 54-58.
- Hwang, S.D., 1999. Population ecology of Pacific mackerel, *Scomber japonicus*, off Korea. Doctoral dissertation. Chungnam Univ (in Korean).
- Iversen, S.A., D. Zhu, A. Johannessen, and R. Toresen, 1992. Stock size, distribution and biology of anchovy in the Yellow Sea and East China Sea. Fisheries Research., 16: 147- 163.
- Kim, H.J. and C.I. Zhang, 1999. A population ecological study of short-necked clam, *Tapes philippinarum* in the adjacent waters of Jinhae. J. Korean Soc. Fish. Res., 2: 32-43 (in Korean).
- Kim, Y.M., Y.J. Kang, B.H. Park, D.W. Lee, J.H. Lee, 1989. Studies on the fishery biology of pomfrets, *Pampus* spp. in the Korean waters. Bull. Korean Fish. Soc., 22(5), 306-313 (in Korean).
- Kishi, M.j., M. Kashiwai, D.M. Ware, B.A. Megrey, D.L. Eslinger, F.E. Werner, M. Noguchi, A.T. Azumaya, M. Fujii, S. Hashimoto, D. Huang, H. Iizum, Y. Ishida, S. Kang, G.A. Kantakov, H. Kim, K. Komatsu, V.V. Navrosky, S.L. Smith, K. Tadokoro, A. Tsuda, O. Yamamura, Y. Yamanaka, K. Yokouchi, N. Yoshie, J. Zhang, Y.I. Zuenko, and V.I. Zvalinsky, 2007. NEMURO - A lower trophic level model for the North Pacific marine ecosystem. Ecological modelling. 202, 12-25.
- Kwak, S.N. and G.W. Baeck, 2003. Feeding habits of *Spephanolepis cirrhifer* in a *Zostera marina* Bed. Korean J. Ichthyol., 15(4). 21-223.
- Mertz, G. and R.A. Myers, 1998. A simplified formulation for fish production. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 478-484.
- MOMAF, 2000. Studies on the TAC-based fisheries management system and quota allocations for jointly Exploited fisheries resources under the EEZ regime. 542 (in Korean).
- NFRDI, 1988. Assessment of fisheries resources in Korean waters. Ye-moon Publ., 254 (in Korean).
- Oh, Y.D., C.I. Zhang, S.K. Cho and M.H. Sohn, 1999. Estimation of population ecological characteristics of *Hexagramos agrammus* in the East Sea. J. Korean Soc. Fish. Res., 2, 14-23 (in Korean).
- Park, B.H., 1985. Studies on the fishery biology of the filefish, *Navadon modestus* (Gunther) in the Korean waters. Bull. Nat'l Fish. Res., 34. 11 (in Korean).
- Park, Y.C., B.Y. Cha and S.H. Huh, 1999. Age and growth of yellow goosfish, *Lophius litulon*, J. Korean Fish. Soc., 31(4), 529-534 (in Korean).
- Pauly, D., V. Christensen and C. Waters, 2000. Ecopath, ecosim and ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. ICES Journal of Marine Science, 57: 697-706.
- Pukyong National University, 1999. Studies on the impacts of operation and construction work of

- Busan new port. Vol. 2 The estimation of production. 512 (in Korean).
- Pukyong National University, 2000. Studies on the impacts of operation and construction work of steam power plant in Hadong. Vol. 2 The estimation of production. 46 (in Korean).
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can., 191. 382.
- Steven, E.H., 1994. Stock comparison, growth, mortality, and availability of Pacific saury, *Cololabis saira*, of the Northeastern Pacific Ocean. Fish. Oceanogr., 12, 419-424.
- Tamura, T. and Ohsumi, S., 1999. Estimation of total consumption by cetaceans in the world's ocean. The Institute of Cetacean Research, 16.
- Trites, A.W., P.A. Livingston, S. Mackinson, M.C. Vasconcellos, A.M. Sringer and D. Pauly, 1999. Ecosystem changes and the decline of marine mammals in the Eastern Bering Sea. Fisheries Centre Research Reports, 1999, Vol 7(1) 100.
- Walters, C., V. Christensen and D. Pauly, 1997. Structuring dynamics models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. Review in Fish Biology and Fisheries, 7: 139-172.
- Yeon, I.J., Y.J. Kang, and C.I. Zhang, 1998. Growth and mortality of blue crab *Portunus trituberculatus* in the East China Sea. J. Korean. Soc. Fish. Res., 1(1): 104-114 (in Korean).
- Zhang, C.I., 1998. A study on the stock assessment and management implications of the Hairtail, *Trichiurus lepturus*, in Korean waters 1. Estimation of population ecological characteristics of the hairtail, *Trichiurus lepturus*, in Korean waters. J. Korean Fish. Soc., 29(5): 567-577 (in Korean).
- Zhang, C.I., Y.M. Kim, S.J. Yoo, C.S. Park, S. Kim, C.K. Kim and S.B. Yoon, 1992. Estimation of population ecological characteristics of small yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* off Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 25(1), 29-36 (in Korean).
- Zhang, C.I. and M.H. Sohn, 1996. Assessment of walleye pollock resources in the eastern Bering Sea. Ocean Research, 18 (Special): 69-78 (in Korean).
- Zhang, C.I., C.S. Park, and M.H. Sohn, 1998. A study on the stock management of the sharp-toothed eel, *Muraenesox cinereus* (FORSKAL) in Korean waters. IV. Population ecological characteristics and biomass. J. Korean Soc. Fish. Res., 1(1): 25-35 (in Korean).
- Zhang, C.I., Y.J. Kang and M.W. Lee, 1999. A population ecological study of the white croaker, *Argyrosomus argentatus* HOUTTUYN in Korean waters IV. Population ecological characteristics and biomass. J. Korean Soc. Fish. Res., 2, 68-76 (in Korean).
- Zhang, C.I. and J.B. Lee, 2001. Stock assessment and management implications of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) in Korean waters, based on the relationships between recruitment and the ocean environment. Progress in Oceanography., 49: 513-537.
- Zhang, C.I., S.C. Yoon, S.K. Lee and J.W. Choi, 2004. A population ecological study of purplish Washington clam, *Saxidomus purpuratus* in the adjacent waters of Geoje Island. J. Korean Soc. Fish. Res., 6(2), 126-139 (in Korean).
- 국립수산진흥원, 1988. 한국연근해어업자원평가. 수산자원조사보고 제 10호. Part I. 예문사., 254.
- 국립수산진흥원, 1999. 한국연근해유용연체동물도감. 구덕출판사., 197.
- 국립수산진흥원, 2000. 한반도연안고래류. 한글그라픽스., 135.
- 국립수산진흥원, 2004. 한국연근해유용어류도감. 한글출판사., 333.

- 국립수산진흥원, 2005. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장. 예문사., 383.
- 국립중앙과학관 website (<http://www.science.go.kr>)
- 김영혜, 강용주, 1991. 까나리, *Ammodytes personatus*의 식성. 한국수산학회지., 24(2), 89-98.
- 김종관, 강용주, 1986. 부산동백섬 연안에 서식하는 노래미 *Agrammus agrammus*의 먹이생물, 한국수산학회지., 19(5), 411-422.
- 곽석남, 허성희, 2002. 광양만 잘피밭에 서식하는 양태(*Platycephalus indicus*)의 식성. 한국수산학회지., 14(1), 29-35.
- 박결준, 장창익, 김장근, 손호선, 2002. 한국서해상갱이의 먹이습성과 영양단계. 한국수산자원학회지., 5, 52-63.
- 박광재, 차성식, 1995. 광양만 멸치(*Engraulis japonica*) 후기자어의 먹이생물. 한국수산학회지., 28(3), 247-252.
- 박광재, 차성식, 허성희, 1996. 광양만 전어(*Konosirus punctatus*) 후기자어의 먹이생물. 한국수산학회지. 29(4), 450-455.
- 이주희, 1993. 해양생물학. 부경대학교.
- 우용태, 2002. 부산의 새. 경성대학교조류관. 176-186.
- 차병열, 공용근, 이창훈, 김대현, 2004. 한국 근해 고등어(*Scomber japonicus*)의 섭식생태. 한국수산자원학회지., 6(2), 14-22.
- 차병열, 홍병규, 조현수, 손호선, 박영철, 양원석, 최옥인, 1997. 황아귀(*Lophius litulon*)의 식성. 한국수산학회지., 30(1), 95~104.
- 한국의 조류 website (<http://bric.postech.ac.kr/species/bird/index.html>)
- 한국해양연구원, 2003. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서(1단계 1차년도 보고서). 해양수산부. 603.
- 한국해양연구원, 2005. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서(2단계 1차년도 보고서). 해양수산부. 684.
- 한국해양연구원, 2006. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서(2단계 2차년도 보고서). 해양수산부. 640
- 허성희, 1999. 갈치의 식성, 한국어류학회지., 11(2), 191-197.
- 허성희, 곽석남, 1998. 광양만 잘피밭에 서식하는 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*) 유어의 식성. 한국수산학회지., 10(2), 168-175.
- 허성희, 곽석남, 1998. 광양만 잘피밭에 서식하는 볼락(*Sebastes inermis*)의 식성. 한국수산학회지., 31(2), 168-175.
- 허성희, 곽석남, 1998. 광양만 잘피밭에 서식하는 붕장어(*Conger myriaster*)의 식성. 한국수산학회지., 31(5), 665-672.
- 허성희, 곽석남, 1998. 광양만 잘피밭에 서식하는 농어(*Lateolabrax japonicus*). 한국어업기술학회지., 34(2).
- 허성희, 차병열, 1998. 낙동강 하구해역에서 채집된 전갱이(*Trachurus japonicus*)의 식성. 한국수산학회지., 34(3), 320-327.
- 홍승현, 연인자, 임양재, 황학진, 고태승, 박영철, 2000. 황해 흥어(*Okamejei kenojei*)의 식성. 수진연구보고., 58, 1-9.
- 해양수산부. 2006. 해양수산통계연보. 크리디자인., 478.

3. 자원조사 및 평가

가. 서론

바다목장의 최종 목표 중의 하나는 건강한 어장조성에 따른 생물자원의 지속적 생산과 이용에 있으며, 이를 통한 지역 어업인의 경제적 측면과 더불어, 일반인들에 대한 서비스 차원의 레저 산업을 효과적으로 제공하는 데 있다. 이러한 바다목장의 개념은 해역별 특성에 따라 다소 내용들이 달라 질 수는 있겠으나, 바다 및 그 내부에 잠재되어 있는 유, 무형의 제반 사항들을 직접 혹은 간접으로 이용한다는 점에서 기본적인 공통점을 지닌다.

특히, 이상화된 최상의 바다목장을 최적화의 상태로 구현하기 위해서는 무엇보다 해당 생태계에 대한 올바른 이해가 선행되어야 하며, 따라서 이러한 기초에 근거하여 지역 현실에 맞는 바다목장사업을 실시하게 된다.

본 조사에서는 바다목장의 한 맥인 생물자원분야의 자원조사에 접근하였으며, 동 해역에서 바다목장을 성공적으로 실시해 나가는 데 기초 자료로서 활용되어 질 것이다.

지금까지 남해안에서 해역별로 시행된 수산자원(특히 어류)에 대한 연구들을 살펴보면, 경남 연안에서는 삼천포(김과 강, 1991), 거제도(이 등, 1988; 차, 1999), 가덕도(허와 안, 2000; 안과 허, 2003), 남해(이 등, 2000), 진동만(백 등, 2005; 광 등, 2006), 광양만(차와 박, 1997) 등이 있고, 그리고 전남 연안에서는 여수(김과 노, 1993, 1995, 1996), 고흥(한 등, 2001), 그리고 부산 연안의 수영만(김 등, 2000)과 낙동강(광과 허, 2003) 등이 있다. 또한 최근에는 통영, 여수, 고흥, 진도 해역(차 등, 2007)에서 조사가 되었다.

본 조사는 전남(여수) 바다목장 해역인 개도~금오도~안도~연도 일원해역에서 대표정점을 정하여 자원조사를 실시하였으며, 주 연구내용으로는 어업실태조사, 서식생물조사, 어업별 자원변동조사, 주요 종의 생태조사 및 자원량 등이며, 2007년에는 주요 수산자원의 조성파 분포량, 그리고 주요 종의 자원상태를 조사하는 것을 기본으로 하였다.

나. 재료 및 방법

본 바다목장사업의 자원조사 및 평가를 위하여 실시해역인 개도~금오도~안도~연도해역에서 어업 자원조사를 실시하였다. 조사의 중심해역은 바다목장 해역에서 수산자원이 비교적 풍부하고 회유성 어종들이 많이 내유하여 오는 안도 연안이며, 이곳 연안에는 암초가 잘 발달되어 있고, 먹이생물이 풍부하기 때문에 고급의 상업성 어족자원들이 다량 서식할 수 있는 조건을 갖추고 있다. 주변 환경은 육상연안으로부터 비교적 벗어난 외해 측에 접하여 있기 때문에 연안으로부터 유입되는 오염물질을 포함한 외부의 인위적인 환경적요인의 영향이 적다. 또한, 조사해역인 안도 바다목장 주변의 수심이 비교적 얇고, 이곳에서 벗어날수록 수심은 점점 깊어지는 외해수의 영향을 많이 받는 반 외해성의 바다특징을 보인다.

본 조사가 이루어진 안도연안의 수심은 10m 내외이며, 조사는 2007년 9월부터 11월 동안 4개월간 매월 실시하였다. 안도주변 해역의 자원조사를 위하여 어획시험조사에 사용되어진 어구는 낚시(Fishing)와 삼중자망(Gill net), 통발(Fish pot), 그리고 각망(Set net)이며, 이들 어업들은 안도주변을 포함한 바다목장지역에서 어업인들과 레저인(낚시꾼) 등에 의해 이루어지는 대표적인 어업들이다. 따라서 본 자료의 결과를 이용하여 안도주변해역의 어업자원실태에 관한 모든 것을 조사, 분석하였다.

사용된 어구 중에서 낚시는 매달 한 사람이 8시간씩 2일간 나누어 실시하였으며, 주로 암반 가까이 서식하는 어종들을 대상으로 하였다. 삼중자망은 매달 조금 전후의 하루를 선택하여 오후 3시에 투망하여 18시간이 지난 익일 오전 9시경에 양망하였다. 삼중자망의 폭당 어구의 규격은 길이 50m, 높이

3m, 그리고 망목은 57mm이며, 각각 4폭씩 2개 정점으로 나누어 총 8폭을 안도 연안의 저층부근에 시설하였다. 그리고 통발(300 개)은 역시 삼중자망이 투망되는 같은 시간에 안도 연안에 시설하였으며, 양망 시간은 자망과 비슷하다. 그리고 각망은 현지 어업인에 의해 사용되고 있는 정치망어구를 이용하였으며, 어획물 조사는 어업인의 조업 시 어장을 직접 방문하여 조사하였다.

이러한 여러 어업들에 의한 어구적 특징들을 보면, 낚시는 연안의 암반을 중심으로 낚시하기 때문에 암초성 어류들이 많이 어획되고 있으며, 삼중자망에는 주로 저층이나, 저층가까이에 움직이는 어종들을 대상으로 하며, 통발은 바닥저층에 시설되기 때문에 저층에 거의 붙어사는 어종들이 어획된다. 그리고 각망에서는 기존 어구들과는 달리 표층 부근에서 조업이 이루어지기 때문에 표영계 부근을 떠다니는 표, 중층 어종들이 주를 이룬다.

따라서, 본 조사는 바다목장 지역의 안도리는 동일한 해역이기는 하나, 어구에 따라 각각 다른 특징들을 보이고 있기 때문에 본 조사해역에 서식하는 비교적 다양한 그룹들의 어종들을 어획할 수 있다고 볼 수 있다.

시험조업에 의해 채집된 어류는 채집 즉시, 선상에서 아이스박스에 얼음과 함께 보관한 뒤, 연구실로 운반하였다. 운반된 시료는 어류 및 기타 분류군을 종별로 구분하여 개체수 및 어획중량, 그리고 체장크기 등을 측정하였다. 한편, 어류에 대한 분류와 종명은 정(1977), Masuda *et al.* (1984), 김 등(2005), 그리고 명 등(2005)을 참고하였다.

또한, 본 자료의 신뢰도를 높이기 위하여 어업인인 각망(1명), 통발(2명)을 경영하는 지역의 어업인들에게 어획량 자료를 배부하여 매일 기록하게 하였으며, 본 어획시험자료의 결과와 비교, 분석하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 수산자원의 서식실태조사

가) 어업인 기록에 의한 수산자원조사

조사기간 동안 지역 어업인에 의해 기록된 어업별 어획물의 종조성 및 풍도를 살펴보면(표 2-3-1), 먼저 각망에서 어획된 총 어획량은 1,385 마리의 개체와 74,400g의 어획중량이었다. 총 7종이 어획되었으며, 이중 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)가 1,200 마리의 개체와 28,000g의 어획중량을 나타내어 최우점하였다. 다음으로 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*)이 112 마리의 개체와 17,000g의 어획중량으로 많이 차지하였다. 그 외 살오징어(*Todarodes pacificus*), 참돔(*Pagrus major*), 방어(*Seriola quinqueradiata*)와 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 그리고 농어(*Lateolabrax japonicus*)의 순이었다. 통발에서는 총 어획량 1,158 마리의 개체와 624,143g의 어획중량이었다. 총 9종이 어획되었으며, 이중 붕장어(*Conger myriaster*)가 1,000 마리의 개체와 78,000g의 어획중량, 그리고 문어(*Paroctopus dofleini*)가 27 마리의 개체와 485,000g의 어획중량으로 우점하였다. 그 외 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*), 볼락(*Sebastes inermis*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 불볼락(*Sebastes thompsoni*) 등이 어획되었다.

표 2-3-3-1. 2007년 전남(여수) 바다목장해역에서 조사된 어업별 수산자원의 조성 및 풍도(어업인 기록에 의함)

Species	Korean Name	Set net		Fish pot 1		Fish pot 2		Fish pot Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	감성돔			20	150	19	131	39	281
<i>Conger myriaster</i>	붕장어					1,000	78,000	1,000	78,000
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기					10	620	10	620
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미			3	300			3	300
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	3	1,000						
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	112	17,000						
<i>Pagrus major</i>	참돔	19	4,900	3	290			3	290
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	9	8,300						
<i>Paroctopus dofleini</i>	문어			9	161,000	18	324,000	27	485,000
<i>Sebastes inermis</i>	불락			14	300	22	11,000	36	11,300
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피볼락			11	350	14	47,000	25	47,350
<i>Sebastes thompsoni</i>	불볼락					15	1,002	15	1,002
<i>Seriola quinqueradiata</i>	방어	9	3,200						
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	쥐치	1,200	28,000						
<i>Todarodes pacificus</i>	살오징어	33	12,000						
Total		1,385	74,400	60	162,390	1,098	461,753	1,158	624,143

* N; number of fish, W; weight in gram

나) 시험조업에 의한 수산자원조사

조사기간 동안 시험조업에 의해 어획된 어업별 어획물의 종조성 및 풍도를 살펴보면(표 2-3-2), 각망에서 어획된 총 어획량은 679 마리의 개체와 56,499.9g의 어획중량이었다. 총 17종이 어획되었으며, 이중 어류가 14종, 두족류가 3종이었다. 우점어획종은 전갱이(*Trachurus japonicus*)와 쥐치이며, 각각 394 마리의 개체와 22,720.7g의 어획중량, 213 마리의 개체와 9,620.5g의 어획중량을 나타내었다. 그 외 돌돔, 갑오징어류(Sepiidae), 참돔 등이 어획되었다.

삼중자망에서는 180 마리의 총 개체와 24,063.1g의 총 어획중량이 채집되었다. 총 30종이 어획되었으며, 이중 어류가 22종, 게류가 1종, 두족류가 1종, 패류가 5종, 그리고 기타가 1종이었다. 우점어획종은 성대(*Chelidonichthys spinosus*), 털담고등(*Hemifusus ternatanus*), 참돔, 쥐치, 양태(*Platycephalus indicus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 갑오징어류 등이었다. 통발의 경우, 총 어획량은 143 마리의 개체와 11,348.2g의 어획중량이 어획되었으며, 총 19종이 어획되었다. 이중 어류가 17종, 게류가 1종, 그리고 두족류가 1종이었다. 우점종으로는 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 불볼락, 불락, 쥐치 등이었으며, 기타 감성돔, 조피볼락, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 문어 등이 어획되었다. 낚시에서는 어류가 총 5종이 어획되었으며, 이중 전갱이와 감성돔이 많이 어획되었다. 기타 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*), 보리멸(*Sillago sihama*)이 어획되었다.

따라서, 어업인 기록과 조사자의 시험조업에 의한 어획량 조사에서, 전남 바다목장 지역인 안도해역의 각망에 의한 우점종은 돌돔, 살오징어, 참돔, 넙치, 방어, 농어, 전갱이, 갑오징어 등으로 주로 중층을

때 다니는 어종들이 많이 어획되었다. 이 등(1988)에 의하면, 거제도 정치망에 의한 조사에서 주 어획물이 삼치, 전갱이, 정어리, 고등어, 갈치의 순이었다고 보고하였고, 김과 노(1996)의 여수연안 정치망 조사에서는 삼치, 전갱이, 정어리, 멸치, 갈치 등이 양적으로 많이 어획된다고 보고하였다. 따라서 본 조사에서도 정치망인 각망에 의하여 표영계를 유영하는 어종들이 많이 어획된 것이며, 이들 어종들이 안도해역의 표영계에 분포하고 있는 어종들이라 할 수 있다. 삼중자망에 의한 조사에서는 성대, 털담고등, 참돔, 쥐치, 양태, 전어, 갑오징어류, 긴빨고등 등이 주로 어획되었다. 김과 강(1991)에 의하면, 삼중자망에 의한 남해안 삼천포 신수도 연안의 어류군집조사에서 우점종은 노래미, 쥐노래미, 불락 및 농어 등의 연안 저서성 어종들이며, 차(1999)에 의한 거제도 연안의 삼중자망에 의한 어류 종조성에서는 쥐치, 망상어, 쥐노래미, 문치가자미, 조피불락, 넙치 등이 주류를 이루었으며, 안과 허(2003)의 삼중자망에 의한 가덕도 주변해역 어류에서는 문치가자미, 용서대, 망상어, 쥐노래미, 쥐치, 그리고 차 등(2007)에 의한 조사에서는 양태, 송어, 개서대, 보구치 등의 저층과 관련 있는 어종들이 주로 어획되었다고 보고된 바 있다. 따라서 본 조사에서도 삼중자망에 의해 저층 가까이의 어종들이 많이 어획되었다고 볼 수 있으며, 이들 어종들은 또한 안도해역의 중, 저층에 많이 분포하고 있는 어종들로 생각된다. 한편, 통발에서는 붕장어가 절대 우점하였는데, 이는 붕장어가 거의 저층가까이 붙어사는 어종으로 해저 가까이에 시설되어 있는 동 어구에 많이 어획되었기 때문으로 볼 수 있다. 이 외 통발에서 문어, 감성돔, 불락, 조피불락, 불불락, 쥐노래미 등이 어획되었으며, 이들 어종 또한 본 조사해역의 저층에 있는 어종들로 생각된다.

이상의 결과에서, 안도해역의 부어류로는 주로 전갱이와 오징어류, 방어, 농어 등이 서식하고 있었으며, 중·저층의 연안성 어종으로는 전어, 감성돔, 성대, 조피불락, 용치놀래기, 돌돔, 참돔, 노래미류, 쥐치, 불락, 불불락, 양태, 문어, 붕장어, 넙치, 고등류가 있었으나, 금후 지속적인 조사를 통하여 이들 어종들의 계절 및 연도별 변동양상과 다른 어종들과의 혼획 여부도 파악하여야 할 것으로 사료된다.

표 2-3-3-2. 2007년 전남(여수) 바다목장 해역에서 어획시험에 의해 조사된 어업별 수산자원의 조성 및 풍도

Species	Korean Name	Set net		Gill net		Fish pot		Fishing	
		N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	감성돔					9	1,003.2	12	2,175.8
<i>Asterina pectinifera</i>	별불가사리			4	150.3				
<i>Charybdis japonica</i>	민꽃게					4	313.6		
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	성대	2	480.3	32	3,700.2				
<i>Conger myriaster</i>	붕장어					3	209.7		
<i>Dictyosoma burgeri</i>	그물베도라치					5	280.3		
<i>Ditrema temmincki</i>	망상어			3	410.1	2	45.4		
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	능성어					2	50.3		
<i>Ernogrammus hexagrammus</i>	세줄베도라치					1	20.2		
<i>Fistularia commersonii</i>	홍대치			1	580.3				
<i>Fulvia mutica</i>	새조개			1	20.8				
<i>Fusinus perplexus</i>	긴빨고둥			10	265.4				
<i>Girella punctata</i>	벵에돔	1	419.3						
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기			5	570.2	5	385.1	4	298.5
<i>Haplogenyx mucronatus</i>	균평선이			1	70.6				
<i>Hemifusus ternatanus</i>	털탑고둥			19	2,130.4				
<i>Hexagrammos agrammus</i>	노래미					38	2,235.1		
<i>Hexagrammos otakii</i>	취노래미			1	230.8	7	840.3		
<i>Inimicus japonicus</i>	쭈기미			5	1,345.4				
<i>Kaiwarinus equula</i>	갈전갱이	1	99.8						
<i>Konosirus punctatus</i>	전어			12	1,070.5				
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	2	1,580.3						
<i>Lateolabrax maculatus</i>	점농어			1	160.5				
<i>Loligo chinensis</i>	한치오징어	3	1,500.7						
<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔			1	45.7				
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	20	3,105.6	1	125.5				
<i>Pagrus major</i>	참돔	9	2,595.1	21	2,030.1				
<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	1	1,800.2						
<i>Paroctopus dofleini</i>	문어	3	5,400.2			8	2,601.0		
<i>Pholis nebulosa</i>	베도라치					2	75.2		
<i>Platycephalus indicus</i>	양태			13	2,796.9				
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	도다리			1	200.6				
<i>Portunus trituberculatus</i>	꽃게			1	150.7				
<i>Psenopsis anomala</i>	새돔	1	85.6						
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	가시망둑					1	20.3		
<i>Reishia bronni</i>	두드럭고둥			2	10.3				
<i>Repomucenus lunatus</i>	뿔양태			1	60.2				
<i>Rudarius ercodes</i>	그물코취치					3	25.4		
<i>Saurida undosquamis</i>	매통이			1	390.5				
<i>Scomber japonicus</i>	고등어	4	535.1					1	260.2
<i>Sebastes inermis</i>	불락					15	1,095.3		
<i>Sebastes oblongus</i>	황집불락					2	184.9		
<i>Sebastes schlegeli</i>	조피불락			1	580.3	9	791.5		
<i>Sebastes thompsoni</i>	불불락					16	990.7		
Sepiidae	갑오징어과	16	4,630.2	12	4,010.3				
<i>Seriola lalandi</i>	부시리	1	420.3						
<i>Sillago sihama</i>	보리멸							2	100.3
<i>Sphyræna pinguis</i>	꼬치고기			1	185.3				
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	취치	213	9,620.5	15	470.2	11	180.7		
<i>Thamnaconus modestus</i>	말취치	1	330.4	3	140.4				
Topshell	고둥류			3	370.1				
<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	394	22,720.7					17	2,490.7
<i>Trichiurus lepturus</i>	갈치	7	1,175.6	6	1,690.3				
<i>Zebrias fasciatus</i>	노랑각시서대			2	100.2				
Total		679	56,499.9	180	24,063.1	143	11,348.2	36	5,325.5

* N ; number of fish, W ; weight in gram

2) 주요 종(자원 조성종)의 자원상태

가) 낚시에 의한 감성돔 어획량의 월 변화

조사기간 동안 낚시어업에 의해 어획된 감성돔의 마리수를 살펴보면(그림 2-3-3-1), 2007년 9월에는 2 마리, 10월에는 3 마리, 그리고 11월에는 8 마리로 점차 증가하였다. 이러한 어획 마리수의 증가는 계절 변화에 의한 일시적 증가인지, 아니면 자원량의 증가에 따른 것인지는 추후 지속적인 조사가 필요하다.

나) 통발에 의한 감성돔 어획량의 월 변화

조사기간 동안 통발어업에 의해 어획된 감성돔의 마리수를 살펴보면(그림 2-3-3-2), 2007년 9월에는 3 마리, 10월에는 9 마리가었으며, 그리고 11월에는 전혀 없었다. 통발에 어획되는 감성돔 어획량의 변동도 추후 지속적인 조사에 의한 그 변동경향을 파악할 필요가 있을 것으로 사료된다.

다) 감성돔의 체장범위

조사기간 동안 어업별로 어획된 감성돔의 크기(Fork length)를 살펴보면(표 2-3-3-3), 낚시어업에 있어서는 감성돔이 16.8~28.7cm (평균, 20.1), 삼중자망에 있어서는 36.8cm, 그리고 통발의 경우에 있어서는 13.5~18.3cm (평균, 15.9)로 어업마다 감성돔이 어획되는 크기는 달랐으나, 전체적으로 성숙체장 미만의 어류가 주체를 이루었다.

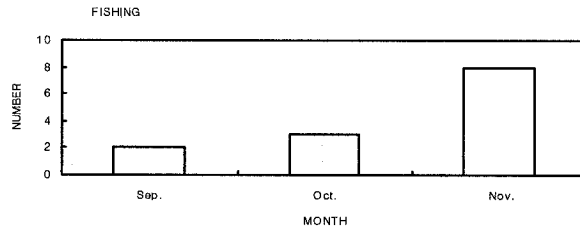


그림 2-3-3-1. 전남(여수) 바다목장해역에서 낚시에 의해 어획된 감성돔의 월별 어획량(마리수/8시간).

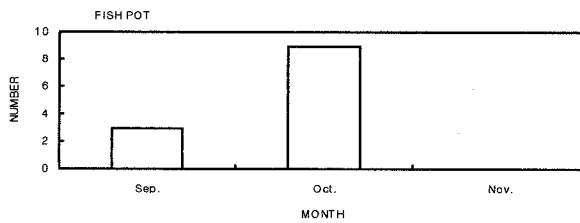


그림 2-3-3-2. 전남(여수) 바다목장해역에서 통발에 의해 어획된 감성돔의 월별 어획량(마리수/300통).

표 2-3-3-3. 2007년 전남(여수) 바다목장해역에서 어획시험에 의해 조사된 감성돔의 체장범위
(unit: Fork length cm)

	Fishing	Gill net	Fish pot
Range(mean)	16.8~28.7(20.1)	36.8	13.5~18.3(15.9)

라) 감성돔의 혼획율 및 자원상태 분석

조사기간 동안 어업별에 의한 감성돔의 혼획율을 보면(표 2-3-3-1과 표 2-3-3-2), 표층어종을 대상으로 하는 각망과 다소 저층을 대상으로 하는 삼중자망에서는 감성돔이 전혀 어획되지 않았다. 그러나 통발에서는 주 우점어획종은 아니지만, 일부 혼획되고 있었으며, 평균체장은 대부분 20cm 미만인 소형어로 구성되어 있었다. 낚시에서는 평균체장이 20cm 이상을 나타내는 그룹들이 많이 어획되었으나, 여전히 미성숙그룹이 주체를 이루었다.

따라서, 안도해역의 감성돔은 어업별에 따라 어획량과 체장범위가 달랐으며, 이는 본 어종이 표영계 보다는 연안의 암반 가까이나, 내부에서 주로 거주하고 있기 때문이며, 또한 성장단계에 따라 분포역을 약간씩 달리하고 있기 때문으로 추정된다. 그러나 이들 어업에 의한 지속적인 조사를 실시한다면, 향후 동 해역을 포함한 주변해역에서 감성돔의 자원량 및 체장조성의 변화추이를 파악할 수 있을 것이며, 만일 자원량이 늘어난다면, 이들 어업에서 어획되는 감성돔의 어획비율도 점차 증가할 것이고, 체장크기도 점차 증가할 것으로 사료된다.

3) 금후 조사계획

본 조사에서는 바다목장지역의 다양한 어구들에 의한 수산자원조사와 더불어 주요 종의 자원생태조사(수산자원의 종조성 및 주요 종의 변화)를 조사한 것이며, 향후 변동과정을 조사하기 위하여 바다목장 지역의 자원변동에 대한 모니터링을 계속 실시해 나갈 예정이다. 따라서 본 자원군집조사의 역학적 부분의 초기과정에 있으며, 이러한 자료에 근거하여 바다목장 해당 생태계의 자원조성 및 관리를 위한 정책자료를 제공하고자 한다.

라. 참고문헌

- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino, 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo. Text and plates: 437. +370pls.
- 곽석남, 허성희, 2003. 낙동강 하구역 어류의 종조성 변화. 한국수산학회지, 36: 129~35.
- 곽석남, 허성희, 최창근, 2006. 진동만 잘피밭과 인근 잘피가 없는 해역의 어류군집 비교. 한국어류학회지, 18: 119~128.
- 김동수, 노홍길, 1993. 여수연안 정치망어장의 환경요인과 어황변동에 관한 연구. 1. 어장 주변 해역의 해황 특성. 한국어업기술학회지, 29: 1~10.
- 김동수, 노홍길, 1995. 여수연안 정치망어장의 환경요인과 어황변동에 관한 연구. 3. 기초생산자의 출현과 어획량의 변동. 한국어업기술학회지, 31: 15~23.
- 김동수, 노홍길, 1996. 여수연안 정치망어장의 환경요인과 어황변동에 관한 연구. 4. 수온 · 염분과 어획량의 변동. 한국어업기술학회지, 32: 125~131.
- 김영혜, 전복순, 강용주, 2000. 수영만에 분포하는 어류의 종조성과 계절변동. 한국수산학회지, 33: 320~324.
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현, 2005. 한국어류대도감. 교학사, 615.
- 김종관, 강용주, 1991. 삼중자망에 의한 삼천포 신수도연안 천해어류 군집의 구조. 한국수산학회지, 24: 99~110.
- 명정구, 김병일, 이선명, 전길봉, 2005. 우리바다 어류도감. 다락원, 287.
- 백근욱, 곽석남, 허성희, 2005. 진동만 명주리 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절변동. 한국어류학회지, 17: 8~18.
- 안용락, 허성희, 2003. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동. 4. 저층자망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, 36: 686~694.
- 이주희, 염달구, 김삼곤, 1988. 정치망어장의 어도형성에 관한 기초연구(2). -해저지형과 해수유동-. 한국어업기술학회지, 24: 12~16.
- 이태원, 문형태, 황학빈, 허성희, 김대지, 2000. 남해 안골만 잘피밭 어류 종조성의 계절변동. 한국수산학회지, 33: 439~447.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727.
- 차병열, 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지, 11: 184~190.
- 차병열, 김대권, 서성호, 2007. 2006 남해안 해역별 어류의 출현 종 및 양적변동. 한국어류학회지, 19: 210~224.
- 차성식, 박광재, 1997. 저인망에 채집된 광양만 어류의 종조성과 계절변동. 한국어류학회지, 9: 235~243.
- 한경호, 양근석, 진동수, 유동재, 오성현, 황동식, 2001. 고흥반도 주변 해역에 분포하는 어류의 종조성 및 계절변동. 한국어류학회지, 13: 143~157.
- 허성희, 안용락, 2000. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절 변동. 1. 소형 기선저인망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, 33: 288~301.

4. 먹이생물 조사

가. 서론

해양생태계 먹이망(food web)에서 상위를 차지하고 있는 어류를 대상으로 한 식성 연구는 수산자원 학적으로 생태를 이해하기 위한 기초 자료를 제공하고 있기 때문에 가치가 매우 높다. 그리고 어류가 속해 있는 생태계의 기능적인 면을 이해하는데 있어 중요한 자료를 제공하기 때문에 자원평가의 기초 자료로서 중요하다. 따라서 전남 바다목장 해역에서 방류하는 주요어종인 감성돔과 동 해역에서 서식하는 볼락을 대상 어종으로 선정하여 대상 어종이 주로 먹는 먹이생물의 종류를 밝히고자 하였다.

나. 재료 및 방법

본 조사는 전남 바다목장화 지역에서 2007년 9월부터 11월까지 낚시 등을 이용하여 2회 채집하였다.

채집된 시료는 현장에서 ice 박스에 보관하여 실험실로 운반하였다. 운반된 시료는 실험실에서 각 개체의 체장(0.1cm)과 체중(0.1g)을 측정하였으며, 위 부분을 분리한 뒤 위내용물을 동정하였다. 위내용물 중 출현하는 먹이생물은 Takeda(1982), 국립수산물과학원(2001), 윤(2002) 등을 이용하여 동정하였으며, 분류체계와 학명은 윤(2002)과 김과 김(2001) 등을 따랐다(그림 2-3-4-1).

먹이생물은 종류별로 개체수를 계수하였으며, 그 후 종류별로 건조기에 넣고 80℃에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자저울을 이용하여 건조중량을 0.1mg 단위까지 측정하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도, 먹이생물의 개체수비 및 건조중량비로 나타내었다. 출현빈도(F_i)는 다음과 같이 구하였다.

$$F_i(\%) = A_i/N \times 100$$

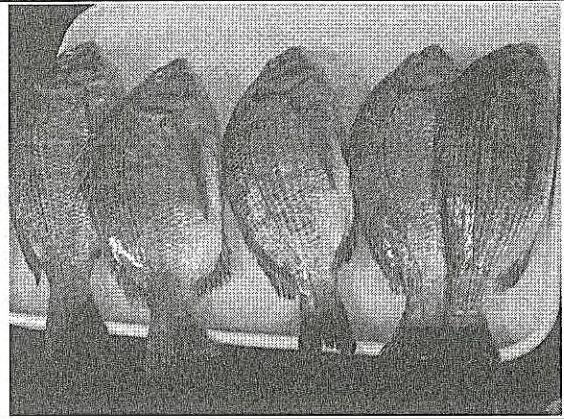
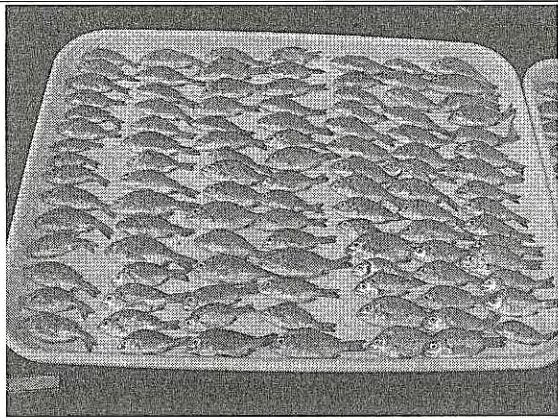
여기서 A_i 는 해당 먹이생물이 위내용물 중 발견된 어류의 개체수이고, N 은 위속에 내용물이 있었던 어류의 개체수이다.

섭이된 먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용하여 구하였다.

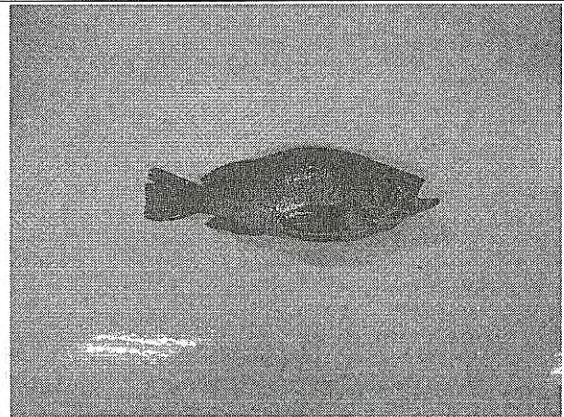
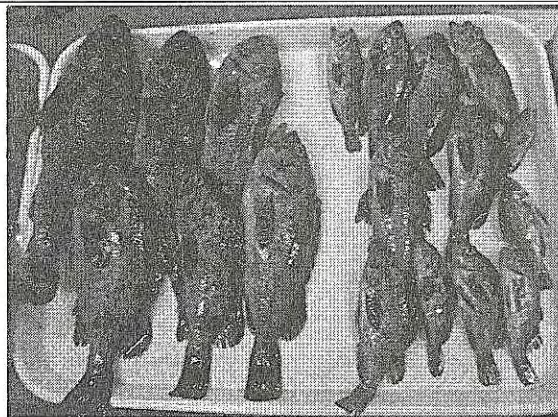
$$IRI = (N+W) \times F$$

여기서, N 은 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율이며, W 는 먹이생물 총 건조중량에 대한 백분율이고, F 는 각 먹이생물의 출현빈도이다.

또한 각 먹이생물의 상대중요성지수를 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(IRI, %)를 구하였다.



감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)



볼락(*Sebastes inermis*)

그림 2-3-4-1. 채집된 시료 및 위내용물 분석 사진.

다. 결과 및 고찰

1) 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)

가) 체장분포

지금까지 채집되어진 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 개체수는 총 50개체였으며, 이들의 체장은 12.1~23.5cm 범위였다(그림 2-3-4-2).

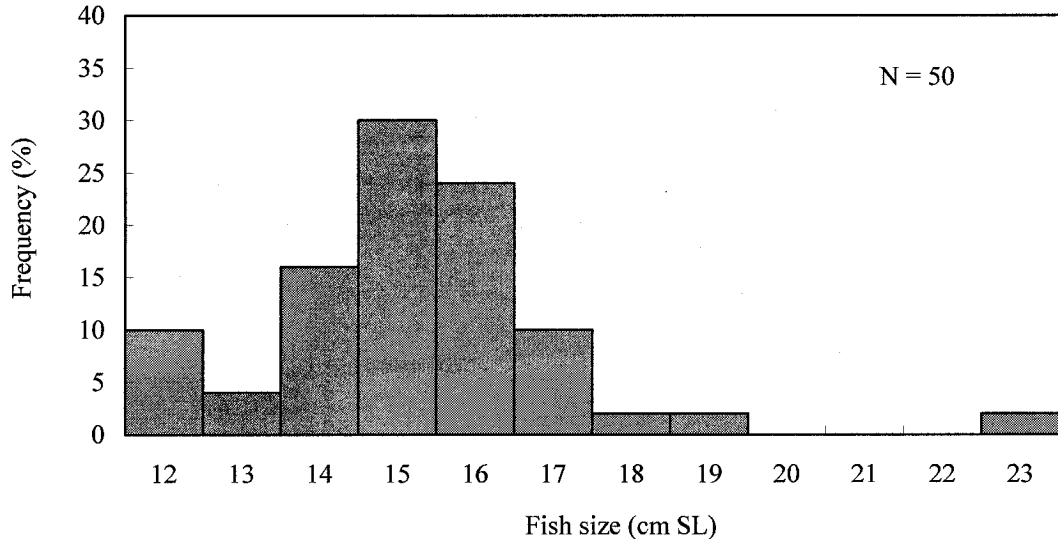


그림 2-3-4-2. 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 체장분포.

나) 위내용물 조성

위내용물 분석에 사용된 50개체의 감성돔 중 위속에 내용물이 전혀 없었던 개체는 18개체로서 36.0%의 공복율을 보였다. 먹이를 섭취한 32개체의 위내용물을 분석한 결과는 표 2-3-4-1, 그림 2-3-4-3과 같다.

감성돔의 가장 중요한 먹이생물은 이매패류(Bivalvia)였다. 이매패류는 65.6%의 출현빈도, 52.0%의 개체수비, 49.0%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요도지수비는 80.7%를 차지하였다.

이매패류 다음으로 중요한 먹이생물은 새우류(Macrura)였는데, 새우류는 위내용물 중 18.8%의 출현빈도, 28.7%의 개체수비, 18.9%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요도지수비는 10.9%를 차지하였다. 그 밖에 해조류(Seaweed), 게류(Brachyura) 등이 위내용물 중 발견 되었으나 그 양은 많지 않았다.

위내용물 중에서 발견된 먹이생물을 출현빈도, 개체수빈도, 건조중량비, 상대중요도지수비를 이용하여 각각의 중요도를 살펴보면(그림 2-3-4-4), 출현빈도에서는 65.6%를 보인 이매패류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 25.0%의 해조류, 18.8%의 새우류 등의 순이었다. 개체수빈도에서는 52.0%를 보인 이매패류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 28.7%의 새우류, 11.0%의 해조류 등의 순이었다. 건조중량비에서는 49.0%를 보인 이매패류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 18.9%의 새우류, 12.8%의 해조류 등의 순이었다. 상대중요도지수비에서는 80.7%를 보인 이매패류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 10.9%의 새우류, 7.2%의 해조류 등의 순이었다.

성장에 따른 먹이 조성의 변화를 살펴보면(그림 2-3-4-5), 12~14cm의 크기군에서는 이매패류가 58.4%를 차지하며 우점하였으며, 이후 16~18cm의 크기군까지 50% 이상의 높은 점유율을 보이고 있었다. 18~24cm의 크기군에서는 새우류가 전체를 차지하고 있었다.

표지 방류되었던 종은 위 내용물이 없는 것으로 나타났다.

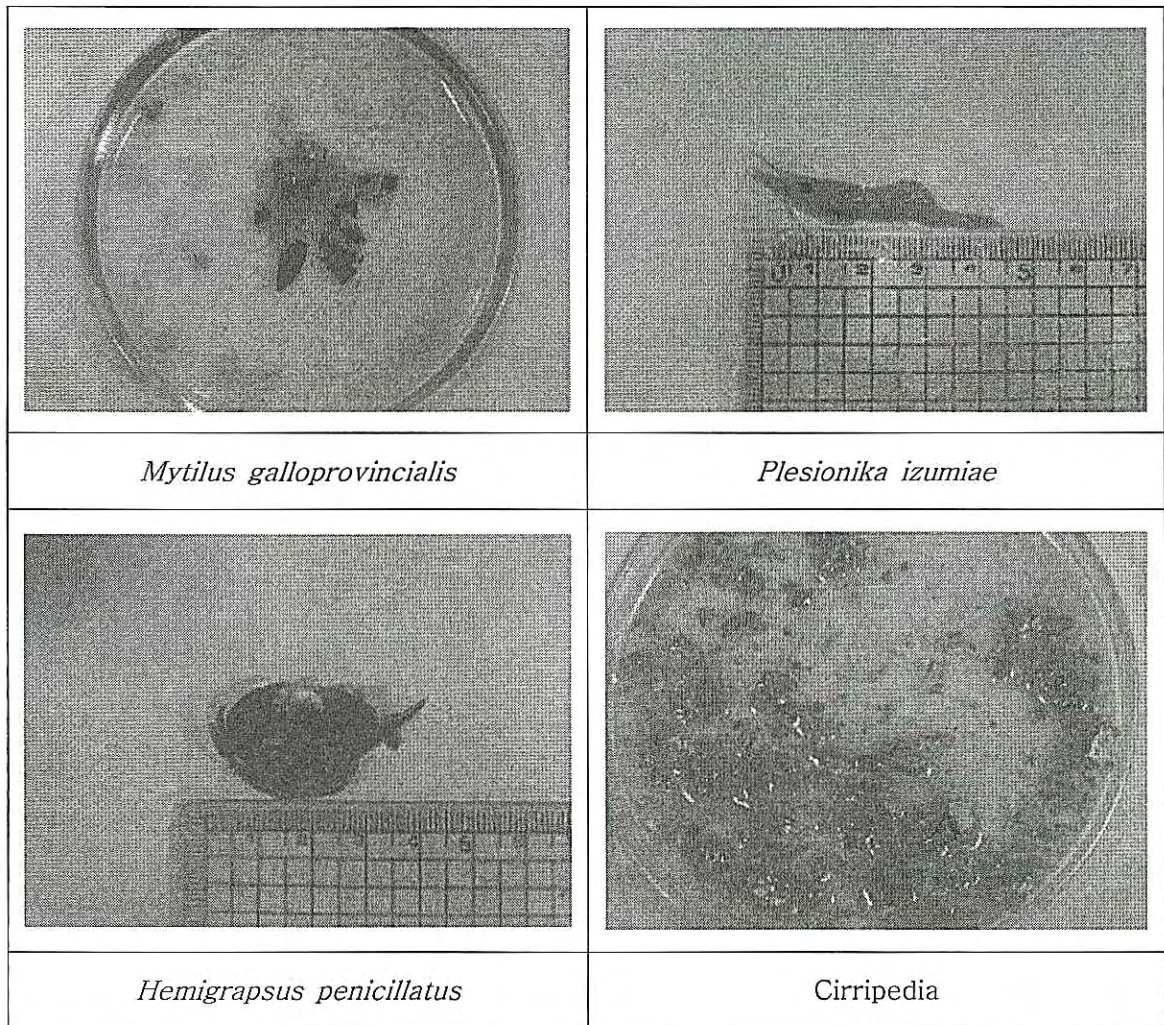


그림 2-3-4-3. 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)의 주요 먹이생물 사진.

표 2-3-4-1. 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 위내용물 조성

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Bivalvia	65.6	52.0	49.0	6634.7	80.7
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	21.9	16.4	5.7		
Unidentified Bivalvia	43.8	35.6	43.3		
Pleurogona	3.1	1.4	6.9	25.8	0.3
Thoracica	3.1	1.4	7.5	27.7	0.3
Macrura	18.8	28.7	18.9	894.4	10.9
<i>Eualus spathulirostris</i>	3.1	2.7	3.9		
<i>Heptacarpus rectirostris</i>	3.1	4.1	1.3		
<i>Plesionika izumiae</i>	3.1	15.1	9.3		
Unidentified Macrura	12.5	6.8	4.4		
Brachyura	6.3	4.1	2.5	41.0	0.5
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	3.1	1.4	0.5		
Unidentified Brachyura	3.1	2.7	2.0		
Pisces	3.1	1.4	2.4	11.7	0.1
Seaweed	25.0	11.0	12.8	594.1	7.2
Total		100.0	100.0		100.0

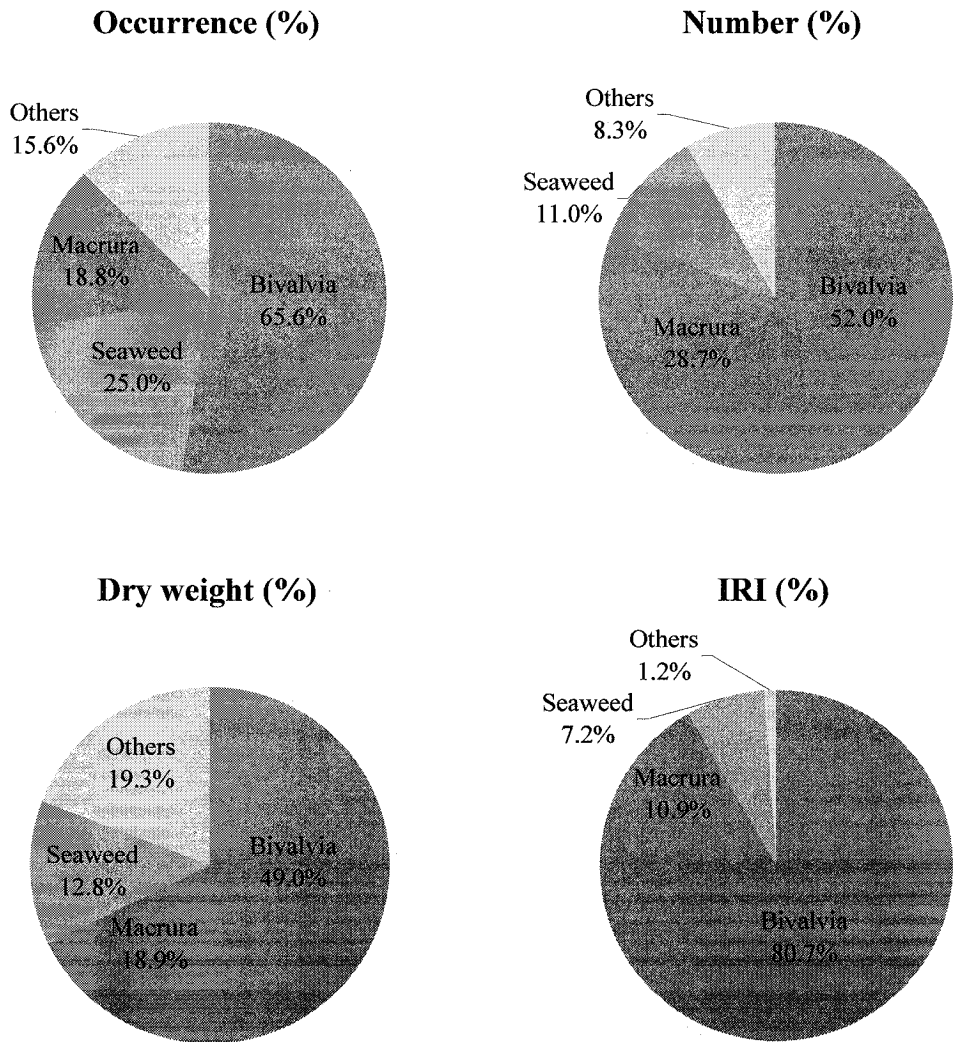


그림 2-3-4-4. 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 출현빈도(Occurrence, %), 개체수빈도(Number, %), 건조중량비(Dry weight, %), 상대중요도지수비(IRI, %)에 따른 위내용물 조성.

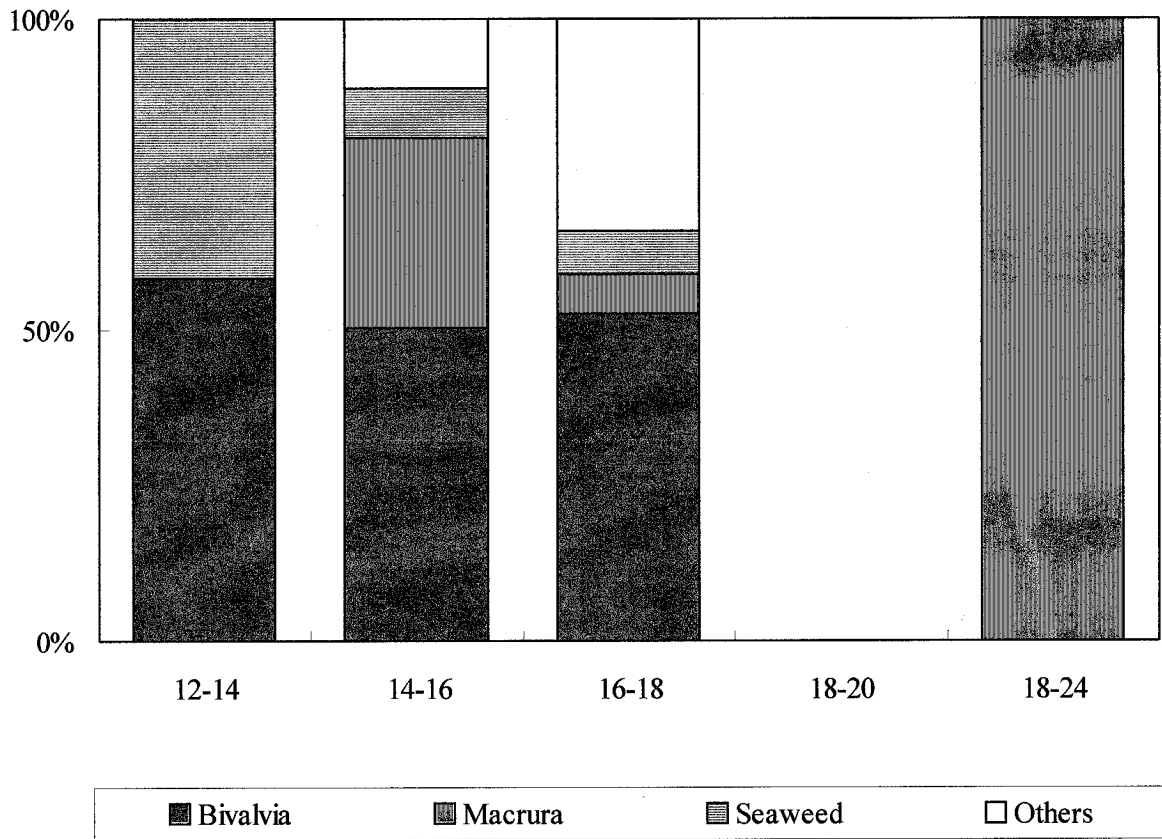


그림 2-3-4-5. 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 성장에 따른 먹이 변화.

2) 볼락(*Sebastes inermis*)

가) 체장분포

지금까지 채집되어진 볼락(*Sebastes inermis*)의 개체수는 총 57개체였으며, 이들의 체장은 10.5~16.2cm 범위였다(그림 2-3-4-6).

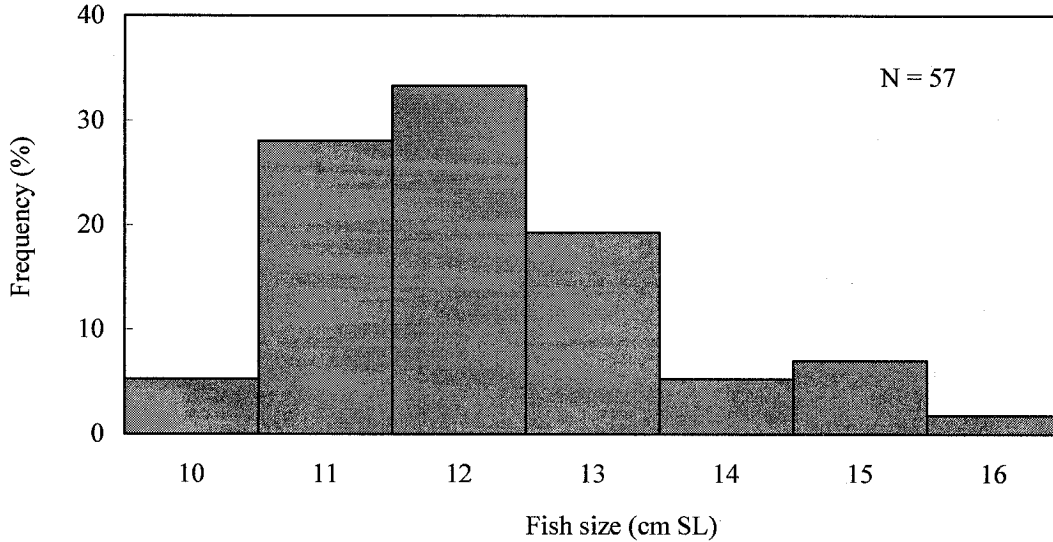


그림 2-3-4-6. 볼락(*Sebastes inermis*)의 체장분포.

나) 위내용물 조성

위내용물 분석에 사용된 57개체의 볼락 중 위속에 내용물이 전혀 없었던 개체는 14개체로서 24.6%의 공복율을 보였다. 먹이를 섭취한 43개체의 위내용물을 분석한 결과는 표 2-3-4-2, 그림 2-3-4-7과 같다.

볼락의 가장 중요한 먹이생물은 새우류(Macrura)였다. 새우류는 94.7%의 출현빈도, 82.8%의 개체수비, 85.9%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요도지수비는 94.7%를 차지하였다. 새우류 다음으로 중요한 먹이생물은 요각류(Copepoda)였는데, 요각류는 위내용물 중 36.8%의 출현빈도, 11.2%의 개체수비, 7.5%의 건조중량비를 보였으며, 상대중요도지수비는 4.1%를 차지하였다. 그 밖에 단각류(Amphipoda), 화살벌레류(Chaetognatha) 등이 위내용물 중 발견 되었으나 그 양은 많지 않았다.

위내용물 중에서 발견된 먹이생물을 출현빈도, 개체수빈도, 건조중량비, 상대중요도지수비를 이용하여 각각의 중요도를 살펴보면(그림 2-3-4-8), 출현빈도에서는 94.7%를 보인 새우류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 36.8%의 요각류, 26.3%의 단각류 등의 순이었다. 개체수빈도에서는 82.8%를 보인 새우류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 11.2%의 요각류, 3.0%의 화살벌레류 등의 순이었다. 건조중량비에서는 85.9%를 보인 새우류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 7.5%의 요각류, 2.8%의 단각류 등의 순이었다. 상대중요도지수비에서는 94.7%를 보인 새우류가 가장 높은 점유율을 보였으며, 그 다음으로 4.1%의 요각류, 0.8%의 단각류 등의 순이었다.

성장에 따른 먹이 조성의 변화를 살펴보면(그림 2-3-4-9), 모든 크기군에서 새우류가 우점하는 양상이었다.


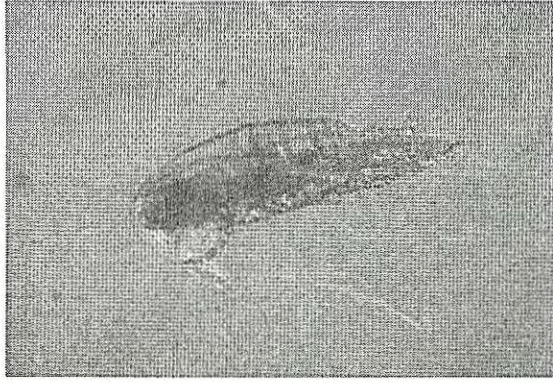
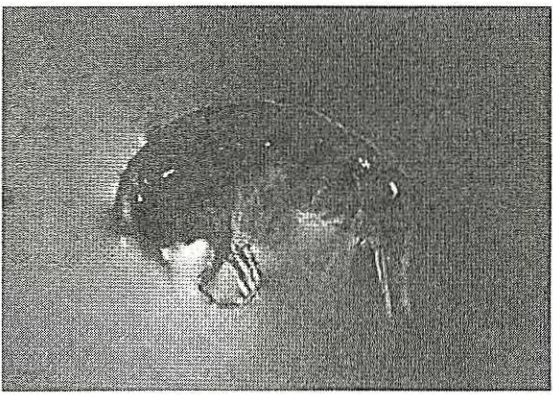
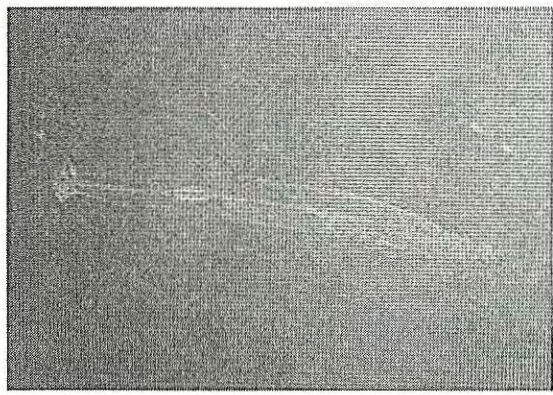
	
<p><i>Lucifer</i> sp.</p>	<p>Copepoda</p>
	
<p>Amphipoda</p>	<p>Chaetognatha</p>

그림 2-3-4-7. 불락(*Sebastes inermis*)의 주요 먹이생물 사진.

표 2-3-4-2. 볼락(*Sebastes inermis*)의 위내용물 조성

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Copepoda	36.8	11.2	7.5	688.9	4.1
Amphipoda	26.3	2.2	2.8	133.0	0.8
Hyperiidea	26.3	2.2	2.8	133.0	0.8
<i>Parathemisto japonica</i>	15.8	1.5	1.3		
Unidentified Hyperidea	10.5	0.7	1.5		
Urocohortata	5.3	0.4	0.6	5.4	+
Chaetognatha	10.5	3.0	1.0	42.4	0.3
Macrura	94.7	82.8	85.9	15975.5	94.7
<i>Lucifer</i> sp.	63.2	69.3	41.0		
<i>Metapenaeus joyneri</i>	5.3	0.7	0.7		
Unidentified Macrura	47.4	12.8	44.2		
Pisces	5.3	0.4	2.2	13.5	0.1
Total		100.0	100.0		100.0

+ : less than 0.1%

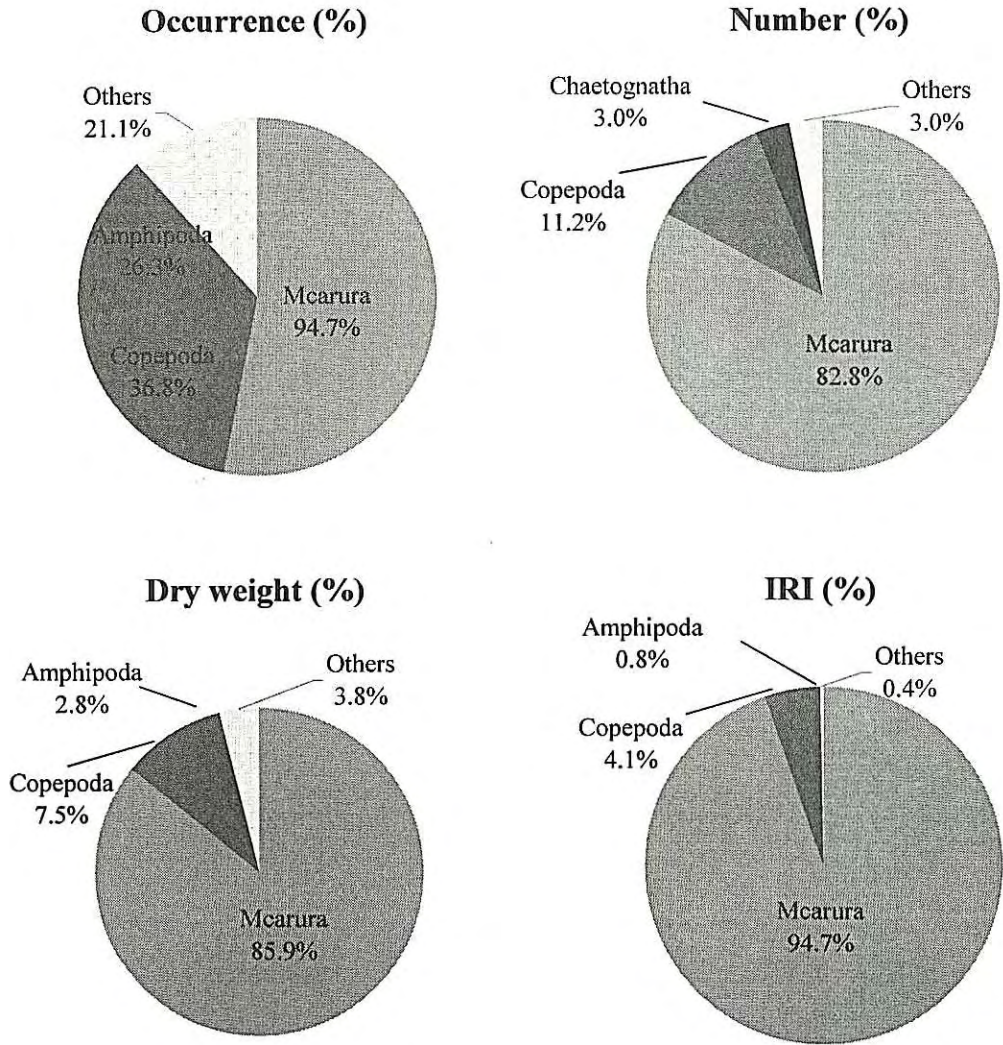


그림 2-3-4-8. 볼락(*Sebastes inermis*)의 출현빈도(Occurrence, %), 개체수빈도(Number, %), 건조중량비(Dry weight, %), 상대중요도지수비(IRI, %)에 따른 위내용물 조성.

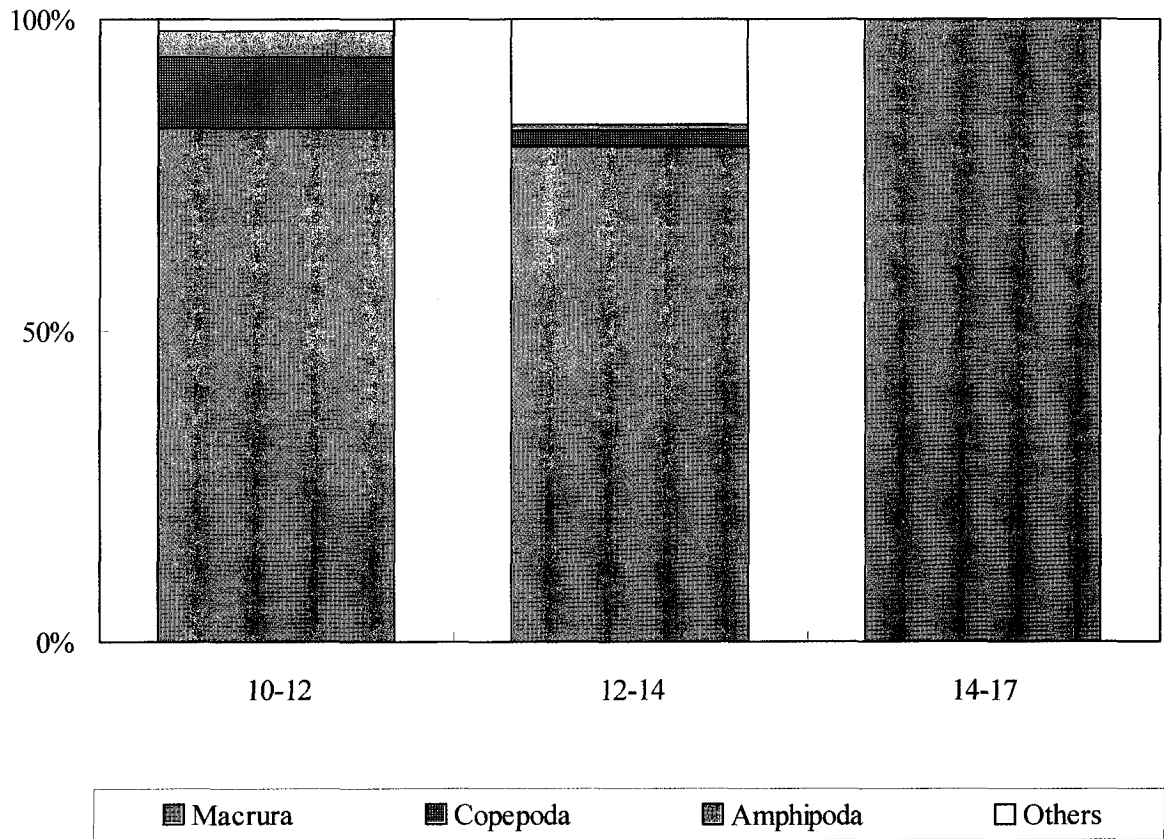


그림 2-3-4-9. 볼락(*Sebastes inermis*)의 성장에 따른 먹이 변화.

어류의 섭식생태를 파악하기 위한 기본적인 토대는 채집횟수의 적절성과 대상어종의 통계학적 유의성을 보장하기 위한 충분한 개체수의 확보에 있다. 본 연구조사는 연속과제와 달리 신규과제로 선정됨으로 인해 충분한 조사 횟수가 제한됨으로써 시료에 대한 효과적인 분석 결과와 적절한 고찰을 제시하는 것이 미흡하여 본 보고서에 제대로 제시하지 못한 것으로 생각됨으로 향후 계절에 따른 섭식생태를 파악하기 위하여 매월(또는 격월) 조사가 이루어져야 한다고 판단된다.

연속성이 중요한 식성 연구이기에 매월(또는 격월) 조사를 통해 시료를 채집, 분석하여야 의미 있는 연구 자료를 도출 할 수 있으며, 다만 매월 조사의 경우 연구비의 제한으로 어려움이 제기된다면 최소 격월 채집은 수행될 수 있도록 추진되어야 한다.

그리고 본 조사를 시행하면서 월 30미의 시료를 채집하기가 상당히 어려우므로 여러 경로를 통한 채집물을 확보할 필요가 있으며 대상어종인 감성돔과 볼락의 경우 대상 어종에 대한 내부자 간에 충분한 토론 즉, 자원추적, 회류경로 추적, 섭식생태분야 등이 과업지시자, 사업수행자 및 연계 연구자간 연계성에 대한 정보의 공유와 교환, 상호협력 방안 등에 대한 연계성에 대한 충분한 토론과 협력을 통해 본 사업이 추진되어야 한다고 본다.

조사대상 어류의 위 내용물을 분석하면 대상 어류에 대한 생태적인 여러 정보를 확인할 수 있다. 특히 감성돔과 같은 저서동물을 주로 섭이하는 경우와 planktonic 식성인 볼락의 섭식물을 분석 생물상과 비교하여 조사지역의 생물정보 파악이 기대된다.

또한 저서생물상, planktonic 생물의 정량, 정성 분석을 통해 방류대상 생물이나, 증식 대상 생물에 대한 정보를 확보하여 방류량이나 수용량 등을 결정하는데 기초자료 활용이 가능하다.

라. 참고문헌

- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game Fish. Bull., 152: 1-105.
- Takeda, M., 1982. Keys to Japanese and Foreign Crustaceans. Hokuryukan Press, Tokyo. 284.
- 국립수산과학원, 2001. 한국새우류도감. 한글 그래픽스. 223.
- 김원, 김훈수, 2001. 유용계류도감. 정행사. 260.
- 윤창호, 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적. 747.

제4절 이용관리

1. 이용관리에 관한 연구

가. 서론

현재 우리나라 연안어업은 자원감소와 어장생산성의 하락, 수입수산물 증가에 따른 어가정체와 어업소득의 감소, 어촌 공동화 심화 등의 문제에 직면해 있다. 더군다나 최근 FTA/DDA 확산의 움직임은 수산업 경쟁력을 더욱 악화시킬 것으로 예상된다. 이러한 문제를 해결하고자 다양한 분야에서 정책과 방안이 수립되고 있다. 그 중에서 인위적으로 자원을 조성하여 어장생산력을 향상시키고 지속적 관리를 통해 생산기반의 확충을 꾀하려는 노력이 시도되고 있으며, 이것이 바로 바다목장 시범사업이다.

바다목장은 연안 일정해역에 인공어초를 시설하여 산란장·서식장을 조성하고 우량종묘를 대량 방류함으로써 자원증대를 도모하며, 여기에 인위적인 어획통제 기술과 지속적 이용·관리체계를 적용함으로써 어업소득 향상과 지역경제 활성화에 기여하는 새로운 어업생산시스템을 지향하는 사업이라 할 수 있다. 하지만, 바다목장은 처음 시도되는 사업으로서 다변하는 자연환경의 통제와 자원조성, 이용자의 특정화, 해역 특성에 맞는 관리이용시스템 구축 등에 많은 이해관계 조정과 시행착오가 예상되며 단기적 성과를 기대하기 힘들다. 그렇지만, 어려운 여건에 처한 연안어업의 현실을 고려할 때, 자원약탈형 어업에서 자원관리형 어업으로 전환이 요청되고 있는 시점에서 바다목장사업은 연안어업의 미래상을 제시하는 하나의 대안이 될 수 있을 것으로 생각한다.

현재 바다목장 시범사업은 해역별로 5개소가 추진되고 있는데, 2007년 6월 통영바다목장이 완료되어 현재는 여수, 울진, 태안, 제주 4개소 바다목장 시범사업이 개발 혹은 조성단계에 있다. 이러한 바다목장 시범사업에서 이용관리 분야는 바다목장의 해역 및 이용자 특성을 반영하여 최적의 관리이용시스템을 구축함으로써 성공적인 바다목장 조성에 일조하는 것을 최종 목표로 한다.

한편, 본 연구의 대상인 여수바다목장 시범사업은 2001년부터 시작되었으며, 전남 여수 남면 일원에서 다도해의 특성을 활용하여 바다목장을 조성하고 있다. 2007년 말 현재 여수바다목장은 2단계 4차년도로서 본격적인 조성단계에 해당한다. 여기에서 이용관리 분야는 여수바다목장 해역 특징과 사회경제적 환경을 감안하여 합리적인 이용관리체제를 정착시키는데 그 역할을 든다.

이상과 같은 배경에서 본 연구는 2단계 3차년도(2007년 7월)에 수립된 여수바다목장 이용관리체제를 여수 해역의 이용 특성을 반영하여 수정·보완하고 이를 토대로 향후 바다목장 추진방향을 검토하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 ㉠ 수산자원관리수면 지정, 어업인 관리조직 보완 등 여수바다목장 관리이용시스템의 보완, ㉡ 당초 설정된 여수바다목장 모델의 중간점검, ㉢ 바다목장사업의 개념 재평가 및 향후 방향 설정 등 3가지 내용으로 나누어 검토하였다. 금번의 연구기간은 2007년 8월말부터 12월말로 단축되어 충분한 자료 수집 등에 한계가 있었지만, 제한된 시간 내에서도 실태조사 및 관계자 협의를 통해 과제에 접근하는 등의 노력을 경주하였다.

나. 재료 및 방법

1) 여수바다목장 관리이용시스템 보완

바다목장은 인위적인 어장 및 자원의 조성, 합리적 이용관리체제 적용, 바다목장 부가가치 향상이란 종합적이며 맞춤형 어업생산체계라고 할 수 있다. 바다목장 시범사업에서 이용관리 분야는 이용관리체제 확립, 사업효과 및 타당성 분석, 사후관리체제 확립 등 3가지 측면에서 역할을 한다. 여수바다목장 이용관리체제는 2차년도 3단계 사업 보고서에 이미 제시한 바와 같이, 광역적 수산자원관리수면(이하 '관리수면'이라 칭함)의 설정을 토대로 이용자 중심의 자율적 관리이용체제를 지향하고 있다. 이는 여수

바다목장의 특성, 즉, 바다목장 범위의 광범위성, 이동성이 큰 감성돔 위주의 자원 조성, 이용자의 복잡성 및 낚시객의 많은 이용 등 다양한 측면을 종합적으로 고려한 결과, 다도해형의 자율적인 이용관리시스템의 정착으로 정하였던 것이다.

바다목장 이용관리시스템을 구축하기 위해서는 우선, 자연과학 분야에서 계획수립과 조사결과가 선행되어야 한다. 즉, 인공어초와 중요방류 등 어장 및 자원 조성 실적과 향후 계획, 그리고 자원 조성 효과, 확산·밀도 모니터링, 자원평가 등에 대한 신뢰성 있는 자료가 있어야 한다. 그래서 이를 근거로 바다목장 해역에서 관리수면 성격과 범위, 이용대상자 특정화, 합리적 자원관리 수단 등을 포함하는 관리이용시스템이 결정되기 때문이다.

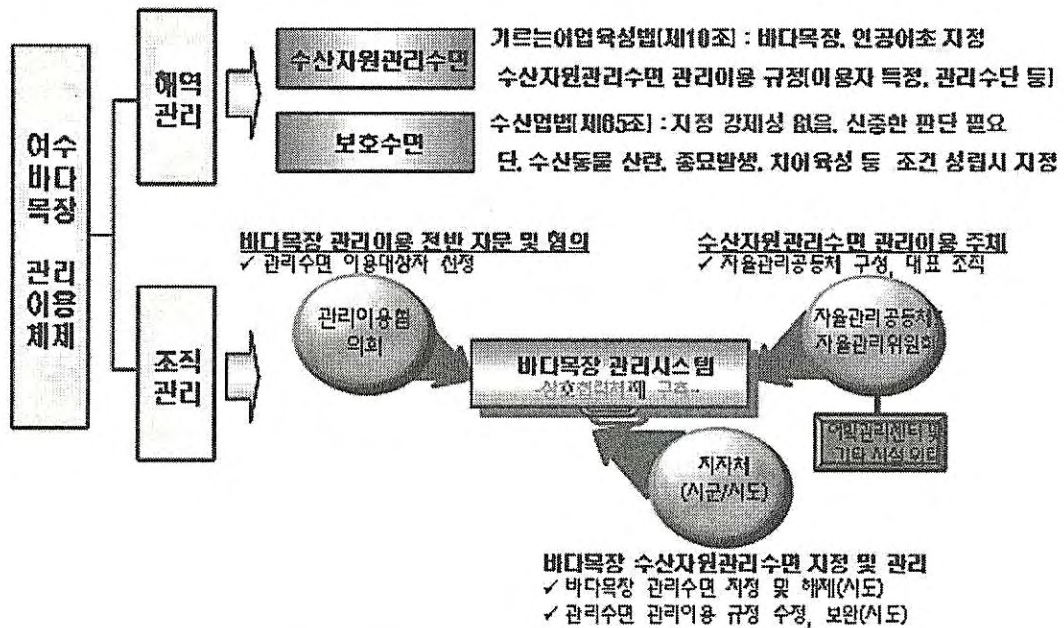


그림 2-4-1-1. 여수바다목장 관리이용체계도.

그림 2-4-1-1과 같이, 현재 여수바다목장 관리이용시스템은 크게 해역관리, 조직관리의 2개로 나눌 수 있으며, 먼저 해역관리는 관리수면 지정을 축으로 하며, 자연과학 분야의 결과에 따라 보호수면 도입 여부를 검토한다. 관리수면은 제도적으로 반드시 도입되어야 할 수역이며, 동 수면의 지정·관리권자는 시·도지사이다. 관리수면을 지정하기 위해서는 관리수면 관리이용 규정을 제정하여 지역 의견의 수렴과 관련기관의 검토를 거쳐 해양수산부 장관의 승인을 받아야 한다. 여수바다목장에서는 관리수면 지정과 관련하여 2003년부터 논의를 하였다. 하지만, 자연과학 연구결과의 도출 지연, 어업인, 낚시객 등 이용자와 연구자간 이해가 한동안 대립되었으나, 2단계 3차년도 2007년 8월에 관리수면의 범위와 관리체계에 대한 합의를 이루었다. 그 이후 전남도에서 관리수면 지정에 대해 환경부와 협의하였지만 후술하는 이유로 인해 시간이 다소 걸릴 것으로 보인다. 보호수면은 치어발생, 성육장의 기능이 있는 수역에 대해 지정할 수 있고 게다가 전면적으로 어업이 금지되므로 신중한 검토가 필요하며, 우선적 감성돔의 회유, 생태 및 산란장 조사가 선행되어 그 필요성이 검증되어야 한다.

다음으로 관리이용시스템에서 중요한 요인의 하나는 조직관리이며, 이들 조직의 관리역량을 강화시키는 것이 필요하다. 바다목장의 성공적인 마무리는 이용자 중심의 자율적인 관리이용 체계가 확립되어 해역 운영 전반에 걸쳐 지속가능한 어업이 실현되는 순간이다. 따라서 여수바다목장 시범사업이 종료하더라도 영속적인 사업으로 추진하기 위해서는 여수바다목장 자율관리공동체(여수바다목장 자율관리위원회

회), 여수바다목장 관리이용협의회, 지방자치단체(여수시·전남도)가 삼위일체가 되어, 각자의 역할을 원활하게 진행시켜 나갈 때 비로소 여수바다목장이 자립할 수 있는 토대가 마련되는 것이다. 즉, 관리수면의 지정·관리, 행정적 지원은 지방자치단체가 담당한다. 관리수면의 실제적 이용, 조업질서, 낚시/레저, 홍보 및 교육 등은 여수바다목장 자율관리공동체(자율관리위원회)가 수행한다. 그리고 바다목장 이용관리 방향 제시 및 자문은 여수바다목장 관리이용협의회에서 담당한다. 현재 여수바다목장 자율관리위원회는 이미 구성되었고, 관리이용협회와 자율관리공동체의 구성은 추진 중에 있다.

이상으로 살펴본 바와 같이, 여수바다목장 관리이용시스템(관리수면 지정, 조직구성)은 이미 어느 정도 체계화 되어 있다고 할 수 있다. 하지만, 자율적 관리이용체제로 이행하기 위해서는 조속한 관리수면 지정과 더불어 관계기관 협의, 관련 규정의 보완, 관리이용 조직 강화 등의 과제를 해결해야 한다. 본 연구에서는 이러한 과제를 대해 일차적으로 기존 보고서 검토와 전문가 면담 및 자문을 통해 추진방안을 검토하였고, 다음으로 현지 지자체와 자율관리위원회와 수차례 협의회를 거쳐 결론을 도출하였다. 특히 관리이용 조직력 강화에서는 여수바다목장 자율관리공동체 구성을 추진하였으며, 그리고 여수, 울진, 태안, 제주 4개 바다목장 자율관리위원회와 교류회를 개최하였다.

2) 여수바다목장 모델 평가

1998년 통영바다목장 시범사업이 최초로 시작된 이후, 여수, 울진, 태안, 제주 해역으로 점차 확산해 왔다. 1999년에 처음으로 바다목장의 필요성, 향후 바다목장 기본구상 및 장기 발전계획, 해역별 바다목장 마스터플랜 등이 수립되었으며, 그 내용은 통영바다목장 1단계 2차년도 보고서에 자세히 기술되어 있다.

바다목장의 필요성은 황폐화해져 가는 연안어장을 살리고 어장 생산성을 늘려 어업인들의 소득증대와 일반국민의 바다 수요를 충족시키는 것으로 정하였다. 그리고 바다목장사업의 목표는 ① 국가적으로 철저하게 관리할 수역범위 설정(연근해수역 구분), ② 연안어업을 바다목장어업 체제로 재편, ③ 완전한 해양생태계 관리와 기르는 어업의 실현, ④ 어업생산의 과학화 실현, ⑤ 상업적 어업과 레크레이션 어업의 균형 달성으로 정하였다.

이상의 목표를 달성하기 위해서 표 2-4-1-1과 같이, 바다목장 시범사업은 3단계에 걸쳐 추진되는데, 제1단계는 5개 해역별로 국가 주도로 바다목장 기반조성 시범사업, 제2단계는 지방자치단체 중심의 바다목장 확대 조성 개발사업, 제3단계는 어업인 및 민간기업 주도로 양식어업과 자원조성사업을 흡수하여 전 연안의 바다목장화를 달성한다.

표 2-4-1-1. 우리나라 바다목장사업의 장기 발전계획

구 분	제1단계	제2단계	제3단계
목 표	바다목장 기반조성	바다목장 확대	전연안 바다목장화
사업성격	시범사업	개발사업	일반사업
사업주체	국 가	지 자 체	어업인, 민간기업
투자대상	정착성 자원	회유성 자원으로 확대	모든 연안자원
물 량	5	50	500
사업기간	1998~2010(13년)	2005~2014(10년)	2015~2030(16년)
생산량(M/T)	15,000~20,000	150,000~200,000	1,500,000~2,000,000

자료: 한국해양연구원, 1999. '99 통영해역의 바다목장화 개발용역 사업 보고서, 해양수산부, p.805.

이와 같은 배경 속에서 바다목장사업은 수립된 마스터플랜에 따라 통영, 여수, 울진, 태안, 제주 5개소 시범사업이 추진되고 있는 것이다. 5개소 바다목장으로 구분한 이유는 우리나라가 3면으로 둘러싸여져 있어 해역별로 특성이 다르기 때문이다. 표 2-4-1-2는 해역별 바다목장 시범사업의 유형, 어종, 양성 시설 등을 정리한 것이다. 본 연구의 대상인 여수바다목장은 전남으로 구분되었고, 목장 유형은 통영과 같이 다도해형으로서 연안에 산재해 있는 많은 섬을 활용하여 어류 중심의 바다목장을 조성하는 것으로 되어 있다. 즉 남해안에 발달해 있는 리아스식 해안과 섬을 자원조성에 활용하는 것이다. 목표 어종은 넙치, 감성돔이고, 종묘 순치는 음향, 광이며, 해류제어는 인공어초, 해류차단장치, 소파제를 이용하고, 양성시설은 인공어초, 해조장으로 구성되어 있다.

표 2-4-1-2. 시범 바다목장사업의 기본 개념

구 분	경남 통영	전남	서해안	제주	동해안
목장 유형	다도해형	다도해형	갯벌형	수중체험형	관광형
목표 어종	조피볼락, 볼락	넙치, 감성돔	조피볼락, 백합, 갑각류	돌돔, 다금바리, 전복	가자미, 전복, 가리비
종묘순치방법	음향, 광	음향, 광	음향	음향	음향
해류제어방식	인공어초 해류차단장치 소파제	인공어초 해류차단장치 소파제	인공어초 해류차단장치 소파제	인공어초 해류차단장치 그물차단장치	인공어초 용승구조물 그물차단장치
양성 시설	인공어초 해조장	인공어초 해조장	인공어초 해조장 그물차단시설	인공어초 자연해조장	인공어초 자연해조장
기타 시설				수중전망시설 낚시용 부두	수중전망시설 낚시용 부두
투자 기간	1998~2004 (9년)	2001~2007 (7년)	2002~2008 (7년)	2003~2009 (7년)	2004~2010 (7년)

자료: 한국해양연구원, 1999. '99 통영해역의 바다목장화 개발용역 사업 보고서, 해양수산부, p.806.

한편, 여수바다목장은 전술한 바와 같이, 1999년에 전남 다도해형 바다목장의 기본 개념이 수립되었으며, 2001년 전남 다도해형 바다목장 시범사업을 추진하기 위하여 여수권, 고흥권, 완도권, 진도권 4개 권역 후보지를 대상으로 환경, 자원조성, 사회경제 분야로 나누어 조사(전남 다도해형 바다목장 기초 조사)를 실시하였다.¹⁾ 그 결과, 2002년 2월에 여수권역이 전남 다도해 바다목장 후보지로 선정되었으며, 2003년부터 여수바다목장 시범사업은 1단계 1차년도 사업이 실시되었다. 이러한 여수바다목장사업은 현재까지 추진해 오면서 마스트플랜의 변경, 바다목장 범위, 내용, 기간 등이 바뀌어 왔으며, 사업투자가 계획과 같이 이루어지지 않은 상황에서 사업기간의 변경이 불가피할 것으로 보인다. 향후 여수바다목장의 사업방향을 검토하기 위해서는 지금까지 변경되어 온 여수바다목장 모델을 체계적으로 정리하여 검토하는 것이 필요하다고 생각된다.

1) 전남 다도해형 바다목장 시범사업 지역을 선정하기 위한 기초 기반조사가 국립수산물과학원 남해연구소의 주관으로 2001년 7월부터 2002년 3월까지 추진되었으며, 2002년 2월에 여수권이 후보지로 선정되었다. 해양수산부, 2002. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업 보고서. pp.5~7.

여수바다목장 모델 재검토의 방법은 기존 보고서에 대한 문헌조사를 위주로 수행하였다. 여수바다목장 시범사업에 대한 모델이 처음 제시된 통영바다목장 보고서(1999, 2001)와 전남 다도해형 바다목장 기초조사 보고서(2002), 그리고 여수바다목장 보고서(2003, 2004, 2005, 2006)를 검토하였다. 이를 통해 여수 바다목장 시범사업의 추진실적을 이용관리 관점에서 정리한 다음 향후 추진과제를 도출하였다.

3) 바다목장 개념 재평가

바다목장이란 자원의 증대, 어장 및 자원의 관리, 이용관리 3가지 요인으로 구성되는 새로운 어업생산시스템을 말한다. 다시 말하면, 연안수역에 인공어초 등을 투하하여 산란 및 서식장을 인위적으로 조성하고 우량종묘를 방류하여 자원증대를 도모하며, 여기에 인위적 어획통제와 지속적 관리이용체계를 확립함으로써 어업소득을 향상시키고 어촌지역을 활성화하고자 하는 종합적인 어업생산시스템이다.

기존의 자원조성사업은 그 수단과 노력 등이 개별적으로 분산되었고, 자원조성 이후에 필요한 지속적 관리가 이루어지지 못했다. 반면, 바다목장사업은 그림 2-4-1-2와 같이 자원조성수단을 통합하여 자원을 증대시키는 것에 그치는 것이 아니라 이후에 필요한 관리수단인 어장관리 및 자원관리, 자원평가 및 자원첨가, 이용관리 등이 하나의 지속적인 순환구조를 이루는 새로운 어업생산방식이다. 또한 그간의 조성과정에서 확인된 바에 의하면 주된 조성목적인 어업 이외에도 유어낚시 등 어업 외 소득창출에 있어서도 상당한 효과를 보이고 있어 활용방법에 따라 다각적인 이용이 가능하다.²⁾

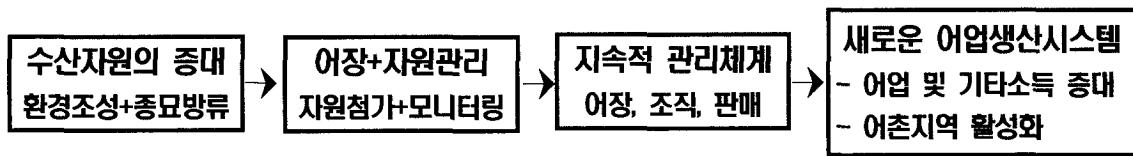


그림 2-4-1-2. 바다목장 개념도.

바다목장 시범사업은 1998년에 통영바다목장을 선두로 5개의 시범사업이 추진되고 있으며, 2007년에 통영바다목장 시범사업이 준공되면서 소기의 성과를 거두었다고 볼 수 있다. 그러나 통영바다목장은 어장 및 자원조성에서 가시적 효과가 있는 것으로 평가되고 있지만, 세부 내용에서는 연구자나 전문가에 따라 달리 해석되어 사업에 혼선이 초래되었다. 이러한 혼선은 바다목장 시범사업이 시작되던 당시에 설정되었던 개념과 통영바다목장의 추진과정에서 나타난 연구결과와 상충되는 부분들이 있기 때문이다.

따라서 각계 전문가들을 대상으로 사업초기에 설정된 개념이 추진되고 있는 현재의 사업에 부합되는지를 확인하고 전문가들의 의견을 수렴하여 바다목장사업의 개념을 분명히 하는 것이 필요하다. 이를 통해 바다목장 사업추진과 평가에 대한 혼선을 없애므로써 사업의 효율성을 높일 수 있을 것이다.

가) 설문 개요

사업의 개념에 대한 확인과 재설정을 위해 전문가 설문조사를 실시하였으며, 그 현황은 다음의 표 2-4-1-3과 같다.

2) 통영바다목장 이용관리 매뉴얼 초안(2007년)을 참조하였다.

표 2-4-1-3. 바다목장 개념 제설정을 위한 설문조사 현황

구분	내용	비고
조사기간	1차: 2007년 11. 8 2차: 2007년 11. 23 3차: 2007년 12. 4	설문회수 부진으로 총 3회 연장 실시
조사대상	바다목장 시범사업 참여 중앙정부, 지자체와 연구진(학계 및 연구소 등) ※ 통영, 전남, 동·서·제주 바다목장	설문내용에 대한 정확한 이해 필요

설문조사의 대상은 그간 통영과 전남, 동서제주 바다목장에 참여한 중앙정부, 지자체와 연구진(학계 및 연구소 등)을 대상으로 한정하였다. 이는 동 설문의 내용이 바다목장사업에 대한 전문적인 이해가 필요하므로 설문대상의 범위를 일반으로 확대할 경우 정확한 결과를 얻기 어렵기 때문이다.

설문지는 모두 105부가 배포되었으며, 회수된 설문지는 18부, 회수율 17.1%로 응답률이 저조하였는데, 이는 동 설문의 응답에는 상당한 고려가 필요하기 때문에 다소 부담이 되었을 것으로 풀이된다. 각 배포대상별 회수율은 표 2-4-1-4와 같다.

표 2-4-1-4. 설문 회수현황

배부처	배부설문지수	회수 설문수	회수율
해양수산부	3	-	0.0%
지자체	12	4	33.3%
대학	32	5	15.6%
연구소	58	9	15.5%
합계	105	18	17.1%

나) 설문 구성

설문을 위해 작성된 설문지는 3차례의 KMI 내부 연구진 회의와 외부자문을 통하여 구성되었으며, 2차례의 예비 테스트를 거쳐 최종안이 배포되었다. 표 2-4-1-5와 같이, 설문은 모두 5가지 내용으로 구성되었는데, ① 바다목장의 개념과 역할, ② 관리, ③ 명칭, ④사업형태, ⑤ 추진방향이다.

표 2-4-1-5. 바다목장 개념 재설정을 위한 설문문의 구성

구분	설문요인	설문내용	비고
개념과 역할	기존 개념의 적합성	찬반여부	
	적절한 개념 구성	적합한 개념의 제시	
	바다목장의 역할	바다목장 수면 및 자원의 이동범위	㉠ 수산자원 조성 및 이용관리가 완결되는 수면 ㉡ 수산자원의 조성 및 확산을 위한 수면
	사업 추진형태	사업 확대 방법	㉢ 인접 연안지역으로 확산 ㉣ 거점지역 중심으로 확대
관리	관리시스템의 필요성	필요여부	종묘방류, 자원관리 등
	관리수준	소극적 또는 적극적	
	관리수단	소극적 또는 적극적	제시된 수단의 선택, 분류
명칭	적합성	찬반여부, 새로운 명칭 추천	
사업형태	바다목장과 소규모바다목장	상호 차이 여부, 추진방법	
추진방향	단계별추진	적합여부 및 보완점	
	해역모델 적합성	모델별 적절성 여부, 보완점	각 해역별로 구분 제시
	추진 우선순위	연구분야별 순위	
	추진 방향성		
기타	자유의견제시		

먼저, 바다목장의 개념과 역할은 시범사업 초기에 설정된 개념과 역할이 적합한지와 수산자원의 조성 관리의 대상이 되는 수면의 역할이 자원과 어떠한 관계를 가지는지를 물어보았다. 여기에는 기존 개념이 '수산자원 조성 및 이용관리가 완결되는 수면' 즉, 자원의 이동이 거의 없는 수면으로 간주한데서 생기는 혼선을 해소하고자 하였다. 즉, 바다목장을 '울타리 없는 양식'이라는 개념에서 접근하였으므로, 이에 대응되는 '수산자원의 조성 및 확산을 위한 수면'이라는 개념으로 대비하여 설문하였다. 이와 관련하여 사업의 확대를 위한 방법으로 '인접 연안지역으로 확산'과 '거점지역 중심으로 확대'를 대비하여 설문하였다. 이는 최초의 개념설정이 '울타리 없는 양식'이었으므로 전 연안을 바둑판식으로 나누어 연결하는 것을 상정하였으나, '수산자원의 조성 및 확산을 위한 수면'으로 방향전환이 필요하다면 중요 거점만을 조성하여 자원의 확산범위만 중첩시키면 되기 때문이다.

바다목장의 관리는 종묘방류 및 자원관리 등에 대한 관리시스템의 필요성과 관리수준이 소극적 혹은 적극적이어야 하는지와 그에 따른 필요한 관리수단에 대해 설문하였다. 바다목장의 명칭은 현재 사용하고 있는 '바다목장'이 일반적인 의미에서 오해의 소지가 있고, 주어진 개념에 적절한지가 논란이 되므로 이를 정리하고자 하였다. 사업형태는 '소규모바다목장'사업이 추진되고 있어 이것이 바다목장사업과는 다소 차이가 발생하고 있어 논란이 되기 때문이다.

추진방향은 현재 추진되고 있는 사업방식인 단계별 추진이 적합한지와 각 해역별로 설정된 모델들이 적절한지, 그리고 사업 추진 상에 있어서 우선시되어야 할 중점사업에 대해 정리하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 여수바다목장 관리이용시스템 보완

가) 수산자원관리수면체제로 이행

(1) 수산자원관리수면 지정 경과

2단계 3차년도 사업에서 여수바다목장의 이용관리시스템은 가시적인 성과를 거두었다. 즉 2003년부터 논의되었던 관리수면의 범위와 관리이용 규정(안)의 확정, 그리고 자율관리위원회 구성 등이 있었다. 이를 통해 여수바다목장은 단순히 해역 내의 어장 및 자원조성에만 머물렀던 것에서 관리수면의 지정을 통해 인위적인 자원관리와 지속적인 어업생산의 토대가 마련되었다. 이러한 여수바다목장의 해역관리체제는 관리수면의 지정을 기본으로 하는데, 동 수면은 기르는어업육성법 제10조에 근거하여 수산자원의 효율적인 관리·이용을 위하여 인공어초 또는 바다목장 시설물을 설치하였거나 설치할 예정인 수면을 관리수면으로 지정하여야 한다고 규정되어 있다. 즉 동 수면은 바다목장이 조성되는 해역에 대해 인공어초 등 시설물 보호와 수산자원 조성, 그리고 어업질서를 통해 지속적 어업달성을 위해 지정되는 것이다.

한편, 여수바다목장은 타 바다목장과 다른 해역 특성을 가지고 있으므로 관리수면의 범위를 지정하는데는 이들의 특성이 검토되어야 한다. 먼저, ㉠ 자연과학 분야의 자원 및 어장조성을 감안하였다. 이는 여수바다목장에서 주 대상어가 이동성이 넓은 감성돔이며 이 어종에 대한 회유로와 서식지, 월동장을 고려해야지만 관리수면 범위를 정할 수 있다. ㉡ 바다목장 해역 내에 다양한 업종이 존재한다는 점이다. 목장 해역에는 복합, 통발, 자망, 낭장망, 이각망, 문어단지 등 다양한 업종이 존재하며, 이용자들은 목장 해역 23개 어촌계원뿐만 아니라 여수권역 혹은 타 지역에서 출어한 어선들이 많이 조업하고 있다. ㉢ 바다목장 해역은 전국적으로 유명한 3) 낚시포인터로서 많은 낚시객이 찾고 있는데 출조(승선) 지점이 여수시인 경우가 많으며, 조획대상 어종은 감성돔, 돌돔, 볼락류 등 어업인과 어종경합하고 있다.4) 더군다나 2012년 여수세계박람회의 유치로 해양레저 활동이 더욱 증가할 것으로 예상된다. ㉣ 마지막으로 향후 자원조성 방향을 고려해야 한다. 여수바다목장 자원조성 어종은 감성돔을 위주로 자원조성, 어장환경 조성 등이 이루어지고 있지만, 황점볼락 등 정착성 어종을 포함한 자원조성 및 자원관리 방향이 수립되어야 한다.

이러한 여수바다목장 이용실태를 감안하여 관리수면을 지정하기 위해서는 다음 4가지의 전제조건이 충족되어야 한다. 이들을 토대로 종합적인 시각에서 지자체 및 어업인과 협의가 가능하며 해역 실태를 충분히 반영된 관리이용시스템의 구축이 가능하기 때문이다. ㉠ 먼저, 관리수면의 성격 및 기능을 명확히 해야지만 관리수면의 범위 및 전체적 관리방향을 도출할 수 있다. ㉡ 자연과학 분야에서 바다목장의 인공어초 배치, 대상어종의 선정 및 종묘방류, 자원조성 계획 등이 확립되어야 한다. 이는 관리수면, 혹은 보호수면의 범위를 검토하는데 과학적 근거를 제공한다. ㉢ 회유로 및 자원조사 평가결과가 선행되어야 하는데 이를 통해 방류된 어종의 이동경로, 확산범위, 산란장 파악 등에 대한 기초자료가 축적됨으로써 조업시기, 관리 수단, 금어기 및 보호수면 설정 등의 관리방법이 결정되게 된다. ㉣ 정확한 이용관리 실태가 필요한데 이는 업종별로 어장이용, 어획상황 파악, 관리수단 선정에 대한 어업인 수용여부를 타진하는데 기초자료로 이용되어진다. 또한 출구관리 혹은 입구관리 등의 자원관리 방향이 결정되고 관리수면 이용자 범위, 허용어법, 관리수단 등이 정해진다.

3) 여수바다목장의 이용실태에 대해서는 2단계 2차년도 및 3차년도의 여수바다목장 이용관리 분야 보고서를 참조하길 바란다.

4) 원래 바다목장 해역은 개도와 월호도를 제외하고는 다도해해상국립공원으로 지정되어 낚시가 금지되어 있지만, 연간 60~70만 명의 전문낚시인들이 꾸준하게 방문하고 있는 실정이다.



그림 2-4-1-3. 여수바다목장 해역 및 수산자원관리수면 범위 [5안].

이러한 배경과 필요성에 따라 관리수면 범위와 지정을 위한 논의가 2003년부터 본격적으로 추진되었지만, 여수바다목장 모델, 관리수면의 범위를 둘러싸고 지자체, 어업인, 연구진 등과의 이해가 달라 결론에 도달하지 못하였다. 그러한 과정 속에서 모두 5개의 관리수면(안)이 제시되었다.

관리수면 [1안]은 기존 바다목장 해역전체(15,000ha)를 관리수면으로 하는 것으로서 감성돔의 회유를 고려할 때 가장 합리적이지만, 해역 범위의 광역화로 인한 다액의 관리비용, 통일된 관리에 대한 부정적인 시각이 많았다. 그리고 [2안]은 관리수면을 3곳으로 분할하는 것이었는데, 자원관리 실효성이 낮고, 어촌계 배제로 인한 형평성 문제가 제기되었다.

[3안]은 이전의 안에서 제기되었던 자원관리와 이용상의 문제를 감안한 것으로 자원조성에 필요한 수면을 최소한으로 하고 낭장망 문제가 대두된 금호도 북쪽을 제외하였다. 하지만 낚시인 관리문제, 자원관리 어려움, 어촌계 배제로 인한 참여의욕 상실의 문제가 있었다. 또한 [4안]은 감성돔의 이용자인 낚시인을 바다목장의 이용·관리 참여자로 확대하고 3안의 해역 중 북쪽 수역을 기존 바다목장 해역의 북단까지 연장하며, 바다목장 조성과의 관련성이 낮은 새우조망, 자망 등의 주어장을 제외하여 어업인 피해를 최소한으로 하였다(9,930ha).

마지막으로 [5안]은 제4안에서 제기된 문제점 즉, 자원조성 측면에서 산란장 및 성육장의 역할을 하는 해조장(갈피)이 발달된 개도, 화태 북단이 제외된 점, 관리수면 북단이 개도, 화태 일부만 포함되어 같은 어촌계에서 어업인 참여를 둘러싼 갈등 우려가 있는 점 등을 보완하고자 한 것이다. 관리수면 북단을 상향시켰고, 자원조성과 관련성이 낮은 수면과 어업인 이용어장을 제외하여 해역 범위를 11,000ha로 축소시켰다. 그리고 동 수면을 수정된 여수바다목장 해역의 범위로 하기로 2007년 8월에 관계자간에 최종합의를 하였다.

(2) 수산자원관리수면 관리이용 규정(안)

기르는어업육성법 제11조에는 관리수면으로 지정된 수면은 매립행위, 준설행위, 공작물을 신축·증축 또는 재건축하는 행위, 토석·모래 또는 자갈의 채취행위, 수산자원의 효율적 관리·이용에 유해하다고 인정되는 행위로 대통령령이 정하는 행위, 수산동식물의 포획·채취 등 바다를 이용하는 전반적인 행위가 원칙적으로 금지된다. 단, 제10조 2항의 수면에 대한 관리·이용 규정을 정하여 시·도지사가 이용하게 하는 행위는 허용된다고 규정되어 있다. 따라서 여수바다목장에 관리수면이 지정되면 관리이용 규정이 필요하며, 이에 따라 관리수면 관리이용 규정에 대해 협의한 결과 2007년 8월에 최종(안)이 도출되었다. 협의된 여수바다목장 관리수면 관리이용 규정(안)은 모두 22조이며 주요한 내용을 정리하면 표 2-4-1-6과 같다.

표 2-4-1-6. 여수바다목장 수산자원관리수면 관리이용 규정(안)

항 목	주요 내용
지정기간	지정한 날로부터 사업이 종료되는 2009년 12월 31일
허용행위	연안어업과 잠수기어업, 구획어업, 낚시객(갯바위, 유어장) 허용 (단, 감성돔 어획 가능한 뺨치기 자망 제외)
이용자	23개 어촌계원과 관리이용협의회의 심의를 거친 어업인 (조업승인서 비치, 조업깃발 게양)
어기 및 체장제한	어기: 월동장 등이 파악되면 제한할 수 있는 근거 마련 체장: 감성돔 20cm, 볼락 15cm, 조피볼락 23cm, 돌돔 24cm, 황점볼락: 20cm (단, 황점볼락 신설, 나머지 수산자원보호령 적용)
어구어법 및 어업의 제한	종묘방류시 반경 3km 주변 해역 2주간 조업금지 및 철망: 자망, 각망, 통발 신규조성 인공어초 집중시설지역 반경 300m 조업금지: 자망, 통발, 문어단지, 잠수기
유어낚시 관련 사항	갯바위, 유어장 지정된 곳 가능 단, 방부체가 함유된 밀밥 및 집어제 사용 금지, 체장제한(어업과 동일), 어장청소 의무화, 유어자의 포획량(돔; 10미, 볼락; 20미 이하)
기타	어획량 제한(제12조), 양륙장소 지정(제13조), 자율관리공동체 구성(제14조), 관리수면 관리 등 위탁(제15조), 권한의 위임(제16조), 관리이용협의회 설치(제17조) 등

관리이용 규정의 특징을 정리하면, ㉠ 관리수면 관리이용 규정(안)에서 자원관리의 기본방향은 산란장 및 월동장의 보호, 방류시기에 조업자제, 낚시미수 제한, 인공어초 등 시설물 보호 등의 입구관리를 중점적으로 도입하였다. 그 이후 과학적 조사결과를 토대로 관리수면 관리이용체제를 수정·보완해 나가면서 출구관리의 가능성을 검토한다. ㉡ 현재 제시된 관리이용 규정(안)은 감성돔을 중심으로 하였으나 볼락 등 정착성 어종에 대해서도 관리하도록 근거를 제시하고 있다. ㉢ 관리수면 면적의 광범위, 관리대상어종의 특성을 반영하여 일률적 관리수단을 적용하는 것이 아니라 구성된 자율관리위원회 4개 지부별로 관리할 수 있는 가능성이 포함되어 있다.

(3) 수산자원관리수면 지정 관련 과제

이상에서 살펴보았듯이, 여수바다목장은 관리수면 범위와 관리이용 규정(안)이 도출됨으로써 관리이용시스템이 마련되었다고 평가할 수 있다. 2007년 8월 본 연구진이 제시한 관리수면 범위, 관리이용 규정(안)에 대해 관계자들이 모여 협의하였으며, 최종적인 검토 안이 확정되었다. 그 이후 전남도와 여수시에서는 연구진에서 제시된 관리수면 지정(안)을 지역 어업인과 관계자에 대한 의견 수렴을 거쳤다.

한편, 기르는어업육성법 제10조에 따르면 시·도지사는 관리수면을 지정하여야 하며(제1항), 관리이용 규정을 정해 관리하여야 하고 어업인 등으로 하여금 이용하게 한다(제2항). 그리고 관리수면 지정과 관리이용 규정은 해양수산부장관의 승인을 득해야 하며, 단 관리수면 지정의 경우, 해양수산부장관의 승인을 받기 전에 미리 관계 중앙행정기관의 장과 협의해야 한다(제3항)라고 규정되어 있다.

여수바다목장 해역 중 북쪽의 개도, 월호도를 제외한 화태도·대두라도·대황간도·금오도·안도는 다도해해상국립공원으로 지정되어 있고, 용도가 자연환경지구로 정해져 있다. 따라서 2007년 10월 9일 전남도에서는 기르는어업육성법에 따라 관계 중앙행정기관인 환경부에 관리수면 지정에 따른 협의 요청을 하였고 추진 경과를 정리한 것이 표 2-4-1-7이다. 그 이후 2007년 11월 28일 환경부에서 답신이 왔는데, 그 내용은 국립공원 내에 인공어초 등 구조물 설치하는 자연공원법(제23조제1항)에 의거 행위허가 대상에 해당하기 때문에 먼저 바다목장 조성사업에 대해 공원관리청과 사전협의 필요하며, 동 협의가 이루어진 다음에 관리수면 지정과 관련한 협의가 진행되어야 한다는 회신이 있었다. 이와 같은 경과 속에서 관리수면의 지정은 관련기관과 협의 등이 먼저 선결되어야 하므로 다소 시간이 소요될 것으로 보인다.

표 2-4-1-7. 여수바다목장 수산자원관리수면 지정 추진 경과

일시	주요 내용	비고
'07. 8.14 해양수산부	<ul style="list-style-type: none"> 관리수면 범위, 관리이용 규정(안) 협의 -관리수면와 바다목장 해역범위 일치(11,000ha) 확정 -관리이용 규정(안) 확정 	해양수산부/전남도/여수시/과학원/자율관리위원장/KMI/KORDI
:	전남도, 여수시 지역 의견수렴	
'07.10. 9	<ul style="list-style-type: none"> 전남도 환경부에 협의요청 -여수바다목장 사업지역 다도해 국립공원(자연환경지구)지역 -자연공원법, 기르는어업육성법(제10조 제3항)에 의거 협의 요청 	
'07.11.28	<ul style="list-style-type: none"> 환경부 답신 -국립공원내 인공어초 등 구조물 설치행위는 자연공원법(제23조제1항) 의거 행위허가 대상 -먼저, 바다목장 조성사업에 대해 <u>공원관리청과 사전협의 필요</u> -그 이후 관리수면 지정과 관련 협의 진행 	
'07.11.30	국립수산과학원 바다목장사업단에 협조 요청	

한편, 관리수면과 동 수면 관리이용 규정(안)은 해역 범위, 자원조성 및 조사결과, 어업별 조업실태 등을 감안하여 정하였던 것이며, 어획노력량 관리를 위주로 정하였으며 규제 내용이 느슨하다는 평가도 있다. 하지만 자연과학적 조사결과가 불투명하고 불특정한 다수가 조업하는 상황에서 어획량 관리(TAC)를 도입할 수 없으며, 또한 감성돔 이용은 어업인 보다도 낚시인이 주력이기 때문에 어업인과 낚시인의 자발적 참여를 유도하고, 또한 이용자 중심의 자주적인 자원관리 분위기를 조성하는데 일차적인 목적이 있다. 물론 다양한 측면에서 관리이용 규정의 수정·보완이 필요하며, 현실이 반영된 합리적인 해역관리를 위해서는 다음과 같은 몇 가지 과제가 선결되어야 한다.

(가) 관리수면의 조속한 지정을 통한 관리이용 규정의 적용: 현재 여수바다목장에서 관리수면이 지정되지 못하고 관계부처와 협의가 진행 중이다. 이에 따라 관리수면 미지정, 관리이용 규정의 미확립으로 인해 불완전한 관리이용체제가 적용되고 있는 셈이다. 어업인들도 바다목장 해역에서 체계적인 관리를 할 수 있는 계기가 마련되었다고 찬성하고 있는 상황에서 바다목장에서 자원조성과 합리적인 이용과 지역 어업인 참여도를 제고하기 위해서도 관리수면의 지정이 반드시 필요하며, 이를 위해 관계기관의 협력이 조속하게 이루어져야 할 것이다.

(나) 자원조성 계획수립과 신뢰성 있는 자원조사 자료 축적: 자연과학 측면에서 자원조성 계획의 수정 검토, 그리고 방류된 자원에 대한 자원평가와 회유로 구멍이 필요하다. 현재 이동성이 큰 감성돔을 위주로 방류하고 있지만, 어업인에게 자원조성의 가시적 효과 증명도 필요하다. 이를 위해서 감성돔의 방류와 더불어 정착성인 황점볼락(볼락) 방류량도 늘려나갈 필요가 있다. 그리고 방류 어종에 대한 회유로와 산란장·월동장의 구멍에 노력이 집중되어야 한다. 이를 통해 산란장, 육성장, 월동장에 대해 권역별로 관리수단을 달리한 효율적인 관리가 가능하게 된다. 또한 바다목장 범위에서 벗어난 가막만, 여자만에 대한 자원조사, 회유로를 조사하여 산란장이 구멍되면 보호수면 지정을 검토할 수 있을 것이다.

(다) 어획량 모니터링체계 구축: 사회과학 측면에서 이용자별로 어획량 등의 모니터링 자료를 축적해 나간다. 지금까지는 어업인을 면담하거나 전화로 어종별로 어획량을 파악하였지만, 자료의 신뢰성이 문제되었다. 따라서 통영바다목장의 사례를 적용하여, 여수바다목장 현지에 모니터링을 고용하여 월별 자료를 받을 수 있도록 하며, 조사내용도 어업별, 어장별(해역 내외), 어종별, 사이즈, 어획량 및 단가 등의 항목을 조사하여 신뢰성 있는 자료를 축적하고 자료수집 체계를 정비한다. 그리고 매년 수행되었던 어업별 경영수지도 표본수를 늘려 조사하여 바다목장 조성사업의 평가에 활용하도록 한다. 그리고 관리이용 규정(안)에서 어구어법 제한규정인 종묘방류 시 반경 3km 주변 해역 2주간 조업금지 및 철망(자망, 각망, 통발), 신규조성 인공어초 집중시설지역 반경 300m 조업금지(자망, 통발, 문어단지, 잠수기)에 대해서 그 효과를 자연과학 및 사회과학 양 측면에서 조사하여 자원관리에 효과가 있는지 평가할 필요가 있다. 가령 효과가 과학적으로 증명된다면 어업인에게 자원관리 효과를 인식시키고 다른 어업으로 확대할 수 있을 것이다. 그리고 관리수면을 지속적으로 관리하기 위해서는 수산자원 및 어획량 모니터링을 전담하는(가칭) '여수바다목장 관리센터'의 설립도 장기적으로 검토할 필요가 있다. 이를 통해 시범사업 이후에도 지자체 및 어업인이 중심되어 연속성을 가진 조사 평가체계를 구축해 나간다.

(라) 관리수면 내의 효율적 관리방안 검토: 관리수면의 관리수단을 권역별로 적용하여 관리효과를 높여 나간다. 현재 관리이용 규정(안)은 종묘방류 장소와 인공어초 주변에 대한 조업자제, 체장제한 등 관리수면 전체를 대상으로 일률적인 규제를 실시하고 있다. 만일, 감성돔의 회유로, 월동장 등이 구멍이 되고 황점볼락 등 정착성 어종의 확산이 밝혀진다면 권역별로 입체적인 관리수단을 도입해 나간다. 예를 들면, 안도 주변에 감성돔이 어떤 장소에 언제부터 언제까지 머무른다고 밝혀진다면 이를 근거로 월동장 보호로 조업금지 혹은 시기 등을 제한할 수 있다. 또한 낚시객에 대해서도 낚시포인트 또는 장소별로 규제를 가능할 수 있고, 좀 더 현실적인 조획 미수 제한이 가능하다. 그리고 초삼도 주변에 대해 볼락류 자원조성이 성공하고 밀도조사 결과가 나온다면, 특정한 구역에 대해 '정착성 어종 특별관리구역'으로 지정하여 조업을 금지시킬 수도 있다. 이처럼 관리수면을 권역별로 관리하기 위해서는 과학적인 조사결과와 관리목표 등이 전제가 되어야 한다.

(마) 관리수면에 대한 과학적 관리방안의 도입: 여수바다목장 관리수면 관리이용 규정에는 입구관리, 출구관리 등을 적용할 수 있는 근거를 마련하고 있는데, 실제 적용은 입구관리(허용어업 지정 및 낚시조건 등)를 위주로 실시되고 있다. 이상에서 언급한 자연과학 자료의 구멍, 어업인 모니터링의 결과 등이 축적된다면, 한정된 수면 혹은 이용자에 대해 출구관리, 또는 조업시기 제한 등의 어업인 주도의 관리수단을 적용할 수 있을 것이다. 이러한 것들을 충실하게 쌓아 나간다면, 여수바다목장 해역의 특성이 반영된 관리이용체계의 수정·보완이 이루어질 것이다.

나) 관리이용 조직의 역량 강화

(1) 관리이용 조직 문제점 및 과제

바다목장의 관리이용시스템은 민관학연의 유기적 협력을 통한 합리적인 해역 관리이용 질서 확립, 어업인 참여를 제고함으로써 자율관리체제 확립을 통해 성공적인 바다목장 조성에 필요하다. 특히, 여수

바다목장은 해역 범위가 광범위하고 이용자가 다수 참여하고 있으므로 효율적 관리와 지속적 이용시스템의 적용이 필요하며, 제반 여건을 고려할 때, 공적인 관리 보다 자율적 관리가 더 효율적이다. 따라서 전남도/여수시, 관리이용협의회, 자율관리공동체(자율관리위원회)의 긴밀한 협조체제가 필요하며 각각 역할이 상호보완 될 때 합리적인 여수바다목장 관리이용시스템이 마련되는 것이다.

바다목장 자율관리공동체는 바다목장사업을 자율관리사업으로 전환하여 어업인 주도의 어업질서를 확립하며, 또한 정부의 자율관리공동체 사업에 등록하여 지원사업과 연계하기 위해 구성할 필요가 있다. 바다목장 관리이용협의회는 바다목장의 지속적 이용을 달성하기 위한 기본방향을 협의, 이용자 허용여부, 관리이용 규정 등에 대한 자문기구로서 민관학연의 유기적 협력과 참여로 구성된다. 지자체는 관리수면의 지정, 관리이용 규정 제정·수정, 행정 및 예산지원을 담당하며, 또한 시설물 관리, 관리수면 자원조사 및 감시·감독, 관리이용협의회의 운영, 관련 조직의 운용, 행정 및 예산 지원 등을 담당한다.

한편, 여수바다목장에는 2007년 7월에 자율관리위원회가 발족되어 활동이 전개되고 있다. 동 위원회는 바다목장에 포함된 23개 어촌계장으로 구성되었고 임기는 2년이며 임원은 회장 1인과 지부장 4인, 감사 1인, 간사 1인을 두고 있다. 회장은 위원회를 대표하고 총회의 의장이 되며 지부장은 안도권, 금오도권, 화정권, 화태권의 4명으로서 권역별로 구분되어 있다. 이는 여수바다목장이 광범위하여 어업인의 적극적 참여와 효율적 관리를 위해 4개 권역으로 나눈 것이다. 하지만, 여수바다목장이 자율적 관리이용체제가 정착하여 지속적 어업생산을 달성함으로써 어업인 소득향상까지 연계하기 위해서는 관리이용 조직의 역량 강화가 필요하며, 이에 대한 과제는 다음과 같다.

(가) 여수바다목장 자율관리공동체로 추진: 현재 여수바다목장 자율관리위원회는 23개 어촌계장 중심으로 구성하였으며, 바다목장 및 관리수면의 관리이용 주체로서 대표성을 가지는 조직이다. 하지만, 관리수면에서 이용자에 대해 실제적인 하부조직의 범위와 구성이 명확하지 않고, 이들 구성원이 자율관리위원회에게 바다목장 및 관리수면 관리에 대한 일체 사항을 위임하였거나 전결을 부여한 셈은 아니다. 따라서 바다목장 해역에 거주하는 특정 어업인이 자율관리위원회에서 결정되는 사항을 따르지 않아도 이를 제재할 수 있는 근거가 없다.

이러한 속에서 여수바다목장 이용자 중심의 자율관리공동체 구성의 필요성이 제기되었다. 즉, 여수바다목장에서 자율적 관리체제를 만드는 것이 바다목장 조성의 성공요인이며, 해양수산부에서 추진하고 있는 자율관리공동체로 등록하여 우수한 평가를 받는다면 사업비 지원이 가능하고, 그리고 수산관리사무소를 통해 지속적인 어업컨설팅을 받을 수 있으며, 자율관리공동체가 하부 조직으로 뒷받침하고 어업인이 동의하여 참여할 때 자율관리위원회는 대표조직으로 기능할 수 있다는 것이다. 하지만, 이러한 긍정적인 측면에도 불구하고, 여수바다목장 자율관리위원회에서는 23개 어촌계원을 중심으로 자율관리공동체를 구성하는 것은 지역이 광범위하여 비효율적이고 관리 효율성도 낮으며, 어촌계장은 어촌계의 대표자이므로 굳이 어업인의 동의가 필요치 않다는 입장에서 반대하였다. 그리고 지자체에서도 어촌계 단위의 자율관리공동체가 이미 추진되고 있어 바다목장 자율관리공동체와 겹치므로 어촌계간 갈등이 조장될 가능성이 있고, 설령 사업비를 지원받더라도 배분을 둘러싼 갈등발생을 우려하였다.

이에 대해 본 연구진은 여수시와 자율관리위원회와 협의를 하여 여수바다목장 자율관리공동체는 현재 어촌계 중심의 자율관리공동체와는 다른 성격을 가지는 점(즉, 바다목장 관리수면을 이용하는 어업인 주로 어선어업 중심을 대상으로 함), 그리고 관리수면의 범위에는 어촌계 및 개인의 어업권어장은 제외된다는 점(기르는어업육성법)을 설명하였고, 자율관리공동체로 조직화의 당위성을 설명하였다. 그 결과, 11월 중순, 여수바다목장 자율관리공동체로 구성하는 것에 합의를 보았으며, 본 연구진은 여수바다목장 자율관리공동체 관리규약(안)을 제안하였다. 자율관리공동체 관리규약(안)은 관리수면 관리이용 규정을 모델로 어업인이 자율적으로 관리활동을 수행할 수 있게끔 작성하였으며, 모두 4개장 19조로 구성되어 있다. 주요 내용은 명칭, 목적, 적용범위, 자율관리위원회 설치, 시범사업(어장관리, 자원관리, 생산관리,

보고의무, 판매 및 유통, 위반자 벌칙 등)으로 구성되며 구체적인 내용은 부록을 참고하길 바란다.

(나) 자율관리위원회 구성원의 보강: 현재 여수바다목장 자율관리위원회는 23개 어촌계장 중심으로 구성되어 있다. 하지만, 어촌계장 중에서는 어업을 영위하지 않는 사람도 다수 포함되어 있어 실제로 조업활동을 하는 어업인으로부터 반감을 가질 수도 있다. 때문에 실제 조업하는 어업인의 의견을 수렴하기 위해서 어업인 대표자 2명 정도를 선임하여 자율관리위원회 구성원으로 포함시키는 것이 바람직하다. 이미 자율관리위원회 운영규정에는 위원회의 구성에 어촌계장 23인과 어업 대표자 2인을 포함하도록 되어 있다. 하지만 자율관리위원회의 공식적인 활동은 관리수면이 지정되고 그에 따라 관리이용 규정이 적용되면서부터이다. 즉, 자율관리위원회는 관리수면 관리이용 규정(안) 제14조에 자율관리공동체 조직에 따라 구성되도록 되어 있으므로 우선 관리이용 규정이 공식화 되어야 한다. 하지만 관리수면의 지정과 관리이용 규정(안)의 적용은 전술한 바와 같이, 시간이 다소 소요될 것으로 생각된다. 따라서 여수바다목장 자율관리위원회 운영규정 제1조(설립 및 명칭)를 개정하여 관리이용 규정에 관계없이 자율관리위원회가 구성할 수 있는 근거를 삽입한다. 이를 통해 불완전한 조직이 완전하게 기능할 수 있도록 한다.

(다) 관리이용협의회의 조속한 발족: 여수바다목장 관리수면의 효율적 관리를 위한 또 하나의 조직이 관리이용협의회이다. 동 조직은 관리수면의 관리방향, 이용자 허용여부, 기타 자문 등을 위하여 민관학연으로 구성된다. 동 위원회는 여수바다목장 관리수면 관리이용규정 제17조에 근거하여 설치되며 관리수면 관리이용 규정이 공식적으로 승인된 이후 동 바다목장 관리이용협의회 규정을 제정하여 구성된다.

여수바다목장 관리이용협의회의는 모두 18명으로 조직되는데, 동 협의회는 운영규정(안)을 갖추었고 이미 관계기관으로부터 추진을 받아 관리수면 지정과 동시에 공식 발족할 예정이었으나, 관리수면 지정이 늦어져 차질이 나고 있는 상황이다. 따라서 동 협의회의 발족을 위해서는 조속한 기일 내에 관리수면에 대한 관계기관과의 협의를 끝낼 필요가 있다.

(라) 관리수면의 감시·감독 강화: 여수바다목장 관리수면은 광범위하므로 관리수면 관리이용 규정에 정한 이용자와 허용어업을 하나씩 체크할 수 없다는 한계가 있다. 따라서 조업승인을 받은 어업인들은 어선에 조업깃발을 달도록 유도함으로써 조업실태를 손쉽게 관찰될 수 있도록 하였다.

이를 위해서 본 연구진에서는 그림 2-4-1-4와 같은 조업깃발을 도안하여 자율관리공동체에 시제품 일부를 제공하였다. 이러한 관리수면 내에서 조업깃발을 달도록 하는 것은 관리수면의 이용자에 대한 효율적인 감시·감독을 할 수 있을 뿐만 아니라 어업인에게 관리수면의 이용자로 인식시켜 자주적인 관리에 적극적인 참여를 유도하게 된다. 그리고 관리수면 내에 조업하고 있는 정확한 이용자의 수를 파악하여 향후 관리수면의 관리수단과 관리방향을 결정하는데 기초자료로 활용할 수 있다.

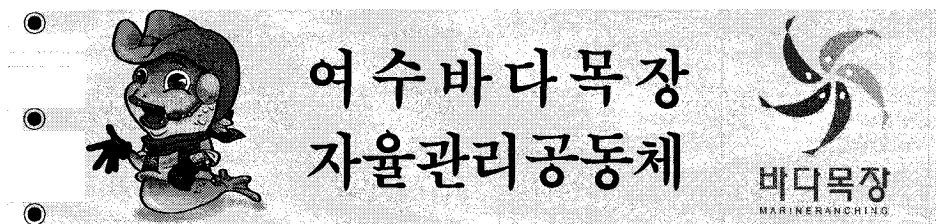


그림 2-4-1-4. 여수바다목장 자율관리공동체 깃발 시안.

5) 관리이용협의회 18인은 여수시 당해업무를 관장하는 국장, 전라남도 수산자원조성 담당사무관, 여수시 당해업무를 관장하는 과장, 여수해양경찰서 지도, 단속 담당과장, 여수지방해양수산청 담당과장, 국립수산과학원 바다목장사업단장이 추천하는 연구자 1인, 전남대학교 수산해양대학장이 추천하는 교수 1인, 여수시수산업협동조합 담당과장, 한국해양연구원장이 추천하는 바다목장 연구자 1인, 한국해양수산개발원장이 추천하는 바다목장 연구자 1인, 여수바다목장 자율관리위원회 회장 및 지부장 4인(총5인), 여수시 생활체육 낚시연합회장이 추천하는 유어관련종사자 3인으로 구성된다.

(2) 바다목장 자율관리위원회 교류회

성공적인 바다목장의 조성을 위해서는 어장 및 자원 조성, 자원 조사 및 평가 등의 자연과학적인 측면도 중요하지만, 바다목장을 관리하고 이용하는 어업인들을 어떻게 조직화하고 건전한 생산의욕을 가질 수 있도록 역량을 강화시키는 것도 중요하다. 이러한 취지로 본 연구에서는 4개소 바다목장 자율관리위원회와 지방자치단체 담당자를 대상으로 자발적 참여의식과 자율관리로 이행을 목적으로 바다목장 자율관리위원회 교류회를 개최하였다.

<p>계 목: 바다목장 자율관리위원회 교류회 목 적: 바다목장 자율관리위원회 간의 교류를 통한 정보공유 및 바다목장 자율관리 의식 제고 일 정: 2007년 11월 29일(목) ~ 30일(금) 방문지: 여수바다목장해역(바다목장 현장관리사무소, 인공어초 투하지역 방문) 여수시 3청사 회의실(자율관리위원회 간담회) 참석자: 여수, 울진, 태안, 제주바다목장 자율관리위원회, 해당 지자체 담당자, 한국해양수산개발원 바다목장 연구진, 한국해양연구원 바다목장 연구진, 여수바다목장 현장관리사무소장 등</p>

교류회의 일정은 1박 2일로 진행되었으며, 첫날에는 표 2-4-1-8에서 보는 것처럼, 여수바다목장 현장 사무소를 방문하였으며, 그 과정에서 여수시 지도선에서 선상 교육 및 토론과 어초 투하지역 방문과 설명이 이어졌다. 그리고 둘째 날에는 그림 2-4-1-5와 같이 여수시청에서 여수바다목장 자원 조성, 이용관리 분야 설명회와 자율관리위원회 간담회가 있었다.

표 2-4-1-8. 2007년도 바다목장 자율관리위원회 교류회 일정

날 짜	시 간	일 정	장 소
11월 29일(목)	13:00	집결	여수 신항
	~14:00	중식 및 이동	여수 신항
	~15:00	이동	여수시 지도선으로 안도 이동(선상 교육 및 토론)
	~16:00	견학	여수바다목장 중간육성장 견학
	~17:00	이동	하선 및 이동
	~18:00	숙소 배정	여수시내
	~20:00	석식	여수시내
11월 30일(금)	~09:00	조식	여수시내
	~09:30	이동	여수시청
	~12:00	설명회 및 간담회	여수시청(설명회 및 자율관리위원회 간담회)
	~13:00	중식 및 해산	

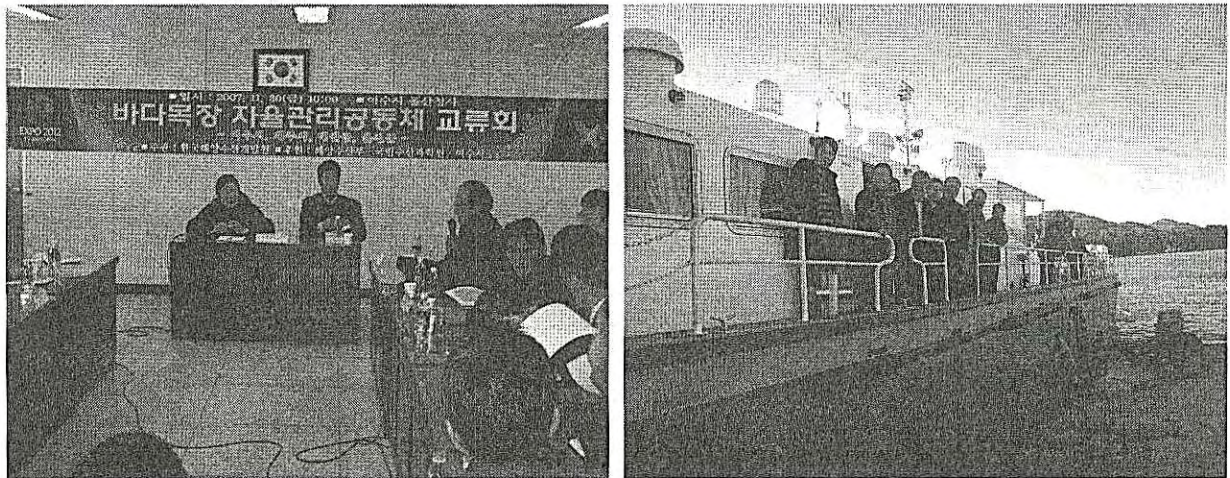


그림 2-4-1-5. 여수바다목장 자율관리위원회 교류회.

금번의 바다목장 자율관리위원회 교류회를 통해 여수바다목장에서 관리수면의 지정경과, 관리이용 규정의 도출과정 등에서 나타난 애로점을 서로 공유할 수 있었다. 그리고 각 해역별 특성에 따라 관리수면의 범위, 관리이용 규정 및 관리방식이 차별화되므로 여수바다목장에서 추진되는 내용이 여과 없이 타 바다목장에 그대로 적용되지 않는다는 것을 이해시킴으로써 일부 바다목장 자율관리위원회에서 가지고 있던 불안감을 해소할 수 있었다.

또한 금번 교류회를 통해 바다목장사업이 추진되는 과정을 공유할 수 있었던 계기가 되었고, 바다목장 조성과정에서 나타난 애로와 문제를 해결하기 위해서는 어업인들의 적극적인 참여가 매우 중요하다 점에 대해 공감대를 형성할 수 있었다. 교류회에 참석한 해역별 자율관리위원회는 향후에도 이러한 교류회가 정기적으로 추진되어 어업인간의 의견교환을 할 수 있는 기회를 배려해 줄 것을 원하였다.

2) 여수바다목장 모델 제검토

가) 여수바다목장 모델 추진 경과

바다목장의 모델선정은 조성해야 할 바다목장의 기획단계로서 바다목장의 목표와 관련이 있다. 즉 조성하고자 하는 바다목장이 완성되었을 때 어떻게 이용하고자 하는가에 따라 바다목장의 형태와 투자내용 등이 달라지기 때문이다. 바다목장의 모델 선정 시 고려요인은 자연과학적 측면과 사회과학적 측면, 그리고 정책적 측면이 동시에 고려되어야 한다. 먼저 자연과학적 측면에서는 해역여건 분석, 수산자원의 평가, 대상자원의 인위적 배양 가능성 등에 대해 어업인 및 전문가 의견수렴이 있어야 한다. 이는 어떠한 대상 종을 어느 정도까지 어떻게 조성할 것인가를 판단해야 하기 때문이다. 사회과학적 측면에서는 대상해역, 어업종류 및 조업형태, 어업인 경영상황 등을 감안하여 그 실태와 어업인 및 전문가의 의견수렴이 있어야 한다. 이는 자원조성과 자원이용방법, 소득수준과의 균형을 맞추기 위한 것으로 조성된 자원이 지역 내 어업 및 기존 자원이용과 맞춤으로써 사업 효과를 극대화 시키게 된다.

주지하는 바와 같이, 바다목장사업은 지속적 생산, 경영 안정화, 풍요로운 어촌을 목표로 1998년 통영 해역에서 시작되어 이후 여수, 울진·태안·제주 해역으로 점차 확대되어 왔다. 이러한 바다목장사업의 확산에 앞서 1999년에 바다목장사업 마스터플랜이 처음으로 수립되었다. 여기에는 연안어업을 바다목장어업 체제로 재편, 해양생태계 관리와 기르는 어업의 실현 등을 목표로 바다목장사업을 확대하기 위한 장기적인 계획을 수립하기 위해 만들어졌다. 그 이후 2001년에는 시범 바다목장사업의 기본 개념의 수정이 있었는데 여수바다목장과 관련된 내용을 정리하면 표 2-4-1-9와 같다.

우선, 사업목적과 사업주체, 사업방식, 사업성격이 추가되어져 바다목장 시범사업이 체계화되었다. 여수바다목장의 경우, 구분이 전남에서 여수라는 지명으로 구체화되었고, 사업목적은 어로형, 사업주체 및 방식은 국가, R&D이고, 사업성격은 시범사업으로 정하였다. 그 외 바다목장 목표어종과 투자기간 이외는 변경이 없었다. 즉 목표어종은 1999년에 넙치, 감성돔에서 2001년은 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 볼락 4가지 어종으로 바뀌었는데 현재의 목표어종과 동일하다. 다음으로 투자기간은 1999년에 7년(2001~2007)에서 2001년에는 8년(2001~2008)으로 1년 늘어났다.

표 2-4-1-9. 여수바다목장 시범사업의 기본개념 수정

1999년		2001년	
구 분	전남	구 분	여 수
		사업목적	어로형
		사업주체	국 가
		사업방식	R&D투자
		사업성격	시범사업
목장 유형	다도해형	바다목장유형	다도해형
목표 어종	넙치, 감성돔	목표어종	감성돔, 돌돔, 황점볼락, 볼락
중요순치방법	음향, 광	중요순치방법	음향, 광
해류제어방식	인공어초, 해류차단장치 소파제	해류제어방식	인공어초, 해류차단장치 소파제
양성 시설	인공어초, 해조장	양성 시설	인공어초, 해조장
투자 기간	2001~2007(7년)	투자기간	8년(2001-2008)

자료: 1999년과 2001년 통영해역의 바다목장 연구개발 용역사업 보고서

한편, 여수바다목장의 사업방향과 모델은 전술한 바와 같이, 1999년에 우리나라 바다목장 마스트플랜의 수립에서 처음으로 제시되었고, 2002년 전남 다도해형 바다목장 기반조사의 기본계획 수립에서 언급되었다. 그 이후 2003년부터 여수바다목장 1단계 1차년도 사업이 추진되면서 마스터플랜이 구체화되었는데, 이하에서는 그 내용을 검토해 나간다.

먼저, 바다목장 모델설정에서 수역범위는 자원조성분야(감성돔 회유로, 월동장 포함, 개도·월호도·대두리·소두리도 북측은 양식장 밀집으로 자원조성 제약), 환경분야(개도, 월호도, 대두리도 등 연육교 건설로 인한 환경변화), 사회경제분야(이용자 특정화, 관리용이성)를 고려하여 정하였다. 총면적은 203km²(20,300ha)이고, 바다면적은 약 151km²(15,100ha)로 개도, 월호도, 화태도, 대횡간도를 북쪽 경계로 하여, 금오도, 안도, 연도를 연결하는 해역으로 결정되었다.6) 금오도의 경우, 북측은 해조장 및 감성돔 어장으로 동쪽은 정착성 어류인 볼락류의 어장으로 조성하고, 감성돔이 연중 머무는 곳으로 조사된 안도는 전체를 포함하며, 연도는 감성돔의 주 월동장으로 알려져 남동쪽에 월동장으로 조성하는 것으로 하였다.

다음으로 여수바다목장 해역에는 23개 어촌계가 포함되어 있는데 이들 어촌계를 중심으로 여수바다목장 인문사회학적 범위로 한다.

바다목장의 모델을 설정하기 위해서는 ① 다도해의 해양환경 및 생태계 특성, ② 대상 어종의 서식 및 회유 특성, ③ 지역의 사회경제적 특성 등을 고려하였다. 이를 통해 여수바다목장의 모델을 설정하면, 그림 2-4-1-6과 같이, 연도 연안을 월동장으로 가상하면서 개도, 금오도, 안도, 연도까지를 잇는 금오열도를 중심으로 한 광역 다도해형 바다목장 모델로 정하였다. 동 모델은 감성돔의 연중 회유로 중 내

6) 2003년에 제시된 여수바다목장 면적은 당초 2001년 전남 다도해형 바다목장 권역 모델1의 지역과 비슷하나 약 80km² 정도가 축소되었는데, 이는 내만의 환경오염 가능성과 환경변화 가능성을 고려하여 개도에서 대횡간도에 이르는 해역의 이복을 제외하였고 바다목장의 조성을 위하여 시설집중을 위한 것이다.

만으로 이동하여 산란하는 산란장을 제외한 전 회유로를 포함하는 광범위 목장을 조성함으로써 연중 바다 목장 내에서 주 대상어가 머물면서 성장함으로써 바다목장을 관리할 수 있으며, 금오도 동편으로 불락류 등의 정착성 어종의 어장을 조성하여 생물다양성을 높일 수 있어 바다목장의 주요 내용인 서식지 개선에 보다 효율적이라는 것이다. 다만 이러한 광역 목장형은 제한된 예산으로 투자 효과가 낮아지거나 행정상의 관리 해역이 넓어 관리에 어려움이 따르는 단점이 있지만, 연중 비교적 먼 거리를 이동하는 감성돔의 회유로를 감안하면 감성돔의 전 생활사를 관리할 수 있어 바다목장 시범사업의 효율을 극대화할 수 있는 장점을 가진다.

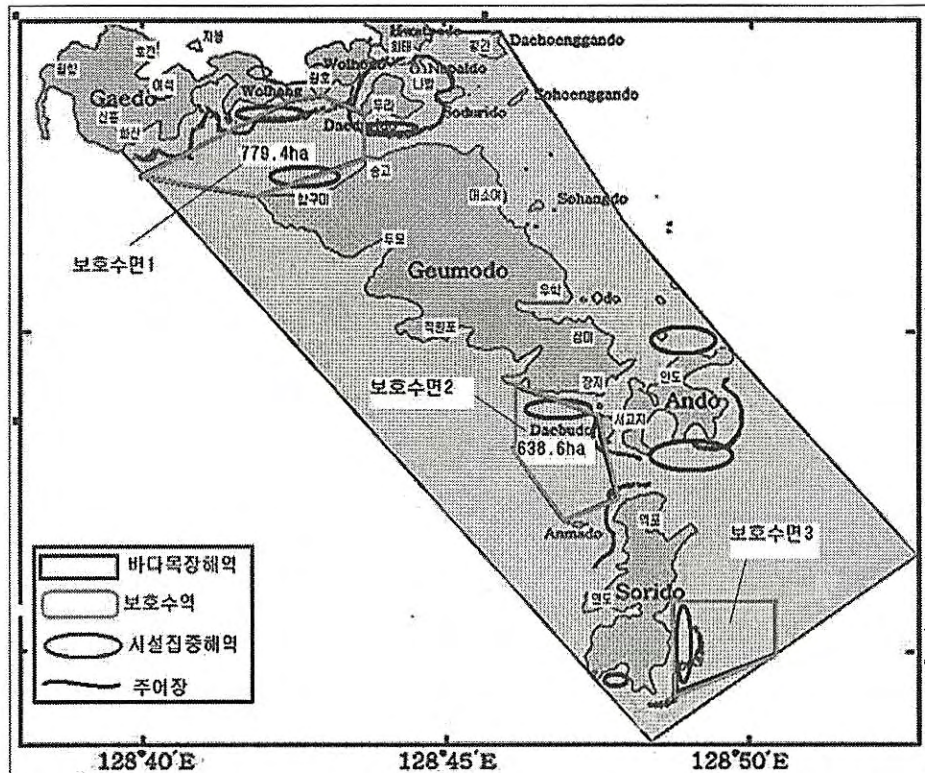


그림 2-4-1-6. 여수바다목장 마스터플랜에서 제시된 해역범위(2003).

표 2-4-1-10. 여수바다목장 시범사업의 마스터플랜 수정

	1단계 1차년도 (03)	1단계 2차년도 (04)	2단계 2차년도 (06)	2단계 3차년도 (07)
수역범위	15,100ha	좌동7	좌동	11,000ha
인문적 범위	23개 어촌계	좌동	좌동	좌동
모델	감성돔 중심 광역적 조성+불락 조성	좌동	좌동	좌동
어장조성	급이, 환경계측기기, 인공어초, 해조장, 소파제	좌동	좌동	좌동
투자계획	2001~08년 307억 원	연차별 투자계획 일부 수정	좌동	좌동

주: 투자계획은 국비만 고려한 사업비임

7) 한 때, 바다목장 면적이 넓어 관리 어려움이 있다는 의견이 있어 다각도로 검토하였으나, 감성돔을 목표어종으로 하는 경우, 생물생태적 특성 및 계절적 이동경로를 고려할 때 종전대로 하는 것이 바람직하다는 결론이 내려 수역범위를 그대로 하였다.

자료: 여수바다목장 보고서, 1단계 1차년도(2003), 1단계 2차년도(2004), 2단계 2차년도(2006), 2단계 3차년도(2007)

그 이후, 여수바다목장의 마스터플랜은 연차별 투자계획만 예산확보에 따라 다소 수정되었을 뿐, 거의 변화가 없었다(표 2-4-1-10 참조). 단, 2단계 3차 년도에는 관리수면 지정(안)을 검토하면서 바다목장의 조성과 직접 관계없는 수역을 제외하여 관리수면(안)을 확정하였는데, 이를 바다목장의 해역으로 통일시켰기 때문에 바다목장 수역범위가 바뀌었다. 즉, 바다목장 범위는 당초 15,100ha에서 11,000ha로 줄었는데, 목장 해역 복단은 개도, 자봉, 월호, 화태 북쪽까지 상향하였다(그림 2-4-1-3 참조).

한편, 여수바다목장 시범사업의 추진단계를 보면, 표 2-4-1-9와 같이, 총 사업기간은 8년으로 3단계로 나누었다. 먼저, 1단계(2001~2003년)는 후보지 선정 및 바다목장 기반조사를 목표로 주요 내용은 해역환경 특성조사, 어장조성 기반조사, 대상생물 생리생태조사, 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 등이 있다. 다음으로 2단계(2004~2007년)는 바다목장 조성을 목표로 두며, 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리, 시설물 설 해역 투입 및 어장조성, 방류 및 생물군집변화조사, 바다목장 이용관리방안 수립 및 관리실태 조사를 주요 내용으로 한다. 마지막으로 3단계(2008년)는 사후관리 및 효과분석을 목표로 하며, 주요 내용은 환경 및 생태계 동태 파악, 바다목장시설의 관리 및 효과조사, 방류종의 자원관리 및 재생산 조사, 바다목장 종합계획 수립 및 사후 투자효과 분석이 있다(표 2-4-1-11 참조).

표 2-4-1-11. 여수바다목장 시범사업 추진단계

구 분	1단계	2단계	3단계
기 간	2001~2003	2004~2007	2008
목 표	후보지 선정 및 바다목장 기반조성	바다목장 조성	사후관리 및 효과분석
주 요	<ul style="list-style-type: none"> • 해역환경 특성조사 • 어장조성 기반조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 모니터링시스템 운용에 의한 환경관리 • 시설물 설해역 투입 및 어장조성 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 및 생태계 동태 파악 • 바다목장시설의 관리 및 효과조사
내 용	<ul style="list-style-type: none"> • 대상생물 생리생태조사 • 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 방류 및 생물군집변화조사 • 바다목장 이용관리방안 수립 및 관리실태 조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 방류종의 자원관리 및 재생산 조사 • 바다목장 종합계획 수립 및 사후 투자효과분석

자료: 해양수산부, 2002, 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업보고서, p.797.

여수바다목장 시범사업의 투자예산은 당초 총 사업비가 30,700백만 원으로 확정되었지만, 연차별 투자계획은 예산 확보와 집행에 연동되어 변경이 있었다(표 2-4-1-12). 1차년도 1단계(2003년)에서는 추진 단계별로 사업내용을 감안하여 계획하였다. 즉, 기반조성과 본격적인 조성, 사후관리 단계별로 나눌 때 본격적인 조성단계에 사업 규모가 크므로 사업비가 가장 많이 소요되기 때문에 정규분포의 형태로 투자 예산을 계획하였던 것이다.

하지만, 매년 국가예산을 확보해야 하는 어려움으로 인하여 재원조달이 원활하지 못하였으며, 이에 따라 투자예산의 수정, 보완이 있었다. 실제로 투자예산은 원활하게 확보되지 못하였는데, 특히 본격적인 조성단계인 2004~2006년 기간 동안 당초 예산에 비해 약 50% 정도 예산이 충당되지 못하였다. 따라서 사업이 종료되는 2008년까지 전체 사업비 30,700백만 원을 집행하기 위해서는 2007년과 2008년 2개년 동안 지금까지 투자된 금액 보다 훨씬 많은 무려 17,000백만 원이 투자되어야 한다. 하지만, 국가 예산을 매년 확보해야 하는 현실을 감안한다면 실현하기 힘들며, 실제로 확보 가능하더라도 집행하기 힘들다. 따라서 여수바다목장의 경우는 사업기간의 연장이 불가피할 것으로 판단된다. 이러한 경우, 바다목장 조성이라는 목표달성의 실현이 늦어지게 되며 투자기간이 연장됨에 따라 시범사업을 통한 개발사

업으로 전환이라는 국가 바다목장사업의 상위계획 실현에 차질을 가져올 수 있다는 문제가 있다.

표 2-4-1-12. 여수바다목장 연차별 투자계획

(단위: 백만 원)

항 목	계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
1단계 1차년도(03년)	30,700	486	1,000	3,000	5,724	6,154	6,500	6,586	1,250	
1단계 2차년도(04년)	30,700	486	990	2,700	6,100	6,274	6,500	6,700	4,950	
2단계 2차년도(06년)	30,700	486	990	2,700	3,045	3,400	3,431	8,505	8,143	
해양수산부	계	30,700	500	1,000	2,700	2,700	3,400	3,400	7,000	10,000
	시설투자(계)	19,665	-	290	704	1,100	1,695	1,876	5,500	8,500
	종묘방류	5,533	-	150	350	450	561	522	1,500	2,000
	음향급이기	375	-	-	50	250	75	-	-	-
	환경측정장치	110	-	-	-	-	-	-	110	-
	인공어초	11,637	-	-	230	350	969	999	3,440	5,650
	해중림	1,239	-	-	-	-	-	39	400	800
	기 타	771	-	140	74	50	90	316	50	50
	연구개발(계)	11,035	500	710	1,996	1,600	1,705	1,584	1,500	1,500
	인건비	3,707	50	209	675	627	685	512	425	425
	여 비	1,164	220	63	121	156	176	144	115	115
	수용비	223	30	35	32	29	26	29	19	19
	재료비	2,327	150	66	102	107	102	167	786	786
	임차료	583	50	53	120	99	65	78	18	18
	기 타	3,031	-	284	946	582	651	654	137	137
시설: 연구(%)	64:36	0:100	30:70	26:74	41:59	50:50	55:45	78:22	82:18	

주: 기타 연구개발에는 위탁연구비, 기술정보활동비, 시제품제작비, 간접비 등이며, 2006년까지 예산은 실제 집행금액임

자료: 해양수산부, 자원회복과 내부자료

나) 이용관리 분야 추진실적

지금까지 고찰한 바와 같이, 여수바다목장 시범사업은 '다도해형·어로형'의 바다목장을 조성하는 것이며, 이용관리 분야는 여수 해역의 특성을 반영한 합리적 관리이용시스템을 구축하기 위한 방향으로 추진되었다. 여수바다목장 시범사업은 단계별로 추진 목표가 다르기 때문에 이용관리 분야 역시도 표 2-4-1-13과 같이, 단계별 추진계획에 맞추어 추진되어 왔다.

표 2-4-1-13. 여수바다목장 단계별 이용관리 분야 추진목표

단계별 구분	년도	추진 목표
적지선정	2001	▪ 최종 후보지 선정
(1단계) 바다목장 기반조성	2002 2003	▪ 기본계획 수립 및 투자계획 수립 ▪ 사전 경제성 평가
(2단계) 바다목장 개발조성	2004 ~ 2007	▪ 바다목장 이용관리 실태 조사(해역이용 실태, 수산현황) ▪ 이용관리체제 구축(관련제도 적용 및 조직 구성, 유통체계 확립) ▪ 투자계획 수정 및 효과분석
(3단계) 사후관리 및 효과 분석	2008	▪ 사후투자효과 분석 및 종합평가 ▪ 관리권의 이양 및 향후 이용관리계획 수립 - 사후관리체제, 관련 규정 보완, 어업(외) 소득 증대

다음 표 2-4-1-14를 통해 여수바다목장 연차별 이용관리 분야의 추진실적을 보면, 기반조사에서는 최종 후보지를 선정하는데 목표를 두었다. 1단계 기반조성단계에서는 기본계획 수립 및 투자계획 수립과 사전 경제성 평가를 목표로 우선, 사업계획 및 투자계획 수립·보완과 사업투자 효과 분석, 그리고 바다목장 이용·관리 실태를 조사하여 관리이용체제 구축방향을 수립하였다. 그리고 2단계 본격조성단계에서는 사업계획 수정 및 보완사업 투자효과 분석, 바다목장 이용·관리 실태조사와 해역관리체제 확립, 이용관리 조직구성, 관련 규정 제정 등이 추진되었다.

표 2-4-1-14. 여수바다목장 연차별 이용관리 분야 추진실적

년도		추진 실적 및 성과	
기반 조사	2001	후보지 선정	▪ 최종후보지 선정(여수권역)
1단계	2002	사업계획 및 투자계획 수립	▪ 바다목장 모델설정 ▪ 사업주체 선정 ▪ 사업의 분류 및 투자규모 결정
		사업투자 효과 분석	▪ 직접효과(어업효과)와 간접효과(유어납시 및 관광) 추정 ▪ 사회경제적 타당성 평가
		바다목장 이용·관리 실태 조사	▪ 수산업 실태/해역 이용실태 ▪ 어업경영/가계수지 조사 ▪ 유어/관광실태 조사
		바다목장 이용·관리체제 구축	▪ 바다목장 관리·운영협의회 구성방안 제시 ▪ 바다목장 운영방안
기반 조성	2003	사업계획 수정 및 보완	▪ 수역범위 논의 ▪ 투자계획 수정
		사업 투자효과 분석	▪ 직접효과(어업효과)와 간접효과(유어납시 및 관광) 추정 ▪ 사회경제적 타당성 평가
		바다목장 이용·관리 실태 조사	▪ 수산업 실태/해역 이용실태 ▪ 어업경영/가계수지 조사 ▪ 유어/관광실태 조사
		바다목장 이용·관리체제 구축	▪ 바다목장 이용관리의 문제점 및 개선방향 ▪ 보호수면 지정의 필요성 및 범위 ▪ 관리수면 이용관리방안
		바다목장 유통체계 분석/	▪ 여수지역 활어유통 실태

		구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시장경쟁력 평가
2단계 본격 개발	2004	사업계획 수정 및 보완	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수역범위 논의 ▪ 투자계획 수정
		사업투자 효과 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 직접효과(어업효과)와 간접효과(유어낚시 및 관광) 추정 ▪ 사회경제적 타당성 평가
		바다목장 이용·관리실태 조사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수산업 실태/해역 이용실태 ▪ 어업경영/가계수지 조사 ▪ 유어/관광실태 조사
		바다목장 이용·관리체제 구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바다목장 이용관리의 문제 및 개선방향(이각망 문제 부각) ▪ 보호수면 및 관리수면 지정방안 ▪ 이용관리체제 구축방안: 이용관리조직 구성안 검토
		바다목장 유통체제 분석/구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바다목장 어업인 활어유통실태 ▪ 부가가치 증대를 위한 상품화계획 시안 ▪ 유통판매시설계획 검토
	2005	사업계획 수정 및 보완	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 투자계획 수정: 연차별 투자계획
		사업 투자효과 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 직접효과(어업효과)와 간접효과(유어낚시, 관광) 추정
		바다목장 이용·관리실태 조사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수산업 실태/해역 이용실태 ▪ 어업경영/가계수지 조사 ▪ 유어/관광실태 조사
		바다목장 이용·관리체제 구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 보호수면, 관리수면 관리·이용 규정안 ▪ 이용관리체제 구축 협의
		바다목장 유통체제 분석/구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 활어유통실태 ▪ 브랜드 설정/상표출원 ▪ 자율출하조직 구성계획
	2006	바다목장 해역 이용실태 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 어업별 현황 실태 조사 ▪ 어획량 조사, 여가수지 조사 ▪ 유어낚시 실태 조사
		바다목장 해역관리체제 확립	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 보호수면, 관리수면 지정 ▪ 관련 제도의 검토 및 관리수면 규정 제정
		바다목장 이용·관리조직 구성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 관리이용협의회 및 자율관리어업위원회 결성 ▪ 관련 규정 제정, 바다목장 홍보, 순회교육 실시 ▪ 자율관리어업 사례지역과의 교류회 개최

자료: 한국해양연구원, 여수바다목장 보고서 각 년도

다) 향후 추진 방향 및 과제

지금까지 여수바다목장 모델과 추진단계를 살펴보았으며, 그리고 이용관리 분야의 추진실적에 대해 고찰하여 왔다. 여수바다목장 모델은 2003년 1단계 1차 년도에서 제시된 여수바다목장 마스터플랜에 의해 구체화 되었는데, 이동성이 큰 감성돔의 월동장과 회유로를 포함하는 광역 다도해형 바다목장 모델이다. 이에 따라 수역범위는 15,100ha에서 11,000ha로 다소 축소되었지만 해역 범위는 여전히 넓고 참여하는 어촌계 23개로서 기타 바다목장에 비해 광범위성, 이용자 다양성의 특징을 가진다. 그 이후 일부 마스터플랜의 수정이 있었으나 투자계획만 일부 변동이 있었고 그 외는 대부분 기존의 틀을 구성하고 있었다. 투자계획에서 총 사업비는 30,700백만 원으로 산정하였지만 2006년까지 실제 집행된 금액은 13,700백만 원으로 사업기간의 연장이 불가피할 것으로 보인다. 또한 2단계 4차년도 사업은 2007년 초에 추진되어야 했으나 불가피하게 사업이 중단되어 실제 9월부터 시작된 점도 기간 연장이 필요한 원인이다. 금번의 여수바다목장 시범사업은 2단계 4차년도로서 바다목장의 조성이 끝나는 단계에 해당되지만, 위와 같은 이유로 사업내용을 달성하지 못하였다. 향후, 각 부문별로 사업단계 및 내용의 수정이 불가피할 것으로 보인다.

표 2-4-1-15. 여수바다목장 이용관리 분야 향후 추진계획

추진 단계	추진 목표	추진 내용
2단계 5차년도 (2008)	바다목장 개발 조성: 합리적인 이용·관리체제 확립	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리수면 모니터링 분석 ○ 바다목장 해역관리 및 관리조직 보완 ○ 바다목장의 부가가치 증대 방안 ○ 사후관리체제 초안 마련
3단계 1차년도 (2009)	사후관리체제 구축, 효과분석: 지속적 생산 및 자율관리체제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리수면 이용·관리체제 수정보완 ○ 관리이용 조직의 역량 강화 ○ 바다목장사업의 종합정리 ○ 사후관리체제 수립

표 2-4-1-15는 향후 여수바다목장 이용관리 분야 추진계획을 정리한 것이다. 일단, 사업기간은 1년 연장된 2009년에 종료되는 것으로 가정하였다. 2008년은 2단계 5차년도로 가정하여 추진목표를 바다목장 개발 조성: 합리적인 이용관리체제 확립으로 정하였다. 이에 따른 연구 내용은 관리수면 모니터링 분석, 바다목장 해역관리 및 관리조직 보완, 바다목장의 부가가치 증대 방안, 사후관리체제 초안 마련 4가지로 정하였다. 다음으로 2009년을 3단계 1차년도 단계로서 추진목표를 사후관리체제 구축·효과분석: 지속적 생산 및 자율관리체제 달성으로 정하였다. 구체적인 연구내용은 관리수면 이용·관리체제 수정보완, 관리이용 조직의 역량 강화, 바다목장사업의 종합정리, 사후관리체제 수립 4가지로 정하였다.

특히 여수바다목장은 관리이용체제가 만들어졌다고 하지만, 관리수면의 범위가 워낙 광범하기 때문에 어장이용 주체인 어업인의 적극적인 참여와 자율관리체제의 구축이 무엇보다도 필요하며, 따라서 남은 2년 동안에는 어업인의 관리역량을 높이는 것이 매우 중요하다. 또한 현재 바다목장 자원조성, 적용 기술, 인공어초 등 시설실적, 관리이용시스템의 미흡 등을 고려한다면 사업기간은 1~2년 연장할 필요도 있을 것이다.

마지막으로, 여수바다목장의 원활한 추진에 필요한 몇 가지 과제에 대해서 이용관리 측면에서 언급해 두고자 한다. 이들 과제에 대한 개선과 보완을 통해 여수바다목장 시범사업은 본계도에 오를 것이며, 이를 토대로 사후 종료 후에도 '자율적인 광역 다도해형 바다목장'으로 존속할 수 있을 것이다.

(1) 과학적 자료에 입각한 광역단위 관리이용체제 추진: 이것은 해역관리 및 어업자원관리와 관계되는 것으로 현재, 여수바다목장 관리수면 관리이용시스템은 입구관리를 중심으로 다수 어업인에게 개방되어 있다. 이는 바다목장 조성 어종인 감성돔은 일부 시기에만 자망, 통발, 이각망 등에 어획되고 대부분 낚시객과 복합어업에서 어획되므로 다른 어업을 배제할 수 없다. 또한 관리수면이 광범위하므로 일률적인 규제와 감시·감독이 불가능하여 어업인 참여를 우선적으로 중시하였기 때문이다.

앞으로 관리이용시스템의 수정·보완이 필요하며, 우선 감성돔의 확산·이동경로, 월동장 및 산란장 파악 등과 불락류의 확산, 밀도 등에 과학적 신뢰성 있는 자료를 축적해 나간다. 이를 통해 향후 관리수면 내에 수계별로 관리수단·방법을 달리 적용해 나간다. 그림 2-4-1-7과 같이, 여수바다목장을 과학적 자료를 바탕으로 관리수면 일정수역을 '불락류 산란구역', '감성돔 월동구역·산란장' 등으로 나누어 당해 수역에 자원관리에 가장 효율적인 금지기간, 휴어제 실시, TAC 도입 등 권역별 맞춤형 관리수단을 적용한다. 이를 위해서 연구 분야별로 사업내용을 조정하여 자원평가 조사부문에 과감히 연구비를 증액하여 사업을 추진할 필요가 있다.



그림 2-4-1-7. 여수바다목장 수산자원관리수면 권역별 관리이용 모델.

(2) 관리이용 조직의 관리능력과 의식 배양: 어업인 관리의식 배양은 관리이용시스템의 정착과 향후 사후관리에서 바다목장의 성공여부를 좌우할 만큼 가장 중요한 분야이다. 지금까지 여수바다목장을 조성하는 과정에서 홍보와 교육을 통해 어업인의 인식변화와 사업 참여가 일부 있었지만, 어업관리에 대한 인식부족과 저항감, 그리고 지원책에 대한 정부 의존적 태도로 인해 자주적 조업질서가 굳건히 뿌리를 내리지 못한 상황이다. 이는 바다목장의 자원조성 효과에 대해 일부 어업인만 인식할 뿐이며 대다수는 체감하고 있지 못한데서 기인한다. 따라서 현존 자원량의 파악과 자원증대 효과를 어업인에게 홍보할 필요가 있으며, 과감한 사업비와 시설투자 등을 통해 가시적인 성과를 인식시킬 필요가 있다. 그리고 유통시설 도입, 혹은 낚시터 조정 등을 통해 바다목장이 지닌 다양한 부가가치를 향상시킴으로써 지역 어업인에게 소득증대 기회를 부여해 나간다. 또한 지방해양수산청 협조를 받아 자율관리에 대한 방문형 설명회나 어업인들이 원하는 바다목장 자율관리 교류회를 지속적으로 개최하여 자주적 관리능력을 함양시킨다.

그리고 여수바다목장 관리이용협의회와 자율관리공동체의 조속한 발족, 그리고 사후관리 담당기관인 여수시 및 전남도에서도 종래와 같은 단순한 역할에서 벗어나 적극적으로 관리해 나갈 수 있는 관리능력의 배양이 필요하다. 이를 위해서는 지자체에서 바다목장 담당부서 및 담당자의 선임으로 계속하여 바다목장 업무를 관장할 수 있는 체계의 구축이 필요하다.

이상과 같이 여수바다목장과 관련된 관리조직이 각자의 역할과 기능을 펼쳐나갈 때 그림 2-4-1-8과 같은 여수바다목장 미래상이 달성될 수 있을 것이다.

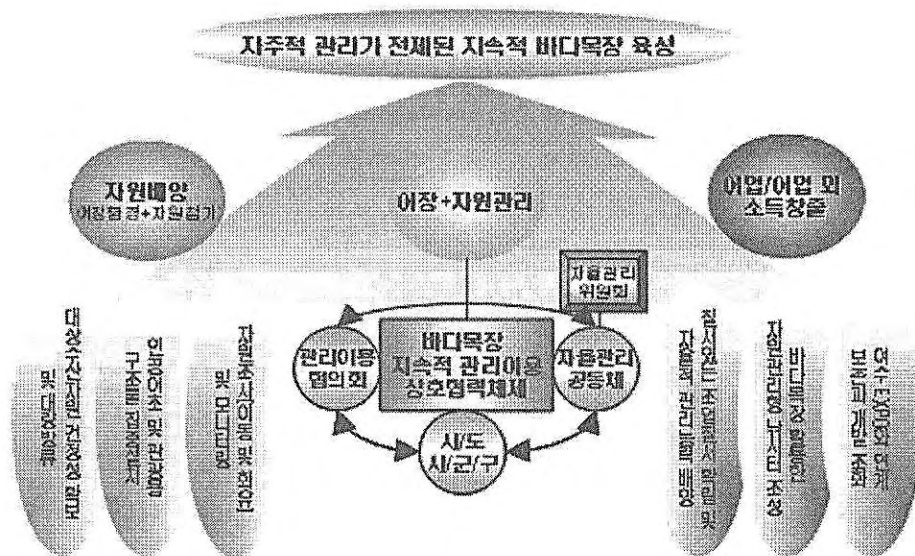


그림 2-4-1-8. 여수바다목장의 미래상.

(3) 분야별 역할 분담 제조정을 통한 효율성 확보: 바다목장 시범사업에 대한 분야별 연구를 보면, 자연과학 분야에서는 대상어종의 선정, 인공어초 개발, 자원조성 등 연구개발 측면에서 연구가 치중되어 왔으며, 사회과학 분야에서는 바다목장 개념정립, 이용·관리체계, 경제성 분석 등 실태분석의 연구가 이루어져 왔다. 따라서 합리적 이용·관리체계를 도출하기 위해서는 목장해역 내의 자연과학 분야의 신뢰성 있는 자료 축적이 전제되어야 하지만, 자연과학의 연구개발과 사회과학의 실제적용이 병행되고 있으므로 이들을 활용하여 이용·관리체계를 수립하는데 한계를 가진다.

여수바다목장의 경우, 관리수면의 지정과 관리이용 규정에 따라 관리이용시스템이 작동하게 되어 있지만, 기본적으로 관리수면 지정에 대한 명확한 자연과학적 근거 없이 사회과학적 소견만으로 대응하는 것은 많은 한계를 가진다. 따라서 향후, 여수바다목장의 연구는 자원조사 및 평가 분야의 연구가 집중되어야 할 것이며, 이에 대한 연구내용의 조정과 역할 분담이 있어야 할 것이다.

한편, 주지하는 바와 같이, 여수세계박람회 유치가 확정되었는데, '살아있는 바다 숨쉬는 연안'이란 주제를 가진다. 여수바다목장 역시 감소 혹은 고갈된 자원을 인위적인 수단으로 조성함으로써 자연생태계의 복원 혹은 건강성 유지라는 측면에서 여수세계박람회의 주체와 부합되며, 이와 연계할 수 있는 아이템의 개발이 필요하다. 그리고 증대되는 해양레저 및 관광 수요에 대응하기 위한 다양한 방안의 검토도 필요할 것이다.

3) 바다목장 개념 재평가

가) 바다목장의 개념과 역할에 대한 응답

바다목장의 개념은 다음의 표 2-4-1-16에서 나타난 것처럼 기존의 자원조성사업과는 달리 종합적이다. 여기에서 문제가 되는 것은 자원조성사업과 어떻게 차이가 나는가와 '자원을 위집하기 위한 기술(음향순치 등)의 적용'이다. 전제가 되는 것은 해당 조성자원의 이동이 거의 없거나 적다는 것이다. 이것이 바탕이 되면서 '울타리 없는 양식', '전연안의 바다목장화'가 사업의 기본 가정이 되는 것이다.

그러나 일본의 해양목장에서도 알 수 있듯이 음향순치 등을 통한 위집기술은 그리 성공적이지 못했으며, 국내 바다목장사업에서도 이것이 증명되었다. 또한 방류하는 어종이 '연안정착성어종'이라는 측면 때문에 생긴 문제도 있는데, 비록 '연안정착성'이라고 하더라도 그 이동범위가 사업 초기에 상정했던 것보다 더 넓다는 문제가 발생하였다.⁸⁾

표 2-4-1-16. 바다목장의 기존 개념

□ 바다목장의 개념	
-	기르는어업육성법: 일정한 해역 등에 대하여 수산자원조성을 위한 시설을 종합적으로 설치하여 인공적으로 수산자원을 번식하게 하고 이를 포획·채취하는 장소를 말함.
-	학술적 접근: 한정된 연안수역에 어장조성(인공어초 설치)과 자원조성(종묘방류 등)을 도모하며, 여기에 자원을 위집하기 위한 기술(음향순치 등)을 적용하고 어법 및 이용자를 특정화함으로써 생산과 관리가 반복적으로 순환하는 새로운 어업생산시스템임.
□ 기본 가정	
-	"울타리 없는 양식"이라는 표현처럼 연안 정착성 어종을 방류하여 서식환경을 조성하면 이들이 일정 수준의 해역을 벗어나지 않는다고 가정
-	"전연안의 바다목장화"는 양식장처럼 연안을 구획하여 목장화한다는 것이 전제됨
-	이용·관리 분야에서는 이러한 개념 하에서 이용자 및 어법 제한, TAC 적용 등이 추진됨

여기에서 발생한 논란에 대해 '기존의 개념에 대해 찬성하는가'라는 설문을 실시하였으며, 응답자 18명 중 10명인 55.6%가 기존 개념에 반대하는 것으로 나타났다(표 2-4-1-17). 각 응답군별로 보면, 지자체는 찬반이 동일한 비율로 나타났고, 대학과 연구소에서는 반대가 다소 높은 것으로 나타났다.

표 2-4-1-17. 바다목장 기존 개념에 대한 찬반여부

구분	합계(A)	찬성	반대(B)	B/A
지자체	4	2	2	50.0%
대학	5	2	3	60.0%
연구소	9	4	5	55.6%
합계	18	9	10	55.6%

개념의 찬반에 대한 설문조사 결과는 다소 판단하기에 모호한 부분이 있는데, 좀 더 세부적으로 파악하게 위해 기존개념에 대해 반대하는 의견을 보면, 다음 표 2-4-1-18과 같다. 주된 반대의견으로는 자원특성상 한정된 해역으로 구획하는 것은 어렵고, 수산자원관리수면을 벗어난 지점에도 인공어초가 투하되고 방류어종의 확산범위가 더 크므로 이용관리의 필요성이 상실된다는 점 등이다. 따라서 자원보충을 위한 해역으로서

8) 예를 들어, 통영바다목장의 경우, 정착성 어종인 조피볼락과 볼락을 대상으로 자원조성 사업을 추진하였으며, 자연과학 분야에서 도출된 자료를 토대로 이들 어종의 밀도와 확산범위를 감안하여 관리수면을 지정하였으나, 실제 대상어종의 확산은 관리수면 범위를 훨씬 초과하는 것으로 파악되었다. 이에 대해서는 통영바다목장 각년도 보고서를 참조하길 바란다.

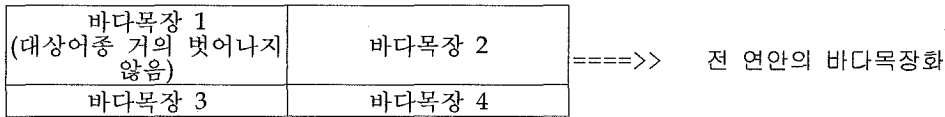
거점개발이 필요하다는 의견이 있었다. 따라서 바다목장은 기존 '올타리 없는 양식'의 개념보다는 바다목장 주변해역의 자원을 보충할 수 있는 해역으로 정의하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

표 2-4-1-18. 바다목장의 기존 개념에 대한 반대 이유

구분	반대사유
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ● 연안을 구획하여 목장화하는 것은 자원 특성상 불가능 ● 자원 재생산 가능한 환경조성, 종묘방류 등 지속적 생산가능 해역 조성 ● '목장'은 축산에서 한정 범위 내에서만 생산되는 개념 ● 통영바다목장은 방류 어종이 바다목장을 벗어난 해역에서 확인됨
대학	<ul style="list-style-type: none"> ● 바다목장의 자원관리에서 환경변화를 간과 ● 기존의 방류, 자원증식=수확(결과)라는 것은 있을 수 없음 ● 자원변화와 환경변화 연계 관리가 관건, 유동성 있는 사업추진방식 도입 ● 수산자원을 인위적으로 조성하는 데는 많은 한계가 있음 ● 기본 개념에 조성된 자원에 의한 재생산(reproduction) 개념이 필요
연구소	<ul style="list-style-type: none"> ● 불라류의 자원 밀집정점은 까다로운 조건을 갖춘 몇몇 포인트에 집중 ● 어장조성 위한 인공어초 투하 지점도 통영바다목장 해역 외곽으로 확장 ● 현 바다목장해역은 행정관리 위한 인위적 선정, 어장과 다르고 필요한 관리규모보다 좁음 ● 자원 보충을 위한 "자원보호구역" 또는 "자원관리구역(brood stock enhancement area)"으로서 역할을 내포한 의미 ● 기본적인 개념에 대해서는 이견이 없음 ● 연안 정착성 어종도 활동범위가 넓으면 이용, 관리의 필요성 상실로 지속적인 경영의 어려움이 예상됨. ● 자원의 다수이용자가 유어객이면 초기부터 효율적 이용, 관리 고려 필요 ● 바다 공간의 구획은 수산자원 특성상 의미가 없고 명확한 구분이 불가능 ● 여건을 고려한 거점개발을 통한 집적이론의 적용이 필요함 ● 자원조성의 개념이 아닌 해양양식의 개념이 강함 ● 통영바다목장이 많은 어류자원을 증강시켰으나 생태계 파괴와도 직결 ● 효율적 관리를 통한 해양 잠재력을 살리면서 생태계 복원개념으로 가야함

"올타리 없는 양식"이라는 개념이라면 연안 정착성 어종이 바다목장수면을 벗어나지 않을 것이다. 하지만 반대라면 바다목장 수면의 역할과 기능이 달라진다.

㉠ 수산자원의 조성 및 이용관리가 완결되는 수면: 수면 내에서 자원조성, 이용이 완결



㉡ 수산자원의 조성 및 확산을 위한 수면: 자원의 서식 근거지가 되어 주변 수역에 끊임없이 자원을 공급해주는 역할(ex: seedbank)

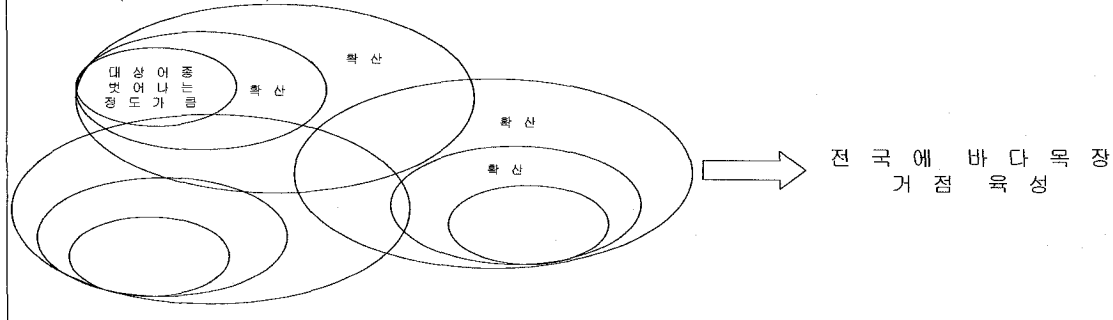


그림 2-4-1-9. 바다목장 수면의 역할.

다음으로 바다목장의 역할에 대한 설문에서는 기존의 수면 내에서 자원조성, 이용이 완결된다는 개념(완결수면)이 적절한지를 확인하여 보았다. 이를 위해 그림 2-4-1-9에서 나타낸 바와 같이, 이에 대응하는 개념으로 '수산자원의 조성 및 확산을 위한 수면' 즉 자원의 서식 근거지가 되어 주변 수역에 끊임없이 자원을 공급해주는 역할(확산수면)을 제시하고 선택하게 하였다.

설문결과, 응답자 중 전체의 83.3%가 '확산수면'이 바다목장의 역할에 더 적합하다고 응답한 것으로 나타났다. 각 응답군별로 보면, 연구소에서 88.9%가 '확산수면'을 지지하였으며, 대학에서도 80.0%가 지지하고 있었다(표 2-4-1-19 참조). 따라서 바다목장 수면의 역할은 기존의 자원조성, 이용이 완결되는 수면이 아닌 자원의 서식 근거지가 되어 주변 수역에 끊임없이 자원을 공급해주는 수면으로 변경할 필요가 있다. 이러한 결과는 앞서 개념에 대한 설문에서 나왔던 내용과도 일치하는 것이다.

표 2-4-1-19. 바다목장 수면의 역할에 대한 선정 결과

구분	합계(A)	완결수면	확산수면(B)	B/A
지자체	4	1	3	75.0%
대학	5	1	4	80.0%
연구소	9	1	8	88.9%
합계	18	3	15	83.3%

바다목장 수면의 역할에 대한 선정 이유에서도 대부분이 정착성어종이라도 주변수역으로 서서히 확산된다는 점을 들었으며, 향후 바다목장의 목적달성을 위해서도 영역의 확산이 아니라 자원의 재생산과 확산이 타당하다는 점을 분명히 밝히고 있다(표 2-4-1-20 참조). 따라서 향후 바다목장의 조성에서 방류 대상종, 인공어초의 설치, 자원관리 및 이용에 있어서도 상당한 수정이 필요할 것으로 보인다.

표 2-4-1-20. 바다목장 수면의 역할에 대한 선정 이유

구분	선정 이유	
지자체	완결수면 ● 정착성어종은 바다목장해역을 많이 벗어나지 않음, 전 연안을 목장화	
	확산수면 ● 정착성어종이라도 주변수역으로 서서히 확산 ● 바다목장 조성 어종과 자연생산자원 구분이 곤란, 확산수면 역할 필요	
대학	완결수면 ● 타당성 조사부터 관리 등의 어려움이 있음	
	확산수면 ● 현재 환경변화로 보면 자원 서식근거지 유동성은 더욱 커질 것임 ● 어장은 한 구역이 독립적으로 완결될 수 없는 특성을 갖고 있음 ● 대부분 대상생물이 벗어난 후 되돌아 올 수 있는 회유양식을 전제 ● 끝없는 seedbank로서의 역할을 필요로 하는 것은 아니라고 보아짐 ● 자원량 증대를 꾀하는 것이지 이용관리까지 제어하기는 사실상 불가능	
		완결수면 ● 보다 거시적, 장기적 안목으로 전 연안의 자원조성과 확산을 도모
		확산수면 ● 현실적으로 수면 전체를 바다목장화하는 것은 어려움 ● 궁극의 목적은 자원량을 늘리고 조성된 자원이 확산되어야 함 ● 바다목장 해역의 수용력 범위를 초과하여 재생산된 어족들이 바다목장 해역 밖으로 확산되어야 함 ● 어종의 생태적인 특성이나 먹이원 확보를 위한 이동 등에 의해 확산 ● 수산자원 조성을 통하여 재생산 능력 회복 및 확대 역할이 보다 중요 ● 광대한 수역의 완결수면 완성은 상당한 문제와 예산 부족 ● 따라서 확산수면 개념으로 일정수역에 자원 공급기지 역할
완결수면 ● 보다 거시적, 장기적 안목으로 전 연안의 자원조성과 확산을 도모		
확산수면 ● 현실적으로 수면 전체를 바다목장화하는 것은 어려움 ● 궁극의 목적은 자원량을 늘리고 조성된 자원이 확산되어야 함 ● 바다목장 해역의 수용력 범위를 초과하여 재생산된 어족들이 바다목장 해역 밖으로 확산되어야 함 ● 어종의 생태적인 특성이나 먹이원 확보를 위한 이동 등에 의해 확산 ● 수산자원 조성을 통하여 재생산 능력 회복 및 확대 역할이 보다 중요 ● 광대한 수역의 완결수면 완성은 상당한 문제와 예산 부족 ● 따라서 확산수면 개념으로 일정수역에 자원 공급기지 역할		
	완결수면 ● 보다 거시적, 장기적 안목으로 전 연안의 자원조성과 확산을 도모	
	확산수면 ● 현실적으로 수면 전체를 바다목장화하는 것은 어려움 ● 궁극의 목적은 자원량을 늘리고 조성된 자원이 확산되어야 함 ● 바다목장 해역의 수용력 범위를 초과하여 재생산된 어족들이 바다목장 해역 밖으로 확산되어야 함 ● 어종의 생태적인 특성이나 먹이원 확보를 위한 이동 등에 의해 확산 ● 수산자원 조성을 통하여 재생산 능력 회복 및 확대 역할이 보다 중요 ● 광대한 수역의 완결수면 완성은 상당한 문제와 예산 부족 ● 따라서 확산수면 개념으로 일정수역에 자원 공급기지 역할	

표 2-4-1-21과 같이, 향후 바다목장의 추진방향에 대한 설문에서는 '거점지역 중심 확대'가 전체 응답자의 72.2%를 차지한 것으로 나타났다. 이 설문은 표 2-4-1-17의 결과에서도 알 수 있듯이 바다목장 수

면이 하는 역할에 관련된 것이다. 즉, 바다목장이 '완결수면'이라면 바둑판의 각 칸처럼 주변을 연결하여 전국을 바다목장으로 만들 수 있을 것이다. 그러나 '확산수면'이라면 전국에 주요 거점을 만들어서 수면 보다는 자원의 이동범위를 넓히게 하는 것이 바람직할 것이다.

표 2-4-1-21. 향후 바다목장의 추진방향

구분	합계(A)	인접연안 확산	거점지역 중심 확대(B)	B/A
지자체	4	1	3	75.0%
대학	4	0	4	100.0%
연구소	10	4	6	60.0%
합계	18	5	13	72.2%

주: 연구소 응답자 중 1인은 복수응답, 대학 1인은 무응답

각 응답군별로 살펴보면 다소 차이를 볼 수 있는데, 대학에서는 100%, 지자체는 75.0%가 '거점지역 중심 확대'로 응답하였다. 반면 연구소는 60.0%가 응답함으로써 나머지 40.0%가 '인접연안으로의 확산'을 지지한 것으로 나타났다. 물론 추진방향의 지지는 '거점지역 중심 확대'가 월등히 높기는 하지만, '인접연안으로의 확산'도 표 2-4-1-18에서 알 수 있듯이 최초의 역할이었던 바둑판식으로 연결된 확산을 의도하고 있는 것으로 보이지는 않는다. 다만 거점지역의 범위가 좀 더 넓은가 아니면 상대적으로 좁은가의 차이인 것으로 판단된다.

나) 바다목장 관리방향

여기에서는 바다목장을 관리하는 수단과 시스템에 대한 것을 중점으로 설문하였다. 먼저 관리시스템의 필요성을 설문하였고, 다음으로 관리수준에 이에 맞는 관리수단을 찾고자 하였다. 이 경우 관리시스템이란 전산적인 의미의 시스템이라기보다는 바다목장의 효율적인 관리를 위한 종묘방류, 자원관리 등의 개별 수단의 관리가 통합된 유기적인 관리체제를 의미하는 것이다. 또한 관리수준은 유기적인 관리체제를 어느 범위까지 확장하여야 할 것인지를 의미하는 것이다.

바다목장을 효율적으로 관리하고 이용하기 위한 관리시스템(종묘방류, 자원관리 등)의 필요성에 대한 설문에서는 '필요하다'는 응답이 100%로 응답군별에서도 만장일치로 나타났다(표 2-4-1-22). 이는 그만큼 바다목장에서 관리시스템이 중요하다는 것을 반증하는 것이다.

표 2-4-1-22. 바다목장 관리시스템의 필요성

구분	합계(A)	필요하다(B)	필요 없다	B/A
지자체	4	4	0	100.0%
대학	5	5	0	100.0%
연구소	9	9	0	100.0%
합계	18	18	0	100.0%

표 2-4-1-23의 바다목장 관리시스템의 필요 이유에 설문에서는 지속적인 자원조성과 유지관리, 어업인들의 어업활동과 남획 등의 이용과 자원회복과의 균형, 확산 등 바다목장의 목적달성을 위해 관리시스템이 필요하다고 응답하고 있다. 여기서 1인의 응답자가 시범사업과 소규모바다목장을 구분하여 응답하였는데, 시범사업에는 관리시스템이 필요하지만 소규모바다목장에는 자율관리체제가 효율적이라는 응답을 하였다.

표 2-4-1-23. 바다목장 관리시스템의 필요 이유

구분	필요사유
지자체	● 어초시설과 종묘방류 후 방치하면 어망 때문에 자원조성이 곤란하므로 관리시스템을 갖추어 이용 관리 주체를 통한 관리가 필요
	● 이용자들의 지속적 어획활동 때문에 종묘 방류 및 어획관리가 필요
	● 효율적인 관리로 새로운 투자 없이 지속적인 생산 가능
대학	● 해당 해역에 맞는 어종을 선택하여 자원조성 측면에서 필요함
	● 자원은 지속적으로 변동하므로 관리시스템은 당연히 유지
	● 주변 확산, 서식공간 여유 존재 등 지속생산을 위해 관리시스템은 필요
연구소	● 자원량이 늘어도 어민들이 남획하면 목장 효과는 사라짐. 따라서 관리시스템은 반드시 필요
	● 무차별 어획상황에서 종묘방류나 자원관리 없이 바다목장을 유지, 관리하여 최종 목표달성이 어려움
	● 바다목장의 근본목적 달성을 위해 반드시 관리시스템이 마련되어야 하고, 어업인들이 적극 동참해야 함
	● 바다목장화는 인위적 조성이 강하므로 지속적인 유지관리를 위해 추가적인 종묘방류, 환경조성 및 유지 등이 수반되어야 함
	● 시범사업: 지자체에 의한 기반시설 확대 및 자원조성 및 관리가 필요
	● 소규모 바다목장: 이용 주체가 어민이라면 자연적으로 자율어촌계 관리방식처럼 방류 및 자원 관리가 효율적으로 이루어질 것임
	● 자원조성 수단의 상호 연계를 통한 시너지 효과와 자원회복과 이용의 합리적 균형 모색을 위해 관리체계가 상시적으로 운용될 필요가 있음
● 남획 및 자원 이동 때문에 관리시스템을 운영 필요	

다음으로 표 2-4-1-24의 바다목장의 관리수준에 대한 설문에서는 ‘적극적 관리’가 필요하다는 응답이 전체 응답자의 83.3%를 차지한 것으로 나타나 응답군별로 비슷한 응답률을 보였다. 여기에서 ‘적극적 관리’란 바다목장의 관리에 대해 인위적인 수단을 보다 강화하고 이를 적극적으로 통제해야 한다는 의미 일 것이다. 그러나 그 수단에서는 다소의 이견이 있을 수 있다.

표 2-4-1-24. 바다목장의 관리수준

구분	합계(A)	소극적 관리	적극적 관리(B)	B/A
지자체	4	1	3	75.0%
대학	5	1	4	80.0%
연구소	9	1	8	88.9%
합계	18	3	15	83.3%

바다목장을 관리함에 있어 다양한 관리수단이 존재할 수 있는데, 이들 수단이 앞서 살펴본 바와 같이 소극적인가 적극적인가는 전문가들 사이에서도 이견이 많다. 따라서 이를 정리하기 위해 설문한 내용을 정리한 것이 다음의 표 2-4-1-25이다.

적극적 관리수단에서 가장 응답률이 높은 것이 ⑦ 어획량 규제(TAC 적용)로 총 16명이 선택하였다. 다음으로 ② 어장환경 조성 및 개선(인공어초 투하)과 ③ 체장제한, 종묘방류 시 조업제한이 14명, ① 자원첨가(종묘방류)와 ⑤ 어구어법 제한이 13명이었다. 소극적 관리수단에서는 ④ 자원평가 및 확산도와 ⑧ 어획실적 모니터링이 가장 많은 응답을 받았으며, 다음이 ① 자원첨가(종묘방류)와 ② 어장환경 조성 및 개선(인공어초 투하), ⑥ 이용대상자의 특정화였다.

이상의 설문결과에서 알 수 있듯이 직접적인 자원조성에 관련된 것과 실질적인 어획 및 자원 통제수단을

적극적인 관리수단으로 보았고, 자원평가나 모니터링은 소극적인 관리수단으로 보았다. 이것은 바다목장을 조성하면서 단지 성과물을 관리하는 것이 아니라 보다 적극적으로 자원을 확산시키고 실질적인 통제수단을 갖기를 원하는 것으로 판단된다.

표 2-4-1-25. 바다목장의 관리수단(복수응답)

구분	소극적 관리	적극적 관리(B)
① 자원첨가(종묘방류)	5	13
② 어장환경 조성 및 개선(인공어초 투하)	5	14
③ 체장제한, 종묘방류시 조업제한	3	14
④ 자원평가 및 확산도	7	7
⑤ 어구어법 제한	3	13
⑥ 이용대상자의 특정화	5	6
⑦ 어획량 규제(TAC 적용)	1	16
⑧ 어획실적 모니터링	7	9
⑨ 어기 및 산란장 제한	4	13

다) 바다목장 명칭의 적합성

일각에서는 바다목장을 ‘울타리 없는 양식’ 혹은 ‘자원조성’, ‘자원회복’으로 인식되어 명칭이 적합하지 않다는데 대한 논란이 있다. 또한 바다목장의 명칭에서 ‘목장’이 육상의 목장을 연상시켜서 혼란이 있으며 바다목장에서 추진하는 내용과는 맞지 않다는 주장도 있다. 원래 바다목장은 일본의 ‘해양목장’이라는 명칭에서 파생된 것으로 실질적인 내용에서는 다른 부분이 많다. 그러나 근본적인 부분에서는 비슷한 측면이 있는데, 첫째로 조성되는 자원이 설정해역을 벗어나지 않을 것이라는 가정이 있었는데 이것을 상정한 이유가 ‘음향순치’이고 ‘음향급이기’이다. 둘째로 육상의 목장처럼 효율적인이고 대량의 자원조성이 가능하도록 인위적인 환경을 조성한다는 측면이다. 여기서 논란이 되는 것이 첫째의 가정 때문이다.

바다목장 명칭의 변경 여부에 대한 설문에서는 ‘반대’가 58.8%로 나타났다. 응답군별로 보면 특이한 반응이 나타났는데, 지자체와 연구소에서는 찬성과 반대가 각각 50.0%로 나타난 반면, 대학에서는 80.0%가 ‘반대’한 것으로 나타났다(표 2-4-1-26).

표 2-4-1-26. 바다목장 명칭의 변경 여부

구분	합계(A)	변경 찬성	변경 반대(B)	B/A
지자체	4	2	2	50.0%
대학	5	1	4	80.0%
연구소	8	4	4	50.0%
합계	17	7	10	58.8%

바다목장의 명칭 변경에 찬성한 사유로서는 육상의 목장에 대비되는 개념 때문이라는 응답이 있었고, 자원회복이 적당하다는 응답도 있었다. 새로운 명칭으로 제안된 것으로는 ‘광역바다자원조성사업’이 있다(표 2-4-1-27).

표 2-4-1-27. 바다목장 명칭 변경에 찬성하는 이유

구분	명칭변경 찬성 사유
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ● 육상의 목장을 연상하여 소비자가 생산물을 양식산으로 인식 ● 광역바다자원조성사업
대학	<ul style="list-style-type: none"> ● 자원회복의 개념으로 새로운 명칭이 필요함
연구소	<ul style="list-style-type: none"> ● 과거 풍요로운 상태로 되돌린다는 '자원회복'이 다수의 호응을 이끌어냄 ● 생태계 복원사업 ● 바다목장, 자원조성, 자원회복 등은 공통적인 부분을 가지고 있으므로 명칭보다는 실해역의 사업목적에 맞는 실질적인 요소기술의 개발과 이용, 관리방안의 유연적 체계화가 필요할 것으로 사료됨 ● 목장은 일정한 구획이므로 수온에 따라 이동하는 어류에는 맞지 않음

다음으로 표 2-4-1-28의 바다목장과 소규모바다목장이 차이가 있는가에 대한 설문에서는 '차이가 있다'는 응답이 전체의 55.6%를 차지하였다. 원래 "소규모바다목장"은 작은 면적의 연안 수역에 자원조성(종묘방류, 인공어초 시설)에만 집중하고 있어 이용자의 개방, 관리수단 적용의 난점 등 바다목장 시범사업의 이용관리시스템을 적용하기에는 한계를 가진다. 또한 바다목장 시범사업에 대한 효과분석을 충분히 검증한 다음 소규모바다목장을 추진할 필요가 있다는 의견도 있어 일각에서는 소규모바다목장에 대해 반대하는 이들도 있다. 여기에서 응답군별로 상당한 차이를 보이고 있는데, 지자체에서는 모두 차이가 있는 것으로 응답한 반면, 대학과 연구소에서는 '차이가 없다'는 응답이 더 많았던 것으로 나타나 인식에 상당한 괴리를 보이고 있었다.

표 2-4-1-28. 바다목장과 소규모바다목장의 차이 여부

구분	합계(A)	차이가 없다	있다(B)	B/A
지자체	4	0	4	100.0%
대학	5	3	2	40.0%
연구소	9	5	4	44.4%
합계	18	8	10	55.6%

따라서 왜 바다목장과 소규모바다목장이 차이가 있는지에 대해 살펴볼 필요가 있는데 이를 정리한 것이 다음의 표 2-4-1-29이다. 바다목장과 소규모바다목장이 '차이가 있다'는 응답에서는 바다목장은 모델을 만드는 것이고, 소규모바다목장은 이를 응용하는 것이라는 점, 바다목장은 광역적이고 소규모바다목장은 협의적 개념이라는 점, 이용하는 수단에서 큰 차이를 보인다는 점을 들었다. 반면, '차이가 없다'는 응답에서는 규모의 차이일 뿐 목적과 방법이 거의 대동소이하고, 실질적 진행(자원조성, 유지, 확대)은 차이 없다는 점을 들었다.

표 2-4-1-29. 바다목장과 소규모바다목장의 차이 여부에 대한 이유

구분	차이 여부에 대한 이유	
차이가 있음	지	<ul style="list-style-type: none"> ● 바다목장은 모델을 만드는 사업 ● 소규모바다목장사업은 시범사업을 모델로 적은 비용으로 효과 극대화 ● 바다목장은 시범사업으로 연구 활동의 비중이 큼 ● 소규모바다목장사업은 시범사업을 기초로 인공어초 시설과 종묘방류사업을 병행하며, 사업 추진과 함께 수면관리를 하여, 자원조성과 이용을 적절하게 조화시켜 나감이 바람직 ● 소규모바다목장사업은 자원조성 후 규제가 적어 이용이 용이하고, 짧은 기간에 자원조성이 가능 ● 바다목장은 광역적 개념, 소규모 바다목장은 연안 등 협의적 개념
	체	

	대학	<ul style="list-style-type: none"> ● 바다목장 시범사업의 이용관리시스템을 적용하기에는 한계 ● 해역마다 생물환경이 차이가 있어 소규모 별도 실시도 나쁘지 않음
	연구소	<ul style="list-style-type: none"> ● 바다목장은 시범적으로 행해 보는 사업 ● 소규모바다목장사업은 본격적인 사업 중의 하나로 반드시 차이가 있음 ● 소규모바다목장사업은 지역중심이므로 이용 어업인에 제한 ● 바다목장은 다양한 수단이 동원 ● 소규모바다목장사업은 단순 방법이 동원되고 관리 통제 또한 편리
차이가 없음	대학	<ul style="list-style-type: none"> ● 주관기관과 규모의 차이일 뿐 큰 차이가 없음 ● 소규모와 대규모를 나누는 것은 무의미. 목장화는 소규모이던 대규모이던 관리시스템 등의 모든 것은 동일해야 그 효과를 이룰 수 있음 ● 바다목장시범사업이나 소규모바다목장이나 같은 개념에서 시작
		연구소

이상의 검토에서도 알 수 있듯이, 바다목장과 소규모바다목장의 차이에 대한 의견은 바다목장 시설 사업의 결과를 토대로 한 응용사업이라는 점에서는 일치하고 있으나 사업내용에 대한 것에서는 다소간의 인식차이를 보이고 있었다. 따라서 향후 추진방향의 설정을 위해 별도의 설문문항을 추가하였는데, 이것을 정리한 것이 표 2-4-1-30이다. 소규모바다목장의 향후 추진방안에서는 관리를 최소화한 자원조성 내지는 자원회복사업으로 추진하자고 하는 응답이 많았다.

표 2-4-1-30. 소규모바다목장의 향후 추진방안

구분	추진방안
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ● 소규모 목장화사업을 거점별로 확대 추진 ● 자원조성사업으로 추진
대학	<ul style="list-style-type: none"> ● 자원회복사업으로 접근 ● 바다목장과는 다른 개념으로 추진하는 것이 바람직함
연구소	<ul style="list-style-type: none"> ● 소규모 바다목장은 규모가 작아도 가능한 종(정착성 패류 등)에 한해서만 실시되어야 하고, 그 내용은 자원조성사업과 더불어 관리가 반드시 이루어지도록 행해져야 함 ● 자원조성사업으로 추진하는 것이 좋을 것 같음(최소한의 자원조성을 위한 보호구역도 만드는 것이 좋음).

라) 바다목장의 추진방향

여기에서는 바다목장의 단계별 추진에 대한 적절성 여부와 각 해역별 바다목장 모델의 적절성 여부, 각 해역별 바다목장 모델의 문제 및 보완점, 바다목장 연구과정에서 중점을 두어야 할 분야의 우선순위, 향후 바다목장 추진시의 방향성 등 현행 사업추진에 대한 전반적인 사항을 설문하였다.

바다목장은 계획수립→본격조성→사후관리의 크게 3단계로 나누어져 추진되고 있으며, 현재, 여수 및 동서제주 바다목장 시범사업은 조성단계에 있다. 이러한 단계별 추진에 대한 적절성 여부를 설문한 것이 다음의 표 2-4-1-31이다. 총 설문 응답자의 88.2%가 현재의 단계별 추진방식이 '적절하다'고 응답하였으며, 응답군 별로는 지자체 응답자의 75.0%, 대학의 100.0%, 연구소의 88.9%가 '적절하다'고 응답하였다.

표 2-4-1-31. 바다목장 추진단계의 적절성 여부

구분	합계(A)	적절하다(B)	부적절하다	B/A
지자체	4	3	1	75.0%
대학	4	4	0	100.0%
연구소	9	8	1	88.9%
합계	17	15	2	88.2%

다음으로 각 해역별 바다목장 모델의 적절성 여부에 대해서는 여수(어로형)의 경우 총 응답자의 77.8%, 태안(갯벌형)에서 78.6%가 모델이 '적절하다'고 응답하였다. 그러나 관광형인 제주와 울진의 경우는 64.7%와 57.1%로 나타나 상대적으로 모델이 '부적절하다'는 응답도 많았다(표 2-4-1-32).

표 2-4-1-32. 각 해역별 바다목장 모델의 적절성 여부

구분	모델	합계(A)	① 적절하다(B)	② 적절하지 않다	B/A
여수	어로형(다도해형)	18	14	4	77.8%
제주	관광형	17	11	6	64.7%
울진	관광형	14	8	6	57.1%
태안	갯벌형	114	11	3	78.6%

이러한 각 해역별 바다목장 모델의 적절성 평가에는 해당 모델에 대한 이해의 차이가 많이 개제되어 있는 것으로 보인다. 이는 표 2-4-1-33과 같이, 해역별 바다목장 모델의 문제 및 보완점에서 알 수 있다.

표 2-4-1-33. 각 해역별 바다목장 모델의 문제 및 보완점

구분	모델	문제 혹은 보완점
여수	어로형	● 어로형은 대규모 자원 조성으로 주변 어업인들이 소득원 창출이 필요한데, 면적이 넓고 해당 어촌계가 많은 것에 비해 부합되는 자원조성은 여의치 않음
		● 자원조성의 사전적 분석과 경제성 등 사후적 분석 및 관리가 반드시 병행되어야 함
		● 산란장은 철저히 보호해야 함. 인근해역까지 영향을 미칠 수 있게 자원조성
		● 관광형 접목 필요(전국 낚시인이 가장 선호하는 지역임)
울진	관광형	● 교통이 불편한 오지인데 관광객이 얼마나 올지 의문
		● 관광객이 적어 마스터플랜 완성까지 상당한 기간과 예산 소요
		● 바다목장사업은 자원조성, 어업소득 증대가 목적이므로 관광형은 본래 취지와 어긋남
		● 울진도 어로형으로 진행, 문제점이 있다면 사업철수가 바람직
		● 관광자원이 빈약함. 관광형은 제고할 필요가 있음
		● 자원조성이 관광분야보다 커야 할 것임
		● 관광+어업형(관광만으로 볼거리 한계, 기반시설 미비)
● 관광형은 결과적으로 유어낚시터 조성으로 치우칠 것임		
제주	관광형	● 제주 관광객의 바다목장 연계 시키는 프로그램 적극적 개발
		● 관광형이지만 자원증식 통한 어획 중심이므로 성공여부 불명
		● 관광형은 본래의 취지와 어긋남. 제주도 어로형 진행 필요
		● 자원조성이 관광분야보다 커야 함
		● 관광+어업형(관광만으로 볼거리 한계, 기반시설 미비)
태안	갯벌형	● 외해역은 어업형으로 조성
		● 갯벌 대상으로 투자 대비 효과에 의문
		● 자원조성의 사전분석과 경제성 등 사후분석 및 관리 병행
		● 갯벌의 체험적 이용은 손상을 가져올 수 있어 신중해야 함
		● 적절하나 갯벌형과 관광형을 병행 추진

대부분의 응답이 바다목장의 원래 취지와 사업모델이 맞지 않음을 언급하고 있고, 태안의 경우에는 갯벌에만 조성하는 것으로 인식하고 있었다. 또한 여수에는 관광형과의 접목이 필요하다는 언급도 있었다. 이러한 인식은 각 모델에 대한 적절한 설명이 부족하였거나 사업모델에 대한 인식이 부족한 것에 기인한다고 판단된다. 즉, 바다목장의 각 사업모델의 기본은 어로형이지만 부수적이거나 병렬적인 의미에서 관광형이나 갯벌형이 언급되고 있는 것인데, 실제로 인식하는 것은 본래의 목적보다는 하위의 목적이 우선적 목적인 것처럼 보이는 형태로 모델의 명칭을 붙였기 때문이다.

이것은 최초의 모델을 설정할 때 이러한 주와 종의 목적에 대한 구분을 명확히 하지 않았고, 모델의 특성을 표현할 때 명확한 분류기준을 두지 않았기 때문이다. 따라서 향후 바다목장의 모델을 설명할 때 주목적과 부목적을 구분하고, 구분하는 요인을 통일하여 적용할 필요가 있다. 그리고 여수에 대한 관광형 부목적의 도입, 울진에 대한 관광부분의 취약성, 갯벌 부분에 대한 우려 등이 반영되어 모델 수정의 필요성이 제기된 것으로 보인다.

다음으로 바다목장 연구과정에서 중점을 두어야 할 분야의 우선순위에 대한 설문결과를 정리한 것이 다음의 표 2-4-1-34이다. 1순위에서는 자원조사 및 평가, 2순위에서는 어장조성, 3과 4순위에서는 부가가치 증대, 5순위에서는 이용관리체제 확립이 가장 많은 응답을 얻은 것으로 나타났다.

표 2-4-1-34. 바다목장 연구과정에서 중점을 두어야 할 분야의 우선순위

항 목		우선순위				
		1순위	2순위	3순위	4순위	5순위
어장조성	인공어초 배치 등 어장조성 계획의 확정 등	5	6	2	3	2
자원조성	대상어종 생태적 정보 및 생산기술 확립, 방류계획 확정 등	4	5	5	2	2
자원조사 및 평가	대상어종 회유로 및 이동경로 파악, 자원량 평가, 중점적 자원조성 수역 혹은 산란장 파악 등	7	3	6	2	0
부가가치 증대	관광계획 확정, 이에 근거한 자원조성 재검토, 낚시객과 공존, 이용대상자 일반국민으로 확대 등	1	2	6	9	0
이용관리 체제 확립	자율관리 공동체 및 관리이용협의회 구성, 수산자원관리수면의 지정, 관리이용 규정 제정 등	1	3	5	5	4

이러한 바다목장 연구과정의 우선순위를 선택한 이유로서는 다양한 의견이 제시되었으나, 어장과 자원이 필요하고 이를 위해 우선적으로 자원조사와 평가가 필요하다는 의견이 많았다. 또한 목적 달성을 위해 자원조성 후의 부가가치를 증대할 방안을 마련하여야 하며, 이를 이용할 이용관리체제의 구축도 필요하다고 응답하고 있다(표 2-4-1-35).

표 2-4-1-35. 바다목장 연구과정의 우선순위 선택이유

구분	선택이유
지자체	● 목장을 조성하고 자원을 조성한 후 이용관리하면서 자원의 평가 등을 통하고 부가가치 증대를 위해 노력하여야 할 것임
	● 어장과 자원조성에 우선순위를 두고 수면을 이용하는 어업인들이 지속적으로 이용 관리할 수 있는 체계가 구축된 후 부가가치를 증대 시켜야 할 것임
	● 사업의 성공을 위해서는 자원조사 및 평가가 선행되고, 어장조성, 자원조성 등이 이루어져야 할 것임
대학	● 바다목장 조성에 따른 자원조성 시설별(예, 어초) 해역별, 어종별 특성에 대한 정립 필요
	● 시범적으로 사업을 수행한 “통영 바다목장 사업”의 연구결과를 통해 상기 순서가 적절함.
	● 자원의 인위적 조성보다 자연현상을 이용하여 자원회복의 접근이 우선적이기 때문
	● 자원이 고갈된 연안해역에서 자원회복 개념의 흐름도 순이라고 보아짐. 다만 기본 조사가 충분히 이루어진 상태라면 순서가 다르게 표현될 수도 있음
연구소	● 대상어종을 잘못 선택하면 사업의 충실성이 문제될 것이고, 목장화를 하는 이유가 어민들이 실질적으로 소득증대를 가져올 수 있도록 하기 위함이 아닐까 함
	● 바다목장화사업의 목적이 달성되도록 자원조성이 이루어져야 하며, 사후적 관리를 위한 이용 관리체계 확립이 이루어져야 할 것임
	● 대상지역이 어떤 환경상태(해양환경)에 있는 현황을 파악하는 것이 우선순위임. 즉 정확한 진단 후 처방이 나와야 함
	● 사업에 대한 효율성 판단 근거가 우선적으로 마련되어야 함. 따라서 초기자원과 사업 후 자원 증감을 파악하는 것이 가장 먼저 필요
	● 다만 이용, 관리 분야는 궁극적인 목적을 내포하고 있어 사업초기부터 해역의 이용 주체를 고려하여 관리방안을 수립, 개발시켜나가야 함
● 어류들이 편히 살 수 있는 환경을 만드는 것이 우선임. 그 후에 자원을 늘리고 늘어난 자원을 관리하는 것이 큰 효과를 나타내기 때문임	
● 성공 가능성이 높은 해역이어도 이용관리에 소홀히 한다면 조성된 자원도 조기 감소 우려	

향후 바다목장 추진시의 방향성을 표 2-4-1-36을 통해 보면, 인위적인 통제기술과 이용관리를 적용해야 한다는 응답이 총 응답자의 75.0%였으며, 응답군 별로도 동일한 비율을 보이고 있었다.

표 2-4-1-36. 향후 바다목장 추진시의 방향성

구분	합계(A)	자원조성사업으로 소극적 관리	인위적인 통제기술과 이용관리를 적용(B)	B/A
지자체	4	1	3	75.0%
대학	4	1	3	75.0%
연구소	8	2	6	75.0%
합계	16	4	12	75.0%

마지막으로 바다목장의 문제 및 개선점, 그리고 활성화를 위한 의견을 정리한 것이 표 2-4-1-37이다. 주요 내용을 보면, 사업대상지 선정이 중요하므로 ‘어초시설과 자원방류 후 자원의 지속적 관리가 용이한 수면’이 대상이 되어야 하며, ‘어업인들간 분쟁이 없이 화합하고 어업인 소득을 증대’될 수 있는 이용관리가 되어야 한다. 또한 대규모 예산이 투입되는 사업이므로 ‘철저한 효과분석’이 있어야 하고, 분석결과에 따라 사업방향이 크게 변경되어야 하고, 중간평가를 통해 사업진행을 재고하면서 수행될 필요성이 크다는 의견이 있었다. 어업인들의 자율관리능력배양과 지자체의 노력을 촉구하는 내용도 있었다.

표 2-4-1-37. 바다목장의 문제 및 개선점, 활성화를 위한 의견

구분	선택이유
지자체	● 바다목장 조성도 중요하지만 이용관리를 어떻게 하면 어업인들간 분쟁이 없이 화합하고 어업인 소득을 증대시킬 것인가가 중요하다고 사료됨
	● 바다목장 사업대상지 선정이 무엇보다 중요하며, 성공여부를 좌우함. 어초시설과 자원방류 후 자원의 지속적 관리가 용이한 수면 즉, 주변에 정치망류 어업이 없는 곳, 통발어업 등 규제가 용이한 곳이 바람직할 것임
	● 통영은 주변에 가두리양식 및 정치어업이 많아 자원관리에 문제점 있음
	● 바다목장 조성 초기부터 자원조성을 위한 일정해역의 어업제한 선행
	● 바다목장 시범사업은 사업완료 후 관리까지 연구기관 수행이 바람직함
대학	● 바다목장 이용관리는 어업인 자율관리가 중요하고, 완료단계에서 과도한 규제 적용은 어려우므로 초기부터 지속적 어업인 대상 홍보와 교육이 필요
	● 생태계 조사가 상당히 중요한데 간과하는 듯함
	● 끊임없이 생태계 환경조사(수질조사/중금속/환경호르몬/BOD/COD/DO 등)를 해야 할 것임
	● 적극적인 자원조성사업을 통하여 그 이용관리에 대한 지속적인 관리 시스템이 필요함
연구소	● 대규모 예산이 투입되는 사업이므로 철저한 효과분석이 있어야 하고, 분석결과에 따라 사업방향이 크게 변경되어야 할 것임
	● 사업목적이 불명확해지거나, 자원조성 등의 효과가 적다고 판단될 경우, 중간평가를 통해 사업진행을 재고하면서 수행될 필요성이 크다고 판단됨
	● 바다와 육상이 밀접한 관계가 있으므로 목장화 대상지역에서 담수가 유입되는 지역이 있다면 그 담수가 유입되는 지역을 같이 관리
	● 현 인공어초사업의 문제점을 해역별로 정밀 분석하여 사업을 추진하지 않으면 또 다른 인공어초 사업이 되고 말 것임
	● 해당 시군의 역할이 절대적으로 필요함 하지만 어업인 관리나 어획 제한 등 단속이 실질적으로 미미함. 보다 해당 시군의 철저한 노력이 필요함

마) 설문결과의 종합정리

지금까지 살펴본 개별 설문결과를 종합적으로 정리하면 다음과 같다. 먼저 바다목장의 개념과 역할에서는 기존의 '울타리 없는 양식'의 개념보다는 바다목장 주변해역의 자원을 보충할 수 있는 해역으로 정의하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 바다목장 수면의 역할은 자원의 서식 근거지가 되어 주변 수역에 끊임없이 자원을 공급해주는 수면으로 변경해야 하며, '거점지역 중심 확대'로 나아가야 할 것이다.

바다목장 관리방향에서는 바다목장을 효율적으로 관리하고 이용하기 위한 관리시스템(종묘방류, 자원관리 등)이 필요하며, '적극적 관리'가 필요하다. 직접적인 자원조성에 관련된 것과 실질적인 어획 및 자원 통제수단을 적극적인 관리수단으로 보았고, 자원평가나 모니터링은 소극적인 관리수단으로 보았다.

바다목장 명칭의 변경 여부에서는 '반대'가 58.8%로 나타났다. 바다목장과 소규모바다목장이 차이가 있는가에 대한 설문에서는 '차이가 있다'는 응답이 전체의 55.6%를 차지하였다. 향후 소규모바다목장의 추진방안에서는 관리를 최소화한 자원조성 내지는 자원회복사업으로 추진하자고 하는 응답이 많았다.

바다목장의 추진방향에서는 현재의 단계별 추진방식이 적절한 것으로 나타났으며, 각 해역별 바다목장 모델의 적절성 여부에 대해서는 여수(어로형)의 경우 총 응답자의 77.8%, 태안(갯벌형)에서 78.6%가 모델이 '적절하다'고 응답하였다. 그러나 관광형인 제주와 울진의 경우는 각각 64.7%와 57.1%로 나타나 상대적으로 모델이 '부적절하다' 응답도 많았던 것으로 나타났다.

다음으로 바다목장 연구과정에서 중점을 두어야 할 분야의 우선순위는 1순위가 자원조사·평가, 2순위 어장조성, 3과 4순위 부가가치 증대, 5순위는 이용관리체제 확립이 가장 많았다. 향후 바다목장 추진시의 방향성은 자원조성·평가 등의 인위적인 통제기술을 먼저 확립하고, 아울러 이용관리체제를 적용해야 한다는 응답이 많았던 것으로 나타났다.

이상과 같이, 현 단계에서 바다목장의 개념과 향후 방향에 대한 설문 결과를 정리 분석을 하였다. 하지만 설문 회수율이 저조하였고 설문 내용의 한계도 있어 설문 결과의 신뢰성이 높다고 할 수 없지만, 현재까지 바다목장사업의 전반인 평가와 참여자의 인식을 확인할 수 있다는데 의의를 가진다.

앞으로는 이들 설문 결과에 기초하여 바다목장 시범사업에 대한 다양한 측면에서 심도 깊은 논의가 필요하며, 이를 통해 바다목장 시범사업의 개념 재정립과 해역별 바다목장의 추진방향에 대해서 관계자 모두 통일된 공감대를 형성시켜 나갈 수 있는 대책 수립이 필요하다고 판단한다.

라. 참고문헌

- 김병호, 김대영, 2003. 자원관리형어업으로 이행, 도서출판 논문의 집.
- 여수시, 관광해양수산물 어업생산과 내부자료.
- 여수시, 2001. 여수시 중장기 종합발전 계획.
- 여수시청 홈페이지, 행정정보(<http://yeosu.go.kr/site/Home/administrative/administrative/>)
- 한국해양수산개발원, 2001. 어업자원관리 중장기 종합계획 수립에 관한 연구, 해양수산부.
- 한국해양수산개발원, 2005. 인공어초 경제성 분석에 관한 연구(1차년도), 해양수산부.
- 한국해양수산개발원, 2006. 인공어초 경제성 분석에 관한 연구(2차년도), 해양수산부.
- 해양수산부, 2006. 우리나라 바다목장의 현재와 미래.
- 한국해양연구원, 2002. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업 보고서, 해양수산부.
- 한국해양연구원, 2003. 전남 다도해형 바다목장 기반 조성사업 연구용역 보고서(1단계 1차년도 보고서), 해양수산부.
- 한국해양연구원, 2004. 전남 다도해형 바다목장 기반 조성사업 연구용역 보고서(1단계 2차년도 보고서), 해양수산부.
- 한국해양연구원, 2005. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서(2단계 1차년도 보고서), 해양수산부.
- 한국해양연구원, 2006. 전남 다도해형 바다목장화 개발 연구용역 보고서(2단계 2차년도 보고서), 해양수산부.
- 한국해양연구소, 1998. '98 통영해역의 바다목장 연구개발용역사업 보고서, 해양수산부.
- 한국해양연구소, 1999. '99 통영해역의 바다목장화 개발 용역사업 보고서, 해양수산부.

부록 1.

여수바다목장 자율관리공동체 자율관리 규약(안)

제정 안 검토 2007년 10월

제 1 장 총 칙

제1조(명칭) 본 공동체는 “여수바다목장 수산자원관리수면 관리·이용 규정(이하 “관리이용 규정”이라 한다)” 제13조에 의거하여 구성되는 조직(혹은 여수바다목장 해역에 조직되는 어업인 단체)으로서 그 명칭은 “여수바다목장 자율관리공동체(이하 “공동체”라 한다)”라 한다.

제2조(목적) 이 규약은 공동체가 여수바다목장에서 자율적인 수산자원의 이용 및 관리 등을 위하여 추진하는 자율관리 시범사업(이하 “시범사업”이라 한다)에 필요한 사항을 규정하는 것을 목적으로 한다.

제3조(적용범위) ①본 공동체에서 추진하는 여수바다목장 자율관리 시범사업 실시에 관한 사항은 이 규약이 정한 바에 의한다.

②본 규약은 시범사업이 실시되는 전라남도 여수시 화정면 개도리, 월호리, 남면 화태리, 횡간리, 안도리, 연도리를 연결한 내측 해역의 23개 어촌계(우학, 직원포, 두모, 함구미, 송고, 대소여, 심미, 장지, 두라, 나밭, 화태, 횡간, 안도, 서고지, 연도, 역포, 월호, 자봉, 화산, 신흥, 호전, 여석, 월항어촌계)의 어업인이 공동으로 이용하는 마을어장 및 여수바다목장 수산자원관리수면(이하 “관리수면”이라 한다)에 적용한다.

③관리수면의 면적은 제2항의 13개 지점을 연결한 내측 해역 중 육지부를 제외한 11,000ha로 한다. 단, 관리수면에서 어업권(마을, 양식) 어장은 관리이용 규정의 적용을 제외한다.

1. 북위 34° 33′ 23", 동경 127° 38′ 55"(화정면 개도 남단)
2. 북위 34° 33′ 10", 동경 127° 38′ 28"(화정면 개도리 남동단)
3. 북위 34° 34′ 19", 동경 127° 38′ 31"(화정면 개도리 동단)
4. 북위 34° 34′ 57", 동경 127° 39′ 34"(화정면 개도리 북단)
5. 북위 34° 35′ 33", 동경 127° 41′ 01"(화정면 자봉도 북단)
6. 북위 34° 35′ 29", 동경 127° 44′ 04"(남면 화태도 북단)
7. 북위 34° 34′ 55", 동경 127° 45′ 45"(남면 대횡간도 북동단)
8. 북위 34° 31′ 30", 동경 127° 48′ 14"(남면 금오도 동측 해역)
9. 북위 34° 30′ 00", 동경 127° 50′ 00"(남면 안도 동측해역)
10. 북위 34° 24′ 09", 동경 127° 48′ 54"(남면 소라도 남측해역)
11. 북위 34° 24′ 27", 동경 127° 47′ 26"(남면 소라도 남측 해역)
12. 북위 34° 25′ 24", 동경 127° 46′ 30"(남면 소라도 남서측 해역)
13. 북위 34° 27′ 18", 동경 127° 46′ 30"(남면 알마도 서단)

③제1항 및 제2항의 규정에 의한 관리수면의 구역도는 <부도 1>과 같다.

제4조(사업의 내용) 본 공동체는 여수바다목장 자율관리 시범사업의 효과적인 수행을 위하여 다음 각 호의 사업을 실시한다.

1. 관리수면의 종묘방류 등 자원조성

2. 관리수면의 자율적 관리 및 자율감시단 운용
3. 자율관리를 위한 어업인 교육 및 홍보
4. 어획물관리센터 및 유료낚시터 등의 수익사업 운영 및 관리
5. 어획량 파악을 위한 모니터링 및 지정 양륙장에서 공동판매 유도
6. 관리이용 규정 제15조에 의거한 전라남도 및 여수시 위탁 사항
7. 기타 현행규정에 위배되지 않는 범위 내에서 본 공동체에 필요한 사항

제 2 장 구 성

제5조(자율관리위원회 설치 및 기능 등) ①시범사업의 효과적인 수행을 위하여 자율관리위원회(이하 “위원회”라 한다)를 설치하며, 동 위원회는 자율관리공동체를 대표한다.

②위원회의 기능은 다음 각 호와 같다.

1. 자율관리규약(이하 “규약”이라 한다)의 제정
2. 규약 이행에 관한 사항의 심의 및 의결
3. 기타 시범사업에 필요한 사항을 전라남도 및 여수시에 건의

③위원회의 구성은 시범사업에 참여하는 회원 중에서 여수바다목장 자율관리위원회 운영 규정에서 정하는 25인 이내로 구성한다.

④기타 위원회의 구성 및 운영 등에 대한 필요한 사항을 따로 정할 수 있다.

제6조(회원) ①본 시범사업에 참여할 수 있는 회원은 23개 어촌계원으로서 본 공동체의 업무구역 내에서 1년 이상 거주한 자와 다음 각 호에 해당하는 자로 한다.

1. 본 시범사업의 취지에 찬성하는 자
2. 총회의 의결로 회원자격을 부여받은 자
3. 관리이용협의회에서 관리수면의 이용을 승인받은 자

②회원은 총회의 구성원으로서 선거권·피선거권을 가지며, 시범사업을 통해 얻게 될 제반 권리를 갖는다.

③회원은 다음 각 호의 의무를 갖는다.

1. 규약 및 제 규정을 준수할 의무
2. 총회에 출석할 의무와 총회·위원회의 의결사항을 준수할 의무
3. 기타

제 3 장 회의의 운영

제7조(총회) ①총회는 공동체의 회원으로 구성되며 정기총회와 임시총회로 구분하며, 총회의 의장은 위원회의 위원장이 된다.

②정기총회는 년 1회(1월 중) 개최된다.

③임시총회는 다음 각 호의 해당하는 사유가 있을 때 위원장이 소집한다.

1. 위원장이 필요하다고 인정할 때
2. 회원 1/3이상의 소집요구가 있을 때
3. 감사의 소집요구가 있을 때
4. 기타 필요한 사유가 있을 때

④다음 각 호에 해당하는 사항은 총회의 의결을 얻어야 한다.

1. 규약의 변경
2. 회원의 제명

3. 위원의 선출과 해임
4. 사업계획 및 결산 승인
5. 기타 사항

제8조(자율관리위원회 회의) ①위원장은 위원회의 회의를 소집하여 그 의장이 된다.

②회의는 다음 각 호에 해당하는 사유가 있을 때에 위원장이 소집한다.

1. 규약의 변경
2. 시범사업 수행에 필요한 사항에 관하여 심의·의결할 필요가 있을 때
3. 위원회의 위원 1/3이상의 소집요구가 있을 때
4. 기타 위원장이 필요하다고 인정할 때

제9조(의사정족수 및 의결정족수) ①총회는 회원 과반수 이상 출석으로 개의하고 출석회원 과반수 이상 찬성으로 의결한다.

②위원회는 위원 과반수 이상 출석으로 개의하고 출석위원 과반수 이상 찬성으로 의결한다.

제10조(의사록 등의 작성) ①총회는 의사록을 작성하고 이를 비치하여야 한다.

②위원회는 회의록을 작성하고 출석위원의 서명날인을 받아 이를 비치하여야 한다.

③기타 시범사업의 실시에 관한 다음 각 호의 장부 또는 서류를 작성하고 이를 비치하여야 한다.

1. 시범사업 관리부
2. 시범사업 작업일지
3. 시범사업 회계장부
4. 기타 필요한 장부 또는 서류

제 4 장 시범사업 실시

제11조(사업계획의 수립) ①위원장은 시범사업의 계획을 수립하여 위원회의 심의 및 총회의 의결을 거쳐 확정한다.

②위원장은 확정된 사업계획을 분기별, 월별로 구분하여 실시한다.

제12조(어장관리) 수산자원의 보호 및 지속적인 어장생산성을 유지하기 위해 다음 각 호의 어장관리 사업을 실시한다.

1. 노후화된 어구, 각종 폐어구 등을 수거하여 지정된 장소에 폐기 처리
2. 조업시 유용 수산동물의 번식을 해치는 불가사리 등 해적생물의 퇴치 작업
3. 불법어업 모니터링 및 자율감시단 운영

제13조(자원관리) ①자원조성을 위하여 다음 각 호의 사업을 실시한다.

1. 자원조성 시설물 설치 및 종묘방류 사업
 2. 자원조성을 위한 특정 어업의 제한, 어업관리에 대한 어업인 계도
 3. 유어낙시객의 채포량, 크기, 쓰레기 투기 금지에 대한 홍보 및 지도
 3. 특정어종 채포채장 설정(감성돔 20센티미터, 돌돔 24센티미터, 볼락 15센티미터, 황점볼락 20센티미터, 조피볼락 23센티미터)
 4. 기타 자원조성에 필요한 사업
 5. 일일 위판금액의 3% 적립
- ②자원관리를 위하여 다음 각 호의 사업을 실시한다.

1. 관리수면 내 어구·어법 및 어업의 제한
2. 관리수면의 허용어획량 설정
3. 기타 자원보호에 필요한 사항

제14조(생산관리) 지속적인 생산성 유지 및 적정 어가 실현을 위해 다음 각 호의 생산체계를 유지한다.

1. 자원유지 및 소득 향상을 위하여 치어포획금지, 어획노력량 제한
2. 과잉생산에 따른 어가하락을 방지하기 위해 조업일수 결정
3. 과학적 생산관리를 위한 허용어획량(할당제) 실시
4. 유료낚시터 조성 등을 통한 질서 있는 유어낚시 유도
5. 기타 생산성 향상 및 어가 유지를 위한 필요한 사항

제15조(보고의무) 관리수면의 정확한 생산량 집계를 통해 수산자원의 평가, 어획물의 부가가치 증대를 위해 어업자는 다음 각 호의 보호를 받드시 하여야 한다.

1. 출항 신고
2. 관리수면 내외, 어종별 생산량 보고

제16조(판매 및 유통) ①관리수면에서 자원이용의 간접관리(어획량파악, 어획통계자료) 및 어획물의 차별화(특산 브랜드화)를 위해 “여수바다목장 어획물관리센터”를 운영한다.

②어업인은 생산된 어류 등 수산물은 “어획물관리센터”에 양륙하여 판매를 위탁하여야 한다.

③어업인은 어획물의 부가가치 향상을 위한 체장제한 등 품질관리와 브랜드화에 노력하여야 한다.

제17조(규약위반의 감시 등) ①본 규약을 위반하는 행위는 전체 회원이 공동으로 감시한다.

②규약위반 행위를 발견한 회원은 그 사실을 즉시 위원장에게 보고하여야 하며, 보고 받은 위원장은 위반자에 대해 필요한 조치를 취하여야 한다.

제18조(위반자 벌칙) 본 규약을 위반하거나 의무를 불이행한 회원에 대하여는 다음 각 호와 같이 조치한다(별표 참조).

1. 경고, 입어 정지, 생산중단 명령
2. 과징금 부과
3. 상습위반자에 대하여는 경고 3회 후 회원자격 및 권리의 제한
4. 기타 조치사항

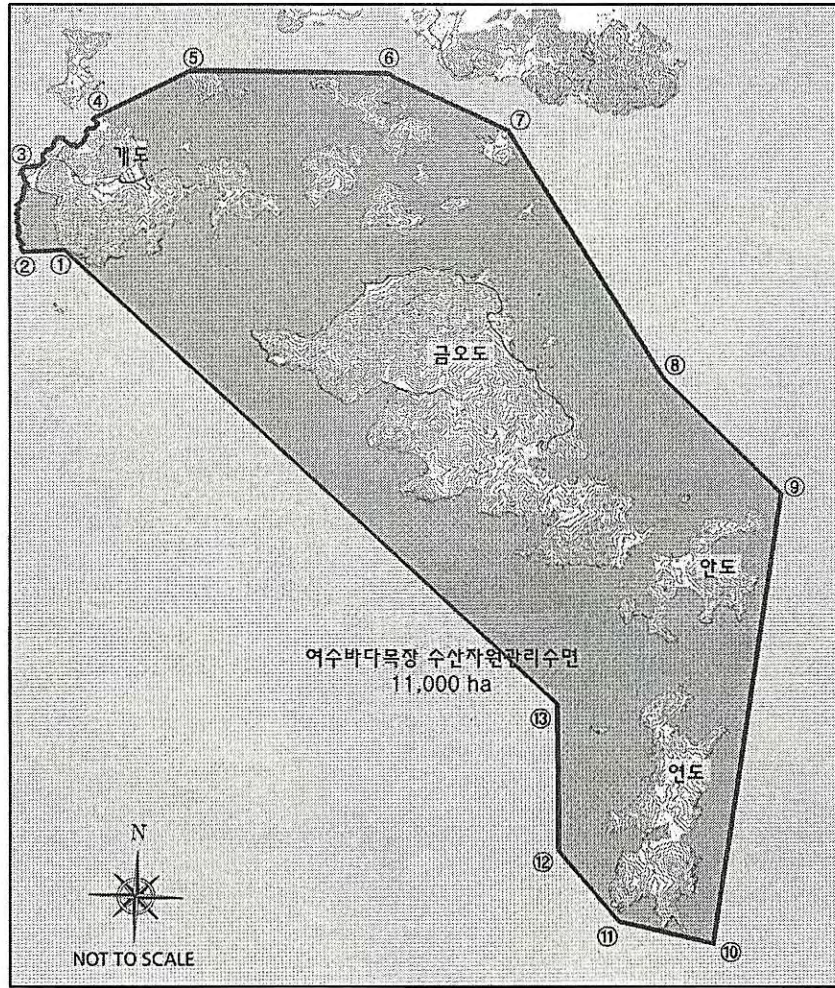
제19조(타 어업과의 분쟁 발생시 조치사항) 본 사업과 관련하여 타 어업과의 분쟁이 야기된 경우는 다음과 같이 조치한다.

1. 1차 적발 시 본 사업의 취지를 설명하고 입어금지 등에 대해서 협조요청
2. 상습적인 사업자에 대해서는 위원장 및 위원들이 개별 방문하여 본 사업에 대하여 협조 요청하는 등 합리적으로 해결

부 칙

이 규약은 여수시장의 승인을 받은 날로부터 시행한다.

【부도 1】 여수바다목장 수산자원관리수면



【별표】 자율관리 규약 위반자에 대한 처분기준(제18조 관련)

조항	위반·의무불이행 행위	처분 기준				비고
		1차	2차	3차	4차	
제12조	어장관리의 미참여(청소, 폐기물 투기, 해적생물구제 등)	경고	과징금 부과	과징금 부과	회원권리 박탈	
제13조	자원관리 미참여(특정어업의 제한, 채포금지체장 등 위반)	경고	과징금 부과	입어정지 또는 과징금 부과	회원권리 박탈	
제14조	생산관리 미참여(치어포획 금지, 조업일수, 입어자 제한 등 위반)	경고	과징금 부과	입어정지 또는 과징금 부과	회원권리 박탈	
제15조	보고의무 태만(출항보고, 생산량 보고 위반)	경고	과징금 부과	입어정지 또는 과징금 부과	회원권리 박탈	
제16조	판매 및 유통 미참여(양륙항 위반 등)	경고	과징금 부과	입어정지 또는 과징금 부과	회원권리 박탈	

제5절 결과 및 고찰

전남바다목장은 1999년에 기본개념이 수립되었으며, 2001년 시범사업을 추진하기 위하여 후보지조사를 실시하고, 2002년 2월에 여수권역이 전남 다도해형 바다목장 후보지로 선정되었다. 2003년부터 시범사업의 1단계 1차년도 사업이 시작되었으며, 2007년은 전남바다목장 2단계 4차년도로서 본격적인 조성 단계에 해당한다. 2007년 전남바다목장 시범사업은 자원조성, 해양환경 및 생물군집 특성, 이용관리의 3분야로 나누어 연구 사업을 수행하였다. 자원조성 분야는 인공어초 효과조사 및 전복 방류량 산정 연구, 중간육성시험 및 방류효과조사, 감성돔 이동조사, 잘피어장 조성, 방류용 건강종묘 생산의 5개 연구 과제를 수행하였고, 해양환경 및 생물군집 특성 분야는 해양환경 및 생물군집 특성 조사, 생태계 모델, 자원조사 및 평가, 먹이생물 조사의 3개 연구 과제를 수행하였으며, 이용관리 분야는 여수바다목장 관리 이용 체제의 보완, 여수바다목장 모델 평가, 바다목장 개념 재평가에 대해 연구하였다.

인공어초 효과조사를 위하여, 2007년도 인공어초 시설지에 대하여 서식생물상 조사 및 시험어초의 효과조사를 실시하였다. 패조류형 어초는 해조류의 포자가 방출되기 전 초봄에 보상심도가 유지되는 3~6m 수심에 설치하는 것이 효과적 이었다. 인공어초의 시설위치는 바다목장 해역 내에서 환경조사와 해수유동조사 및 자원조사를 실시하고 대상종의 생태를 고려하여 선정하였다. 또한 기존에 시설된 어초에 대한 효과조사를 실시하여 향후 인공어초 시설에 대한 효과 검증의 기본 자료로 제시하였다. 그리고 해중립 조성 목적으로 남면 안도 이아포만에 시설된 부류연승식 seedbank 시설 상태와 해조상을 조사하였다. 전남 다도해 바다목장 해역에서 방형구 방법으로 조사한 해역별 전복 적정 방류량은 화태와 심미에서 각각 10만 마리와 19만 마리였다.

서고지 입구에 자연석과 테트라포드를 쌓고 그 곁에 인공어초를 설치한 감성돔용 서식처에서 주요 어종들의 위집 및 행동특성을 잠수조사로 모니터링 하였다. 감성돔은 암반 테트라포드에서 약 1~1.5m 떨어진 곳을 유영하며, 자연석과 TTP 어장에서 감성돔의 위집효과가 높았다. 또한 인공어초와 구조물에 대한 어류의 행동과 군집 동태를 파악하기 위하여 일반어초, 실험어초, 연구어초를 대상으로 조사를 계속하고 있다. 중간육성 기술로 방류 직후 야간점등에 의한 자연산 먹이 순치 과정은, 방류어가 자연에 적응하게 하는 야성화 훈련과정으로 효과가 있었다. 안도 해역의 감성돔 방류는 수온 15℃ 이상이 되는 5월 중순에서 6월 초순 사이에 방류하는 것이 가장 바람직하였다. 감성돔의 음향순치효과 조사에서, 방류 직후는 유집효과가 없었으나, 24 시간 이후의 조사에서 음향급이기 주변에 체류하기 시작하였으며, 15일 이후 조사에서도 음향순치 효과가 있었다. 감성돔 방류로 인한 여수 바다목장 해역 내 유전자 pool의 변동 여부를 파악하기 위하여 미토콘드리아 DNA의 조절영역과 microsatellite marker를 이용하여 감성돔 집단의 유전적 다양성을 조사한 결과, 방류집단과 자연집단 및 양식집단은 유전적 거리가 가까우며, 유전적 다양도 또한 유사하여 방류해역 내 유전자 pool의 변동은 없었다.

감성돔과 황점볼락의 방류장소 체류시간, 이동범위, 일주행동 등을 구명하기 위하여 주파수 69 kHz의 음향표지를 시험어의 복강에 삽입하여 VR2 수신기를 사용하여 조사하였다. 감성돔과 황점볼락의 대부분은 방류 후 방류지점에서 수 100m 가까이 머물렀다. 연직 일주운동으로 감성돔은 주간 방류지점 주변에 머물다가 야간에는 벗어나는 행동을 반복하였고, 황점볼락은 연직 일주운동이 없었다. 감성돔의 평균 체류시간은 12.1일 이며, 평균 체류율은 36.9% 였으며, 어체가 클수록, 해안의 굴곡이 깊을수록 체류율이 높았다. 또한 양식산 감성돔과 가두리가 있는 곳에 방류된 감성돔의 체류율이 높았다. 황점볼락의 체류시간은 평균 22.6일, 평균 체류율은 41.7%였다.

바다목장 해역의 잘피 이식지와 생육지에서 광량과 수온의 평균 변동범위를 조사하였다. 자연 생육 잘피와 이식된 잘피의 형태학적 특성을 조사하기 위하여 잘피의 지상부 길이와 잎 길이를 조사하였으

며, 또 잘피의 생산성과 상대성장을 조사하여 비교하였다. 어류는 총 5목 13과, 19종, 324개체, 1,953g이 출현하였으며, 어류군집의 종다양도지수, 균등도지수, 우점도지수 및 유사도를 조사하였다.

항점볼락의 방류용 건강종묘의 안정적 생산에 기초자료로 중요한 친어 관리기술과 자어 산출 유도를 위한 적정 성비 및 교미시기를 구명하기 위한 연구를 수행하였다. 암수 판별 및 관리를 위해 등 근육 부위 Anchor tag를 하였고, 암수 친어의 적정수용비와 수용비별 생존율을 조사하였으며, 교미시기를 구명하기 위하여 estradiol-17 β , testosterone, progesterone을 측정하고, 간중량지수, 생식소중량지수, 비만도를 조사하였으며, 항점볼락의 적정 교미 시기는 10월로 추정되었다.

전남 바다목장 해역의 해양환경 및 생물군집의 출현양상을 파악하기 위하여 2007년 9월 11월 2회 현장조사를 실시하였다. 해양환경 분야에서 해수유동, 수온, 염분, 밀도, 투명도 등의 일반 물리환경, pH, COD, DO 등의 일반수질, 암모니아, 아질산, 질산, 용존무기질소, 인, 규소 등의 친생물원소, POC, PON, Chl-a 등의 생물량 지표와 표층퇴적물의 유기물량을 조사하였다. 생물군집은 식물플랑크톤 군집, 동물플랑크톤 군집, 저서동물 군집, 어란과 자치어를 포함한 어류 군집을 조사 분석하였다. 전남 바다목장 해역은 섬진강 수괴 영향을 비교적 강하게 받는 금오수로, 금오도, 소리도 동측 해역과 붓돌바다를 중심으로 하는 해역의 2개의 수괴로 구분된다. 용존무기 영양염류 및 생물량의 시공간적 분포패턴 역시 수괴 특성과 유사하여 섬진강 수괴의 영향을 비교적 강하게 받는다. 연안 특성을 보이는 전남 바다목장 해역은 섬진강 등 내만해역으로부터 공급받는 영양염류 못지않게 양자강 희석수 등 개방된 외해로부터 영양염류의 공급도 활발히 이루어지는 것으로 판단된다. 표층 퇴적물 중의 유기물 농도는 IL, CODs, AVS 모두 미국 EPA나 일본 수산용수기준을 초과하거나 준하는 수준에 있어 유기물 저감대책 마련이 필요하다. 저서다모류 군집의 우점종은 일반적으로 한국 연안에서 우점 출현하는 기회주의 종들의 점유율이 낮고 비교적 청정해역에서 주로 서식하는 종들이 다수 출현하며, 소수 종의 극우점 현상이 나타나지 않아 조사 해역은 비교적 청정한 상태를 유지하고 있는 것으로 보인다. 그리고 금오도-안도-소리도 동쪽 정점들과 서쪽에 위치한 정점들 사이에 저서다모류 군집의 종조성에 차이가 있었다.

생태계 모델연구는 전남 바다목장의 생태계 모델링을 위한 생태계 입력 자료의 검토 및 보정, 생태계 구조설정에 관한 연구를 수행하였다. 생태계 입력 자료의 검토 및 보정에는 이전 연구에서 자가구성법(SOM)에 의해 수행된 그룹핑을 검증하였고, 현장해역을 고려하여 생태계 모델 입력파라미터를 보정하였다. 또한 생태계 구조 모델을 사용하여 전남 바다목장 조성 이전과 이후의 생태계구조를 파악하였으며, 각 생물군별 평균 영양단계를 생태계와 어획물의 평균영양단계로 구분하여 추정하였다.

전남 바다목장 해역의 안도해역에서 각망, 삼중자망, 통발의 어획실태를 조사한 결과 안도해역의 부어류는 주로 전갱이, 오징어류, 방어, 농어 등이고, 중·저층의 연안성 어종은 전어, 감성돔, 성대, 조피볼락, 용치놀래기, 들돔, 참돔, 성대, 노래미류, 쥐치, 볼락, 불볼락, 양태, 문어, 봉장어, 넙치, 고동류였다. 어업별 감성돔의 혼획 비율은, 표층 어종을 대상으로 하는 각망과 다소 저층을 대상으로 하는 삼중자망에는 감성돔이 거의 어획되지 않았으나, 통발에서는 일부 어획되고 있었으며 29cm 미만의 소형어로 구성되어 있었다. 낚시에는 20cm 이상도 일부 어획되었으나, 여전히 미성숙어가 주를 이루었다.

감성돔과 볼락의 위내용물 조사를 위하여 낚시로 9월과 11월 2회 채집된 개체는 감성돔 20개체, 볼락 57개체였다. 감성돔의 주요 먹이생물은 이매패류(80.7%)였으며, 다음은 새우류(10.9%), 해조류(7.2%), 계류(0.5%) 등이었고, 볼락의 주요 먹이생물은 새우류(94.7%), 요각류(4.1%), 단각류(0.8%), 화살벌레류(0.3%) 등이었다.

이용관리 분야의 2007년 연구는 2단계 3차년도(2007년 7월)에 수립된 여수바다목장 이용관리체제를 해역 이용 특성을 반영하여 수정 보완하고 이를 토대로 향후 바다목장의 추진방향을 검토하는 것을 목적으로 수행되었다.

연구 결과, 첫째 여수 바다목장 관리이용체제의 수정보완에 대해서 해역관리 방안과 관리이용조직의 역

량 강화 방안이 도출되었으며, 둘째 여수 바다목장 모델의 중간 점검에서 당초 여수 바다목장 마스트플랜에서 검토된 자율적인 광역 다도해형 바다목장으로 추진하는 것이 바람직하다고 제안되었으며, 셋째 바다목장 사업의 개념 재평가 설문조사 결과 바다목장의 개념과 역할은 울타리 없는 양식의 개념에서 바다목장 주변해역의 자원을 보충할 수 있는 해역으로 변경하는 안이 우세하였다.

현재 우리나라 연안어업은 자원감소와 어장 생산성의 하락, 수입 수산물의 증가에 따른 어가정체와 어업소득의 감소, 어촌 공동화의 심화 등 여러 가지의 문제에 직면해 있다. 더욱이 최근 FTA/DDA 확산의 움직임은 수산업 경쟁력을 더욱 악화시킬 것으로 예상된다. 이러한 여건에 대처하기 위하여 다양한 분야에서 정책과 방안이 수립되었으며, 그 중 적극적인 방안의 하나로 바다목장사업이 추진되고 있다. 바다목장사업은 최근 발전하고 있는 양식기술과 해양수산공학기술 등 해양과 수산에 관련한 학제적 기술을 활용하여 인위적으로 연안 저서환경과 생태계의 군집구조를 개선하여 자원을 조성하고 증대시킴으로서, 연안어장의 생산력을 향상시키고 지속적으로 관리하여 연안의 어업생산 기반을 향상시키려는 적극적이고 능동적인 노력이라고 할 수 있다. 그러므로 바다목장과 자원조성은 급속히 감소하고 있는 연안의 어업자원을 증대시키고 황폐화되고 있는 연안환경과 생태계를 개선할 수 있는 유일한 희망이라고 하여도 과언이 아닐 것이다. 그러나 바다목장의 조성과 관리기술에 대해서는 현재까지 모범적인 모델이 개발되어있지 않고 우리나라는 물론 세계적으로도 개발 역사가 일천한 신생기술과 학문분야로서 각 나라와 해역의 자연 환경과 여건에 적합한 바다목장을 개발하기 위해 많은 시행착오를 거치며 개발되고 있는 과정에 있을 뿐이다. 따라서 단기간에 바다목장의 조성과 관리기술의 확립을 목표로 하기보다, 오히려 연구와 기술개발에 대한 지속적인 투자를 통하여 바다목장의 연구와 기술개발 기반과 역량을 건설하게 확대해 나감으로서, 지속적으로 바다목장의 조성과 관리기술을 축적하는 한편 축적된 기술을 활용하여 지속적으로 연안생태계를 개선하고, 자원을 증대시켜 나가는 것이 연안어업을 활성화 하는 가장 확실한 방안이 될 것이다.

제3장 시설·방류사업

제1절 서론

제2절 인공어초 시설사업

1. 기본계획
2. 세부계획
3. 사업 결과

제3절 종묘방류사업

1. 기본계획
2. 세부계획
3. 사업 결과

제4절 기타 시설사업

1. 기본계획
2. 세부계획
3. 사업 결과

제5절 결론 및 고찰

여 백

제3장 시설·방류사업

제1절 서론

바다목장은 대상생물의 서식환경에 적합한 인공어초 어장을 조성하고, 그 곳에 종묘를 방류하여 생존율을 향상시키며, 적정 어획을 통하여 지속적으로 어획 생산성을 유지 및 증강시키는 것으로 바다목장을 위한 시설사업으로는 인공어초 시설사업, 종묘방류사업, 및 기타 시설사업으로 구분되어 추진되어지고 있다.

인공어초 어장은 생산력이 높은 해역으로 수많은 해양생물에게 서식처와 산란장, 성육장을 제공하는 중요한 역할을 하며, 목적으로 하는 대상종의 생태적 특성과 지반특성을 포함한 시설예정 해역의 해양 특성을 동시에 고려하여 시설될 때 시설효과는 더 높게 나타날 것이다. 전남 바다목장 해역에는 우리나라에서 인공어초 사업을 시작한 첫해인 1971년부터 인공어초가 시설되기 시작했으며, 2003년 말까지 1,590ha의 면적에 14,432개(기, 척)의 인공어초가 시설되어 있다(해양수산부·국립수산과학원, 2004). 바다목장 사업으로도 2003년 사업으로 어패류용 세라믹어초 33개가 소리도, 소항도 및 금오도 연안에 시설되었으며, 이후 돛형복합강제어초와 사다리꼴강제어초가 각각 1개씩 안도 연안에 시설되었다. 2004년 사업으로 점보형 강제어초 등 4종, 28기가 시설되었고, 2005년 사업으로 굴패각강제어초 등 4종, 63개가 시설되었으며, 테트라포드(200개), 피복석(1,000㎡)이 시설되었다. 2006년 사업으로 피라미트강제어초 등 5종, 18개의 강제어초와 석탑형다기능어초 40 개가 백금만, 안도, 초삼서 연안에, 테트라포드(300개) 및 피복석(1,800㎡)이 이야포 만에 시설되었다.

한편 자원증강을 위한 가장 적극적인 방법 중의 하나인 종묘방류는 1970년대부터 정부 주도로 이루어져 왔으나 아직까지 그 효과는 여전히 기대에 못 미치고 있는 실정이며, 대상해역의 환경조건에 맞는 대상 종을 선정하고 방류할 지역의 자연 조건이나 생물학적 특성을 고려하여 방류하는 것이 중요한 과제이다. 이러한 관점에서 전남바다목장사업에서도 2002년에 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 전복 등 503,000마리가 소리도, 소항도 및 금오도 해안에 방류되었으며, 2003년에 돌돔, 감성돔, 볼락 등 3종 700,000마리, 2004년에 감성돔, 돌돔, 전복, 황점볼락 등 4종 1,075,000마리, 2005년에 감성돔, 돌돔, 볼락, 전복 등 4종 1,400,000마리, 2006년에 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 전복, 볼락, 해삼 등 6종 1,350,000마리가 방류되어 2006년까지 감성돔(3,180,000마리)과 돌돔(755,000마리)을 주 대상으로 하고, 볼락(390,000마리), 황점볼락(195,000마리) 등이 방류되었으며, 바다목장해역의 어업인 소득증대 및 생산성 향상을 위하여 전복 및 해삼이 일부 방류되었다.

또한 기타 시설사업으로는 연안 생태계에서 주요한 일차 생산자로서 물질순환의 중심을 이루고 있을 뿐만 아니라, 어류 또는 무척추동물들을 포함한 다양한 분류군의 서식기반으로서 군집의 이차생산력을 높이는 역할을 하고 있는 해조장의 조성 사업이 있으며, 전남바다목장에서도 2006년 이야포만에 해조장이 시설되었다. 그리고 생존율 및 어획률 향상을 위하여 기타 시설사업으로 전남바다목장에는 2004년 사업으로 음향급이기와 해상 가두리 시설이 설치되었으며, 이후 통영바다목장사업에 사용되던 음향급이기가 추가로 시설되었다. 또한 2006년 사업으로 해양관측부이가 시설되어 수온 등 해양환경 자료가 축적되고 있다.

본 보고서에서는 2007년 사업으로 어장 및 자원조성을 위하여 전문가 협의회 및 어업인 의견 수렴을 거쳐 추진된 인공어초 시설사업, 종묘방류사업 및 기타 시설사업으로 추진된 해조류 seed bank 조성, 잘피장 조성, 모형도 제작 등의 추진 결과를 보고한다.

제2절 인공어초 시설사업

1. 계획수립

전남바다목장의 인공어초 시설사업은 주 대상어종인 감성돔의 생태를 고려하여 배치 설계하였으며, 연도를 중심으로 한 월동장, 안도를 중심으로 한 성육장 그리고 금오도 북쪽의 산란장 조성을 위하여 배치 계획이 수립되었다(그림 3-2-1).

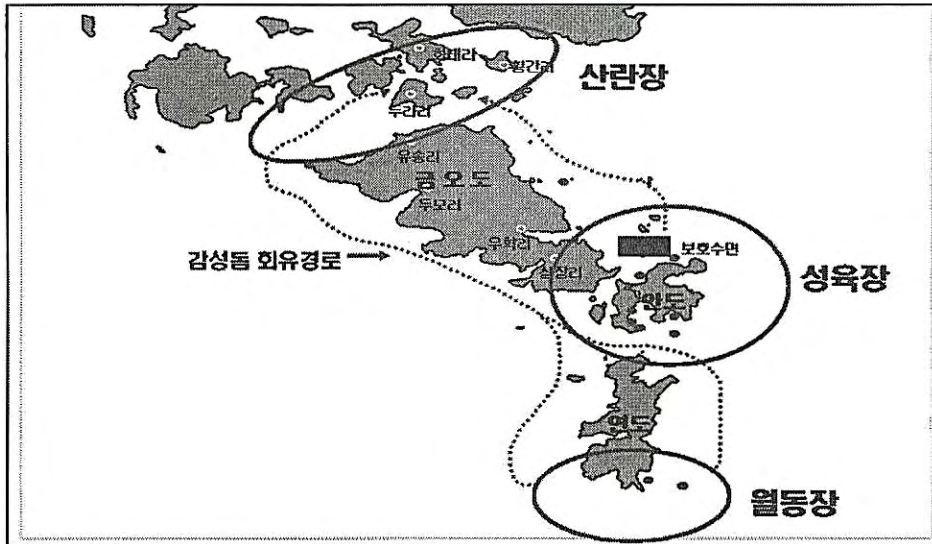


그림 3-2-1. 전남바다목장 감성돔 회유경로.

2006년 이전까지 안도를 중심으로 한 성육장에 인공어초가 집중 조성됨에 따라 2007년에는 금오도 동편과 서편을 중심으로 감성돔의 이동로를 확보하는 방안으로 시설 배치 계획이 수립되었다. 금오도를 중심으로 각 해역별 인공어초 시설배치도는 그림 3-2-2~그림 3-2-11에 제시하였다.

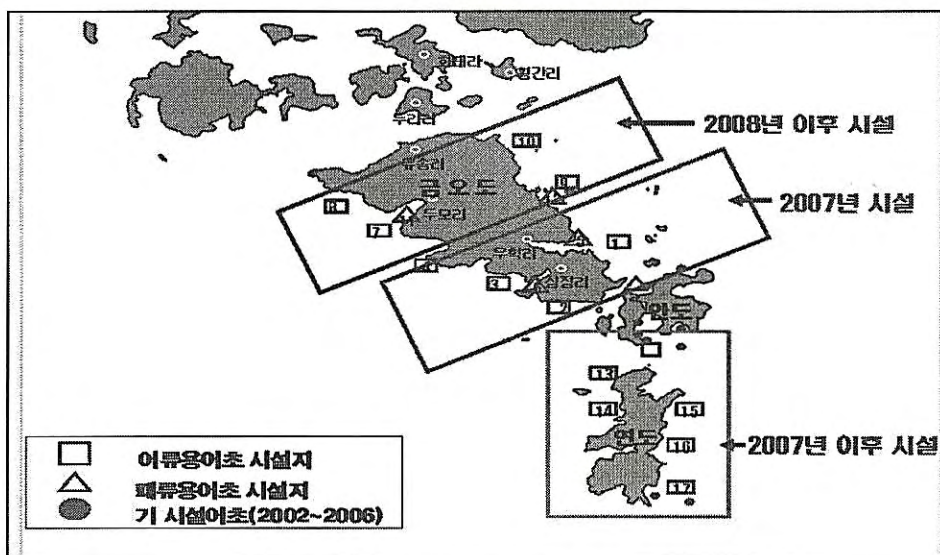


그림 3-2-2. 전남바다목장 인공어초 시설 계획.

2. 해역별 세부계획

가. 1번 해역 인공어초 시설

금오도 동쪽 우항리 해역은 수심 20m 전후이며, 아래 그림과 같이 대형강제어초 및 중형연약지반용 강제어초를 원통2단 강제어초를 중심으로 시설하였다. 강제어초의 특징은 단위 어초들을 임의 형태로 결집시켜 복합형태의 어초를 구성시킨 강제어초이며, 용출되는 철이온이 식물성 플랑크톤의 영양분으로 제공되도록 하여 해조류의 착생에 양호한 환경을 제공한다. 어류나 패류의 위집과 채류를 비롯하여 산란장과 방류장 및 해조장을 조성할 목적으로 인공적인 구조물을 바다 속에 설치하여 어류의 위집 효과를 기대한 것이다.

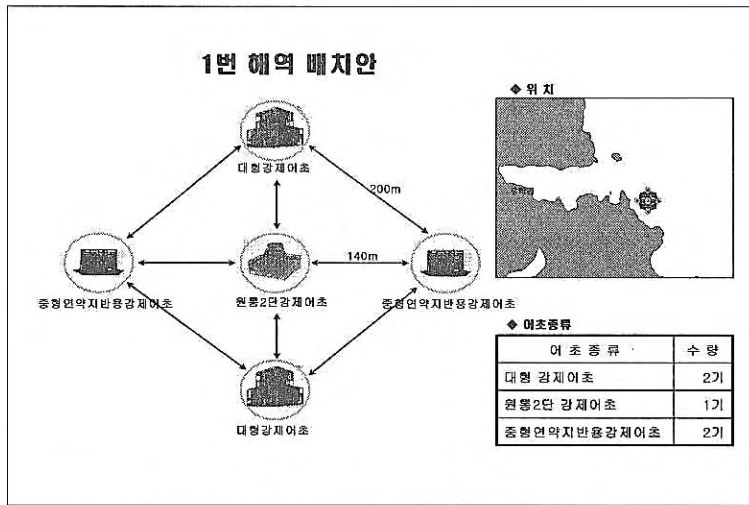


그림 3-2-3. 1번 해역 인공어초 배치도.

나. 2번 해역 인공어초 시설

금오도 남쪽 해역은 급경사를 이루는 암벽으로 형성된 지형이며, 해저경사 역시 20m 전후까지는 급경사를 이루며 20m 이후에 점점 완만해지는 지형이다. 3종의 강제어초를 Y 자형으로 배열함으로써 금오도와 인근 섬으로 이어지는 형태를 취하여 어류의 이동을 돕고자 하였다.

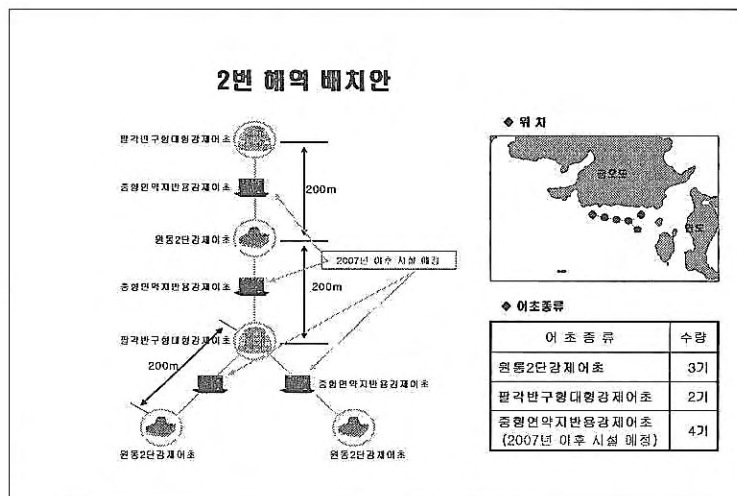


그림 3-2-4. 2번 해역 인공어초 배치도.

다. 3번 해역 인공어초 시설

수심 20m 전후에 팔각반구형 대형강제어초를 사방에 시설하고 그 중앙에 사각콘크리트 어초 단지를 시설함으로써 중앙에 어류의 위집을 돕고 인근의 만 안쪽에 시설된 패조류 어초 단지와 연계시켜 어류의 이동을 원활히 하였다.

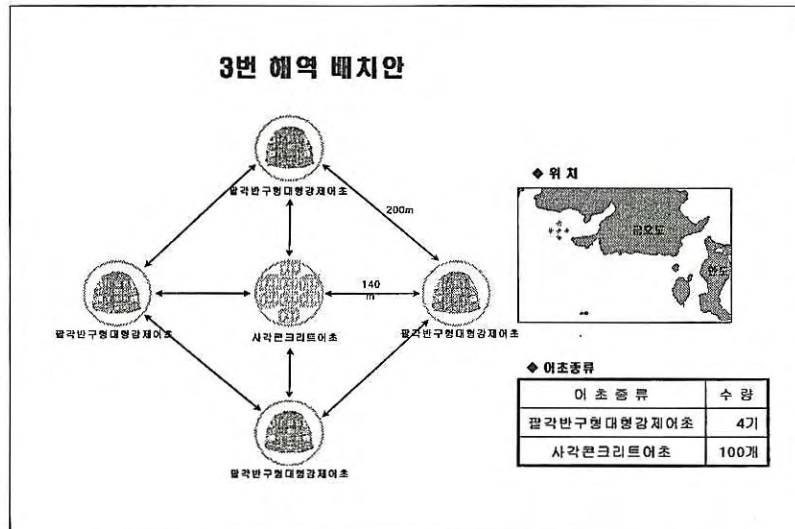


그림 3-2-5. 3번 해역 인공어초 배치도.

라. 4번 해역 인공어초 시설

4번 해역은 금오도 서쪽에 위치한 곳으로 수심이 완만한 해지지형이다. 2단상자형 강제어초와 콘크리트 어초단지를 중앙에 연결하는 형태로 어류의 이동을 쉽게 하고 중앙에 쉼터를 제공하여 어류의 유도를 형성하였다.

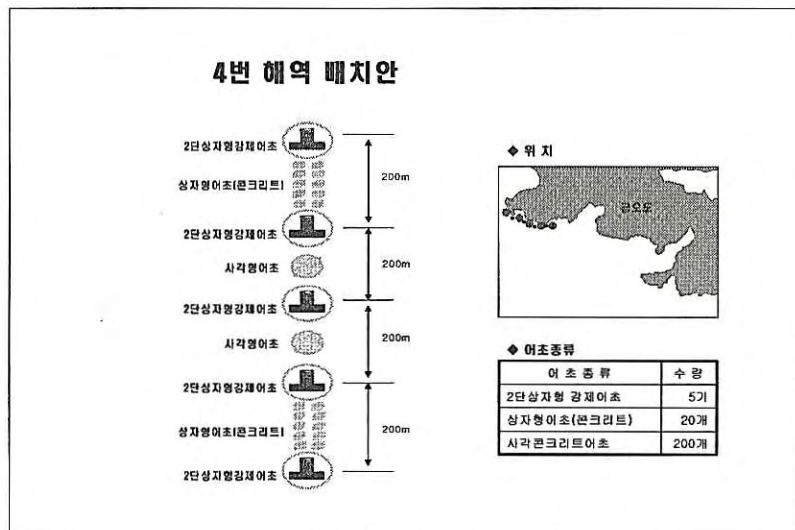


그림 3-2-6. 4번 해역 인공어초 배치도.

마. 5번 해역 인공어초 시설

정삼각뿔형 인공어초는 삼각형 구조를 가짐으로서 전도나 파력 등의 외부영향에 안정된 형태를 구성하여 패류가 안전하게 성장할 수 있도록 공간을 제공한다. 본 해역에 정삼각뿔형 어초를 시설하여 해조류와 전복, 소라 등의 패류 양식용 어초와 유치자어의 성장 보육장으로 기능이 통합된 다기능성 패조류용 어초를 시설하였다.

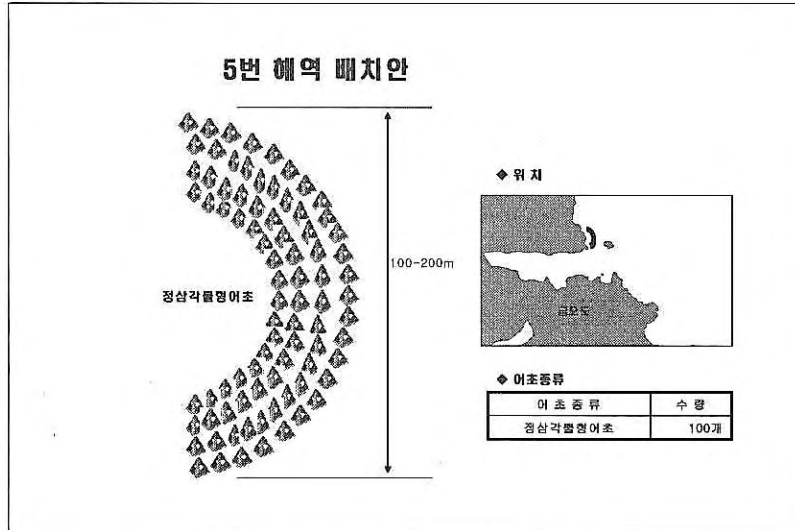


그림 3-2-7. 5번 해역 인공어초 배치도.

바. 6번 해역 인공어초 시설

이 해역은 만으로 형성되어 5번 해역보다 비교적 파랑이나 외력으로부터 안정된 지형이며 수심이 비교적 낮은 해역으로 패조류형 콘크리트 어초와 대형세라믹 어초를 시설하여 해조장을 형성시켜 패류와 어류를 위집하기 위하여 시설하였다.

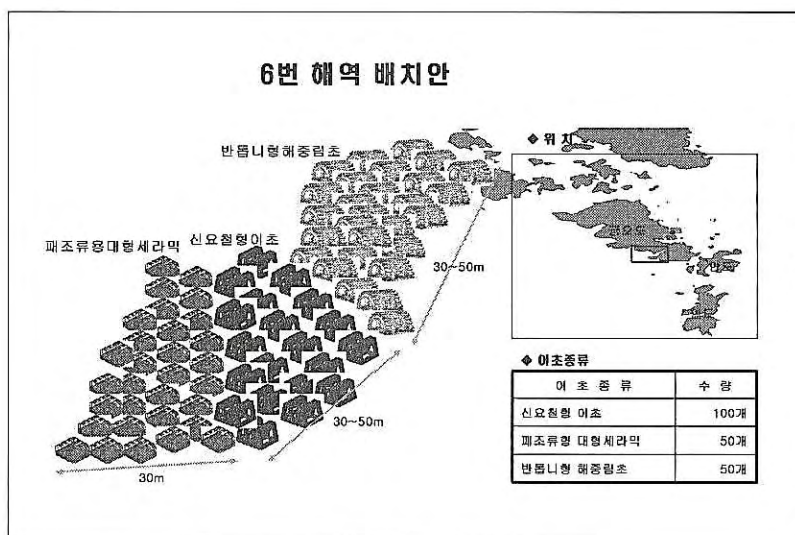


그림 3-2-8. 6번 해역 인공어초 배치도.

사. 7번 해역 인공어초 시설

감성돔 이동경로를 원활히 하기 위하여 8번 해역과 4번 해역의 중간에 인공어초를 시설하여 중간 기착지를 형성하여 감성돔이 이동해 가면서 쉬어가는 장소를 제공하였다.

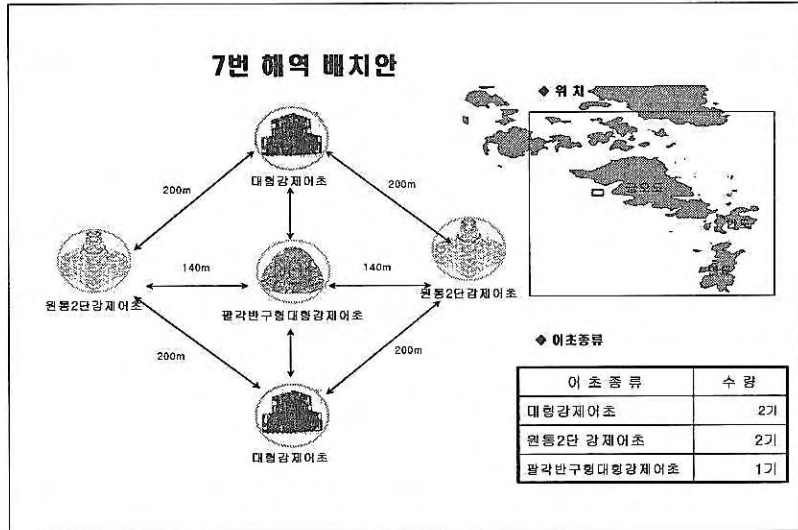


그림 3-2-9. 7번 해역 인공어초 배치도.

아. 8번 해역 인공어초 시설

주 대상어종인 감성돔의 회유경로를 고려하여 인공어초를 배치하기 위하여 설계하였으며, 금오도 북쪽에 산란장을 조성하는 배치 계획이 수립되어 금오도 서쪽으로 회유경로의 유도로를 따라 인공어초의 시설배치를 계획하였다.

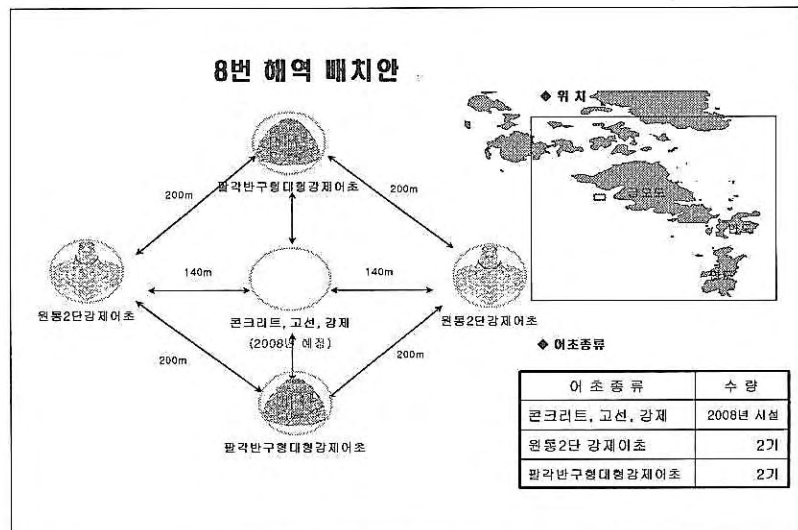


그림 3-2-10. 8번 해역 인공어초 배치도.

자. 10번 해역 인공어초 시설

산란장과 성육장의 중간에 강제어초를 시설함으로써 성육장에서 성장된 감성돔이 산란장으로의 원활하게 이동할 수 있도록 유도하기 위하여 본 해역에 인공어초 시설을 계획하였다. 수산자원의 조성 과 유지를 위하여 방류사업과 연계하여 인공어초의 시설을 종합적으로 계획하였다.

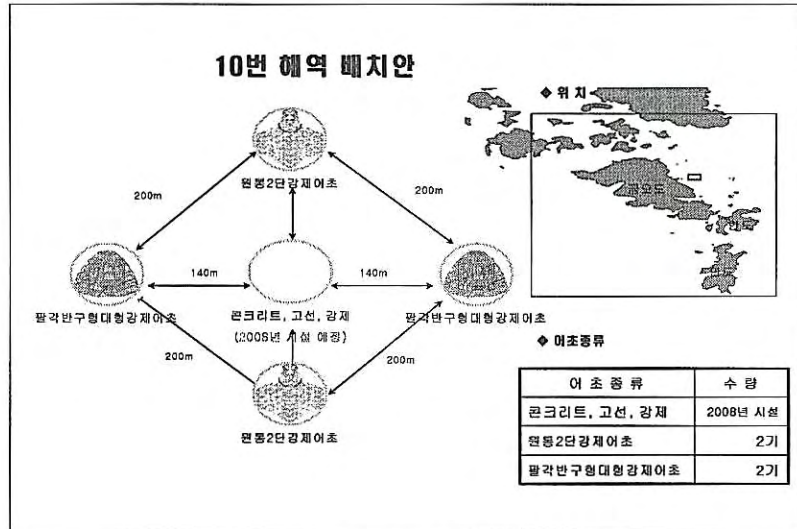


그림 3-2-11. 10번 해역 인공어초 배치도.

3. 시설 결과

2007년에 시설된 어초는 1번~6번 해역에 강제어초로 2단상자형 강제어초 등 5종 19기이고, 콘크리트 어초는 정삼각뿔어초 등 3종 250개였다. 그리고 어초 제작 기간 등의 문제로 2007년 계약 후 2008년 시설 예정인 반돔니형해중립초(50개), 상자형콘크리트어초(20개), 사각형콘크리트어초(300개)와 서해 Hebei Spirit 유류 유출 사고로 인한 서해바다목장 시설사업 중단으로 미집행 예산을 전남바다목장 시설사업비에 편성시킴에 따라 대형강제어초(2기), 중형연약지반용강제어초(4기), 정삼각뿔형어초(100개), 원통2단강제어초(6기), 팔각반구형대형강제어초(5기)를 추가 시설하였다. 이로서 2007년 사업으로 어장조성을 위한 인공어초 시설사업은 강제어초 5종 36개, 콘크리트어초 6종 720개를 시설하였다(표 3-2-1).

표 3-2-1. 2007년 전남바다목장 인공어초 시설 실적

어초 종류	물량	투하일	시설장소
2단상자형강제어초	5	07/12/16	직원포
대형강제어초	2	07/11/29	미포
원통2단강제어초	4	07/11/13	미포, 막포
팔각반구형대형강제어초	6	07/12/16	막포
중형연약지반용강제어초	2	07/11/30	미포
정삼각뿔형어초	100	07/12/06	우왕리

표 3-2-1. 2007년 전남바다목장 인공어초 시설 실적(계속)

어초 종류	물량	투하일	시설장소
신요철형어초	100	07/12/08	심포
패조류형대형세라믹	50	07/11/28	막포
반톱니형해중립초	50	08/5/	심장리
상자형콘크리트어초	20	08/5/	우학리
사각형콘크리트어초	300	08/5/	수항도, 안도, 소룡단
대형강제어초(추가)	2	08/5/8	용봉
중형연약지반용강제어초(추가)	4	08/4/24	막포
정삼각뿔형어초(추가)	100	08/4/	우학리
원통2단강제어초(추가)	6	08/4/11	용봉, 수항도
팔각반구형대형강제어초(추가)	5	08/4/13	용봉, 수항도
소 계	36기/720개		

제3절 종묘방류사업

1. 계획수립

가. 방류 대상종 선정

- 주요 대상종을 중심으로 제외종 및 추가종 선정
 - 주요 대상종 : 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 볼락, 전복, 넙치, 점농어
 - 제외종 : 넙치, 점농어
 - 추가종 : 해삼, 왕우럭조개, 개조개, 바지락
- 방류종은 해양생태계 및 방류 가능종 중심으로 선정
 - 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 전복, 해삼 등 5종(볼락 추가 검토)

나. 종묘방류

- 종묘의 크기 및 시기
 - 2007년 수산종묘 매입방류 사업시행지침(이하 “관련법규” 로 함)을 기준
 - 현지 종묘생산 현황 검토 후 조정
- 매입방법
 - 공개경쟁입찰을 원칙으로 하되 세부지침은 관련법규를 기준으로 하여 별도 제정
 - ※희망수량경쟁입찰 검토
- 검수방법
 - 관련법규를 기준으로 품종별 계획 수립
 - 질병검사 일정관련 협의(※질병검사비 관련 협의 필요)
- 중간육성
 - 2007년 방류종묘는 시기적으로 중간육성이 어려움
 - 방류해역 외 생산된 종묘는 중간육성 필요
 - 현지 종묘생산 현황 검토 후 계획 수립
- 방류장소 및 방류방법
 - 자율관리위원회 및 전문가 의견 검토 후 결정
 - 효과조사를 위한 표지방류 검토(방류어의 10% 내외)
- 표지표 부착
 - 품종별 특성 고려

2. 품종별 세부계획

가. 품종 및 수량

2007년 전남바다목장 종묘방류는 2007년 사업기간이 후반기 4개월인 점을 감안하여 방류 가능 종을 중심으로 계획을 수립하였으며, 주대상종인 감성돔을 중심으로 황점볼락, 돌돔, 볼락, 전복, 해삼 등 6종으로 1,900,000마리를 방류할 계획이다.

나. 세부 계획

- 1) 방류 품종 및 방류 일시
 - 전 복 (11월 27일)

- 감성돔 (11월 28일 및 30일)
- 불 락 (11월 28일 및 30일)

2) 가검수

- 입회 : 여수시, 여수청, 남해해양수산사무소, 해남해양수산사무소, 남해수산연구소, 생산자협회, 자율관리위원회

3) 본검수

- 입회 : 여수시, 여수청, 남해수산연구소, 생산자협회, 자율관리위원회

표 3-3-1. 2007년 전남바다목장 종묘방류 계획

품명	수량	크기
감성돔	700,000마리	전장 7cm 이상
황점볼락	200,000마리	전장 6cm 이상
돌돔	200,000마리	전장 7cm 이상
볼락	100,000마리	전장 6cm 이상
전복	200,000마리	각장 4cm 이상
해삼	500,000마리	전장 3cm 이상
6종	1,900,000마리	

3. 방류 결과

2007년 수산자원 조성을 위한 종묘방류 사업은 전문가 워크숍을 통하여 방류품종의 생물학적 자료를 고려하여 방류 장소 및 시기를 조정하였으며, 전남바다목장 주 대상 어종인 감성돔 700,000 마리를 이야포만 등 7개소에 방류하였고, 황점볼락 16,500 마리를 화태 연안에 방류하였다. 그리고 연안 정착성 어류인 볼락 100,000 마리를 안도 연안에 방류하였으며, 패류 자원 조성을 위해 전복 200,000 마리를 금오도, 안도, 화태, 연도, 평간도 해역에 방류하였다(표 3-3-2). 그러나 돌돔 및 해삼은 계절적으로 종묘의 확보가 불가능하여 방류를 실시하지 못하였다.

표 3-3-2. 2007년 전남바다목장 종묘방류 실적

품명	계획량 (마리)	크기	방류량 (마리)	방류일	방류장소
감성돔	700,000	전장 7cm 이상	700,000	11. 30	이야포 등 7개소
황점볼락	200,000	전장 6cm 이상	16,500	12. 11	화태
볼락	100,000	전장 6cm 이상	100,000	11. 30	안도
전복	200,000	각장 4cm 이상	200,000	11. 27	월항 등 5개소
6종	1,900,000		1,016,000		

제4절 기타 시설사업

1. 계획수립

전남바다목장사업을 위한 인공어초 및 종묘방류사업을 제외한 기타 시설사업으로는 음향급이기, 해양환경관측부이, 해중립 등이 있으며, 2004년에 음향급이기와 해상 세미나실이 시설되었으며, 2006년에 해양환경관측부이와 해조장이 조성되었다. 그러나 해중립 조성을 위한 추가 사업의 필요성과 연구개발사업 결과에 따른 잘피장 조성의 필요성이 대두되어 2007년에는 해조류 seed bank 2.0ha와 잘피장 조성 0.5ha를 계획하였다.

전남(여수)바다목장해역에 시설예정인 seed bank는 해중립용 어초에 해조류를 이식하는 기존방법 외에 실내에서 배양된 대황, 감태, 곰피, 모자반 등 다년생 해조류종묘를 해조류 양식 방법으로 성장시켜 일부는 해중립초에 이식시키고, 일부는 계속 성장시켜 모조역할 즉 seed bank의 기능을 할 수 있게끔 함으로써 인근 암반에 포자가 부착할 수 있도록 유도하여 연안 해중립조성에 이바지하고, 또 다른 한 가지 기능은 다시마, 미역 등 단기간에 빠른 성장을 하는 단년생 해조류를 양식하여 바다목장해역에 방류되어진 전복 등 패류자원의 먹이원으로 공급함으로써 연안자원의 증대를 이루고자 하였다. 아울러 바다목장 생물자원의 생산성 향상을 위한 잘피 생육지 복원을 목적으로 잘피장을 조성하였다. 또한 전남 바다목장사업의 홍보를 위하여 모형도 및 개념도 제작, 영상물 제작 등 기타 시설사업을 계획하였다.

표 3-4-1. 2007년 전남바다목장 기타 시설사업 계획

사 업 명	물 량
seed bank시설	2.0ha
잘피장조성	0.5ha
모형도 제작	1식
개념도 작성	1식
바다목장 영상물 제작	1식

2. 사업별 세부계획

가. seed bank 시설

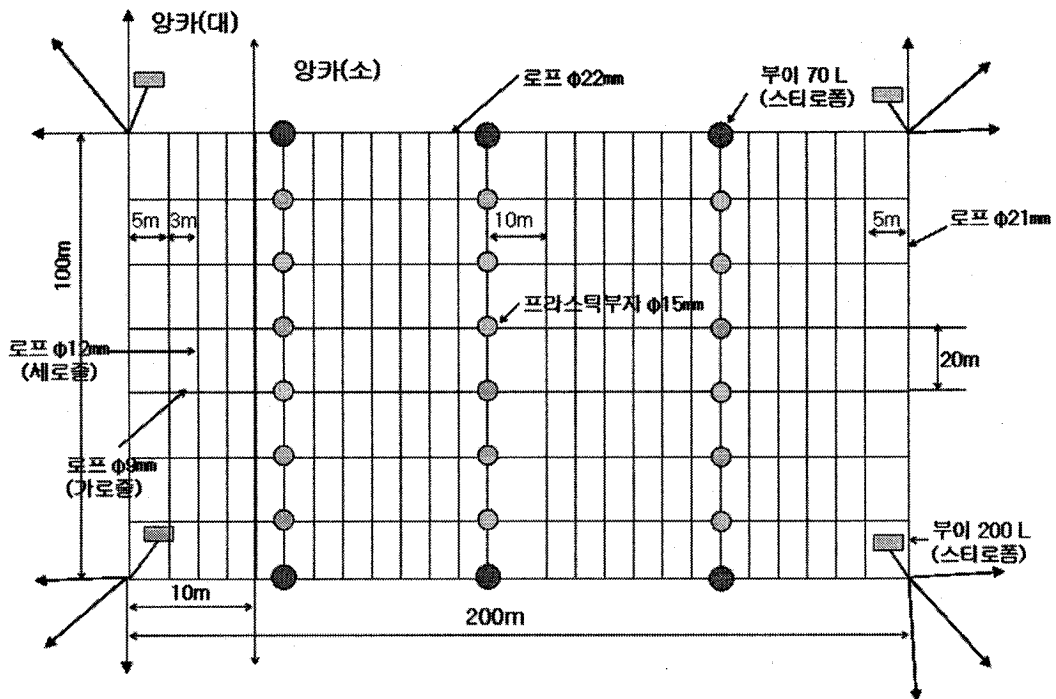
- 시설장소
 - 전남 여수시 남면 안도리 이야포지선(2.1ha)
- 시설방법
 - 연승식시설(인부 및 자재 구입 후 직접 시설)
- 시설내용
 - 외출 연승식 양식 : 100m×60줄(간승간격 2.5m)
 - 품종별 시설량 : 다시마 2,000m, 감태 2,000m, 곰피 2,000m

○ 준비사항

- 양식장 시설 : 자재 준비 및 시설
- 양식 : 종묘(다시마, 대황, 감태, 곰피) 구입 및 연입 작업

○ 추진일정

- 10. 18~10. 26 : 연구교습어업 협의(대 여수시)
- 10. 27~11. 02 : 사업계획 수립
- 11. 01~11. 10 : 어장시설물 준비
- 11. 10~11. 30 : 어장시설
- 12. 1~12. 5 : 다시마 종묘 구입 및 시설
- 12. 1~2 : 다시마 종사 구입(종묘구입처/구입량 : 완도/20톤)
- 12. 3~4 : 가이식(장소 : 여수시 남면 안도리 이야포항내)
- 12. 5~6 : 종사 연입 작업(장소 : 전남 여수시 남면 안도리 이야포)
- 2008. 1~2월 : 대황, 감태, 곰피 종묘 구입 및 시설
- 2008년도 : 대황, 감태, 곰피 종묘 구입(종묘구입처 : 포항, 종묘구입량 : 감태 20톤, 곰피 20톤)



전남(여수)바다목장 seed bank시설 평면도(3ha)

나. 잘피장 조성

○ 시설장소

- 조성장 : 여수시 남면 안도 연안(기존), 여수시 남면 화태 연안(신규)
- 모조 채취장 : 여수시 화정면 화산리 지선

○ 조성규모

- 안도 연안 : 0.05ha(20×25m), 12,500포기(포기당 20cm 간격)
- 화태 연안 : 0.10ha(20×50m), 25,000포기(포기당 20cm 간격)

수면의 위치와 구역도

전남 여수양식 연구교습어업 면허 제 호

축척: 1/25,000

1. 어업의 종류 : 연구교습어업
2. 어업 방법 : 연승수하식
3. 수면의 위치 : 전라남도 여수시 남면 안도리 이야포지선(여수 바다목장 해역)
4. 기점 및 각점

육상기점 : 전라남도 여수시 남면 안도리 이야포

(X=109039.6674, Y=273502.6135)

5. 수면의 구역 : 아래 도면에서 영역 가, 나, 다, 라를 순차로 연결한 선에 의해서 둘러싸인 수면(차면적: 21,000 m²)



UTM 좌표			경위도 좌표		
가	X	109194.8998	가	경도	127° 48' 30.265"
	Y	273627.2323		위도	34° 28' 30.265"
나	X	109194.8998	나	경도	127° 48' 18.685"
	Y	273697.2323		위도	34° 28' 30.247"
다	X	108894.9029	다	경도	127° 48' 18.393"
	Y	273692.1672		위도	34° 28' 20.513"
라	X	108894.9455	라	경도	127° 48' 15.644"
	Y	273621.9966		위도	34° 28' 20.532"

부호	거리(M)
가-나	70m
나-다	300m
다-라	70m
라-가	300m

○ 조성 방법(시방서 별첨)

- 이식해역에 닛(말목)과 PP 로프로 해역 표시
- 다이버에 의한 모조 채취 및 식재
- 간석지에 고랑을 내어 모조를 이식 후 모래를 덮어 식재

○ 추진방법

- 바다목장사업단에서 직접 시설
- 전남바다목장 현장사무소 감독 추진

다. 모형도 제작

○ 규 격 : 축척=약1/5000, 가로1,500×세로1,500×높이1,000mm

○ 제작범위 : 전라남도 여수시 남면 금오대 일대 바다목장해역(110km²)을 중심으로 한 해상, 해수면, 해저지형 제작, 관련 구조물, 시설물, 어초확대모형, 점멸장치, 전시대 제작 등

○ 해상, 해저지형

- 해당 제작범위 해도를 구입하고, 제작 범위와 축척을 협의하여 해상, 해수면, 해저지형을 포맥스로 콘타를 쌓아 제작한다.
- 해저지형은 변형이 적고 구조물과 견고하게 고정, 접합하기 쉬운 FRP경화수지 등 KS규격 정품으로 성형 제작한다.
- 지형은 동일한 현상, 질감 등 현실감 있게 제작, 표현한다.
- 제작 완성 후 락카로 지정색 뿔칠 도장작업으로 마무리 한다.

○ 관련 구조물, 시설물

- 관련 구조물 시설물들은 현장 답사를 해서 협조 받은 도면과 사진을 참조하여 발주자와 협의하여 제작하며, 시설되어질 소형구조물의 종류와 제작수량과 위치도는 표1과 같다.
- 제작재료는 아크릴 판재나 비철금속 KS규격 정품을 사용한다.
- 제작 축척은 전체적인 연출을 고려하여 확대 축소한다.
- 최종 제작 후 색상은 현실감과 실제감을 고려해 락카로 지정색 뿔칠 도장작업으로 마무리 한다.
- 모든 구조물, 시설물은 네임택을 부착 시킨다.

○ 어초 확대모형

- 어초의 종류와 수량은 발주자와 협의하여 도면과 관련 자료를 수령하여 제작한다.
- 제작 축척은 전시대 크기를 고려해서 전시효과를 높일 수 있게 디테일하게 제작한다.
- 모든 어초는 네임택으로 표기한다.

○ 스위치 점멸장치

- 스위치판을 제작하여 관람자가 시설물을 용이하게 인식할 수 있도록 한다.
- 컨트롤은 전체, 개별 LED 점멸 방식으로 한다.
- 표시 품목은 발주자와 협의하여 결정한다.

○ 모형 전시대 제작

- 전시대 구조틀은 함수율이 10%, 45*45 라왕 각재를 450mm 간격으로 상을 자르고 KS규격의 합판 12T로 제작한다

- 전시대 높이와 마감무늬목 색상은 전시효과를 고려해 발주자와 추후 협의하여 제작 완료한다.
- 전시 모형물 보호를 위해 상부는 맑은 유리(5T)를 사용하여 내부 모형의 높이보다 150mm 높게 설치한다.

○ 기타

- 전체 형상은 사진자료(통영바다목장 모형도)를 참고 함.
- 전체 크기는 여수바다목장 주변해역 구역범위를 정한 후 조정할 수 있다.
- 기타 시방서에 기재되지 않은 사항은 관계공무원과 상의하여야하며, 의견이 상충될 때는 기술적인 부분을 제외하고 일반적인 사항은 공무원의 지시를 따른다.

라. 조감도 제작

바다목장사업에 대한 대국민 및 대어민 이해를 제고하고 사업내용을 홍보함으로써 원활한 바다목장 사업 추진 협조를 이끌어 내기 위하여 조감도를 제작하였다. 조감도는 예산절감과 제작기일의 단축을 위해 항공촬영을 배제하고 기존의 자료를 활용하여 작업 보완하였으며, 산과 해안의 이미지는 국립수산과학원과 용역수행업체에서 보유하고 있는 자료소스 및 이미지를 활용하여 제작하였다.

바다목장의 지형과 구조물 등에 대해 실사에 가까운 느낌을 표현하도록 3D와 2D그래픽을 병행하여 디자인하며, 바다목장의 수중 구조물의 형태와 위치의 정확한 구현을 요구하며, 3D-MAX TOOL을 활용한 모델링을 실시하였다.

마. 영상물 제작

바다목장사업에 대한 대국민 및 대어민 이해를 제고하고 사업내용 및 성과를 홍보하며 미래 비전을 제시하기 위하여 영상물을 제작하였다. 영상물은 바다목장사업의 필요성과 사업성과에 대한 대국민 홍보가 가능하도록 제작하며, 가능한 한 현장의 역동적인 장면을 반영할 수 있도록 구상하였다.

영상물은 예산절감과 제작기일의 단축을 위해 기존의 통영바다목장 홍보영상물을 보완하는 형태로 어장관리, 어장조성, 자원조성, 관광활성화 및 이용관리 등 기능별 내용을 구분하여 현장감 있는 동영상 내용을 제시하였다.

3. 사업 결과

2007년 전남(여수)바다목장 기타시설사업으로 해조류 seed bank는 안도 이야포 지선에 2.0ha 규모로 대황, 감태, 곰피, 모자반 등 다년생 해조류 종묘를 해조류 양식 방법으로 생장시켜 모조역할을 할 수 있도록 조성하였으며, 다시마, 미역 등 단기간에 빠른 생장을 하는 단년생 해조류를 양식하여 바다목장 해역에 방류되어진 전복 등 패류자원의 먹이원으로 공급할 수 있도록 하였다. 아울러 바다목장 생물자원의 생산성 향상을 위한 잘피 생육지 복원을 목적으로 안도와 화태 연안에 잘피어장을 0.5ha 조성하였다.

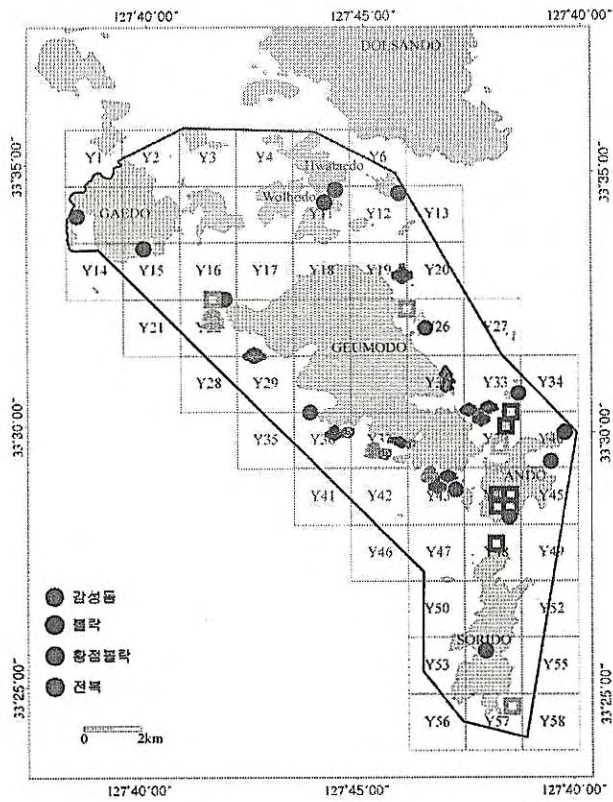
또한 대국민 홍보 및 전시를 위하여 전남바다목장 모형도와 조감도 및 영상물이 제작되었다(표 3-4-2). 바다목장사업의 필요성과 사업성과에 대한 대국민 홍보자료로 활용하기 위한 조감도는 지형과 구조물 등을 실사에 가까운 느낌을 표현하도록 3D와 2D그래픽을 병행하여 디자인하였으며, 3D 조감도

의 기능별 구조물 내용을 구분하여 디테일한 조감도를 제시하였다. 수중 기능별 구조물로 다목적 연안어초, 연약지반 강제어초, 피라미드형 강제어초, 돛형 강제어초, 상자형 강제어초, 콘크리트 사각어초, 선박형 어초, 다목적 강제어초 등을 첨가하였으며, 환경관측부이 등 해상 기능별 구조물을 삽입하여 일반인이 쉽게 인지하고 식별할 수 있는 3D 조감도를 작성하였다.

전남바다목장사업의 홍보 및 미래 비전 제시를 위한 영상물은 기능별로 구분하여 어장에 대한 환경, 생태계 조사연구 등 어장관리, 인공어초어장, 해조장 조성사업 등 어장조성, 종묘방류 및 효과조사 등 자원조성, 바다목장의 이용 관리 방안 및 자율관리와 체계 구축 등 이용관리로 구성하였으며, 청취자의 감성에 호소할 수 있는 Epilogue 구성하였다.

표 3-4-2. 2007년 전남바다목장 기타 시설사업 실적

사업명	계획	실적	비고
seed bank시설	2.0ha	2.0ha	남면 안도 이야포지선
잘피장조성	0.5ha	0.5ha	남면 안도, 화태도
모형도 제작	1식	1식	사무실
개념도 작성	1식	1식	사무실
바다목장 영상물 제작	1식	1식	사무실



- | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------|
| * 2007년 이전 시설된 어초 * | | * 2007년 시설된 어초 * | |
| □ 유배락어초 | □ 팔각반구형경제어초 | ● 대형강제 | ● 2단상자형강제어초 |
| □ 피복석 + TTP | □ 세리미어초 | ● 동형인양지반용강제 | ● 장삼각형어초 |
| □ 피라미트 | □ 통형, 사다리꼴 역형경제어초 | ● 연봉2단강제어초 | ● 신요철형어초 |
| □ 해중잠다목적어초 | | ● 팔각반구형대형강제 | ● 패조형용대형세라믹 |
| | | ● 사각원크리트어초 | ● 반침니형용중심초 |

그림 3-4-1. 전남바다목장 2007년 시설사업 결과.

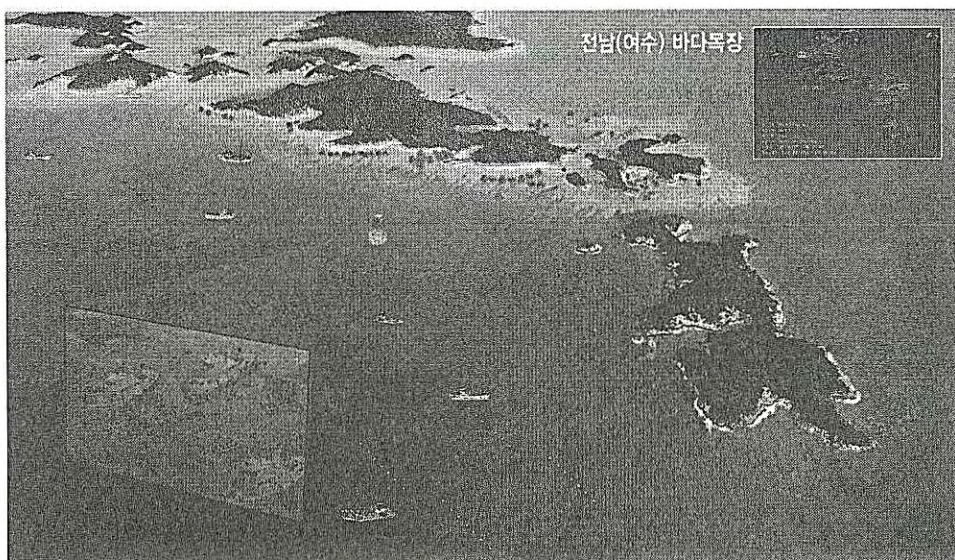


그림 3-4-2. 전남바다목장 조감도

제5절 결론 및 고찰

대상생물의 서식환경에 적합한 인공어초 어장을 조성하고, 그 곳에 종묘를 방류하여 생존율을 향상시키며, 적정 어획을 통하여 지속적으로 어획 생산성을 유지 및 증강시키기 위한 바다목장 시설사업은 인공어초 시설사업, 종묘방류사업, 및 기타 시설사업으로 구분되어 추진되었다.

인공어초 시설사업은 생산력이 높은 해역으로 수많은 해양생물에게 서식처와 산란장, 성육장을 제공하는 중요한 역할을 하며, 목적으로 하는 대상종의 생태적 특성과 지반특성을 포함한 시설예정 해역의 해양특성을 동시에 고려하여 시설될 때 시설효과는 더 높게 나타날 것이다. 종묘방류사업은 자원증강을 위한 가장 적극적인 방법으로 대상해역의 환경조건에 맞는 대상 종을 선정하고 방류할 지역의 자연 조건이나 생물학적 특성을 고려하여 방류하는 것이 중요한 과제이다. 기타 시설사업으로는 연안 생태계에서 주요한 일차 생산자로서 어류 또는 무척추동물물을 포함한 다양한 분류군의 서식기반으로서 군집의 이차생산력을 높이는 역할을 하고 있는 해조장 및 잘피장 조성 사업이 실시되었다. 바다목장사업의 대국민 홍보 및 전시를 위하여 전남바다목장 모형도와 조감도 및 영상물이 제작되었다.

어장조성을 위한 시설사업은 각 해역 연구소 인공어초 분야 전문가 모임과 기술자문회의를 통해 선정된 어초를 각 해역에 시설하였다. 인공어초 시설사업은 전남바다목장 해역의 주 대상어종인 감성돔의 생태를 고려하여 배치 설계를 하였으며, 시설된 어초 중 강제어초는 2단상자형 강제어초 등 5종 19기이고, 콘크리트 어초는 정삼각뿔어초 등 3종 250개를 2007년에 시설하였다. 또한 어초 제작 기간 등의 문제로 2007년 계약한 반툽니형해중립초(50개), 상자형콘크리트어초(20개), 사각형콘크리트어초(300개)와 서해 Hebei Spirit 유류 유출 사고로 인한 서해바다목장 시설사업 중단으로 미집행 예산을 전남바다목장 시설사업비에 편성시킴에 따라 대형강제어초(2기), 중형연약지반용강제어초(4기), 정삼각뿔형어초(100개), 원통2단강제어초(6기), 팔각반구형대형강제어초(5기)를 추가 시설하였다. 2007년 사업이 완료됨에 따라 감성돔 이동경로를 중심으로 한 인공어초 전남바다목장 시설사업은 기본 계획을 완성한 것으로 판단되며, 2008년부터는 안도를 중심으로 한 성육장, 소리도 남단을 대상으로 한 월동장 및 이야포만을 중심으로 한 생태자원 집중해역 등 특화된 시설이 필요한 것으로 판단된다.

수산자원 조성을 위한 종묘방류 사업은 전문가 워크숍을 통하여 방류품종의 생물학적 자료를 고려하여 방류 장소 및 시기를 조정하였으며, 전남바다목장 주 대상 어종인 감성돔 700,000 마리를 이야포만 등 7개소에 방류하였고, 황점볼락 16,500 마리를 화태 연안에 방류하였다. 그리고 연안 정착성 어류인 볼락 100,000 마리를 안도 연안에 방류하였으며, 패류 자원 조성을 위해 전복 200,000 마리를 금오도, 안도, 화태, 연도, 평간도 해역에 방류하였다. 그러나 돌돔 등 일부 품종은 계절적으로 종묘의 확보가 불가능하여 방류를 실시하지 못하였다. 따라서 2008년부터 종묘방류 사업은 조기에 추진함으로써 안정적인 종묘확보 및 방류효과 향상을 유도할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 다양한 품종을 방류함으로써 자연 생태계의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

2007년 기타시설사업으로 추진된 해조류 seed bank는 인근 해역의 다년생 해조류 모조역할을 할 수 있을 것으로 판단되며, 단년생 해조류의 양식으로 전복 등 패류자원의 먹이원으로 공급할 수 있을 것이다. 아울러 바다목장 생물자원의 생산성 향상을 위한 잘피 생육지 복원은 바다숲 조성을 통한 생태계 복원의 중요한 역할을 수행할 것으로 판단되며, 지속적인 사업 추진이 요구된다.

사업의 성과를 결정하는 중요한 요인으로 홍보의 중요성이 강조되고 있다. 바다목장사업의 대국민 홍보 및 전시를 위하여 전남바다목장 모형도와 조감도 및 영상물이 제작되었으며, 이러한 결과물은 바다목장사업의 필요성과 사업성과 및 미래 비전을 제시를 위하여 중요하게 활용될 것이다.

제4장 종합고찰

여 백

제4장 종합고찰

바다목장의 목적은 대상생물의 서식환경에 적합한 인공어초 어장을 조성하고, 그 곳에 종묘를 방류하여 자원량을 증가시키며, 적정 어획을 통하여 지속적으로 어획 생산성을 유지하거나 증강시키는 것이다. 이러한 목적으로 효과적인 바다목장사업을 위해서는 첫째, 해역 특성에 적합한 인공어초 시설에 의한 자원조성 및 생태계 개선 사업을 위해, 바다목장 해역에 적합한 인공어초 모델과 배치 기술을 개발하고 인공어초에 의한 체험관광과 유어어장을 확대할 수 있는 시설사업과 어장 조성 효과 극대화를 위한 연구개발사업을 추진하여야 하며, 둘째, 우량 품종 방류 및 대상종의 행동패턴 분석을 통한 자원조성 사업 효과 향상 연구를 수행하여야 한다. 그리고 셋째, 바다목장 해역의 해양환경 변동실태를 정기적으로 조사하여 과학적인 바다목장 관리를 위한 정보 생산과 해역별 자원 조사를 통해 자원상태를 평가하고 효과적인 관리방안을 모색함으로써 대상자원을 안정적인 수준으로 회복시켜 지속적으로 이용·관리할 수 있는 시스템을 구축하여야 한다.

2007년 전남바다목장사업은 2단계 4차년도로 연구개발사업과 시설사업의 효율적 추진을 위한 총괄관리, 어장과 자원조성 기술개발 및 적용 단계로서 연구개발사업과 시설사업으로 구분하여 추진되었다. 총괄관리 분야는 연구개발사업의 추진체계 수립 및 인공어초, 종묘방류 지침 수립 등 향후 추진될 바다목장 사업의 운영체계 확립 및 기반 구축을 위해 사업별 로드맵, 업무흐름도, 연구개발사업 지침, 시설사업 지침을 수립하고자 추진하였다. 바다목장사업의 제도적 기초 마련을 위해 해역 현안 사항 수립을 위한 지역협의회 구성과 바다목장사업의 효율적 운영을 위한 운영위원회를 구성하여 사업의 공정성을 확보하고자 하였으며, 2007년 총괄관리 업무에서 도출된 결과들은 2008년 수정 및 보완 작업을 통해 보다 업무 효율성과 공정성을 확보하고자 계속 수행할 예정이다.

연구개발사업은 어장 및 자원조성분야, 해양환경특성조사 및 자원평가 분야, 바다목장 이용관리 분야로 구분하여 수행되었으며, 어장 및 자원조성 분야는 중간육성 시험 및 방류효과조사, 인공어초 및 전복 방류량 산정 연구, 방류용 건강종묘생산 등, 해양환경 및 자원평가 분야는 해양환경 및 생물군집특성조사, 자원조사 및 평가, 생태계 모델 개발 및 먹이생물조사, 이용관리 분야는 이용관리에 관한 연구를 수행하여 그 결과를 도출하였다. 바다목장과 자원조성은 급속히 감소하고 있는 연안의 어업자원을 증대시키고 황폐화되고 있는 연안환경과 생태계를 개선할 수 있는 유일한 희망이라고 하여도 과언이 아닐 것이다. 그러나 바다목장의 조성과 관리기술에 대해서는 현재까지 모범적인 모델이 개발되어있지 않고 우리나라는 물론 세계적으로도 개발 역사가 일천한 신생기술과 학문분야로서 각 나라와 해역의 자연 환경과 여건에 적합한 바다목장을 개발하기 위해 많은 시행착오를 거치며 개발되고 있는 과정에 있을 뿐이다. 따라서 단기기간에 바다목장의 조성과 관리기술의 확립을 목표로 하기보다, 오히려 연구와 기술개발에 대한 지속적인 투자를 통하여 바다목장의 연구와 기술개발 기반과 역량을 건설하게 확대해 나감으로서, 지속적으로 바다목장의 조성과 관리기술을 축적하는 한편 축적된 기술을 활용하여 지속적으로 연안생태계를 개선하고, 자원을 증대시켜 나가는 것이 연안어업을 활성화 하는 가장 확실한 방안이 될 것이다.

어장 및 자원조성을 위한 시설사업으로 인공어초 시설사업은 전남바다목장 해역의 주 대상어종인 감성돔의 생태를 고려하여 배치 설계하였으며, 시설된 어초 중 강제어초는 2단상자형 강제어초 등 5종 19기이고, 콘크리트 어초는 정삼각뿔어초 등 3종 250개를 2007년 시설하였다. 어초 제작 기간 등의 문제로

2007년 계약 후 2008년 4월 시설 예정인 반툽니형해중립초(50개), 상자형콘크리트어초(20개), 사각형콘크리트어초(300개)와 서해 Hebei Spirit 유류 유출 사고로 인한 서해바다목장 시설사업 중단으로 인한 미집행 예산을 전남바다목장 시설사업비에 편성시킴에 따라 대형강제어초(2기), 중형연약지반용강제어초(4기), 정삼각뿔형어초(100개), 원통2단강제어초(6기), 팔각반구형대형강제어초(5기)를 추가 시설할 예정이다. 수산자원 조성을 위한 종묘방류 사업은 주 대상 어종인 감성돔 등 865,000 마리를 방류하였고, 패류 자원 조성을 위해 전복 200,000 마리를 금오도, 안도, 화태, 연도, 평간도 해역에 방류하였다.

2007년 시설사업이 완료됨에 따라 감성돔 이동경로를 중심으로 한 인공어초 전남바다목장 시설사업은 기본 계획을 완성한 것으로 판단되며, 2008년부터는 안도를 중심으로 한 성육장, 소리도 남단을 대상으로 한 월동장 및 이야포만을 중심으로 한 생태자원 집중해역 등 특화된 어장조성 시설이 필요한 것으로 판단된다. 또한 다양한 품종을 방류함으로써 자연 생태계의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 아울러 바다숲 조성을 통한 생태계 복원사업을 지속적으로 추진하여야 할 것으로 판단된다.

전남 다도해형 바다목장사업은 2008년까지 추진 계획이었으나 2010년까지 연장됨에 따라 2008년까지 자원조성 및 실 해역 적용기술을 완료한 후 2009년부터 3단계 사업을 추진하는 것이 효과적이다. 따라서 2008년까지는 자원 및 어장 조성 등 시설사업과 종묘생산 기술개발 등 연구개발사업을 지속적으로 추진하고 3단계인 2009년부터는 마무리 시설 사업과 해양환경과 자원 모니터링에 의한 효과조사 및 이용관리 방안 수립을 통한 사후관리 사업이 추진 될 예정이다. 특히 2008년부터는 전남 바다목장의 특성을 살리고, 대국민 해양체험의 관광 분야 개발을 위한 기초 시설사업을 추진함으로써 3단계인 2009년에 실질적인 관광 시설이 완성될 수 있도록 추진할 것이며, 2010년에 보완하여 바다목장 조성 완료 후 지방자치단체에 이관하여 대국민 이용이 가능하도록 추진되어야 할 것이다.

부 록

여 백

전남바다목장 인공어초 시설현황

번호	품 목	수량	재질	시설지역	시설위치	시설년도	비고
1	어패류용세라믹	33기	강재	소리도 수향도 금오도	127° 48.277E 34° 24.764N 127° 46.180E 34° 32.175N 127° 41.895E 34° 32.391N	2003.12	
2	돔형복합 강제어초	1기	"	이야포	127° 48.21818E 34° 28.67550N	2004.03	
3	사다리꼴 강제어초	1기	"	"	127° 48.21818E 34° 28.67550N	2004.03	
4	점보형강제어초	1기	"	"	127° 48.33552E 34° 28.60328N	2005.04	
5	다목적강제어초	1기	"	"	127° 48.35353E 34° 28.60328N	2005.04	
6	피라밧강제어초	6기	"	안 도	127° 48.100E 34° 28.589N	2005.04	
7	연안다목적어초	20기	콘크 리트	초삼서 안 도	127° 48.356E 34° 30.199N 127° 48.41192E 34° 29.71112N	2005.04	
8	굴패각강제어초	10기	강재	이야포	127° 48.15253E 34° 28.44880N	2005.12	
9	피라밧강제어초	13기	"	초삼서 안도북쪽 이야포 작 은 이야포 "	127° 48.476E 34° 30.215N 127° 48.373E 34° 29.629N 127° 48.28338E 34° 28.35148N 127° 49.132E ° 28.564N 127° 48.820E 34° 28.566N	2005.12	
10	석탑형 다기능어초	39기	콘크 리트	초삼서 중삼서 안 도 역 포	127° 48.351E 34° 30.203N 127° 48.378E 34° 30.791N 127° 48.411E 34° 29.584N 127° 48.345E 34° 27.681N	2006.01	
11	팔각반구형어초	1기	강재	안도	127° 48.356'E 34° 29.627'N	2005.12	

번호	품 목	수량	재질	시설지역	시설위치	시설년도	비고
12	테트라포트	200기	콘크리트	이야포	127° 48.28338'E 34° 28.35148'N	2006.01	
13	피복석	1,000루베	자연석	"	127° 48.28338'E 34° 28.35148'N	2006.01	
14	해조장	1식	로프	"	127° 48.320'E 34° 28.773'N	07.3.12.	
15	피라밋강제어초	10기	강재	소룡단 안도북쪽 이야포 작은이야포	127° 48.24852'E 34° 24.82842'N 127° 48.428'E 34° 29.807'N 127° 48.238'E 34° 28.398'N 127° 48.820'E 34° 28.566'N	07.7.31	
16	자연석	1800루베	자연석	이야포	127° 48.54685'E 34° 28.53112'N	07.8.9	
17	테트라포트	300기	콘크리트	"	127° 48.54685'E 34° 28.53112'N	"	
18	석탑형 다기능어초	50기	콘크리트	안도북쪽 초삼서 백금만 백금만	127° 48.630'E 34° 29.833'N 127° 48.343'E 34° 30.192'N 127° 49.22952'E 34° 29.65630'N 127° 48.93655'E 34° 29.35702'N	07.8.10	
19	육각별강제어초	2기	강재	백금만	127° 49.486'E 34° 29.662'N	07.8.17	
20	팔각별강제어초	2기	"	"	127° 49.159'E 34° 29.389'N	"	
21	팔각반구형 강제어초	4기	"	소룡단 음향급이	127° 48.347'E 34° 24.730'N 127° 48.310'E 34° 29.716'N	07.8.20	
22	석탑형 다기능어초		콘크리트	백금만 백금만			
23	대형강제어초	2기	강재	미포	127° 47.5177'E 34° 30.5017'N 127° 47.6079'E 34° 30.3021'N	2007.11	WGS 84

번호	품 목	수량	재질	시설지역	시설위치	시설년도	비고
24	원통2단 강제어초	4기	강재	미 포 막 포 막 포 막 포	127° 47.5427'E 34° 30.4503'N 127° 46.4511'E 34° 29.1833'N 127° 46.7954'E 34° 29.2287'N 127° 46.7928'E 34° 29.1812'N	2007.11	WGS 84
25	중형연약지반용 강제어초	2기	"	미 포	127° 47.4294'E 34° 30.3703'N 127° 47.6624'E 34° 30.4312'N	2007.11	"
26	패조류용대형 세라믹어초	50개	"	막 포	127° 46.1703'E 34° 29.6453'N	2007.11	"
27	2단상자형 강제어초	5기	"	남 면 직원포	127° 44.4426'E 34° 29.9653'N 127° 44.6084'E 34° 30.0457'N 127° 44.8052'E 34° 30.0101'N 127° 44.9970'E 34° 30.0001'N 127° 45.1978'E 34° 29.9098'N	2007.12	"
28	팔각반구형대형 강제어초	6기	"	막 포	127° 45.6779'E 34° 29.6316'N 127° 45.6640'E 34° 29.5325'N 127° 45.7792'E 34° 29.5374'N 127° 45.7984'E 34° 29.5889'N 127° 46.6646'E 34° 29.1845'N 127° 46.3619'E 34° 29.1890'N	2007.12	"
29	신요철형어초	100개	콘크 리트	심 포	127° 46.0703'E 34° 29.7308'N	2007.12	"
30	정삼각뿔형어초	100개	콘크 리트	우학리	127° 46.9385'E 34° 30.7231'N	2007.12	"
31	중형연약지반용 강제어초	4기	강재	막 포	127° 46.300'E 34° 29.195'N 127° 46.538'E 34° 29.217'N 127° 46.709'E 34° 29.212'N 127° 46.713'E 34° 29.167'N	2008.04	"

번호	품 목	수량	재질	시설지역	시설위치	시설년도	비고
32	정삼각뿔형어초	100개	콘크리트	우학리	127° 46.8570'E 34° 31.0010'N	2008.04	"
33	원통2단 강제어초	6기	강재	용 봉 " 수향도 " "	127° 43.7500'E 34° 30.2300'N 127° 43.9240'E 34° 30.2270'N 127° 46.6480'E 34° 32.3460'N 127° 46.8310'E 34° 32.3400'N 127° 46.2950'E 34° 32.6190'N 127° 46.3090'E 34° 32.4820'N	2008.04	"
34	팔각반구형대형 강제어초	5기	"	용 봉 수향도 " "	127° 43.8420'E 34° 30.2320'N 127° 46.7280'E 34° 32.4240'N 127° 46.7230'E 34° 32.2750'N 127° 46.2120'E 34° 2.5470'N 127° 46.3950'E 34° 32.5480'N	2008.04	"
35	대형강제어초	2기	"	용봉리 수향도	127° 43.8400'E 34° 30.3070'N 127° 43.8420'E 34° 30.1570'N	2008.05	"
36	반톱니형해중림초	50개	콘크리트	심 포	127° 46.1960'E 34° 29.6750'N	2008.05	"
37	상자형어초	20개	"	우학리	127° 45.1350'E 34° 30.0480'N	2008.05	"
38	사각형어초	600개	"	소 유 소 유 안 도 우학리 연 도	127° 46.3120'E 34° 32.5520'N 127° 46.7110'E 34° 32.3230'N 127° 48.5990'E 34° 29.8500'N 127° 45.1620'E 34° 30.0410'N 127° 48.2720'E 34° 24.7630'N	2008.05	"

청렴계약 이행각서(표준안)

(사업명 :)

국립수산과학원에서는 「부패 없는 투명한 행정」이 사회발전과 국가 경쟁력에 중요한 관건이 됨을 깊이 인식하여 「유리알처럼 맑고 깨끗한 구매행정」을 구현하고자 국립수산과학원에서 발주하는 모든 공사·물품·용역에 대하여 청렴계약제를 시행합니다.

- 본인은 바다목장사업단에 근무하면서 우리 사업단에서 발주하는 모든 공사·물품·용역 등의 조달업무를 수행함에 있어 관계법령에 규정된 내용과 절차에 따라 공정하고 투명하게 집행함은 물론 그 내용을 실시간으로 공개하고 청렴계약이행에 적극 협조하겠습니다.
- 입찰, 계약 및 계약이행과정에서 이유여하를 막론하고 금품이나 향응 등 부당한 이익 제공을 요구하지도 않고 받지도 않겠으며, 이를 위반할 시에는 징계 등 관계법에 따라 책임(연대책임)질 것을 서약합니다.
- 또한 내부비리 제보자에 대하여 어떠한 불이익 조치도 하지 않겠습니다.

200 . . .

계약담당공무원 및 발주부서 업무담당자

(인)

해양수산연구원

(인)

해양수산연구소

(인)

국립수산과학원장 귀하

제 작 완 료 검 사 신 청 서

사 업 명 :

투 하 장 소 :

제 작 장 :

계 약 금 액 :

계 약 일 : 년 월 일

착 공 일 : 년 월 일

제 작 완료일 : 년 월 일

준 공 예정일 : 년 월 일

어 초 의 종 류 :

어 초 갯 수 :

위의 시설사업에 대해서 계약된 물량의 인공어초제작이 완료됨에 따라 제작완료검사를 신청하오니 검사하여 주시기 바랍니다.

200 년 월 일

주 소 ○○○ ○○○ ○○○

회 사 명 ○ ○ ○ ○ ○

대 표 이 사 ○ ○ ○ (인)

국립수산과학원 재무관 귀하

제작완료 검사 보고서

□ 사업현황

- 사업명 : 서해바다목장 정삼각뿔형 인공어초 시설사업
- 사업내역
 - 물량 :
 - 사업기간 : 2007. 10. . ~12. .
 - 시행사 :
 - 현장대리인 :

□ 제작완료 주요 검사항목

- 규격
 - 실측 : 설계도면 상의 규격대로 제작되었는지 여부를 실측
 - 재료 규격 및 치수 확인
- 용접상태
 - 육안검사 : 용접 비드 상태 확인, 용접장 길이 등
 - 자분탐상 : 공인기관의 자분탐상 검사 실시 (검사위치 및 수량)

□ 검사결과

전체적으로 설계도서상의 규격대로 이상 없이 제작 되었으나 아래와 같이 보완할 사항이 있어 보완지시하고 현장조치 완료하였음

- 서류검토 : 입고 자재 증명원 확인 및 검사, 자분탐상검사서 확인
- 현장 조치사항 (편의상 4기를 A,B,C,D로 구분) :
 - A 가) 외철판 맞대기 용접 누락
 - 나) 경사판 작업보조대 제거
 - 다) 3층 125×125 H빔 용접부위 누락 : 2개소
 - B 가) 2층 경사판 앵글제거
 - C 가) 경사판 작업보조대 제거
 - D 가) 각진 부분 후면 덧대기 정리
 - 나) 외철판 후면 덧대기 정리

- ※ 붙임 1. 현장조치사항 완료 사진대지
2. 자분탐상 검사보고서(주 한국공업엔지니어링)
3. 현장검사 관련 사진자료

작성자 검사관

해양수산연구소

(인)

감 독 조 서

사 업 명			
계 약 자			
계약금액		준공금액	
계약일자		착공일자	
준공기한		투하예정	
제작완료 검사일자			

위 사업에 대한 감독자로 임명을 받아 년 월 일까지 실시 현장을 감독한 결과, 설계도서, 제시방서, 품질관리기준 및 기타 계약조건의 내용과 같이 제작 완료되었기에 본 조서를 제출함.

200 년 월 일

감 독 관 : 해양수산연구소

①인

국립수산과학원 재무관 귀하

투하 완료 조서

사 업 명			
계 약 자			
계약금액			
어초종류 및 물량		투하 위치좌표	
<p>위 사업에 대한 인공어초 투하 입회의 명을 받아 200 년 월 일 입회한 결과 계획 물량, 투하시설 위치 및 투하상태가 투하계획서, 인공어초 시설계획서와 상이 없이 투하완료 되었음을 확인합니다..</p> <p>붙임 : 1. 투하 사진 1부. 2. 투하완료 인공어초 사진(DGPS 장착 어군탐지기 사진) 1부.</p> <p style="text-align: center;">200 년 월 일</p> <p>입회자 : 1. (날인·서명) 2. (날인·서명) 3. (날인·서명) 4. (날인·서명)</p> <p>국립수산과학원 재무관 귀하</p>			

【별첨】

1. 인공어초 제조 구매 공고안

【입찰공고안】

국립수산과학원 공고 제2007 - 호

물품 제조·구매 전자입찰 공고

1. 입찰에 부치는 사항

가. 입찰건명: 인공어초 제조·구매 계약

나. 품명 및 수량:

품명	수량	규격
점보형 어초	10기	세부규격은 별첨 설계도서 참조
사각어초	100기	"

다. 납품기한: 계약일로부터 일 이내

라. 납품장소: 전남바다목장(시설 위치는 설계도서 참조)

마. 추정금액: 원(부가가치세 포함)

2. 입찰방식

가. 전자입찰, 총액입찰입니다.

나. 가격입찰 후 적격심사대상 입찰입니다.

다. 적격심사기준은 조달청 물품구매 적격심사 세부기준(조달청 공고 제2007-12호, 2007. 4.24)이 적용됩니다.

3. 입찰참가자격

가. 「국가를당사자로하는계약에관한법률 시행령」 제12조 및 같은 법 시행규칙 제14조의 규정에 의한 입찰참가자격을 갖춘 업체로서 건설산업기본법에 의한 일반건설업 중 토목공사업(토목건축공사업 포함) 등록업체이나 전문건설업 중 수중공사업 등록업체(또는 전문건설업 중 금속구조물·창호공사업 등록업체)이어야 합니다.

※ 강제어초인 경우 전문건설업 중 금속구조물·창호공사업 등록업체도 포함

나. 상기 어초를 제작하기 위한 제작장을 전남바다목장 인근지역인 여수시 일대에 확보할 수 있어야 하며 적격심사서류 제출 시 근거서류를 제시하여야 합니다.

다. 본 입찰은 전자입찰방식으로 집행되므로 “조달청전자입찰이용자등록”을 한 업체여야 하며, 미등록 업체는 국가종합조달시스템 홈페이지(<http://www.g2b.go.kr>)의 이용자등록 안내에 따라 등록하여야 합니다.

4. 입찰참가신청 및 입찰보증금

가. 입찰참가자격이 있는 자가 3항에 따라 입찰참가자격등록을 하였거나 나라장터 시스템에 등록사항이 게재된 경우에 입찰참가신청을 한 것으로 봅니다.

- 나. 입찰보증금의 납부는 입찰보증금 납부계약 내용이 포함되어 있는 입찰서 제출로 갈음합니다.
- 다. 입찰보증금의 국고귀속에 관하여는 국가를당사자로하는계약에관한법률 시행령 제38조의 규정에 의합니다.

5. 입찰서 제출

- 가. 본 입찰은 반드시 조달청 국가종합전자조달시스템에 의해 전자입찰로만 집행하며, 한번 제출한 입찰서는 취소하거나 수정할 수 없습니다. 단 조달청 국가종합전자조달시스템전자입찰특별유의서 제8조의 규정에 따라 취소를 신청할 수 있습니다.
- 나. 입찰서 제출기간: 2007. . () 09:00 ~ 2007. . () 18:00
- 다. 입찰서 제출 마감일에 임박하여 투찰을 하게 되면 입찰서의 집중 제출로 인하여 시스템의 장애가 발생할 수도 있으니 가능한 충분한 시간을 두고 미리 투찰하여 시스템 장애로 인한 불이익을 당하지 않도록 하여 주시기 바랍니다.
- 라. 전자입찰시스템의 장애로 입찰이 연기될 경우 전자입찰시스템 장애발생 이전에 유효하게 접수된 것으로 보며 입찰서를 다시 제출할 수 없습니다.
- 마. 입찰서의 제출확인: 국가종합전자조달(G2B) 홈페이지의(<http://www.g2b.go.kr>)을 이용하시기 바랍니다.

6. 개찰일시 및 장소

- 가. 일 시: 2007. . ():
- 나. 장 소: 국립수산과학원 총무팀 입찰집행관 PC

7. 낙찰자 결정

- 가. 예정가격 이하로서 최저가 입찰자부터 적격심사 평가점수를 환산하여 종합평점이 85점 이상인 최저가 입찰자를 낙찰자로 결정합니다.
- 나. 동일가격의 최저가 입찰자가 2인 이상으로서 적격심사 종합평점이 85점 이상인 경우 최고점수인자를 낙찰자로 결정합니다. 다만, 종합평점도 동일할 경우 추첨에 의해 낙찰자를 결정합니다.
- 다. 본 입찰의 예정가격은 구매예정금액(기초금액)의 ±2% 금액의 범위내에서 작성된 서로 다른 15개의 예비가격번호 중 입찰참가자 전원이 2개씩 추첨한 결과, 가장 많이 추첨된 번호순으로 4개를 선정하여 각 번호에 해당하는 예비가격을 산술평균한 금액으로 합니다.

8. 입찰 무효에 관한 사항

- 가. 국가를당사자로하는계약에관한법률 시행령 제39조 및 같은 법 시행규칙 제44조, 물품구매입찰유의서 제12조 및 물품구매전자입찰특별유의서에 의합니다.

9. 기타 입찰에 필요한 사항

- 가. 입찰참가자는 입찰에 참가하기 전 반드시 「국가를당사자로하는계약에관한법률」 등의 입찰 관련법령 및 국가종합전자조달시스템전자입찰특별유의서, 물품구매계약일반조건, 물품구매계약특수조건, 기타 입찰에 필요한 모든 사항을 숙지하시고 입찰에 응하여야 합니다.
- 나. 기타 전자입찰 운영에 따른 문의사항은 조달청 전자조달 콜센터(☎1588-0800)에 문의하여 주시기 바라며, 장애발생에도 불구하고 문의를 하지 않아 발생하는 모든 책임은 입찰참가자에게 있습니다.
- 다. 본 입찰과 관련한 입찰공고 및 입찰결과는 국립수산과학원 홈페이지(<http://www.nfrdi.go.kr>) 및 국가 종합 전자 조달 시스템 홈페이지(<http://www.g2b.go.kr>)에 게재하오니 참고하시기 바랍니다.

- 라. 기타 자세한 사항은 국립수산과학원 총무팀 ○○○(051-720-2051, 계약)와 바다목장사업단 홍정표(051-720-2920, 규격)에로 문의하여 주시기 바랍니다.
- 마. 본 입찰은 청렴계약이행을 준수하여야 하며 청렴계약입찰특별유의서 및 청렴계약특수조건을 숙지하여야 합니다.

2007년 월 일

국립수산과학원 재무관

(별표1) 제조원가계산서					
품명: 불락수량 (만):	10				
규격: 단위: 제조기간: 전장 6cm 이상, 마리, 5개월 (단위: 원)					
구분비목	금액	구성비	비고		
재료비	직접재료비	1,000,000		기초계산서(제1호표)	
	간접재료비	10,000,000		기초계산서(제2호표)	
	작업설비부산물 등(₩A)	0		기초계산서(제3호표)	
	소 계	11,000,000			
노무비	직접노무비	12,236,625		기초계산서(제4호표)	
	간접노무비	534,408		기초계산서(제5호표)	
	소 계	12,771,033			
경비	전력비	7,290,000		기초계산서(제6호표)	
	수도광열비	3,570,000		기초계산서(제7호표)	
	운반비	0		기초계산서(제8호표)	
	감가상각비	4,166,667		기초계산서(제9호표)	
	수리수선비	4,166,667		기초계산서(제10호표)	
	특허권사용료	0		기초계산서(제11호표)	
	기술료	0		기초계산서(제12호표)	
	연구개발비	0		기초계산서(제13호표)	
	시험검사비	0		기초계산서(제14호표)	
	지급임차료	2,250,000		기초계산서(제15호표)	
보험료	보험료	200,000		기초계산서(제16호표)	
	복리후생비	3,000,000		기초계산서(제17호표)	
보관비	보관비	0		기초계산서(제18호표)	
	외주가공비	0		기초계산서(제19호표)	
산업안전보건관리비	산업안전보건관리비	0		기초계산서(제20호표)	
	소모품비	2,500,000		기초계산서(제21호표)	
여비교통비통신비	여비교통비통신비	1,000,000		기초계산서(제22호표)	
	세금과공과	500,000		기초계산서(제23호표)	
폐기물처리비	폐기물처리비	0		기초계산서(제24호표)	
	도서인쇄비	0		기초계산서(제25호표)	
지급수수료	지급수수료	0		기초계산서(제26호표)	
	기타법정경비	0		기초계산서(제27호표)	
	소 계	28,643,333			
일반관리비(14)%	4,141,437		기초계산서(제28호표)		
이윤(15)%	6,583,370		기초계산서(제29호표)		
총원가		63,139,173			
마리당 단가 (원) :	631				

일 상 감 사 의뢰서

수 신 : 연구운영팀장				사무관	과 장
발 신 : 바다목장사업단장					
주관부서	바다목장 사업단	최종결재자		의뢰일시	
건 명	전남바다목장 방류용 감성돔 구매 계약			회신기일	
<p>1. 내용요지</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전남(여수)바다목장 종묘방류를 위한 감성돔 종묘 구매 계약 <ul style="list-style-type: none"> - 규격 : 전장 7cm 이상 - 수량 : 70만마리 - 입찰 예정금액 : 350백만원 - 입찰방법 : 희망수량 경쟁입찰 - 특기사항 <ul style="list-style-type: none"> · 지역제한(전라남도 및 경상남도) 요청(지역제한 사유 별첨) · 입찰 물량의 최소단위는 25만마이며 5만마 단위로 추가 응찰할 수 있음 (품질의 부실을 방지하고 원활한 방류를 위하여 수요수량의 50%를 최소 입찰물량으로 정함) <p>2. 의뢰자 의견 및 기타</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 종묘를 납품하고자 하는 자는 공고일 이전에 종묘생산 방류사업규정에 정한 자격을 모두 갖춘 자로 하며, ○ 형질이 우수하고 건강하며 방류 후 생존율이 향상되도록 하기위하여 납품계약 체결 시에는 반드시 종묘생산확인서 및 질병검사결과를 확인하여야 함. ○ 종묘 납품지는 가검수 후 감독공무원의 지시에 따라 종묘의 활력을 최대로 유지하고 충격을 최소화 할 수 있는 방법으로 당일 중 운송 및 방류하여야 함. ○ 감성돔은 전남바다목장사업의 주 대상종으로 양질의 종묘가 방류된다면 자원조성의 효과가 높을 것으로 판단됨 					
접수번호		접수일자		수 명 자	
				처리기한	

2. 수산종묘 구매 공고안

【입찰공고안】

국립수산과학원 공고 제2007 - 호

수산종묘 구매 전자입찰 공고

1. 입찰에 부치는 사항

- 가. 입찰건명: 전남바다목장 방류용 수산종묘 구매 계약
- 나. 입찰방법: 전자입찰, 제한경쟁, 희망수량 단가입찰
- 다. 품종 및 구입내역: 별첨 「세부규격 및 납품조건」 참조
 - 품명 및 물량: 마리
 - 구매예정금액(사업비): 원
- 라. 납품기한: 계약일로부터 일 이내
- 마. 납품장소: (방류해역 위치도 별첨)

2. 입찰참가자격

- 가. 「국가를당사자로하는계약에관한법률 시행령」 제12조 및 같은 법 시행규칙 제14조의 규정에 의한 입찰참가자격을 갖춘 업체로서 당해 사업자등록증을 교부받고, 「수산업법」 제41조, 제44조에 의한 종묘생산허가 허가를 득하거나 신고하고, 직접 자가생산(타 양식장에서 구입한 수정란 부화생산 종묘 포함)하여 관리상태가 양호한 우량종묘를 확보하고 있는 자(업체)이어야 합니다.
 - ※ 사업자 선정 시 제외 대상
 - 자연산 종묘를 채포 또는 매입하여 납품하고자 하는 자
 - 타인이 생산한 종묘를 매입 등으로 확보하여 납품하고자 하는 자
- 나. 입찰 공고일 전일 현재 주된 영업소재지가 전남도 또는 경남도이어야 하며, 입찰일까지(낙찰자는 계약체결일까지) 당해 자격을 계속 유지하여야 합니다.
- 다. 입찰서 제출 마감일까지 위 사항에서 정한 입찰참가자격을 확인할 수 있는 사업자등록증 및 종묘 생산허가증 또는 신고필증을 직접 또는 우편, FAX로 입찰 담당자에게 제출하여야 합니다. FAX로 보내실 경우 입찰 담당자에게 반드시 도착여부를 확인하여야 하고, 확인 못한 책임은 업체에 있음을 알려드리며 우편에 의한 서류제출은 입찰서 마감일까지 도착분에 한해 인정됩니다.
 - 주소: 부산광역시 기장군 기장읍 시랑리 408-1 국립수산과학원 총무팀/ ☎ 051-720-2051/ FAX 051-720-2056
- 라. 본 입찰은 전자입찰방식으로 집행되므로 “조달청전자입찰이용자등록”을 한 업체여야 하며, 미등록 업체는 국가종합전자조달시스템 홈페이지(<http://www.g2b.go.kr>)의 이용자등록 안내에 따라 등록하여야 합니다.

3. 입찰서 제출

- 가. 본 입찰은 반드시 조달청 국가종합전자조달시스템에 의해 전자입찰로만 집행하며, 한번 제출한 입찰서는 취소하거나 수정할 수 없습니다. 단 조달청 국가종합전자조달시스템 전자입찰특별유의서 제8조의 규정에 따라 취소를 신청할 수 있습니다.
- 나. 입찰서 제출기간: 2007. . () 09:00 ~ 2007. . () 18:00

- 다. 입찰서 제출 마감일에 임박하여 투찰을 하게 되면 입찰서의 집중 제출로 인하여 시스템의 장애가 발생할 수도 있으니 가능한 충분한 시간을 두고 미리 미리 투찰하여 시스템 장애로 인한 불이익을 당하지 않도록 하여 주시기 바랍니다.
- 라. 전자입찰시스템의 장애로 입찰이 연기될 경우 전자입찰시스템 장애발생 이전에 유효하게 접수된 것으로 보며 입찰서를 다시 제출할 수 없습니다.
- 마. 입찰서의 제출확인: 국가종합전자조달(G2B) 홈페이지의(<http://www.g2b.go.kr>)을 이용하시기 바랍니다.
- 바. 입찰 물량의 최소단위는 30만 마리이며 10만 마리 단위로 추가 응찰할 수 있습니다(품질의 부실을 방지하고 원활한 방류를 위하여 수요수량의 30%를 최소 입찰물량으로 정함).

4. 개찰일시 및 장소

- 가. 일 시: 2007. . ():
- 나. 장 소: 국립수산물품질관리원 총무팀 입찰집행관 PC

5. 낙찰자 결정

- 가. 낙찰자 결정은 입찰자 중 예정가격(총액)이하로서 최저가격으로 입찰한 자의 순으로 수요수량에 도달할 때까지의 입찰자를 낙찰자로 결정합니다. 낙찰자가 될 동가의 입찰자가 2인 이상일 때에는 입찰 수량이 많은 자를 우선순위의 낙찰자로 하며, 입찰 수량이 동일한 때에는 추첨으로 낙찰자를 결정합니다. 또한 최후 순위 낙찰자의 수량이 다른 낙찰자의 수량과 합산하여 수요수량을 초과할 때에는 그 초과하는 수량에 대해서는 낙찰하지 않은 것으로 처리합니다.
- 나. 2007년 해양수산물사업시행지침에 의거 낙찰자에 대하여 계약 전 사전 현지 확인을 실시하여 별첨의 「세부규격 및 납품조건」을 충족하고 제출서류 및 질병검사결과에 결격사유가 없는 경우 최종낙찰자로 결정되어 계약을 체결하며 낙찰예정자 중 부적격자가 있을 경우 수요수량에 도달할 때까지 최후 순위 다음 순위자를 동일한 방법으로 심사하여 최종 낙찰자로 결정한다.
- 다. 본 입찰의 예정가격은 구매예정금액(기초금액)의 $\pm 2\%$ 금액의 범위 내에서 작성된 서로 다른 15개의 예비가격번호 중 입찰참가자 전원이 2개씩 추첨한 결과, 가장 많이 추첨된 번호순으로 4개를 선정하여 각 번호에 해당하는 예비가격을 산술평균한 금액으로 합니다.

6. 입찰보증금과 국고귀속에 관한 사항

- 가. 입찰보증금의 납부는 조달청 전자입찰서의 납부 이행각서로 같습니다.
- 나. 입찰보증금의 국고귀속에 관하여는 국가를당사자로하는계약에관한법률 시행령 제38조의 규정에 의합니다.

7. 입찰 무효에 관한 사항

- 국가를당사자로하는계약에관한법률 시행령 제39조 및 같은 법 시행규칙 제44조, 물품구매입찰유의서 제12조에 의합니다.

8. 기타 입찰에 필요한 사항

- 입찰참가자는 입찰에 참가하기 전 반드시 「국가를당사자로하는계약에관한법률」 등의 입찰 관련법령 및 국가종합전자조달시스템전자입찰특별유의서, 물품구매계약일반조건, 물품구매계약특수조건, 기타 입찰에 필요한 모든 사항을 숙지하시고 입찰에 응하여야 합니다.

- 기타 전자입찰 운영에 따른 문의사항은 조달청 전자조달 콜센터(☎1588-0800)에 문의하여 주시기 바라며, 장애발생에도 불구하고 문의를 하지 않아 발생하는 모든 책임은 입찰참가자에게 있습니다.
- 낙찰자로 결정된 자는 낙찰통보 이후 언제든지 관계공무원(방류지역어업인대표 등을 포함)이 종묘의 크기 및 질병상태 등 사전 현지 확인이 가능하도록 준비하여야 하며, 질병검사를 위한 시료채취에 적극 협조하여야 합니다.
- 본 입찰과 관련한 입찰공고 및 입찰결과는 국립수산과학원 홈페이지(<http://www.nfrdi.go.kr>) 및 국가 종합 전자 조달 시스템 홈페이지(<http://www.g2b.go.kr>)에 게재하오니 참고하시기 바랍니다.
- 기타 자세한 사항은 국립수산과학원 총무팀(051-720-2051, 계약)과 바다목장사업단 홍정표(051-720-2920, 규격)에로 문의하여 주시기 바랍니다.

별첨: 세부규격 및 납품 조건 1부

2007년 월 일

국립수산과학원 재무관

세부규격 및 납품조건

1. 관련 사업명:

2. 납품할 수산종묘의 품종 및 규격, 시기는 다음과 같다.

- 품 종:
- 규 격: 입찰참가일 또는 사전현지확인 시 검토
- 납품기간: 계약일로부터 14일 이내

3. 참가자격

- 종묘를 납품하고자 하는 자는 공고일 이전에 다음 각호의 자격을 모두 갖춘 자로서 입찰 참가 전 종묘생산허가장 또는 신고필증을 우리 원에 제출하여야 한다.
- 수산업법에 의한 종묘생산 관련 허가를 득하거나 신고를 한 자
- 납품할 종묘를 직접 자가생산하여 관리상태가 양호한 건강종묘를 확보하고 있는 자. 다만, 다음의 경우에는 선정에서 제외한다.
 - 자연산 종묘를 채포 또는 매입하여 납품하고자 하는 자
 - 타인이 생산한 종묘를 매입 등으로 확보하여 납품하고자 하는 자
- 타 양식장에서 생산한 수정란을 구입하여 자가 부화 생산한 경우에도 자가 생산으로 인정하며, 이 경우 수정란 생산자(업체)의 확인을 필요로 하며, 수정란 생산자는 친어지, 부화지, 사육지 등 관련시설이 적정하게 구비되어야 하고 친어관리 상태가 양호한 상태로 유지하여야 한다.

4. 형질이 우수하고 건강하며 방류 후 생존율이 향상되도록 하기위하여 낙찰대상자와 납품계약을 체결하기 전에 사전 현지 확인을 통하여 대상 품종의 친어 및 품종의 질병 유무, 사육 과정, 활력상태 등을 점검하여야 한다. 낙찰대상자는 응찰마감일 이후 언제든지 관계공무원(방류지역의 어업인 대표 포함)의 사전 현지 확인이 가능하도록 준비하여야 한다.

5. 사전 현지 확인 시 종묘의 질병유무를 검사하기 위하여 품종별로 30개체 이상의 시료를 채취·봉인 후 질병검사기관에 의뢰하여야 한다. 질병검사기관은 2007년도 해양수산사업시행지침에서 지정한 검사기관에 한하며 질병검사결과는 검사일로부터 15일까지 유효하며, 15일이 경과하면 질병검사를 다시 실시하여야 한다.

품종별 방류종묘의 질병검사 항목 및 기준은 2007년도 해양수산사업시행지침에 의한다.

6. 납품계약 체결 시에는 반드시 종묘생산확인서 및 질병검사결과를 확인하여야 한다.

7. 국립수산과학원은 계약체결 통보 시 납품일시와 장소 등 납품 및 검수에 필요한 사항을 계약 상대방에게 통보하여야 한다.

8. 종묘검수 시 규격이하의 종묘가 섞여 있지 않아야 하며 계량에 정확을 기하기 위하여 검수자, 생산자, 입회자가 각각 별도의 용기에 종묘 30 마리(종묘크기가 3cm 이하인 품종은 100 마리)를 골라 3회 이상 반복하여 개체당 평균크기와 중량을 산출한 후 전체중량으로 검수한다.

9. 종묘의 검수 및 방류 검수 및 입회자는 국립수산과학원에서 지정하는 공무원(국립수산과학원, 여수지방해양수산청 수산관리과 소속 공무원) 및 방류해역 어촌계 대표로 하며, 가 검수 및 본 검수 시 종묘로서 가치가 없거나 폐사된 것은 방류물량에서 제외한 후 검수한다. 또한, 종묘생산자 단체에서 입회를 희망할 경우 입회할 수 있도록 조치하여 민간감시 기능을 제고하여야 한다.

10. 종묘 납품자는 감독공무원의 지시에 따라 방류해역까지 직접 운송 및 방류하여야 하며 방류 시 인원 및 장비, 운반수단 등을 강구하여야 하며 이에 따른 제반 경비의 부담과 책임을 진다.

11. 종묘 납품자는 가검수 후 종묘의 활력을 최대한으로 유지하고 충격을 최소화 할 수 있는 방법으로 당일 중 운송 및 방류하여야 하며(단, 천재지변 등으로 당일 운반이 불가능한 경우에는 사전 협의 후 방류) 방류지역에 운송된 종묘가 환경에 적응할 수 있도록 해수교환에 의한 방류지 수온과 차이가 적도록 유지하는 등 적절한 조치를 취하여야 한다.

12. 위 항에 명시되지 않은 사항에 대하여는 관계공무원의 지시에 따라하며, 종묘 납품 시 차량운행 등 부주의로 인하여 공익상 또는 재산상에 미치는 손해가 발생하였을 때에는 납품자의 부담으로 배상 또는 원상복수 하여야 한다.

3. 바다목장사업운영 관리규정

바다목장사업운영 · 관리규정 제정(안)

1. 제정이유

- 바다목장사업 주관연구기관으로 지정됨에 따라 바다목장사업의 효율적 운영 · 관리하기 위하여 필요한 사항을 규정함

2. 주요골자

가. 총칙

- 목적, 용어의 정의, 적용범위, 사업의 종류, 사업집행주체 등에 관한 사항을 규정(제1조 내지 제5조)

나. 바다목장사업 운영위원회

- 운영위원회 등에 관한 사항(제6조, 제7조)
- 해역별 협의회 구성 및 운영에 관한 사항(제8조)
- 수당지급 등에 관한 사항(제9조)

다. 연구과제의 선정 · 설계

- 연구과제의 선정 등에 관한 사항(제10조)

라. 위탁연구 및 협약체결

- 위탁사업의 과제선정 등에 관한 사항(제11조)

마. 보칙

- 준용규정에 관한 사항(제12조)

3. 참고사항

- 가. 관계법령 : 생략
- 나. 신·구조문대비표: 해당 없음
- 다. 규제심사 : 해당 없음

국립수산과학원 훈령 제 호

바다목장사업 관리 · 운영 규정을 다음과 같이 제정한다.

2007년 6월 일
국립수산과학원장

바다목장사업운영 · 관리규정

제정 2007. 6. . 국립수산과학원 훈령 제000호

제1조(목적) 이 규정은 국립수산물과학원(이하 “과학원”라 한다)에서 수행하는 바다목장사업을 효율적으로 운영·관리하기 위하여 필요한 세부 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “지정공모”라 함은 연구개발과제와 수행기관을 선정함에 있어서 그 연구개발과제가 정책적으로 필요하다고 인정되어 국립수산물과학원장(이하 “원장”이라 한다)이 이를 지정하되 그 수행기관은 공모에 의하여 선정하는 방식을 말한다.

2. “주관연구기관”이라 함은 당해 연구과제를 총괄하여 수행하는 기관을 말한다.

3. “위탁연구기관”이라 함은 제4조 제2호에 따라 주관연구기관에서 수행하는 연구의 일부를 위탁받아 수행하는 기관을 말한다.

4. “참여기업”이라 함은 연구개발결과를 활용하기 위하여 당해 연구개발사업에 소요되는 경비의 일부를 부담하는 기업 또는 원장이 연구개발사업에의 참여를 인정하는 기관을 말한다.

5. “계속과제”이라 함은 1년을 초과하여 계속 수행하는 연구과제를 말한다.

제3조(적용범위 등) 과학원에서 추진하는 바다목장사업의 운영 및 관리에 관하여는 다른 법령에서 정한 것을 제외하고는 이 규정이 정하는 바에 의한다.

제4조(사업의 종류) 이 규정에서 정하는 연구과제의 종류는 다음 각 호와 같다.

1. 연구사업 및 시설사업은 과학원의 바다목장사업 운영위원회에서 선정하여 수행하는 연구과제를 말한다

2. 위탁연구과제는 과학원에서 수행하는 제1호의 규정에 의한 과제 중 자체에서 수행하기 곤란하여 일부항목을 외부 연구기관(대학 등을 포함 한다)이나 전문가에게 의뢰하여 수행하는 과제를 말한다

제5조(사업집행주체 등) 이 규정에서 의하여 바다목장사업을 집행하고 관리하는 주체는 바다목장사업단으로 한다. 다만, 바다목장조성을 효율적으로 추진하기 위해서는 대학 등 외부 연구기관으로 위탁하여 집행할 수 있다.

제6조(운영위원회 등) ①바다목장사업의 원활한 수행과 합리적인 조정관리 및 사업결과의 효율적인 활용방안을 협의하기 위하여 원장 소속하에 바다목장사업 운영위원회를(이하 “위원회”라 한다) 둔다.

②해역별 바다목장사업의 기획과제 발굴 및 연구시설사업 등에 관한 주요사항을 협의하기 위하여 바다목장사업 해역별 협의회(이하 “협의회”라 한다)를 둘 수 있다.

③ “위원회” 및 “협의회”의 구성 및 운영은 제7조 및 제8조의 규정에 따른다.

④ “위원회” 위원은 합리적인 심의·조정을 위하여 바다목장사업에 직접 참여하지 않는 자로 하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 해역별 협의회는 예외로 한다.

제7조(운영위원회 구성 및 운영) ①위원은 위원장을 포함하여 16인 이내로 하며, 위원은 산·학·연의 해당 분야 전문가 및 관계 공무원으로 한다. 이 경우 위원은 외부 전문가를 50% 이상 포함하여야 한다.

②위원의 임기는 2년으로 하며 연임할 수 있다.

③위원장은 원장이 되고, 다만 위원장이 사고 등으로 직무를 수행할 수 없을 경우에는 바다목장사업 단장이 그 직무를 대행한다. 위원의 구성은 위원장이 위촉 또는 지명하는 다음 각 호의 자로 한다.

1. 해양수산부 어업자원국장

2. 과학원 동해·서해·남해·제주수산물연구소장, 바다목장사업단장

3. 바다목장에 관한 학식과 경험이 풍부한 자 5인 이내

4. 기타 연구기관·학계 등의 수산관련 전문가 5인 이내

④ “위원회”는 다음 각호의 사항을 심의·조정한다.

1. 바다목장사업 목표 및 방향 설정에 관한 사항

2. 바다목장사업을 위한 중장기계획의 수립 및 연도별 시행계획 수립에 관한 사항

3. 바다목장사업의 적합성, 타당성, 목표달성 등에 관한 사항
4. 당해연도의 연구결과 및 시설사업 결과 평가에 관한 사항
5. 사업의 추가, 보완, 통합, 공동연구 추진에 관한 사항
6. 기타 사업의 추진에 관하여 필요한 사항

⑤연구결과 및 시설사업 결과 평가에 대한 전문성을 확보하기 위하여 관련분야 전문가로 구성된 별도의 평가단을 구성·운영할 수 있다.

⑥ “위원회”의 회의는 정기회의와 임시회의로 다음 각호와 같이 운영 한다.

1. 정기회의는 12월에 당해년도 사업결과에 대한 평가, 익년도 사업설계 심의 등에 대한 사항을 협의하고 그 결과를 사업에 반영한다.

2. 임시회의는 연구사업 및 시설사업 등의 사업추진에 따라 협의, 조정 등 관리상 필요성이 있을 때 위원장이 소집할 수 있다.

⑦ “위원회”의 회의는 위원장을 포함한 재적위원 과반수의 출석으로 개최하고, 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다. 이 경우 “위원회”의 효율적인 운영을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 회의를 서면으로 할 수 있다.

⑧ “위원회”에는 회의의 원활한 진행을 위하여 간사 1인을 두되, 간사는 바다목장사업단 소속의 사무관 또는 연구관으로 한다.

⑨위원회는 회의록을 작성하여 비치하여야 한다.

⑩간사는 바다목장사업 운영 위원회에 상정되는 안전에 대하여 과학원 소관 부서의 검토의견을 받아 안전에 첨부하여야 한다.

제8조(해역별협의회 구성 및 운영) ①협의회장은 과학원의 해역별 연구소장이 되고, 위원은 협의회장을 포함하여 17인 이내로 하며, 바다목장사업단장은 당연직 위원으로 한다. 위촉직 위원의 임기는 제7조 제2항의 규정에 따른다. 협의회에서는 바다목장사업의 운영 등에 관한 주요사항을 협의하고, 협의 결과를 위원회에 제출하여야 한다.

②협의회 위원은 지자체·학계·연구기관·어업인 등으로 협의회장이 추천하고, 원장이 위촉한다.

③협의회에는 회의의 원활한 진행을 위하여 간사 1인을 두되, 간사는 협의회장이 해역연구소 소속 바다목장사업 관련 연구관으로 지명한다.

④협의회의 회의는 필요시 협의회장이 소집한다.

⑤협의회의 운영에 대한 사항은 제7조의 규정을 준용한다.

제9조(수당지급 등) 위원회 및 협의회 위원과 회의운영을 위하여 예산의 범위 내에서 위원수당, 여비, 회의비 등 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제10조(연구과제의 선정 등) 연구과제의 선정, 설계 및 평가 등에 관한 사항은 과학원 연구사업 관리규정을 준용한다.

제11조(위탁사업의 과제선정 등) ①제4조 2호의 규정에 의한 위탁연구 및 사업선정은 제3장의 규정을 준용하며, 계약 등에 관한 사항은 국가를당사자로하는계약에관한법률에 따른다.

②위탁연구를 수행하고자 하는 경우에는 다음 각호의 사항을 미리 검토하여야 한다.

1. 자체 연구인력으로 추진이 어렵거나 외부기관에 발주하는 것이 더 합리적인지 여부
2. 연구범위와 규모 및 용역기간 등에 대한 내부 연구위원들의 충분한 의견 수렴
3. 소요 연구비 및 사업비의 적정성

③위탁연구과제의 연구기관 선정, 계약(협약), 연구비 지급과 집행 및 관리 등에 관한 사항은 국가를당사자로하는계약에관한법률, 기술용역계약일반조건, 기술용역 입찰유의서, 해양수산 정책연구용역의 관리 등에 관한 규정, 해양수산부 연구용역비 산정기준 등의 예산회계 법령 및 매년 원장이 정하는 연구용역

비 산정기준에 의한다.

④바다목장사업단에서 수행하는 과제 일부 항목을 위탁연구로 발주하는 경우에는 불합리하게 참여자격(지역, 기관 등)의 제한을 두지 않도록 한다.

제12조(준용규정) 바다목장사업에 필요한 사항중 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 과학원 연구사업관리규정을 준용한다.

부 칙<2007. 6. >

①(시행일) 이 규정은 발령일부터 시행한다.

잠수부 작업 시방서

본 작업은 바다목장 생물자원의 생산성 향상에 필요한 잘피 생육지 복원을 위한 잘피 모조채취 및 이식작업에 관한 잠수부 작업 시방서이다

- 잘피장 조성장소는 여수시 남면 화태연안 0.10ha(20×50m)를 조성하여야 조성하여야 한다.
- 잘피장 조성지역의 표시는 네 귀퉁이에 부자를 띄워서 표시하여야 한다.
- 잘피 모조채취 장소는 여수시 화정면 화산리어촌계내 공동어장에서 총 25,000포기를 채취하여야 하며, 채취시 담당공무원의 지시에 따라 채취하여야 한다.
- 잘피 모조 채취 시 뿌리가 손상되지 않도록 채취하고, 채취된 잘피는 선상에서 육상작업 인부가 50포기씩 한 묶음이 되도록 정리한 다음 플라스틱 바구니에 담아 대기 중에 노출되어 기온에 상하지 않게 보온 덮개로 덮어 운반할 수 있도록 조치한다.
- 잘피의 이식 시 간격은 가로, 세로 각각 36cm 간격으로 이식하여야 한다.
- 이식 방법은 크기 1.8×1.8m 퀴드레이터(25개 격자)를 바닥에 놓고 36cm 간격으로 일정하게 심어야 하며, 한 격자 당 25개를 심고, 다음 한 격자간격 만큼 띄우고 다시 한 격자 수량만큼 심는 방법으로 연속하여 심어야 한다.
- 격자를 옮길 때는 표시 줄을 띄워놓고 최대한 오와 열을 맞추어서 작업을 하여야 한다.
- 바닥에 이식 시에는 한손으로 바닥을 충분히 파고 잘피를 심은 다음 흙을 덮고 일정한 크기의 철사로 고정하여 잘피가 뽑히지 않도록 조치하여야 한다.
- 잘피를 이식 시에는 잘피의 뿌리가 최소 3마디 이상 붙어있도록 절단한 다음 한 개소 당 2포기를 기준으로 심어야 한다.
- 작업에 필요한 선박은 안전 및 잠수부 작업 능률 등을 고려하여 갑판에 하우스시설이 구비된 선박을 사용하여야 한다.
- 선박 2척 중 1척은 채취한 후 운반하여주고, 나머지 1척은 심는 작업을 수행하여야 한다.

※ 선박 사용량(12척)

- 1일/2척/6일

- 모든 작업은 해상에서 이루어지는 작업이므로 안전에 최대한 유의하여야 하며, 잠수부는 5인 1조로하여 작업하여야 하고, 잠수시간은 공기 기준으로 1일 4개사용(1개사용 : 1시간 30분 기준)하는 것으로 하고 채취 및 작업량은 작업장 여건 등을 감안하여 1인당 840포기 기준으로 한다.

※ 잠수부 작업량

- 1인/1일/840포기작업

- 5인×6일×840포기 = 25,200포기

- 상기 사항에 명시되지 않은 사항에 대하여는 담당공무원과 상의하여야 하며, 서로 의견이 상충될 때에는 공무원의 지시에 따른다.

2007. 12.

담당자 바다목장사업단 해양수산연구원(사) ○ ○ ○(인)

■ 여수해역 바다목장 모형도 제작시방서

□ 품 명 : 여수해역 바다목장 모형도 및 어초 모형도 제작

□ 제작관련 개별시방서

1. 여수해역 바다목장 해역모형도

- 규 격 : 축척=약1/5000, 가로1,500×세로1,500×높이1,000mm
- 제작범위 : 전라남도 여수시 남면 금오대 일대 바다목장해역(110km²)을 중심으로 한 해상, 해수면, 해저지형 제작, 관련 구조물, 시설물, 어초확대모형, 점멸장치, 전시대 제작 등

가. 해상, 해저지형

- 1) 해당 제작범위 해도를 구입하여 제작 범위와 축척을 협의하여 해상, 해수면, 해저지형을 포맥스로 콘타를 쌓아 제작한다.
- 2) 해저지형은 변형이 적고 구조물과 견고하게 고정, 접합하기 쉬운 FRP경화수지 등 KS규격 정품으로 성형 제작한다.
- 3) 지형은 동일한 현상, 질감 등 현실감 있게 제작, 표현한다.
- 4) 제작 완성 후 락카로 지정색 뿔칠 도장작업으로 마무리 한다.

나. 관련 구조물,시설물

- 1) 관련 구조물 시설물들은 현장 답사를 해서 협조 받은 도면과 사진을 참조하여 발주자와 협의하여 제작하며, 시설되어질 소형구조물의 종류와 제작수량과 위치도는 표1과 같다.
- 2) 제작재료는 아크릴 판재나 비철금속KS규격 정품을 사용한다.
- 3) 제작 축척은 전체적인 연출을 고려하여 확대 축소한다.
- 4) 최종 제작 후 색상은 현실감과 실제감을 고려해 락카로 지정색 뿔칠 도장작업으로 마무리 한다.
- 5) 모든 구조물, 시설물은 네임택을 부착 시킨다.

다. 어초 확대모형

- 1) 어초의 종류와 수량은 발주자와 협의하여 도면과 관련 자료를 수령하여 제작한다.
- 2) 제작 축척은 전시대 크기를 고려해서 전시효과를 높일 수 있게 디테일하게 제작한다.

- 3) 모든 어초는 네임택으로 표기한다.

라. 스위치 점멸장치

- 1) 스위치판을 제작하여 관람자가 시설물을 용이하게 인식할 수 있도록 한다.
- 2) 컨트롤은 전체, 개별 LED 점멸 방식으로 한다.
- 3) 표시 품목은 발주자와 협의하여 결정한다.

마. 모형 전시대 제작

- 1) 전시대 구조틀은 합수율이 10%, 45*45 라왕 각재를 450mm 간격으로 상을 자르고 KS 규격의 합판 12T로 제작한다
- 2) 전시대 높이와 마감무늬목 색상은 전시효과를 고려해 발주자와 추후 협의하여 제작 완료한다.
- 3) 전시 모형물 보호를 위해 상부는 맑은 유리(5T)를 사용하여 내부 모형의 높이보다 150mm 높게 설치한다.

바. 기타

- 1) 전체 형상은 사진자료(통영바다목장 모형도)를 참고 함.
- 2) 전체 크기는 여수바다목장 주변해역 구역범위를 정한 후 조정할 수 있다.
- 3) 기타 시방서에 기재되지 않은 사항은 관계공무원과 상의하여야 하며, 의견이 상충될 때는 기술적인 부분을 제외하고 일반적인 사항은 공무원의 지시를 따른다.

2. 어초 모형도 제작

- 규 격 : 축척=1/25~1/160, 가로1000×세로1000×높이1000mm
- 제작범위 : 전라남도 여수시 남면 금오대 일대 바다목장해역(110km²)을 중심으로 투입된 어초확대모형, 네임택 등

가. 어초 확대모형

- 1) 어초의 종류는 표2와 같으며, 수량은 발주자와 협의하여 도면과 관련 자료를 수령하여 제작한다.
- 2) 제작 축척은 전시대 크기를 고려해서 전시효과를 높일 수 있게 디테일하게 제작하며, 이번 제작에 27개의 모형을 제작하지만 향후 추가로 전시될 수 있도록 공간을 비워둔다..
- 3) 모든 어초는 네임택으로 표기한다.

- 4) 관련 구조물 시설물들은 현장 답사를 해서 협조 받은 도면과 사진을 참조하여 발주자와 협의하여 제작한다.
- 5) 제작재료는 아크릴 판재나 비철금속KS규격 정품을 사용한다.
- 6) 제작 축척은 전체적인 연출을 고려하여 확대 축소한다.
- 7) 최종 제작 후 색상은 현실감과 실제감을 고려해 락카로 지정색 뿔칠 도장작업으로 마무리 한다.

나. 모형 전시대 제작

- 1) 전시대 구조틀은 함수율이 10%, 45*45 라왕 각재를 450mm 간격으로 상을 자르고 KS 규격의 합판 12T로 제작한다
- 2) 전시대 높이와 마감무늬목 색상은 전시효과를 고려해 발주자와 추후 협의하여 제작 완료한다.
- 3) 전시 모형물 보호를 위해 상부는 맑은 유리(8T)를 사용하여 내부 모형의 높이보다 150mm 높게 설치한다.

다. 기타

- 1) 전체 형상은 사진자료(통영바다목장 모형도)를 참고 함.
- 2) 전체 크기는 여수바다목장 주변해역 구역범위를 정한 후 조정할 수 있다.
- 3) 기타 시방서에 기재되지 않은 사항은 관계공무원과 상의하여야하며, 의견이 상충될 때는 기술적인 부분을 제외하고 일반적인 사항은 공무원의 지시를 따른다.

2007. 10. 4

담당자 : 바다목장사업단 해양수산연구원(사) ○ ○ ○

2007년도 국립수산과학원 사업보고서

2008년 7월 일 인쇄
2008년 7월 일 발행

발행인 : 국립수산과학원장 박종국
기획·편집 : 연구기획과
발행처 : 국립수산과학원
주소 : 619-705 부산광역시 기장군 기장읍 해안로 152-1
TEL. (051) 720-2890
인쇄처 : 예문사 TEL. (051) 469-3331
