녹색성장 희망어촌 개발

미래 녹색 바다목장 구상

2009-155

농림수산식품자료실
등록번호 : 18644
등록일 : 2010 년 1 월 29일

농림수산식품부
농어업 · 농어촌특별대책위원회

Contents

Ⅰ. 검토배경

1. 계획의 의의 ····· 1
2. 추진배경 ····· 5
3. 연구과제 진행 ····· 8

Ⅱ. 과거 사례분석 및 시사점

1. 기술개발과 여건변화 ····· 9
2. 국내외 사례 ····· 13
3. 시사점 ····· 22

Ⅲ. 바다목장사업 현황

1. 사업개요 ····· 25
2. 현재까지 추진실적 ····· 36
3. 성과와 반성 ····· 55

Contents

Ⅳ. 신개념 바다목장 구상

1. 기본개념 ····· 65
2. 추진계획 ····· 68
3. 중점과제 ····· 84

Ⅴ. 미래 바다목장 로드맵

1. 추진계획 ····· 88
2. 추진일정 ····· 91
3. 투자계획 ····· 93

Ⅵ. 종합의견

1. 종합고찰 ····· 94
2. 정책제언 ····· 99

참고문헌 ····· 102

미래 녹색 바다목장 구상

부경대학교 해양산업개발연구소 김윤 전임연구원
(농어업특위 생명·기술분과 수산소위원장)

Ⅰ. 검토배경

1 계획의 의의

가. 바다의 중요성

세계가 지향하는 산업발전의 중심축은 바다로 옮겨지고 있다. 바다를 직간접적으로 이용하는 산업은 식량산업, 의학산업, 환경산업, 에너지산업 등 모든 분야로 확대되고 있으며, 이들은 미래의 성장 동력산업으로 각광을 받고 있다. 특히 3면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 다양하고 풍부한 생물자원을 활용한 해양산업의 발전 가능성이 높다고 평가할 수 있다.

또한 바다는 무한한 자원의 보고이며 경제 발전의 원동력임과 동시에 오랜 기간 동안 인간에게 유익한 자원을 제공해왔다. 바다 면적은 3억 6,100만㎢로서 지구표면의 약 71%를 차지하며, 지구상 동·식물의 80%가 서식하는 곳이기도 하다. 그 중에서 수산물 생산량은 현재 연간 1억 톤에서 2010년에는 2억 톤 이상 생산 가능할 것으로 전망되고 있다. 또 바다는 기후조절능력, 해양생태계 재생산 능력, 오염물질 자정능력 등 매년 21조 달러(세계 GDP 규모의 1.3배)의 생태적 가치를 보유하고 있다. 또한 바다는 친환경 에너지자원이 풍부하게 부존하고 있으며, 망간, 니켈, 코발트, 구리 등 4대 전략금속 매장량의 이용가능 년 수가 육지의 경우, 41~112년인 반면에 해양은 188~11,904년으로 추정되고 있다. 이외에도 조력·파력·온도차·염도차 발전, 메탄수화물 등 막대한 에너지자원이 부존하고 있으며, 최근에는 해조류를 이용한 바이오메스 자원을 에너지로 이용하려는 움직임이 보이고 있다.

한편, 우리나라의 바다 역시도 3면이 다양한 해양자원을 보유하고 있어 이를 활용한 해양관련 산업이 성장할 수 있는 잠재력이 매우 높다. 우리 관할의 바다면적은 44만 3천㎢로서, 남한 육지면적의 4.5배에 달하고 대륙붕의 면적만 육지면적의 3배를 넘는다. 그리고 총 연장 11,542km의 긴 해안선과 3,153개의 도서를 보유하고 있

다. 갯벌면적은 2.393㎢(남한면적의 2.4%)로 세계 5대 갯벌의 하나이며, 우리나라 관할해역의 해양생태계 경제적 가치는 연간 약 100조원에 이를 것으로 추정되고 있다.

현재 우리나라는 연간 3백만 톤 정도의 수산물을 생산하여 국민이 섭취해야 할 동물성단백질의 약 40%를 공급하고 있으며, 2030년에 수산물 생산량은 연간 480만 톤에 이를 것으로 전망되고 있다. 또한 지속적인 수산생물의 자원개발 및 남극기지 건설로 크릴새우 등 개발 잠재력이 높은 수산자원을 확보하였으며, 이들 수산자원에는 육상과 고등동물에 없는 특수 유전자가 다량 존재하고 있다. 최근에는 전략적 양식어장의 권역확대(Marine clean zone)가 검토되고 있다. 즉, 정부에서는 연안역에 한정된 양식어업을 외해로 어장확대를 유도하여 수중의 입체적 활용을 통해 양식비용의 절감, 양식기자재의 벤처 육성, 기업형 양식업의 정착 등의 활로를 모색하고 있다.

나. 국가정책의 대응

정부는 새로운 성장 동력원으로서 각광을 받고 있는 '저탄소 녹색성장'을 수산업에도 적극적으로 도입하려는 움직임을 보이고 있다. 이에 따라 국가정책사업으로 추진 중인 바다목장사업도 연안의 녹색성장 기반을 조성하는 저탄소 정책을 적극 반영하여 추진할 필요가 있다. 즉, 바다목장에서 연안어장의 해조장 조성과 종묘방류를 통해 환경 개선, 수산자원의 회복을 생태친화형 바다목장 조성 기술로 적용함으로써 탄소저감 및 탄소 흡수형 어업기반을 조성할 수 있다.

최근 환경 친화적인 녹색기술과 녹색산업이 새로운 성장 동력으로서 자리매김하고 있다. 또한 수산업에서는 친환경 바이오에너지의 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 즉, 해조류를 통한 CDM(청정개발체제) 사업 개발, 바다목장을 저탄소 산업구조로 정착시킴으로써 녹색성장 수산물 공급, 대체에너지 개발을 위한 해조류 바이오메스의 활용 등이 녹색산업의 육성사업으로 검토되고 있다.

한편, 국제사회에서 기후변화에 관한 움직임이 활발해짐에 따라 이에 대한 국가적 대응을 모색할 필요가 있다. 1993년 12월 '기후변화 협약 가입, 2002년 11월 교토의정서(Kyoto protocol)의 채택, 2007년 9월 APEC 정상회의에서 기후변화 선언, 그리고 2008년 7월 G8 정상회의에서 기후변화 의제가 채택되었다.

이러한 국가정책이 저탄소 녹색성장을 중시하는 움직임 속에서 바다목장사업은 수산분야의 지위를 확보할 수 있는 중요한 수산 동력사업으로 급부상하고 있다. 바다목장은 자원관리, 자원조성, 자원회복 정책과 연계함으로써 수산자원조성사업의 업그레이드가 가능하다. 현재 바다목장사업은 어업인 소득 증대 및 어촌 경제 활성화 사업으로 자리매김하고 있으며, 어업인이 가장 선호하는 수산정책으로 부상하고 있다. 또한 해역별로 추진되고 있는 바다목장 시범사업을 통해 다양한 바다목장의 유형 개발의 가능성이 높다.

다. 과제의 필요성

1980년대 초반, 수산청의 주관으로 연안 목장화사업이 검토되어 추진되었다. 동 사업은 현재의 자원조성사업과 유사한 것으로 자원 남획형 어업에서 자원배양·관리형 어업으로 전환을 모색한 것이다. 1995년부터 1997년까지 한국해양연구원에서 해양목장화를 추진하기 위한 기반연구가 실시되었다. 이를 바탕으로 1998년 국내 최초로 통영바다목장 시범사업이 해양수산부 주관으로 실시되었고, 2002년에 여수 바다목장 시범사업, 그리고 2003년에는 울진, 태안, 제주바다목장 시범사업이 출발하였다. 지난 2007년 6월에는 통영바다목장 시범사업이 성공적으로 준공된 바가 있다.

바다목장 시범사업은 일정한 연안어장에 인공구조물(인공어초, 해중림어초 등)을 투하하여 수산자원의 산란 및 서식장을 조성하고, 건강한 종묘의 대량 방류 등을 통해 자원증대를 도모하는 것으로서 여기에 합리적인 이용관리체제를 적용함으로써 어업인의 어업소득과 어촌의 활성화를 기여하는 미래지향적인 어업생산시스템이다. 동 사업을 통해 우리나라에서는 처음으로 바다목장사업의 개념이 도입되었고, 어장조성 및 자원증대를 통해 어업인의 자원관리 인식이 전환되는 등 어업인 소득증대와 어촌경제 활성화하는 사업으로 자리매김하였다고 평가할 수 있다. 한편, 수산생물의 양식을 활성화하고 수산물의 생산기반을 확충 등을 통해 어업인의 소득증대와 다양하고 안전한 수산물 생산·공급을 위하여 2003년 7월에 '기르는어업육성법'이 제정되었다. 동 법에는 수산자원의 조성, 수산자원조성 시설 및 자원관리, 수산생물의 양식 등에 대한 내용을 포함하는데 여기에 '바다목장'이란 용어가 처음으로 등장하며 그 정의도 내려져 있다.

2008년 정부조직법 개정으로 '농림수산식품부'가 출범함에 따라 1차 산업의 기능을 2, 3차 산업과 연계함으로서 수산업의 획기적인 발전을 할 수 있는 계기가 마련되었다. 이를 통해 지속가능한 개발이 가능하고, 미래의 세대도 해양을 계속 이용할 수 있도록 해양에 대한 관리를 강화할 수 있게 되었다. 그리고 전통적인 수산업의 진흥은 물론 해양바이오산업 등 고부가가치 해양산업의 창출이 가능하게 되었다.

최근에는 일반 국민에 의한 주 5일 근무의 정착과 여가시간의 활용이 많아지면서 해양레저 활성화와 어식문화의 고급화가 진전되고 있다. 즉, 낚시인구 500만 명, 다이빙인구 50만 명 등 해양레져 인구가 급증하고 있고, 웰빙 식단으로 수산물이 각광을 받고 있다. 또한 수산업이 단순한 1차 산업에서 국민소득 20,000달러 시대의 희망이 있는 산업으로 재도약이 요구되고 있다. 이를 달성하기 위해서는 지속적 수산자원의 유지라는 명제 하에서 적정생산과 기술개발을 통해 국제경쟁력을 갖춘 산업으로 육성이 필요하다. 그리고 어업 구조조정에 의한 탈 어촌화 방지를 위해 정주생활 여건을 수산업 및 어촌종합대책과 연계하여 추진한다.

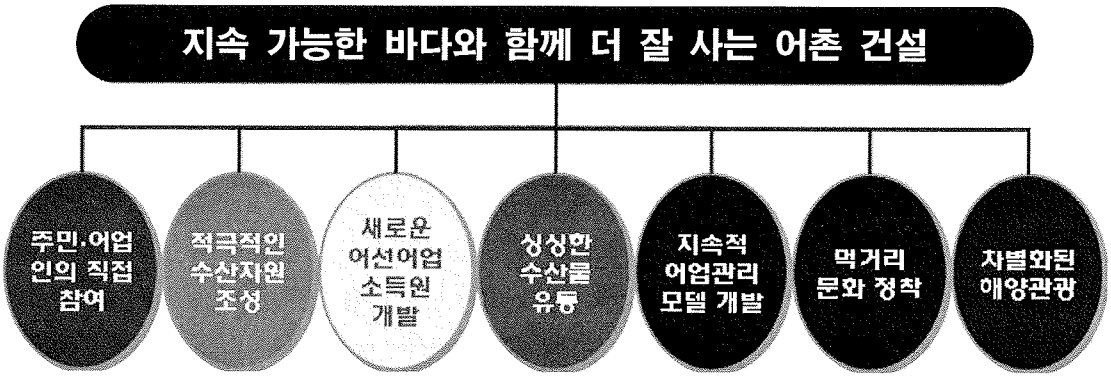
한편, 바다목장사업은 새로운 목표 전환을 통해 미래 발전방안 구상과 정책적 개발 방안의 검토가 필요한 시점이다. 바다목장사업이 국가정책사업으로 수산업의 자

생력 확보와 어업인 삶의 질 향상을 달성하고, 미래 수산자원의 증대를 통한 어업생산 뿐만아니라 해역별 특성을 활용한 고부가가치 복합사업으로 발전할 필요가 있다. 또한 바다목장사업을 기반으로 전연안의 수산자원 생태공간 조성, 육지와 바다가 조화된 친환경 복합권역 개발 등 바다와 육지, 수산업과 농업이 공존하는 농어촌을 이룩하기 위해서는 정책적 개발이 절실히 요구된다. 이를 위해 첫째, 전 연안 바다목장을 적극적으로 추진한다. 둘째, 자원조성사업을 바다목장사업으로 단일화해 나간다. 셋째, 관련사업과 연계한 연안역 수변 친수공간을 활용한 미래 지향적인 사업을 구상한다.

먼저, 전 연안 바다목장의 추진은 다음과 같은 단계를 거친다. 1단계에서는 현재 진행 중인 바다목장 시범사업과 소형바다목장사업의 모델을 새로운 전략적 접근을 통해 종합적이고 지속적인 종합 개발로서 한 차원 높은 사업으로 구상한다. 2단계는 바다목장사업을 확대 추진함에 있어 반드시 시군 및 시도 바다목장사업 기본계획을 수립하여 시행하도록 한다. 3단계는 바다목장사업의 기반을 마련하는 것으로서 국가 바다목장 종합 계획을 재수립한다.

다음으로 자원조성사업의 일환으로 진행 중인 자원조성, 해중림 조성, 갯녹음 복원 등의 관련된 다양한 연구사업을 바다목장사업으로 단일화하여 종합적인 바다 뉴타운 개발전략을 구상하여 제시한다.

마지막으로 관련사업과 연계한 연안역 수변 친수공간을 이용한 생산 관리 이용의 미래 지향적인 사업 구상은 철저한 어업관리 기반 조성한 다음 자원관리 및 자원회복과 연계하여 추진한다.



2 추진배경

가. 대외적 측면

1) 바다의 새로운 산업 창출을 위한 패러다임 전환이 필요하다.

바다는 지구 전체 면적의 71%인 3억 6,100만 km2로서 지구상에 서식하는 동식물의 80%가 숨 쉬고 있는 공간으로, 여기에는 연간 1억 여 톤의 수산물이 지속적으로 생산되는 잠재력을 가지고 있다. 또한, 바다를 직간접적으로 이용하는 산업은 식량산업, 의학산업, 환경산업, 에너지산업 등 모든 분야로 확대되고 있다.

2) 국가 정책과제의 효율성 제고와 지속적 추진이 필요하다.

수산자원조성사업은 인공어초시설, 종묘방류, 해조장 조성 등이 상호연계성 없이 개별적으로 추진되다 보니, 자원회복 혹은 증대라는 관리목표의 달성을 반감시키고 있다. 해역별·어업별 특성이 반영된 수산자원조성사업이 이루어지기 위해서는 자원상태, 어업실태 등을 고려하여 각각의 자원조성사업과 다른 어업관리수단이 연계성을 가지면서 통합적으로 추진되어야함에도 불구하고 단위사업 혹은 개별적으로 이뤄지고 있어 자원관리의 효과를 극대화하는데 한계가 있다.

따라서 수산자원조성사업 확대 및 타 자원관리 수단과 병행함으로써 지속가능한 어업생산기반을 확립해 나갈 필요가 있다. 즉, 바다목장, 인공어초, 종묘방류 등 자원조성사업을 통합적으로 확대 추진하여 연안의 생산 잠재력을 최대화해 나가고, 해역별 특성에 맞도록 통합적 관리와 사업간 연계성을 확보해 나간다.

해양변화에 따른 해양생태계의 변화를 모니터링 하는 것이 필요하다. 그리고 전통적 관습적 생산시스템에서 탈피하려는 노력이 증가되고 있다. 하지만 고비용 저효율 영세 산업구조가 확산되고 있고 연안역의 장기간 이용과 밀집 운영으로 어장노화, 그리고 질병발생, 적조, 태풍피해 등 자연재해로 생산성이 악화되는 등의 구조적 문제가 심각하며 이의 해결이 긴급한 과제이다.

3) 국내외 여건에 적극적 대응이 가능한 수산물 생산 기반을 구축한다.

WTO에 따른 외국산 수산물의 수입이 증가하고 있고, 세계 각국이 EEZ를 설정함으로써 원양어장이 축소되고 있다. 또한 최근의 고유가에 대응한 수산업이 국제 경쟁력을 갖추기 위한 노력이 요구되고 있다. 한편, 매립, 간척 등으로 어장이 상실되

고 임해 공단의 조성 등 산업화의 발달로 연안어장의 오염은 날로 심각해지고 있는 실정이다. 환경오염에서 오는 적조의 발생과 수산생물의 대량 폐사 등은 수산발전을 크게 저해하는 요인으로 대두되고 있고, 이에 따라 수산물 생산은 정체 또는 감소가 불가피한 상황에 직면해 있다. 어촌은 30만 명의 어업인이 생활하는 터전이자 일반 국민의 휴식공간이기도 하다. 특히 바다관광의 수요는 1996년 6,600만 명에서 2001년 8,600만 명으로 크게 증가하였고, 이러한 추세는 더욱 늘어날 것이다.

4) 바다 산업도 1, 2, 3차 산업을 융합하여 고부가 희망산업으로 개발 육성하는 전략이 필요하다.

지난 2008년 2월 정부조직법으로 개정으로 농림수산식품부가 출범함에 따라 수산업이 융합산업으로 발전할 수 있는 토대가 마련되었다고 할 수 있다. 또한 농림어업인의 삶의 질을 향상시키기 위한 다각적인 대책 검토도 실시되고 있다.

5) 국내 수산업은 국민 고급 단백질 공급원으로 역할이 중요하다.

우리나라는 연간 3백만 톤 정도의 수산물을 생산하여 국민이 섭취해야 할 동물성 단백질의 약 40%를 공급하고 있으며, 국민 1인당 연간 수산물 소비량은 38.7㎏로서 세계평균 13.4㎏ 보다 많다. 또한 전 세계적으로 웰빙이라는 문화가 급속하게 전파되면서, 수산물의 수요는 날로 증가하고 있다. 특히 회 문화가 전 세계적으로 확대되고, 단백질의 주공급원이 육류에서 생선으로 바뀌고 있어 수산물 소비량은 지속적으로 증가할 것이다.

6) 우리나라는 연간 300여만 톤의 수산물을 생산하는 세계11위 수산물 생산국으로서 산업적 가치가 높다.

우리나라 바다 면적은 약 44만 7천 km^2로 국토면적의 4.5배에 해당한다. 수산업은 우리 국민이 필요로 하는 동물성 단백질의 40%를 공급하는 주요 식량산업이다. 수산물 생산량은 1980년 241만 톤에서 2007년 327만 톤으로 35% 증가에 그쳤으나 양식 생산량은 1980년 54만 톤에서 2007년 138만 톤으로 155%가 증가하여 양식업의 의존도가 높다.

나. 대내적 측면

바다목장 시범사업은 전술한 바와 같이, EEZ 선포 및 한·중·일 어업협정에 따른 어장의 축소, 연안어장 오염 및 어업인들의 무분별한 자원남획 방지, 새로운 어

업생산 시스템 도입으로 수산물 수급안정에 기여, 일반 국민들의 바다 수요에 부응, 수산과학기술의 종합화 달성 및 기르는 어업의 실현 등을 배경으로 추진되었다. 바다목장 시범사업은 '수산업 자생력을 확보하고 어업인의 삶의 질 향상'을 달성함으로써 수산업의 새로운 성장 동력원 하나로서 출발하였다.

그 결과 바다목장사업은 21세기 새로운 수산 동력산업으로 급부상하였고, 수산자원조성사업의 업그레이드화 등을 통해 국가정책 지위를 확보하였다고 평가할 수 있다.

한편으로는 가시적 투자 미흡으로 바다목장사업에 대한 불신 팽배, 연차별 사업의 투자 지연으로 기간 내 사업 완료에 우려, 사업의 부정기적 집행에 따른 사업성과 달성 저조, 공동 참여의식 미흡으로 사업의 목표달성에 불안 등의 해결 과제가 있다.

따라서 바다목장 시범사업이 국가 수산정책의 중요한 과제로서 그 지위를 마련하고, 수산업의 자생력 확보와 어업인 삶의 질 향상을 달성하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 바다목장사업의 그간 추진현황 및 문제점을 분석하고, 이를 토대로 국내외적 환경변화에 능동적으로 대응할 수 있는 방안을 다각적으로 마련하는 것이 필요하다. 미래의 바다목장사업은 수산자원의 증대를 통한 어업생산 증대뿐만 아니라 해역별 특성을 활용한 부가가치를 창출하는 복합사업(해양레저, 유통·가공, 탄소절감 등)으로 전개해야 할 것이다.

3 연구과제 진행

가. 추진경위

본 연구가 추진하게 된 경위를 간단히 정리하면 다음과 같다. 먼저, 2008년 8월 13일 농어업·농어촌특별위원회 소위원회가 농업, 산림, 수산, 식품 4개 분야로 구성되었다. 그 중에서 수산소위원회는 모두 5명(김 윤, 김상무, 장승진, 박형우, 홍현표)으로 구성되었다.

수산소위원회 과제는 현재 농림기술개발사업지원 대상 분야가 아니므로 과제추진에 어려움이 발생하였고, 그 대안으로 농특위 예산으로 추진하는 방안이 검토되었다. 수산소위회의 협의 결과, 과제명을 '복합(생태·생산·관광) 바다목장 조성'으로 하였다.

2008년 9월 17일 제3차 회의 결과, 각 소위별 사업명이 비슷하므로 좀 더 구체화할 것이 논의되었으며, 그 중 수산소위는 '바다목장사업 개선 방안'으로 하는 것으로 의견이 제시되었다. 2008년 11월 20일의 회의 결과, 수산소위 과제는 자체예산(농어업특위) 지원으로 추진키로 하고, 계획안은 소위원장이 협의하여 추진키로 하는 것이 결정되었다.

지난 3차 회의 시, 각 소위별 과제는 농림수산식품부의 예산(각 과제당 2천만 원)으로 추진하기로 결정하였다. 그런데 수산소위원회 과제는 현재 농림기술개발사업 지원 대상 분야가 아니므로 추진에 어려움이 발생하였으며, 이를 해결하기 위해 연구를 농어업·농어촌특별위원회 예산으로 추진하는 방안이 검토되었다.

2008년 11월 25일 본 과제의 추진을 위한 실무 전문가를 구성하여 연구과제의 추진이 실시되었다. 실무위원(working group)은 모두 6명이며, 운영기간은 2008년 11월 25일부터 12월 24일까지 1개월간으로서 운영방법은 비상근, 온라인 협의, 협의회(3회) 등을 거치는 것으로 하였다.

나 연구진 구성

본 연구 과제를 추진하는데 있어서 그 과정을 개략적으로 정리하면 아래와 같다.

- 사업기간 : 2008. 11. 25~2009. 1 24(2개월간)
- 사업주관 : 농어업특위 4분과 수산소위원회
- 추진방법 : 연구과제 또는 토의과제
- 참여연구원 : 13명(수산소위4, 전문연구원6, 자문위원3)
- 참여기관 : 농어업·농어촌특별대책위원회, 농림수산식품부, 국립수산과학원, 부경대학교, 한국해양수산개발원

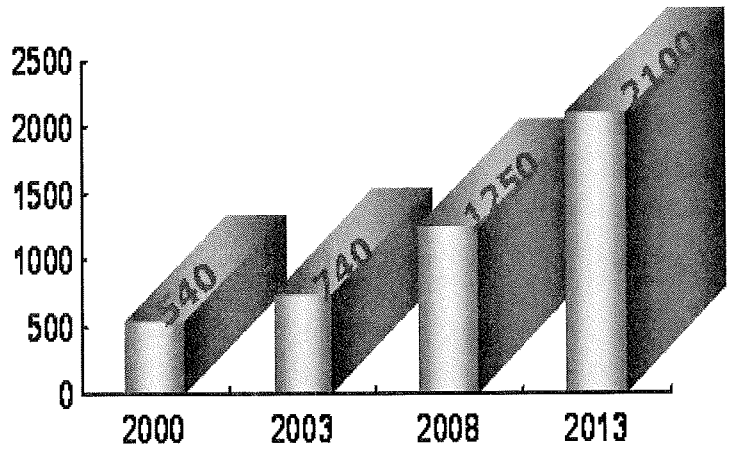
Ⅱ. 과거 사례 분석 및 시사점

1 기술개발과 여건변화

가. 기술개발의 변천

1) 21세기 생명공학시대의 도래

1960년대는 산업혁명으로 인해 농경사회에서 벗어나 산업사회로 나가는 원동력을 얻었으며, 1970년대는 산업사회로 진입하게 된다. 이후 1980년대에는 디지털혁명이 일어나면서 정보화 사회로 진입하였으며, 이윽고 2000년대에는 DNA혁명이 생명사회로 나아가는 길을 열었다. 이것이 21세기 생명공학시대가 도래하게 된 역사적 과정이다. 수산업 또한 이러한 시대적 조류를 타고 수산생명공학의 중요성이 점점 커지고 있다.



세계 생명공학 시장 규모 확대

2) 수산정책의 변천

시대별 기술의 변천에 맞추어 수산정책 기조의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 1960~1970년대에는 연근해, 원양어업 진출 등 잡는 어업이 본격화된 시기이며, 1980년대에는 어장장비의 현대화 및 기반시설 투자가 확대되었으며, 본격적인 양식산업이 도입되었다.

이후 1990년대에는 WTO체제 출범 및 UN해양법 발효 등 국제 어업질서의 재편이 있었으며, 이에 따라 해선망, 낭장망 등 일부 연안어업 및 근해어업의 구조조정이 추진되었다. 또한 양식어업이 눈부시게 발달하여 수산업에서 중요한 정책적 변화를 가져왔다. 2000년대에는 어장환경 악화 및 수입증대로 국내 수산업의 경쟁력이 약화된 시기이며, 양식어업의 구조조정이 추진되고 있다.

3) 연대별 기술개발 단계

수산업에서 기술개발은 어떠한 발전단계를 거쳐 왔던 것일까? 1960년대에는 자연산 수산물을 단순 이용하는 단계였으며, 1970년대로 들어서는 기술도입을 통해 산업화가 추진되는 단계였다. 이후 1980년대에는 집약적 기술이 도입되었으며, 1990년대에는 좀 더 높은 기술을 이용하여 수산업을 영위한 단계였다. 그러던 것이 2000년대에 들어서면서 생명공학 기술을 이용하면서 수산업에서도 생명공학시대가 도래하게 된다. 그러면 앞으로의 수산업은 과연 어떠한 기술이 개발되어야 할 것인지가 수산업의 미래성장에 큰 갈림길이 될 것이다. 그 대안의 하나가 수산생태와 수산업이 조화를 이루는 생태조화형 기술을 이용하는 것이다.

4) 증양식 기술변천

증양식 기술에서는 어떠한 변천이 있었는지를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 종묘방류를 보면, 19세기 말에는 해산어류의 난과 치자어의 방류가 시작된 시기였다. 그러던 것이 20세기 중반에는 방류효과의 부진으로 중단되었다가 20세기 후반에 들어서면서 인공종묘의 방류에 대한 관심이 재개된다.

이 시기에는 적정한 비용의 건강한 종묘생산방법이 개발되고 보급되었으며, 연안어업자원의 가능성 있는 관리방법으로 인공종묘방류에 다시 관심이 고조되었다. 1970~1980년대에는 일본의 종묘방류가 선도적 역할을 담당했다면 1990년대 초에는 세계 여러 나라가 참여하게 된다.

한편 양식기술의 발전을 시기별로 구분해보면 다음과 같다. 1960~70년대는 양식기술 개척기로 양식기술 개발에 착수하면서 생산량이 급증하게 된다. 이 시기에 김, 미역, 굴 등 '해조류와 패류 양식업'이 발달하였다. 1980년대는 양식 기술

보급 확대기로 다양한 양식 및 고부가가치 품종과 관련된 기술개발이 시작된 시기이다. 기술보급이 강화되면서 어업인 들의 양식기술이 향상되었으며, 방어, 피조개, 넙치 등 '패류와 어류양식업'이 부상하였다.

그 이후 1990년대 전반기는 양식기술 성숙기로 고소득 품종의 양식기술 개발 및 유전육종기술이 개발되었으며, 참돔, 넙치, 조피볼락, 농어, 대하, 다시마 등)의 '어류 양식업'이 본격적으로 발전한 시기이다. 1990년대 후반기는 양식기술 산업화기로 고부가 가치의 양식품종의 개량 보급이 이루어지고, 일부 양식품종의 공급량 증가로 수급 불균형 문제가 대두된 시기이기도 하다. 대표적인 양식품목으로는 범가자미, 참돔, 굴, 전복 등이 있다.

2000년대는 친환경 양식기술 개발기로 자연생태계 복원과 생산 공간의 이용, 외해양식 기술의 보급으로 안정적인 생산 기반을 구축하고 있으며, 어류, 패류, 해조류가 모두 친환경적인 생산을 요구받고 있는 시기이다.

우리나라의 양식어업 발전단계

시 기		단계
제1기	광복이전	초기개발단계
제2기	1946~1960년	
제3기	1961~1970년	해조류 확대개발단계
제4기	1971~1980년	패류 확대개발단계
	1981~1990년	어류양식 확대개발단계
제5기	1991년 이후	생산조정 및 경영합리화단계

주 : 우리나라 양식어업 위치는 세계 5위임(중국 32.4백만톤, 일본 1.3백만톤, 필리핀 1.0백만톤, 태국 0.7백만톤, 한국 0.7백만톤)

나. 국외의 여건 변화

1) 해양 경제영역 확보를 위한 세계적 경쟁 심화

먼저 21세기 마지막 프론티어로서 해양관할권에 대한 세계 각국의 경쟁이 심화되고 있다. 영해 이외에 200해리 배타적 경제수역(EEZ) 제도의 정착에 따라 해양자원의 개발을 둘러싼 연안국간의 마찰이 심화되고 있다. 공해상의 해양자원 개발 및 선점을 위한 국제경쟁이 가속화되고 있으며, 주변국과의 경계획정협상이 본격화되고, 자원관리 및 환경협력이 확대되고 있다.

이와 관련해서 수산자원을 비롯한 해저광물, 석유, 천연가스 등의 해양자원에 대하여 상호간의 관할권을 획정하기 위한 노력이 증대되고 있으며, 해양환경 보

전 및 안전을 위해 지역 국가간 협력체제가 구축되고 있다. 또한, 광역해양관리 역량을 확보하여 광역해양에서 일어나는 모든 위법행위에 대한 감시 및 통제가 강화되고 있다.

한편, EEZ체제를 근간으로 하는 새로운 수산업질서가 점진적으로 정착되는 속에서 연안어업의 경우 수렵형 어업에서 농장형 어업으로 개편되고 있다. 근해어업 및 원양어업의 경우는 양자간·다자간협정시스템의 정착으로 입어쿼터중심에서 합작중심으로 전환되고 있다.

2) 해양의 지속가능한 개발에 대한 인식 확산

해양이 국가경쟁력 확보의 새로운 원천으로 인식되고 있다. 해양은 식량·광물 및 공간자원이 막대하게 부존된 자원의 보고로서, 인류의 문명발전을 지속시킬 수 있는 유일한 대안으로 인식되어, 육지중심의 '녹색혁명시대'에서 해양을 통한 '청색혁명시대'로 전환되고 있다. 이처럼 해양환경의 가치에 대한 인식이 확산됨에 따라 해양이용 개발과 환경보전의 조화를 추구하는 방향으로 전환되고 있으며, 이에 따라 풍요롭고 건강한 해양을 후손에게 물려주어야 한다는 당위성이 부각되고 있다.

이에 따라 쾌적하고 건강한 해양환경 조성과 연안이용의 상충문제 해소를 위한 연안통합관리가 실현되고 있다.

3) 첨단 과학기술의 발전에 따라 새로운 산업 창출 가속화

해양과학기술력이 국가위상을 좌우하고 있다. 해양선진국들은 후발국의 추격을 방지하기 위해 기술보호주의를 강화하고, 폐쇄적인 기술공유체제 구축하고 있다. 또한, 과학기술의 급속한 발전으로 해양자원의 실용화·산업화가 실현되고 있다. 그리고 해양생물자원의 건강식품, 의약품 등 이용이 확대되고 있고, 해양공간을 인공섬, 해상플랜트, 저장시설, 생활 및 산업공간으로 이용하려고 하고 있다.

2 국내외 사례

가. 국내사례

1) 수산자원 조성사업의 변천

기르는어업 육성법에 의하면 수산자원조성은 일정한 수역에 어초(魚礁)· 해조장(海藻場) 등 수산생물의 번식에 유리한 시설을 설치하거나 수산종묘를 풀어놓는 행위 등 인공적으로 수산자원을 풍부하게 만드는 행위라고 정의되어 있다. 수산자원조성의 종류는 인공어초 설치사업, 바다목장 설치사업, 해조장 설치사업, 수산종묘 생산 및 방류사업, 그 밖에 수산자원조성에 필요한 사업 등으로 구분하고 있다.

이러한 수산자원조성사업은 인위적인 어장환경 개선과 종묘방류 등을 통해 수산자원의 회복·증대를 도모하는 것으로 공유재인 수산자원을 대상으로 하고 있어 정부 주도로 사업이 이루어져 왔다. 2007년까지의 투자실적을 보면 인공어초 시설이 전체사업비의 90%로 압도적이며, 다음으로 종묘매입방류가 6%를 차지하고 있다.

수산자원조성사업은 농림수산식품부 자원회복과에서 사업계획을 수립하여 각 지자체에 시달한다. 동 사업의 사업주체는 시·도이고, 사업예산은 2005년부터 '일반회계'에서 '국가균형발전특별회계'로 이관되어 시·도에서 사업비를 집행하고 있다. 수산자원조성사업은 시·도에서 사업실시 예정 해역의 해양환경, 생물분포, 지형 및 저질 등에 대한 적지조사를 실시한 후 해역특성에 맞는 사업을 선정하며, 최근에는 인공어초시설, 바다숲조성, 종묘방류 등 단위사업이 통합되어 시행되는 경향이 있다.

현재 중앙정부에서 실시하고 있는 수산자원조성사업의 종류는 인공어초의 설치사업과 어초어장관리, 바다숲조성(해조장조성), 종묘매입방류 및 방류효과 조사, 도립배양장 지원, 바다목장 시범사업 등이 있다. 먼저, 인공어초사업은 인위적인 구조물을 연안에 투하하여 산란·서식지를 조성하는 것으로 1971년부터 추진되고 있다. 동 사업은 2007년까지 시설적지 307천ha중 64%인 194천ha가 시설되었으며, 총 7,661억 원의 사업비가 투입되었다. 사업비는 국고 80%, 지방비 20%이며, 균특회계 예산으로 시·도에서 집행하고 있다.

종묘방류사업은 민간 배양장에서 생산한 종묘를 매입하여 자원이 감소한 해역에 방류함으로써 수산자원을 회복하고자 하는 것이며, 1986년부터 추진하여 2007년까지 총사업비 560억 원으로 8.7억마리의 수산종묘가 방류되었다. 동 사업은 국고 70%, 지방비 30%이며, 균특회계로 시장·군수·구청장이 집행하고 있다.

한편, 바다목장 시범사업은 1998년부터 5개소에 대해 총1,589억원을 들여 조성 중으로, 이 중 통영바다목장은 1998년에 착수하여 2007년 6월에 조성이 완료되었으며, 총사업비는 240억 원이 소요되었다.

여수 바다목장은 2001년에 기반조성연구를 시작하여 2004년부터 본격적인 시설투자가 이루어 졌으며, 총사업비 307억 원 규모로 2010년 준공될 예정이다. 동·서·제주 바다목장은 2002~2003년에 걸쳐 기초조사를 실시하여 2003년 말에 사업해역을 결정하였으며, 2004~2005년에 걸쳐 해역환경 및 수산자원 실태조사를 실시하였다. 이어 2005년 말에 기본계획이 수립되었으며, 2006년부터 본격적인 시설투자가 이루어 졌다.

이러한 바다목장 시범사업의 성과를 활용하여 2006년부터 소규모바다목장 사업을 추진 중이며, 시범바다목장사업에 준해서 자원조성 및 사후관리를 하게 된다. 동 소규모바다목장사업은 사업기간 5년에 개소당 50억 원(국고 50%, 지방비 50%)이 투입되며, 일반회계 사업으로 시장·군수가 집행한다. 2006년에 4개소(군산, 강릉, 거제, 제주), 2007년에 3개소(보령, 군산, 사천)가2008년 2개소(연평, 속초)가 추진되고 2009년에도 3개소(기장, 신안, 강정)가 추진된다.

수산자원조성사업의 실적 및 계획

단위 : 백만 원

구 분		2007년까지	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년이후
사업비	계	860,901	60,088	61,015	65,110	65,297	1,347,553
	인공어초시설	766,144	44,086	40,205	40,335	40,250	355,925
	어초어장관리	28,145	5,106	7,793	5,725	3,964	78,327
	바다 숲 조성	10,313	1,938	2,375	2,250	3,850	679,312
	종묘매입방류	56,299	8,958	10,642	15,954	16,392	232,824
	방류효과조사	-	-	-	846	841	1,165

자료 : 농림수산식품부 자원회복과, 내부자료, 2008.

바다목장 시범사업 추진현황

단위 : 억 원

구 분	합 계	통영	여수	태안	울진	북제주
사업기간	'98~'10	'98~'06	'01~'10	'02~'12	'02~'12	'02~'12
주요대상어종		볼락류	돔류	볼락, 바지락	가자미류	바리류
총 사업비(억 원)	1,589	240	307	337	355	350
투자실적('07까지)	583	240	187	55	51	50
2008년 예산	134	-	50	28	28	28
2009년 이후	872	-	70	254	276	272

2) 추진상 문제점

(1) 수산자원조성사업의 상호 연계성 부족

수산자원조성사업은 인공어초, 종묘방류, 바다목장 등으로 상호 밀접한 관계가 있지만 각 사업이 상호 연계 없이 독자적으로 추진되는 몇 가지 문제가 있다.

첫째, 서식 환경조성을 위한 인공어초시설과 자원조성을 위한 종묘방류사업은 상호 연계 없이 추진되어 시너지 효과가 부족하다는 점이 지적되고 있다.

둘째, 소규모 바다목장사업은 기존의 인공어초사업 및 종묘방류 사업과 차별성 없이 추진되다 보니 사업의 중복성이 문제되고 있다는 점이다. 물론 소규모 바다목장은 해역 특성에 따라 인공어초뿐만 아니라 종묘방류·해중림 조성 등을 종합적으로 추진하는 사업이라는 점에서 상이한 측면이 있다. 그러나 실제로 이들 사업이 기존 자원조성사업과 같이 모든 사업이 독립적으로 이루어지고 있는 실정이다.

(2) 자원조성사업 예산지원의 문제

자원조성사업의 예산이 균특 회계로 지원됨에 따라 정부의 일관된 사업추진이 어렵고, 지자체의 다양한 의견 조정에도 한계가 있다. 지자체는 해역특성 보다는 지자체장 또는 어업인의 선호에 따라 인공어초 종류 및 종묘방류 대상어종을 결정하는 경우가 많다. 이 때문에 현재의 방식으로 자원조성사업을 계속 추진할 경우 나눠 먹기식 예산 지원이라는 지적이 있다. 중앙정부에서 종합적인 계획을 수립하여 자원관리 사업을 추진하려고 하여도 지방자치단체가 예산을 자율적으로 편성하고 있어 한계를 가질 수밖에 없다. 이 경우 지자체의 수산관련부서는 자원관리예산의 통합(농특회계로 전환)에 대해 수산 예산확보의 어려움 등을 이유로 찬성하고 있으나, 중앙정부가 사업을 직접 수행하는 것에 대해서는 지자체 수산

관련 조직의 축소 또는 폐지 우려 등을 이유로 반대 입장이다. 이외에도 자원조성사업의 예산이 시·도에서 사업 우선순위에 밀려 타 부문에 비해 감소 추세이며, 특히 어업인의 선호도가 상대적으로 낮은 어초어장관리, 인공어초사업 예산은 감소하였다. 결국 각 자원조성 사업별로 효과는 나타나고 있으나 아직도 기대수준에는 미치지 못하고 있으며, 이에 따라 각계에서 사업효과 및 추진체계 등에 대해 문제를 제기하고 있다.

수산자원 조성사업 예산 추이

단위 : 억 원

사 업 별	'04(A)	'05	'06	'07(B)	'08 계획(C)	증감(%)	
						C/A	C/B
합 계	420	473	478	504	478	13.8	-5.2
○ 인공어초사업	363	410	403	385	368	1.4	-4.4
- 인공어초	314	353	322	322	308	-1.9	-4.3
- 어초어장관리	39	41	62	45	33	-15.4	-26.7
- 해중림	10	16	19	18	27	170.0	50.0
○ 종묘방류사업	57	63	75	119	110	92.9	-7.6

(3) 수산자원조성사업의 분야별 문제

(가) 인공어초 시설

인공어초는 해당 어초의 고유 특성과 설치되는 해역여건 등을 고려하여 종류를 선정하여야 하지만, 일부 시·도에서는 지자체장(어업인) 등의 선호에 따라 결정되곤 한다. 여기에 대부분의 인공어초가 특허권이 설정되어 있어 특정어초를 선정하게 되면 특혜시비가 우려되는 등 해역여건 고려보다는 업체 안배 차원에서 시설되는 경우도 있다. 또한 전체 시설적지를 조사한 후 해역여건과 자원상태 등을 고려하여 연차적으로 시설되어야 하나, 현재는 국소적인 적지조사결과에 의해 시설되고 있다. 이 경우에도 적지판정시 생물특성 등 다양한 환경여건 등을 고려하여야 하지만, 대부분 물리적 특성만 고려되므로 효과가 미흡할 수밖에 없다. 이외에도 어초를 개발할 경우의 효과조사를 수산과학원에서만 수행토록 규정되어 있어 대학 등 연구기관의 반발이 있다. 이들의 주장은 수산과학원이 매뉴얼을 제시하고 조사는 수행하지 않되, 조사된 결과를 분석 평가하는 기능만 있으면 된다는 것이다. 현재 기 시설된 어초어장에 대한 상태조사는 거의 완료되어 가고 있으나, 어초별 보수·보강에 대한 구체적인 계획수립이 지연되고 있어 사업추진에 차질이 우려되고 있다.

(나) 종묘 방류

종묘방류사업은 1976년부터 2006년까지 30년간 9억 마리를 방류하여 왔으나 자원회복 수준은 기대에 미치지 못하고 있다. 예를 들어, 대하·꽃게 등 단년생 품종을 많이 방류하여 짧은 기간에 집중 포획되고 있으며, 전복, 해삼 등은 마을어장에 주로 방류함에 따라 일반 어업인들은 이용하지 못하고 있다. 결국 대하, 꽃게, 전복, 해삼 4종의 방류량이 80%를 차지하면서 자원회복효과에 의문이 제기되고 있는 것이다.

방류되는 대부분의 종묘도 양식용으로 생산되어 체형이 비대하고, 공격성 및 도피성이 떨어져 방류 시 생존율이 떨어지는 문제도 있다. 이러한 방류효과에 의문이 제기되고 있음에도 불구하고, 방류 효과 조사가 체계적으로 이루어지지 않아 문제제기에 대한 논리적 대응이 어려운 실정이다. 조피볼락, 넙치, 전복은 효과조사를 실시한 바가 있으나, 경제성 조사를 하지 않고 방류전후 어획비교 조사만 실시하여 방류효과를 과학적으로 입증하기는 곤란하다. 다음으로 종묘확보에 관한 문제를 짚어보면, 먼저 종묘방류사업의 입찰방식이 최저가 낙찰제로 우량종묘 확보에 걸림돌이 되고 있다. 일부에서는 선두그룹 우량종묘는 양식장에 판매하고 성장이 부진한 종묘 등은 정부 방류사업에 납품하는 사례가 있다.

한편, 방류종묘에 대한 질병검사는 인력·장비·예산 부족 등으로 전염성이 강한 바이러스 검사만 실시하고 세균 등의 검사는 실시하지 못하고 있다. 그리고 외국산 종묘를 들여와 방류사업에 납품함으로써 자연생태계 교란이 우려된다는 지적도 있다. 최근 해삼종묘의 공급 부족으로 중국산 저가종묘를 들여와 방류되면서 민원이 제기되고 언론에 보도된 사례가 있다.

(다) 해중림 조성

해중림 조성사업은 2002년부터 국립수산과학원에서 추진하고 있는데 현재까지 재생산 개술이 정립되지 않아 기술개발에만 치중하고 있으며, 백화현성의 치유를 위한 본격적인 시설은 하지 못하고 있다. 여기에 재생산이 되더라도 기후온난화에 따라 백화현상의 근본 치유는 어려울 것으로 보인다. 따라서 불가피하게 특정사업 목적으로 국소적인 해중림 조성에만 사용되고 있는 실정이다. 해중림 조성사업에 대한 매뉴얼 또한 아직 마련되지 않고 있는 실정이다. 시·도에서는 2008년부터 본격적으로 해중림 사업을 추진하고 있어 사업부실 및 차질이 우려된다.

(라) 바다목장

바다목장 시범사업은 동사업의 개념에 대한 이해가 부족하고, 기존 자원조성사업과의 차별성이 미흡하다는 지적이 있다. 바다목장은 '종합적이고 통합된 자원조성'이라고 대부분 인식하고 있으나, 초기에는 '울타리 없는 양식장'으로 인식

하면서 성과에 많은 의구심을 가지고 있다. 우리나라 바다목장은 음향 급이기를 위주로 했던 일본의 사례와는 달리 대상 어류의 행동특성을 분석, 이에 적합한 인공어초를 개발하고 적정 배치를 통해 자원을 조성하는 개념이다. 그럼에도 불구하고 정부에서 이미 추진 중인 인공어초 등 자원조성사업과 차별되는 새로운 기술 및 시스템이 없다는 지적이 여전히 제기되고 있다.

또한 장기간의 연차사업으로 추진되고 있으나 매년의 사업목표에 대한 명확한 인식이 없이 다소 느슨하게 사업이 집행되는 사례가 있다. 게다가 사업계획 대비 성과가 명확히 제시되지 않는 등 관리·감독이 미흡하다는 지적이 있다. 동 사업의 또 다른 문제는 연구중심으로 사업이 추진되면서 어업인들이 자원조성효과를 의문시하고 있다는 점이다. 2005년까지 연구비 비중이 67%(358억 원 중 200억 원)를 점유하는 등 자원조성사업 보다는 연구에 치중한다는 지적이 있어, 2006년 사업부터는 시설비 비중을 상향 조정하였다. 참고로 연차별 시설비 비율을 보면, 2006년에는 통영 77%, 여수 55%, 동·서·제주 29%였으며, 2007년에는 여수 86%, 동·서·제주 80%였다.

한편, 각 바다목장별로 다양한 문제를 가지고 있다. 우선 2006년 6월에 완공된 통영바다목장은 어선별 어획할당 등 어획관리 시스템이 아직 갖추어지지 않아 자원관리에 어려움이 있으며, 어획물관리를 위한 '어획물관리센터' 건설이 어업인의 이해 상충으로 지연되고 있다.

이외에도 바다목장 대상해역이 국립공원구역, 천연보호구역 등에 있어 어업인 소득증대를 위한 시설 설치가 제한됨에 따라 사업추진에 애로점이 있다. 통영 바다목장의 경우 유어장을 설치 하고자 환경부와 협의하였으나 동 해역이 해상국립공원구역으로 '자연공원법' 상 설치가 곤란하다는 입장을 밝혀 무산된바가 있다. 제주 바다목장도 차귀도 인근에 체험 관광시설을 설치 하고자 하였으나 문화재청이 동 지역이 천연보호구역임에 따라 문화재보호법상 현상변경(건축, 매립 등)은 곤란하다는 입장을 보이고 있다.

(마) 소규모 바다목장

소규모바다목장사업은 바다목장 시범사업에서 개발된 기술과 사업성과를 활용하여 추진해야 하므로 바다목장 시범사업이 완료한 다음에 추진하는 것이 바람직하다는 지적이다. 하지만 이미 소규모바다목장사업이 추진되고 있다. 적지 선정에 있어서도 조성해역의 해황여건 및 주변 환경 등을 고려하여 선정해야 하지만 일부해역은 정치적 결정에 따라 선정되는 사례가 있었다.

한편, 사전 기본계획의 수립 없이 예산을 반영함에 따라 사업비의 이월이 연례화되고 있어 사업에 차질이 발생하고 있고, 차년도 예산반영에도 문제가 있다. 이에 따라 2008년 사업부터는 사전에 기본계획을 수립토록 제도를 개선하였다.

나. 국외사례

1) 일본 해양목장

일본은 1960년대부터 적극적인 자원 배양형 어업개발을 위한 연구를 시작하였으며, 1970년대에 연안어장 정비 및 어업구조개선 등 실 해역 개발과 연어·송어의 대량 배양 기술 개발 사업을 수행하였다. 1980년대에는 해양목장 기술개발 연구계획(Marine Ranching Program)을 바탕으로 오이타(大分)현을 위시한 지역에서 사업이 추진되었다. 일본의 해양목장은 어장의 조성, 종묘의 생산으로부터 방류 후의 급이, 어업 관리, 계획적 생산까지를 포함하는 개념으로 사용되는 한편, 음향급이 부이를 중심으로 한 인공적으로 조성한 어장 해역 그 자체를 가리키는 경우도 있다. 전자의 경우는 우리나라 바다목장과 유사한 개념이다. 일본의 해양목장 추진과정을 세부적으로 정리하면 다음과 같다.

(가) 해양목장 추진배경

과거 일본의 수산정책은 어장의 외연적 확대, 어선의 대형화, 효율화 및 어획물의 대량 처리를 통한 '연안에서 근해, 근해에서 원양으로' 발전이 중심이었다. 이러한 정책 기조에 따라 전 세계 바다에서 어장을 개척해 왔던 일본의 원양어업은 1970년대 중반이후 200해리 시대가 도래 하면서 대폭 축소되기 시작하였다. 일본 수역의 근해어업에서도 정어리 자원의 감소와 더불어 급격한 위축을 맞이하였다.

이러한 국제 어업정세의 변화에 대응하면서 일본 수산업의 존속을 위해 일본 수산정책은 외연적 확대에서 질적 성장으로 전환하였다. 즉, '연안에서 근해, 근해에서 원양으로'의 슬로건 대신 '만들어 기르는 어업'으로 눈을 돌렸다. 구체적으로는 1975년 '연안어장정비개발법'이 제정되었고, 1976년부터 연안어장 정비개발사업이 시작되었다. 그리고 1977년에 '200해리 어업수역잠정법'이 제정되었다.

이들 일련의 정책 변화는 21세기를 맞아 일본의 전통적인 식문화를 유지하면서 수산물의 안정적 공급을 확보하자는 것이다. 즉, 수요 중심의 중·고급 어·패류를 대상으로 각종 재배어업을 추진하고, 인공어초 어장과 증·양식장 등의 연안어장을 정비·개발하는 것이었다.

1970년대 후반부터 일본 오이타현(大分縣)에서는 'Marinopolis 기본 계획'의 일환으로서 해양목장이 시도되었다. 주된 내용은 음향순치한 참돔을 방류하여 음향과 먹이로 방류어류를 제어·관리하고자 하는 것이었다. 그리고 고치(高知)현에서는 쿠로시오 해류가 통과하는 연안역 해역에 부어초를 설치하는 쿠로시오 목장이 구체화되었다.

그 이후 1987년에 수립된 제4차 일본 전국종합개발계획의 책정 과정에서 해양

개발에 관한 구상이 수립되었다. 여기에 각 지방자치단체와 민간기업이 새로운 해양개발 기술을 제안하였으며, 이를 계기로 연안역의 해양목장 조성사업이 전국 각지에서 추진되었다.

(나) 해양목장 사업추진 기관설립

1985년 일본 수산청 진흥부를 중심으로 Marinovation 구상의 추진이 입안되었고, 각 프로젝트의 입안, 조사·연구 수행과 민간 기술의 도입을 통한 '풍부한 연안어장 정비개발 및 재배어업 추진에 관한 협의회'가 조직되었다.
이어 1986년에는 '민간의 기술 개발력, 지방의 해양개발에 대한 의욕 및 어업자의 창의적인 연구를 결집하여 연정(沿整), 재배(栽培), 양식 등과 관련한 기술혁신을 추진함으로써 일본 200해리 내의 어업발전을 촉진하기 위한 연구회 설립구상(안)'이 만들어졌다. 동 구상안을 추진하기 위해 '200해리 내의 어업개발 추진위원회'가 설립되었고, 민간 기업이 중심이 되어 관계 회원이 참가한 각종 연구회가 설치되었다. 1986년 10월 수산업계, 어업인 단체, 도(都), 도(道), 부(府), 현(縣)과 125개 회원이 모여 설립 총회를 개최하였다. 그리고 일본 200해리 수역 내의 어업개발을 촉진하기 위해 산·학·관으로 구성된 연구개발 조직인 '마린포럼 21'이 발족되었다.

마린포럼 21은 8개 연구회와 18개 그룹이 설치되어 있는데 연근해 수역의 종합정비 개발구상(marinovaion 구상)에 기초하여 1986년부터 개발 가능성을 검토하였다. 마린포럼 21의 주요 사업 추진경과를 보면, 1986년부터 1990년까지 5년 동안은 음향 급이형 해양목장을 추진하였고, 1988년부터 제3차 연안어장정비개발계획을 추진하였다. 1989년에 수산자원의 고도이용을 위한 연구가 진행되었고, 1990년에는 지역 환경 이용 재배어업 등 효율화 기술이 개발되었다.

그리고 1991년부터 1995년까지는 연안역의 기능 회복과 증·양식장 환경개선이 실시되었다. 1992년부터 고도 회유성 어종에 관한 양식기술시스템이 개발되었다. 1993년에 '어군행동 제어기술 개발연구회'가 신설되었고, 1995년부터는 산맥(Mound)어장 조성시스템의 개발과 갯녹음 대응시스템 개발 등의 대형 사업이 추가되었다.

(다) 해양목장 조성 사례 : 오카야마현

오카야마(岡山縣)현은 일본의 세토나이카이(瀨內海) 서부에 위치하고 있으며 수산업에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있는 지역이다. 최근으로 올수록 해면어업의 생산이 급격히 줄어들어 어업인의 소득이 감소되는 등 수산세력이 크게 위축되었다. 이러한 위기감 속에서 수산자원의 인위적 조성을 통해 어업 생산성을 높이고자 해양목장사업이 추진되었다.

오카야마현의 해양목장은 카사오카(笠岡)시에 위치한 시로이시(白石)섬 지선

약 350ha에 조성되었다. 수산자원 및 어장환경를 철저하게 실시한 결과, 세토나이해의 서쪽 해역의 수산자원 공급원으로서 기능할 뿐 아니라 훌륭한 어장조성의 모델이 되었다. 사업기간은 1991년부터 2002년까지 12년이며, 이 기간 동안 투자된 예산은 약 21억 엔이었다. 동 해역에 서식하고 있는 감성돔, 능성어를 대상으로 하였으며, 악화된 어장환경을 회복시켜 자원의 재생산 능력을 크게 개선시켰다.

(라) 오카야마현(岡山縣) 해양목장의 사업성과

오카야마현(岡山縣)의 해양목장에서는 1991년부터 매년 3~6만 마리의 감성돔 종묘를 음향 순치하여 방류한 결과, 1992년부터는 0~1세 어를 중심으로 5~6만 마리가 해양목장 해역에 체류하는 것이 확인되었다. 방류한 감성돔은 1년 6개월부터 2년까지는 주로 어항 내에 체류하다가 전장이 20cm 이상이 되면 대부분 어항 밖으로 이동하는 것이 추적조사에 의해 확인되었다. 어획량은 1991년 7.6톤이었으나 1994년에는 14.0톤으로 1.81배 이상 증가하였다. 능성어의 경우 1995년부터 1997년까지 2년 동안 방류한 어군은 방류 1년 후에 음향부이 주변의 정착율이 치어는 1.8~4.3%이었고, 1세 어는 15.0~49.2%로서 부이를 설치하기 이전 정착율 0.01% 보다 훨씬 높았다.

이러한 성과에도 불구하고 동 해양목장은 추진 과정에서 문제점이 나타났다 음향급이기 주변에는 감성돔, 능성어, 쏨뱅이, 농어 등 5목 23과 34종의 어류가 서식하는 것으로 확인되어 해양목장에 의한 자원조성 효과는 있는 것으로 확인되었다. 그러나 해양목장 해역에 서식하고 있는 1세어 능성어는 쏨뱅이, 농어 등에 의해 식해되어 많은 양이 감소하였고, 또한 성어의 경우도 음향급이기 주위에 그대로 서식하고 있어 감성돔 등의 종묘방류 시 이를 상당히 식해하는 것으로 확인되었다. 복합형 해양목장을 효율적으로 운용하기 위해 어류간의 포식과 피포식 및 서식 공간과 먹이순환 경합 관계에 대한 실태 파악이 필요한 것으로 나타났다.

2) 기타 국가 사례

노르웨이에서는 1992년부터 1998년까지 정부 주도로 가리비, 유럽산 닭새우, 연어, 대구, ~~Wolf fish~~ 등을 대상으로 개방계 양식(Sea ranching) 사업을 실시하고 있다. 중국과 복건성과 광동성을 중심으로 바다목장화 기반연구가 실시되고 있다. 2007년부터 산동성 지역에서는 우리나라 통영바다목장을 벤치마킹한 바다목장사업이 시작되었다. 캐나다는 대구에 대한 자원조성사업이 실시되고 있으며, 1995년부터 해양목장화에 대한 기반기술을 개발 중에 있다. 미국은 바지락, 게류(blue crab), 굴류(Eastern oyster) 등에 대한 자원조성사업이 추진되고 있다.

3 시사점

가. 수산자원조성사업의 통합적 대응 필요

수산자원조성사업은 인공어초시설, 종묘방류, 해조장조성 등이 상호연계성 없이 개별적으로 추진되다 보니, 자원회복 혹은 증대라는 관리목표의 달성을 반감시키고 있다. 해역별·어업별 특성이 반영된 수산자원조성사업이 이루어지기 위해서는 자원상태, 어업실태 등을 고려하여 각각의 자원조성사업과 다른 어업관리수단이 연계성을 가지면서 통합적으로 추진되어야함에도 불구하고 단위사업 혹은 개별적으로 이뤄지고 있어 자원관리의 효과를 극대화하는데 한계가 있다.

따라서 수산자원조성사업 확대, 타 자원관리 수단과 병행함으로써 지속가능한 어업생산기반을 확립해 나갈 필요가 있다. 즉, 바다목장, 인공어초, 종묘방류 등 자원조성사업을 통합적으로 확대 추진하여 연안의 생산 잠재력을 최대화해 나가고, 해역별 특성에 맞도록 통합적 관리와 사업간 연계성을 확보해 나간다.

또한 연안의 생태계 복원이 시급한 일정구역에 선택성 어구만(낚시어구) 사용, 조업기간 설정 등의 특별관리구역(예, 수산자원관리수면, 보호수면 등) 설정하거나, 여기에 다양한 관리수단을 결합하여 수산자원을 회복시킴으로써 지속가능한 어업생산체계 구축한다.

나. 신뢰성 있는 과학적 자료의 뒷받침

수산자원조성사업이 수산자원의 회복·증대를 목적을 달성하기 위해서는 우선적으로 자원상태에 대한 정확한 진단을 바탕으로 한 과학적 근거 하에서 계획성 있게 이루어져야 한다. 그럼에도 불구하고 현실적으로 이러한 것을 하기 위한 기초자료의 부재, 수집이 이루어지 않기 때문에 수산자원조성사업을 추진하는 데 한계를 가진다. 실제 현장에서는 일부 수산자원을 제외하고는 인력 및 예산 등이 부족하다 보니 자원조사 및 자원평가가 제대로 이루어지 않아 과학적인 자료에 근거한 수산자원조성사업이 추진되지 못하고 있다.

따라서 전체 연안에 대해 정확한 해양환경 및 자원상황을 조사·분석하여 체계적·효율적 어업관리체계의 기반을 구축하는데 이용할 수 있도록 한다. 특히 중요 해역에 대해서는 실시간 환경 및 자원 관측망을 구축하여 환경변화를 적기에 수집·제공함으로써 자원관리 및 재해예방 등에 활용한다.

다. 이용관리시스템의 확립 필요

지금까지는 수산자원조성사업은 인공어초 및 종묘방류를 한 이후에는 아무런 관리조치가 이뤄지지 않았던 것이 현실이다. 그 결과, 인공어초 어장에서 무분별한 조업으로 인해 어구가 걸려 인공어초의 기능을 떨어뜨리거나 수산종묘를 방류하자마자 모두 싹쓸이 어획하여 오히려 자연생태계를 악화시키는 등의 문제가 빈발하고 있다.

수산자원조성사업이 자원의 증대라는 역할을 충분히 수행하고 성공적인 자원조성사업이 되기 위해서는 사업 전반에 걸쳐 이용관리시스템을 확립하는 것이 필요하다. 즉, 해역별 지역별로 과학적 자원조사 및 평가결과, 그리고 어업 및 어종별 특성이 반영된 맞춤형 이용관리프로그램을 개발한다.

정부에서는 해역별 지역별로 자원관리에 목표 및 방향 제시, 관련제도 검토, 정책적 지원 및 조정 업무만 담당하고, 지자체(또는 어업인)는 지역실정에 맞은 자원관리 목표를 설정하고 이에 대한 이용관리프로그램의 개발하여 추진한다. 이를 위해서는 이용관리를 수행할 수 있는 관련 제도 및 조직의 정비가 추진되어야 한다.

수산자원에 대한 이용관리 주체를 정부에서 지자체 및 어업인이 되도록 권한과 책임이 부여된 관련 제도의 정비가 있어야 하며, 이들을 실질적으로 담당하여 추진할 수 있는 전문가의 양성 및 조직의 정비가 뒷받침되어야 한다.

라. 어장이용 주체의 적극적 참여

수산자원조성사업의 성과를 높이기 위해서는 어업관리를 병행하는 것이 필요하다. 즉, 어업관리를 위해서는 어장이용 주체인 어업인의 적극적인 참여가 전제되어야 한다. 인공어초 및 종묘방류로 인해 자원량이 증가하여 어획량이 많아졌다고 하더라도 수산자원의 어획을 일정하게 제한하는 합의된 노력이 없는 경우에는 수산자원의 남획이 초래될 것이기 때문이다.

이를 위해서는 어업인 스스로의 자율관리어업 정착시켜 나간다. 실효성 있는 자율관리공동체 육성과 자율관리어업 활성화를 위해 교육·홍보 프로그램의 개발이 필요하며, 또한 어촌공동체의 자율관리사업 추진의 원활화를 위해 민관산학이 연계된 효율적인 지원체계 구축·운영 및 정부의 재정적 지원 확대한다. 단일 자율공동체를 인접 지역이나 수역별로 점진적으로 확대하여 '광역적 공동관리체제'로 유도하며 이에 대한 지원책을 수립해 나간다. 그리고 어업규모의 축소, 생력화를 통한 경쟁력을 확보하려는 어업인에 대한 지원이 적극적으로 이루어져야 한다.

한편, 지자체의 관리능력도 배양되어야 한다. 지자체에서 자원관리 및 어업정책을 주도적으로 담당하기 위해서는 관리조직과 전문 인력의 확보가 이루어져야

하며, 이를 위해서는 시·도 혹은 시·군·구 간의 역할 분담과 행정조직 정비, 지역 연구소 기능강화 등 현실적 문제의 해결이 선행되어야 한다.

마. 다양한 바다이용 수요에 대응

최근의 바다는 어업인 뿐만 아니라 일반 국민들에 의한 다양한 이용이 증가하고 있다. 사회 전반에 걸쳐 주 5일 근무의 정착, 소득 수준의 향상에 영향을 받아 국민들이 여유 있는 생활을 추구하게 됨에 따라 바다에 있어서도 유어낚시, 스킨스쿠버, 어촌체험 등 다양한 체험형 해양레저가 급속히 확산되고 있다. 이러한 속에서 수산자원조성사업을 통해 증대된 수산자원을 어업인 이외의 유어낚시 등 해양레저객의 이용률이 높아지고 있다.

이에 따라 동일한 공간에서 자원이용을 둘러싼 어업인과의 갈등도 늘어나고 있는 추세이다. 따라서 이러한 수산자원이용의 다변화에 대응하여 어업인과 일반 국민이 공존할 수 있는 시스템의 확립이 필요하다. 예를 들면 수산자원조성 어장에서 어업인과 일반 국민의 이용을 구획하거나 해양관광레저객의 안내를 어업인이 담당하는 등이 있을 수 있다.

앞으로 수산자원조성사업은 과학적인 근거에 따라 자원증대 계획을 수립하고 여기에 이용관리체계를 구축하여 지속적 이용을 도모하는 것이 필요하다. 또한 증대된 수산자원을 합리적으로 이용하기 위해 어장이용 주체인 어업인과 일반 국민과의 상호 협력시스템이 마련되어야 할 것이다.

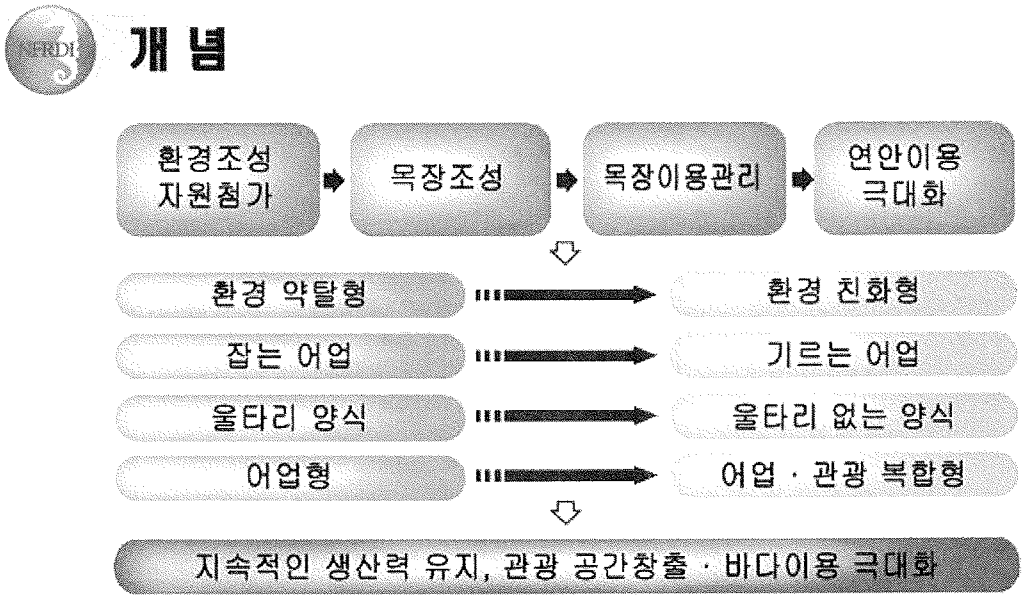
Ⅲ. 바다목장사업 현황

1 사업개요

가. 기본개념

바다목장의 개념은 아직 세계적으로 명확하게 정립돼 있지는 않다. 용어에서 보여주듯이 다분히 축산업에서 사용하는 목장이란 개념을 도입한 것이라 할 수 있다. 따라서 바다목장 또는 바다목장어업의 개념을 정리하기 위하여 축산업에서 사용하는 개념을 고찰할 필요가 있다.

목축업에서 말하는 목장(ranch)은 "일정한 시설을 인위적으로 갖추어 소·말·양 따위를 전문적으로 방목하여 사육하는 곳"으로서 일정한 시설의 설치를 통한 방목장소 조성이라는 목장조성 기술 측면이 강조되고 있다. 목축은 이러한 "목장에서 가축을 키우고 번식시키는 일"로서 대상생물을 키우고 번식시키는 등의 일연의 생산 기술적 측면이 강조되고 있다. 한편 목축업은 "목축을 사업으로 하는 것"으로서 경제 경영적 측면이 강조되고 있다. 한편, 목축업은 "목축을 사업으로 하는 것"으로서 경제 경영적 측면이 강조되고 있다. 이처럼 축산업에서는 장소. 대상물 및 산업이란 측면에서 목장, 목축, 목축업이라는 개념이 명확하게 구별되어 있다.



이와 같이 축산업에서 사용하는 목장, 목축 및 목축업의 개념을 바다목장어업에 적용하여 개념을 정의해 보면 우선 장소적 의미에서의 바다목장(marine ranch)은" 바다에서 일정한 시설을 갖추어 물고기를 전문적으로 방목하여 사육하는 곳"이라 정의할 수 있다. 축산업에서의 목축에 해당하는 "바다목장에서 물고기를 키우고 번식시키는 일"에 대한 명확한 용어는 없다고 하여도 과언이 아니다.

그러나 일반적으로 장소적 의미에서의 marine ranch 보다 광의적 개념으로 사용하는 바다목장화(marine ranching)가 이러한 의미를 가진다고 할 수 있다. 마지막으로 바다목장어업(marine ranching fisheries)은 "바다목장에 물고기를 방목하여 키우고 번식시키는 사업"이라고 정의할 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 불과하다. 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.

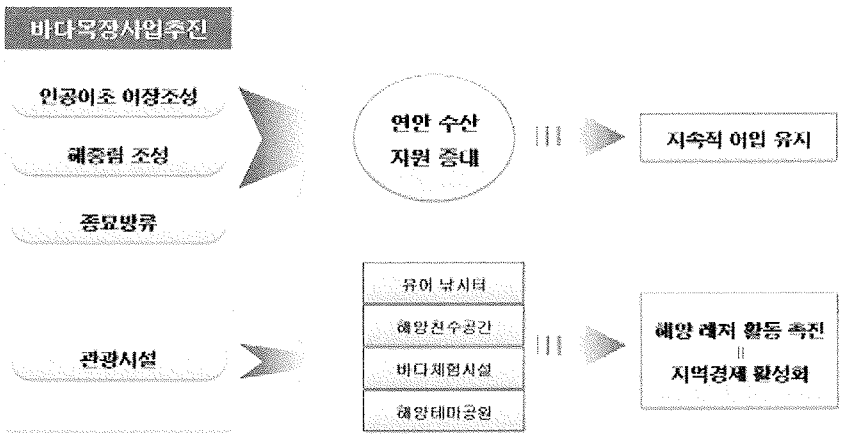
양식, 자원조성, 바다목장 개념 비교

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

일본에서는 바다목장을 자원 배양형 어업이라고도 하며, 재배어업과 구분하고 있다. 재배어업은 우리나라의 자원조성사업과 유사한 것으로서 주된 목적은 인위적 간섭에 의한 생물자원의 증대이고, 수산종묘의 방류 및 인공어초의 설치가 그 주요 수단이다. 한편 바다목장어업은 자원배양형 어업으로서 자원의 증식은 재배어업과 같으나 그 보다 더 높은 목표를 둔 형태이다. 즉 단순한 생물자원의 증대가 아니라 이를 통해 인간의 생산조직에 영향을 주어 어장이용의 경제적 합리성을 추구한다는 사회경제적 목적이 강력하게 포함되어 있다. 따라서 그 수단은 단순한 방류 외에 각종 첨단과학기술이 동원되는 것이라고 바다목장을 정의하기도 한다.

바다목장의 정의를 도식화하면 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 배타적 독점력을 가지는 울타리 양식어업에서 울타리 없는 양식어업으로 변하게 된다.

이러한 바다목장의 결과는 생산 면에서는 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.



수산업 자생력을 확보하고, 어업인의 삶의 질 향상

나. 필요성

자연생태계를 적극적으로 보전하면서 어업생산 및 어업경영을 영속적으로 안정시키는 방법으로 미래지향적 연안을 입체적 공간으로 활용하는 시스템이 바다목장사업은 날로 황폐화해져 가는 연안 어장을 살리고 어장 생산성을 높여 어업인들의 소득을 증대시킴과 동시에 날로 증가하고 있는 일반 국민들의 바다에 대한 수요를 충족시키는 사업이라 할 수 있다.

1) 우리나라 EEZ수역의 보전과 어장의 내연적 확대

UN해양법협약에 의하여 한·중·일 3국이 어업협정을 체결함으로서 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.

2) 연안어장의 오염 방지

우리나라 연안 어장은 매립간척 및 해양오염으로 인하여 날로 오염이 가중되고 있다. 따라서 목장을 실시하여 바다를 철저하게 오염으로부터 관리할 필요가 있다.

3) 어업인 들의 무분별한 자원남획을 방지

현재는 허가어업 제도 하에서 얼마를 어획하든지 통제가 불가능하기 때문에 무분별하게 어획을 통하여 자원이 남획되고 있다. 새로운 어업생산 시스템이 도입되지 않는 한 자원의 회복은 불가능한 것이 현재 우리나라의 실정이다.

4) 새로운 어업생산 시스템 도입으로 수산물 수급안정에 기여

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.

5) 일반 국민들의 바다 수요에 부응

국민소득이 증가하면서 레저 및 관광의 시간이 증대됨에 따라 산과 바다를 찾는

국민들이 폭발적으로 늘고 있다. 그러나 현재 우리나라의 산은 대부분 초과수요 상태로 더 이상 신규 수요에 대응할 수 없는 상태이다. 따라서 바다로 많은 여행객들이 몰려들고 있으나, 연안의 자원상태가 나빠 국민들의 기대에 부응하지 못하고 있다.

6) 수산과학기술의 종합화를 달성

바다목장은 모든 수산과학기술이 필요한 사업으로 바다목장 사업을 실시하면 우리나라 수산과학기술의 발달과 활용에 기여하는 바가 클 것이다.

7) 기르는 어업의 실현

환경을 보전하면서 저비용 고효율의 어업을 달성하기 위한 새로운 어업생산 시스템이 필요한 시기이다.

다. 추진 전략

1) 비전

1998~2010년까지의 바다목장 시범사업의 기본구상은 바다목장 기반을 조성하는 것이다. 시범사업 투자대상 지역을 5개 해역으로 구분한 이유는 우리나라가 3면이 바다로서 각 해역별로 특성이 다르기 때문이다. 따라서 시범사업 해역별로 목장의 유형을 대상어종, 종묘의 순치방법, 해류제어방식 및 양성시설을 분류하였다. 목장 유형은 남해안의 경남 통영과 전남 여수를 다도해형으로 하여 연안에 산재해 있는 많은 섬을 최대한 활용하여 어류 중심의 바다목장을 시설하는 것이다. 통영과 여수는 리아스식 연안으로서 수많은 섬들이 많아 이를 어류상 조성의 기지로 활용하는 것이다.

동해안은 해안의 굴곡이 단순하고 수심이 깊으며, 내륙에는 태백산맥을 중심으로 육상 관광지가 많이 산재해 있으므로 한대성 고급어종을 이용한 관광형 목장으로 개발하는 것이 적절하다.

서해안의 태안은 조석간만의 차가 심하고 갯벌이 잘 발달돼 있으므로 갯벌형으로 하여, 수중에서는 어류를 갯벌에서는 바지락 등 패류를 대상으로 시설하는 것이다.

제주는 해역이 깨끗하고 난류성 어류가 많이 서식하는 해역이지만 섬이 적고 바다가 트여 있어 현재 통영에서 실시하고 있는 바다목장의 개념으로는 조성이 어렵다. 따라서 제주도 많이 가지고 있는 관광자원과 연계하여 스쿠버 다이빙 등 수중체험을 할 수 있는 수중 체험형으로 개발한다.

대상생물의 이동을 제어하는 방식으로는 기본적으로 인공어초를 사용하고, 해역 특성에 따라 해류차단장치를 사용한다. 제주도와 동해안은 특히 상업적 어업보다는 관광에 중점을 두기 때문에 그물차단장치를 사용할 필요가 있고, 서해안의 경우도 갯벌에서 패류를 키우기 위하여 패류이동을 차단하는 그물차단장치가 필요하다.

동해안의 경우는 대부분이 영양염 부족으로 생산성이 매우 낮기 때문에 특별히 용승구조물을 설치하여 저층의 풍부한 영양염을 표층으로 상승시켜는 방법도 필요하며, 각 해역에는 일반인들이 자유로이 낚시를 할 수 있는 낚시터를 설치하고 제주도와 동해안에는 일반인의 관광을 위하여 수중전망 및 조망시설의 설치가 바람직할 것이다.

시범 바다목장사업의 기본 개념

구 분	남해안(통영)	남해안(여수)	동해안(울진)	서해안(태안)	제주(북제주)
목 장 유 형	다도해형	다도해형	관광형	갯벌형	수중체험형
목 표 어 종	조피볼락, 볼락	황점볼락, 감성돔	가자미, 전복, 가리비	조피볼락, 바지락,갑각류	돌돔, 전복 다금바리
종묘 순치방법	광	음향, 광	광	광	광, 음향
대상생물 이동제어방식	인공어초	인공어초 음향급이기	인공어초 용승구조물 그물차단장치	인공어초	인공어초 해류차단장치 그물차단장치
양 성 시 설	인공어초 해조장	인공어초 해조장	인공어초 해조장 그물차단시설	인공어초 해조장 그물차단시설	인공어초 해조장 그물차단시설
기 타 시 설	낚시터	낚시터 소파제	수중전망시설 낚시터	낚시터	수중전망시설 낚시터
투 자 기 간	9년	8년	9년	9년	9년

시범 바다목장 조성을 위한 투자전략은 3단계로 나누어 실시할 필요가 있다. 1단계는 2~3차 연도로 목장 기반조성 단계, 2단계는 4~7차 연도로서 목장 조성단계, 3단계는 8~9차 연도로서 사후관리 단계이다. 추진방법은 통영 바다목장사업 계획과 같이 관계, 학계, 어업인, 기업을 대상으로 사업추진단을 구성하고, 어장조성, 자원조성 및 목장 이용·관리 분야별 연구진을 편성하여 실시하는 것이 사업의 효율성을 기할 수 있을 것으로 보인다.

단계별 추진 전략

구분	1단계	2단계	3단계
목표	바다목장 기반조성	바다목장의 조성	효과분석 및 사후관리 체계 확립
주요 내용	○환경수용력 평가 ○대상생물 생리, 생태 조사 ○어장조성 기술개발 및 도입 ○사전 사회경제적 타당성 및 제도적 지원체제 분석	○환경관리 및 모니터링 시스템 적용 ○대상 종 방류 및 행동특성 조사 및 어초개발 ○어장조성시설 ○투자전략 수립 및 바다목장이용, 관리 방안 수립	○실 해역 환경 모니터링 시스템 구축 ○방류종의 어획 관리 ○어장조성시설 관리 ○자원관리 ○사후 투자효과 분석 및 사후관리계획 수립

다. 법적 근거

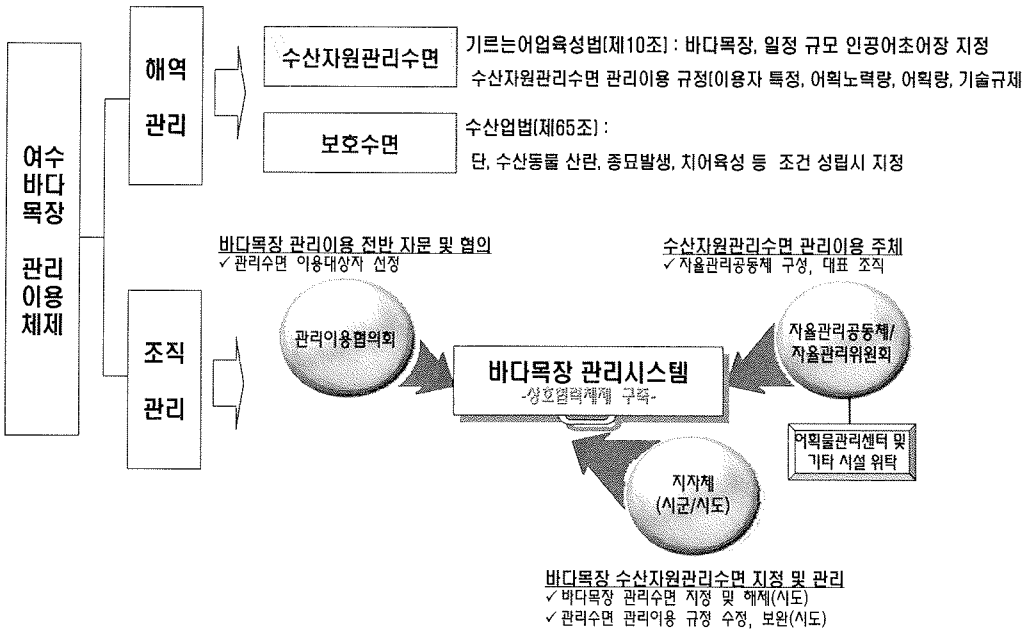
기르는어업육성법 제6조(자금의 보조 등),
제9조(수산자원조성사업)

2002년 1월 14일 법률 제6611호로 기르는 어업 육성법이 제정되기 전까지 바다목장사업과 관련된 법규는 수산업과 수산업법 시행령 등이 사실상의 전부였기 때문에 이를 이용하여 보호수면을 설치하였으며, 현재는 수산업법과 기르는 어업육성법을 동시에 적용하여 바다목장 조성 수면을 조성, 관리하고 있다. 그러나 수산업과 수산업법시행령의 관련법규는 바다목장사업을 시행하는데 있어 여러 가지 측면에서 문제점을 갖고 있다.

무엇보다 수산자원 조성사업이 시행되는 각 시기에 있어 사업의 지속성 및 일관성이 유지되도록 보장하지 못하였고, 각각의 사업이 유기적으로 연계될 수 있도록 되어 있지 않기 때문에 수산자원조성사업의 효율성을 떨어뜨릴 우려가 있었다. 더욱이 수산업법 어디에도 수산자원조성 이후의 관리에 대해서는 언급이 없기 때문에 이러한 문제는 더욱 발생할 가능성이 있다. 따라서 바다목장사업은 조성단계에서는 수산업과 수산업법시행령의 각 자원조성사업과의 연계성, 바다목장 조성 후 단계에서의 제도적 미비로 인해 양자가 철저히 관리되어야 함에도 불구하고 동 규범들만으로는 부족한 점이 많았다.

이러한 문제점을 고려하여 기르는 어업 육성법이 제정되어 공포되었다. 2003년 7월 발효된 기르는 어업 육성법은 바다목장사업을 명시적으로 언급하고 있을 뿐 아니라 바다목장을 실질적으로 관리하기 위한 근거규정들을 포함하고 있다.

이 법에 따르면 바다목장은 "수산자원조성사업의 일종으로서 일정한 해역 등에 대하여 수산자원조성을 위한 시설을 종합적으로 설치하여 수산자원을 인공적으로 번식시키고 이를 포획·채취하는 장소"를 말한다. 또한 기존의 육성수면과 보호수면으로는 바다목장을 적절히 관리할 수 없다는 점을 고려하여 이 법은 「수산자원관리수면」을 새로이 신설하였다. 법 제10조에서는 시·도지사는 수산자원의 효율적인 관리·이용을 위하여 인공어초 또는 바다목장 시설물을 설치하였거나 설치예정인 수면을 수산자원관리수면으로 지정하고 관리하도록 하고 있다. 수산자원관리수면은 육성수면과 달리 지정목적 범위 안에서 그 관리·이용규정을 정하여 이를 관리하여야 하며, 또한 보호수면과는 달리 어업인에게 입어를 허용하는 것이 가능하다는 점에서 바다목장에 적합한 수면이라 할 수 있다.



관리 이용체계

라. 현재까지 추진경위

바다목장사업과 관련하여 1977년 연근해 어업진흥계획(1977~1981)을 확정하여 그 사업으로 연안어장의 목장화사업(1982~1989)을 추진한 바 있으며, 현재 연안어장 목장화 종합개발 계획(1994~1995)으로 ①인공어초시설, ②인공종묘방류, ③증양식어업 개발, ④내수면어업의 촉진 및 ⑤어장환경 보전 등에 필요한 여러 사업을 각 지방 자치단체가 중심이 되어 추진 중에 있다. 그러나 이들 사업내용의 대부분은 연안역 어장환경의 재정비라는 차원이며, 해양목장화를 위한 연구, 기술개발 계획은 빠져있는 상태이다.

정부는 "바다목장화 사업"이라는 대통령 선거공약 사업의 일환으로 이미 1994년에 680억원을 집행하였고, 1998년까지 약 8,000억원이라는 막대한 예산을 집행하였다. 그러나 현실은 연안어촌계의 숙원사업이자 우리나라 당면과제였던 어초투입과 어촌정비 사업을 추진하는 데 많은 예산이 투자되고 있는 실정이므로 앞서 기술한 "해양농장" 개념의 목장화 목표 달성에는 못 미친 것으로 생각된다.

한국해양연구원에서는 해양목장화를 위한 기초기술개발을 위해 1980년대부터 계속적으로 해양생물의 대량생산 연구를 집중적으로 수행한 바 있고, 그 결과 자원조성에 필수 항목인 종묘의 대량생산에 대한 많은 내부기술(know-how)을 축적하고 있다. 또 1994년부터 한국해양연구원의 전문화 계획의 일환으로 1996년까지 해양목장화을 위한 연구가 추진되어 통영시 산양읍 지선을 해양목장화 Model 해역으로 정하였으며, 제주도에서는 전복을 위한 어초개발과 대상 해역의 일반 생태계를 파악하였으며, 해양목장화에 필요한 대상생물로 조피볼락, 볼락, 쏨뱅이, 넙치, 전복 등 정착성이 강한 해양생물을 선정하였다.

해양수산부는 1998년부터 2010년까지 전국 5개 해역(통영, 여수, 울진, 태안, 북제주)을 대상으로 각 해역별 모델을 개발하는 시범목장화 사업을 본격적인 바다목장화 개발 사업을 추진하고 있으며, 통영의 경우 상당한 효과가 나타나고 있다.

또한 2006년부터는 지방자치단체가 중심이 되는 소규모 바다목장 사업도 추진되고 있으며, 우선 강원, 경남, 전북, 제주의 각 1곳을 선정하여 소규모 바다목장화 사업이 추진 중에 있다. 특히 시범바다목장사업은 2006년까지 한국해양연구원에서 수행하던 사업을 2007년부터 국가연구기관인 국립수산과학원으로 총괄 연구기관이 변경됨에 따라 사업의 연속성을 최대한 고려하여 추진되고 있다.

마. 투자계획

1) 시범 바다목장사업

1998년부터 2010년까지를 목표로 5개 시범 바다목장을 건설하기 위하여 필요한 자본은 약 2,000억원이 소요될 전망이다. 투자 자본에 대한 재원은 본 사업이 국가가 정책적으로 실시하는 시범사업인 만큼 국가가 대부분의 투자액(1,568억원)을 부담하고 나머지는 지방자치단체, 어업인 및 민간 기업이 부담하는 것으로 계획하고 있다.

국가가 투자하는 자본은 주로 기반시설 투자와 연구비가 될 것이고, 지자체는 종묘 방류비, 목장 이용·관리비 일부가 될 것이다. 어업인은 종묘 방류비가 대부분이고, 민간 기업은 해류차단장치 등 구조물의 제작 설치, 환경제어 기자재 제작 및 설치에 투자할 수 있을 것이다. 민자의 확보방안으로는 목장조성 인근의 임해공단의 기업이 참여케 하는 방법을 고려할 수 있다. 예를 들어 각 연안에 산재해 있는 원

자력 발전소, 매립간척 사업단, 철강회사 및 임해공단 등이 민자 확보 대상이 될 수 있다. 이러한 민간 기업은 바다목장 사업에 투자함으로써 얻을 수 있는 효과는 바다환경을 파괴한다는 사회적 비난을 줄일 수 있고, 인근의 어업인들에게 지불하는 사회적 비용을 줄일 수 있다는 것이다. 특히 동해안과 제주를 경우 다른 지역에 비하여 민자를 많이 책정한 이유는 수중전망시설 등 관광시설에 대한 투자를 유치할 수 있기 때문이다.

분야별 사업내용은 먼저 환경관리 기술개발로 생태계 구성요소의 지리정보화 구축 및 생태계 모델개발, 환경관측브이 개발 등이 있으며, 어장 조성기술 개발은 대상 종 자원 조성을 인공어초 개발 및 실 해역 어초배치, 구조물의 입체적 공간 활용기술개발, 자원조성 기술 개발, 해조장 해중림 조성 등이다.

자원조성 기술 개발은 대상생물의 우량종묘 생산(볼락) 및 경제적 중간육성 기술개발, 자원방류 및 자원량 평가, 음향 급이기 국산화로 어장자원조성 분야 통합운영 필요가 있으며, 관리 이용 정책개발 및 체계구축을 목적으로 바다목장 마스터플랜 수립 및 사회경제적 효과 분석, 보호수면 및 자원관리 수면 지정 제도화가 필요하다.

시범바다목장 사업내용

(단위 : 억원)

해역별 / 연도별	합 계	통 영	여 수	울 진	태 안	제 주
총사업비	1,589	240	307	355	337	350
사업기간	'98～'12	'98～'06	'01～'10	'02～'12	'02～'12	'02～'12
'07까지 투자실적	583	240	197	48	50.5	47.5
'08 예산	132	완료	47	38	10.5	36.5
목장유형(면적)	248㎢	어업형 (20㎢)	다도해형 (110㎢)	관광형 (20㎢)	갯벌형 (75㎢)	체험·관광형 (23㎢)

2) 소규모 바다목장사업

시범 바다목장사업의 연구결과를 활용하여 단기간(5년)에 걸쳐 소규모 예산(50억원)을 투자하여 연안해역 지원회복을 통한 수산자원의 지속적 생산 및 어업인 소득증대 도모코자 2006 ~ 2020년까지 전국 연안에 50개소에 사업비 2,500억원(지원조건 : 국고 50%, 지방비 50%)을 투자할 계획이다.

현재까지의 추진경위는 2005년에 소규모 바다목장사업 추진계획(안) 이 수립된 후 지자체 소규모 바다목장사업이 4개시도, 16개소에서 예산요구되어 2006 : 강원(강

릉), 전북(군산), 경남(거제), 제주(남제주)에 먼저 추진도였고, 2007년에 직도 사격장 등 지역현안대책 관련하여 3개소가 추가 지정되였으며, 기장, 속초, 신안은 2003년 동·서·제주 시범 바다목장 선정 시 후보해역으로 지정되였고, 부안은 새만금 대책, 연평은 서해5도 조업대책의 일환으로 서천은 군장 국가산업단지 대책으로 추진 일환으로 2009년 기본계획 수립, 2010년 사업 착수할 예정이다.

소규모 바다목장사업 내용

구분		합계	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
물량	계	20개소	4	7	9	12	15 (완공4)	18 (완공3)	20 (완공2)
	신규		4	3	2	3	3	3	2
	계속			4	7	9	12	11	11
시설지역			강릉, 군산, 거제, 제주	보령, 직도, 사천	연평, 속초,	기장, 신안, 강정	부안, 서천 경북	울산 경기 전남	경북 경남
사업비	계	752억	40억	81억	96억	120억	150억	140억	135억
	국비	376억	20억	41억	48억	60억	75억	70억	65억
	지방비	376억	20억	40억	48억	60억	75억	70억	65억

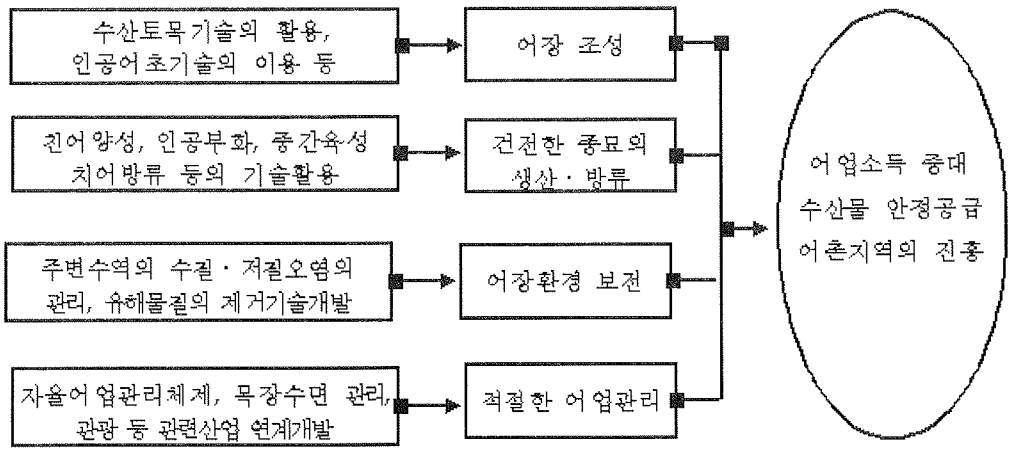
2 현재까지 추진실적

가. 통영바다목장 시범사업

1) 사업 개요

통영 시범바다목장사업은 1998년부터 2006년까지 총 240억원의 사업비로 한국해양연구원, 국립수산과학원, 한국해양수산개발원, 경상남도, 통영시 등이 참여하여 추진하였다. 주 대상품종은 조피볼락, 볼락, 전복이며, 추가적으로 감성돔, 참돔 등 방류가 이루어 졌다. 목표는 어업소득 증대, 수산물 안정공급, 어촌지역의 진흥으로 이를 위하여 어장조성, 자원조성 및 목장이용·관리에 관한 개발이 필요하다. 기본방향은 첫째, 산·학·연·정의 관련 기능이 유기적으로 결합된 사업추진체제 구축을 통해 관련 기술의 효율적인 개발 및 활용으로 실용화를 촉진하는 것이다. 둘째는 시범실시 해역인 통영에서 바다목장사업을 성공시켜 이를 전국 연안으로 확대하여 복지어촌 건설기반을 구축하는 것이다.

통영 시범바다목장 해역은 경남 통영시 산양읍 남쪽바다로 배산 임해의 지형을 가지고 있으며, 미륵도 라는 섬 남쪽으로 수십 개의 작은 섬들이 바다목장 주 어장을 중심으로 흩어져 있는 전형적인 다도해의 형상을 하고 있다. 또한 대상해역은 청정해역으로 각종 어업, 양식업을 포함한 수산업이 발달된 남해안 대표적인 해역으로 다양한 수산자원이 분포하고 있으며, 수온은 연중 9~26℃, 염분은 33~34 ‰, 유속은 빠른 편이다. 한편 주민들의 거주형태는 본 목장 중심해역을 중심으로 반원형 형태이고, 7개리 14개 마을, 12개 어촌계로 구성되어 있다.



통영바다목장의 개발 목표

연구개발 추진체계는 관련기능의 통합을 통한 연구의 효율적 추진, 외국전문가의 협력에 의한 고도기술 습득, 기업의 참여를 통한 개발된 기술의 조기실용화, 자치단체 또는 희망지역단체에 대한 기술이전 등을 실현하기 위하여 크게 3개 분야로 연구분야를 나누어 실시하고 있다. 구체적으로는 환경관리, 어장조성, 자원증대기술 분야는 한국해양연구원, 자원관리 및 인공어초 분야는 국립수산과학원, 그리고 바다목장 이용·관리분야는 한국해양수산개발원이 담당하고 있다.

2) 단계별 추진 내용

사업기간은 1998년부터 2006년까지 총 9년으로 계획하여 사업타당성을 평가하였다.

통영바다목장 추진단계

구 분	1단계	2단계	3단계
기 간	1998-2000	2001-2004	2005-2006
목 표	바다목장 기반조성	바다목장의 조성	사후관리·효과분석
주 요 내 용	· 환경수용력 평가 · 대상생물 생리·생태조사 · 대상어종 음향순치 기술 개발 · 어장조성 기술개발 및 도입 · 사전 사회경제적 타당성 및 제도적 지원체제 분석	· 환경관리 및 모니터링 시스템 적용 · 대상종 방류 및 행동특성 조사 · 음향순치 기술 적용 · 어장조성시설 완료 · 투자전략 수립 및 바다목장 이용·관리 방안 수립	· 실해역 환경 모니터링 시스템 가동 · 방류종의 어획관리 · 음향순치 기술의 실용화 · 어장조성시설 관리 · 어구·어법개발 · 사후 투자효과 분석 및 종합개발계획 수립

3) 추진실적

1998년부터 조성중인 통영바다목장은 지금까지 총 사업비 19,200백만원을 투자하였으며 이중 시설비가 7,750백만원으로 40.4%, 연구비가 11,450백만원으로 59.6%를 차지하고 있다.

1998년부터 통영바다목장 해역에 투입된 인공어초 및 종묘방류 실적은 아래와 같은데 인공어초의 경우는 총 94,540㎥에 어장을 조성하였으며, 종묘방류는 1998년 5만미를 시작으로 총 884만미를 방류하였다.

주요어종인 조피볼락과 볼락의 종묘방류 실적을 살펴보면 2005년까지 총 550만마리를 방류하였으며, 이중 조피볼락을 339만마리(61.6%), 볼락을 211만마리(38.4%) 각각 방류하였다. 통영바다목장 자원조성을 위하여 조피볼락과 볼락 인공종묘를 중간

육성하여 방류한다. 초기에는 볼락의 대량 종묘생산이 어려워 조피볼락을 중심으로 방류하였다.

통영바다목장 투자실적

(단위 : 백만원)

구 분	합 계	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
합 계	24,000	900	1,000	2,000	2,500	3,000	2,700	3,500	3,600	4,800
시설비	11,450	-	-	-	880	1,170	950	2,300	2,450	3,700
연구비	12,550	900	1,000	2,000	1,620	1,830	1,750	1,200	1,150	1,100

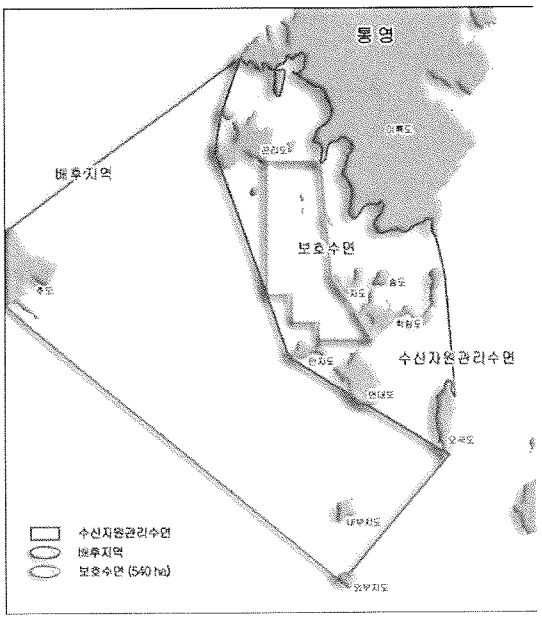
총자원량은 1998년 118톤에서 2016년에는 7,188톤이 될 것으로 추정되었으며, 이 중 조피볼락은 1998년 110톤에서 지속적으로 증가하여 2016년에는 약 4,407톤으로 증가할 것으로 추정되었고 볼락은 1998년 8톤에서 2016년에는 2,780톤으로 증가할 것으로 추정하였다. 그러나 자원의 증가량은 추정치보다 빨라 2005년 현재 조피볼락의 자원은 799톤, 볼락은 102톤으로 급격한 증가를 보이고 있다.

통영바다목장 추정 자원량

(단위 : kg)

연 도	합 계	조피볼락	볼 락
1998	118,449	110,506	7,943
1999	148,614	137,250	11,364
2000	186,665	170,411	16,253
2002	295,581	262,369	33,212
2003	423,427	365,063	58,363
2005	550,693	462,468	88,224
2006	782,918	641,166	141,751
2010	1,952,539	1,415,201	537,338
2015	5,949,582	3,701,444	2,248,138
2016	7,188,569	4,407,783	2,780,786

통영바다목장에서는 자원고갈 없는 지속적 이용을 위해 자원의 재생산력이 가장 큰 최대지속적 어획량만큼만 어획하도록 할 계획에 있으며 이를 위해서 필요한 것이 정확한 자원량의 추정과 이용가능 자원량 분석이다. 통영바다목장의 추정자원량을 이용하여 최대지속적 생산량(MSY)을 추정한 결과는 다음과 같다. 먼저 조피볼락의 MSY는 1998년 49톤에서 2016년에는 1,975톤, 볼락은 약 4톤에서 1,332톤으로 증대될 것으로 추정되며, 전체적인 최대지속적 어획 가능량은 1998년 53톤에서 2016년 이후에는 3,307톤을 매년 지속적으로 이용할 수 있을 것이다.



통영바다목장 조성 해역도

나. 여수바다목장 시범사업

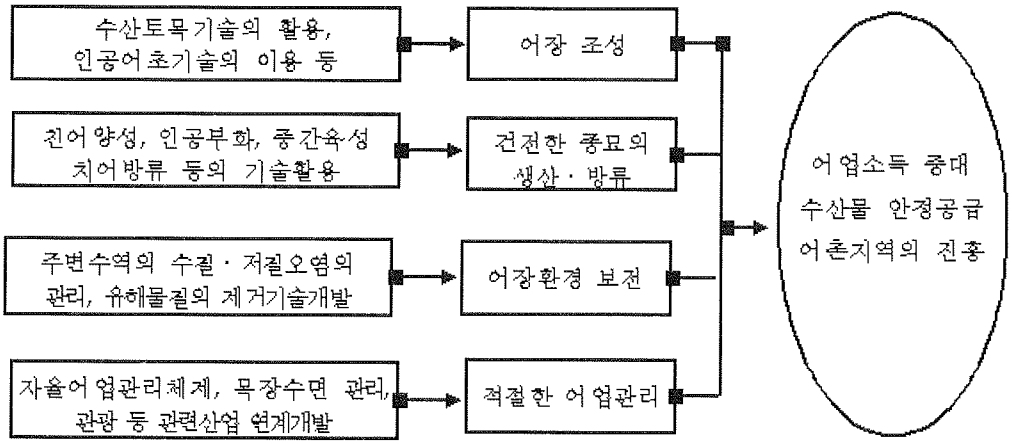
1) 사업 개요

여수바다목장은 이동성이 강한 어류를 대상으로 시범적으로 바다목장 조성하고, 제반 지원기술을 개발하여 연안 수산자원의 획기적 증대와 어민소득 증대에 기여하고, 해양에 대한 새로운 비전제시와 국민 삶의 질을 향상시키기 위하여 계획되었다.

여수바다목장은 전남 여수시 화양면과 남면의 개도, 월하도, 화태도, 대횡간도를 북쪽 경계로 하여, 금오도, 안도, 연도를 잇는 해역으로 총면적은 203㎢(20,300ha)이고, 바다면적은 약 151㎢(15,100ha) 이었다. 해역 중 금오도의 경우는 섬 서쪽은 해조장 및 감성돔 어장으로, 동편은 정착성 어류인 볼락류의 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. 주 대상종은 감성돔을 비롯하여, 돌돔, 황점볼락, 볼락, 전복 등으로 하였다.



여수바다목장의 개발 목표

2) 단계별 추진 내용

여수바다목장 사업기간은 2001년부터 2010년으로 총 10년간이며, 추진단계는 크게 3단계로서 구분하였는데 1단계는 후보지 선정 및 바다목장 기반조성 단계(2001~2003년), 2단계는 바다목장 조성단계(2004~2009년), 3단계는 사후관리 및 효과분석 단계(2010년)로 하였다.

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

3) 추진 현황

여수바다목장 해역은 관리수면 지정 등과 관련하여 기존 화양면과 남면의 개도, 월하도, 화태도, 대횡간도를 북쪽 경계로 하여, 금오도, 안도, 연도를 잇는 해역으로 바다면적은 약 151㎢ 이었으나 금오도 및 소리도 동서편을 제외하여 약 110㎢ (11,000ha)로 확정하였다.

여수바다목장에 투입된 연차별 투자실적은 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 연구개발 사업비의 최소화를 통하여 시설사업으로의 집중 투자가 가능하였다.

여수바다목장 사업의 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

연구개발 사업은 2001년 국립수산과학원 남해수산연구소에서 기초조사를 시작으로 2002년부터 한국해양연구원에서 기반조성 연구용역이 추진되어졌다. 2002년 1차년도에는 한국해양연구원을 총괄연구기관으로 하여 국립수산과학원 남해수산연구소에서 해양 환경 분야 연구 사업을 수행하였으며, 한국해양연구원에서 자원조성 관리 분야 연구 사업을 수행하였고, 한국해양수산개발원에서 이용관리 분야를 수행하였다.

이후 2003년에는 1단계 2차년도로 한국해양연구원, 국립수산과학원, 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 해중림 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), 해중림 조성(적지선정 및 조성 기술개발), 인공어초(배치 기반조사), 방류용 건강 종묘생산, 중간육성 기술개발, 구조물과 행동, 자연 해중림 중대기술 적용, 방류효과 및 자원 조사, 제도화 방안의 구체화 및 적용, 바다목장 이용·관리체제 구축 연구 개발 사업을 추진하였다.

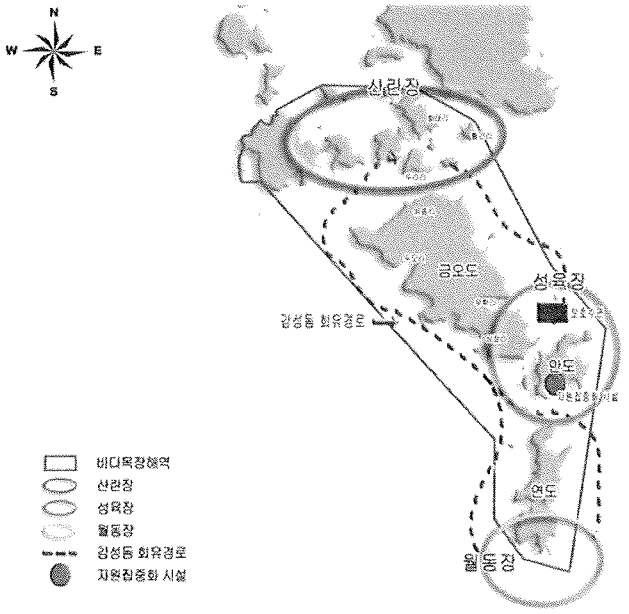
2007년에는 주관연구기관이 한국해양연구원에서 국립수산과학원으로 변경되어 2006년 사업이 종료되는 2007년 8월 23일 이후에 2006년 사업과 연계하여 추진 중에 있으며, 당초 계획 상 2008년 종료 예정이었으나 예산의 투자 미비로 사업기간이 2010년까지 연장됨에 따라 2008년까지 자원의 조성이 추진 될 예정이며, 2009~2010년 효과조사 및 이용관리 방안을 완료할 예정이다.

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 피라밋 강제어초 등 5종, 18 개의 강제어초와 석탑형 다기능어초 40개가 백금만, 안도, 초삼서 연안에, 테트라포트(300개) 및 피복석(1,800㎥)이 이야포 만에 시설되었다.

종묘방류 사업은 2002년에 감성돔, 돌돔, 황점볼락, 전복 등이 503,000 마리가 소리도, 소항도 및 금오도 해안에 방류되었으며, 이후 2006년까지, 감성돔(3,180,000 마리)과 돌돔(755,000 마리)을 주 대상종으로 하고, 볼락(390,000 마리), 황점볼락(195,000 마리) 등이 방류되었으며, 바다목장해역 어업인 소득증대 및 생산성 향상을 위하여 전복 및 해삼이 일부 방류되었다. 이외에 기타 시설사업으로 2004년에 음향 급이기와 해상 가두리 시설이 설치되었으며, 이후 통영바다목장사업에 사용되던 음향 급이기가 추가로 시설되었다. 2006년 사업으로 해양관측부이와 해조장이 시설되어 운영 중에 있다.

여수바다목장사업은 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 연구 개발 사업을 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.



여수바다목장 조성 해역도

다. 울진바다목장 시범사업

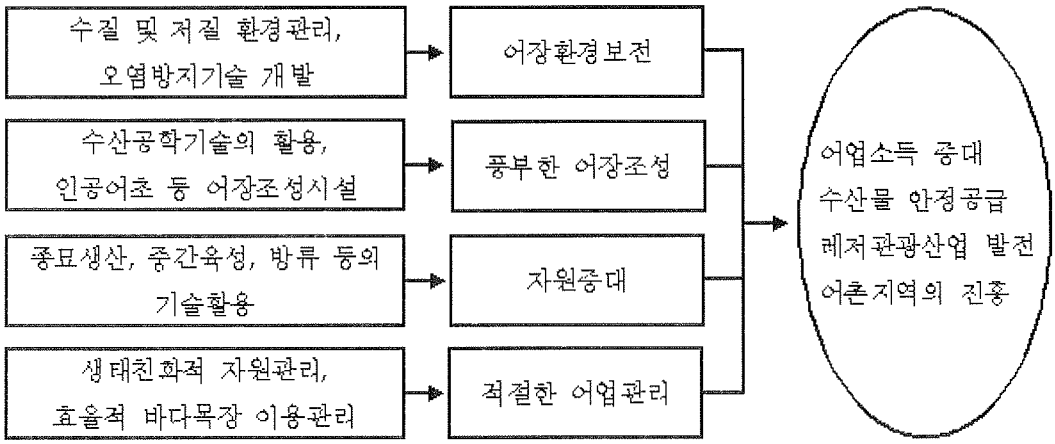
1) 사업 개요

울진바다목장은 경북 울진군 평해읍 일대 20㎢(2,000 ha)를 대상으로 관광형 바다목장조성을 목표로 하고 있으며, 사업기간은 2002~2010년으로 총 9년간 국비 355억원을 투자할 계획이다.

울진지역은 한류와 난류의 교차하는 동해안의 중심지역으로 암반이 잘 발달되어 어패류의 산란·성육장으로 풍부한 수산자원의 보고이다. 또한 기후가 온난한 지역으로 임해공단이 없는 깨끗하고 맑은 청정수역으로 소하성, 강해성, 기수구역 어종

의 산란장 또는 성육장으로 자원조성의 시너지 효과를 극대화할 수 있다.

또한 동해바다목장은 서해·남해에 비해 어족자원의 다양성이 낮은 대신 청정수역이고, 주변 인근에 관광객 방문이 많은 점 등을 고려하여 어업형과 관광형을 포함한 복합형으로 개발하며, 가자미류·전복·쥐노래미·연어 등을 방류하고, 관광 체험시설로 퇴역 함정을 이용한 수중 관광시설, 생태 체험시설, 인공 낚시터 등을 설치할 계획이다.



울진바다목장 사업의 개발 목표

2) 단계별 추진 내용

울진바다목장 사업의 단계별 추진체계는 바다목장 기반조성, 바다목장 조성, 사후관리 및 효과분석이라는 3단계 추진과정을 거치게 되며, 사업기간은 총 9년으로 하고 단계별로 나누면 1, 2차 년도를 1단계, 3차~8차 년도를 2단계, 9차 년도를 3단계로 한다. 제1단계는 바다목장 기반조성 단계로서 해역환경 특성조사, 어장조성 기반조사, 대상생물 생리생태조사, 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 등을 수행한다.

제2단계는 바다목장 조성단계로서 모니터링시스템에 의한 환경관리, 시설물 심해역 투입 및 어장조성, 방류 및 생물군집 변화조사, 바다목장 이용관리 방안 수립 및 관리실태 조사 등을 실시한다. 제3단계는 사후관리 및 효과분석 단계로서 환경 및 생태계 동태 파악, 바다목장 시설의 관리 및 효과조사, 방류종의 자원관리 및 재생산 조사, 사후 투자효과분석 및 바다목장 이관계획 수립 등이다.

울진바다목장 사업의 기본구상은 크게 사업추진체제, 연구개발추진체제, 시범사업체제, 이용관리체제로 구분하여 검토할 수 있다.

첫째, 사업추진체제는 산·학·연·정의 관련 기능이 유기적으로 결합하여 관련

기술의 효율적인 개발 및 활용으로 실용화 촉진하여야 한다는 것이다. 울진해역 바다목장사업은 국가 시범사업으로서 국가가 주도적인 역할을 하는 사업이다. 그러나 바다목장을 조성하는 데는 많은 시간이 필요하고 다양한 연구 분야 및 업종이 관련된 사업이기 때문에 정부 단독의 사업추진은 곤란한 부분이 많다. 더욱이 우리나라에서는 아직 시범단계로서 바다목장 모델이 확정되지 않았기 때문에 업계, 학계, 연구소 및 정부가 공동의 책임의식을 가지고 추진할 수 있도록 사업추진체제를 구축하여야 한다는 것이다.

둘째, 동 사업은 투자 사업이 아닌 연구 개발 사업으로 추진되어야 한다는 것이다. 그 이유는 아직 우리나라에는 해역별 특성에 맞는 바다목장이 개발되어 있지 않고, 바다목장을 조성하는 데는 많은 연구 분야가 동일한 목표를 가지고 연구를 하지 않으면 안 되기 때문이다. 즉 바다목장사업이 바다를 대상으로 하는 사업이면서 종합 과학 사업이기 때문이다.

셋째, 국가 주도의 시범사업으로 추진하여 모델을 개발하고 이를 기초로 다른 해역으로 확대하는 체제로 추진되어야 한다는 것이다. 전기한 바와 같이 바다목장에 관한 모델이 구축되지 않았기 때문에 국가 시범사업으로 추진하여 모델을 개발하는 것이 필요하기 때문이다.

넷째, 바다목장 이용관리는 다수의 어업인들로 구성된 협동체를 중심으로 이뤄지는 체제를 갖추어야 한다는 것이다. 바다목장은 양식어업과 같이 개별 경영체의 권한에 포함시키기에는 수역의 범위라든가 사업의 규모가 너무 크기 때문에 개별적인 이용관리는 불가능하다. 또한 바다목장은 인위적으로 어장과 자원을 조성한 것이기 때문에 자연적인 어장과는 다르다. 따라서 바다목장의 이용관리는 바다목장을 조성하는 해역 내에서 기존에 어업을 해 왔던 어업인들을 중심으로 집단적인 이용관리가 이뤄져야 한다는 것이다.

3) 추진현황

울진바다목장사업은 2002~2003년 한국해양연구원, 국립수산과학원 및 한국해양수산개발원이 참여하여 바다목장 기초조사를 실시하였으며, 2004년부터 본격적인 사업이 추진되었다. 2004~2005년에는 1단계로 한국해양연구원, 국립수산과학원, 한국해양수산개발원이 참여하여 바다목장 기반조성 연구개발사업을 추진하였다. 이 기간 동안 해역의 환경 및 지리적 특성 파악 및 생태계 모델 구축, 인공어초 적지 선정 및 효율적 해중림 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.

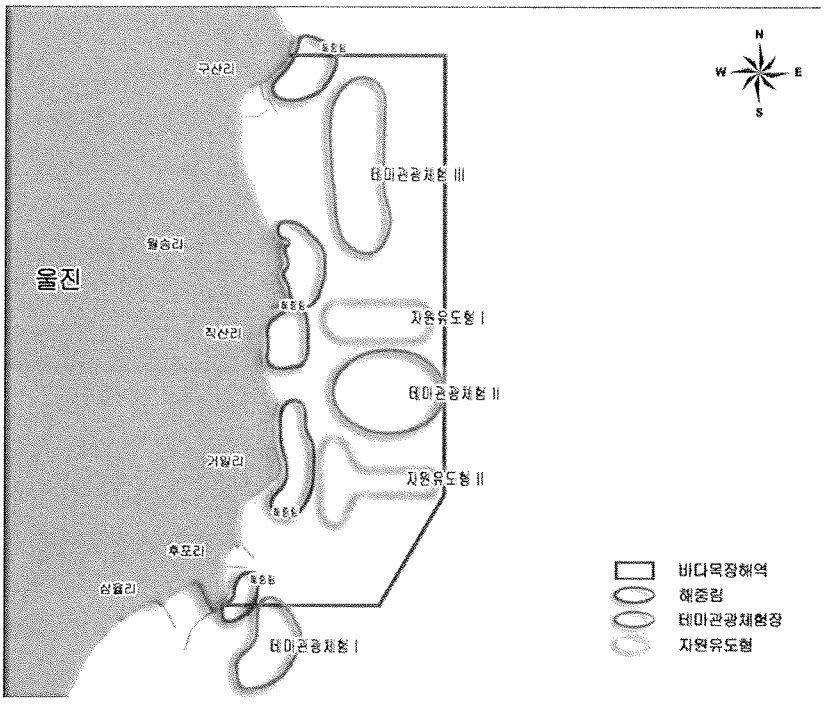
2006년부터 2단계로서 개발 기술의 실 해역 적용을 위하여 해양환경 및 생태 특

성 분석, 건강 종묘생산 기술개발, 인공어초 연구 등 어장 및 자원조성 연구와 관광 활성화 계획 수립 등 바다목장 이용관리 분야의 연구개발 사업을 수행하였다. 2007년에는 주관연구기관이 한국해양연구원에서 국립수산과학원으로 변경되어 2006년 사업이 종료되는 2007년 8월 23일 이후에 2006년 사업과 연계하여 추진되었다.

시설사업 중 인공어초 사업은 2006년 처음으로 자연석을 직산 2리 연안에 3,300 ㎥ 시설하였으며, 종묘 방류는 강도다리와 넙치를 각각 64,000마리 170,000마리 실시하였다. 그리고 기타 시설사업으로 2006년 직산리 연안에 해조장를 1식 시설하였다.

4) 향후 계획

울진바다목장은 기본 계획 상 2010년 종료 예정이었으나 예산의 투자 미비로 사업기간이 2012년까지 연장될 가능성이 높아 2010년까지 2단계 사업으로 어장 및 자원조성 사업이 추진 될 예정이며, 2011~2012년 효과조사 및 이용관리 방안을 완료하여 시범바다목장사업을 완료하는 것이 효과적인 것으로 판단된다. 특히 2009년부터는 어장조성에 따른 종묘의 집중적인 방류사업이 추진되어야 할 것이며, 해양체험 관광을 위한 사업으로 수중 테마공원 조성, 홍보전 시설이 추진되어야 할 것으로 판단된다.



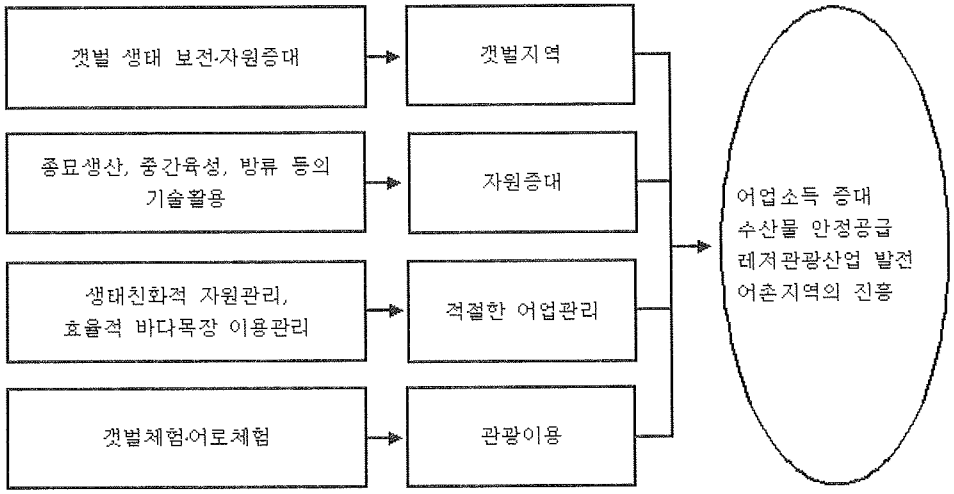
울진바다목장 조성 해역도

라. 태안바다목장 시범사업

1) 사업 개요

태안바다목장사업은 바다목장을 조성하여 어업수익과 갯벌체험관광수입을 극대화할 수 있는 '갯벌형' 바다목장의 조성에 있다. 갯벌형 바다목장이란 갯벌목장과 천해목장의 혼합 형태로 생태계보호와 자원생산이라는 복합적인 목표를 가진 바다목장을 말하는 것이다. 즉 갯벌이 발달해 있는 서해안의 특성을 반영하여 바다목장 해역을 갯벌지역과 천해지역으로 구분하여 갯벌목장 지역은 자원증대를 통한 갯벌체험관광을 이용한 관광중심모델로 개발하고, 천해목장 지역은 자원증대를 통한 어업수익 증대 중심모델로 개발하는 것이다.

이러한 목적의 태안바다목장은 충남 태안군 안면읍 일대 25㎢(7,500 ha)를 대상으로 갯벌생태체험형 바다목장조성을 목표로 하고 있으며, 사업기간은 2002~2010년으로 총 9년간 국비 337억원을 투자할 계획이다. 또한 서해바다목장은 잘 발달된 갯벌을 활용하여 자원증식을 주목적으로 하되 갯벌·생태 체험장을 설치하고, 자원조성을 위해 조피볼락·쥐노래미를 주종으로 하는 어류목장, 바지락 등 패류목장, 대하·꽃게 등 갑각류 목장을 조성할 계획이다.



태안바다목장 사업의 목표

2) 단계별 추진 내용

바다목장 사업의 단계별 추진체계는 바다목장 기반조성, 바다목장 조성, 사후관리 및 효과분석이라는 3단계 추진과정을 거치게 되며, 동해바다목장 사업기간은 총 9

년으로 하고 단계별로 나누면 1, 2차 년도를 1단계, 3차~8차 년도를 2단계, 9차 년도를 3단계로 한다. 제1단계는 바다목장 기반조성 단계로서 해역환경 특성조사, 어장조성 기반조사, 대상생물 생리생태조사, 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 등을 수행한다. 제2단계는 바다목장 조성단계로서 모니터링시스템에 의한 환경관리, 시설물 실 해역 투입 및 어장조성, 방류 및 생물군집 변화조사, 바다목장 이용관리 방안 수립 및 관리실태 조사 등을 실시한다. 제3단계는 사후관리 및 효과분석 단계로서 환경 및 생태계 동태 파악, 바다목장 시설의 관리 및 효과조사, 방류종의 자원관리 및 재생산 조사, 사후 투자 효과분석 및 바다목장 이관계획 수립 등이다.

태안바다목장 부지의 저질 환경은 사니질과 니질 또는 이 두 가지 저질 환경이 혼재하는 지형, 사력질 지형 그리고 암반형 지형으로 나눌 수 있으며, 바다목장의 개념은 저질의 특성에 따라 달라진다. 태안해역 바다목장은 크게 연안과 앞 바다 해역(파수도 포함 섬 주변 해역)으로 나누어 개발하는 것이 타당할 것으로 보여 진다. 또, 연안역은 해수욕장이 개발된 모래 연안의 북쪽 관광형과 바지락, 맛조개 등 패류의 생산이 활발한 남쪽의 두 곳으로 나누어 관광과 생산을 나누어 추진하는 모델 개발이 바람직한 것으로 보인다. 또한 태안해역 바다목장은 연안 갯벌과 섬 주위의 앞바다 자원 조성으로 2분화하는 것이 바람직하며, 이러한 관점에서 태안 바다목장 모델을 구상하여 서해안의 바다목장의 모델이 될 태안목장 건설은 "생태계 보호·자원생산 복합형 갯벌형 바다목장"으로 예정할 수 있으며 그 조성 방법과 기대효과는 갯벌환경 관리보존, 갯벌을 이용한 패류, 갑각류 생산, 서해형 어초개발 설치로 인공적 어장 건설, 갯벌과 앞바다를 연계한 고급 어류 자원 증식 그리고 자연학습장 및 교육장을 조성(전망대, 갯벌 체험장 등)하여 활용한다.

3) 추진 현황

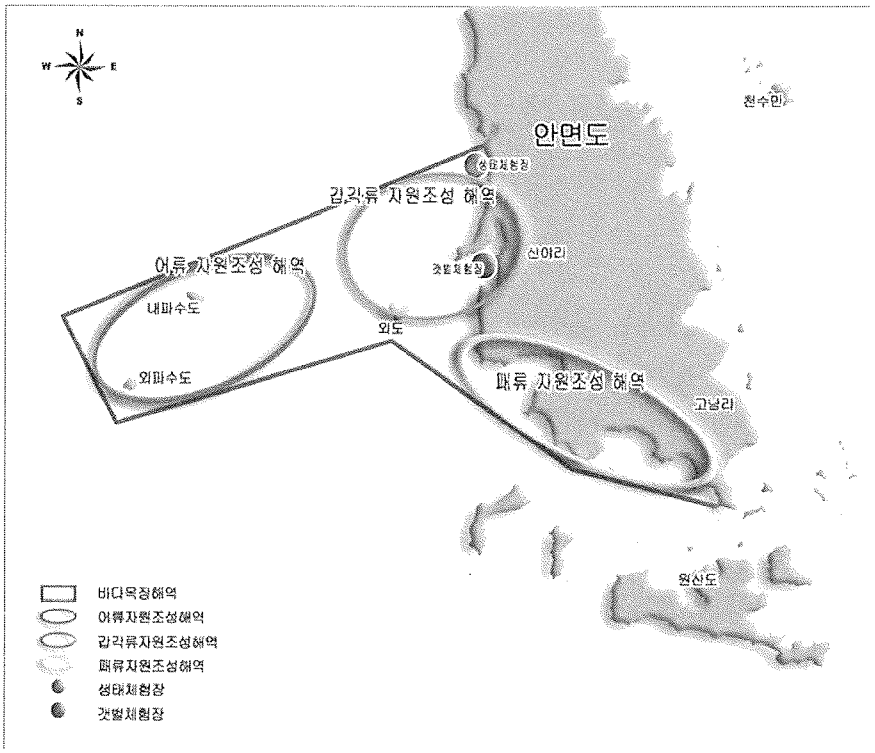
태안바다목장 사업은 2002~2003년 한국해양연구원, 국립수산과학원 및 한국해양수산개발원이 참여하여 바다목장 기초조사를 실시하였으며, 2004년부터 본격적인 사업이 추진되었다. 2004~2005년에는 1단계로 한국해양연구원, 국립수산과학원, 한국해양수산개발원이 참여하여 바다목장 기반조성 연구개발 사업을 추진하였다. 이 기간 동안 해역의 환경 및 지리적 특성 파악 및 생태계 모델 구축, 인공어초 적지 선정 및 효율적 해중림 조성기술 개발, 방류어종 선정 및 자원증대 방안 수립, 효과적 방류를 위한 중간 육성 기술기반, 자원조사, 방류용 건강 종묘생산 기반 확립, 제도화 방안의 구체화 및 적용, 바다목장 이용·관리체제 구축, 중간육성 시설을 위한 연구개발이 이루어 졌으며, 바다목장 종합계획을 수립하였다. 2006년부터 2단계로서 개발 기술의 실 해역 적용을 위하여 해양환경 및 생태 특성 분석, 건강 종묘생산 기술개발, 인공어초 연구 등 어장 및 자원조성 연구와 관광 활성화 계획 수립

등 바다목장 이용관리 분야의 연구개발 사업을 수행하였다. 2007년에는 주관연구기관이 한국해양연구원에서 국립수산과학원으로 변경되어 2006년 사업이 종료되는 2007년 8월 23일 이후에 2006년 사업과 연계하여 추진되었다.

시설사업은 인공어초가 2005년부터 2006년까지 대형전주어초(19기)와 굴패각어초(4기)가 외파수도 연안에 시설되었으며, 테트라포트(24개)와 피복석(2,205㎥)이 시설되었다. 종묘는 2005년에 넙치가 200,000마리 방류되었으며, 2006년에 바지락(16,466kg) 및 조피볼락(180,000마리)가 방류되었다.

4) 향후 계획

서해바다목장은 기본 계획 상 2010년 종료 예정이었으나 예산의 투자 미비로 사업기간이 2012년까지 연장될 가능성이 높아 2010년까지 2단계 사업으로 어장 및 자원조성 사업이 추진 될 예정이며, 2011 ~ 2012년 효과조사 및 이용관리 방안을 완료하여 시범바다목장사업을 완료하는 것이 효과적인 것으로 판단된다. 특히 2009년부터는 어장조성에 따른 종묘의 집중적인 방류사업이 추진되어야 할 것이며, 갯벌체험 관광을 위한 사업으로 체험장 시설이 추진되어야 할 것으로 판단된다.



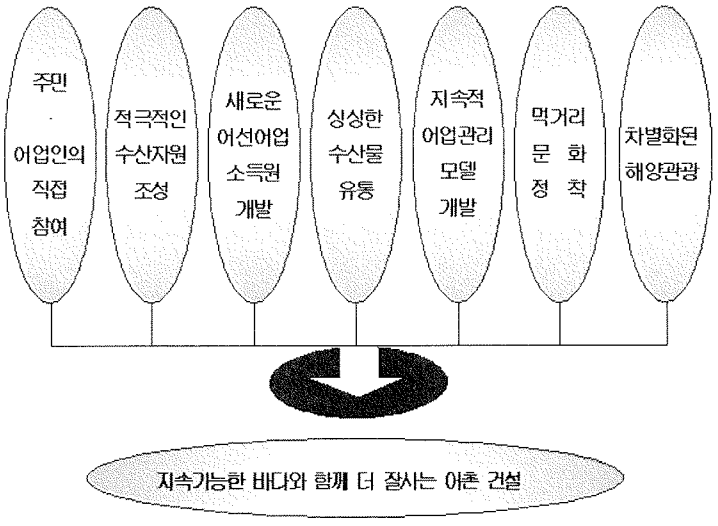
태안바다목장 조성 해역도

마. 제주바다목장 시범사업

1) 사업 개요

국가적 차원에서의 바다목장 사업의 목표 외에 현재 추진 중인 바다목장사업을 어장환경, 어장조성, 자원조성 및 이용관리라는 관점에서 볼 때 제주바다목장의 최종적인 목표는 어업소득 증대, 수산물 안정공급, 레저관광산업의 발전, 어촌지역의 진흥에 있다. 이러한 바다목장사업의 목표 하에서 설정된 제주바다목장 사업은 먼저 주민과 어업인의 적극적인 참여 하에 바다목장 조성에 적합한 해양환경을 조성하여 수산자원을 조성하고 이를 새로운 어선어업 소득원으로 개발하며, 생산된 어획물의 신속하고 신선한 유통·가공을 통해 새로운 먹거리 문화를 개발하고, 지속적인 어업관리모델을 개발하고, 차별화된 해양관광으로 국민의 바다이용에 대한 수요를 충족시켜 궁극적으로 해양수산 자원의 부가가치를 향상시키는 것을 제주형 바다목장의 목표로 한다.

제주바다목장 사업은 제주도 제주시 현경면 일대 23㎢(2,300 ha)를 대상으로 체험·관광형 바다목장조성을 목표로 하고 있으며, 사업기간은 2002~2010년으로 총 9년간 국비 350억원을 투자할 계획이다. 또한 제주바다목장은 어장조성과 함께 체험공원을 설치할 계획으로 종묘방류는 능성어, 돌돔, 쏨뱅이, 붉바리 등 어류와 소라, 오분자기 등 패류 자원을 중심으로 조성하고, 감태·모자반 등으로 해중림을 조성하며, 종묘를 방류함으로써 새로운 생태계를 조성하고 이를 수중공원화 하는 방안으로 추진할 계획이다. 단계별 추진체계는 동해바다목장 사업과 같이 바다목장 기반조성, 바다목장 조성, 사후관리 및 효과분석이라는 3단계 추진과정을 거쳐 추진할 계획이다.



제주바다목장 사업의 목표

2) 단계별 추진 내용

바다목장 사업의 단계별 추진체계는 바다목장 기반조성, 바다목장 조성, 사후관리 및 효과분석이라는 3단계 추진과정을 거치게 되며, 동해바다목장 사업기간은 총 9년으로 하고 단계별로 나누면 1, 2차 년도를 1단계, 3차~8차 년도를 2단계, 9차 년도를 3단계로 한다. 제1단계는 바다목장 기반조성 단계로서 해역환경 특성조사, 어장조성 기반조사, 대상생물 생리생태조사, 후보지 선정, 기본계획 수립 및 사전 경제성 평가 등을 수행한다. 제2단계는 바다목장 조성단계로서 모니터링시스템에 의한 환경관리, 시설물 실해역 투입 및 어장조성, 방류 및 생물군집 변화조사, 바다목장 이용관리 방안 수립 및 관리실태 조사 등을 실시한다. 제3단계는 사후관리 및 효과분석 단계로서 환경 및 생태계 동태 파악, 바다목장 시설의 관리 및 효과조사, 방류종의 자원관리 및 재생산 조사, 사후 투자효과분석 및 바다목장 이관계획 수립 등이다.

북제주군 차귀도 부근 해역은 조류가 세고 수중암반이 잘 발달하여 어류의 서식에 좋은 조건을 갖추고 있으며 연안은 각 어촌계 단위로 관리되어 오고 있다. 또, 제주도라는 지역적인 특성상 주민들이 관광에 대한 인식이 높아 다른 바다목장 해역에 비하여 좀 더 진전된 계획 수립이 가능한 곳이다. 제주바다목장은 한마디로 해양공원 또는 종합해양관광단지를 바다 속에 건설한다는 표현이 적절하리라 여긴다.

현재의 우리나라 해양토목 기술 수준이 어는 정도인지는 정확하지 않지만 일본이나 프랑스, 중동지역 등지에서 현재 이루어지고 있는 연안의 수중 건물 건설 예를 보면 제주도 바다목장에서 "수중도시(Underwater city)"를 건설하는 것도 가능하리라 생각되어 후보해역의 환경조건이 대형 토목공사에 적합하다면 수중 전망탑, 해저관망대와 함께 해저 레저 종합타운 건설도 한 방안으로 생각된다.

우선 통영이나 여수 바다목장과 마찬가지로 자원 증대를 통한 어민 소득원 증대와 함께 후보 해역의 수중 환경을 최대한 활용하여 스쿠버, 잠수정, 해저도시건설 등을 통하여 사람이 직접 바다 속에 들어가 즐기고 휴식하며 체험할 수 있는 방법을 개발하는 것이 제주도형 바다목장이다. 북제주바다목장의 모델을 개발함에 있어 기본적으로 고려되어야 할 개념 및 방안은 다음과 같다. 우선 제주의 수중 체험형 바다목장의 개념은 현재 어촌계에서 관할하고 있는 마을어장의 생산성을 높이는 자원 생산형 바다목장형과 제주도 연안에서 이루어지고 있는 낚시, 다이빙, 잠수함사업 등 해양레져에 관련된 활동을 보다 활성화, 다양화시키는 수중 체험형을 복합시켜 발전해 나가야 하겠다.

또 북제주군 후보해역에는 차귀도가 포함되어 있어 환경보호를 전제로 한 생태관광형 역시 복합적으로 발전시켜 나가야 한다. 북제주바다목장 사업에서 생태계보호·자원증대 복합형과 해양관광 및 수중 체험형 바다목장형을 병행 추진한다고 가정하고 조성 방안 다음 2가지로 요약된다.

(가) 생태계보호 · 자원증대 복합 바다목장

바다목장 조성 대상지역은 연안 마을 어장 및 연안에서 가까운 천해역으로 우선적으로 조간대 및 조하대 저서생태계의 환경을 개선하고 보전하는 것을 전제로 한다. 즉, 육상기원 모든 오염원을 차단해야 한다. 그 다음은 효과적인 해중림 건설로 갯녹음 현상을 극복하고, 전복 등 패류 성육 어초, 부어초 및 어류 산란어초와 같은 연안형 특화어초를 개발 설치해야 한다. 부대시설은 암반해안 특성을 살린 자연학습장 등 교육시설이 필요하다. 이로서, 갯바위 연안 산란장 보호할 수 있다. 아울러 전복, 오분자기 및 관상생물 등 고급 어패류의 생물자원 증대로 마을 어장 생산성을 증대함과 아울러 자연학습장을 통한 대국민 교육으로 지역주민을 포함한 차세대의 해양교육수준 향상을 향상함과 아울러 지역주민의 소득증대에 기여한다.

(나) 해양관광 및 수중체험형 바다목장 조성

해양관광 및 수중체험형 바다목장은 동해 해양공원형 바다목장과 서해 체험형 바다목장이 혼합된 형태이다. 어류자원 증대를 위한 육성어초 및 대형 기능성 어초를 설치하여 관광 및 자원증대 두 가지 목적을 동시에 달성하는 방안이다. 연안역의 유료낚시, 여건을 이용한 유어낚시 외 아울러 관광객이 직접 수중에 들어가 바다목장을 체험할 수 있는 조건을 충족해야 한다. 낚시와 SCUBA 다이빙을 위한 지원시설 및 볼거리 조성, 해중림 및 어류의 산란 및 성육장 조성과 육상에서 접근이 가능한 수단을 강구해야 한다.

대형수중도시를 건설하여 수중에서 장시간 체류하며 바다목장을 이용할 수 있는 시설이 필요하다. 물론 위에서 열거한 내용은 현장의 환경을 포함한 제반 요소를 고려하여 본격적인 사업이 시작되면 대형 토목공사 가능성에 대한 검토와 함께 경제성, 모델의 적합성까지 재검토되어야 할 것이다. 다시 말하면 수중 체험형 바다목장은 한마디로 종합해양관광단지를 바다 속에 건설한다는 표현이 적절하리라 여긴다.

현재의 우리나라 해양토목 기술 수준이 어는 정도인지는 정확하지 않지만 일본이나 프랑스, 중동지역 등지에서 현재 이루어지고 있는 연안의 수중 건물 건설 예를 보면 제주도 바다목장에서 '수중도시(Underwater city)'를 건설하는 것도 가능하리라 생각되어 후보해역의 환경조건이 대형 토목공사에 적합하다면 수중 전망탑, 해저관망대와 함께 해저 레져 종합타운 건설도 한 방안으로 생각된다.

바다목장의 중심인 용수마을 연안은 인공낚시터 및 체험어장해역으로 개발하며, 수월봉 아래의 오목한 연안에는 수중 도시 건설 및 수중 관광 연안으로 개발한다.

그 외 연안은 마을 어장으로서 자원 증식을 위주로 한 유어장으로 개발한다. 차귀도 외곽 연안에 발달한 자연 암반에 더하여 인공어초 어장을 건설하여 자원 조성해역 및 조업어장을 조성한다. 즉, 마을 어장, 인공 낚시터를 비롯한 유어장과 수중조시 혹은 수중 전망탑과 등이 골고루 갖추어진 종합 해양체험과 레져 기능이 가미된 해양공원형 바다목장을 개발하는 것이 적합하다

3) 추진 현황

제주바다목장 사업은 2002~2003년 한국해양연구원, 국립수산과학원 및 한국해양수산개발원이 참여하여 바다목장 기초조사를 실시하였으며, 2004년부터 본격적인 사업이 추진되었다. 2004~2005년에는 1단계로 한국해양연구원, 국립수산과학원, 제주대, 한국해양수산개발원이 참여하여 바다목장 기반조성 연구 개발 사업을 추진하였다.

이 기간 동안 해역의 환경 및 지리적 특성 파악 및 생태계 모델 구축, 인공어초 적지 선정 및 효율적 해중림 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.

2006년부터 2단계로서 개발 기술의 실 해역 적용을 위하여 해양환경 및 생태 특성 분석, 건강 종묘생산 기술개발, 인공어초 연구 등 어장 및 자원조성 연구와 관광활성화 계획 수립 등 바다목장 이용관리 분야의 연구개발 사업을 수행하였다.

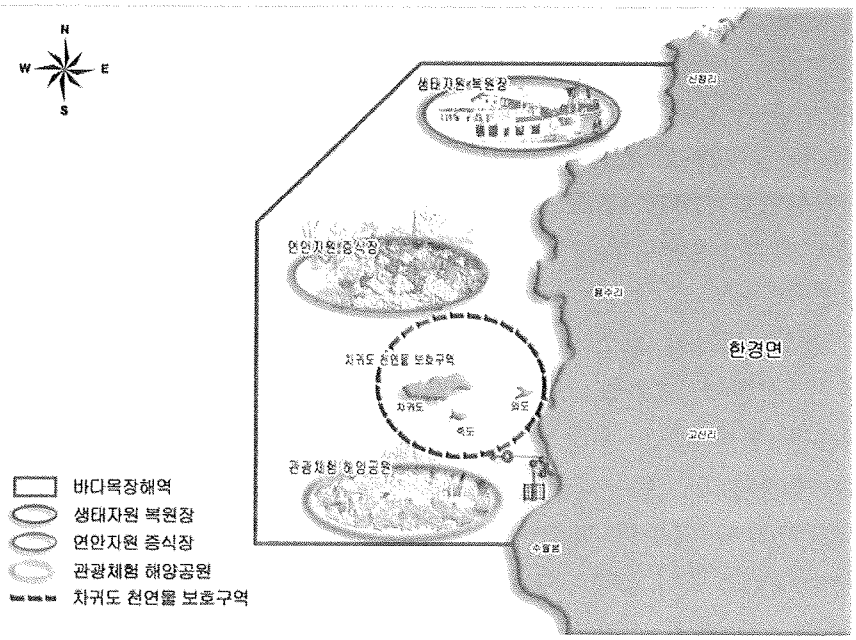
2007년에는 주관연구기관이 한국해양연구원에서 국립수산과학원으로 변경되어 2006년 사업이 종료되는 2007년 8월 23일 이후에 2006년 사업과 연계하여 추진되었다.

어장 및 자원조성을 위한 시설사업은 2006년에 피복석으로 자연석 1,800㎥와 테트라포트 50개가 시설되었으며, 종묘가 까막전복(65,000마리), 홍해삼(80,000마리), 자바리(7,400마리)가 방류되었다. 또한 기타 시설사업으로 고산 연안에 해조장이 조성되었다.

4) 향후 계획

제주바다목장 사업은 기본 계획 상 2010년 종료 예정이었으나 예산의 투자 미비로 사업기간이 2012년까지 연장될 가능성이 높아 2010년까지 2단계 사업으로 어장 및 자원조성 사업이 추진 될 예정이며, 2011 ~ 2012년 효과조사 및 이용관리 방안을 완료하여 시범바다목장사업을 완료하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

특히 2009년부터는 어장조성에 따른 종묘의 집중적인 방류사업이 추진되어야 할 것이며, 해양체험 관광을 위한 사업으로 수중 테마공원 조성, 홍보전 시설이 추진되어야 할 것으로 판단된다.



제주바다목장 조성 해역도

3 성과와 반성

가. 그간의 문제점과 반성

1) 유사 기능의 국가 정책 사업과의 개념적 혼란

바다목장 사업과의 유사 정책 사업으로 자원조성, 자원회복, 바다 숲 조성 등 이 추진되고 있으나 모든 수산자원 조성사업을 바다목장사업으로 국민들이 인식하는 경우가 많아 이에 대한 정리가 필요하다. 그러기 위해서는 수산자원 조성사업과 차별화를 도모하며, 이로 인한 관리 주체와 이용주체의 바다목장 이용권과 관리권 논란을 해소하고, 최근 국가가 지방의 주체로 추진 중인 소규모바다목장 개념 및 용어 에 대해서도 함께 조정하여 혼란이 없도록 하여야 하며, 초기 바다목장 유형화에 대한 논란(관광형과 갯벌형)도 미연에 방지토록 하는 방안이 제시되어야 한다.

그 외에도 울타리 없는 양식 개념을 접목할 때 바다목장이 가지는 고비용·저효율의 영세 산업구조와 해상에서의 가두리 양식어장의 밀집운영으로 인한 어장노화와 질병발생 및 적조 그리고 태풍피해로 양식생산성 악화, 수산물은 품목에 따라 양식에 의해 생산할 수밖에 없는 종도 있으며, 최근에는 어업자원의 감소와 유류비 상승 등으로 어선어업이 한계에 이름에 따라 양식업의 중요성이 더욱 커지고 있다.

그러나 현재 우리나라 양식업의 현실을 보면, 많은 품목에서 과잉생산 상태를 보이고 있고 오랜 연작에서 오는 생산성 하락과 함께 품질하락이 발생하고 있는 실정이다. 따라서 개방화시대에 우리나라 양식업이 계속 발전해 나가기 위해서는 경쟁력 있는 품목 및 생산성이 높은 품목을 양식장에서 생산하여 유통혁신 및 가공 등을 통해 부가가치를 높여나가야 할 것이다. 이런 점에서 현재 몇몇 국가에서 시행하고 있는 우수양식장 인증제도(Good Aquaculture Practice)를 도입하고 여기서 생산된 수산물에 대해서는 각종 지원을 통해 일류 수산물로 육성해 나가야 할 것이다.

2) 연구개발 추진 시 발생하는 문제점

연구 분야별 명확한 연구목표 미흡과 지표 부재를 들 수 있으며, 연구 분야 간 연구 추진 및 결과 연계성 부족과 연차별 연구와 사업 목표 일치성 미흡 그리고 미개발 연구 분야 집중연구 부족이다. 또한 다수 연구진 및 기관 연구 관리체계 미흡과 수산 이외 분야 신기술 도입 미진 그리고 갯벌, 관광형 바다목장 개념 설정이 미진하다.

이를 요소 기능별로 보면 해양환경 분야는 연차별 해역별 기초조사 결과 평가 부

족으로 매년 조사결과의 상이성, 특성, 지표 부재하며, 생태계 기반 연구 미진으로 생태계 기반 조사 및 연구 계획 미흡과 생태건강도 결과물 미흡을 들 수 있다. 그 외에도 환경수용력 평가와 Food Web 부재로 목표 어종 관련 환경수용력 평가 부재와 Food Web 작성이 미흡하다.

어장조성 분야는 어종 및 해역특성 맞춤형 어장조성시설 미흡으로 인공어초에 대부분 집중돼 있으며, 어종 및 해역특성과 연계성이 부족하다. 타 연구 분야와 연계성 결여로 어장조성 효과 저감으로 환경, 자원조성 및 이용관리에 연계 추진 미흡하며, 해중림 조성 연구 및 사업추진과 새로운 어장조성 시설 및 기술개발이 어려운 실정이다.

자원조성 분야는 방류어 추적조사 기법 미개발로 어종 및 해역특성과 연계성 부족하며, 목표종의 생물자원학적 정보 미흡으로 산란율, 자연 사망율, 성장률, 서식밀도 및 서식처 등의 자료 활용이 어려운 실정이다. 또한 자원조사 및 자원량 평가 미흡으로 새로운 자원조사 기법 부재, 신뢰성 있는 자원량 평가 미진하며, 생태변화에 대응한 자원증대 목표치 설정 근거 마련이 어려운 실정이다.

이용관리 분야는 이용관리 조직 운영 불완전성으로 어업인 들과 지자체 자발적 참여 유도 불완전하며, 사업평가체제 구축 되지 않아 사전 및 사후평가 체제 구축 미흡과 경제, 정책, 기술 등 종합평가 체제 미 구축을 들 수 있다. 그 외에도 정보화 연구가 전무한 현실에서 바다목장 정보에 관한 체계적 연구가 미흡하여 사업계획 수립 시 타 연구 분야 활용도 미진함을 지적한다.

3) 사후관리상 문제점으로 인한 해역관리가 곤란함

각종 어업(가두리 양식어업, 정치어업, 기선권현망, 양조망, 통발, 자망, 유어낚시 등)이 성행하는 해역으로 어업의 제한에 따른 불만과 민원이 빈번하며, 야간 단속의 눈을 피한 불법어업(통발, 자망)의 자행으로 지도 단속에 애로가 많다.

그리고 바다목장해역의 자원량 조사 및 평가 자료가 부족하며, 어업인들의 적극적인 자율관리 의지 미흡하여 바다목장사업 초기 막연한 기대감과 현실과의 괴리로 인한 실망과 단속 등으로 불이익을 받은 일부 어업인들이 주변에 불만 여론을 조성하는 우려가 크다.

4) 자율관리어업의 정착을 통한 어업인의 주도적 관리가 결여됨

어획물관리 센터를 중심으로 자율관리 어업인들의 정보공유와 결속 도모가 이루어 지지 못하고 있으며, 어획물의 공동판매와 제값받기, 어업외 소득증대 등을 통한 관심 유발과 수산물 공동출하를 점진적으로 확대하여 자율적인 어획량 관리 유도한다. 사후관리 방향의 수정 및 보완과 수면의 재조정으로 연구기관의 자원량 조사와

평가, 이용실태조사 결과와 이용자(어업인) 협의 조정하며, 행정기관의 지속적인 감독과 지원을 위한 바다목장해역관리를 위한 지속적인 대어업인 홍보, 해경, 지자체의 불법어업 방지를 위한 지속적인 지도 단속, 자율관리어업의 정착 단계까지 각종 사업의 지원, 지속적인 종묘매입 방류가 선행되어야 한다.

5) 기술적인 측면

바다목장의 생태계의 구조, 기능, 동태를 명확히 밝히기 위해서는 이를 구성하는 모든 구성요소들을 포함하여 작업하여야 하나, 현재까지 해당전문가의 부족 및 자료 부족 등으로 구성요소를 모두 포함한 연구 작업에 어려움이 있어 이에 대한 기술상태가 매우 취약한 상태이고, 인공어초의 배치, 조성, 음향급이기, 자동수질관측기 등의 설치 및 구입에 많은 시설비가 필요하며, 재료의 부식에 의한 자주 고장, 계류 문제, 이들 설치를 위한 작업에 전문요원의 필요와 수중작업으로 인한 위험성을 내포하고 있다.

또한 필요한 기술은 대부분이 1차 산업과 및 생물과 연결되어 있어 기술 개발에 많은 취약점을 안고 있다. 방류 후 자연 여건의 변화에 따라 대상 생물이 다른 해역으로 이동할 가능성이 높아 대상 생물을 원하는 곳에 정착시키는데 기술적으로 많은 어려움이 있다. 그리고 바다목장에서 수용력을 파악하는데 어려움이 있어 얼마를 방류하고, 어떤 기능성 시설물을 얼마만큼 넣어야 될 것인지를 알기가 매우 어렵다. 또 종 다양성을 위해 여러 종류의 친어를 확보에 기술적이나 장소적으로 어려움이 있다.

6) 사회 경제적 측면

바다목장을 조성할 경우에는 다음과 같은 기존 어업 및 어업인과의 경합관계가 발생하게 되는 문제점이 있다.

첫째 목장을 위해 설치된 각종 기기의 보존이나 방류된 어종의 보존 등에 대한 해당지역의 어민이나 어촌계의 협조에 어려움이 있다.

둘째, 바다목장은 양식어업보다 타인의 지배를 배제할 수 있는 배타적 독점권이 약하다는 것이다. 즉 양식어업은 소규모 수역에 대해서 시설물을 설치하고 동 시설물 안에서만 양식품종을 양식하기 때문에 타인으로부터 보호를 받을 수 있다. 그러나 바다목장은 자연에 의해서 대상어종을 양성하기 때문에 그 수역이 광대하여 물리적으로 시설물을 설치하여 타인지배를 배제한다는 것은 경제적으로나 사회적으로 불가능하다. 따라서 울타리 없는 양식어업인 바다목장에 대해서 타인의 이용을 어떻게 배제시킬 것인가가 문제이다. 어로어업과 자원조성 사업의 경우는 이용자가 불특정 다수인이기 때문에 이러한 배타적 독점권 문제가 발생하지 않지만, 바다목

장은 양식어업의 특성을 일부 가지게 됨으로 문제가 발생하는 것이다.

셋째, 목장을 조성, 이용 및 관리하는 주체와 범위에 관한 문제이다. 바다목장 수역은 대상어종의 특성에 따라서 다르겠지만 일반적으로 대규모 수역이다. 또한 바다목장은 울타리가 없는 양식장이기 때문에 조성된 많은 양의 자원이 목장 밖에서 타인에 의해 어획될 것이다. 물론 한 국가의 관할수역을 벗어나지 않는 경우라면 국가적으로는 큰 문제가 없으나 개인이나 단체가 주체가 될 경우 많은 경제적 손실이 초래되어 투자가 어려워진다. 따라서 바다목장의 특성이 목장 대상어종의 완전한 통제가 물리적으로 불가능하다는 특성 때문에 개인 및 단체와 공공기관이 공동투자하고 특정 수역에 대해서만 개인이나 단체에 이용 및 관리권을 부여하는 방안 등이 검토되어야 할 문제이다.

넷째, 목장의 조성, 이용 및 관리문제와 관련하여 바다목장 대상어종이 아닌 어종을 채포하는 기존 어로어업자를 어떻게 배제시킬 것인가의 문제가 있다. 제도적으로 양식어업처럼 특정 시설구역내로 지정하여 이용을 제한하는 방안 등이 검토되어야 한다.

다섯째, 바다목장의 경제성이 높아져 이를 이용하고자 하는 자가 증가하게 될 경우 이를 어떻게 조정할 것인가의 문제가 있다. 현실적으로 바다목장은 육지에서 가까운 수역에 시설되는 경우가 일반적인데, 동 수역은 어촌계를 중심으로 이용하고 있다. 따라서 관련 어촌계원들이 신규로 진입하고자 할 경우 진입을 무제한 자유롭게 하면 개별 소득이 줄어드는 문제가 있어 경합의 문제가 발생한다.

7) 사업추진상의 문제

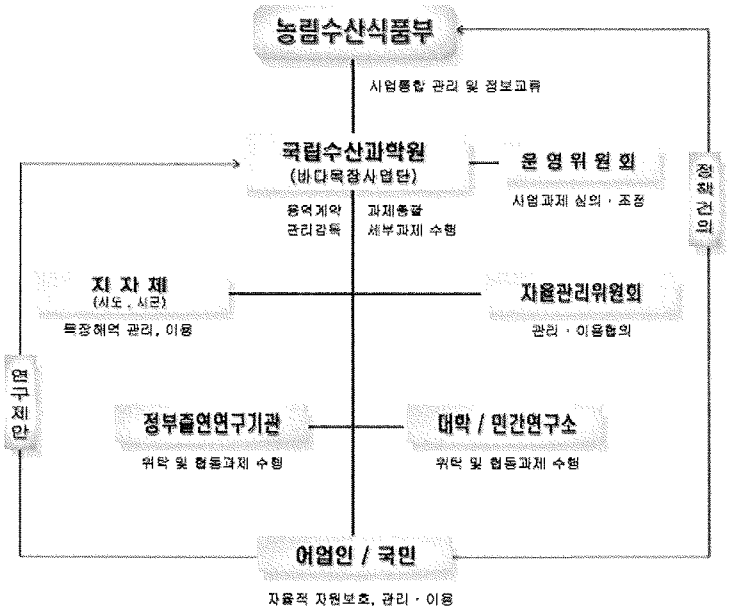
바다목장사업을 추진함에 있어 해역 어업인 들의 여론이 확인한 결과 첫째 가시적인 투자 미흡으로 사업에 대한 불신이 팽배하며, 연차별 사업 투자의 지연으로 기간 내 사업 완료에 대한 우려가 높다. 또한 사업의 부정기적 집행에 따른 사업성과 달성이 저조하였으며, 공동 참여의식 미흡으로 사업의 목표달성에 대한 불안 등이 있다.

8) 자원조성의 교훈

자원조성과 바다목장의 수익성 확보에 필요한 정보의 부실 소수의 특별한 경우를 제외하고는, 자원조성 기술은 반직으로 수익성을 확보하는데 필요한 충분한 정보가 없다. 어획량 증가를 위한 양식생물 활용의 문제 사례연구와 같이, 어획량 증가를 위해 양식생물의 활용은 간단한 일이 아니며, 단순히 양식된 생물을 방류하는 것보다 더 많은 것들이 뒤따르게 된다. 자원 분포량의 한계에 대한 이해 필요하며, 사업 성공의 보장을 위해 책임 있는 규범의 수립 필요하다. 예를 들면 방류크기와

방류시기 및 방류장소는 방류된 어류의 생존율에 영향을 주는 주요 사항을 고려하여야 하며, 환경적응과 행동적응훈련 실시는 방류 직후의 대량 감모를 예방하기 위해 필요하다.

생물자원은 국내 최소 통영해역에 바다목장 조성사업을 완성하고, 연안해역 수산자원증대를 위한 종합적 수산자원조성사업 추진방향 등 새로운 패러다임을 모색하는 계기를 마련하며, 수산자원조성을 위한 다양한 인공어초 연구개발, 정착성 어종 대상 수산자원조성 방안제시 등 연구 성과를 획득한다. 사업추진체계 변경 등을 통한 사업관리 강화로 2007부터 사업총괄기관을 해양연구원에서 수산과학원으로 변경하여 용역사업에서 시험연구 사업으로 직접 추진하였으며, 사업의 원활한 수행과 합리적 조정 등을 위해 바다목장사업 운영위원회 설치·운영, 효율적 사업추진을 도모하고, 사업관리강화를 위해 사업시행지침 마련 및 시행을 위한 체계를 재정립하였다.



사업추진 체계

바다목장 시설사업의 비중 확대를 통한 실질적인 수산자원증대 사업추진은 해역별 모델개발을 위한 연구중심의 사업에서 실제 바다목장을 조성하기 위한 시설사업 확대추진과 진남(여수) 다도해형 바다목장 회유성 어종을 대상으로 월동장조성 및 자원증대를 위한 시설사업 확대추진을 통해 동·서·제주 바다목장 해역의 시설방류 등의 본격적인 수산자원조성을 위한 사업추진하고, 수산자원증대 외에 해양관광 등을 접목한 바다목장의 이용성 확대 추진방안 모색하며, 울진(관광형), 제주(체험·관광형) 바다목장 해양관광 세부추진계획 마련하고, 기타 바다목장 해역의 대국민

이용성 확대를 위한 시설사업 검토추진한다(전남 바다목장 해양엑스포와 연계한 해양관광 시설, 서해(태안) 바다목장 갯벌생태 체험장 및 생태교육장 시설 등 검토).

바다목장 조성이후 효율적 관리는 이용을 위한 사후관리 추진방안 검토로 전남(여수) 바다목장 수산자원관리수면지정 및 관리·이용규정(안) 마련 및 관계부처(환경부) 협의 중 이며, 특히 전남 바다목장 대상해역이 다도해 해상국립공원지역으로 수산자원관리수면지정 및 관리·이용규정에 대해 관계부처(환경부)와 협의 중이다. 동·서·제주 바다목장 사후관리방안 마련을 위한 관리·이용조직 구성 등 합리적 이용·관리체계 구축을 위한 사항으로 바다목장해역의 합리적 이용관리를 위한 어업인 등의 실제 해역에 대한 이용자 중심으로 관리·이용조직 구성을 추진 중에 있다.

나. 성과와 정책적 기여

바다목장사업이란 일정한 해역에 인공어초와 해중림초 같은 인공구조물로 수산자원의 산란 및 서식장을 조성하고 건강한 종묘를 방류하여 자원량 증대를 도모하며, 여기에 합리적인 이용관리로 어업인의 어업소득 향상은 물론 국민들의 연안 공간 이용 욕구를 충족시키는 관광·레저를 포함하는 미래 지향적 어촌 소득사업이다.

바다목장 시범사업은 우리나라에서 처음으로 바다목장의 개념으로 시작된 사업으로 환경수용력을 바탕으로 한 자원의 증대사업이며, 수산자원조성 및 관리의 체계를 재정립하는 계기가 되었다.

또한 일본의 음향순치형 바다목장을 변형하여 어장환경 조성형이라는 한국형 바다목장 개념을 바탕으로 소규모바다목장으로 확대하여 추진 중에 있다. 특히 바다목장사업은 수산분야 연구의 총체로서 생태학, 생물학, 자원학, 해양공학, 양식학, 어로학, 경영학, 관광학 등 다양한 학문의 학제간 연구를 실현하였으며, 사업과 병행함으로 파일럿 사업의 모델을 보여 주었다.

아울러 시범바다목장사업은 21세기 새로운 성장 동력사업으로 가능성을 확인시켰으며, 자원관리, 자원조성, 자원회복 정책과의 연계 가능성을 시사하고 있다. 어업인 소득 증대 및 현재까지 바다목장사업 수행 중 개발된 기술과 경험을 바탕으로 해역별 특성에 적합한 바다목장 모델을 개발하고, 연구의 효율과 사업 추진의 극대화를 위해 연구소, 학계, 지방자치단체가 유기적인 협력을 통한 지역 특성에 맞는 바다목장시스템 개발로 지방자치단체나 희망 지역단체에서 활용할 수 있는 모델과 기준을 확립하여 어민들이 직접적인 혜택을 받을 수 있도록 하기 위해 추진하였다. 특히 연안 수산자원의 지속가능한 높은 생산력 유지 기술 확보, 연안 해역을 오염으로부터 보호하기 위한 환경 친화적 어장조성 기술 개발, 방류용 우량종묘의 대량 생산 기술 확보, 기능성 인공어초 기술개발 및 해양 수산 관련기술의 종합적이고 합리적 운용모델을 제시하기 위해 사업을 추진하였다.

이를 위해 첫째, 해역 특성에 적합한 인공어초에 의한 자원조성 및 생태계 복원

사업을 위해 바다목장 해역에 적합한 인공어초 모델개발, 배치기술 개발 및 인공어초에 의한 체험관광 및 유어어장 확대를 위해 시설사업과 어장 조성 효과 극대화를 위한 연구 개발 사업을 추진하고자 하며, 둘째, 우량 품종 방류 및 대상종의 행동패턴 분석을 통한 자원조성사업 효과 향상 연구를 수행하고, 셋째, 바다목장 해역의 해양환경 변동실태를 정기적으로 조사하여 과학적인 바다목장 관리를 위한 정보 생산과 해역별 자원 조사를 통해 자원상태를 평가하고 효과적인 관리방안을 모색함으로서 대상자원을 안정적인 수준으로 회복시켜 지속적으로 이용·관리할 수 있는 시스템 구축하여 한국형 바다목장 모델을 개발하고, 나아가 전연안을 아쿠아벨트화 하는 기본 틀이 제시 되었다고 할 수 있다.

1) 바다목장사업의 새로운 개념이 정립됨

우리나라 최초, 세계 두 번째 바다목장사업이 시작되어 바다목장사업 개념을 한국화하는데 기여하였으며, 일본의 음향 순치형에서 어장환경 조성형으로 개편하고, 환경수용력 증대를 통한 회복과 자원증대을 통하여 바다목장사업의 이론적 정립하였고, 수산자원관리수면 지정 및 바다목장관리 체계을 정립하여 수산자원조성 관련 제도화 및 관리체계 도입하였다.

2) 사업의 정착과 활성화가 유지됨

1999년 시범 및 전체 바다목장사업 마스터플랜 수립하여 바다목장사업 마스터플랜 수립 및 시행을 하였으며, 시범바다목장사업 확대 추진으로 5개 시범사업이 추진되었다. 또한 2005년 소규모바다목장사업 계획 수립하여 소규모바다목장사업으로 확산하였고, 현재까지 2006년부터 시작하여 2012년 까지 20개소가 추진된다.

3) 체계적인 연구성과 도출과 활성화에 기여함

수산분야 연구 중 국내 최초로 최대의 학제 간 연구을 통하여 생태학, 생물학, 자원학, 해양공학, 어로학, 양식학, 경제학, 경영학, 관광학 등 관련 학문 총집합하는 융합 연구의 기반이 조성되었으며, 연평균 150여명 연구진과 약 10개 기관의 국내 최초 최다 연구진, 연구기관 참여하는 국책과제로 사업과 연구의 병행 추진 파일럿 사업환경생태, 어장조성, 자원조성, 이용 관리 분야 연구 활성화되었다.

4) 한국형 바다목장 개발로 국가정책 지위가 확보됨

21세기 새로운 수산 동력사업으로 급부상하는 국제적 여건을 고려하여 자원관리, 자원조성, 자원회복 정책과 연계 가능을 시사하고, 수산자원조성사업의 업 그레이드화하여 어민소득 증대 및 어촌 경제 활성화 사업으로 자리매김함은 물론 어민들이 가장 선호하는 정책으로 부상하는 다양한 바다목장사업 유형 개발 가능성을 시사한다.

5) 정부 및 어업인의 인식 전환으로 관리 이용체계 확립됨

어민들의 자원관리 의식 함양과 객관적이고 과학적인 사업선정과 지자체 사업추진 의식 변화로 어민소득 증대 및 어촌 경제 활성화 사업으로 자리매김하며, 국내 최초 사전경제성 분석을 기초로 한 사업을 추진함으로서 어민들이 가장 선호하는 정책으로 부상하고, 경제성 있는 공공사업으로 평가되었다.

6) 국내외 여건 변화에 대한 적극적이고 신속하게 대응함

현장 여론과 문제점을 파악하여 신속한 보완과 문제 해소를 하였으며, 특히 가시적 투자 미흡으로 바다목장사업에 대한 불신이 팽배한 현장의 의견을 수렴한 대처와 연차별 사업의 투자 지연으로 기간 내 사업 완료에 우려에 대한 배려 그리고 사업의 부정기적 집행에 따른 사업성과 달성 저조하고, 공동 참여의식 미흡으로 사업

의 목표 달성에 불안함을 해소하는 방안이 강구되었다.

7) 정성적 성과

바다목장 해역 내 입체적 해상 공간 활용 방안을 제시하기 위하여 각종 시험용 어초에 대한 생물종의 활동자료를 축적하고, 해조장 조성을 위한 유용해조류의 특성을 규명하며, 수중 음향을 이용한 해역 내 생물량 추적하여 방류어류의 유전학적 생물학적 특성을 규명하여 유전자원관리를 체계적으로 진행하였다. 또한 바다목장 해역의 생태계 특성에 기초한 자원관리 방안을 제시하고, 바다목장 해역산 수산물의 유통체제 구축 및 특화 상품화 연구를 수행하였으며, 바다목장 조성의 herdware나 software에 있어서 세계적으로 기술적 우위를 선정함은 물론 수산자원 종합관리 방안 마련을 위한 생태계 구조 분석과 해중림 조성용 시설물의 시설상태 점검 및 효과 조사와 수중음향 이용한 해역 내 생물량을 추정하는 계기를 마련하였다.

수심대별 강제어초의 열화특성 분석 및 대 수심 다기능성 고층어초의 효과 조사와 바다목장 통합 연구 정보 사이트 체계 및 연구 정보시스템 구축을 위한 data의 축적과 방류어의 이동 성장 등 방류 효과 조사를 위하여 어구, 어탐, 수중 조사를 통한 지원량 추정, 어류의 유전학적 및 생리학적 data 축적으로 성공적 사후관리 체계 구축을 위한 사회 경제학적 방안 마련한다.

8) 경제적 파급효과

시범바다목장의 기술 개발로 소규모 바다목장의 확대와 정부의 수산자원 회복 계획의 기반조성으로 통합 해양 행정의 기반을 마련하여 산학연의 다양한 기술과 기능을 접목시킬 수 있는 바다목장화 사업을 추진하는 여건을 조성하였다. 현재까지 통영해역의 성공적인 바다목장 조성으로 바다목장 사업의 효과를 입증한다.

9) 자원조성의 효과

자원조성 효과는 다른 어업관리 전략들과 얼마나 잘 통합되어 있는가에 달려 있다. 자원조성 기술과 적정한 규제와의 연결 자원조성 기술은 적정한 규제와 연결되어야만 함으로 자원조성 기술만으로는 목표로 하는 연안자원의 어업 관리를 위한 전략으로 효과적으로 사용될 수 없다. 어업자원의 관리에 참여할 어업 공동체의 필요 종묘방류가 어획량 증가에 매우 효과적이 되었을 때, 자연 자원의 어획을 제한하는 합의된 노력이 없는 경우에는 자연 자원의 남획이 초래될 것이다.

자원조성과 다른 어업관리 전략들과의 통합 자원조성의 효과는 다른 어업관리 전략들과 얼마나 잘 통합되어 있는가에 달려 있다. 자원조성 기술과 적정한 규제와의

연결 자원조성 기술은 적정한 규제와 연결되어야만 한다. 자원조성 기술만으로는 목표로 하는 연안자원의 어업 관리를 위한 전략으로 효과적으로 사용될 수 없다.

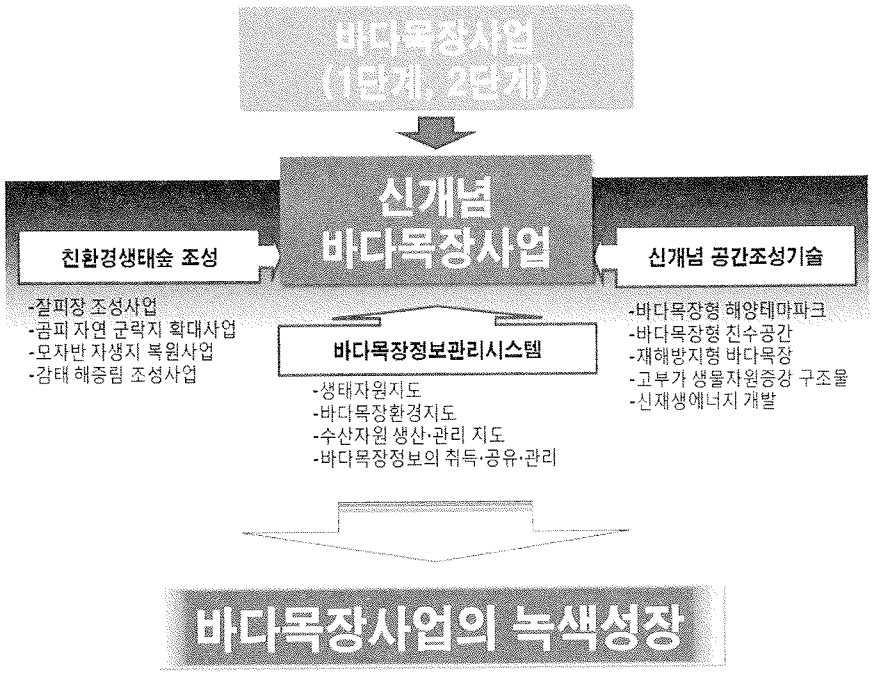
그러므로 어업자원의 관리에 참여할 어업 공동체의 필요와 종묘방류가 어획량 증가에 매우 효과적이 되었을 때, 자연 자원의 어획을 제한하는 합의된 노력이 없는 경우에는 자연 자원의 남획이 초래될 것이다.

Ⅳ. 신개념 바다목장 구상

1 기본개념

가. 구상 개념

- ○ 바다목장으로 녹색성장 완성
- ○ 바다목장의 확대로 아쿠아 벨트화 하여 친환경 물 조성
- ○ 바다목장에서 생산된 생태자원의 에너지개발원으로 활용
- ○ 바다목장을 국제적 관광 상품화 하여 고소득과 고용 창출
- ○ 바다목장의 미래형 정보관리 시스템으로 국제시장 선점
- ○ 바다목장 주변을 관광테마 친수공간으로 발전



나. 기본 방향

비 전 Blue Ocean

녹색성장을 통한 어촌 삶에 질 향상

- 어촌소득을 3,000만원에서 5,000만원 수준으로 향상 -

⇧

기 본 목 표

○ 생명력 넘치는 숨 쉬는 연안조성

- 새로운 바다 생태계를 기반으로 하는 신 해양 질서에 능동적으로 대처하고, 미래세대에 물려줄 건강하고 풍요로운 바다 조성

○ 생산기반을 갖춘 고부가 수산지식산업 창출

- 자원증식, 양식 등 전통적 수산업을 지식기반 기업형 고부가 산업으로 개편하여 국제경쟁력을 제고

○ 풍요로운 수산자원 증강

- 어업자원관리체제 개편 및 기르는 어업을 통해 수산물의 안정적 공급 기반을 마련하고, 해양생물·에너지·공간자원의 상용화 실현

⇧

추 진 전 략

① 저탄소 녹색성장과 친환경 바이오 에너지 개발
② 기후변화에 대응한 깨끗하고, 안전한 바다환경 조성
③ 고부가가치 수산지식산업 육성과 고용확대
④ 세계적 해양 체험관광 레저산업 창출
⑤ 생명·생산·생활의 희망어촌 모델개발

1) 비전과 전략

급변하는 국내외 여건 변화에 능동적으로 대응하기 위한 21세기 수산업의 비전은 "녹색성장을 통한 어촌 삶의 질 향상"이라 할 수 있다. 이러한 비전을 실현하기 위한 기본목표는 첫째, 생명력 넘치는 숨 쉬는 연안조성, 둘째, 생산기반을 갖춘 고부가 해양산업 창출, 셋째, 풍요로운 수산자원 증강으로 한다.

기본목표를 달성하기 위한 추진전략은 다음과 같다. 첫째, 생명·생산·생활의 희망어촌 창조, 둘째, 깨끗하고 안전한 연안 바다환경 조성, 셋째, 고부가가치 수산지식산업 육성, 넷째, 세계적 해양 체험관광 레저산업 창출, 다섯째, 지속가능한 어업생산기반 구축이 있다.

2) 주요 정책방향

전술한 수산업 비전 및 목표를 달성하기 위한 주요한 수산정책의 방향을 정리하면 다음과 같다. 먼저, 해양에서 새로운 가치(Blue Ocean) 창출을 위해 R&D사업의 효율성 제고 및 연구 성과의 조기 실용화를 촉진한다. 해양과학기술 연구역량 강화를 위해 근거법령 제정, R&D재원의 효율적 관리 및 기술경영(Management of Technology) 시스템을 구축하고, 미래사회의 수요 충족을 위해 생명공학, 자원·에너지 분야에 대한 연구개발을 확대하며, 조기 실용화가 가능한 기술을 중점 개발한다.

다음으로 해양수산 연구사업 효과 제고 및 첨단 해양수산산업 육성으로 수산업의 자생력을 확보해 나간다. 이를 위해 수산자원 조성·회복을 위한 수산자원의 조사·평가기능 강화, 첨단수산양식기술의 개발·산업화를 위한 연구 및 실용화 기술을 개발한다. 그리고 해양환경 보전을 위한 조사·관리 기능 강화로 지속가능한 해양수산산업 성장가치를 창출한다. 마지막으로 해양수산 생명공학기술·건강 신물질 개발 및 수산식품 안전관리 강화로 국민건강의 증진을 도모한다.

3) 정책수단

앞에서 살펴본 수산업 비전 및 목표를 달성하기 위한 정책수단을 정리하면 아래 네 가지를 들 수 있다. 첫 번째는 구조조정으로서 부실양식장 정비, 시설현대화, 불법양식 근절 등이 있다. 둘째로는 환경정화가 있는데 대표적으로는 휴식년제 도입, 어장정화, 육상 오염물질 차단 등이 있다. 세 번째로는 기술혁신으로서 우량신품종 개발, 저비용 양식개발, 질병예방 등이 여기에 속한다. 마지막으로는 소비촉진 정책이 있는데 생산·수요 관측, 위생 안전성 강화, 제품 품질 향상 등의 시책이 있다.

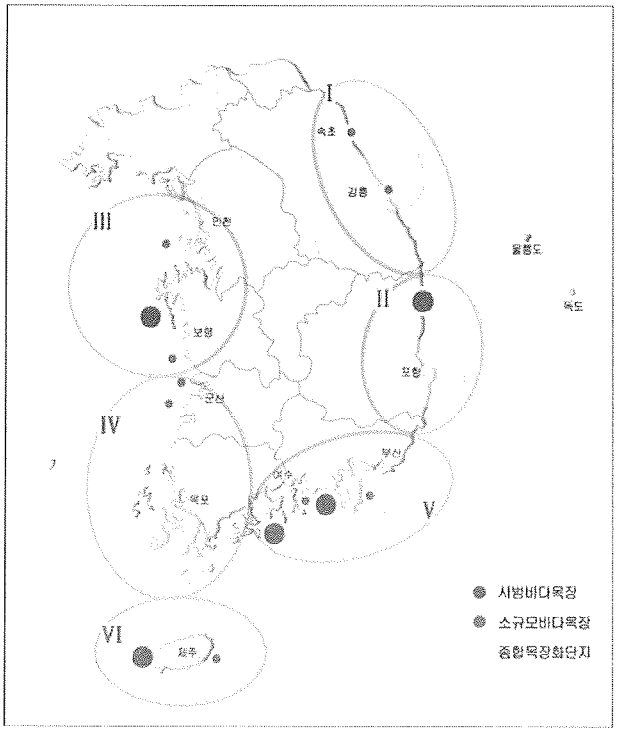
2 추진계획

가. 대상 규모

【 4대 강을 중심으로 한 전국 6개 광역권역】

○ 동해 중부권(제1권역, 남대천) : 강원도
○ 동해 남부권(제2권역, 태화강) : 경상북도, 울산광역시
○ 서해 중부권(제3권역, 금강) : 인천광역시, 충청남도
○ 서해 남부권(제4권역, 영산강) : 전라북도, 전라남도
○ 남해 중부권(제5권역, 섬진강, 낙동강) : 경상남도, 부산광역시
○ 제주권(제6권역) : 제주특별자치도

【 권역별 종합개발 구상】



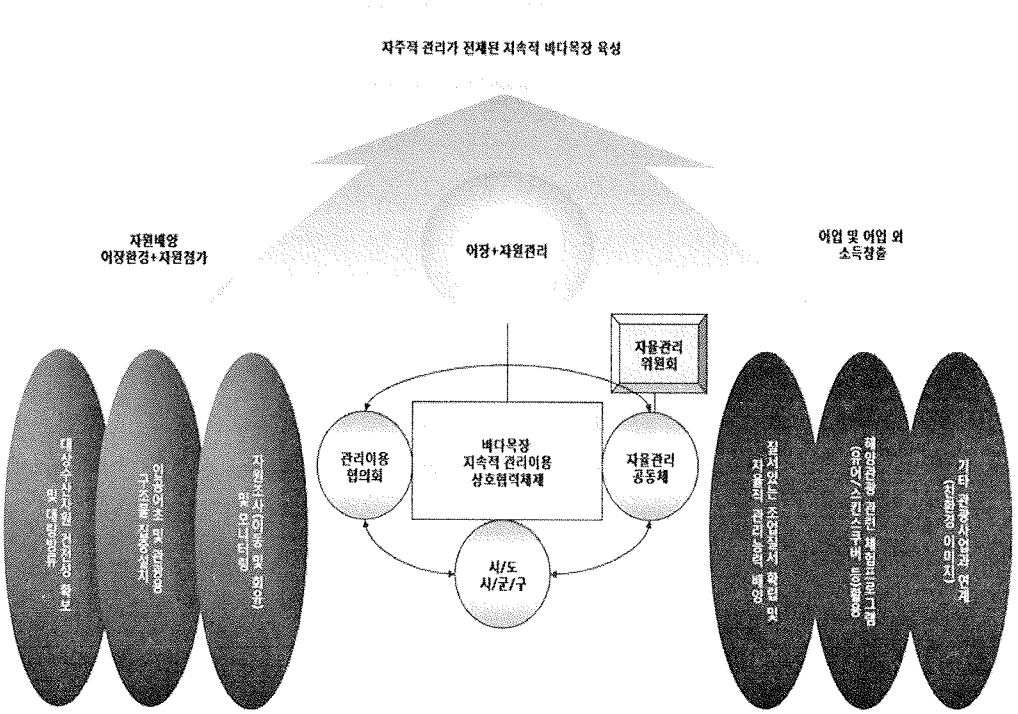
나. 중점 목표

○ 생태계 기반조성과 생산시스템개발 : 자원조성, 바다 숲 등
⇒ 해조류 조성으로 CO_2 저감, 물질순환과 환경개선

○ 친환경 에너지 개발에 대응한 국제 경쟁력 확보
⇒ 천연연료 바이오메스 안정 생산 공급

○ 어촌특화 및 복합단지 및 해양관광 단지조성
- 박물관, 전시관, 리조트, 마리나, 생태공원, 체험장, 유어낚시, 스쿠버, 요트 등
⇒ 신 고부가 벤처 육성, 신기능 고용창출

○ 내수면 치수 녹화, 유휴 농경지 고소득 생산 시스템조성
⇒ 어촌은 30만 어업인의 생활터전과 국민의 휴식 공간 제공



다. 추진과제

1) 과학기술을 통한 부가가치 창출

지구 표면적의 70%를 차지하고 있는 해양은 생명을 최초로 탄생시킨 모태일 뿐만 아니라 생물이 진화한 보금자리로서 흔히 말하는 바다를 수치적으로 표현한다면 평균 수심 4,000m, 염분 35‰, 전체 90~95% 지역의 연평균 온도 5℃ 이하라는 특이한 특성을 지닌다. 육지에서는 상상할 수 없는 높은 수압, 염도, 저온 등 이러한 극한 환경에서 해양에 적응하기 위하여 해양생물은 육상생물과는 다른 대사물질을 생산하거나 생리작용을 통해 진화를 해왔다. 이러한 특이한 환경에 기인한 해양생물의 특성을 이용하여 현대 첨단과학을 접목시켜 기능성 식품, 의약품, 환경정화용 물질, 정밀화학 분야 등의 해양바이오산업의 발전이 가속화 되고 있으며 이에 따라 해양생물의 가치와 해양생물을 이용한 해양생명과학 기술들이 현대 생명공학의 주요 자원 및 기술로 급부사항 하고 있는 실정이다.

또한, 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸여 있으며 이를 면적으로 치면 국토의 4.5배에 달하는 44만 7천 ㎢의 잠재생산력을 갖는 연근해역을 가지고 있으며, 이를 통해 연간 300여만 톤의 수산물을 생산하는 세계 11위의 수산물 주요 생산국 중 하나이다.

현재 전 세계는 WTO 및 FTA 등 세계화 및 개방화 진전에 따라 수산물 수입이 증가하고 있는 추세로 이와 같이 국내 수산물 가격의 하락과 국제경쟁력의 위축을 가지고 온 현재는 국내에 중국산 수입이 예년에 비해 최근 5년간 3.4배 이상 증가한 실정인데 반하여, 우리나라 국민 1인당 수산물의 소비량은 증가하는 추세를 나타내어 연간 약 48.7kg의 수산물을 소비하는 것으로 나타났다(2005년 현재).
국내 수산물 생산량의 감소에 반하여 수산물 소비량의 증가로 인한 외국산 수산물이 홍수처럼 밀려오고 있으며, 인근 및 해양을 접하고 있는 세계 수산 선진국들이 연안 및 원양어장의 확보를 위해 자국의 이기적 이익만을 추구하고 있는 가운데 우리나라는 이에 따른 생산성 감소가 예상되고 있다. 이를 타계하기 위한 방편으로 해양에 유용 생물을 이용한 고부가가치 산업으로의 전환을 통한 생산성 및 소비요구를 충족시키는 방안을 모색하여야 할 것이다.

해양에서 인류의 미래 식량자원에 대한 해결책을 찾고자 하는 노력은 이미 선진국에서는 오래전부터 시행되어 오고 있는 정책으로 이는, 육상의 동·식물 및 미생물에 대한 정보에 비하여 해양생물에 대한 정보는 극히 제한되어 있는 실정에 기인한 것으로 현재까지 알려진 생물의 종수는 육상기인 생물이 해양생물보다 많지만, 분류학상의 상위단계에 있는 과(Family)나 목(Order) 수준에서의 숫자를 비교해 보면 해양생물이 육상생물의 그것을 훨씬 넘어선다. 일예로 동물 문(Phylum)의 종류 중 약 1/3은 해양에서만 발견되는 동물로 구성되어 있으며, 육상은 17개의 문으로

대표되는데 반해 해양은 34~36개의 문으로 구성되어 있다.

이러한 해양생물의 다양성은 동물이나 식물보다는 미생물에 잠재되어 있다. 일예로, 일반적으로 해수 1㎖에는 1,000,000개의 미생물이 살고 있다고 알려져 있으며 이중 대부분의 미생물은 배양되지도 알려지지도 않은 실정이다. 이러한 미생물을 이용한 산업은 현재 육상에 기인한 미생물에서도 120개 이상의 신약이 개발되어 이미 시판되고 있는 것을 감안하여 볼 때 해양미생물에 대한 체계적인 연구는 국가차원에서 반드시 필요한 사업이다.

근래에 들어서 국내에서도 신종 미생물에 대한 국제 논문이 급속히 증가하고 있으며, 한국에서 분리된 미생물에 대하여 100여 편 이상의 논문이 발표되었는데 이중 우리나라 연안에서 분리된 새로운 미생물 만 약 30여 종으로 갯벌, 해수, 염전 등에서 발견한 것이다. 상기 언급한 미생물 관련 연구 외에 지구 전체 생물의 80% 이상이 서식하는 자원의 보고인 바다는 가장 광범위한 유전자 자원의 보고로 서로 인접한 국가 간 유용 유전자원의 확보 경쟁이 치열하며, 전 세계적으로 광범위하게 연구가 진행되고 있는 첨예한 경쟁 분야로서 유전자 정보시장의 국제적 선점이 무엇보다 필요하다고 본다. 또한 이러한 첨단 수산생물자원을 이용한 유전체 연구는 인간과 포유류 유전자 정보의 독점권을 피할 수 있는 가장 큰 새로운 시장으로 급부상하고 있음을 우리 모두 인지하고 있다.

이러한 수산생물은 광범위하고 다양한 유전자 자원의 보고로서 그들이 가지고 있는 유전자 자원을 관리하고 보존하는 일은 국가 차원에서 매우 유용하고 가치 있는 일로서, 유전자 자원의 국가별 고유자원화에 따른 선점은 우리나라 고유 수산생물종의 이용에 있어 우선권을 확보하는 차원에서도 매우 중요한 일이다. 다양한 유전자 자원의 보고를 관리하고 보존하는 일은 육상 생물자원과는 비교할 수 없는 고부가가치 산물을 생산할 수 있다. 이를 위하여 유전자 자원의 보존 및 유효활용을 위한 유용 유전자 마커에 의한 생물자원의 다양성 해석 및 평가, 외래 유전자원 비교분석 및 수산생물 유전자원 DB화가 필요하며, 생산성 향상을 위한 분자육종 기법을 접목한 고기능성·고품질의 육종프로그램 운용에 따른 생명공학기법을 이용한 우량품종 개발연구를 통한 국제 양식시장에서의 우선권 확보가 필요하다.

또한, 현재 초기단계인 해양생명공학분야를 통해 유전체 분석의 자동화·지능화를 구현하고 대규모 분석에 따른 업무의 효율성과 신속성 향상 및 현재 부분적으로 운영되고 있는 게놈정보 분석 시스템들의 체계적 통합관리를 통한 산·학·연 정보서비스 제공을 이룩하여야 할 것이며, 국제적으로 연구개발 및 시장화가 초기단계인 해양바이오분야를 효율적으로 지원하는 정보시스템을 구축하여 해양 신물질 개발 연구의 활성화를 이룩해야 한다.

해양바이오와 관련된 선진국의 연구는 미국의 경우 해양바이오 연구의 종주국을 자처하며 1970년대에 이미 해양대기청에서 SeaGrant 대학프로그램 지원을 필두로 현재 해양바이오를 21세기 4대 생명공학분야로 선정하여 집중적인 투자를 통한 연

구개발을 추진 중이다. 또한 이웃한 일본은 정부주도로 일본해양과학기술센터, 해양생명공학연구소를 중심으로 한 단기간의 집중적인 연구개발 투자로 현재 해양바이오 관련 선도 국으로 급부상하였다. EU의 소속 국가들은 EU 중심의 공동 개발에 주력하고 있으며 2002년 스코틀랜드에 EU 해양생명공학센터(ECMB)를 설치하고 외국전문가와 공동연구 및 ECMB에서의 현지 Lab. 설치 지원 등 전세계 연구그룹과의 네트워크를 활성화하는 전략을 갖고 있다. 호주는 남반구의 해양생물다양성을 가장 많이 확보한 국가로 수산업 외에도 대보초와 남대양에 관한 연구를 지원하고 있으며, 이스라엘의 경우 해양생물을 이용한 생물공정 등을 강화하고 벤처산업의 육성을 강조하는 정책을 추진하고 있다. 후발주자인 중국은 해양발전 863프로그램 및 해양생명공학 819계획에 의해 양식 및 육종기술, 내염성 식물의 개발, 의료용 생체물질 및 생물공정 상품화 등에 주력하고 있으며 2004년에는 아시아태평양 해양생명공학학술회의를 유치할 정도로 국제적인 네트워크에도 적극적으로 나서고 있다.

우리나라의 경우는 일본과 유사하게 신소재 및 신의약품의 개발을 중점적으로 수행하고 있으며, 또한 산업적 파급효과가 매우 큰 해양유래 유전체·단백질체 및 극한생물체에 대한 연구에 있어 선진국과의 기술 격차를 줄이고자 하고 있다. 이러한 우리나라의 해양생명공학기술에 대한 연구가 보다 더 효율적으로 이루어지고 큰 산업적 파급효과를 나타내기 위해서 해양생명공학관련 인프라를 구축하고자 하는 것도 큰 흐름중의 하나이다.

해양생명공학관련 연구에 있어서 선진국의 기술개발 투자에 비해 국내의 기술 개발은 다소 미흡하나 전통적 방법에 의한 기술력은 세계적으로 뒤지지 않은 경쟁력을 가지고 있다고 볼 수 있으며, 해양바이오 관련 분야는 연구 기간이나 개발 규모가 아직 초기수준이다. 해양생물유래 유용 신물질 연구 개발사업, 심해저 광물자원 및 남·북극 연구 개발사업 수행을 통한 기반기술을 보유하고 있으나, '마린바이오 21 사업' 등 해양생명공학분야의 중대형 연구 사업들이 최근에야 시작되었으며 해양생물의 산업적 이용은 개발의 초기단계에 머물러 있다. 그러나 신소재 특허 출원에 의한 벤처활성화 및 산업화 성공기업의 출현 등 고부가가치 산업으로의 발전가능성이 증대되고 있다.

마린바이오21 사업 4대 전략분야 및 8대 중점추진 기술개발사업은(자료: 해양바이오 기술개발사업 기획연구, 해양수산부, 2003) 다음과 같이 추진되고 있다. 첫째 유전체·단백질체 분야는 해양 유전자원 기능분석 및 활용기술 개발, 해양생물 유용유전자원의 대량 발굴 및 활용기반기술 정립, 바이오칩 이용 해양유래질환의 진단기술 및 치료제 개발, 극한생물 생명현상 규명 및 활용기술 개발 그리고 극한 단백질 구조 및 기능 상관관계 규명을 통한 유용물질의 생산 향상에 관한 연구를 수행한다. 둘째 산업화 촉진을 위해서는 고부가성 형질전환 해양생물개발, 고속성장, 질병내성, 고영양, 유용물질 생산용 등 고부가성 형질전환, 해양생물 개발, 형질전환생물 진단 및 안전성 평가 기술 개발, 신기능성 해양생물 및 소재 산업화 기술 연구, 생

물반응기 및 고농도 배양기술 개발, 유용산물 대량 생산 기술 개발 그리고 유용물질의 분리정제 기술 개발 등 연구가 수행된다. 셋째는 신 의약·신소재 개발 분야로 해양유래 건강·보건용 물질 개발, 의약물질 개발(항생, 항암, 항바이러스, 항노화, 면역증강제 등), 해양유래 산업용 신소재 개발 그리고 화장용품, 기능성 식품, 효소, 고분자 다당체, 펩타이드, 지질 등을 개발한다. 네째 해양바이오 인프라 구축을 위하여 국내외 해양·극한 미생물자원 탐색, 수집, 보전 ·생물자원 분리 및 유전자원 확보하고, 생물자원 분류, 보전, 배양하며, 생물 및 유전자원 정보제공시스템 구축한다. Marine Bio-industry 시범 cluster 조성과 우수기반 보유 해양바이오 클러스터 구축 지원 그리고 산업현장 실무인력 및 전문 연구 인력을 동시에 양성 지원한다.

우리나라 해양바이오 산업과 관련해서는 해양자원확보관련 원천기술을 구축하고, 형질전환, 분자육종기술, 생물공정 등 선진국과 대등한 기술력을 갖고 있는 전통 생명공학기술력을 보다 증진시키고, 국내외 고급인력 확보에 매진해야 한다. 현재 해양은 전 세계 생물종의 80%가 서식하며 신소재 창출 및 산업화 가능성이 육상생물보다 높은 장점을 가지고 있는 새로운 연구로의 미지의 세계이며, 그렇기에 아직은 특정분야 전문 인력 부족과 연구개발투자 부족, 해양생물은행 등 종합적 연구지원 인프라 부족, 해양유전체 등 국내 원천기반기술 확보 취약 그리고 국책 생명공학연구 사업으로 추진되지 않고 국내 연구기관에서 산발적으로 연구가 진행되는 약점을 안고 있다.

기회 요인으로는 선진국 대비 기술 격차가 적은 부분이 다수로 경쟁력 조기 확보 가능, 국내 생명공학 전반에 관한 관심 고조 및 중요성 증대, 유용물질 탐색 대상이 육상생물에서 해양생물자원으로 이동을 들을 수 있으며, 위협 요인으로는 선진국의 지적재산권 강화 추세와 경쟁력 저하 시 선진국의 국내시장 잠식 우려, 대규모 인프라 투자에 대한 정부의 확신 부족, 외국으로의 인력 유출 가능성, 유전자변형의 국가적인 차원에서 수산업의 활성화를 꾀하자면 우선 '수산생명과학의 육성'을 위한 종합계획의 수립과 실행이 필요하다.

수산생물자원의 보존과 이용은 국가가 기간산업으로서의 미래 식량자원 확보의 노력과 의지 속에서 첨단 생명과학 기술을 접목한 경쟁력 있는 산업의 육성을 고려한 적극적인 지원과 투자가 있어야 한다. 특히 과학기술부에서 주관하는 '국가 생명공학육성계획(바이오텍 2000)'에 적극 동참하여 부처 간 역할분담과 연계 발전방안을 모색하고 있지만 부처 고유의 생명공학 육성을 위한 정책, 인프라 및 기술개발을 지원함으로써 생명공학 연구와의 차별화 및 특성화를 적극적으로 추진할 수 있다. 이를 통해 대규모의 국가 연구 사업으로 바다의 잠재력을 이용한 해양수산 관련 사업을 추진함으로써 국제 경쟁력 확보에 필요한 중점추진 과제와 핵심기술을 개발 운영 할 수 있다. 또한 열약한 수산업을 위한 기술개발 저변확대와 국민적 지지기반의 확보로 대중적 산업적 경쟁력 있는 생물 생산에 필요한 기초 기술 개발의 기반을 구축하여야 한다. 이를 위해서는 해양생물과 유전자원을 보존하고 정보를

제공할 수 있는 인프라가 구축·활용되어야 하며, 수산업 관련 연구 분야에 필요한 전문 인력의 양성기반이 확충되고, 국제협력을 통하여 연구자들은 국제 경쟁력을 갖추어야 한다. 전통적 수산업은 선진국과의 격차가 적으므로 전통적 수산 기술의 기반으로 해양수산 기술 개발에 집중 투자할 경우 단기간 내에 수산업은 세계적 수준에서 지속적으로 발전될 가능성이 크다.

2) 바다를 풍요로운 생산 기지로 조성

현재 바다는 내적으로 연안의 부영양화와 자가 오염, 외적으로는 수산물의 전면 개방으로 인하여 생산 산업으로서 안정적으로 발전해 갈 수 있는 방안을 모색해야 한다. 양식 산업이 현재의 어려운 여건을 극복하고 계속적인 산업으로서 발전하기 위해서는 무엇보다도 먼저 새로운 기술을 개발하고 한편으로는 소비자의 동향과 수요에 대한 국제적인 정보를 수집하고, 분석하며 대처해 나갈 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 그러기 위해서는 국내적으로는 지역 특화된 기술로 발전하여야 한다. 최근 국내에서 자연에 가까운 돌김과 회감으로 가자미류 등이 선호되고 있는 것을 보아도 이제는 양보다 품질에 의해 소비되고 있다는 것을 여실히 보여주는 것이라 할 수 있을 것이다.

또한 년 간 생산량은 감소하여도 생산금액은 계속 증가하고 있는 것은 구매력은 이미 일정 수준이상으로 형성되어 있음을 알 수 있다. 따라서 앞으로 생산은 자가 오염을 촉진시키고 품질의 저하를 초래하는 대량생산보다 품질이 향상되고 고급화된 지역특산품을 적정하게 생산함으로서 안정적으로 발전할 수 있을 것이다.

그리고 양식 산업의 안정적인 발전을 위해서는 지속적인 공급체계가 유지되어야 할 것으로 보인다. 수입된 양식생산물에 비해 경쟁력이 뒤떨어지는 경우에는 품질의 고급화나 가격의 차별화로 우리 양식생산물이 계속 공급되도록 함으로서 어느 특정 품종의 양식이 중단되지 않고 지속될 수 있도록 노력하여야 할 것이다. 이재는 국내 수산 비전은 미래의 세계적 산업으로 경쟁력 있게 육성하는 방안으로 기술개발과 연구력을 총 집약화한 과학적 효율성이 높은 방안으로 재편하여 세계 속의 한국 양식의 위치를 확고히 해나가는 것이 절실하다.

고부가가치 생물인 어류는 현재의 내만 가두리 양식 생산을 탈피한 계획적 운영관리와 생산 유통 체계의 공동화가 가능한 시설로 개량하는 한국형 수중 외해양식(Offshore Aquaculture)을 개발하여 단계적으로 보급함으로써 깨끗하고 안전한 외해를 이용함과 동시에 자체 배설물은 외해로 확산토록 하여 자가 오염을 방지하고, 적조, 태풍, 이상 기온, 저염분 등 자연 재해로부터 격리된 안정적인 생산을 유도함으로써 질병 없는 깨끗한 양식 생물을 생산 공급할 수 있는 방안으로의 시설 개량이 필요하다.

육상은 집약적 생산과 계획적 출하가 가능한 고밀도 순환 여과식(Intensiv

Recirculating Aquaculture)으로 전환된 고도 기술이 집약된 생산 시스템으로 이루어 져야한다. 그렇게 함으로써 생물 사육수의 재활용에 의한 에너지 절약은 물론 배출수에 대한 부정적인 인식과 무병 양식 생물의 생산으로 인한 식품 안정성 해소, 그리고 기능성 사료 첨가제 등을 이용한 제품의 브렌드화 등 집약적인 생산 관리 체제가 이루어 질 수 있을 것이다.

양식은 현재뿐 만 아니라 미래에 있어서도 중요한 산업으로 세계적으로 중요성은 날로 증대되고 있다. 많은 국가들은 양식에 대한 관심과 투자가 지속적으로 확대되는 점을 볼 때 지금 어려운 움을 지속적 어려움으로 인식하기보다는 국제적 경쟁력이 있는 양식으로 탈바꿈하여 장래 수요가 급격히 증가될 것에 대비하여야 한다.

3) 수변 공간을 중심으로 육지와 바다의 통합관리

증양식 활동은 필연적으로 연안환경의 안전성에 부정적인 문제를 수반하게 된다. 제한된 환경에서 기술 집약을 바탕으로 대량생산을 추구해온 우리나라는 최근 들어 앞에서 언급한 문제들이 표출되어 양식 효율이 크게 떨어지고 있다. 대부분의 산업에서와 같이 양식 역시 일단 산업화가 일정 수준에 도달 된 이후에는 계속적인 높은 증가추세를 기대하기 어렵다. 그럼에도 불구하고 인위적 기술에만 의존하여 양적 생산 증가를 추구할 경우 오히려 장기적으로 생산성 저하를 초래할 가능성을 내재하고 있다. 따라서 최근 우리나라 양식 산업이 갖는 문제해결의 접근법으로 『양식은 환경과 인간의 기술이 조화를 이룰 때 비로소 안정된 발전을 보장해 준다』는 개념에서 출발해야 한다.

이러한 개념에서 볼 때 우리나라의 양식은 구조적으로 해결해야할 근본적인 문제점을 안고 있다. 자연 발생적으로 특정지역에 집중하고, 이것은 또한 지역에 따라 활동이 환경수용력을 초과한 채 지속되고 있다는 점이다. 이러한 상황에서 생산 기술의 발달은 일시적 해결책을 제시할 수는 있으나, 결코 근원적인 문제를 해결해 주지는 못하고, 또한 장기적인 관점에서는 추구해야할 목표가 되지 못한다. 여기에 환경과 양식기술이 조합을 이룬 새로운 형태, 즉 연안의 통합관리형(Integrated Aquaculture Management)으로 구조 개편이 필요한 당위성이 있다.

통합관리는 연안을 3개의 권역으로 구분하여 권역별로 특성화된 방법이며, 생산활동에서 오는 환경오염요소를 생물의 특성을 고려하여 최소화 하자는 일종의 생태계에 기반을 둔 양식 (Ecosystem-based Aquaculture)이라고 할 수 있다. 즉, 연안해역을 육상역(陸上域), 내만역(內灣域), 그리고 외만역(外灣域)으로 구분하여 1) 육상역에서는 어류 중심의 고밀도 육상사육 및 도시형 양식, 2) 내만역에서는 생태복합형(Polytrophic Aquacuolture), 그리고 3) 외해역에서는 외해형(Offshore Aquaculture)을 추진한다.

육상에서는 현재의 육상 수조식 생산 시스템을 의미하며, 단지 환경 부하량을 최

소화하기 위한 양식 배출수의 처리가 강화된 방법을 의미한다. 여기에는 또한 소규모의 도시형(Urban Aquaculture) 시스템이 포함된다.

복합형에서는 해조류와 어류 또는 패류를 대상으로 할 수 있으나, 우리나라의 연안 통합관리 형태에서는 해조류와 패류가 적합하다고 사료된다. 이것은 두 생물군이 유사한 환경에서 성장한다는 공통성이 있다는 점에서 뿐 만 아니라, 통합관리형 시스템에서 어류는 별도의 환경, 즉 외해환경에서 생산 한다는 미래의 장기 전략과도 관계가 있다. 복합형에서는 양식장 해역을 하나의 환경생태계로 설정하고, 그 생태계 내에서 두 생물군의 영양염 배출 및 섭취에 대한 정확한 모델 (Nutrient Flow Modeling)을 설정하게 된다. 그리고 이러한 모델을 통해 환경수용력을 계산하여, 생물이 균형 잡힌 환경에서 서식하도록 하는데 있다.

이 같은 균형 잡힌 환경생태계 내에서는 활동이 지속되더라도 잉여 영양염의 누적을 최소화할 수 있고, 그 결과 활동으로부터 유발되는 유해 생물의 발생이나 적조발생을 줄일 수 있을 것으로 평가되고 있다. 환경생태모델에 기초한 복합형은 현재 미국의 동북부지역 (New England) 및 서북부 지역에서 육상시스템을 통하여 여러 가지 모델이 개발되어 있고, 연안 환경 보호 차원에서 광범위하게 연구되고 있다. 우리나라의 경우, 아직 초보단계에 이르고 있으나, 지역별 특성화된 종에 대한 모델 개발이 진행되고 있고, 이러한 연구를 통해 연안을 통합적으로 관리하는 방안이 모색되고 있다.

이를 체계화시키는 데는 해결해야할 많은 문제점이 있다. 첫째, 기존의 무질서한 어장을 복합형 시스템으로 어떻게 적절히 재구성하는가 하는데 있다. 둘째, 통상 우리나라에서 양식되는 해조류 인 김, 미역, 다시마 등의 생활사를 통해 볼 때 환경정화작용을 하는 시기가 제한되어 있다는 데 있다. 또한 거시적 차원에서 영양염 흐름의 모델링에 대한 연구 기반이 아직 미약하여, 양식장 전체에 걸친 환경수용력에 관한 연구 자료가 부족하다는 것 역시 관심을 가져야 할 사항으로 여겨지고 있다.

외해형은 시설물의 골격이 갖추어진 것은 1990년대 초반이고, 이후 연구개발이 진행되어왔으나 독자적 시스템으로서 상업적으로 운영되기 시작한 것은 2000년대에 들어서이다. 현재 미국에서 외해형 시스템의 가장 큰 장점은 첨단기술의 접목으로 양식 오염원에 대한 환경수용력 (carrying capacity)이 높은 외해에서 생산을 할 수 있다는 점과, 양식시설물이 가져다주는 미적 저해요인 및 연안 항해권 침해 문제를 극복 할 수 있다는 데 있다고 볼 수 있다. 이러한 두 요인을 우리나라의 관점에서 볼 때 아직은 사회적 이슈가 되지는 않고 있지만, 앞으로 충분히 고려대상이 될 수 있는 문제점들이다.

우리나라 어류양식 산업은 1990년대 후반이후부터 생산력이 점차 둔화되는 추세 또는 지역적으로 감소 추세를 뚜렷이 보여 왔다. 따라서 지속 가능한 생산(Sustainable Aquaculture)의 추구는 오늘날 우리나라 양식이 해결해야 할 가장 큰 줄기를 이루고 있다. 생산의 지속화에 대한 실패는 크게 연안환경을 통합적 차원에

서 볼 때 무계획적 양식장 조성과 비과학적 양식운영 때문으로 판단되고 있다. 양식생산성의 저하는 국제화시대를 맞아 양식경영을 더욱 악화시키는 악순환을 제공하여 오늘날 우리 어업인의 어려움을 더욱 가중시키고 있는 실정이다. 즉, 현재 육상 수조식 및 내만 가두리로 대표되는 우리나라의 어류양식 산업은 고비용·저효율의 영세적 구조를 하고 있으며, 특히 가두리 양식장은 특정 내만에 밀집하는 취약성을 보이고 있어 환경오염은 물론 이로 인한 경영부실이 지속되고 있다.

또한 내만 중심의 양식은 외부 및 자가 오염으로부터 어장의 노화를 촉진시키고, 이로 인한 질병 및 적조로부터 막대한 경제적 손실을 입고 있으며, 연중 찾아오는 태풍 또한 양식경영을 취약하게 만드는 주 요인이 되고 있다. 따라서 우리나라 양식산업의 구조적 취약성을 극복하고, 지속적이며 미래지향적인 산업구조로 재편하고자하는 목적으로 통합관리형 양식으로 구조를 개편할 경우 외해양식은 그 핵심에 있다고 볼 수 있다.

종합적으로, 외해형은 경제적으로 기존의 양식경영악화 요인들을(질병, 적조, 태풍, 품질 저하, 영세성 등) 제거하고, 환경 친화적 방법에 의한 양식 잠재력의 확대를 추구할 수 있는 장점이 있다. 사회, 문화적으로 볼 때, 연안 조망권 문제를 해결하며, 관광 및 레저산업을 지원(환경회복 및 어류유집효과)하고, 양식제품에 대한 대국민 인식제고에 기여할 수 있을 것이다. 또한 외해양식은 현대 첨단과학 접목을 통해 양식산업의 과학화를 추구한다는 의의가 있다.

【통합적 관리모델】

육상	천해내만	외해
도시양식	복합양식(해조류, 패류)	외해수중양식(어류)
- 고밀도순환여과양식	- 생물상호보완적생태양식	- 양식적지 확대
- 환경친화적 양식	- 환경수용력 최대화	- 환경친화적양식
		- 고급양식제품생산
		- 고효율선진과학양식

4) 생산물에 대한 고부가 창출과 대외 경쟁력 강화

바다의 생산에 있어서 대외 경쟁력은 고품질과 저가 생산으로서 생산비를 최소화하여 경쟁력 있게 육성되어야 한다. 특히 생산비 절감은 주변 대상국과의 시장 경쟁력을 갈음하는 중요한 요인으로 국내 양식 산업의 경쟁력 확보 방안으로서 육종, 사료, 질병, 자동화의 4대 핵심 요소 기술의 개발이 제시 되었다.

먼저 배합사료의 개발 보급은 환경개선, 질병 예방 그리고 자동화 등 복합적인 요소 기술로 많은 관심과 정책적 제안으로 적극적인 개발이 추진되고 있다. 어류 양식 산업의 안정적이고 지속적인 발전을 위하여 양식생물의 영양 및 이와 관련된 대사과정의 구명이 필요하며 성장관련 영양물질의 분석으로 필수영양소가 적정량 함유된 값싼 고효율 저 오염 배합사료의 개발로 양식생산성을 향상시키고, 양식어장 환경개선에도 크게 기여할 수 있다.

또한 고밀도 순환여과 사육 시설에 의한 단위 면적당 시설비가 많이 소요되는 폐쇄 순환여과 사육시설로 산업적으로 양식하기 위해서 사육시설을 최대한 효율적 설계, 운용하여야 한다. 이를 위해서 저비용의 여과 재료와 고효율의 여과 능력에 대한 검토가 필요하며, 고부가 가치 어종을 선정하여 최대한 고밀도로 사육하여야 하고, 양식 경영성 확보를 위한 시설 및 장비의 자동화에 대한 연구와 저단백 고효율 사료의 공급으로 사육 비용의 절감에 대한 연구가 더욱 필요하다.

우리나라는 동 서 남해와 제주해역을 볼 때 각 해역의 환경 특성에 맞는 품종을 확인 할 수 있어 이러한 해역특성을 이용한 지역 브랜드 신산업의 창출을 위한 과제의 발굴이 필요하다.

그중에서도 특산품종 브랜드는 지난 수십 년을 통해 한국의 양식은 남해안을 중심으로 김과 참굴로 대변되어 왔고, 해양수산 생물산업의 발달과 더불어 외래 산 어종이 수입되어 양식어민의 소득에 크게 기여해왔다. 이러한 현상은 내수면 양식에서 뚜렷했고, 점차 해산 종으로까지 외래 산 또는 외래 스트레인(strain)이 도입되어 양식되고 있는 실정이다.

그러나 이러한 양식품종의 전략화는 굴, 피조개, 넙치, 조피볼락, 김, 미역 등 기존 품종의 의존도가 여전히 높은 편이다. 따라서 품종에 대한 양질의 스트레인을 개발함과 동시에 새로운 지역 특성에 맞는 부가가치가 높은 종에 대한 양식기술개발이 촉진되어야 할 것으로 보인다. 그러기 위해서 동해에서 가장 서식 환경에 맞고 고급어종인 털게, 대구, 도루묵, 전복, 해삼, 성게 등 전략적 품종을 선택하여 소규모 브랜드 품종으로 육성하여 생산 기반을 구축하여야 한다.

그러나 최근 토종 다시마의 기능성 해조류로 연구 결과가 보도되면서 원료의 확보가 어려워 대량생산이 절실하게 요구되고 있으나 이러한 품종에 대하여는 인공종묘생산 기술개발로 서식량을 확대하는 방안이 강구되어야하고 서식지에 대한 복원과 대량생산 양식 기술도 개발하여 필요량이 원활히 공급될 수 있도록 하는 것이

필요하다. 이러한 목적에서의 대황, 곰피 등 해조류 뿐 만 아니고 털게, 멍게 등 여타 해양생물에 대한 기능성을 탐색하고, 필요시 대량생산하는 체제의 확립이 절실하다.

또한 고급 품종을 발굴하여 지속적 생산이 가능토록 생산기반을 조성하고 전통적 양식 방법을 탈피하여 외해수중 방법 등으로 개량하여 고급화, 특성화하는 방안으로의 전환이 요구된다. 그러나 안정적 생산기반 구축을 위해서는 정보를 공유하고 양식환경 변화를 신속히 조기에 실시간 어업인에게 제공함으로써 민간 중심의 자율적 어장 관리와 폐사 문제 등을 어민 스스로가 대처하는 자세가 필요하다.

고부가 기능성 소재양식은 지금까지 양식생산물은 인류의 동물성 단백질의 공급원 또는 기호식품으로 취급이어 왔다. 20세기 후반부터 해양생물이 기능성물질의 보고로써 관심을 받음으로서, 해양생물에서 종양, 심장질환, 바이러스 감염, 면역결핍, 신경부전 질병과 같은 질병을 해결하기 위한 물질 뿐 만 아니라, 건강관련 기능성물질을 추출하고자하는 연구개발이 진행되고 있는 실정이다.

특히 조류, 해면, 미생물, 곰팡이, 미세조류, 산호, 연체동물, 극피동물과 멍게로부터 구조적으로 독특하고, 주요한 생화학적 활성을 나타내는 물질을 분리하여 해양천연물에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 또한 약리기능성 물질로써 갈조류의 활성요오드 화합물, 후코이단 활용 polyene 및 갈조전분의 황산나트륨 에스테르의 약리응용, 알긴산 및 그 알콜 유도체의 제품, 홍조다당류의 제품, 불포화지방산 제품, 항생제 등이 개발되어 있다.

5) 위기의 생산 산업의 활로

최근 우리나라 수산업의 여건은 잡는 어업의 한계와 수산물 수요의 지속적 증가세에 따른 수산 식량의 안정적 공급원을 확보하기 위하여 정부의 수산정책의 추진으로 세계 5위의 양식 대국을 실현하였다. 생물 산업의 중심적인 양식 산업은 특히 선진국에서는 재래식 양식을 고부가 첨단양식으로 전환하면서 국제 경쟁력을 높이고 있는 양적위주의 생산 구조로 경쟁력을 약화시키고 있으며, 이로 인한 수급 불균형은 어가 하락과 수급 조절력을 상실하여 어가의 어려움을 주고 있을 뿐만 아니라, 잠재 생산 능력을 갖춘 중국, 일본, 동남아 양식 국가로부터 활어를 비롯한 수산물의 수입은 날로 증가하여 국내 소비 시장을 위축시키고 있어 매우 어려운 여건에 직면하고 있으며, 이러한 어려움은 현장이나 경영하는 업계, 시장을 돌아보면서 피부로 느낄 수 있다.

1970년대만 하여도 자연의 환경 속에서 양식한 김과 미역 등 해조류양식과 굴 피조개 등 패류의 양식이 우리나라의 양식을 주도하였으나 이들 양식은 자연의 환경을 이용한 양식으로 양식 기술의 발달과 함께 생산성 위주의 양식 경영이었다.
그러나 최근 우리 양식 산업은 해조류양식의 경우 미역, 다시마는 대량생산 잠재력

을 가지고 있으면서도 수출 부진과 소비의 위축으로 가격이 하락하여 생산을 기피하는가 하면, 김 양식은 오래 전부터 국민 대중 식품으로 그 기호도가 매우 높았으나 이제는 생산 과잉으로 가격이 1980년대 수준에 머무는 등 기 현상을 보이고 있다.

패류양식은 굴양식을 중심으로 우리나라 단일 양식 품종 중 가장 생산성이 높은 품종으로 자리 잡았으며, 이는 생산성 향상을 위한 수중 채묘 등 우량종묘의 확보와 수하시설, 적정수심, 종패 단련, 양성중의 부착생물 구제 등 양식기술의 개발이 그 견인차 적인 역할을 하였다고 할 수 있다

1980년대에 들어와 기르는 어업의 정책적 지원의 바탕으로 어류 인공종묘 생산기술이 개발되면서 종묘의 안정적 공급 기반이 구축되어 어류양식은 급진적인 발전을 거듭하게 되었고, 특히 양식 품종이 다양화되면서 생태적 특성과 해양환경 특성을 고려한 양식방법도 해상가두리에서 육상 수조식으로 대 전환기를 맞이하였으며, 특히 1985년 이후 넙치 인공종묘생산 기술이 개발되고 특히 어미로부터 양질의 수정란을 자유롭게 생산하는 기술이 개발됨에 따라 어류양식은 급속도로 발전을 거듭하게 되였다.

이와 같이 우리나라 양식 산업은 30여 년 동안 양적 팽창을 통한 국제적 양식 우위의 국가로 발돋음 하였으며, 국내 수산물 공급과 대외 수출 등 국가 기간 사업으로의 역할도 기여한 바가 매우 크다고 할 것이다. 특히 국가의 적극적인 지원 하에 육성된 인공종묘생산 기술은 세계적 수준에 있으며, 양식기술 또한 상당한 수준에 있으나 양식사료, 질병 안정성, 유전육종 등은 다소 미흡한 것이 사실이다.

이러한 어려운 현실을 감안 할 때 지금이 바로 새로운 양식의 대처 방안이 모색되고 전환의 계기가 필요한 시기라고 생각한다. 그러므로 수요와 소비 중심의 질적인 양식의 정책이 필요하며, 환경용량과 비례한 환경 친화적 양식관리 전략, 그리고 고부가, 생력화, 첨단 양식 산업의 전환이 필요하며, 이들을 해소하기 위하여 먼저 양식품종을 국민대중 소비품종과 전략적 고급 특산 품종으로 구분하여 대중 품종은 값싸게 소비자에게 공급될 수 있도록 하며, 특산 어종은 고급 브랜드화하여 대외 경쟁력 있는 품종으로 개발되어야 하며, 한편 소비와 유통개선을 통한 양식수산물의 안정적 수급을 개선하여야 한다. 이를 위하여 현재 활어 소비를 선어 소비로 바꾸어 깨끗하고, 안전한 생선을 공급할 수 있게 하여 유통 구조를 활어차와 활어수조의 보관 방식에서 콜드체인 방식으로 전환함으로서 외식 소비문화를 가정 소비문화로 바꾸는 소비자 의식 전환이 필요하다.

미래의 양식은 기술 집약적 양식과 철저한 위생관리 속에서 국민이 손쉽게 접할 수 있도록 새로운 페러다임 속에서 양식 산업이 이루어져야 하며, 기술개발 연구도 이에 맞게 수행되어야 한다. 그러기 위해서 국립수산과학원은 최근 어려운 양식 산업을 지원하고자 기술개발 연구를 추진 중에 있으며, 그 중에서도 시급성이 있는 양식 사료의 개발은 현행 생 사료 위주의 사료 공급을 2005년까지는 배합사료로 대

처하고, 한편으로는 사료의 품질을 보증하여 양식 어업인이 안심하고 선택하여 사용할 수 있는 방안이 고려되어야 한다.

질병문제는 지금까지만 하여도 질병이 발생하면 원인을 찾아 치료하였으나 앞으로는 백신개발과 실용화, 건강한 무병 종묘의 생산 보급으로 질병 발생률을 현재 25%에서 5%까지 감소시켜 양식 안정화에 적극 대처하고자 한다. 한편 장기간 양식에서 오는 품종의 열성화와 고전적 방법에서 오는 획기적인 생산성의 불가능, 그리고 외국으로부터 도입되는 경쟁력 있는 품종의 유입 등에 적극 대응하고자 유전육종 기술을 도입하여 선발육종 등을 통한 속 성장, 환경적응성 품종의 개량 등의 연구도 시급히 추진한다.

또한 사육기술의 개량으로 경쟁력을 높이기 위하여, 환경이 악화된 연안양식 시설을 외해어장으로 이설 양식하는 외해성 양식을 위한 내파성 고성능 해상 가두리 개발과 고밀도 순환여과 사육시설 실용화, 무인사육 시스템 보급, 그리고 양식어장의 도난방지 시설 등 첨단전자 산업의 활용방안도 적극 추진될 것이다.

앞으로 국가 간 경쟁은 바다를 대상으로 이루어 질 것이며, 바다로부터 무한 잠재력을 기지고 있는 해양 생물 중 우리가 유용하게 이용하는 수산 자원을 자연으로부터 지속적으로 확대 생산하여야 하지만 이는 매우 어려운 현실이며, 앞으로는 양식이 미래 지목 받는 생물 생산 산업이라고 할 수 있다. 무한한 생물 생산의 도전은 국내뿐만 아니라 국제적으로도 시급하고도 중요한 정책적 과제로 우리는 최근 직면한 국내 양식 산업의 어려운 여건을 슬기롭게 대처하여 풍요로운 새 시대의 안정되고 지속 가능한 고부가 산업으로 양식 산업이 육성될 것으로 확신한다.

6) 비전 있는 미래의 도전

최근 수산양식은 생물 생산 산업으로써 그 중요성이 국내외적으로 공감대를 형성하고 있으며, 미국, 캐나다, 유럽 등의 선진국에서도 양식(Aquaculture)에 대한 인식은 계속 높아져가고 있는 것이 현실이다. 특히 연안 국가들은 해양법 발효 후 자국 자원이 풍부한 국가일수록 더욱더 자국 수산자원을 보호하기 위하여 관리 보호 체계를 강화시키고 있다.

우리나라는 연안 수산자원의 관리와 이용을 위하여 많은 노력이 필요로 함에 따라 이를 위한 연구 방안이 추진되고 있으며, 연안 환경의 변화에 따른 자원의 감소와 생계형 어업에서 오는 계획적인 생산 자원 관리의 정착이 절실하다. 수산물에 대한 인식은 육류 소비에서 오는 여러 가지 성인병 등 건강식품으로 수산물을 선호하고 있으며, 소비도 지속적으로 확대되어 가는 것이 현실이다. 해양생물 자원은 전략적 식량자원 이 외에도 건강식품이나 의약품원료 등 기호도는 점차 확대되어 가고 있음을 볼 때 양식은 단순한 기존 식품의 소비 이외도 앞으로는 기능성 물질 생산과 함께 지속적으로 생산과 수요가 확대되는 중요한 산업이 될 수밖에 없다.

국내 양식은 최근까지만 하여도 연안 어장의 집중적인 개발과 함께 생산 위주의 기술 개발이 장기간 지속되면서 그 기술력은 세계적 수준에 달했다고 할 수 있으나 생산 위주의 양식 구조에서 발생하는 양식 어장의 생산력 감소나 단순한 수익성 위주의 양식 품종의 선택 등으로 국내 양식은 생산 구조상 매우 열악하게 운영되어 왔다. 특히 장기간 동일 수역에서 양식하여 옴에 따라 환경 악화나 질병 발생의 증가 등 현안 사항이 상존하여 생산성이 낙후되고 있음을 느낄 수 있을 것이다.

앞으로 국내 양식을 비전이 있는 미래의 세계적 산업으로 경쟁력 있게 육성하기 위하여 기술개발과 연구력을 총 집약화한 과학적 효율성이 높은 양식으로 재편하여 세계 속의 한국 양식의 위치를 확고히 해나가는 것이 절실하다.

먼저 효율성을 고려한 생산력이 높은 양식 어장으로 개선하기 위해서는 우선적으로 내만 어장은 생태양식(Polytrophic Aquaculture)을 도입할 필요가 있다. 이는 생태계내의 영양 단계가 서로 다른 양식 생물을 동일 수역에서 양식함으로써 연안 어장의 안정적 수질 관리와 자가 오염을 방지하고, 자체 정화 능력에 의한 환경 개선으로 생태계의 복원은 물론 어장의 지속적 관리가 가능토록 하는 것이 바람직하다.

고부가 양식 생물인 어류 양식은 현재의 내만 가두리 양식을 탈피한 계획적 운영관리와 생산 유통 체계가 공동화가 가능한 시설로 개량하는 한국형 수중 외해양식(Offshore Aquaculture)을 개발하여 단계적으로 보급함으로써 깨끗하고 안전한 외해를 이용함과 동시에 자체 배설물은 외해로 확산토록 하여 자가 오염을 방지하고, 적조, 태풍, 이상 기온, 저염분 등 자연 재해로부터 격리된 안정적인 생산을 유도함으로서 질병 없는 깨끗한 양식 생물을 생산 공급할 수 있는 방안으로의 시설 개량이 필요하다.

육상을 이용한 담수나 해산 어류의 양식은 집약적 생산과 계획적 출하가 가능한 고밀도 순환여과양식(Intensiv Recirculating Aquaculture)으로 전환된 고도 기술이 집약된 양식으로 양식이 이루어 져야한다. 그렇게 함으로써 생물 사육수의 재활용에 의한 에너지 절약은 물론 배출수에 대한 부정적인 인식과 무병 양식 생물의 생산으로 인한 식품 안정성 해소, 그리고 기능성 사료 첨가제 등을 이용한 제품의 브랜드화 등 집약적인 생산 관리 체제가 이루어 질 수 있을 것이다.

양식 품종은 경쟁력과 다양화가 필요하며, 이제는 선택과 집중이 필요한 시대이다. 세계적으로 축산업을 보더라도 100여 년 동안 소, 돼지, 닭 이 전부 이었던 것과 같이 수산물 특히 양식 어종도 양식 기술이 보편화되어 대중성이 있는 넙치, 조피볼락 등은 누구나 손쉽고 값싸게 구입하여 먹을 수 있는 대중적 품종으로 중점 개발 보급하여 경쟁력을 갖출 필요가 있다. 그러기 위해서 현재 우리나라 양식 구조상 생산비의 비중이 가장 높은 생사료 공급을 환경 친화적인 배합사료로 전환하고, 양식 품종을 육종 프로그램을 통한 생산성이 높은 품종으로 개량함과 동시에 질병이 없는 우수한 품종을 관리 보전하여 양식 어민에게 공급하는 체계가 확립되어야 한다.

이렇게 생산된 양식 수산물은 소비자의 올바른 인식 하에서 유통되고 소비되도록 함으로써 책임 있는 유통 구조와 건전한 소비 문화를 정착하여 양식 수산물의 새로운 인식과 소비가 확대되도록 노력하여야 한다. 그러나 우리나라의 양식 수산물의 소비중 어류는 대부분 활어로 소비되고 있어 앞으로 소비 확대 방안으로 신속하고 안전한 양식 수산물을 언제 어디서나 손쉽게 공급받을 수 있는 유통 체계, 즉 콜드체인이나 인터넷쇼핑 등 다양한 소비자 공급 방안이 강구되어야 한다.

양식은 현재 뿐 만 아니라 미래에 있어서도 중요한 산업으로 세계적으로 중요성은 날로 증대되고 있다. 많은 국가들은 양식에 대한 관심과 투자가 지속적으로 확대되는 점을 볼 때 지금 어려운 우리나라 양식을 지속적 어려움으로 인식하기보다는 국제적 경쟁력이 있는 양식으로 탈바꿈하여 장래 수요가 급격히 증가될 것에 대비한 과학적 양식으로 신속한 전환이 필요하다. 앞으로 우리나라 넙치, 조피볼락 양식이 노르웨이의 연어 양식이나 미국의 차넬메기 양식과 같이 세계 시장에서의 건전한 소비 인식과 외국 양식 수산물과의 경쟁 하에 선도적 지위에서 선점되도록 더한층 기술개발에 노력하여야 할 것이다.

3 중점과제

가. 친환경 생태 숲 조성

바다목장 조성 수역내의 생태계를 조성 확대하여 수산자원의 재생산 기반을 확대하고, 어장 생산력과 친환경을 조성하기 위한 해조숲을 조성하여 자원관리와 생태환경을 친환경적으로 조성 확대하여 자원관리의 시너지 효과를 거양하기위하여 중점추진 방향으로 해중림(해조장) 조성사업을 추진한다.

잘피장 조성은 조성 수역 내에 다년생인 잘피장을 조성하여 연안 생태계 복원과 수산자원 조성에 기여하고자 추진 방법으로 잘피류 직접 이식을 통해 잘피류 서식기반 조사와 잘피류 이식 모종 확보 및 이식 그리고 잘피장 조성 효과 모니터링을 함으로써 지속 이용가능한 해중림 조성이 가능하고, 경제 어종들의 서식지, 산란장 및 치어 생육지를 제공하며, 수산생산성 증대에 따른 어업인 소득 증대로 녹화된 진정한 바다목장 해역 조성한다.

곰피 자연 군락지 확대사업은 바다목장 지역 내 다년생 해조류인 곰피 군락지의 확보하고, 지속적인 관리 모니터링을 실시하여 조성 수역의 바이오메스 유지 보호 기술을 확립하고 군락지의 확대 재생산함을 목적으로 추진 방법으로 곰피 이식 및 조림을 통하여 곰피 군락지 조사 및 이식·조림을 위한 생태 조사와 실내배양과 야외배양에 의한 seed확보로 현장이식 및 조림과 군락지 확대와 바이오메스 재생산 모니터링을 통하여 목장지역의 기초생산력 확보와 지구온난화에 따른 다년생 해조류의 생산모델을 유지하여 연안 해중림의 복원을 유도한다.

모자반 자생지 복원사업은 바다목장 지역 내 다년생 해조류인 모자반 자생지의 확보로 지속적인 관리 모니터링을 실시하여 조성 수역의 바이오메스 유지 보호 기술을 확립하고 모자반의 연안 벨트유지 기술을 확보하기 위한 추진 방법이다. 먼저 모자반 직접 이식 및 조림을 통한 모자반 군락지 조사 및 이식·조림을 위한 생태조사로 실내배양과 야외배양에 의한 seed 확보와 현장이식 및 조림 기법에 의한 해중림 조성 그리고 자생지 확대와 바이오메스 재생산 시스템 모니터링을 유도하여 목장지역의 기초생산력 확보와 지구온난화에 따른 다년생 해조류를 유지 복원하여 연안 해중림의 생산모델 창조한다.

감태 해중림 조성사업은 바다목장 지역 내 나년생 해조류인 감태 어장의 확보로 시공간적 관리 매뉴얼을 도입하여 해중림의 새로운 생산 모델을 창조하고 감태의 연안 벨트 유지기술 확보하는 방안으로 감태의 직접 이식 및 조림은 감태 서식 생태 및 이식·조림을 위한 기초 조사와 실내배양과 야외배양에 의한 seed확보, 현장이식 및 조림 기법에 의한 해중림 조성 그리고 목장지대 바이오메스 재생산 시스템 모니터링을 통하여 목장지역의 기초생산력 확보와 지구온난화에 따른 다년생 해조

류를 유지 복원하여 연안 해중림의 생산모델 창조 한다.

나. 녹색 바다목장 조성을 위한 신개념 공간 조성

바다목장의 녹색성장에 부응하는 구조물 배치 및 요소기술의 개발을 통해, 안정적이고 지속적인 바다목장자원의 이용·관리기술 개발한다. 사업개요는 바다목장사업의 시설 및 구조물의 공간배치를 친수성, 안정성, 재해성을 고려한 종합적이고 체계적인 시설배치 기술의 확보 추진한다.

해양테마파크 조성은 바다목장사업 내에 테마파크를 조성하여 바다목장에 대한 적극적 홍보 및 접근성을 극대화 하여 지역기반의 자원조성사업으로 활성화하기 위하여 대상해역의 특성 및 기본계획을 포함한 테마파크의 설정·관리·홍보하고, 지역기반시설과 연계된 테마공원으로 조성하며, 스토리텔링을 통한 바다목장의 안내 및 홍보한다.

친수공간 조성은 바다목장사업의 자원조성효과를 극대화 할 수 있는 수변의 친수공간조성 방안으로 자원조성활동과 연계한 수변공간의 연속성 확보와 지역기반의 바다목장사업 활성화를 위한 수변공간의 통합적 계획·관리 그리고 바다목장해역의 수변에 대한 친수성의 확보, 관리, 홍보를 통해 지역에 대한 바다목장사업의 이미지 고양이다.

재해 방지형 바다목장 조성은 해양성재해에 취약한 바다목장해역의 안정성 확보 및 관리로 바다목장해역의 위험방재지도(Hazard map) 작성하고, 해양성 재해에 대한 실시간 환경 및 외력 모니터링 시설과 바다목장해역의 종합적인 재해방지시스템 수립한다. 해양구조물을 이용한 고부가 생물자원 증강 프로그램 완성으로 다양한 생물자원 육성 해양구조물을 도입하여 고부가 생물자원조성을 통한 생산자원의 안정적인 생산성 확보하영 고부가 생물자원의 집중적 생산·관리를 위한 자원조성시설의 개발 및 도입과 고부가 어종의 집중적 자원 증강을 위한 구조물 개발한다.

신재생에너지 개발을 통한 바다목장의 녹색성장은 바다목장사업의 지속적인 녹색성장을 위해 사업 내의 에너지/자원의 수지를 사업 내에서 균형을 조정으로 에너지/자원 총량제 도입으로 바다목장사업에서 소모되는 에너지 및 자원의 종합적 관리와 소모되는 에너지/자원의 재생산 시스템 도입 그리고 신재생에너지 개발을 통한 바다목장사업에서의 부가적 가치 실현이다.

이와 같은 요소기술이 종합된 종합적인 개발 프로젝트는 바다목장에서의 다양한 해역의 이용 및 가치생산기술을 도입하여 지속적이고, 고부가의 녹색 바다목장 조성으로 테마파크의 조성으로 사업의 종합적인 안내 및 홍보시스템 구축되어 수변공간의 친수성 확보를 통한 바다목장해역의 지역기반 가치의 증대 및 시민의 접근성 증대로 바다목장사업의 이미지 고양 및 어민의 부가소득 가능하며, 재해 방지형 바다목장을 통해 지속적이고 안정적인 자원조성효과의 유지·관리 가능하게 될 것이

다. 특히 신재생에너지의 개발 및 관리는 기존의 바다목장사업의 자원조성 기능에서 새로운 개념의 자원/에너지의 관리 개념으로 확장될 수 있다.

다. 정보의 표준화 및 통합관리

바다목장사업의 다양한 정보를 종합적으로 수집·관리는 바다목장사업에서 생산되는 모든 정보를 표준화하여 체계적인 수집·관리가 가능하게 하고, 이를 통합하여 관리하는 바다목장정보시스템을 도입/개발하는 방안으로 지형공간정보를 고려한 생물자원지도 작성은 바다목장사업에서 조사·제시된 대상해역의 생물자원을 수중공간정보와 통합하여 생물자원의 3차원 생물지도 작성하는 것이다.

추진 방법은 생물자원의 통합 수중 공간 분포지도 작성, 핑거 및 원격카메라 등의 다양한 모니터링 시스템을 도입하여 생태지도의 지속적 업데이트 이다. 바다목장의 환경(파랑, 흐름, 수질, 저질 등)지도 작성은 해역의 다양한 이화학적, 물리적 환경정보를 3차원 수중공간에 mapping하여 바다목장사업 계획 및 관리의 기초자료를 체계적으로 관리하는 것으로 수중공간정보와 각종 환경정보의 mapping과 지속적인 정보의 업데이트를 통해 환경정보 변화를 해석이다.

수산자원의 생산 및 관리지도 작성은 바다목장사업해역내의 모든 자원이용자의 생산 활동을 모니터링·관리를 위한 생산 및 관리지도 작성으로 바다목장 사업 해역내의 생산 활동 모니터링 시스템(유·무선) 개발과 생산 활동과 연계한 생산물의 위판 및 판매실적의 모니터링이다.

바다목장정보의 실시간 취득·공유·활용기술개발은 바다목장사업과 관련한 이용·관리에 필요한 각종정보의 실시간 모니터링을 통한 바다목장사업의 자율적이고

적극적인 유지관리가 가능하게 될 것이다.

추진 방법으로는 환경모니터링 부이의 설치, 생물자원의 실시간 모니터링 시스템 도입 그리고 생산된 자원의 이력제 및 실시간 통합관리로 바다목장사업의 지속적인 이용관리의 기초자료가 되는 정보의 종합적인 취득 관리를 통해 자원량 및 생산량의 종합적인 관리가 가능하게 되며, 바다목장사업에서의 자원량 및 생산량의 종합적인 관리를 통해 바다목장 생산물의 체계적 관리와 브랜드화를 통한 종합적인 생산시스템의 확보가 가능하게 될 것이다.

V. 미래 바다목장 로드맵

1 추진계획

가. 사업의 미래

희망어촌 녹색 바다목장은 바다목장사업과 바다목장해역의 친수공간을 활용하는 관광 프로그램을 하나의 개념으로 자연환경을 훼손하지 않으면서 적극적인 바다자원조성과 자연 체험 공간 조성을 목적으로 추진되는 사업이다.

바다목장사업이란 일정한 해역에 인공어초와 해중림초 같은 인공구조물로 수산자원의 산란 및 서식장을 조성하고 건강한 종묘를 방류하여 자원량 증대를 도모하며, 여기에 합리적인 이용관리로 어업인의 소득 향상은 물론 국민들의 연안 공간 이용 욕구를 충족시키는 관광·레저를 포함하는 미래 지향적 어촌 소득 향상을 목적으로 추진되고 있다. 그러나 녹색바다목장사업은 이러한 기존 바다목장사업에 탄소흡수 기반 시설을 접목한 생태 친화 및 개선을 위한 사업 개념으로 접근하는 것이 바람직하다.

녹색바다목장사업은 해역별 시범바다목장사업의 장단점 분석을 통해 해역별 세부 추진 방안 수립이 필요하다. 그러기 위해서 녹색 바다목장사업 규모별 시뮬레이션을 통해 사업 효과 예측과 관광사업과 연계하여 시너지 효과를 얻을 수 있는 거점 지역을 우선 선정하고, 지역별 특성화 전략에 따른 추진이 필요하다.

또한 친수공간의 관광 개발 사업은 무분별한 개발보다는 선행 연구 고찰, 유사 사례 분석 등 정확한 사전조사를 통해 해안의 보존적인 개발과 지속적 이용 가능한 거점 지역별 특화된 관광 프로그램 개발이 필요하다. 특히 거점 지역의 보존 및 문화 체험과 지역 주민의 삶을 경험해보는 관광 상품개발, 지역의 특산물 활용 등 지역 사회와 지역민이 함께 할 수 있고 소득 향상과 연계할 수 있는 방향으로 접근 필요하며, 거점 주변 지역과 연계한 전체 지역을 상품화 할 수 있는 컨텐츠 개발 필요하다.

나. 추진전략

1) 1단계 : 권역별 거점 지역 선정 및 종합 개발 계획 수립

- ○ 거점 지역별 특성 분석
- ○ 거섬 지역별 특성화 전략 수립
- ○ 권역 지역 특성 분석 및 권역 내 지역 간 연계 방안 수립
- ○ 권역별 종합 개발 계획 수립

2) 2단계 : 권역별 세부 추진 계획 수립 및 사업 추진

- ○ 녹색바다목장 : 해양 자원 및 생태계 복원 사업 계획 수립 및 추진(바다목장사업)
- ○ 거점 지역별 관광개발 계획 수립
- ○ 도시·어촌을 연계한 관광 도시 개발 : 테마파크, 마린 폴리스 등 어촌 및 어항과 연계한 해양관광시설 개발
- ○ 어촌 특화 사업 및 어촌 어항 복합 단지 개발 계획 수립 : 어촌 및 어항 특성별 개발 계획 수립 및 추진

3) 3단계 : 녹색바다목장 및 희망어촌 건설

- ○ 다시 찾고 싶은 녹색바다목장 조성
- ○ 자연자원과 사회 자본을 활용한 관광 상품 개발
- ○ 지속적 운영 관리 프로그램 개발

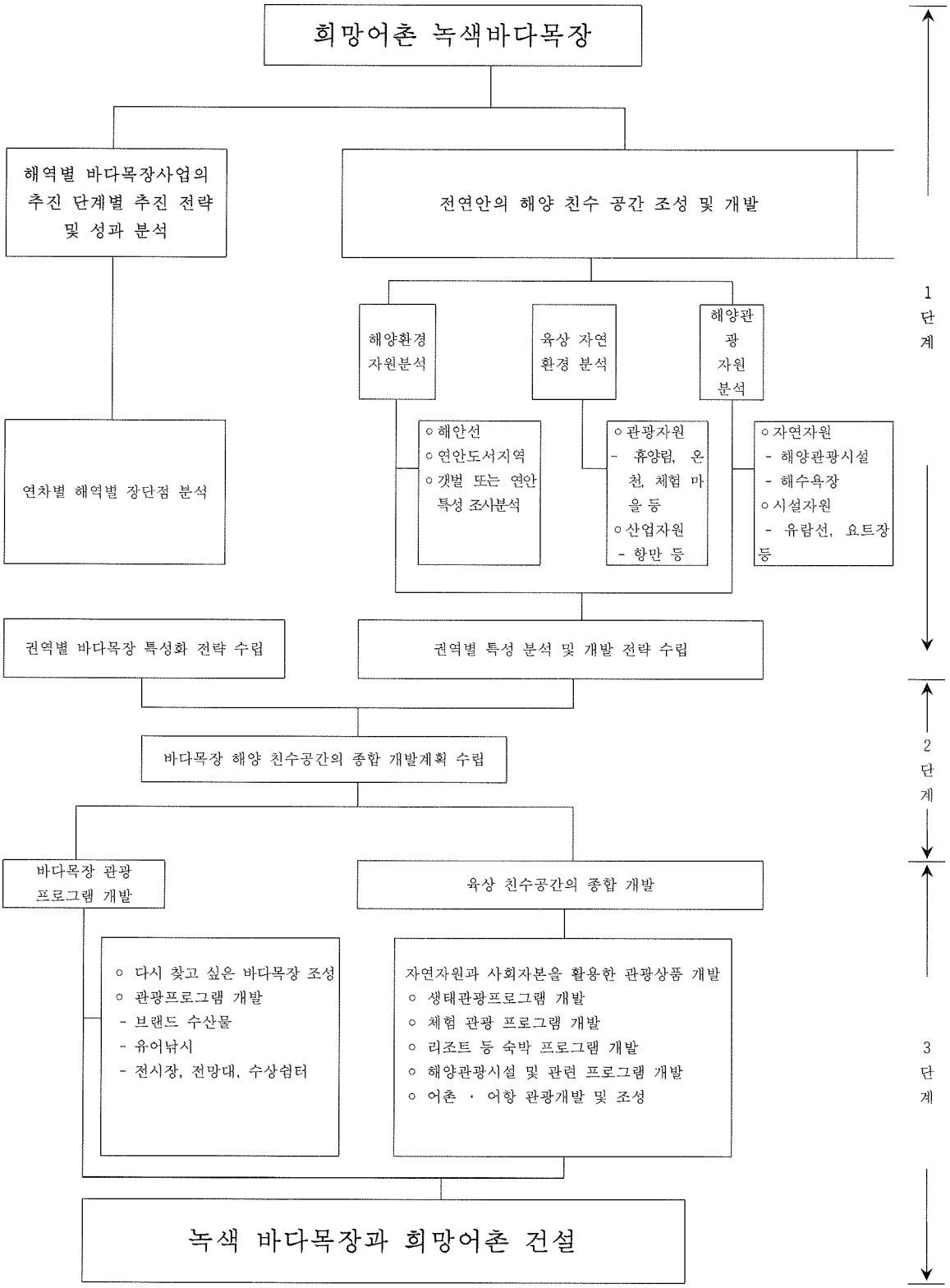
다. 협력 개발체계

희망어촌 녹색 바다목장은 범국가적 지원 관리 속에서 바다목장사업의 새로운 기능이 포괄적으로 포함된 종합적인 조성 계획으로 국가와 지방 그리고 학계와 산업계가 함께 참여함이 바람직하다. 먼저 국가는 종합적 계획 하에서 예산을 확보하고, 사업의 진행을 관리 감독 기능을 하며, 특히 사업의 평가와 개선방안을 점검하여 원할 한 사업 추진을 유도할 필요가 있다.

한편 새로운 개념이 포함된 미래 전략적 글로벌 프로젝트임을 고려할 때 본 사업은 연구 개발 기능을 도입하여 계획과 진도 그리고 평가를 위한 모니터링, 새로운 개념의 개발과 시행을 유도하는 연구 개발 기능이 병행되어야 한다. 그러기 위해서는 무엇보다도 전문 과학자의 활용은 물론 국가, 대학, 법인, 개인 연구소의 관련 학자의 적극적인 참여 유도가 절실하다. 특히 최종 운영은 정주하는 국민으로 참여 의식과 새로운 도전의 사고가 있어야한다.

수익성이 보장되고 소득이 높아지며, 청결하고 풍요로운 바다를 이용하는 데는 산업계의 참여도 함께 고려되어야한다. 이러한 개발 체계는 산학연은 물론 정부가 지방자치단체를 활용하여 미래의 삶의 질을 향상하는 새로운 구상이 국제적으로 인정되고 서로가 벤치마킹하는 시범 단지로 발전되어야한다.

라. 전체 흐름도


희망어촌 녹색바다목장
해역별 바다목장사업의 추진 단계별 추진 전략 및 성과 분석
전연안의 해양 친수 공간 조성 및 개발
해양환경 자원분석
육상 자연 환경 분석
해양관광 자원 분석
연차별 해역별 장단점 분석
○ 해안선
○ 연안도서지역
○ 갯벌 또는 연안 특성 조사분석
○ 관광자원
- 휴양림, 온천, 체험 마을 등
○ 산업자원
- 항만 등
○ 자연자원
- 해양관광시설
- 해수욕장
○ 시설자원
- 유람선, 요트장 등
권역별 바다목장 특성화 전략 수립
권역별 특성 분석 및 개발 전략 수립
바다목장 해양 친수공간의 종합 개발계획 수립
바다목장 관광 프로그램 개발
육상 친수공간의 종합 개발
○ 다시 찾고 싶은 바다목장 조성
○ 관광프로그램 개발
- 브랜드 수산물
- 유어낚시
- 전시장, 전망대, 수상쉼터
자연자원과 사회자본을 활용한 관광상품 개발
○ 생태관광프로그램 개발
○ 체험 관광 프로그램 개발
○ 리조트 등 숙박 프로그램 개발
○ 해양관광시설 및 관련 프로그램 개발
○ 어촌 · 어항 관광개발 및 조성
녹색 바다목장과 희망어촌 건설
1 단계
2 단계
3 단계

2 추진일정

가. 단계별 실행계획

1) 1단계(1년차)

권역별 특성화 전략을 개발하는 단계로 어업인의 여론과 전문가의 개발 타당성을 고려한 계획을 수립하는 단계로서 토론회 의견수렴, 공청회 개최, 사업타당성을 조사하는 전략기획 팀을 구성하여 조사용역(TF) 토록 한다.

2) 2단계(2년차)

종합개발 계획 수립단계로서 전문 용역기관으로 하여금 세부사업 계획을 수립하며, 특히 조성 가능 지역에 대한 기반조사 및 후보지선정(전문기관 용역)을 통하여 사업 로드멥을 작성한다.

3) 3단계(3~8년차)

사업집행 단계로서 권역별 사업의 우선순위를 정하여 연차별 예산과 추진 로드멥에 의한 사업의 추진이 필요하다. 특히 바다와 수변 그리고 육지부의 개발이 연계적으로 이루어지는 종합적인 개발 전략하에서 연차별 투자의 우선 순위가 상호 공감대속에서 확정 추진되어 관련 산업이 모두 함께 고용이 창출될 수 있도록 유도될 필요가 있다.

나. 추진방향

현재 정부가 추진 중인 바다목장사업과 관련 유사기능의 사업은 목적성에 맞도록 추진하되 바다목장사업은 수산 자원조성을 통한 어업소득 증대 및 효율적 이용관리를 위한 사업으로 추진하고, 2007년에 사업이 완료된 바다목장의 효율적 이용·관리를 위한 지속적 점검을 바탕으로 미비점을 보완하고, 동·서·제주 바다목장은 각각의 유형별 특성에 직합한 바다목장 조성하고자 목장유형별로 동해(울진)-관광형, 서해(태안)-갯벌형, 제주-체험 관광형으로 시범 모델을 개발화고, 국가 연구개발 사업추진 이후 효율적 이용관리를 위한 방안을 마련하며, 특히 여수 EXPO와 연계한 이용성 확대를 위한 사업으로 검토되어야한다. 그 외에도 소규모 바다목장사업은 개발 잠재력이 우수한 해역을 대상으로 점진적 사업 확대 추진하여 단기적('12년까지)으로는 소규모 바다목장 20개소를 연차

적으로 조성한다. 광역 자치단체별 1개소씩 사업지원(11개소), 바다목장 사업 선정 시 탈락된 해역 우선 배려(기장, 부안, 신안 등)하고, 범정부적 정책사업 관련 대책에 포함된 사업 특별 지원하여 금후, 제주(강정) 해군기지건설, 충남(서천) 국가산업단지 관련 대책으로 기본계획을 수립하여 사업을 요청할 경우 반영할 예정이다.

3 투자계획

가. 소요예산

재정여건과 지역별 개발여건을 종합적으로 감안하여 중장기적으로는 기존의 수산자원 조성사업(인공어초, 종묘방류 등/균특회계)과 연계한 예산확보 방안이 검토되어야 한다. 특히 본 사업은 국가 시책의 기조인 저탄소 녹색성장과 친환경 천연 연료개발 그리고 기후 변화에 대한 국가적 대응 전략의 관점에서 회계편성 문제, 사업시행주체, 국비 지원 비율 등에 대해 종합적 검토 및 관계기관 협의를 거쳐 기본방안 제시하여 중기재정계획으로 효율적 사업집행방안을 마련하여 사업성과 극대화하고, 수산자원조성센터(법인체)를 설립하여 연안 해역 전문적·효율적 수산자원조성 추진방안 마련 시행하는 방안을 제시한다.

나. 사업별 투자비

(단위 : 억원)

구 분	계	1단계 (계획)	2단계 (기반조사, 설계)	3단계 (조성,시설)
합 계	12,000	10	90	11,900
○계획수립	10	10		
- 타당성조사		2		
- 관련정보수집		2		
- 기본안 작성		5		
- 공청회		1		
○기반조사	90		90	
- 현장조사			20	
- 설계			50	
- 관련R&D			20	
○본 사업	11,900			11,900
- 바다조성				6,000
- 수변조성				3,000
- 육상기반				2,900

Ⅵ. 종합의견

1 종합고찰

사면이 바다인 우리나라는 예로부터 바다를 이용한 수산물을 유용하게 이용하여 왔으며, 풍요로운 바다를 가꾸어 후세에게 물려줄 큰 자산으로 여겨왔다. 최근 국내외적 여건을 고려하면 많은 변화가 일어나고 있으며, 그 중에서도 기후변화에 대한 해양의 변화가 가져오는 수산은 가장 큰 변화를 체감하고 있다. 그 중에서도 생산성의 저하나 생물자원의 천이와 감소는 수산업의 경쟁력마저도 실추하는 현상으로 나타나고 있는 현실이다. 국제적으로도 기후변화에 대응한 국제기구의 역할로 선지각국은 이산화탄소 배출을 줄이는 노력이 이루어지고 있으며, 우리나라도 예외일 수는 없다. 최근 국가는 무엇보다도 이산화탄소 저감 노력으로 녹색성장을 국가정책 기조로 삼고 관련 연구와 정책적 과제 개발에 적극 대처하고 있어 이에 대한 수산분야에서도 노력이 절실하다. 국가가 지향하는 관련 수산분야의 과제로는 무엇보다도 우선 바다목장이다.

바다목장은 바다의 생태계를 만들어 어장을 확대하고, 해역특성에 맞는 자원을 첨가하여 풍요로운 어장을 조성하고, 효율적으로 관리 운영하여 생산성을 높이는 반면 소득을 높이는 일 이외에도 육지로부터 발생되는 이산화탄소 흡수원으로 해조류를 이용한 바다 숲을 조성하고, 여기에서 생산된 해조류는 바이오연료의 원료로 이용하고, 특히 고부가 환경 친화적인 소재로 활용되어 맑고 깨끗한 공간조성이 이루어 질 수 있을 것으로 기대한다.

이러한 개념 속에서 구상된 복합 이용 단지 조성은 바다와 육지, 수산업과 농업 그리고 관광 레저 서비스까지 총괄적인 복합 기능의 희망어촌 단지로써 조화된 연안역의 개발과 이용으로 아름다운 어촌 어항, 공존하는 농어촌, 삶의 질 향상을 위한 조성이 이루어져야한다(Aqua polis). 그리고 고차원적 복합생산 기능 육성 정착으로 123차 산업의 원스톱 운영체계 도입함으로써 주변이나 국제적으로 선도적 모델 어촌을 건설하여 세계 속의 어촌으로 육성한다(One stop product cluster).

한편으로는 바다와 육지, 수산업과 농업, 연안생산과 관광레저 공간으로 조성하는 방안으로 연안 인접지역의 종합적인 친수 공간을 조성(Marine clean zone)하고, 숨쉬는 연안, 풍요로운 어장, 고급화된 수산물 생산하는 전 연안을 아쿠아벨트 조성을 도모한다(Aqua belt). 앞으로 개발된 바다목장 모델을 기반으로 광역적 단지조성을 위한 1·2단계 바다목장 성과를 기반으로 3단계 바다목장 조성하고, 연안과 육상을 공동화한 조화된 관광레저, 친수 공간 조성하여 육상, 연안, 수중의 입체·공간적 개념으로 개발되어야 한다.

국가는 농어촌 균형 발전, 국민은 휴식 공간, 바다는 풍요롭게, 어촌은 어업과 관광 활성화를 위해 연안 양식어장의 통합적 관리 및 개발방안 제시하고, 연안 양식어장 시설물을 점진적으로 외해 역으로 이전 추진함으로서 권역별 관리체계 구축하고, 자연재해에 대한 적극적인 대처하며, 환경개선과 질병 없는 고급어류 생산으로 희망어촌 건설이 이루어 질 수 있을 것이다.

가. 녹색성장 수산업 실현 기수

세계는 지금 급변하는 환경과 비생산성 자원인 석탄, 석유와 같은 자원 부족현상으로 위기에 직면해 있다. 특히 기후변화 문제는 국제적으로 가장 큰 문제로 인식되고 있으며, 지구촌 국가들이 동시에 화합하면서 해결해야할 가장 큰 문제로 인식되고 있다. 우리나라에서도 '저탄소 녹색성장'을 향후 60년의 새로운 국가비전으로 제시되어 '저탄소·친환경'이야말로 새로운 성장을 이끌어낼 '전략산업'으로 인식되고 있다. 이러한 인식 전환으로 온실가스를 줄이는 저탄소 정책, 녹색기술개발, IT, BT, NT 기술 등을 활용한 융합 녹색 기술 개발,환경 친화적인 교육 환경정책을 펼치고 있다.

바다목장 시설사업의 비중 확대를 통한 실질적인 수산자원증대 사업추진은 해역별 모델개발을 위한 연구중심의 사업에서 실제 바다목장을 조성하기 위한 시설사업 확대추진과 전남(여수) 다도해형 바다목장 회유성 어종을 대상으로 월동장조성 및 자원증대를 위한 시설사업 확대추진을 통해 동·서·제주 바다목장 해역의 시설방류 등의 본격적인 수산자원조성을 위한 사업추진하고, 수산자원증대 외에 해양관광 등을 접목한 바다목장의 이용성 확대 추진방안 모색하며, 울진(관광형), 제주(체험·관광형) 바다목장 해양관광 세부추진계획 마련하고, 기타 바다목장 해역의 대국민 이용성 확대를 위한 시설사업 검토 추진한다.

바다목장 조성이후 효율적 관리는 이용을 위한 사후관리 추진방안 검토로 전남(여수) 바다목장 수산자원관리수면지정 및 관리·이용규정(안) 마련 및 관계부처(환경부) 협의 중 이며, 특히 전남 바다목장 대상해역이 다도해 해상국립공원지역으로 수산자원관리수면지정 및 관리·이용규정에 대해 관계부처(환경부)와 협의 중이다. 동·서·제주 바다목장 사후관리방안 마련을 위한 관리·이용조직 구성 등 합리적 이용·관리체계 구축을 위한 사항으로 바다목장해역의 합리적 이용관리를 위한 어업인 등의 실제 해역에 대한 이용자 중심으로 관리·이용조직 구성을 추진 중에 있다.

바다목장사업을 기반으로 한 녹색성장 희망어촌 개발 사업은 수산업 분야에서 녹색성장 정책을 실현할 기수이다. 생태친화형 바다목장 조성 기술을 개발하고 바다목장에 적용시킴으로서, 보다 합리적이고 과학적인 기술로 정착될 것이며, 이러한 기술은 저탄소배출 및 탄소흡수 등의 부가적인 씨너지 효과가 발생될 것이다. 또한 바다목장의 사업을 통한 바다 숲의 해조류들은 CDM(청정개발체제)사업으로 전환이

가능하며, 이렇게 청정해역에서 어획되는 수산물은 바다목장, 녹색성장 브랜드 효과로 더욱 부가가치가 높은 상품으로 판매될 것이다.

나. 전 연안 바다목장 적극 추진

우리나라는 자원조성사업의 일환으로 많은 사업들이 바다를 대상으로 행해지고 있다. 그러나 많은 사업들은 사업의 중복성이나, 행정기관의 분화 등으로 많은 혼선을 가지고 있다. 원활한 연근해 자원의 증대, 안정적인 공급 그리고 녹색성장을 위해서는 자원조성사업의 통합 조정을 통하여 총괄적인 사업형태를 갖추어야하며, 이를 위해 바다목장사업으로 단일화가 필수적이다. 따라서 현재 국가 정책 사업으로 추진 중인 1단계 시범 바다목장 및 소규모 바다목장사업은 녹색성장 희망어촌 개발 방안으로 시군 및 시도 등 2단계 바다목장 사업의 확대 추진이 이루어 질 수 있다. 또한 2단계 바다목장 사업이 완료되면, 녹색성장, 저탄소 발생을 위한 3단계 바다목장사업 기반이 마련될 것이며, 이 사업은 국가 자원조성사업의 종합계획이 될 것이며, 전 연안의 바다목장사업 추진으로 지속적인 자원의 이용이 가능하게 될 것이다..

다. 요소기술의 개선

1) 어장환경 분야

어장환경은 독립적인 기초정보제공을 떠나서 바다목장사업과 연계하여, 각 조사지역 및 정점과 생태계 특성분석 등 다각적인 접근방식이 이루어짐으로서 대상어종의 환경수용력 추정과 어장환경과 어장자원조성간의 연계성 등 종합적인 요소기술이 개발될 것이다. 또한 해중림 조성종의 이식 및 음향 급이기 개발 등 기술개발을 통하여 기초과학 및 응용과학의 업그래이드가 이루어 질 수 있을 것이다. 이러한 녹색성장 희망어촌 개발을 통하여 우리나라의 환경수용력 평가, 생태건강도 평가, Food Web 작성 등의 종합적인 연구가 가능하게 되며, 세계적인 수준으로 발전 가능하다.

2) 어장생태 조성분야

녹색성장 희망어촌 개발은 우리나라 전연안의 맞춤형 인공어초 및 배치기술 개발로서 인공어초의 양적인 투입보다는 녹색성장에 맞는 최적화되고, 실질적으로 효율이 높은 어초 투입 즉 질적인 측면을 확대하는 계기가 될 수 있을 것이다. 또한 녹색성장을 위한 해중림 조성기술, 새로운 어장 조성기술 등 요소 기술의 개발로 분야별 연계성을 가진 종합적인 어장조성사업이 추진될 수 있을 것이다.

3) 생물자원 조성분야

생물자원 조성을 위한 요소기술로 방류어가 어떻게 회유하는지에 대한 추적조사 기법이 IT기술과 연계되어 개발되고, 현 자원조성용 어종의 적정성 등에 대한 재검토 및 방류확대 및 관리에 관한 분석이 이루어짐으로서 자원조성의 효과를 극대화 할 수 있을 것이다. 또한 자원생물의 성육장, 산란장 역할을 하는 해중림 조성계획의 재수립 및 조성 종을 생태계 환경과 유사하도록 확대시킴으로서 건강한 생태계 유지 및 지구온난화 녹색성장과 연계할 수 있을 것이다. 생물자원 조성을 위한 연속적인 자원조사를 통하여 신뢰성 있는 자원평가 체계 구축과 자원조사 기법이 개발될 것이다.

4) 조성수역의 이용 관리분야

전 연안의 자원관리를 위해서는 자원관리 시스템의 질적 개선이 필요하며, 수산자원관리수면의 지정 등 해역별 관리로의 안정적인 관리가 가능하게 된다. 또한 각 해역에서 어획된 어획물의 어획량 모니터링 결과의 신뢰성이 제고되어 수산자원관리수면의 일률적 관리와 바다목장 관리조직의 역량을 강화시킬 수 있다. 또한 어업인, 어업단체, 지자체 등 관리 주체의 인식변화를 통한 자율적인 관리가 가능하게 될 것이다. 그리고 사회경제학적인 사업평가로서 바다목장에 대한 종합평가가 체계적으로 이루어짐으로서 수산업에 대한 인식 제고와 우리나라 국민의 안정적이고 질적으로 우수한 수산물을 공급하는 것이 가능하게 되고, 전 국민을 대상으로 지속적인 홍보 및 교육을 통하여 더욱 발전할 수 있을 것이다.

종합적으로 녹색성장 희망어촌 개발은 바다목장사업을 기반으로 전 연안의 수산자원 생태 공간 조성(Aqua belt)은 숨 쉬는 연안, 풍요로운 어장, 고급화된 자원이용을 가능하게 하며, 육지와 바다가 조화된 친환경 복합 권역개발(Marine clean zone)은 바다와 육지, 수산업과 농업이 공존하는 농어촌을 이룩할 것이다.

또한 1·2·3차 산업의 원스톱 운영체계 및 복합기능의 연계성을 고려하여 고차원적 복합생산 기능의 융합(One stop product cluster)이 가능하고, 연안 인접지역의 종합 친수 공간 조성(Aqua polis)을 통한 연안 생산과 관광레저 및 외국 관광유입을 유도할 수 있을 것이다. 이러한 결과는 농어촌 균형 발전과 국민의 휴식 공간 확대를 가져올 것이며, 풍요로운 바다와 어촌의 관광 활성화(Marine waterfront : 해안지역 개발)를 이루어 국민의 삶 질 향상에 이바지 할 것이다.

라. 미래의 이용 관리 시스템

바다목장 시범사업에서 가장 중요한 요인은 해역별 해양환경 및 이용실태의 특성을 고려한 합리적인 이용관리시스템의 확립하는 것이다. 또한 미래의 바다목장에는 어업뿐 만 아니라 다각적인 형태의 사업이 포함되기 때문에 이용자 범위를 어업인을 포함하여 확대할 필요가 있다.

합리적인 바다목장 이용관리시스템을 정착시키기 위해서는 바다목장 이용자의 관리의식을 배양하는 것이 필요하다. 특히 바다목장 이용자의 관리의식의 함양은 관리이용시스템의 정착과 향후 사후관리에서 바다목장의 성공여부를 좌우할 만큼 가장 중요한 분야이다.

지금까지 바다목장시범사업을 추진하는 과정에서 홍보와 교육을 통해 이용자의 인식변화와 사업 참여가 일부 있었지만, 어업관리에 대한 인식부족과 저항감, 그리고 지원책에 대한 정부 의존적 태도로 인해 자주적 조업질서가 굳건히 뿌리를 내지지 못한 상황이다. 이는 바다목장의 자원조성 효과에 대해 일부 어업인만 인식할 뿐이며 대다수는 체감하고 있지 못한데서 기인한다.

따라서 현존 자원량의 파악과 자원증대 효과를 이용자에게 홍보할 필요가 있으며, 과감한 사업비와 시설투자 등을 통해 가시적인 성과를 인식시킬 필요가 있다. 그리고 유통시설 도입, 혹은 낚시터 조정 등을 통해 바다목장이 지난 다양한 부가가치를 향상시킴으로써 지역 어업인과 참여자에게 소득증대 기회를 부여해 나간다. 또한 지방해양수산청 협조를 받아 자율관리에 대한 방문형 설명회나 이용자들이 원하는 바다목장 자율관리 교류회를 지속적으로 개최하여 자주적 관리 능력을 함양시킨다.

그리고 바다목장 관리이용협의회와 자율관리공동체의 조속한 발족, 그리고 사후관리 담당기관인 지자체에서도 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 바다목장과 관련된 관리조직이 각자의 역할과 기능을 펼쳐나갈 때 다음 그림과 같은 바다목장 시범사업의 미래상이 실현될 수 있을 것이다.

2 정책제언

가. 단기적인 측면

국가 연구 사업으로 추진하는 시범바다목장사업은 해역특성에 적합한 수산자원조성 기본모델 개발 및 제시를 통해 지자체별로 추진되는 인공어초, 종묘매입방류, 해중림 조성 등 수산자원조성사업 추진 방향 설정에 활용토록 정책적으로 제도화하여 중·장기적으로 바다목장사업의 연구 성과를 활용하고, 자치단체에서 추진하는 자원조성사업을 종합적 수산자원조성사업으로 확대 개편하여 사업효과를 제고한다.

또한 바다목장 연구개발 사업은 시설사업의 효율적 추진과 장단점 분석을 통한 시설사업 추진 모델 제시를 위해 정부, 연구소, 학계, 지방자치단체 등의 참여와 역할분담의 명확화를 위해 연구사업 추진체계의 일원화 및 평가제도 도입을 통한 효율적 사업추진이 필요하며, 바다목장의 연구결과에 대한 정책적 활용 및 산업화 등을 위한 정부차원의 제도적 연계시스템 기반구축 필요하다.

그리고 지금까지의 바다목장사업에서 획득된 연구 성과를 토대로 지자체별 지역특성에 적합한 소규모 바다목장사업으로 확대 추진하기 위하여 해역별 시범 바다목장사업이 완료되는 시점에서 사업성과, 효율성 등을 고려해서 지역별·유형별 특성과 시너지 효과 창출을 위한 소규모 바다목장사업, 수산자원조성 및 이용관리의 특성화 방안 수립이 필요하다.

연안해역의 저탄소 녹색성장을 위한 바다목장 중점기술개발 및 사업목표 설정을 통한 실효성 있는 사업추진을 위해 현재 연안해역의 자원실태에 대한 정확한 조사와 평가 미흡으로 사업에 대한 목표와 추진방안이 모호한 상황임을 고려해서 전체적인 연안해역의 실태파악이 가장 급선무이다. 특히 바다목장사업에 대한 자원학적, 산업적 목표에 대한 명확한 분석 및 구체화를 통해 지역별 종합 개발 계획 수립이 필요하다.

특히 바다목장은 수산자원조성 기술개발 외에 효율적 수산자원관리 및 산업적 이용·관리시스템 개발 등의 종합적 수산산업으로 육성 및 중점 개발을 통해 어촌의 삶의 질 향상을 도모하며, 기존 수산자원조성사업의 효율적 이용·관리를 위한 연구개발과 사업효과의 측정 및 평가를 통한 정부예산의 효율화방안을 검토하고, 수산자원조성이후 효율적 이용·관리를 위한 지자체 등 관계기관별 역할 정립 및 제도적 장치를 마련함은 물론 바다목장사업을 해양관광사업 등과 연계하여 사업의 시너지 효과창출, 어촌개발을 위한 자생력확보 및 산업적 동력 확보를 적극 추진할 필요가 있다.

따라서 미래 바다목장은 바다를 직접 가꾸는 의미의 협의의 개념에서 지역별 관광사업과 연계된 마리나 개념의 추진 전략이 필요하다. 개발 지역에 대한 선행 연

구나 유사 사례 분석 등 정확한 사전조사를 통해 무분별한 개발보다는 지역의 보존적인 개발과 지속적 이용 가능한 거점 지역별 특화된 개발 개념으로 접근이 필요하다. 특히 개발 지역과 주변 지역을 연계한 전체 지역을 상품화 할 수 있는 프로그램으로 문화 체험, 지역 주민의 삶을 경험해보는 체험 상품 및 특산물 활용 등 지역 문화 컨텐츠 개발을 통해 지역 문화 수준 향상과 지역민 소득 향상이 연계될 수 있는 미래바다목장의 구상이 필요한 시기이다.

나. 중·장기적 검토 방안

녹색성장 희망어촌 건설의 비전 실현을 위한 수산산업 분야의 정책으로는 연료개발, 산업육성, 녹색성장, 고용창출 및 기후변화 대응 등이 있다. 이러한 국가정책을 추진하기 위한 수산분야의 사업은 중·장기적인 목표 설정과 추진이 필요하다.

첫째로 숨 쉬는 녹색바다 실현을 목표로 친환경 생태 숲 조성, 연안 생태 구조물 조성 및 서식생태 물질순환 조성을 달성하는 것이다. 세부적으로는 잘피, 곰피, 미역, 다시마, 모자반 등 해조장 조성과, 인공어초 등 인공 구조물 시설에 의한 서식장 확대, 그리고 자원 증강과 재생산력 확보를 위한 인공가입 등에 관한 과제 추진이 필요하다.

두 번째로 미래 고부가 산업 창출을 목표로 고부가 산업 기반 조성, 고기능성 물질 개발, 생산기술 벤처 육성, 인재육성 및 국내외 활용이 있다. 이 분야 목표 달성을 위한 세부 추진 과제로는 생산 구조별 산업 연계체인 조성과, 천연연료 바이오메스 안정 공급, 해조류로부터 고기능성 물질 탐색 및 확보, 해양생물로부터 고부가 자원 확보, 고부가 요소기술의 상호 연계, 고급 기술의 전문화와 특성화 등이 있다.

세 번째로 고소득 정주어촌 건설을 목표로 녹색 바다목장 조성을 위한 신개념 공간 조성 기술과 바다목장 정보의 표준화 및 통합관리 전략이 있다. 세부 추진 과제로는 바다목장형 해양테마파크 조성 모델 개발, 재해방지형 바다목장 조성 기술, 해양구조물을 이용한 고부가 생물자원 증강 프로그램 완성, 신재생 에너지 개발, 지형공간 정보를 고려한 생물자원지도 작성, 바다목장의 환경(파랑, 흐름, 수질, 저질 등)지도 작성, 수산자원의 관리지도 작성, 바다목장 정보의 실시간 취득·공유·활용 기술개발이 있으며, 이러한 과제들은 중장기적인 전략으로 추진되어야 할 것이다.

세부 중점 추진과제

비젼	국가정책	목표	전략	추진내용
녹색 성장· 희망 어촌 건설	○연료개발 ○산업육성 ○녹색성장 ○고용창출 ○기후변화	1.숨 쉬는 녹색 바다 실현	①친환경 생태 숲 조성	-해조장 조성(잘피, 곰피, 미역, 다시마, 모자반)
			②연안 생태 구조물 조성	-인공 구조물 시설에 의한 서식장 확대
			③서식생태 물질 순환 조성	-자원 증강과 재생산력 확보를 위한 인공가입
		2.미래 고부가 산업 창출	①고부가 산업기반 조성	-생산 구조별 산업 연계체인 조성
			②고기능성 물질 개발	-천연연료 바이오메스 안정 공급 -해조류로부터 고기능성 물질 탐색, 확보 -해양생물로부터 고부가 자원 확보
			③생산기술 벤처 육성	-고부가 요소기술의 상호 연계
			④인재육성 및 국내 외 활용	-고급 기술의 전문화와 특성화
		3.고소득 정주 어촌 건설	①녹색 바다목장 조성을 위한 신개념 공간 조성기술	-바다목장형 해양테마파크 조성모델개발 -재해방지형 바다목장 조성 기술 -해양구조물을 이용한 고부가 생물자원 증강 프로그램 완성 -신재생에너지 개발을 통한 바다목장의 녹색성장
			②바다목장 정보의 표준화 및 통합관리	-지형공간정보를 고려한 생물자원지도 작성 -바다목장의 환경(파랑, 흐름, 수질, 저질 등)지도 작성 -수산자원의 생산 및 관리지도 작성 -바다목장정보의 실시간 취득·공유·활용기술개발

참고문헌

국립수산과학원, 2008. 바다목장사업 발전방안 심포지움, 자료집

김대영, "바다목장의 합리적 이용·관리", 우리나라 바다목장의 현재와 미래, 해양수산부, 2006, pp. 181-190.

김병호·김대영, 2003, 자원관리형어업으로 이행, 도서출판 논문의 집

농림수산식품부, 2008, 2007년도 전남바다목장 사업보고서

농림수산식품부, 2008, 2007년도 동서제주바다목장사업보고서

농림수산식품부, 2008. 2007년도 동·서·제주바다목장사업보고서

농림수산식품부, 2008. 2008년도 수산업 연차보고서

한국해양수산기술진흥원, 2007. 통영해역 바다목장화사업 경제성 평가분석 연구 최종보고서

해양수산부, 2006. 우리나라 바다목장의 현재와 미래, 토론회 자료집

해양수산부, 2007, 통영해역 어업형(정착성) 바다목장 기술지침서

農林水産技術會議事務局, 1991, 海洋牧場, 恒星社 厚生閣