

연안어장 바다목장화 개발 시스템

安 熙 道 / 韓國海洋研究所 責任研究員

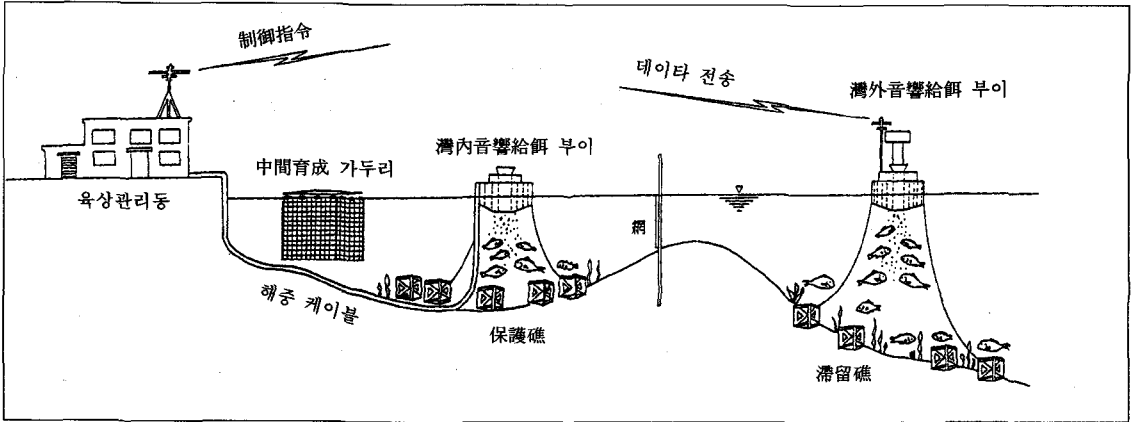
인류는 옛부터 바다를 수산 식량자원과 생활의 터전으로 이용하여 왔다. 해양자원중 수산자원은 살아있는 생명체로서 관리만 적절히 해주면 고갈되지 않고 무궁무진하다는 특징이 있다. 특히 우리나라의 바다는 어패류등의 종류가 다양하고 번식여건도 좋은 천혜의 우수한 어장이란 평가를 받는다. 우리나라의 동서남해에는 각기 난류와 한류가 흐르고 있어 플랑크톤의 먹이가 되는 영양염류가 풍부하며 대륙붕이 잘 발달되어 있으면서 해안선이 복잡해 양식에 아주 좋은 조건을 갖추고 있다.

지난 70년대 이후 경제개발

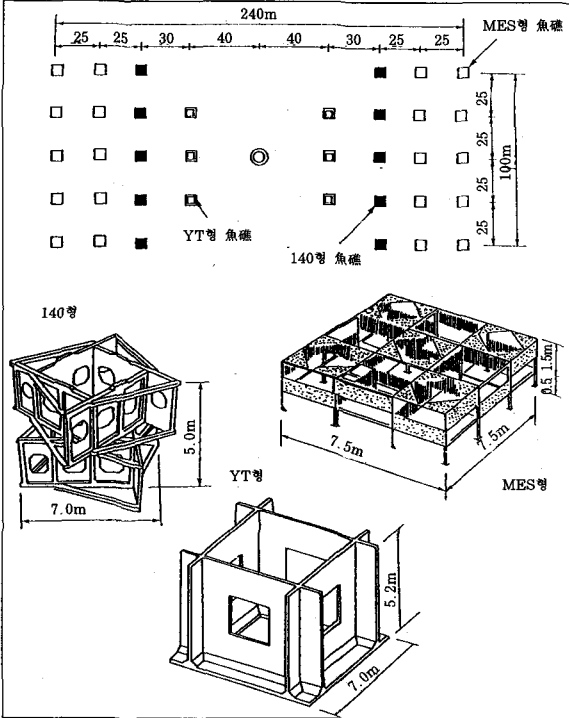
로 바다오염이 심화되면서 수산자원이 훼손된 적도 있었으나 현재에도 연안 어느 곳이든 어촌이 있는 곳에서는 각종 어업과 양식업이 활발히 추진되고 있다. 1991년 수산물 총 생산량은 298만톤으로 이중 연근해업과 천해양식업의 생산량은 210만톤, 수출16억달러로 세계6위, 생산은 세계10위이고 국민 1인당 연간 소비량도 36kg으로 일본을 제외하고는 세계적인 수산대국에 속한다.

그러나 근년의 어업은 200해리 어업수역의 정착에 따라 원양어업이 감축되고 연근해어업도 자원의 감소와 변동으로 인해 점차 불안정해지고

있다. 따라서 수산물의 안정적인 공급을 위해서는 생산력이 높으며 고급어패류가 많이 서식하는 연안해역을 가일층 활용할 필요가 있다. 이를 위해서는 최근의 증양식 기술의 진보를 토대로 종래의 잡는 어업에서 기르는 어업으로의 전환이 무엇보다 중요하며, 증양식업에 의한 수산물의 증대는 유전공학기법을 이용한 어류의 신품종 개발, 종묘 생산기술의 개선, 해양목장화 시스템개발 등에 의하여 많은 진전이 기대되고 있다. 이러한 상황속에서 아주 주목을 받기 시작한 것이 해양목장의 계획이다. 이는 바다를 육상의 목장이나 농장으로 간주하



〈그림 1〉 音響自動給餌 시스템



〈그림 2〉 滯留礁 배치도

어업구조를 개선하고 보다 연안생물 자원을 종합해 보자는 의도에서 계획된 구상으로서, 해양 환경을 조절하는 환경제어 기술을 토대로 생산과정을 시스템화 하여 수산자원을 종합적으로 관리하고 계획생산 체계를 확립하는 것을 주안점으로 하고 있다. 수산생물의 생산과정을 확립하고 이를 바탕으로 한 목장시설의 유지관 리에는 여러가지 복합적인 제

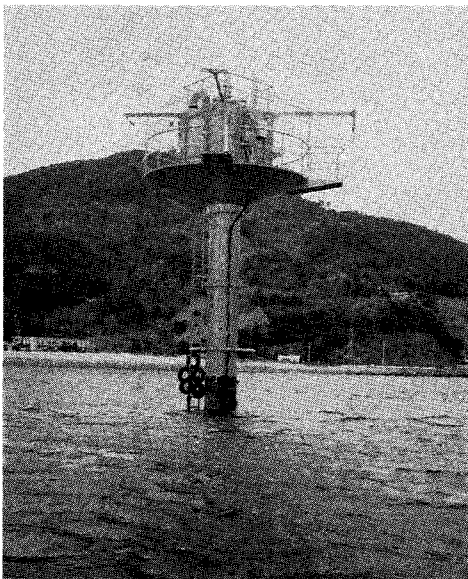
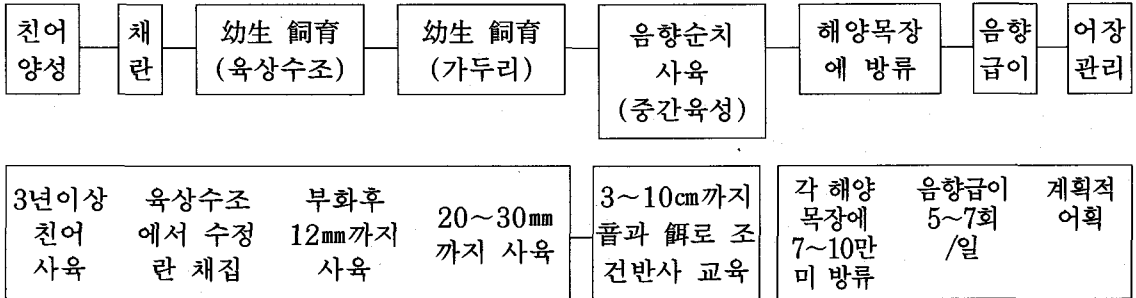
어기술이 요구되며, 개발과 실용화에는 막대한 자금이 소요되기 때문에 아직까지 이러한 사업은 국가적인 차원의 지원하에서만 가능한 상태이다.

이같은 해양목장 시스템은 고도의 전자기술에 의존하고 있는데, 그 핵심기술은 음향 자동급이 시스템이다. 이는 음향에 의한 물고기의 조건반사를 이용하여 먹이를 공급하고 어류를 정착시켜 어획의 안정화를 꾀하는 방식이다. 다시말해 음과 먹이로서 음향 순치(音響馴致)를 위한 스피커와 급이장치를 수중에 설치하고 초음파센서 등의 관측기기를 장착한 부이를 해중에 계류하여 수온, 염분, 흐름(해류) 등의 해황(海況)과 어류의 회유상황 등의 정보를 실시간으로 파악하여 이를 육

여 무차별 남획으로 점차 고갈되어 가는 어패조류(魚貝藻類)를 가축이나 농작물과 같이 사육·관리하면서 수확해 간다는 구상이다.

해양목장의 건설은 악화된

〈표 1〉 음향급이 시스템에 의한 음향순치 과정



〈사진 1〉 일본 오이다縣의
해양목장시설(魚種: 참돔)

상의 관리센터에 텔레미터 (telemeter)화 하여 그곳에서 바로 분석 해석함으로써 어장과 자원의 관리를 항시 적절히 행할 수 있는 종합적인 시스템이다.

시스템은 음향급이를 하는 해상부와 이것을 조절통제하는 육상부로 구분된다. 또한, 해상부의 음향급이 주변에는

다. 육상부는 전 시스템을 제어하는 중앙제어장치, 어탐표시장치, 통신장치 및 자료를 수록하는 PC 등으로 구성되어 있다.

해양목장 시스템의 최종적인 목표는 수 종류의 어패류가 공존하면서 증식을 지속해가는 복합형 배양시스템의 구축이며, 이를 위해서는 어패

방류어가 거처하는 어초를 설치하게 되는데 이것으로 시스템은 완성된다.

그 개념도가 〈그림 1〉에 채류초의 배치 형상이 〈그림 2〉에 나타나 있다. 해상부는 급이장치를 탑재한 부이본체와 그것을 계류하는 계류라인 및 앵커, 음향급이장치, 센서와 텔레미터 장치, 그리고 통신장치와 전원공급 장치로 구성되어 있

류의 생산률(生殘率) 향상기술, 환경제어기술, 어패류별 생산시스템 확립기술, 어병에 대한 연구 등이 지속적으로 개발되어야 하며, 현재 참돔, 넙치, 조피볼락 등의 어종을 대상으로 현지 해역에서 실험 실시 되고 있다.

이 시스템을 참돔의 경우를 예로 들어보면(표1참조), 우선 인공부화된 치어를 육상의 수조에서 길러 2개월 정도에서 3cm쯤 성장하면 해중의 가두리로 옮긴다.

이때의 치어시기부터 먹이를 줄 때에는 반드시 일정한 음을 스피커로 흘려보내, 음과의 합도(合圖)에 의한 급이를 관습시킨다. 그후 4개월 정도에서 10cm정도로 성장한 참돔은 만내에 방류되어 자연의 바다에서 성장하게 된다. 이 기간중에는 육상기지로 부터의 무선지령에 의해 일정시간에 해상의 급이부이를 통해 급이를 알리는 음이 수중으로

보내지면 조건반사에 의해 부이의 주위에 참돔이 모여든다는 이른바 음향급이 자동시스템으로, 이미 일본에서는 실용화되었다.

일본의 경우, 1960년대에는 자원배양형 어업개발을 위한 연구를 적극 수행되었으며, 1970년대에는 연안어장을 정비하고 어업구조를 개편하기 위한 연구가, 1980년대부터는 연근해의 유용생물자원을 인위적으로 배양하기 위한 해양목장 기술개발연구에 박차를 가하고 있다.

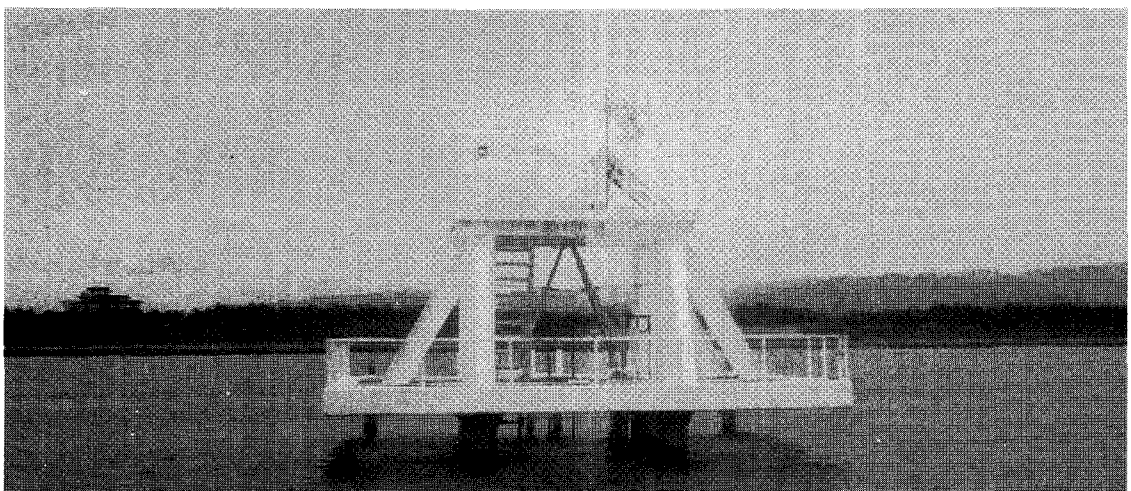
일본의 오이다(大分)현에서는 1984년부터 가미우라(上浦) 현지 해역에서 음향급이 방식에 의한 최초의 해양목장 시스템을 시험운행한 후(사진 1참조), 이의 성공적 시험성과를 일본 전국 각지의 어업

현장에 적응 보급시키기 위해 85년 6월 사단법인 「마리노포럼(Marino Forum)21」을 설립, 현재 오이다의 5곳을 비롯 나가사키(長崎), 니이가타(新潟), 후쿠이(福井), 세도(瀬戸) 내해 등 전국 25여곳에서 참돔과 넙치를 대상으로 사업형 해양목장을 조성 운영하여 어가 소득향상에 기여하고 있다(사진 2참조).

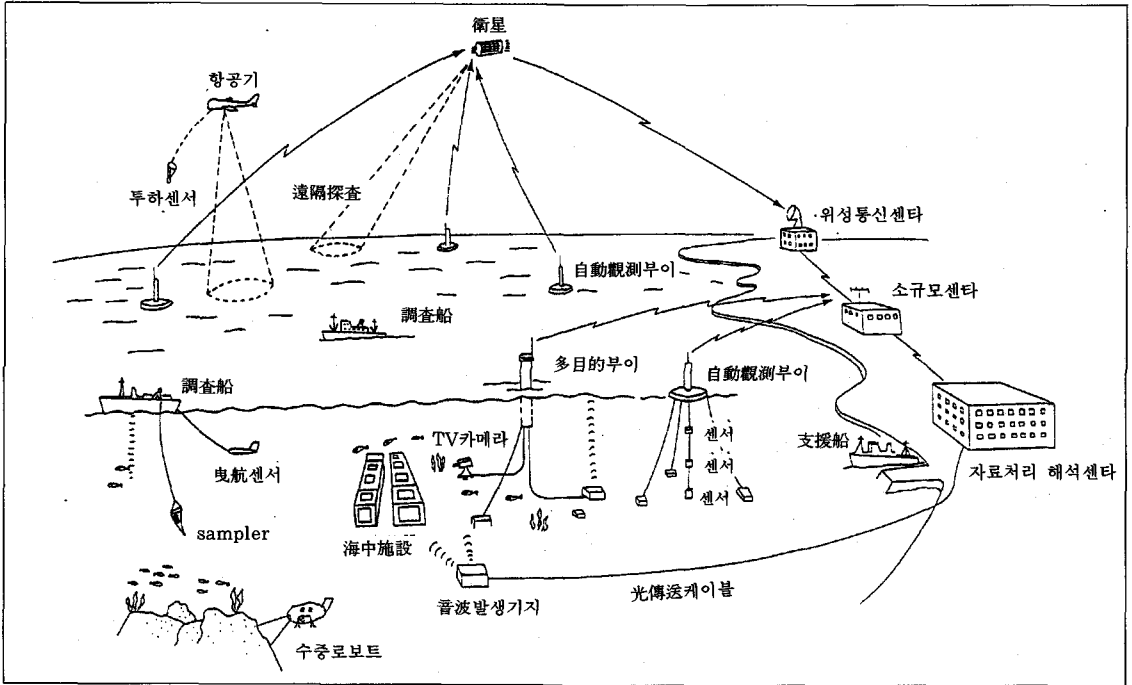
일본 각지의 해양목장에는 어협을 중심으로 한 해양목장 실행위원회가 조직되어 방류어류의 성장과 회유상황 등을 계속 조사하고 있는데, 현지 조사결과에 의하면 재포율(再捕率)이 20~30%의 높은 값을 나타내고 있어, 본 시스템에 의한 성과가 입증되고 있으며 향후 10년간에는 재포율이 거의 배로 증가할 것으로

기대하고 있다. 또한 해양목장 실행위원회에서는 어장 이용계획등 운영계획 및 이용규칙 사례들을 제정하여 자주적으로 실시하고 있는데 방류어의 보호를 목적으로 부이 주변에 어업권을 설정하여 방류어가 어획크기(참돔 전장 25cm이상)로 될 때까지 3년간은 금어하고 어류의 번식증가 속도에 따라 낚시 등에 의한 수확(1일 50尾이내)을 허용하고 있다.

이와같은 해양목장 시설은 최초에 시설비가 많이 든다는 문제점과 방류어가 성장하면서 수심이 깊은 해역으로 이동함에 따라 해양목장 구역을 벗어나 타 해역에서 채포되는 경향이 있으나, 시설구역 내에서의 전체적인 생산량은 증가 추세에 있는 것만은 확실



〈사진 2〉 일본 니이가타縣의 해양목장시설(魚種:넙치)



〈그림 3〉 모니터링 시스템의 概念圖

하여 단시간내의 효과보다 장기적인 안목에서 이 사업을 추진하여야 할 것이다.

한편, 우리나라의 경우 연안에 다수의 양식장이 운영되고 있으나 아직 해양목장과 같은 종합적인 관리체계로는 발전되지 못한 실정이다.

수산청은 금년부터 개발여건을 구비한 수역과 어촌을 권역별로 묶은 100개소를 선정, 오는 98년까지 집중투자하는 연안어장목장화사업을 전개중인데 올 첫째는 각도 1개소씩 총 10개소의 연안권역을 설정해 사업예정 수역의 기초조사를 실시하여 개발모

델을 제시하고 이를 토대로 장기계획을 수립할 방침이다.

해양목장에 있어서 대상어종이나 해조류 및 餌料生物이 요구하는 환경조건에 적합한 해역이 어디에 어떻게 분포하고 있는지를 정확히 파악하는 것이 무엇보다 중요하다. 해양목장의 성공여부는 먹이인 플랑크톤과 어류활동에 직접 영향을 미치는 수온이 가장 중요한 요소로 연평균 15℃ 이상을 유지해야 하는데 국내에서는 제주도 근해가 가장 적합하리라 사료된다.

우리나라의 삼면의 바다는 각기 상이한 환경여건을 갖추

고 있으므로 연근해의 생물자원에 대한 관리기술의 고도화(그림3참조)는 자원의 고갈을 막고 어민의 소득을 증대시켜 풍요로운 어촌을 만드는데 크게 기여할 수 있을 것이며, 해양목장 시설이야말로 21세기의 미래식량자원으로서의 수산자원을 안정적으로 확보하는 첩경이 될 것이다. ㉔