

# 제주도연안 인공어초의 집어효과 향상에 관한 연구<sup>+</sup> - 인공어초의 자원조성효과 -

안영화 · 노홍길 · 김석종 · 정동근 · 김문관\*  
(제주대학교 해양과학대학, \*제주도 해양수산자원연구소)

## I. 서 론

인공어초 시설은 연안어장에 인공적인 구조물을 설치하여 수산생물의 서식과 산란, 성육에 적합한 자연환경을 조성해 줌으로써, 연안정착성 수산생물은 물론 근해 회유성 어류를 유집할 수 있도록 하여 생물먹이와 휴식의 장소를 제공할 뿐만 아니라 산란의 장소로서도 중요한 역할을 할 수 있도록 하고 있다.

따라서, 우리 나라에서는 연안어장의 자원증식과 소형 기선저인망의 불법조업을 방지하고 수산자원을 보호할 목적으로 1971년도부터 남해안을 중심으로 동해안과 서해안 일부해역에 인공어초 시설사업이 이루어진 이래 1997년도까지 총 111,219ha의 인공어초 시설어장이 조성되었다.

한편, 제주도에서는 1972년도부터 마을어장 5개지선에 총 83ha (1,962개)의 인공어초 시설을 시작으로 1997년도까지 패·조류용 어초가 4,910ha, 어류용 어초가 11,384ha 시설되었으며, 앞으로도 2001년도까지 총 사업량 36,226ha에 96,152백만원의 사업비가 투입될 계획이다.

이와 같이 인공어초 시설사업은 장기간에 걸쳐 막대한 예산이 소요되기 때문에 이 사업을 효율적으로 추진하고 생산효과를 증진시키기 위해서는 인공어초 시설어장에 대한 해양환경등 시설전 적지선정에서부터 시설후 자원조성과 생산효과에 이르기까지 지속적인 연구조사가 이루어져야한다.

지금까지 인공어초 시설어장의 자원조성 및 생산효과에 관한 연구 조사로는, 어군탐지기와 육안적 관찰을 통한 인공어초 시설어장 주변의 어군분포와 행동에 관한 연구(田中 등, 1985)와 과학어군탐지기를 이용한 인공어초 시설어장의 어군량 추정에 관한 연구가 있다(田中, 1987; 1989).

우리 나라에서는 국립수산진흥원이 전국 연안어장에 시설된 인공어초 시설어장에서의 어획효과를 중심으로 인공어초 시설어장의 생산성에 관한 연구보고가 있다(국립수산진흥원, 1989;

<sup>+</sup> 이 논문은 (1995)년 한국학술진흥재단 학술연구조성비에 의하여 지원되었음.

1992). 그러나, 인공어초 시설어장에서서의 어군의 행동과 인공어초 시설이 해양환경에 미치는 영향, 그리고 인공어초 시설의 적정규모 등에 관해서는 아직도 많은 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 최근 5년(1993~1997년) 동안에 시설한 제주도 연안의 인공어초 시설어장중에서 패·조류용 인공어초 시설어장 3개지선(90ha, 1,470개)과 어류용 인공어초 시설어장 2개지선(240ha, 1,500개)에 대한 자원조성 및 생산효과를 단위 면적당 표본조사와 어획조사를 실시하여 그 결과를 분석, 검토함으로써, 향후 인공어초 시설 사업계획을 수립하는데 필요한 기초자료를 제공하고 효율적인 관리방안을 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 인공어초 시설해역 및 재원

본 연구 대상의 인공어초 시설은 Table 1에 나타낸 바와 같이 1993~1997년 사이에 시설된 마을어장내의 패·조류용 인공어초 90ha와 마을어장외의 어류용 인공어초 240ha로서, 조사해역은 Fig. 1과 같이 조천, 한동, 남원의 마을어장과 애월, 신흥의 마을외 어장이다.

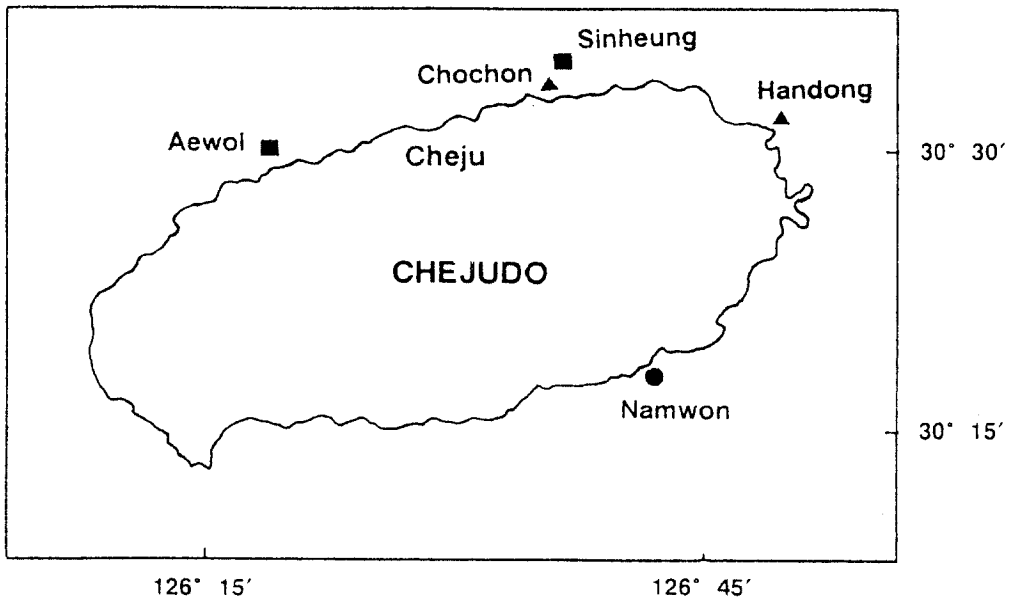


Fig. 1. The survey area of effectiveness of artificial reefs.

- : Cube type(2.0×2.0×2.0m) ●: Turtle type(∅2.0×1.3m)
- ▲: Protruding triangle type(1.5×1.3×1.4m)

Table 1. The outline of the survey on the artificial reefs

Survey area	Type of the reef	Installation year	No. of reef installed	Installation area(ha)
Namwon-ri	Turtle type	1993	250	40
Handong-ri	Protruding triangle type	1994	780	32
Chochon-ri	Protruding triangle type	1995	440	18
Aewol-ri	Cube type	1995	500	80
Sinheung-ri	Cube type	1996	1,000	160

## 2. 조사 내용 및 방법

### 1) 부착생물 조사

마을어장내에 시설된 패·조류용 인공어초 시설어장의 자원조성 및 생산효과를 조사하기 위하여 조사대상의 인공어초 시설어장 주변을 수중 로봇카메라(ROV)로 촬영하여, 그 영상을 확인 분석한 다음, Scuba Diver가 잠수하여 육안으로 직접 확인한 어초중에서 패·조류가 비교적 다양하게 부착된 표본어초 1개(1m<sup>2</sup>)를 선정하여 표본어초에 부착된 패·조류를 전량 채취하여 아이스박스에 넣고 실험실로 운반하였다. 채집된 부착생물은 패류와 해조류로 분류한 다음 각 개체별로 크기와 중량 및 수량을 계측하고 이것을 합산 평균하므로써 시설된 인공어초의 개수 당 부착생물의 평균 위집량으로 하여 인공어초 시설어장의 사업량에 대한 자원조성 및 생산효과를 추산하였다.

### 2) 어류의 위집상황 조사

어류용 어초인 사각형 어초시설 어장에 있어서 어류의 위집효과를 조사 분석하기 위하여 인공어초 시설어장으로부터 반경 400m 범위내의 암초등으로 형성되어 있는 자연초 어장과, 수심 및 저질과 해저 지형등이 인공어초 시설어장과 조건이 비슷한 해역으로 인공어초가 시설되어 있지 않은 비시설 어장을 비교, 조사 대상 어장으로 선정하여 어류의 위집상황을 수중 로봇카메라로 장시간 촬영하였으며 또한, Scuba Diver가 직접 잠수하여 수중비디오카메라로 촬영한 인공어초 시설 어장 과 그주변에 위집된 어군의 영상을 보면서 화면에 나타난 어류의 종류 및 개체수, 군집 밀도를 비교 분석하였다.

### 3) 어류의 분포조성 및 어획량 조사

어류용 인공어초 시설어장에 위집된 어류의 분포 조성과 시험 어장별 어획량을 조사 비교하



제주도연안 인공어초의 집어효과 향상에 관한 연구

리)/m<sup>2</sup>, 소라 *Batillus conutus* 331g(18마리)/m<sup>2</sup>, 방석고둥 *Tristichotrochus unicus* 81g(4마리)/m<sup>2</sup>, 오분자기 *Haliotis diversicolor* 15g(1마리)/m<sup>2</sup>순으로 출현하였다. 남원 반구형어초 어장에서는 보말고둥이 *Omphalius rusticus* 1,302g(60마리)/m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현하였으며, 소라 360g(15마리)/m<sup>2</sup>, 명주고둥 *Chlorostoma xanthostigma* 120g(8마리)/m<sup>2</sup>순으로 출현하였다. 한동 뿔삼각형어초 어장에서는 보말고둥이 220g(11마리)/m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현하였으며, 소라 250g(5마리)/m<sup>2</sup>, 오분자기 20g(1마리)/m<sup>2</sup>순으로 출현하였다. 그리고, 3개의 조사 어장중 성게류가 서식하고 있는 인공어초 시설어장은 남원의 반구형어초 시설어장 뿐이었다.

또한, 조천, 한동, 남원마을어장내에 시설되어 있는 인공어초에 대한 단위 면적당 해조류의 부착량을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 부착하고 있는 해조류는 녹조류가 3종, 갈조류가 3종, 홍조류가 4종으로 총 10종의 해조류가 출현하였다. 어장별 인공어초의 단위 면적당 부착량은 조천어장이 10,550g, 한동어장이 4,290g, 남원어장이 3,556g이었고, 조천어장이 가장 부착량이 많았다. 종류는 어장별로 큰 차이는 없었으나, 부착량은 큰 차이를 보였고, 어느 어장에서든 감태의 부착량이 가장 많았다.

Table 3. Attached organisms per unit area in the artificial reefs

(unit : g)

Species Scientific name (Korean name)	Chochon	Handon	Namwon
	Protruding triangle type	Protruding triangle type	Turtle type
<i>Cladophora wightiana</i> (갈색대마디말)			71
<i>codium fragile</i> (청각)		50	
<i>codium coarctatum</i> (누운청각)			151
<i>Ecklonia cava</i> (감태)	10,000	4,000	3,000
<i>Sargassum serratifolium</i> (툽니모자반)	250	60	
<i>Sargassum sp.</i> (모자반류)	200	150	220
<i>Acanthopiltis japonica</i> (새발)		10	27
<i>Gelidium amansii</i> (우뭇가사리)		20	36
<i>Amphiroa dilatata</i> (넓은게발)			51
<i>Carpopeltis angusta</i> (붉은뼈까막살)	100		
Total	10,550	4,290	3,556

## 2. 어류의 위집 상황

어류용 인공어초 시설어장에서 어류의 위집상황과 종별 분포상황을 조사하기 위하여 어군탐지기와 수중 로봇카메라로 어군의 위집상황을 확인한 후, Scuba Diver가 직접 잠수하여 확인한 어류의 위집 상황은 신흥 인공어초 시설어장에서는 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*과 능성어 *Epinephelus septemfasciatus* 등의 어류가 농밀한 대형군을 형성하고 있었으며, 그밖에도 황돔 *Dentex tumifrons*, 쥐치류 *Stephanolepis cirrhifer*, 어랭놀래기 *Pteragogus flagellifer*, 방어 *Seriola quinqueradiata* 등의 어류가 위집하고 있었다. 또한, 애월 인공어초 시설어장에서는 황돔과 쥐치 등의 어류가 농밀한 대형군을 형성하고 있었으며, 그밖에도 방어, 전갱이 *Trachurus japonicus*, 멸치 *Engraulis japonica*, 붕장어 *Conger myriaster*, 청달내가오리 *Dasyatis zugei* 등이 어류가 위집하고 있었다. 특히 황돔은 대형 개체가 인공어초 시설내에서 확인되어 인공어초가 정착성 고급어류의 서식처로 이용되고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

## 3. 어류의 분포조성 및 어획량

인공어초 시설어장의 생산효과를 조사하기 위하여 어류용 인공어초 시설어장과 자연초 어장

Table 4. Catch per unit from trammel nets fished at Aewol-ri

(unit : cm, kg)

Species Scientific name (Korean name)	Artificial reef area.		Natural reef area.		Control area.	
	Body length	Body Weight	Body length	Body Weight	Body length	Body Weight
<i>Conger myriaster</i> (붕장어)	85	4,000				
<i>Seriola quinqueradiata</i> (방어)	75	2,600				
<i>Trachurus japonicus</i> (전갱이)			11	50		
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (쥐치)	20	150				
<i>Engraulis japonica</i> (멸치)			11	10		
<i>Dentex tumifrons</i> (황돔)	22	400	17	100	20	300
<i>Dasyatis zugei</i> (청달내가오리)	25	500	20	300		
<i>Pteragogus flagellifer</i> (어랭놀래기)			15	50		
<i>Platycephalus indicus</i> (양태)			18	100		

제주도연안 인공어초의 집어효과 향상에 관한 연구

및 인공어초 비시설 어장에 대한 어획시험의 결과를 Table 4, 5에 나타내었다. 애월 인공어초 시설어장에서의 어획량은 폭당 8,550g(7마리)이었고, 자연초어장에서는 폭당 910g(10마리), 인공어초 비시설어장에서는 폭당 300g(1마리)이었다. 또한, 신흥 인공어초 시설어장의 어획량은 폭당 3,150g(12마리)이었고, 자연초어장에서는 폭당 1,950g(6마리), 비시설 어장에서는 폭당 400g(2마리)이었다. 이와 같이, 조사어장에 따라서 어획된 어종과 어획량이 비교적 큰 차이를 보였고, 인공어초 시설어장에서는 천연초 어장과 비시설 어장에 비하여 어종이 다양하고, 어획량이 높았다.

Table 5. Catch per unit from trammel nets fished at Sinheung-ri

(unit : cm, kg)

Species Scientific name (Korean name)	Artificial reef area.		Natural reef area.		Control area.	
	Body length	Body Weight	Body length	Body Weight	Body length	Body Weight
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (쥐치)	25	350	25	350		
<i>Dentex tumifrons</i> (황돔)	24	400	24	400	24	400
<i>Pteragogus flagellifer</i> (어령놀래기)			24	300		
<i>Goniistius gonatus</i> (아홉등가리)	20	250	20	250		
<i>Inimicus japonicus</i> (쭈기미)	12	50				

#### IV. 고 찰

인공어초 시설어장의 자원조성 및 생산효과를 연구조사하는 것은 앞으로 시설되는 인공어초 시설어장의 효율적인 관리와 지속적인 생산이 가능하도록 인공어초 시설 사업에 필요한 계획을 수립하고, 지역 어민들의 소득을 증대시키는 데 그 목적이 있다.

우리 나라 전국연안에 시설된 인공어초 시설어장의 자원조성에 관한 연구에서 제주도 연안의 인공어초에 부착한 해조류는 감태(*Ecklonia cava*)와 모자반(*Sargassum sp.*)이 가장 많았다고 보고되어 있다(국립수산진흥원, 1989; 1992).

본 연구에서도 인공어초에 부착한 해조류는 감태와 모자반이 가장 많아서 제주도 연안어장에 시설한 인공어초의 부착 해조류는 감태와 모자반이 주종을 이루고 있다고 생각된다.

또한, 인공어초 시설어장의 패류 서식량은 전체적으로 종류가 다양하지는 않았지만, 비교적 풍부하였다. 그러나, 3개의 조사 어장중 성게류가 서식하고 있는 인공어초 시설어장은 남원의

반구형어초 시설어장 뿐이었다. 이것은, 조천과 한동의 뿔삼각형어초 어장에서는 해녀들이 어초 어장에서 비교적 자주 조업을 하고 있어서 부착상태를 확인할 수 없었다고 생각되며, 남원의 반구형어초 시설어장에서는 어초의 구조상 해녀들이 조업 기피로 인하여 성게 등 조성된 자원이 비교적 쉽게 확인할 수 있었다고 사료된다. 향후, 수심 10~20m 이내의 마을어장내에 시설하는 반구형어초는 패·조류가 많이 부착되어 자원 조성 및 생산효과가 높다고 하더라도 그 구조상 잠수해녀들이 접근을 꺼려하고 있기 때문에 패·조류를 대상으로 마을어장내에 시설하는 반구형 인공어초 시설은 고려해 볼 필요가 있다.

또한, 우리 나라 전국연안에 시설된 인공어초 시설어장의 자원 조성에 관한 연구에서는 인공어초 시설어장의 생산효과는 천연초나 인공어초 비시설 어장에 비해 2~3배 정도의 어획증대 효과가 있다고 보고되어 있다 (국립수산진흥원, 1989; 1992).

따라서, 본 연구에서도 인공어초 시설어장의 생산효과를 조사하기 위하여 어류용 인공어초 시설어장과 자연초 어장 및 인공어초 비시설 어장에 삼중자망을 이용하여 어획시험을 실시한 결과를 보면, 인공어초 시설어장의 어획량은 폭당 3,150g과 8,550g 으로 천연초 어장의 910g과 1,950g에 비하여 3.5~4.4배, 인공어초 비시설 어장의 300g과 400g에 비하여 10.5~21.4배로 아주 많았다. 이와 같은 결과는 기존의 연구결과와 같은 현상으로 볼 수 있고, 인공어초 시설효과는 생산성 향상에 크게 기여하고 있다고 사료된다.

그러나, 인공어초 시설어장이 생산성 향상에 크게 기여하고 있음에도 불구하고 여러 가지 문제점이 대두되고 있다. 예를 들면, 인공어초 시설어장의 위치 확인에 있어서 시설당시에 작성된 도면에 표시된 위치는 시설 후, 실제 현장 조사과정에서 확인된 위치와는 상당한 오차가 포함되어 있다. 이것은 시설당시 작업선의 GPS수신기로 측정된 위치는 해상의 대수 위치이기 때문에 실제 어초가 투하되어 착지된 지표면의 대지위치와는 상당한 오차가 포함되어 있기 때문이다. 따라서, 수심 10m 내외의 마을어장내에 시설된 인공어초 시설어장은 지선어촌계 잠수해녀들이 상시 작업을 하고 있기 때문에 직접 확인이 가능하나 수심 30~50m 내외에 시설하는 마을어장 외측의 어류어획용 어초는 상시 조업하는 현지어민(어선어업)도 정확한 위치 파악이 안되고 있을 뿐만 아니라, 조사선의 GPS나 어군탐지기 등에 의한 위치 확인만으로는 많은 어려움이 있다. 따라서 시설당시 작업선의 GPS에 의한 위치 뿐 아니라 레이더와 육분의를 이용한 수평협각법과 같은 다양한 위치 측정자료가 제공되어야 한다.

## V. 요약

제주도연안 인공어초의 집어효과 향상에 관한 연구를 위하여 인공어초 시설어장에서 패·조류 및 어류의 표본채집과 육안적 관찰 및 삼중자망으로 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.



## 제주도연안 인공어초의 집어효과 향상에 관한 연구

1. 조사대상 인공어초 시설어장의 패류 출현종은 6종이었고, 서식량은 490~3,683g/m<sup>2</sup> 으로 패류의 위집 효과는 대체로 양호한 상태였다.
2. 조사대상 인공어초 시설어장에 부착하고 있는 해조류는 10종이었고, 부착량은 3556~10,550g/m<sup>2</sup> 으로 풍부하게 부착하고 있었다.
3. 조사대상 인공어초 시설어장의 어획량은 천연초 어장에 비하여 3.5~4.4배, 인공어초 비시설 어장에 비하여 10.5~21.4배의 어획효과가 있어서 높은 생산성을 확인할 수가 있었다.

## VI. 참고문헌

- 국립수산진흥원 : 전국연안 인공어초 어장 생산성 조사, 수진원사업보고 82, 1989, pp. 1~107.
- 국립수산진흥원 : 한국연안 인공어초의 자원조성에 관한 연구, 수진원사업보고 95, 1992, pp. 1~89.
- 남해수산연구소 제주분소 : 인공어초 사후관리 조사보고서, 1996, pp. 1~61.
- 제주대학교 해양연구소 : 인공어초 사후관리 조사보고서, 1997, pp. 1~83.
- 한국해양연구소 : 인공어초에 부착하는 저서 생물에 관한 연구, 1992, pp. 1~55.
- 田中實, 柿元 皓, 大久保久直 : 魚礁漁場における魚類生態に関する研究 1, 水産土木 22(2), 1985, pp. 9~16.
- 田中實 : 魚礁漁場における魚類生態に関する研究 3, 水産土木 24(1), 1987, pp. 1~6.
- 田中實 : 魚礁漁場における魚類生態に関する研究 4, 水産土木 25(2), 1989, pp. 1~8.
- 日本水産資源保護協會 : 人工魚礁の理論と實際 1, 1976, pp. 1~119.

# Studies on the Improvement of the Fish Gathering Effects of Artificial Fish Reefs in the Coastal Area of Cheju Island

-The Effectiveness of Fishery Resources Enhancement of Artificial Fish Reefs-

Young-Wha AHN · Hong-Kil RHO · Suk-Jong KIM · Dong-gun JEUNG · Mun-Kwan KIM\*  
(College of Ocean Sciences, Cheju National University, Cheju-do 690-756, Korea,  
Cheju Province Fisheries Resources Research Institute, Cheju-do 699-810, Korea)

## Abstract

The effectiveness of fishery resources enhancement of artificial reef settled in the coast of Cheju Island was determined by using the samples collected by scuaba and caught by the trammel net.

The obtained results are summarized as follows;

1. Six types of shellfish were found in the artificial reef area, and the amount of shellfish living in that area was 490~3,483g/m<sup>2</sup> according to our research. This shows a high density of shellfish in that area.
2. Ten types of seaweeds were found in the artificial reef area, and the reef living in that area was abundant, with 3,556~10,550g/m<sup>2</sup>.
3. The amount of a catch of fish in the artificial reef area was 3.5~21.4 times more than in the control area. This result shows the high productivity in that area.