

理學碩士 學位論文

인공어초사업의 변천과 문제점

指導教授 李 株 熙

이 논문은 理學碩士學位論文으로 提出함



2005 年 2 月

釜慶大學校 大學院

水產·海洋 學·研 協同科程

鄭 金 哲

鄭金哲의 理學碩士 學位論文을 認准함

2005年 2月

主 審 水産學博士 李 春 雨



委 員 水産學博士 申 鉉 玉



委 員 水産學博士 李 珠 熙



목 차

Abstract	1
I. 서 론	3
II. 인공어초사업의 현황	5
1. 인공어초의 정의	5
2. 인공어초사업의 목적	7
3. 인공어초사업의 연혁	8
4. 인공어초사업의 관련법규	12
5. 새로운 인공어초의 선정절차	13
6. 일반어초의 종류	16
7. 인공어초 시설 현황	25
8. 인공어초의 시설 효과	31
9. 인공어초사업의 외국사례	34
III. 인공어초사업의 문제점	37
1. 적지조사	37
2. 어초 소재의 다양화	38

3. 인공어초의 구조 및 시설방법	39
4. 인공어초 사후관리	40
5. 인공어초의 효과 판정	40
IV. 고 찰	42
V. 요 약	45
감사의 글	47
참고문헌	49

Transition and Present Issues of Artificial Reef Projects in Korea

Geum-Cheol JEONG

URIP. of Fisheries and Oceanography, Graduate School,

Pukyong National University

Abstract

The artificial reef used as the sea jungles for fish and offers the habitat, where the fisheries resource incessant to grow up. In this study the development of form of the artificial concrete reefs for the fisheries resource, the methods of installation and management in Korea in recent 30 years are fully described. Then, the development processes to the future are recommended in detail.

The following conclusion can be arrived by this study:

The simple method for the regulation of installation site for the artificial reefs is to be modified in principle of the biological, technical and fishing-methodical consideration.

The square form based reef is to be changed the extensive shape and the variable structure for the installation purpose. The gravity-dependent installation method on the bottom of sea is to be changed the graduated method with the crane, in order to locate the underwater position of the sea better.

The management should be achieved by the principle of the durability of artificial reefs, which existing fish types and economic aspect are considered.

All management methods for the artificial reefs are to be concentrated on Fisher to be able to obtain thereby maximum profit in the installed area.

The concrete goal to future resource management should be also placed and this goal can be achieved by self-regulation of fisher.

I. 서 론

1982년 유엔해양법협약에서 200해리 배타적 경제수역제도가 도입되고, 1994년 11월 그 제도가 발효됨으로서 세계 주요 연안국들은 200해리 내의 어업자원에 대한 관할권의 확보가 명문화되었다. FAO에서는 책임 있는 어업규범 강화로 자원의 제한, 환경적 제한, 어업관리 역할과 기능 강화, 투입노력량 조절, 어획량 조절, 국제협력 등을 강화하고, WTO/DDA에서 정부 보조금 및 관세인하 내지는 철폐가 심도있게 논의되고 있으며, 수산물 수입자유화로 어업경영을 더욱 어렵게 할 것으로 전망된다. 또한 EEZ 선포는 한·중·일 3국으로 하여금 어업협정을 체결토록 하여 한·일 어업협정은 1999년 1월에, 한·중 어업협정은 2001년 6월에 발효되었다. 이로 인하여 원양어장의 축소뿐만 아니라 우리나라 연근해어장이 축소되어 우리나라 수산업이 어려움에 처하게 되었다.

국내적으로는 자원남획 등으로 어업생산량 감소로 인한 어업경영 수지의 악화를 극복하기 위한 수단으로 어획노력량과 어구규모를 증대시켜 과다 경쟁함으로서 자원은 더욱 더 남획되어 어획량은 감소하고 어업비용만 상승하여 경영수지는 더욱 악화되는 악순환을 거듭하고 있다. 또한, 간척·매립사업으로 인한 연안 서식장의 파괴와 임해공단 건설로 인한 인구의 도시 집중화와 오염의 가중으로 해양환경이 변화됨으로 인하여 수산자원의 생산

력은 급격히 감소하고 있다.

한편, 국민 생활수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 증대되면서 건강식품으로 인식된 수산물의 소비는 꾸준히 증가하여 우리나라 국민 1인당 1일 섭취하는 동물성 단백질의 37.5%를 수산물이 공급하고 또 그 소비량은 꾸준히 증가 할 것으로 예상되나, 국내 수산물 공급량은 정체 내지 감소추세에 있어 수산물 수급 불균형은 더욱 심화될 것으로 전망된다.

따라서 이러한 연안어장의 생산성 저하를 막고 어업인들의 소득 향상 및 어촌사회 기반을 조성하기 위하여 세계 연안국들은 연안자원 조성에 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라는 1970년대 초부터 기초생산 기반을 높이고 수산 동·식물의 서식지를 만들어 연안 수산자원을 조성하기 위하여 인공어초 사업을 수행하고 있다. 이러한 인공어초는 해중림 조성, 어류의 산란장, 먹이장, 휴식장의 역할에 의한 자원조성 뿐만 아니라 나아가 어업인의 소득 향상과 관광자원 등으로서 역할을 하고 있다.

인공어초에 관한 조사연구는 인공어초사업이 시작되면서부터 수행하여 왔으나 주로 인공어초 효과조사를 중심으로 1990년대 까지 수행되었고, 1990년 이후에는 어초의 다양화, 사후관리 등에 대해서도 조사연구하고 있다.

본 논문에서는 2003년도까지 우리나라 인공어초에 관한 조사 연구보고서 및 통계자료를 분석하여 인공어초 종류의 변천과정, 유실 및 매몰의 예방차원 적지조사에서부터 한층 발전된 현재의 조사방법 및 외국의 사례에 대

해서 검토하고, 우리나라 인공어초사업의 문제점을 제시함으로써 인공어초 사업 발전에 기여하고자 한다.

Ⅱ. 인공어초 사업의 현황

1. 인공어초의 정의

인공어초는 수산생물이 암초, 침물선 등에 모이는 성질을 이용하여 해저나 해중에 인공적으로 설치하는 구조물이다. 수산생물이 인공어초에 모이는 이유에 대해서는 명확히 밝혀진 것은 없으나, 인공어초에 모이는 어류는 어초에 대하여 특유의 행동형태를 보이는 것으로 알려져 있는데, 일반적으로 Okawa(1973)가 제시한 위집어군의 수직적모식도를 이용하여 어류가 어초에 모이는 이유를 설명한다.

인공어초에 모이는 어종은 각각의 감각기관으로 인공어초의 존재를 감지하면서, 특유의 행동을 보이는 것으로 조사되어 있다. 이러한 생물이 인공어초의 존재를 감지하기 위한 자극으로서 접촉 자극, 시각 자극, 음파 자극, 흐름 자극 등이 있으며, 주로 접촉 자극, 시각 자극으로 감지하는 어종은 넙치, 붕장어, 배도라치, 쥐노래미, 쏨뱅이, 볼락 등이고, 주로 시각 자극, 음파 자극으로 감지하는 어종은 참돔, 뱀장어, 돌돔, 뽕돔, 농어 등이

며, 주로 음파 자극, 흐름 자극으로 감지하는 어종은 방어, 가다랭이, 전갱이, 고등어, 눈통멸 등이다.

어류는 성장단계에 따라 각각 특유한 생활권이 있어 성장단계에 따라 흘러 다니는 해조류와 함께 생활하기도 하고, 얕은 바다에 해조가 무성한 곳에 생활하기도 한다. 또한 암초성 어류의 대부분은 치어기부터 암초지역에서 생활하는 등 수중물체와 관련을 가지고 생활을 한다. 이들 생활상에 따라 어초의 기능을 크게 3가지로 분류하여 살펴보면 다음과 같다.

1) 휴식장

어초내부와 어초의 사이에 머무는 어종과 어초 주변에 유영하는 암초성 어류와 저서성 어류는 어초가 일종의 휴식장이라 할 수 있다. 어초의 주변에 생활하고 있는 돌돔, 뽕에돔, 볼락류, 쥐치류 등은 어초가 서식장이며, 표·중층성 어류의 경우는 어초에서 어초로 이동하는 것이 일반적이며 그 사이에 색이행동을 하고 천적을 만났을 때 도피처로도 사용이 되지만, 이러한 행동은 인공어초시설을 일시적인 휴식장으로 이용하고 있다고 봐야 할 것이다.

2) 섭이장

어초가 생물학적 기능으로 어류와 중요한 관계를 갖는 것은 먹이를 섭취

하는 곳이라는 것이다. 어초는 고착 혹은 부착생물의 생활기반 및 착생생물의 군집을 증대를 통한 먹이사슬 형성과 인공어초에 모여든 어종간의 먹이사슬 형성으로 먹이장의 기능을 수행한다.

3) 산란장

쥐노래미의 산란 생태를 보면 어초는 그들의 산란장 역할을 한다. 일본에서는 벤자리도 6~7월 산란기에 어초에 모여드는데, 이때 낚시로 고기를 많이 낚고 있다. 어류는 아니지만 화살오징어도 어초에 산란한다고 한다.

자원배양에 있어 산란할 어미고기가 안전한 산란장을 확보하는 것은 스트레스를 경감시켜 산란률 및 수정률 특히 부화률을 높이는 것과 관련된다.

2. 인공어초 사업의 목적

인공어초 사업은 해저에 인위적으로 조성된 구조물에 해조류의 부착기반을 조성하여 먹이 사슬이 이루어져 수산생물의 휴식장, 섭이장 및 산란장을 제공하여 감소추세에 있는 수산자원을 되살려 어장으로서 기능을 유지하고 어장의 생산력을 증대시켜 어업인의 소득증대를 통해 윤택한 환경을 영위 하게하며 국민의 레저·관광을 위한 자원조성의 기반을 마련하는데 목적이 있다.

3. 인공어초 사업의 연혁

우리나라에서는 날로 감소하는 어업자원을 보전하는 방안으로 어업자원의 서식환경을 개선하기 위해 1971년부터 인공어초 시설사업을 실시하고 있다.

이와 같은 목적으로 실시하는 인공어초사업의 연혁을 살펴보면 다음과 같다.

1971 : 소형사각어초($1.0 \times 1.0 \times 1.0m$)와 고선어초를 강원도 양양 앞바다에 최초 시설

1981. 9. 22 : 수산자원조성5개년계획(1982~1986) 수립에 따른 관계자 회의
시 어초 종류 다양화 건의

1982. 5. 7 : 인공어초 개발을 위한 민간참여 계획 수립

1982. 5. 17 : 민간업체 참여 회의개최(33개사 참석) - 개량어초 개발권장

1982. 9. 30 : 7개 민간업체에서 39종의 어초를 개발하여 일반어초로 신청

1982. 10. 18 : 39종에 대한 검토 세부일정 협의(수산청, 국립수산진흥원)!

1982. 11. 25 : 제1차 검토(국립수산진흥원)

1982. 12. 21 : 제2차 검토(수산청, 국립수산진흥원, 경상남도) - 8종 선정

1983. 2. 1 : 어초검토협의회 위원에게 8종을 사전 검토 의뢰

1983. 2. 15 : 시·도, 국립수산진흥원 및 업체에 4종 선정 통보(1983예산
의 10% 범위 내)

1983. 3. 28 : 집행지침 개정, 사업추진 지시

1987. 8. 31 : 인공어초시설사업 검토(국립수산진흥원) - 시험어초 선정 및
개량어초(원통, 반구, 잠보형)의 시설효과 등에 대한 평가

1987. 9. 30 : 인공어초시설사업 2차 검토(국립수산진흥원)-시험가치가 있다
고 판단된 어초에 대한 적합성, 안정성, 실행성 등 구체적으로 검토

1987. 11. 9 : 어초검토협의회 개최 - 1983 개량어초 효과 인정 계속 시설
및 시험어초 선정(조립식, 육각형)

1987. 12. : 인공어초시설사업 집행지침 개정

1989. 8. 18 : 신종어초 개발 검토계획 수립

1989. 12. 4 : 어초검토협의회 개최 - 시험시설 대상어초 선정(삼각형, 뿔삼
각형, 육교형, 요철형) 및 시험시설 방법 논의

1992. 12. 12 : 어초검토협의회 개최 - 육각형을 일반어초로 전환

1993. 1. 8 : 인공어초시설사업 집행지침 개선

- 시험어초 : 민간인이 개발, 자기부담 또는 시설만 지자체에서 일
부 부담하며 및 효과조사는 개발자가 부담하는 어초
- 연구어초 : 국립수산진흥원장의 모형개발과 자원조성 효과조사용
- 고선어초 : 삭제

1993. 6. 4 : 어초검토협의회 개최

- 일반어초 전환 : 뿔삼각형, 육교형
- 시험어초 선정 : 창문삼각형, 말굽형, 톱니형

1994. 5. 19 : 어초검토협의회에서 요철형을 일반어초로 전환

1994. 12. : 인공어초시설사업 집행지침 개정

- 시설방법 개선

* 연안어초는 단지간거리 300m 이내에서도 병렬시설 조정

* 단위면적(1단지 16ha, 800m²)이하에서도 시설

* 어초시설은 지역여건과 종류, 기능에 따라 상적 또는 병렬 등으로 시설하되 시설목적과 기능이 최대한 유지 확보되도록 시설

* 현수거치 : 반구, 잠보, 육각, 뿔삼각, 육교, 요철, 시험 및 연구어초

* 현수투하 : 사각형, 원통형, 시험 및 연구어초(현수거치 또는 현수투하로만 구분)

1995. 12. 27 : 인공어초시설사업 집행지침 개정

- 시·도 및 시·군 관계공무원으로 하역금 공사감독 업무를 보조할 수 있도록 조정

1996. 6. : 인공어초시설사업 집행지침 개정

- 시험 및 연구어초 선정 : 6종

- 시험어초 시험방법 개선 : 시험어초는 최소 규모로 시·도지사가 시설하고, 효과조사도 주관하도록 개선(3년간)

- 10~20m 수역과 마을어장 수역의 적지조사 등 국립수산진흥원장

이 판단하여 적지조사 장비를 갖춘 어촌지도소에서도 실시할 수 있도록 정함

1997. 7. : 어초검토협의회 개최

- 시험어초 선정 : 5종(반원가지형, 원통가지형, 다목적요철형, 뿔사각형Ⅱ, 거북이형)

1998. 1. 19 : 인공어초 시설사업 및 관리요령 제정(해양수산부훈령 제92호)

- 인공어초 표준설계 및 시공 등에 관한 지침 제정(1998.1.24)
- 인공어초 실명제 도입(발주처, 공사감독관, 시공사 등)
- 자율관리어업 실시 대상어종의 보호를 위한 어초시설 제정
- 국립수산물진흥원에 적지 및 효과조사 방법에 관한 지침 제정
- 어초사업 추진실태 종합평가제 도입

2000. 1. 7 : 일반 및 시험어초 선정

- 일반어초(1종) : 방갈로형
- 시험어초(3종) : 외부흡삼각형, 플라스틱 사각어초, 강제증식어초 |
- 인공어초시설사업 집행 및 관리규정 개정
 - * 시설방법 개선 : 현수투하 → 현수거치
 - * 시설수역 확대 : 50m 이하 해역 → 70m 이하 해역

2001. 1. 30 : 일반어초(3종) 및 시험어초(3종) 선정

2002 : 세라믹어초(3종) 강제어초(3종)의 일반어초 선정(총 24종)

2003 : 기르는 어업 육성법 시행(어초어장 이용 및 관리의 제도화 추진)

4. 인공어초 사업의 관련법규

인공어초 사업의 효율적인 추진을 위한 사업시행의 법적인 근거는 다음과 같다.

1) 수산업법

제79조의2(수산자원의 조성)① 행정관청은 수산자원을 조성하기 위하여 다음 각호의 1에 해당하는 사업을 시행하여야 한다.

1. 어초시설사업
2. 수산종묘의 생산·공급 및 방류사업
3. 어선감척등 어업구조조정사업
4. 기타 수산자원조성에 필요한 사업

② 해양수산부장관은 제1항의 규정에 의한 수산자원조성사업을 효율적으로 추진하기 위하여 수산자원조성사업기본계획을 수립하고, 시·도지사는 그 기본계획에 따라 지역특성을 감안하여 수산자원조성사업 시행 계획을 수립·시행하여야 한다.<개정 1996.8.8>

③ 수산자원조성사업의 추진방법·시설기준 및 절차 기타 필요한 사항은 해양수산부장관이 정한다.<개정 1996.8.8>[본조신설1995.12.30]

제87조(보조) 행정관청은 수산업의 장려와 진흥을 위하여 필요하다고 인정할 때에는 보조금을 교부할 수 있다.

2) 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률시행령

제4조(보조금 지급대상사업의 범위와 기준보조율)①법 제9조 단서의 규정에 의하여 보조금의 지급대상이 되는 지방자치단체의 사업 및 기준보조율은 별표1과 같다.

[별표1]보조금 지급대상사업의 범위와 기준보조율(제4조관련)

사 업	기준보조율(%)	비 고
인공어초시설	80	

5. 새로운 인공어초의 선정절차

새로운 인공어초를 개발한 개인, 법인, 회사, 단체 등은 특허 또는 실용신안권을 획득한 후, 시·도에 시험어초로 선정해 달라고 의뢰하면, 시·도에서는 관련 전문가로 구성된 시·도 어초협의회의 회의를 개최하여 시험어초 선정 여부를 결정한다. 시험어초로 선정되면 효과조사를 실시할 수 있도록 인공어초를 시설하고, 효과조사는 개발자 부담으로 국립수산과학원

에서 2년 이상 수행하여야 한다. 효과조사 결과를 기초로 시·도지사는 해양수산부에 일반어초의 선정에 대하여 심의의뢰 하며, 해양수산부에서는 중앙어초협의회를 구성하여 심의하여 일반어초로 선정 여부를 결정한다. 시험어초가 일반어초로 선정되면 각 시·도에서는 인공어초시설사업 시에 사용할 수 있게 된다.

국립수산과학원에서 개발하여 특허를 취득한 어초에 대해서는 시·도 어초협의회에 연구어초로 신청할 수 있으며, 시·도에서는 해양수산부장관의 승인을 득하여 시험시설을 할 수 있다.

연구어초에 대한 효과조사도 시험어초와 동일한 방법으로 수행되며 일반어초의 선정 절차도 시험어초와 동일하나, 단지 의견 제출은 국립수산과학원장에 의해서 이루어진다(Fig 1).

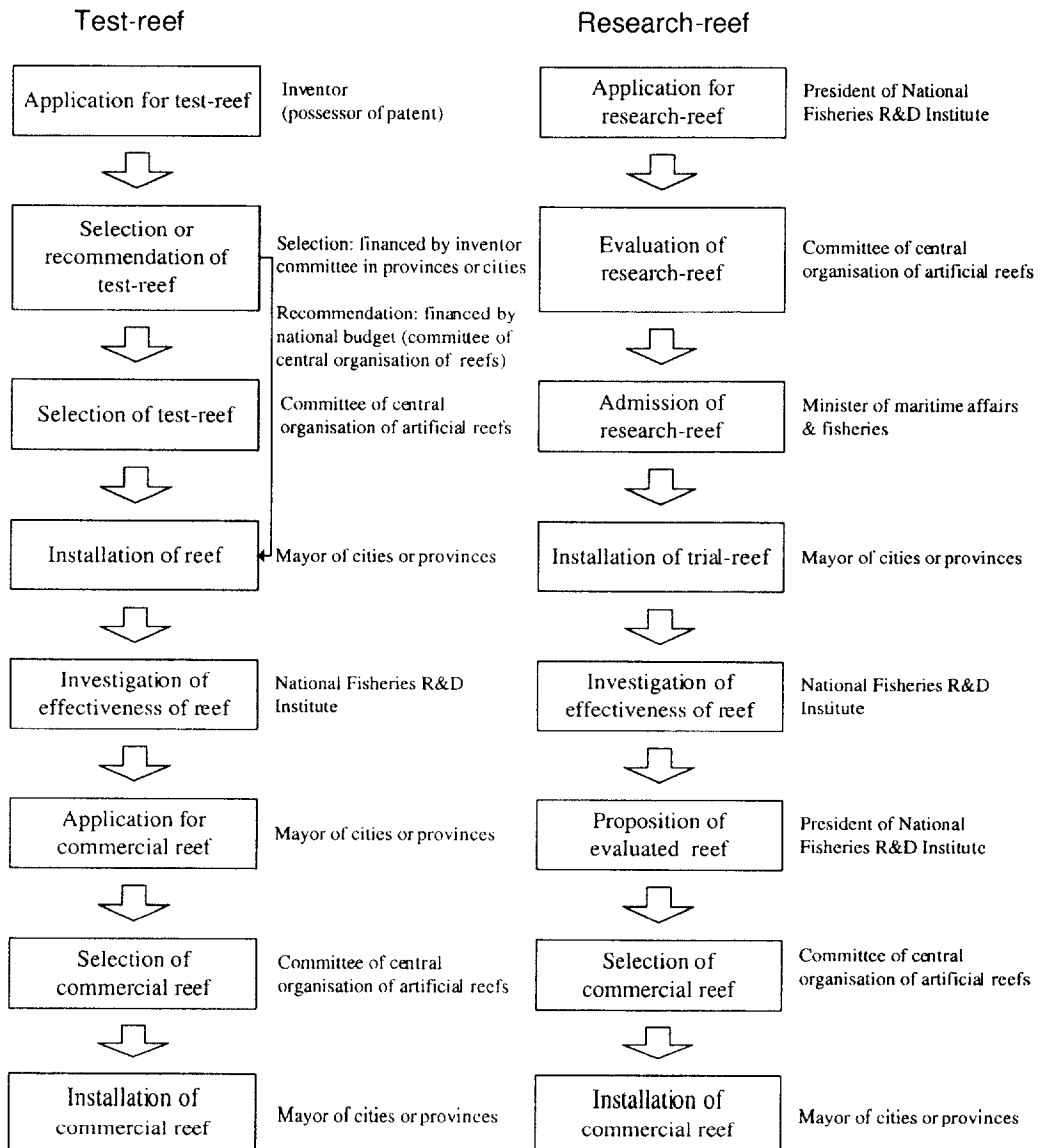


Fig. 1. Procedure of selection of artificial reef

6. 일반어초의 종류

우리나라의 일반어초는 2003년 7월 현재 어류용 어초 14종, 패·조류용 어초 10종으로 총 24종이 등록되어 있다(Fig. 2, Fig. 3).

1) 어류용 어초

어류용 어초의 종류별 특징을 살펴보면 다음과 같으나, 대상어류는 시설해역에 따라 다소 다르다.

고선어초는 소형사각어초와 더불어 최초로 투입된 인공어초로서 용적이 커서 어류위집이 용이하고, 접지면이 넓어 매몰이 적다는 장점이 있으나 제작 등 시공기술이 필요하다는 단점이 있다. 시설해역으로는 전라남도, 경상남도, 경상북도, 강원도, 인천광역시 등이다.

사각어초는 소형사각어초를 개량한 것으로서 크기가 가로 2.0×세로 2.0×높이 2.0m로서 특징은 소형사각어초와 같고 시설해역은 전국적으로 가장 많이 시설되어있다.

잠보형어초는 크기가 가로 6.80×세로 5.00×높이 5.97m이고 장점은 구조가 복잡하여 용승류 발생이 용이하다는 것이고 제작 및 시설이 어렵다는 단점이 있다. 시설해역은 전국연안이다.

원통형어초는 크기가 직경 1.8×높이 2.0m이며 면구조로 되어있어 陰影이 풍부하다는 장점이 있는 반면 구조가 단조롭다는 단점이 있다. 시설해역은

강원도, 전라남도, 제주도이다.

육각어초는 크기가 가로 6.0×세로 5.2×높이 3.0m이고 면과 테구조로 되어 있어 와류발생이 용이한 장점이 있고, 제작 등 시공기술이 필요하다는 단점이 있다 시설해역은 경상남도이다.

2단대형강제어초와 상자형대형어초는 크기가 가로 14.0×세로 14.0×높이 9.0m이며 구조가 복잡하고, 와류 발생이 용이한 장점이 있고, 반면에 陰影이 적다는 단점이 있다. 시설해역은 경상북도, 제주도이다.

연약지반용강제어초는 크기가 가로 10.0×세로 10.0×높이 2.0m이며 표면적과 접지면이 넓어 주축성 어류 및 해조류 부착이 양호하다는 장점이 있고 제작 등 시공기술을 요하는 단점이 있다. 시설해역은 경상북도, 경상남도, 제주도이다.

대형강제어초는 크기가 가로 12.0×세로 12.0×높이 8.0m이며 구조가 복잡하고 와류 발생이 용이하다는 장점이 있으며 제작 등 시공기술을 요하는 단점이 있다. 시설해역은 제주도이다.

어·패류용 세라믹어초는 크기가 가로 2.33×세로 2.44×높이 1.50m이며 환경친화적이고 내구년수가 길며, 강도가 강하다는 장점이 있는 반면 제작 등 시공기술을 요한다는 단점이 있다. 시설해역은 전라남도이다.

바다목장화용 상자형어초는 크기가 가로 3.0×세로 3.0×높이 3.0m이며 면과 테구조로 조합되어 어류 위집이 용이한 장점이 있으나 반면에 제작 등 시공기술을 필요로 하는 단점이 있다. 시설해역은 경상남도이다.

다기능폐전주어초는 크기가 가로 7.50×세로 3.66×높이 3.22m, 환경친화적이고 강도가 강하며 제작비가 저렴하다는 장점이 있고 제작 등 시공기술을 필요로 하는 단점이 있다. 시설해역은 충청남도이다.

사각폐전주어초는 크기가 가로 3.14×세로 3.14×높이 3.14m이며 환경친화적이고 강도가 강하며 제작비가 저렴하다는 장점이 있고, 제작 등 시공기술을 요하는 단점이 있다. 시설해역은 충청남도이다.

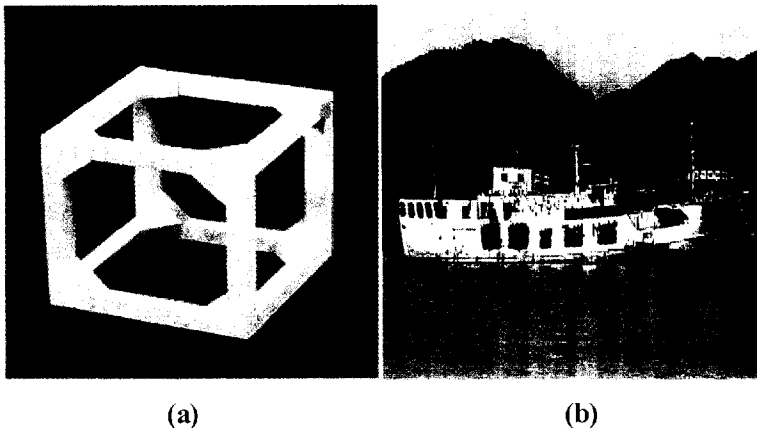
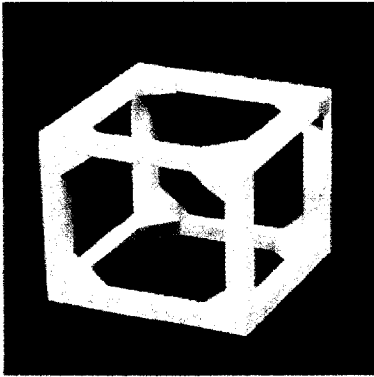
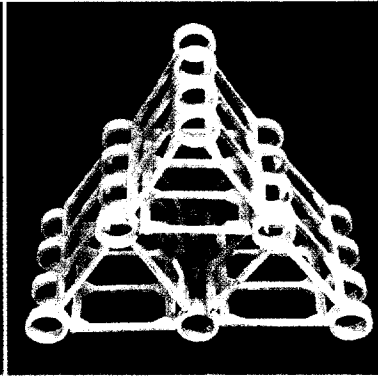


Fig. 2. Types of Artificial Reef for Fishes

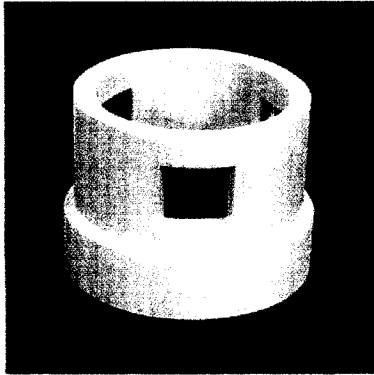
- (a) Dice reef(1m³) (b) Olden-steel boat reef (c) Dice reef(m³) (d) Jumbo reef
 (e) Cylinder reef (f) Hexagon reef (g) Big bunk steel reef (h) Large type box
 steel reef (i) Soft seabed steel reef (j) Large type steel reef (k) Fish - Shellfish
 bio ceramics reef (l) Box reef (m) Multi functional-Olden Telephone Pole reef
 (n) Dice Olden Telephone Pole reef



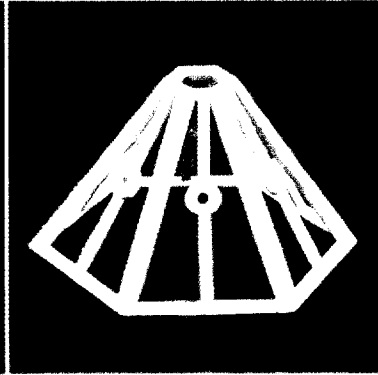
(c)



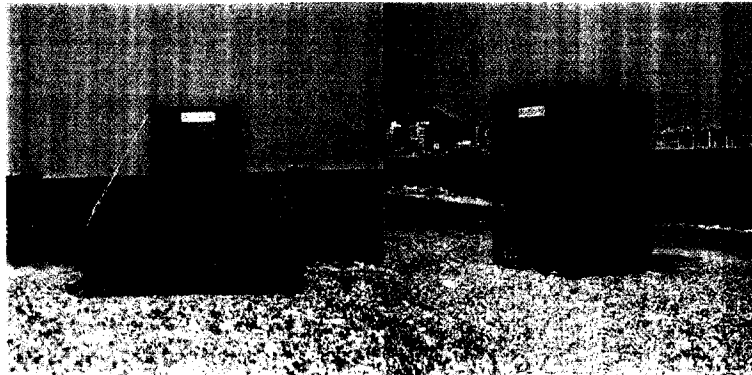
(d)



(e)



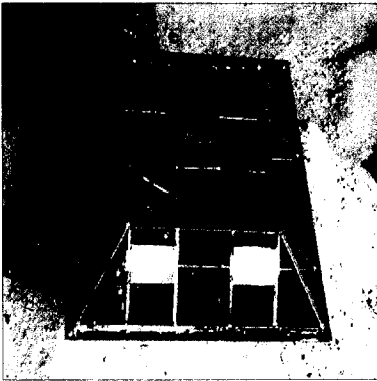
(f)



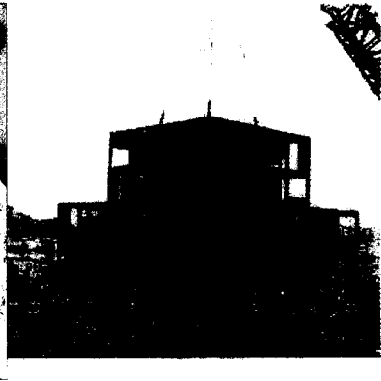
(g)

(h)

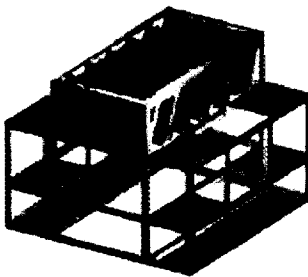
Fig. 2. Continued.



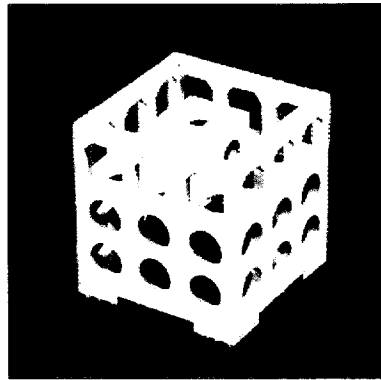
(i)



(j)



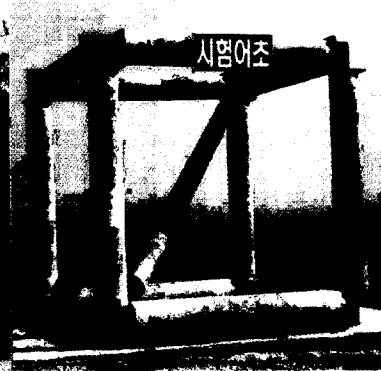
(k)



(l)



(m)



(n)

Fig. 2. Continued.

2) 패 · 조류용어초

패 · 조류용어초의 종류별 특징은 다음과 같으며, 시설해역에 따라 대상 어종이 다르다. 특히, 패 · 조류용이라고는 불리어지고 있으나, 지역에 따라서는 쥐노래미, 조피볼락과 같은 연안정착성 어종을 대상으로 하는 경우도 있다.

반구형어초는 크기가 직경 2.0×높이 1.3m, 표면적이 넓어 해조류의 착생이 용이하다는 장점이 있고 어초 顛倒의 위험이 크다는 단점이 있다. 시설해역은 전라남도, 제주도에 국한되어 시설되었다.

요철형어초는 크기가 가로 2.5×세로 2.0×높이 1.5m이며 표면적이 넓고, 파도 등에 안정되어 있다는 장점이 있고 구조가 단조롭다는 단점이 있다. 시설해역은 강원도이다.

육교형어초는 크기가 가로 2.4×세로 2.4×높이 1.2m이며 표면적과 접지면이 넓다는 장점이 있고, 구조가 단조롭다는 단점이 있다. 시설해역은 전라남도, 제주도 이다.

뿔삼각형어초는 크기가 가로 1.4×세로 1.3×높이 1.5m이며 삼각형상으로 파도 등에 안정된 구조로 되어 있다는 장점이 있는 반면에 구조가 단조롭다는 단점이 있다. 시설해역은 제주도, 충청남도이다.

방갈로형어초는 크기가 가로 2.2×세로 2.2×높이 1.4m, 저면이 넓어 파도 등에 안정되어 있다는 장점이 있으나 구조가 단조롭다는 단점이 있다. 시

설해역은 제주도이다.

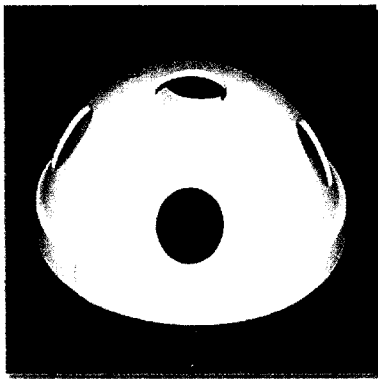
반원가지형 어초는 크기가 가로 5.0×세로 3.45×높이 2.85m, 내부공간과 표면적이 넓다는 장점이 있고 제작 등 시공기술이 복잡하다는 단점이 있다. 시설해역은 강원도이다.

신요철형 어초는 크기가 가로 2.45×세로 2.00× 1.50m이고 표면적과 접지면이 넓다는 장점이 있고, 내부구조가 단조롭다는 단점이 있다. 시설해역은 강원도, 경기도, 충청남도이고다.

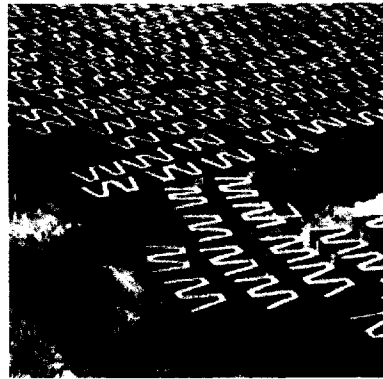
대형 패·조류용 세라믹어초는 크기가 가로 3.02×세로 3.45×높이 1.8m이며 환경친화적이고, 내구년수가 길며, 강도가 강하다는 장점이 있으나 제작 등 시공기술을 필요로 한다는 단점이 있다. 시설해역은 제주도이다.

패·조류용어초는 크기가 가로 2.00×세로 2.00×높이 1.25m의 패류와 성게의 습성을 반영한 어초로 내부공간이 적다는 단점이 있다. 시설해역은 제주도이다.

인공증식어초는 크기가 가로 6.0×세로 4.0×높이 1.0m이며 저면이 넓어 파랑에 요동이 적고, 패류의 서식처에 적합하다는 특징이 있으며 시설해역은 제주도이다.



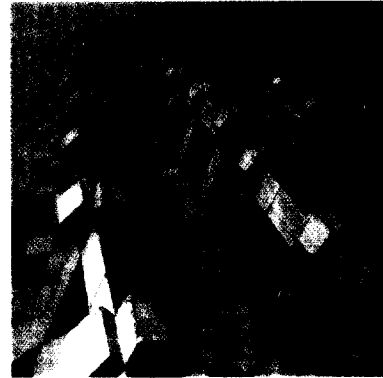
(a)



(b)



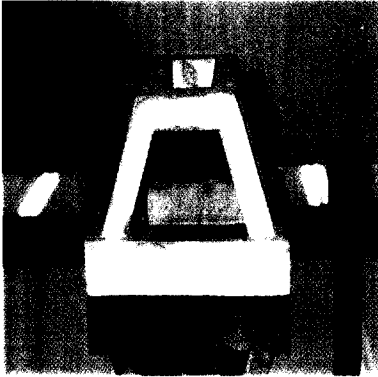
(c)



(d)

Fig. 3. Types of Artificial Reef for Shellfishes - Seaweeds.

- (a) Turtle reef (b) Unevenness reef (c) Overhead bridge reef
 (d) Horn triangle reef (e) Bungalow reef (f) Semicircle branch reef
 (g) New unevenness reef (h) Large type bio ceramics reef
 (i) Shellfishes - Seaweeds reef (j) Nursery reef



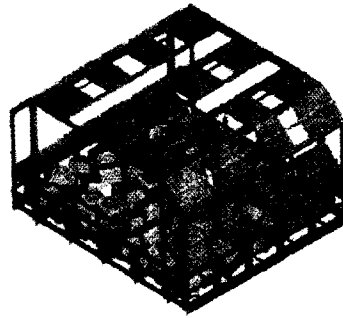
(e)



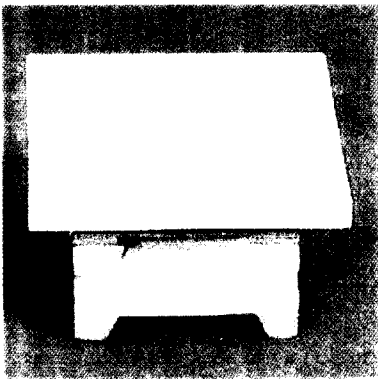
(f)



(g)



(h)



(i)



(j)

Fig. 3. Continued.

7. 인공어초 시설 현황

인공어초는 1970년대 소형 사각어초 및 목선 등 고선어초가 대부분 시설되었으나 1980년대 이후 해역별 특성에 적합한 다양한 인공어초가 시설되었고, 시설어초 16종 중 재질별로는 콘크리트가 12종, 강재가 4종이다. 우리나라 연안 12해리 내 수심 100m이내의 면적은 조사결과 약 $60,323\text{km}^2$ 로 추정되었고, 이중 10% 정도를 인공어초시설 가능면적으로 한다면 $6,032\text{km}^2$ 가 된다.

1) 연대별 시설 어초 종류

인공어초 24종중에서 1983년도에 원통형 2종(어초 내의 구멍 형태가 사각창, 원형창), 반구형, 잠보형어초 등 4종이 강원도, 경상북도, 제주도, 전라남도, 경상남도 연안에 시설되었다. 1993년에는 인공어초 종류가 다양화됨에 따라 효과가 낮은 어초가 시설되는 것을 막기 위해 시험어초와 연구어초로 나누어 개발을 유도하였으며, 목선 등 고선어초는 내구성에 문제가 있어 어초 시설사업에서 제외하였다. 1998년 1월에는 인공어초의 건설시공을 위한 설명제를 도입하였으며, 동년 8월에는 시험어초로 강제어초 3종을 선정 시설하였다. 2000년 3월에는 인공어초의 시설방법을 현수투하에서 현수거치로 개정하였으며, 어초시설 수심도 50m에서 70m까지 확대되었다. 그리고 2001년 1월에 연약지반용강제어초, 2단상자형강제어초, 상자형강제어

초 등 강제어초 3종을 일반어초로 선정되었다.

2) 시·도별 어초 시설량 및 투자 예산

1971년부터 2003년까지 전국 연안에 시설된 어초의 면적은 약 173,000ha로 우리나라 대륙붕 면적 34,500,000ha의 0.5% 시설에 해당한다. 투자된 시설비는 약 6,100억원에 이르고 있다. 연대별로는 1971~1980년의 경우 1,539ha, 1981~1990년 52,851ha, 1991~2000년 97,255ha이며, 2003년에는 5,249ha가 시설되었다. 시·도별 어초시설 면적 및 투자액은 Table 1, Table 2, 에 나타나 있듯이 전라남도가 시설면적과 투자액이 가장 많았고 다음으로 경상남도 순으로 많았다.

Table. 1. Area of installed reef at Si · Do

(Unit : ha)

Si · Do	Present situation of installed reef				
	Until 2000	2001	2002	2003	Total
Busan	1,649	96	203	84	2,032
Incheon	3,280	458	801	48	4,587
Ulsan	570	112	224	76	982
Gyeonggi	4,635	272	224	32	5,163
Gangwon	19,578	367	825	558	21,328
Chungnam	12,049	768	896	528	14,241
Jeonbuk	8,234	357	656	512	9,759
Jeonnam	30,520	1,387	2,259	1,115	35,281
Gyeongbuk	20,269	499	624	428	21,820
Geoyngnam	30,368	1,167	1,689	886	34,110
Jeju	20,497	709	1,217	982	23,405
Total	151,649	6,192	9,618	5,249	172,708

Table. 2. Budget for installed reef at Si · Do

(Unit : Million won)

Si · Do	Until 2000	2001	2002	2003	Total
Busan	5,687	506	1,002	607	7,802
Incheon	9,182	1,991	4,701	924	16,798
Ulsan	3,038	421	927	795	5,181
Gyeonggi	15,118	581	1,370	2,043	19,112
Gangwon	54,334	2,369	4,717	3,459	64,879
Chungnam	42,331	3,101	4,010	3,993	53,435
Jeonbuk	28,219	1,548	2,985	2,473	35,225
Jeonnam	95,109	5,264	12,468	7,037	119,878
Gyeongbuk	57,887	2,762	4,368	3,270	68,287
Geoyngnam	94,586	5,035	8,927	6,171	114,719
Jeju	82,866	5,727	8,598	7,571	104,762
Total	488,357	29,305	54,073	38,343	610,078

인공어초가 시설된 면적을 해역별로 구분해 보면 Fig. 4에 나타나 있듯이 동해가 41,345ha(26%), 서해가 29,812ha(19%)이며 남해가 85,806ha(55%)가 시설되어 있다.

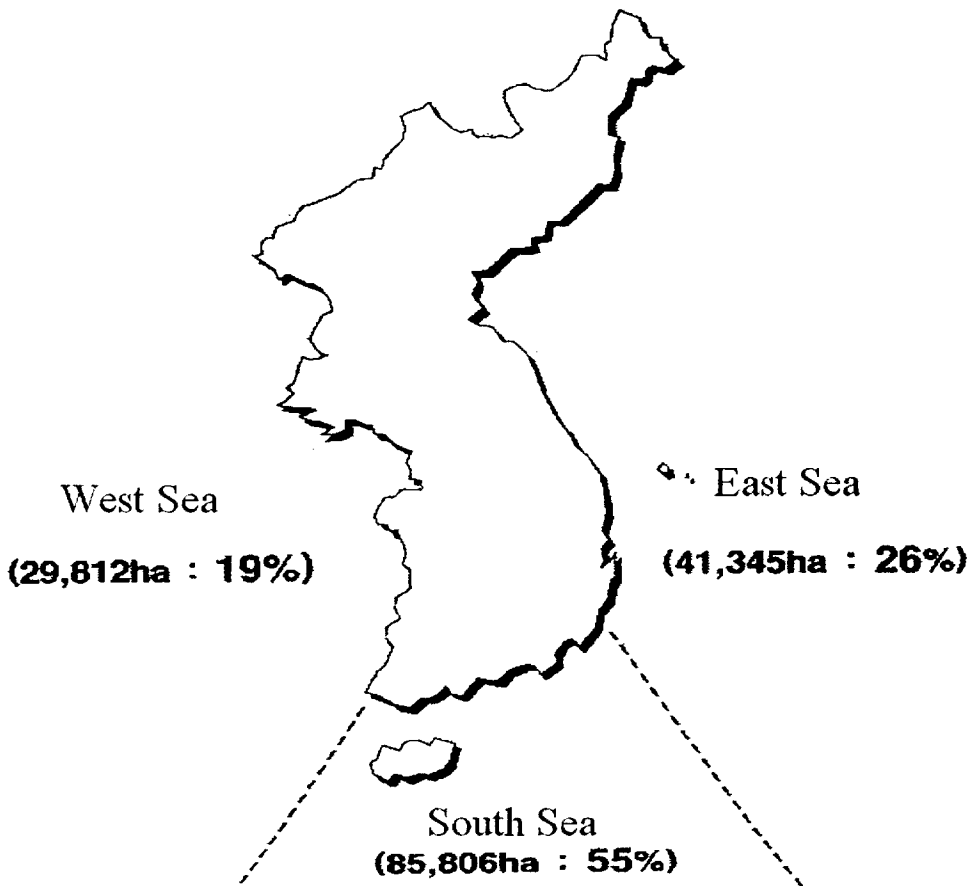


Fig. 4. Area of installed reef by korean sea (2002)

3) 인공어초사업의 시대별 특징

흔히 인공어초 사업에 대한 평가를 할 때 사업의 시대변천을 고려하지 아니하고 평가를 됴으로써 인공어초 사업의 긍정적인 면이 잘못 평가되는 경우가 많았다. 이러한 인공어초의 평가를 보다 객관적으로 평가하기 위해서 시대별로 구분하여 검토할 필요가 있다. 인공어초 시설사업을 시대별로 구분하면 크게 3기로 나눌 수 있다.

제1기는 1971~1984까지로 투자초기단계로 규정할 수 있다. 동 단계에서는 소형사각어초 중심의 단순한 인공어초사업이 실시되었고, 적지조사, 제작, 투하, 사후관리 등이 전반적으로 미흡한 단계이다.

제2기는 1985~1991까지로 인공어초 다양화 단계이다. 이 단계에서는 인공어초가 다양화된 것이 가장 큰 특징이다. 즉 원통형·반구형(1986), 잠보형(1987), 육각형(1988), 요철형(1990) 등이 새로이 도입되었다. 또한 인공어초 투하를 위한 적지조사가 개선된 시기이다. 그러나 여전히 제작, 투하, 사후관리는 전반적으로 미흡하였다.

제3기는 1992년 이후로 인공어초사업 정착기라고 규정할 수 있다. 이 단계에서는 투하기술이 특히 개선되었다. 즉 GPS, 칼라어군탐지기 등을 도입하여 적지에 정확하게 인공어초를 투하하게 되었다. 또한 어초제작 관리감독강화로 인공어초 제작이 상당히 개선되었다. 그러나 인력, 장비 및 예산의 부족으로 효과조사 및 사후관리는 여전히 미흡하다는 지적이 있다.

8. 인공어초의 시설효과

인공어초시설은 자원조성을 통한 어획증대와 어장환경을 개선시키기 위해 실시되어왔다. 인공어초시설로 인해 얼마만큼의 이익을 창출했는지에 대한 경제성 평가는 미흡한 실정이다. 인공어초시설은 그 목적은 물론 레저활동의 장을 제공하는 기회를 증가시켜준다. 인공어초시설시에 해조장, 산란장, 어획효과 증대, 레저 활동장 및 유어 등의 목적에 적합한 시설이 될 수 있도록 어초종류 및 시설방법 등에 대해 보다 과학적인 조사, 평가가 필요하다.

따라서 인공어초의 효과적인 평가는 목적 중심으로 이루어져야 한다. 인공어초의 설치목적으로는 소규모 비영리적 혹은 상업적 생산 및 수계생물의 수확, 유어 어획, 다이빙 및 관광, 자원의 보호, 보존, 종의 조정, 서식장 회복 등을 들 수 있다.

또한, 인공어초의 설치 목적은 생산성의 증강에 있다고 할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 그 목적 중의 하나는 인공어초를 시설한 후 어류와 같은 이동성 생물이 모여들게 하여 어획량이나 그의 효과를 증대시키는데 있고, 다른 하나는 부착생물 등의 생물량을 증가시켜 생태계를 최적의 환경으로 만들어 준다는 것이다. 이러한 평가 항목으로는 어초의 서식 생물종과 어획종의 종조성 및 생산효과와 경제성 분석이 있으며, 어초 효과의 지속적인 향상을 위해 어초기능 저하요인, 어초의 매몰여부, 또한 공공의 어획장

으로서 역할 여부, 기존 수산자원이나 어로행위 등에 방해 여부 등을 들 수 있다.

1) 자원조성 효과

인공어초를 시설하면, 생태학적으로 어초의 바깥면 이나 내부 혹은 그 주위에 부착생물과 같은 정착성 생물이 붙게 되어 궁극적으로는 생물량을 증가시켜 자연초와 비슷하거나 혹은 더 많은 수산동식물이 서식하게 되어 좋은 서식환경을 만들어 주게 된다.

인공어초에는 각종의 부착생물이 착생하며, 돌돔이나 뽕에돔 등과 같이 부착생물을 직접 섭이하는 어종, 멸치, 전갱이 등 프랑크톤을 포식하는 어종, 돔류나 솜뱅이와 같이 저서생물을 포식하는 어종 및 소형 어류를 포식하는 넙치나 방어 등의 어류에게 인공어초는 먹이의 장으로서 중요한 역할을 한다. 또한 부착란을 산란하는 쥐노래미, 화살오징어 등은 인공어초를 산란장으로 이용하며, 산란기에 참돔이나 뽕자리 등은 인공어초 어장에서 완숙란을 갖고 있는 친어가 많이 어획된다고 알려져 있어 인공어초는 이들 어종의 산란장으로서 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 한편, 유영력이 적은 볼락, 솜뱅이 등과 같은 어종은 조류의 흐름이 강할 때 초의 내부나 초의 음영에 은신한다고 알려져 있으며, 표·중층 어류도 지형파 등의 조상

측의 체류수역에 정위하는 등 인공어초어장은 서식장, 휴식장으로서의 기능을 갖는다. 이와 같은 어초의 기능으로 말미암아 인공어초를 시설하게 되면, 많은 어종이 모여들게 되고, 이로 인해 어획 생산증대효과가 높게 된다고 할 수 있다.

2) 생산증대 효과

비시설지에 대한 시설지의 어획효과(국립수산물과학원, 2002년도 인공어초 효과조사 보고서)는 동해의 경우 2.3~2.7배(평균 2.5배), 서해는 2.3~3.0배(평균 2.6배) 그리고 남해안은 1.1~3.9배(평균 2.4배)로 각각 나타났다. 연대별 어획효과는 1970년대 1.1~2.3배(평균 1.7배), 1980년대 2.1~3.0배(평균 2.5배), 1990년대 2.6~3.9배(평균 3.1배) 그리고 2000년에 2.3~2.7배(평균 2.5배)로 각각 나타났다. 한편 외국의 인공어초의 어획효과 결과를 보면, 일본은 3.0배(1975년), 미국은 3.5배(1985년)로 각각 나타났다. 우리나라, 일본, 미국 등 국가별 어초시설어장 어획 생산성 조사에서 생산량이 우리나라는 약 440kg/ha이고, 일본은 500kg/ha, 그리고 미국은 649kg/ha 정도로 보고 되고 있다.

어초재질별 어획효과 분석에서 동일 해역에 시설된 콘크리트 어초와 강제어초의 어획효과는 큰 차이가 없었다.

9. 인공어초시설사업 외국사례

1) 일본

일본에서는 인공어초를 이용한 어장의 조성은 어획의 안정 증대, 대상자원의 보호 배양을 목표로 어류, 오징어, 문어, 게 등을 어획대상으로 한 인공어초에 의한 어장조성을 연안어업진흥책의 주요한 사업으로 채택하여, 국가사업으로서 실시된 것은 1954년부터이고 1976년부터는 연안어장정비개발법에 근거하여 매년 사업량을 확대하고 있다.

○ 목적 : 연안어업의 발전과 수산물의 안정 공급을 위한 새로운 어장조성

○ 연혁

- 1974. 4 : 연안어장정비법 제정

- 1976년 : 제1차 연안어장 정비개발 계획 확정

· 제1차 (1976~1981) : 750억엔, · 제2차 (1982~1987) : 1,400억엔

· 제3차 (1988~1993) : 1,440억엔, · 제4차 (1994~2001) : 6,000억엔

(제4차 : 인공어초, 증양식장조성사업, 연안어장 보전사업 등 포함)

○ 추진개요

- 사업수행 주체 : 국가, 지방단체

- 어초종류 : 콘크리트, 강제어초 등 100여종

- 대상해역 : 수심 200m이내(주로 100m이내)

- 연간 투자규모(인공어초 시설비) : 222억엔(1999)
- 지원조건 : 국비 50%, 지방비 50%, 사업의 종류에 따라 다소 차이

○ 개발 및 향후 추진현황

- 개발 : 2001년 말 현재까지 7,000억엔 투자
- 향후 추진계획 : 연안어장 정비개발법에 의해 지속적인 사업추진

○ 효과조사

- 조사기관 : 국가, 대학 및 지방자치단체 연구기관
- 조사방법 : 어초 시설지를 표본 선정하여 수중VTR 및 연중 잠수조사
- 조사예산 : 국가 및 지방자치단체 지원
- 조사결과
 - : 인공어초어장 어획량 : 약 864kg/ha(1999)
 - : 인공어초어장 이용률 : 20~30%
 - : 전체 어장중 인공어초어장 어획량 : 22~38%

2) 미국

미국의 인공어초 사업의 목적과 연혁을 살펴보면 다음과 같다.

○ 목적 : 수계 생물의 보호, 레저 및 환경완화.

○ 연혁

- 1960년부터 인공어초 시설
- 1984년도: “미국어업진흥법”에 의거 연방적 차원에서 어초시설사업 지원

- 1987년도 : 연방정부의 기금으로부터 유어대상종 회복기금 발족으로
기금에서 일정분을 어초시설사업비로 활용
(연방정부 75%, 지방정부 25%)

○ 추진개요

- 사업수행 주체 : 국가, 지방단체
- 어초시설 허가기관 : 미국 육군 공병대
- 대상해역 : 수심 100m이내(주로 50m 전후)
- 연간 투자규모(인공어초 시설비) : 플로리다주의 경우 120만불(1998)
- 지원조건 : 국비(약 75%)

○ 추진방향 : 미국어업진흥법안(1984)에 의거 금후 계속 추진예정

○ 효과조사

- 조사기관 : 국가, 대학 및 지방자치단체 연구기관
- 조사방법 : 먹이생물 등 “저서생물 자원평가방법”에 의해 어초어장 평가
- 조사예산 : 국가 및 지방자치단체 지원
- 조사결과 : 생산량 649kg/ha(캘리포니아)

Ⅲ. 인공어초사업의 문제점

인공어초 시설사업은 수중에 인위적 구조물인 인공어초를 설치하여 수산 자원의 서식장, 산란장 및 치어 성육장을 제공하여 줌으로써 황폐화된 어장의 생산성을 제고하고 자원을 증강시키는 사업으로 자원조성 사업의 기반조성 역할을 담당하고 있다. 우리나라에서는 날로 감소하는 어업자원을 보전하는 방안으로 어업자원의 서식환경을 개선하기 위해 1971년부터 인공어초 시설사업을 실시하여 2003년까지 약 6,100억원을 투자하여 약 173,000ha의 면적에 인공어초 어장을 조성하였다.

지금까지 30여 년간 인공어초시설사업을 수행하면서 얻어진 해역별, 종류별, 재질별 등의 효과조사와 자원조사 및 경제성 효과 등을 알아보고 적지선정에서부터 사후관리까지의 문제점을 규명하고 앞으로의 개선방향을 제안하고자 한다.

1. 적지조사

현재까지 인공어초의 적지조사는 인공어초의 배물 및 유실을 방지하는데 치중하여 저질, 수심, 해저지형, 해양환경을 위주로 한 해양공학적 관점에서 추진되어 왔다. 즉, 어초의 종류, 시설물량, 시설방법 등은 관련 전문가

들로 구성된 시·도 어초협의회에서 심의 선정되어 어초시설사업이 추진되어 왔다. 그러므로 인공어초시설사업은 시설예정 해역에 대한 생태조사를 실시하고, 생태조사결과에 따라 자원조성 방법을 결정한 후, 어초형태 및 규모를 결정하고 사업을 추진해 온 것이라기보다 비교적 해양공학적 측면에 치중하여 독자적으로 수행되었다고 할 수 있을 것이다. 그리고 적지조사 후보지 결정과정에서 어초시설에 대한 기대어획량, 부족자원의 증강, 어업인 소득향상 등 구체적인 어장의 설계 계획이 없이 한정된 예산으로 고갈되어가는 자원을 조금이라도 빨리 회복시켜 보겠다는 단순 자원조성 측면에서 수행되어 왔다고 볼 수 있다. 따라서, 적지조사는 지방자치단체의 관할수역을 앞으로 어떤 식으로 개발하여 활용하겠다는 종합적인 개발·보전 계획 하에 해양공학적인 조사뿐만 아니라 출현어종, 서식환경, 대상생물의 먹이관계, 시설형태, 어초종류 및 인근해역에서 사용하는 어구어법 등을 고려한 종합적인 조사가 이루어져야 할 것이다.

2. 어초소재의 다양화

인공어초는 대상생물의 특성에 적합하도록 다양하게 개발해야 하는데 현재 인공어초 재질은 콘크리트가 98%이상을 차지하고 있으며, 강재가 1%, 기타 바이오세라믹 등의 재료가 이용되고 있을 뿐이다. 따라서, 인공어초의 재질은 세라믹, 철재, 강선 등과 기타 산업부산물을 이용한 경제적이고 환

경친화적인 다양한 재질의 인공어초의 개발이 필요하다. 최근에 와서는 강재를 이용한 인공어초가 개발되어 콘크리트 인공어초보다 자원조성 효과가 뛰어나고, 강제인공어초에 인공어초 재질로서 환경에 친화적인 세라믹을 덧붙인 세라믹 인공어초는 우리나라에서 처음으로 도입되었다. 이렇게 재질의 다양화를 용이하게 해줌으로써 대상 어종 및 어장의 특성에 적합한 다양한 어초의 개발을 촉진시켜 줄 수 있을 것이다. 또한, 현재 사용되고 있는 인공어초는 주로 패류용과 어류용으로 개발되어 있으나 지역에 따라서는 패류용이 연안 저착성 어류를 대상으로 시설되는 경우도 있다. 어류용의 경우는 시설목적에 따라 유치자어 보육용, 산란형, 육성형, 서식형, 어로형, 관광형 등 다양한 어초의 개발이 필요하다.

3. 인공어초의 구조 및 시설방법

인공어초는 수산생물의 산란장, 먹이장, 은신처 등의 기능을 하고 있으나, 어종에 따라 어초에 대한 반응과 이용형태는 크게 달라진다. 예를 들어 해조류의 경우에는 부착기질을 제공하는 역할을 하고, 넙치나 감성돔에게는 먹이장이 되며, 조피볼락이나 전복에게는 은신처와 먹이장의 역할을 제공하게 된다. 또한 배치형태도 대상어종과 그 어종의 연령대에 따라 다르게 배치하여야 하고 규모도 다르게 해야 할 것이다. 그러므로 어초의 구조와 배치형태 및 규모에 따라 서식하거나 위집되는 어류의 종류, 어체의 크

기 및 서식량도 달라질 것이다. 따라서 자원을 조성하려는 대상생물의 생태특성을 고려한 다양한 구조의 어초개발과 규모 및 배치에 대한 연구가 이루어져야 한다.

4. 인공어초 사후관리

인공어초 어장의 조성은 현재까지 대부분 자원조성에 필요한 환경여건을 조사하고 자원조성에 대한 구체적인 계획을 수립하지 못하고 추진되어 온 것으로 사료된다. 따라서, 인공어초 어장의 사후관리는 단순히 시설된 어초의 보존상태 파악과 유지관리 및 증가자원에 대한 평면적인 양적 비교에 그칠 수밖에 없었다. 그러므로 새로이 시설되는 인공어초는 물론 과거에 시설된 어초어장에 대해서도 자원조성 종합개발계획을 수립하고, 그 계획에 따른 목적과 목표에 부합되도록 인공어초를 사후관리 할 수 있는 지표를 설정함으로써, 인공어초 어장의 자원조성을 보다 효과적으로 관리해 나갈 수 있을 것이다.

5. 인공어초의 효과 판정

인공어초의 효과 판정에 있어 선결 문제는 대상 어초 및 비교 대상 해역을 선정하는 것이다.

비교할 어초는 가능한 한 동일한 시기, 동일 수심, 해류의 흐름을 고려한

동일 생태적 특징을 가진 해역에 투하된 것을 택하여야 할 것이다. 투하 시기가 다른 어초군의 경우는 부착 생물 상 자체가 달라져서 생태적인 판단에 오류가 있을 우려가 있다.

어획효과 조사의 방법으로는 자망, 통발, 낚시 등이 알려져 있지만 정확한 효과를 판단하기에는 단점이 많다. 어획량 조사는 표본 어선에 대한 설문 조사 방법과 단위 노력당 어획량(Catch per unit effort ; CPUE)에 의한 수치화 방법이 있다. 표본어선에 의한 설문조사 방법은 인공어초 어장 이용 빈도를 나타내기보다 어가의 경영에 의존하기 때문에 반드시 인공어초 어장의 양호나 불량으로 나타난다고는 보기 어려워 자료의 신뢰성이 떨어지는 단점이 있다. CPUE에 의한 방법은 어획 대상종에 따라 어구 어법이 다르기 때문에 CPUE의 수치도 달라져 자료의 작성이 어렵다. 예를 들면 낚시의 경우 날씨, 시간, 물 때, 미끼, 채집자의 숙련도 등 여러 가지 요인에 따라 큰 차이가 있기 때문에 객관성이 없는 자료가 대부분이다. 따라서 이러한 어종에 대해서는 잠수 조사에 의한 직접 계수 계량이 가장 바람직하다고 판단되지만 국내에 수중다이빙을 통한 생태조사를 하는 전문가가 적고, 조사비용과 시간의 제약을 받는다는 문제도 있다.

따라서, 인공어초의 객관적인 효과 판정을 위해서는 위와 같은 어획효과 조사, 잠수조사, 음향조사 등 다양한 조사방법을 병행하여 실시하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

IV. 고 찰

인공어초시설 사업은 1971년부터 추진하여 2003년까지 약6,100억원을 투자하여 약173,000ha를 시설하였다.

인공어초 시설은 해상에서 이루어지는 공사로 보수 보강에 막대한 경비가 투입되어야 함으로 시설 전에 충분한 검토가 있어야 한다. 따라서 인공어초 시설을 위해서는 적지선정에 신중을 기할 수밖에 없다. 시설적지를 조사함에 있어 대상생물의 해양환경, 먹이관계, 어초의 종류, 어초의 배치 형태, 어법 등 대상해역에 대해 장기간, 종합적 및 경제적으로 투자의 효과를 분석하고, 또한 저층양방향탐사기(Side Scan Sonar), 해저지층탐사기(Chip Acoustic Subbottom), DGPS 등 첨단장비의 활용과 지리정보시스템(GIS)을 강화하여 과학적이고 체계적으로 적지가 선정될 수 있도록 해야 할 것이다.

일부 어업인들이 효율적인 어획을 위해 삼중자망 등의 어구를 이용한 어업으로 인하여 어초에 걸리는 폐어구 때문에 인공어초 본래의 기능을 약화시키고 있다. 어초어장에서의 망어구 제한의 법규 신설이나 어업인의 무분별한 어로행위를 스스로 자제할 수 있는 자율관리어업 체제가 정착토록 유도할 필요가 있다.

인공어초는 유용수산생물의 산란장과 서식장 등 생산기반조성으로 안정적인 수산물공급 및 어업인의 소득향상에 기여하는 바가 크다. 그 경제성 분석은 해양수산부 보고서(2003)에 의하면 시설 3년 경과시 비시설지역 대비 2.6배의 어획증대 효과가 있고, 시설 14년 경과, 투자비 전액회수, 순이익이 발생하고 시설 30년 이후에는 투자비의 약 16배의 순이익이 발생한다고 한다. 그리고 부가적으로 간접적인 경제적 효과도 있는데, 유어, 어촌관광, 어촌 정주권 유지, 불법어업방지, 해양환경개선 등이 그것이다.

인공어초시설 및 사후관리 강화와 사업의 효율적인 추진을 위해서 확립화된 전담기구가 필요한데 2004년 국립수산물과학원 내에 수산자원관리조성센터가 설립된 것은 인공어초사업의 진일보라고 생각한다.

자원조성사업은 인공어초사업 뿐만 아니라 종묘방류 사업과도 긴밀한 연관성이 있다. 더 발전적으로 볼 때 바다목장 사업도 그 일환이라 볼 수 있다. 다방면의 종묘방류 사업을 하고 있지만 지구 온난화에 의한 어종의 천이현상에도 연구할 필요가 있을 것으로 판단되며, 제주 자리돔이 그 좋은 예이다. 고급어종이 미리 우점하게 하는 것도 한 방법일 것이다. 어민의 안정적 소득원 확보와 정주권 유지 및 토요휴무와 웰빙화에 의한 도시인의 레저, 관광 등을 위해 여러 가지 모델의 바다목장을 연구 개발해야 할 필요가 있다. 또 어촌 특유의 장점인 천혜의 경관과 자원, 그리고 어촌문화를 활용한 프로그램 개발도 요구된다.

인공어초를 이용한 자원조성 분야의 연구는 지금까지 인공어초와 해조장

및 방류로 나뉘어 각각 독자적으로 연구와 사업을 수행해 왔기 때문에 분야별로는 나름대로 소기의 성과를 거두었다고 볼 수 있겠으나, 실질적인 자원조성의 성과 면에서 보면 큰 진전을 거두었다고 평가하기는 어려우며, 그 원인은 자원조사에 필요한 과학적 기초기술 기반이 취약하기 때문이라고 생각된다. 그러므로 자원조성사업을 성공적으로 수행하는데 필요한 제반기술을 조속히 개발하기 위해서는 해양, 환경, 생태, 생리, 자원, 공학, 경제 등과 정책부서 및 생산현장에 이르기까지 모든 관련 분야의 학제적 연구와 개발을 체계적, 효율적으로 수행할 수 있는 기술개발의 기반여건 조성 과 체계의 수립이 필요하다고 판단된다. 특히 자원조성에 관련된 전문 연구 인력이 적은 우리나라에서 학문간의 유기적인 연계성 없이 필요에 따라 무계획적이고 산발적인 연구로 인해 연구 성과의 활용도를 감소 또는 무용화시키기 보다는 전국적으로 각 지역의 자원과 환경 특성에 따라 체계적인 종합계획에 의거하여 합리적으로 설정된 단계별 연구개발 추진전략에 맞추어 국내에 분산되어 있는 연구역량을 유기적이고 체계적으로 조직하고 역할을 분담하여 연구를 수행할 수 있는 기반을 조성할 수 있다면 자원조성사업을 획기적으로 발전시킬 수 있는 토대를 마련할 수 있을 것이다.

V. 요 약

1994년 200해리 배타적 경제수역제도로 인한 원양어장 축소, 한중일 어업 협정의 결과로 야기된 연근해 어장축소 등의 외부적인 요인과 해양오염 및 남획으로 인한 자원고갈로 어업인들의 어업경영수지는 더욱 악화되었다.

이 논문에서는 어장환경개선과 생산성 향상의 일환으로 실시되고 있는 인공어초사업의 전반적인 사항과 문제점을 파악하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

현재 시행되고 있는 저질, 수심, 해저지형과 해양환경 위주의 단편적인 적지조사는 해양공학과 어류생태 및 생물학적 측면을 고려하고 어구어법까지 망라한 종합적인 적지조사로 개선되어야 한다.

콘크리트 사각어초를 근간으로 한 단순화된 어초형태는 시설목적에 부합하는 다양한 형태의 기능성 어초로 개발되어야 하고 시설되어야 한다.

수상에서 투하되는 인공어초 시설방법은 현수거치방법으로 개선하여 위치

정보의 확인이 용이하도록 개선하여야 한다. 또한 대상어종에 따라 인공어초의 배치 및 규모가 다양하게 시설되어야 한다.

인공어초의 보존상태와 자원증가에 편중된 평면적인 사후관리는 시설수명, 자원분포 및 경제성을 고려한 종합적인 사후관리로 수행되어야 한다.

인공어초의 정확한 위치정보를 토대로 어업인 소득증대를 목표로 한 자율관리어업의 활성화를 통해 어업인들이 자원조성으로 인해 얻는 혜택을 극대화 시켜야 한다.

아울러 어업인들의 의식전환을 유도하여 자원조성 종합개발계획의 목적에 부합하는 자원조성에 대한 지표설정을 통해 인공어초 어장의 목표를 달성하고 자율적으로 관리 할 수 있는 방안을 수립하여야 할 것이다.

감사의 글

세상의 한 문을 열고 한 발 나아간 것 같습니다.

남들이 만학이라고 할 때, 결코 그렇게 생각하지 않았습니다. 오히려 하고자 할 때를 놓치는 우를 범하기 싫었습니다.

지난 2년간 많은 은혜 속에 살았습니다.

주변 여러분들의 격려와 도움이 있었기에 오늘의 이 논문이 있을 수 있었습니다. 우선 지면으로나마 도움을 주신 모든 분들에게 감사의 마음을 전합니다.

먼저, 따뜻한 관심과 세심한 배려로 진리를 일깨워주신 이주희 교수님 그 사랑 머리가 아닌 가슴으로 배웠습니다. 감사합니다. 또한 공사다망 중에도 본 논문 수정에 아낌없는 배려를 주신 이춘우 교수님 신현옥 교수님 김형석 교수님 권병국 박사님 신종근 연구관님 수산해양학연과정 교수님들께 깊은 감사를 드립니다. 본 논문을 위해 자료를 제공해 주시고 자문해 주신 김창길 연구관님 김호상 연구사님께도 감사의 마음을 전합니다. 대학원 진학을 독려 해 주신 경상대학교 장충식 교수님 격려해 주신 김광홍 교수님 하정식 교수님 염말구 교수님 김용해 교수님 이명규 교수님 안영수 교수님 여수대학교의 황두진 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 원활한 학업 생활과 논문정리에 수고해 주신 김성훈님 조영복님 박점준님 유재범님 서영길님 김부영님 윤상철님 나종현님께도 감사드립니다.

좋은 환경에서 연구할 수 있도록 배려해 주신 국립수산물과학원 김영규 원장님, 항상 깊은 애정으로 격려해 주셨던 김학균 남해연구소 소장님 박미선 실장님께도 깊은 감사를 드립니다. 본 논문을 위해 자료를 찾아 주시고 격려해 주신 김태익 연구관님 김영삼님께도 감사드립니다. 단지, 친구라는 이유 하나로 바쁜 업무 중에도 밤늦게까지 남아 논문교점을 자신의 일처럼 했던 정성재 박사님 항상 애정 어린 조언과 격려를 해 주셨던 손병규 배봉성 차봉진 배재현 연구사님께도 감사드립니다. 바쁘신 중에도 아낌없는 후원을 해 주신 정복철 과장님 선박실의 심상겸 제장님 홍석규님 김용준님 서경은님 김형덕님 홍영득님 그리고 선박직 직원 여러분께 감사드립니다. 특히, 바쁜 업무 속에서도 논문에 전념할 수 있도록 배려를 아끼지 않으신 탐구17호의 최성기 선장님을 비롯하여 전광진 기관장님 정종석 통신사님 황정훈님께 감사의 말씀을 전합니다.

끝으로 한결같은 사랑을 주시는 부모님께 머리 숙여 감사드리며, 동생 명철, 재수씨 와 여동생 혜정 특히, 논문 쓴다고 같이 놀아주지도 못한 하나뿐인 조카 웅빈에게 미안함과 감사함을 담아 이 논문을 바칩니다.

참고문헌

- 국립수산과학원 (2004) : 수산자원회복계획 심포지엄, 99-102.
- 국립수산과학원(2003) : 2002년도 인공어초 효과조사 보고서. 104-107.
- 국립수산과학원, 남해수산연구소(2002) : 세라믹어초 효과조사결과보고서. 1.
- 국립수산과학원, 서해수산연구소(2001) : 21세기 서해 수산 발전을 위한
자료집. 서해의 인공어초 시설 동향. 17.
- 국립수산과학원, 서해수산연구소(2003) : 패전주 이용 시험어초 효과조사. :
2-4.
- 군산대학교수산과학연구소(2000) : 충청남도 인공어초 효과 및 상태조사보
고서. 2.
- 일본수산학회, 김남형, 김석종 공역(2002) 인공어초. 59.
- 일본어초종합연구회, 인공어초의 이론과 실제. 77-78, 132-134.
- 한국수산회(2004) : 수산연감. 190.
- 해양수산부, 국립수산과학원(2001) : 자원조성 자료집. 7-33.
- 해양수산부(2003) : 동, 서, 제주형 바다목장개발 후보지 선정에 위한 기초
조사 연구용역. 2-83.
- 해양수산부(2000) : 인공어초시설사업의 종합평가 및 향후 정책방향 설정에
관한 연구. 21-193.