

바다 살리는 인공어초

시설실태와 효과를 알아보다

김 영 규 / 해양수산부 자원조성과장

우리나라 수산업은 대내·외적으로 어려운 환경여건에 처해 있다.

안으로는 급격한 산업화에 따른 임해공단 조성과 농지 부족난 해소 등을 위하여 연안어장이 대규모로 매립·간척되고 있고, 도시의 생활하수와 공장폐수 및 각종 산업 폐기물들이 연안수역으로 유입되어 연안어장의 오염은 심각한 상태에 이르고 있다.

이로 말미암아 어류나 패류 등이 산란하고, 어린 고기들이 자랄 수 있는 연안수역이 점차 잠식되어 가고 있다.

밖으로는 UN해양법협약 발효에 따른 세계 각국의 배타적 경제수역(Exclusive Economic Zone)의 설정과 공해조업 규제 등으로 해외어장이 축소되고 또 우리나라 주변수역

에서도 본격적인 200해리시대를 맞는 등 어업여건이 날로 악화되고 있다.

이러한 상황은 최근 어로장비가 현대화되고, 어선들이 고속화 및 대형화되어 어획강도가 크게 높아지고 있음에도 연근해어업의 연간 생산량이 80년대의 153만2,000톤에서 90년대 들어 143만3,000톤으로 오히려 감소하는 추세를 나타내고 있고, 원양어업의 연간 생산량 또한 80만톤 수준에서 정체 내지 감소추세를 나타내고 있는 것과 맥을 같이 한다고 할 수 있다.

따라서, 정부에서는 이와 같이 어려운 어업환경을 개선하고, 적극적으로 연근해 수산자원을 보호·육성하기 위하여 인공어초 시설을 통한 수산자원조성사업을 대대적으로 추

진해 오고 있다.

인공어초 시설현황

인공어초가 시설된 역사는 문헌상에 나타난 것을 보면 1800년대 중반으로 매우 오래되었으며, 본격적으로 추진한 것은 1950년대 초반으로서 이웃 일본국에서 시작되었으며, 지금은 우리나라, 중국, 미국, EU, FAO 등 전세계적으로 관심을 가지고 시설하고 이와 관련된 연구도 활발히 진행되고 있다.

우리나라에서는 1971년부터 인공어초를 시설하기 시작하여 1997년까지 3,264억원의 예산을 투입, 전국 연안해역 12만3,432ha를 조성하였다(표 1). 연도별로 투자된 사업비를 살펴보면, 1971년에는

3,000만원에 불과했던 사업비가 1990년도에는 129억원으로 증가되었고, 그후 계속 증가되어 1997년에는 627억원에 이르게 되었다. 이와 같은 예산규모는 수산분야의 단일 예산으로는 어항시설사업과 더불어 수위를 차지하는 규모이다.

해역별로 시설된 면적을 보면, 전체면적 12만3,432ha중 약 56%인 6만8,817ha가 남해안에 조성되었고, 그 다음은 동해안으로 3만4,306ha(약 28%), 서해안은 2만309ha(약 16%)가 각각 조성되었다.

현재 인공어초를 제작하는데 사용되고 있는 재질은 콘크리트이며, 어초 종류는 사각형, 반구형, 원통형, 잠보형, 빨삼각형 등 8종이다. 이중 어류를 주대상으로 하는 근해용 어초는 4종이고, 패류·해조류를 주대상으로 하는 연안용 어초는 4종이며, 최근에는 수역 및 어종특성에 적합한 어초를 개발하기 위하여 19종의 새로운 어초를 시험 중에 있다.

인공어초의 제작·시설 및 사후관리

인공어초시설사업은 해양수산부에서 기본계획을 수립하여 사업물량 및 집행방법 등을 시·도에 시달하면, 시·도지사는 어초시설 적지조사를 실시한 후 연구기관 및 학계 등 전문가로 구성된 어초협의회 심의를 거쳐 시설장소와 어초 종류 등을 결정하고, 입찰에 의하여 선정된 업체에서 어초를 제작하여 시설하게 된다.

적지조사는 국립수산진흥원 등의 전문 연구기관에서 실시하고 있으며, 주요 조사내용은 어초 시설예정지가 수산생물의 산란·서식 및 보호 등에 필요한 수역인지 여부와 시설된 인공어초가 조류나 태풍 등에 의해 넘어지거나 빨속에 묻힐 염려가 있는지 여부 등을 조사 분석한다.

어초제작은 전문직 공무원이 제작현장에 상주하면서 철근 및 소요자재의 적정 사용여부와 콘크리트 강도 등 시공 전반에 걸쳐 철저히 감독하는 한

편, 어초 제작현장의 인근 어촌계장 등을 명예 공사감독관으로 위촉하여 어초가 건설하게 제작되도록 하고 있다.

특히, 해양수산부에서는 98년부터 어초에 발주처, 감독관, 시공자 등 실명 표시판을 부착토록 하여 시공자의 무한 책임을 유도하고, 건설시공의지가 정착되도록 하고 있다.

이렇게 제작된 어초는 항구에서 바지선에 선적하여 시설수역까지 운반, 수중에 시설하게 되는데 이때에는 시·도, 시·군, 지방해양수산청 소속 공무원과 수협직원 및 어촌계 대표 등이 공동 승선하여 어초가 적재적소에 시설되도록 입회 감독하고 있다.

어초를 수중 시설한 후에는 사업집행주체인 시·도지사가 사후관리상태를 년 1회이상 조사하여 어초 기능을 저해하는 폐어망 및 오·폐물 등을 제거하고, 불법어업의 방지 및 단속을 강화하는 등 어초어장 관리대책을 수립 시행하고 있으며, 이러한 일련의 사후관리 사항을 어초 어장별 사후관리

(표 1)

인공어초시설사업 추진실적

구 분	계	'71-'91	'92	'93	'94	'95	'95	'96
시설면적(ha)	123,432	62,407	8,096	8,323	10,436	10,837	11,120	12,213
시설비(백만원)	326,360	89,698	19,961	23,818	32,894	42,833	54,494	62,662

부에 기록, 영구 비치하는 등 관리에 만전을 기하여 어초의 기능이 지속적으로 유지되도록 하고 있다.

인공어초의 시설효과

인공어초의 시설효과는 어업 경영 측면에서 고려할 때, 직접적인 효과와 간접적인 효과로 나눌 수 있다. 직접적인 효과로는 어·패류의 산란장 및 어린 고기의 보호·육성장 조성에 의한 자원배양 및 증대효과, 어초에서의 어군의 군집 및 체류에 의한 효율적인 어획 효과 등을 들 수 있다.

간접적인 효과로는 거주지에서 어초어장까지의 근접화에 의한 조업시간 단축, 어초에 조성된 해조류의 영양염류 섭취에 의한 연안수역의 부영양화 방지, 연안수역에서의 동식물 서식장 조성에 의한 생태계 보존효과 등을 들 수 있다.

국립수산진흥원에서는 1976년부터 인공어초의 시설효과에 대하여 연구해 오고 있으며, 주요 연구내용으로는 부착생물과 어초주위에 모여 드는 어류의 생태 및 습성, 망어구나 낚시어구를 이용한 어초어장의 생산효과, 어초의 매물 등 시설상태 등을 연구하고 있으며, 연구를 보다 효과적으로

수행하기 위해 사이드 스캔 소나(Side Scan Sonar : 해저 지형이나 구조물의 시설상태를 조사하는 장비)와 원격조정 잠수정(Remote Operated Vehicle : 배위에서 TV화면을 통한 원격 조정장치로 소형 잠수정을 조정하면서 어초의 주위에 모여든 어류 등을 조사하는 장비)등 첨단장비를 이용하고 있다.

다음은 국립수산진흥원의 연구결과를 중심으로 어초어장의 가치, 생산효과 등을 연안용 어초와 근해용 어초로 구분하여 구체적으로 알아본다.

연안용 어초 효과

연안용 어초는 수심 20m보다 얇은 수역에 시설되는 어초를 말하며, 패·조류 등 부착생물과 어린고기(幼·稚仔魚) 등을 주대상으로 시설하는 어초이다.

수심 20m보다 얇은 수역에 어초를 시설하게 되면, 크고 작은 해조류가 어초에 착생하게 되고, 시간이 지남에 따라 해조류 숲이 조성되어 많은 어류들이 모여 들게 될 뿐 아니라, 어초표면에는 전복이나 소라, 성게, 해삼 등이 서식하게 된다.

대부분의 어류는 어렸을 때(稚魚단계)에 해조류의 숲(藻場)이나 뜬밭(流藻)과 밀접한 관계를 갖는다. 해조류 숲은

잘피류, 모자반류, 대황, 감태 등 비교적 대형 해조류로 이루어 지는데, 이들 해조류 숲에 출현하는 어종은 150종 이상이라고 알려져 있고, 뜬밭에도 100여종의 어린고기들이 모여 들게 되며, 가장 많이 출현하는 어종으로는 전갱이, 방어, 잭방어, 돌돔, 말쥐치, 볼락, 쥐노래미 등을 들 수 있다.

또한 해조류의 숲은 식해동물로 부터 피신할 수 있는 도피처이며, 각종 먹이생물이 풍부하기 때문에 방류적지로서도 좋은 역할을 하는 곳이라 할 수 있다.

이와 같이 해조류 숲과 뜬밭은 유·치자어의 보육장이며, 서식장이라고 할 수 있는데, 이러한 해조류 숲을 조성하는 기반시설이 바로 인공어초인 것이다.

연안수역에 따라서는 좋은 해조류 서식환경을 구비하고 있으면서도 수심이 깊어 해조류의 착생 및 성장이 저조한 곳이 있다. 이런 곳에 일정 크기 이상의 인공어초를 시설하게 되면, 해조류의 착생기반이 상대적으로 넓게 되고, 조도가 높게 되어 해조류의 착생과 성장을 촉진시킬 수 있다.

또한 전복, 소라 등을 비롯한 각종 유용수산 생물들이 서식할 수 있는 공간은 많으나,

먹이생물이 적어 성장 및 번식이 저조한 수역에 인공어초를 설치하여 줌으로써 해조류 등 먹이생물의 양이 증가되어 결과적으로는 패류의 생산량이 많아지게 된다. 따라서 연안에 시설되는 어초는 실제로 수산생물의 서식장으로서 중요한 위치를 점하고 있음을 알 수 있다.

근해용 어초 효과

근해용 어초는 수심 20-50m 수역에 시설되는 어초를 말하며, 이들 어초는 바닷속에 설치하면 조류가 어초에 부딪치면서 용승류가 발생하고 어초의 뒷편에는 와류(渦流)현상이 일어나므로 해저면에 쌓여 있던 영양염이 상층부로 이동되어 각종 플랑크톤이 대량 번식할 수 있는 환경을 조성하고 이것을 먹이로 하는 각종 어류가 모이게 된다.

그리고, 어초 표면에는 패류나 해면류, 우렁쉥이 등이 부착하며, 이들의 군락을 서식장으로 하는 소형 갑각류(새우, 게 등)나 다모류(多毛類: 갯지렁이류) 등이 다량 서식하게 된다. 이들 부착생물이나 소형어류들은 어초 내부나 주변에 위집(蝟集)하는 어류의 먹이로 이용되기도 한다.

이와 같이 어초를 먹이장으

로 이용하는 어류가 있는 반면, 어초 주변에서 유명하면서 놀이장이나 서식장 또는 산란장으로 이용하는 어류들도 있는데, 이러한 어초의 기능 때문에 많은 어류가 인공어초에 모여들게 되고, 또한 어장의 잠재생산력이 높아지게 되는 것이다.

어초의 생산성과 관련하여 간과할 수 없는 것은 기선저인망 등에 의한 남획으로 부터 어족자원을 보호하는 기능이다. 인공어초는 일종의 집어시설로서 간주되는 부(副)어구적 성격을 갖고 있을 뿐만 아니라 주 조업 어구가 낚시어업이기 때문에 기선저인망 등의 어획성능이 높은 어업으로 부터 어족자원을 보호하는 역할을 하기도 한다.

구체적으로 소득과 직결되는 기대효과(어획효과)를 살펴보면 다음과 같다.

국립수산진흥원이 1976부터 1997년까지 어초가 시설된 525개소 중 약21%에 해당하

는 110개소를 조사하여 어획효과를 분석한 결과에 의하면, 인공 어초가 시설된 어장이 시설되지 않은 어장에 비하여 평균 3.1배 높게 나타났으며, 해역별로는 제주에서 4.1배로 가장 높았고, 동해와 남해는 각각 2.5배 및 2.6배로 약간 낮았다(표 2).

또한, 어초에 모여든 어종도 다양하여 어초어장에서 모두 104종의 어류가 어획되었으며, 해역별로는 제주에서 56종으로 가장 높았고, 동해안에서 39종으로 낮게 나타났다. 어초에 부착된 생물은 성게, 우렁쉥이, 미역, 갈파래, 청각, 감태, 모자반 등이 부착 서식하고 있음이 확인되었다.(표 3)

특히, 새로 조성된 어초어장은 부족한 어장을 늘려 주는 이점 이외에도 주거지로 부터 근거리에 시설되므로 인하여 조업시간이 단축되고, 조업시 위험부담이 상대적으로 줄어들어 노령자들도 안심하고 조

(표 2) 인공어초어장의 어획효과 변동추이

연 대	연 도	어획효과(시설구/비시설구)				
		평 균	동 해	서 해	남 해	제 주
'70	'76-'80	1.7	2.3	-	1.1	-
'80	'81-'90	2.4	2.3	3.0	2.1	2.0
'80	'91-'97	4.2	2.9	2.9	4.7	6.1
평 균		3.1	2.5	3.0	2.6	4.1

(표 3) 인공어초어장 서식어종 및 부착생물

해역 별	서식어종		주요 부착생물
	어종수	주요 어획어종	
동해	39종	넙치, 조피볼락, 감성 돔, 임연수어 등	전복, 미역, 다시마, 우뭇가사리, 모자반 등
서해	40 "	농어, 능성어, 참돔, 보 구치, 방어 등	소라, 성게, 고동류, 파래 등
남해	47 "	농어, 참돔, 돌돔, 감성 돔, 방어, 삼치 등	우렁쉥이, 청각, 미 역, 모자반 등
제주	56 "	다금바리, 농어, 넙치, 참 돔, 벤자리, 방어, 삼치 등	전복, 소라, 해삼, 성게, 감태, 모자반, 미역 등

업할 수 있는 이점이 있다.

이와 관련, 해양수산부가 시·도를 통해 1997년 1월부터 12월까지 전국 10개 시·도의 어업인 1,574명을 상대로 조사한 설문조사 결과에 의하면, ‘인공어초가 어업인 소득에 기여하는가?’ 라는 질문에 대해 어업인 88%가 기여한다고 응답했다.

인공어초의 경제적 효과

국립수산진흥원에서는 인공어초시설사업의 효율성을 제고하기 위하여 지난 1995년 인공어초시설어장에 대한 경제적 효과를 분석 조사하였다. 이 조사는 1986년과 1988년에 경남 통영시 사랑면 수우도 수역에 시설한 사각형어초(640ha 4,000개)를 대상으로 실시되었는데, 동 조사결과에 따르면 인공어초는 시설 14년 후에는 투자비를 제외한 순이익이 발생하고, 시설 30년후에

는 투자비의 약 15배의 순이익이 발생한다고 평가되었다.

또한, 어초시설후 실질 어가소득이 연평균 9%의 증가추세를 보여 어촌정주권 유지효과가 클 뿐 아니라 어초에 의한 불법어업방지 및 고급 수산물 증대 효과가 있고, 유어낚시인구 및 관광객 증가로 인하여 지역경제 활성화에도 크게 기여하고 있는 것으로 평가되었다.

98년도 사업평가

인공어초 시설사업의 효과는 위에서 본 바와 같이 수산물 증산효과 뿐만 아니라 불법어업 방지 및 어촌정주권 유지 등 부수적 효과가 큰 것으로 평가되었다.

해양수산부에서는 이러한 인공어초의 효과를 지속적으로 향상시키기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

98년 1월에는 ‘인공어초시설사업집행및관리요령’ (해양수산부 훈령)을 제정하여 어초제작·시공기준을 개선 보완하고, 어초에 시공자 실명을 표시토록 하여 무한책임을 유도하는 한편, 시·도별 종합평가제를 도입하여 우수시·도에 대한 인센티브제를 적용토록 하고, 시공자 및 현장인부 등에 대한 교육을 강화하는 등 적극적으로 대처하고 있다.

이에따라 어초의 품질도 크게 향상되어 98년 9월 전국 시·도의 인공어초 시설사업 추진실태를 종합평가한 결과, 일부 제작장에서 발견된 소량의 부실어초를 제외하고는 부실률이 현저히 감소하여 97년 0.92%에서 금년에는 0.75%를 나타내었다. 특히, 동 평가결과 우수 시·도로 평가된 충청남도 및 경상북도의 경우에는 부실어초가 거의 발견되지 않았다.

해양수산부에서는 금번 종합평가결과를 내년도 사업비 지원 기준에 반영하여 우수 시·도에 대하여는 사업비를 우선 지원하고, 관련 공무원을 표창하여 자긍심을 고취토록 하였다.

향후 추진방향

우리나라 연근해어장의 수산자원을 증강시키기 위하여 정부에서는 적극적인 자원조성

수단인 인공어초시설사업의 투자규모를 지속적으로 확대하는 한편, 새로운 어초모형을 개발하는 등 적극 추진해 나갈 계획이다.

인공어초 확대시설

수심 100m이하인 어초 시설 적지 30만7,000ha에 대한 시설을 조기에 완료하고, 일본과 같이 수심 100m이상 수역에 대한 어초 시설적지도 지속적으로 확대 개발해 나갈 계획이다.

새로운 어초모형 개발

인공어초를 이용하여 자연초를 보강해 주는 종래의 인공어초의 시설개념을 넘어, 대상어류의 생태적 특성과 해역별, 수층별 특성에 적합한 새로운 어초개발을 촉진하고, 어초의 제작 및 시공기술도 첨단화하여 자연초어장과 대등하거나 그 이상의 생산력을 갖는 어초어장을 조성해 나갈 계획이다. 이러한 변화의 개념은 인공어초시설사업에 대한 효율적인 투자 확대를 위해서 반드시 필요한 사항이기 때문이다.

시설 적지조사 등 강화

어초 시설전에는 반드시 전문 연구기관에 의한 시설예정지에 대한 적지조사를 실시하고, 적지로 판정된 수역에 한하여 시설토록 함으로써 어초의 매몰이나 유실 등에 의하여


어초기능이 저하되는 사례가 발생치 않도록 하는 한편, 어초어장의 효과제고를 위하여 어초시설 적지판단 및 효과조사 등을 위한 잠수조사정 및 로봇 등 조사장비의 개발 보급 방안 등도 연구 검토해 나갈 계획이다.

제작 및 투하 등 관리감독 강화 어초의 제작, 운반 및 투하 과정 전반에 관한 견실한 시공을 도모하기 위하여 공사감독 공무원 및 명예감독관과의 유기적인 협조체제를 구축하여 관리감독을 강화하고, 특히 어초를 수증시설(투하)할 때에는 반드시 시·도, 시·군, 지방

해양수산청 소속공무원과 수협 및 어촌계 대표 등이 공동 승선 입회하도록 하여 적정시설이 이루어지도록 해 나갈 계획이다.

사후관리강화

어초를 시설한 후에는 매년 사후관리상태를 조사하고 폐어망 등 오·폐물 수거 처리 및 불법어업 방지 단속 등 어초어장의 기능이 지속적으로 유지되도록 할 계획이다.

또한, 어초어장에 대한 사후관리부를 작성, 영구 비치하여 어업인들이 이를 효율적으로 활용할 수 있는 체제를 구축해 나갈 계획이다. 

〈참 고〉

일본의 인공어초 시설사업(사례)

- 사업근거
 - 연안어장정비개발법, 동 시행령 및 시행규칙
 - 연안어장정비개발촉진대책요령 등
- 사업내용
 - 시설장소 : 전국 연안 200m이하수역
 - 사업추진
 - 집행지침시달 : 중앙정부(수산청)
 - 계획, 설계, 집행 : 지방자치단체(집행주체)
 - 사업비지원율 : 국고 50%, 지방비 50%(어초종류에 따라 다소 차이가 있음)
- 사업실적(경위)
 - '65 : 인공어초 시설사업 개시
 - '65-'93 : 3,901억푼 투입(약 30만ha)
 - '94-'99 : 1,600억푼 투입(계획)
 - ※ '99까지 5,501억푼(약 5조 5천억원) 투자예정 : 한국의 '99까지 투자계획 4,688억원 대비 약 10.5배 투자