

# 인공어초 시설 현황과 효과

수 산 청 자 원 조 성 과

수산기좌 배 평 암

## 목 차

1. 서 인
2. 시설현황 및 시설계획
3. 일본국 어초시설사업 실태
4. 어초시설 방법
5. 인공어초의 효과

'84년도 부터 "체세픽" 만 등에서 인공어초의 시설 및 효과에 대한 시험을 실시하고 있다.

## 2. 시설현황 및 시설계획

우리나라의 인공어초 시설사업은 '71년도 부터 동서남해안에  $1 \times 1 \times 1 m$ 의 사각형 콘크리트 어초와 고선을 시설하여 오다가 '81년도 부터는 동남해연안에 대대적인 시설이 시작되었으며 '84년까지 약 150억원의 사업비를 들여 총 적지 8만헥타의 16%에 해당하는 13,000헥타, 130개소에 시설을 완료하였고 시설어초의 종류는  $2 \times 2 \times 2 m$  ( $8 m^3$ ) 사각형 콘크리트 어초를 주로 하여 시설하고 있으며 그 외에도 시설해역의 특성과 어종에 적합한 적정어초의 개발을 위하여 '83년부터 원통형, 반구형, 잠보형 등의 어초를 제작, 시험을 실시 중에 있다. <그림 1, 2>, <표 1>.

## 1. 서 인

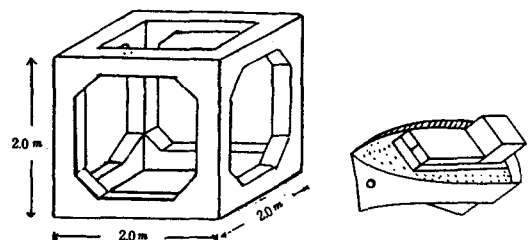
우리나라의 연근해어장은 인접국의 200해리 경제수역선포위협과 간석지의 매립, 그리고 입해공단의 발달과 각종 오염물질의 어장유입이 잦아짐에 따라 어장이 축소, 오염되고 연안에 서식하는 고급 수산생물은 감소 추세에 있어 연안수산생물의 인위적인 번식보호가 매우 시급한 실정이다.

이를 위하여는 수산종묘를 인공적으로 생산하여 연안수역에 방류하고 수산자원의 산란장과 서식장을 조성하거나 어류를 군집시켜 어장을 형성케 하는 인공어초의 대대적인 시설이 필요하다.

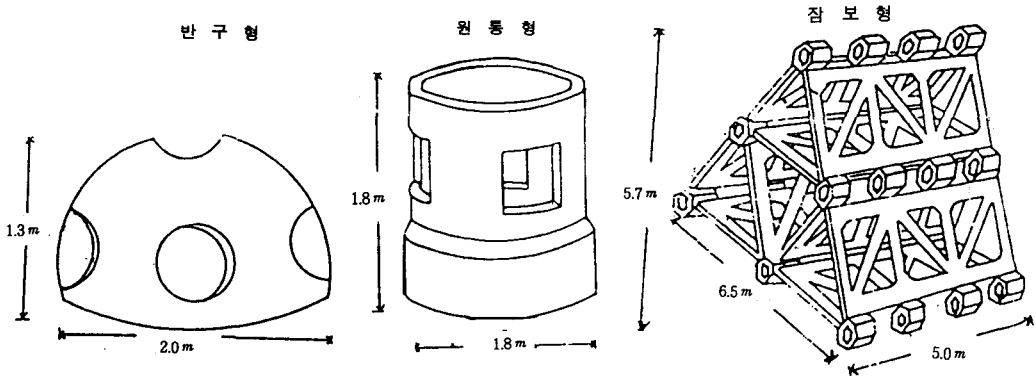
"인공어초"란 수중에 인공적으로 암초를 시설하여 해조류 및 기서생물의 부착, 서식 및 수산생물의 산란, 서식장이나 은신처를 조성하고 어류를 군집시켜 어장을 형성케 하는 것으로써 주로 콘크리트 구조물을 시설하고 있다.

인근 일본에서는 전후, 고갈일로에 있는 연안자원의 증강책으로 시설을 시작하여 수산자원 회복에 많은 효과를 얻고 있으며 우리나라에서도 '71년부터 시설을 계속하고 있고 미국에서도

<그림 1> 시설어초 종류 (4각형 및 고선)



〈그림 2〉 시험중인 개량어초 (반구형, 원통형, 잠보형)



그리고 '85년도에도 총사업비 6십 2억원으로 8㎡ 크기의 사각형 콘크리트어초 27,000 개를 제작하여 강원도 등 동서남해안의 7개도 연안수역 4,500헥타에 어초를 시설 중이며〈표2〉, 우리나라 동·서·남해연안 20~40m 수심에서 현재까지 조사된 인공어초 시설적지는 총 8만헥타이며 이 중 13,000헥타는 이미 시설되었으므로 '85년부터 "제 6차 경제사회발전 5개

년계획" 기간이 끝나는 '91년까지는 약 6백 5십 3억원을 투입하여 적지 46,000헥타를 개발하고 '94년까지는 총적지 8만헥타에 시설을 완료한 후 40m 이심의 연안수역에 대하여도 인공어초 시설적지를 면밀히 조사하여 해당수역에 적합한 종류의 어초를 개발, 시설을 확대해 나갈로써 인위적으로, 수산자원의 서식장과 어장을 조성해 나갈 계획이다.〈표3〉

〈표 1〉 시설실적 ('71~'84년)

구 분	계	정 부 사 업	수협 및 기타사업
○ 시 설 면 적 (헥 타)	13,039	12,529	510
○ 시 설 비 (백만원)	15,030	14,896	134
○ 시 설 량 ( 개 )	108,268	106,120	2,148
" ( 척 )	248	233	15
- 콘 크 리 트 4 각 형	104,806	102,658	2,148
" 원 통 형	1,942	1,942	
" 반 구 형	1,446	1,446	
" 잠 보 형	74	74	
- 고 선	248 척 (6,686.5톤)	233 (4,132.5)	15 (2,554)
○ 시 설 장 소 (개 소)	130	124	6
- 경 기	2	2	
- 강 원	30	30	
- 충 남	6	6	
- 전 북	8	7	1
- 전 남	23	22	1
- 경 북	21	21	
- 경 남	22	18	4
- 제 주	18	18	

〈표 2〉 '85 시 설 현 황

(單位 : Ha, 千원)

道 別	開 發 面 積	施 設 物 量	事 業 費			備 考
			計	國 費	道 費	
計	4,500	27,000 개	6,204,138	4,963,310	1,240,828	- 施設費
江 原	700	4,200	965,088	772,070	193,018	4 角魚礁
忠 南	100	600	137,870	110,296	27,574	(1 個當)
全 北	100	600	137,870	110,296	27,574	: 229,833 元
全 南	1,100	6,600	1,516,567	1,213,253	303,314	古船魚礁
慶 北	800	4,800	1,102,957	882,366	220,591	1 屯當 :
慶 南	1,300	7,800	1,792,306	1,433,845	358,461	210,000 元
濟 州	400	2,400	551,480	441,184	110,296	

〈표 3〉 인공어초 시설계획

(단위 : 헥타, 백만원)

구 분	계	실 적 ( '71 ~ '84 )	계 획							
			소 계	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91
시 설 량	59,039	13,039	46,000	4,500	6,500	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
투 자 액	80,232	14,958	65,274	6,386	9,223	9,933	9,933	9,933	9,933	9,933

### 3. 일본국 어초시설사업 실태

일본국은 바다를 생활의 터전으로 하는 섬나라이므로 바다의 중요성을 깊이 인식하고 수산생물의 원천인 수산자원의 번식보호를 위하여 바다를 가꾸고 다듬는 일에도 인위적으로 가능한 모든 방법을 동원하고 있다.

일본이 인공어초를 국가적인 사업으로 시설하기 시작한 것은 '52년 소형기선 저인망 어선의 폐선을 일본남부 “세도나이가이(瀬戸内海)”에 어초로 시설한 것으로부터 연유하여 그 효과가 큰 것을 알고 '54년에는 콘크리트어초와 교선어초를 시설하는 장기계획을 수립하여 “일본해측(日本海側)”으로 그 사업을 확대하였으며 '74년에는 연안어장 정비개발법을 제정함으로써 이 법을 근거로 '76 ~ '81년까지 “제 1차 연안정비 개발계획”을 수립 6개년 간에 인공어초를 시설하였으며 '82년도 부터는 “제 2차 연안정비개발 7개년 계획”을 수립하고 북해도를 비롯한 40개 연안 도도부현(都道府縣)에 1천

6백 5십억엔을 투입, 대대적인 인공어초 시설 사업을 실시함으로써 전연안의 1/5 정도를 수산자원의 산란서식장 및 양식장으로 구조를 개선할 원대한 계획을 수립, 시행하고 있는 실정이다.

#### 가. 어초시설 사업제도 및 추진실태

일본국의 인공어초 시설사업은 연안어장의 정비개발을 위하여 조사된 전 연안어장의 성장과해 • 어황자료를 토대로 하여 수립된 기본계획에 의하여 시행되고 있다.

사업은 각현이 주관하고 있으나 수산시험장과 지역어민이 협의하여 시설물량과 시설장소를 결정하고 공동으로 효과를 측정하여 사업을 확대해 나가고 있으며 수산청은 각현에서 수립된 계획을 종합하여 조정 • 집행을 지도하고 국비를 지원하여 본 사업의 과학적인 추진을 위하여 수산자원 및 생물학적인 제 문제와 해양토목학적인 문제 등 인공어초사업의 발전적인 집행을 유도함으로써 지역주민이 생산과 직결된 중요한 사업임을 스스로 인식하여 자율적으로 인공어초 시설을 확대

해 가고 있다.

사업비는 현의 재정형편에 따라 각기 다르기는 하나 중앙정부가 약 50~60%, 각현 및 어민이 40~50%를 부담하고 있으며, 어초의 개발은 약 30여 민간회사가 참여하여 콘크리트, 프라스틱, FRP, 철재 등의 재질로서 1×1×1m 크기의 소형어초로부터 수십m 크기의 조립식 대형어초에 이르기까지 대상어종에 따라서 저어초(底魚礁), 중층어초(中層魚礁), 부어초(浮魚礁) 등으로 구분하여 100여종의 어초를 개발, 시설하거나 시험 중에 있다.

용도별로 구분하면, 우리나라와 같이 연안수심 20~50m 정도에는 주로 저서어를 대상으로 하는 2×2×2m 크기의 사각형 콘크리트 어초와 원통형 콘크리트 어초를 보편적으로 많이 시설하고 있으며, 이 콘크리트 재질의 어초가 어류의 서식장 조성 및 집어효과가 좋은 것으로 판단되어 현재로서는 전 시설어초의 약 70~80%를 점하고 있으며 기타 신행 개량어초들도 대상어의 습성과 시설어장의 성상 및 해황 등에 따라서 적정어초를 선정하여 시설하고 있는 실정이다.

시설어초의 종류선택은 현이 시설해역의 여건과 대상어종, 내구성, 어초효과, 경제성 등을 검토하여 결정된 후 시설업체가 인공어초를 제작 시설하고, 시설 후 5개년 간 시설물에 대한 파손, 유실상황 등의 관리와 효과조사를 실시하여 현에 보고하고 있다.

민간업체에서는 신종개량어초를 개발하여 국가에서 시설하여 주도록 수산청에 검토를 의뢰하면 수산청은 각계 전문가로 구성되어 있는 어초협의회에서 해당어초의 안정성, 내구성, 어초로서의 기능·경제성·실행성 등 제조조건을 분석하여 개발가능성을 검토한 후 채택된 어초는 국가에서 실시하는 인공어초로 사용토록 인정하여 공인된 어초로 활용하고 있다.

#### 나. 시설 적지 선정 및 효과 조사

시설 적지 선정은 각현의 수산시험장이 자체의 시험연구사업으로써 어장성상과 생산상황을 계속 조사하고 현이 수산현황 등을 종합하여 어초를 시설한다.

이리하여 효과가 있을 것으로 예상되는 어장을

선정하고 단계적으로 시설해 나가고 있으며 적지 선정시는 대상생물에 대한 효과분석 검토는 물론 시설장소의 성상 및 해황과 저질 등을 면밀히 검토하여 장기 보존 가능성 등을 점검한다.

일본국의 인공어초시설의 주목적은 어류를 집어하여 어장을 형성시킴으로써 어획을 증대하는 데 두고 있고 어초의 시설 효과 조사 방법으로는 어초가 시설된 어장에서 조업하는 어선의 어획량 증대에 따른 방법과 조사원이 잠수하여 기서생물의 부착상황을 점검하고 어탐기와 수중카메라 등의 최신 장비로써 어류의 군집 및 서식상황 등을 조사하여 이를 종합분석하며 우리나라와 같이 인공어초가 시설된 한정된 수역에 한하여 단편적으로 효과를 추정하는 것이 아니라 어초시설 주위, 전 어장에 대하여 광범위하고 장기적인 효과를 측정함으로써 전어장의 생산성 제고라는 측면에 인공어초의 시설목적에 맞추고 있다.

#### 4. 어초시설 방법

콘크리트 어초는 20~40m의 저질이 사질이거나 사니질로써 어초를 시설코자 하는 곳의 양안이 천연초가 있는 곳이면 시설 효과가 좋다.

소형어초는 크레인 등에 의하여 수중에 집중시설하므로 조류 및 해류에 의한 선박의 이동과 부력에 의하여 정확한 시설이 불가능하나 집중 시설하도록 노력하여야 한다.

일본에서는 크레인으로 한번에 2개씩의 어초를 투하하였으나 수심의 2배로 확산되어 30m 수심에 150개를 시설하였을 때 해저의 60m 저변에 넓게 분산 시설되고 중앙에는 약 6m의 높이로 쌓이는 현상이 일어났으며 이러한 시설형태가 소형어초피로서는 적정하여 효과가 좋은 것으로 분석되고 있다.

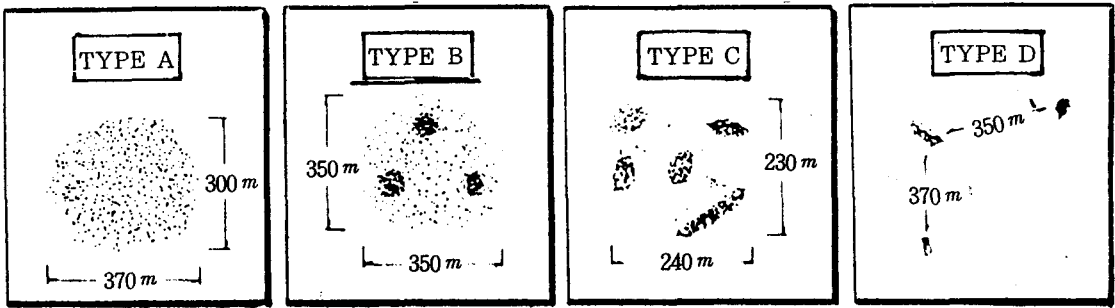
어초의 효과적인 배치는 중앙에 약 10%의 피를 형성하고 주위에 3% 정도로 분산함이 이상적이며 저서정착어용 소형어초의 피와 피사이의 거리는 약 300m 정도, 어초피가 합하여진 어초군과 거리는 약 600m가 이상적인 것으로 판단되고 있다.

그리고 단위어초피(單位魚礁塊)의 크기는 콘크리트어초는 400㎡~1,600㎡, 조립식 대형어

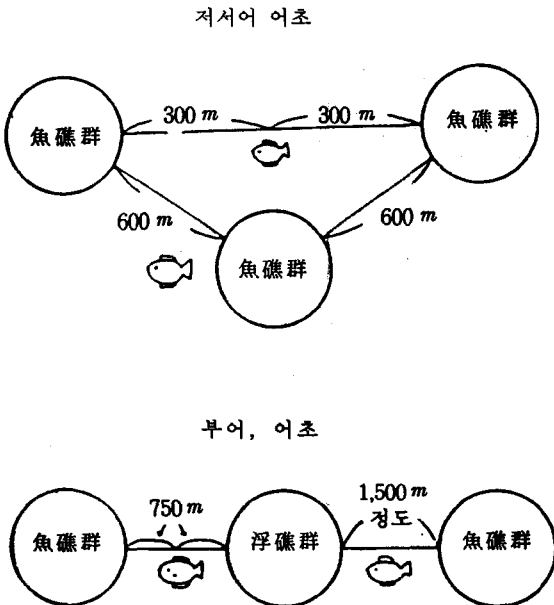
초는 2,000  $m^2$  ~ 4,000  $m^2$ 가 경제적이고 효과가 있는 것으로 분석되었고 연안저어를 대상으로 시설하고 있는 콘크리트 어초는 무더기로 집중시설함이 이상적이나 조류나 풍랑 등에 의하여 배가 이동하고 시설시 부력에 의하여 분산되고 있는 것이다. 그러므로 중앙에는 피를 형성하고 주위에는 단위어초가 분산되는 것이 좋으며 2 m 크

기의 콘크리트 어초의 피와 피간의 거리는 300 ~ 400 m, 그리고 피의 균집인 어초간의 거리는 저어를 대상으로 하는 어초에서는 1,500 m의 거리가 이상적이고, 어초군은 해류나 조류의 방향으로 직각되게 배치함이 좋으며 해저의 용기부에 설치함으로써 어류의 유집효과가 큰 것으로 나타나고 있다. <그림 3, 4, 5, 6, 7>

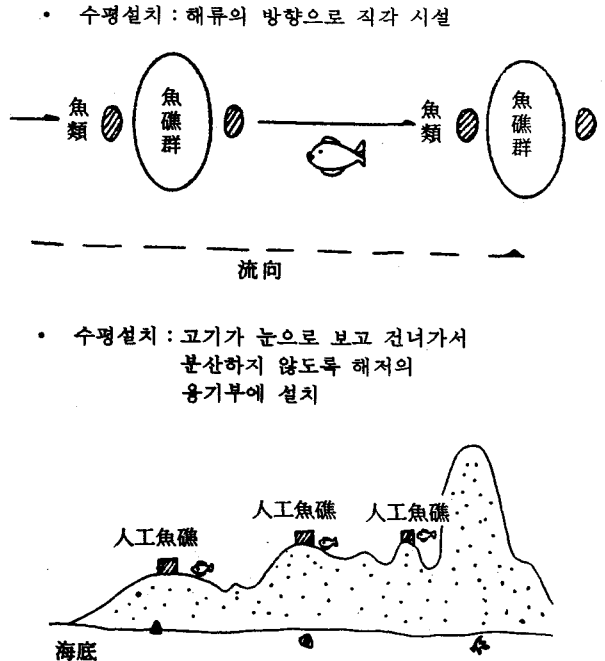
〈그림 3〉 어초군의 배치(최적시설·모형 : B타입)



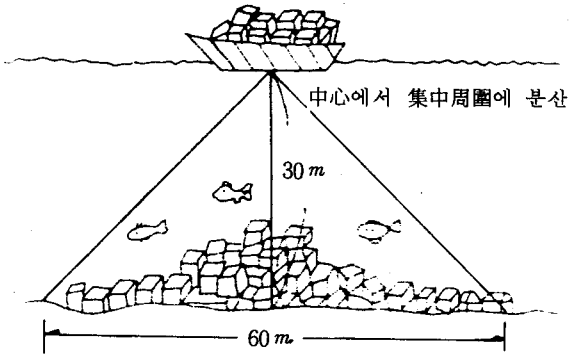
〈그림 4〉 최적 어초군의 배치



〈그림 5〉 어초의 설치 방향



〈그림 6〉 어초시설 방법 (2m각형 콘크리트 어초)



해류 (海流) 와 조류 (潮流) 가 어초에 부딪치면서 어초의 상층에는 흐름이 빨라지고 먹이생물이 많아지므로 해조류 및 패류의 부착이 좋으며 저층에는 와류가 발생하여 어류의 군집이 양호하다.

둘째, 생물학적인 효과로 어류가 어초에 붙어 있는 수산생물을 눈으로 보고 부착생물의 소리를 청각에 의하여 들음으로써, 어류생활 중심설에 의하여 군집하는 효과가 있다.

셋째, 음영에 의한 효과이다.

생물은 은신하고자 하는 본능이 있으므로 그늘진 곳을 좋아하여 모이게 된다.

넷째, 먹이생물의 조성이다.

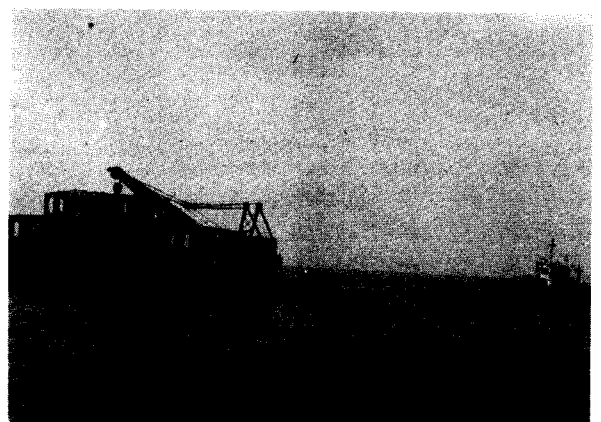
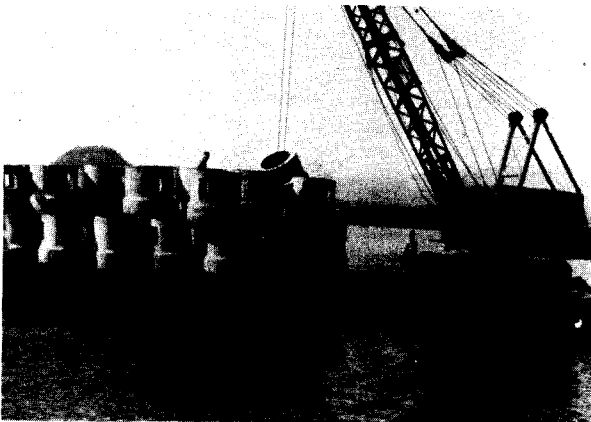
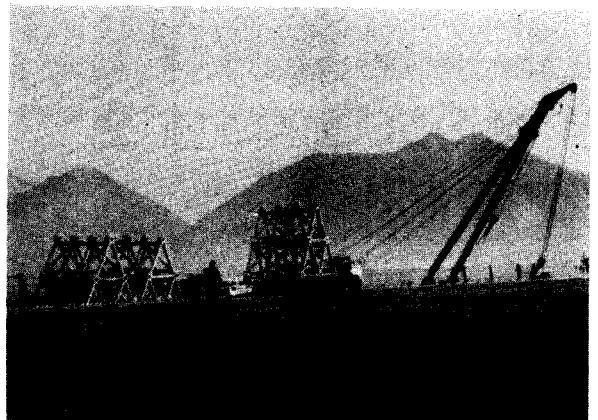
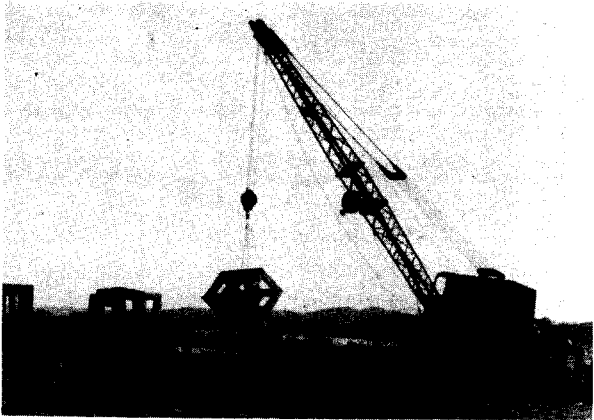
어초에 의하여 영양염이 풍부한 용승류가 발생하여 먹이생물이 풍부해짐으로써 수산생물의 생산효과를 얻을 수 있다.〈그림 8, 9〉

### 5. 인공어초의 효과

인공어초의 효과는

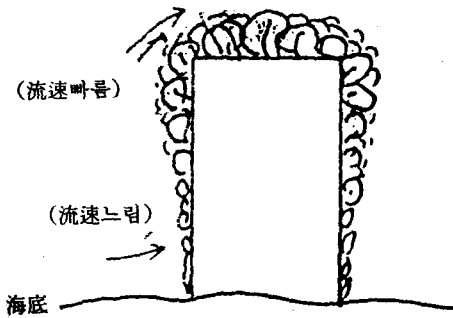
첫째, 물리적인 효과를 들 수 있다.

〈그림 7〉 어초시설 상태

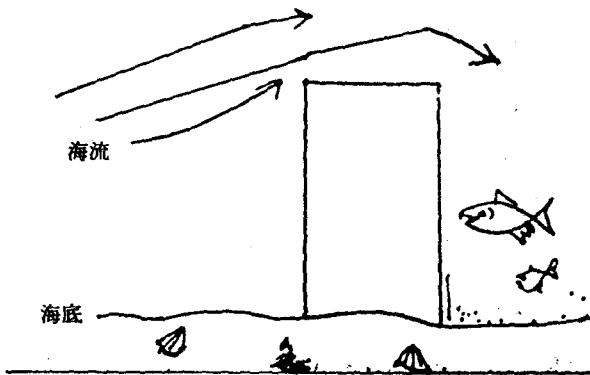




〈그림 8〉 부착생물 서식 상태



〈그림 9〉 어류가 모이는 모양

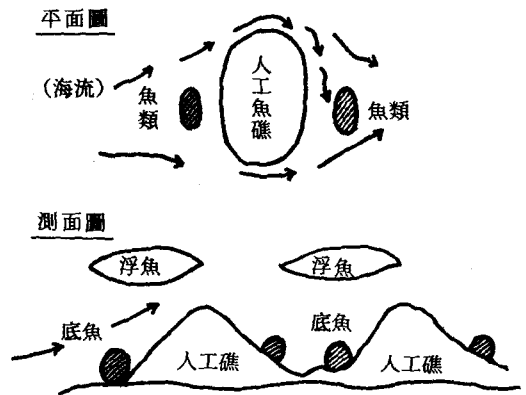


그리고 인공어초 시설의 주목적은 어초의 표면에 해조류 및 저서생물이 부착하여 서식, 성장하는 공간을 제공하여 줌으로써 수산생물의 직접적인 생성과 어류의 먹이생물을 생산, 저서정착어를 증산시키는 자원조성효과와 어류를 모아 어장

을 조성하는 어장조성 효과로 대별될 수 있다.

전자의 자원조성 효과는 시설된 어초에 먼저 미세규조가 부착하고 미역, 다시마 등 해조류가 서식하여 군락을 이룸으로써 어류 및 패류, 갑각류의 먹이생물이 생산됨에 따라 저서어가 서식하고 은신할 수 있는 조장이 형성되어 어장의 생산성을 향상시키는 방법이고 후자는 수심이 깊은 해역에 대형어초를 시설하여 회유어나 부어를 집어시킴으로써 인공어초 시설해역 주위를 좋은 어장으로 조성하여 주는 효과가 있다. 〈그림 10〉

〈그림 10〉 어류의 유집상태



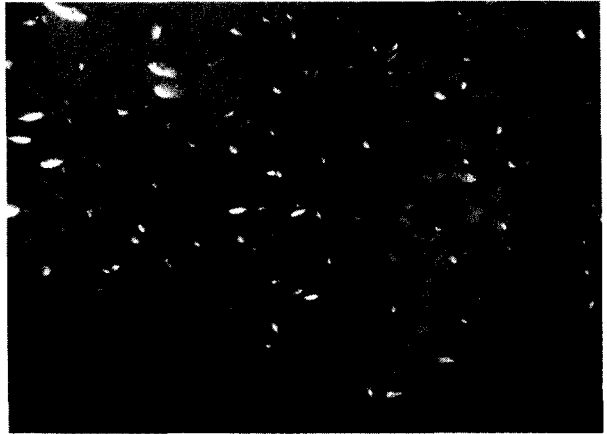
그러나 바다는 일정한 수역을 구획하여 고립 보 존시킬 수가 없으므로 인공어초시설 수역만의 어 초효과를 정확히 수치화 하는데는 여러가지 어려 움이 있으며 우리나라 동남해안에 시설된 어초에 대한 효과 조사 결과 시설 6개월 후에는 미세조

류와 미역 등 해조류 그리고 강장동물이 부착을 시작하고 1년 후부터 미역, 다시마, 전초 등과 전복, 소라, 우렁쉥이, 성게 등이 대량부착, 서식하며 정착성 어류가 군집하고 회유성어류가 많이 유집되고 있으며 어초를 시설한 수역이 시설하지 않은 수역보다 1.7 배의 어획량증가를 보이고 있고 시설년도가 경과함에 따라 어획효과가 점차 증가하고 있다.

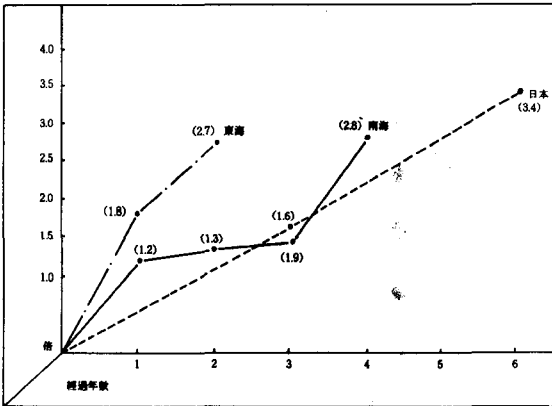
그리고 어초를 시설한 해역에서 조업 중인 어민들도 어초를 시설한 해역에서는 시설 전보다 어획량이 급격히 증가하고 있다고 말하고 있어 인공어초의 시설은 수산자원 조성에 지대한 효과가 있음을 입증하고 있다. <표 4, 5> <그림 11>

(그림 11) 인공어초 시설효과

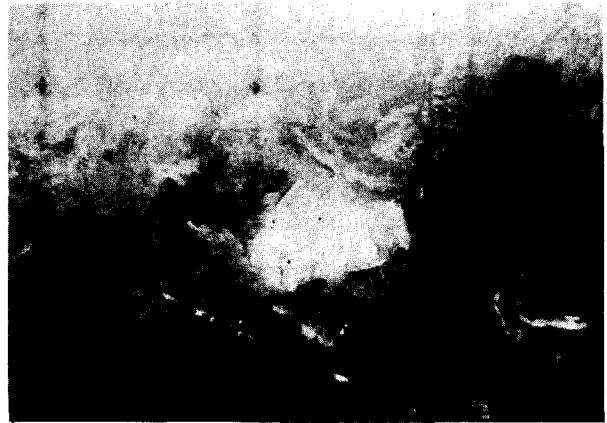
① 어초시설 직후 어류군집



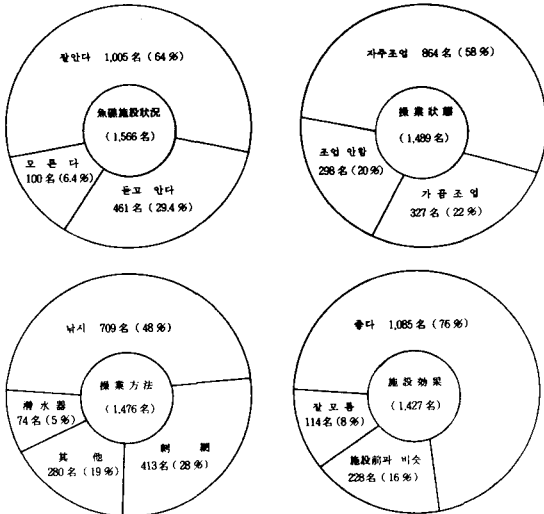
<표 4> 시설년도 경과에 따른 어획효과



② 해조류 부착 번무



<표 5> 인공어초에 대한 어민 여론



③ 어류서식 군집

