

BSPN 00256-814-3

海洋牧場化를 위한 基盤研究

A Study for the Marine Ranching Program
in Korea

1995. 5.

研 究 機 關
韓 國 海 洋 研 究 所

科 學 技 術 處

提 出 文

科學技術處 長官 貴下

本 報告書를 “해양목장화를 위한 기반 연구(1차년도)”의 報告書로 提出
합니다.

1995 年 5 月

韓 國 海 洋 研 究 所

研究總括責任者 : 허 형택

분야 책임자(모델제시): 박 철원

연구원 : 김종만 이순길 손진기
전중균 김형배 명정구
김병기 김형선 홍경표
박용주 김민석
연구조원: 노봉호 최희정 김연실

분야 책임자(생태분석): 임 현식

연구원 : 곽희상 이재학 유재명
장 만 김종관 제종길
최진우 김웅서 강래선
박홍식 명철수 최은미
김창수 고병설
연구조원: 이종수 이은경 이형곤
김지은 윤정숙

분야 책임자(어장조성): 안 희도

연구원 : 이달수 전인식 서경덕
박우선 오영민 신흥렬
박경수 강석구
연구조원: 장세철 송한준

要 約 文

I. 題目

해양목장화를 위한 基盤 研究

II. 研究開發의 目的 및 重要性

현재 대부분의 연안해역은 환경악화와 수산자원의 감소현상이 가속화되고 있다. 이를 개선하기 위해서는 해양목장화를 통해 해양환경(어장)과 생물자원을 적극 보전하고 효율적으로 제어·관리함으로써 최대 지속적 생산이 가능한 시스템을 조성토록 해야 한다. 따라서 해양생태계를 구성하는 모든 요인(물리·화학·생물학적)들을 균형적으로 유지할 수 있는 관리체계의 수립과 최대 생산성을 제고할 수 있도록 지역 특성에 알맞는 자원관리 및 생산기술의 개발이 시급히 요구되고 있다.

본 연구는 해양목장화에 필요한 기초자료의 수집을 비롯하여 환경제어, 어장조성, 자원조성 및 증양식 기술의 개발, 대상어종의 다양화 그리고 각 해역 특성에 적합한 복합적 자원관리 시스템을 확립함에 최종목표를 두고 있다.

III. 研究開發의 內容 및 範圍

본 연구는 해양목장화 기본연구의 제 1차년도 사업으로서 다음 3가지를 중점적으로 수행하였다.

첫째, 해양목장화에 관한 기초자료의 수집과 이를 토대로 하여 해양목장화의 개념정립을 시도하였다. 현재 해양목장화에 가장 앞서가고 있는 일본의 현장답사와 관련 문헌의 분석을 통해 목장화의 현황, 문제점 및 전망등을 검토하였다.

둘째, 일정해역에서 해양목장화를 효율적으로 수행하기 위한 첫 단계로 시범해역(앵강만)을 설정하고 이 해역의 생태계 구성요소를 집중적으로 조사하였다. 즉 시범해역의 기초 생산력, 먹이연쇄 관계, 미생물에 의한 유기물의 분해능력 그리고 물리·화학적 환경요인 등을 조사하고 이를 토대로 동 해역의 환경수용능력(carrying capacity) 파악에 노력하였다.

셋째, 어장 환경조성과 증식기술개발을 위하여 소파(消波) 및 어초시설의 모델을 개발하고 시범적으로 제주도 연안어장에서 이들의 효과를 조사하였다.

IV. 研究開發結果 및 活用に 대한 健議

研究開發結果

해양목장화를 위한 하나의 모델해역으로 남해 앵강만을 선정하고 기초 생태학적 조사를 실시하였다. 식물플랑크톤의 경우 가을철은 27종, 겨울철은 37종이 출현하였으며, 우점종은 가을철의 경우 *Chromonas* sp. 였으며, 겨울철의 경우 *Eucampia zodiacus* 였다. 현존량은 가을철 및 겨울철이 각각 평균 49 cell/ml, 201 cell/ml 였으며 종다양성은 두 계절 모두 2.0 이하의 값을 나타내었다. 식물플랑크톤의 종 조성으로부터 조사해역은 3개 정점군으로 나눌 수 있었다.

동물플랑크톤은 가을철에 1251개체/m³ 겨울철에 875개체/m³ 였다. 요각류의 출현비율을 보면, 가을철 및 겨울철에 각각 10.7 % 및 50.2 % 였다. 우점종은 가을철에는 *Noctiluca scintillans*로서 50.2 %, 겨울철에도 39.1 %를 차지하여 전계절 모두 우점종이었다. 군집의 다양도는 가을철과 겨울철에 각각 1.28 및 1.30으로 거의 차이가 없었다.

어란의 경우, 가을철에는 돛양태과 어란이, 겨울철에는 고등어 어란이 출현하였다. 치자어의 경우 가을철에는 돛양태과, 멸치 등이, 겨울철에는 쥐노래미, 까나리, 흰베도라치 등이 출현하였다. 성어는 가을철에 26종,

겨울철에는 3종이 출현하였으며, 주둥치가 가장 우점하였다. 이해역에서 출현한 상업적 중요종은 보구치, 참돔, 농어, 문치가자미 등이었다.

저서동물은 가을철에는 100종, 겨울철에는 113종이 출현하였으며 밀도는 각각 546 개체/m², 1210 개체/m² 였다. 가을철의 우점종은 다모류인 *Lumbrineris longifolia*, 옆새우류인 *Eriopisella sechellensis*, 계류인 *Xenopthalmus pinnotheroides* 였으며, 겨울철에는 연체동물인 *Fustaria nipponica* 가 극우점하였으며, 다모류인 *Lumbrineris longifolia*, 옆새우류인 *Eriopisella sechellensis* 가 그 다음이었다.

남해 앵강만 부근 경성저질에서 채집된 무척추동물은 11개 동물군(Phylum)에 총 153종으로, 형제섬에서 83종으로 가장 적은 종 수를 보였으며, 노도에서 98종, 소취에서 128종으로 가장 많은 종 수를 나타냈다

조간대 지역에서는 조무래기따개비(*Chthamalus challenger*), 굽은겨판달치(*S. virgatus*), 삿갓조개(*Patella stellaeformis*)와 배말류(*Collisella dorsuosa*), 거북손(*Pollicipes mittela*), 검은큰따개비(*Tetraclita japonica*) 등이 우점종으로 나타났으며, 조수웅덩이에서는 갈색꽃해변말미잘(*Anthopleura japonica*)와 해변말미잘(*Actinia aquina*), 분지성계류(*Temnopleurus sp.*) 등이 서식하였다.

조하대에서는 다모류(Polychaeta)인 *Eunice antennata*와 단각류인 *Jassa falcata*, 별불가사리(*Asterina pectinifera*)와 아무르불가사리(*Astrearias amurensis*), 명계류 (*Halocynthia roretzi*, *Halocynthia igaboja*), 미더덕(*Styela clava*), 해삼(*Stichopus japonicus*)이 주요종으로 나타났다.

어장환경 조성 및 관리기술은 목장의 생산성을 높이기 위하여 자연조건을 이용하는 기술에는 여러가지가 있는데 특히 식물의 광합성에 필요한 빛을 빛이 도달하지 않는 깊은 곳까지 보내어 해조류의 번식을 촉진시키는 기술과 營養鹽이 풍부한 저층수를 표층으로 끌어 올려 어패류의 먹이를 풍부하게 하는 기술이 심도있게 연구되고 있다.

한편 해양목장시설을 波浪이나 潮流로부터 보호하기 위해서는 잘 차폐된

만이나 항구에 설치하는 것이 적합하나 여건상 부적합한 경우에는 소파시설로 보호해야 한다.

수산자원의 증식을 위하여 이용되는 어초는 국내에서 점보형, 반구형, 사각형, 원통형의 4 종류가 주로 설치되고 있다. 본 연구에서는 환경변화와 남획으로 인하여 생산이 감소하고 있는 전복과 소라를 위한 어초를 개발하여 제주도에서 효과조사를 실시하였다.

어패류의 증산을 위하여 설치한 자연조건 이용시설, 소파시설, 어초시설 등 많은 생산시설이 실해역에서 제 기능을 발휘하고 있는지 아니면 해를 끼치고 있는지를 파악하는 것은 매우 중요하다. 이를 위하여는 대상 해역의 溶存酸素 함유량과 같은 수질환경, 수온, 유속 및 營養鹽 등의 시간적 변동을 연속적으로 측정하여 분석할 수 있는 모니터링 시스템이 필요하다.

綜合建議

1. 해양목장화 사업은 종합적인 해양과학기술과 막대한 개발자금이 필요한 범 국가적 대형사업이다. 해양개발을 위한 전담기구가 없는 우리 나라에서 해양 목장화 사업을 성공적으로 이끌기 위하여서는 전담기구의 설립이 필수적이다. 전담기구는 우선적으로 관련부처(예:수산청) 산하에 정부, 산업계 및 학계의 전문가들로 구성된 해양목장화추진위원회를 설치하여 종합계획을 확립하는 것이 바람직하다.
2. 수립된 계획에 따른 목장화 사업의 추진은 해양목장화추진위원회를 해양목장화사업단으로 확대 개편하여 국가 주도의 일관된 정책과 재정적 지원 하에 해양목장화 사업을 실행해 나가는 것이 바람직하다.

S U M M A R Y

I. Title

A study for the marine ranching program in Korea

II. Objectives and Significance

In recent years, marine environments are being degraded and fisheries resources are being depleted in most of the coastal waters. Marine ranching(or Sea farming) program has been suggested to remedy such phenomena.

The marine ranching program is to establish marine ecosystems that could enhance maximal sustainable yields, while maintaining sound environmental conditions. To achieve such goals, it is necessary to manage coastal marine ecosystems environmentally sound and efficient ways, and to conserve and enrich the fisheries resources through artificial propagation of marine organisms.

The aims of this study, therefore, are to establish optimal resource management systems which are suitable to local ecosystems and to develop techniques for conservation of environmental quality, habitat improvement, artificial propagation of fisheries organisms, and new breed of culturing species.

III. Scope of the study

This report contains the results of the first year study of the 8-year program for marine ranching in Korea, focusing on the followings:

1) Collection and re-evaluation of basic information on marine ranching program to conceptually define the ranching system : Inspection of Japanese marine ranching facilities in operation.

2) A pilot study for a model area in Angan Bay, South Sea : Marine ecological studies for the primary productivity, plankton communities, food-chains, microbial activities, physico-chemical characteristics : Determination of carrying capacity of the Bay.

3) Development of a new type of artificial reef and breakwater system which will be used to improve the habitats for bottom dwelling organisms. Field tests have been conducted in the coastal waters near Seogipo, Cheju Island.

IV. Results

A marine ecological study has been conducted in Aenggang Bay, South Sea during autumn and winter of 1994, the results of which was to be used as a baseline data for a pilot marine ranching system. The study includes primary productivity, plankton community structures, food-chains, microbial activities, physico-chemical characteristics and carrying capacity of the Bay.

A. Phytoplankton & Microbes - A total of 27 and 37 species were found in autumn and winter respectively. Dominant species were *Chromonas* sp. in autumn and *Eucampia todiacus* winter. Standing crop of phytoplankton reached 201 cells/ml with higher chlorophyll *a* content in winter, but only 49 cells/ml in autumn. Shannon's indices of diversity were lower than 2.0 in both seasons. The capacity of protein decomposition by

marine bacteria was estimated to be 1150 mg-c/m²/day in winter.

B. Zooplankton - Abundance of zooplankton was 1,251 ind./m³, and 875 ind./m³ in autumn and winter, respectively. Copepods accounted for 50.2% of total zooplankton in winter. *Noctiluca scintillans* was the most dominant species, with 50.2% in winter and 39.1% of total in winter. Shannon's diversity index of zooplankton community was as low as 1.28 to 1.30.

C. Fish larvae and eggs - Fish eggs and larvae of Family *Callionymidae* were dominant in autumn, but eggs of *Scomber japonicus* and larvae of *Hexagrammos otakii* were dominant in winter. A total of 26 species of fish were collected in autumn, but only 3 fish species occurred in winter. Important commercial fishes were *Leiognathus nuchalis*, *Thryssa koreana*, *T. hamiltoni*, and *Argyrosomus argentatus*.

2. Benthic system

Soft-bottom benthic fauna - A total of 100 species and 113 species were identified during autumn and winter, and their abundance were 546 ind./m² and 1210 ind./m², respectively. Dominant species in autumn were *Lumbrineris longifolia*, *Eriopisella sechellensis*, *Xenophthalmus pinnotheroides*, and those in winter were *Fustiaria nipponica*, *Erictonius pugnax*, *L. longifolia*, *E. sechellensis*.

Hard-bottom benthic fauna - A total of 153 species in 11 phyla(83 species to 128 species per station) has been found during the study period. Benthic fauna was more diverse in the outer area of the embayment. Typical sessile species like *Chthamalus challengerii*,

Septifer virgatus, *Patella stellaeformis*, *Collisella dorsuosa*, *Pollicipes mittela* were dominant in intertidal zone, while *Eunice antennata*, *Jassa galcata*, *Asterina pectinifera*, *Astrerias amurensis*, *Halocynthia spp.*, *Styela clava*, *Stichopus japonicus* were dominant species in subtidal zone.

Macrophytes - A total of 94 macroalgal species were collected : 4 species of green algae, 27 species of brown algae, 63 species of red algae. More species occurred in the mouth of embayment than in the inner part. In winter, macrophyte community sustained more species noticeable with red algae, than in autumn. A brown algae, *Sargassum microcanthum*, showed a wide distribution during two sampling periods up to 7-m water depth where *S. piluliferum* and *Undaria pinnatifita* occurred dominantly in autumn and winter, respectively.

To improve the habitats for the bottom-dwelling organisms, a wave-absorbing breakwater system and a new type of artificial reef were developed. There are two types of wave absorbing structures. One is the fixed type breakwater suitable to the open sea and the other is the floating type breakwater suitable to the closed sea. The floating breakwater has the advantage of low construction cost, easy installation and good water circulation but has the problem not to block the long period wave. In the present study, we developed the dual side floating breakwater to solve the problem.

Four types artificial reef such as jumbo, turtle, cube, cylinder are widely installed in Korea. In the present study, an octagonal shape artificial reef was developed and tested in Cheju Island to provide a better habitat for ear-shell and top-shell which is decreasing by the

environmental change and over-catch.

Preliminary field test for both systems showed a promising result. Further and a long-term study is needed to resify the commercial viability of the systems.

V. Recommendation

Due to its nature and scale marine ranching program should be conducted as a national project. As it requires very advanced system technology as well as a stupendous budget, a priority must be granted to the program. It is therefore, highly recommended that a steering committee for marine ranching project shall be established design and conduct the program with an exclusive power and authority. The committee should be consisted by representatives from all related groups including to fisheries industries, research institutes, universities and government.

목 차

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 표 목 차 ----- | 7 |
| 그림목차----- | 13 |
| | |
| 제 1 장 서 론 ----- | 21 |
| | |
| 제 2 장 해양 생물자원 개발개념 및 해양목장 기술현황 ----- | 23 |
| 제 1 절 해양생물 자원개발 개념 ----- | 23 |
| 1. 자연환경에서의 조방적 생산기술 ----- | 23 |
| 2. 인위적 환경에서의 집약적 생산기술 ----- | 25 |
| 제 2 절 세계의 해양목장 현황 ----- | 28 |
| 1. 일본의 해양목장 ----- | 28 |
| 2. 선진국의 해양개발 현황 ----- | 58 |
| 3. 개발도상국들의 해양개발 현황 ----- | 68 |
| 제 3 절 우리나라 해양목장의 기술현황 ----- | 72 |
| 1. 우리나라 수산업 현황 ----- | 72 |
| 2. 연안어장 목장화를 위한 정부의 종합개발 계획 ----- | 82 |
| 3. 연안어장 목장화를 위한 적지선정(정부안) ----- | 91 |
| | |
| 제 3 장 우리나라의 海洋牧場 ----- | 102 |
| 제 1 절 후보지의 개황 및 환경 ----- | 103 |
| 1. 수산업 일반현황 ----- | 103 |
| 2. 양식업 현황 ----- | 103 |
| 3. 기상조건 ----- | 104 |
| 제 2 절 목장해역의 생태계 구조 ----- | 111 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 1. 재료 및 방법 ----- | 111 |
| 2. 결과 및 고찰 ----- | 120 |
| 제 3 절 해양목장 해역의 환경 적합성 ----- | 209 |
| 1. 물리, 화학적 환경 ----- | 209 |
| 2. 低質 환경 ----- | 210 |
| 3. 생물 환경 ----- | 211 |
| 4. 수산양식 환경 ----- | 213 |
| 5. 고찰 ----- | 214 |
| 제 4 절 海洋牧場시설의 공간배치 ----- | 219 |
| 1. 漁場의 제어관리 ----- | 219 |
| 2. 漁場의 풍요를 위한 光利用 시스템 ----- | 223 |
| 3. 漁場의 풍요를 위한 榮養鹽 보급 시스템 ----- | 225 |
| 4. 漁場의 풍요를 위한 底層水 이용 시스템 ----- | 233 |
| 제 5 절 海洋牧場의 모니터링 시스템 ----- | 244 |
| 1. 모니터링 시스템의 기본개념 ----- | 244 |
| 2. 모니터링 시스템의 구성 ----- | 245 |
| 3. 海洋牧場 해역의 水質 連續 自動 모니터링 시스템 ----- | 249 |
| 제 6 절 海藻場 조성 및 消波施設 ----- | 258 |
| 1. 海藻場 조성 ----- | 258 |
| 2. 浮消波堤에 의한 소파시설 ----- | 265 |
| 제 7 절 魚礁의 개발동향과 實海域 實驗 ----- | 280 |
| 1. 魚礁의 시설현황 ----- | 280 |
| 2. 魚礁의 개발동향 및 문제점 ----- | 282 |
| 3. 魚礁의 實海域 實驗 ----- | 284 |
| 제 8 절 해양목장 모델 검토 ----- | 293 |
| 1. 해양목장의 개념 정립 ----- | 293 |
| 2. 해양목장의 규모 및 유형 ----- | 294 |

| | |
|-----------------------------------|---------|
| 3. 해양목장의 모델 결정 요소 ----- | 296 |
| 4. 해역별 모델 구상 ----- | 304 |
| 5. 지역선정 및 대상생물 ----- | 308 |
| 6. 해양목장 시스템 실현을 위한 정책적 추진방안 ----- | 312 |
| 제 4 장 結論 및 建議 ----- | 316 |
| 참고문헌 ----- | 321 |
| 부 록 자체평가를 위한 토론회 ----- | 333 |

CONTENTS

| | |
|--|----|
| List of Tables ----- | 7 |
| List of Figures ----- | 13 |
| Chapter I. Introduction ----- | 21 |
| Chapter II. State-of-the-art marine ranching plan ----- | 23 |
| Section 1. General concept of marine biological resources development ----- | 23 |
| 1. Development of extensive production in natural conditions ----- | 23 |
| 2. Development of intensive production in artificial conditions ----- | 25 |
| Section 2. State of the art report marine ranching plan in the world ----- | 28 |
| 1. Ocean development for advanced countries ----- | 28 |
| 2. Marine ranching plan in Japan ----- | 58 |
| 3. Ocean development for underdevelopment countries ----- | 68 |
| Section 3. State of the art report marine ranching plan for Korea ----- | 72 |
| 1. Present status of farming fisheries in Korea ----- | 72 |
| 2. Ranching program of coastal fisheries grounds in Korea ----- | 82 |
| 3. Site selection for ranching program in our government (an integrated protocol) ----- | 91 |

| | |
|---|-----|
| Chapter III. Marine ranching plan in Korea ----- | 102 |
| Section 1. Study area and its environment ----- | 103 |
| 1. Common fisheries ----- | 103 |
| 2. Aquacultures ----- | 103 |
| 3. Weather conditions ----- | 104 |
| Section 2. Ecosystem of the marine ranching area ----- | 111 |
| 1. Materials and Methods ----- | 111 |
| 2. Results and discussions ----- | 120 |
| Section 3. Environmental fitness of the marine ranching area ----- | 209 |
| 1. Physico-chemical environments ----- | 209 |
| 2. Sedimentary environments ----- | 210 |
| 3. Biological environments ----- | 211 |
| 4. Aquacultures ----- | 213 |
| 5. Discussion ----- | 214 |
| Section 4. Spatial arrangement of facilities for the marine ranching model ----- | 219 |
| 1. Control management of fishing ground ----- | 219 |
| 2. Illuminating system for the abundance of marine ranching model ----- | 223 |
| 3. Nutrient supplying system for the abundance of marine ranching model ----- | 225 |
| 4. Deep sea water using system for the abundance of marine ranching model ----- | 233 |
| Section 5 Monitoring system of marine ranching model ----- | 244 |
| 1. Basic idea of monitoring system ----- | 244 |

| | |
|---|-----|
| 2. Formation of monitoring system ----- | 245 |
| 3. Automatic water quality monitoring system in marine ranching area ----- | 249 |
| Section 6 Formation of seaweed ground and wave absorbing facilities ----- | 258 |
| 1. Formation of seaweed ground ----- | 258 |
| 2. Wave absorbing by the floating breakwater ----- | 265 |
| Section 7 Development trend and field test of artificial reef ----- | 280 |
| 1. Present situation of artificial reef installment ----- | 280 |
| 2. Development trend of artificial reef and problems ----- | 282 |
| 3. Field test of artificial reef ----- | 284 |
| Section 8. Marine ranching models ----- | 293 |
| 1. General concept of marine ranching ----- | 293 |
| 2. Type and scale of marine ranching model ----- | 294 |
| 3. Determination factors of marine ranching plan ----- | 296 |
| 4. Model suggestion ----- | 304 |
| 5. Selection of area and biological resources ----- | 308 |
| 6. Policy of marine ranching plan ----- | 312 |
| Chapter IV. Recommendation ----- | 316 |
| References ----- | 321 |
| Appendix Discussion of specialists ----- | 331 |

표 목 차

| | |
|--|-----|
| 표 2- 1. 일본의 수산업 관련 예산 현황(1991년) ----- | 29 |
| 표 2- 2. 해양목장사업의 연구 내용(해양산업연구회) ----- | 42 |
| 표 2- 3. 해양산업연구회 사업 내역 ----- | 45 |
| 표 2- 4. 호주의 해역별 이용 규제에 관한 사례 ----- | 67 |
| 표 2- 5. 수입자율화에 따른 수산물 총량 지표 ----- | 81 |
| 표 2- 6. 어민 선도 사업 내용 ----- | 84 |
| 표 2- 7. 년차별 투자 계획 ----- | 88 |
| 표 2- 8. 사업별 투자 계획('94-'98) ----- | 89 |
| 표 2- 9. '94년도 도별 사업 내용 ----- | 90 |
| 표 3- 1. 남해군관내 수산업 기본 현황 ----- | 103 |
| 표 3- 2. 앵강만내의 정치망 어업권 허가 현황 ----- | 104 |
| 표 3- 3. 앵강만내 양식어업권 허가 현황 ----- | 107 |
| 표 3- 4. 앵강만내 공동어업권 허가 현황 ----- | 107 |
| 표 3- 5. 앵강만 저질 표면의 C, H, S 분포 ----- | 130 |
| 표 3- 6. 조사해역의 가을철 식물플랑크톤의 우점종 출현양상 ----- | 131 |
| 표 3- 7. 조사해역의 겨울철 식물플랑크톤의 우점종 출현양상 ----- | 131 |
| 표 3- 8. 조사해역의 계절별 식물플랑크톤의 현존량 분포 ----- | 133 |
| 표 3- 9. 조사해역의 계절별 식물플랑크톤 군집의 종다양성 지수 ----- | 133 |
| 표 3-10. 앵강만에서의 CHL-A(mg/m^3)와 기초생산력($\text{mg-C}/\text{m}^3/\text{hr}$)의 분포 ----- | 136 |
| 표 3-11. 앵강만에서 겨울철 총 박테리아 수(TBN), 박테리아 생체량(BBM) 및 saprophytic 박테리아의 수(SBN) ----- | 140 |
| 표 3-12. 앵강만에서 박테리아의 생산력 및 ^{14}C -glucose(Tr-glc.)의 전환율 ----- | 140 |
| 표 3-13. 앵강만에서 박테리아의 Extracellular 효소활성 ----- | 142 |
| 표 3-14. 앵강만에서의 가을철 동물플랑크톤 개체수(1994년 10월) ----- | 144 |

| | |
|--|-----|
| 표 3-15. 앵강만에서의 겨울철 동물플랑크톤 개체수(1995년 1월) ----- | 145 |
| 표 3-16. 앵강만에서의 동물플랑크톤 군집의 다양도 ----- | 152 |
| 표 3-17. 앵강만에서 가을철 및 겨울철에 채집된 난치어 개체수 ----- | 153 |
| 표 3-18. 조사해역에서 가을철 및 겨울철에 채집된 성어의 개체수 및 습증량 ----- | 156 |
| 표 3-19. 앵강만에서 가을철에 출현한 저서동물의 우점종 목록 ----- | 163 |
| 표 3-20. 앵강만에서 겨울철에 출현한 저서동물의 우점종 목록 ----- | 164 |
| 표 3-21. 조간대의 분류군별 출현종 수 ----- | 171 |
| 표 3-22. 앵강만 형제섬의 조간대에 출현한 우점종 ----- | 175 |
| 표 3-23. 앵강만 입구 노도의 조간대에 출현한 우점종 목록 ----- | 177 |
| 표 3-24. 앵강만 밖 소취도 조간대에 출현한 우점종 목록 ----- | 178 |
| 표 3-25. 조사지점 세곳의 출현종 목록 ----- | 182 |
| 표 3-26. 앵강만 지역 조사지점의 해조류 출현종 목록 ----- | 193 |
| 표 3-27. 앵강만 조사지역 세곳의 해조군락 종조성 ----- | 195 |
| 표 3-28. 조사지역의 6개의 기능별 그룹의 종조성 ----- | 195 |
| 표 3-29. 앵강만 형제섬 조간대의 해조류 우점종 출현 현황 ----- | 198 |
| 표 3-30. 앵강만 노도 조간대의 해조류 우점종 출현 현황 ----- | 198 |
| 표 3-31. 앵강만 소취도 조간대의 해조류 우점종 출현 현황 ----- | 200 |
| 표 3-32. 남해안 조간대의 지역별 구분 ----- | 202 |
| 표 3-33. 하조대 지역의 해조류 출현 현황 ----- | 204 |
| 표 3-34. 수심별 출현종, 분포, 및 생체량 현황 ----- | 208 |
| 표 3-35. 자료의 조사항목 및 조사내용 ----- | 258 |
| 표 3-36. 조사시의 氣象 및 海象 ----- | 290 |
| 표 3-37. 조사지점에서의 수심별 水質 ----- | 290 |

LIST OF TABLES

| | |
|---|-----|
| Table 2 -1. Governmental budget of fisheries industry in Japan(1991) ----- | 29 |
| Table 2 -2. Research activities in marine ranching plan (Research Institute for Ocean Economics) ----- | 42 |
| Table 2 -3. Activities of Research Institute for Ocean Economics ----- | 45 |
| Table 2 -4. Useing regulations of each coastal area in Australia ----- | 67 |
| Table 2 -5. Fisheries index according to the domesic markets opening ----- | 81 |
| Table 2 -6. Contents of fisherman's long cherished desire ----- | 84 |
| Table 2 -7. Investment plan in marine ranch in Korea ----- | 88 |
| Table 2 -8. Nominal budgets of marine ranching plan in Korea 1994 - 1998 ----- | 89 |
| Table 2 -9. Activities in marine ranching plan of each province of 1994 ----- | 90 |
| Table 3 -1. Fundamental data on the fisheries in Namhae-gun ----- | 103 |
| Table 3 -2. Licenced fishery right of setnet in Aenggang Bay ----- | 104 |
| Table 3 -3. Licenced fishery right of aquaculture in Aenggang Bay ----- | 107 |
| Table 3 -4. Licenced common fishery right in Aenggang Bay ----- | 107 |
| Table 3 -5. Proportion of C,H,S in upper layer of sediment on October 1994 and January 1995 ----- | 130 |
| Table 3 -6. The occurrence of dominant species of phytoplankton in Aenggang Bay In October 1994 ----- | 131 |

| | |
|--|-----|
| Table 3 -7. The occurrence of dominant species of phytoplankton in Aenggang Bay in January 1995 ----- | 131 |
| Table 3 -8. Number of cell of the phytoplankton in Aenggang Bay -- | 133 |
| Table 3 -9. Diversity of the phytoplankton community in Aenggang Bay ----- | 133 |
| Table 3-10. Distribution of CHL-A(mg/m^3) and primary productivity ($\text{mg-C}/\text{m}^3/\text{hr}$) at each site of Aenggang Bay ----- | 136 |
| Table 3-11. Distribution of total bacterial number(TBN), bacterial biomass(BBM) and saprophytic bacterial number(SBN) at each site of Aenggang Bay in January 1995 ----- | 140 |
| Table 3-12. Bacterial productivity(B.P.) and turn-over rate of ^{14}C -glucose(Tr-glc.) at each site of Aenggang Bay ----- | 140 |
| Table 3-13. Distribution of extracellular enzyme activity at each site of Aenggang Bay ----- | 142 |
| Table 3-14. Numerical abundance of zooplankton In October 1994 --- | 144 |
| Table 3-15. Numerical abundance of zooplankton in January 1995 --- | 145 |
| Table 3-16. Diversity of zooplankton community in Aenggang Bay --- | 152 |
| Table 3-17. The individuals of fish eggs and larvae captured in the study area ----- | 153 |
| Table 3-18. The wet weight and individuals of adult fishes captured in the study area ----- | 156 |
| Table 3-19. Dominant species of the marcobenthos in Aenggang Bay in October 1994 ----- | 163 |
| Table 3-20. Dominant species of the marcobenthos in Aenggang Bay in January 1995 ----- | 164 |
| Table 3-21. Number of species in each taxonomic group at tidal level ----- | 171 |
| Table 3-22. The dominant species and their occurrences at each | |

| | | |
|-------------|--|-----|
| | tidal level of Hyungjesum on Aenggang Bay ----- | 175 |
| Table 3-23. | The dominant animal species and their occurrences at each tidal level of Nodo located in the entrance of Aenggang Bay ----- | 177 |
| Table 3-24. | The dominant animal species and their occurrences at each tidal level of Sochuido located in the outside of Aenggang Bay ----- | 178 |
| Table 3-25. | The list of species occurred in three sampling sites ----- | 182 |
| Table 3-26. | The list of algal species occurred at three investigated localities in the Aenggang Bay ----- | 193 |
| Table 3-27. | Species composition of three algal communities in three floristic groups ----- | 195 |
| Table 3-28. | Species composition of three algal communities in six functional-form groups ----- | 195 |
| Table 3-29. | The dominant algal species and their occurrences at each tidal level of Hyungjesum on Aenggang Bay ----- | 198 |
| Table 3-30. | The dominant algal species and their occurrences at each tidal level of Nodo located in the entrance of Aenggang Bay ----- | 198 |
| Table 3-31. | The dominant algal species and their occurrences at each tidal level of Sochuido located in the outside of Aenggang Bay ----- | 200 |
| Table 3-32. | Intertidal zonation of several sites located in the South Sea of Korea ----- | 202 |
| Table 3-33. | Species occurrence(percent coverage in 50 x 50cm quadrat) in the subtidal zone of three investigated algal communities ----- | 204 |

| | |
|---|-----|
| Table 3-34. Number of species, coverage(%) and biomass (g-fresh wt./m ²) at each depth ----- | 208 |
| Table 3-35. Investigation items and contents of data ----- | 258 |
| Table 3-36. Meteorological and maritime data at the time of installation ----- | 290 |
| Table 3-37. Water quality at installation point according to the water depth ----- | 290 |

그림목차

| | |
|---|-----|
| 그림 2 -1. 일본의 해양목장사업 추진 체계도. ----- | 31 |
| 그림 2 -2. Marine forum 21 조직표. ----- | 37 |
| 그림 2 -3. 해양산업연구회 조직표. ----- | 47 |
| 그림 2 -4. 음향순치 사육 추진 체계. ----- | 48 |
| 그림 2 -5. 해양목장 자원관리 시스템. ----- | 51 |
| 그림 2 -6. 음향순치 해양목장 모식도. ----- | 53 |
| 그림 2 -7. 해역종합개발 사업의 추진 체계도 ----- | 83 |
| 그림 2 -8. 연안어장 목장화 사업의 추진 체계도 ----- | 91 |
| 그림 3 -1. 앵강만내의 어업권 분포. ----- | 105 |
| 그림 3 -2. 여수 및 남해 지방의 연간강수량 변화 (1985년-1993년). ----- | 106 |
| 그림 3 -3. 여수 및 남해 지방의 월평균 기온 및 강수량의 변화 (1985년-1993년). ----- | 109 |
| 그림 3 -4. 여수지방의 계절별 바람장미(1985년-1993년). ----- | 110 |
| 그림 3 -5. 조사지역의 정점 및 수심도. ----- | 112 |
| 그림 3 -6. 가을철 표층 및 저층 수온의 수평분포도. ----- | 122 |
| 그림 3 -7. 겨울철 표층 및 저층 수온의 수평분포도. ----- | 123 |
| 그림 3 -8. 가을철 표층 및 저층 염분의 수평분포도. ----- | 124 |
| 그림 3 -9. 겨울철 표층 및 저층 염분의 수평분포도. ----- | 125 |
| 그림 3-10. 앵강만 표층 퇴적물 온도의 수평분포도. ----- | 128 |
| 그림 3-11. 앵강만에서의 식물플랑크톤의 군집 분포. ----- | 134 |
| 그림 3-12. 앵강만에서의 동물플랑크톤 및 copepoda의 출현량. ----- | 146 |
| 그림 3-13. 앵강만에서의 동물플랑크톤 및 copepoda의 정점별 변화. -- | 148 |
| 그림 3-14. 앵강만에서의 동물플랑크톤 및 copepoda의 공간분포. ----- | 149 |
| 그림 3-15. 앵강만에서의 동물플랑크톤 군집의 수지도. ----- | 151 |

| | |
|--|-----|
| 그림 3-16. 조사해역에서 출현한 난치어의 공간분포. ----- | 154 |
| 그림 3-17. 저서동물의 출현종수의 공간분포. ----- | 159 |
| 그림 3-18. 저서동물의 출현개체수의 공간분포. ----- | 160 |
| 그림 3-19. 가을철 저서동물 주요 우점종 밀도의 공간분포. ----- | 162 |
| 그림 3-20. 겨울철 저서동물 주요 우점종 밀도의 공간분포. ----- | 166 |
| 그림 3-21. 가을철의 저서동물 군집을 집괴분석한 지수도. ----- | 167 |
| 그림 3-22. 겨울철의 저서동물 군집을 집괴분석한 지수도. ----- | 168 |
| 그림 3-23. 저서동물 군집의 집괴분석에 의한 해역의 구분. ----- | 169 |
| 그림 3-24. 형제섬의 조간대 수직분포 모식도. ----- | 188 |
| 그림 3-25. 노도의 조간대 수직분포 모식도. ----- | 189 |
| 그림 3-26. 소취도의 조간대 수직분포 모식도. ----- | 191 |
| 그림 3-27. 어류양식 가두리가 환경에 미치는 영향. ----- | 215 |
| 그림 3-28. 해양목장 해역의 생태계 연구를 위한 흐름 모식도. ----- | 217 |
| 그림 3-29. 제어관리의 기본개념. ----- | 219 |
| 그림 3-30. 廣域 어업구조물에 의한 海城管理 시스템의 개요. ----- | 220 |
| 그림 3-31. 光補給 시스템의 개념도. ----- | 226 |
| 그림 3-32. 바다 고정식 人工海底의 개념도. ----- | 227 |
| 그림 3-33. 浮遊式 人工海底의 개념도. ----- | 228 |
| 그림 3-34. 인공해저의 재료와 배치. ----- | 229 |
| 그림 3-35. 營養鹽 공급을 위한 簡易魚礁. ----- | 232 |
| 그림 3-36. 汚水를 이용한 증식장 조성. ----- | 234 |
| 그림 3-37. 湧昇流 발생장치의 운반 및 설치. ----- | 236 |
| 그림 3-38. 底層水를 이용한 中間育成施設. ----- | 237 |
| 그림 3-39. 流速差를 이용한 湧昇流 발생장치. ----- | 238 |
| 그림 3-40. 底層水를 이용한 內灣의 海水循環裝置. ----- | 239 |
| 그림 3-41. 발전소의 溫排水를 이용한 저층수 이용장치. ----- | 241 |
| 그림 3-42. 表層의 酸素를 저층에 공급하는 장치. ----- | 242 |
| 그림 3-43. 風力을 이용한 底層水 공급장치. ----- | 243 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 그림 3-44. 모니터링 시스템의 概念圖. ----- | 246 |
| 그림 3-45. 水質 자동 모니터링 시스템 A. ----- | 254 |
| 그림 3-46. 水質 자동 모니터링 시스템 B. ----- | 255 |
| 그림 3-47. 設置水深과 着生基盤의 깊이와의 관계. ----- | 260 |
| 그림 3-48. 독립형과 중복형 浮消波堤 모형. ----- | 268 |
| 그림 3-49. 鉛直板을 부착한 중복형 浮消波堤. ----- | 269 |
| 그림 3-50. 浮消波堤의 設計手順. ----- | 272 |
| 그림 3-51. 浮消波堤의 캐티너리 계류방식. ----- | 276 |
| 그림 3-52. 계류시스템의 설계절차. ----- | 277 |
| 그림 3-53. 4종의 시설어초. ----- | 281 |
| 그림 3-54. 플라스틱 魚礁. ----- | 283 |
| 그림 3-55. 廢타이어 魚礁. ----- | 285 |
| 그림 3-56. 전복, 소라용 魚礁. ----- | 286 |
| 그림 3-57. 어초의 沈設위치. ----- | 289 |
| 그림 3-58. 각 그룹별 어초 배치도. ----- | 292 |
| 그림 3-59. 해양목장 후보 지역. ----- | 309 |
| 그림 3-60. 해양목장사업 추진 체계도. ----- | 314 |

LIST OF FIGURES

| | |
|--|-----|
| Fig. 2 -1. Procedure for marine ranching plan in Japan, ----- | 31 |
| Fig. 2 -2. Organization of Marine Forum 21, ----- | 37 |
| Fig. 2 -3. Organization of Research Institute for Ocean Economics, ----- | 47 |
| Fig. 2 -4. Procedure for acoustic conditioning project in marine ranching plan, ----- | 48 |
| Fig. 2 -5. System management of biological resources for marine ranching plan, ----- | 51 |
| Fig. 2 -6. Schematic drawing of acoustic conditioning system in marine ranching plan, ----- | 53 |
| Fig. 2 -7. Schematic flow chart for systematic marine resources development plan ----- | 83 |
| Fig. 2 -8. Schematic flow chart for marine ranching plan in government ----- | 91 |
| Fig. 3 -1. Spatial distribution of fishery rights in Aenggang Bay, ----- | 105 |
| Fig. 3 -2. Annual precipitation of Yeosoo and Namhae area from 1985 to 1993, ----- | 106 |
| Fig. 3 -3. Monthly variations of air temperature and precipitation of Yeosoo and Namhae area from 1985 to 1993, ----- | 109 |
| Fig. 3 -4. Wind rose of Yeosoo area. Data was mean value from 1985 to 1993, ----- | 110 |
| Fig. 3 -5. Map showing the sampling stations and bathymetry, ----- | 112 |
| Fig. 3 -6. Spatial distributions of surface and bottom water temperature in October 1994, ----- | 122 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 3 -7. Spatial distributions of surface and bottom water temperature in January 1995. ----- | 123 |
| Fig. 3 -8. Spatial distributions of surface and bottom salinity in October 1994. ----- | 124 |
| Fig. 3 -9. Spatial distributions of surface and bottom salinity in January 1995. ----- | 125 |
| Fig. 3-10. Spatial distributions of temperatures of the sediment in October 1994. ----- | 128 |
| Fig. 3-11. Communities of phytoplankton in Aenggang Bay. ----- | 134 |
| Fig. 3-12. Abundances of total zooplankton and copepods in Aenggang Bay. ----- | 146 |
| Fig. 3-13. Abundances of total zooplankton and copepods at each station in Aenggang Bay. ----- | 148 |
| Fig. 3-14. Spatial distribution of zooplankton and copepods in Aenggang Bay. ----- | 149 |
| Fig. 3-15. Dendrogram of the zooplankton community in Aenggang Bay. ----- | 151 |
| Fig. 3-16. Spatial distribution of fish eggs and larvae in Aenggang Bay. ----- | 154 |
| Fig. 3-17. Spatial distribution of macrobenthic species in Aenggang Bay. ----- | 159 |
| Fig. 3-18. Spatial distribution of macrobenthic abundance in Aenggang Bay. ----- | 160 |
| Fig. 3-19. Spatial distribution of dominant species abundance in October 1994. ----- | 162 |
| Fig. 3-20. Spatial distribution of dominant species abundance in January 1995. ----- | 166 |
| Fig. 3-21. Dendrogram based on the cluster analysis of macrobentic | |

| | | |
|------------|--|-----|
| | community in October 1994. ----- | 167 |
| Fig. 3-22. | Dendrogram based on the cluster analysis of macrobentic community in January 1995. ----- | 168 |
| Fig. 3-23. | Zones of the study area based on the cluster analysis of macrobentic community. ----- | 169 |
| Fig. 3-24. | Schematic representation of vertical zonation in Hyungjesum ----- | 188 |
| Fig. 3-25. | Schematic representation of vertical zonation in Nodo. ----- | 189 |
| Fig. 3-26. | Schematic representation of vertical zonation in Sochuido. ----- | 191 |
| Fig. 3-27. | The environmental impact of the floating-cage fish culture. ----- | 215 |
| Fig. 3-28. | Schematic flow chart for the study of ecosystem of marine ranching area. ----- | 217 |
| Fig. 3-29. | Basic concept of control management. ----- | 219 |
| Fig. 3-30. | Conceptual design of marine ranching control system. ----- | 220 |
| Fig. 3-31. | Conceptual design of illuminating system. ----- | 226 |
| Fig. 3-32. | Conceptual design of fixed type artificial sea-bed. -- | 227 |
| Fig. 3-33. | Conceptual design of floating type artificial sea-bed. ----- | 228 |
| Fig. 3-34. | Material and arrangement of artificial sea-bed. ----- | 229 |
| Fig. 3-35. | Temporary artificial reef supplying the nutrient. ---- | 232 |
| Fig. 3-36. | Arrangement of proliferating area using the polluted water. ----- | 234 |
| Fig. 3-37. | Transportation and installation of upwelling current making device. ----- | 236 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 3-38. Intermediate breeding device using the deep sea water. ----- | 237 |
| Fig. 3-39. Upwelling current making device using the current difference. ----- | 238 |
| Fig. 3-40. Water circulating device using the deep sea water inside harbor. ----- | 239 |
| Fig. 3-41. Deep sea water utilization device using the thermal discharge. ----- | 241 |
| Fig. 3-42. Oxygen supplying device to the bottom from the water surface. ----- | 242 |
| Fig. 3-43. Deep sea water supplying device using the wind force. ----- | 243 |
| Fig. 3-44. Conceptual design of the monitoring system. ----- | 246 |
| Fig. 3-45. Water quality monitoring system A. ----- | 254 |
| Fig. 3-46. Water quality monitoring system B. ----- | 255 |
| Fig. 3-47. Relation between water depth of installation and platform. ----- | 260 |
| Fig. 3-48. Single and double pontoon type floating breakwater model. ----- | 268 |
| Fig. 3-49. Double pontoon type floating breakwater with vertical plates. ----- | 269 |
| Fig. 3-50. Design flowchart of mooring system. ----- | 272 |
| Fig. 3-51. Catenary mooring of floating breakwater. ----- | 276 |
| Fig. 3-52. Design flowchart of mooring system. ----- | 277 |
| Fig. 3-53. Four kind artificial reefs. ----- | 281 |
| Fig. 3-54. Plastic artificial reef. ----- | 283 |
| Fig. 3-55. Deserted tire artificial reef. ----- | 285 |
| Fig. 3-56. Artificial reef for ear-shell and top-shell. ----- | 286 |

Fig. 3-57. Location map of artificial reef. ----- 289
Fig. 3-58. Arrangement map of artificial reef for each group. --- 292
Fig. 3-59. Proposed area for marine ranching plan. ----- 309
Fig. 3-60. Schematic flow chart for marine ranching plan. ----- 314

제 1 장 서 론

보다 풍요로운 21세기를 맞이하기 위하여 모든 국가가 정치, 경제, 문화 등 각 분야에서 世界를 무대로 하여 자국의 이익을 더 많이 추구하기 위한 기술혁신에 심혈을 기울이고 있다. 이것은 급변하는 세계 정세 흐름 속에서 살아남기 위한 투쟁으로 우리 나라도 국제적인 제도나 협약에 대해 권리와 의무를 동시에 이행하여야 하는 시대적 요구에 직면하게 되었다.

지금까지의 세계 각국의 수산업은 적절한 보호관리로 해양의 생산잠재력을 보전하기 보다는 모든 나라들이 타국에 앞서 漁船과 漁具를 근대화하여 해양 생물자원을 어획하는데 초점을 맞추어 왔다. 또한 급속한 공업화 및 도시의 팽창으로 폐기물의 해양 유입이 크게 증가되므로 해양환경이 악화일로에 있으며 이러한 남획과 오염으로 해양생물 자원이 점점 고갈되어가고 있는 실정이다. 이러한 추이는 우리 나라도 마찬가지로 水産大國으로서의 권리를 누리고 주장하였을 뿐 행하여야 할 의무는 소홀히 하였다. 5 大洋을 누비는 遠洋漁業 大國이면서도 自國 沿岸의 수산 자원을 체계적으로 보호하고 관리하기 위한 연구투자에는 너무도 인색하여, 연안어장은 점차 생산성이 감퇴되고 있는 실정이다. 이제부터라도 개발에 앞서 환경보전과 자원의 지속적인 유지를 위한 획기적인 정책이 강구되어야 한다.

해양은 지구 표면적의 70.5%(약 3.6억㎢)를 차지하는 광활한 공간이며, 육지와는 달리 경작하지 않아도 적절한 환경만 유지된다면 지속적인 재생산이 가능하다. 급증하는 세계인구와 생활수준의 향상으로 더 많은 양질의 식량을 생산해야 하지만 농업과 축산업만으로는 이를 충족시킬 수는 없다. 특히, 국토가 좁고 인구밀도가 높은 우리 나라의 경우 그 문제점은 더욱 심각하기 때문에 해양 식량자원의 최적이용 즉, 연안해역의 牧場化로 그 돌파구를 찾아야 할 것이다.

海洋牧場化는 자원의 고갈을 초래하는 잡는 어업 중심의 수산업을 탈피하여



해양생물 자원을 지속적으로 유지·보전하면서 증대시켜 해양으로부터의 식량자원을 안정적으로 확보하려는 미래형의 수산업을 의미한다. 다시말해 해양목장화는 해양환경을 적극적으로 보전하고 이를 바탕으로 해양의 잠재생산력을 지속적으로 개발하는 것이다. 따라서 해양의 생산력을 단순히 극대화하려는 개념에서 벗어나 環境(어장)과 生物(수산동식물)을 효율적으로 制御하고 管理함으로써 환경 보전과 연관된 최적 생산 시스템을 구성하는 것으로 물리·화학적인 환경요인은 물론, 해양생태계를 구성하는 모든 요인들을 균형적으로 유지할 수 있는 관리체계를 수립하는 것이다. 해양목장을 위해서는 양식기술, 증식기술과 어업관리기술이 우선적으로 개발되어야 하며 이에 더하여 染色體 操作, 細胞 融合, 核 移植, 遺傳子 移植 등 첨단 生命工學 기법을 접목하여 환경 적응범위, 肉質, 성장속도, 생존율 및 내병성이 우수한 형질의 품종을 개발하여야 한다. 또한 대상지역을 확장하고 관리를 손 쉽게 하기 위한 양식시설 개량 즉, 내파성이 강하고 자동계측과 급이가 가능한 관리시설의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 해양목장은 어장조성에서 부터 유용생물 자원의 종묘생산과 방류 그리고 방류된 자원을 육성하고 계획적으로 수확하기까지의 모든 관련기술을 유기적으로 짜 맞춘 관리형 어업을 개발하고, 대상 수역의 광역화와 대상 어종의 다양화 등을 통해 각 해역 특성에 알맞는 복합적인 자원 관리 시스템을 확립하기 위한 기반을 조성함에 최종 목표를 두고있다.

제 2 장 해양생물자원 개발개념 및 해양목장 기술현황

제 1 절 해양생물 자원개발 개념

1. 자연환경에서의 粗放的 생산기술

우리 나라의 전통적 어업형태가 바로 연안어업을 중심으로하는 자연환경 조건에서의 조방적 어업형태이므로 이 부분에 관한 보호육성이 중요한 과제이다. 전통적인 수산업의 보호 육성은 연안환경의 개선과 보전이 선행되어야만 가능하며 다음과 같은 요소들이 고려되어야 한다.

가. 해양 생물 자원의 유지, 확보를 위한 해양 환경의 보전

1) 해양 생물 자원의 보호, 육성을 위한 터전 마련

- 海藻場, 干潟地 보전 및 조성
- 산란 및 성육장으로 중요한 소만, 암초 보호

2) 赤潮 및 貧酸素 水塊 발생 방지

- 연안역 부영양화 방지(특히, 생활 하수 관리)제도 수립
- 연안역 수질 개선을 위한 湧昇流 발생 등 해류 변화 구조물 개발
- 저질환경 개선 기술
- 해양의 자정 능력 향상기술 개발
- 모니터링 시스템 구축

3) 해양 환경을 고려한 연안역 개발

- 매립, 준설에 의한 정확한 환경영향 평가기술 확립
- 단기적인 개발 이익보다는 환경보전을 중시하는 연안역 개발

4) 유해 화학 물질에 의한 오염 방지

- 산업폐기물의 해양유입 방지

- 제초제, 농약, 비료제조, 사용 규제 및 대체 물질 개발
- 해양오염 방지 및 방제기술의 체계화 및 관리기구 확장

나. 자원관리 및 어업기반 조성

1) 자원관리 기술

- 수산자원 동향파악 및 적정 어획량 결정을 위한 어업관리모델 개발
- 수산자원의 생태학적 특성에 따른 채포 시기, 해역, 크기, 어법의 제한
- 인위적 자원침가에 의한 연안자원 확대

2) 어업기반 조성

- 능률적, 저에너지 소비형 어업기술 개발
- 혼획방지를 위한 漁具 및 漁獲法 개발
- 어업기반 시설(어항, 냉동 및 가공, 위판)의 현대화
- 어, 해황 예측 및 해난구조 체계의 확충

3) 신자원 및 신어장의 개발

- 우리 나라 연근해 수역에서 어장 형성 효과의 조사
- 새로운 어업자원 개발(자원 보존 및 생태계의 영향 등 배려)
- 공해상의 영속적인 해양 생물 자원의 적정관리 및 이용을 위한 국제 협력
- 외국의 200해리 경제수역 내의 어업자원 활용을 위한 당사자 국간 협력 추진
- 국제적 어업정보 교환을 위한 국제협력 추진
- 고도의 회유성 자원의 보존, 관리 및 적절한 이용을 위한 관련국과의 협력 관계 유지

2. 인위적 환경에서의 집약적 생산기술

궁극적으로 해양목장은 어업자원 생산을 위한 모든 과정을 인위적으로 관리하여 고도의 생산성을 유지하려는 능동적이고 이상적인 어업의 한 형태이므로, 다음과 같은 요소들이 고려되어야 한다.

가. 해양생물의 식량 자원화

1) 양식어업 기술 개발

- 양식어장 환경관리 및 어병관리 기술 확립
- 양식용 종묘의 생산 및 수급체계 확립
- 양식 대상 어종의 다변화
- 저 에너지, 저 오염형 육상 양식시설 개발
- 양식관련 기반사업(사료, 의약품, 시설)의 선진화
- 연안 양식어장 이용의 적정화 및 근해 및 심해 양식어장 개발
- 양식어의 안전성 및 품질 향상

2) 해양목장화 기반기술 확립

- 해역의 기초 생산력 및 환경수용력 측정기법 확립
- 해역별 지물리화학적 물질순환 특성 측정기법 확립
- 해조장, 어초 등 해양목장을 위한 공학기술 개발
- 集魚 및 도피방지를 위한 음향, 유인물질 개발
- 목장 내의 어업자원관리 기법 개발
- 수확기법 개발

나. 해양생물 자원이용의 고도화

1) 근해 자원의 신소재화 기술의 실용화

- 다확성 어종의 효율적 저비용 처리 기술 개발
- 새로운 형태의 식품 재료 가공 기술의 실용화

- 다양한 소비자 욕구에 부응하는 신제품 개발
- 수산 가공기술의 첨단화(자동, 위생상태, 저에너지형)

2) 유용 신물질 개발

- 해양 생물이 갖고 있는 생리활성물질 및 기능성 소재 개발
- 유용 물질의 분리 정제 기술의 개발
- 신물질 이용(공업재, 식품 첨가물, 의약품 등의 원료) 기술 개발
- 가공 부산물과 미이용 자원 활용기술 개발

3) 생물공학 기법의 도입

- 미생물 탐색 시스템 정비
- 생물 공학 소재가 되는 해양 생물 자원의 유전 자원 수집, 보존하는 체제의 강화 및 보존 방법 개발
- 유용 해양 생물의 효과적 스크리닝 기술, 대량 배양 기술, 물질 추출 기술, 유전자 조작 기술 등의 기반 조성
- 해양생물의 생태학적 기능(정화, 부착, allopathy, 희소 금속 농축 기술, 물질분해, 탄소동화, 발효) 이용 기술 개발
- 생물공학 기법의 활용으로 생산된 신제품에 의한 생태계에 미치는 영향의 사전 평가 기법 개발

다. 해양 생물 자원 개발을 위한 연구체제 강화

1) 연구 기반 체제의 정비 및

- 전담 연구기관 지정 및 연구기관 활성화(인력, 연구비, 연구시설)
- 획득한 자료의 효율적 관리를 위한 해양 생물 정보 네트워크 수립

2) 연구사업의 내실화 및 세계화

- 우리 나라 주변의 관측 정점을 설정, 지속적인 자료 축적
- 실측의 자동화로 자료의 질과 양을 향상
- 각 전문 분야가 유기적으로 연관되는 종합적인 연구

- 국가 상호간의 과학 기술 협력 협정 등에 근거한 국제 협력 추진
- 지구적 차원의 公海資源의 조사 연구에 적극 참여

제 2 절 세계의 해양목장 현황

1. 일본의 해양목장

가. 해양목장화 정책

일본은 우리나라와 비슷한 환경과 식생활 문화를 가진 나라로 수산자원 개발의 중요성을 예상하고 1962년 부터 세토내해(瀬戸内海)에 재배어업 센터를 설치한 것을 시작으로 현재까지 12개의 재배어업센터와 각 현 산하에 38개의 대규모 縣栽培漁業 센터를 설치하였다. 이 곳에서 개발되는 기술과 종묘를 바탕으로 2000년대에는 自國의 200海里 안에서 1,200만톤의 어업생산량 달성을 목표로 연간 3,500억円에 달하는 막대한 예산(Table 2-1)을 투입하여 사업을 추진중에 있다(海洋産業研究資料, 1990).

일본의 해양목장 사업은 자원관리형 재배어업 개념을 근간으로 하고 있으며 시대적 개념의 변화는 다음과 같다.

- 1971년 (해양개발 심의회)

“ 해양목장은 미래 어업의 기본기술 체계로서 해양 생물 자원으로 부터 식품을 지속적으로 생산 가능한 system을 말한다.”

- 1973년 (대일본 수산회 “해양목장에 관한 조사 보고서)

- 오키나와 국제해양박람회에 출품된 해양목장사업에서-

“ 지구상에서의 인류생존을 위하여 인간이 관리할 수 있는 해양 자원을 지속적으로 이용할 수 있는 체계의 확립을 말하며, 이를 위한 과학적 이론과 기술적인 실천을 통하여 해양공간을 형성하는 system 을 말한다. ”

- 1980년(해양과학 기술센터의 Marine ranching technology assessment 보고서)

“ 농림수산성에서 수산업을 식품산업, 해양 환경 보전 사업으로

Table 2 -1. Governmental budget of fisheries industry in Japan(1991)

| 사 업 내 용 | 예 산 액 (백만엔) |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1. 어업 생산 기반의 정비 | 258,875 (72.6 %) |
| - 어항 사업 | 192,511 |
| - 연안 어장 정비 개발 사업 | 25,877 |
| - 항만 해안 사업 | 14,583 |
| - 어촌 생활 환경의 정비 | 25,900 |
| 2. 자원 관리형 어업의 추진과 주변 수역의 어업 증진 | 35,558 (9.9 %) |
| - 자원 관리형 어업의 추진 종합 대책 | 3,888 |
| - 기르는 어업의 추진 | 10,422 |
| - 어촌 지역의 활성화 대책 | 11,068 |
| - 내수면 어업의 진흥 | 862 |
| - 기술의 개발·보급 | 9,318 |
| 3. 자원 개발과 해외 어장의 확보 | 27,576 (7.7 %) |
| - 해외 수산 자원의 조사 개발 | 7,220 |
| - 국제 어업 협력의 추진 | 15,589 |
| - 대외 교섭에 필요한 자원 조사등의 실시 | 4,767 |
| 4. 수산물의 수요 안정, 소비와 가공 대책 | 14,472 (4.0 %) |
| - 수산물의 수요 안정 대책 | 1,805 |
| - 수산물의 유통 소비 대책 | 2,403 |
| - 수산물의 가공 대책 | 264 |
| - 식품 유통의 구조 개선 대책 | 10,000 |
| 5. 수산업 경영 대책의 충실 강화 | 4,699 (1.3 %) |
| - 어업 경영 기법의 강화 | 445 |
| - 어업 경영의 강화를 위한 특별 지도 | 94 |
| - 중소 어업 종자 보증 제도 | 4,160 |
| 6. 기타 | 15,333 (4.5 %) |
| - 어업 재해 보상 제도 및 어선 손해등 보상 제도 | 15,026 |
| - 연안 어민 복지 대책등 | 307 |
| 총 계 | 356,509 |

제도적으로 관리 가능한 해양 보전을 위한 넓은 의미의 과학
기술과 이론을 바탕으로 한 미래 산업으로서 system 구축을
의미한다. ”

일본의 해양목장 사업은 정부의 수산관련 각 부서가 경쟁적으로 정책을 수립하여 추진하고 있는데 科學技術廳의 “Aqua-marine 計劃”, 國土廳의 “Marinopolis 構想”, 農林水産省의 “Marinovation 構想”, 通産省의 “Marine community polis”, 등이 대표적인 사업이다.

1970년에 범정부조직인 “海洋 科學技術 開發 推進 連絡會議”에서 해양목장 사업의 모태가 되는 最初案(淺野昌充, 1989)인 해양개발을 위한 제1차 실행계획이 수립되었다. 1979년 수산청 산하에 養殖研究所와 水産工學 研究所가 설립되어 연구체계를 정비하여 해양 생물자원 연구에서 새로운 방향을 제시하게 되었다(市村武美, 1991). 1980년에 해양목장 사업의 원활한 추진 전략의 하나로 농림수산성이 주관하여 지원하는 産,學,研,官의 공동 조직인 社團法人 Marine Forum 21, 栽培漁業協會 그리고 海洋産業研究會등이 구성되어 보다 활발하고 체계적인 목장화 사업이 추진되었다(Fig. 2-1).

또한 農林水産省은 1980년부터 1988년까지 9년간에 걸쳐서 “近海漁業資源의 家魚化 시스템의 開發에 관한 綜合研究”, 일반명칭 “Marine Ranching Plan”을 실시하였다. 이 계획은 해산 어종에 대하여 지역적 생산 및 관리 개념을 도입하여 소비 측면에서 중,고급 어개류의 생산을 비약적으로 증대시키기 위한 대형 연구과제이다. 이 과제는 수산분야 뿐만 아니라 생물학, 물리학, 공학(특히, 海洋工學 技術) 등의 넓은 분야의 과학기술이 포함되는 거국적 과제이기 때문에 각 분야별 소과제의 효율적인 수행과 종합적인 연구체계를 갖추기 위하여 동 사업에 관심이 있는 모든 기관과 인사가 참여하는 해양목장시스템연구위원회가 구성되었다(海洋牧場시스템研究委員會, 1991) 앞서 언급한 사단법인 체제의 기구들과 협력하여 정부, 학계, 산업계가

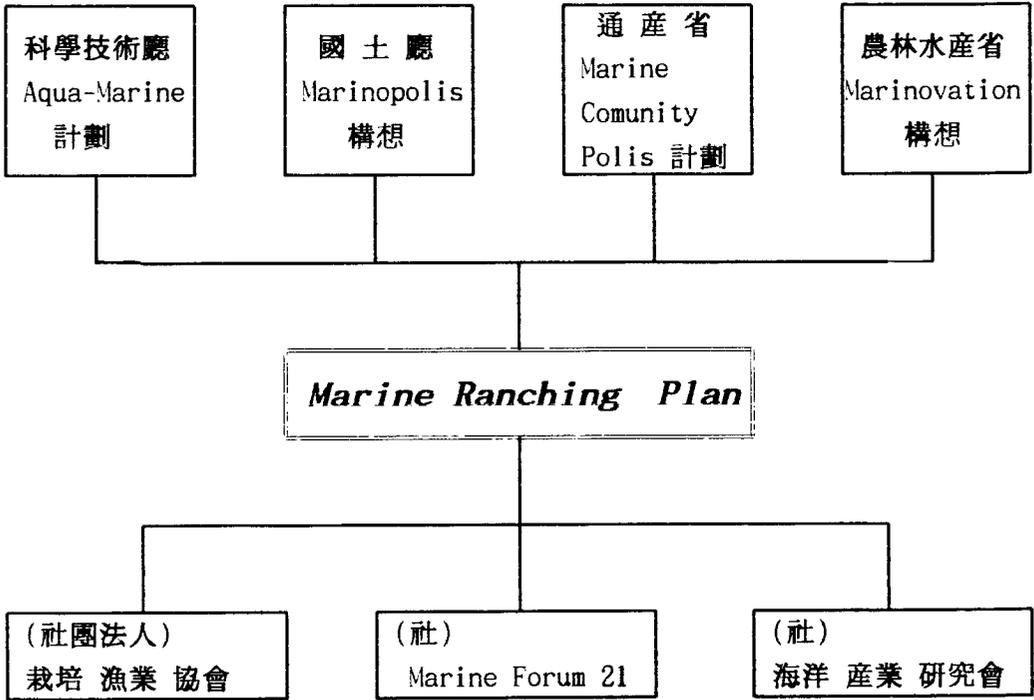


Fig. 2 -1. Procedure for marine ranching plan in Japan

협동으로 해양목장 사업을 선도하게 되었다.

해양목장 사업의 대상종은 비교적 廣域으로 回遊하는 魚類 및 底棲 生物 資源 및 沿岸 暗礁에 서식하는 魚貝類 중 사육 및 관리가 용이한 종들을 우선적으로 선택되었으며, 이들에 대한 증식기술을 확립하여 연안 및 근해의 자원을 종합적으로 이용 가능한 system 구축을 목표로하고 있다. 또한, 이를 토대로 대규모 양식장 개발 사업, 인공 魚礁 漁場 조성 사업, 해역 종합 개발 사업, 근해 양식 사업 등이 착수되었다. 1980년 ~ 1988년 사이의 해양목장 사업은 개발목표에 따라 다음과 같이 I ~ III期로 나눌 수 있다(Marine ranching program: 近海 漁業 資源의 家漁化 시스템 개발에 관한 종합 연구 I ~ III期, 1980~1988).

제 I 期 (1980~1982) : 자원생물의 발육초기 생태규명과 함께 海洋工學 측면의 海流와 低質의 관리를 통한 生存率 증가에 관한 연구단계. 특히, 본 연구에서 개발된 기술을 다른 종류의 생물에 적용하여 생활형이 유사한 어종들을 취합하는 단계.

제 II 期 (1983~1985) : 제 I 기에서 검토된 생태적 특성을 바탕으로 새로운 자원증식 기술의 현장검증 단계. 성장에 관여되는 환경 요인을 최적상태로 제어할 수 있는 기술 즉, 시설물의 설계 및 시공 기법 등에 대하여 연구와 유용자원의 생활 조건 및 먹이 攝餌 등의 자원관리를 위한 연구가 진행되었다.

제 III 期 (1986~1988) : 바다의 생산력을 최대로 유지 관리하기 위하여 단일 품종의 관리 개념을 떠나서 복합적인 시간, 공간적 개념을 갖는 시스템 개발이 목표이다. 연어, 참돔, 전복, 성게 등의 복합적 자원 생산 시스템 연구와 제 II기 연구의 연속으로 참치의 人工産卵 연구가 진행되었다.

이에 더하여 1984년 4월 수산청은 자원관리형 어업 추진을 위한 방안을 모색하기 위하여 국립수산연구소, 수산관련 대학, 지방수산시험소 연구원들로

편성된 연구 조사반을 구성하였으며, 대학의 연구자들을 중심으로하여 연구 전반을 총괄하는 中央 檢討 委員會를 구성하여 연구조사 방침에 관한 사항을 체계화하였다. 전국의 해역을 6개의 권역(北海道, 東北, 東海, 内海, 九州, 日本海)으로 구분하여 각 해역의 특징적 어업형태, 대상종을 각각 2~3종 씩 선정 각 권역의 특성에 맞추어 독자성을 보장한 연구 테마를 중앙검토 위원회의에서 선정하여 총괄연구과제인 “沿岸域 漁業管理 適正化 方案 開發 調査” 과제를 3년에 걸쳐 실시하였다. 연구결과를 토대로 다음과 같이 각 지역여건에 알 맞는 5 가지 형태의 자원관리 유형을 도입하였으며, 90년대부터는 沿岸漁場 整備 開發 事業法(‘92년 예산: 25,272 百万円)에 근거를 두고 재배 어업의 어촌 정착을 위한 새로운 대상 어종의 개발과 종묘의 健苗化, 생산 비용의 절감 등을 전제로한 종묘 대량 생산 기술 개발, 해역 특성에 맞는 자원 첨가 기술 개발 사업 등을 다음과 같이 수행중이다 (平野敏行, 1994).

- 조업 질서 유지를 위한 漁業管理型 방안
- 경제적 안정을 증시킨 魚價維持型
- 신규 가입 자원을 증시킨 加入資源管理型
- 재생산의 증대를 위한 어획 규모 제한에 따른 再生産資源 管理型
- 인공 종묘 방류에 의한 資源培養管理型 등

나. 해양목장화 사업 실행주체

1) 社團法人 栽培漁業 協會

일본의 栽培漁業協會는 農林水産省 산하에 위탁 운영되는 사단법인체로 본부와 각지역의 14개의 사업장으로 구성되어 있고 38개의 지방정부와 29개의 어업협동조합 연합회, 그리고 각현에서 운영하는 재배어업센타, 어업관계단체 및 민간기업 등과 상호 협조하에 운영되고 있다. 각 지역에 있는 국가

연구기관, 대학 등과 공동연구를 실시하여, 효율적인 기술 개발 체제를 구축하고 있다. 구체적인 사업 내용은 다음과 같다.

- 재배 어업 추진 활동 사업

- 실천 활동의 추진 : 어업 종사자들이 재배 어업을 실현하기 위한 현지교육, 지역의 재배어업 추진 협의회 또는 재배어업 연구회를 조직하여 재배 어업 추진 체제를 강화
- 기술의 개발 촉진 : 親魚의 성숙 제어, 仔稚魚의 질병 방제, 방류 효과 조사
- 기술의 보급과 정보 교류 : 기술 개발에 관한 홍보지를 발행, 전국 관련기관에 배포, 각 지방 정부의 종묘 생산 실적 및 상황을 속보로 전달, 기술 보급 및 교류 방안으로 지역의 기술연수회와 강연회 개최

- 재배 어업 추진 체제 강화 사업

- 재배 어업의 원활한 추진을 위한 여러가지 시책에 대응하기 위한 기술 개발 및 사업화를 촉진, 체제 정비
- 각종 자료의 수집, 정리, 및 간행물 제작과 재배 어업 실태에 관한 조사

- 재배 어업 촉진 사업

- 전국적인 행사의 하나로 “풍요로운 바다만들기 대회”를 주관, 행사 추진과 홍보
- 지역별 적정 대상 어종의 종묘 생산 및 방류 사업 실시

- 위탁 사업(중앙정부 위탁 사업 수행)

- 재배 어업 기술 개발 : 수산청 위탁으로 세토내해를 비롯한 6개 사업장에서 종묘 생산 기술 개발, 자원첨가 기술 개발 및 생산력 응용 기술 개발

- 자원 배양 관리 대책 추진 사업 : 수산청 위탁으로 권역별 자원 조사의 원활한 추진을 위한 조사 계획의 검토, 방류 효과의 조사, 해석 기법의 개발 등을 위한 정보 수집.
- 아열대역 해양목장 개발 추진 조사 : 오키나와 개발청 위탁으로 오키나와의 수산진흥을 도모하기 위하여 주변해역에서의 양식 사업 추진 등의 재배 어업을 위한 기반 조성
- 정보 사업 및 기타 : 기반 정보 처리 사업, 종묘기 질병에 관한 정보 전달, 기록영화 제작 사업, 중앙 기술 연수회 및 지역별 연수회 주관

1991년도 사단법인 栽培漁業協會의 사업내용은 다음과 같다(홍보자료 참조).

- 種苗 생산 기술 개발
 - 新品種 選定 기술 개발
 - 親魚 養成 기술 개발
 - 餌料 대량생산 기술 개발
 - 種苗 대량생산 기술 개발
 - 생물공학적 기법 활용 기술 개발
 - 방어, 참치 종묘생산 기술 개발
 - 種苗期 疾病 防除 기술 개발
 - 바다가제 생산 기술 개발
- 자원첨가 기술 개발
 - 생산효과 판정 기술 개발
 - 방어 種苗 放流 기술 개발
 - 기초생산력 응용 기술 개발
 - lagoon-nursery 기술 개발
- 먹이활용형 재배어업 기술 개발

- 音響給餌, 人工魚礁, 浮遊構造物 活用 漁場造成 기술 개발
- 종묘생산 환경정화 시스템 기술 개발
 - 질병의 발생, 감염경로, 예방 기술 개발
- 冷水性 甲殼類의 효율적 자원첨가 기술 개발
 - 털게의 종묘생산 및 방류효과 평가

2) 社團法人 Marine Forum 21

21세기를 향한 일본의 수산업 발전과 국민에게 수산물의 안정적 공급을 위한 200해리 경제 수역내에서의 자원생물 생산력의 증대, 연안어장의 정비 및 개발, 재배어업의 기반조성을 위한 어민, 민간단체, 지방공공단체, 대학, 및 민간기업 등의 공동협력 조직체로서 農林水産省 水産廳 소관 社團法人으로 1976년 7월에 설립되었다.

주요 사업내용은 어장의 정비 개발 및 재배 어업을 위한 신기술 개발, 관련 기술 정보수집 및 제공, 상기 목적 달성에 필요한 적극적 사업 추진을 주관 및 관리이다(홍보자료 참조).

가) 조직

조직은 전 회원으로 구성되어 사업의 계획, 보고, 예산, 수지, 결산 등의 중요사항 결정하는 총회와 선임된 이사로 구성되어 총회에 상정될 의안과 운영에 관한 사항을 결정하는 이사회 그리고 연구개발 사업의 원활한 운영을 위한 9 개의 연구회로 구성되어 있다(Fig. 2-2). 각 연구회는 좌장, 전문 운영 위원, 주회원으로 구성되며 본 모임의 핵심 조직이 된다. 이 외에 기획조정위원회와 사무국이 설치되어 있다.

나) 연구회 활동

각 연구회는 신 기술의 개발 과제를 선정, 사업실시 계획, 기술개발 분야의 자료수집 및 사전 평가, 모형실험, 현장실험 등의 제반 시험장치 개발을 수행한다. 이를 위하여 회원들로 구성된 연구 수행 그룹들이 연구 개발을

담당하며 여기에 필요한 연구비는 국가와 참가회원의 특별회비로 충당되며

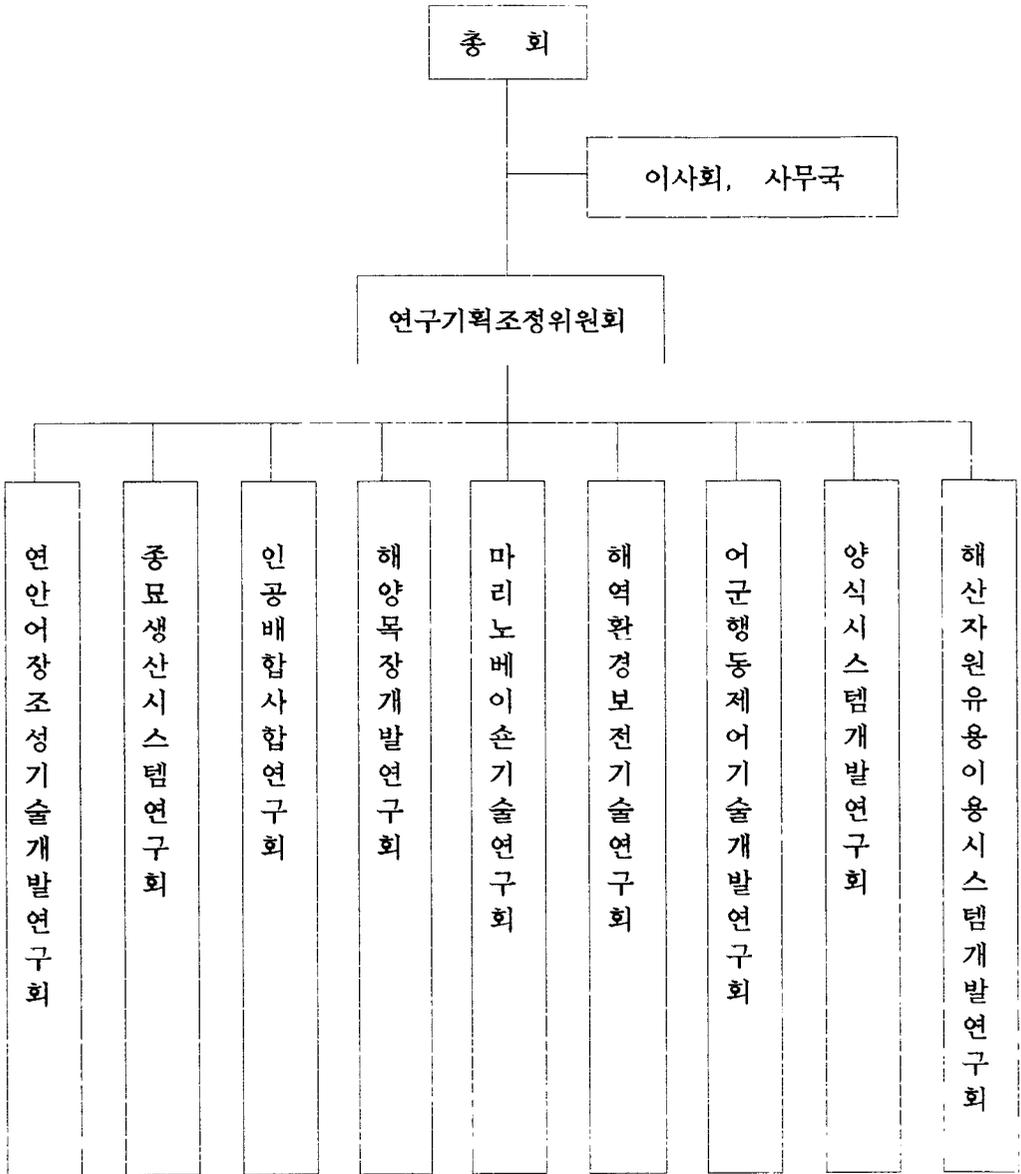


Fig. 2-2. Organization of Marine Forum 21.

128개의 民間企業이 참여하여 연구비의 부담은 물론 산업화에 중요한 역할을 수행하고 있으며 각 연구회별 역할 및 1993 년도 과제는 다음과 같다.

- 연안어장 조성 기술 개발 연구회

역할 :

- 海底 勇昇流 활용을 위한 구조물 개발
- 수중 人工海藻場 조성 기술
- 연안어장의 造成, 維持, 回復技術

과제 :

- 조성 어장 관리 지원 기술의 개발
- 인공 浮海底 시스템의 개발
- 인공 용승류 발생 기술 PILOT사업

- 종묘 생산 시스템 연구회

역할 :

- 재배 어업에 활용되는 稚魚, 稚貝, 대량 생산 기술
- 생산비 절감을 위한 종묘 생산 시설의 간소화 연구
- 에너지절약 차원의 종묘 생산 기법 개발

과제 :

- 輪蟲類 連續培養 시스템 기초 연구
- 에너지 절약을 위한 用水處理 기술 개발
- 종묘 수송 기법 개발
- 冷海水域에서의 종묘 생산 연구
- 지역환경(深層水利用型) 이용 기술의 개발

- 인공 配合 飼料 연구회

역할 :

- 경제적 대량 종묘 생산을 위하여 초기생물 餌料를 대신할 수 있는 微粒子 사료의 개발

- 어종 및 상황에 적합한 기능성 사료 개발

과제 :

- 주요 海産稚仔魚의 영양 요구 해명
- 치자어용 微粒子 사료의 개발

- 해양목장 개발 연구회

역할 :

- 유용어종의 종합적 관리 시스템 구축 기술
- 자원 생산량의 최대 이용 기술

과제 :

- 음향순치를 이용한 底着性 魚類의 자원 관리 시스템 개발
- 底着性 어류를 대상으로 海底牧場 조성 기술

- Marinovation 기술연구회

역할 :

- Marinovation 構想 실현을 위하여 漁場 造成의 체계화
- 현장의 case-study

과제 :

- 감성돔 해양목장 감시 시스템의 개발
- Marinovation 구상의 구체화를 위한 case-study
- 해양 에너지 이용 시스템의 연구

- 해역 환경 보전 기술연구회

역할 :

- 암초지역의 기능 회복 기술(갯녹음 현상)
- 增, 養殖場 주변의 수질 오염 및 저질 환경 회복 기술

과제 :

- 암초지역의 기능 회복 기술(갯녹음 현상)의 연구
- 증, 양식장 주변의 환경 개선 유지 및 회복 기술의 연구

- 어군행동 제어 기술 개발연구회

역할 :

- 魚貝類의 행동을 지배하는 각종 자극물질에 대한 糾明
- 해당 자극 발생 장치 개발
- 放流 魚貝類의 誘導, 보호 시스템의 개발

과제 :

- 放流 魚貝類의 유도, 보호 시스템의 개발

- 양식 시스템 개발연구회

역할 :

- 沿岸域 양식 어장의 老朽化 대처 방안 연구
- 近海域의 양식 시설 개발에 관한 연구

과제 :

- 沿岸域 양식어장의 노후화 대처 방안 연구
- 近海域의 PILOT PLATFORM 개발에 관한 연구
- 참치류의 양식 시스템 개발

- 수산 자원 유효이용 시스템 개발연구회

역할 :

- 수산 未利用 자원에서의 新物質 개발 기술
- 전통적 수산 가공 분야의 공장 자동화를 위한 기계 개발

과제 :

- 미이용 魚肉성분에서 수용성 유용물질 抽出, 精製 개발 기술
- 魚類 內臟의 생리활성 peptide 정제와 식품 이용 기술
- 해조류 oligo 糖의 식품 이용 기술
- 해조류의 抗酸化性 등의 생리활성물질 개발
- 魚皮중 硬蛋白質 분리 및 식품 이용 기술
- 多獲性 어류의 軟肉 제조 시스템의 공장자동화 기술
- 제반 정보 조사에 관한 연구

3) 社團法人 海洋産業研究會

사단법인 해양산업연구회는 산하에 “해양목장시스템 연구위원회”를 1981년 10월에 발족하여 그들이 갖고 있는 연구 능력을 사업간의 횡적연계를 통하여 해양목장의 실현을 목표로 연구하고 있다. 지금까지의 재배 어업이나 양식 기술을 일층 발전시키는 방안의 하나 로 타 산업분야의 공학 기술을 접목하여 시스템화하기 위하여 국가에서 추진 중인 Marine Ranching Plan, Biocosmos 계획 등과 협력하여 독자적인 연구를 추진하거나 생물, 전기, 기계, 조선, 철강, 토목, 화학 등의 여러분야의 연구기관과 공동연구를 수행하고 있다. Marine Forum 21, 수산토목 건설기술 센터 등에서 중추적인 역할을 수행한 연구원들이 바로 해양산업 연구회에 속해있는 해양목장시스템 연구위원회의 핵심 요원들이다

해양목장 계획의 일환으로 동 기관에서 수행한 연구사업의 내용은 Table 2-2와 같다. 각 각의 사업 내용은 제 1 期('80~'82) “계측기술과 적합한

Table 2 -2. Research activities in marine ranching plan (Research Institute for Ocean Economics)

| 년 | 항 목 | 연구과제명 | 연 구 내 용 | 특 기 사 항 | 비 고 |
|-------|------------------------------|--|--|---|----------------------------------|
| 1980년 | 해양목장의 관리계측 시스템에 관한 조사연구 | 해양목장계측의 지원기술분야중 계측기술에 관한 예비적 성격을 갖는 분야로 계측 분야에 관한 모델시스템을 검토함 | 계측기술을 대상생물의 "최적생활권의 확대"에 적용하기 위한 예비실험 성격의 최적생활권의 검토를 시작으로 확대기법에 관한 다각적 연구 | 생물주체의 계측의 중요성을 제의하였다 | |
| 1981년 | 해양목장 환경 모니터 링 시스템 모델화에 관한 연구 | 해양목장 환경 모니터 링 시스템 모델화에 관한 연구 | 계측기술을 대상생물의 "최적생활권의 확대"에 적용하기 위한 예비실험 성격의 최적생활권의 검토를 시작으로 확대기법에 관한 다각적 연구 | 해양목장 시스템연구회를 구성 종합적 연구운영 체제 구축 | |
| 1982년 | 최적생활권의 확대기법과 환경모니터링 기법 평가 | 최적생활권의 확대기법과 환경모니터링 기법 평가 | 최적환경오인들의 정리의 최적생활권 확대 기법(24방안) 중 3가지(생존을행상해역의 입체적 이용, 자치어, 육성공간의확대)검 증검토 및 시스템 구축방안 제시 | 세가지 방안의 case-study 검토결과 생태계에서의 실현을 위한 기본구상 제의 | 해양목장 계획 제 1기 성과 개요 작성(농림수산기술 회의) |

Table 2 -2. Continued

| 항목 연 구 과 제 명 년도 | 연 구 내 용 | 특 기 사 항 | 비 고 |
|---|--|---|---|
| 제 1983년 복합생산시스템의 형태 및 시스템 설계에 관한 사전평가 | 해양목장시스템(복합생산)의 개념정 립 즉 생산확대(생존율향상, 먹이체 계의 확립)의 기본관점에 따른 양식 체계도입, 모델해역으로서 仙臺와 山 陰지역 선정, 추진함 | 仙臺灣 및 山陰 연안에 구체적인 해역을 선정하 여 우선적인 모델제안에 주력함 | |
| II 1984년 복합형어업생산 시스템 의 유형화 및 체계화에 관한 연구 | 검토된 제안에 의거 해양목장을 구성 하는 각각의 대상종에 대한 시스템 의 객관적 평가기준 마련, 기본추진 방안 재평가에 따른 보완작업 수행 | 지금까지의 해양목장 기 반연구를 통하여 생물과 공학분야의 상호 유기적 관계의 형성에 중요성을 새롭게 인식하게됨. | |
| 기 1985년 새로운 어업 시스템 구축 -생산관리 모델의 운영기 법에 관한 연구- | 제 1.2기의 사업을 정리하는 단계에 서 우선적으로 실현가능성이 있는 지 원공학 기술분야의 공이용, 영양염 보급 및 저층수 이용방안 등의 어장 풍요도 향상 방안을 정리, 구체적 추 진계획 수립 | 실해역 실증실험을 위한 수요조사, 즉 각방안별 특허 및 기술달성도에 관 한 평가가 경제적인 사업 추진을 위한 효율적 방안 으로 높이 평가됨. | 해양목장 계획 제 2기 성과 개요 작성(농림수산기술 회의) |

Table 2 -2. Continued

| 항목 | 연 구 과 제 명 | 연 구 내 용 | 특 기 사 항 | 비 고 |
|-------|---|--|---|--|
| 1986년 | 새로운 어업 시스템 -배양기술 시스템에 의 한 어장이용방식의 개발 연구- | 생물분야에서 그간 연구된 결과를 정리하여 공학분야에 요구되는 기술의 도입을 위한 종합검토가 합동작업으로 추진 제 1단계 해조근락 형성을 위한 사례가 검토. | 해양목장 계획의 원점으로 돌아가 대상생물에 대한 생물학적인 기술검토를 종합하고 동시에 지인 기술로 활용되는 공학기술의 적용을 재 검토하여 과제의 마무리를 수행하였다. | 해양목장 Data-base 구축 |
| 1987년 | 상 등 | 전년도 사업과 동일한 맥락에서 대상어종(넙치, 가자미, 피조개 등)에 대한 종합적 적용사업 추진 | 이 단계의 작업을 통하여 생물과 공학분야의 상호 유기적관계의 문제점들을 명확히하여 긍정적 해결 방안을 추구하는데 새로운 시발점으로 생각하고 두 분야가 새로운 시각점에서 새로운 가능성을 도출하기 위한 공감대를 형성하였다 | -해양목장 계획 제 3 기 성과 개요 작성(농림수산기술 회의) -9년간의 사업 성과 보고서 작성 |
| 1988년 | 상 등 | 대상어종 연어와 참치류에 대한 해양목장 적용사업을 시험적으로 현장에 적용 시험함. | | |

생활권 확대를 위한 지원 공학기술에 관한 제안”, 제 2 期(‘83~‘85) “해양목장 모델연구와 지원 기술 평가 등의 현장 조성 구체화를 위한 예비연구”, 제 3 期(‘86~‘88)는 “해양목장 대상종에 관한 생물 및 공학적 적용 기법 평가에 관한 연구”로 나누어 지는데 결국 생물학적 적용을 위한 공학적 지원 기술의 확립에 관한 연구가 주요 연구과제인데 구체적 연구사업 내용은 Table 2-3과 같으며 조직은 Fig. 2-3과 같다.

Table 2-3. Activities of Research Institute for Ocean Economics

| 사 업 명 | 연 구 과 제 명 | 위탁처 및 수행처 |
|--------------------------------|---|-------------------------|
| M. R. 계획 자체연구 | 해양목장의 관리시스템에 관한 조사연구 1981년 해양목장시스템연구(I) | 농림수산성 연구위원회 |
| M. R. 계획 w M. R. 계획 자체연구 | 해양목장환경계측시스템의모델화에관한연구 적정생활권확대기법(환경계측시스템의 평가) 1982년 해양목장시스템연구(II) | 농림수산성 동해구수연 연구위원회 |
| M. R. 계획 자체연구 | 1981년 해양목장시스템의모델연구 1983년 해양목장시스템연구(III) | 동해구수연 연구위원회 |
| 자체연구 | 국가의 해양목장관련기술제1집 | 연구위원회 |
| M. R. 계획 자체연구 | 해양목장시스템의평가검토 1984년 해양목장시스템연구(IV) | 농림수산성 연구위원회 |
| 자체연구 | 1985년 해양목장시스템연구(V) | 연구위원회 |
| 자체연구 | 아시아지역양식어업의동향조사와진흥방안연구 | 연구위원회 |
| M. R. 계획 자체연구 | 해양목장의어장풍요도향상기법에관한연구 아시아지역양식어업의진흥을위한구체적연구 | 농림수산성 연구위원회 |
| 자체연구 | 1986년 해양목장시스템연구(VI) | 연구위원회 |

Table 2-3. Continued

| 사업명 | 연구과제명 | 위탁처 및 수행처 |
|---------|--|-------------------------|
| M.R. 계획 | 배양기술시스템에의한어장이용방식의 개발 - 해양목장 Data base의 개발 - 생물, 공학계 기술 종합검토회(제 1회) | 농림수산성 |
| 위탁연구 | 해양목장기술의 체계화에 관한 연구 | Marineforum 21 |
| 자체연구 | 산업적 해양목장 관련기술 제2집 | 연구위원회 |
| 자체연구 | 1987년 해양목장시스템연구(VII) | 연구위원회 |
| M.R. 계획 | 1987년 Marine ranching계획 위탁연구 - 생물, 공학계 기술 종합검토회(제 2회) - 생물, 공학계 기술 종합검토회(제 3회) | 농림수산성 |
| 자체연구 | 1988년 해양목장시스템연구(VIII) | 연구위원회 |
| M.R. 계획 | 생물, 공학계 기술 종합검토회(제 4회) | 농림수산성 |
| 자체연구 | 1989년 해양목장시스템연구(IX) | 연구위원회 |
| B.C. 계획 | 소하성어류의 행동추적 시스템의 개발(I) | 농림수산성 |
| B.C. 계획 | 저서동물 및 난의 인식, 계수의 장치개발(I) | 농림수산성 |
| B.C. 계획 | 농림수산계생태의해명과최적제어에관한연구 - 소하성어류의 행동추적 시스템의 개발(II) - 저서동물 및 난의 인식, 계수의 장치개발(II) | 농림수산성 농림수산성 농림수산성 |
| 자체연구 | 1990년 해양목장시스템연구(X) - 수산증양식의 성과분석과 향후 방향검토 - 해양목장 관련용어의 정리와 해설 | 연구위원회 |

* M. R. 계획 : Marine Ranching 계획

B. C. 계획 : Biocosmos 계획

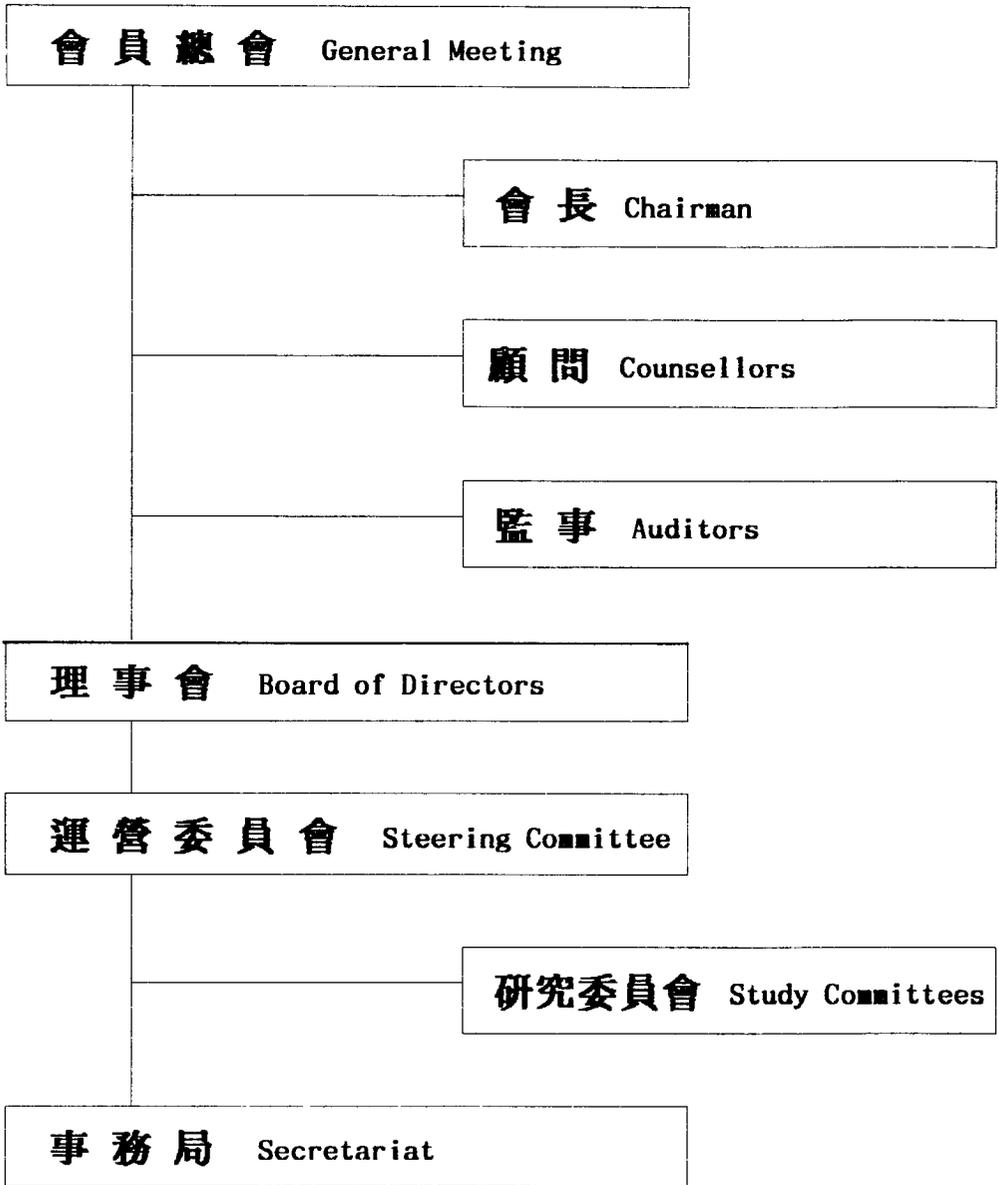


Fig. 2-3. Organization of Research Institute for Ocean Economics.

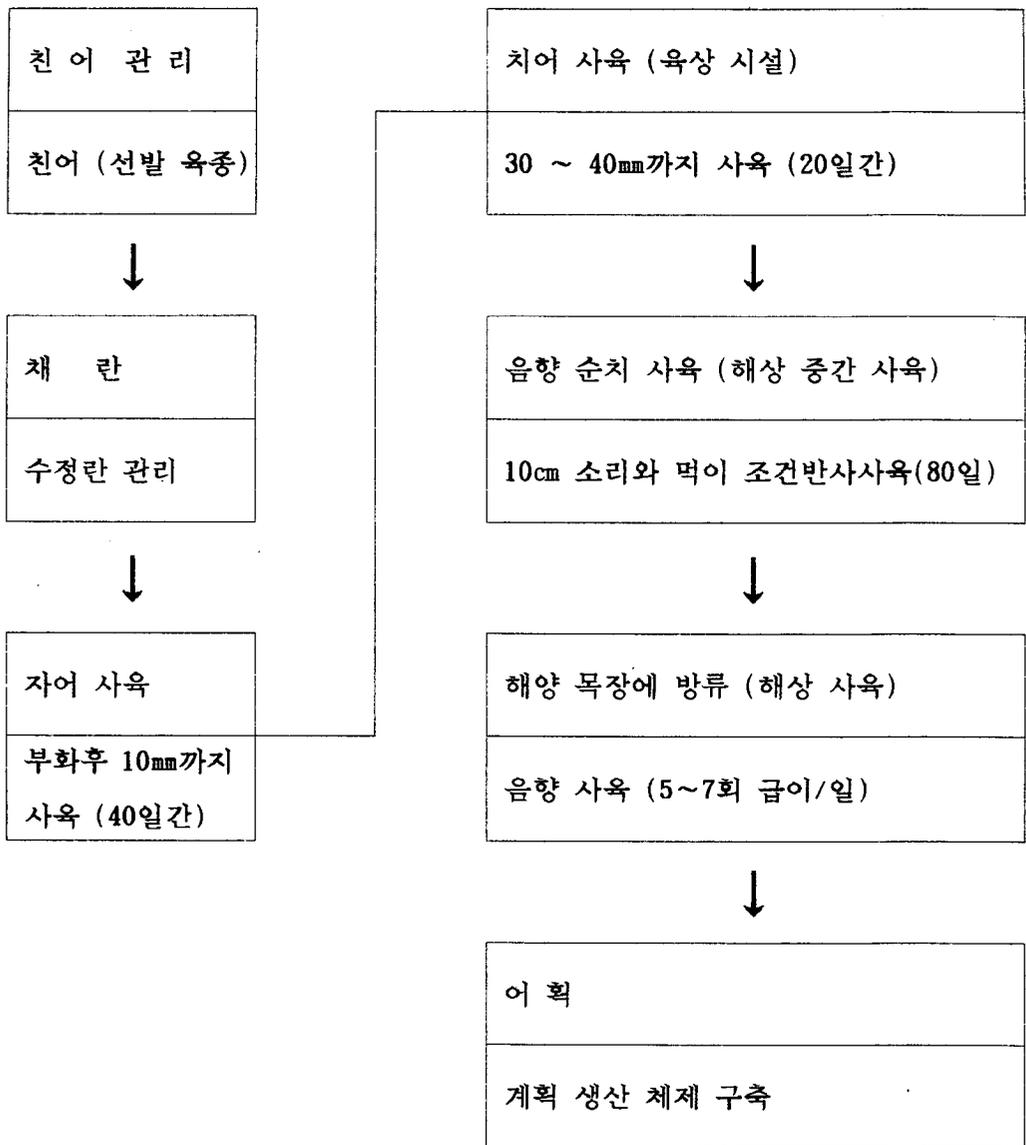


Fig. 2-4. Procedure for acoustic conditioning project in marine ranching plan.

다. Pilot plant 실증 사업(音響馴治 SYSTEM)

1984년 大分縣의 경우 남부의 豊後水道에 접한 佐伯灣 안쪽 上浦지역에 음향급이 시설을 중심으로 해양목장 제 1 호가 조성되었다. 上浦 해양목장은 1990년 3월까지 음향급이형 수산 자원 관리 시스템의 성능을 검증하기 위하여 참돔을 대상으로 치어의 중간육성과 음향순치, 방류, 추적 및 방류효과에 관한 연구를 수행하였다.

1986년 보급형 음향급이시스템 연구 시설이 鶴見마을에 그리고 1987년에 津久見市에 각각 실용형 음향급이 시설을 중심으로하는 해양목장이 설치되었다. 이 두곳에서 해양목장 개발 촉진을 위한 실용형 시범사업으로 해양환경, 어획량, 음향급이에 의한 대상어종의 체류 효과, 실용형 해양목장 모델 개발 어업 관리 정책에 의한 관리 시뮬레손 모델을 개발하였다.

上浦 해양목장에서는 음향급이형 수산자원 관리 시스템의 성능 검증이 1990년에 완료되어 참돔 등 고급어종의 재배어업의 기반이 구축되었다. 또한 방류어의 생존, 성장, 회유범위등 생태적 어장 환경에 관한 자료가 축적되어 본 시스템을 전국적으로 보급하여 재배 어업의 기술 향상 유도할 수 있게 되었다. 한편, 초기목표인 계획생산 가능성 확인되었지만, 자연산과 방류한 어류 간의 질적차이와 행동양식의 차를 토대로 생물자원 특성치를 구한 결과 방류 참돔의 경우 자원적 가치평가치가 낮은 것으로 판명되었다. 보다 구체적인 실증실험의 개요는 다음과 같다(Fig. 2-5).

1) Pilot plant 해양목장의 기본 구상

1990년 일본의 “漁業白書”에 따르면 1988년 원양어업의 생산액은 5,220억엔 이고, 海面養殖業 생산액은 5,831억엔으로 최초로 양식생산고가 원양어업 생산고를 상회하는 상황이 되었다. 1988년의 어업생산량은 1,278만톤으로 200해리 경제수역 내에서의 생산고가 77%, 공해상에서의 생산이 14%, 그리고 외국의 경제수역 내에서 9%의 생산을 하였다. 특히 외국의 200해리 경제수역

내에서의 생산고는 대폭 감소하고 있는 추세이다.

따라서 연안에서의 자원 활용 방안의 하나로 양식을 유도하여 연안 자원을 늘리기 위한 종묘 생산 및 육성, 방류로 연계하고, 체장 규제, 어획 시기 및 조업 일수 통제 등을 어업 종사자들이 스스로 지켜 자원 관리형 어업을 실행하는 고차원적인 어업선진국으로의 발돋움 하기 위하여 大分縣에서 “Marinoplois Oita 構想”의 일환으로 해양목장 실증사업을 착수하였다. 이 해양목장은 육상시설에서 생산된 참돔의 종묘를 바다의 가두리에서 中間育成하는 단계에서 먹이에 대한 音響馴治를 진행하여 해양목장 해역에 방류한 후 “소리와 먹이”를 가지고 대상 어류의 主成長期에 일정지역의 長期 滯留效果를 유도 하여 계획 생산 단계까지 도달하는 것을 1 차 목표로하였다.

2) 실증사업 추진

실증사업은 Marine forum 21의 지원으로 大分縣 수산시험장이 추진하였다. 1984년 大分縣의 경우 佐伯灣 안쪽 上浦지역에 해양목장 제 1 호가 조성되었고, 1986년 보급형 음향급이시스템 연구 시설로 鶴見마을에 그리고 1987년에 津久見市에 각각 실용형 해양목장이 설치되었다(大分縣水産試驗場, 1990).

上浦 해양목장은 1990년 3월 초기의 목적을 달성하고 중지하였다. 음향급이형 수산자원관리 시스템의 성능을 검증하기 위하여 참돔을 대상으로 치어의 중간육성과 음향순치, 방류, 추적 및 방류 효과에 관한 연구를 수행하였다.

1987년 이후에는 위에서 언급한 두곳에서 해양목장 개발 촉진사업을 실용형 사업으로 해양환경, 어획량, 음향급이에 의한 대상어종의 체류효과, 실용형 해양목장 모델 개발 어업관리 정책에 의한 관리 시뮬레슨을 개발하였다. 음향순치 실험의 흐름도는 Fig. 2-5와 같으며, 해양목장의 자원관리 개념도는 Fig. 2-6과 같다.

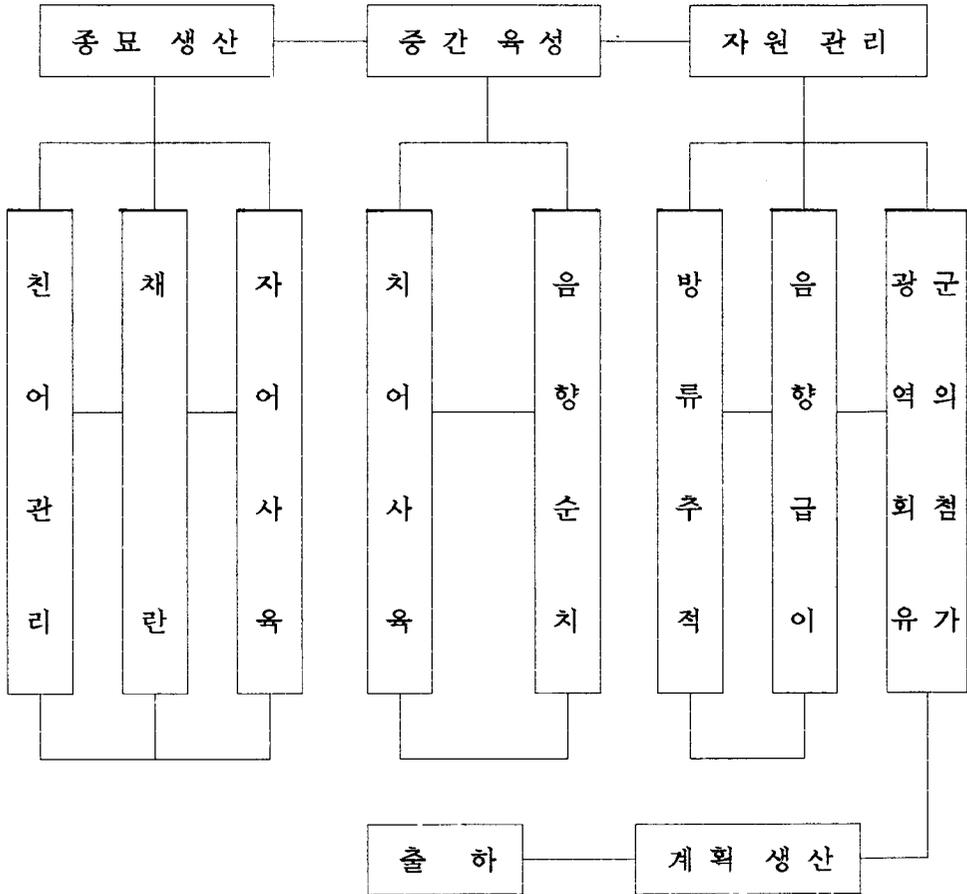


Fig. 2-5. System management of biological resources for marine ranching plan.

음향급이 시스템 개요

음향급이 해양목장 시스템은 콘크리트 어초군, 음향급이 부이, 해상 태양발전 시스템, 육상 관리 장치, 환경 조건 계측 장치 및 이동형 어군 탐지기로 구성되어 있으며, 給餌 施設을 중심으로 주변에 각종 魚礁를 해저 지형 및 조류의 흐름등을 감안하여 배치하였다.

음향은 초기 중간 육성 단계에서 소리로 먹이에 순치된 참돔 미성어를 방류한 후 매일 여러번 소리(300Hz, 1초간격의 방음주기로 7 ~ 8분 지속)를 수중으로 발사하고 급이하여 주변에 있는 자연산 참돔도 함께 모여들어 방류된 미성어가 자연 상태에서 야생화됨과 아울러 자연산의 광역 회유군도 해양목장 내에 첨가되어 계획 생산 체제를 구축할 수 있도록 하였다.

해양목장 시스템의 설계조건은 波高: 3m 이하, 파도週期: 3 ~ 8sec, 潮位差: 1m 이하, 潮流: 0.5m/sec 이하, 底質: 砂質 로 10 ~ 20m 수심에 설치하였으며, 구조물의 耐久期間은 7 년으로 하였다.

전원계통은 標示燈, 급이장치 및 계측·통신장치 등 부이에서 사용되는 전체전원을 DC 12V로 통일하고 태양전지를 이용하는 방식을 채택하였으며, 표시등의 축전지를 따로 독립시켜 우선 충전하는 방식을 병행토록 한다.

음향급이 시스템은 海上部와 이것을 통제하는 陸上部로 구성되었으며, 해상부의 음향급이 주변에는 放流魚가 거처하는 어초를 설치하였다. 해상부는 급이장치를 탑재한 부이본체와 계류라인 및 앵커, 음향급이 장치, 센서와 텔레미터 장치, 통신장치와 전원공급장치로 구성되어 있다. 육상부는 쏘 시스템을 제어하는 중앙 제어장치, 魚探 表示裝置, 통신장치 및 자료를 수록하는 PC 등으로 구성되어 있다(Fig. 2-6).

실증실험 결과

음향급이 시설의 실용성 연구결과를 토대로 해양목장 시스템에서의 어업 관리 방안을 수립하기 위하여 여기에서 얻어진 각종 추적 자료를 근간으로

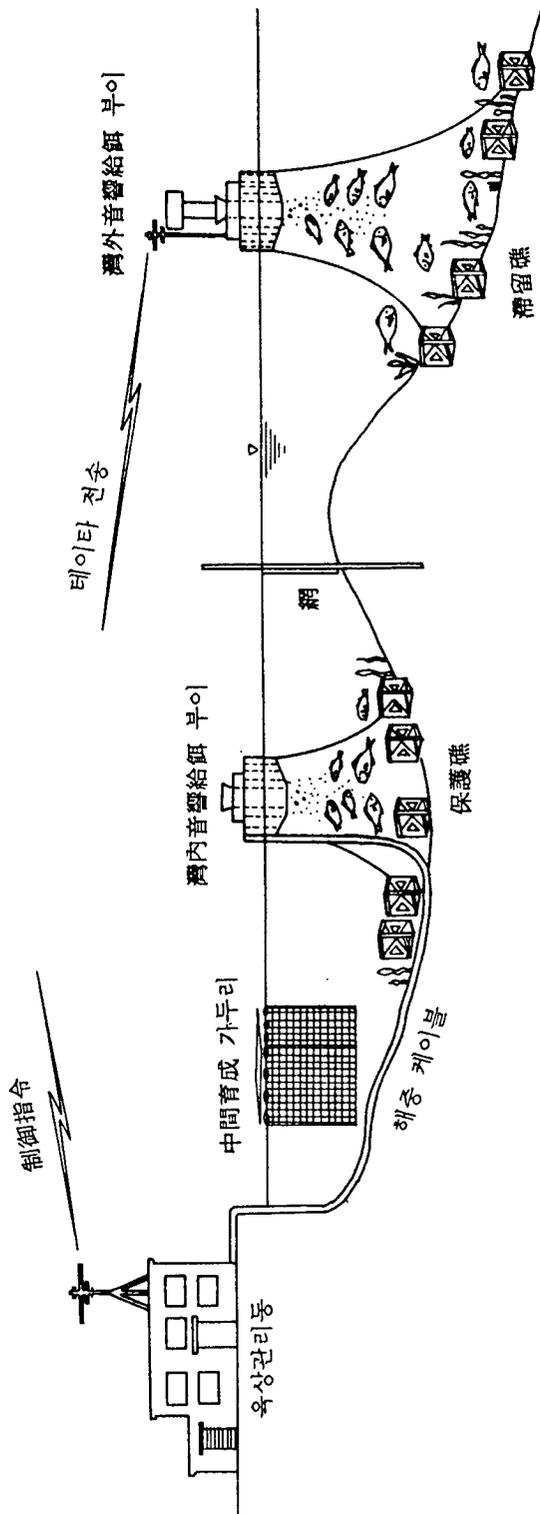


Fig. 2 -6. Schematic drawing of acoustic conditioning system
in marine ranching plan

실용형 해양목장모델 3 가지(Practical Marine Ranching Model, PMRM - 1 : 資源 解析 모델, -2 : 放流 效果 評價 모델, -3 : 經濟 效果 評價 모델)을 개발 적용하였다(大分縣水産試驗場, 1990).

경제 효과 평가 모델인 PERM-3를 이용하여 종묘의 방류효과를 예측한 결과 두 지역의 해양목장에서는 경제 효과가 부정적인 것으로 평가되었는데, 그 원인이 판명된다면 이 후의 해양목장 사업에 큰 참고가 될 것으로 판단된다. 일본 九州 農政局, 大分縣 統計情報事務所의 조사자료에 의하면 10년간 해당 해역에서의 참돔 평균어획량은 728톤이고, 85년 이후부터 감소 경향을 나타내었다. 어획량의 해역별 검토를 토대로 판단할 때 별개의 개체군이 경계를 나타내며 존재하고 있다는 사실이 확인 되었다. 중간육성한 참돔과 벤자리를 1988년, 1989년 두차례에 걸쳐 30 여만 마리를 방류한 결과 해양목장 주변 지역에서의 참돔의 경우 한 지역이 다른 두지역과 비교할 때 상당히 높아 약 3배에 달하는 어획 결과를 나타내었다. 참돔의 경우 1986년에 방류한 개체중 1989년 8 ~ 10월 사이에 회귀하여 다량 어획되는 사실이 확인 되었다. 이것은 1989년 1 ~ 4월의 해수 온도가 예년에 비교하여 1 ~ 2℃ 높았던 것에 기인한다. 일반적으로 방류직후 참돔은 잠시 급이시설 주위에 모여 있다가 해수가 15 ~ 16℃로 저하하는 12월 하순이 되면 암초나 연안의 깊은 곳에서 월동을 하고 수온이 18 ~ 19℃로 상승하는 6월경 급이시설 주변으로 회유하는 사실이 확인되었다.

해양목장 사업의 관리 측면에서 운영되는 어업관리 예측 모델의 시뮬레이션 결과 중요한 요인은 漁獲 制限體長(어류 25cm)이었고, 禁漁期와 복합적으로 관리가될 때 해당된다. 더욱 체장 제한과 금어기, 그리고 조업일수 20% 감소가 복합적으로 작용할 경우 효과는 크게 나타났다.

음향순치에 의한 방류사업

음향급이 시설에 의한 대상종의 방류는 일반적 자원 증식을 위한 방류사업

과는 기본적 의미가 다른 계획 생산에 따른 방류 사업이므로 “방류 최적 마리 수”에 관한 기본적 검토가 수반되어야 한다. 즉, 방류량과 수확량을 결정할 수 있는 carrying capacity(수용량) 개념과 방류한 어종이 해역의 생태계에 내에서의 생태학적 지위(niche)에 관한 검토가 필요하다. 이러한 문제는 大分縣에서 모델을 활용하여 검토한 결과 많은 수를 방류할 수록 타어종에 비하여 생태적 지위가 높아지는 결과를 나타내었다.

大分縣의 실증실험 결과를 토대로 일본에서 추진되고 있는 현장 적용사업은 다음과 같다.

長崎縣의 “Marinovation 構想”

長崎縣(나가사키현) 平戶市(히라도시) 수산과에 海洋牧場管理運營協議會가 구성되어 “海域高度利用 시스템 導入事業”이라는 이름으로 21세기를 내다 보는 해양목장 사업으로 추진되고 있으며, 長崎縣 平戶市 북쪽해역(薄香灣, 古江灣, 生月灣 주변해역)을 대상으로 하고 있다(홍보자료 참조).

- 사업 개요

○ 사업 시기 및 내용

조사 연구 사업(1 단계) : 1988년 ~ 1989년

시설 조성 사업(2 단계) : 1989년 ~ 1991년

○ 총 사업비 : 5億円(중앙정부와 지방자치단체 공동부담)

음향급이 시설 : 1億円

인공어초 사업 : 4億円

○ 사업주체 : 平戶 海洋牧場 管理運營協議會(3개 市町村, 8개 漁協)

○ 시설내용

기타탑재 부이 : 2개(薄香灣, 古江灣)

음향 급이 장치 : 2식

음향 : 30 W, 300 Hz 斷續音

사료 : 5회/일, 최대적재량 200 Kg

搭在機器 : 센서 : 어군탐지기, 수온계

기 타 : 태양전지식 전원장치, 계측자료 송전장치

지상 Telemeter : 자료처리장치 (어군량, 수온자료)

Color morniter, displayer, 어군기록계

이 사업의 기본개념은 平戸島와 生月島, 그리고 大島를 연결한 灣内に 해양목장을 조성하는 것이다. 특히, 대상 어종을 참돔으로 설정하여 平戸市가 인접해 있는 소규모의 薄香灣과 古江灣(평균 수심 30m)에서 일차적으로 음향에 순치된 중묘크기(3 ~ 4cm) 참돔을 音響給餌機로 중간 육성시켜서 越冬期가 되면 다소 수심이 깊은 만 입구(평균 수심 40 ~ 50m)의 魚礁로 유도하여 월동시킨 후 성장한 成魚들을 3개섬의 내만에서 계획 생산하려는 의도이다. 1991년 최초로 10cm의 중간육성어 160,000마리를 방류한 결과 월동에 들어가기 전의 未成魚의 경우 약 30%에 달하는 체포율을 나타내었으나 일단 월동을 위하여 내만을 빠져나간 성어들의 체포율을 현재 계속 추적중에 있으나 미성어에 비하면 아주 비관적인 결과를 보였다. 그러나 방류된 성어는 다수가 수확되어 공판되고 있어 자원조성 측면에서는 성공한 것으로 판단되었으며, 부수적으로 돌돔이나 감성돔의 집어효과가 있는 것으로 나타났다.

新潟縣 栽培漁業센터의 방류실험

니가다현은 일본 수산청의 Marinovation 후보지역중의 하나로 국가 주도로 광어등 定着性어종을 중심으로 재배어업을 육성하고있다. 1980년부터 방류 사업을 시작하여 지금까지 매년 수십만 단위의 종묘를 방류였는데, 再捕獲율을 조사한 결과, 70mm 크기의 종묘를 방류 했을 경우 최고 10%, 120 mm 크기의 종묘 방류의 경우 20%의 양호한 결과를 얻었다. 이를 토대로

1990년부터 국비 지원으로 회유성 자원증대 PILOT 사업을 시작하였다 (홍보자료 참조).

佐渡 眞野灣의 넙치 海底牧場 음향순치 시험

1991년 7월 眞野灣 안쪽의 해상에 음향급이시설(시설비: 약 1億5千万円)을 설치하여 음향순치된 넙치 未成魚를 ALC(Alizarin-Lanthanum Complex) 염색 후 방류하여 시장 조사를 통한 방류 효과를 조사하고 있다.

동 음향급이 시설의 개요는 다음과 같다.

- 위치 : 佐渡 眞野灣의 수심 5.5m, 해안으로부터 500m 지점
- 구조 : 직경 60cm의 동파이프 4개를 4m간격으로 박아넣고 그 위에 사방 10m의 구조물을 설치함. 구조물에는 자동급이기, 음향 장치, 어군탐지기 등이 탑재되어 있으며, 육상의 통제소(재배어업센타)에서 사료의 양과 급이시간을 원격조정하고 있음.
- 중간 육성: 사방 10m의 구조물에 울타리망 그물을 설치하여 종묘를 음향 순치시키고, 체장이 약 10cm 성장한 후에는 울타리망 그물을 제거하여 방류함.

1991 ~ 1993년에 실시한 실험에서는 7월 하순에 평균전장이 40 ~ 50mm인 종묘 4만여마리를 중간 육성하기 위하여 1일 6회 정도 음향을 이용하여 사료를 급여하였다. 음향은 300Hz의 주파수에 음압이 150db 정도의 斷續音을 이용하였다(이는 실제로 “뿌--, 뿌--”하는 소리로 들린다). 濁渡 등 바다의 상황에 따라 차이는 있지만, 음향순치에는 6~15 일 정도 소요된다. 울타리망에서 40일간 사육한 결과 40%의 비교적 낮은 생존율을 보였으나, 一日 成長率은 1.9mm 전후로 수조에서 사육한 경우보다 20 ~ 30% 좋은 결과를 나타내었다. 방류는 全張이 11 ~ 12cm 정도로 성장하였을 때 실시하였다. 지금까지의 조사 결과, 음향에 순치된 개체는 울타리망에 있던

때와 같이 구조물 바로 밑에 모이지 않고도 주변역에 흩어져 살고 있는 것으로 판단되며 가을이 되어 수온이 낮아지면, 수심이 깊은 지역으로 이동한다.

1991년에 음향급이를 하여 방류한 넙치는 1992년 5월에 처음으로 어획되었음을 확인하였다. 1992년 5월에서 8월 사이에 眞野灣에서 어획된 방류어를 정밀 조사한 결과, 음향순치 후 방류한 것이 음향순치를 하지 않고 방류한 것들에 비하여 재포획율이 14%로 2배 이상 높았다. 한편, 眞野灣의 넙치 어획량은 1987 ~ 1991년까지 연평균 20톤에 달하는데, 총 어획량의 95%를 차지하는 眞野, 二見, 佐和田어협의 4년간의 연평균 넙치 어획량 중 방류어의 비율은 약 20%를 차지하고 있었고, 연도에 따라 변동은 있으나 眞野灣에서는 방류어가 중요한 어획 자원으로 자리잡은 것이 확인되었다.

2. 기타 선진국의 해양개발 현황

일본을 제외한 선진국의 경우 해양목장에 대한 개념은 아직까지 확립되어 있지 못하며 다만 소규모의 어초를 투입하는 정도에 불과하다. 그러나 선진 제국들은 수산 자원은 그들이 갖고 있는 자연 그대로의 상태를 보전하면서 최소한의 잡는 어업 차원에서 지속적인 자원 관리를 하고 있으며, 해양목장의 근간이 되는 해양 각 분야에 있어서의 정책은 자국의 이익을 극대화할 수 있는 것이어서 해양목장화를 추구하는 우리 나라에 좋은 기초자료가 될 수 있기에 간략하게 소개하기로 한다.

가. 미국의 해양 개발

1) 미국의 해양 정책

200해리 경제 수역을 갖고 있는 미국은 자원파악과 개발을 위하여 장기 발전 계획 등을 수립하는 등 매우 적극적인 정책을 추진중에 있다. 더우기

이용 측면에서 타국과 경쟁 관계가 발생하기 쉬운 연안역에 관하여는 여러가지 형태의 기본 방침을 설정하고 있다(Able, 1981; Covey, 1988; Crutchfield, 1986; Finch, 1985).

제 2차 세계대전 전까지는 국방, 해운, 어업 등의 산업 보호와 육성 측면을 제외하고는 연방정부가 해양개발 측면에서 정책적으로 배려한 것은 전혀 없었다. 그러나 2차 세계대전 이후에는 과학 기술 정책에 대한 연방정부의 방침이 새롭게 전환되어, 해양 연구도 본격적인 궤도에 오르게 되었다. 그리하여 1957년에는 최초로 International Global Observation Year라는 주제로 세계적 안목의 사업이 시작되었다.

1961년 케네디 대통령에 의한 “해양개발은 인류에게 있어 마지막으로 지구상에 남아있는 frontier의 도전”이라는 유명한 “Kennedy Appeal”은 해양의 과학 기술 개발에 대한 하나의 새로운 장을 열게 되는 계기가 되었다. 그는 의회에 特別敎書를 제출하여 해양 개발의 중요성을 강조하고, 계획 수립을 위한 예산의 증액을 요구하였다. 다시말해 해양이 중요한 국가정책 과제로 인정을 받게 되었던 것이다. 그리고 Johnson이 대통령을 인계한 1966년 6월에는 비로서 해양 자원 기술 개발법(Marine Resources and Development Act)이 제정되었는데, 이 법률에 따라 폭넓은 해양 개발 정책을 수립하게 되었고, 부통령을 의장으로 하는 Marine Science Council과 Commission on Marine Science, Engineering and Resources가 설립되었다. 그리하여 1969년에는 “Our Nation and the Sea”라는 보고서가 대통령과 의회에 제출되었는데, 이것은 미국의 해양 개발을 위한 기초 보고서로서 이를 토대로 1970년대에 들어와서는 다음과 같은 많은 법안들이 확정되었다.

- National Environment Policy Act
- Coastal Zone Management Act
- Marine Mammal Protection Act

- Marine Protection, Research and Sanctuaries Act
- Federal Water Pollution Control Act, Amendments
- Clean Water Act, Amendment
- Endangered Species Act
- Deep Water Port Act
- Coastal Energy Impact Program
- Fisheries Conservation and Management Act
- Outer Continental Shelf Land Act, Amendment
- Deep Sea-bed Hard Mineral Resources Act
- Ocean Thermal Energy Conservation Act
- American Fisheries Promotion Act
- Coastal Zone Management Improvement Act
- National Aquaculture Act

1964년 “大陸棚 資源 保護法”, 1966년 “12海里 漁業水域法案”을 제정하여 연안에서 외국어선의 조업을 규제해서 자국 어민을 보호하려는 정책이 실행하였다. 이 것이 바로 미국이 해양 자원에 대한 새로운 인식 즉, “資源 Nationalism”을 최초로 도입하게된 계기가되었다. “Sandiego 宣言”에서는 발전 도상국들이 내세운 자원 Nationalism에 대항하여 200해리 경제 수역 법안을 제정하여 제 3차 국제연합 해양법회의에서 의제로 채택시켰으며, 이에 따른 후속조치로 1976년 Fisheries Conservation and Management Act를 제정하기에 이르렀다. 이에따라 수산자원보호수역(Fisheries Conservation Zone)은 기존의 12해리에서 200해리로 확장되었으며, 다음과 같은 후속 조치를 수행하였다.

- 어업 자원 보호
- 어업보호수역을 8 개 지역으로 구분하여 어업 관리

- 이사회와 商務省에서 국가적인 차원에서 관리 계획을 마련
- 일본, 소련 등의 대형 어선이 경제 수역 내 조업을 규제시켜 자국 어민들의 자원 이용 확대의 기회를 마련하여 수산업의 진흥을 유도
- 미국의 수산물 무역의 적자 요인 해소
- 외국과의 명확한 漁業條約으로 排他的 管理權의 行事

결론적으로 미국의 정책은 첫째, 수산자원보호수역에서는 전 어종에 대한 배타적 권리를 그리고 大陸棚 해역에서는 어업 자원에 대한 배타적 관리권을 행사하고, 둘째로 외국어선의 조업에 관한 국제협정과 쌍무간 협정을 체결하여 외국의 어선은 상무장관의 동의를 얻어 국무장관이 발행한 허가증을 소지하여야 조업할 수 있도록 하였고, 셋째로 어업 자원의 보존 관리에 관하여는 상무장관이 국가적 차원의 기준을 설정하여, 8개의 지역별 어업 관리 이사회를 구성 각각의 권한 구역내에서의 漁場에 대한 Fisheries Management plan을 작성토록 하는 것을 골자로 하고 있다. 이는 최적 어획량(Optimum yield)과 국내 허용 어획량 (Domestic allowable harvest)의 여분 안에서 외국 국적선이 어업할 수 있는 총 허용어획량(Total allowable level for foreign fishing)을 결정하도록 규정한 것이지만 실제로는 자국내 수산자원보호수역의 배타적 이용을 위하여 이 구역안에서 외국 어선의 조업을 완전중지 시키고, 자국의 수산물의 무역적자를 타 부분의 무역문제와 연계하여 해결하려 하는 정책이다.

따라서 Fisheries Conservation and Management Act의 초기목적은 자원에 대한 자국 어업의 잉여분을 외국에 배분하여 入漁料 등으로 자국의 수산을 진흥하자는 의도였으나, 이제는 수산자원보호수역의 자원을 모두 배타적으로 이용하여 수산 가공업자를 포함한 전 수산업의 보호 육성 차원으로 정책이 변화하고 있다. 이러한 사실은 그동안 미국의 경제수역 안에서 200만톤/년의 생산량을 기록하던 일본의 최근 생산량이 전무한 것으로 잘 설명되도 있다.

그 반면 미국은 1978년 281만톤/년에 불과하던 동 구역에서의 어업생산량이 이던 생산량이 1986년 426만톤 으로 증가하였다.

미국은 1972년 Coastal Zone Management Act를 제정하였고 연안역의 관리를 위하여 그 기본정책으로 "Consistency Doctrine"을 만들어 추진하고 있다. 그 내용을 보면 첫째, 국내에 존재하는 모든 자원을 保全・保護・開發하며, 가능하다면 재생 강화를 우선한다. 둘째, 연방정부가 만든 지침에 따라 각 주정부가 Coastal Zone Management Program을 실행한다면 이를 장려하고 이에 필요한 재정적 지원을 한다. 셋째, 특별히 귀중한 천연 자원을 보호하기 위하여 "特別區域 管理計劃(Special area management plan)"의 수립을 장려하고 연안역에서의 합리적인 경제 성장을 추구하며, 더욱 災害 發生 가능한 곳에서의 인명과 재산 보호에 노력한다. 넷째, Coastal Zone Management Act의 목적 달성을 위하여 일반시민, 지역 자치단체, 주정부, 연방정부간의 긴밀한 협조 관계를 장려하는 것으로 요약된다.

나. 프랑스

프랑스는 해양개발 선진국으로 대서양, 영불해협 및 지중해의 3개의 거대한 선택된 해양환경을 갖고 있으며, 잠수 기술 분야에서는 오랜 전통과 업적을 갖고 있다. 따라서 해양 개발은 프랑스에 있어서 원자력, 우주, 항공 산업과 나란히 4대 과학정책 사업으로 추진되고 있다(Aquarone, 1988 ; 海洋産業 研究資料, 1989).

1976년 6월 200海里 排他的 經濟 水域을 선포하여 국토 면적의 11배에 달하는 넓이의 총면적 1,130만km²이나 되는 면적을 소유하고 있으며, 이 규모는 세계 3위이다. 본토에 약 34만, 대서양에 36만, 인도양에 289만, 태평양에 768만km²로 대부분 海外領土에 속해있다. 프랑스는 초기에 200해리 안(案)에 대하여 가장 소극적인 자세를 보였으나 1970년대 말부터 석유 탱커들의 기름 유출 사고로 해양 오염 문제가 자주 대두되자 환경 보전・보호

차원에서 경제 수역 제도의 필요성을 통감하여 1976년에 이를 지지하게 되었다.

1960년 드골 대통령은 해양 개발의 중요성을 인식하고 1967년 국립 해양개발센터(Centre National Pour L'Exploitation des Oceans, CNEXO)를 중추 연구기관으로 하는 1차 기본계획을 책정하였다. 그후에 미테랑 정권은 1981년 海洋省(Ministre de la Mer)을 설치하여 運輸省, 研究·工業省, 勞動省 등에 분리되어 있던 해양 개발 사업을 해양성으로 일원화하였고, '83년 海洋省은 다시 海洋廳으로 조직이 바뀌면서 運輸省 관할이 되었다. 한편 CNEXO와 海洋漁業科學技術研究所(ISTPM)가 병합하여 프랑스 海洋開發研究所(IFREMER)가 설립되었는데 이 기관은 종합 연구기관으로 정책 사업의 추진을 원할히 돕는 역할을 하고 있다.

프랑스의 200해리 경제 수역 정책은 결과적으로 자원 국유화의 감소 현상을 초래하였다. 왜냐하면 1970년대 총어획량의 3/4이 타국의 경제 수역내에서 이루어졌기 때문이다. 따라서 이들 문제를 유럽공동체(EC)에 힘을 얻어 공동 대처하는 방향으로 해결하려고 하는데, 근본적 대처 방안은 태평양과 인도양에 존재하는 프랑스령 영토의 경제 수역내에서 새로운 어장의 개발을 목표로 하고 있다.

다. 유럽공동체(EC)의 해양 과학 기술 개발 정책

1989년 3월 유럽공동체 각료이사회는 10종류의 연구, 기술개발 Program을 결정하였는데 이 중에 해양 과학 기술분야도 포함되어 있다. 해당 Program은 1988년부터 1992년까지 계획 단계를 거쳐 진행중에 있으며, 총예산은 5천만 ECU(EC 통화단위)에 달한다. 내용은 크게 다음과 같다.

- 해양 조사, 연구에 필요한 기초 응용 과학 분야 :
해양 환경에 초점을 맞춘 수리 모델 개발 분야.
- 연안역 자원 관리를 위한 기초 과학 및 공학 기술 분야

- 해양 기술 분야 :

해양 연구에 필요한 기기의 개발, 자료수집, 전달, 센서, 해상 구조물 및 자원 개발을 위한 掘削裝置 개발.

- EC 국가간의 지원 시스템 구축 :

해양 과학 분야에서의 자료 수집, 정리 및 표준화, 연구자간의 교류 및 연수, 기술 이전 등.

또한 수산 분야에 있어서는 1987년 9월 총액 3천만 ECU를 투자하여 1991년까지 해양, 호수 하천의 수산 자원의 관리 기술 개발 및 수산 양식에 관한 연구가 진행되었다.

라. 오스트렐리아

1979년 200해리 경제 수역을 선포한 후 760만km² 이던 수역이 일약 1,470만 km²로 넓어짐에 따라 장래에 대한 그들의 해양정책은 중요도를 더하게 되었다. 그리고 주변 국가들간의 다음과 같은 내용을 중심으로 협약을 체결하였다.

- 야생 동물의 보호
- 해양 자원의 관리
- 해양 오염 방지와 해양 투기의 규제

일본과 호주, 중국과 호주간의 철새보호조약, 호주와 인도네시아간의 호주 어업전관 수역에서의 전통 어업 활동에 관한 조약등 특정동물을 대상으로 하는 보호 활동에 많은 관심을 보이고 있다.

해양에 둘러싸여 있는 큰 대륙 호주는 수출입의 대부분이 선박에 의하여 연간 약 6,000척의 왕래로 이루어지고 있다. 또한 국내에서 소비되는 연료의 2/3가 해저 유전에서 생산되고 있으므로 자원 개발이라는 측면에서 해양은 중요한 위치를 차지하고 있다. 수산 자원의 생산량도 무역 부문에서 가능성은 대단히 큰 것으로 평가하고 있다(Austalia Marine Science and Technologies

Committee, 1987).

호주 정부에서 추진중인 연안 개발을 위한 관리제도의 한 예로 Great Barrier Reef의 관리를 검토하여 보겠다. 해당지역은 호주 동측 대륙붕에 위치한 면적 35만km²에 2,600개의 각각의 산호초와 300개에 달하는 섬으로 구성되어 있고, 400종의 hard and soft coral과 1,500종의 어류, 4,000종의 해양 생물 및 240종의 海鳥들로 구성된 세계 최대의 해양 생물의 보고이다. 1973년 연방의회에서 州 관할 밖의 海中 및 海底의 관리에 관한 법률(Sea and Submerged Lands Act)을 통과시키고, 1975년에 Great Barrier Reef Marine Park Act를 만들었다. 특히 이 법률을 집행 관리하기 위하여 Great Barrier Reef Marine Park Authority가 설치되어 국가의 최고 행정 자문 기구로의 역할을 담당한다. 더욱 효율적인 지역 관리를 위하여 Zoning 계획에 의한 규정은 구체적이고, 실천 가능하게 구성되어 있어 우리도 이런 관점에서 검토되어야 할 여지가 있어 소개하기로 한다(Great Barrier Reef Marine Park Authority, 1985).

- 일반 이용 A 지역(General Use A Zone)
- 일반 이용 B 지역(" B Zone)
- 해양 국립공원 A 지역(Marine National A Zone)
- 해양 국립공원 B 지역(" B Zone)
- 과학 연구 지역(Scientific Research Zone)
- 보호 지역(Preservation Zone)

일반 이용 A 지역의 설정은 해양 공원의 보호, 보전에 있어서 지장이 없는 범위내에서 일반 이용을 규정하고 있다. 특히 이용 측면에서의 규제는 다음과 같다.

- 인망 어업 가능

- 낚시 한줄에 6개 이하의 바늘 규제
- 수중총(spear-gun)을 사용시 포획물의 판매, SUCUBA 및 Power head 장비 사용금지. Skin의 경우는 가능함.
- 포획물 크기 제한
- 계, 굴의 채취 가능
- 그물을 이용한 낚시 먹이 채취 가능
- 해양 생물을 잡지않는 레저 스포츠
- 사진 촬영
- 손으로 만지지 않는 조사 연구
- 항구를 제외한 지역의 특수 포획 어구가 없는 어선에서의 낚시 가능
- 항공기의 경우 해면에서 500 feet 이하 고도에서의 비행금지

한편 공원국이나 관련 기관의 허가를 받은 경우 다음의 행위가 가능하다.

- 대상 생물을 손으로 직접 만지는 조사 연구
- 위에서 언급한 이외의 채취
- 바늘 6개 이상 사용 가능
- 업무용 낚시 도구를 이용한 참치의 포획
- 어업 기술 개발에 관한 포획 행위
- 전통어구, 어법에 의한 위항 이외의 포획 행위
- 해양 생물 자원의 사육 및 수반되는 시설의 설치, 제거, 이동, 철거 행위
- 관광과 교육을 위한 시설의 설치, 제거, 이동, 철거행위
- 선박을 위한 계류 시설의 설치 및 계류 행위
- 침대 8개를 보유한 선박의 1회 14일 이상 연속 정박과 보수를

- 위한 정박일지라도 30일에서 최대 60일 까지의 정박만 허용
- 해양 공원과 인접한 육상의 생태계에 살고 있는 동식물 및 인간에게 안전에 관한 영향을 미칠수 있는 포획 행위 등.

매우 세부적이고 철저하게 규정되어 있다는 사실을 잘 알 수 있고, 우리도 이런 측면에서의 규제가 수반되어야 소위 말하는 자연 보전이 가능하리라 사료된다.

Table 2-4. Using regulations of each coastal area in Australia

| | 일반이용 "A" 지역 | 일반이용 "B" 지역 | 해양공원 "A" 지역 | 해양공원 "B" 지역 | 과학연구 지역 | 보호지역 | 비 고 |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------|--------|
| Boating & Diving | Yes | Yes | Yes | Yes | No | No | |
| Collection (e.g. shell 등) | Permit | Permit | No | No | No | No | |
| Bait Netting | Yes | Yes | Yes | No | No | No | |
| Trolling for pelagic fish | Yes | Yes | Yes | No | No | No | |
| Spearfishing (not SCUBA) | Yes | Yes | No | No | No | No | |
| Pole & Line Tuna Fishing | Permit | Permit | No | No | No | No | |
| Trawling | Yes | No | No | No | No | No | |
| Cruise Ships | Yes | Permit | Permit | Permit | Permit | No | |
| General Shipping | Yes | No | No | No | No | No | |

마. 영국

영국은 옛부터 바다를 활용하여 세계를 지배했던 해양 국가로서 해운, 조선 등이 일찍부터 발달하였고 이와 더불어 해양 개발에 관한 과학, 기술, 그리고 해양 자원 개발에 있어서도 오랜 전통을 갖고 있다. 1960년대에 들어와서는 북해 유전이 개발됨에 따라 국가 경제에 크게 도움이 되었는데 이를 계기로 하여 해저 지형, 지질 구조 조사, 掘削 기술, 해양 구조물 등의 각종 관련 해양 과학 기술 분야의 국책 사업을 추진하였다(Lennard, 1989). 그후 석유 가격의 상승과 에너지 수요의 증대에 힘입어 자연 에너지원의 개발, 특히 波力에너지 이용 기술 개발에서 세계를 선도하고 있는 실정이다.

이와같은 여건에서 정부의 각 기관들은 해양 개발에 관하여 각 부처별로 업무를 분담하여 집행하고 있다. 따라서 중앙 정부는 각 부처별 분산되어 있는 분야를 통합 조정할 수 있도록 Co-ordinating Committee on Marine Science and Technology를 구성하였고, 검토나 조정된 정책과 방안은 report형식으로 교육과학성에 제출하는 시스템으로 되어 있다.

또한 수산자원의 효과적인 관리를 위하여 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 의 Natural Environment Research Council 의 자금을 활용하여 British Oceanographic Data Centre를 설립하였으며, 영국 연안의 물리, 화학 그리고 생물학적 자료를 개인컴퓨터 데이터베이스화하여 누구라도 손쉽게 시·공간적 자료를 활용할 수 있는 GIS 체제를 구축하였다.

3. 開發途上國들의 해양 개발 현황

동남아시아의 개발도상국들은 수산업이 국가 경제에 차지하는 비중이 큰 것은 물론 단백질의 공급원으로 수산물을 널리 식용으로 활용하고 있는 실정이다. 선진국의 시장 개방에 따라 수산물의 수요 시장이 한층 넓어져 해양 유용 자원이 국가 경쟁력을 높이는 주요 사업의 대상이 되고 있어 우리와 매우

흡사한 조건이다.

가. 필리핀

필리핀은 7,100개의 섬으로 구성된 나라로 총 17,460km의 해안선과 26만 km²의 연안역을 갖는 해양국이다(Humberto, 1993). 많은 珊瑚와 灣과 동굴로 이루어져 해양 생물이 서식하기에 적합한 여건을 갖추고 있다. 수산물 생산고는 1990년에 250만톤으로 수산업이 GNP에서 차지하는 비중은 3.8%를 차지하고 있다. 총 2.5백만톤의 생산량을 갖는다. 수출은 115억페소(pesos)로 대부분이 보리새우, 참치 그리고 해조류이다. 이들의 환경은 역시 그간의 수산 자원에 대한 과잉 포획과 적조 등의 영향으로 어패류의 생산에 엄청난 차질을 초래하고 있다. 이의 해결책으로 양식 사업의 체계적 개발과 해양목장 개념을 도입한 '기르는 어업'으로의 전환을 기대하고 있다.

나. 말레이시아

Malay계, 중국계 그리고 인도계로 인종이 구성된 1,800만의 인구를 갖고 있는 말레이시아는 21세기 공업국을 지향하며 급속한 경제발전을 이루고 있다. 80년대 말에서 90년대 초반까지 8~10%의 고도 경제 성장을 이뤘으며, 총수출은 US\$ 410억이고 국민 1인당 소득은 약 US\$ 3,000이다(Hussin, 1993).

이들도 동물성 단백질의 60%를 수산물에서 취하고 있고, 총수산물 생산량은 1991년에 약 98만톤이었고 이중 양식 생산고는 약 5% 정도를 차지하고 있다. 1930년대 부터 담수 양식이 시작되어 1980년대 들어와 일본시장을 겨냥한 보리새우 양식이 널리 행하여지고 있다. 총 연안역 57만ha의 20%에 해당하는 지역이 보리새우 양식이 가능한 잠재지역으로 평가되고 있으며, 여기에서 연간 30만톤의 새우생산이 가능하다. 그러나 현재는 약 1,600ha에서 3,300톤 정도를 생산하고 있다.

양식 대상 어류는 Sea bass, Snapper, Grouper등이 주종이다. 조간대를

이용한 조개류 양식도 활발하며 그 중 피조개(*Anadara granosa*)는 1980년대 말 총수산물 생산고의 5%를 차지하였다. 기타 양식 대상은 패류, 갑각류, 해조류 등이다.

1985년 말레지아 정부는 양식 분야에 그들이 갖고 있는 잠재력을 점진적으로 개발하기 위하여 Fisheries Act를 제정하여 많은 지원을 하고 있다. 양식 사업의 증진을 Marine farm 즉 Marine ranch 개념으로 연계하여 적극적 개발하고 있으며, 이 사업은 Department of Fisheries에서 담당하고 있다.

다. 태국

6,000만의 인구 가운데 80%가 농업에 종사하는 대표적인 농업국가인 태국은 약 20년 전부터 수산이 갖고 있는 잠재력을 활용하여 발전의 계기를 삼고 있다(Manop, 1993). 요즈음에는 수산물 수출로 연간 US\$ 5억을 벌어들이고 있으나, 이로 말미암아 자연의 파손이 심하고 자원량이 감소하는 문제에 당면해 있다. 태국 수산업의 문제점은 남획과 환경오염에 의한 급격한 자원감소이다. 자원의 감소는 어민들의 생계에 직접 영향을 미쳐 근본적 생계 수단의 파괴라는 사회적 파급 효과가 더 큰 문제로 대두되고 있다. 따라서 그들도 자원관리형 어업의 필요성을 절감하여 해양목장 사업을 추진하려는 노력 특히 인공어초 사업에 주력하고 있다. Ministry of Agriculture and Agricultural Co-operatives의 Department of Fisheries에서는 인공 어초 사업(1988 ~ 1991)을 4개년에 걸쳐 실시하였으며, 앞으로의 목표는 매년 약 100km²에 해당하는 지역의 수산자원을 보전하며 어장을 조성하는 것이다.

라. 인도네시아

인도네시아는 세계에서 가장 많은 17,500개의 섬으로 이루어진 군도 국가이다. 따라서 배타적 경제 수역도 541만km²의 거대한 해양국가이다. 이들이 보유하는 경제 수역은 국토면적의 약 3배나 된다. 약 182백만의

인구중 60%는 Java섬에서 살고 있다(Moch, 1993).

농업부(Ministry of Agriculture) 산하의 Directorate General of Fisheries가 수산관련 전반적 정책을 추진하고 있다. 특히 수산 자원이 매우 풍부하여 연간 약 7백만톤에 달하는 생산량을 지속적으로 유지할 수 있는 자원량을 갖고 있으며, 연간 총 생산량은 3백만톤에 달한다. 이중 15.5%는 양식에 의한 생산량이다. 널리 분포하고 있는 珊瑚礁에는 약 100여종의 어류들이 모여살고 있으며 이중 10여종은 산업적 가치가 있는 어종들이고, 그 주변에는 海藻類, 甲殼類, 棘皮動物, 그리고 貝類 등이 서식하고 있다. 아직까지 뚜렷한 해양목장화 시책은 없지만 급격하게 파괴되는 산호초 어장을 보호하기 위하여 산호초에서의 수산업 규제법안을 제정하였다.

제 3 절 우리나라 해양목장의 기술현황

우리 나라의 '92년도 수산업은 세계 10위, 수출 8위로 성장하였으며 수출액 13억\$, 수입 5억\$로 8억\$의 흑자 산업분야로 국가 발전에 이바지하고 있다(FAO, 1992). GNP 기여도는 1.2%, 단백질 공급량은 총단백질 섭취량의 48%이지만 인구 증가와 더불어 고급 단백질의 수요는 점차 늘어가고 있는 실정이다. 그런데 세계 각국이 앞다투어 資源 自國化 정책으로 200해리를 선포하면서 入漁規制와 公海 漁場의 操業 規制를 강화하고 있어 해외 어장 진출에 많은 어려움을 겪고 있다. 근래에 와서는 유자망어업에 대한 규제 강화가 진행되고 있으며, 올해부터 2년간 북양명태의 체포를 할 수 없어 우리나라 2001년의 수산물 목표량인 500만톤, 수산식품 소비량 45kg 年/人은 달성키 어려울 것으로 예상된다. 이를 극복하기 위해서는 우리나라의 연근해 자원의 확보와 양식업의 생산력 극대화가 반드시 필요하다.

1. 우리나라 수산업 현황

가. 양식업 현황

1) 발달 과정

우리 나라에서는 구 韓末에 김, 굴 그리고 고막을 양식한 바있으나 대단한 것은 아니었고, 淺海 養殖業이 본격적으로 시작된 것은 어업법이 만들어진 1920년대부터라 하겠다. 이후 다소간의 증가는 있었으나, 수산물 어획량에서 차지하는 비율은 워낙 작았다. 그리고 1960년대부터 본격적으로 양식에 관심을 갖기 시작하여 주로 굴이나 김 등에 대한 양식 기술이 발달하게 되었으며, 1970년대에는 패류나 갑각류의 양식 기술이 개발되어 이들 종에 대한 양식이 본격적으로 추진되었다. 또 1980년대에 들어서면서부터 어류가 양식의 주대상이 되면서 어류양식의 국내 정착을 위한 기술이 개발되어 현재는 양식 품종도 37종 이상으로 다양화 하였다.

2) 생산량

양식 어업의 생산량은 1918년 이후부터 기록으로 남아있기는 하지만, 양적인 면에서는 보잘것 없었다. 국내의 양식산업이 본격적으로 시작된 것이 1960년대 부터이며 그후 비약적인 발전을 거듭해 왔다. 1962년 18,709톤을 생산한후 1970년에는 10만톤, 1979년 50만톤, 그리고 1986년에는 946,965톤으로 최대의 생산량을 기록하였다. 1980년대말 이후 약간 감소하여 현재는 약 80만톤의 생산을 유지하고 있다.

수산물 생산에 대한 천해 양식의 비중은 1962년 이전에는 4.0% 이하로 보잘것 없었지만, 이후 매년 증가하여 1993년에는 31.1% 이상이 되었다 (농림수산부 1994).

가) 어류 양식

양식 어류의 생산량은 1980년 38톤에 불과하였으나 1993년 5,471톤으로 크게 증대되었다. 1983년 이후 적극적으로 어류 양식기술이 개발 육성되어 방어 위주의 양식에서 고소득 어종인 넙치 양식 개발로 육상수조식 시설이 크게 증가되고 있는 등 돔, 넙치, 농어, 볼락 등 새로운 고급 어종으로 양식 대상이 확대되고 있어, 앞으로 생산량이 크게 늘어날 것으로 기대된다(농림수산부, 1994).

나) 패류 양식

패류 양식 생산은 양식 기술 발달과 어장 관리 기술의 향상에 힘입어 1980년 281,000톤에서 1987년 447,000톤으로 164,000톤이 증가되어 최대 생산량을 올렸으나, 그이후 가뭄, 이상해황으로 일부 양식 생물의 폐사등의 감소 요인으로 인하여 1993년에는 345,696톤이 생산되었으며, 굴, 바지락, 피조개, 홍합 등이 주종을 이루고 있다.

다) 해조류 양식

해조류 생산은 김, 미역양식의 외연 어장 개발 및 김팡홍식 양식 기술 개발로 1980년 258,000톤에서 93년도 664,000톤으로 80년도 대비 2.5배가 증가하는 추세다. 그러나 김은 생산년도·생산시기 등 해황여건에 따라 豊凶이 좌우됨으로 생산량의 기복이 심하다.

3) 양식 어장의 개발 동향

가) 魚類 養殖

1970년대부터 일부 개발되기 시작한 우리나라 해면 어류 양식은 자연산 방어, 송어 등의 치어를 채포하여 일시 축양후 판매하는 가두리식 축양이 대부분이었으나, 85년도부터 넙치를 주어종으로 하는 육상 수조식 양식 기술이 개발 보급되면서 어류 양식은 급속히 발전하였고, 대상품종도 다양화되고 있는 추세이다.

나) 貝類 양식

패류 양식은 남·서해안의 천해 간석지를 이용하여 어민 소득 증대에 크게 기여하고 있으며 88년도까지 41,000ha가 개발되어 전체 양식 어업권의 37%를 점유하고 있다. 특히 패류 양식은 양식 기술의 보편화와 공동 경영이 용이하므로 어민의 소득 증대를 위해서는 어장을 확대시킬 필요가 있다. 그러나 연안해역의 매립·간척에 따른 연안 어장 축소, 어장의 장기 사용에 따른 노화 현상, 일부 어민들의 어업 질서에 대한 인식 부족 등으로 어려움이 가중되고 있다. 따라서 정부에서는 연안 어장 기본 조사 결과에 따라 지역별·품종별 적종 및 고소득 신품종 개발을 확대해 나가며, 부실관리 어업권은 정비하는 한편 양식 시설에 대해서는 의법조치하는 등 어업 질서 확립에 노력하고 있다. 아울러 시설 기준에 대한 적정화와 태풍, 해일 등 자연 재해에 대비한 안전시설 지도, 어장 노화방지 및 어장의 보전 관리를

강화하고 있다.

다) 海藻類 양식

해조류 양식 어장은 1980년 29,000ha에서 1988년 68,400ha로 약 2.3배가 증가되었는데, 1993년에는 다소 감소한 66,100ha이고 양식대상 어종이 과거 패류와 해조류 중심에서 어류중심으로 전환되고 있어 해조류 양식 어장은 점차 감소되는 추세를 보여주고 있다.

라) 기타 수산동물

기타 수산동물은 우렁챙이, 새우, 해삼, 갯지렁이 등이 양식되고있는데, 양식업 면허면적은 1980년 308ha에서 1990년 3,300ha로 10배가 증가하였으나 1993년에는 2,900ha로 이 부분도 감소하는 추세이다.

양식업의 면허현황은 정부 주도하에 地先漁民에 대한 우선적 양식면허 取得施策을 지속적으로 추진한 결과 어촌계 어장의 비중이 점차 증대되어 전체어장의 70%를 차지하고 있다. 이는 어촌의 정착화를 위한 어민소유의 경영이라는 면에서 바람직한 시책으로 평가되고 있다.

나. 沿近海 漁業 현황

1960년대 초까지만해도 우리나라 어선들이 이용하던 어장은 제주도 이북의 남해 어장과, 흑산도와 연평도 서쪽 해역을 잇는 서해 어장, 또한 울릉도 이서(以西)해역의 동해 어장으로, 그 범위는 연안 해역에 국한되었으며, 이때의 총어획량은 약 40만톤에 불과하였다.

그러나 60년대에 접어들면서 경제 개발 계획에 힘입어 어로장비의 과학화·어로기술 개발 등으로 어획능률이 향상되어 우리나라 어업은 급속도로 성장하기에 이르렀다.

이러한 과정에서 연근해어업은 이용어장이 확대되기 시작하여 60년대

초까지만 하여도 약 20만km² 정도의 연안어장에서 주로 조업하였으나, 70년대 초에는 제주도 서남방 해역에서 북위 30도선에 이르는 동중국해 어장까지 우리 어선의 조업범위로 되었다. 그후에도 이용어장의 확대·개발은 계속되어 최근에는 남쪽 한계가 북위 27도에까지 이르며, 동해쪽에서는 대화퇴 동쪽어장까지 출어하는 등 약 85만km²에 달하여 20년전에 비해 약 4배정도 확대되었다. 이와 더불어 어획량도 급속도로 증가하였는데, 즉 60년대 초 약 40만톤에 지나지 않던 우리나라 연근해 어업의 총어획량은 70년대초에 100만톤을 넘어섰고, 93년에는 150만톤을 어획하기에 이르러 1960년 당시의 4배의 증가율을 보였다.

한편, 단위 노력당 어획량은 70년대 중반까지 어획노력량의 증가와 함께 순조로운 증가를 보였으나 그 이후의 변동 경향은 계속적인 감소 추세를 보이고 있다. 더우기 이러한 단위노력당 어획량의 변동 경향은 어선의 총톤수를 어획노력의 단위로 한 톤당 어획량의 변동 추세나 어선의 총마력수를 단위로 한 마력당 어획량의 변동추세와 변동 경향이 일치한다. 1990년의 단위노력당 어획량은 톤당 어획량 2.9톤, 마력당 어획량 0.4톤으로써 최고를 보였던 74년의 58%와 20% 수준에 불과하였다.

또 주요 어종에 대한 조업 어장의 면적과 단위노력당 어획량으로부터 계산한 어종별·자원별 지수 변동 경향을 보면, 증가되고 있는 어종은 정어리·말쥐치이며, 비교적 안정된 경향을 보이는 것은 멸치를 들 수 있다. 그러나, 참조기·고등어·갈치·명태·오징어·꽁치 등 대부분의 주요 어종에 대한 자원 밀도 지수는 70년대 중반 또는 80년대 초를 경계로 급변동하면서 감소 경향을 나타내고 있다. 더우기 어획물의 體長도 成熟體長 이하의 小形魚의 비율이 점차 많아져서 平均 體長이 작아지는 경향을 보이고 있다.

다. 문제점

1) 양식업

양식업은 1980년대 들어 대대적인 정부 지원, 어장 개발과 양식 기술의 발전, 양식업계 및 관계기관의 노력 등에 의해 크게 발전하였다.

그러나 이와함께 갖가지 문제점이 제기되고 있는데, 중요한 부분은 다음과 같다.

가) 貝類·海藻類 양식

먼저 연안 해역을 매립·간척함으로써 연안 어장이 상실되고, 공업화 및 산업화에 따른 해양 오염의 증가를 들 수 있다.

다음으로 양식 어장의 장기 사용에 따른 어장노화로 일부 어장에서는 생산성이 현저히 저하하고 있으며, 일부 어민들의 준법정신 결여에 따른 밀식과 불법 시설 등으로, 단위생산성 저하는 물론 각종 병해의 발생과 계획 생산 차질 등을 초래하고 있다.

또한 어장개발이 미흡한데다가 품종도 김, 미역, 굴, 피조개 등 일부 품종에 편중되어 있어, 양식 품종의 다양화 추진과 새로운 품종의 개발 보급이 절실한 실정이다.

나) 어류 양식

수산물의 대표격인 어류 양식업은 자연에 의존하는 패·해조류 양식의 여건과 근본적으로 다르다.

우리 나라 해산 어류 양식에 있어서 가장 큰 문제는 겨울철의 低水溫과 년중 성장 적수온 유지기간이 짧은 것을 들 수 있다. 우리 나라 남해안의 겨울철 최저수온은 충무 6.5℃, 여수 4.8℃, 거문도 10.9℃, 제주도 12.6℃로서 제주도, 거문도 등 일부지역 즉 쓰시마 暖流의 영향역에 들어 있는 곳을 제외하고는 越冬 사육이 어려운 상태이므로 1년 이상 장기간

양식을 하려면 안전한 월동 사육장을 확보해야 하는 어려움이 있다.

다음으로는 사료 문제를 들 수 있다. 어류 양식은 자연 먹이나 광합성에 의존하는 패류나 해조류와는 달리 적극적이고 계획적이면서 지속적인 먹이 공급에 의해서만이 성장을 기대할 수 있다. 따라서 해산어 양식 사업비중 가장 비중이 큰 것이 사료비인데, 방어의 경우 전체 운영비의 60 ~ 70%를 차지하고 있다. 먹이로는 다확성이어서 값이 싼 저급어종이 이용되고는 있으나 지역별로 가격 차이가 크기 때문에 값싼 어종을 대량으로 확보하는 것이 양어의 성패를 좌우한다. 그리고 대부분의 양식장은 교통이 불편하고 냉동시설이 없는 도서벽지에 위치한 관계로 계획적인 먹이 공급도 어렵고, 선도의 유지가 안된 변질된 먹이를 계속 사용하므로써 계획적인 생산이나 건강 관리가 제대로 이루어지지 못하는 경우도 많다.

양식용 종묘 확보도 중요하다. 양식에 있어서 사육 대상 어종의 종묘확보는 절대 불가결의 요소중의 하나이다. 해산 어류의 양식용 종묘 가운데 넙치, 돔류, 복어 등 일부 어종에 대하여는 최근 인공 종묘에 의한 양식도 시도되고 있지만 방어, 송어를 비롯한 대부분의 어종은 여전히 천연종묘를 수집하여 이용하고 있는 실정이다. 근자에 들어와서는 방어의 경우 천연종묘의 외획량 저하로 많은 어려움을 겪고 있다.

2) 연근해 어업

가) 남획

연근해 어업의 문제점은 불법 어업과 무절제한 과도 어획이라 여겨진다. 불법 어업이란 수산 자원에 대한 질적인 위배행위로서 조업 금지 구역 안에서의 조업, 채포금지 체장 이하의 어린 새끼고기 어획, 채포금지 기간내에서의 어획, 치어가 많이 혼획되기 쉬운 어구 사용, 무면허 어업 등이 포함되어 있다. 무절제한 과도 어획이란 어획 노력량을 너무 많이 가하여 수산 자원의 복원력을 상실시킬 만큼의 어획을 말한다.

나) 환경 오염

해양의 환경 변화의 차원에서 수산 자원의 감소 원인을 찾아 보면, 우리나라는 60년대 이후 경제 개발 5개년 계획의 차원에서 중공업 분야를 급속히 발전시켜 왔다. 그 결과 많은 산업 시설로부터 산업 폐수가 바다로 유입되기 시작하였고, 인구의 급속적인 증가로 바다로 유입되는 도시 하수 및 생활 하수의 양도 많아지기 시작하였다.

이로 인하여 연안의 수질과 저질은 오염되기 시작하여 수산 자원의 서식처 환경은 점점 악화되어 가고 있다.

특히 연안은 많은 종류의 수산 생물이 산란장으로 이용하는 곳이기 때문에, 연안 환경의 악화는 수산 자원의 재생산에 치명적인 피해를 줄 수 밖에 없다. 더우기 우리나라는 70년대 후반부터 국토 확장의 일환으로 연안 매립과 간척 사업을 꾸준히 진행시켜 오고 있다. 그 결과 수산 생물의 서식처와 산란장을 점점 줄어들고 있으며, 이로 인한 수산 자원의 재생산 감소는 점점 가속화 되어 갈 수 밖에 없는 실정에 놓이게 되었다.

라. 전망

1) 시장개방 파급 영향

가) 국내외 여건 변화

UR 협상이 타결됨에 따라 국제적 여건 변화도 관세를 기양허한 품목은 물론 금후 양허 계획에 대해서도 수입이 계속 증가할 것으로 전망된다. 또한 비관세 조치에 대하여서는 WTO체제에서 엄격한 적용을 규정하고 있고, 많은 나라에서 우리나라에 대해 제한 해제를 요구하고 있어 이러한 비관세 조치의 완화 및 보조금 지급 제한을 통한 나라별 조정 과정이 활발히 진행될 것으로 예상된다.

반면 현재 우리나라가 경쟁력을 갖고 있는 품목에 있어서는 경쟁상대국도 관세 인하, 비관세조치의 완화 및 보조금 지급 제한의 의무를 갖게되어

오히려 우리의 수출 환경이 호전될 가능성도 있다.

국내적으로는 보조금 지급 체제가 조정되어야 할 것이다. 우선 일반 제조업은 물론 수산업에 있어어도 많은 수출 관련 지원 및 생산 공급과 관련하여 보조금 지급이 제한될 것으로 전망된다. 반면 연구 기술 개발, 낙후 지역 개발 및 환경 개선을 위한 보조금은 계속 지원이 가능할 것이다.

나) WTO 體制가 수산 경제에 미치는 영향

1992년 현재 총 GNP중 수산업이 차지하는 비중은 1.2%인데 수입 자유화가 진행될 경우 2001년에 가서는 0.5%로 감소하게 될 것으로 예상된다. 한편 수산업의 농림수산 분야에 대한 비중은 농업의 상대적 쇠퇴로 그 비중이 1992년의 14.0%에서 2001년에는 16.0%로 다소 증가할 것으로 전망된다.

수산업 취업자도 그 절대수가 격감하여 專業 취업자가 차지하는 비중이 1992년 0.7%에서 2001년에 0.3%로 감소될 것이며, 漁家人口도 1992년 1.0%에서 0.7%로 감소될 것으로 전망된다. 한편 무역 수지 측면에서 농림수산업의 경우 1992년 42.6억 달러 적자에서 2001년 130.3억 달러로 적자폭은 크게 증가되나, 수산물 분야는 1992년 10.1억 달러 흑자에서 2001년에는 소폭 증가한 12억 달러의 흑자 증가가 예상된다.

수산업 성장율은 WTO체제가 출범하는 1995년에 1.7%(3년간 평균성장율)로, 1995 ~ 2001년간은 연평균 0.5%의 저조한 성장이 예상된다.

Table 2-5. Fisheries index according to the domestic markets opening

| 구 | 분 | 1992 | 1995 | 2001 |
|-----------------|---------------|-------|-------|-------|
| 수산 부문 총 생산 | 경상 GNP (10억원) | 2,470 | 2,621 | 2,718 |
| | 전산업 대비(%) | 1.1 | 0.8 | 0.5 |
| | 농림어업대비(%) | 14.0 | 14.9 | 16.0 |
| 어업 취업자 | 취업자수 (만명) | 12.5 | 10.6 | 7.4 |
| | 전 산업 대비(%) | 0.7 | 0.5 | 0.3 |
| | 농림어업 대비(%) | 4.1 | 3.9 | 3.8 |
| 어가 인구 | 인구 수 (만명) | 42.5 | 38.1 | 31.3 |
| | 총 인구 대비(%) | 1.0 | 0.9 | 0.7 |
| | 농림어업 대비(%) | 7.4 | 8.0 | 12.9 |
| 수산부문 무역수지 (억달러) | | 10.1 | 14.3 | 12.0 |
| 농림 수산업 성장률 (%) | | 1.2 | - 0.9 | 0.2 |
| 수산업 성장률 (%) | | 9.1 | 1.7 | 0.5 |

2. 沿岸漁場 牧場化를 위한 政府의 綜合 開發 計劃

가. 綜合개발 계획의 意義

우리 나라의 수산물 수요는 1986 ~ 2001년 사이에 2.89% 증가하리라 추측되고 있는 반면, 어업 생산량 증가는 0.61% 에 머물 것으로 전망되기 때문에 2000년대 수산물 수급 불균형은 매우 심각할 것으로 판단된다. 이러한 현상은 전술한 바와 같이 간척 매립에 의한 연안어장 축소, 공장 및 생활 하수에 의한 연안어장 오염 및 남획에 의한 연안어장의 황폐화와 아울러 각 연안국들의 200해리 경제수역 선포에 따른 원양어업의 위축 등에 기인하고 있다.

따라서 정부는 연안 어장과 수산자원을 효율적으로 조성하고 보호 육성하고 어민의 소득증대를 위하여 연안수역의 환경보전 및 관리, 생산 기반시설 확충, 어촌 환경개선 등을 포함하는 연안어장 목장화 계획을 수립하였다.

동 계획은 개발 여건을 갖춘 수역과 어촌을 권역별로 묶어 집중 개발하며, 시·도지사 주관 하에 지역 어민, 학계, 수산진흥원, 및 수협이 협조하여 사업을 수행하고, 바다 정화, 어장정비, 자원조성, 양식장개발, 어업기반 시설 확충 등 일련의 사업을 개발지역의 여건에 맞추어 단계적으로 선정하여 시행하는 것을 기본개념으로 하고 있다. 각 지역 별 사업은 개발수역의 기초 조사를 실시한 후 사업내용, 투자계획, 기대효과 등이 포함된 장기 계획을 수립하여 연차적으로 시행토록되어 있다. 이를위해 연안어장 목장화 종합 개발 사업을 위한 지방자치단체의 당해년도 관련 예산을 우선 투자하며 사업 가능 수역을 계속 조사하여 신규 사업지를 선정하여 사업을 확대할 예정인데 그 추진체계는 Fig. 2-7과 같으며, 지역어민들이 선호하는 관련 사업은 Table 2-6과 같다.

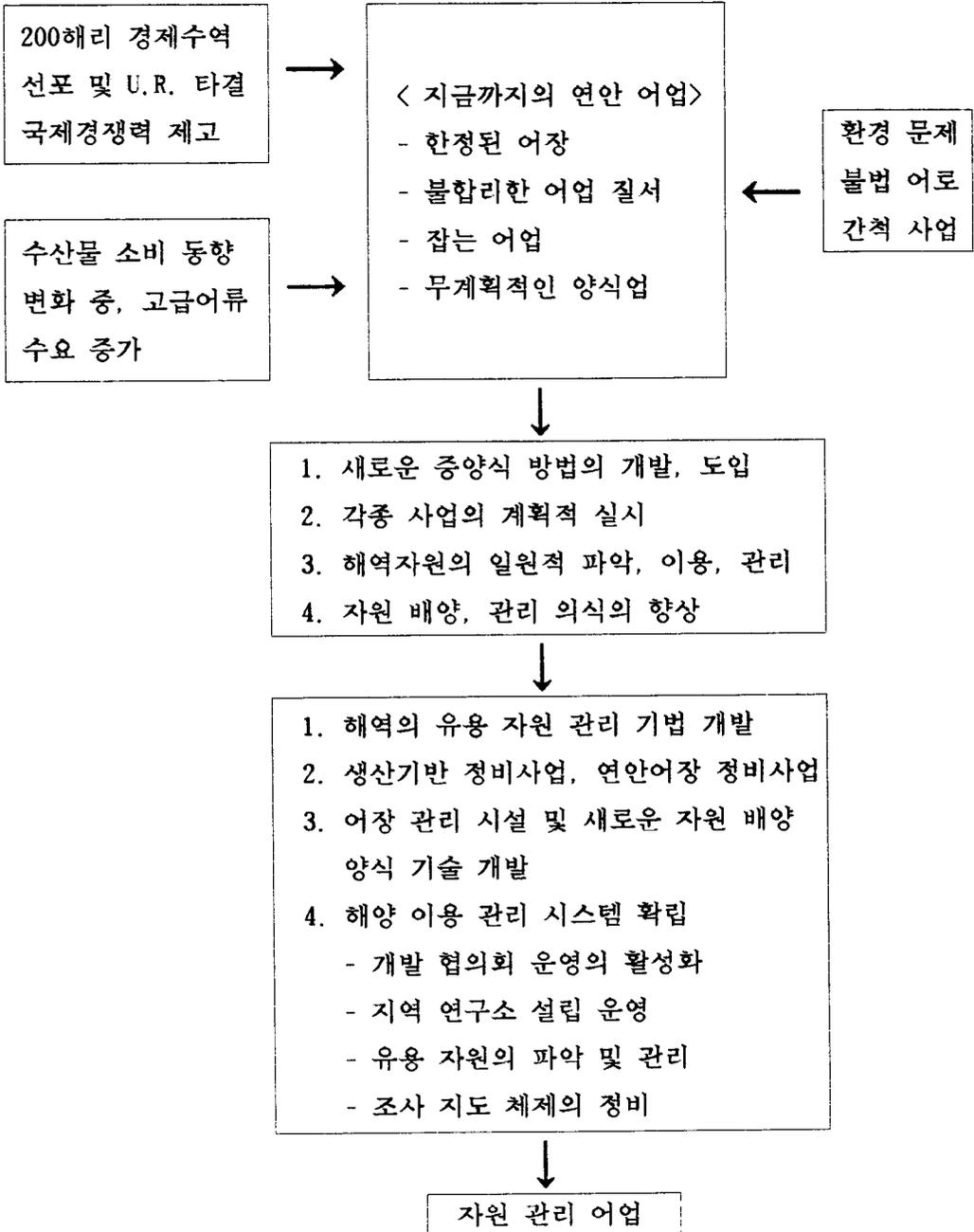


Fig. 2-7. Schematic flow chart for systematic marine resources development plan.

Table 2-6. Contents of fisherman's long cherished desire project

| 순 위 | 사 업 내 용 | 비 고 |
|-----|-------------------|-----|
| 1 | 도로 개설, 도로 포장, 진입로 | |
| 1 | 방파제 시설 보수 | |
| 3 | 선착장, 물양장 시설 및 보수 | |
| 4 | 전복 양식 | |
| 5 | 마을 회관, 공동 작업장 | |
| 6 | 인공 어초 시설 | |
| 7 | 바지락 양식 | |
| 8 | 종묘 배양장 시설 | |
| 8 | 가두리, 육상 어류 양식 | |
| 8 | 상수도, 급수 시설 | |
| 8 | 위판장, 직매장 | |
| 12 | 암반 제거 | |
| 12 | 굴양식 | |
| 12 | 공동 변소 | |

동 사업이 성공적으로 추진될 경우 년 6.4%의 어업 성장을 유지와 수산물의 수급 불균형 해소는 물론 년 7.1% 어가소득이 증대되어 1991년 농가소득의 91% 수준에서 2001년에는 97% 수준으로 증대될 것으로 기대된다.

나. 종합개발 계획의 내용

동 계획의 중요 내용은 생산 기반 조성을 위한 세부사업 별 경제성 분석, 사업간 연계성 검토, 지역거점형 종합 개발 PILOT 사업 추진 및 경제성 제고를 위한 시설 확충 및 기술 개발이 첫째이다. 둘째로는 산란장 및 육성장으로 중요한 연안어장의 보전 및 자원 보호이며, 그 다음은 어업 생산구조 및 제도개선이다. 이는 앞으로 예상되는 어종의 수급불균형을 해소하고, 어가 소득 증대 방안으로 연근해 수산 자원을 경제적으로 관리하기 위한 것으로 자원 동향에 따른 어업별 적정 어획 강도 조절, 주요 어업의 어선선복량 상한선 설정, 수산어법, 자원보호령 개정 보강, 매립, 간척시 환경 영향 평가 및 어업보상 범위의 재정립, 어업가구의 경영 안정차원에서 양식공제제도 도입, 주변 해양국과의 자원 관리 방안 모색 등이다.

또한 환경관리기술, 자원생산 및 관리기술, 해양공학기술 등 핵심기술의 개발로 기술 개발 주체에 개발 이익의 귀속이 어려우며, 민간차원에서는 경제적인 문제로 개발이 어려운 기술을 국가주도로 개발는 것과 끝으로 수산 기구 조정 및 보강 즉, 연근해 생산 진흥 행정, 어업 생산 구조 개선 정책 수립 및 수행, 200해리 경제수역 선포에 대비한 국제 협력, 어선 및 어항 관리를 위한 행정체계의 조정이 포함된다.

다. 해양목장화 사업 계획

연안어장 목장화 종합 개발계획에 의거 각 시, 도지사의 주관 아래 지역 별로 실시하고 있는 목장화 계획을 개조식으로 설명하면 다음과 같다.

- 사업 기간 : 사업지별 2개년

- 사업 주체 : 시, 도지사

참여 대상 : 지역어민, 수협

협조 기관 : 수산진흥원, 학계

- 사업 내용 :

- 어장 보호 정화, 정비 : 주요수역(보호수면, 청정해역 등) 보호 관리, 어장 정화(漁場清掃 및 低質改善), 양식어장 정비, 불법어로 단속 등
- 수산 자원 조성 : 인공어초 시설, 종묘 방류(種貝撒布, 稚魚放流 등), 海藻場 造成, 번식장(갯닢기, 암반폭파 등) 조성, 自動給餌 施設 개발 등
- 양식 시설 : 魚貝類, 조류 양식(살포, 수하, 가두리, 육상수조식) 공동어장의 정화 등
- 어촌 종합 개발 : 생산 기반 시설(방파제, 물량장, 선착장, 위판장, 창고, 도로, 호안시설) 확충, 유통가공시설(위판장, 활어유통시설, 전통식품 건조식품, 가공시설, 간이 냉동냉장시설, 수산물 직판장) 확충, 관광시설(활어횃집, 휴게소, 숙박시설) 확충, 복지시설(급수시설, 어민회관) 확충 등
- 기타 해당지역의 여건과 특성에 적합한 사업 협조 : 소규모 어항 시설, 어업 구조 조정 등)

- 추진 기관 별 기능

○ 시, 도 :

지역어민, 학계, 수산진흥원, 관련수협과 협조 사업 추진
지역 협의회 구성, 기초 조사 실시 및 사업계획서 작성,
중앙협의회에 사업계획 자문
사업수행, 추진사항 수시 점검, 협의 및 보고

사업지 어민 협의회 구성

0 수산진흥원(연구소), 수협

협의회 구성, 기초조사 등 참여, 사업 추진 협조
단위 사업지별 전담지도원 배치

o 학계(수산관련학교)

기초 조사 및 사업계획 수립에 대한 자문
사업 추진 전반에 대한 협조

o 해양연구소 및 농촌경제연구소

사업 계획 수립에 대한 자문 및 목장화사업 모델 개발

0 수산청

연안어장 목장화 종합 개발 기본계획 수립 및 관련기관간
협조, 사업 추진 독려, 중앙협의회 구성, 사업 자문

목장화사업 우선시행 방침 '94 단위 수산사업 지침에 반영

이러한 정책을 보다 효과적으로 추진하기 위하여 정부차원에서 우선적으로 시행되는 사업은 다음과 같으며, '94 - 98 년까지 총 5,486 억원이 투자될 계획이며(Table 2-7), 사업별 투자 계획과 시, 도별 사업내용은 Table 2-8 및 Table 2-9와 같다.

- 연안 어장의 수산자원 조성을 위한 인공 어초 시설을 확대 및 해역별 특성에 적합한 어초를 개발 보급.
- 수산종묘 배양장을 증설하여 우량 종묘 양산체제를 갖추고 방류 사업을 확대하여 자원 증강 도모 및 신품종 생산 기술을 개발
- 수산 자원의 효율적 조성 관리를 위한 수산자원조성 전담 기구의 설치
- 자원 조성 부담금 징수 방안 강구 : 연안 어장과 자원 조성에 대한 획기적인 투자 확대를 위하여 수익자 부담 원칙에 의한 자원조성 부담금을 징수하여 수산 자원의 조성, 어장 환경 정화, 어장 보호 육성 관리, 어업구조 개선 등을 위한 기금으로 활용

Table 2-7. Investment plan in marine ranch in Korea

| | '93까지 | 년 차 별 투 자 계 획 | | | | | |
|----------|-------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 계 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98 |
| 사업비 (억원) | 1,625 | 5,486 | 416 | 747 | 1,286 | 1,477 | 1,560 |
| 인공어초시설 | 9천ha (1,327억원) | 125 (3,355) | 13 (311) | 20 (540) | 25 (675) | 32 (864) | 35 (945) |
| 종묘배양장시설 | 12개소 (200억원) | 5 (411) | 1 (71) | 1 (85) | 1 (85) | 1 (85) | 1 (85) |
| 종 묘 방 류 | 450백만미 (64억원) | 598 (120) | 94 (14) | 81 (22) | 121 (26) | 141 (28) | 161 (30) |
| 자원조성전담기구 | - 억원 | 1,600 | - | 100 | 500 | 500 | 500 |

※ 지원 조건

- 인공 어초 시설 : 국비 80%, 지방비 20%
- 종묘 배양장 시설 : 국비 50%, 지방비 50%
- 종묘 양산 방류 : 국립 국비 100%, 도립 지방비 100%
- 자원조성전담기구 : 어장 및 자원훼손자, 이용자의 부담금, 정부 출연금 자체 수익금 등으로 연차별 조성

Table 2-8. Nominal budgets of marine ranching plan in Korea 1994 - 1998

| 사 업 내 용 | 사 업 규 모 | 금 액 (백만원) |
|-----------------|------------|-----------|
| 어촌 종합 개발 | | 280,155 |
| - 어촌 개발 | 100 개소 | 263,170 |
| - 어촌 관광 개발 | 95 건 | 9,305 |
| - 어민 복지 회관 건립 | 26 개소 | 7,680 |
| 어장 환경 정화 | | 75,311 |
| - 어장 정화 | 138,000 ha | 51,334 |
| - 어장 정화선 건조, 운영 | 10 척 | 23,977 |
| 자원 조성 | | 378,405 |
| - 인공 어초 시설 | 120,000 ha | 321,966 |
| - 종묘 생산 방류 | 854 백만마리 | 13,422 |
| - 종묘 배양장 시설 | 5 개소 | 42,467 |
| - 연어 방류 | 110 백만마리 | 550 |
| 양식 어장 개발 | | 165,774 |
| - 어장 개발 | 17,000 ha | 24,148 |
| - 양식 기반 시설 확충 | 39 개소 | 13,883 |
| - 개량 부자 교환 | 11 백만개 | 34,668 |
| - 사료 제조기 구입 | 155 대 | 3,075 |
| - 어장 정비, 정리 | 2,000 ha | 10,000 |
| - 공동 어장 양식장화 | 40,000 ha | 80,000 |
| 총 계 | 100 개소 | 899,645 |

Table 2-9. Activities in marine ranching plan of each province of 1994

| 지 역 | 사 업 내 용 | 금액(백만원) |
|-------|---|---------|
| 본 부 | 정화선 2척 건조, 운영 | 4,934 |
| 경 기도 | 어촌개발 1개소, 어장정화 60ha, 인공어초 600ha, 어장개발 1개소, 기반시설 1개소 | 2,918 |
| 강 원 도 | 어촌개발 1개소, 어장정화 1,415ha, 인공어초 1,400ha, 어장개발 9개소, 연어방류 15백만마리, 어촌관광 1건 | 5,413 |
| 충 남 | 어촌개발 1개소, 어장정화 955ha, 인공어초 1,300ha, 어장개발 1개소, 기반시설 1개소, 어촌관광 1건 | 5,010 |
| 전 북 | 어촌개발 1개소, 어장정화 800ha, 인공어초 800ha, 어장개발 4개소, 기반시설 1개소, 어촌관광 1건, 종묘방류 6백만마리 | 3,897 |
| 전 남 | 어촌개발 2개소, 어장정화 14,445ha, 인공어초 2,600ha, 어장개발 5개소, 기반시설 3개소, 어촌관광 8건, 종묘방류 5백만마리, 복지회관 1개소, 배양장 1개소, 제조기 1대, 개량부자 110천개, 어장정비 250ha | 18,174 |
| 경 북 | 어촌개발 1개소, 어장정화 1,640ha, 인공어초 1,400ha, 어장개발 5개소, 기반시설 2개소, 어촌관광 1건, 연어방류 1백만마리, 복지회관 1개소 | 5,838 |
| 경 남 | 어촌개발 2개소, 어장정화 5,866, 인공어초 5,866ha, 어장개발 5개소, 기반시설 1개소, 어촌관광 3건, 개량부자 445천개, 복지회관 1개소, 배양장 1개소, 제조기 4대, 어장정비 100ha | 14,121 |
| 제 주 | 어촌개발 1개소, 어장정화 1,375ha, 인공어초 2,600ha, 기반시설 3개소, 복지회관 1개소 | 8,289 |

3. 연안어장 목장화를 위한 적지선정(정부안)

가. 기본 개념

적지 선정과 환경 감시를 위한 기본안은 우선적으로 일정한 제한된 해역에서 추진하려는 해양목장사업에 가장 기초가 되는 자료이면서 앞으로의 적지선정을 위한 model이 됨과 동시에 여러가지 상황을 예측할 수 있는 평가 척도가 되는데 적지선정 체계는 Fig. 2-8과 같다.

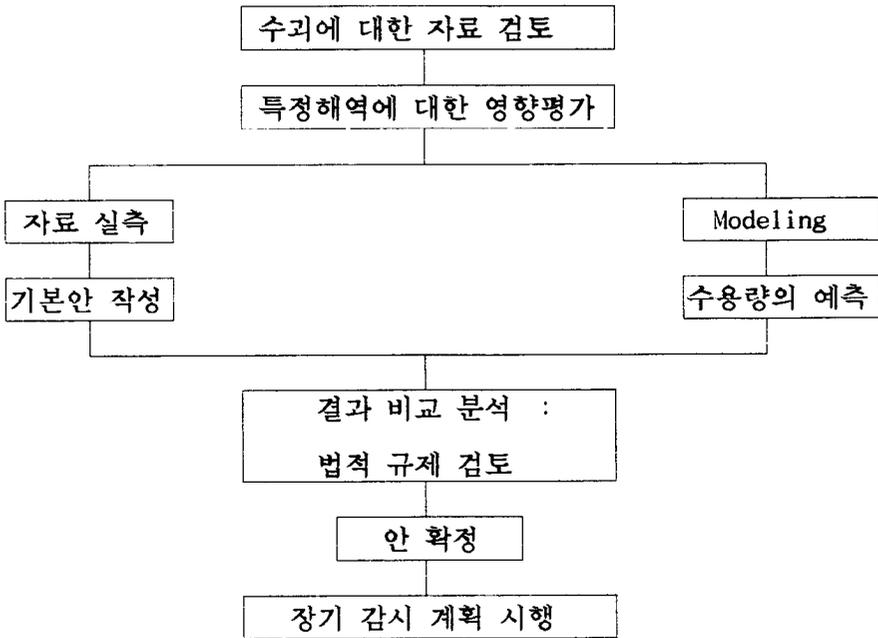


Fig. 2-8. Schematic flow chart for systematic marine ranching plan in government.

수산청은 개발여건을 구비한 수역과 어촌을 권역별로 묶어 1 백개소를 선정하여, '98년 까지 집중투자할 예정이며, 연안어장 목장화 종합 개발 사업의 첫 해인 1994 년을 원년으로 선포하고 각도 별로 1 개소씩 총 10 개소의 연안 권역을 설정해 사업 예정 수역의 기초조사와 개발모델을 제시하기 위한 사업에 착수하였으며, 이 결과를 토대로 장기 계획을 수립할 예정이다.

나. 지역별 목장화 종합 개발 계획

1) 충청남도

충청남도가 추진중인 목장화 사업은 1차적으로 해당도가 갖고 있는 대단위 발전소(화력발전소 50 Mw X 6 unit)배출되는 엄청난 폐에너지 자원을 활용하는 자원 조성 사업에 의의를 두고 있다.

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

지역명 : 천수만 입구

위치 : 충남 보령군 오천면, 천북면 연안

대상어촌계 : 대천시 수협 (선진, 점치, 진창, 삼 시도, 장고도, 육소, 효자도, 소영, 학성, 사호어촌계 10개)

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

지역명 : 안면도 지역

위치 : 충남 태안군 남면, 안면도 연안

대상어촌계 : 서산 수협 (남면, 안면, 법인어촌계 2개)

가) 선정 기준

1 단계 사업 지역 : 어촌 종합 개발 사업 지구

2 단계 사업 지역 : 1 단계 사업과 연계 개발 효과 기대

나) 사업 수행 내역

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

| | | | |
|---------------|---|-------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 24 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 2,240 | " |
| - 양식어장 및 기반시설 | : | 1,182 | " |
| - 어촌 종합 개발 | : | 2,226 | " |
| - 기 타 | : | 934 | " |

계 : 6,606 백만원

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

| | | | |
|-----------|---|---------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 115.5 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 1,859.5 | " |
| - 양식어장 개발 | : | 180 | " |
| - 생산 기반시설 | : | 2,845 | " |

계 : 5,000 백만원

2) 전라북도

군산, 장항 지역 및 새만금 간척 사업 등으로 기존 양식 어장의 약 60%가 상실되고 연안 어장 오염 등 환경 악화에 따른 생산성 저하를 간척 지구 외의 수역의 대체 양식 어장 개발을 목표로 함. 따라서 U.R.에 적극 대체하며 지역 특성에 맞는 어장의 개발로 “떠나는 어촌에서 돌아오는 어촌 건설” 복지 어촌의 정주 기반 조성에 초점을 맞추고 있다.

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

- 지 역 명 : 줄포만 지역(고창군 관할)
위 치 : 전북 고창군 해리면, 심원면, 부안면 연안
대 상 : 고창군 수협

가) 선정 기준

- 군장 및 새만금 간척사업으로 인한 대체어장개발 가능성 검토 결과
19,780ha(고창: 5,300, 부안: 6,700, 옥구: 7,780ha) 확인
패 류 : 3,520 ha(새꼬막, 피조개, 굴수하식)
해조류 : 16,260 ha(김, 툇, 미역)
- 복합양식이 가능한 지역 (4,970 ha)
- 해적생물인 불가사리 구제후 패류양식
불가사리 구제 실적 : '93 - 90백만원(225톤)
'94 - 90백만원(225톤)

나) 사업 수행 내역

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

- | | | | |
|---------------|---|-------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 116 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 37 | " |
| - 양식어장 및 기반시설 | : | 100 | " |
| - 어촌 종합 개발 | : | 1,424 | " |
| - 기 타 | : | 429 | " |

계 : 2,106 백만원

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

| | | | |
|------------|---|-------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 300 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 1,190 | " |
| - 양식어장 개발 | : | 1,900 | " |
| - 어촌 종합 개발 | : | 1,200 | " |
| - 기 타 | : | 587 | " |

계 : 5,177 백만원

3) 전라남도

전라남도는 연안어장의 생산성을 제고하기 위해 복합양식 개념을 도입한 어장의 입체적 이용을 주 내용으로 하고 있다.

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

지 역 명 : 풍남, 가화지역
위 치 : 전남 고흥군 풍양면, 도화면 연안
대상어촌계 : 고흥군 수협

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

지 역 명 : 풍남, 가화지역
위 치 : 전남 고흥군 풍양면, 도화면 연안
대상어촌계 : 고흥군 수협

가) 선정 기준

- 가급적 기존어업권을 존중하며
- 입체적이고, 복합적인 양식장 개발
- 한정된 수역내에서의 지속적인 최대 생산력을 유지시킨다.

나) 사업 수행내역

(1) 바다목장화 기반 사업

- 인공어초 시설
- 치패보호 육성장
- 어장정화 사업
- 하수종말 처리장
- 해적생물 구제
- 종 묘 방 류
- 해조장 조성
- 양식어장의 재배치
- 바지락 증, 양식장 조성

(2) 새로운 양식장 개발

- 키조개 양식장 조성
- 어류 가두리 양식장
- 패류 수하식 양식장

(3) 수산종묘 배양장 설치

(4) 전복 다단식 양식 개발

(5) 관광 양식 개발

- 축제식 어류 양식장 조성
- 주변부대 시설 및 위탁시설 조성

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

| | | | |
|---------------|---|------|-----|
| - 바다목장 기반 사업 | : | 83.4 | 백만원 |
| - 새로운 양식장 개발 | : | 133 | " |
| - 수산종묘 배양장 설치 | : | 30 | " |
| - 전복다단식 양식 개발 | : | - | |
| - 관광양식 개발 | : | 25 | " |

계 : 271.4 백만원

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

| | | | |
|---------------|---|------|-----|
| - 바다목장 기반 사업 | : | 91.7 | 백만원 |
| - 새로운 양식장 개발 | : | 109 | " |
| - 수산종묘 배양장 설치 | : | 150 | " |
| - 전복다단식 양식 개발 | : | 20 | " |
| - 관광양식 개발 | : | 106 | " |

계 : 476.7 백만원

4) 경상북도

지역 어민의 생산증대, 소득개발, 생활 환경 개선에 착안하고 만, 주요항, 소규모 포구를 중심으로 사업을 추진하고 있으며 1 차적으로 투자효과를 극대화할 수 있는 영일만을 대상지역으로 선정하였다.

가) 대상지역의 범위

지역명 : 영일만

위치 : 경북 영일군 동해면, 대보면 연안

대상어촌계 : 영일군 수협 (10개 어촌계)

나) 사업 수행내역

| | | | |
|-----------|---|-------|-----|
| - 어촌 종합개발 | : | 1,467 | 백만원 |
| - 어장환경 정화 | : | 246 | " |
| - 자원조성 | : | 3,525 | " |
| - 양식어장 개발 | : | 600 | " |

계 : 5,838 백만원

5) 제주도

개발여건을 갖춘 수역을 목장화 종합개발 시범지역으로 선정하여 집중적으로 투자할 계획이며, 시범지역의 결과를 토대로 목장화사업 모델을 전어촌에 보급하여 어업구조를 관리형 어업으로 전환시키는 것이 1 차적인 목표이다.

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

지역명 : 북제주군 구좌읍 하도리
위치 : 하도리 제 1종 공동어장 연안
대상어촌계 : 북제주군 수협 (하도리 어촌계)

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

지역명 : 남제주군 대정읍 신도리
위치 : 신도리 제 1종 공동어장 연안
대상어촌계 : 남제주군 수협(신도리 어촌계)

가) 선정 기준

- 하도리 지역 : 문주란이 자생하는 섬과 조수보호수역 및
해수욕장을겸비함과 동시에 성산 관광 단지와
만장굴 관광지로 부터 10km의 거리에 약 579ha
- 신도리 지역 : 갯바위 낚시터가 유명한 평범한 어촌이다. 암초와
자갈로 형성된 1종공동어장을 대상으로 한다.

나) 사업 수행내역

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

| | | | |
|---------------|---|-------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 24 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 2,240 | " |
| - 양식어장 및 기반시설 | : | 1,182 | " |
| - 어촌 종합 개발 | : | 2,226 | " |
| - 기 타 | : | 934 | " |

계 : 6,606 백만원

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

| | | | |
|-----------|---|---------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 115.5 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 1,859.5 | " |
| - 양식어장 개발 | : | 180 | " |
| - 생산 기반시설 | : | 2,845 | " |

계 : 5,000 백만원

6) 경기도

지역여건과 특성을 최대한 활용하여 수산자원 조성, 소득원 개발 및 생산
기반 시설 확충, 어촌 환경개선과 권역의 천해 관광자원을 이용한 관광

시설을 확충하여 어촌 정주여건 조성에 주안점을 두고 있다.

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

지 역 명 : 용진군 덕적면, 자월면 권역

위 치 : 덕적면, 자월면 연안

대상어촌계 : 용진군 수협 (6개 어촌계)

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

지 역 명 : 용진군 백령면, 대청면

위 치 : 백령면, 대청면 연안

대상어촌계 : 용진군 수협(신도리 어촌계)

가) 선정 기준

- 자연경관이 좋아 어촌관광 지역으로 개발 가능성이 있는 어촌
- 수산자원 조성에 잠재력이 있고, 소득수준 및 생산기반시설이 상대적으로 낙후한 어촌
- 어촌 개발후 인근 어촌에 파급효과가 기대되는 어촌

나) 사업 수행내역

| | | | |
|------------|---|-------|-----|
| - 어장환경 정화 | : | 6 | 백만원 |
| - 수산자원 조성 | : | 1,503 | " |
| - 양식어장 개발 | : | 200 | " |
| - 어촌 종합 개발 | : | 1,209 | " |

계 : 2,918 백만원

7) 경상남도

경상남도는 어촌의 부존자원을 개발하고 생산잠재력을 실질적인 어업생산으로 유도하고, 상대적으로 낙후된 어촌의 생산기반을 개선하여 복지어촌을 건설하는 것을 주 내용으로 사업을 추진하고 있다.

<< 1 단계 사업('94 - '95 시행) >>

- 지역명 : 남해군 앵강만
- 위치 : 앵강만 전 권역
- 대상어촌계 : 남해군 수협 (6개 어촌계)

<< 2 단계 사업('95 - '96 시행) >>

- 지역명 : 사천군 사천만
- 위치 : 사천만 전 권역
- 대상어촌계 : 사천군 수협(9 개 어촌계)

가) 선정 기준

- 개발 예정지의 교통, 자연경관 등 어촌의 부존자원과 인근어장의 경제적 투자가치 등 개발 잠재력은 있으나 미 개발된 지역으로서 소득 증대 효과가 기대되는 지역
- 연안어민의 소득수준이 군 또는 전국의 연안어민의 소득수준에 비해 상대적으로 낮은 지역
- 수산업 생산 기반 시설이 당해 군 또는 전국의 수산업 생산 기반 시설에 비하여 상대적으로 취약한 지역

나) 사업 수행 내역

- 어장환경 정화 : 2,056 백만원
- 수산자원 조성 : 6,012 "
- 양식어장 및 기반시설 : 2,496 "
- 어촌 종합 개발 : 3,557 "

계 : 14,121 백만원

제 3 장 우리나라의 해양목장

일반적으로 해양생태계는 식물플랑크톤에 의한 기초생산을 시작으로 먹이사슬이 시작되며, 미생물에 의한 분해 등으로 인해 유기물이 다시 생태계내로 유입되는 일련의 과정을 되풀이 하고 있다. 또한 생태계는 무생물적인 환경요인과 생물적인 요인이 조화를 이루고 있으며, 서식생물 상호간에도 경쟁을 통한 균형 생태계를 형성하고 있다. 따라서 어떤 일정한 해역에서 인위적으로 양식활동을 할 경우 양식장으로부터 유입되는 유기물로 인해 생태계의 균형이 흔들리게 된다.

해양목장은 자연 생태계가 가지는 생산력을 최대한 이용하며, 해역의 환경을 파괴하지 않고 최대 생산을 올리는데 그 목적이 있다고 할 수 있다. 따라서 하나의 모델해역으로 남해 앵강만을 선정하여 해양목장을 실시하기 위해서는 우선 그 해역의 생태적인 특징이 파악되어야만 할 것이다. 여기서 얻어진 결과들은 효율적인 해양목장을 위한 자료로 사용될 수 있고, 궁극적으로는 해역의 환경수용력을 파악하는 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

제 1 절 후보지의 개황 및 환경

1. 수산업 일반현황

앵강만이 위치한 남해군은 전체 해안선이 302km이며, 2,233戶의 어업가구와 9,419명의 수산인구를 가지고 있다. 어선은 2,788척으로서 이 가운데 약 77%인 2,149척이 동력선이며, 639척이 무동력선이다. 남해군 관내의 어업권은 455건으로서 면적은 약 7,272ha이며, 어업허가는 2,475건에 달하고 있다. 한편 남해군에는 약 25,000ha의 해면이 수산자원보전지역으로 지정되어 있으며, 어가소득은 1천 6백만원이다(Table 3-1).

앵강만 내에서 이루어지고 있는 수산업 현황을 보면, 정치망어업이 활발하여 12건의 정치망 어장이 산재되어 있다(Table 3-2). 어장면적은 약 1백만², 어구 종류별로 보면 소대망이 8건에 약 68만², 개량식 대모망 2건, 낙망 1건 및 대모망 1건에 약 40만²이다. 정치망의 포획 채취물은 칼치, 멸치, 전어, 콩치, 방어, 전갱이 등이지만, 계절별로 주 어획어종에는 약간의 차이가 있다.

Table 3-1. Fundamental data on the fisheries in Namhae-gun.

| 구 분 | 단 위 | 수 량 | 구 분 | 단 위 | 수 량 |
|------|-----|-------|----------|-----|--------|
| 해안선 | km | 302 | 어촌계 | 개 소 | 51 |
| 수산가구 | 호 | 2,233 | 수산물생산 | 천 톤 | 48 |
| 수산인구 | 명 | 9,419 | 어업권 | 건 | 455 |
| 어 선 | 척 | 2,788 | | ha | 7,272 |
| 동력 | ' | 2,149 | 어업허가 | 건 | 2,475 |
| 무동력 | ' | 639 | 수산자원보전지역 | ha | 25,329 |
| 어 항 | 개소 | 110 | 어가소득 | 천 원 | 16,000 |

(자료: 남해군, 1994년 12.31 현재)

2. 양식업 현황

앵강만 내의 양식어업으로서는 투석식 어장이 3건에 5만²가 있으며, 전복을 주 양식 대상으로 하고 있다. 또한 3건의 가두리 어업권이 있으며

삼치, 도미, 복어, 농어, 방어 등을 양식 대상으로 하고 있다. 만 내에는 우렁쟁이 연승 수하식 어장이 1건 위치하고 있는데, 시설은 되어 있지 않다 만 안쪽에는 6건의 피조개 살포식 어장이 위치하고 있는데, 28만 m^2 의 면적이다(Fig. 3-1, Table 3-3).

Table 3-2. Licenced fishery right of set net in Angang Bay.

| 기 호 | 어업의 종류 | 면허번호 | 어장면적(m^2) | 어구명칭 | 포획 채취물 및 양식물 |
|------|--------|------|---------------|---------|-----------------|
| 정 1 | 정치망 | 2253 | 96,096 | 소대망 | 갈치, 멸치, 삼치, 조기 |
| 정 2 | 정치망 | 2251 | 69,381 | 소대망 | 갈치, 멸치, 조기 |
| 정 3 | 정치망 | 2250 | 64,428 | 소대망 | 갈치, 멸치, 조기 |
| 정 4 | 정치망 | 2249 | 134,316 | 소대망 | 갈치, 멸치, 삼치, 민어 |
| 정 5 | 정치망 | 2254 | 97,968 | 소대망 | 갈치, 멸치, 전어, 풍치 |
| 정 6 | 정치망 | 2248 | 66,768 | 소대망 | 갈치, 멸치, 삼치, 조기 |
| 정 7 | 정치망 | 2247 | 82,368 | 소대망 | 갈치, 멸치, 삼치, 방어 |
| 정 8 | 정치망 | 2241 | 75,192 | 소대망 | 갈치, 방어, 삼치, 멸치 |
| 정 9 | 정치망 | 31 | 87,365 | 대모망 | 갈치, 방어, 삼치, 멸치 |
| 정 10 | 정치망 | 2246 | 126,750 | 개량식 대모망 | 갈치, 방어, 삼치, 전갱이 |
| 정 11 | 정치망 | 2202 | 159,106 | 개량식 대모망 | 갈치, 조기, 삼치, 멸치 |
| 정 12 | 정치망 | 12 | 20,184 | 낙망 | 갈치, 멸치, 삼치 |

(자료: 남해군, 1994년 12.31 현재)

한편 만 주위를 따라 11건의 공동어장이 산재하고 있는데, 568만 4천 m^2 의 면적에, 미역, 김, 툇 등의 해조류와 바지락, 피조개, 새고막 등의 이매패류, 성게, 해삼 등의 극피동물 등을 주로 포획하고 있다(Fig. 3-1, Table 3-4).

3. 기상 조건

앵강만이 위치한 인근도시인 여수 및 남해의 1985년부터 1993년 까지의 연간 강수량의 변동을 보면(Fig. 3-2), 이 일대의 강수량은 년 평균 1,500mm 이상을 나타내고 있다. 이것을 연도별로 보면, 1985년에는 연간 2,400mm 이상의 강수량을 나타냈으며, 1988년에는 여수지방의 경우 900mm 이하, 남해의 경우 1,100mm 이하로서 상대적으로 낮은 양상을 보이고

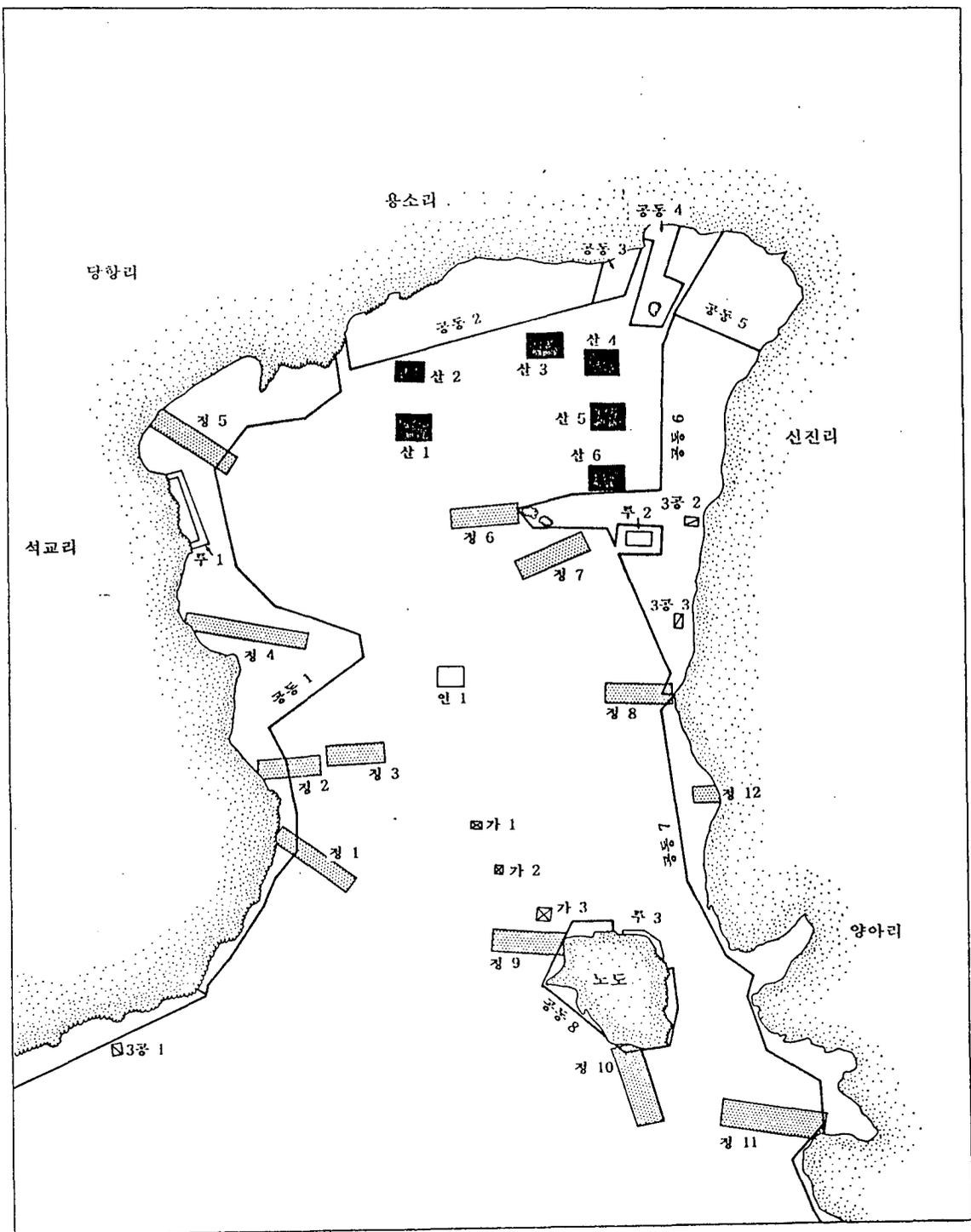


Fig. 3 -1. Spatial distribution of fishery rights in Aenggang Bay.

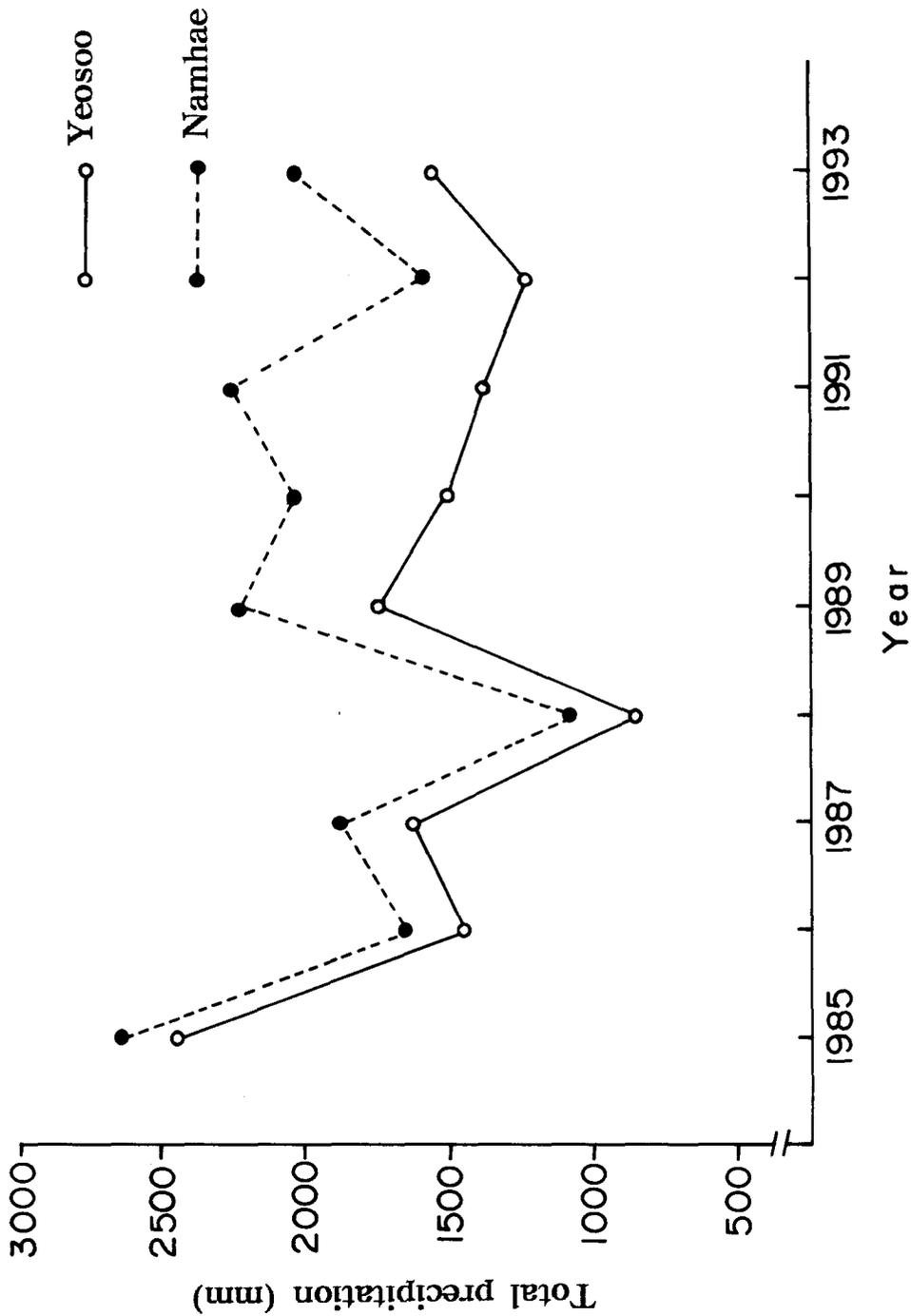


Fig. 3 -2. Annual precipitation of Yeosoo and Namhae area from 1985 to 1993.

Table 3-3. Licenced fishery right of aquaculture in Aenggang Bay.

| 기 호 | 어업의 종류 | 면허번호 | 어장면적(㎡) | 어업명칭 | 포획 채취물 및 양식물 |
|-----|--------|------|---------|-------|-----------------|
| 살 1 | 양식업 | 3483 | 50,000 | 살포식 | 피조개 |
| 살 2 | 양식업 | 3065 | 30,000 | 살포식 | 피조개 |
| 살 3 | 양식업 | 5249 | 50,000 | 살포식 | 피조개 |
| 살 4 | 양식업 | 3285 | 50,000 | 살포식 | 피조개 |
| 살 5 | 양식업 | 3474 | 50,000 | 살포식 | 피조개 |
| 살 6 | 양식업 | 3485 | 50,000 | 살포식 | 피조개 |
| 가 1 | 양식업 | 4041 | 3,000 | 가두리식 | 삼치 외 정치어획물 |
| 가 2 | 양식업 | 4040 | 3,000 | 가두리식 | 삼치 외 정치어획물 |
| 가 3 | 양식업 | 4721 | 10,000 | 가두리식 | 돔, 복어, 농어, 방어 등 |
| 투 1 | 양식업 | 4272 | 20,000 | 투석식 | 전복 |
| 투 2 | 양식업 | 4273 | 20,000 | 투석식 | 전복 |
| 투 3 | 양식업 | 4159 | 10,000 | 투석식 | 전복 |
| 연 1 | 양식업 | 4061 | 30,000 | 연승수하식 | 우렁쉥이 |

(자료: 남해군, 1994년 12.31 현재)

Table 3-4. Licenced common fishery right in Aenggang Bay.

| 기 호 | 어업의 종류 | 면허번호 | 어장면적(㎡) | 포획 채취물 |
|------|---------|------|-----------|---------------------------|
| 공 1 | 공동어업 | 33 | 1,962,200 | 미역, 김, 성게, 전복, 해삼, 바지락 등 |
| 공 5 | 공동어업 | 34 | 1,962,200 | 김, 굴, 새고막, 피조개, 바지락 등 |
| 공 6 | 공동어업 | 35 | 1,962,200 | 미역, 김, 성게, 전복, 굴, 소라 등 |
| 공 3 | 공동어업 | 39 | 1,962,200 | 파래, 문어, 고막, 전복, 바지락 등 |
| 공 2 | 공동어업 | 40 | 1,962,200 | 파래, 톳, 성게, 전복, 새조개, 바지락 등 |
| 공 8 | 공동어업 | 48 | 1,962,200 | 미역, 김, 성게, 전복, 해삼, 소라 등 |
| 공 7 | 공동어업 | 49 | 1,962,200 | 미역, 김, 성게, 전복, 해삼, 소라 등 |
| 공 4 | 공동어업 | 782 | 1,962,200 | 피조개, 굴, 성게, 전복, 해삼 등 |
| 3공 2 | 3종 공동어업 | 505 | 1,962,200 | 문어, 돔, 멸치, 갈치, 불락 등 |
| 3공 3 | 3종 공동어업 | 506 | 1,962,200 | 문어, 돔, 멸치, 갈치, 불락 등 |
| 3공 1 | 3종 공동어업 | 380 | 1,962,200 | 농어, 광어, 전어, 송어, 삼치 등 |

(자료: 남해군, 1994년 12.31 현재)

있다. 한편 남해의 경우 연간 2,000mm 이상의 강수량을 나타내는 해가 상대적으로 많은 양상이다.

이 기간 동안의 월평균 강수량의 변동을 보면 1월에는 평균 50mm 이하로서 낮은 반면, 8월에는 평균 300mm 이상의 강수량을 나타냄으로서 여름철에 강수량이 많은 양상이다(Fig. 3-3).

이기간 동안의 기온의 월평균 변화를 보면(Fig. 3-3), 남해와 여수가 각각 $14.1 \pm 8.2^{\circ}\text{C}$, $14.1 \pm 7.5^{\circ}\text{C}$ 로서 거의 같은 양상이다. 겨울철인 1월의 기온이 가장 낮았으며, 점차 증가하여 여름철인 7, 8월에는 25.0°C 이상의 분포를 나타내고 있다.

한편, 조사해역 인근인 여수 지방의 1985년부터 1993년까지 9년동안 연평균 및 계절별 평균 바람장미는 Fig. 3-4에서 보는 바와 같다. 연평균 바람장미의 경우, 각 방면의 바람이 존재하지만 전체 관측횟수의 약 13%를 차지하고 있는 북북동풍이 탁월풍이 되고 있으며, 서북서풍도 약 10%를 점하고 있다. 봄철(3, 4, 5월)의 바람장미는 북북동풍 및 북동풍이 약 20%를 차지하고 있어 탁월풍이 되며, 북서풍과 남서풍도 각각 약 8% 정도를 차지하고 있다. 겨울철(12, 1, 2월)의 바람장미는 서북서풍이 22%로 탁월하며 북서풍도 약 15%를 차지하여 겨울철에는 북서풍이 뚜렷한 탁월풍이 되고 있다. 가을철(9, 10, 11월)에는 북북동풍이 19.5%로 탁월하며, 북동풍도 9%를 차지하여, 가을철에는 북동풍이 뚜렷한 탁월풍이 되고 있다. 한편 서북서풍도 10%를 차지하고 있다. 여름철(6, 7, 8월)에는 북동풍이 약 12.5%를 차지하며 남남서풍이 12%, 남풍이 약 10%를 차지하여 남풍이 뚜렷한 탁월풍이 되고 있다.

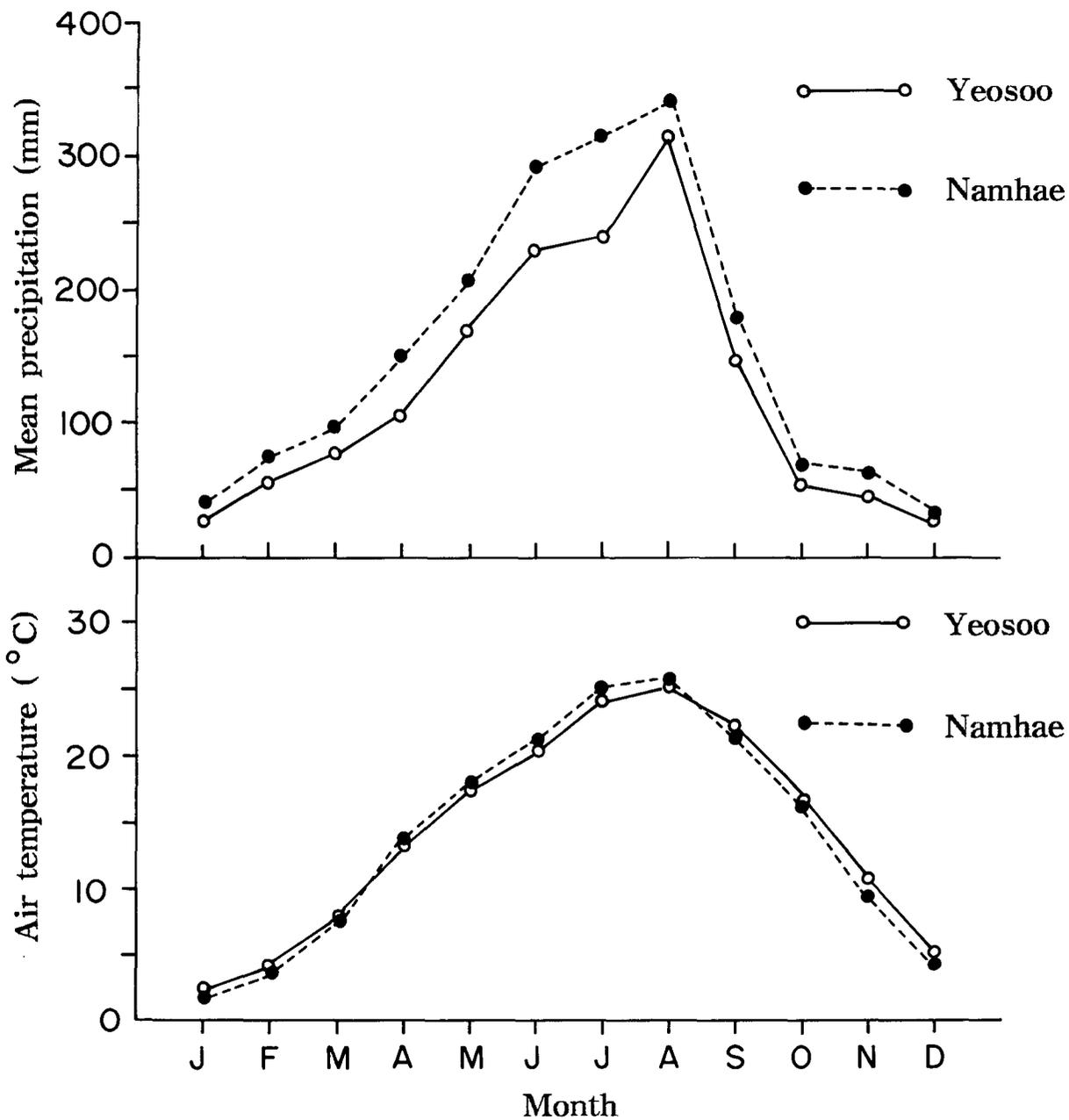


Fig. 3 -3. Monthly variations of air temperature and precipitation of Yeosoo and Namhae area from 1985 to 1993.

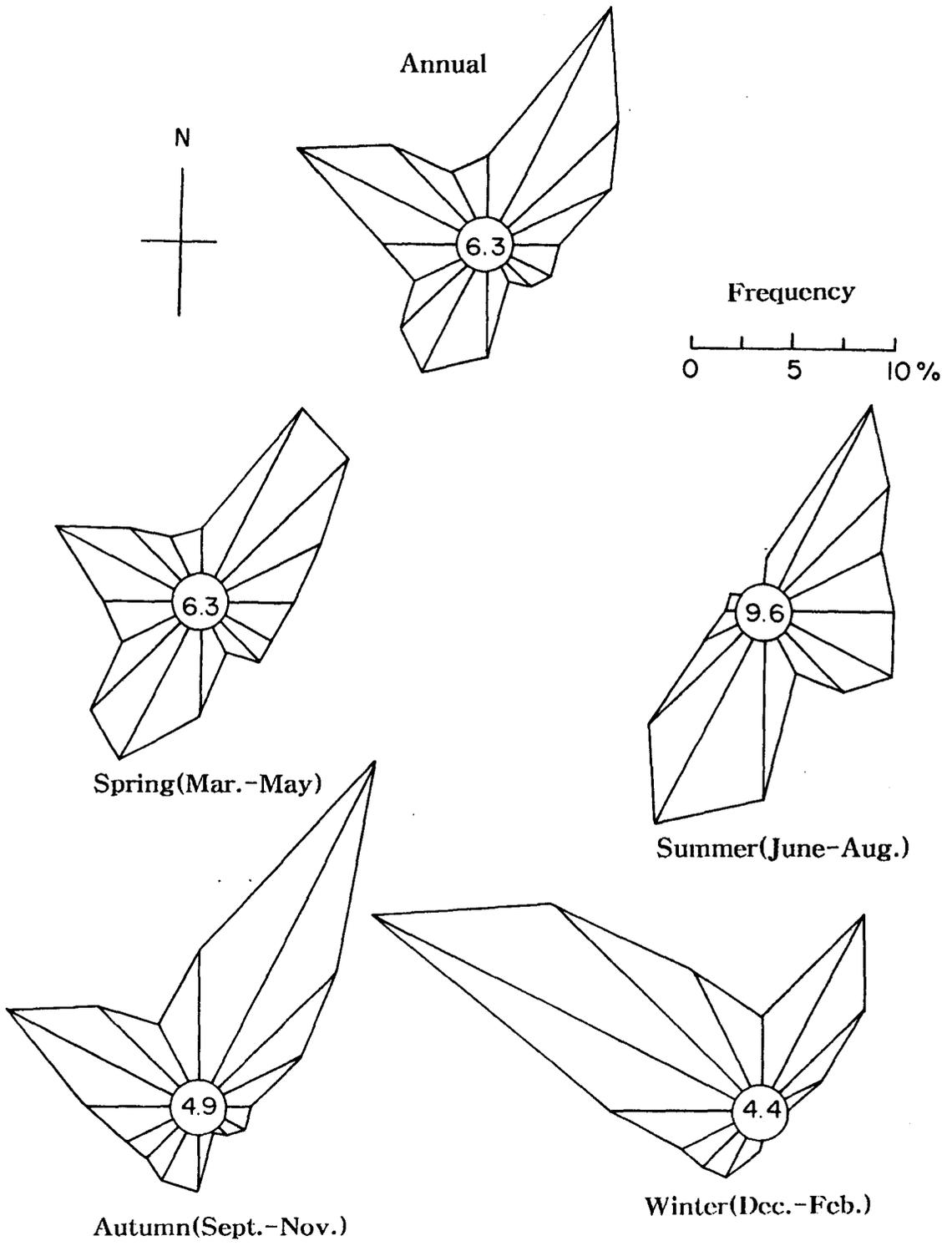


Fig. 3 -4. Wind rose of Yeosoo area. Data was mean value from 1985 to 1993.

제 2 절 목장 해역의 생태계 구조

1. 재료 및 방법

1994년 5월부터 1995년 4월까지의 연구기간 중 앵강만내에 18개 정점을 설정하고 영양염, COD, 수온, 염분, 용존산소, 동, 식물 플랑크톤, 난 치어, 연성저질 및 암반해역의 저서동물, 어류상, 대형무척추동물 등을 조사하였다(Fig. 3-5). 현장조사는 가을철인 1994년 10월 및 겨울철인 1995년 1월에 수행되었다. 봄철 및 여름철 조사는 1995년 5월과 8월에 실시할 계획이며, 각 항목별 조사 방법은 다음과 같다.

가. 수괴의 물리·화학적 환경

1) 수온 및 염분

가을철인 1994년 10월과 겨울철인 1995년 1월에 18개 정점에서 CTD(Sea Bird-19)를 이용하여 수층별로 측정하였고, 표층과 저층에 대하여 계절별로 수평 분포도를 작성하였다.

2) 용존 산소

가을철인 1994년 10월과 겨울철인 1995년 1월에 18개 정점의 표층 및 저층수에 대하여 측정하였다. 시수의 채집은 van Dorn 채수기를 이용하여 표층과 저층수를 채수한 다음, 선상에서 황산망간(II) 용액과 알칼리성 요오드화 칼륨용액을 넣고 잘 흔들어서 용존산소를 고정시킨 후 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 Winkler법에 따라 측정하였으며, 포화도는 Weiss(1970)의 식에 따라 계산하였다.

3) 영양염 및 COD

가을철인 1994년 10월과 겨울철인 1995년 1월에 18개 정점의 표층수에 대하여, NO_2 , NO_3 , PO_4 , SiO_2 , NH_4 및 COD를 측정하였다. 용존성 아질산염, 질산염, 인산염, 규산염은 Technicon AA II 자동분석기를 사용하여 측정하였으며, 그 분석방법은 다음과 같다.

아질산염(NO_2)은 시료에 sulfanilamide 용액과 N-(1-naphtyl)ethylene-diamine dihydrochloride를 가하여 발색시켰다.

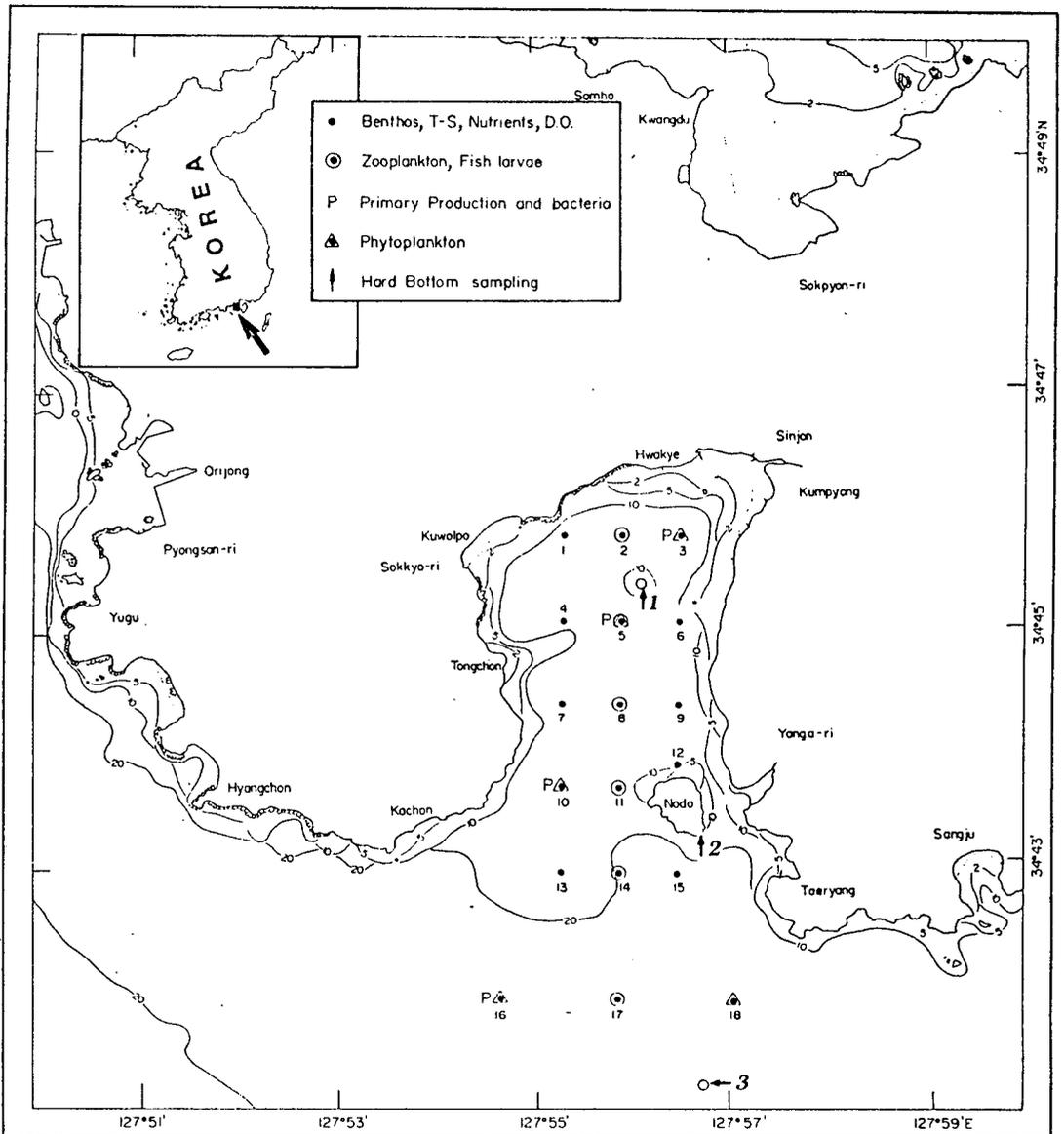


Fig. 3 -5. Map showing the sampling stations and bathymetry.

질산염(NO_3)은 시료를 Cd-column에 통과시켜 아질산염으로 환원시킨 후 아질산염 분석방법과 같은 방법으로 발색시켰다.

인산염(PO_4)은 시료에 ammonium molybdate, potassium antimonyl tartrate와 황산의 혼합시약을 가하고 ascorbic acid로 환원시켜 발색시켰다.

규산염(SiO_2)은 시료에 ammonium molybdate를 가하여 silicomolybdate complex를 만든 후 oxalic acid와 ascorbic acid를 가하여 발색시켰다.

암모늄이온(NH_4)은 여과한 시료를 현장에서 발색시킨 뒤, 냉장 보관하여 실험실로 옮겨 자외선-가시광선 흡광기로 측정하였다.

COD의 경우 현장에서 채수한 시수를 냉동 운반하여, 시료 50ml에 알칼리성하에서 일정과량의 과망간산 칼륨용액을 가하고, 수욕상에서 30분간 가열한 후 냉각시키고, 요오드화 칼륨을 가한 다음 황산으로 시료용액을 산성으로 만들어 요오드를 유리시킨 후 치오황산소다로 역적정하였다.

나. 퇴적환경

1) 퇴적물 온도

가을철인 1994년 10월과 겨울철인 1995년 1월에 18개 정점에서 저서동물 채집시 인양된 퇴적물을 봉상온도계로서 직접 측정하였고, 계절별 수평 분포도를 작성하였다.

2) 퇴적물 입도 및 유기물 함량

조사해역의 퇴적물 입도 분석을 위하여 각 정점에서 채집된 퇴적물을 500ml 플라스틱 용기에 담아 실험실로 운반하였다. 시료는 실험실에서 3% H_2O_2 와 0.1N HCl 을 차례로 넣어 유기물과 탄산염을 제거하여 건조시킨 다음, 무게를 측정하고 습식 체질하여 4 ϕ 이하와 그 이상의 것으로 분리하였다. 4 ϕ 이하의 조립질 시료는 Roe-tap sieve shaker를 사용하여 입도별 중량 백분율을 구하였고, 4 ϕ 이상의 세립질 시료는 그 중 1.5g을 취해 0.1% calgon 용액을 넣고 진동기로 균일하게 분산시킨 후 Sedigraph 5000D 입도 분석기를

사용하여 분석하고 있다. 퇴적물 입도에 의한 퇴적상의 분류를 시행하였다.

퇴적물 내에 포함된 유기탄소를 측정하기 위하여 퇴적물을 현장에서 냉동시켜 실험실로 운반한 후, 퇴적물을 건조시켜 막자사발에 갈아 분말로 만든 다음 약 0.2g에 진한 염산 5ml을 가하여 탄산염 광물을 녹여 제거하였다. 탄산염이 제거된 퇴적물을 5-10mg을 0.1 mg까지 정확히 무게를 재고 1500℃로 태운 후 용출되는 가스를 Carlo Erba CNS 원소 분석기로 정량측정하여 C, H, S의 양을 측정하였다.

다. 식물 플랑크톤

식물플랑크톤 연구를 위하여 가을(1994.10)과 겨울(1995.1) 두 계절에 걸쳐 본 조사해역내의 내만에서 외양쪽으로의 5개 정점을 선정하여 (Fig. 3-5), 상·하층에서 각각 500ml씩의 해수를 시료로 채취하였다. 채취된 시료는 Lugol고정액으로 고정하여 알루미늄호일로 빛을 차단한 후 실험실로 운반하였다. 실험실 내에서는 각 시료를 100 ~ 120ml로 농축한 후 동정 및 계수하였다. 또한 종다양성지수 및 집괴분석을 통하여 군집의 특성을 파악하였다.

라. 기초생산

1) 엽록소 a

500ml 또는 1000ml의 시료를 pore size 0.45um의 막여과지로 여과시킨 후 여과지를 90% acetone 용액 5ml로 24시간 이상 추출하였다. 추출액을 4500rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 750, 664, 647, 630nm에서 흡광도를 측정하여 엽록소 a의 양을 계산하였다(APHA, 1985).

2) 일차생산력

식물플랑크톤의 일차생산은 ^{14}C -bicarbonate를 이용하여 측정하였다. 시료 50ml를 60ml 용량의 멸균된 polycarbonate병에 담은 후 1mCi/ml로 희석된

500ul의 ^{14}C -bicarbonate를 첨가하여 준 후 현장광량에서 3시간 이내로 배양하였다. 배양이 끝난 후 0.2um poresize의 막여과지로 여과하거나 1.2um poresize의 막여과지로 여과한 후 다시 0.2um pore size의 막여과지로 여과하여 세균에 의해 이용되는 광합성산물의 양을 따로 측정하였다(Mague *et al.*, 1980). 여과지를 6ml scintillation vial에 담은 후 1N HCl 0.1ml을 첨가하여 하룻밤 동안 방치시켜 동화되지 않은 ^{14}C 을 제거시킨 후 scintillation cocktail 4ml씩을 첨가하여 실험실로 운반한 후 LSC(Liquid Scintillation Counter)로 방사선량을 측정하였다.

광합성량의 계산은 다음 식에 따랐다.

$$P(\text{ug-C/l/hr}) = \frac{\sum \text{CO}_2 \times R_S \times 12000}{R_0 \times T}$$

$\sum \text{CO}_2$: 배양액 내의 총 가용탄소량(ug-C/50 ml)

R_S : 식물플랑크톤에 의해 고정된 ^{14}C -bicarbonate의 방사능(DPM)

R_0 : 첨가 해 준 ^{14}C -bicarbonate의 방사능(DPM)

T : 배양시간(Hr)

12000 : 전환상수

마. 미생물

1) 총세균수

총세균수는 AODC(Acridine Orange Direct Count, Zimmermann, 1977) 방법에 따라 형광현미경(Epifluorescence microscope, Carl Zeiss)하에서 측정하였다. 12 화면, 300개체 이상을 계수하여 얻은 세균수의 평균에 배율에 따른 전환상수를 곱하여 총세균수를 구하였다.

세균생물량의 계산을 위하여 구형세균은 완전한 구형으로 가정하여 체적을 계산하며 간형세균은 원통의 양 끝에 반구가 붙어있는 형태로 가정하여

원통부분과 반구부분을 따로 나누어 계산하는 방법에 따라 구형세균은 지름을, 간형세균은 그 길이를 일정한 구간으로 나누어 계수한 후 여기에 Zimmermann(1977)에 의한 상수를 곱하여 먼저 총체적을 계산하였다. 구해진 총체적에 Kogure와 Koike(1987)에 의해 산출된 conversion factor인 0.20g-C/cm^3 을 적용하여 세균 생물량을 계산하였다.

2) 종속영양세균수

ZoBell agar medium 2216e를 배지로 하여 성장한 colony의 수를 세어 측정하였다. 각 정점에서 1ml의 시료를 $0.2\mu\text{m}$ ($d=47\text{mm}$)의 막여과지로 여과한 후 여과지를 배지위에 옮겨 25°C 에서 7일간 배양하여 계수하였다.

3) 종속영양활성

세균의 종속영양활성의 지표인 유기물 이용도를 조사하기 위하여 포도당에 대한 전환율을 측정하였다(Gocke, 1977). $100\mu\text{m}$ 크기의 망체로 사전 여과한 시료를 시료당 3개의 100ml 배양병에 50ml 씩 넣고 $0.05\mu\text{Ci}$ 의 U-D- ^{14}C -glucose를 넣어 약 3시간 동안 배양하였다. 이때 배양병 하나에는 미리 1ml의 formalin을 넣어 blank로 하였다. 배양이 끝난 시료는 1ml의 formalin으로 반응을 중단시켰으며 pore size $0.2\mu\text{m}$ 의 막여과지($\phi = 25\text{mm}$)를 사용하여 여과한 뒤 여과지의 방사선량을 측정하였다.

4) 세균생산력

세균의 성장과 생물량의 생성은 thymidine이 DNA에 흡수되는 정도에 의하여 측정하였다(Fuhrman and Azam, 1982). 넣어준 thymidine [methyl- ^3H]의 양은 20ml 의 시료에 최종농도가 0.5 nM/l 가 되도록 하여 30분 동안 배양하였다. DNA에 흡입된 thymidine의 양은 측정된 dpm값으로부터 Parsons *et al*(1984)에 의한 식으로 계산하였다. 흡입되는 thymidine 1M당 1.4×10^{18} cell이 생성되는 것으로 계산하는 전환상수를 사용하여 생산되는 세균수로 환산하였으며(Fuhrman and Azam, 1982) 여기에 $0.17 \times 10^{-13}\text{ g-C/cell}$ 의 전환상수(Lee and Fuhrman, 1987)를 사용하여 세균의 생산력을 구하였다.

5) 세균에 의한 유기물 분해능

세균에 의한 유기물 분해능을 측정하기 위하여 탄수화물, 단백질, 키틴질의 분해에 관여하는 세포의 효소활성을 측정하였다. 탄수화물의 모형기질로는 methylumbelliferryl(MUF)- β -D-Glucoside를 사용하였으며 키틴질의 모형기질로는 MUF-N-Acetyl- β -D-Glucoside를, 단백질 가수 분해 효소의 활성은 Leucine-amino-methylcoumarine(leu-MCA)을 사용하여 측정하였다 (Hoppe, 1993).

기질에 대한 가수분해율(Hr)과 최고가수분해속도(V_{MAX})를 측정하였는데 Hr의 측정을 위해서는 2ml 의 시료에 최종농도 0.4 μ M이 되도록 기질을 첨가하여 주었으며 V_{MAX} 측정은 최종농도 100 μ M 이 되도록 기질을 첨가하여 준 후 4시간 이내로 배양하였다. 배양이 끝난 후 glycine-ammonium 용액(pH 10.5) 100 μ l를 첨가하여 pH를 높여준 후 TKO 100 minifluorometer로 형광을 측정하였다. 이때 10nM의 MUF 용액으로 표준 형광도를 측정하여 계산에 이용하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$V = \frac{A \times C \times D}{B}$$

V = 가수분해율(ug-C/l/h)

A = 시간당 증가 형광

B = 표준형광물질의 형광

C = 표준형광물질의 농도(μ M/l)

D = 1 μ M 의 표준형광물질에 해당하는 모형기질 내 탄소의 양

바. 동물 플랑크톤

본 연구는 1994년 10월과 1995년 1월에 6개 정점에서 실시하였다(Fig. 3-5). 동물플랑크톤의 채집은 망구직경 60cm, 망목 335 μ m의 봉고네트를 사용하여 약 8분간 1.5~2knot의 속도로 표층채집을 하였다.

정량분석을 위하여 봉고네트에 유량계(General Oceanics, I.N.C.)를 부착하였으며, 채집된 표본은 현장에서 6%의 중성포르말린으로 고정하였다. 고정된 시료는 우점종이 100개체 이상 되도록(UNESCO, 1979) 각 분류군별로 계수한 후 단위체적당(m^3) 개체수로 환산하였다.

종 다양성 지수는 Shannon index(Shanon and Weaver, 1949) 를 사용하였고, 동물플랑크톤의 정점간 유사도는 Bray-Curtis(Bray and Curtis, 1957)의 방법을 사용하였다.

사. 난, 치어

어란 및 치어의 채집은 망구직경 60cm, 망목 505 μ m인 봉고네트로 표층 채집하였다. 네트의 예망시간은 8분, 예망속도는 1.5 ~ 2.0knot 정도로 유지시켰으며, 정량분석을 위하여 네트 입구에 유량계(General Oceanics, Inc.)를 부착하였다. 채집된 표본은 현장에서 중성 포르말린으로 고정(최종농도 7%)한 다음 실험실로 옮겨 해부 현미경(WILD M8)으로 어란과 치어를 골라내어 동정하였다. 어란 및 치어 동정에는 정(1977), 이 등(1981), 김 등(1986), Russell(1976), Okiyama(1988), Moser *et al.* (1984)를 참고하였다.

아. 어류상

앵강만 해역에서 서식하는 어류상을 파악하기 위하여 1994년 10월, 저인망을 이용하여 3개소에서 채집을 하였으며 정치망 1개소에서 채집을 하였다. 저인망의 망목은 약 2cm 이었으며, 매 정점당 10분간 예인하였다. 채집된 시료는 플라스틱 물통에 담고, 10% 중성포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하여 어류만을 선별하여 종단위까지 동정하고 개체별 무게 및 체장을 측정하였다. 그리고 겨울철에는 5개 정점에서 저인망을 이용하였다. 어류의 동정은 정(1977)과 Masuda *et al.*(1984)를 참고하였다.

자. 연성저질의 저서동물

가을철인 1994년 10월과 겨울철인 1995년 1월에 18개 정점에서 van Veen 그랩(표면적 0.1m^2) 을 사용하여 3회씩 퇴적물을 채집하였다. 채집된 퇴적물은 선상에서 1mm 망목의 체로 걸른 후, 그 잔존물을 플라스틱 표본병에 담고 10% 중성 포르말린 용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 동물군별로 선별하고 전체 습중량을 측정한 다음 종 수준까지 동정하였다. 한편 정점간 유사도는 Chord Distance를 사용하여 집괴분석을 하였다.

차. 초대형무척추동물

앵강만에서 서식하는 초대형 무척추 동물상을 파악하기 위하여, 겨울철인 1995년 1월에는 만 안쪽으로부터 바깥쪽에 이르는 6개 정점에서 Agassiz trawl을 사용하여 초대형 무척추동물을 채집하였다. 예인 시간은 정점의 상태를 고려하여 10분을 기준으로 하였다. 채집된 생물은 플라스틱 물통에 담고 10% 중성포르말린 용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 각 분류군별로 개체수를 세고 습중량을 측정하였으며, 종 수준까지 동정하였다.

카. 암반해역의 저서동물

앵강만의 암반 고착성 저서생물의 군집구조에 관한 조사는 1994년 11월과 1995년 2월에 각각 실시되었다. 1994년 11월 현장조사는 가을철 군집구조를 이해하기 위해 실시되었고, 1995년 2월 현장조사는 겨울철 군집구조의 특성을 파악함과 동시에, 가을철 군집구조와의 차이를 대비하기 위해 실시된 것이다.

조사지점은 앵강만 내측에 위치한 형제섬과 만 입구에 위치한 노도, 그리고 만 외측의 외양에 위치한 소취도의 정남쪽 지점으로, 지점간의 물리적 환경특성이 매우 상이한 곳이다(Fig. 3-5). 이렇듯 환경특성이 상이한 세

지점을 대상으로 조사한 이유는 생물군집의 구조는 그 군집을 둘러싼 물리적 환경특성에 따라 공간적인 이질성을 보인다는 일반적인 사실에 근거하여 앵강만 주변의 암반 고착성 생물군집을 전반적인 이해를 얻기 위함이었다.

각 지점별 생물군집에 대한 조사에서는 조사지선(line transect)을 기준한 방형구법(quadret method)이 이용되었다. 즉, 각 섬의 정남쪽 지점에 하나의 조사지선을 선정하고, 조간대 최상부로 부터 조고의 기준면까지 10x10cm로 획분된 50x50cm 방형구를 연속적으로 번호를 부여하여 구성종간의 출현비율을 조사하였다. 각 방형구의 조위는 Price et al.(1980)에서 이용된 조위측정용 막대로써 현장관측치를 조사하고, 이후 조석표에 기준하여 보정된 값으로 나타내었다. 반면 조하대에서는 잠수조사의 시간적인 한계로 수심별 연속적인 정량조사가 어려웠기 때문에, 기준수심을 0m, 3m, 7m, 11m로 결정하여 구성종의 출현율을 조사하였다. 특히 조하대에서는 방형구외에 수중카메라(Nikonos V)를 이용하여 군집의 구성을 이해하는데 도움을 얻고자 하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 물리. 화학적 환경

1) 수온 및 염분

조사해역의 표층 및 저층수온의 수평분포는 Fig. 3-6과 3-7에서 보는 바와 같다. 가을철인 10월의 표층수온은 평균 19.2℃로서 내만에서는 19.0℃이상의 분포를 나타내며, 외해역으로 나올수록 표층수온이 감소하여 19.0℃이하의 분포를 나타낸다. 저층수온은 평균 19.1℃로서 표층수온과 큰 차이는 없다. 그러나 분포양상은 표층과는 반대로 내만역에는 19.5℃ 이상을, 외해역에는 18.5℃ 이하의 분포를 나타냄으로서, 외해에서 내만으로 들어가면서 수온이 높아지는 경향을 나타내고 있다(Fig. 3-6).

겨울철인 1월의 경우, 표층수온은 평균 10.95℃였으며, 외해역으로부터 내만으로 들어가면서 수온이 감소하는 경향을 나타내어 가을철과는 상반되는 양상이었다. 저층수온의 경우 평균 10.60℃로서 표층 수온보다 약간 낮았으며, 외해역으로부터 내만으로 갈수록 수온이 낮아지는 경향을 나타내어, 가을철의 수온분포와 동일한 양상이었다(Fig. 3-7).

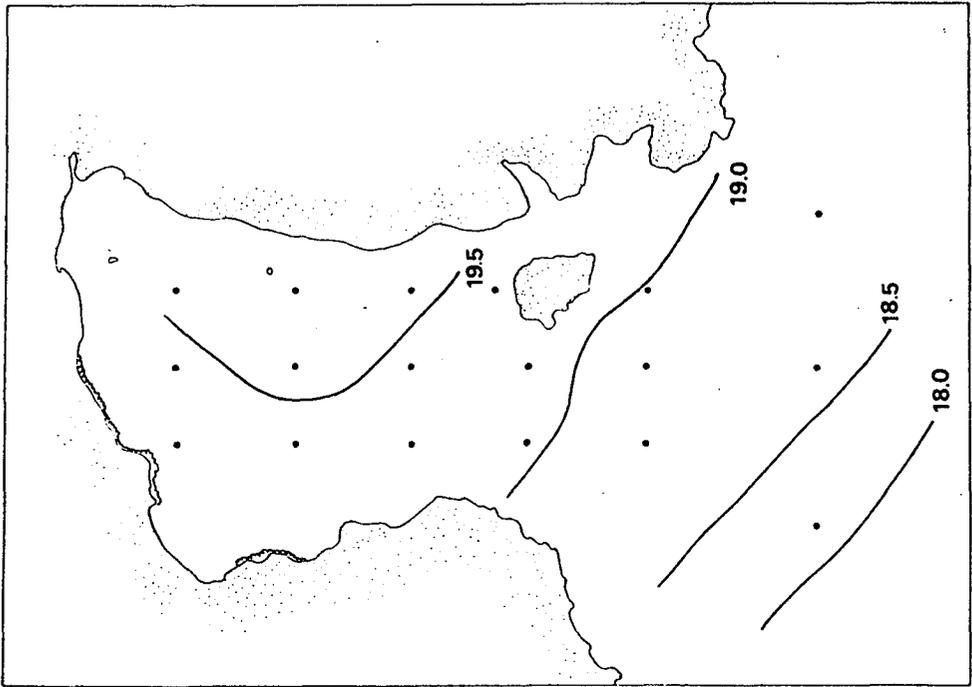
겨울철 표층 수온 분포양상이 가을철 수온 분포양상에 비해 상반된 것은, 내만의 경우 수온은 육지의 냉각과 가열에 의해 조절되기 때문에, 가을철에는 내만역이 외해역보다 수온이 높은 반면, 겨울철에는 내만역의 수온이 외해역에 비해 낮은 양상을 나타낸다고 할 수 있다. 앵강만에서의 표층 수온 수평분포 양상은 진해만에서의 수온의 수평분포와 유사한 양상이었다.

앵강만의 염분 분포를 보면, 가을철인 10월의 표층 및 저층의 염분도는 각각 32.56‰ 및 32.81‰로서 저층이 표층에 비해 약간 높은 양상이었다(Fig. 3-8). 한편 표층 염분의 경우 만 바깥쪽과 입구에는 32.50‰이하의 분포를 나타내는 반면, 만 중앙에는 32.50‰이상을, 만 안쪽에는 32.75‰이상을 나타내어, 만 바깥쪽으로부터 만 내측으로 들어갈수록 염분도가 증가하는 양상이었다. 이러한 양상은 앵강만으로 유입되는 하천이 없고, 외해수와의 교환이 상대적으로 적기 때문에 염분이 상대적으로 낮은 외해수가 만 내측의 염분도에 영향을 미치지 못하기 때문으로 생각된다. 저층염분의 경우도 만 입구측에는 32.60‰ 이상의 분포를 나타내지만, 만 내측으로 가면서, 점차 감소하여 32.90‰ 이상의 염분도를 나타낸다. 한편, 겨울철인 1월의 경우 표층염분은 평균 32.97‰로서 외해역에서 내만으로 들어가면서 감소하는 경향이지만 뚜렷하지 않다. 저층염분은 평균 33.17‰로서 내만이 약간 낮은 양상이다(Fig. 3-9).

2) 용존 산소

용존산소는 생물의 서식 및 성장에 필수적인 요소 중의 하나이다. 특히 반폐쇄적인 내만에서는 여름철 수온 및 염분에 의한 밀도 약층의 형성으로

Surface layer



Bottom layer

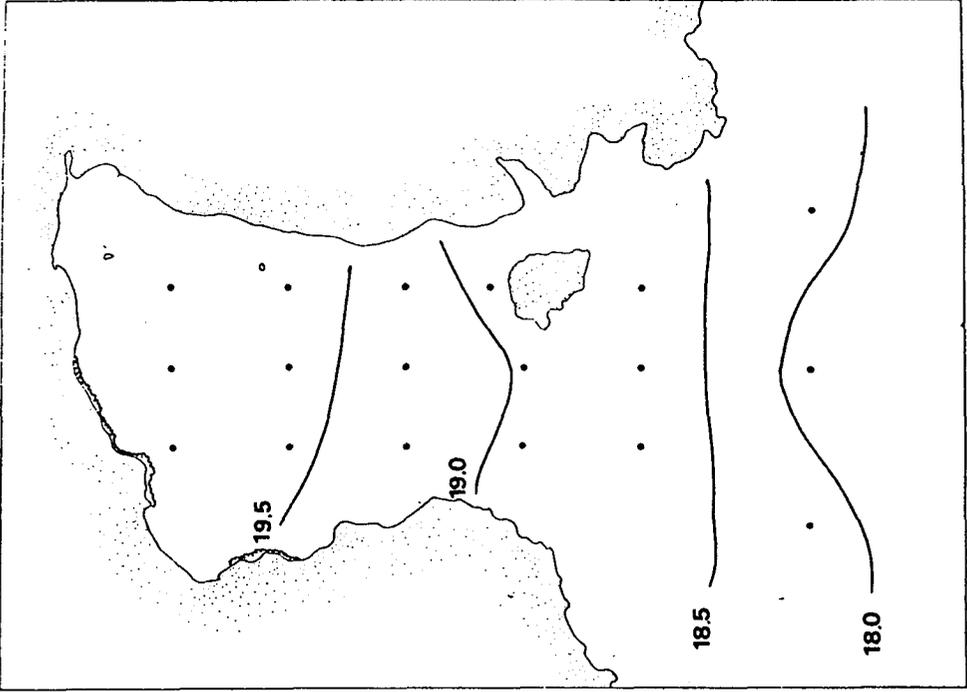
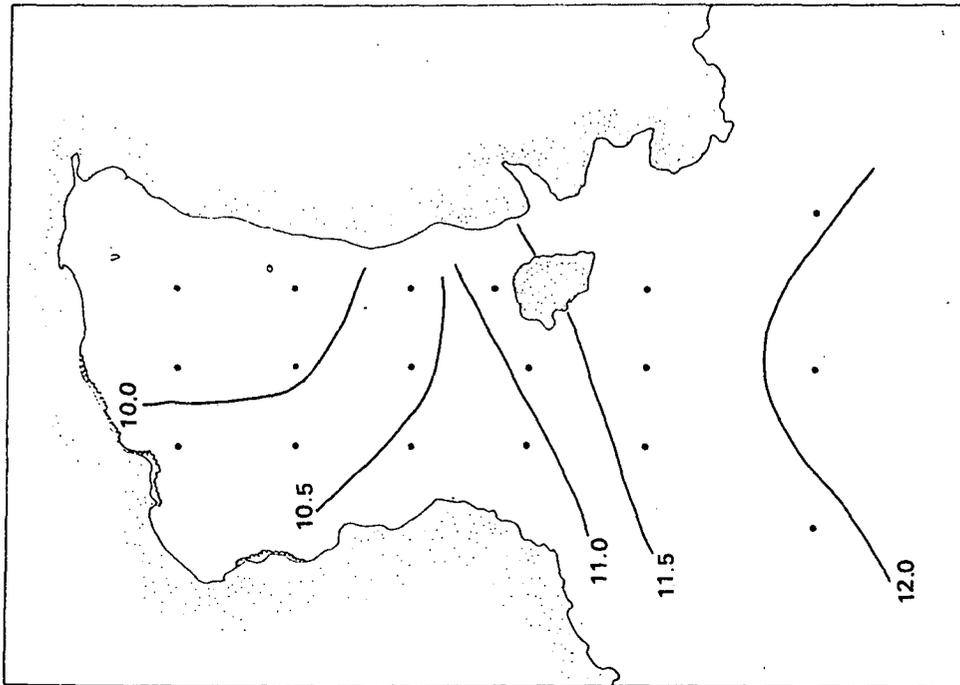


Fig. 3 -6. Spatial distributions of surface and bottom water temperature in October 1994.

Surface layer



Bottom layer

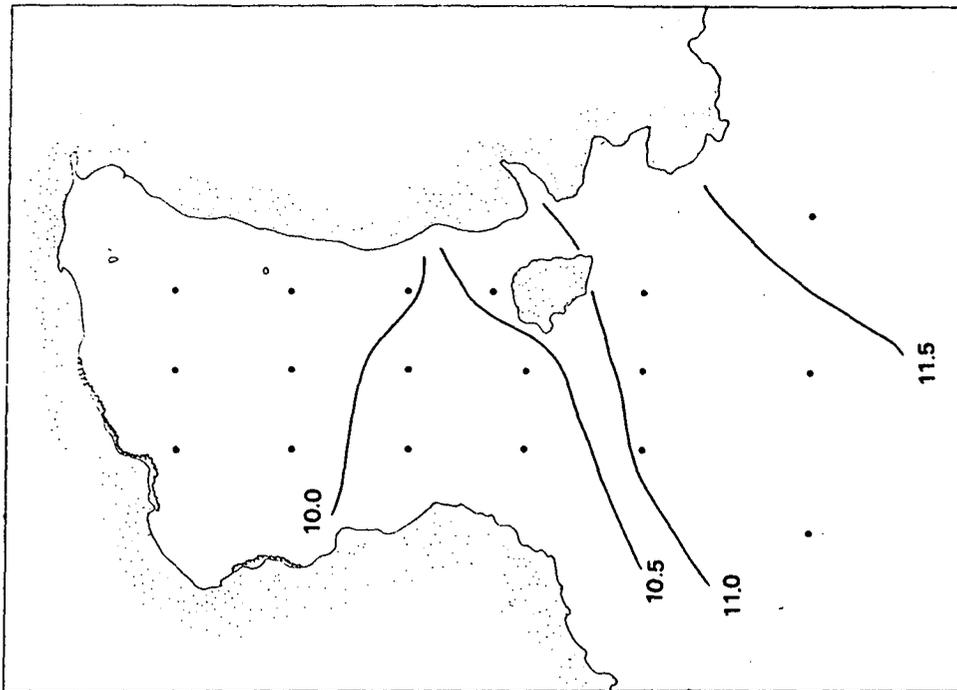
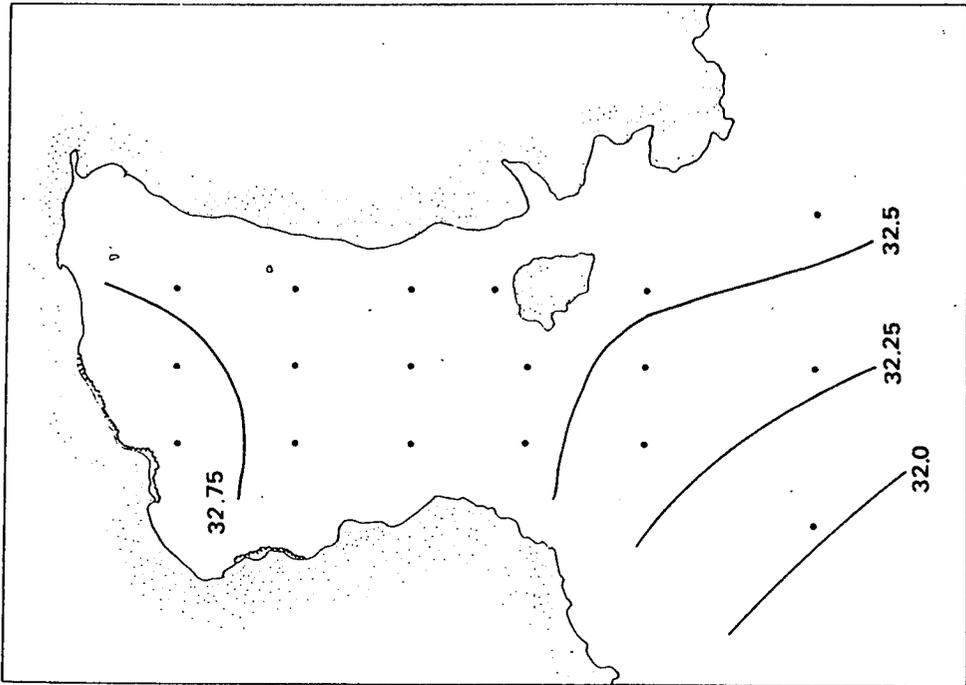


Fig. 3 -7. Spatial distributions of surface and bottom water temperature in January 1995.

Surface layer



Bottom layer

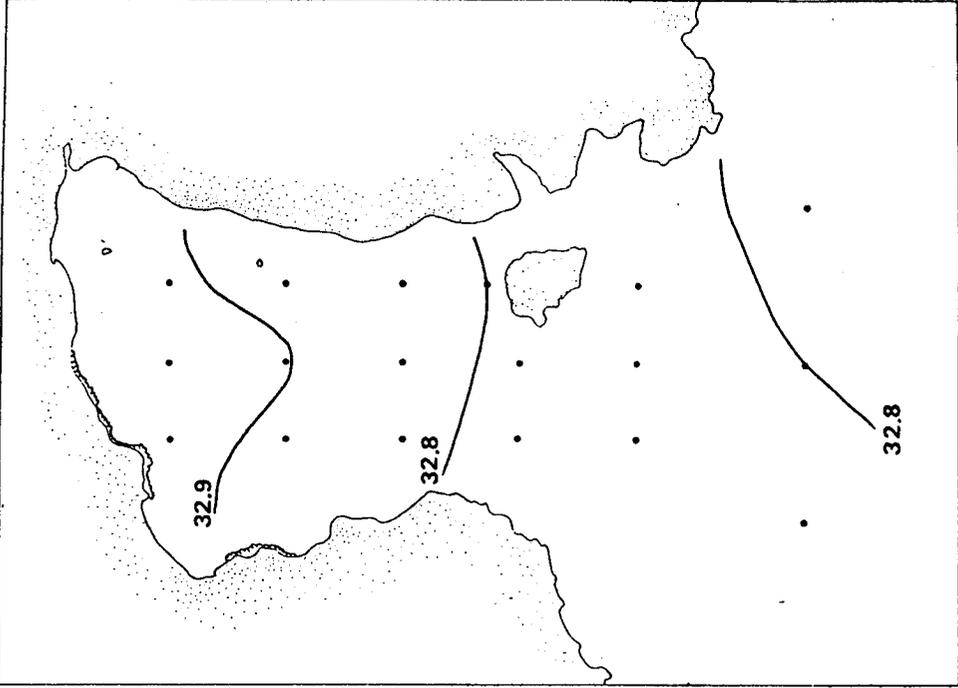
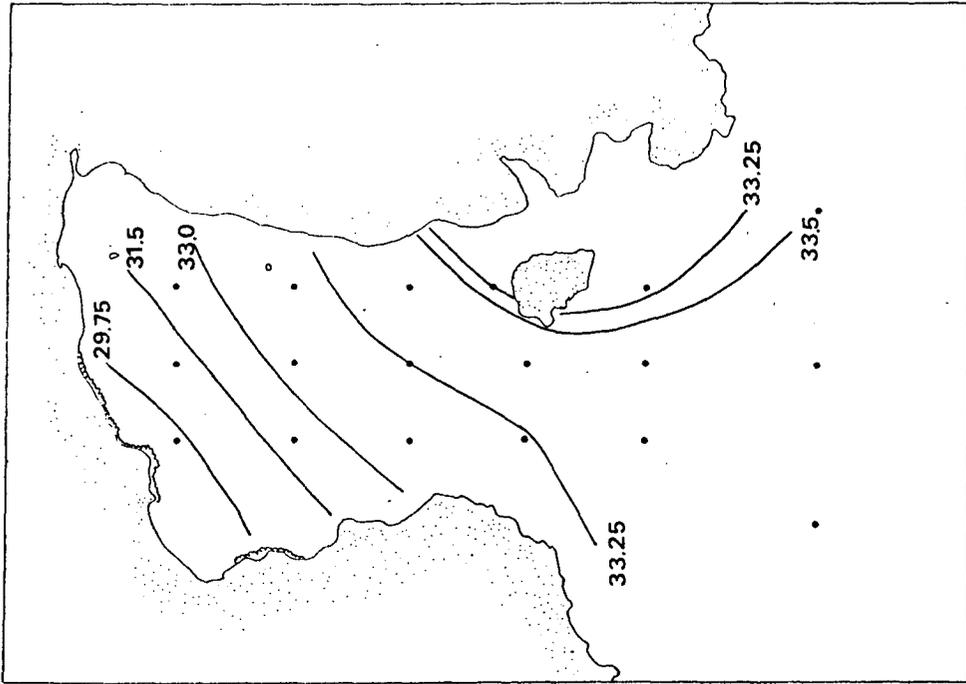


Fig. 3 -8. Spatial distributions of surface and bottom salinity in October 1994.

Surface layer



Bottom layer

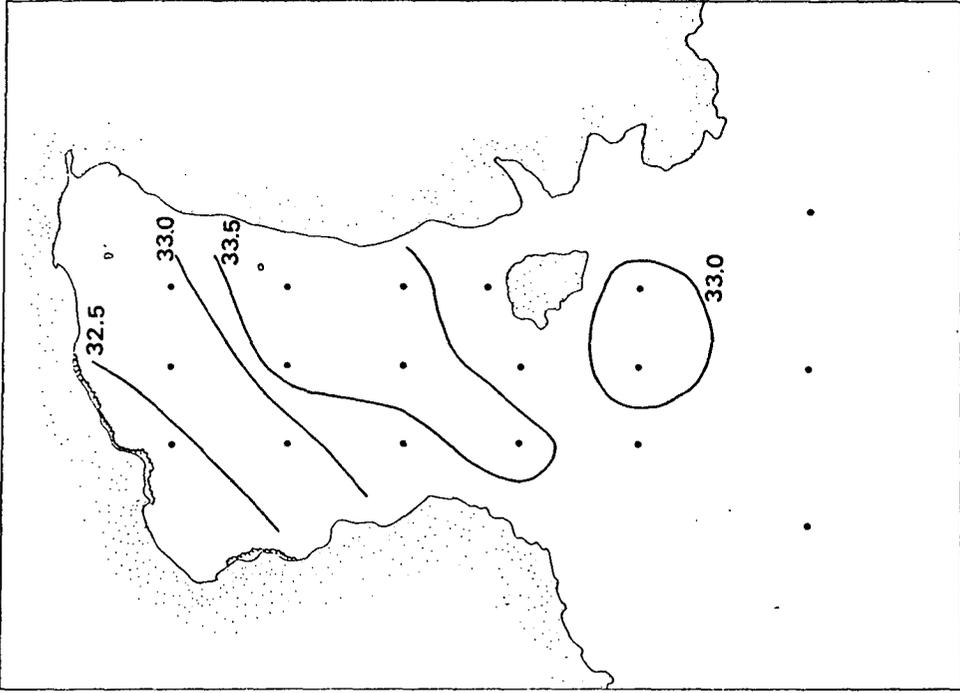


Fig. 3 -9. Spatial distributions of surface and bottom salinity in January 1995.

인해 저층수괴의 용존산소량이 일정 수준 이하로 떨어지는 빈산소층이 형성되기 쉽다. 따라서 여름철의 저층 용존산소량이 2.0mg/l 이하로 낮아지는 산소결핍 현상이 나타날 경우, 생물의 서식 및 성장에는 큰 영향을 받게 된다. 앵강만의 경우 겨울철에는 표, 저층 모두 10.0mg/l 이상의 값을 나타내어, 용존산소량이 생물의 서식에 제한 요인은 되지 않는 것으로 판단된다. 그러나 여름철에는 표층수온의 증가로 인한 밀도의 감소로 저층수와의 혼합이 제한되어 산소결핍현상이 발생할 수도 있으므로, 여름철 용존산소량이 측정되어야만 보다 정확한 해석이 가능할 것으로 판단된다.

3) 영양염 및 COD

가을철인 1994년 10월과 겨울철인 1995년 1월에 측정된 영양염 및 COD는 다음과 같다.

NO₂의 경우 가을철에는 0.89 ~ 1.51μM 범위로서 평균 1.12μM였다. 전반적인 값은 1.5μM이하를 나타내지만 내만의 일부 정점은 1.0μM 이하의 값으로 상대적으로 낮은 양상을 나타내고 있다. 겨울철인 1월에는 0.25 ~ 0.81μM 범위로서 평균 0.61μM이었다. 따라서 전반적으로 보아 가을철에 비해 낮은 양상을 나타내고 있다.

NO₃의 경우, 가을철에는 2.81 ~ 6.41μM의 범위였으며 평균 3.86μM이었다. 만 입구역인 정점 13, 14, 15에는 5.0μM이상의 값으로 상대적으로 높은 반면, 만 안쪽으로 들어가면서 점차 감소하여 3.5μM이하의 값을 나타낸다. 겨울철인 1월에는 0.96 ~ 5.43μM 범위로서 평균 3.63μM이었는데, 가을철에 비해 큰 차이가 없다.

PO₄의 경우 가을철에는 0.37 ~ 0.57μM의 범위로서 평균 0.45μM였으며, 정점별 큰 차이는 보이지 않는다. 그러나 만 입구역에는 0.40μM이하의 값을, 내만으로 갈수록 약간 증가하여 0.5μM이상의 값을 나타내고 있다. 겨울철인 1월의 경우에는 0.55 ~ 1.25μM 범위로서 평균 0.80μM이었다. 따라서 가을철에 비해 전반적으로 높은 양상을 나타내고 있다.

SiO₂의 경우, 가을철인 10월에는 11.13 ~ 17.75 μ m로서 평균 13.92 μ m였다. 만 입구에서 내만으로 들어가면서 증가하는 경향이 뚜렷하여 만 입구역에는 13 μ m이하, 만 안쪽에는 15 μ m이상으로 상대적으로 높은 경향을 나타낸다. 겨울철인 1월에는 3.95 ~ 16.41 μ m 범위로서 평균 9.22 μ m였다. 가을철과 달리 만안쪽에는 10.0 μ m이하의 분포를 나타내는 반면 만 입구역은 11.0 μ m 이상을 나타냄으로서 가을철과는 상반되는 분포양상을 나타낸다.

암모니아의 분포를 보면 가을철의 경우 평균 2.35 μ m으로서 정점별로 큰 차이는 없으나, 외해역에서 내만으로 들어가면서 약간 감소하다가 다시 증가하는 양상을 나타낸다. 겨울철인 1월의 경우에는 평균 1.63 μ m로서 가을철에 비해 낮은 값을 나타내며, 정점에 따른 뚜렷한 분포경향은 나타나지 않는다.

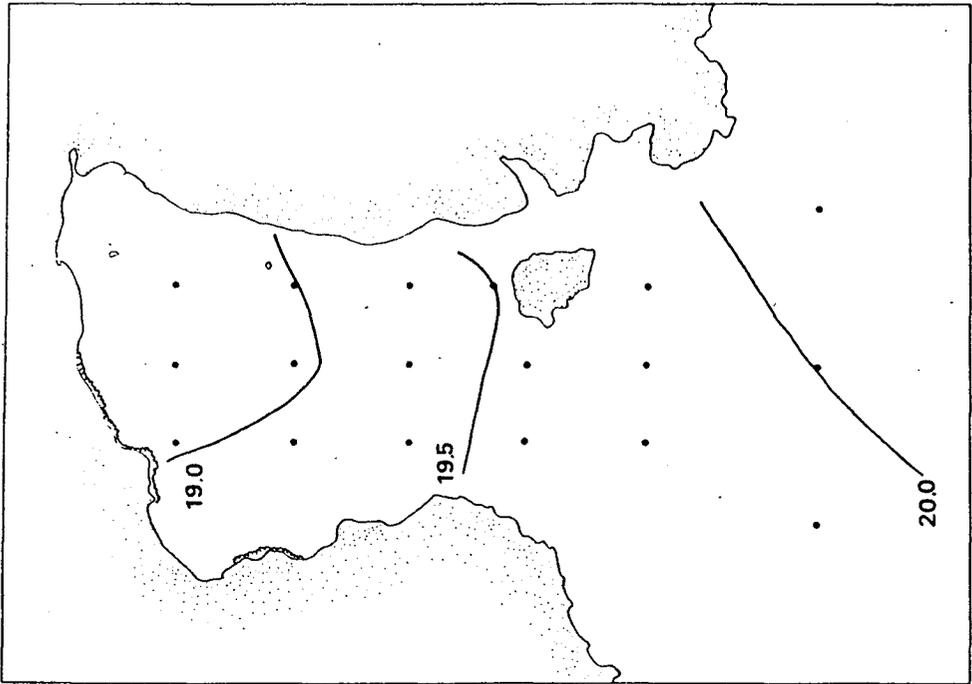
COD의 경우 가을철인 10월에는 평균 1.14mg/l로서 만 바깥쪽에는 1.0 이상의 분포를, 만 입구에는 0.5mg/l이상의 분포를 나타내지만 만 중앙부의 대부분 해역에서는 1.0 ~ 1.5mg/l 범위를 나타낸다. 겨울철인 1월의 경우에는 0.91 ~ 2.14mg/l의 범위를 나타내며, 가을철에 비해 높은 값을 나타내고 있다.

나. 퇴적환경

1) 퇴적물 온도

앵강만의 퇴적물 온도의 수평분포는 가을철인 10월의 경우(Fig. 3-10), 평균 19.4 $^{\circ}$ C로서 외해역은 20.0 $^{\circ}$ C이상의 분포를 나타내지만, 내만으로 갈수록 점차 감소하여 19.0 $^{\circ}$ C이하의 분포를 나타낸다. 즉, 외해역에서 내만으로 들어가면서 감소하는 경향을 나타내어, 저층수온의 분포경향과 유사하였다. 겨울철인 1월의 경우에도 가을철과 같이 외해역에서 내만으로 들어갈수록 감소하는 양상이며 평균 10.2 $^{\circ}$ C였다. 따라서 만 입구역에는 10.0 $^{\circ}$ C이상, 내만에는 10.0 $^{\circ}$ C이하의 분포를 나타내어 저층수온의 분포경향과 유사하였다.

October 1994



January 1995

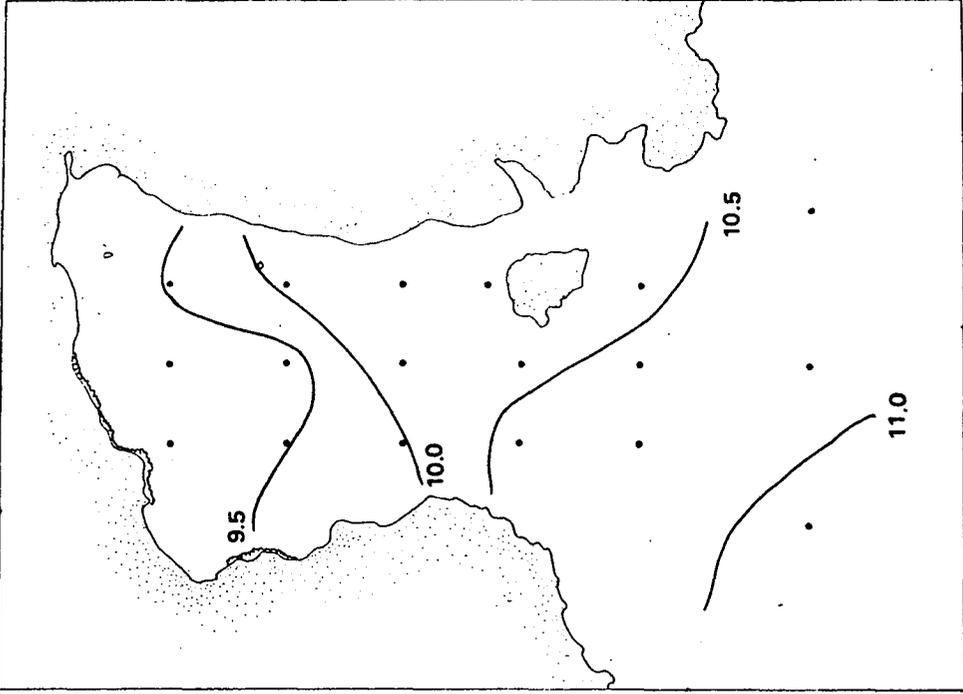


Fig. 3-10. Spatial distributions of temperatures of the sediment in October 1994.

2) 퇴적상 및 유기물 함량

앵강만의 퇴적물 입도분석은 현재 시료의 분석이 진행되고 있다. 따라서 입도분석이 완료되면 상세한 퇴적상을 알 수 있을 것이다. 그러나 현장 조사시 관찰된 모든 정점에서의 퇴적상은 니질이 우세함을 알 수 있었다. 한편 퇴적물내의 탄소 함량은 가을철이 정점당 0.96 ~ 2.35% 범위로서 평균 1.35%였는데 灣 바깥쪽으로부터 만 안쪽으로 들어가면서 점차 증가하는 양상이었다. 따라서 만 입구역에는 1.2% 이하의 분포를, 만 내측에는 그 이상의 값을 나타내고 있다. 겨울철은 정점당 0.97 ~ 1.90% 범위로서 평균 1.38 %였는데 가을철과 평균값은 거의 차이가 없으며 분포 양상도 유사하였다. 퇴적물내의 황의 함량은 가을철의 경우 정점당 0.37 ~ 0.58%의 범위였으며 평균 0.47%였다. 겨울철에는 정점당 0.47 ~ 0.94% 범위였으며 평균 0.60%였다. 대체로 만 안쪽으로 들어갈수록 높은 양상을 나타낸다(Table 3-5).

다. 식물 플랑크톤

1) 종조성 및 우점종

조사기간 중에 출현한 식물플랑크톤 종류는 가을철과 겨울철이 각각 27종 및 37종으로 나타났으며, 가을보다는 오히려 겨울로 가면서 다소 출현종류가 늘어나는 양상을 보여주었다. 가을철의 경우 출현한 27종 가운데 규조류가 16종(59.2%)으로 가장 많았으며 다음이 쌍편모조류로 모두 8종이 출현하였다. 그리고 기타종류가 3종으로 밝혀졌다. 겨울철의 경우 출현한 37종 가운데 규조류가 25종(67.6%)으로 가장 많았으며 그 다음이 쌍편모조류로 9종 그리고 기타 3종으로 밝혀졌다. 따라서 가을철과 겨울철 모두 규조류의 출현종수가 가장 많았다. 한편 우점종의 출현양상을 살펴보면 가을철에는 모두 6종으로 밝혀졌는데(Table 3-6), 정점별로 뚜렷이 분포도가 높은 종은 없는 반면에 해역별로는 다양한 우점종의 출현양상을 보여 주었다.

Table 3-5. Proportion of C,H,S in surface sediment in Aenggang Bay,
October 1994 and January 1995.

| St. | October 1994 | | | January 1995 | | |
|------|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| | Carbon(%) | Hydrogen(%) | Sulfur(%) | Carbon(%) | Hydrogen(%) | Sulfur(%) |
| 1 | 1.69 | 0.37 | 0.37 | 1.67 | 0.63 | 0.67 |
| 2 | 1.59 | 0.41 | 0.41 | 1.64 | 0.56 | 0.54 |
| 3 | 1.52 | 0.45 | 0.45 | 1.90 | 0.72 | 0.94 |
| 4 | 2.35 | 0.39 | 0.39 | 1.66 | 0.62 | 0.68 |
| 5 | 1.46 | 0.57 | 0.37 | 1.53 | 0.59 | 0.54 |
| 6 | 1.45 | 0.58 | 0.58 | 1.40 | 0.59 | 0.51 |
| 7 | 1.34 | 0.54 | 0.54 | 1.60 | 0.51 | 0.60 |
| 8 | 1.27 | 0.49 | 0.49 | 1.24 | 0.46 | 0.55 |
| 9 | 1.26 | 0.49 | 0.49 | 1.38 | 0.57 | N.D. |
| 10 | 1.07 | 0.43 | 0.43 | 1.02 | 0.35 | 0.64 |
| 11 | 1.04 | 0.43 | 0.43 | 1.16 | 0.44 | 0.76 |
| 12 | 1.39 | 0.41 | 0.41 | 1.63 | 0.61 | 0.47 |
| 13 | 1.21 | 0.41 | 0.42 | 0.97 | 0.29 | 0.69 |
| 14 | 1.15 | 0.50 | 0.50 | 0.99 | 0.40 | 0.55 |
| 15 | 1.15 | 0.45 | 0.45 | 1.24 | 0.43 | 0.59 |
| 16 | 0.96 | 0.44 | 0.44 | 1.34 | 0.52 | 0.59 |
| 17 | 1.44 | 0.49 | 0.49 | 1.22 | 0.46 | 0.62 |
| 18 | 1.22 | 0.55 | 0.55 | 1.30 | 0.50 | 0.57 |
| Mean | 1.35 | 0.47 | 0.47 | 1.38 | 0.51 | 0.60 |

그 중에서는 *Chroomonas* sp.가 최우점종으로 밝혀졌다. 겨울철의 우점종은 3종으로 밝혀졌는데(Table 3-7), 전체적으로 *Eucampia zodiacus*가 전 해역에 걸쳐 가장 우세하게 나타났으며 그 외에 *Thalassiosira rotula*가 앵강만 내쪽에서, 그리고 *Chaetoceros* sp.가 외해쪽 정점에서 우점종으로 출현하고 있었다.

Table 3-6. The occurrence of dominant species of phytoplankton in Aenggang Bay on October 1994

| Station \ Species | 3 | | 5 | | 10 | | 16 | | 18 | |
|--------------------------------|---|---|---|---|----|---|----|---|----|---|
| | S | B | S | B | S | B | S | B | S | B |
| <i>Chroomonas</i> sp. | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Gyrodinium</i> sp. | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| <i>Nitzschia</i> sp. | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| <i>Pleurosigma</i> sp. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| <i>Protoperdinium</i> sp. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - |
| <i>Scripssiella trochoidea</i> | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |

* S : Surface B : Bottom + : Dominant species

3-7. The occurrence of dominant species of phytoplankton in Aenggang Bay on January 1995

| Station \ Species | 3 | | 5 | | 10 | | 16 | | 18 | |
|-----------------------------|---|---|---|---|----|---|----|---|----|---|
| | S | B | S | B | S | B | S | B | S | B |
| <i>Eucampia zodiacus</i> | - | + | + | + | - | + | - | - | + | - |
| <i>Chaetoceros</i> sp. | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| <i>Thalassiosira rotula</i> | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - |

* S : Surface, B : Bottom, + : Dominant species

2) 現存量 및 種 多樣性 指數

조사기간중의 현존량분포는 계절별로 큰 차이를 보여 겨울철이 가을철에 비해 평균 4배 정도 높게 나타나는 경향을 보이고 있다(Table 3-8). 이것을 계절별로 살펴보면 가을철에는 20 ~ 66cell/ml(평균 49cell/ml) 범위의 낮은 값을 보이고 있으며 해역별로는 만 입구인 정점 10의 표층이 *Gymnodinium* sp. 등의 다소 높은 출현으로 인해 다른 정점에 비해 높은 값을 보여주었다. 한편, 겨울철에는 상당히 증가되어 전체적으로 48 ~ 421cell/ml(평균 201cell/ml)의 범위로 가을철에 비해 평균적으로 4배이상 증가된 양상을 보인다. 특히 내만인 정점5의 표층이 421cell/ml로 가장 많았는데 이곳에서는 *Eucampia zodiacus*가 전체의 32% 이상의 높은 점유율을 보이고 있다. 반면에 최소치는 정점 16의 표층으로 밝혀져 가을철과는 해역별로도 다른 경향을 보여주고 있다.

종다양성지수의 경우는 두 계절 모두 평균 2.00이하의 범위로 본 조사기간에는 대체적으로 다소 불안정한 생태계를 보이고 있다(Table 3-9). 계절별로는 가을철이 1.70 ~ 2.12(평균 1.89)의 범위로 전반적으로 낮았으며 특히 정점 18의 저층이 가장 낮았는데 이곳에서는 출현종류도 적지만 현존량에 있어서도 상당히 빈약함에 기인된 것으로 보인다. 또한 겨울철에 들어서도 가을철과 마찬가지로 낮은 값을 보여 2.27 ~ 1.44(평균 1.85)의 범위를 보여 주었다. 해역별로는 특별한 특징이 보이지 않았고 단지 가을철과는 달리 정점 18의 표층이 가장 낮은 값을 보였는데 이 정점에서도 역시 출현종수나 현존량이 모두 다른 정점들에 비해 상당히 빈약한 것으로 밝혀졌다.

Table 3-8. Number of cell of the phytoplankton in Aenggang Bay.

| Station \ Date | 3 | | 5 | | 10 | | 16 | | 18 | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|
| | S | B | S | B | S | B | S | B | S | B |
| October 1994 | 53 | 63 | 66 | 20 | 66 | 58 | 53 | 23 | 46 | 46 |
| January 1995 | 243 | 300 | 421 | 287 | 108 | 262 | 48 | 136 | 80 | 120 |

* S : Surface B : Bottom

Table 3-9. Diversity of the phytoplankton community in Aenggang Bay.

| Station \ Date | 3 | | 5 | | 10 | | 16 | | 18 | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | S | B | S | B | S | B | S | B | S | B |
| October 1994 | 1.97 | 1.79 | 2.11 | 1.71 | 2.12 | 1.79 | 1.80 | 2.02 | 1.92 | 1.70 |
| January 1995 | 1.97 | 1.76 | 1.98 | 2.09 | 2.27 | 1.56 | 1.86 | 1.55 | 1.44 | 2.02 |

* S : Surface, B : Bottom

3) 군집구획

조사해역내의 식물플랑크톤 군집의 공간적 분포를 파악하기 위하여 정량자료를 이용하여 정점간의 유사도를 군집구획하여 보았다. 그 결과 본 조사기간중에는 계절에 관계없이 크게 3개의 해역으로 구획되어짐을 알 수가 있다(Fig. 3-11). 특히 수층에 관계없이 3개 해역으로 구획되나 저층의 경우는 표층보다는 상대적으로 구획선이 뚜렷하지 못한 특징을 보인다.

해역별 특징을 살펴보면 표층의 경우는 I해역은 육상의 영향을 가장 많이 받는 해역으로 출현한 식물플랑크톤 현존량분포에서도 다른 해역보다 상대적으로 높은 값을 보인다. 반면에 III해역은 I해역과는 달리 외양의

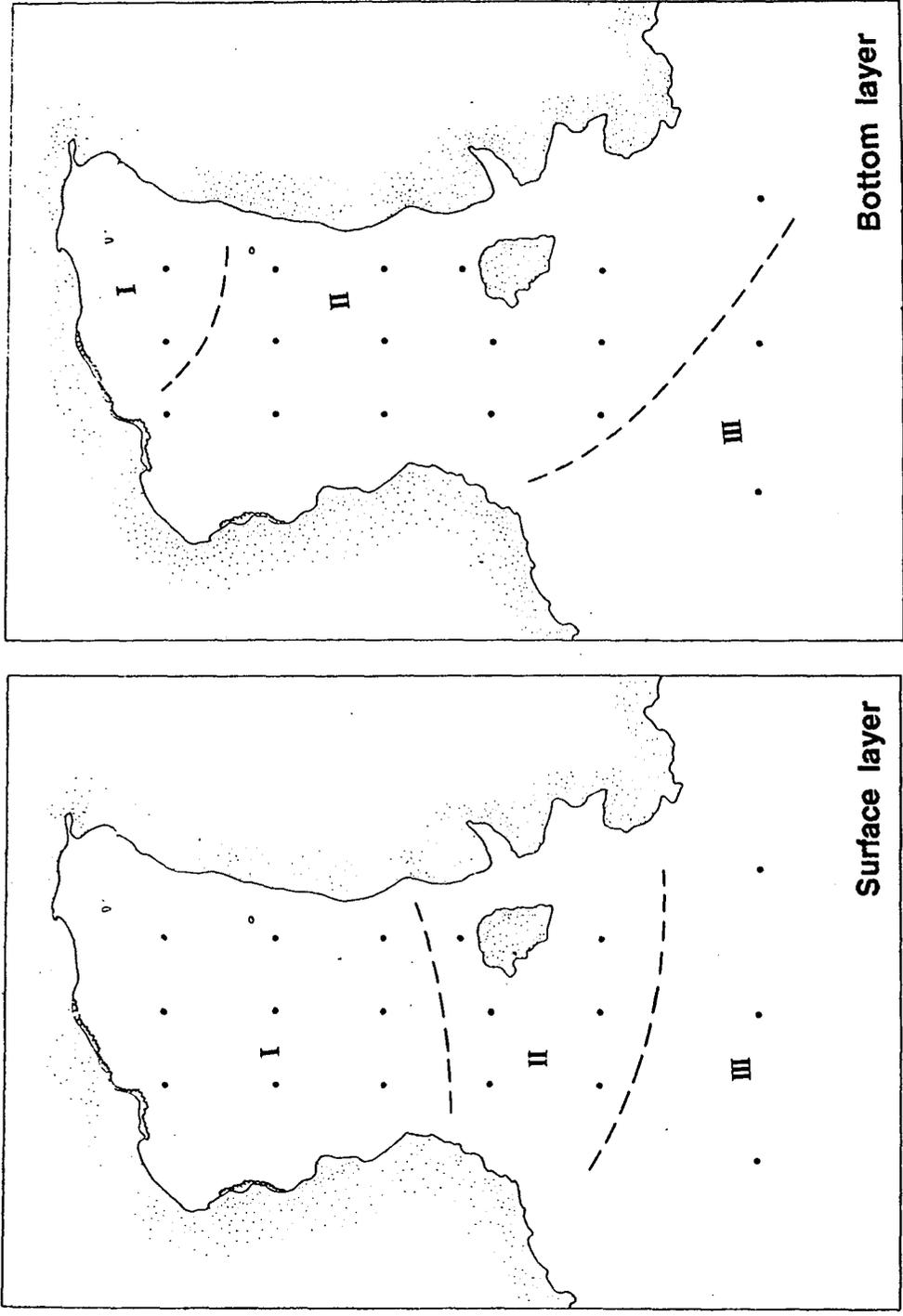


Fig. 3-11. Communities of phytoplankton in Aenggang Bay.

성격을 띄고 있으며 종구성에도 차이가 있고 현존량분포에서도 I해역에 비해 상대적으로 낮은 값을 보이고 있다. 한편 II해역은 I해역과 III해역의 중간적인 성격을 띄고 있는 것으로 나타난다. 저층의 경우도 표층과 마찬가지로 3개 해역으로 구분되지만 해역간의 차이는 크지 않고 단지 표층과 마찬가지로 육상의 영향을 많이 받는 I해역과 II해역의 일부가 다른 해역보다 상대적으로 높은 현존량 분포를 보이고 있다.

가을(1994년 10월)과 겨울(1995년 1월)의 두계절에 걸쳐 나타난 본 조사해역의 식물플랑크톤 군집의 전체적인 특징은 우선 출현종수나 현존량에 있어서 남해의 다른 주변해역보다 다소 낮은 값을 보이고 있는 점이다. 그러나 이런 경향은 실제로 조사계절이 늦가을에서 겨울로 이어지는 시기라 생태환경적으로 다소 불리한 여건이 나타날 수도 있는 현상으로 보인다. 특히 겨울철의 다소 증가되는 출현종수와 현존량의 분포양상은 이를 뒷받침 한다고 볼 수 있다. 한편 전반적인 군집구조에 있어서도 큰 차이는 없으나 대체로 정점 10을 중심으로 앵강만 내와 만 밖으로 구분되어짐을 알 수 있고 육상의 영향을 받고 있는 만내 쪽으로 치우친 해역으로 갈수록 군집이 풍부해지는 일반적인 양상을 보여준다. 따라서 본 해역은 식물플랑크톤 군집 양상으로 볼 때는 전형적인 온대지역의 연안역으로 특별한 오염지표종이 나타나지 않는 해역으로 보인다. 단지 겨울철에 집중적으로 나타나기 시작한 적조원인종 중의 하나인 *Eucampia zodiacus*의 전체해역에서의 급 증가는 앞으로 봄철이나 초여름으로 가면서 다소 호전되는 주변환경에 의해 적조발생을 유발할 수 있는 가능성을 지니고 있기 때문에 추후 지속적인 관찰이 필수적인 과제로 생각된다.

라. 기초생산

1) 엽록소 a

엽록소 a의 계절별, 정점별 분포는 Table 3-10과 같다. 계절별로는 94년

Table 3-10. Distribution of CHL-A(mg/m^3) and primary productivity ($\text{mg-C}/\text{m}^3/\text{hr}$) at each site of Aenggang Bay

| Station | October 1994 | | January 1995 | | |
|---------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------------------|
| | Chl. a | P.P. ^a | Chl. a | P.P. ^b | Bacterial uptake ^c |
| 3-S | 1.92 | | 3.79 | 4.14 | 51.0 % |
| 3-B | 1.83 | | 3.02 | 9.37 | 67.2 % |
| 5-S | 3.08 | 18.81 | 3.89 | 2.40 ^d | - |
| 5-B | 1.85 | 1.98 | 4.52 | 9.24 | 75.5 % |
| 10-S | 2.49 | 6.28 | 2.87 | 7.58 | 60.4 % |
| 10-B | 1.45 | 1.46 | 3.59 | 5.17 | 61.2 % |
| 16-S | 1.87 | 7.16 | 2.41 | 5.05 | 48.5 % |
| 16-B | 2.15 | 2.27 | 3.40 | 8.40 | 70.9 % |
| 18-S | 1.47 | | 3.74 | 14.72 | 85.1 % |
| 18-B | 1.61 | | 2.51 | 5.93 | 62.3 % |

a : P.P. = Primary productivity, sample was filtered through only 0.2 μm pore size membrane filter

b : Sum of algal fraction(Detected on 1.2 μm membrane filter) and bacterial fraction(detected on 0.2 μm membrane filter).

c : $(\text{DPM of } 0.2 \mu\text{m membrane filter}) / (\text{DPM of } 1.2 + 0.2 \mu\text{m membrane filter}) \times 100$

d : Bacterial uptake was not measured and the value represent was only remained in phytoplankton.

10월에 평균 $1.97\text{mg}/\text{m}^3$, 95년 1월에 평균 $3.38\text{mg}/\text{m}^3$ 로 식물플랑크톤 개체수와 마찬가지로 가을에 비해 겨울에 더 높은 농도를 보였다. 깊이에 따른 분포는 10월에 표층에서 $2.63\text{mg}/\text{m}^3$, 저층에서 $1.78\text{mg}/\text{m}^3$ 로 표층에서의 분포가 상대적으로 높았으나 1월에는 표층과 저층의 평균값이 각각 3.34, $3.41\text{mg}/\text{m}^3$ 로 큰 차이를 보이지 않았다.

2) 일차생산력

1994년 10월과 95년 1월 앵강만 각 정점에서의 일차생산력은 Table 3-10과 같다. 가을철의 1차생산력은 $1.98 \sim 18.81$ (평균 6.33) $\text{ug-C}/\text{m}^3/\text{h}$ 의 범위였으며 겨울철에는 $4.14 \sim 14.72$ (평균 7.73) $\text{ug-C}/\text{m}^3/\text{h}$ 로 겨울철에 더 높은 생산력을 보여 엽록소-a와 일치하는 결과를 보였다. 공간적으로는 가을에 정점 5의 표층에서 최고값을 보인 것을 비롯하여 대체로 표층에서 더 높은 생산력을 보인 반면, 겨울에는 정점 18의 표층에서 최고생산력을 보인 것을 제외하면 대체로 저층에서의 생산력이 더 높은 것으로 나타나 엽록소 a의 분포와 비슷한 경향을 보였다. 한편 일차생산력을 엽록소-a의 농도로 나눈 동화계수는 가을에 $1.0 \sim 6.1$ (평균 2.6) $\text{mg-C}/\text{mg-Chl.a}/\text{h}$, 겨울에 $1.1 \sim 3.9$ (평균 2.2) $\text{mg-C}/\text{mg-Chl.a}/\text{h}$ 로 인천항에서의 10월의 2.6, 2월의 $1.6\text{mg-C}/\text{mg-Chl.a}/\text{h}$ (유, 1994)와 비슷한 수준을 보였다. 식물플랑크톤의 성장은 무기영양염류의 농도에 크게 영향을 받게 되는데 C/N/P 비율이 106:16:1인 것을 이상적으로 본다. 그러나 본 연구지역 표층수의 N/P비는 가을에 4.8 ~ 9.1, 겨울에 1.3 ~ 5.0으로 낮은 것으로 나타나 질소원이 식물플랑크톤 성장의 제한요인으로 작용하는 것으로 사료된다. 95년 1월에는 배양이 끝난 후 시료를 여과할 때에 $1.2\mu\text{m}$ pore size의 막여과지와 $0.2\mu\text{m}$ pore size의 막여과지로 순차적으로 여과하여 $1.2\mu\text{m}$ 막여과지에는 식물플랑크톤만이, $0.2\mu\text{m}$ 막여과지에는 세균만이 걸리는 것으로 가정하여(Mague *et al.*, 1980) 광합성산물 중 세균에 의해 곧바로 이용되는 비율을 구하였다. 그 결과 정점에 따라 일차생산의 48.5 ~ 85.1%가 세균에

의해 곧바로 이용되는 것으로 나타났으며 이로 보아 광합성산물 중 상당부분이 exudate로 배출된 후 세균을 통해 순환되는 것으로 사료된다.

마. 미생물

1) 총세균수 및 세균생물량

1995년 1월의 총세균수는 $3.7 \sim 4.9 \times 10^5$ cells/ml의 분포를 보였다(Table 3-11). 평균적으로는 표층에서 4.1, 저층에서 4.2×10^5 cells/ml였으며 정점간 깊이간 차이가 크지 않았다. 세균생물량은 6.0 ~ 8.5ug-C/l였으며 표층에서 6.7, 저층에서 7.0ug-C/ml로 총세균수에 비해 다소 큰 차이를 보였다(Table 3-11). 총세균수와 세균생물량은 93년 1월 대한해협 0.7 ~ 3.1×10^5 cells/ml, 1.2 ~ 5.5ug-C/l(한국해양연구소, 1994)에 비해 높은 분포를 보였다. 95년 1월의 엽록소-a의 농도로부터 계산된 식물플랑크톤의 현존량 59.0 ~ 110.7ug-C/l와 비교하여 각 정점별 세균생물량의 비율은 식물플랑크톤의 5.7 ~ 11.7%를 차지하였으며 평균적으로는 8.4%로 비교적 낮은 비율을 보였다.

2) 종속영양세균수

1995년 1월의 종속영양세균수는 75 ~ 376CFU/ml의 분포를 보였으며 표층에서 평균 118CFU/ml, 저층에서 평균 200CFU/ml로 저층에서 더 높은 분포를 보였는데 5번과 18번 정점의 저층에서 특히 높은 분포를 보였다(Table 3-11). 이와같은 분포는 외해인 대한해협의 1월 중 10 ~ 52CFU/ml(한국해양연구소, 1994)에 비해서는 높은 편이나 12월 군산부근 조간대의 평균 1.7×10^3 CFU/ml(Lee *et al.*, 1990)에 비해서는 매우 낮은 분포를 보였다. 종속영양세균수의 비율은 유기물 농도가 높을 때 1 ~ 20%, 유기물의 농도가 낮을 때 0.01 ~ 1% 정도의 비율을 보이는 데(Rheinheimer, 1980) 본 조사지역에서의 총세균수에 대한 종속영양세균수의 비율은 0.018 ~ 0.091%로 0.1% 미만의 낮은 비율을 보여 이 지역의 해수중 유기물 농도가 높지 않은

것을 반영하는 것으로 사료된다.

3) 종속영양활성

^{14}C -glucose의 전환율로 구한 세균의 종속영양활성은 94년 10월에 0.14 ~ 0.61%/h, 95년 1월에 0.03 ~ 0.23%/h의 범위를 보여 일차생산력과는 달리 가을철에 세균의 종속영양활성이 더 큰 것으로 나타났다(Table 3-12). 정점과 정점간의 특별한 경향성은 보이지 않았으며 측정된 모든 정점의 표층에서 상대적으로 높은 포도당 전환율을 보였다. 본 연구지역의 가을과 겨울의 포도당 전환율은 0.6 ~ 2.9%/h의 범위를 보인 North Sea(Lancelot and Billen, 1984), 0.16 ~ 15.4%/h의 범위를 보인 경기만 연안보다는 낮고 0.014 ~ 0.67%/h의 범위를 보인 경기만 외해역(강 등, 1990), 0.02 ~ 0.75%/h의 범위를 보인 가을과 겨울의 대한해협(미발표)과는 비슷한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 세균에 의한 포도당의 동화율만을 구하였으나 탄소순환의 관점에서 본다면 동화된 유기물의 광물화과정을 통한 탄소원의 재순환에 관한 연구도 추가되어야 할 것이다.

4) 세균생산력

1994년 10월의 세균생산력은 0.44 ~ 0.68ug-C/1/h의 범위를 보였으며 95년 1월에는 0.12 ~ 0.20ug-C/1/h의 범위를 보여 종속영양활성과 함께 가을에 더 높은 것으로 나타났다(Table 3-12). 1995년 1월 세균생산력은 만 안쪽 보다는 바깥쪽에서 더 높았으며 표층과 비교하여 저층에서 더 높거나 비슷한 생산력을 보였다. 일차생산력에 대한 세균생산력의 비율을 보면 가을에 2.9 ~ 46.7%, 겨울에 1.2 ~ 3.4%로 가을에 더 높은 비율을 보였다. 가을에 비해 겨울에는 일차생산이 증가한 반면 세균생산력은 감소한 결과로 상대적인 비중이 줄어든 것으로 보인다. 겨울철 세균생물량의 2배가 시간은 34 ~ 59시간 이었다. 그 분포는 현존량이 적은 정점 10의 표층에서 가장 짧은 시간을 보인 반면 생산력이 가장 낮은 정점 1의 표층에서 가장 긴 시간을 보였으며 생산력이 높은 만 바깥쪽 정점에서 비교적 짧은 시간을 보였다.

Table 3-11. Distribution of total bacterial number(TBN), bacterial biomass(BBM) and saprophytic bacterial number(SBN) at each site of Aenggang Bay in January 1995

| Station | TBN ($\times 10^5$ cells/ml) | BBM ($\mu\text{g-C/l}$) | SBN (CFU/ml) |
|---------|----------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 3-S | 4.07 | 7.05 | 75 |
| 3-B | 4.18 | 6.95 | 131 |
| 5-S | 4.34 | 7.14 | 111 |
| 5-B | 4.05 | 6.34 | 131 |
| 10-S | 3.66 | 6.05 | 133 |
| 10-B | 4.87 | 8.51 | 240 |
| 16-S | 4.20 | 6.93 | 140 |
| 16-B | 3.95 | 6.71 | 128 |
| 18-S | 4.03 | 6.54 | 131 |
| 18-B | 4.12 | 6.68 | 376 |

Table 3-12. Bacterial productivity(B.P.) and turn-over rate of ^{14}C -glucose(Tr-glc.) at each site of Aenggang Bay

| Station | Oct. 94 | | Jan. 95 | |
|---------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| | B.P. ($\mu\text{g-C/l/h}$) | Tr-glc. (%/h) | B.P. ($\mu\text{g-C/l/h}$) | Tr-glc. (%/h) |
| 3-S | | | 0.12 | 0.09 |
| 3-B | | | 0.13 | 0.04 |
| 5-S | 0.55 | 0.56 | 0.14 | 0.22 |
| 5-B | 0.52 | 0.15 | 0.16 | 0.18 |
| 10-S | 0.44 | - | 0.18 | 0.15 |
| 10-B | 0.68 | 0.49 | 0.18 | 0.06 |
| 16-S | 0.62 | 0.61 | 0.16 | 0.23 |
| 16-B | 0.59 | 0.14 | 0.20 | 0.04 |
| 18-S | | | 0.18 | 0.15 |
| 18-B | | | 0.17 | 0.03 |

5) 세균의 유기물분해능

기질에 따른 세균의 세포외 효소활성은 Table 3-13과 같다. MUF- β -D-glucosidase의 가수분해율(Hr)은 94년 10월에 0.32 ~ 0.61%/h(평균 0.40), 95년 1월에 0.45 ~ 0.95%/h(평균 0.69)로 1월에 더 높은 분해율을 보였다. 최고가수분해속도(V_{MAX})는 10월에 평균 0.25ug-C/1/h, 1월에 1.73ug-C/1/h로 1월에 약 7배 가량 더 높았으며 이와같은 결과는 식물플랑크톤의 분포가 겨울에 더 높았다. CHrost *et al*(1989)은 1차생산력과 α -glucosidase 활성의 높은 상관관계를 보고 한 바 있다. 그러나 14 C-glucose의 전환율은 가을에 평균 0.39 %/h로 β -glucosidase에 의한 모형기질의 가수분해율과 비슷한 반면 겨울에는 가수분해율이 포도당 전환율보다 5.7배 더 높은 것으로 나타나 생산과 소비의 불일치 현상을 보였다. Chitinase의 활성도 V_{MAX} , Hr 모두 1월에 더 높았으나 상대적인 차이는 β -glucosidase에 비하여 크지 않았다. 반면 aminopeptidase의 가수분해율은 그 평균이 10월에 0.83%/h, 1월에 0.78%/h로 비슷한 수준을 보였으며 1월달의 V_{MAX} 도 1.48 ~ 5.23(평균 3.89)ug-C/1/h로 다른 효소에 비하여 높은 활성을 보였다. aminopeptidase의 V_{MAX} 는 대서양 북동부에서 측정된 값과 비슷한 수준이었으며 가수분해율은 더 높은 분포를 보였다(Hoppe *et al.*, 1993). 위의 결과로부터 수층전체에서의 단백질가수분해능을 추정해 보면 정점 3에서 약 805mg-C/m²/day, 정점 5와 10에서는 각각 1070, 1456 mg-C/m²/day로 만 내에서의 평균 단백질 가수분해능은 약 1150mg-C/m²/day 정도로 추산된다.

본 조사에서는 해수만을 대상으로 하였으나 앵강만의 수심은 20m 내외의 천해여서 상당량의 유기물이 수층에서 소비되지 않고 퇴적으로 유입될 것으로 예상된다. 따라서 본 지역에서의 탄소순환과 적정유기물부하량을 파악하기 위해서는 유기물의 현존량과 함께 침강속도, 퇴적도에서의 유기물분해와 대사과정에 대한 연구가 병행되어야 할 것으로 판단된다.

Table 3-13. Distribution of extracellular enzyme activity
at each site of Aenggang Bay

| Sampling Time | Station | β -glucosidase | | aminopeptidase | | Chitinase | |
|------------------|---------|----------------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Hr(%/h) | V_{MAX}^a | Hr | V_{MAX} | Hr | V_{MAX} |
| Oct. 94. | 5-S | 0.36 | 0.25 | 0.88 | | 0.27 | 0.56 |
| | 5-B | 0.39 | 0.23 | 0.67 | | 0.28 | 0.43 |
| | 10-S | 0.34 | 0.22 | 0.53 | | 0.28 | 0.48 |
| | 10-B | 0.35 | 0.24 | 0.65 | | 0.28 | 0.56 |
| | 16-S | 0.32 | 0.20 | 0.43 | | 0.28 | 0.42 |
| | 16-B | 0.61 | 0.37 | 1.79 | | 0.28 | 1.07 |
| Jan. 95. | 3-S | 0.48 | 1.26 | 0.57 | 1.48 | 0.34 | 0.77 |
| | 3-B | 0.94 | 2.30 | 1.14 | 5.23 | 0.71 | 2.82 |
| | 5-S | 0.74 | 1.74 | 1.26 | 4.38 | 0.73 | 1.23 |
| | 5-B | 0.95 | 1.64 | 1.00 | 4.54 | 0.67 | 0.95 |
| | 10-S | 0.36 | 1.49 | 0.62 | 3.58 | 0.29 | 0.64 |
| | 10-B | 0.67 | 1.70 | 0.68 | 4.51 | 0.63 | 1.26 |
| | 16-S | 0.69 | 2.32 | 0.40 | 3.71 | 0.45 | 0.61 |
| | 16-B | 0.64 | 1.58 | 0.97 | 3.46 | 0.96 | 0.65 |
| 18-S | 0.94 | 1.64 | 0.47 | 4.63 | 1.33 | 0.82 | |
| 18-B | 0.45 | 1.67 | 0.67 | 3.41 | 0.42 | 1.58 | |

a : $\mu\text{g-C/l/hr}$

바. 동물플랑크톤

1) 종 조성

조사기간 중 출현한 동물플랑크톤은 야광충, 강장동물, 모악동물, 지각류, 요각류, 기타 유생 등으로 분류되었다. 이 중 요각류가 가장 많은 출현 종수를 보였다. 조사 기간동안 출현한 요각류는 *Acartia clausi*, *A. steueri*, *Calanus sinicus*, *Centropages abdominalis*, *C. furcatus*, *Corycaeus* sp., *Labidocera acuta*, *L. bipinnata*, *Oithona* sp., *Oncaea* sp., *Paracalanus* sp., *Temora turbinata*, *Tortanus forcipatus* 였다. 동물플랑크톤의 출현 분류군 수는 10월에 26개, 1월에 21개로 큰 차이를 보이지 않았으나 10월에 다소 많은 분류군이 출현하였다. 유생군의 copepodite를 포함하여 8 종류로서, 요각류 다음으로 높았다. 유생군의 출현수는 10월과 1월에 모두 8 종류가 출현하였다(Table 3-14, 3-15).

2) 출현량

동물플랑크톤은 10월에 평균 1,251개체/m³, 1월에 평균 875개체/m³ 출현하여 10월에 다소 높은 출현량을 보였다(Fig. 3-12).

본 조사에서는 10월에 *Noctiluca scintillans*가 가장 높은 출현량을 보여 전체 동물플랑크톤의 50.2%를 차지하였고 *Penilia avirostris*가 25.0%로 높게 출현한 우점종이었다. 요각류는 10.7%의 출현율을 보였다. 1월에는 요각류가 전체 동물플랑크톤 중 50.2%의 출현율을 보여 가장 높은 출현량을 보였으며, *Noctiluca scintillans*가 39.1%, *Evadne tergestina*가 10.7% 출현하여 요각류 다음으로 높게 출현한 우점종이었다. 1월에는 요각류 중 copepodite가 전체 동물플랑크톤 중 19.2%, *Acartia clausi*가 14.7%, *Centropages abdominalis*가 10.4%의 출현율을 나타내어 요각류 중 우점하여 출현한 종이었다. 해양에서 동물플랑크톤 중 가장 우점하여 출현하는 분류군은 요각류(Raymont, 1983; Nybakken, 1982; Parsons et al., 1984)이지만 본 조사에서는 *Noctiluca scintillans*와 지각류인 *Penilia avirostris*가 높게 출현하는 양상을 보였다.

Table 3-14. Numerical abundance of zooplankton in October 1994

unit: indiv./m³

| Species/Station | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | mean |
|-----------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| <i>Noctiluca scintilans</i> | 2383 | 316 | 176 | 159 | 5 | 163 | 610 |
| radiolarians | | | 16 | 9 | 51 | 6 | 14 |
| <i>Sagitta</i> sp. | 5 | 7 | 33 | 16 | 7 | 2 | 12 |
| <i>Evadne tergestina</i> | 29 | 7 | 33 | 18 | | | 15 |
| <i>Penilia avirostris</i> | 403 | 599 | 580 | 181 | 34 | 25 | 304 |
| siphonophore | 29 | 20 | 2 | 38 | 32 | 33 | 26 |
| <i>Acartia steueri</i> | 34 | 35 | 31 | 7 | 5 | | 19 |
| <i>Calanus sinicus</i> | | | | | 2 | 2 | 1 |
| <i>Centropages furcatus</i> | | | 1 | | 4 | 6 | 2 |
| <i>Corycaeus</i> sp. | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 12 | 11 |
| <i>Labidocera acuta</i> | | | | | 0 | | 0 |
| <i>Oithona</i> sp. | | | 2 | 5 | 2 | | 2 |
| <i>Oncaea</i> sp. | | | | 2 | 7 | 2 | 2 |
| <i>Paracalanus</i> sp. | | 7 | | | | 8 | 2 |
| <i>Temora turbinata</i> | 29 | 35 | 22 | 49 | 9 | 21 | 27 |
| <i>Tortanus forcipatus</i> | 3 | 2 | | | | | 1 |
| copepodite | 34 | 20 | 51 | 74 | 88 | 112 | 63 |
| Pteropoda | | | | | 2 | 2 | 1 |
| appendicularia | | 13 | 13 | 9 | 32 | 12 | 13 |
| zoëa | 3 | 10 | 4 | 4 | | 10 | 5 |
| calytopis | 3 | | 7 | 13 | 2 | 12 | 6 |
| mysis | | | | | 2 | 6 | 1 |
| Polychaete larvae | 3 | | | | | | 0 |
| Mollusca larvae | | | | 2 | 4 | 2 | 1 |
| echinoderm larvae | 16 | 23 | 89 | 118 | 117 | 103 | 78 |
| fish eggs | | | 2 | | | | 0 |
| Total abundance | 3440 | 1099 | 1064 | 718 | 428 | 539 | 1215 |

*: > 1 indiv./m³

Table 3-15. Numerical abundance of zooplankton in January 1995

| Species/Station | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | mean |
|--------------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| <i>Noctiluca scintilans</i> | 1186 | 405 | 195 | 167 | 47 | 51 | 342 |
| <i>Sagitta</i> sp. | 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | 6 | 3 |
| <i>Evadne tergestina</i> | 230 | 218 | 64 | 39 | 8 | 5 | 94 |
| <i>Penilia avirostris</i> | | | 3 | 1 | 2 | | 1 |
| siphonophore | 5 | 2 | | 3 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Acartia steueri</i> | 293 | 201 | 70 | 54 | 82 | 70 | 128 |
| <i>Calanus sinicus</i> | | 7 | 3 | 1 | 19 | 11 | 7 |
| <i>Centropages abdominalis</i> | 230 | 169 | 70 | 48 | 19 | 8 | 91 |
| <i>Corycaeus</i> sp. | 27 | 12 | 14 | 19 | 25 | 16 | 19 |
| <i>Oithona</i> sp. | | | | | | 3 | 1 |
| <i>Paracalanus</i> sp. | | | | | | | * |
| <i>Temora turbinata</i> | 5 | | | | 2 | | 1 |
| copepodite | 257 | 227 | 103 | 106 | 136 | 179 | 168 |
| appendicularia | 14 | 14 | 3 | 3 | | 2 | 6 |
| nauplius | | 5 | | | | | 1 |
| zoea | | | | 4 | | | 1 |
| calytopis | | | | | 14 | 5 | 3 |
| mysis | | | | | 6 | 5 | 2 |
| Polychaete larvae | | 2 | | | | | * |
| Mollusca larvae | 5 | | | | | | 1 |
| echinoderm larvae | | | 3 | | 8 | 19 | 5 |
| Total abundance | 2254 | 1264 | 534 | 446 | 372 | 381 | 875 |

*: > 1 indiv./m³

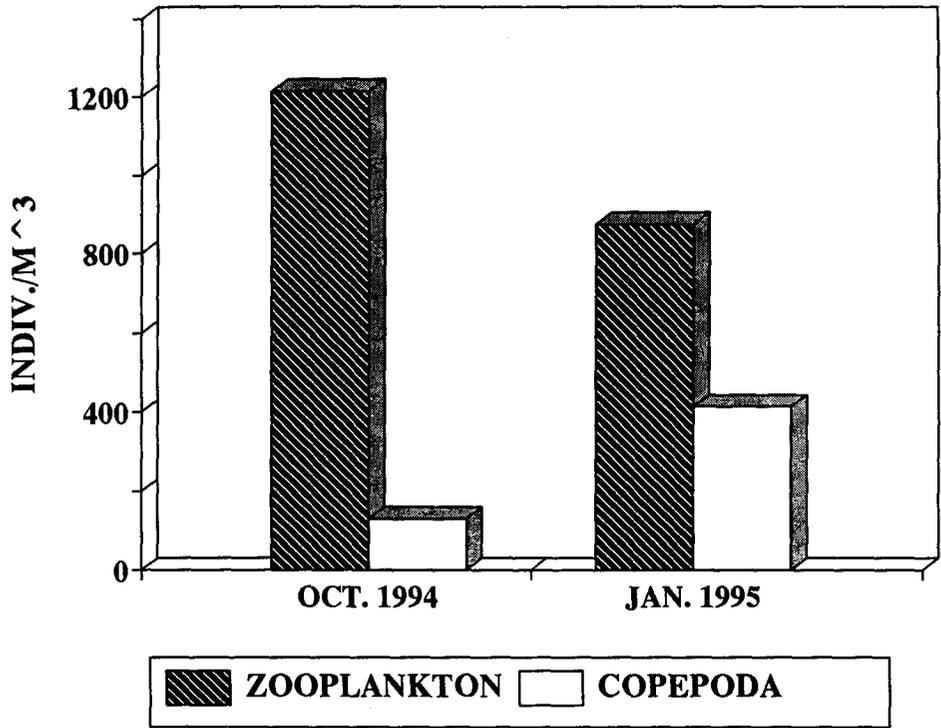


Fig. 3-12. Abundances of total zooplankton and copepods in Aenggang Bay.

계절별 종 조성의 변화를 살펴보면 *Noctiluca scintillans*가 10월과 1월에 걸쳐 모두 우점하여 출현하는 분류군이었으며, 지각류 중 *Penilia avirostris*는 10월에 우점하여 출현하였으나 1월에는 0.1%의 극히 낮은 출현율을 보였다. 반면 지각류 중 *Evadne tergestina*는 10월에 1.2%의 낮은 출현율을 나타냈으나 겨울철인 1월에는 전체 동물플랑크톤 중 10.7%로 우점하여 출현하였다. *Centropages*속은 10월에 *Centropages furcatus*가 미량 출현하였으나 1월에는 전혀 출현하지 않은 반면, *Centropages abdominalis*는 10월에 출현하지 않았으나 1월에는 10.4%의 높은 출현율을 보였다. *Acartia*속은 10월에 *Acartia steueri*, 1월에는 *Acartia clausi*가 출현하였다. 그러나 10월에는 *Acartia steueri*가 19개체/ m^3 로 전체 동물플랑크톤의 1.5%를 차지한 반면 1월에는 *A. clausi*가 128개체/ m^3 로 출현량이 높았다.

동물플랑크톤의 정점별 출현량은 10월과 1월에 모두 만 내부에서 만 바깥쪽으로 갈수록 출현량이 많아지는 양상을 보였다. 10월에는 정점 2에서 3,440개체/ m^3 로 가장 높은 출현량을 보였는데 *Noctiluca scintillans*가 2,838개체/ m^3 로 출현하여 높은 우점도를 나타내었다. 한편 정점 14에서는 428개체/ m^3 로 가장 낮은 출현량을 나타내었다. 또한 10월의 요각류 출현량은 전 정점에 걸쳐 103 ~ 163개체/ m^3 의 범위로 정점간 출현량에는 큰 차이를 보이지 않았다. 겨울철인 1월의 경우 만의 안쪽으로 갈수록 전체 동물플랑크톤의 출현량이 높게 나타나 가을철과는 상반되는 경향을 나타내고 있다. 즉 정점 2에서 2,254개체/ m^3 로 가장 높은 출현량을 보였으며, 만 입구역에 위치한 정점 14와 17에서 각각 372, 381개체/ m^3 로 상대적으로 낮은 출현량을 보였다. 요각류의 출현량도 정점 2에서 812개체/ m^3 로 가장 높았으며, 정점 8, 11, 14, 17에서는 상대적으로 낮은 경향이였다(Fig. 3-13, 3-14).

동물플랑크톤 군집의 다양성 지수(diversity index)는 10월과 1월에 각각 평균 1.28과 1.30으로 전반적으로 볼 때 큰 차이는 없었다. 한편 10월의 경우

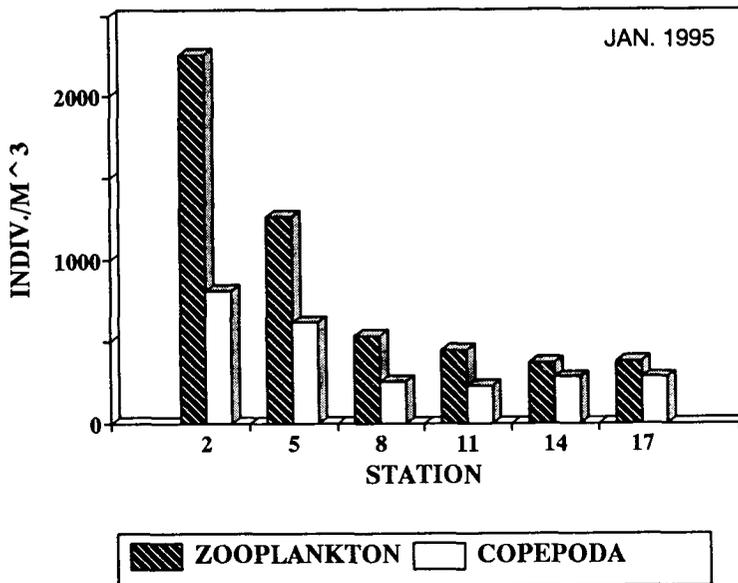
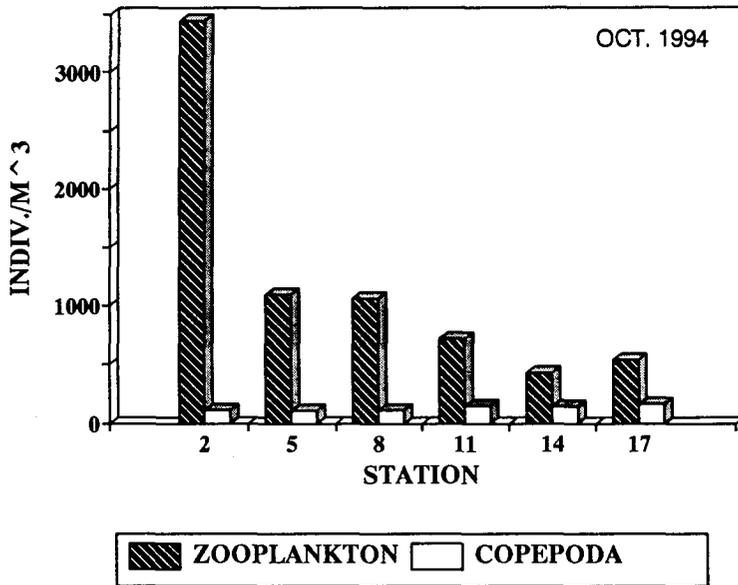


Fig. 3-13. Abundances of total zooplankton and copepods at each station in Aenggang Bay.

October 1994

January 1995

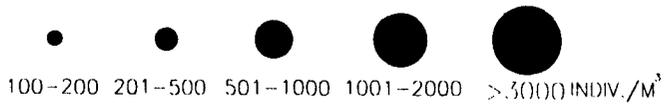
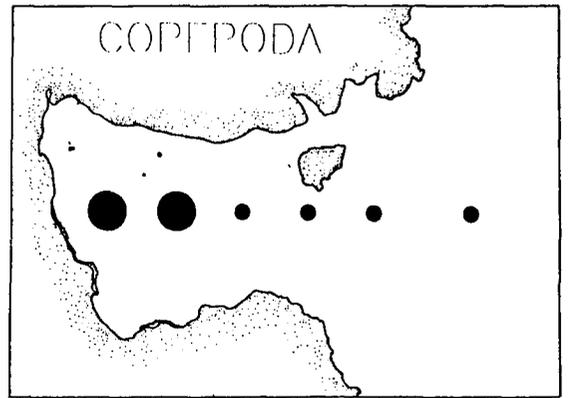
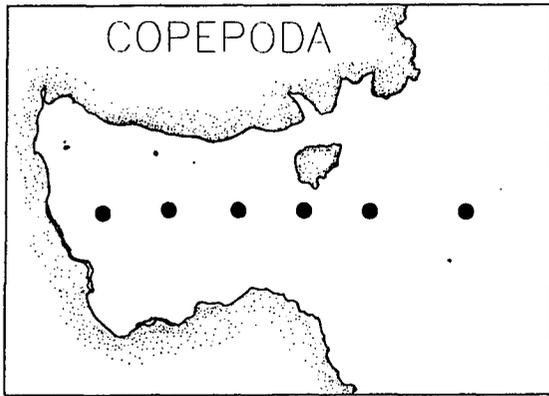
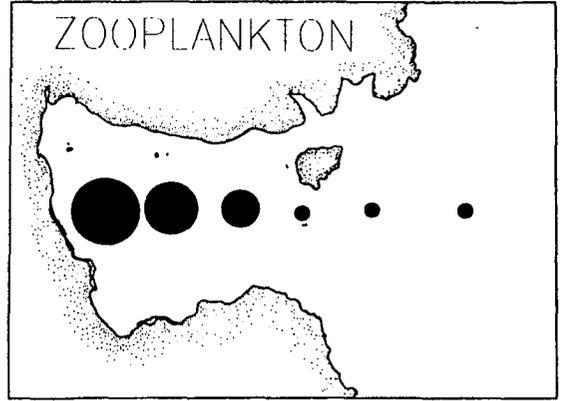
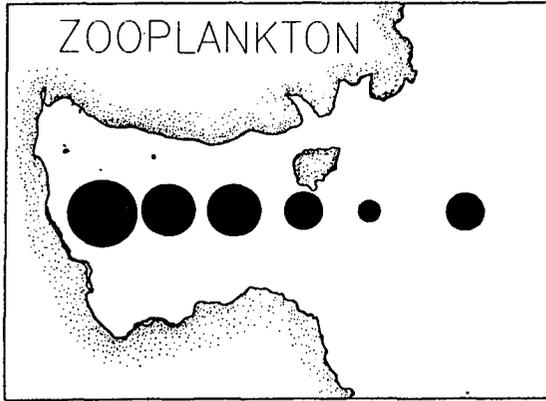


Fig. 3-14. Spatial distribution of zooplankton and copepods in Aenggang Bay.

만 안쪽에서 만 바깥쪽으로 갈수록 다양도 지수가 높아지는 경향을 나타내는 반면, 1월에는 정점간 다양도 지수의 변화가 크지 않았다(Table. 3-16). 동물플랑크톤의 출현량에 근거한 정점간 유사도 분석(cluster analysis)결과, 10월에는 정점 2의 한 해역, 정점 5, 8의 해역 그리고 정점 11, 14, 17의 해역 등 3개 정점군으로 구분되었다. 또한 1월에도 정점 1의 해역, 정점 5, 8, 11 해역과 정점 14, 17의 해역 등 3개 정점군으로 구분되었다(Fig. 3-15). 따라서 본 해역은 동물플랑크톤의 종 조성 및 출현량의 차이에 의해 만 내측과 만 외측이 뚜렷이 구분되는 양상을 보였다.

*Noctiluca scintillans*와 지각류는 수온, 영양염 및 먹이에 의해 일시적으로 출현량이 급격히 증가하는 종으로서 본 조사에서는 만 바깥쪽에 비해 만 안쪽에서 출현량이 매우 높은 양상을 보였다. 또한 유사도 분석에 의해 조사해역이 다소 다른 수괴 특성을 보였다. 이러한 두 계절에 걸친 동물플랑크톤의 연구결과에 의하면 특히 수온이 높은 계절에는 내만과 외만의 수괴가 서로 원활히 순환되지 않을 것으로 추정된다. 이는 본 해역에서 해양목장화 사업이 시행될 경우 해수의 원활한 순환이 지장을 받게 되어 내만에는 부영양화 등과 같은 현상이 일어나게 되고 이로 인해 2차적인 영향을 받을 것으로 추정된다. 그러나 가을철과 겨울철의 단 2회의 조사로는 이러한 결과를 확인하기 어렵다. 따라서 해양생태계의 먹이사슬에서 식물플랑크톤의 포식자로서 유기물 전달자이며, 유용자원인 어류의 중요한 먹이가 되는 동물플랑크톤의 연구가 다른 물리, 화학, 생물학적요인과 병행하여 좀 더 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

사. 어란 및 치자어

본 조사해역에서 출현한 어란과 치자어를 보면, 어란의 경우 가을철에는 돛양태과(Callionymidae)의 난과 미동정 어란, 그리고 겨울철에는 고등어(*Scomber japonicus*)난이 출현하였다. 치자어의 경우 가을철에는

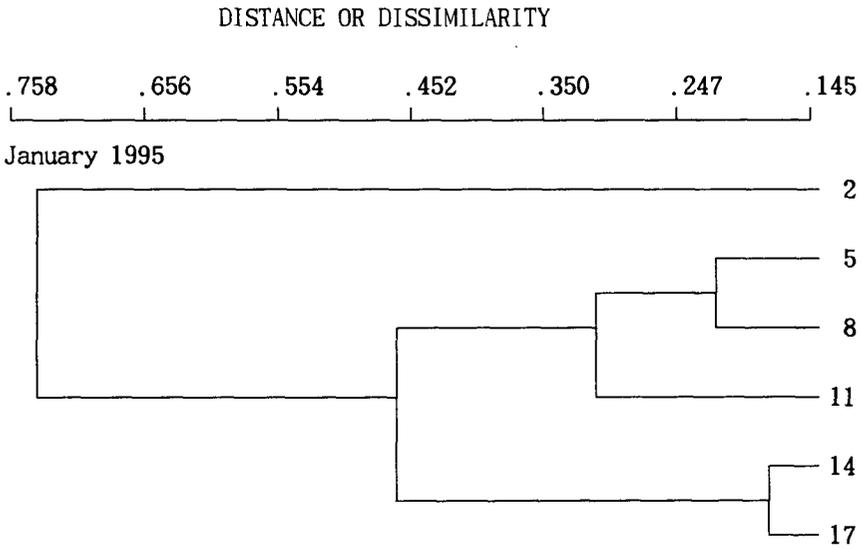
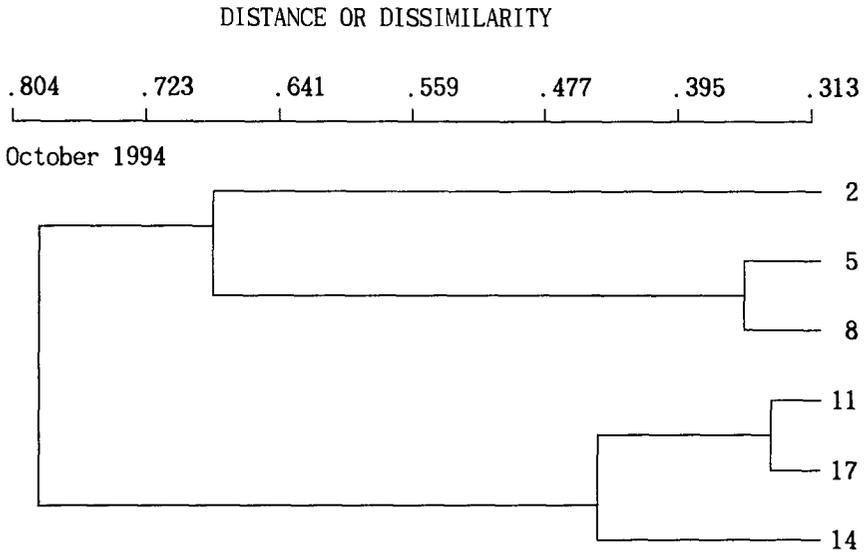


Fig. 3-15. Dendrogram of the zooplankton community
in Aenggang Bay.

Table 3-16. Diversity of zooplankton community in Aenggang Bay

| Station | Oct. 1994 | Jan. 1995 |
|---------|-----------|-----------|
| 2 | 0.61 | 1.39 |
| 5 | 1.50 | 1.40 |
| 8 | 1.36 | 1.26 |
| 11 | 1.30 | 1.13 |
| 14 | 1.37 | 1.25 |
| 17 | 1.56 | 1.36 |

뚝양태과(Callionymidae), 멸치(*Engraulis japonicus*), Myctophidae의 3개 분류군이 출현하였고, 겨울철에는 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 까나리(*Ammodytes personatus*), 흰베도라치(*Enedrias fangi*), 고등어(*S. japonicus*)의 4개 분류군이 출현하였다.

본 조사에서 출현한 어란과 치자어 중 가을철에는 뚝양태류의 난과 치자어가 상대적으로 우점하였으나 출현량은 낮아, 난의 경우 6개의 조사 정점 가운데 2개의 정점에서 7, 20개체/1,000m³이 출현하였고, 치자어의 경우는 1개 정점에서 18개체/1,000m³이 출현하였다. 한편 겨울철에는 고등어의 난과 쥐노래미 치자어가 상대적으로 우점하였으며, 고등어 난의 경우 6개의 조사정점 중 3개 정점에서 17 ~ 44개체/1,000m³ 출현하였고, 쥐노래미 치자어는 6개의 조사 정점중 정점 11을 제외한 5개 정점에서 8 ~ 173개체/1,000m³의 범위로 출현하였다(Table 3-17, Fig.3-16).

본 조사해역에서 가을철 치자어의 출현량은 겨울철 출현량에 비해 매우 낮았다. 이러한 출현 양상은 조사해역과 비교적 가까운 낙동강 하구역(차와

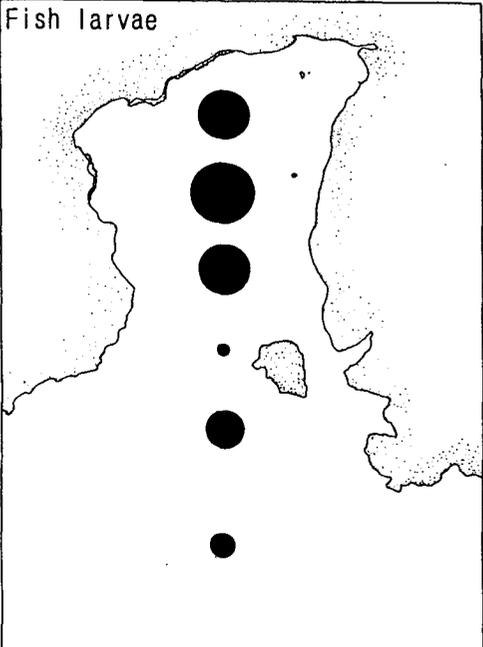
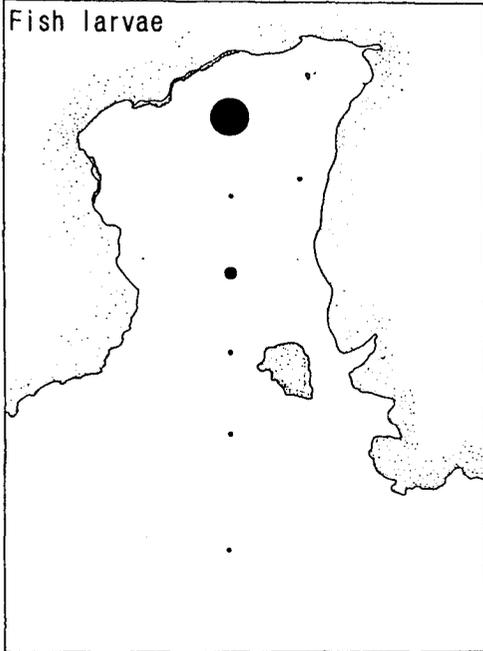
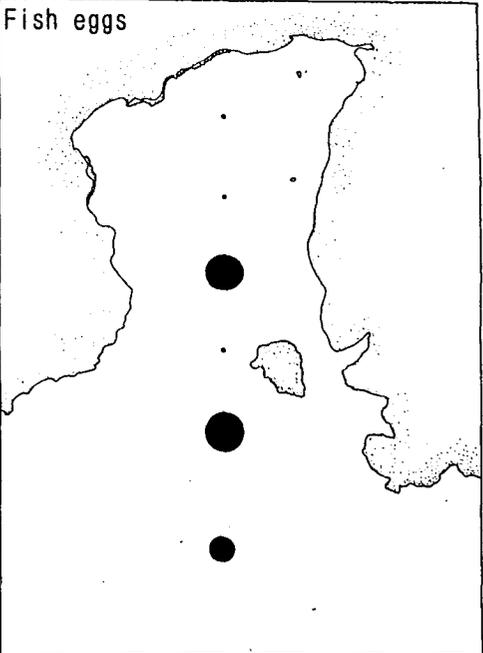
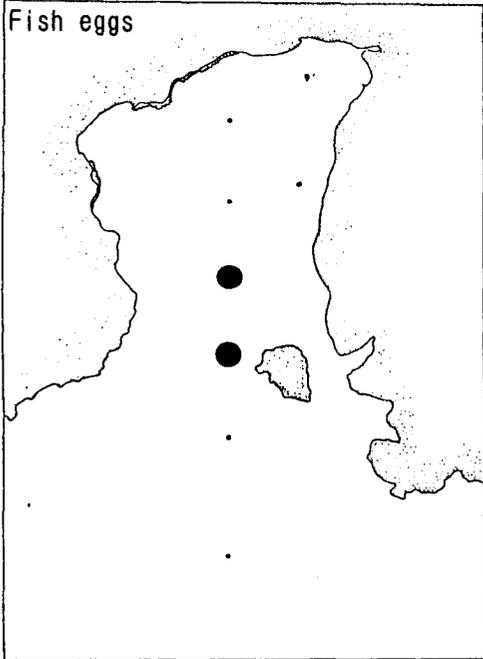
Table 3-17. The individuals of fish eggs and larvae captured
in the study area

| October 1994 | | (ind./1,000m ³) | | | | | | |
|----------------------------|----|-----------------------------|----|----|----|----|-------|--|
| Species \ Station | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | Total | |
| Fish eggs | | | | | | | | |
| Callionymidae | 0 | 0 | 7 | 20 | 0 | 0 | 27 | |
| Unidentified sp. | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | |
| Total | 0 | 0 | 14 | 20 | 0 | 0 | 34 | |
| Fish larvae | | | | | | | | |
| <i>Engraulis japonicus</i> | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| Callionymidae | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| Myctophidae | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | |
| Total | 27 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 34 | |

| January 1995 | | (ind./1,000m ³) | | | | | | |
|-----------------------------|----|-----------------------------|----|----|----|----|-------|--|
| Species \ Station | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | Total | |
| Fish eggs | | | | | | | | |
| <i>Scomber japonicus</i> | 0 | 0 | 44 | 0 | 34 | 17 | 95 | |
| Total | 0 | 0 | 44 | 0 | 34 | 17 | 95 | |
| Fish larvae | | | | | | | | |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | 89 | 173 | 54 | 0 | 13 | 8 | 337 | |
| <i>Ammodytes personatus</i> | 0 | 0 | 0 | 7 | 13 | 0 | 20 | |
| <i>Enedrias fangi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 | 15 | |
| <i>Scomber japonicus</i> | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | |
| Total | 89 | 181 | 54 | 7 | 33 | 16 | 380 | |

October 1994

January 1995



• 1-10 ● 11-20 ● 21-50 ● 51-100 ● >100 inds./1,000M³

Fig. 3-16. Spatial distribution of fish eggs and larvae in Aenggang Bay.

히, 1988)과 광양만(유와 차, 1988; 차와 박, 1994)과 유사하였으며, 이 두 해역보다 치자어의 출현 종수가 비교적 적지만 우점종으로 출현한 멸치, 까나리, 쥐노래미 등이 본 조사에서도 출현하는 것으로 보아 본 조사해역은 광양만과, 낙동강하구역과 비교적 유사 종조성을 갖고 있는 해역으로 생각된다. 그리고 셋비늘치과(Myctophidae)는 가을철에 출현하였는데 이과의 어류들은 주로 난류수역에 출현하는 중층성 어류로서(정, 1977) 이 종의 출현은 대마난류수역의 영향으로 본 조사해역에 출현하는 것으로 생각된다. 고등어는 제주도의 남부, 동부, 대마도 주변해역, 그리고 동중국해에 분포하고 있는 종으로서 제주도에서는 10 ~ 12월, 대마도 주변에서는 10 ~ 3월 사이에 어획되는 종이며, 이 종의 산란기는 제주도와 대마도 주변해역에서 4 ~ 6월, 동중국해인 규슈서남부해역에서는 2 ~ 3월인 것으로 알려져 있다(Yamada *et al.*, 1986). 본 조사에서 고등어의 어란과 치자어는 겨울철(1월)에 출현하였는데, 이는 대마난류수의 영향으로 보인다. 따라서 본 조사해역에서 출현한 셋비늘치과 치자어와 고등어 어란과 치자어로부터 대마난류수의 영향이 가을과 겨울에도 본 조사해역에 지속적으로 미치는 것으로 추정된다.

아. 어류상

본 조사에서 채집된 성어는 총 27개 분류군으로 가을철에 26종이 출현하였고, 겨울철에는 3종이 출현하였다. 대부분의 어류들이 가을철 채집되었으나, 겨울철에는 출현한 종 수는 가을철에 비해 매우 적었다(Table 3-18). 그리고 가을과 겨울에 동시에 출현한 종은 도화망둑과 실양태 2종으로 이 두 종은 본 조사해역에 주년 서식하는 고유종으로 생각된다. 그리고 정치망에 의해 채집된 종은 대부분 저인망에 의해 채집되었으며 실망둑, 점넙치, 삼치 등 3종만 정치망에서 채집되었다.

본 조사해역에서 가을철에 가장 많은 개체수가 채집된 종은 주둥치로

Table 3-18. The wet weight and individuals of adult fishes captured in the study area

| Species | October | | | | January | |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|-------|---------|------|
| | Trawl | | Set-net | | Trawl | |
| | N | W(g) | N | W(g) | N | W(g) |
| <i>Acanthogobius flavimanus</i> | * | 2.4 | | | | |
| <i>Amblychaeturichthys hexanema</i> | 9 | 27.7 | 1 | 2.8 | 2 | 3.7 |
| <i>Apogon lineatus</i> | 1 | 2.8 | 1 | 1.5 | | |
| <i>Argyrosomus argentatus</i> | 35 | 611.2 | | | | |
| <i>Caranx sexfasciatus</i> | 2 | 16.7 | | | | |
| <i>Conger cinereus</i> | * | 23.5 | 1 | 214.4 | | |
| <i>Conger myriaster</i> | 1 | 39.8 | 2 | 31.8 | | |
| <i>Cryptocentrus filifer</i> | | | 1 | 10.3 | | |
| <i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> | | | | | * | 1.0 |
| <i>Enedrias fangi</i> | * | 3.1 | | | | |
| <i>Enedrias nebulosa</i> | * | 15.8 | | | | |
| <i>Engraulis japonicus</i> | 10 | 21.3 | | | | |
| <i>Hemiramphus sajori</i> | 1 | 23.3 | | | | |
| <i>Konosirus punctatus</i> | * | 22.9 | | | | |
| <i>Lateolabax japonicus</i> | 1 | 66.2 | | | | |
| <i>Leiognathus nuchalis</i> | 299 | 1,613.0 | | | | |
| <i>Limanda yokohame</i> | * | 20.9 | | | | |
| <i>Pagrus major</i> | * | 9.2 | | | | |
| <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> | | | 2 | 17.2 | | |
| <i>Repomucenus valenciennesi</i> | 1 | 2.1 | 2 | 4.9 | 1 | 3.1 |
| <i>Sardinella zunasi</i> | 2 | 13.2 | | | | |
| <i>Scomberomorus niphonius</i> | | | 1 | 327.8 | | |
| <i>Sphyrena pinguis</i> | 12 | 639.5 | 4 | 193.2 | | |
| <i>Thryssa hamiltoni</i> | 65 | 423.1 | | | | |
| <i>Thryssa koreana</i> | 69 | 358.9 | | | | |
| <i>Trachurus japonicus</i> | * | 2.0 | | | | |
| <i>Trichiurus lepturus</i> | * | 5.8 | 3 | 63.0 | | |
| Total | 499 | 3,964.4 | 18 | 866.9 | 3 | 7.8 |

저인망에 의해 조사된 3개 정점에서 평균 299개체(습중량 평균 1,613g)가 채집되었다. 그리고 비교적 출현 개체수가 많은 종류는 풀반지(평균 개체수: 65, 평균 습중량 : 423g), 곤어리(평균개체수: 69, 평균 습중량: 359g), 보구치(평균 개체수 35, 평균 습중량 611g)이었다. 이 종들의 체장과 습중량 범위는 다음과 같다. 주둥치 53 ~ 67mm, 3.4 ~ 7.9(5.4)g, 풀반지는 61 ~ 105mm, 4.3 ~ 8.6(평균 6.4)g, 곤어리 67 ~ 106mm, 3.1 ~ 12.5(5.2)g, 보구치 55 ~ 117 mm, 2.8 ~ 31.1(17.3)g이었다. 그리고 겨울철에 우점종으로 출현한 도화망둑이 있으나 이 종의 출현량은 가을철보다 매우 적었다(Table 3-18).

특히 본 조사해역에서 채집된 어류 중 상업성이 매우 높은 종에는 보구치, 참돔, 농어, 붕장어, 갯장어, 문치가자미, 전어, 학공치 등이 있으며 이 종류들은 가을철만 출현하였다. 본 조사 해역에서 채집된 이들 어류 중에서 유용산업종으로 개발 가능한 종은 참돔, 농어, 문치가자미 등이 있으며, 이 종들의 생태적 특징은 다음과 같다.

참돔 : 이 종은 우리나라의 전 연안(정, 1977)과 제주도의 주변해역과 동중국해의 200m 이하의 대륙붕 등에 널리 분포하고 있으며, 이 종의 산란기는 4 ~ 7월경으로 알려져 있다(Yamada *et al.*, 1986). 이 종의 알은 15°C에서 3 ~ 4일, 20°C에서 2일 이내에 부화하는 종이다(정, 1977). 이 종은 비교적 가두리 양식이 용이한 종으로 알려져 있다(김, 1993).

농어 : 이 종은 우리나라, 중국, 대만, 일본 홋카이도 이남 등 널리 분포하는 종이다. 이 종은 가을 ~ 겨울(10 ~ 4월)에 민물과 기수가 만나는 연안이나 하구역에 산란하는 종이다(정, 1977).

문치가자미 : 이 종은 부산, 원산 연근해 및 일본 홋카이도 남부 이남, 황해, 그리고 동중국해에 분포하는 종으로(정, 1977; Yamada, 1986), 정(1977)은 이 종의 산란기를 6 ~ 9월, 15°C 내외에서 약 3주만에 부화되는 종으로 보고하였으나, Yamada *et al.*(1886)은 12 ~ 2월로 보고하고 있다.

자. 연성저질의 저서동물

1) 저서동물상

가을철인 10월의 경우 100종, 2946개체의 저서동물이 채집되었다. 이 가운데 다모류가 43종으로 가장 우점하였으며, 갑각류가 25종, 연체동물이 23종을 차지하였다. 밀도는 546개체/ m^2 이었다. 겨울철인 1월에는 113종, 6536개체의 저서동물이 채집되었으며, 이 가운데 다모류가 56종으로 가을철과 같이 가장 우점하였으며, 갑각류가 26종 및 연체동물이 19이었다. 밀도는 1210개체/ m^2 이었다. 따라서 양강만의 저서동물 군집은 출현종과 개체수 측면에서 다모류가 가장 우범한 군집임을 알 수 있다.

2) 공간분포

가을철인 10월에는 만 외해쪽인 정점 18에서 3종/ $0.3m^2$ 으로 가장 적은 종이 출현하였으며, 정점 9에서는 46종/ $0.3m^2$ 이 출현하였다. 이 가운데 다모류가 차지하는 비율은 정점에 따라 2종 ~ 20종/ $0.3m^2$ 범위로서 출현종수의 약 50% 이상을 차지하고 있다. 양강만의 서측 해역에는 10종/ $0.3m^2$ 미만의 분포를 나타내지만, 만의 동측으로 오면서 종수가 점차 증가하는 양상을 나타낸다 (Fig. 3-17). 밀도분포도 이러한 종의 분포 양상과 유사하여 만의 서측해역에는 100개체/ $0.3m^2$ 이하의 분포를 나타내며, 만 중앙에는 100 ~ 200개체/ $0.3m^2$ 의 범위, 그리고 노도를 중심으로 한 정점들에서는 300개체/ $0.3m^2$ 이상의 밀도를 나타낸다. 그러나 만 입구역인 정점 18에서는 출현종 수도 3종/ $0.3m^2$ 으로 적은 동시에 밀도도 3개체/ $0.3m^2$ 로 극히 낮은 양상을 나타낸다. 또한 만 안쪽인 정점 1과 2에서는 300개체/ $0.3m^2$ 이상의 밀도를 나타내고 있다. 특히 내만 해역인 정점 1, 2, 3에서는 계류인 *Xenophthalmus pinnotheroides*가 우점적으로 출현하였는데, 정점 1에서는 104개체/ $0.3m^2$, 정점 2에서는 146개체/ $0.3m^2$ 의 밀도였다(Fig. 3-18).

겨울철인 1995년 1월에는 정점10에서 18종, 정점9에서 49종의 범위로 출현하여 가을철에 비해 각 정점별 출현종수는 약간 증가한 양상을 나타낸다.

October 1994

January 1995

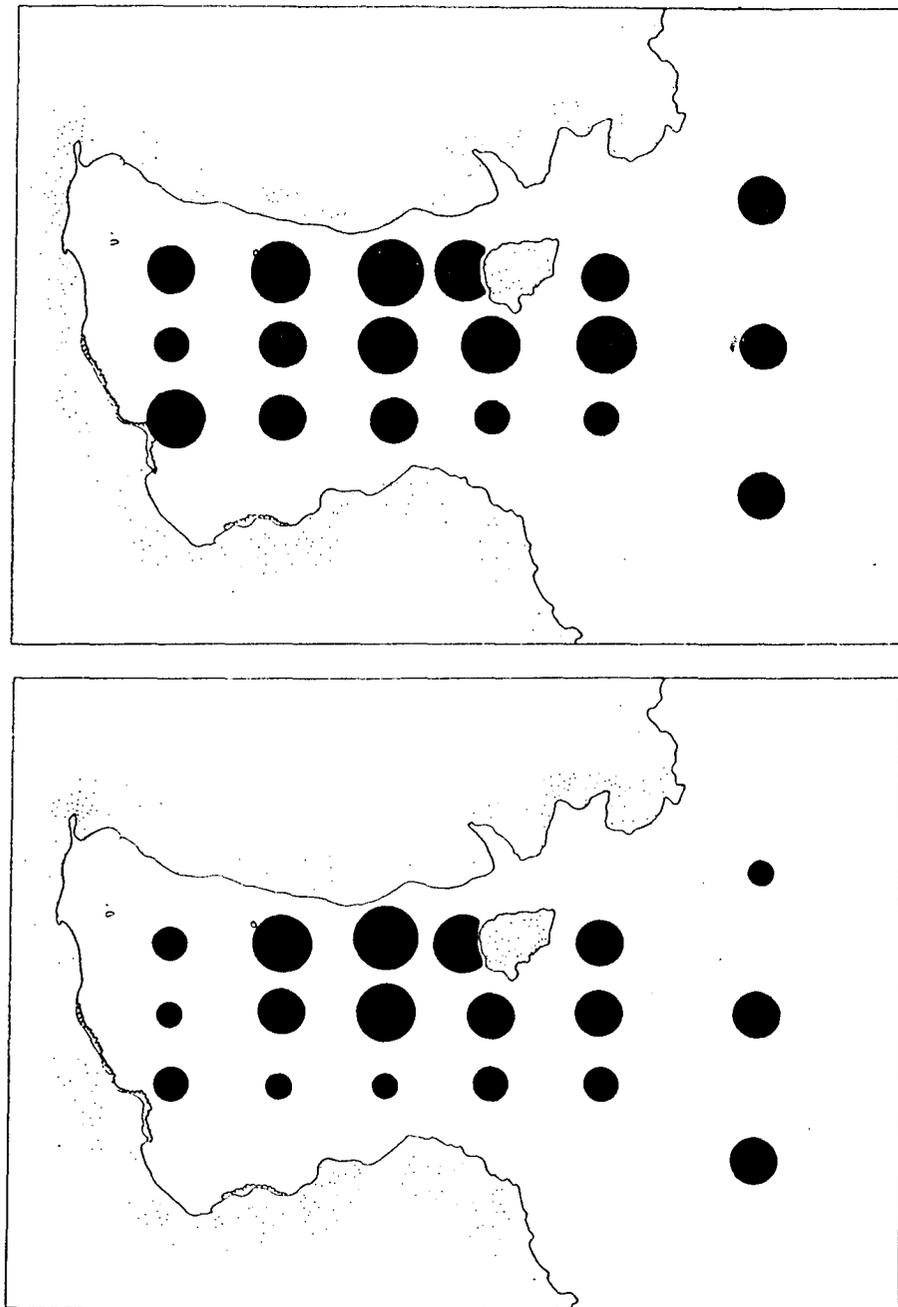
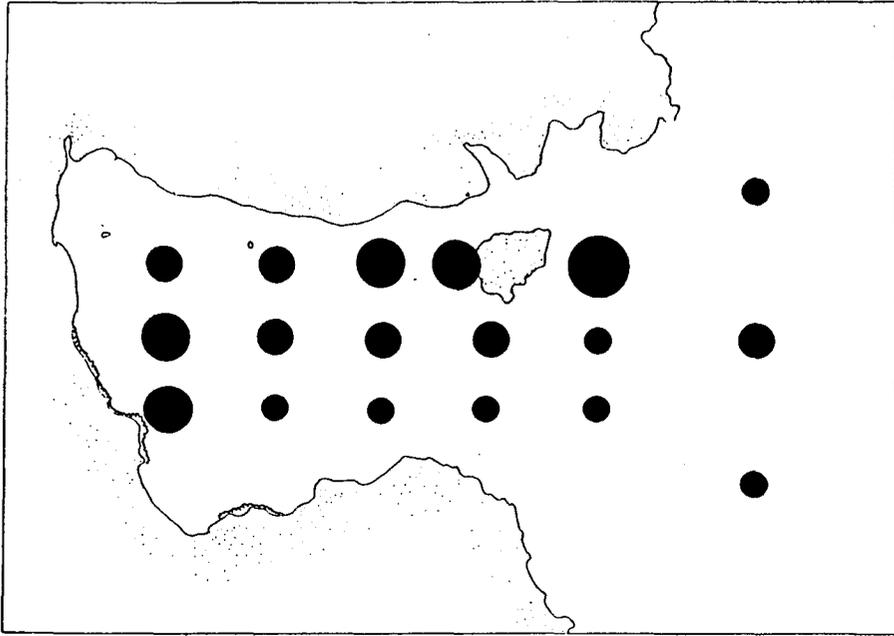


Fig. 3-17. Spatial distribution of macrobenthic species in Aenggang Bay.

October 1994



January 1995

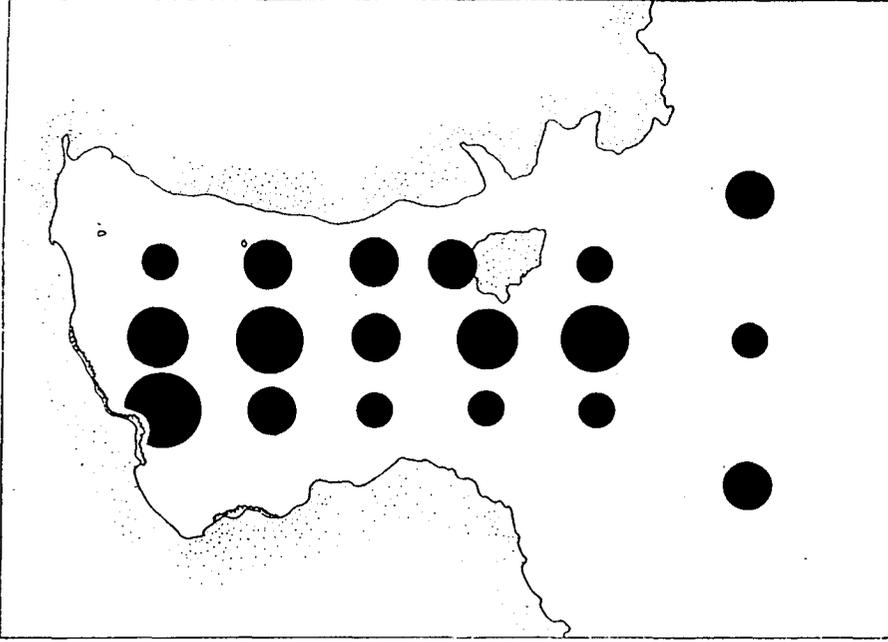


Fig. 3-18. Spatial distribution of macrobenthic abundance in Aenggang Bay.

전반적인 분포 양상은 노도를 중심으로 30종/0.3m² 이상의 분포를 나타내며, 만의 서측은 그 이하의 분포를 나타낸다. 따라서 가을철과 같이 만의 서측에서 동측으로 오면서 출현종수가 증가하는 양상을 나타낸다. 전 정점에 걸쳐 다모류의 출현종수 비율은 50% 이상을 나타낸다(Fig. 3-17). 밀도는 만의 서측해역인 정점 3, 7, 10, 13, 15, 및 17은 200개체/0.3m² 이하의 분포를 나타내지만 정점 1과 5, 14는 800개체/0.3m² 이상의 높은 밀도를 나타낸다(Fig. 3-18).

3) 우점종

앵강만에서 채집된 저서동물 가운데 우점종은 Table 3-19에서 보는 바와 같다. 가을철의 경우 전체 출현개체수의 1% 이상을 차지하는 종은 19종으로서 다모류 13종, 갑각류 4종, 연체동물 2종이었다(Table 3-19). 특히 다모류인 *Lumbrineris longifolia*의 출현율이 가장 높아 14개 정점에서 출현하였으며 앵강만의 서측과 만 안쪽에서 밀도가 높아 정점 1에서 162개체/0.3m², 정점 2와 7에서 각각 75개체/0.3m², 79개체/0.3m²였다(Fig. 3-19). 또한 노도 앞 정점 15에서 100개체/0.3m² 출현하였는데, 정점 9, 11, 14, 17에서는 출현하지 않았다. 이 종은 전체 출현 개체수의 약 16%를 차지하고 있다. 옆새우류인 *Eriopisella sechellensis*는 앵강만의 동측해역에서 비교적 높은 밀도로 출현하였는데, 정점 9에서 216개체/0.3m², 정점 12에서 106개체/0.3m² 출현하였다. 그리고 만의 서측해역과 만 바깥쪽으로는 출현하지 않거나 밀도가 낮은 양상이었는데, 전체 개체수의 16%를 차지하고 있다. 한편 계류인 *Xenophthalmus pinnotheroides*는 만의 내측인 정점 1과 2에서 각각 104개체/0.3m², 146개체/0.3m² 출현하였다. 그리고 만의 동측해역에서 소량 출현하지만, 내만에서만 특징적으로 높은 밀도로 출현하였다. 다모류인 *Mediomastus* sp.는 비교적 고른 분포 양상을 나타내는데, 정점 17에서 60개체/0.3m²로 상대적으로 높은 밀도였다. 만의 중앙부 정점들에서 상대적으로 높은 밀도이고 연안쪽으로는 밀도가 낮은 양상이었다(Fig. 3-19).

October 1994

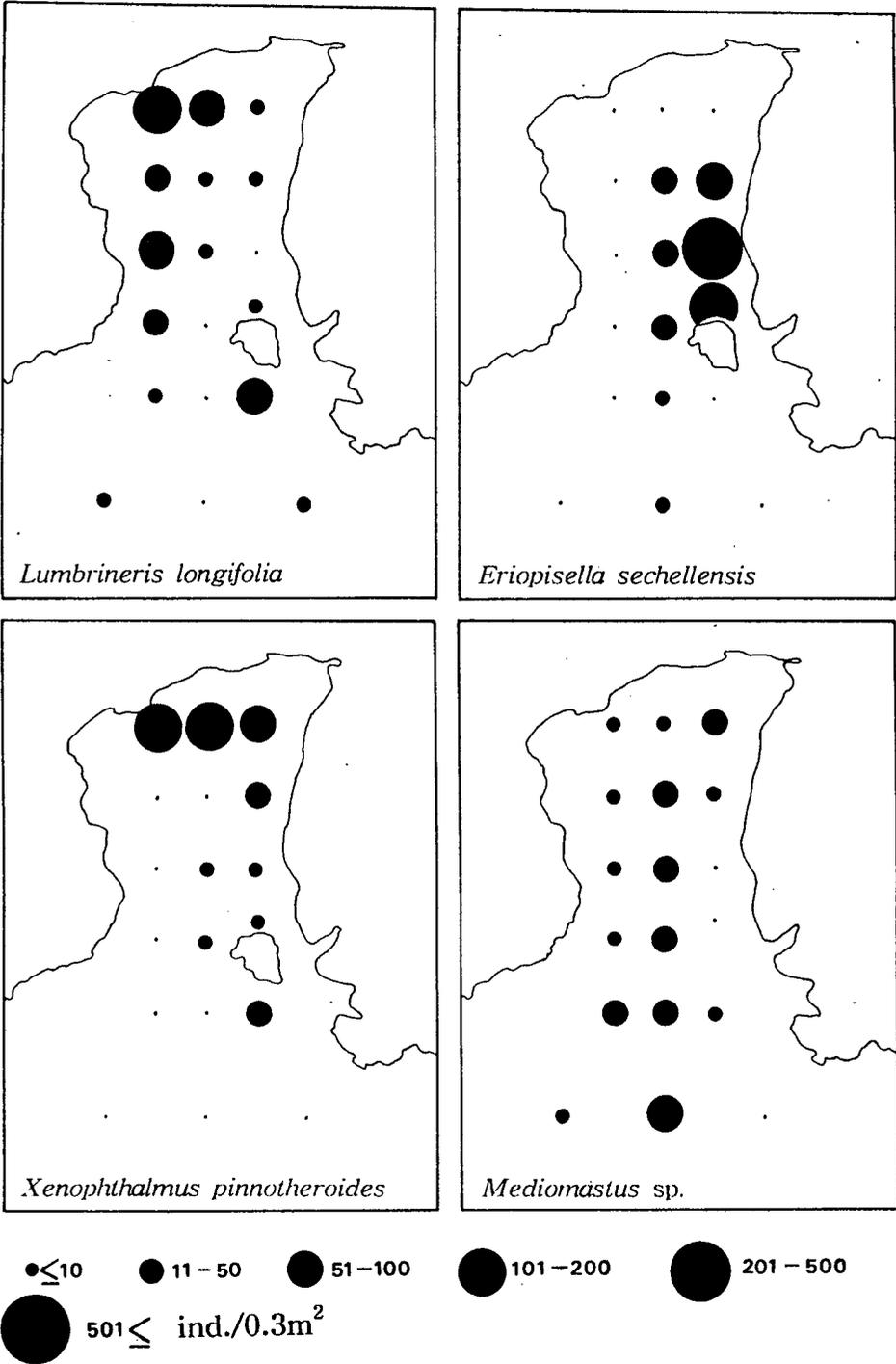


Fig. 3-19. Spatial distribution of dominant species abundance in October 1994.

Table 3-19. Dominant species of the macrobenthos in Angang Bay on October 1994.

| Species name | Total number | % | cum. % |
|------------------------------------|--------------|------|--------|
| <i>Lumbrineeris longifolia</i> | 481 | 16.3 | 16.3 |
| <i>Eriopisella sechellensis</i> | 479 | 16.3 | 32.6 |
| <i>Xenopthalmus pinnotheroides</i> | 379 | 12.9 | 45.5 |
| <i>Mediomastus</i> sp. | 281 | 9.5 | 55.0 |
| <i>Tharyx</i> sp. | 202 | 6.9 | 61.9 |
| <i>Pinnixa rathbuni</i> | 141 | 4.8 | 66.7 |
| <i>Thelepus</i> sp. | 85 | 2.9 | 69.6 |
| <i>Sternaspis scutata</i> | 72 | 2.4 | 72.0 |
| <i>Praxillella affinis</i> | 69 | 2.3 | 74.3 |
| <i>Theora fragilis</i> | 51 | 1.7 | 76.0 |
| <i>Prionospio japonicus</i> | 44 | 1.5 | 77.5 |
| <i>Asthenognathus inaequipes</i> | 40 | 1.4 | 78.9 |
| <i>Magelona japonica</i> | 40 | 1.4 | 80.3 |
| <i>Heteromastus</i> sp. | 38 | 1.3 | 81.6 |
| <i>Paralacydonia paradoxa</i> | 37 | 1.3 | 82.9 |
| <i>Poecilochaetus johnsoni</i> | 36 | 1.2 | 84.1 |
| <i>Glycera chirori</i> | 35 | 1.2 | 85.3 |
| <i>Nephtys oligobranchia</i> | 34 | 1.2 | 86.5 |
| <i>Zeuxis castus</i> | 32 | 1.1 | 87.6 |

Table 3-20. Dominant species of the macrobenthos in Angang Bay on January 1995.

| Species name | Total number | % | cum. % |
|-------------------------------------|--------------|------|--------|
| <i>Fustiaria nipponica</i> | 2852 | 43.6 | 43.6 |
| <i>Erictonius pugnax</i> | 662 | 10.1 | 53.8 |
| <i>Lumbrineeris longifolia</i> | 373 | 5.7 | 59.5 |
| <i>Eriopisella sechellensis</i> | 346 | 5.3 | 64.8 |
| <i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> | 276 | 4.2 | 69.0 |
| <i>Mediomastus sp.</i> | 234 | 3.6 | 72.6 |
| <i>Tharyx sp.</i> | 141 | 2.2 | 74.7 |
| <i>Nephtys oligobranchia</i> | 108 | 1.7 | 76.4 |
| <i>Pinnixa rathbuni</i> | 105 | 1.6 | 78.0 |
| <i>Ophiura kinbergi</i> | 92 | 1.4 | 79.4 |
| <i>Theora fragilis</i> | 80 | 1.2 | 80.6 |
| <i>Sternaspis scutata</i> | 74 | 1.1 | 81.7 |
| <i>Magelona japonica</i> | 73 | 1.1 | 82.9 |
| <i>Moerella iridescens</i> | 72 | 1.1 | 84.0 |

겨울철인 1995년 1월의 경우에는 가을철에는 채집되지 않던 연체동물의 *Fustiaria nipponica*가 대량 출현하였다. 특히 정점 14의 경우 740 개체/0.3m², 정점 5의 경우 612개체/0.3m²로 높은 밀도였다. 그러나 정점 2, 3 및 15에서는 출현하지 않았는데, 전체 출현개체수의 43.6%를 차지하였다. 겨울철의 경우 전체 출현개체수의 1% 이상을 차지하는 종은 14종으로서 가을철에 비해 5종이 감소하였다. 이 가운데 다모류는 6종, 연체동물은 3종, 갑각류 4종 및 극피동물 1종이었다. 따라서 이들 14개 종이 전체 출현개체수의 84.0%를 차지하였다(Table 3-20). 다모류인 *L. longifolia*는

가을철과 같이 만 안쪽의 정점에서 상대적으로 높은 밀도였는데, 정점 2에서 193개체/0.3m²였고, 정점 1, 4, 7에서도 46개체/0.3m² 이상의 밀도를 나타내었다. 만 입구역으로 나올수록 밀도가 극히 낮거나 출현하지 않았다. 옆새우류인 *E. sechellensis*는 노도를 중심으로 한 정점에서 주로 출현하였는데 가을철과 대체로 유사한 양상을 보인다(Table 3-20). 분포양상을 나타내었다. 정점 9에서 130개체/0.3m²로 상대적으로 높은 밀도였으며 전체 출현개체수에서 5.3 %를 차지하였다. 한편 계류인 *X. pinnotheroides*는 만 안쪽 정점들에서 높은 밀도로 출현하지만 만 바깥쪽에는 출현하지 않았다. 특히 정점 2에서 116개체/0.3m² 출현하였으며 분포양상은 가을철과 유사한 양상이었다. 한편 정점 15의 경우 가을철에는 40개체/0.3m² 출현하였으나 겨울철에는 출현하지 않았다(Fig. 3-20).

4) 집괴분석

조사해역에서 출현한 저서동물 자료를 사용하여 집괴분석한 결과는, 1994년 10월의 경우 앵강만을 남북으로 가로 지르는 축을 중심으로 2개의 정점군으로 나눌 수 있었다. 즉 상대적으로 출현종 수가 적은 앵강만의 동측해역과, 상대적으로 많은 서측해역으로 나눌 수 있었다(Fig. 3-21). 1995년 1월의 경우에도 가을철과 같이 2개의 정점군으로 나눌 수 있었다. 즉, 노도를 기준으로 만 안쪽에 위치한 정점5, 8, 9, 10, 11, 12로 구성된 정점군과 그 나머지 정점군으로 구성된 B 정점군으로 나눌 수 있었다(Fig. 3-22, 3-23).

차. 초대형 저서동물

앵강만에서 1995년 1월에 Agassiz 트로울로 채집한 초대형 무척추동물은 총 95종이었다. 이 가운데 다모류가 38종, 연체동물이 20종, 갑각류가 22종이었으며, 극피동물과 기타 분류군이 각각 6종과 9종이었다. 개체수 측면에서 가장 우점한 분류군은 극피동물로서 총 2,831개체가 채집되었으며, 연체동물이 1,589개체, 다모류가 590 개체 채집되었다. 극피동물의 개체수가

January 1995

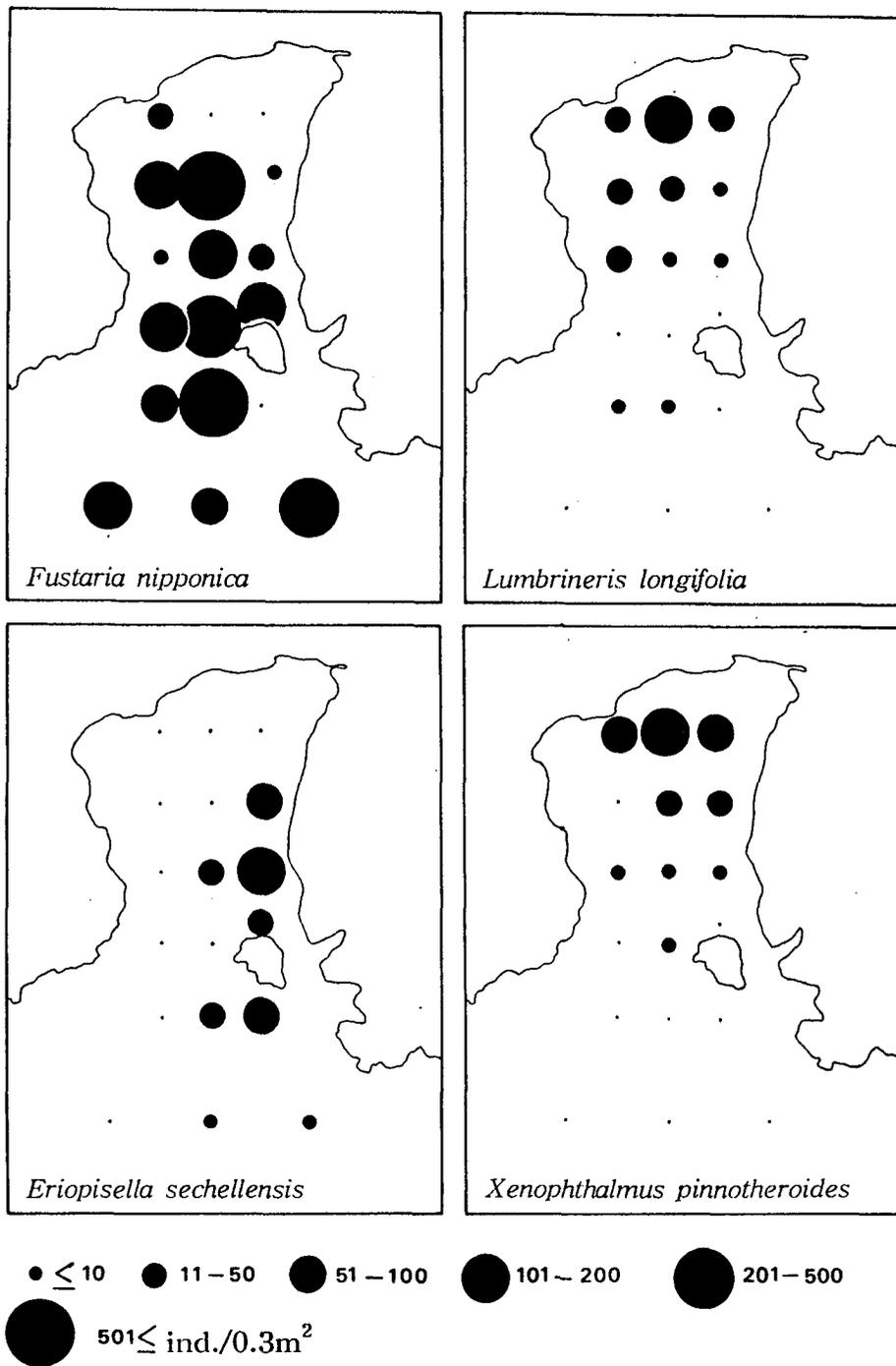


Fig. 3-20. Spatial distribution of dominant species abundance in January 1995.

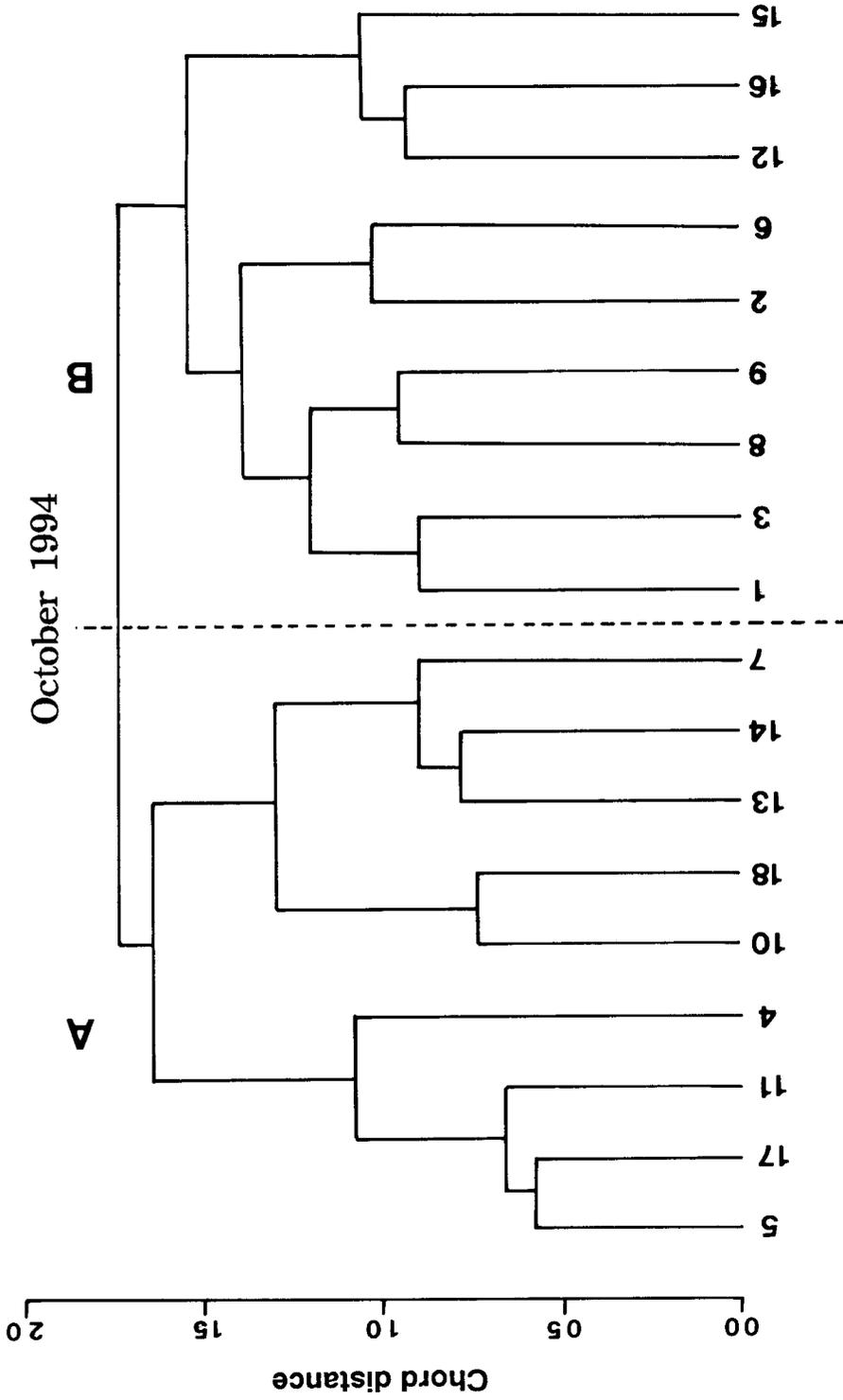


Fig. 3-21. Dendrogram based on the cluster analysis of macrobenthic community in October 1994.

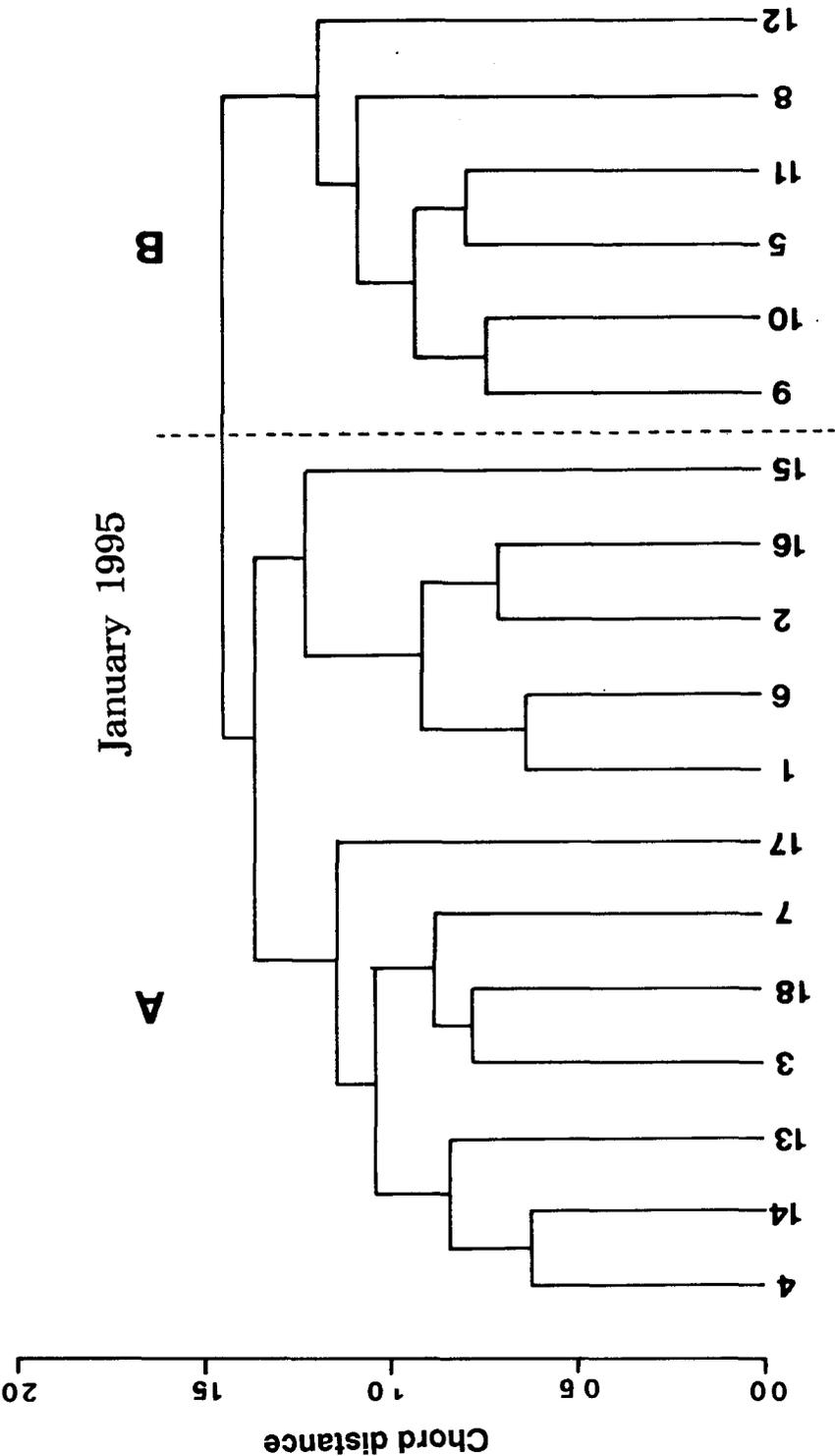
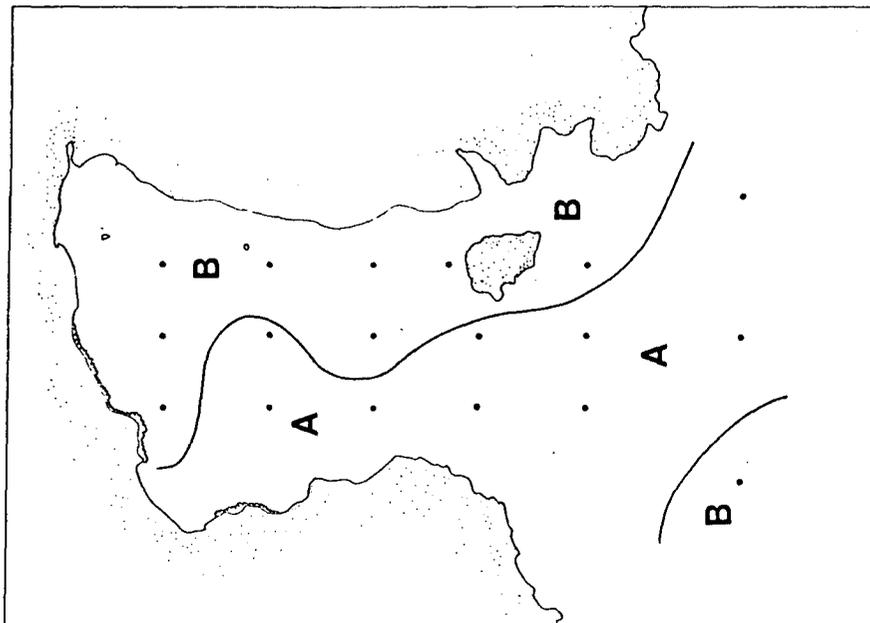


Fig. 3-22. Dendrogram based on the cluster analysis of macrobenthic community in January 1995.

October 1994



January 1995

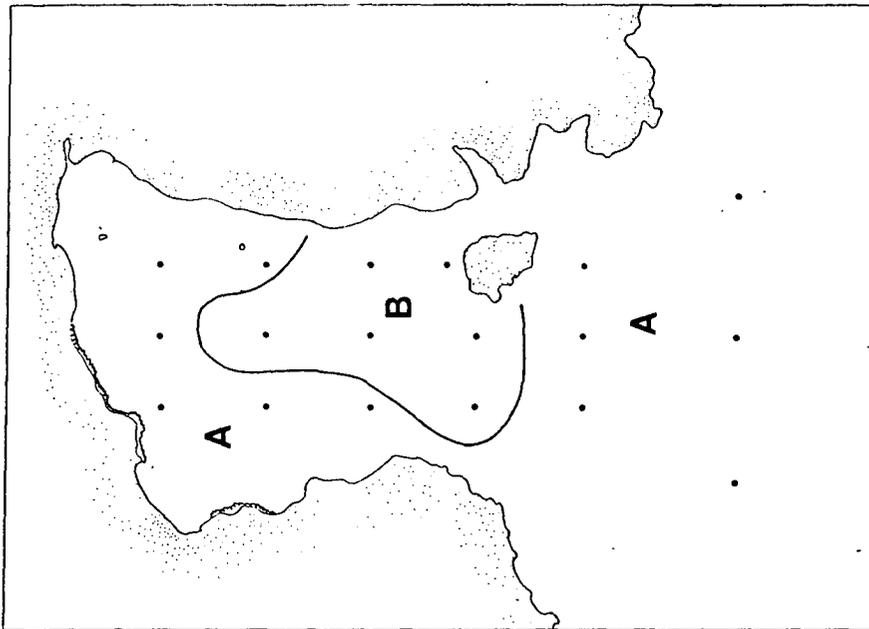


Fig. 3-23. Zones of the study area based on the cluster analysis of macrobenthic community.

극히 우점한 것은 *Ophiura kinbergi* 의 대량출현 때문인데 2,745개체가 채집되어 전체 출현개체수의 약 51%를 차지하였다. 한편 연체동물의 경우 *Fustaria nipponica*가 953개체 채집되어 약 18%를 차지하였다. 따라서 초대형 무척추동물의 경우 거미불가사리류와 연체동물이 극히 우점한 군집을 형성하고 있다.

이 해역에서 출현한 초대형저서동물 가운데 산업적으로 중요한 종을 보면 새조개(*Fulvia mutica*)가 104개체 출현하였는데, 정점 2에서 61개체, 정점 8에서 28개체 출현함으로써, 앵강만에서 새조개를 해양목장 대상 생물 중의 하나로 선정할 수도 있을 것이다. 한편 이 해역에서는 피조개 살포식 양식 면허가 나 있으나 본 조사시에는 피조개는 출현하지 않았다. 갑각류의 경우 산업적으로 중요한 종은 출현하지 않았으나, 가을철 조사시 만 안쪽 해역에서 꽃게류(*Portunidae*)가 출현한 것으로 미루어 보아 이들을 해양 목장의 대상 생물로 활용할 수도 있을 것이다.

카. 암반지역의 저서동물

1) 분류군별 출현종수

해양저서생물의 생태에 있어서 경성저질로 된 바위해안은 연성저질이라 일컬어지는 갯벌이나 모래해안과 뚜렷이 구분된다. 바위해안에는 대형해조류가 부착할 수 있는 기질이 있고, 수많은 미세환경이 존재하고 있어 저서생물에게 다양한 서식처를 제공한다(Thorson, 1957). 이러한 미세환경의 다양성에는 고착생물 또는 딱딱한 껍질이나 몸을 가진 저서생물들이 기여하는 바도 적지 않다(환경처, 1994).

남해 앵강만 부근 경성저질에서 채집된 무척추동물은 11개 동물군(Phylum)에 총 153종으로, 형제섬에서 83종으로 가장 적은 종 수를 보였고, 노도에서 98종, 소취도에서 128종으로 가장 많은 종 수를 나타냈다(Table 3-21).

Table 3-21. Number of species in each taxonomic group at tidal level

| | Hyungjesum | | | Nodo | | | Sochuido | | | Total | | |
|-----------------|------------|----|----|------|----|----|----------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | I | S | T | I | S | T | I | S | T | I | S | T |
| Porifera | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 | 6 | 7 |
| Cnidaria | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 |
| Platyhelminthes | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Nemertina | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| Bryozoa | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| Sipunculida | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| Mollusca | 9 | 12 | 20 | 13 | 16 | 28 | 14 | 22 | 35 | 16 | 27 | 41 |
| Annelid | 5 | 11 | 13 | 4 | 12 | 12 | 4 | 16 | 16 | 7 | 22 | 22 |
| Arthropoda | 6 | 24 | 28 | 4 | 34 | 35 | 13 | 37 | 43 | 17 | 47 | 53 |
| Echinodermata | 1 | 11 | 8 | 1 | 12 | 8 | 1 | 15 | 11 | 1 | 13 | 13 |
| Chordata | 0 | 3 | 3 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Total | 24 | 69 | 83 | 25 | 86 | 98 | 35 | 110 | 128 | 44 | 130 | 153 |

(I: Intertidal zone, S: Subtidal zone, T: Total number of species in each area)

동물군 별로 비교해 보면, 절지동물(Arthropoda)이 53종으로 가장 많은 종 수를 보였으며, 연체동물(Mollusca)이 41종, 환형동물(Annelid)이 22종, 극피동물(Echinodermata)이 13종으로 4개의 동물군만이 10종이상의 종 수를 나타냈다. 출현한 종은 조간대 지역과 조하대 지역이 각기 다르게 나타났다. 조간대 지역에서는 44종이 출현한 반면, 조하대지역에서는 130종이 출현하였다. 조간대 하부지역(infralittoral fring)과 조하대 상부지역(infralittoral zone)의 경우에는 동일한 생물분포대(Zonation)를 가지는 종들이 간혹 있어서 두 지역에 동시에 나타나는 종이 중복되어 다수 포함되어 있다. 특히, 편형동물(Platyhelminthes), 유형동물(Nemertina), 태형동물(Bryozoa), 성구동물(Sipunculida), 척삭동물(Chordata)의 경우에는 조간대 지역에서 한 종도 출현하지 않았다.

조간대 지역에서는 절지동물과 연체동물이 각각 17, 16종으로 많은 종 수를 나타냈으며, 환형동물은 7종에 불과하였다. 실제 조간대 지역에서는 주기적인 노출에 의한 환경적인 영향을 심하게 받는 지역으로 이들은 생물에게 명확한 수직구배를 만들게 하고 있다. 즉, 생물학적인 포식작용에 약하고, 노출에 오래 견딜수 있는 생물들은 최상부 지역에서 생물분포대를 형성하며, 건조에 대한 내성이 작은 생물들은 하부지역에 분포대를 형성한다. 하지만 경성저질의 경우 기질(substrate)의 형태가 분포하는 생물의 종 조성을 크게 좌우한다. 즉, 암반의 경사도에 따라 분포대의 크기가 좌우되며, 암반의 굴곡에 따라 조수웅덩이(tide pool)가 형성되어 있거나, 간출시 수분을 보유할 수 있는 틈이 있는 경우에는 분포대에 관계없이 조하대 상부지역에서 서식하는 생물이 서식할 수 있다.

형제섬의 경우 조간대 지역에서는 24종, 조하대 지역에서는 69종이 출현하였다. 조간대지역의 경우 다른 지역과 유사한 종 수를 나타냈지만 조하대 지역의 경우 현저히 적은 종 수를 나타냈다. 조간대에서는 연체동물이 가장 많은 종 수를 보였으며, 환형동물과 절지동물이 각각 5, 6종을

나타났다. 노도의 경우 조간대에서 25종, 조하대 지역에서 86종이 출현하였다. 조간대 지역의 경우 형제섬과 유사한 양상을 보였으며, 연체동물이 13종으로 가장 많은 종 수를 보였다. 조하대에서는 대부분의 동물군에서 형제섬보다 많은 종 수를 보였다. 절지동물이 34종으로 가장 많은 종 수가 출현하였으며, 연체동물이 16종, 환형동물과 극피동물이 각각 12종 출현하였다. 소취도에서는 조간대지역의 경우 35종, 조하대지역의 경우 110종으로 다른 두 지역과는 현격한 차이를 보이며, 다양한 종이 출현하였다. 조간대에서는 절지동물이 13종 출현하였는데, 대부분이 단각류(Amphipoda)에 속하는 종으로 조간대 하부 지역에 밀생하는 굽은줄격판담치(*Septifer virgatus*)의 족사(byssal threads)부근에 주로 서식하는 종들이다.

전반적인 생물상으로 비교해 보면 내만에서 외만으로 갈수록 서식하는 생물의 종 수가 증가하는 것으로 나타났다. 내만에서 독특하게 서식하는 생물은 거의 볼 수 없었으며, 소취도의 경우 형제섬이나 노도에서 서식하는 생물의 대부분이 출현한 것으로 나타났다. 즉, 외해 지역이 매우 다양한 생물상을 보이고 있어서, 소취도의 경우 조간대 하부지역에 테라스형태의 수평한 면이 약 10m정도 나타나고 있고, 여러군데에 조수웅덩이가 형성되어 조하대에 서식하는 생물이 일부 나타나기도 하였다. 하지만 대부분의 동물군에서 전반적인 증가를 보인것은 암반에 부착하는 생물의 환경조건이 안정된 것으로 보여진다. 내만의 경우 낮은 수심으로 인해 파도가 작고, 저층으로 부터 유입되는 뿔(mud)성분이 암반을 덮기 때문에 탁도가 상대적으로 높고, 해조류의 서식이 빈약하여 풍부한 먹이공급 조차도 어려운 안정되지 못한 환경을 보이고 있다.

2) 수직분포

가) 조간대

조간대는 해양과 바다가 접하는 지역으로 지형과 환경조건이 매우 복잡하고, 서식하는 생물의 종 수와 개체수가 비교적 풍부하다. 간출시에는

노출로 인한 건조와, 강우시 염분도의 변화, 대기온 등에 의해 영향을 받으며, 밀물시에는 지속적인 파도에 의한 물리적인 영향을 받는다. 이러한 물리적인 조건은 수직적인 차이에 따라 다르게 나타나기 때문에 생물마다 적응방식에 따라 다양한 서식패턴을 갖는다. 기질의 경사도는 생물의 수직분포범위를 결정하는 중요한 요인이며, 실제로 파도에 노출된 해안일지라도 기질의 경사가 급하면, 조간대 생물이 수직분포의 폭이 넓어진다. 또한 이러한 물리적인 영향보다 생물학적인 영향도 무시할 수 없다. 암반 기질은 생물이 서식하는데, 평면 공간만을 주어지기 때문에 공간경쟁이 매우 치열하다. 또한 포식관계로 인해 포식자들로부터 피하기 위해 더욱 강한 환경적인 적응성을 보여준다(Lewis, 1964; Stephenson and Stephenson, 1972).

본 조사에서 각 지역마다 1개의 정선을 선정하여 방형구 내의 생물을 계수한 결과, 형제섬에서는 최상부 약 530cm 높이에서 생물이 나타나기 시작했다. 이 지역에는 좁쌀무늬총알고둥(*Nodilittorina exigua*)이 출현하였는데, 상층부에서는 개체수가 매우 빈약하였고, 약 300cm전후의 높이에서부터 분포대를 형성하는 양상을 보였다(Table 3-22). 이러한 분포양상은 계절에 따른 차이를 보이지 않았다. 다음으로 350cm지점에서부터 조무래기따개비(*Chthamalus challengerii*)가 출현하였다. 조무래기따개비는 조간대 상층부인 400cm지점에서 상조간대지역까지 폭넓게 분포하는 종으로 200cm 높이에서는 약 90% 이상의 피도(coverage)를 나타낸다. 결국 이들이 서식하는 조위에는 다른 부착성 생물이 거의 서식하지 못하며, 이들이 가입되기 이전에 부착된 생물에는 이들이 패각에 다시 부착하는 형태를 취한다. 하지만 주로 노출된 암반에서만 나타나며, 수분을 포함한 틈이나 조수웅덩이 등에서는 나타나지 않는다. 즉, 다른 생물보다 건조에 대한 내성이 강하며, 공간경쟁에 대해서는 약하게 작용한다고 볼 수 있다. 다음으로 폭넓은 분포대를 보이는 종으로는 굵은격판담치(*S. virgatus*)로 약

Table 3-22. The dominant species and their occurrences at each tidal level of Hyungjesum on Aenggang Bay

| TIDAL LEVELS | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 | 50 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|
| SPECIES | -700 | -650 | -600 | -550 | -500 | -450 | -400 | -350 | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | -0 |

AUTUMN

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|--|---|---|---|----|------|------|------|--|--|--|--|
| <i>Nodilittorina exigua</i> | | | | | 2 | 6 | 5 | 45 | 162 | 457 | | | | | |
| <i>Littorina brevicula</i> | | | | | | | | | 1 | 102 | | | | | |
| <i>Heminerita japonica</i> | | | | | | | | | 1 | 1 | 4 | | | | |
| <i>Chthamalus challengerii</i> | | | | | | | | 17 | 1982 | 3930 | 2040 | | | | |
| <i>Tetraclita japonica</i> | | | | | | | | | | 2 | 88 | | | | |
| <i>Septifer virgatus</i> | | | | | | | | | 18 | 137 | 165 | | | | |
| <i>Acnthischiton unid.</i> | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Purpura clavigera</i> | | | | | | | | | | 22 | 13 | | | | |
| <i>Patella stellaeformis</i> | | | | | | | | | | 2 | | | | | |
| <i>Collisella dorsuosa</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | |

WINTER

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|---|----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|----|----|---|--|--|
| <i>Nodilittorina exigua</i> | 4 | 4 | 26 | 139 | 375 | 612 | | | | | | | | | |
| <i>Littorina brevicula</i> | | | | | 6 | 17 | 83 | 85 | | | | | | | |
| <i>Heminerita japonica</i> | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | |
| <i>Chthamalus challengerii</i> | | | | | 226 | 2488 | 4631 | 7917 | 162 | 180 | | | | | |
| <i>Tetraclita japonica</i> | | | | | | | 13 | 21 | 2 | | | | | | |
| <i>Septifer virgatus</i> | | | | | | 1 | 5 | 249 | 95 | 466 | 14 | | | | |
| <i>Acnthischiton unid.</i> | | | | | | | | 2 | 8 | 4 | 7 | | | | |
| <i>Purpura clavigera</i> | | | | | | | | 1 | 1 | 16 | 11 | 19 | | | |
| <i>Patella stellaeformis</i> | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| <i>Saxostrea echinata</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Collisella dorsuosa</i> | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | 3 | | | |
| <i>Sulphuridae unid.</i> | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | | |
| <i>Anthopleura japonica</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>Actinia aquinia</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Halichondris japonica</i> | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 3 | | |

The occurrences are represented by the number of individuals in 50x50cm quadrat.

300cm 지점에서 간혹 나타나다가 조간대 하부지역에서는 지역에 따라 피도가 거의 100%에 이르는 것으로 나타났다. 굽은 격판담치는 상부지역에서는 주로 틈(crevice)을 따라 나란히 줄을 이루어 서식하는 것으로 나타났지만, 하부지역에서는 암반의 형태에 관계없이 넓은 분포대를 형성하였다. 이 종의 경우 수분이 어느정도 공급되거나 유지될 수 있는 지역에 분포하는 것으로 보이며, 이들이 서식하는 곳에서는 조무래기따개비가 거의 나타나지 않았다.

조간대 하부지역으로 갈수록 분포대를 형성하지는 않지만 암반의 형태에 따라 다양한 생물들이 나타났다. 틈이나 조무래기따개비의 분포가 적은 지역에서는 삿갓조개(*Patella stellaeformis*)와 배말류(*Collisella dorsuosa*)들이 나타났으며, 수분함량이 높은 틈에서는 거북손(*Pollicipes mittela*) 등이 굽은격판담치와 공간경쟁을 보였고, 그늘진 지역에서는 검은큰따개비(*Tetraclita japonica*) 등이 산재하는 것으로 나타났다.

전반적으로 가을철과 겨울철에 출현한 종 수에서 현격한 차이를 보이고 있는 것은 겨울철의 경우 가을철보다는 조석의 변화가 큰 시기에 조사를 수행하였기 때문으로 가을철에 출현하지 않은 대부분의 종들은 조간대 하부지역에서만 서식하는 종들이었다. 실제로 조간대 상부에 분포대를 형성하는 종들은 출현한 개체수나 피도, 수직분포도에서 유사한 형태를 보였다(Table 3-22, 23, 24). 겨울철에 조사된 150cm 이하지역에서는 석회관갯지렁이류(Serpulidae)와 해변해면류(*Halichondria japonica*)등이 소규모로 분포대를 형성하였다. 또한, 포식성이 강한 복족류인 대수리(*Purpura clavigera*)가 굽은격판담치 분포대나 겨울철에 굴 유생이 착저한 조간대 하부지역에서 나타났다. 조수웅덩이에서는 갈색꽃해변말미잘(*Anthopleura japonica*)와 해변말미잘(*Actinia aquina*)등이 출현하였다.

형제섬의 경우 암반의 완만한 경사와 내만에 위치하였기 때문에 상대적으로 약한 물리적인 영향으로 인해 노출에 강한 조무래기따개비의 분포대가 넓게 형성되었으며, 암반의 경우도 굴꼭이 거의 없고 매끄러운 형태를 나타냈기

Table 3-23. The dominant animal species and their occurrences
at each tidal level of Nodo located in the entrance
of Aenggang Bay

| TIDAL LEVELS | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 | 50 | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|--|
| SPECIES | -700 | -650 | -600 | -550 | -500 | -450 | -400 | -350 | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | -0 | |
| AUTUMN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nodilittorina exigua</i> | 4 | 8 | 9 | 1 | | 5 | 1 | 3 | 6 | 1 | | | | | | |
| <i>Littorina brevicula</i> | | | | | | | | 8 | 2 | 2 | | | | | | |
| <i>Chthamalus challengeri</i> | | | | | | | | 65 | 2300 | 825 | | | | | | |
| <i>Pollicipes mittela</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| <i>Tetraclita japonica</i> | | | | | | | | | | | | | 14 | | | |
| <i>Septifer virgatus</i> | | | | | | | | | | | | | 36 | | | |
| <i>Acanthochiton unid.</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | 3 | | | | |
| <i>Saxostrea echinata</i> | | | | | | | | | | | | | 6 | | | |
| WINTER | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nodilittorina exigua</i> | | | 4 | 4 | 14 | 19 | 36 | 2 | | | | | | | | |
| <i>Littorina brevicula</i> | | | | | | | 1 | 3 | 26 | 58 | 2 | | | | | |
| <i>Heminerita japonica</i> | | | | | | | | 6 | 2 | | | | | | | |
| <i>Chthamalus challengeri</i> | | | | | | | 173 | 148 | 480 | 448 | | | | | | |
| <i>Pollicipes mittela</i> | | | | | | 20 | | 2 | 4 | | | | | | | |
| <i>Tetraclita japonica</i> | | | | | | | | | 3 | 15 | 8 | 26 | 61 | | | |
| <i>Septifer virgatus</i> | | | | | | | | 10 | 102 | 145 | 276 | 23 | | | | |
| <i>Acanthochiton unid.</i> | | | | | | | | | 5 | 13 | 22 | 18 | 8 | | | |
| <i>Purpura clavigera</i> | | | | | | | | | 3 | 4 | 12 | | | 9 | | |
| <i>Patella stellaeformis</i> | | | | | | | | 1 | 1 | 11 | 6 | 3 | 8 | | | |
| <i>Sulphuridae unid.</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Anthopleura japonica</i> | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>Actinia aquinia</i> | | | | | | | | | | | 1 | 3 | 2 | 9 | | |

The occurrences are represented by the number of individuals in 50x50cm quadrat.

Table 3-24. The dominant animal species and their occurrences
at each tidal level of Sochuido located in the
outside of Aenggang Bay

| TIDAL LEVELS | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 | 50 | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|--|
| SPECIES | -700 | -650 | -600 | -550 | -500 | -450 | -400 | -350 | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | -0 | |
| AUTUMN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nodilittorina exigua</i> | 6 | 0 | 1 | 1 | 17 | 11 | 14 | 2 | | | | | | | | |
| <i>Littorina brevicula</i> | | | | | | | | | 9 | 1 | | | | | | |
| <i>Heminerita japonica</i> | | | | | | | | | 4 | | | | | | | |
| <i>Chthamalus challengeri</i> | | | | | | 114 | 205 | 157 | 9 | 42 | | | | | | |
| <i>Pollicipes mittela</i> | | | | | | | 2 | 1 | | 12 | 2 | | | | | |
| <i>Tetraclita japonica</i> | | | | | | | | | | 21 | 8 | 13 | 59 | | | |
| <i>Septifer virgatus</i> | | | | | | | | | | 62 | 21 | 17 | 320 | | | |
| <i>Acanthochiton</i> unid. | | | | | | | | | | 13 | 7 | 7 | 11 | | | |
| <i>Purpura clavigera</i> | | | | | | | | | | 14 | 15 | 6 | 4 | | | |
| <i>Patella stellaeformis</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Saxostrea echinata</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Collisella dorsuosa</i> | | | | | | | | | 1 | 4 | 3 | 3 | | | | |
| <i>Sulphuridae</i> unid. | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| <i>Anthopleura japonica</i> | | | | | | | | | | 10 | 3 | | 1 | | | |
| <i>Actinia aquinia</i> | | | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 4 | | | |
| <i>Halichondris japonica</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| WINTER | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nodilittorina exigua</i> | 6 | | 1 | 2 | 22 | | 7 | 2 | | | | | | | | |
| <i>Littorina brevicula</i> | | | | | 10 | 27 | 6 | 1 | 10 | | | | | | | |
| <i>Heminerita japonica</i> | | | | | | 7 | | | | | | | | | | |
| <i>Chthamalus challengeri</i> | | | | | 24 | 497 | 17 | 151 | 187 | 3 | | | | | | |
| <i>Pollicipes mittela</i> | | | | | | 2 | | 1 | 2 | 1 | | | | | | |
| <i>Tetraclita japonica</i> | | | | | | | | | | 9 | 27 | 111 | 9 | | | |
| <i>Septifer virgatus</i> | | | | | | | | | | 6 | 60 | 138 | 1 | | | |
| <i>Acanthochiton</i> unid. | | | | | | | | | | 2 | 4 | 4 | 1 | | | |
| <i>Purpura clavigera</i> | | | | | | | | | | | 6 | 4 | | | | |
| <i>Patella stellaeformis</i> | | | | | | | | | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | | | |
| <i>Saxostrea echinata</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Sulphuridae</i> unid. | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | |
| <i>Anthopleura japonica</i> | | | | | | | | | | 27 | 14 | | | | | |
| <i>Actinia aquinia</i> | | | | | | | | | | 1 | 3 | | 1 | | | |
| <i>Halichondris japonica</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |

The occurrences are represented by the number of individuals in 50x50cm quadrat.

때문에 틈이나 굴곡에 서식하는 좁쌀무늬총알고둥이나 총알고둥의 서식량도 상대적으로 적게 나타났다. 하부지역의 경우도 심한 공간경쟁을 보이고 있지 않으며, 굽은격판담치나, 석회조류, 해변해면류등이 국부적으로 독립적인 분포대를 형성하였다. 노도의 경우 급한 경사와 암반에 굴곡이 매우 심하게 나타나고 있으므로, 조간대 최상부 700cm 지점으로 부터 좁쌀무늬총알고둥이 서식하기 시작하였다. 하지만 이러한 암반의 특성으로 인해 조무래기따개비의 경우 350cm 지점에서 밀생하며, 분포대는 형제섬보다 적게 나타났다. 조간대하부에서는 심한 공간경쟁을 보였다. 굽은격판담치가 넓은 분포대를 보이며, 겨울철에는 이들이 서식하는 공간 위에 김(*Porphyra* sp.)이 다량 착저하여 서식하고 있었다. 수직형 암반구조로 인해 틈사이에는 거북손이 나타나며, 그늘지고 파도의 영향이 비교적 약한 지역에서는 공간경쟁이 적은 지역에는 검은큰따개비가 서식하였다. 소취도의 경우 외해로 노출된 형태와 굴곡이 심한 암반구조, 조간대 상부에 형성된 급경사와 250cm 지점에 형성된 폭 10m 정도의 수평한 테라스구조로 인해 두지역과는 다른 생물 분포상을 나타냈다. 조간대 상부에서는 750cm 지점부터 좁쌀무늬총알고둥이 서식하였으며, 400cm 지점에 약 100cm 깊이의 틈이 형성되어 있으며, 이러한 틈의 영향으로 조무래기 따개비의 경우 지속적인 분포대를 나타내지 않았다. 또한 테라스구조에서도 상부지역에서만 약간의 조무래기따개비가 나타났으며, 조사지역 중에 분포량이 가장 빈약한 것으로 나타났다. 하지만, 총알고둥(*Littolina brevicula*)이 현저하게 많은 개체가 서식하였으며, 출현한 개체수의 경우도 평균각장이 1cm정도로 다른지역에서 볼 수 없는 큰 개체들로 구성되었다. 총알고둥의 경우 조무래기따개비와 유사한 분포대를 구성하지만 먹이 습득방법이 암반에 얇게 덮은 유기물질을 긁어 먹는 형태의 먹이섭취 방법을 취하기 때문에 조무래기따개비가 많은 양이 분포하는 경우 고른 기질을 가진 지역보다는 먹이 공급이 원활하지 않다. 하지만 이동이 원활하기 때문에 크기에 따른 수직구배가 형성되는 종으로 알려져 있다.

소취도의 경우 조무래기따개비의 분포가 빈약하고, 이외에 다른 생물이 우점하지 않으며, 암반구조가 평탄한 형태이기 때문에 총알고둥이 먹이를 습득하는데 용이한 환경조건을 가지고 있어서 상대적으로 큰 개체들로 구성되어 있는 것으로 보인다.

테라스 구조에는 많은 조수웅덩이(tide pool)가 형성되어 있어 내부에는 조하대에서 나타나는 분지성게류(*Temnopleurus* sp.)와 해변해면류, 석회조류, 석회관갯지렁이등이 다량 출현하였다. 즉, 조수웅덩이가 형성됨으로 인해 간출시에도 항상 수분이 형성되어 있으므로 일반적인 수직분포보다는 상이한 분포패턴을 나타냈다.

조간대 하부지역인 200cm 이하는 다시 경사를 이루며, 계단형 층구조를 나타냈다. 이러한 암반구조로 인해 분포대를 이루는 생물이 층에 따라 나타나는 모양을 이루며, 상층부에는 다른 지역과 다르게 검은큰따개비가 다량서식하였으며, 중층부에는 굽은격판담치, 하층부에는 석회조류와 석회관갯지렁이가 분포대를 형성하였다.

소취도의 경우 가을철과 겨울철에 조사한 조위가 유사하여 계절적인 비교가 가능하였다. 개체수에서는 약간 차이를 보였지만 피도에서는 유사한 형태를 나타냈다. 이것으로 유추해 보면 가을과 겨울철에는 생물상에 변화가 거의 나타나지 않은것으로 보인다. 다만, 겨울철에 주로 성장하는 해조류가 번성하여, 착저된 고착생물의 윗부분을 덮고있는 모습을 취한다. 실제로, 조간대지역에 서식하는 생물의 가입시기는 주로 여름철과 가을철이며, 가입에 의한 분포상의 변화를 보려면 계절적인 조사가 수반되어야 한다. 현재로는 내만과 외만의 상대적인 종조성 만을 비교할 수 있다. 앵강만의 경우 조간대 지역에서는 암반의 구조와 파도 등 물리적인 요인이 생물의 수직분포를 좌우하는 것으로 보이며, 지역에 따른 생물상의 현격한 차이는 나타나지 않았다.

나) 조하대

조하대 경성저질의 경우 상부 조하대에서는 하부조간대와 연속적인 생물분포대를 형성하면서 하부로 갈수록 즉, 수심 2m 이후에는 해조류가 군락을 이룬다. 해조류의 부착조(holdfast)는 암반 뿐 아니라 고착성 동물에도 붙게 되며, 복잡한 이중 구조를 이루며, 암반과 부착생물 사이에는 해수의 유동에 따라 부유물질들이 쌓이고, 크기가 작은 생물들이 서식하게 된다. 해조류 서식에 따른 1차소비자에 해당하는 저서생물이 서식하게 되고, 이들 주위에 숨어사는 작은 생물들과 고착성 생물들이 서식하므로, 매우 다양한 생물상을 나타낸다. 하지만 수심이 깊어질수록 서식하는 생물상은 매우 단순해지며, 대형생물이나 군락을 형성하는 생물들이 주로 서식한다.

앵강만의 경우 상부 조하대에서는 매우 다양하고 많은 생물이 서식하는 것으로 나타났다. 출현한 대부분의 생물이 이 지역에서 출현하여 가장 높은 다양도를 나타냈다(Table 3-25).

형제섬에서는 조하대 지역이 수심 약 7m 정도로 구성되어 있으며, 암반이 급경사를 이루었고, 저층에는 펠로 이루어져 있다. 상층부에는 따개비류(*Balanus* sp.)와 굴(*Crassostea* cf. *nipponica*)등이 고착생물로 나타났으며, 해조류의 번식으로 인해 부착조에 서식하는 다모류(Polychaeta)인 *Eunice antennata*와 단각류인 *Jassa falcata*, 성구동물인 상어껍질벌레(*Phascolosoma scolops*)등이 출현하였다. 이 지역은 어민들의 양식장으로 최근에 육상에서 대형 암반을 운반해 와서 투석한 지역으로 이로 인해 섬에서 이어지는 암반의 수직적 분포를 관찰하기 어려웠다. 새로 투입된 기질은 매끈하고 틈이 없어서 피복성동물들이 주로 서식하는 환경을 나타냈다.

암반의 위치에 따라 서식하는 생물이 다르게 나타났는데, 아직까지 해조류의 가입은 매우 미비하였고, 태형동물, 해면동물이 국부적으로 군체를 형성하였으며, 상부지역에는 굴 유생이 일부 착저되어 있는 것으로 나타났다. 수심 4m 이후 에서는 생물상이 매우 빈약하여 별불가사리(*Asterina pectinifera*)와 아무르불가사리(*Astrerias amurensis*) 등이 출현하였다. 또한

Table 3-25. The list of species occurred in three sampling sites

| SPECIES | AREA | | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|--------------------------------|------|----|------------|----|------|----|----------|----|
| | IT | ST | IT | ST | IT | ST | IT | ST |
| Porifera | | | | | | | | |
| <i>Halichondria japonica</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Cliona</i> sp. | | * | | | | | | * |
| <i>Halichondria panicea</i> | | | | | | | | * |
| <i>Anchioe purpurea</i> | | | | | | | | * |
| Sponge unid. 1 | | * | | | | | | |
| Sponge unid. 2 | | | | | | | | * |
| Sponge unid. 3 | | | | | | | | * |
| Cnidaria | | | | | | | | |
| <i>Anthopleura japonica</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Actinia aquina</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Solandaria misakinansis</i> | | | | | | | | * |
| Cnidaria unid. | | | | | | | | * |
| <i>Acabaria formosa</i> | | * | | | * | | | * |
| Platyhelminthes | | | | | | | | |
| Turbellaria unid. | | * | | | * | | | * |
| Nemertina | | | | | | | | |
| <i>Lineus</i> sp. | | * | | | * | | | * |
| Nemertina unid. 1 | | | | | * | | | * |
| Nemertina unid. 2 | | | | | | | | * |
| Bryozoa | | | | | | | | |
| Bryozoa unid. 1 | | * | | | * | | | * |
| Bryozoa unid. 2 | | | | | * | | | * |
| Sipunculida | | | | | | | | |
| <i>Phascolosoma scolops</i> | | * | | | * | | | * |
| Sipunculida unid. 1 | | * | | | * | | | * |
| Mollusca | | | | | | | | |
| Ischnochitonidae unid. | * | | | | * | | * | |

Table 3-25 Continued

| SPECIES | AREA | | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|---|------|----|------------|----|------|----|----------|----|
| | IT | ST | IT | ST | IT | ST | IT | ST |
| Chitonidae unid. | * | | | | * | | * | |
| <i>Cryptoplax cf. japonica</i> | | | | | | | * | |
| <i>Haliotis diversicolor</i> | | | | | | | | * |
| <i>Emarginula sp.</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Acmaea pallida</i> | | | | | * | | * | |
| <i>Lottia dorsuosa</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Lottia horoldi</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Tectura concinna</i> | | | | | * | | * | |
| <i>Patelloida saccharina laux</i> | | | | | | | * | |
| <i>Patelloida cf. pygmaea</i> | | | | | * | | * | |
| <i>Cellana nigrolineata</i> | * | | | | * | | | |
| <i>Cellana toreuma</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Monodonta australis</i> | | | | | * | | | |
| <i>Cantharides hirasei</i> | | | | | * | | * | |
| <i>Cantharides cf. japonica</i> | | | | | | * | | * |
| <i>Batillus cornutus</i> | | | | * | | | | |
| <i>Omphalis pfeifferi carpenteri</i> | | | | | | * | | * |
| <i>Omphalius rusticus</i> | | | | | | * | | * |
| <i>Tristichotrochus unicus</i> | | | | | | | | * |
| <i>Astraliium haematragum</i> | | | | * | | * | | * |
| <i>Eufenella rufoeincta</i> | | | | * | | * | | * |
| Calyptraeidae unid. | | | | * | | * | | * |
| Muricidae unid. | | | | * | | | | |
| <i>Purpura bronni</i> | * | | | | * | | * | |
| <i>Purpura clavigera</i> | * | * | | | * | * | * | * |
| <i>Kelletia lischkei</i> | | | | | | | | * |
| Buccinidae unid. | | | | | | * | | * |
| <i>Aplysia kurodai</i> | | | | * | | | | |
| Mytillidae unid. | | | | * | | | | |
| <i>Mytilus corsucus</i> | | | | | | | | * |
| <i>Mytilus edulis galloprovincialis</i> | | | | | | * | | * |
| <i>Septifer virgata</i> | | | | * | | * | | * |
| <i>Modiolus sp.</i> | | | | * | | | | |
| <i>Lithophaga curta</i> | | | | | | | | * |
| <i>Ostrea denselamelosa</i> | | | | | | * | | * |

Table 3-25 Continued

| SPECIES | AREA | | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|----------------------------------|------|----|------------|----|------|----|----------|----|
| | IT | ST | IT | ST | IT | ST | IT | ST |
| <i>Crassostrea cf. nipponica</i> | | * | | | * | | | * |
| <i>Anomia chinensis</i> | | | | | | | | * |
| <i>Cardita leana</i> | | | | | | | | * |
| <i>Claudiconcha japonica</i> | | | | | * | | | * |
| Myidae unid. | | | | | * | | | * |
| Hiatellidae unid. | | | | | * | | | * |
| Annelid | | | | | | | | |
| <i>Harmothoe</i> sp. | | | | | | | | * |
| Syllidae unid. | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Nereidae unid. | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Eunice antennata</i> | * | * | | | * | | | * |
| <i>Eteone</i> sp. | | * | | | * | | | * |
| <i>Lepidontus</i> sp. | | | | | * | | * | * |
| <i>Lysidice collaris</i> | | | | | | | | * |
| <i>Potamo</i> sp. | | | | | | | | * |
| <i>Arabella iricolor</i> | * | | * | * | * | * | * | * |
| <i>Cirriiformis tentest</i> | * | | | | | | | * |
| <i>Cirratulus cinatus</i> | | | | | | | | * |
| <i>Euzonus</i> sp. | | * | | | | | | * |
| Terebellidae unid. | | * | | | * | | | |
| Crysopetalidae unid. | | * | | | | | | |
| <i>Hydroides ezoensis</i> | | | | | * | | | * |
| Orbiniidae unid. | | | | | * | | | |
| Phyllodocidae unid. | | | | | * | * | | * |
| Cirratulidae unid. | | | | | * | | | |
| <i>Spirobranchus</i> sp. | | * | | | | | | |
| <i>Polydora</i> sp. | | * | | | * | | | * |
| Lumbrineridae unid. | | | | | * | | | * |
| Sabellidae unid. | | * | | | | | | |
| Arthropoda | | | | | | | | |
| <i>Pugettia quadridens</i> | | * | | | * | | | * |
| <i>Caprella</i> sp. | | * | | | * | | | * |
| <i>Podocerus</i> sp. | | * | | | * | | | * |
| <i>Gammaropsis japonicus</i> | | | | | * | | | |

Table 3-25 Continued

| SPECIES | AREA | | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|-------------------------------|------|----|------------|----|------|----|----------|----|
| | IT | ST | IT | ST | IT | ST | IT | ST |
| <i>Pachycheles stevensii</i> | | * | * | * | | | | * |
| <i>Pisidia serratifrons</i> | | * | * | * | | | | * |
| <i>Galathea orientalis</i> | | * | | * | | | | * |
| <i>Pilumnus</i> sp. | | * | | * | | | | * |
| <i>Cancer gibbosulus</i> | | | | * | | | | * |
| Xanthidae unid. | | | | * | | | | * |
| <i>Hemigrapsus sanguineus</i> | * | * | | | | | | |
| <i>Amphitoe</i> sp. | * | * | * | * | | | * | * |
| <i>Pilumnopeus</i> sp. | | | | * | | | | |
| <i>Anatanaïs normani</i> | | * | | * | | | | |
| Paguridae unid. | | | | * | | | | * |
| <i>Leptodius exaratus</i> | | | | * | | | | * |
| <i>Actaea savingnyi</i> | | | | * | | | | * |
| <i>Alpheus bisincisus</i> | | * | | * | | | | * |
| <i>Petalomera</i> sp. | | | | * | | | | * |
| <i>Pachygrapsus crassipes</i> | | | | | | | * | |
| <i>Pollicipes mitella</i> | | | | | | * | * | |
| <i>Pinnothrers sinensis</i> | | | | | | | | * |
| <i>Tetraclita squamosa</i> | * | | * | | | | | |
| <i>Idotea</i> sp. | | | | | | | | * |
| <i>Maera</i> sp. | | * | | * | | | | * |
| <i>Jassa falcata</i> | | * | | * | | | | * |
| <i>Gammaropsis</i> sp. | | * | | * | | | | * |
| <i>Heptacarpus</i> sp. | | | | | | | | * |
| <i>Paranthura</i> sp. | | * | | | | | | |
| <i>Erictonius pugnax</i> | | * | | * | | * | * | * |
| Gammaridae unid. | | * | | * | | * | * | * |
| <i>Cirolana</i> sp. | * | | | * | | * | * | * |
| Sphaeromidae unid. | | | | * | | * | | * |
| <i>Corophium</i> sp. | | * | | * | | * | | * |
| <i>Photis longicaudata</i> | | * | | * | | * | | * |
| <i>Leucotoe nagatai</i> | | | | | | | | * |
| <i>Dynoides dentisinus</i> | * | | | | | | * | |
| <i>Hyale punctata</i> | * | | | * | | * | * | * |
| <i>Asellus</i> sp. | | * | | * | | * | | |
| Aoridae unid. | | * | | * | | * | | |

Table 3-25 Continued

| SPECIES | AREA | | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|--|------|----|------------|----|------|----|----------|----|
| | IT | ST | IT | ST | IT | ST | IT | ST |
| <i>Hyale rubra</i> | | * | | | * | | * | * |
| <i>Paradexamine barnardi</i> | | | | | | | | * |
| <i>Byblis japonica</i> | | | | | * | | | |
| <i>Ampelisca</i> sp. | | | | | | | | * |
| Lysianassidae unid. | | | | | | | | * |
| <i>Palinnotus holmesi</i> | | * | | | | | | * |
| <i>Stenothoe valida</i> | | | | | | | * | * |
| Ostracoda unid. | | * | | | | | | |
| <i>Hyale</i> sp. | | | | | | | * | |
| <i>Janilopsis</i> sp. | | | | | | | * | |
| Dexaminidae unid. | | | | | | | | * |
| <i>Tetraclina squamosa japonica</i> | | | | | | | * | |
| <i>Balanus</i> sp. | | | | | * | | | |
| Echinodermata | | | | | | | | |
| <i>Comanthus japonica</i> | | * | | | | | | * |
| <i>Asterina pectinifera</i> | | * | | | * | | | * |
| <i>Henricia nipponica</i> | | * | | | | | | * |
| <i>Asterias amurensis</i> | | * | | | * | | | * |
| Asteroidea unid. 1 | | | | | | | | * |
| Temnopleuridae unid. | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Microscyphus olivacea</i> | | * | | | * | | | * |
| <i>Anthocidaria mathaei</i> | | | | | * | | | * |
| <i>Echinometra mathaei</i> | | | | | | | | * |
| <i>Amphioplus megapomus</i> | | | | | * | | | |
| <i>Ophiarachnella gorgonia</i> | | * | | | * | | | |
| <i>Ophiactis</i> sp. | | | | | | | | * |
| <i>Stichopus japonicus</i> | | * | | | * | | | * |
| Chordata | | | | | | | | |
| <i>Styela clava</i> | | * | | | * | | | * |
| Pyuridae unid. | | | | | * | | | * |
| <i>Halocynthia roretzi</i> | | * | | | * | | | * |
| <i>Halocynthia hilgendorfi igaboja</i> | | * | | | * | | | * |

(IT: Intertidal zone, ST: Subtidal zone)

최근에 가입된 크기가 작은 멩게류 (*Halocynthia roretzi*, *Halocynthia igaboja*) 등이 서식하였으며, 미더덕(*Styela clava*)등도 노출된 암반에 부착되었다. 수심이 낮고, 바닥이 펄로 구성되어 암반에 얇게 펄이 코팅되어 있어서 다른 이동성 고착생물이 서식하기에는 어려운 조건을 나타내고 있다. 그러나 이러한 조건에서 서식하는 퇴적물 식자인 해삼(*Stichopus japonicus*)이 암반이나 바닥에 다량서식하고 있으며, 암반 틈사이에서는 소라(*Batillus cornutus*)가 서식하는 것으로 나타났다(Fig. 3-24). 이 지역은 어민들에 의해 1994년 가을에 전복 치패가 투하된 양식장이지만 조사된 자료 의하면 전복은 전혀 나타나지 않았다. 전복의 양성을 위해 투하한 암석에는 펄이 얇게 덮여있으며, 전복이 서식할 만한 틈이 없는 구조를 가졌다. 전복의 경우 해조류나 암반에 얇게 깔린 미세조류를 먹고 사는데, 기질에는 아직 해조류가 착저하지 않고 있으며, 특히, 이 지역은 다른 지역에 비해 해조류가 서식하는 부분이 매우 적은 지역이다. 그러므로 전복 양성을 위해서는 우선 암반에 해조류가 착저를 시작해야 하며, 유기물질이 점착하고 미세조류가 서식하기위해 썰 등의 물질이 쌓이지 않는 것이 좋다.

노도는 수심이 약 9m 정도이며, 조간대에 비해 완만한 경사를 띠 이루로 약 4m부근에 계단형 구조를 보인다. 저층은 둥근 자갈로 구성되어 있고, 암반과 저층에는 모두 얇게 펄로 코팅되어 있다. 상부지역에는 다양한 해조류가 서식하고, 기저부에는 굴등이 붙어 있으며, 기저부와 고착생물사이에 펄이 쌓여 있어서 다모류, 성구동물등이 출현하였다. 하지만 형제섬에 비해 미역 등 대형갈조류가 서식하여, 이를 섭식하는 밤고둥(Buccinidae)등이 서식하였으며, 태형동물 등이 군락을 형성하였다. 하지만 4m부근에 형성된 계단형 구조가 수직분포를 구분하는 역할을 하여 이하지역에서는 일부 홍조류가 출현하였을 뿐 해조류가 격감하였으며, 히드로충류(Hydroidea)와 멩게류가 주로 서식하였다(Fig. 3-25). 멩게는 형제섬보다는 개체가 매우 크고 분포량도 높게 나타났다. 생물분포 구조는 형제섬과 유사하게 나타났다.

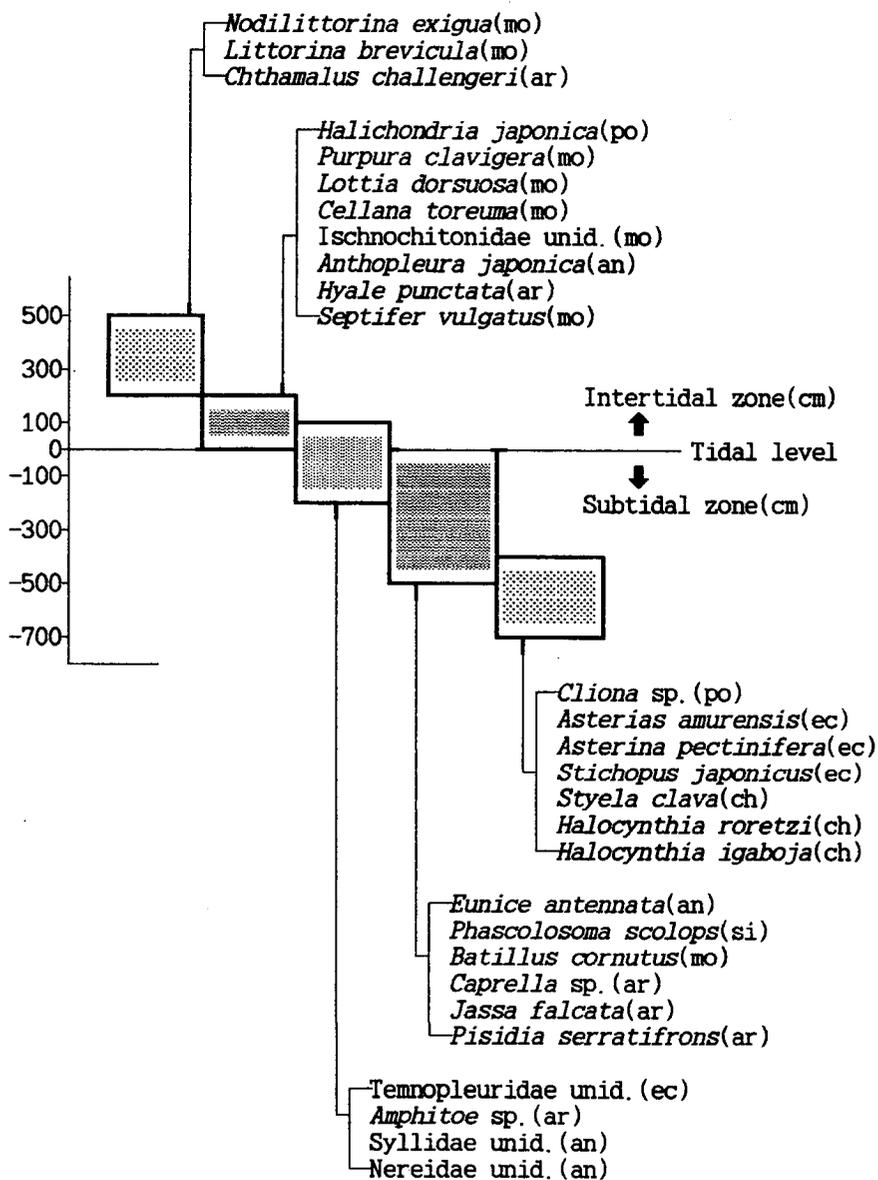


Fig. 3-24. Schematic representation of vertical zonation in Hyungjesum

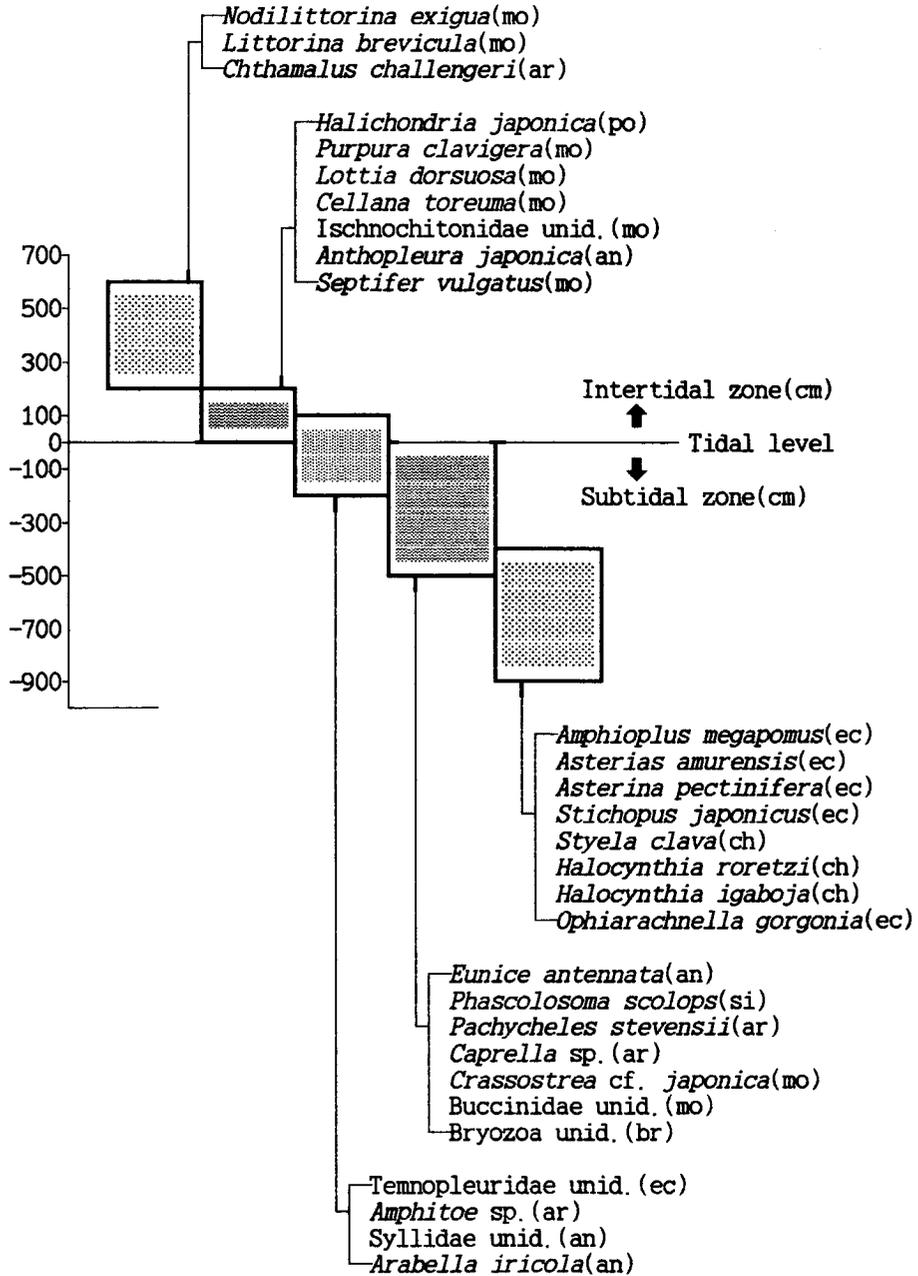


Fig. 3-25. Schematic representation of vertical zonation in Nodo.

암반에 해삼이 대량으로 서식하고 있으며, 저층의 자갈 밑부분에는 뱀거미불가사리(*Ophiachella gorgonia*)가 출현하였으며, 암반에는 별불가사리와 아무르불가사리가 나타났다. 특이할 사항으로는 수심 약 9m 부근에 중심반(disk plate)이 약 0.5cm 정도인 *Amphioplus megapomus* 가 분포대를 형성하며 밀생하였다. 이 지역에는 다른 생물이 거의 서식하지 않으며, 기질에 두텁게 펄이 덮여있고, 드문드문 해삼만이 서식하고 있다. 이 두 종은 표층의 퇴적물을 걸러먹는 퇴적물식자이기 때문에 이 지역에서 서식하기 용이한 조건을 지니고 있다. 하지만 *A. megapomus*의 분포대는 약 1m정도이며, 저층에서는 전혀 나타나지 않았다. 이러한 분포대의 범위와 변화과정에 대해서는 좀 더 시간을 두고 조사되어야 할 것이다.

소취도는 수심이 약 13m 정도이며, 조하대 상부지역에는 완만한 경사를 보이다가 수심 약 5m 부터 급경사를 이룬다. 조하대 상부지역은 간조선과 유사한 생물상을 보였으며, 수심 약 2m지점까지는 굴과 석회조류, 태형동물등 부착성 생물이 심한 공간 경쟁을 하면서 미역, 감태 등의 대형갈조류등이 붙어있다. 복잡한 생물상으로 인해 다양한 생물이 서식하고 있으며, 앵강만 주변 지역에서 출현한 생물의 대부분이 이 지역에서 출현하였다. 3m지점에서는 모자반이 기저부를 두고 길게 서식하고 있어서 암반에 붙어 서식하는 생물은 점점 감소하기 시작하였다. 이들 모자반의 분포대는 약 50cm정도를 유지하다가 하부지역에 경사가 급해지면서 멍게류와 히드라충류가 서식하고, 드물게 별불가사리가 출현하였다. 이 지역도 암반에는 펄이 덮여있으며, 하부지역도 암반으로 구성되고, 펄로 덮여있다. 수심 10m이하 지역은 멍게가 높은 밀도를 나타냈으며, 저층에는 해삼이 주로 서식하였다(Fig. 3-26).

조하대 암반 생물상은 수심 2m까지의 생물분포대에서 차이를 보였으며, 그 이하지역에서는 모두 유사한 생물상을 나타냈다. 암반에 펄이 덮여 있어 암반을 기어다니며, 해조류를 섭식하는 유용 복족류는 거의 나타나지

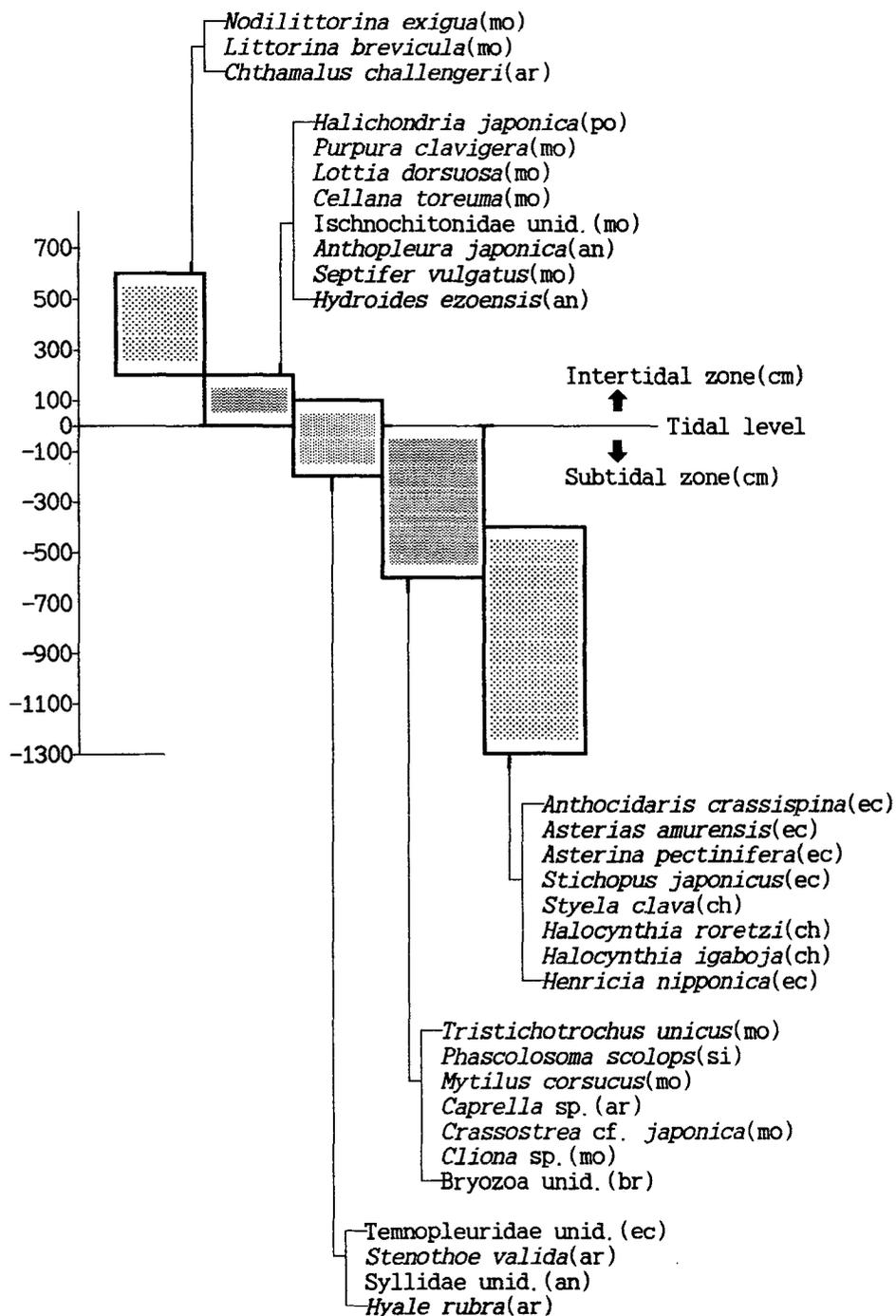


Fig. 3-26. Schematic representation of vertical zonation in Sochuido.

않았으며, 해수 중에서 먹이를 구하는 懸濁物 食者가 우점하였다. 유용 수산물로는 해삼과 명게를 들 수 있으며, 이 지역에서 공동 양식장으로 허가된 전복류의 경우 오히려 서식조건이 원활하지 않은 것으로 보여진다. 이는 암반의 경사가 심하고, 이들이 서식할 수 있는 틈이 거의 없는 평탄한 기질로 이루어져 있으며, 펄로 덮여있어 부착하기 원활하지 않은 조건을 지니고 있다. 하지만 명게의 경우 기질만 충분히 확보된다면 많은 양을 확보할 수 있을 것으로 보여진다.

타. 암반지역의 해조류

1) 분류군별 출현종수

본 조사를 통해 채집·동정된 해조류는 녹조류 4종, 갈조류 27종, 홍조류 63종을 포함한 총 94종이었다(Table 3-26). 지점별로는 앵강만 입구에 위치한 노도에서 가을과 겨울철 출현 종 수가 각각 51종 및 64종으로 가장 많았고, 반면 앵강만 내측에 위치한 형제섬에서 각각 35종과 45종으로 가장 적었다. 계절별로는 가을철보다는 겨울철에 군집의 구성종이 크게 증가하는 경향을 보였고, 특히 겨울철 홍조류의 구성비가 전 조사지점에서 크게 증가하였다(Table 3-27). 한편, 군집의 구성종을 형태적인 분류군(Littler and Littler, 1982)으로 구분하여 각 분류군별 구성비를 살펴보면, 모든 조사지에서 직립분기형(coarsely branched)의 구성비가 가장 높았고, 특히 봄철에 35% 수준 또는 그 이상이였다. 봄철 막상형(thin tubular and sheetlike)과 사상형(delicately branched)을 합친 구성비는 전 조사지에서 31% 이하였으며, 다육질형(thick blades and branched)의 구성비는 노도에서 20%에 가까웠고, 소취도와 형제섬에서는 각각 17.8%와 14.3%였다. 일반적으로 막상형과 사상형은 군집의 천이초기에 우점하는 종으로 알려져 있고, 반면 다육질형은 안정된 군집에서 우점하는 구성종이다. 따라서 앞서 나타난 각 조사지의 형태적 분류군의 구성비를 토대로 볼 때, 군집의 안정도는 노도 -

Table 3-26. The list of algal species occurred at three investigated localities in the Aenggang Bay

| | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|--------------------------------------|------------|------|------|------|----------|------|
| | Aut. | Win. | Aut. | Win. | Aut. | Win. |
| CHLOROPHYTA | | | | | | |
| <i>Enteromorpha compressa</i> | + | + | | | + | |
| <i>Ulva pertusa</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Cladophora pusilla</i> | | + | | | | |
| <i>C. sp.</i> | | | | | + | + |
| PHAEOPHYTA | | | | | | |
| <i>Giffordia mitchellae</i> | + | + | + | + | + | |
| <i>Ralfsia verrucosa</i> | | | + | | + | + |
| <i>Leathesia difformis</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Petrospongium rugosum</i> | | | + | + | | |
| <i>Ishige okamurae</i> | | | + | + | + | + |
| <i>Colpomena bulbosa</i> | | | | + | | |
| <i>C. sinuosa</i> | + | + | + | + | + | |
| <i>Petalonia fascia</i> | + | | | | | + |
| <i>Scysosiphon lomentaria</i> | | + | | | | + |
| <i>Myelophycus simplex</i> | + | + | | | + | |
| <i>Sphacelaria yamadae</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | + | + | + | | + |
| <i>Ecklonia cava</i> | | | + | + | + | + |
| <i>E. kurome</i> | | | | + | | |
| <i>Dictyopteria divaricata</i> | | | + | + | | |
| <i>D. latiuscula</i> | | | | | + | + |
| <i>Dictyota dichotoma</i> | + | | + | + | + | + |
| <i>Dilophus okamurae</i> | | | + | + | | |
| <i>Pachydictyon coriaceum</i> | | | | | | + |
| <i>Padina arborescens</i> | | | + | + | | |
| <i>Myagropsis myagroides</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Hizikia fusiformis</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Sargassum horneri</i> | | + | | + | | |
| <i>S. micracanthum</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>S. piluliferum</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>S. sagamianum</i> | | | + | + | + | + |
| <i>S. thunbergii</i> | + | + | + | + | + | + |
| RHODOPHYTA | | | | | | |
| <i>Erythrotrichia carnea</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Auduinella sanctae-thomae</i> | | | | | | + |
| <i>Porphyra suborbiculata</i> | | + | | + | | + |
| <i>Gelidium amansii</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Pterocladia capillacea</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Hildenbrandtia dawsonii</i> | + | | | | + | + |
| <i>H. rubra</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Heteroderma sargassi</i> | | | + | + | | |
| <i>Lithophyllum okamurae</i> | + | + | + | | | |
| <i>Lithothamnion cystocarpiodeum</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>L. simulans</i> | | | + | + | | |
| <i>Amphiroa ephedraea</i> | | + | + | + | + | + |
| <i>A. misakiensis</i> | | | + | + | | |
| <i>A. pusilla</i> | + | + | | | | |

Table 3-26 Continued

| | Hyungjesum | | Nodo | | Sochuido | |
|--|------------|------|------|------|----------|------|
| | Aut. | Win. | Aut. | Win. | Aut. | Win. |
| <i>A. zonata</i> | | | | + | | |
| <i>A. sp.</i> | | | | | | + |
| <i>Corallina pilulifera</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Jania adhaerens</i> | | | + | + | + | + |
| <i>Marginisporum aberrans</i> | + | + | + | | | |
| <i>Carpopeltis affinis</i> | | + | | | | |
| <i>Gralteloupia imbricata</i> | | | | | + | + |
| <i>G. prolongata</i> | | | | | + | + |
| <i>Gloiopeltis complanata</i> | | + | | | | |
| <i>Callophyllis sp.</i> | | | + | + | | |
| <i>Crouiella japonica</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Cauracanthus okamuræ</i> | | + | | | | |
| <i>Plocamium telfairiae</i> | + | | + | + | + | + |
| <i>Hypnea japonica</i> | | | | + | | |
| <i>Gracilaria textorii</i> | | | + | + | + | + |
| <i>Gymnogongrus flabelliformis</i> | | | | | + | + |
| <i>Gigartina intermedia</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>G. teniella</i> | + | | + | + | + | + |
| <i>Rhodoglossum sp.</i> | | | | | | + |
| <i>Rhodymenia intricata</i> | | | | | | + |
| <i>Lomentaria lubrica</i> | | + | | + | | + |
| <i>Champia parvula</i> | | + | + | + | + | + |
| <i>Anotrichium furcellatum</i> | | | | | | + |
| <i>Antithamnion nipponicum</i> | | | | + | | |
| <i>Callithamnion callophyllidicola</i> | | + | | | | |
| <i>Campylaeophora crassa</i> | + | + | + | + | | + |
| <i>Centroceras clavuratum</i> | | + | | | | |
| <i>Ceramium tenerrimum</i> | | | | + | | |
| <i>Crouania attenuata</i> | | | | | | + |
| <i>Herpochondria dentata</i> | | | | + | | + |
| <i>H. elegans</i> | | | | + | | + |
| <i>Platythamnion yezoense</i> | | + | | + | | + |
| <i>Acrosorium flabellatum</i> | | | + | + | + | + |
| <i>A. polyneurum</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>A. uncinatum</i> | | | + | + | | |
| <i>Erythroglossum minimum</i> | | | | | | + |
| <i>E. pinnatum</i> | | | | + | | |
| <i>Dasya sp.</i> | | | | + | | |
| <i>Heterosiphonia pulchra</i> | | | + | + | | |
| <i>Chondria crassicaulis</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>Laurencia intermedia</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>L. pinnata</i> | + | + | + | + | | |
| <i>L. venusta</i> | | | | + | | |
| <i>Polysiphonia japonica</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>P. morrowii</i> | | + | | + | | + |
| <i>P. subtilissima</i> | | | | | + | + |
| <i>P. yendoi</i> | | | | | | + |
| <i>Symphyclocladia latiuscula</i> | + | + | + | + | + | + |
| <i>S. pennata</i> | | | + | + | + | + |

Table 3-27. Species composition of three algal communities
in three floristic groups

| DIVISION | Hyungjesum | | | Nodo | | | Sochuido | | |
|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Aut | Win | FL* | Aut | Win | FL | Aut | Win | FL |
| CHLOROPHYTA | 2 (5.7) | 3 (6.7) | 1 (1.0) | 1 (2.0) | 1 (1.6) | 0 (-0.4) | 3 (6.7) | 2 (3.3) | -1 (-3.3) |
| PHAEOPHYTA | 12 (34.3) | 13 (28.9) | 1 (-5.4) | 19 (37.3) | 21 (32.8) | 2 (-4.4) | 16 (35.6) | 17 (28.3) | 1 (-7.2) |
| RHODOPHYTA | 21 (60.0) | 29 (64.4) | 8 (4.4) | 31 (60.8) | 42 (65.6) | 11 (4.8) | 26 (57.8) | 41 (68.3) | 15 (10.6) |
| TOTAL | 35 | 45 | 10 | 51 | 64 | 13 | 45 | 60 | 15 |

The numbers in parenthesis is the percentage of each taxonomic group.

*. FL : seasonal fluctuation in species number

Table 3-28. Species composition of three algal communities
in six functional-form groups

| DIVISION | Hyungjesum | | | Nodo | | | Sochuido | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | Aut | Win | FL* | Aut | Win | FL | Aut | Win | FL |
| THIN TUBULAR AND SHEETLIKE | 6 (17.1) | 8 (17.8) | 2 (0.6) | 7 (13.7) | 12 (18.8) | 5 (5.0) | 7 (15.6) | 12 (20.0) | 5 (4.4) |
| DELICATELY BRANCHED | 5 (14.3) | 10 (22.2) | 5 (7.9) | 6 (11.8) | 11 (17.2) | 5 (5.4) | 6 (13.3) | 12 (20.0) | 6 (6.7) |
| COARSELY BRANCHED | 12 (34.3) | 13 (28.9) | 1 (-5.4) | 18 (35.3) | 20 (31.3) | 2 (-4.0) | 18 (40.0) | 19 (31.7) | 1 (-8.3) |
| THICK BLADES AND BRANCHED | 5 (14.3) | 7 (15.6) | 2 (1.3) | 10 (19.6) | 12 (18.8) | 2 (-0.9) | 8 (17.8) | 10 (16.7) | 2 (-1.1) |
| ARTICULATED CALCAREOUS | 3 (8.6) | 4 (8.9) | 1 (0.3) | 5 (9.8) | 5 (7.8) | 0 (-2.0) | 3 (6.7) | 4 (6.7) | 1 (0.0) |
| ENCRUSTING | 4 (11.4) | 3 (6.7) | -1 (-4.8) | 5 (9.8) | 4 (6.3) | -1 (-3.6) | 3 (6.7) | 3 (5.0) | 0 (-1.7) |
| TOTAL | 35 | 45 | 10 | 51 | 64 | 13 | 45 | 60 | 15 |

*. FL : seasonal fluctuation in species number

소취도 - 형제섬의 순으로 높다고 볼 수 있다. 마찬가지로 해양목장화와 연관된 해중림을 구성하는 주요 대형 해조류가 직립분기형이라는 사실을 주목해 볼 때, 앵강만 내측에 위치한 형제섬이나 외측에 위치한 소취도보다는 그 입구에 위치한 노도에서 해중림의 기능적인 활성도가 가장 높다고 보아야 할 것이다. 또한 각 분류군의 계절적 변동을 볼 때, 전 조사지에서 겨울철에 막상형(thin tubular and sheetlike)과 사상형(delicately branched)의 출현종수와 구성비가 크게 증가하였다. 반면 직립분기형(coarsely branched)을 비롯한 기타 분류군에서는 출현 종 수가 변동하지 않거나 또는 약간 증가하였지만, 구성비에서는 상대적으로 줄어드는 특징을 보였다. 이는 군집이 외부의 교란에 의해 군집의 안정도가 낮아졌다기 보다는 군집을 구성하는 각 분류군의 계절적 소장에 의한 것이라 풀이된다. 즉, 생활사가 짧고, 일년중 생육조건에 적합한 한 계절에 일시적으로 출현하는 막상형과 사상형이 동 해역에서 겨울철에 다량으로 가입하므로서 일어난 군집구조의 변화라 보아야 할 것이다(Table 3-28).

2) 수직분포

가) 조간대

조간대의 해조군집의 구조에서 주목해야 할 것은 조석의 주기적인 변동에 따른 층위구조(zonation)의 형성이다. 본 조사에서도 조위의 변화에 따라 군집을 구성하는 주요 우점종이 뚜렷하게 변화하는 것이 관찰되었다. 우선 겨울철 조사시 형제섬에서는 조위 225 cm 수준에서 납작파래(*Enteromorpha compressa*)와 바위수염(*Myerophycus simplex*)이 피도 1% 정도로 소수 출현하였으며, 하부로 이동하면서 조위 200 ~ 50cm 에서 김(*Porphyra* sp.), 모란갈파래(*Ulva conglobata*), 애기우뭇가사리(*Gelidium divaricatum*), 지층이(*Sargassum thunbergii*) 등이 출현하였다. 특히, 김(*Potphyra* sp.)과 지층이(*Sargassum thunbergii*)의 피도가 10% 이상으로 우점하였다. 조간대 최하부 조위 50cm 이하에서도 역시 지층이(*S. thunbergii*)의 출현율은 피도

15% 수준으로 높게 나타났고, 또한 우리나라 남해 연안 해역의 조간대 하부 우점종으로 잘 알려진 애기돌가사리(*Gigartina intermedia*)의 출현율도 피도 15% 이상이었다(Table 3-29).

앵강만 입구에 위치한 노도의 조간대 겨울철 해조군집에서는 조위 270cm 수준에서 김(*Porphyra* sp.)이 출현하기 시작하여 조위 250 ~ 150cm 사이에서 평균 10%의 피도를 보였고, 이 위치의 또 다른 우점종인 지층이(*S. thunbergii*)의 출현율도 피도 10% 이상이었다. 그외 바위수염(*M. simplex*), 모란갈파래(*U. conglobata*)는 피도 1% 이하로 소량으로 출현하였다. 또한 조간대의 중하부인 조위 125cm 수준에서는 툃(*Hizikia fusiformis*)의 피도가 20% 수준이었고, 상부로 이어지는 지층이(*S. thunbergii*)의 출현율도 피도 40% 이상으로 매우 높게 나타났다. 그리고 이 조위대의 다른 구성종으로는 바위두둑(*Leathesia difformis*), 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 바위주름(*Petrospongium rugosum*)이 피도 2% 이내로 서식하였다(Table 3-30).

또한 가을철 소취도의 경우, 부챗살(*Gymnogongrus flabelliformis*)이 조위 270cm 수준에 형성된 조수웅덩이에서 피도 1% 이내로 소수 출현하였다. 작은구슬산호말(*C. pilulifera*), 무절산호조류(Melobesiodeae), 바위주름(*P. rugosum*)은 조위 300 ~ 150cm 사이의 비교적 넓은 조위대에서 피도 1% 이하로 서식하였으며, 애기우뚱가사리(*G. divaricatum*), 비단풀류(*Ceramium* sp.)는 조위 225cm 정도에서 역시 피도 1% 이내로 제한적으로 서식하였다. 사이다가시우무(*Hypnea saidana*)와 싹새기류(*Anfelia* sp.)는 작은구슬산호말(*C. pilulifera*) 등 보다는 좀 더 낮은 조위쪽으로 치우쳐 출현하였는데, 그 서식범위는 조위 250 ~ 150cm였고, 출현량은 피도 1% 이내였다. 남해 연안의 조간대 중부에서 대표적으로 출현하는 툃(*H. fusiformis*)은 이 지역의 가을철에는 3% 이내로 조위 175cm 수준에서 극소수 출현하였다. 반면 겨울철에 조사된 소취도의 조간대 해조군집의 구조는 가을철과는 매우 이질적인 특징을 보였다. 즉, 김(*Porphyra* sp.)이 조위 300 ~ 200cm

Table 3-29. The dominant algal species and their occurrences at each tidal level of Hyungjesum on Aenggang Bay

| TIDAL LEVELS | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 | 50 | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|---|----|
| SPECIES | -700 | -650 | -600 | -550 | -500 | -450 | -400 | -350 | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | -0 | | |
| AUTUMN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Enteromorpha compressa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| WINTER | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Enteromorpha compressa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Myerophycus simplex</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Porphyra</i> sp. | | | | | | | | | | | | | 2 | 18 | | | 1 |
| <i>Ulva conglobata</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 1 |
| <i>Gelidium divaricatum</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 12 | | | 15 |
| <i>Gymnogongrus flabelliformis</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | 1 |
| Melobesiodeae | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| <i>Systosiphon lomentaria</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gigartina intermedia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 |
| <i>Chondria crassicaulis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Leathesia difformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

The occurrences are represented by the coverage(%) in 50x50cm quadrat.

Table 3-30. The dominant algal species and their occurrences at each tidal level of Nodo located in the entrance of Aenggang Bay

| TIDAL LEVELS | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 | 50 | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|--|----|
| SPECIES | -700 | -650 | -600 | -550 | -500 | -450 | -400 | -350 | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | -0 | | |
| WINTER | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Myerophycus simplex</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Porphyra</i> sp. | | | | | | | | | | | | | 2 | 13 | | | 8 |
| <i>Ulva conglobata</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | | | | | | | | | | | | | 14 | 8 | | | 40 |
| <i>Leathesia difformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Hizikia fusiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 |
| <i>Corallina pilulifera</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Petrospongiium rugosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

The occurrences are represented by the coverage(%) in 50x50cm quadrat.

범위에서 평균 40% 이상으로 높은 우점도를 보였고, 또한 조위 350 ~ 250cm 수준에서 고리매(*Scytosiphon lomentaria*)와 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 그리고 조위 300 ~ 200cm에서 관찰된 녹조류 유배의 필름(Blue algal film)의 출현은 가을철과 대비되어 주목되는 현상이었다. 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)도 가을철 보다는 더 넓은 조위대인 300 ~ 100cm 사이에서 관찰되었고, 피도 역시 하부쪽으로 치우쳐 20% 이상 높게 나타났다. 마찬가지로 조위 175cm 수준에서 툃(*H. fusiformis*)의 피도도 가을철과 대비해 10배 이상인 37% 였으며, 이 조위대에서 볼 수 없었던 개서실(*Chondria crassicaulis*)의 높은 우점도도 주목되는 현상이었다. 그리고 겨울철 소취도의 조간대 최하부에서 우점하는 종은 미역(*Undaria pinnatifida*)과 비틀대모자반(*Sargassum sagamianum*)으로 나타났고, 이들의 피도는 각각 10%와 70%로 조사되었다(Table 3-31).

이상과 같이 소취도를 대상으로 가을철과 겨울철의 군집구조를 대비한 결과를 볼 때, 그 군집을 구성하는 구성종과 구조가 많은 차이가 있었음을 볼 수 있어, 생물군집은 시간적으로 동적인 상태에 있다는 일반적인 사실에 매우 부합되는 결과라고 풀이된다. 또한 군집의 구조는 군집을 둘러싼 환경의 변화에 따라 공간적으로 매우 이질적인 특성을 보이기 마련인데, 본 조사에서도 겨울철 해조군집의 구조가 지점별로 상이하게 나타났다. 특히 앵강만 외측에 위치한 소취도의 조간대 해조군집의 주요 구성종이 앵강만 입구 또는 내측에 위치한 노도나 형제섬과는 많은 차이를 보였고, 해조류 분포의 상한도 높은 특징을 보였다. 또 노도와 형제섬을 비교해 볼 때, 조간대 중 상부를 이루는 구성종이 바위수염(*M. simplex*), 김(*Porphyra* sp.), 모란갈파래(*U. conglobata*), 지층이(*S. thunbergii*) 등으로 유사하였지만, 하부에서는 많은 차이를 보였고, 조간대 해조류 분포의 상한도 앵강만 입구에 위치한 노도가 약간 높은 것으로 나타났다. 이렇듯 조간대 해조분포의 상한이 지점별로 상이했던 것은 군집을 둘러싼 여러 환경 조건 중 특히 파도에너지의

Table 3-31. The dominant algal species and their occurrences at each tidal level of Sochuido located in the outside of Aenggang Bay

| TIDAL LEVELS | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 | 50 | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|----|
| SPECIES | -700 | -650 | -600 | -550 | -500 | -450 | -400 | -350 | -300 | -250 | -200 | -150 | -100 | -50 | -0 | |
| AUTUMN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gymnogongrus flabelliformis</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Corallina pilulifera</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| Melobesiodeae | | | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | | |
| <i>Petrospongium rugosum</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| <i>Gelidium divaricatum</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Ceramium</i> sp. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Hypnea saidana</i> | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>Anfelia</i> sp. | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>Hizikia fusiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| WINTER | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Porphyra</i> sp. | | | | | | | | | | 1 | 38 | 45 | | | | |
| <i>Scytosiphon lomentaria</i> | | | | | | | | | | 2 | 4 | | | | | |
| <i>Ulva pertusa</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| Blue green algal film | | | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | |
| <i>Corallina pilulifera</i> | | | | | | | | | | | 1 | 3 | 28 | 20 | | |
| <i>Petrospongium rugosum</i> | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | |
| <i>Hizikia fusiformis</i> | | | | | | | | | | | 1 | | 37 | | | |
| <i>Leathesia difformis</i> | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | |
| <i>Chondria crassicaulis</i> | | | | | | | | | | | | | 17 | | | |
| <i>Amphiroa</i> sp. | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| <i>Sargassum sagamianum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 70 |

The occurrences are represented by the coverage(%) in 50x50cm quadrat.

강약과 관련하여 생각해 볼 수 있는데, 외양 또는 만 입구에 위치한 소취도와 노도의 조간대에 작용하는 파도에너지가 만 내측에 위치한 형제섬에서 상대적으로 컸기 때문으로 풀이된다.

한편, 본 조사에서 나타난 앵강만 주변 해역의 조간대 해조군집의 구조를 남해 연안 해역에 대해 이미 보고된 기존의 결과와 대비해 보는 것은 한 지역 해조군집의 특성을 이해하는데 많은 정보를 제공해 준다. 따라서 현재까지 여러 연구에서 보고된 조간대 해조군집의 층위구조를 알아보면, 조간대 상부를 대표하는 주요 구성종은 파래(*Enteromorpha* sp.), 애기우뚝가사리(*G. divaricatum*), 돌김(*Porphyra suborbiculata*), 불등풀가사리(*Gloiopeltis furcata*) 등으로 정리할 수 있으며, 중부에서는 툃(*H. fusiformis*), 지층이(*S. thunbergii*), 작은구슬산호말(*C. pilulifera*), 개서실(*C. crassicaulis*), 패류(*Ishige* spp.)이 주요 구성종으로 나며, 하부에서는 모자반류(*Sargassum* spp.), 돌가사리(*Gigartina tenella*) 등 보다 다양한 종으로 구성됨을 볼 수 있다(Table 3-32). 그렇지만 특히 송 등(1970)에 의해 조사된 오동도의 해조군집은 본 조사에서 나타난 앵강만 주변의 조간대 해조군집과 가장 유사한 구조를 갖는 것으로 볼 수 있다. 물론 본 조사가 겨울철을 중심으로 이루어져 정밀한 비교가 어렵다고 볼 수도 있지만, 실제 두 지역은 지리적으로 인접되어 군집을 둘러싼 해역의 물리적 환경이 다른 어떤 조사지 보다 유사하게 작용하는 것으로 보인다.

나) 조하대

해양목장화라는 측면에서 조하대 해조군집 특히 해중림을 이루는 대형 갈조군집의 역할은 매우 중요하다. 즉, 연안 해역에 형성된 해중림은 생태계의 중요한 기초생산자로서 기능은 물론 어류 또는 무척추동물을 포함한 다양한 분류군의 서식공간 또는 산란장으로서의 이용되고 있다. 더우기 이들 군집에 의해 생성된 유기물은 초식먹이 연쇄 혹은 잔사 먹이 연쇄를 따라 해조표면에 서식하는 동물군을 포함한 여러 종속영양 동물의 에너지원이

Table 3-32. Intertidal zonation of several sites located in the South Sea of Korea

| Localities | Divisions of Intertidal zone | | | Reference |
|-----------------------------------|--|--|--|-----------|
| | High | Mid | Low | |
| Odong-do | <i>Enteromorpha</i> sp. <i>Ulva pertusa</i> <i>Gelidium divaricatum</i> | <i>Hizikia fusiformis</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Coralina pilulifera</i> <i>Chondria crassicaulis</i> | <i>Sargassum sagamianum</i> <i>Gigartina tenella</i> <i>Pterocladia tenuis</i> | 송 등(1970) |
| Gejudo | <i>Porphyra suborbiculata</i> | <i>Ishige okamurae</i> | <i>Sargassum ringgoldianum</i> | 이(1974) |
| Tolsando | <i>Gelidium divaricatum</i> | <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Hizikia fusiformis</i> <i>Chondria crassicaulis</i> | <i>Leathesia difformis</i> <i>Chondria crassicaulis</i> <i>Polysiphonia urceolata</i> | 손 등(1982) |
| Samchonpo | <i>Gloiopeltis furcata</i> | <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Chondria crassicaulis</i> | <i>Lomentaria catenata</i> | 손(1987) |
| Songsanpo | <i>Gloiopeltis furcata</i> | <i>Ishige sinicola</i> | <i>Laurencia okamurae</i> <i>Sargassum confusum</i> | 손(1987) |
| Geomundo | <i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Gelidium divaricatum</i> | <i>Ishige sinicola</i> <i>Hizikia fusiformis</i> <i>Sargassum thunbergii</i> | <i>Sargassum horneri</i> <i>Gigartina intermedia</i> <i>Corallina pilulifera</i> | 고(1990) |
| 10 islands from Munsom to Pijindo | <i>Gloiopeltis</i> spp. <i>Gelidium divaricatum</i> <i>Porphyra suborbiculata</i> <i>Nemalion vermiculare</i> | <i>Corallina pilulifera</i> <i>Chondria crassicaulis</i> <i>Hizikia fusiformis</i> | <i>Laurencia</i> spp. <i>Sargassum sagamianum</i> <i>Chondrus</i> spp. <i>Symphocldia latiuscula</i> <i>Gigartina</i> spp. <i>Pachymeniopsis lanceolata</i> | 강 등(1993) |

되고, 이들 二次 생산물 역시 피식에 의해 더 높은 영양단계로 전이된다.

이처럼 해중림의 기능이 계의 움직임에 매우 중요하다고 하지만, 실제 자연상태에 있어서는 그 구조와 조성이 시·공간적으로 다양하게 변화하여 기능에서도 이질적인 특성을 보이는 것으로 알려져 있다. 특히 공간적인 변화에 있어 조하대의 층위구조는 조간대가 조석에 따른 노출시간에 지배받는 것과는 달리, 해수의 물리적 속성에 따라 수심별로 변동하는 光量과 光質, 또 개체의 착생을 저해하는 해수유동에 대한 생물적응에 의해 유도되며, 이 두 요인은 수심과 밀접한 상관을 갖고 있다.

마찬가지로 본 조사의 결과, 앵강만 주변에 위치한 형제섬, 노도, 소취도의 조하대에서도 해조군집의 층위구조가 인식되었다(Table 3-33). 즉, 가을철에는 만의 내측에 위치한 형제섬에서는 해수면으로 부터 해조류 분포의 하한인 수심 7m 까지 잔가시모자반(*Sargassum micracanthum*)이 조하대 해조군집을 이루는 주요 우점종이었으며, 그 피도는 해수면에서 28%로 매우 높았고 수심이 깊어질수록 감소하는 경향을 보였다. 특히 수심 7m에서는 구슬모자반(*Sargassum piluliferum*)을 중심으로 군집이 형성되어 수심 변화에 따른 군집의 구조 변동을 볼 수 있었다. 이 시기 형제섬의 조하대를 구성하는 또 다른 중요종으로는 수심 3m 이내에서 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)과 진분홍딱지(*Hildenbrandtia rubra*)를 들 수 있다. 겨울철 형제섬의 조하대에서도 가을철과 마찬가지로 잔가시모자반(*S. micracanthum*)과 구슬모자반(*S. piluliferum*)을 중심으로 군집이 형성됨을 볼 수 있었는데, 다만 이 두 종의 피도는 가을철보다 현격히 줄어드는 것이 주목되었다.

노도의 가을철 조하대는 형제섬과 마찬가지로 해수면으로 부터 수심 7m 까지 잔가시모자반(*S. micracanthum*)을 중심으로 군집이 이루어짐과 동시에 수심 7m에서 구슬모자반(*S. piluliferum*)이 피도 25%로 우점함을 볼 수 있다. 다만 형제섬과는 달리 비틀대모자반(*S. sagamianum*)이 해수면 가까이에서 피도 15%로 출현하는 것과 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)의 우점도가

Table 3-33. Species occurrence(percent coverage in 50 x 50cm
 quadrat) in the subtidal zone of three investigated
 algal communities

| SPECIES | HYUNGJESUM | | NODO | | SOCHUIDO | | AVG |
|------------------------------------|------------|-----|------|-----|----------|-----|-----|
| | Aut | Win | Aut | Win | Aut | Win | |
| DEPTH : 0 m | | | | | | | |
| <i>Sargassum sagamianum</i> | | | 15 | 5 | 38 | 44 | 9.7 |
| <i>Corallina pilulifera</i> | 14 | 3 | 21 | 1 | 13 | 2 | 6.3 |
| <i>Sargassum micracanthum</i> | 28 | 10 | 11 | 15 | | | 6.0 |
| <i>Amphiroa pusilla</i> | 5 | 15 | | 6 | 11 | 1 | 5.3 |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | | | 17 | | 28 | 2.8 |
| <i>Hildenbrandtia rubra</i> | | 1 | | 5 | 5 | | 1.8 |
| <i>Marginisporum aberrans</i> | | 1 | | 5 | 5 | | 1.8 |
| <i>Laurencia pinnata</i> | | 10 | | | | | 1.7 |
| <i>Dictyota dichotoma</i> | 1 | | | 2 | 4 | 1 | 1.0 |
| <i>Laurencia intermedia</i> | 1 | 1 | 5 | | | | 1.0 |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | 1 | 1 | | 3 | | | 0.7 |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | 5 | 1 | | | | | 0.2 |
| <i>Rhodoglossum sp.</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Herpochondria dentata</i> | | | | | | 20 | 0.0 |
| <i>Campylaephora crassa</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| DEPTH : 3 m | | | | | | | |
| <i>Sargassum micracanthum</i> | 14 | 10 | 11 | | 18 | | 6.5 |
| <i>Corallina pilulifera</i> | 3 | 1 | 6 | 1 | 10 | 1 | 3.0 |
| <i>Gigartina intermedia</i> | 6 | | 3 | 10 | 4 | 1 | 2.8 |
| <i>Sargassum sagamianum</i> | | | | | 16 | 30 | 2.7 |
| <i>Hildenbrandtia rubra</i> | 15 | | 4 | | 7 | 1 | 1.8 |
| <i>Dictyota dichotoma</i> | 4 | | | 2 | 6 | 1 | 1.3 |
| <i>Marginisporum aberrans</i> | | 2 | 4 | | | | 1.0 |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | | | 5 | | 20 | 0.8 |
| <i>Gelidium amansii</i> | | | 3 | 1 | | 2 | 0.7 |
| <i>Erythrotrichia carnea</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.7 |
| <i>Amphiroa misakiensis</i> | | | | 3 | | | 0.5 |
| <i>Crouriella japonica</i> | | 1 | | 1 | | 1 | 0.3 |
| <i>Ceramium tenerimum</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Acrosorium polyneurum</i> | | | 1 | | | 1 | 0.2 |
| <i>Rhodymenia intricata</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Sargassum horneri</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Amphiroa pusilla</i> | | 1 | | | | | 0.2 |
| <i>Plocamium telfairiae</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Herpochondria elegans</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Laurencia pinnata</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Laurencia venusta</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Sphacelaria yamadae</i> | | 1 | | | | | 0.2 |
| <i>Polysiphonia japonica</i> | | | 1 | | | 1 | 0.2 |
| <i>Symphyocladia pennata</i> | | | | 1 | | 1 | 0.2 |
| <i>Herpochondria dentata</i> | | | | 1 | | 1 | 0.2 |
| <i>Lithamnion cystocarpioideum</i> | | | | 1 | | 1 | 0.2 |
| <i>Symphyocladia latiuscula</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Ulva pertusa</i> | | 1 | | | | | 0.2 |
| <i>Gymnogongrus flabelliformis</i> | | | | | | 2 | 0.0 |
| <i>Erythrogllossum minimum</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Campia parvula</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Cladophora sp.</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Acrosorium flabellatum</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Polysiphonia subtilissima</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Pterocladia capillacea</i> | | | | | | 1 | 0.0 |

Table 3-33 Continued

| SPECIES | HYUNGJESUM | | NODO | | SOCHUIDO | | AVG |
|----------------------------------|------------|-----|------|-----|----------|-----|------|
| | Aut | Win | Aut | Win | Aut | Win | |
| DEPTH : 7 m | | | | | | | |
| <i>Sargassum micracanthum</i> | 11 | 5 | 23 | 19 | 18 | 15 | 10.8 |
| <i>Sargassum piluliferum</i> | 15 | 5 | 25 | 11 | 21 | 28 | 10.3 |
| <i>Gigartina tenella</i> | | | | 1 | 2 | 12 | 2.5 |
| <i>Amphiroa ephedraea</i> | 2 | 10 | | | | 6 | 1.7 |
| <i>Acrosorium polyneurum</i> | 1 | 1 | 1 | | 3 | 1 | 0.8 |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | | | 1 | | 15 | 0.7 |
| <i>Polysiphonia japonica</i> | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 |
| <i>Erythrotrichia carnea</i> | 1 | | 1 | 1 | | | 0.3 |
| <i>Ulva pertusa</i> | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.3 |
| <i>Champia parvula</i> | | 1 | | 1 | | | 0.3 |
| <i>Gelidium amansii</i> | | 1 | | 1 | | | 0.3 |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | | | | 1 | | 1 | 0.2 |
| <i>Sphacelaria yamadae</i> | | | | 1 | | 1 | 0.2 |
| <i>Amphiroa zonata</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Acrosorium uncinatum</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Herpochondria dentata</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Giffordia mitchellae</i> | | 1 | | | | | 0.2 |
| <i>Ceramium tenerrimum</i> | | | | 1 | | 1 | 0.2 |
| <i>Jania adhaerens</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Heteroderma sargassi</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| <i>Hypnea japonica</i> | | | | 1 | | | 0.2 |
| DEPTH : 11 m | | | | | | | |
| <i>Hildenbrandtia rubra</i> | | | 2 | 1 | 8 | 5 | 2.8 |
| <i>Callophyllis</i> sp. | | | 3 | 1 | 5 | | 2.3 |
| <i>Sargassum micracanthum</i> | | | 2 | | 3 | 2 | 1.3 |
| <i>Myagropsis myagroides</i> | | | 5 | | | 5 | 1.3 |
| <i>Sphacelaria yamadae</i> | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |
| <i>Lithothamnion simulans</i> | | | 1 | 1 | | | 0.5 |
| <i>Heterosiphonia pulchra</i> | | | | 1 | | | 0.3 |
| <i>Dasya</i> sp. | | | | 1 | | | 0.3 |
| <i>Erythrotrichia carnea</i> | | | | 1 | | | 0.3 |
| <i>Symphycladia pennata</i> | | | | 1 | | 1 | 0.3 |
| <i>Platythamnion yezoense</i> | | | | 1 | | 1 | 0.3 |
| <i>Campylaeophora crassa</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Erythroglossum minimum</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Gigartina tenella</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Auduinella sanctae-thomae</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Polysiphonia japonica</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Hildenbrandtia dawsonii</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Anotrichium furcellatum</i> | | | | | | 1 | 0.0 |
| <i>Amphiroa</i> sp. | | | | | | 1 | 0.0 |

상대적으로 높은 것이 특징적이며, 수심 10m 이하에서도 진분홍딱지 (*Hildenbrandtia rubra*)와 붉은땀띠류(*Callophyllis* sp.) 등이 소수 분포하였다. 겨울철에는 역시 잔가시모자반(*S. micracanthum*)과 구슬모자반 (*S. piluliferum*)의 피도가 가을철에 비해 줄어들고, 대신 해수면 가까이에서 미역(*U. pinnatifida*)의 피도가 17%로 비교적 높게 나타났고, 수심 3m에서는 애기돌가사리(*G. intermedia*)가 피도 10%로 우점하였다. 또한 조하대 11m에서는 야마다갯쇠털(*Sphacelaria yamadae*) 등의 단열 사상형의 기회종들이 다수 출현함이 주목되었다.

앵강만 외측 소취도의 가을철 군집구조는 동 시기에 조사된 형제섬과 노도와는 약간의 차이를 보였다. 즉, 해수면으로 부터 수심 3m까지는 비틀대모자반(*S. sagamianum*)과 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)을 중심으로 군집구조가 형성되었지만, 수심 3m 이하에서는 잔가시모자반(*S. micracanthum*)을 중심으로 군집구조가 전이되는 양상을 보였다. 또 수심 7m 부근에서는 구슬모자반(*S. piluliferum*)의 군락이 형성되어 군집구조가 복잡하게 변화하는 특징을 보였다. 7m 이하로 부터는 대형갈조류 대신 진분홍딱지(*H. rubra*)와 붉은땀띠류(*Callophyllis* sp.) 등이 소수 분포하였다. 겨울철에는 수심 3m까지 비틀대모자반(*S. sagamianum*)의 피도가 30% 이상으로 높게 출현하였고, 가을철에 볼 수 없었던 미역(*U. pinnatifida*)이 해수면으로 부터 수심 7m까지 광범위하게 피도 15% 이상으로 높은 우점도를 보였으며, 특히 해수면 부근에서 기회종인 잇바디가지 (*Herpochondria dentata*)가 피도 20%의 출현율을 보이는 것이 특징적이다. 다만 수심 7m 부근의 군집구조는 가을철에 관찰되었던 잔가시모자반(*S. micracanthum*)과 구슬모자반(*S. piluliferum*)의 군락이 겨울철에도 유지되는 양상을 보여 계절적 차이를 크게 나타내지 않았다.

이상과 같이 앵강만 주변 해역의 조하대 해조군집은 조사지점별로 약간 상이한 군집구조를 갖고 있었으며, 그 군집구조도 계절별로 변화하는 양상을

보였다. 그렇지만 모든 지점에서 해수면으로 부터 수심 7m까지는 대형갈조류인 잔가시모자반(*S. micracanthum*)을 중심으로 海中林이 형성되고 있다는 점과 수심 7m 부근에서는 구슬모자반(*S. piluliferum*)의 군락이 형성되며, 겨울철에 미역(*U. pinnatifida*)이 해중립을 피도를 더욱 높인다는 것이 공통적으로 관찰되는 현상이었다.

한편, 조하대 군집구조를 보다 자세히 파악하기 위하여 수심별 출현종수 및 피도와 생체량의 변동을 조사하였다. 그 결과, 수심과 출현종수의 변동간에는 뚜렷한 경향성을 볼 수 없었고, 다만 가을철 보다는 겨울철에 수심별로 출현종수가 증가한다는 것을 알 수 있었다. 마찬가지로 수심별 피도와 생체량을 볼 때, 해수면 부근의 피도와 생체량이 가장 높다는 것을 알 수 있었지만, 그 이하의 수심에서는 수심과 피도 또는 생체량 변동간에 뚜렷한 경향이 보이지 않았다. 계절별로도 지점간 또는 수심간에 복잡하게 변화하였다(Table 3-34). 이러한 사실은 앵강만 주변의 조하대 해조군집이 여러 종류의 patch를 중심으로 구조되어 있기 때문이고, 이 patch들의 기원과 동태가 주변의 환경에 따라 복잡하게 변화하였기 때문으로 풀이된다. 따라서 해양목장화 사업을 위해 해중립의 기능을 보다 상세히 이해하기 위해서는 해중립의 주요 구성원인 대형 갈조군의 개체군 동태와 또는 patch의 동태에 관해 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

Table 3-34. Number of species, coverage(%) and biomass
(g-fresh wt./m²) at each depth

| | HYUNGJESUM | | NODO | | SOCHUIDO | |
|---|------------|-----|------|-----|----------|------|
| | Aut | Win | Aut | Win | Aut | Win |
| NUMBER OF SPECIES | | | | | | |
| 0 m | 7 | 9 | 4 | 9 | 6 | 8 |
| 3 m | 6 | 8 | 9 | 19 | 7 | 21 |
| 7 m | 6 | 7 | 6 | 18 | 5 | 11 |
| 11 m | | | 6 | 9 | 4 | 14 |
| COVERAGE(%) | | | | | | |
| 0 m | 55 | 43 | 52 | 59 | 76 | 98 |
| 3 m | 43 | 18 | 34 | 35 | 62 | 71 |
| 7 m | 31 | 24 | 52 | 46 | 45 | 82 |
| 11 m | | | 14 | 9 | 17 | 23 |
| BIOMASS(g-fresh wt./m²) | | | | | | |
| 0 m | | 300 | | 860 | | 1904 |
| 3 m | | 80 | | 400 | | 200 |
| 7 m | | 120 | | 440 | | 144 |
| 11 m | | | | 8 | | 84 |

제 3 절 해양목장 해역의 환경 적합성

1. 물리 화학적 환경

수온 및 염분의 변화는 생물의 성장에 중요한 요소들 중의 하나이다. 특히, 본 해역에서 양식활동이 이루어질 경우, 생물의 성장적온 이하로 수온이 낮아지지 않아야 한다. 본 해역에서 표층 수온이 가장 낮은 시기 및 그 때의 수온은 1년 기간동안 매일 측정해야 알 수 있지만, 본 조사시점이 겨울철인 1월에 실시되었으므로 앵강만의 수온은 대체로 10.0℃ 이하로는 낮아지지 않을 것으로 판단된다. 따라서 현재 우리나라에서 이루어지고 있는 주요 어종들의 성장 적수온 범위를 고려하여, 양식 및 방류를 실시해야 할 것이다.

예를 들어 참돔의 경우를 보면 성장 적온은 15 ~ 28℃이며, 연안수의 영향을 받고 겨울철의 최저 수온이 8 ~ 15℃ 범위인 수역에 많이 서식하는 것으로 알려져 있다. 또한 암초나 자갈이 많은 곳을 좋아하는 습성이 있다. 따라서 앵강만의 경우 만의 안쪽에 형성된 바위섬과 노도를 중심으로 한 만 입구역 등에 암반 해역이 조성되어 있음으로 이러한 지형적인 면을 고려한다면 참돔의 방류도 가능할 것으로 판단된다. 그러나 난치어 조사결과에서도 알 수 있듯이 참돔의 난 및 치어는 가을철과 겨울철에 나타나지 않고 있어 참돔의 자연 서식지에는 부적합한 환경이 아닌가 생각될 수 있다. 이것은 참돔이 우리나라의 경우 음력 4월경에 산란하기 때문에 앞으로 봄철 및 여름철 조사가 수행된다면 알 수 있을 것으로 판단된다.

염분의 경우, 만내로 유입되는 하천이 있을 경우, 담수 유입으로 인한 계절적인 염분 변화가 예상되지만, 앵강만의 경우 유입되는 하천이 없어 여름철 장마철에도 대량의 육수 유입으로 인한 급격한 염분 감소는 없을 것으로 예상된다.

우리나라 내만 환경은 유입되는 하천을 끼고 있는 경우가 많아 여름철의 장우기에는 표층염분의 급격한 감소가 일어나고, 이러한 감소는 생물의 성장

및 생태계의 변화를 초래시킬 수 있다. 또한 영양염이 대량 유입되어 적조 발생의 원인이 되기도 한다. 가을철 및 겨울철의 조사만으로는 앵강만 내에는 적조발생은 없을 것으로 판단되나, 적조원인 생물인 *Eucampia zodiacus*가 출현하고 있어 봄철 및 여름철의 지속적인 감시 및 조사가 필요하다고 판단된다. 이와 함께 앵강만 주변에는 여천공단 및 여수 등 도시가 발달되어 있어 다른 해역으로 부터의 영양염 유입에 의한 적조발생 가능성이 있을 뿐 아니라 외부에서 발생된 적조가 조류를 타고 유입될 가능성은 있을 수 있다.

용존산소는 생물의 서식 및 성장에 필수적인 요소 중의 하나인데, 특히 반폐쇄적인 내만에서는 여름철 수온 및 염분에 의한 밀도 약층의 형성으로 인해 저층수괴에 용존산소량이 일정 수준 이하로 떨어지는 빈산소층이 형성되기 쉽다. 따라서 여름철의 저층 용존산소량이 얼마나에 따라 일정해역에서 생물의 사육 및 성장에는 큰 영향을 받게 된다. 특히 만내로 유입되는 하천이 있어 다량의 유기물이 만내로 유입되어 유기오염도가 높을 경우, 유기물 분해로 다량의 저층 용존산소가 소비되므로 여름철 성층 형성기에는 산소결핍현상이 발생하기 쉽다. 이러한 산소결핍 현상은 그 해역에 서식하는 저서성 생물을 대량 폐사시켜 저서성 어류의 먹이생물을 감소시킬 뿐 아니라, 폐사된 저서동물의 분해로 인한 2차적인 유기오염의 영향으로 생태계의 파괴를 초래하게 된다. 또한 가두리에서 사육되는 어류의 경우에는 도피가 불가능할 경우 대량폐사의 원인이 되기도 한다. 우리나라의 경우 진해만은 여름철에 발생하는 빈산소 수괴로 인해 저서동물이 일시적으로 소멸되는 좋은 예로서 알려져 있다. 그러나 앵강만의 경우에는 유입되는 오염원이 적을 뿐 아니라 만 입구가 개방되어 있어 여름철 표층수온이 높아지더라도, 수온약층에 의한 빈산소층은 형성되지 않을 것으로 판단되나, 봄철 및 여름철의 조사가 필요하리라 판단된다.

2. 퇴적학적 환경

앵강만의 퇴적환경은 정확한 분석은 되지 않았으나 전반적으로 니질이 우세한 퇴적상을 형성하고 있다. 따라서 현재 우리나라에서 양식이 이루어지고 있는 생물 가운데, 어류의 경우에는 가두리 설치에 위한 양성은 할 수 있을 것으로 판단되나, 넙치 등과 같이 모래질이 많은 곳에 서식하는 종의 방류는 어려울 것으로 판단된다. 그러나 돛류와 같이 연안 정착성 어종인 경우에는 본 조사해역의 연안역은 암반으로 구성된 경우가 많아 이들의 방류는 가능할 것으로 판단된다.

니질이 우세한 해역에서는 그 해역에 서식하고 있는 패류를 해양목장의 대상생물로 선정할 경우 좋은 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다. 특히 본 해역에서는 새조개가 서식하고 있기 때문에 이들을 목장화 대상생물로 선정하여 보다 면밀한 검토가 필요하다고 생각된다.

3. 생물학적 환경

해양생태계에서 일차생산은 영양염류의 시간적 공간적 농도변화와 영양염류 공급 및 소비율에 의하여 직접적인 영향을 받는다. 일차생산에 요구되는 영양염류의 공급원으로는 용존 및 입자상 유기물의 생화학적인 분해, 담수의 유입, 수괴의 수직혼합에 의한 저층수의 유입 및 해수내 질소고정 등을 들 수 있다. 또한 최근에는 세균과 동물플랑크톤 등에 의한 영양염류의 재생산 과정이 일차생산에 필요한 영양염류의 주요 공급원의 하나로 인식되고 있다(Yamamuro and Koike, 1993).

해양생태계의 탄소순환에는 식물플랑크톤 외에 세균도 상위영양단계로의 탄소와 에너지를 전달하는 역할을 수행한다. 세균의 경우에는 식물플랑크톤처럼 태양에너지를 직접 고정하는 것 보다는 주로 용존유기물을 입자상 유기물로 전환시키는 역할을 하는데 Azam *et al.* (1983)에 의해 미생물순환고리의 개념이 도입된 이래 세균을 통한 탄소순환의 중요성이 인식되어 집중적인 연구가 이루어져 왔다(Stockner and Potter, 1987;

Christoffersen *et al.*, 1990; Weisse, 1991). 식물플랑크톤에 의한 일차생산량의 상당부분은 소비자에 의해 곧바로 이용되지 않고 세포외로 방출되거나(Mague *et al.*, 1980; Jensen and Søndergaard, 1985; Sell and Overbeck, 1992), 부니질 먹이사슬로 유입되며 이러한 경향은 부영양환경에서 특히 중요한 과정이 된다(de Bernardi, 1987). 이때 세균이 연결자의 기능을 하여 부니질의 분해, 재순환을 담당하거나 혹은 상실자의 역할을 하게 되는데 어느 역할을 담당하게 되는지는 그 생태계의 영양상태에 따라 달라진다(Ducklow *et al.*, 1986). 양식시에는 식물플랑크톤 등에 의한 내생유기물의 공급 외에도 동물의 먹이로 주어지는 사료를 통한 다량의 유기물 유입이 있게 되며 이에따라 세균의 역할은 detrital food web에서 더욱 중요성을 가진다. 실제 투여된 사료의 상당부분은 detritus로서 동물에 의해 이용되지 않고 밑으로 가라앉게 되는데 이 과정에서 세균은 detritus를 단백질, 비타민 등의 좀 더 고급의 유기물로 전환시켜 상위 영양단계로 전달하는 핵심적인 역할을 맡는다(Moriarty, 1987). 그러나 수심이 얇을 경우 수층에서 미처 분해되지 못한 일부 detritus는 바다까지 도달하게 되는데 퇴적토에서는 산소의 공급이 원활하지 못하여 조금만 들어가도 혐기성상태가 조성되어 발효과정을 통한 분해가 우세하게 진행된다(Blackburn, 1987). 또한 과다한 유기물의 유입은 퇴적토에서만 아니라 수층에서도 산소의 고갈을 초래할 위험이 있다. 이 과정을 통해 공급되는 무기영양염은 식물플랑크톤의 상시적인 대발생을 유발할 가능성이 있는데 이들은 사육동물의 먹이가 될 수도 있지만 높은 밀도의 식물플랑크톤은 동물의 아가미를 막거나 종에 따라 독소나 산소radical 등을 발생시켜 동물 폐사의 직접원인이 되기도 한다(Oda *et al.*, 1992). 따라서 양식장의 안정적인 운영을 위해서는 수질의 관리가 중요한 요소로 작용하게 되는데 이것은 세균군집의 유기물분해 활성과 이에 따른 산소소모 정도와 공급량 등에 따라 사육적정 동물의 수와 투여 유기물의 최대부하량 등이 조절되어야 함을 의미한다. 목장조성에 따른 부영양화와

높아진 동물의 밀도는 필연적으로 세균수, 특히 병원성세균의 급격한 증가를 유발하게 되는데 이로 인한 피해를 예방하기 위해서는 병원성세균의 동태파악을 포함하여 세균의 군집구성 변동에 관한 꾸준한 연구가 이루어져야 한다. 병원성세균의 검출을 위한 방법으로는 지금까지 주로 고체영양배지에서 순수분리 한 후 생화학적 실험을 행함으로써 각각의 종을 확인하는 방법이 쓰여 왔으나 이 방법은 분리된 세균의 병원성여부를 확인하는데까지 비교적 긴 시간과 많은 노력을 필요로 한다. 반면 세균군집은 일주일 이내의 짧은 시간 동안에 군집구조가 급격히 변하는 것으로 보고되고 있어(Rehnstam *et al.*, 1993) 병원성세균에 신속히 대응해야 하는 목장에서는 좀 더 빠르고 정확하며 노력이 적게 드는 방법을 필요로 하게 된다. 이에 따라 80년대 이래 많은 연구자들이 병원성세균의 빠르고 쉬운 검출을 위하여 Monoclonal Antibody techniques(Chen *et al.*, 1992), specific gene probe(Vivares and Guesdon, 1992) 등을 이용하는 방법을 개발 해 오고 있으며 특히 specific probe를 사용하는 방법은 점차 그 사용이 증가하는 추세에 있다. 현재 국내에는 gene probe를 이용한 병원성세균의 검출 및 동정에 관한 연구가 거의 이루어지지 않은 상태이나 목장환경의 질병관리를 위해서는 시급한 연구개발이 필요하다.

4. 수산양식 환경

앵강만의 경우 해양목장을 효율적으로 추진하기 위하여는 기존에 설치되어 운영되고 있는 양식장을 고려하여야만 할 것이다. 특히 앵강만의 경우 부자를 이용한 양식시설은 거의 없으나 정치망이 12건 설치되어 있어 이 해역의 주요 어획수단이 되고 있다. 따라서 이 해역을 해양목장해역으로 선정하여 어류 및 다른 유용수산생물을 방류하기 위해서는 이들 어구를 정리해야 할 필요가 있을 것이다. 특히 어린 치어까지도 어획되는 어구가 시설되어 있는 해역은 어린 종묘 방류관점에서 검토되어야만 할 것이다.

5. 고찰

일반적으로 어느 일정해역에서 장기간에 걸쳐 양식을 하거나 많은 양의 생물을 방류할 경우, 그 해역은 양식생물 혹은 방류된 생물에 의한 생물기원유기물과 여기에 공급되는 사료 등으로 부터 점차 오염의 영향을 받게 된다. 어류 사육을 위한 가두리가 설치될 경우 공급된 사료는 80% 정도가 어류에 의해 소비되고 나머지 20% 정도는 잔류 먹이로서 저층 바닥으로 침강하게 된다고 한다. 또한 어류에게 소비된 먹이는 어류의 호흡을 거쳐 일부는 소비되고 고히 배설물로서 바닥으로 침강된다. 이와 같은 일련의 과정은 Fig. 3-27에 잘 나타나 있다. 어류 종류에 따라 차이는 있겠으나, 어류 1톤을 수확하기 위해서는 약 2톤의 먹이를 공급해야 하고 이 가운데 800kg이 저층으로 퇴적되게 된다(McLusky, 1990). 이와 같은 현상은 어류 가두리 뿐 아니라 굴 혹은 진주담치와 같은 부착성 생물의 수하양성시에도 문제점으로 대두되고 있다. 굴의 경우 200 m² 뗏목 1대당 약 0.6 ~ 1.0톤(건중량)의 배설물이 유출되는 것으로 알려져 있다(Ito and Imai, 1955). 荒川 等(1971)에 의하면 뗏목 1대에서 건중량으로 약 20톤 정도의 배설물이 유출되는 것으로 추정되었다.

이러한 생물기원 유기물은 수괴 및 퇴적물 내의 미생물에 의해 분해되어 영양염의 상태로 재부유되고, 플랑크톤에 의한 기초생산 등에 이용된다. 그러나 유기물 량이 환경의 자정작용 한계를 넘게되면 해역은 오염의 영향을 받게되어 생산력의 감소는 물론 종종 유용수산생물의 대량 폐사가 일어나게 된다. 따라서 어느 일정해역에서 생물을 양성할 경우에는 이와 같은 점을 고려하여야만 할 것이다.

해역의 자가오염의 영향을 감소시키기 위해, 부상사료의 개발, 방류어류수 및 수용밀도의 감소, 자정작용 능력의 촉진 등이 고려될 수 있을 것이다. 이 가운데 자정작용력의 촉진이 관심의 대상이 되고 있다. 저질에 석회를 뿌리는 고전적인 방법에서부터, 오염된 저질토의 상부를 모래로서 덮는 방법도

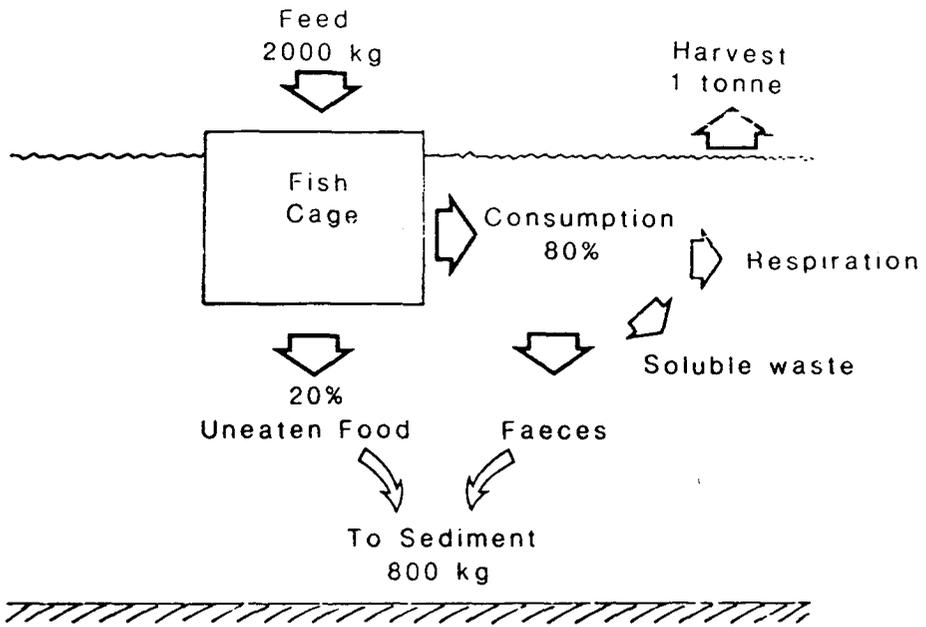


Fig. 3-27. The environmental impact of the floating-cage fish culture.

사용이 되고 있다. 또한 바닥을 갈아 엷는 경우와 공기를 불어 넣어 주는 폭기 등도 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법들 외에 생물학적으로 오염의 영향을 감소시키려는 방법이 시도되고 있다. 특히 박테리아인 *Bacillus subtilis*를 이용한 환경개선, 퇴적물 식자 다모류(deposit-feeding polychaete)인 *Capitella* sp. 를 이용한 오염퇴적물 정화 등이 연구되고 있다. 또한 양성생물의 생태적인 특성을 이용한 복합양식에 의한 오염의 사전 제거도 가능할 것이다.

해양생태계는 식물플랑크톤에 의한 기초생산을 시작으로 물질의 흐름이 시작된다. 또한 다양한 생물군이 서로 먹고 먹히는 경쟁관계 속에서 서로 공생하고 있다. 따라서 이러한 일련의 생태계 구성원의 동적인 상태를 파악하는 것은 생태계를 효율적으로 활용하기 위해 필수적이라 할 수 있다. 특히 해양목장화를 위한 연구를 위해서는 Fig. 3-28와 같은 일련의 과정을 유기적으로 조합하여 연구하여야 할 것이다.

해양목장화를 위한 연구 가운데 해역의 적조발생상황은 지속적으로 감시되어야 하며 식물플랑크톤에 의한 기초 생산과정은 생태계 물질 생산 측면에서 특히 중요하다. 적조 발생을 억제하고 예측하기 위해서는 연구대상해역의 영양염동태가 정확히 파악 되어야 한다. 특히 적조생물의 발생에 영향을 미치는 N과 P의 동태를 감시하는 것은 매우 중요하다. 일반 식물플랑크톤은 N/P 의 비율이 낮을 때 번식이 잘되는 반면, 적조생물의 경우에는 N/P 의 비율이 높았을 때 번식이 잘 되기 때문이다. 한편 동물플랑크톤의 경우, 생태계내에서 기초생산에 의한 물질생산을 생태계 내로 전달하는 2차 생산자로서의 역할을 수행하고 있다. 따라서 치어 및 어린 생물의 먹이로서 중요한 역할을 담당하고 있다. 또한 연성저질 및 암반해역의 저서동물들은 연안 정착성 어종의 먹이로 매우 중요한 역할을 하고 있으므로 이들의 현존량 파악은 매우 중요하다. 한편 암반해역에서의 해조류 군락은 연안정착성 어류 및 무척추동물의 산란장소로서 매우 중요하므로 해조류

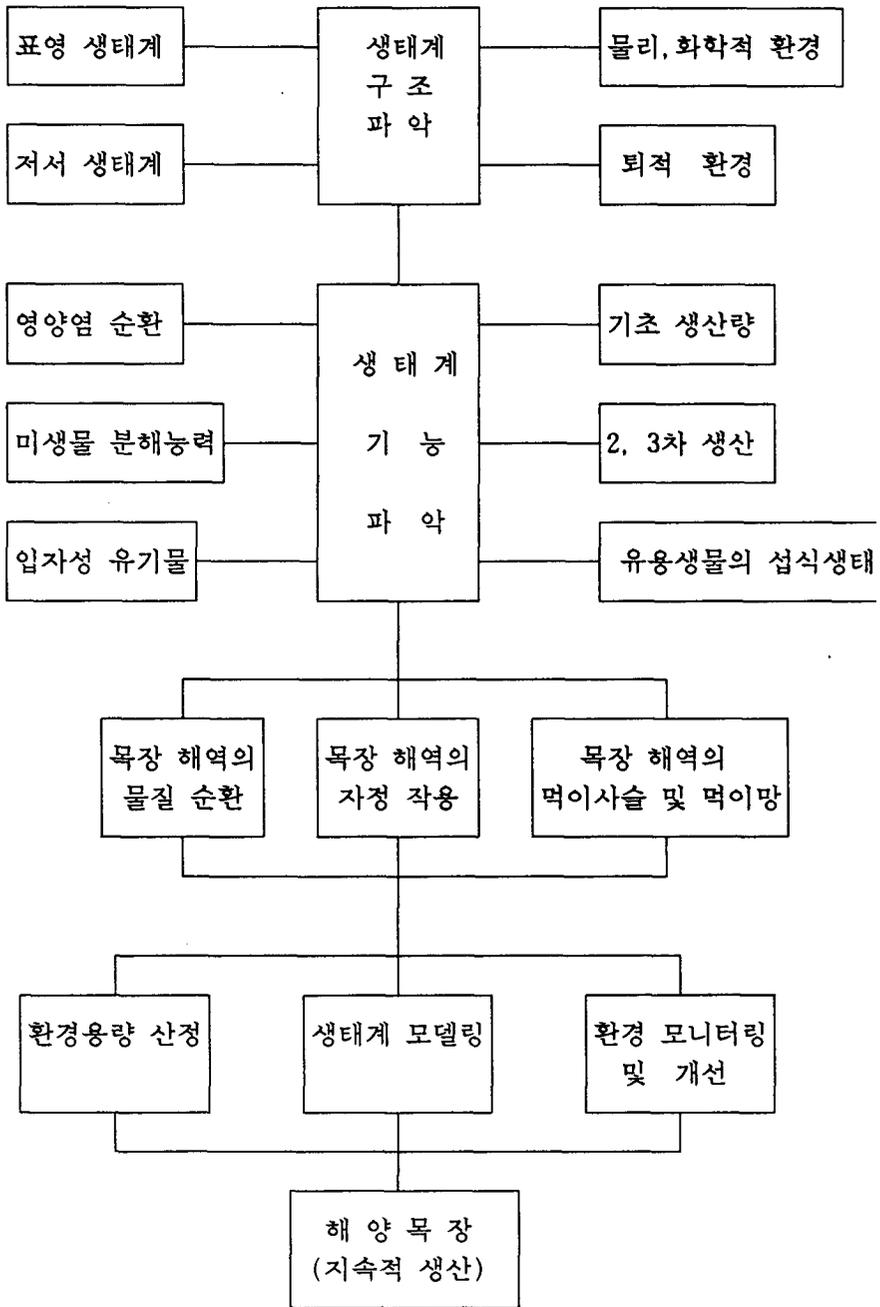


Fig. 3-28. Schematic flow chart for the study of ecosystem of marine ranching area.

군락의 계절별 소장을 정확히 파악하여야 할 것이다.

지금까지 조사는 봄철과 여름철을 제외한 가을철 및 겨울철에 이루어졌다. 그러나 어느 해역의 생태계 조사는 특정 계절에만 이루어질 경우, 정확한 생태계 구조 및 동적 현상 파악이 어려울 것이므로 적어도 계절별로 조사가 이루어져야 할 것이다. 따라서 앞으로 봄철 및 여름철의 생태계 조사가 진행된다면 앵강만의 생태계는 보다 정확히 파악될 수 있을 것이며 향후 지속될 연구방향에 대한 방법론도 제시될 수 있을 것으로 판단된다.

제 4 절 海洋牧場시설의 공간배치

1. 漁場의 제어관리

가. 제어관리의 개념

어장의 제어관리란 어패류를 방류해역에서 육성하여 효과적인 어획을 하는 생산관리를 말하는데 그 주요 내용은 Fig. 3-29와 같고 이에 대한 개념도는 Fig. 3-30과 같다.

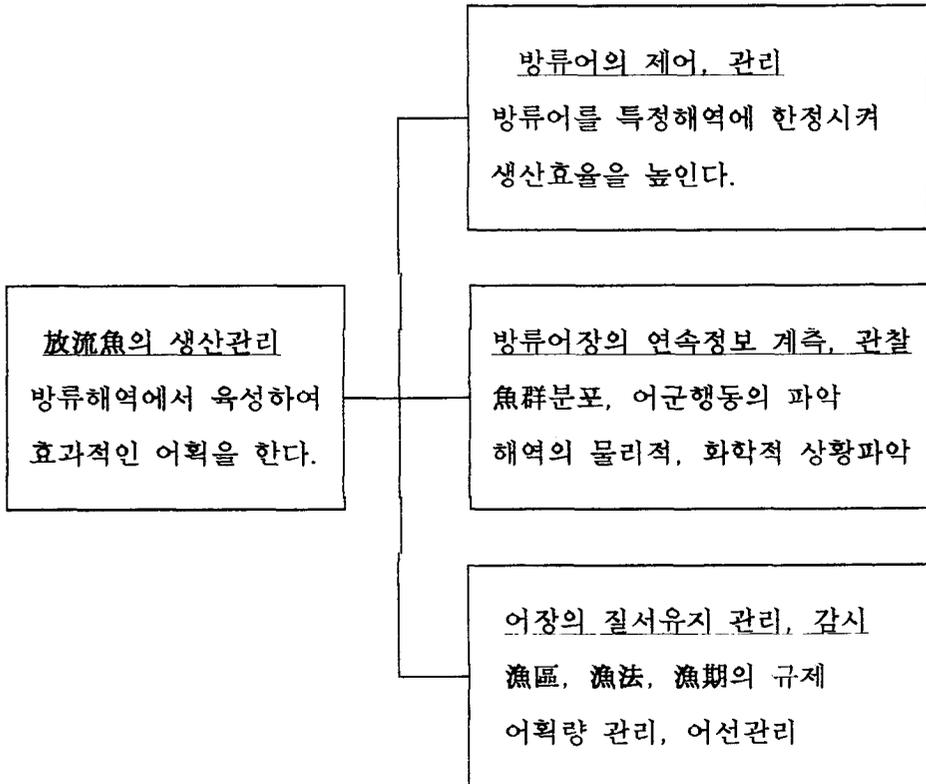


Fig. 3-29. Basic concept of control management.

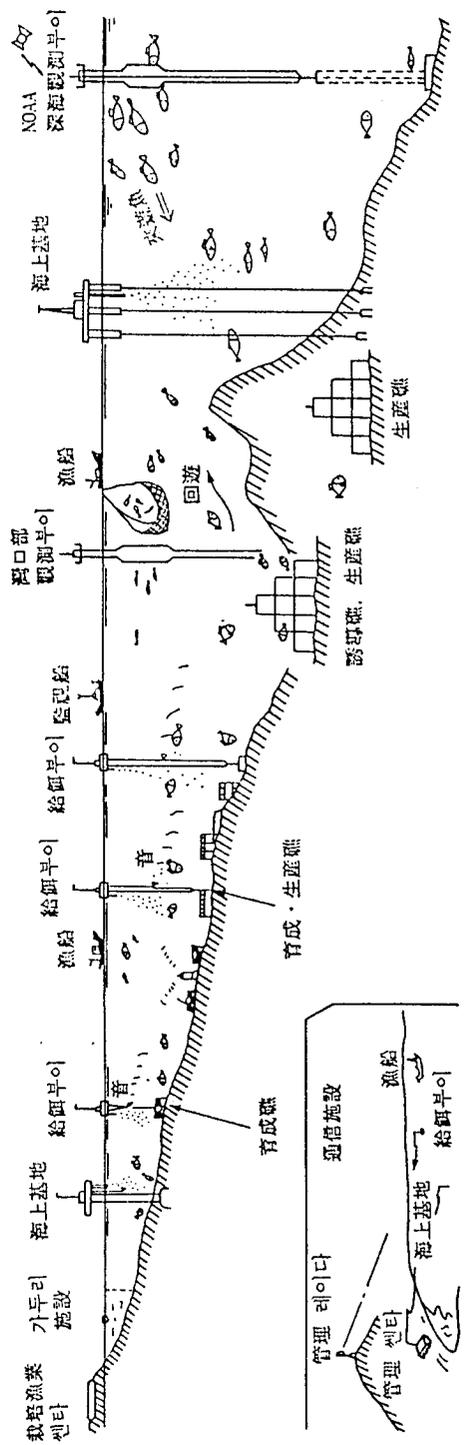


Fig. 3-30. Conceptual design of marine ranching control system.

나. 어류의 제어수단

어류의 제어수단은 다음과 같은 것이 있지만 재배어업의 수단으로 사용할 수 있는 것은 그 일부분이다.

1) 海域을 막아서 둘러싸는 방법

稚魚의 육성과 양식을 위한 가두리, 제방, 수문

2) 어류의 감각을 자극하여 행동범위를 제어하는 방법

| | 蜆集을 촉진 | 어류를 멀리함 |
|-----------|----------------------------------|--------------------|
| 소리 빛 | 音響馴致(200-300Hz) 集魚燈(해면반사) | 嫌氣音, 폭발음 閃光 |
| 기포 | | 흐름에 의한 차단과 시각장애 |
| 水流 電磁氣 | 온배수의 이용 등 | " |
| 가두리 | 해류를 저해하지 않고 전체적인 시각장애를 발생시킨다. | |

3) 歸巢本能을 이용하는 방법

연어나 송어의 放流

다. 관리형 어장의 조성에 필요한 手順

1) 海역환경의 조사

底質, 수질, 수온분포, 염분분포, 流況, 潮位差, 저서동물, 플랑크톤, 어종구성을 조사.

2) 種의 선택

해역환경조사, 사회환경조사의 결과를 근거로 하여 어패류의 종을 선택.

3) 기본구상의 작성

기본개념의 구축, 관리체계, 사업주체, 관계 어민, 어장과 그 영향범위, 총사업비에 관한 구상을 작성한다.

4) 실시계획의 작성

실제 사업계획에 대한 실시설계를 실시한다.

5) 사업실행

대상해역에서 실행역 실험을 실시한다.

라. 適地 條件

1) 수심

방류지점 : 20 ~ 30m

대상해역 : 2 ~ 100m

2) 지형, 지질

방류지점은 강의 입구이고 대상해역이 하나의 灣에 속해 있으면서 어느 정도 독립된 해역을 형성하고 있으며 해저에는 산란장이 되는 海藻類가 적당히 분포하고 50 ~ 100m 범위에 越冬場으로 활용할 수 있는 수심 10 ~ 20m의 평탄한 지형이 적합하다.

3) 底質

암석이나 모래

4) 유속

0.05m/s 정도의 潮流가 있고 흐름이 지나치게 빠르지 않을 것

5) Benthos

참돔의 사료가 되는 多毛類 및 새우, 게가 적당히 생식하고 있는 곳

6) 수질

| 항 목 | 수온 ℃ | 염분 ‰ | 투명도 m | DO ml/l | DIN μg/l | DIP μg/l | COD mg/l | SS mg/l |
|-----|---------|---------|----------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 적정치 | >13 | 32-34 | > 5 | > 4 | < 7 | <0.45 | < 1 | <15 |

7) 해상조건

어장 구조물을 고려하면 최대풍속 20 ~ 30m/s 이하, 최대파고 2 ~ 3m 이하가 적당.

2. 漁場의 풍요를 위한 光利用 시스템

가. 光利用과 漁場豊饒

해양의 생물생산은 기초생산자라고 불리는 엽록소를 가지고 있는 광합성 식물이 태양에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 생산함으로써 시작된다. 그러나 해중으로 침투하는 빛의 양은 수심에 따라 급속히 감소하여 물이 깨끗한 상태에서도 수심 100m에서는 해면의 1%, 150m에서는 0.01% 정도가 도달할 뿐이다. 이와 같은 해양의 광조건속에서 광합성을 주도하는 것은 식물 플랑크톤과 海藻類이다. 해조류는 연안역에 주로 분포하고 있으며 식물 플랑크톤은 해양전역에 분포하고 있는데 有機質의 생산량은 식물 플랑크톤이 해조류를 압도하고 있다. 이러한 식물플랑크톤과 해조류의 증산에 의해서 얻어지는 효용성을 살펴 보면 다음과 같다.

1) 식물플랑크톤 증가에 의한 효용

식물플랑크톤의 가장 중요한 기능은 식물플랑크톤 - 동물플랑크톤 - 작은 어류 - 큰 어류로 이어지는 먹이사슬의 기반을 형성하고 있다는 것이다. 따라서, 식물플랑크톤의 증가는 곧 어류자원의 증가를 의미한다.

2) 海藻類 증가에 의한 효용

해조류의 중요한 효용가치를 언급하면 크게 다음과 같다.

- 인간의 식용자원
- 어류의 먹이
- 의약품이나 화장품 등의 원료
- 해중관광의 자원

따라서, 이와 같이 유용한 식물플랑크톤과 해조류를 인위적으로 생산하는 것이 매우 중요한데 앞에서 언급한 바와 같이 광합성이 가능한 부분은 표층에서 100m 내외이고 그나마도 최근의 해양오염에 의하여 갈수록 줄어들고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 여기서는 풍요한 어장을 위한 光利用 연구실적과 내용을 검토하고자 한다.

나. 光利用 시스템에 의한 漁場豐饒向上 기법의 검토

광이용에 관련된 기술은 크게 “無光層에로의 빛의 유입”과 “有光層에서의 인공적 受光面의 설치”로 나눌 수 있다. 前者는 底質이 해조류의 생육에 적합한 암반층임에도 불구하고 수심이 깊거나 얕더라도 해수가 투명하지 않아서 해저에 빛이 충분히 도달하지 않는 경우에 적합하고, 後者는 海藻類의 생육에 부적합한 모래나 진흙층에 적합하며 저층에 도달하는 빛의 유무에 관계없이 海藻類의 번식을 촉진시킨다.

1) 無光層에로의 빛의 유입

빛을 유입시키기 위한 방법에는 태양광을 集光-傳送-海中照射의 과정을 거쳐 빛을 보급하는 방법과 이 과정을 거치지 않고 인공발광체를 직접 무광층에 설치하는 2가지 방법이 있다. 이러한 방법은 기술의 발전에 따라 현재 가능한 것으로 사료되며 단지 어떻게 설계를 효과적으로 하여 설치비용을 낮출 수 있을까 하는 점이 중요하다.

빛을 이용한 동식물의 生育促進과 생산성 증대에 관한 기술개발의 대표적 사례는 농업에서 시도된 원예시설이다. 이는 주로 겨울철에 신선한 야채를

생산하기 위한 것이었는데 수산업의 경우는 이에 대한 기술검토는 시도되었으나 개발사례는 거의 없다. 光利用의 구상에는 海洋産業硏究會(1982) 실시한 “해양목장의 환경모니터링 시스템의 모델화에 관한 연구”에서 소개되어 있으며 또한 海洋産業硏究會(1984)의 “복합생산시스템의 유형화 및 시스템 설계에 관한 사전평가”에 Fig. 3-31과 같은 光利用 개념도를 제시하였다.

2) 有光層에서의 인공적 受光面의 설치

인공적 수광면의 설치방법은 주로 설치대상역의 수심, 지형, 저질, 流況 등에 따라 다르지만 크게 海底 固定式과 中層 浮體式이 있다. 전자는 해조류가 정착하기 어려운 沙泥域에 Fig. 3-32와 같이 鋼構造物로 설치하는 방식이고 후자는 주로 해상상태가 양호한 해역에 설치되는데 Fig. 3-33와 같이 受光面이 계류라인에 의하여 해저에 고정되어 약간의 이동만 있을 뿐 해저 고정식과 큰 차이가 없다.

中層 浮體式 구조는 종래의 浮魚礁 구조와 유사하지만 浮魚礁의 목적이 단순히 集魚의 도구로써 설치되었지만 이것은 海中空間에 널리 설치되어 마치 빛을 받는 넓은 해저를 새로 창출하여 생물의 활동을 자극할 목적으로 설치되었다. 동시에 Fig. 3-34과 같이 태양광을 완전히 차단하지 않는 단위 구조체의 상하 배열로 해중공간을 입체적으로 유용하게 활용하여 생물생산의 기능을 근본적으로 변화시킬 목적을 가지고 있다.

3. 漁場의 풍요를 위한 榮養鹽 보급 시스템

우리나라의 연안역은 인구나 생산의 집중 및 양식어업에 의한 富榮養化가 진행되고 있으며 외해역에는 일반적으로 貧榮養의 문제가 있다. 부영양화에 대해서는 어장보존의 입장에서 연구와 개선을 위한 투자가 있었지만 이제는 비옥한 해양목장을 널리 조성하기 위해서는 육지에서 바다로 유입되는 물질의

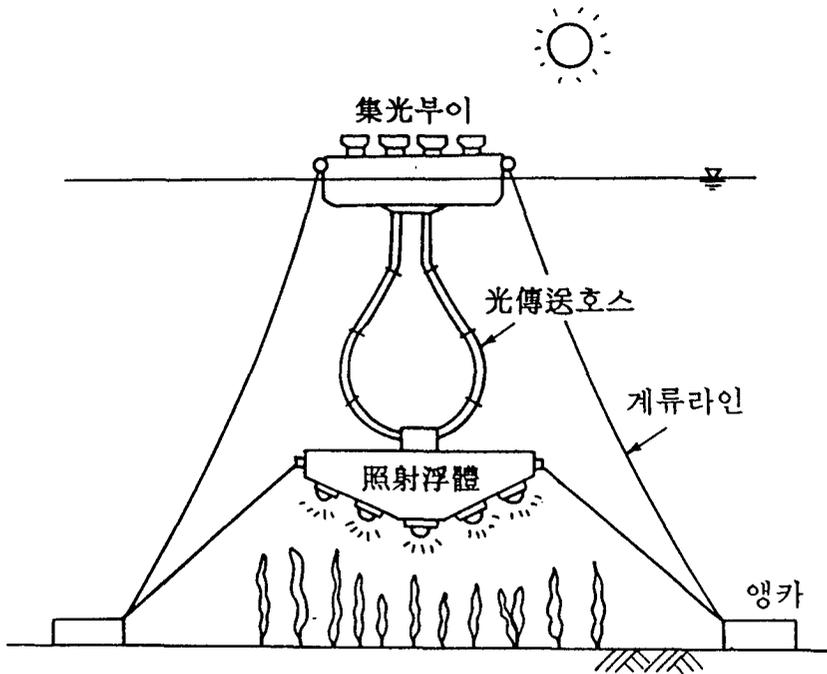


Fig. 3-31. Conceptual design of illuminating system.

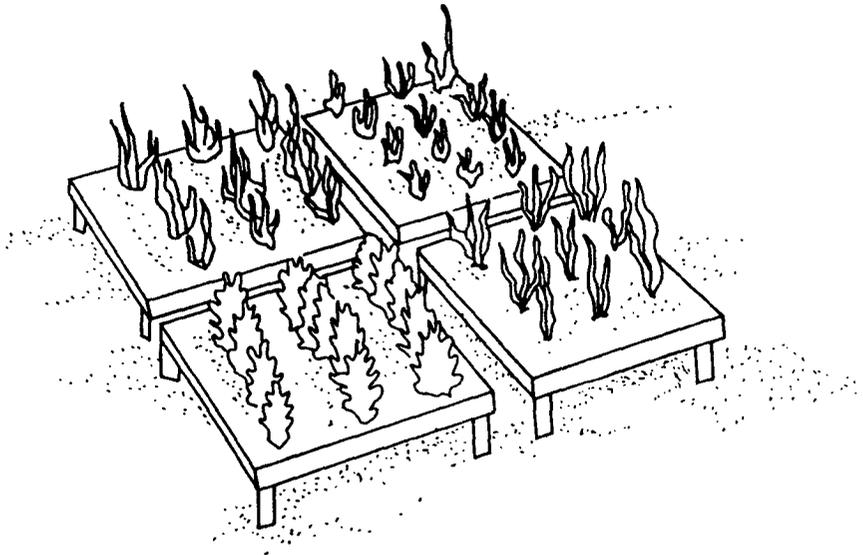


Fig. 3-32. Conceptual design of fixed type artificial sea-bed.

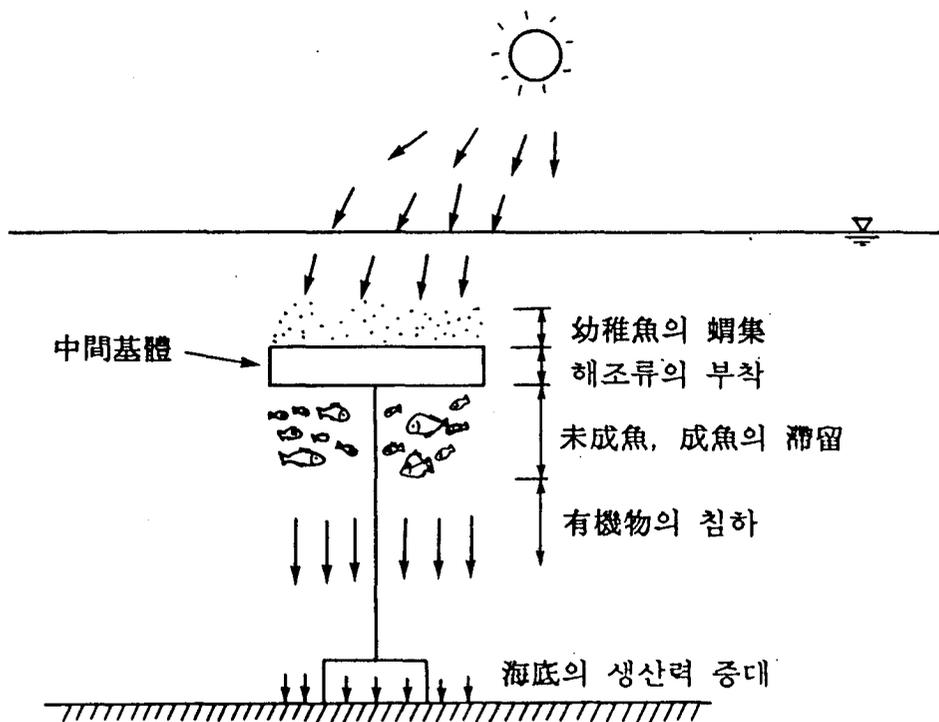


Fig. 3-33. Conceptual design of floating type artificial sea-bed.

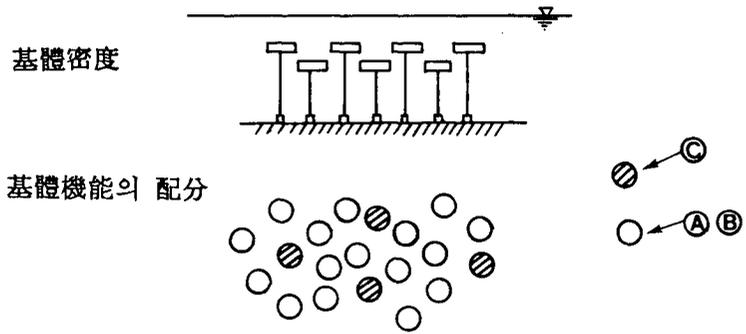
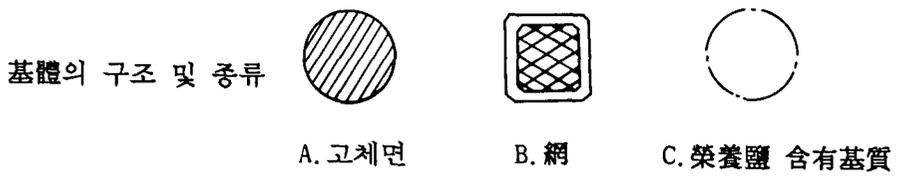


Fig. 3-34. Material and arrangement of artificial sea-bed.

형성원점부터 內灣, 內海, 外海에 이르기까지를 일련의 시스템으로써 파악하여 이것을 생산대상종의 생태계와 연관시켜 종합 검토할 필요가 있다.

가. 영양염 보급방법에서 고려해야 할 조건

영양염을 함유한 것을 그대로 혹은 처리, 가공하여 특정해역에 보급하고 어장의 풍요향상을 도모하기 위한 방법을 고려할 때에는 다음과 같은 점을 생각해야 한다.

- 0 보급하는 영양염을 어떻게 구할 것인가 ?
- 0 대상해역을 어디에 어느 정도 크기로 할 것인가 ?
- 0 대상생물을 무엇으로 할 것인가 ?
- 0 어떤 영양염을 어느 정도 보급할 것인가 ?

1) 영양염 함유물의 선정

영양염을 함유하는 물질을 살펴보면 크게 액체와 고체로 나눌 수 있으며 이는 다시 각각 육수와 해수 그리고 해저퇴적물과 비료로 나눌 수 있다. 이들을 항목별로 세분하면 다음과 같다.

- 0 陸水 - 하천수, 임해호수, 수산가공장의 배수, 축산배수, 분뇨처리수 등
- 0 海水 - 內灣水, 底層水
- 0 해저퇴적물 - 양식장 퇴적물, 준설토
- 0 비료 - 거름, 화학비료

2) 대상해역

대상해역을 선정할 때에는 규제법령, 流況, 어장의 분포상황 등을 고려해야 한다. 먼저 규제법령을 살펴보면 수산자원보호법, 항만법, 하천법, 하수도법 등 여러 법령과 각 지방의 시행령과 규칙 등을 고려해야 한다. 이러한 법령의 검토가 끝나면 대상해역의 유향을 조사하여 폐쇄해역인지 개방해역인지를 파악하고 대상생물의 산란장과 어장 및 해조류나 양식시설 등의 분포 상황 등을 사전에 파악해야 한다.

3) 대상생물

영양염의 보급에 따라 단기간에 자원의 증대를 이룰 수 있는 어종은 많은데 종에 따라서 필요한 영양염과 그 농도 등이 다르므로 대상종을 몇 가지 선택하고 그 목적에 맞는 보급 시스템을 확립할 필요가 있다. 여기서는 대상생물을 크게 3가지로 나누고 여기에 해당하는 대표적인 생물을 일례로 다음과 같이 선정하였다.

- 0 영양염을 그대로 흡수하는 것 - 미역, 김
- 0 영양염을 흡수한 플랑크톤을 먹는 것 - 굴, 中・高級魚의 稚仔魚
- 0 해저 침전물을 섭취하는 것 - 꽃게, 해삼

나. 영양염 보급 시스템의 구축

영양염을 보급하기 위한 시스템을 구축하기 위하여 시스템을 요소별로 나누어 보면 다음과 같다.

- 0 영양염 함유물의 채취
- 0 榮養鹽
- 0 대상해역으로의 운송
- 0 대상해역에서의 보급

이중 영양염 함유물을 채취하는 방법은 內灣水나 河川水와 같은 액체의 경우는 펌핑이, 해저퇴적물과 같은 고체의 경우 준설 등을 생각할 수 있고 운송방법은 파이프라인이나 바지선에 의한 것이 가장 간편하다. 또한, 영양염의 보급을 위한 방법은 지금까지 많이 제시되었는데 이를 보급방식과 형태에 따라 분류하면 다음과 같이 4가지로 구분할 수 있다.

- 0 溶解방식 - 콘크리트나 세라믹 등에 영양염류를 집어 넣고 海中에 투하하여 용해되도록 하는 방법(Fig. 3-35 참조)
- 0 投入방식 - 영양염류를 푸대에 담아서 해중까지 운송한 후 한번에 터뜨리거나 직접 해중에 투하하는 방법

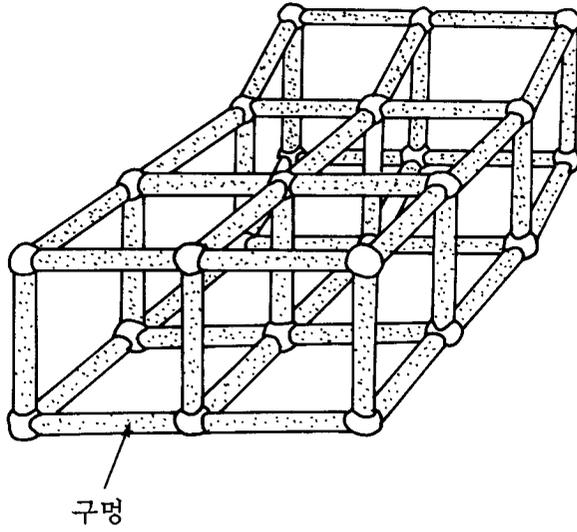


Fig. 3-35. Temporary artificial reef supplying the nutrient.

0 陸水 이용방식 - 過榮養 상태의 호수나 하천수를 파이프라인에 의하여 직접 해역에 배출하는 방법

0 汚水處理 이용방식 - 육상이나 해상에서 처리된 汚水を 해역에 방류하는 방법(Fig. 3-36 참조)

4. 漁場의 풍요를 위한 底層水 이용 시스템

해양에 살고 있는 어류의 분포는 餌生物(동·식물 플랑크톤)의 분포에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 이러한 餌生物의 가장 낮은 단계인 영양염은 일반적으로 표층보다는 해저에 많이 분포하고 있다. 따라서, 해양의 영양염은 육수의 유입을 제외하면 해저로부터의 鉛直流가 유일한 보급경로인데 이 연직류를 일반적으로 湧昇流라고 한다. 여기서는 용승류에 의한 저층수 이용시스템을 기술하고자 한다.

가. 湧昇流의 종류

1) 風成湧昇

풍성용승은 바람에 의해 생기는 표층류가 지구의 자전에 의해 離岸流가 되고 이를 보충하기 위해 하층에서 발생하는 흐름을 말한다. 보고에 의하면 용승해역은 전체 해양면적의 약 0.1% 정도에 불과하지만 세계의 어획가능량의 50%가 집중되어 있는 것으로 추정되는데, 이로써 용승현상이 어류의 생산에 매우 중요한 환경요소임을 알 수 있다.

2) 地形性湧昇

지형성용승은 풍성용승과 달리 해저지형에 의하여 국지적으로 발생하며 이 용승은 어장형성의 주요한 요소가 된다. 지형성용승에 의한 어장조성의 예는 일본의 三宅(Miyake)島에서 볼 수 있는데 용승이 발생하는 東側이 용승이 없는 西側에 비하여 영양염 농도가 높고 생산성도 최고 14.4배, 평균 11.2배의 차이를 나타냈다.

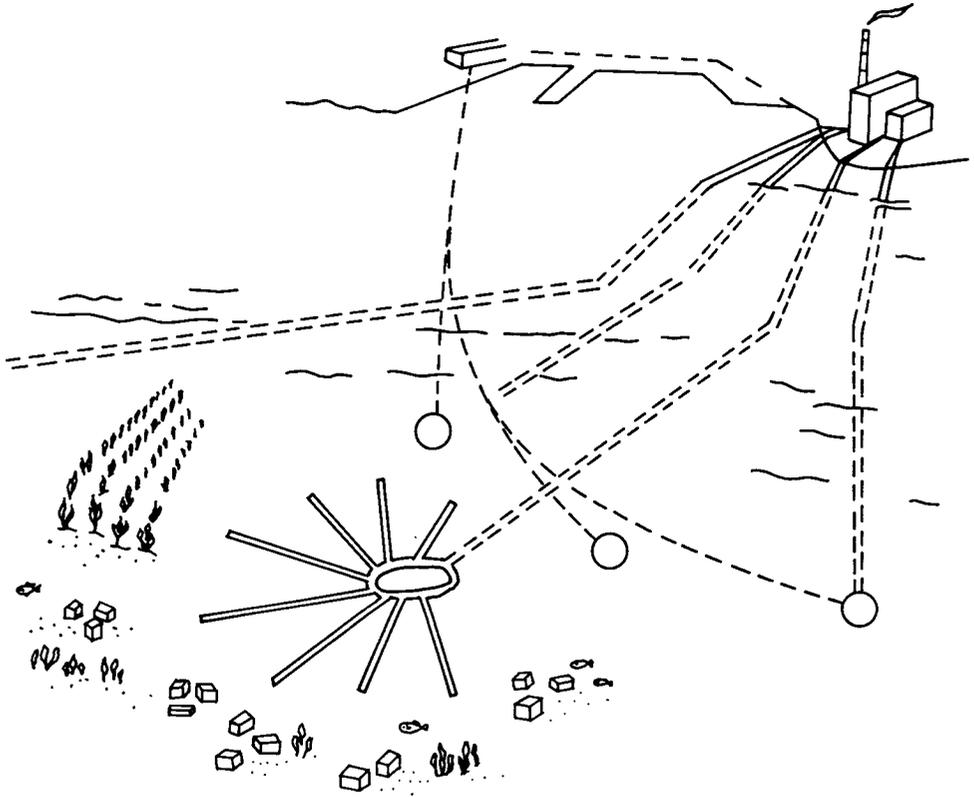


Fig. 3-36. Arrangement of proliferating area using the polluted water.

나. 底層水 이용시스템의 연구사례

어장의 풍요를 위한 용승현상을 이용한 연구사례를 방법에 따라 분류해 보면 크게 3가지로 나눌 수 있다.

0 저층수를 표층에 혼합하는 기술

0 표층수를 저층에 혼합하는 기술

0 저층수의 富栄養특성 이외에 低溫특성, 淸淨특성 등을 이용하는 기술

일본에서의 저층수 이용기술의 연구동향을 살펴 보면 전체연구의 80% 이상이 저층수를 표층에 혼합하는 기술에 집중되어 있으며 여기에 필요한 원동력은 흐름, 파랑, 潮位差, 온도차, 태양광, 화석연료 등이 이용되었다. 한편, 이들 기술을 이용한 연구결과를 살펴 보면 다음과 같다.

1) 底層水를 表層에 혼합하는 기술

연구사례의 대부분은 기술수준이 구상단계나 실험단계에 머무르고 있으며 일부는 실용화 단계에 도달한 것도 있는데 각 단계에 해당하는 대표적인 연구사례는 다음과 같다.

가) 구상단계

흐름을 이용하여 湧昇을 발생시키는 장치를 Fig. 3-37와 같이 고안하였다. 이 장치는 길고 얇은 철판을 상자형 구조물에 부착하여 대상해역으로 예인한 후 침수시킴으로써 설치된다.

나) 실험단계

이 단계에 해당하는 연구는 상당히 많은데 動力源도 흐름, 파랑, 온도차 등 다양하게 이용되고 있다. 먼저 波力, 風力, 太陽力 등 자연에너지를 이용하여 펌프를 가동시켜 표층에 설치된 중간육성시설에 저층수를 공급하는 방법(Fig. 3-38 참조)이 있고, Fig. 3-39와 같이 요철이 있는 구조물을 해저에 설치하면 높은 부분에는 압축류가 작용해서 낮은 부분보다는 흐름이 빨라지게 되고 이로 인해서 발생하는 수위차를 보충하기 위해 용승류가 발생한다. 또한, 해중에 Fig. 3-40과 같이 거대한 膜을 설치하여 흐름의

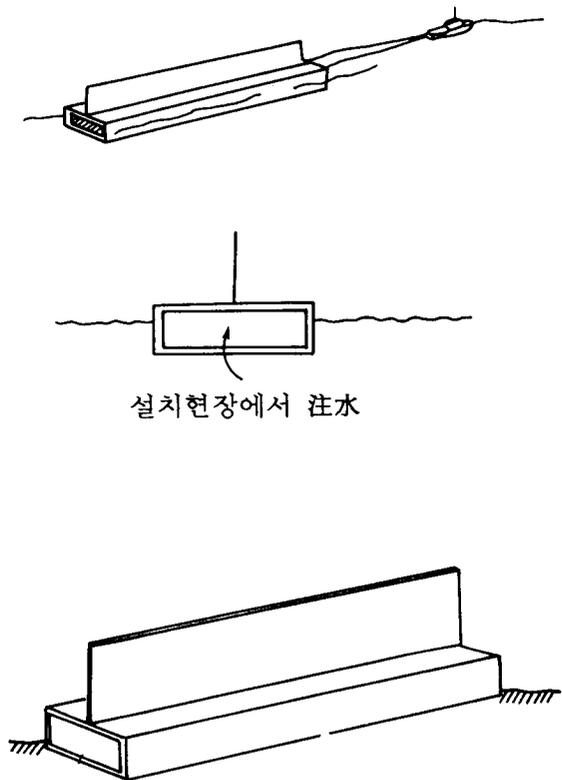


Fig. 3-37. Transportation and installation of upwelling current making device.

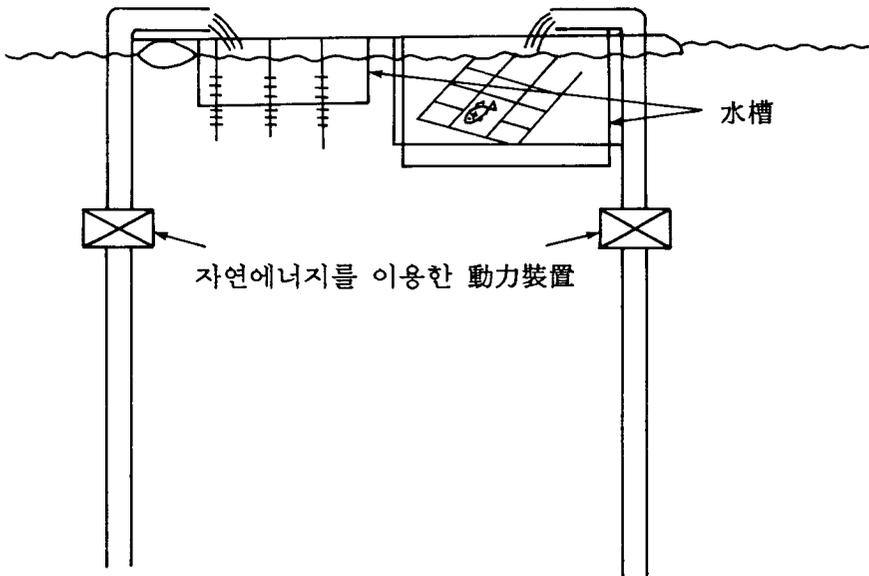


Fig. 3-38. Intermediate breeding device using the deep sea water.

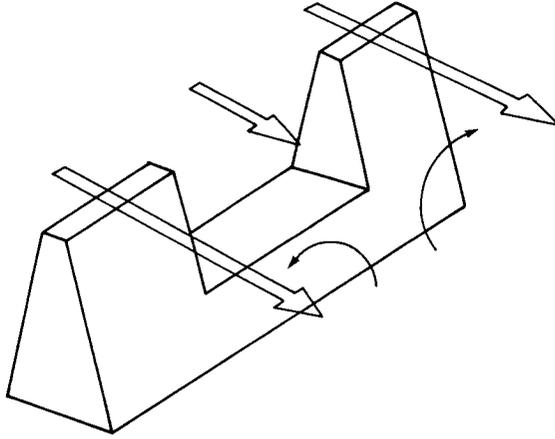


Fig. 3-39. Upwelling current making device using the current difference.

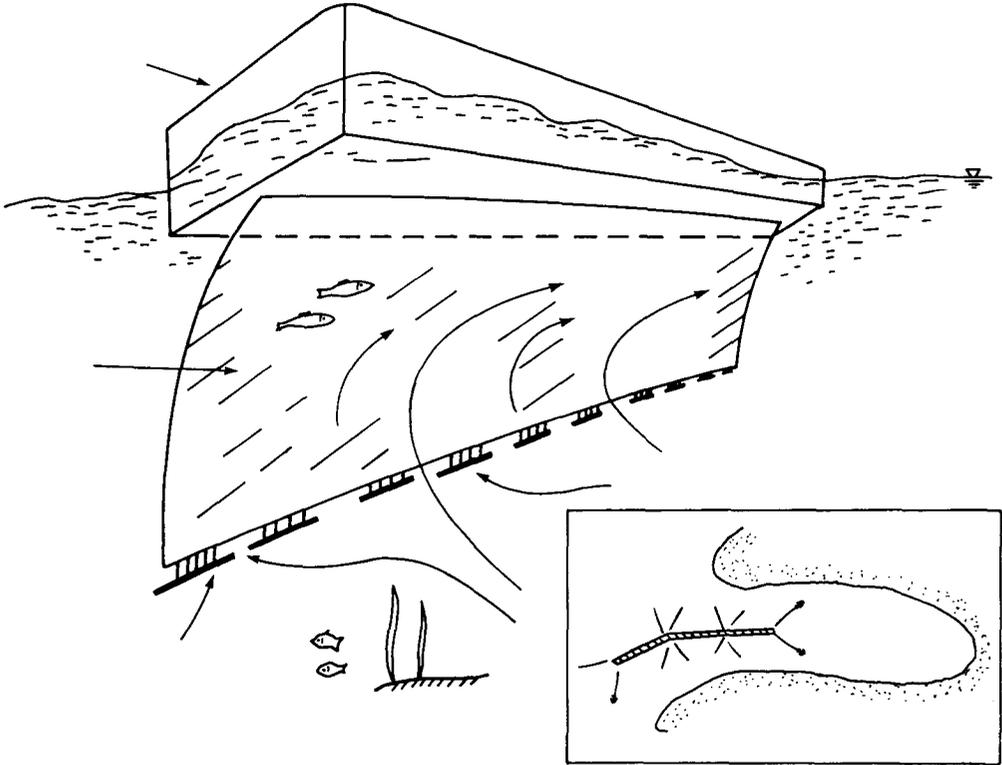


Fig. 3-40. Water circulating device using the deep sea water inside harbor.

정체로 인한 오염의 문제가 심각한 내만의 양식시설에 신선한 해수를 공급하기 위하여 흐름의 방향을 바꾸는 방법도 있다.

다) 실용화단계

제철소나 발전소 등에서 배출되는 溫排水를 Fig. 3-41과 같이 관을 통하여 일정한 깊이에서 방류하면 온도차가 발생하게 되는데 이 온도차는 대류현상을 유발하여 湧昇流를 발생시킨다.

2) 表層水를 底層에 혼합하는 기술

자연상태의 수평흐름을 Fig. 3-42와 같이 鉛直下向으로 변화시키면 표층의 富酸素水塊를 저층수와 혼합할 수 있게 되어 저층의 活性化를 도모할 수 있다. 이 기술은 현재 실험단계에 있다.

3) 底層水의 특성을 이용하는 방법

풍력을 이용한 장치를 Fig. 3-43과 같이 육상에 설치하면 저층수를 끌어 올려 저층수의 低溫특성이나 清淨특성 등을 이용할 수 있는데 아직 구상단계에 있다.

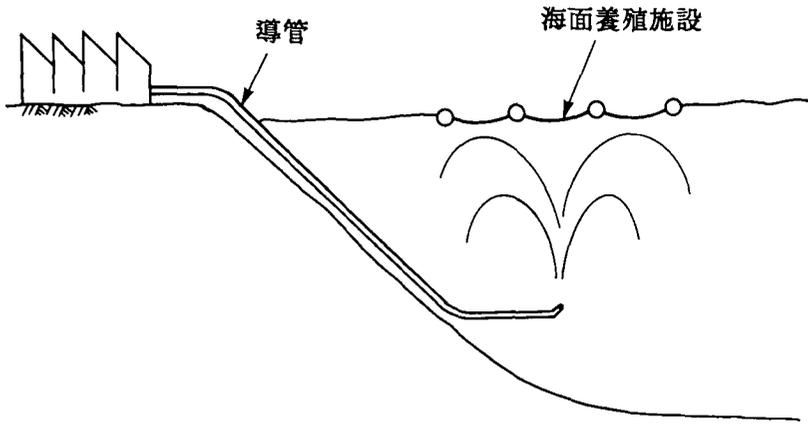


Fig. 3-41. Deep sea water utilization device using the thermal discharge.

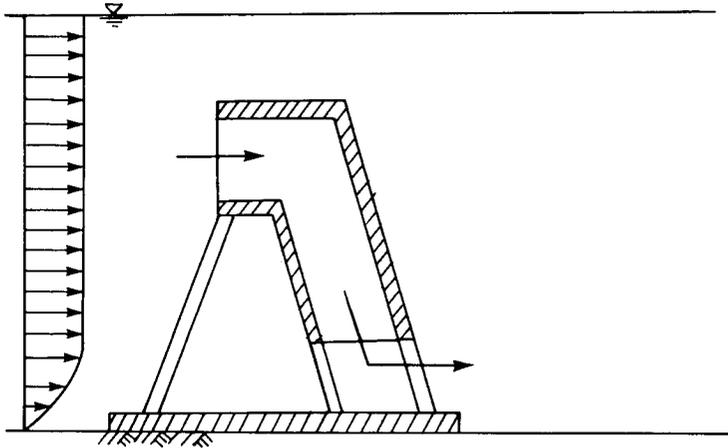


Fig. 3-42. Oxygen supplying device to the bottom from the water surface.

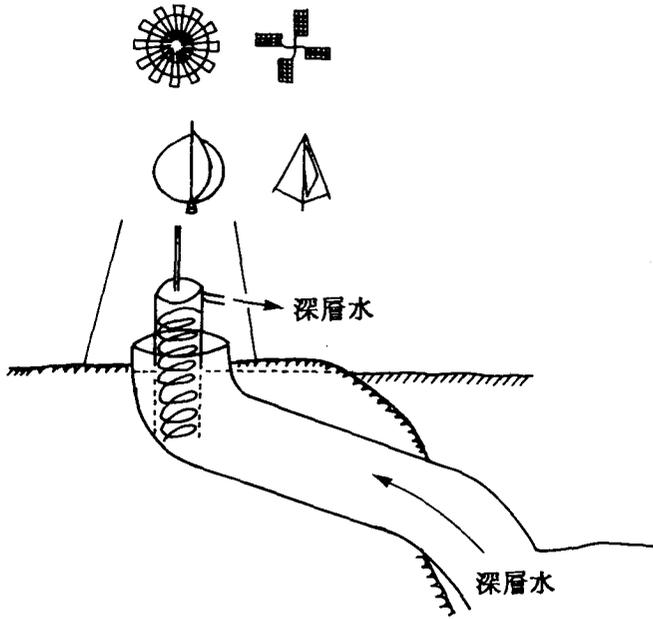


Fig. 3-43. Deep sea water supplying device using the wind force.

제 5 절 海洋牧場의 모니터링 시스템

1. 모니터링 시스템의 기본개념

가. 자연환경계의 모니터링

해양목장에 있어서 대상어류나 海藻類 및 餌料生物이 요구하는 환경조건에 적합한 해역이 어디에 어떻게 분포하고 있는지를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 해양현상에 대한 이해가 필수적인데 주요한 해양현상에 대한 이해는 현재 거의 조사, 파악되어 있으나 특정해역에서의 특정현상에 대해서는 아직 불분명한 점이 많아 경험에 의존하는 경우가 많다. 주요한 해양현상을 알기 위해서는 보통 수온, 흐름, 염분 등을 측정하는데 海洋牧場을 하기 위해서 이러한 모든 현상을 전부 파악하는 것은 무리이며 대상으로 하는 생물이나 해역에 가장 관련이 깊은 항목만 골라서 측정하는 것이 보통이다.

모니터링 시스템을 구성할 때 가장 중요한 요소는 규모이다. 규모에는 공간적인 것과 시간적인 것이 있는데 공간적으로는 대상생물과 이들의 생활환경을 고려하여 깊이와 넓이를 정해야 하며 시간적으로는 무인화, 자동화하면 관측을 용이하게 실시할 수 있다. 한편, 沿岸, 內海 그리고 內灣에서는 해수의 특성파악 못지 않게 해저의 질도 중요한데 이것에 따라 수질이 크게 좌우된다. 따라서, 모니터링을 해야 하는 대상도 餌料生物과 榮養鹽의 분포뿐 아니라 底質의 이동상황, 수질 등 매우 광범위하다고 할 수 있다.

나. 생태계의 모니터링

자연환경에 대한 이해가 완료되면 다음에는 어떠한 조건하에서 생태계가 존재하는지 파악해야 한다. 생태계의 모니터링에 대해서는 대상으로 하는 생물의 분포와 생활실태 외에 이료생물 특히 플랑크톤 등의 크기별 분포와

생태를 알아야 한다. 또한, 대상생물의 궤적생활권의 관점에서 보면 생활과 성장을 저해하는 생물의 존재와 분포 등의 害敵要因의 정량적 및 정성적 파악이 필요하다. 따라서, 이러한 결과와 자연환경의 자료를 조합하면 어느 정도 동향예측이 가능하여 보다 효율적인 환경개선이 가능해 진다.

다. 모니터링 시스템의 개념

우리나라는 해양 모니터링의 역사나 이에 대한 인지도가 낮기 때문에 해양 선진국에 비하여 상당한 수준 차이가 있다. 따라서, 이러한 약조건하에서 해양에 관한 정보를 얻기 위해서는 대상생물의 활동에 중요한 요소만을 골라 효율적으로 계측해야 한다. 계측방법으로는 선박이나 부이를 이용한 직접계측과 항공기나 위성을 이용한 원격탐사(Remote sensing)가 있는데 前者는 소규모의 정밀계측에 적합하고 後者는 대규모의 상황파악에 적합하므로 각 방법의 특성을 고려하여 현상에 따라 선택해야 한다. Fig. 3-44은 두 방법을 전부 이용한 모니터링 시스템의 개념도를 나타낸다.

2. 모니터링 시스템의 구성

궤적 생활권의 확대를 위한 방법에는 환경개선에서부터 餌料供給, 音響給餌 등에 이르기까지 많은 것이 제안되고 있다. 그러나 이러한 방법들이 실효에서 소정의 기능을 발휘하고 있는지 아니면 오히려 해를 끼치고 있지는 않은지를 파악하는 것은 매우 중요하며 이를 위해 대상생물의 증감이나 분포의 변동 등을 수시로 측정해야 한다. 측정방법으로는 앞에서 언급하였듯이 여러가지가 있는데 시간적 변동이 매우 중요하므로 無人化, 自動化에 의한 관측이 바람직하나 현재로는 비용상, 기술상의 문제로 어렵기 때문에 선박 등에 의한 정기적 조사가 요구된다.

가. 모니터링 시스템의 構成因子

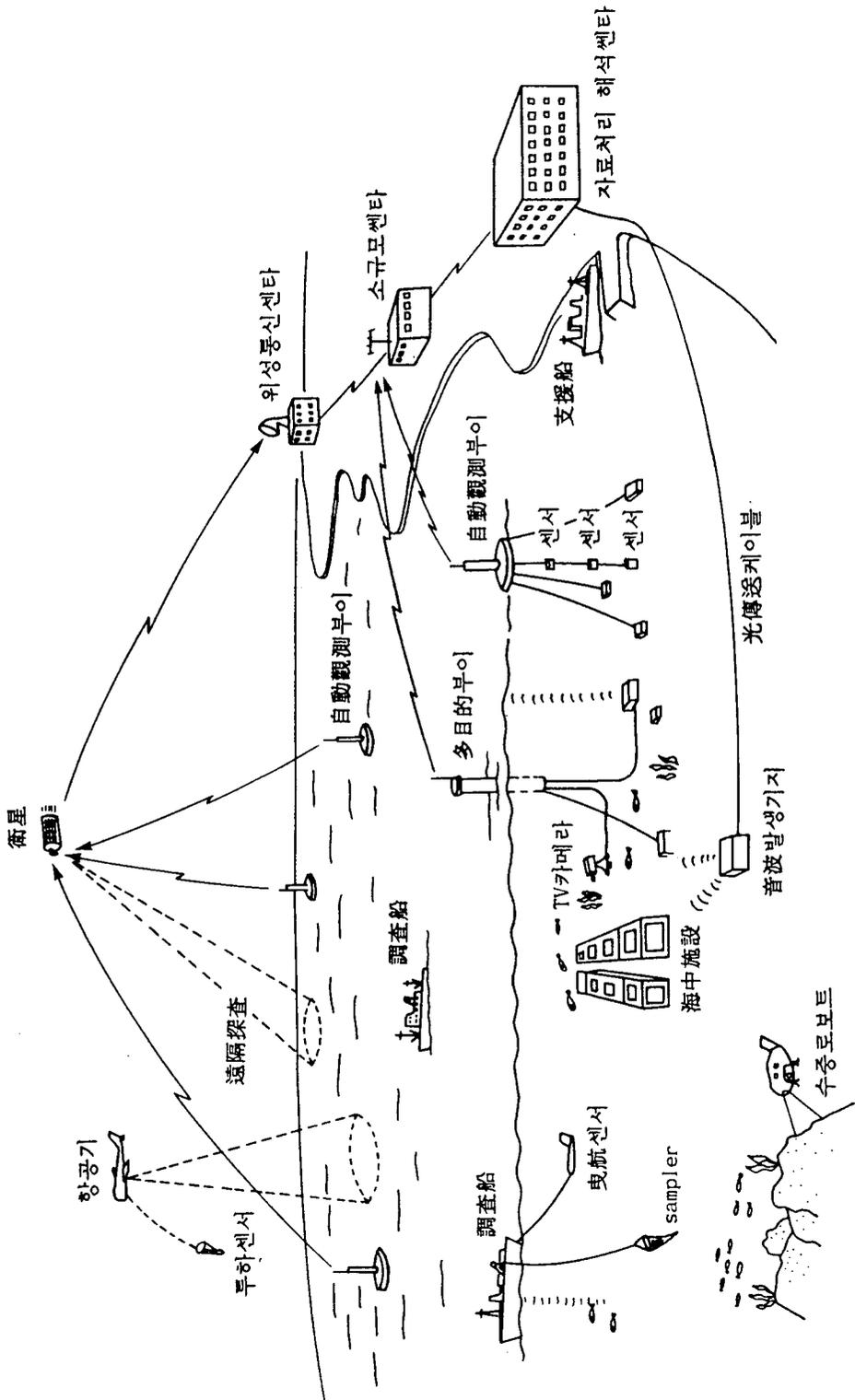


Fig. 3-44. Conceptual design of the monitoring system.

모니터링 시스템의 구성인자 항목에 있어서는 비교적 한정된 것이 제안되고 있는데 여기서는 각 항목에 대하여 확대방법과 시스템에 대응한 모니터링을 검토해 보기로 한다.

1) 水溫

氣化熱을 이용한 소규모의 것에서부터 온도차 발전과 연결된 대규모의 것까지 생각할 수 있으나 모두 해수의 구조의 변화라고 하는 기본적인 면에 착안한 모니터링 시스템을 생각한다. 즉, 필요한 해역에 상응한 수평, 수직의 격자에 온도센서를 배치하고 자동화에 의한 계측을 매시간 실시한다. 단, 수평방향의 흐름이 없는 경우에는 냉수나 온수를 배출할 경우 냉수는 그대로 저층으로 침하할 것이고 온수는 한정된 해역의 표층온도만이 상승하게 된다. 따라서, 해류도 중요한 측정항목이기 때문에 적어도 表層, 中層, 底層의 흐름을 개략이라도 파악할 수 있도록 流向, 流速센서를 배치한다.

2) 흐름

흐름은 해양순환, 湧昇流, 海洋前線, 바람에 의한 표면류 등의 여러가지가 포함되어서 각각의 특징을 가진채 움직이고 있다. 광역에 걸친 흐름을 제어하는 데에는 대규모의 시스템이 필요하므로 흐름에 관련된 확대방법으로는 연안 등을 대상으로 한 소규모의 것이 제안되고 있다. 모니터링도 비교적 좁은 해역을 대상으로 하는 것이 요구되고 있는데 이러한 것을 고려하면 흐름도 해류나 조류와 같은 水平流와 용승류나 침강류와 같은 鉛直流의 2가지를 고려하면 된다.

흐름의 측정법은 流向流速計에 의한 직접법과 遺跡을 측정하는 Lagrange법이 있는데 연안을 대상으로 한다면 직접법이 타당하다. 최근에는 중규모의 해수이동에 대해서 음파를 이용한 수중 원격탐사가 실험적으로 행해지고 있지만 장래에는 실용화되어서 흐름의 동향파악에 이용될 것이다. 또한, 대규모의 흐름에 대해서는 인공위성을 이용하는 방법도 구체화되고 있다.

3) 酸素

산소는 수중에 녹아 있는 상태를 직접 측정하는 것이다. 센서는 화학적 구조를 가지고 있으므로 해수환경하에서는 수명에 한도가 있고 자동계측 시스템으로서도 보수에 상당한 노력을 요한다. 따라서, 모니터링 시스템으로서의 필요한 만큼의 센서를 배치한 자동계측 시스템이나 조사선에 의한 측정도 중요하지만 수온이나 염분자료와 같은 다른 자료를 이용한 종합적인 분석이 매우 중요하다.

4) 營養鹽

自動計測이 가장 어려운 항목중의 하나이다. 해양에 영양염을 투하하거나 침투방법에 의하여 공급하는 경우에는 공급량을 파악할 수 있기 때문에 해수구조의 변동 등에 의한 자료로부터 어느 정도 확산을 추측할 수 있겠지만 역시 조사선 등에 의한 정기관측을 실시해야 한다. 自動計測은 DO, pH, 水溫, 鹽分 등에 대해서 실시하고 영양염과의 相關關係를 해석하는 것이 바람직하며 또한, 플랑크톤이나 赤潮발생과의 상관관계 해석도 필수적이며 過영양염의 폐해발생의 감시도 실제로 중요한 문제이다.

5) 餌料

이료는 넓은 의미로 대상생물에 따라 여러가지가 포함되지만 가장 중요하다고 생각되는 幼稚仔期의 이료에 주목하면 미세한 동·식물에 한정된다. 플랑크톤, 저서생물, 浮游稚仔 등은 해수채취에 의한 手作業으로 분석할 수 있지만 문제는 浮游期의 시간에 따른 변동상황을 파악할 수 없다는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 채취장소와 시간적 밀도를 높이는 방법외에는 없으며 최근에는 항공기나 위성에 의한 관측이 가능해져 실용화되면 극히 유용한 모니터링 수단이 될 것이다.

나. 모니터링 시스템의 역할

해양은 흔히 우주보다도 현상의 파악이 어려운 곳이라는 평가를 받는데

이러한 해양에서 발생하는 현상과 생물의 실태를 파악하기 위해서는 물론 海洋牧場의 성공을 위해서도 모니터링이 필수적이다. 모니터링은 단순히 계측장비만을 사용하는 것이 아니라 정보전송, 시스템공학, 토목공학, 통계학 등의 소프트웨어와 하드웨어가 결합된 종합시스템이므로 해양현상에 관한 충분한 정보를 얻기 위해서는 막대한 투자가 필요하지만 현실적으로 불가능한 면이 있다. 따라서, 최소의 비용으로 최대의 효과를 거둘 수 있도록 해역특성에 맞게 모니터링 대상을 결정해야 한다.

다. 기술적 과제와 해결책

모니터링 시스템에서 가장 커다란 문제는 육상과 비교해서 경비가 엄청나게 많이 소요된다는 것이다. 이것은 물론 센서 때문인데 어떤 센서도 현재 腐蝕, 生物附着, 波浪, 潮流 등이 존재하는 악조건하에서는 장기관측이 곤란하기 때문에 결국 사람이 보수를 해야 하며 이는 비용상승의 요인이 된다. 또한, 센서 자체도 영양염을 포함한 수질의 측정은 자동화가 거의 불가능하다는 등의 문제가 있지만 최근 전자와 레이저 기술의 발달에 따라 조만간 이러한 문제가 해결되리라 생각된다.

센서만으로는 해결할 수 없는 문제도 많은데 예를 들면 생물의 생활상태의 파악은 국소적으로 카메라를 사용해야 하나 이것도 자동화가 곤란한 분야중의 하나이다. 한편, 모니터링 시스템의 궁극적 목적은 예측이다. 그러나 예측을 정확히 하기 위해서는 수집된 자료를 분석할 수 있는 소프트웨어의 확립이 중요하며, 이를 위해 생물학자, 기기제작자 및 토목공학자 등 여러 분야의 전문가들로 협력체제를 구성하지 않으면 모니터링의 성과를 거둘 수 없다.

3. 海洋牧場 해역의 水質 運續 自動 모니터링 시스템

가. 사업 개요

해양목장 해역의 해수 수질을 실시간(real-time)으로 연속 모니터링 할 수 있는 수질 관측 시스템을 설치하여 운용.

나. 사업 내용

○ 1개의 수질 관측 스테이션에 장착된 연속 수질 모니터링 시스템으로부터 측정되는 각종 수질 현장자료를 실시간으로 중앙 컴퓨터로 무선 전송하여 해수 수질의 변화 양상을 추적하는 첨단 관측기술의 운용.

○ 수온, pH, 용존酸素(DO), 염분, 탁도, 엽록소-a, 화학적 산소 요구량(COD), 총유기탄소, 암모니아, 규산염, 인산염, 총인, 질산염 및 아질산염, 총질소, 시안 등의 수질 항목을 무인 자동 모니터링.

○ 중앙 감시체제를 통한 시스템 및 자료 관리를 수행하며 자료정보시스템을 이용하여 실측된 수질 자료를 처리.

다. 사업의 필요성

○ 赤潮, 독수대, 폐수 유입등에 의해 목장 해역의 수질 변화가 야기되어 어류에 큰 피해를 끼칠 수 있으므로 장기적인 안목에서의 환경 모니터링이 필수적이다. 수질은 시간적인 변화가 매우 크기 때문에 정기적인 조사만으로는 수질 변화를 추정하기 어려운 바 장기간에 걸친 연속 수질 모니터링이 필요함.

○ 최첨단 연속 모니터링 기술을 사용하여 장기적으로 수질을 모니터링함으로써 해양환경의 변화나 수질의 변화를 추적하고 최적 환경관리 기술을 보유할 수 있음.

○ 최근 미국 일본 등 선진 각국에서는 수질 자료의 연속 모니터링을 위하여 계측센서 및 자동 측정 장비의 개발에 막대한 투자를 해왔으며, 90% 이상의 가동율을 유지할 수 있는 실시간 수질 연속관측 스테이션을 이미 개발하여 환경 모니터링에 사용하고 있음.

라. 사업 계획

1) 입지 선정

모니터링 스테이션 및 中央 감시센터는 해양목장내 적절한 위치에 설치

2) 채수관 공사 및 채수 장치 설치

부착생물로 인한 가동 중지 시기를 없애기 위하여 2개 이상의 채수관 설치

3) 스테이션 자동 감시 및 정보 처리 장비

수동 자동 측정장치와 감독자가 위치하는 중앙 제어실을 on-line으로 연결하여 기기의 운용 상태를 감시하며 측정된 자료를 송수신하고 처리하는 시스템

4) 採水 및 측정 시스템

가) 採水裝置

연속 자동 채수장치 및 附着生物 제거 시스템 설치

나) 자동측정 시스템 :

16종 이상의 센서 및 자동 분석 장치 설치

다) 측정 분석기기의 사양

| 측정항목 | 측정방법 | 측정범위 | 재현성 |
|------|---------|--------------|------------|
| 水溫 | 백금저항법 | 0 ~ 50℃ | ± 0.1℃ |
| pH | 전극법 | 0 ~ 14 | ± 0.02 |
| 溶存酸素 | 격막형 센서법 | 0 ~ 20.0mg/l | ± 0.1mg/l |
| 염분 | 전기전도도법 | 0 ~ 4.00% | ± 0.005% |
| 탁도 | 산란투과법 | 0 ~ 500mg/l | ± 1mg/l |
| 클로로필 | 형광광도법 | 0 ~ 100ppb | ± 0.1ppb |
| COD | 과망간산칼륨법 | 0 ~ 20mgO/l | ± 0.1mgO/l |
| 암모니아 | 흡광광도법 | 0 ~ 10mg/l | ± 0.01mg/l |

| 측정항목 | 측정방법 | 측정범위 | 재현성 |
|-------|-------------|---------------|------------|
| 질산염 | 흡광광도법 | 0 ~ 10mg/l | ± 0.01mg/l |
| 아질산염 | 흡광광도법 | 0 ~ 1mg/l | ± 0.01mg/l |
| 인산염 | 흡광광도법 | 0 ~ 1mg/l | ± 0.01mg/l |
| 규산염 | 흡광광도법 | 0 ~ 10mg/l | ± 0.01mg/l |
| 총유기탄소 | 연소, 적외선 분광법 | 0 ~ 2000mg/l | ± 1mgC/l |
| 총질소 | 자외선 분광법 | 0 ~ 10.0mgC/l | ± 0.01mg/l |
| 총인 | 흡광광도법 | 0 ~ 1.0mg/l | ± 0.01mg/l |
| 시안 | 전도법 | 0 ~ 2.0mg/l | ± 0.01mg/l |

5) 설치 및 시험 가동

자동 모니터링 스테이션을 통합 설치하고 종합 구축된 모니터링 스테이션을 3개월 이상 시험가동한다.

6) 관리 및 유지

관리 실무진에게 운용기술의 이전 및 교육을 실시하고 주 1회 관리자가 모니터링 스테이션의 센서의 상태를 점검하고 자동분석장치의 각종 시약을 보충

7) 시스템 교체

해수 수질 자동 모니터링 시스템은 부식 등의 문제점으로 인하여 3년에 한번씩 일부 분석 시스템의 교체가 필요함

마. 단계별 사업 추진 계획

1단계 : 연속 모니터링 스테이션 위치 선정

2단계 : 연속 모니터링 스테이션 건물 및 해수 채수관 실시 설계

3단계 : 해수채수관과 채수장치 설치 및 스테이션 건설.

연속 모니터링 분석 장비 설치 이전에는 계절별 2주 연속 측정

조사 사업실시

4단계 : 연속 모니터링 스테이션 건물내에 측정장치 설치.

정밀분석장비를 사용한 측정장치 보정 및 시험가동.

5단계 : 중앙감시센터에 하드웨어 및 소프트웨어 설치운용.

원격자료송수신 및 스테이션 감시체제와 정보시스템 시험가동.

6단계 : 수질 자동 모니터링 시스템 제반 운용 기술을 이전

바. 일본의 수질 모니터링 사례

o 일본 아이찌(愛知)현의 경우에 本會川에 최초의 수질 연속 모니터링 스테이션이 건설되어 1970년 5월부터 작동을 시작해서 현재 3개의 해양 수질 관측소를 포함하여 22개의 수질 연속 모니터링 스테이션을 운용하고 있음.

o 각 관측소에는 15종의 센서 및 자동 분석 장치를 설치하여 무인 자동 모니터링을 실시하고 있으며 가동율은 90%이상으로서 수질 측정항목은 수온, pH, 溶存酸素, 염분, 탁도, 엽록소-a, 화학적 산소 요구량(COD), 암모니아, 규산염, 인산염, 총인, 질산염 및 아질산염, 총질소, 시안 등임.

o 아이찌 현의 수질 연속 모니터링 스테이션들은 아이찌현 산하 아이찌 공해조사 연구소(Aichi Environmental Research Center)의 주관하에 환경측정 장비 제작 회사들이 공동 참여하여 기기 개발 및 스테이션 설치를 하였으며, 현재 아이찌 공해조사 연구소의 관리하에 있음.

사. 수질 자동 모니터링 시스템의 구성 체계

구성체계는 Fig. 3-45, 3-46에 나타낸 바와 같이 크게

- o 시료채취시스템(sampling system),
- o 분석장비(analyzer),
- o 자료획득 장비(data output equipment)
- o 자동계측 전송장치(telemetry package)

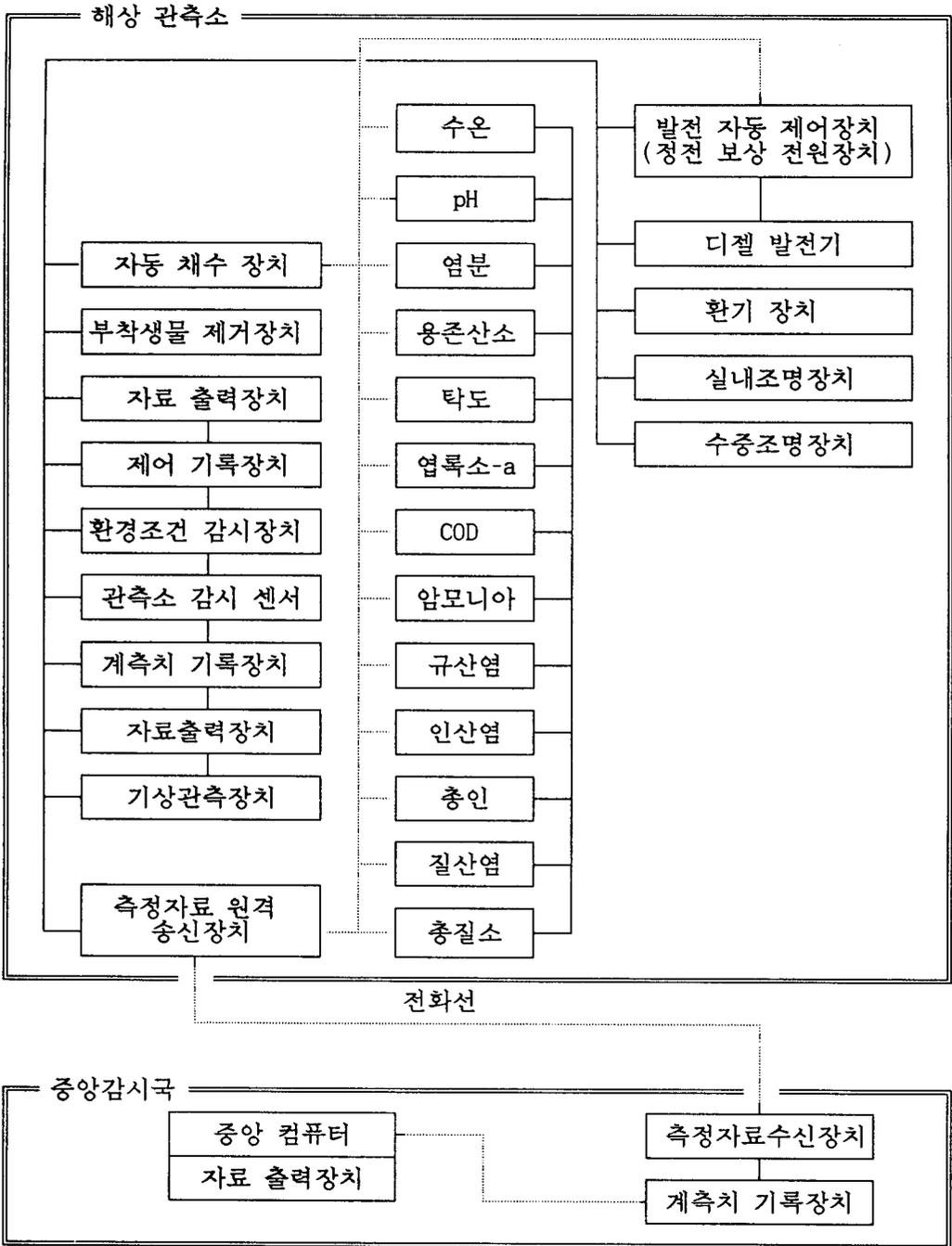


Fig. 3-45. Water quality monitoring system A.

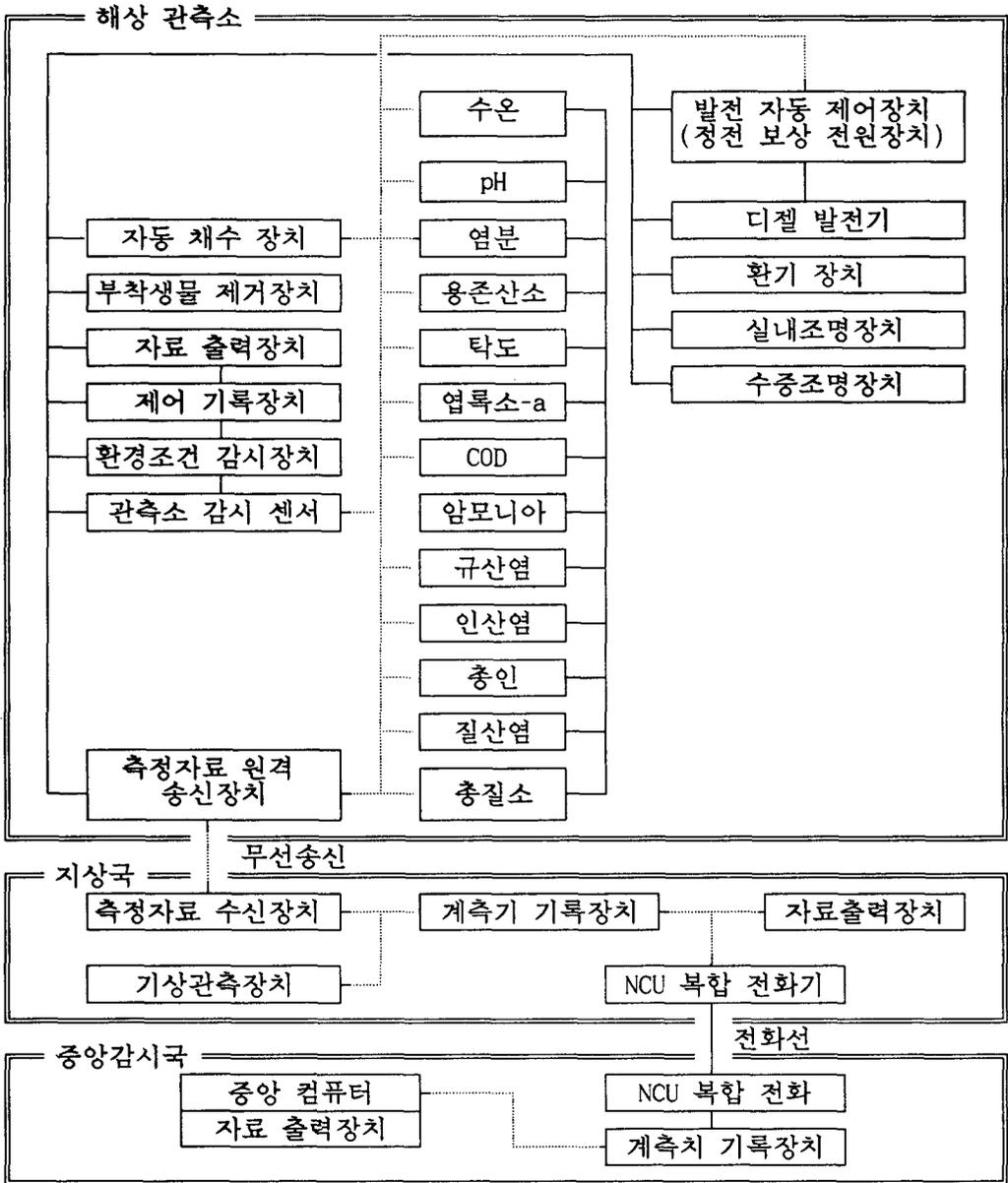


Fig. 3-46. Water quality monitoring system B.

- 자료수신장치(transmission system)
- 중앙감시국(central station)
- 자료관리 및 정보시스템 소프트웨어(software)

등으로 나눌 수 있다.

아. 기대효과 및 활용방안

○ 해양목장 해역의 수질을 관리함에 있어 측정 당시의 수질은 물론 수질 변화 경향을 쉽게 알 수 있고 또한 공공자료로도 활용

○ 최첨단 전자동 수질 모니터링 스테이션을 설치 운용하여 각종 수질 측정자료의 질적 개선과 양적 확대를 도모

○ 모니터링 스테이션의 설치 운용 및 자료처리에 대학 및 연구소가 참여하여해양목장해역의 수질 및 대기 환경감시망 구축에 필요한 연구 능력 확보

○ 모니터링 스테이션의 설치 운용 및 자료처리 과정에서 획득될 노하우를 차후에 건설될 모니터링 스테이션의 설치 운용에 활용하고 측정 센서의 개발 및 연구에 실험장소로 활용

○ 실시간 환경 측정 모니터링 관측소를 통한 환경관리 의지 및 능력 홍보

자. 예상소요경비(모니터링스테이션 한 곳 설치시) 480,000,000 원

1) 해수 분석 장비 210,000,000 원

○ 수온, pH, 염분, DO 30,000,000 원

○ 탁도, 클로로필-a, COD 45,000,000 원

○ 암모니아, 시안 30,000,000 원

○ 총인, 총질소, 총유기 60,000,000 원

○ 영양염류 45,000,000 원

2) 자료 처리 장비 20,000,000 원

3) 스테이션 내부시설(배관, 시료채취 장비, 부착생물 50,000,000 원

제거장치 및 제반 내부시설)

4) 중앙감시국(자동제어 하드웨어, 소프트웨어, UPS 등) 150,000,000 원

5) 정보시스템 소프트웨어 개발 50,000,000 원

※모니터링 스테이션 설계 및 건축비 제외

제 6 절 海藻場 조성 및 消波施設

1. 海藻場 조성

가. 조성해역의 조사

海藻場 조성대상해역에 있어서 조성계획을 세우는데 필요한 자료를 얻기 위한 사전조사를 행할 필요가 있다. 조사는 자료조사와 현지조사로 나뉘어지며 조사항목 및 내용은 Table 3-35와 같다. 조사는 기본적으로 자료조사에 의해 행하고 계획에 필요한 항목에서 부족한 것은 현지조사를 행해서 확인할 필요가 있다.

Table 3-35 Investigation items and contents of data

| 조사항목 | 조사내용 |
|--------|---|
| 지세 | 대상지역의 인구, 주요산업 등 |
| 어업 | 어업의 종류, 어획량 등의 어업실태, 문제점 |
| 생물 | 주변해역의 海藻場 분포, 부착동식물, 植食動物의 자료 |
| 파랑 | 근처의 관측소나 측후소의 자료 |
| 海·潮流 | 해도에 표시되어 있는 潮流速과 기타의 자료 |
| 지형(수심) | 海圖에 의한 해저형상 파악과 지형도에 의한 해안선의 상태, 유입하천의 유무, 砂州의 형성상황 |
| 수질 | 기존의 수질자료 |
| 저질 | 연안해역 지형도 등의 기존자료 |
| 漂沙 | 기존의 항공사진에 의해 汀線의 변화상황과 碎波帶 주변에서의 사주의 형성상황 |

나. 기본계획

1) 설치수심과 着生基盤의 깊이

착생기반의 깊이는 砂泥域에 유효한 海藻場을 조성하기 위하여 대상 해조류의 생식조건과 물리, 화학적 환경으로부터 선정하는데 자연적으로 존재하는 대상종의 서식수심을 참고로 한다(Fig. 3-47 참조).

2) 착생기반의 높이

착생기반의 높이는 海底地盤高의 변화, 浮遊砂의 영향 등을 고려해서 결정한다. 砂泥域에서는 파랑 및 조류에 의하여 해저지반고가 계절적 혹은 연간의 변동이 발생하는 경우가 있다. 해저변동이 있으면 着定基質을 설치했을 때 착생기반이 해수중에 있어도 砂泥에 의해 묻혀버려 해조가 살 수 없는 환경이 되는 경우도 있다. 이러한 변동량은 해양조사나 수치모델에 의하여 예측할 수 있기 때문에 이를 이용하여 높이를 결정해야 한다.

3) 착생기반의 배치

着定基質을 조밀하게 배치하면 海藻群落으로서는 좋은 환경이고 유지관리도 쉽다. 그러나 한정된 개발면적을 생각하면 건설비나 생산성 등을 고려할 때 일정한 공간을 두고 배치하는 것이 유리하다. 이 경우 각각의 착정기질이 遊走子 확산범위를 넘어서서 있으면 생태적으로 독립해 버리고 한 개의 착정기질에서 海藻가 전부 말라 죽는 경우도 발생하므로 이러한 영향도 고려해야 한다.

다. 着定基質의 설계

1) 설계조건

착정기질의 설계조건은 사전조사결과 등으로부터 다음 사항을 고려해야 한다.

0 수심(潮位)

0 흐름

0 파랑

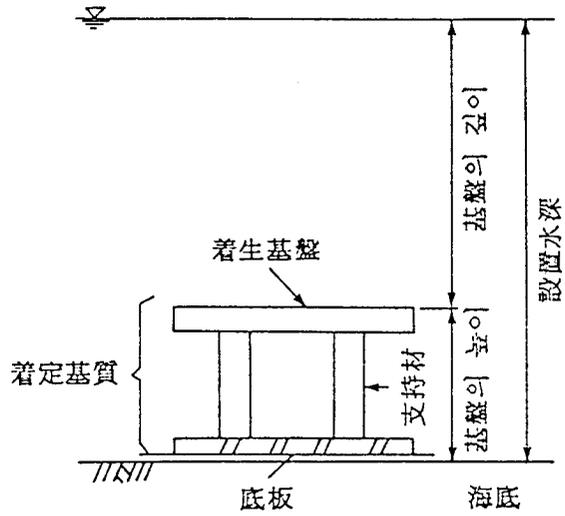


Fig. 3-47. Relation between water depth of installation and platform.

0 地盤

0 漂砂

0 기타

여기서, 수심, 흐름, 파랑, 지반은 着生基盤과 支持材를 유지하기 위한 검토조건이고 표사는 支持材의 필요성을 검토하는 조건이다. 또한, 기타에는 마찰계수, 部材許容應力, 單位體積重量 등을 고려해야 한다.

2) 着定基質의 형상

해조장을 조성하기 위해서는 복수의 착정기질이 필요하나 여기서는 최소단위로 1기의 구조에 대하여 다음과 같은 사항을 검토한다.

가) 착정기질의 크기

착정기질은 1基로써 해조류가 群落을 이룰 수 있고 설치해역의 조건, 작업용 중기계의 능력 등을 고려하여 최소한의 크기를 결정한다.

나) 착생기반의 높이

海藻場을 조성할 해역은 비교적 수심이 얇은 砂泥域이다. 이와 같은 해역에서는 일반적으로 해저면 가까이에서 浮遊砂의 농도가 높기때문에 착정기질의 착생기반면이 높지 않으면 매몰될 가능성이 높다. 착정기질은 해조장의 조성뿐 아니라 어초로서의 효과도 지니고 있기 때문에 공학적인 안정성의 검토 이외에 생태계와의 조화도 고려해야 한다.

다) 支持材

위에서 언급한 착생기반이 표사에 의한 매몰, 세굴에 의한 매몰, 전도 및 부유사에 의한 마모의 우려가 있는 경우에는 지지재가 필요하다. 지지방법은 말뚝식, 블럭식, 사석식 등이 있는데 현지 상황에 적합한 형태를 선택한다.

3) 外力計算

착정기질에 작용하는 주요한 외력은 파랑과 흐름에 의한 抗力과 質量力이다. 이와 같은 힘의 산정은 통상의 착정기질에서는 全國沿岸漁業 振興開發協會(1992)의 제4편 제2장의 어초에 근거하여 실시한다. 그 방법은

非碎波 영역에서는 抗力과 質量力을 합성한 식을, 碎波 영역에서는 항력에 기초한 식을 사용하면 된다.

라. 안정대책 공법

砂泥域에 설치하는 착정기질은 파랑 및 흐름에 의한 해저지반의 세굴 및 표사 등에 의한 매몰, 침하가 우려된다. 따라서, 着定基質의 기능이 현저히 저하되는 것을 방지하기 위한 대책이 필요하다.

1) 洗掘, 埋沒의 발생원인

해저지형은 외력에 대하여 안정한 방향으로 이행하려고 하는 성질을 가지고 있으며 그 이행과정에서 洗掘과 埋沒이 발생한다. 따라서, 세굴과 매몰이 어떠한 요인에 의하여 발생하는지를 파악하여 대책을 강구하는 것이 중요한데 그 발생요인으로 다음과 같은 사항을 고려할 수 있다.

0 沿岸流와 漂砂

0 파랑과 해양구조물

0 지형상의 원인

0 碎波帶의 洗掘

0 沿岸砂州의 이동

2) 침하의 발생원인

세굴과 매몰의 원인은 수리현상에 의한 토사의 증가때문이지만 침하는 저질기반의 성질과 설치 구조물의 형상이 원인이라고 생각되는데 자세한 내용은 다음과 같다.

0 저질지반의 壓密沈下

0 연약 모래층

0 원호형태의 滑動破壞

0 기타로 지하자원의 채굴이나 지각변동

3) 세굴, 매몰, 침하에 대한 설치위치조사

착정기질을 설치하는 위치를 조사하는 것은 앞에 설명한 원인에 해당하는지의 여부를 가려서 대책을 세우는 것이 중요하다. 조사항목은 앞에서 언급한 내용과 동일하다.

마. 洗掘, 埋沒의 검토

1) 海濱形成 및 底質特性

해빈형성 및 저질특성을 파악하는 것은 세굴과 매몰을 예측하는데 필요하다. 해빈은 육상의 모래가 파랑과 그에 따른 흐름에 의하여 이동하는 한계수심까지의 거리를 말한다. 해빈의 저질은 거의가 석영입자이고 그 비중은 2.65로 표사에 대한 일반적인 특성치로 사용되고 있다.

2) 漂砂

漂砂는 이동형태에 따라 掃流砂와 浮遊砂로 크게 나눌 수 있는데 어느 쪽이 탁월한지는 파의 위상에 따라 다르다고 할 수 있다.

3) 지형변화예측

파랑, 조류 및 하천류가 강한 해역에서는 지형이 변화하는데 이에 대비하여 지형변화를 예측하고 구조물에 의한 변화를 고려한다.

4) 구조물 주위의 세굴

구조물은 크게 불투과 구조물과 투과 구조물로 나눌 수가 있으며 각각의 세굴양상은 약간씩 다르다. 한편, 어초가 모래나 구르는 돌 위에 설치되어 있는 경우는 파랑이나 흐름에 의하여 세굴을 받아 안정을 잃고 顛倒(Overturning)나 滑動(Sliding)이 발생한다. 어초 설치장소에서의 세굴의 예측은 그 장소에 분포하는 저질을 채취하고 粒子分布가 粗粒이 우세한지 아니면 細粒이 우세한지 파악해야 한다.

5) 洗掘對策

세굴을 검토하고 구조물에 미치는 영향이 크다고 생각되면 세굴에 대한 대책을 세워야 한다. 대책공법을 선정할 때에는 경제성, 시공성, 공기 및

효과 등을 고려하여 적절한 공법을 선정해야 한다. 着定基質의 설치비보다 대책공법의 비용이 많이 들 것으로 생각되면 공법선택을 재고해야 하는데, 일반적으로 소규모의 세굴에 대해서는 세굴방지 매트나 세굴이 어려운 구조를 선택하는 것이 좋다. 대규모의 세굴에 대해서는 離岸堤나 突堤를 설치하는 것이 좋은데 건설비가 증대하므로 설치수심을 재고하는 것이 좋다.

매트의 종류에는 크게 아스팔트 매트와 그 사이에 철망을 삽입한 強化매트가 있는데 두께는 대략 8 ~ 15mm가 널리 쓰인다. 이외에도 자갈이나 根固블럭을 구조물의 주위에 설치하여 세굴을 방지하는 방법도 사용되고 있다.

매트를 사용하지 않고 구조물 자체만으로도 洗掘을 어느 정도 방지할 수가 있다. 구조물은 파랑이나 흐름을 받는 면적이 넓으면 넓을수록 세굴이 쉽게 발생하므로 着定基質을 다리로 지지하면 세굴을 줄일 수 있으며 또한 다리의 형상은 구형보다는 원형이 원형보다는 타원형이 세굴에 강하다.

세굴을 근원적으로 줄이기 위해서는 세굴의 직접적 원인이 되는 파랑을 차단하는 방법이 가장 좋다. 이를 위해서는 防波堤나 潛堤, 離岸堤 및 浮遊式消波堤 등을 설치해야 하는데 이럴 경우 경제성 문제와 인근해역에 미치는 영향이 크므로 신중해야 한다.

6) 埋沒對策

매몰대책의 기본적인 방법은 착정기질을 해저면에서 가능한 한 떨어뜨려 표사에 묻히지 않도록 하는 것이다. 일반적으로 소규모의 매몰에 대해서는 다리를 갖는 구조물이 적합하다고 생각된다. 이 구조물은 着定基質의 크기에 따라 다르지만 대략 2 ~ 3m의 埋沒量에 대해서는 충분히 대처할 수 있다. 대규모의 매몰에 대해서는 돌제나 잠제의 설치가 바람직하지만 세굴대책에서와 같이 경제성이나 주변에 미치는 악영향을 고려하여 설치위치의 변경도 고려해야 한다.

2. 浮消波堤에 의한 消波

가. 부소파제의 정의

증양식장이나 어초 등의 양식시설은 대개 연안 근처에 설치되기 때문에 파랑이나 흐름 및 표사 등과 같은 外力에 완전히 노출되어 있는 경우가 대부분이다. 따라서, 이를 보호하기 위해서는 폐쇄성 항구가 가장 적합하나 현지 여건상 불가능한 경우가 대부분이다. 이럴 경우에는 인공적으로라도 양식시설을 보호할 수 있는 시설의 설치가 필요한데 널리 사용되고 있는 방법으로는 固定式 防波堤와 浮遊式 消波堤가 있다. 먼저 고정식 방파제나 잠제와 같은 구조물은 그 자체로 보호효과가 뛰어나지만 해수의 흐름을 바꾸기 때문에 예상치 못한 부작용이 발생할 소지도 있고 막대한 공사비가 소요되는데 반하여 부유식 소파제는 설치가 간편하고 해수의 흐름을 거의 방해하지 않으며 공사비가 저렴하기 때문에 유망한 방법이라고 할 수 있다.

부소파제는 수면에 떠있는 浮體와 부체를 결속시키는 繫留시스템으로 구성되어 있으며 접근파랑의 에너지를 부체 본체부 및 계류라인의 운동에 의해서 輕減시키는 형태이다. 부소파제의 장점을 간단히 열거하면 다음과 같다.

- 연안개발이 대수심 쪽으로 전개됨에 따라 방파제의 설치수심은 깊어지는데 부소파제는 이와 같은 대수심에 경제적으로 설치할 수 있다.
- 공사비와 物量이 많이 소요되는 重力式 방파제에 비해 건설비가 적게 소요된다.
- 앵커와 계류라인으로만 지지가 되기 때문에 沈下가 우려되어 중력식 소파제를 설치하기 어려운 軟弱地盤에도 용이하게 설치할 수 있다.
- 海水循環을 방해하지 않기 때문에 항만매몰이나 해빈침식과 같은 변화를 발생시키지 않으며 고정식 방파제에 비하여 항내 수질악화를 방지할 수 있다.

- 설치후 이동이 가능하다.

나. 浮消波堤의 분류

부소파제는 크게 나누어 Pontoon式과 異形式으로 구분할 수 있다. Pontoon식은 本體部가 일정한 體積을 갖는 부력통이며 파랑에너지를 본체부의 이동으로 경감시키는 형태이다. 또한, 異形 부소파제는 파랑에너지의 경감 메카니즘이 부체 상호간의 충돌 또는 파랑간섭 효과등을 이용하는 형태인데 이들에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

1) Pontoon식 浮消波堤

Pontoon식 浮消波堤는 상자형으로 된 구조물로서 현재까지 설계 및 시공된 부소파제 중에서 가장 일반적인 형태이다. 고정식 방파제와 마찬가지로 부소파제의 경우에도 소파제 후면에서 파가 발생하지 않아야 하며 가급적 통과하는 파랑 에너지도 적어야 한다. 이러한 조건을 만족하는 부소파제를 설계하기 위해서는 구조물이 충분히 크고 固有振動週期가 길어야 하며 수면하로 깊이 잠겨야 한다. 한편, 부소파제에 연결되어 있는 계류라인의 영향도 무척 중요하므로 설계시에는 이러한 요소들을 반드시 고려해야 한다. Pontoon식 부소파제는 Pontoon의 갯수에 따라 獨立形과 重複形으로 나눌 수 있으며 개략적인 모양은 Fig. 3-48과 같다.

가) 獨立形 浮消波堤

이 소파제는 가장 모양이 단순하고 시공이 간편한 구조인데 단순히 구조물 자체를 크게 함으로써 吃水를 증가시켜 波力을 감소시킨다. 소파제의 흘수가 커지면 자연히 傾心高(Metacentric height)가 낮아지게 되어 安全性이 높아지며 消波效果가 향상된다.

韓國海洋研究所(1992)에서는 이 소파제의 소파효과를 증대시키기 위해 Pontoon의 底面에 연직판을 부착한 연구를 실시하였다. 이 방법은 短週期 파랑에 대해서는 消波效果가 다소 떨어지는 단점이 있지만 長週期 파랑의

차단효과는 우수한 것으로 밝혀졌다. 그 원인은 판의 부착에 의한 상하운동 방향의 附加質量이 증가했기 때문으로 설치대상 해역의 파랑에너지가 집중되어 있는 주기대에 상하운동의 共振週期가 위치하도록 부소파제의 幅, 吃水 및 鉛直板의 길이 등을 결정하면 보다 우수한 소파효과를 갖는 부소파제를 설계할 수 있다.

나) 重複形 浮消波堤

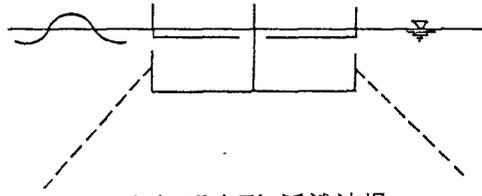
이 소파제는 Pontoon을 일정한 간격을 두고 연결한 것인데, 이로써 파랑이 여기를 통과할 때 Pontoon 사이에서 亂流가 발생하여 파고를 감소시킬 목적으로 고안되었다. 이러한 구조는 入射波의 주기가 구조물의 Heaving과 Pitching의 固有週期에 접근하면서 입사파에 대해 位相差를 가진 운동이 구조물에 야기되어 이때 발생하는 反射波가 透過波와 간섭하여 소파가 이루어진다.

韓國海洋研究所(1993)에서는 鉛直板을 부착한 독립형 부소파제의 단점인 短週期 파랑에 대한 소파효과의 저하를 개선하기 위하여 일정한 간격을 두고 두 개의 Pontoon을 연결한 구조형식을 고안하여 수리실험 연구를 실시하였다(Fig. 3-49 참조). 그 결과, 독립형 부소파제에 비하여 短週期 波浪에 대해서 소파효과가 비교적 우수함을 확인하였으며 浮體 底面 兩端에 연직판을 부착하면 보다 長週期 파랑에 유리하게 水理特性이 변화됨을 확인하였다. 또한 이 소파제는 中央 空洞部에 파랑 에너지를 감소시키기 위하여 페타이어를 사용할 경우 환경보호에도 기여하는 일석이조의 효과도 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

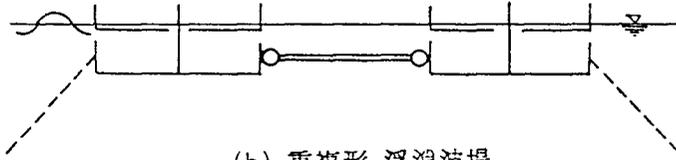
2) 異形 浮消波堤

가) Catamaran형 浮消波堤

이러한 형태의 부소파제는 미국의 Oak항에서 처음 실시되었는데 이 항구의 平均潮差는 4.35m, 平均波高는 0.6m이며 지반이 연약하여 고정식 방파제를 설치하기에는 부적합하였다. 그리하여 길이 12.8m, 폭 3.0m, 높이 2.2m의



(a) 獨立形 浮消波堤



(b) 重複形 浮消波堤

Fig. 3-48. Single and double pontoon type floating breakwater model.

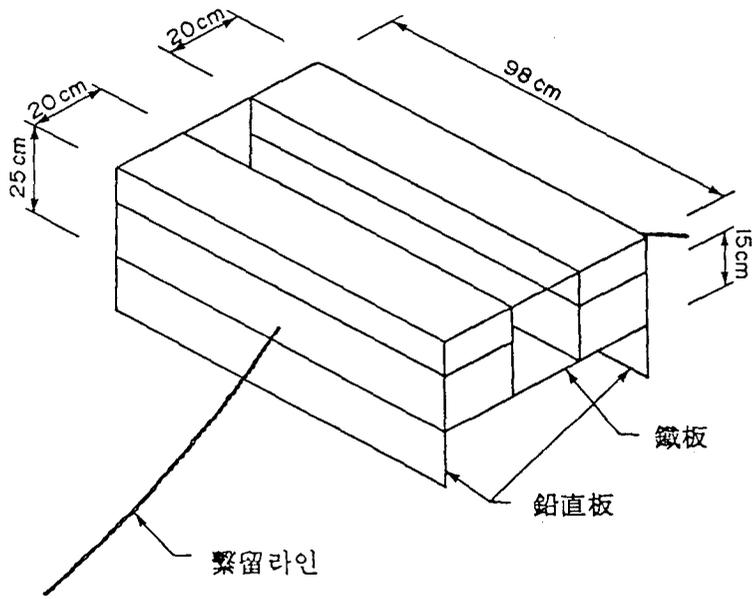


Fig. 3-49. Double pontoon type floating breakwater with vertical plates.

목재기둥을 이용하여 부소파제를 제작하였다. 단일형 부소파제와는 달리 이 소파제는 여러 개의 기둥을 서로 연결하여 소파제의 自重에 의한 소파뿐만 아니라 기둥들 사이에서 난류를 발생시켜 소파효과를 높이고 있다.

나) 밧줄형 浮消波堤

밧줄형 부소파제는 파고와 거의 같은 크기로 된 여러 개의 부유체를 각각 독립적으로 설치한 것이다. 부유체는 파랑의 압력경사에 의하여 이동하며 이로 인해 발생하는 항력에 의해 파랑에너지가 감쇄된다.

다) 기타 부소파제

위에 언급한 형태 이외에도 많은 부소파제가 개발되었는데 이들을 간단히 설명하면 다음과 같다. 먼저, 중복형 부소파제와 같은 형태지만 底面이 터져 있고 두 개의 Pontoon이 서로 파이프를 연결되어 공기의 흐름으로 파랑을 제어하는 空氣制御式 浮消波堤, 부소파제의 전면에 구멍을 뚫어 파랑이 이 구멍을 통과하면서 난류가 발생하여 에너지를 감소시키는 有孔式 浮消波堤, 부소파제의 표면에서의 碎波와 주위에서 渦流를 발생시키면서 계류시스템에 큰 하중이 걸리지 않고 제작과 설치가 간편한 海濱形 浮消波堤 등 여러 종류의 부소파제가 현지의 사정에 따라 이용되고 있다.

다. 부소파제의 설계

1) 설계절차

부소파제를 설계하기 위해서는 일반 着底式 방파제와 마찬가지로 背後地 靜穩效果를 확보하기 위한 소파제의 透過率에 관련된 수리특성과 소파제의 구조설계 및 安定性에 관련된 外力條件이 사전 규명되어야 한다. 소파제의 내·외적 형상이 다양하게 제기될 수 있기 때문에 水理, 構造的 특성이 일률적인 지침에 의해서 제시될 수는 없으며, 이론적 해석과 수리실험을 병행해서 이들 특성을 규명하는 것이 일반적이다 (日本港灣協會, 1989). Fig. 3-50는 부소파제의 일반적인 設計手順을 보여준다. 각 단계별 상세한 내용은

다음의 설계세부 사항에서 설명하기로 한다.

2) 설계 세부사항

가) 消波堤 요구조건의 설정

일반적인 방파제와 마찬가지로 浮消波堤 역시 배후지에서의 靜穩度를 확보하는데 목적이 있다. 따라서, 배후지의 이용목적에 부합할 수 있는 限界 파랑조건이 최초 설계조건으로서 부과되며 이중에서 주로 許容 最大波高가 사용된다. 이것은 항만 또는 마arina 등지에서는 선박의 활동 및 항로유지, 護岸에서는 최대 越波量등을 고려하여 설정된다.

나) 설치점의 자연환경 조사

소파제 설치점에서의 자연환경은 波浪, 潮汐, 海·潮流, 바람, 地盤條件등이 있으며 이들은 실제 소파제 설계조건을 결정하기 때문에 정확히 산정되어야 한다.

(1) 波浪

파랑은 파고, 주기, 파향등을 포함하며 소파제 설치점 또는 인근에서의 파랑 관측자료를 이용하여 결정한다. 그러나, 장기적인 파랑 관측자료가 가용한 경우는 실제로 드물며 바람자료를 이용하여 深海 設計波를 결정하고 이로부터 소파제가 위치하는 지점에서의 淺海波를 추산하는 경우가 많다. 바람자료는 통계분석을 하여 각 풍향별 풍속의 確率頻度로 나타낼 수 있다. 심해설계파는 확률빈도와 소파제의 使用年度등을 고려하여 결정한다. 他 방파제와 마찬가지로 부소파제에도 두 종류의 설계파, 즉, 消波對象 설계파와 構造設計用 설계파가 사용되는 바, 後者는 累積出現頻度가 약 95% 이상의 바람을 대상으로, 前者는 소파제 사용년도에 따라 약 30 ~ 50년의 확률 파랑을 채택하고 있다. 이것은 전자는 평상파 조건을 전제로 함을 의미한다. 심해설계파 산출방법은 다수의 文獻에 제시되어 있다 (韓國海洋研究所, 1991).

深海波浪은 천해로 전파하면서 屈折, 回折, 淺水變形등을 경험하게 되며

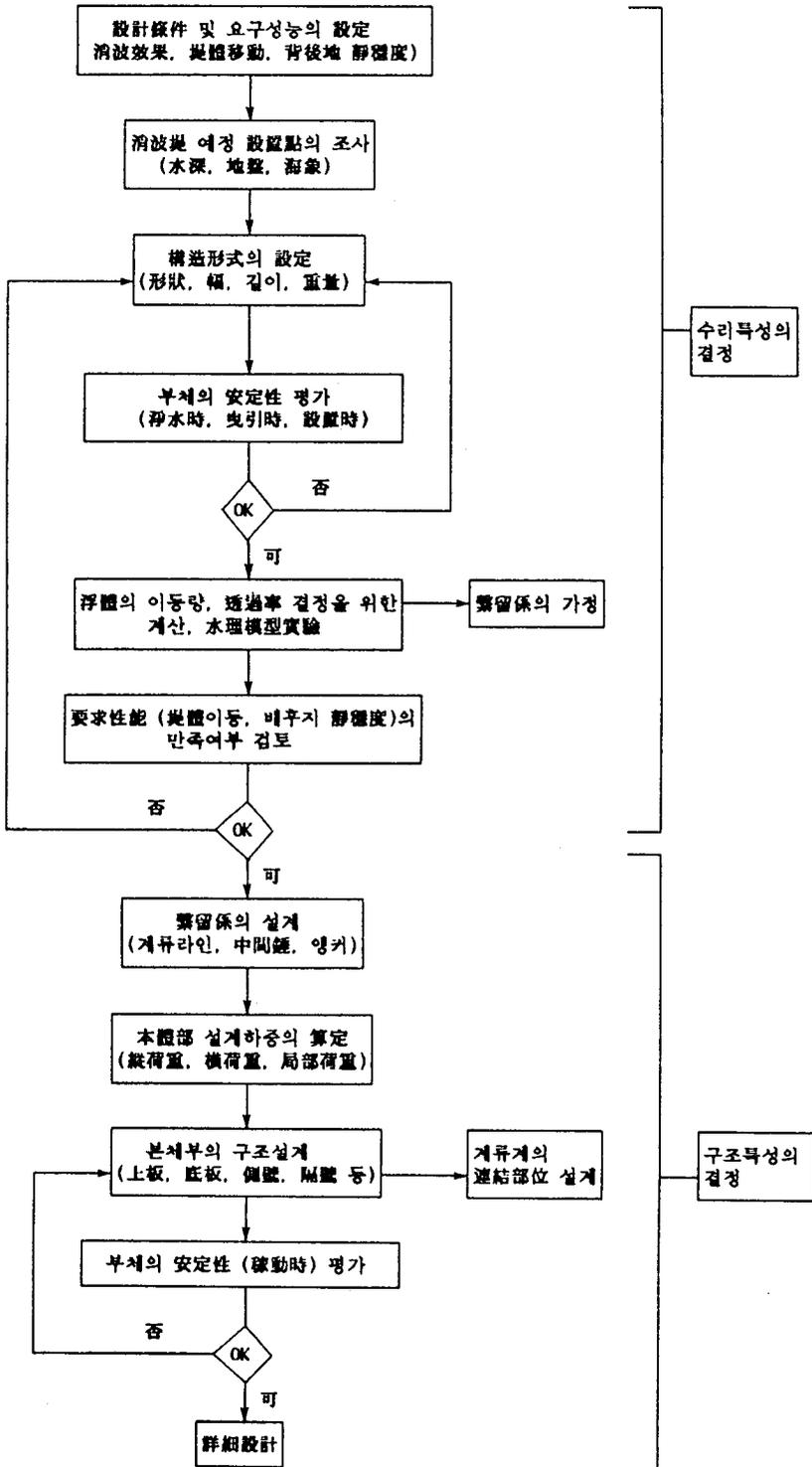


Fig. 3-50. Design flowchart of mooring system.

최근에는 이들 현상들을 파랑전파 수치모델 (Mei and Liu, 1993; 海洋研究所, 1987)을 이용하여 재현함으로써 천해파랑을 추산한다. 지형이 비교적 단순한 해역에서는 屈折圖 (Refraction diagram)를 이용하여 용이하게 천해파랑을 산출하기도 한다. 이와 같은 방식으로 소파제 위치에서 소파대상파와 구조설계파를 각각 波向, 파고와 주기로 정리하면 된다.

상기 천해파 파랑 추산은 有意波 개념의 규칙파랑을 대상으로 한다. 구조설계용 설계파는 추산된 淺海 유의파에서 최대파를 산출하여 사용하면 된다. 不規則波에 대해서는 심해파 발생과 천해파로 轉移 등에 대해서 연구가 되고 있으나 구조물 설계등에 이용될 수 있는 정도의 확실한 기법이 제시되어 있지 않다. 현재로서는 상기 규칙파랑으로 추산된 천해 유의파에 해당하는 불규칙 파랑 스펙트럼을 가정하여 사용하는 것이 권장된다. 스펙트럼중에서는 Bretschneider-Mitsuyasu 스펙트럼이 해안역에서 많이 사용되고 있다.

(2) 潮汐, 海·潮流

조위는 고정식 방파제의 경우에는 天端高를 결정하는데 중요한 역할을 하지만 부소파제의 경우에는 堤體가 조위에 따라 상하이동을 하므로 조석의 설계에 미치는 영향은 크지 않다. 따라서, 海溢 등에 의한 異常海面 변화는 일반적으로 부소파제의 설계에는 고려되지 않는다. 그러나, 천해 설계파 결정에서 수심이 클수록 큰 파고가 발생하므로 H.W.L. 또는 H.H.W.L. 시의 수심을 이용하는 것이 좋다. 또한, 부소파제의 절대 다수에 이용되는 케티너리 계류방식에서는 수심에 따라 鉛直繫留力이 변화하므로 계류계의 설계시에는 H.W.L. 뿐만 아니라 L.W.L.도 고려하여야 한다.

조석과 해·조류는 계절별로, 또는 시간별로 변화하며 파랑과 마찬가지로 固定的인 관측소를 운영하는 것이 매우 어렵다. 현재 교통부 水路局에서 발간하는 조석표와 潮流圖를 참조하여 결정할 수도 있으나 정확한 조류정보를 획득하기 위해서는 현장관측을 수행하여야 한다. 潮位는 현장관측자료의 調和分析에 의해서 결정하며, 潮流는 24시간 연속관측을 통하여 결정한다.

(3) 바람

바람에 대한 자료는 대부분의 해안구조물에서는 深海設計波를 추산하는데 주로 이용된다. 그러나, 부유식 소파제를 비롯하여 항내에 碇泊중인 船舶등 부유식 구조물은 바람에 의해 발생하는 風荷重에 의하여 수평이동 및 동요특성이 결정된다. 따라서, 부유식 소파제의 설계에서는 소파제 설치점에서의 바람자료, 즉, 풍속과 풍향에 대한 정보가 요구된다.

파랑과 마찬가지로 바람도 풍속과 풍향이 수시로 변하기 때문에 엄밀하게는 變動風이 설계에 고려되어야 한다. 변동풍에 대해서도 風速 스펙트럼 (Davenport, 1967; 日野幹雄, 1965)을 이용하여 정박선체의 動搖를 예측하는데 사용되고 있다. 부소파제의 경우에는 부체의 동요자체의 예측이 설계에 미치는 영향은 船體에 비해 그다지 중요하지 않으며 일반적으로 1-2개 정도의 주요한 풍속 및 풍향을 채택하면 된다.

다) 浮體의 透過率 및 평면위치 결정

기존의 着底式 防波堤는 접근파랑의 에너지를 전부 또는 부분반사시키며 방파제 背後地에서의 파랑은 주로 回折波로 이루어 진다. 이에 반하여 부소파제는 自體動搖 및 계류라인의 운동을 통하여 접근파랑의 에너지를 감쇄시키며 에너지의 일부를 부체밑으로 통과시키게 된다. 여기에 부체자체의 운동에 의해서 발생하는 放射波와 부체의 끝을 迂廻하는 회절파가 혼합되어 배후지에서 상당히 복잡한 파랑분포 양상을 띄게 된다. 설정된 부소파제의 투과율을 결정하기 위해서는 六面이 막혀있는 Pontoon식 부소파제에 대해서는 어느 정도 數値모델로도 가능하지만 복잡한 형태의 구조물일 경우에는 단면 水理模型實驗을 통하여 실시해야 한다. 背後地에서의 파랑분포가 요구되는 靜穩度를 만족시키지 못할 때는 제체의 구조형식 및 제원 그리고 방파제의 主方向등을 다시 설정하여 背後地 波浪分布를 다시 계산한다.

라) 부체의 이동량 결정

부소파제는 제체의 이동을 어느정도 허용하므로 周邊 선박의 항해에

방해가 될 수 있다. 따라서, 설계당시부터 許容移動量을 정확히 설정해야 한다. 여기서, 부체이동은 주로 해·조류, 바람, 波漂流力 등 定常外力에 의해서 움직이는 수평이동을 의미하며 既 설정된 계류 시스템에 의해 현저히 달라진다. 해·조류, 바람에 의한 정상외력을 구하기 위해서는 간단한 소파제 형태는 문헌에 의존해도 되나 복잡한 형태는 수리실험을 통하여 抗力係數를 결정하여 사용해야 한다. 波漂流力은 규칙파와 불규칙파에 공히 존재하는데 불규칙파에서는 평균성분을 의미하며 먼저 파랑에 의한 부체의 6自由度の 變動變位가 결정되고 나서 계산할 수 있다(全仁植, 1993)

마) 繫留系의 설계

부소파제의 繫留시스템은 주로 Fig. 3-51과 같은 케티너리 계류방식이며 일반적인 설계절차는 Fig. 3-52와 같다. 계류라인을 설계하기 위하여 고려하여야 할 하중은 정상외력에 의한 靜的荷重과 파랑에 의한 動的荷重으로 구분된다. 설계에서 중요한 것은 계류라인의 張力인데 정상외력과 파랑에 의해서 발생하는 장력이 허용치보다 작아야 한다.

바) 本體部 설계하중의 결정

본체부 설계하중은 縱荷重, 橫荷重, 局部荷重으로 구분된다. 이중 종하중과 횡하중은 船體를 설계할 때 고려하는 대표적인 하중으로 제체의 延長을 따라 파랑이 일정치 않기 때문에 발생하는 하중이다. 이들 하중을 결정하기 위해서는 부체운동에 의해 발생하는 放射波 動壓力을 정확히 파악해야 한다. 이들 하중을 결정하기 위해서는 Muller式, PCB式등이 많이 사용된다 (上田 茂, 1984). 국부하중은 제체의 局部部材를 설계하는 데 이용하는 하중으로 파랑에 의한 動水壓과 수면하 위치에 따른 靜水壓이 있다. 동수압은 모든 국부 부재를 설계하는데 이용을 해야 하지만 정수압은 부력통의 설계에만 이용된다.

사) 浮體의 安定性 평가

부체의 세부적인 구조설계가 이루어지면 최초로 설정했던 重量과

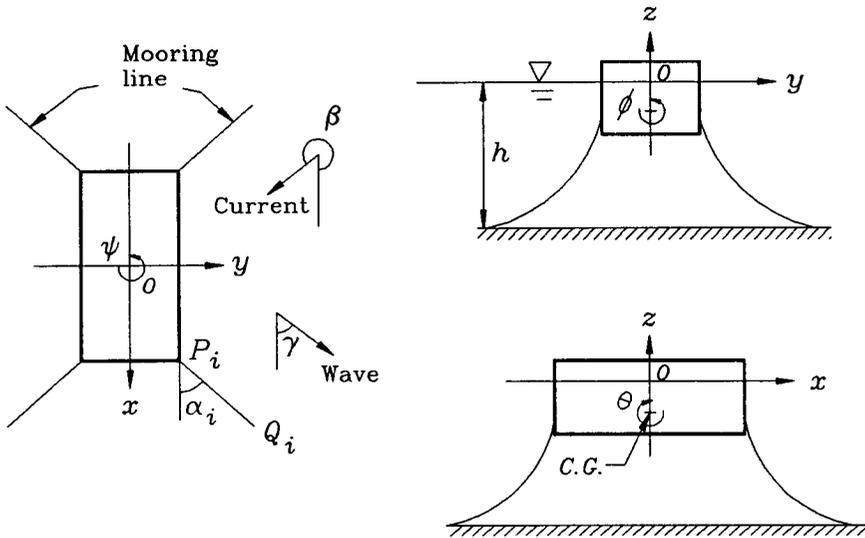


Fig. 3-51. Catenary mooring of floating breakwater.

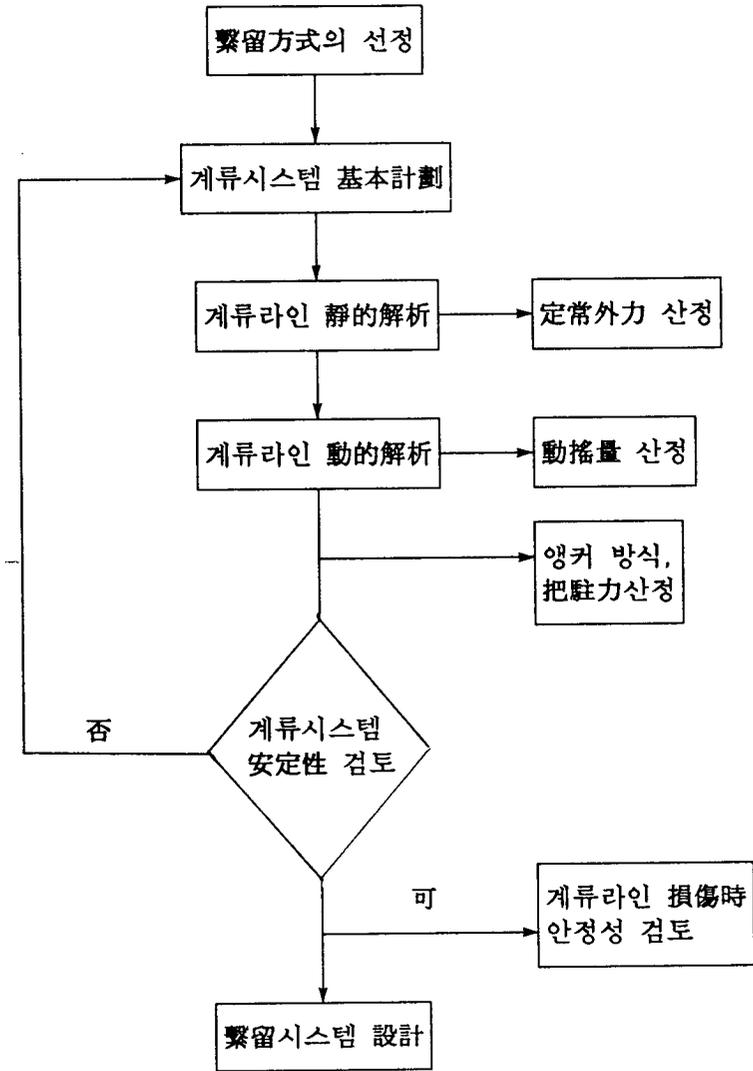


Fig. 3-52. Design flowchart of mooring system.

중량분포등이 달라지기 때문에 부체의 현장 曳引과 거치시, 또는 거치후 舉動등에 대해서 적절한 평가가 이루어져야 한다. 부체가 대칭인 경우에는 부체의 傾心이 무게 중심보다 위에 있으면 부체가 안정하다고 판단할 수 있지만 부체의 중량분포가 偏心되어 있을 때나 또는 편심하중을 받을 때는 별도의 방법으로 안정성을 계산하여야 한다 (海洋研究所, 1989). 아울러, 부체의 부력통이 漏水로 浸水되었을 때의 부체 안정성에 대한 검토 기법은 日本港灣協會(1989)에 의해 제시되었다.

라. 부소파제 施工技法

1) 조사·측량

측량은 소파제의 시공 공정을 수립하는데 매우 중요하므로 測量船등을 이용하여 現地 해저지형을 자세히 조사해야 한다. 앵커블럭 측량점의 위치는 표시부이를 이용하여 표시한다.

2) 본체부 및 계류장치 제작

본체부 제작은 陸上에서 이루어진다. 먼저, 소파제의 제작에 사용되는 재료검사를 수행하고 각 부재를 설계도면에 따라 요구되는 크기로 제작하는데 소규모 骨造는 육상에서, 대규모 골조는 도크에서 조립한다. 조립된 본체부 골조는 도크에서 水密檢査를 해야하며 다음에 腐蝕을 방지하기 위하여 소정의 塗裝作業도 실시해야 한다. 앵커블럭은 일반 철근콘크리트 블럭이나 한번이 약 5m 정도의 대형 구조물이므로 養生에 주의를 요하며 차후 본체부와 연결하기 위하여 약 100m 정도의 계류 체인을 부착하여 놓는다.

3) 현장 예인 및 거치

앵커 블럭을 거치점으로 曳引하기 위하여 육상에서 三角測量으로 유도한다. 블럭의 예인은 기상, 해상을 고려하여 실시하며 육상의 제작대에서 한개씩 起重機船에 의하여 운반하여 설치점에 투하한다. 앵커체인을 윈치가 설치되어 있는 바지船에 搭載하여 牽引船으로 블럭설치점까지 이동하고

크레인으로 블럭에 부착되어 있는 체인을 끌어 올려 바지상의 체인과 연결한다. 견인선과 바지선상의 윈치를 조절하여 체인을 海底에 설치한다. 체인의 한쪽 끝을 차후 본체부에 연결하기 위하여 부이를 달아 놓는다.

본체부의曳引도 역시 육상에서 삼각측량으로 관리하며 현장 예인후 잠수부에 의하여 부이에 달려 있는 체인을 본체부 체인 접속부를 통과하여 起重機에 연결한다. 기증기로 조절하여 기 설계한 체인의 수증길이가 확보되면 사클을 이용하여 본체부에 고정한다. 거치후 부소과제 標示燈의 작동여부를 확인한다.

제 7 절 魚礁의 개발동향과 實海域 實驗

1. 魚礁의 설치현황

인공어초는 수중에 인공적으로 수산생물의 산란과 서식에 적합한 환경을 조성하여 수산자원 증강에 기여하는 것을 목적으로 한다. 이러한 어초의 기능을 살펴 보면 渦流 및 湧昇流 발생으로 集魚효과를 기대할 수 있고, 어패류의 산란 서식장 조성, 불법어업 예방 등의 효과가 있다. 현재까지 국내의 어초 시설현황을 살펴 보면 다음과 같다.

가. 추진방향

1994년까지 수심 50m 이내는 시설완료(93,000ha)하고 1995년부터는 50m 이상에 설치(214,000ha) 예정이며 수역과 어종의 특성에 적합한 어초의 개발이 절실하다.

나. 추진방법

0 시설사업집행 : 시, 도

0 시설적지 및 효과조사 : 국립수산진흥원

0 제원 : 국비 80%, 지방비 20%

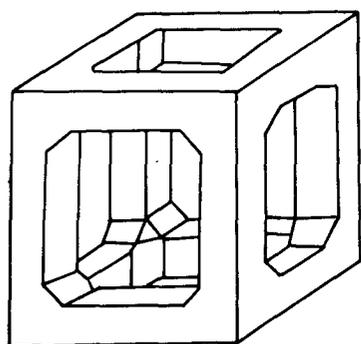
다. 시설실적

1) 어초종류

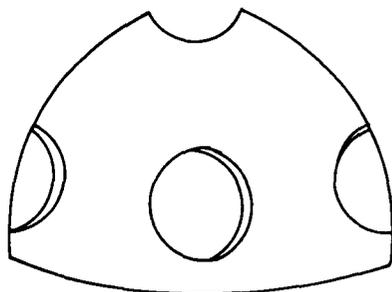
현재 사용중인 어초의 종류는 10종에 달하는데 시설어초는 Fig. 3-53와 같은 4종류이고 시험어초는 육각형, 조립형, 삼각형, 뿔삼각형, 육교형, 요철형의 6가지이다.

2) 적지조건

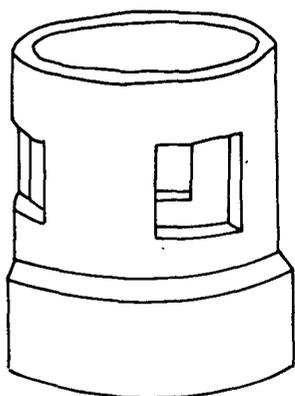
수심 100m 이내로 매몰과 유실의 우려가 없는 경사가 완만한 곳으로



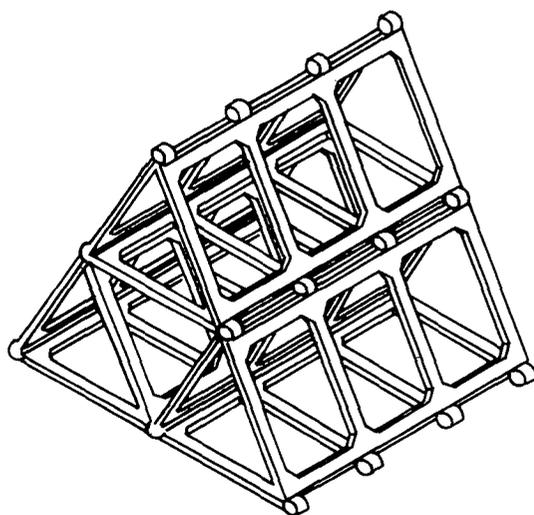
사각형



반구형



원통형



점보형

Fig. 3-53. Four kind artificial reefs.

공단주변 및 항로가 아닌 곳이 적합하다.

3) 시설방법

0 16ha를 1단지로 하여 중앙에 上積

0 시설량(1단지) : 사각어초 100개(ha당 6개 기준)

0 시설비(1단지) : 약 30,000,000원(개당 300,000원 정도)

라. 향후 추진계획

0 연안수역에 인공어초시설 확대로 자원증가

0 1990년의 55,000ha에서 2001년에 273,000ha

0 新素材를 이용한 경제적인 어초개발

0 어초별, 수심별 시설의 적정규모 규명

0 시설방법(제작, 운송, 투하 등)의 개선으로 능률화 도모

0 심해에도 설치하여 인공어장 확대

2. 魚礁의 개발동향 및 문제점

현재 사용되고 있는 어초는 대부분 콘크리트를 재료로 하여 제작되었는데, 콘크리트 이외의 재료에 대한 연구는 전무한 실정이다. 콘크리트는 제작이 편리하고 비용이 저렴하다는 장점때문에 가장 널리 이용되고 있는데 수중에서 腐植에 약하고 흐름 등에 의하여 충돌시 파손의 우려가 있다는 단점도 있다. 따라서, 콘크리트 이외의 재료를 이용한 어초의 개발이 진행되어 왔으며 이들의 형상과 특징을 살펴 보면 다음과 같다.

가. 프라스틱 魚礁

프라스틱을 이용한 어초는 이미 인공해조류에 많이 사용되었으며 여기서는 독성을 제거한 廢 프라스틱을 이용하여 만든 어초(Fig. 3-54)를 소개한다. 프라스틱 어초의 장점은 원료가 폐품이기 때문에 원칙적으로 무료이며,

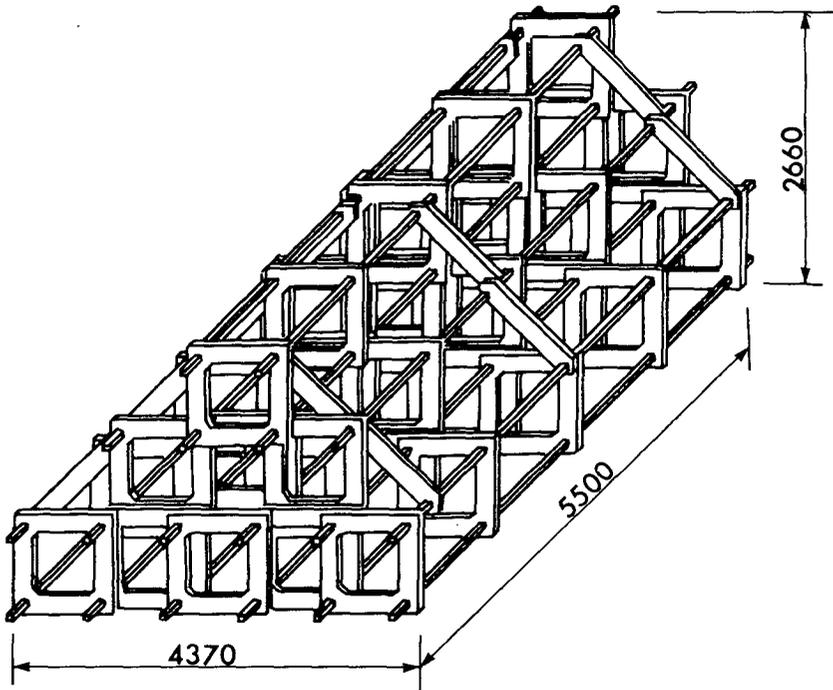


Fig. 3-54. Plastic artificial reef.

제작과 운반이 용이하며 환경보호에도 일조를 한다는 것이다.

나. 鋼製 魚礁

이 어초는 콘크리트 어초에 비해 복잡한 형상이라도 제작하기가 쉽다는 장점 때문에 많은 시도가 있었으나 해수중에서 腐蝕이 잘 되어 연결부가 취약하며 콘크리트에 비해 가격이 비싸다는 결정적 약점 때문에 보급에 문제가 있는 상태에 있다.

다. 廢타이어 魚礁

폐타이어를 이용한 어초는 다른 재료를 이용한 것에 비하여 제작이 간단하고 비용이 적게 든다는 장점이 있다. 제작방법은 콘크리트로 속채움을 한 타이어 수십개를 줄로 연결하거나(Fig. 3-55) 철제 틀속에 타이어를 가두어 두는 것인데 어초로써 성공은 거두지 못하고 있는 상태이다.

3. 魚礁의 實海域 實驗

한국해양연구소와 일본 共和콘크리트공업(株)은 연안 증식장 조성사업의 일환으로 底着性 생물인 전복, 소라 및 문어용 어초개발에 대해 공동연구를 수행중에 있다. 이하에서는 본 연구사업에 대해 略述하기로 한다.

가. 어초의 설계 및 제작

어초의 구조는 안정된 모양을 이루고 어떠한 파도에서도 견뎌야 하며 바위지역에서 유용 底棲動物들이 쉽게 은신할 수 있도록 고려되어야 한다. 모양은 대상 어종별로 단일 형태이며 가능한 한 다루기에 용이하도록 하여야 한다.

위와 같은 요구조건에 적합한 어초를 제작하여 실험역 실험을 하기 위하여 현재 제주도에 관심 을 보이고 있는 전복, 소라용 어초를 Fig. 3-56과 같이

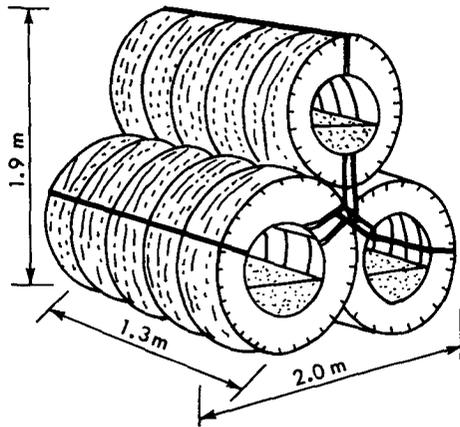


Fig. 3-55. Deserted tire artificial reef.

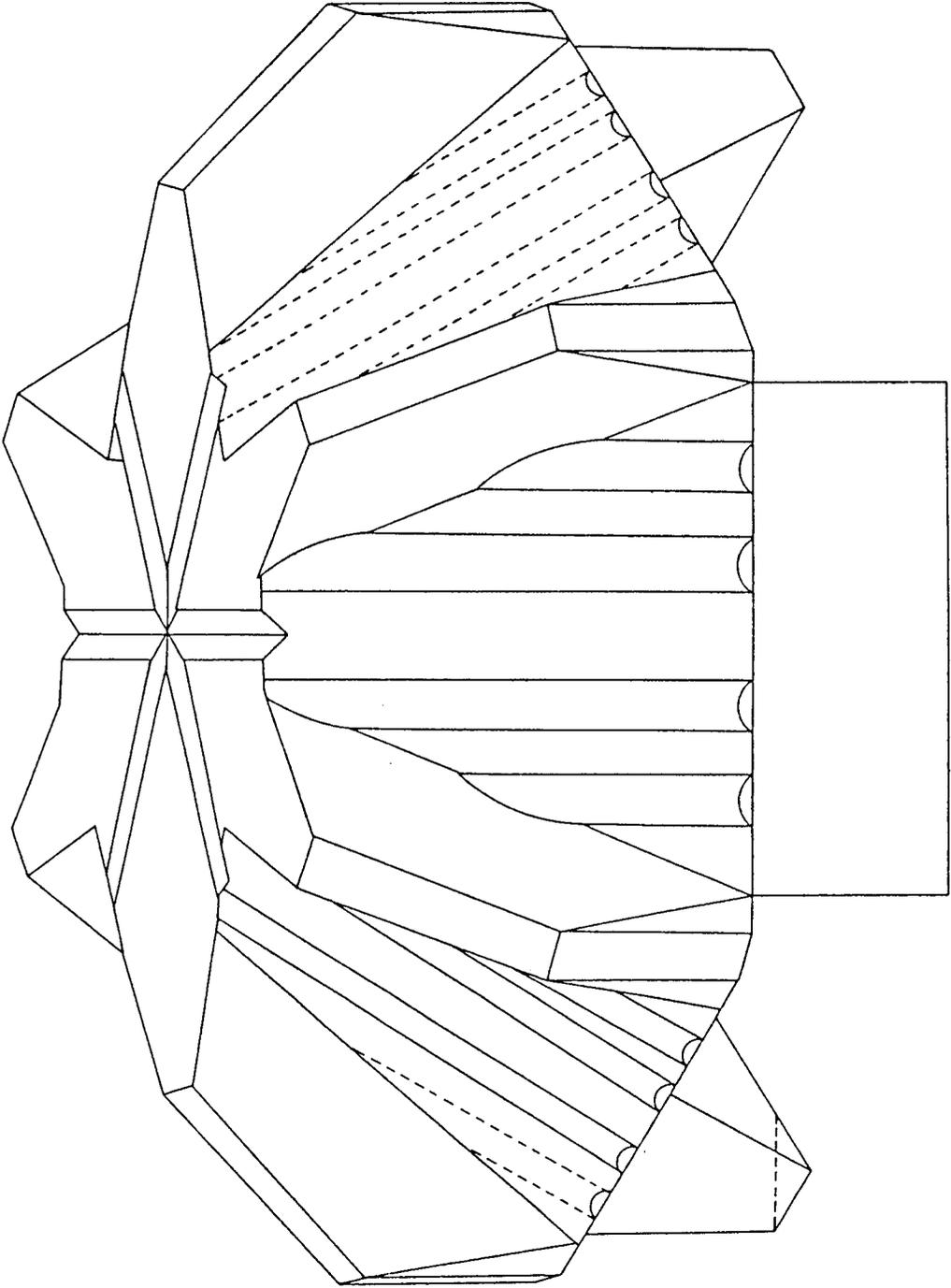


Fig. 3-56. Artificial reef for ear-shell and top-shell.

설계·제작하였다.

1) 전복과 소라의 특성

전복과 소라는 거의 유사한 서식환경을 가지므로 두 종의 어초에 대한 설계를 별도로 할 필요가 없다. 그러므로 전복과 소라가 함께 서식할 수 있는 은신처용 어초를 만드는 것이 가능하다. 이들은 자연상태에서 야행성이므로 낮에 은신할 수 있는 구멍이나 틈 또는 그늘진 곳이 필요하다. 또한 海藻類를 먹이로 하기 때문에 어초는 해조류가 번성한 곳에 설치하여 좋은 환경에서 지속적으로 서식할 수 있도록 한다.

2) 어초의 구조

어초의 구조는 육각형으로 모든 방향으로 향하는 全方向性이며 파도에 대한 안정성을 확보하기 위해 밑면에 지지대를 부착하였다. 또한, 파랑과 조류에 견디고 전복과 소라의 성장에 유익한 식물 플랑크톤과 해조류의 성장을 촉진시키기 위해 윗부분을 돌출시킨다.

나. 實海域 實驗

전복과 소라용 어초를 제작하여 실험역 실험을 위해 1994년 4월 15일에 제주도 서귀포시 보목동에 어초를 침설하였는데 沈設位置는 Fig. 3-57과 같고 해상조건 및 수질은 Table 3-36, 3-37과 같다. 이에 대한 사전 適地調查結果는 다음과 같다.

이 지역에서는 감퇴가 주로 관찰되었지만 그밖에 톱니모자반, 대마디말의 녹조류, 불레기말, 넓은 사슬풀, 참곱슬이, 청각 종류가 관찰되었다. 대상어종을 살펴보면 소라는 바위틈에서 관찰되었고 전복과 문어는 관찰되지 않았다. 이외의 생물로서는 암반에 많은 말미잘류와 성계류, 어랭놀래기, 가막베도라치, 쥐치 등을 관찰하였다.

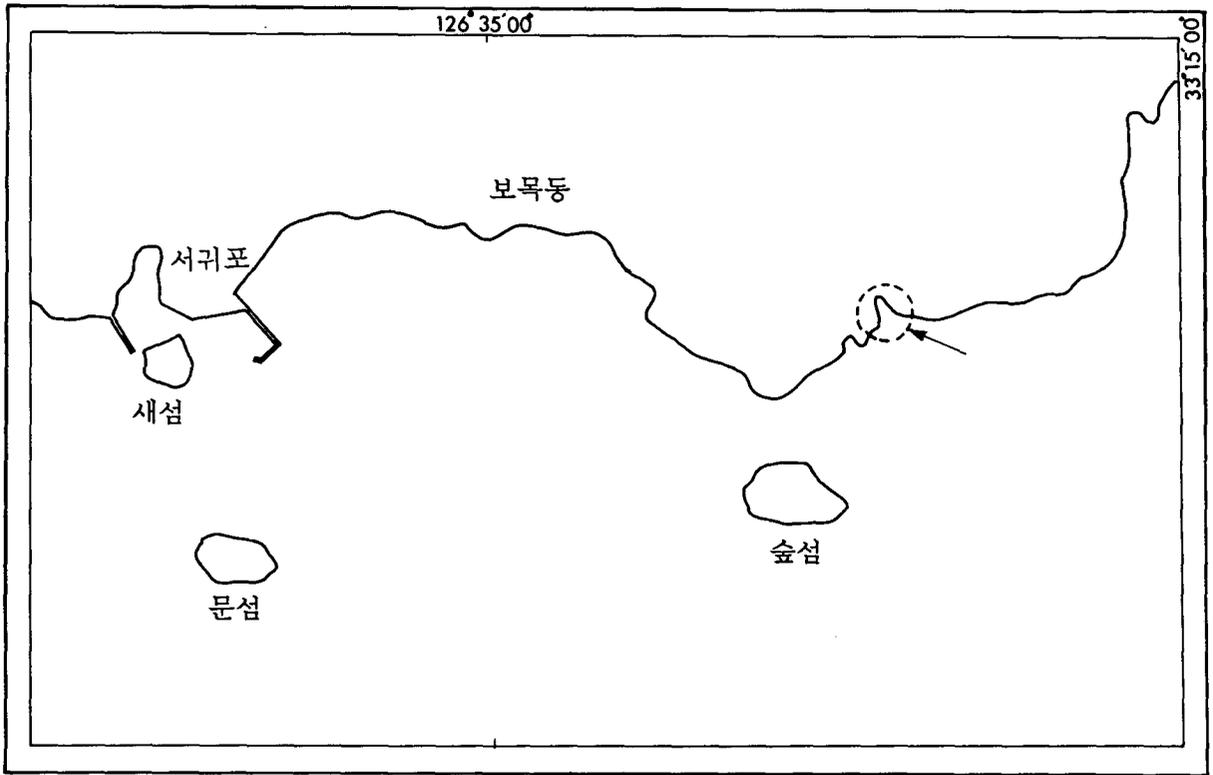


Fig. 3-57. Location map of artificial reef.

Table 3-36. Meteorological and maritime data at the time of installation

| | |
|------|---------------|
| 조사시간 | 09:00 - 16:30 |
| 氣象 | 맑음 |
| 바람 | 西 1 ~ 2m/s |
| 氣溫 | 25.0℃ |
| 水溫 | 16.0℃ |
| 潮流 | 없음 |
| 波高 | 0.5m |
| 透視度 | 5.0 ~ 6.0m |

Table 3-37. Water quality at the installation point according to the water depth

| | 水面 | ~1.0m | ~3.5m | ~5.0m | ~7.5m | ~8.0m |
|-------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| PH | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.2 |
| COND(ms/cm) | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| TURB(NTU) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DO(mg/l) | 9.8 | 9.3 | 9.3 | 9.0 | 12.2 | 11.5 |
| TEMP(℃) | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 | 16 |
| SALT(%) | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |

효과를 살펴 보기 위하여 침설후 1개월과 3개월째인 5월말과 7월초의

두차례에 걸쳐 해조류 移植을 위해 잠수조사를 실시하였다. 전복과 소라의 蛸集狀況을 관찰한 바, 평균 10 ~ 15cm 전후의 소라 殼長의 個體가 어초 1기당 30 ~ 50개체가 확인되었고 전복류는 그다지 눈에 띠지 않은 반면 어초 전체에는 파란 이끼류가 뒤덮고 있는 상태였다. 소라의 부착장소는 어초의 側壁面部에 특히 많았고 上面部에도 다소 군집하고 있음이 확인되었다. 아직 어초 자체에는 천연적인 감퇴의 착생이 이루어지지 않았지만 금번 실시한 인위적인 해조류 이식실험을 통하여 이의 번식과정을 상세히 관찰할 예정이다. 금번 조사는 視認調査가 주목적이었으며 대체로 어초의 효과는 매우 양호한 것으로 나타났다.

沈設한 어초의 종류와 基數는 다음과 같다.

0 전복, 소라용 魚礁 : 12基

0 문어용 魚礁 : 4基

이들 어초는 50m x 100m의 구역내에 침설되어 있지만 전복, 소라와 문어는 천적관계이기 때문에 50 ~ 60m 정도 떨어져서 침설하였다. 또한, 해조류의 이식실험을 고려하여 두 종류의 어초 모두 2개의 그룹으로 나누어 침설하였다.

따라서, 앞으로 추적조사시에는 먼저 전복, 소라礁와 문어礁(A와 B그룹) 그리고 두번째로 海藻類를 이식한 그룹과 이식하지 않은 그룹(a와 b그룹)의 두 그룹에 대하여 검토를 해야한다. 각 그룹별 어초 배치도는 Fig. 3-58과 같다.

전복, 소라礁 및 문어礁의 沈設水深에는 큰 차이가 없지만 수심 8m 전후로서 위치적으로는 전복, 소라초가 50 - 60m 육지쪽에 침설되어 있다. 각 어초군이 침설된 저질은 모두 암반 내지는 岩石層으로 암석의 크기에 차이가 있지만 문어초 부근에 큰 암석이 산재해 있다.

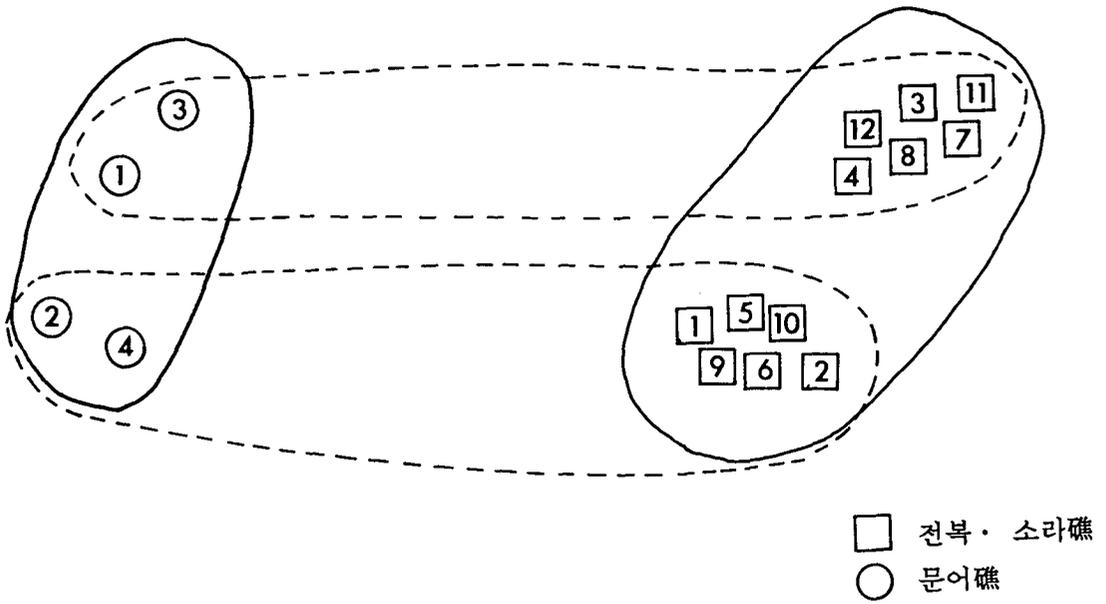


Fig. 3-58. Arrangement map of artificial reef for each group.

제 8 절 해양목장 모델 검토

해양목장사업의 중요한 부분은 우리 현실에 맞게 기본구상을 정립하는 것이 무엇보다도 중요하다. 특히 각 지역에 적합한 모델의 선정 여부가 해양목장사업의 성패를 결정하게 된다. 적합한 해양목장의 선정에는 각 해역의 인문, 지리적 특성 뿐만이 아니라 해양학적 특성을 면밀하게 검토하여 해양목장의 규모와 해양목장의 유형을 결정해야 한다.

1. 해양목장의 개념정립

현 시점에서 우리 나라 여건에 적합한 해양목장은 복합양식형과 관광어촌형 두 가지를 중점적으로 검토해 보면 다음과 같다.

가. 複合養殖형 해양목장의 개념

複合養殖 개념이 해양목장에 적용될 때에는 자원관리 개념으로 바꾸어 말할 수 있다. 대상이 되는 실체가 살아있는 생명체이고, 海水라는 매개체 속에 존재하며 생물집단으로서 스스로 增殖이나 回遊에 따라 量的 變化가 가능하고 인간이 잡아내기 전까지는 주인이 없는 共有物이며 생물량을 정확히 판단하기는 거의 불가능하다. 따라서 어업자원의 관리기술은 대상종의 生活史, 再 생산 構造에 대한 科學的 研究과 어업기술과 경제산업적 구조 및 경영의 연구, 그리고 자원동태의 數理理論的 研究, 시뮬레이션(豫測技法) 연구, 資源推定의 평가 기법 등 여러 분야의 학문적 기초를 바탕으로 하여야만 성립될 수 있다. 또한 각 분야의 연구영역이 상호 보완적으로 검토되어 “最大 持續生産量”과 “最大 經濟 生産의 概念”, “漁業의 競爭原理에 의한 濫獲 대책” 그리고 “資源의 將來 豫測 技法” 등 기초적인 문제가 해결되어야만 자원관리 기법을 제시할 수 있다.

또한 漁民의 意識 改革 運動의 일환으로 기본이념을 어민자신들이 인식하고 실천하게끔 하게하여 어민 자신 스스로 행하여야할 自主 管理 영역과 기업형

어업자 및 관련 행정기관이 관리하는 부분이 유기적으로 조화를 이루어야 한다. 다시하면, 그동안 무질서한 생산 위주의 어업활동을 배제하고 어장 환경과 개발대상 유용자원은 물론 기존생태계의 생물학적 기능을 면밀히 평가하여 주어진 어장을 입체적으로 활용하여 지역어민의 소득증대에 기여할 수 있도록 지속적으로 최적생산성을 유도하는 것이 복합양식 시스템 기본 개념이다.

나. 觀光漁業型 해양목장

해양이 갖는 또하나의 잠재력은 생산적 측면이 아닌, 관광 자원으로서의 기능을 갖고 있다. 이면을 적절히 개발할 경우 어업의 소득을 유도 수 있는 가능성을 내포하고 있다. 따라서 전술한 복합형해양목장을 관광자원으로 적극적으로 활용하여 해양목장의 부가가치를 높여주는 것이 바람직하다.

조성된 해양목장이 가지고 있는 활용가능한 관광자원은 다음과 같다.

- 해중관광을 통하여 해양목장 그 자체와 생물 棲息狀態 및 조업 과정
- 관광객 자신이 실제 操業에 참가하는 방법
- 漁獲物을 직접 料理하여 판매하거나 어획물 또는 특산품을 판매

2. 해양목장의 규모 및 유형

해양생물은 생태계 안에서 각각의 특유한 생활권을 형성하고 생존하게된다. 따라서 특정한 대상 생물을 선정하고 그에따른 시간적, 공간적 경계의 개념을 갖고 보려는 것이 바로 해양목장의 기본 개념이다. 여기에 경계 즉 boundary 의 개념을 설정하고 그에 따른 구체적 요건을 검토하는것이 또한 중요하다.

예를들면 특정 해역에 해양목장을 조성할 경우 그 해역의 환경구조와 특성 따른 대상 생물의 산란번식장, 자치어의 초기 생육장, 중간 육성장, 성어 생육 및 산란장 등의 특성에 따라 지역을 이용을 하게 된다. 따라서 해양목장의 규모는 대상해역의 여건에 맞추어 설정하여야 하는데 大洋규모의

大牧場, 沿岸域, 近海域에서의 廣域규모 목장, 沿岸, 淺海域에서의 中域규모 목장과 淺海域의 정착성 생물을 대상으로하는 목장(복합양식장)으로 구분할 수 있다.

우리의 현실로 볼 때 마지막의 천해역의 정착성 생물을 대상으로 하는 해양목장을 우선적으로 생각할 수 있다. 이는 비교적 좁은 지역에 정착하거나 이동성이 적은 어패류를 대상으로 하기 때문에 해양목장의 설치나 사후 관리 측면에서 유리하며, 목장이 조성되면 이들을 포식하는 회유성 어류를 유도하는 효과도 기대할 수 있다.

또한 해양목장의 규모가 결정되면 해양목장의 유형을 결정하여야 한다. 해양목장의 형태는 대상 해역의 지형적 특성(內灣閉鎖型-開放型), 저질 특성(暗礁-모래-펄) 및 목표로 하는 생물의 서식수층(表層-中層-底層)에 따라 적절하게 선택하여야 한다.

대상 생물의 선정에 있어서는 우선적으로 선택한 장소에 직접적으로 어업에 종사하는 地先漁民들의 市場性, 地域 特性, 漁業基盤技術, 資本金 등의 社會, 經濟的 측면을 고려한 생물종의 선택과 그리고 생산력 향상의 가능성을 고려하여야 한다. 다시말해서 수익자가 되는 어업종사자의 의사를 충분히 반영한 생물종이 선정되어야 한다.

해양목장 시스템에 있어서는 대상 생물이 생존, 성육, 번식하기 위한 각각의 요인들이 조화를 이룬 쾌적한 환경 조성을 위하여 환경의 관리 제어가 필요하다. 다시말해서 수역의 일정 범위내에 이화학적 환경 조건의 조성, 생존을 위한 필요한 먹이의 확보, 천적과 병으로 부터 방어가 가능한 생물학적 환경조건을 요구하게 된다. 특히 수중 생태계에서는 일반 무기화학적 조건의 변화는 비교적 완만한 상태이므로 급격한 변화의 예는 특수한 장소나, 시기적으로 나타나는 경우가 많다. 또한 해양목장에 대상이 되는 생물을 생활양식에 따라 固着型, 좁은 지역에 정착하여 사는 狹域定着型, 좁은 地域回遊型, 廣域回遊型 등으로 구분할 수 있다.

3. 해양목장 모델 결정 요소

가. 환경수용량

모든 해양목장화 계획에 있어서 대상해역의 환경수용량을 정확히 알아 내는 것은 필수적이다. 예를들어 해양목장 사업은 대상지역에서 자연조건과 인공적인 환경의 변화를 유도하여 새로운 漁場을 造成하는 것이며, 인위적인 변화가 주어진 해역이 수용할 수 있는 범위 즉, 환경수용량을 넘을 경우 회복 불가능한 상태로 환경이 파괴된다. 따라서 어떠한 방법으로 얼마만큼 인위적 변화를 가하는 것이 최대의 효과를 얻을수 있나를 결정하기 이전에 환경수용량을 정확하게 예측하고 인위적인 변화가 해양생태계에 미치는 영향을 simulation 하여야 한다.

환경수용량은 해양물리학, 해양화학, 해양생태학, 수산자원학, 수산생물학, 등 여러분야가 공동으로 해결하여야할 문제이다. 통상적으로 우리가 말하는 중, 양식기술은 해양목장화를 이룩하는데 우선적으로 해결하여야 할 문제들이지만, 해양목장화 사업 전체적으로 볼 때 한 부분에 불과한 기술이다. 보다 중요한 것은 환경수용량에 관한 자료가 어느정도 정확하게 얻어지고 그 자료를 바탕으로 어떠한 논리에 의거하여 전체적 틀을 구성하는가가 바로 해양목장 사업의 성패를 판가름하는 요소이다.

나. 환경수용력 평가

1) 환경수용력 평가단계

환경수용력을 평가하기 위하여서는 한정된 시스템에서의 인위적인 개발 행위가 어업자원에 미치는 영향을 예측 평가하기 위하여 어떠한 방법을 도입하여야 하는가를 우선 검토하여야 한다. 환경 요인이 생태계의 연관된 구조에 어느정도의 영향 즉, 변화를 야기시키고, 결과적으로 생물의 생존과 성장을 통하여 자원량의 변동에 관여하는가를 정량적으로 체계화하는 것이다. 여기에

필요하는 기본개념에는 자원생물을 주체로하는 환경과의 연관성, 환경생태계 관련구조의 규명, 환경과 자원의 예측을 하나의 개념으로 체계화, 자원변동의 예측을 환경변화에 대응 가능하게 數値로 모델화는 것이 포함되어야 하며, 다음과 같이 가능한 한 여러 단계로 나누어 시행오차를 줄이는 것이 바람직하다 (海洋産業研究資料, 1984).

제 1 단계 : 대표적인 魚種 選定

일정한 해역에서 어업에 대한 실태를 평가하기 위하여는 그곳에 생존하는 자원생물 모두를 대상으로 하는 것이 바람직하나 실질적으로 가능한 대상생물 중에서 경제적, 자원적 측면에서 대표적으로 가치가 인정되는 어획대상 어종을 선정한다.

제 2 단계 : 대표어종의 생산성에 관한 기초 자료 검토

생물은 성장함에 따라 棲息地의 여건을 스스로 변화시키기도 하나, 변화에 대한 저항력도 성장단계에 따라 다르기 때문에 기존자료 등을 충분히 활용하여 환경에 대한 적절한 대응을 평가하여 객관적인 측정 체계를 구축한다. 이 과정은 발육단계별로 구분하여 정리하는 것이 합리적이다. 또한 대상어종의 어획량 변동을 기초로 과거 변동에 관한 직접적 요인을 찾아 정리하고 평가한다.

제 3 단계 : 資源變動에 영향을 미치는 環境要因을 糾明

발육단계별 생존 및 성장에 비교적 큰 영향을 미치는 환경요인의 시간적, 공간적 상호 관계를 연관지어 구체적인 내용을 자료로 축적한다.

제 4 단계 : 환경변화 機構의 體系化

생물에 직접적으로 영향을 나타내는 요인들이 생태계의 상호 機構에 어떠한

변화를 야기시키는 것인가를 체계적 관점에서 자료를 수집하고 정리한다. 이 자료는 결국 변화에 대한 예측을 가능케하는 數理的 모델의 factor로서 역할을 하게된다. 한편 이 단계에서 활용할 모델의 선정 및 검토를 수행한다.

제 5 단계 : 시스템에서의 인위적 변화요인의 選定, 分類 및 定量化

인위적인 어장환경 개발 사업 등에 의하여 생태계 변화를 가져오는 여러가지 요인들에 관한 자료를 검토하여 환경과 자원생물에서 나타나는 현상과 연계하여 정리, 자료로 축적한다. 그리고 적용할 모델에 적합한 입력조건으로 전환 정량화한다.

제 6 단계 : 환경변화에 대응한 자원량의 변동에 대한 定量的 豫測 모델 구상

환경조성에 따른 자원량의 변동은 시간 개념을 도입한 생물자원의 수량과 무게를 정량화 하려는 시도이다. 수량은 개체의 自然死亡, 漁獲, 再生産, 移動, 轉入의 변동에 따라, 무게는 성장에 따른 증가 즉 발육단계별 생존에 기초한 성장을 정량화하는 것을 말한다. 이 결과를 바탕으로 자원량 변동을 예측하려는 생물의 生活史 모델을 구축한다.

제 7 단계 : 어장환경 수용량 측정

생활사 모델의 근거로 환경변화의 限界를 우선 예측하고, 그 결과에 따라 대표적 대상어종의 자원을 대상해역의 목장 시스템에 도입 어업에 미치는 영향을 예측, 결정할 수 있는 근거가 제시한다.

2) 환경수용력 평가 방법

해양목장을 위한 환경수용력 평가에 필요한 조사항목과 방법을 개조식으로 열거하면 다음과 같다.

가) 평가 대상자원의 설정

- (1) 생태적 개념의 자원 설정
- (2) 평가대상 자원 생물 선정
 - 주요자원의 산업적 특성 및 생태적 특성 검토
 - 평가대상 자원의 선정

나) 대상어종의 생산에 관한 검토

- (1) 어업실태
- (2) 생태학적(棲息環境) 意義
 - 類型分類 (생활권, 영양단계 등)
 - 發育段階別 생태특성(성장 및 먹이 특성)
- (3) 생활사의 구분 모델적용 방안
 - 성장단계에 따른 자원을 모델화

다) 자원변동에 영향을 미치는 환경요인의 역할

- (1) 환경요인 선정
 - 성장단계별 생존 및 성장에 영향을 미치는 factors
- (2) 상호 관련성 규명
 - 성장단계별 영향에 대한 결과를 수치화하기 위한 자료 축적

라) 복합양식 시스템의 關聯構造圖 작성

- (1) 환경 요인의 상호 관련 구조
 - 水深 및 低質 粒度組成
 - 수온(積算水溫)
 - 海流
 - 먹이생물의 關聯性 규명

(2) 세부 활용 모델의 構想

예: 넙치 未成魚 放流 효과 평가 모델 등

마) 인위적 영향에 따른 변화 내용

(1) 인위적 변화 요인과 그 영향의 전달과정 규명

예: 넙치의 경우 産卵場, 着底場에 치명적 영향을 미치는 요인

- 仔稚魚期에 생존 및 성장에 “
- 허용한계를 초과하는 외부적 요인
- 급격한 환경변화를 초래하는 요인
- 개체의 사망을 유도하는 요인

(2) 인위적 영향의 전달과정 定量化

- 해양 토목 공사
- 인위적 물질의 負荷
- 어업행위
- 기타 사고 등

바) 환경변화에 대응한 자원변동 예측

(1) 대상생물의 生活史 개념의 모델 작성

- 모델 개념도 작성
- 基本式
- 모델의 구성

(2) 환경요인과 자원생물의 정량화

- 상호관계의 정량화

(3) 생물학적, 자원학적 특성치의 추정

- Parameter 設定

(4) 계산 결과에 의한 인위적 영향의 한계 예측

사) 대상지역에 모델 적용 및 검증

해양목장의 환경수용량에 대한 구체적인 내용은 PILOT SYSTEM이 설치되는 지역에 직접 적용하기 위한 방안의 하나로 차기사업의 주요 과제로 설정하고 앞으로 면밀히 검토할 예정이다. 여기에서 도출된 자료가 근거가 되어 복합양식 시스템이 만들어 지는 것이다.

3) 기반기술

가) 수산 양식 관련 기술

區劃되어 있는 水域을 활용하여 선택된 어종을 育成, 收穫하는 단계 까지 인위적으로 관리, 생산하여 부가가치가 높은 중,고급 어종을 선택적으로 생산하는 경제적인 측면에서의 보다 많은 생산성을 기대하는 행위를 말한다.

한편 양식도 결국은 자연의 생태계의 일부분을 활용하게 되므로 다음과 같은 문제점을 갖게된다.

- 沿岸, 內灣 등의 평온지역에 시설을 할 수 밖에 없으므로, 국한된 지역에서 多量의 먹이에 의한 殘飼나 排泄物에 의한 수질오염은 이미 사회적인 문제이고,
- 일반적으로 활용되는 生飼料(전갱이, 고등어 등)의 수확량 변동에 따른 經營 收支的 불안정 요인을 내포하고,
- 대상종이 한정되어 있고, 최근에는 일부어종의 과잉생산경향이 있다.

양식기술을 활용하여 자원증강을 유도할 경우 자연생태계와 조화를 이룬 종합적인 생산 관리체제를 면밀히 검토하고, 적정해역에 적용할 수 있는 기술확립의 필요성이 요구된다.

(1) 종묘 생산 기술

- 종의 다양화에 따른 새로운 대상 어종 개발
- 건강한 종묘(健苗) 생산 기술
- 품종 개량 : • 환경 적응 범위, 肉質, 성장 속도, 생존율 등,

훌륭한 형질을 보유한 雜種 개발

- 染色體 操作, 細胞 融合, 核移植, 遺傳子 交換 등에 의한 3 倍體, 同形 接合, 全암컷과 全수컷, 雌性 發生 2 倍體 생산

- 성장 촉진 기술

(2) 먹이 생산 기술

- 초기 먹이 생물인 플랑크톤 대량 배양 기술
- 초기 인공 배합 사료 생산 기술
- 육성용 배합 사료 생산 기술

(3) 양식 시설 설비 개량 기술

- 내파성 가두리 및 소파제 개발
- 전기 스크린
- 근해용 대형 선박형 사육 시설 개발
- 환경 보전에 필요한 순환 여과 처리 시스템 개발
- 에너지 절약형 폭기, 자동급이, 사료 제조기 개발
- 환경 관리를 위한 계측 모니터링 기기 개발
- 활어 수송체계 및 시스템 개발

(4) 양식 생산 관리 기술

- 사육 생물 관리 (건강, 성장, 개체차이, 육질 등)
- 환경 관리 (수온, 용존산소, 수질, 가두리 그물파손, 양식시설 이상유무, 환수량 등)
- 먹이 관리 (적정 급이의 체계 관리의 전산화)
- 어병 관리 (예방 체계 구축을 위한 진단 및 백신 개발)

나) 수산 증식 관련 기술

(1) 종묘 방류 이식 기술

- 중간 육성 기술

- 음향 순치 기술

(2) 환경 개선 기술

- 産卵場, 繁殖場, 成育場 조성 기술

- 着生 및 棲息場 조성 기술

- 海中林 조성 기술(영양염 첨가 설비 및 용승류 활용 기술)

- 인공 어초 개발 및 설치 기술

- 어장 정화 및 저질 개선

(3) 어업 관리 기술

- 친어 관리, 자치어의 생존율 향상

- 수산 자원 동향 파악

- 자원량 파악 (어탐기술, 통계처리)

위에 언급한 항목들은 관한 자료는 환경수용량을 산정하기에 필요한 1%도 되지않은 영역이며, 나머지 99%의 자료가 어느정도 정확하게 얻어지고 그 자료를 바탕으로 어떠한 논리에 의거하여 전체적 틀을 구성하는가가 바로 해양목장 사업의 성패를 판가름하는 요소이다. 그리고 이 분야가 해당사업의 施行 錯誤를 최대한 배제하여 경제적이고 효율적인 추진전략을 확립하는데 필수요소로서 지금까지 개발된 해양에 관한한 첨단분야의 기술의 집대성으로 21세기를 향한 종합 거대 과학기술의 한 분야이다.

다) 첨단 Mechatronic 기법

해양목장에서는 수산생물의 産卵 및 棲息 장소를 제공하여 고갈되어 가는 연안 어장의 생물 자원을 보호하고 자원량을 인위적으로 증가시키기 위하여 인공구조물 또는 해조장을 조성하는 것이 필수적이다. 인공어초는 현재까지 알려진 방법 중 가장 효과가 있는 수산자원 보호방법이며, 많은 연구결과가 축적되어 있다(小川, 1968; 榊元, 1967, 1968). 인공어초의 형태, 크기, 투입량

을 결정하고 투입된 인공어초의 효과를 판정하고 더 나아가 인공魚礁漁場 주변에 서식하는 어류의 생태학적인 정보를 얻는 해양목장을 효율적으로 관리하는데 가장 중요한 사항이다(Grove and Sonu, 1991).

해양목장의 효과 판정을 위한 Image processing(영상처리) 개념은 현재의 과학기술을 응용하여 도입할 수 있는 최적의 방법이다. 이 방법은 일본을 비롯한 선진 해양국가에서 꾸준히 연구 및 개발되어 왔는데, 수중 TV 카메라를 장착한 無人 探查機 (Remotely Operated Vehicle), CCD 카메라로 입력된 영상 정보를 PC에서 화상처리하여 해양목장의 인공구조물(인공어초, 해조장 등) 주변의 모든 상황과 특정 생물체의 이동 경로 및 생태계 내의 분포양상이 실시간으로 모니터링 될 수 있는 영상 처리 시스템 개발이 기본개념이다. 또한 동 영상처리 시스템을 효과적으로 운영하기 위한 데이터 전송 시스템 및 통합 제어 시스템의 개발도 필수적이다. 이 외에도 超音波 표지를 이용하여 어류의 행동 추적, 무인관측 부이 등에서 얻어진 정보와 모형실험에 의한 자원생물의 遊泳行動에 대한 정보를 유기적으로 처리하고, 그 결과를 토대로 장치의 변화를 simulation 할 수 있는 soft ware 의 개발도 수행되어야 한다.

4. 해역별 모델 구상

우리 나라에 적합한 해역별 해양목장 모델을 선정하는데 있어 전술한 개념적, 기술적 요인에 더하여 각 대상지역의 인문, 사회학적 특성을 고려해야 한다.

예를 들어 우리나라 강원도는 단조로운 해안선을 갖고 특히 대륙붕의 발달이 아주 빈약하고 천연적 항구로서 기능을 보유하고 있는 곳이 매우 드물고 해황에 따른 災害에 취약하다. 따라서, 양식어업의 조건이 열악하여, 이 지역의 수산업은 단지 잡는어업에 의존하고 있는 실정이다.

1983년 어업인구는 1만 2천 가구에 5만 7천명인데 반하여 1993년 6천 5백

가구의 2만 4천명으로 약 절반정도가 바다를 떠났다. 어선세력도 약 80 %가 10톤 미만의 어선에 불과하며, 어업생산량도 1993년 9만 2천톤 수준으로 10년 전의 95 % 수준에 머물고 있다. 이에 더하여, 어업경비는 대폭 증가추세에 있으나 어획량은 감소하고 있다. 따라서 강원도의 해양목장사업은 소규모 어촌을 중심으로 어업환경을 개선으로 정착형 어촌을 건설하는데 주안점을 두어야 할 것이며, 이를 위하여 해양목장화 계획에 우선하여 수산업 구조개선을 위한 정책지원이 선행되어야 한다. 이러한 관점에서 볼 때 강원도가 계획하고 있는 수산진흥사업은 매우 시기 적절하다고 보여진다. 강원도는 95년에 30개의 각종 수산진흥 사업을 계획하고 있으며, 한시적이고 가시적인 사업이 아니라 장기적인 안목에서 다음과 같은 어업환경 개선을 위한 기반시설 확충에 273억원을 투자할 계획이다. 즉, 기르는어업의 정착을 위하여 어장환경 보전 강화와 효율적인 어장정비, 종묘생산 방류확대로 계획적인 자원조성을 추진, 물론 새로운 양식품종의 개발, 유통시설의 확충과 수산물 가공업 육성하고, 어족자원 보호를 위하여 어획강도가 높은 트롤 및 저인망어선을 매입하여 폐업을 강력히 추진하는 한편, 어민의 의식개혁으로 자원보호 및 자원관리를 어민 스스로 행할 수 있는 여건을 조성하는 것이다. 이러한 제반 시책이 계획되도록 진행된다면, 강원도의 해양목장사업은 90 % 이상 달성되었다고 하여도 과언이 아닐 것이다.

이와 같이 해양목장의 모델은 획일적으로 우리 나라 연안의 몇가지 특성을 바탕으로 간단히 추진하는 것이 아니고 해당지역의 조건을 세밀히 평가하여 계획을 세우고, 우선 순위에 따라 각각의 단위사업이 추진되어야 한다. 또한 각 해역 별 계획은 현재 정부 주도로 추진 중인 연안어장 목장화 사업과도 연계하여 상호 보완적 입장에서 추진됨이 바람직하다.

가. 해양목장 대상해역의 선정

해양목장 설정을 위하여는 무엇보다도 우선 대상생물에 초점을 맞추어

생태학적 특성을 類型化하고 적합한 방법으로 구성하여 자연생태계에 자연스럽게 흡수, 운영될 수 있는 시스템을 만드는 것이다. 따라서 대상해역의 선정에 있어서 가장 중요한 항목은 전술한 바와 같이 정확한 생태계 구조에 대한 정보를 바탕으로한 환경수용량 평가이다. 이에 더하여 대상해역의 생물 생산구조(漁業組織, 人口, 經營實態, 漁獲現況), 해역 이용(漁場, 漁期, 漁具, 漁法, 養殖) 및 수산 규제(漁業權, 禁漁期) 등 인문, 사회적 측면을 고려해야 한다.

自然條件(해역의 범위, 지형 및 저질, 기상, 해황, 생물상), 漁業 現況(어획량 推移, 해역이용 현황), 생산구조 (어업경영, 어선세력, 취업인구, 수산물 유통 구조, 수산물 가공업), 개발정책 및 계획(어장 정비 및 개발, 어업 구조 개선, 종묘생산), 관련기술 현황 등은 해역 별 모델 구상을 위하여 검토하여야 할 중요한 과제들이다. 또한 해역의 특징과 문제점을 고려하여 대상생물을 선정하고 이용 가능한 기술 과 현실에 맞는 해양목장의 규모를 결정하여야 한다.

나. 우리 나라 연안역에 적합한 해양목장의 모델

전술한 조건들은 감안하여 제 1 단계 사업에서 구상할 수 있는 해양목장 유형은 다음과 같으며, 각 모델을 더욱 발전시켜 향후 우리 나라 여건에 맞는 모델 구축을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

1) 자원 관리형 목장화 모델

가) 정착성 수산 생물별 인공 어초 관리형

- 수산동물별 인공어초형
- 수산식물별 해조장 시설형

나) 연안 회유성 어류 산란장 및 성육장 관리형

다) 遠洋 外遊性 어류산란장 및 성육장 관리형

- 연안 관리형
- 하천 관리형

2) 육상 여건을 연계한 해양 공원 콤비나트 건설형 목장화 모델

가) 관광 개발형

- 관광지 연계 대형 위락시설
- 관광지 연계 인공 낚시터 개발
 - : 육상 連結型 有料 낚시터 (관광형)
 - : 漁船型 人工 有料 낚시터

나) 공원 조성 모델

- 어촌계 어업체계 재정비 모델제시
- 도시 연계형 신어업 형태 개발

3) 灣 및 多島海型 목장화 모델 (閉鎖性 海域 모델)

가) 자원 관리형

나) 고밀도 양식 및 축양장 개발형

- 二枚貝 및 腹足類 양식형
- 품종별 어류 양식형
- 갑각류 양식형
- 해역특성에 따른 기타 품종 양식형

다) 입체적 해양 농장 개발형(복합양식장 개발형)

4) 해양공원형 목장화 모델

가) 대형 海洋 慰樂施設型

- 인위적 천해역 위락형 인공섬형
- 인위적 천해역 수원 생물 조성 섬형

나) 어종별 해양 어선 낚시터형

5) 연안 외해역 개발 목장화 모델

가) 신어장 모델 개발 (수중 인공섬 개발형)

- 정착성 어종형
- 회유성 어종형
- 대형 이동식 가두리형

6) 하구 및 조간대 자원 관리형 목장화 모델

가) 조간대 및 조하대 수산 생물 관리형

나) 특산 어패류 서식 해역 관리형

다) 하구 해역 관리형

7) 연안 미래형 신어장 개발 목장화 모델

가) 인공섬 조간대 조성형

나) 제주도 해양 公園型 목장화 모델

5. 지역선정 및 대상생물

우리나라의 해역은 크게 4권역으로 나눌수 있는 특성을 가지고 있다. 이에따라 우선적으로 해양목장화를 위한 모델을 크게 4권역으로 나누고 각 권역의 대표적인 지역을 선정하여 검토하면 다음과 같다(Fig. 3-59).

- 東海型 : 양양(E-I), 장호(E-II), 영일(E-III).
- 南海型 : 충무(S-I), 남해(S-II).
- 西海型 : 해남(W-I), 보령(W-II), 굴업도(W-III).
- 濟州型 : 서귀포(C-I).

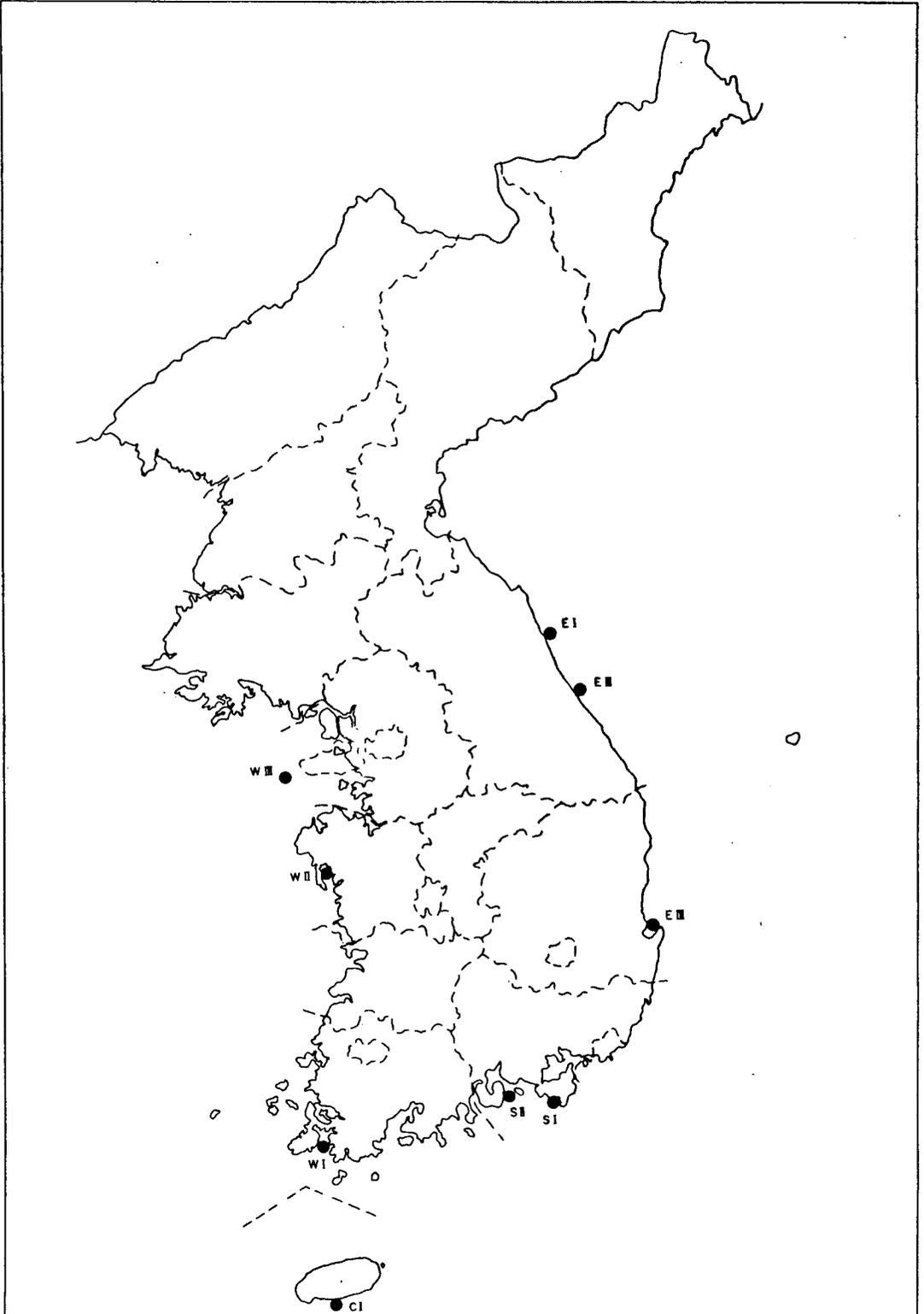


Fig. 3-59. Proposed area for marine ranching plan.

가. 東海型

1) E-I (양양, 남대천 + 연안)

Type : 연어 소상 하천 + 연안 어업

대상종 : 연어, 산천어, 은어, 황어, 칠성 장어, 가리비

기본방안 : 연어류 스몰트화 인공 조절 기술, 소상 생태 조사, 자원
관리 기술(연안 어업)

사업주체 : 지방정부 + 어촌계 (군)

2) E-II (장호연안)

Type : 양식 + 관광

대상종 : 전복, 가리비

기본방안 : 증식(방류) 기술, 자원관리, 해상, 육상 시설물 개발
(디자인 포함)

사업주체 : 군 + 어촌계

3) E-III (영일만, 포항)

Type : 양식 + 환경관리

대상종 : 불락류, 패류(전복, 가리비)

기본방안 : 증식기술, 환경 모니터링 기술

사업주체 : 군 + 포항제철 + 어촌계

나. 南海型

1) S-I (충무, 산양면)

Type : 양식 + 관광

대상종 : 넙치, 방어, 돔, 피조개, 전복, 멍게, 굴 등

기본방안: 복합 양식 기술, 어패류 대사 생리 조절을 위한 관리
기술, 환경 모니터링 기술

사업주체 : 국가 + 어촌계 + 사업자

2) S-II (남해 앵강만)

Type : 양식 + 관광

대상종: 전복, 어류

기본방안: 수중 구조물, 환경 관리 기술(관광, 홍보) (구조물 관리
시범 지구)

사업주체 : 군 + 어촌계

다. 西海型

1) W-I (진도, 해남)

Type : 갯펄 양식 + 환경 보존

대상생물: 짙둥어, 바지락 등 패류, 김

기본방안: 갯펄 보존 기술, 양식 기술 개발, 품종 개량(김) 기술

사업주체 : 도 + 군 + 어촌계

2) W-II (천수만, 보령)

Type : 환경 관리 + 증식 + 발전소

대상종: 전복, 꽃게, 우럭, 넙치, 조기

기본방안: 온배수 이용 기술 (증식), 생태 관리 및 환경 보존 기술

사업주체 : 군 + 전력공사 + 국가

3) W-III (굴업도, 선갑도)

Type : 환경관리 (+관광)

대상종: 전복, 어류 (우럭)

기본방안: 방류 기술, 증식기술

사업주체 : 어촌계 + 국가 (연구소)

라. 濟州型

1) C-I (서귀포, 문섬)

Type : 환경 관리 + 관광(+ 증식)

대상종: 전복, 방석 고둥, 어류, 연산초, 감태

기본방안: 기술적 인공어초, 연산초, 감태 증식 기술, 환경 보존
기술, 생태 관광 개발

사업주체 : 도 + 어촌계 + 국가(연구소)

6. 해양목장 시스템 실현을 위한 정책적 추진 방안

본 사업이 추진되는 元년에 반드시 검토되어야 할 부분이 바로 추진 방안 즉 어떤 과정과 목표를 갖고 수행하여야 할 것인가 하는 부분일 것이다. 따라서 우선 검토되어야 할 과제가 바로 실효역에서 구체화된 해양목장 시스템의 실현, 소위말하는 PILOT PLANT 시스템 구축인 것이다. 시스템의 검증단계 없이 이와같은 방대한 사업이 전국적인 규모로 적용 된다는 것은 기대하기도 어렵고, 이과정에서 많은 시행착오를 반복하여야 하므로 경제적인 사업실현은 어렵다고 판단된다.

추진체계(Fig. 3-60)에 따라 모델의 실용화를 목표로 설정하고, 우선 다음과 같이 크게 세 분야의 검토가 이루어져야 할 것이다. 해양목장을 설치, 운영하기 위한 海域의 특성 파악 및 환경 관리 기술, 對象生物의 선정 및 생산 기술, 그리고 도입하여야 할 支援工學 기술 부분이다. 또한 지금 우리의 여건으로 볼때 실시 주체가 국내 유일의 국책 연구기관이 이와같은 국가 정책 사업을 각 전문 분야가 모여 효율적으로 추진할 수 있다고 판단된다.

예상되는 해양목장의 규모는 일반적으로 대상 해역의 지형적 특성을 고려하여 다음과 같이 구분된다. 內灣閉鎖型-開放型, 暗礁-모래-빨, 表層-中層-底層에 따라 서식하는 生物相 또한 다양성을 내포하고 있다. 기상, 해상, 지형과 해역 이용 상황 등 일반 사회적 여건도 여러가지 시각에 따라 충분히 검토되어야 할 부분이고 특히 앞으로 구체화되는 설계 단계를 위하여 환경 모니터링은 기본적으로 시작 시점부터 실행되어야 한다. 시스템에 도입되는 공학 기술은 물론 대상 생물 선정을 위하여 기초 환경 자료는 각 분야의 기술 적용 가능성을 검토함에 중요한 자료가 되기 때문이다. 또한 모니터링 시스템은 단순한 hard-ware의 활용으로 이루어지는 것이 아니고, 자료의 정리는 물론 정보의 분석, 처리, 가공까지를 염두에둔 실제적이고, 직접 사업에 활용할 수 있는 soft-ware의 개발도 포함되어야 한다.

대상 생물의 선정에 있어서는 우선적으로 선택한 장소에 직접적으로 어업에 종사하는 地先漁民들의 市場性, 地域 特性, 漁業基盤技術, 資本力등의 社會, 經濟的 측면을 고려한 생물종의 선택과 그리고 생산력 향상의 가능성을 고려하여야 한다. 다시말해서 수익자가 되는 어업종사자의 의사를 충분히 반영한 생물종이 시스템에 도입되어야만 한다. 이 과정이 1 段階 事業의 내용이다.

지원 공학 기술의 선정에 있어서는 대상 해역에서의 생산성 향상을 위한 장애가되는 요인 제거를 위한 방향으로 추진하면 무리가 없으리라 판단된다. 또 공학 분야에서는 채택기술을 적용하였을 때의 경제성에 관한 검토가 반드시 수반되어야 한다. 따라서 현장 검증 단계에서 施工과 시공후 운영에 관한 제반 사항을 검토하는 단계를 거치는 것이 바람직하다.

이와같은 요인들의 충분한 검토하에 추진될 때에 전체적으로는 하나의 시스템이지만 실제적으로는 여러개의 單位技術들이 조합되어 운영되므로 우선 세부 기술들에 대한 각각의 검증 및 평가 단계를 거쳐 실증 단계에서 비로서 체제를 구축, 적용하는 방향으로 추진한다. 더욱 檢證 단계에서는 시스템을

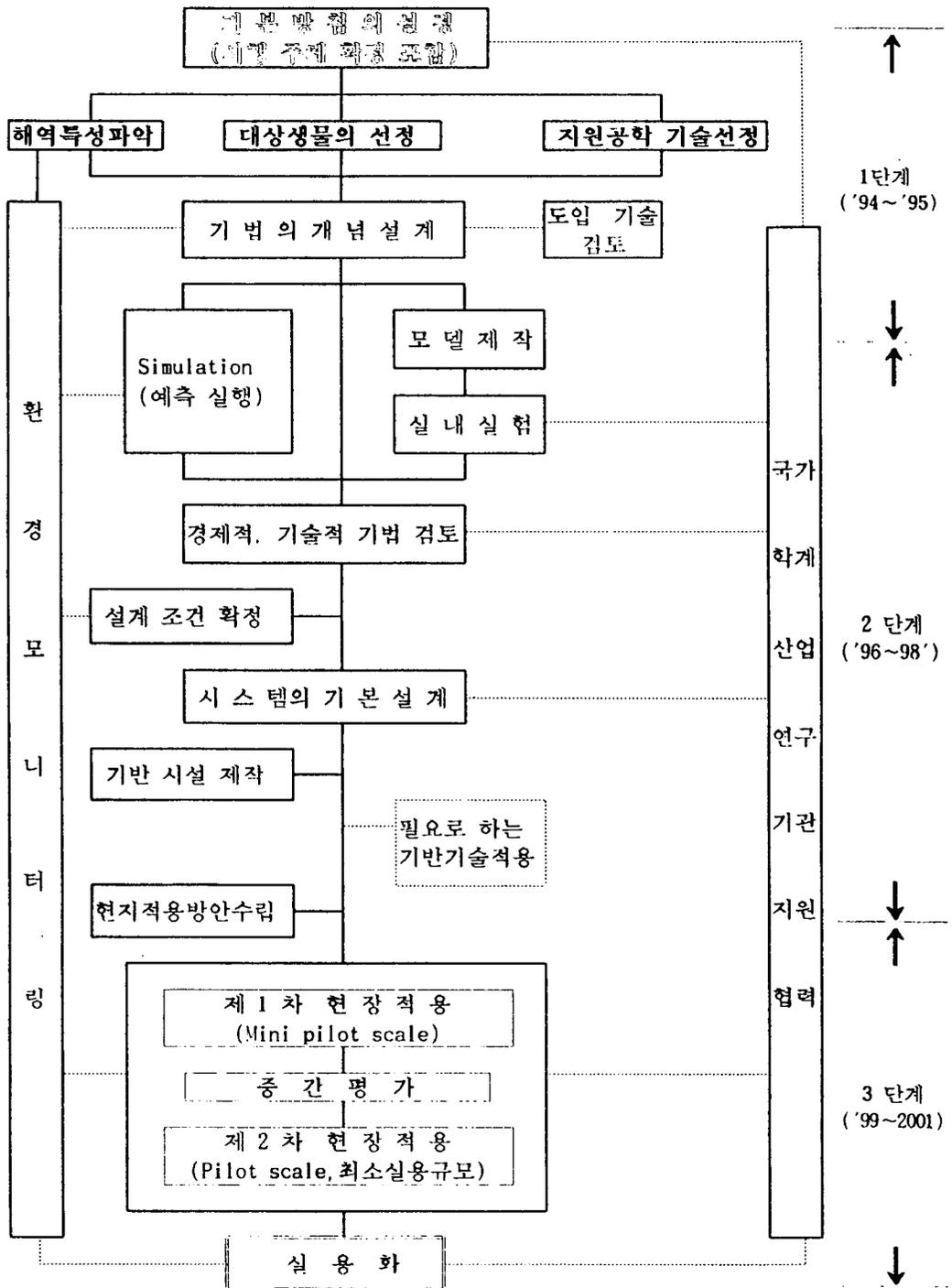


Fig. 3-60. Schematic flow chart for marine ranching plan.

가능한 축소하여 꼭 필요한 기반 기술을 선정 테스트 시스템을 구축함이 바람직하다. 여기에서 검토된 결과를 바탕으로 실제 규모의 세부 설계를 행함에 있어 물론 check-list에 의거하여 결과가 평가되겠지만 이 단계에서 각별히 관심을 갖어야 할 분야가 환경에 미치는 영향, 소위말하는 환경영향평가 개념의 작업을 반드시 진행하여야 한다. 그리고 병행하여 初期投資, 運營經費 등의 경제성 검토를 바탕으로 투자 효과도 확인될 것이다. 이와같은 과정이 2 段階 事業의 핵심이다.

마지막 3단계는 지금까지의 검증 결과를 토대로 적용하려는 해역에 가능한 오랜 기간 동안 실증 시험을 수행함이 바람직하다. 특히 이시기의 착안점은 모든 과정에 반드시 대상 생물의 직접 적용에 목표를 맞추어 추진하며, 가능한 産, 學, 研이 연계된 지원과 협력체제를 구축함이 반드시 요구된다.

제 4 장 結論 및 建議

三面을 바다로 갖고 있는 우리나라의 海洋牧場에 관한 연구전망은 21세기에 들어서면서 우리의 꿈을 현실로 실현가능하게 하는 비교적 밝은 분야중 하나이다. 즉 가까운 장래 해양목장에서 생산은 環境(漁場)과 生物(有用資源)을 효율적으로 制御·管理함으로써 해양의 生産力을 단순히 極大化시키는 것이 아니라 環境保全과 連繫한 생산시스템을 구성하여 해양 생태계를 전반적으로 관리하려는 의도가 중심적 의의이다. 다시말해서 바다의 물리·화학적인 환경요인은 물론, 생태계를 구성하는 모든 동·식물이 균형적으로 관리, 유지되는 체제의 구축을 의미한다.

국제화에 맞추어 장래 技術立國을 목표로하는 우리에게 해양개발은 기술발전과 경제발전의 중요한 분야가 될 것이다. 次世紀 국가적 필요성(代替에너지 개발, 자원 개발, 식량안정 확보, 신소재 개발, 국토 공간이용 고도화, 지역기능 고도화 등)에 일익을 담당하는 新産業 분야로서 역할이 기대되는 것이다.

이제 비로서 해양목장화의 중요성을 인식하고, 1993년을 해양개발의 원년으로 선포한 국가는 지금까지 산업발전의 시행착오를 바탕으로 해양개발 산업의 시장이 아직은 미성숙한 여건이나 더욱 해양목장화 사업의 성공적 추진을 위하여 다음의 3가지 측면을 언급하고자 한다.

1. 綜合政策의 必要性

기본적으로 해양목장 사업은 개발규모, 소요예산 등에서 대형사업이다. 여러 관련분야의 횡적 연관성 때문에 종합기술을 필요로하고, 이에따른 거대한 사업투자를 요구하게 된다. 따라서 해당사업은 국가주도형의 규모를 필요로 하기 때문에 국가차원의 개발 목표를 설정하고 일관된 정책과 재정적 지원에 추진되어야만 한다. 현재 우리의 실정을 볼 때 해양개발의 문제점은 첫째

로, 歐美 선진국의 국가 안전보장과 自國 資源의 國際社會의 武器化 차원에서 중요과제로서 생각하는 것과는 달리 단순한 沿岸域 開發과 漁業整備事業 규모 정도의 政策으로 추진되어 왔다. 둘째로, 관련된 정부조직에서 사업을 보는 시각이 각각이므로 사업 추진이 결과적으로 단편적 당해년도 시행사업으로 규모가 축소, 行政便宜主義的 시행과 예산집행으로 일관되어 분야는 넓으나 성과는 아주 피상적으로 원대한 최종목표 달성을 위한 종합적이고, 단계적인 사업추진 결과 성과의 누적으로 실용가능한 사업의 추진이 아닌 전시행정적 당해년도 실적사업 위주로 전락되었다. 셋째, 종합 master plan에 의한 각사업의 기술수준 및 경제성 검토가 없이 해양구조물, 기기 등의 hard-ware부분의 발전은 앞서가나, 결국 대상이되는 자원생물에 대한 soft부분의 기술개발이 늦어질 가능성이 매우 높다. 넷째, 따라서 민간기업이 담당할 부문의 전망이 불투명하게 되므로 이에따른 官, 民, 學의 종합적 추진체제 구축을 위한 분위기 조성이 어려워 활발한 민간자본의 투자와 人材투입이 늦어지고 있다. 결국은 소규모의 기업이 短期 採算性을 위주로 하는 산발적 사업으로 전락하여 전문 민간기업의 참여로 인한 투자확대와 기술개발은 어렵고, 안정적인 채산성 확보 또한 불가능하게 된다. 다섯째로, 충분히 검토된 종합정책(Master plan)의 부재로 전통적이고, 관행적인 해양 이용방법이나, 환경보전을 위한 조정이 졸속으로 처리될 수 밖에 없는 현실 또한 문제이다.

따라서 본 사업의 최종 목표는 연안역의 해양목장화라는 우리의 새로운 비전이므로 장기적 관점에서 종합적 시책을 수립하고, 해역종합 이용등을 위한 관련 국내법의 정비가 이루어져야 하고, 중앙정부와 각사업의 시행주체인 지방정부와 하나의 취지를 위하여 노력하려는 여건이 갖추어져야 한다. 사실 우리나라의 재정상황이 양호한 형편이 아니므로 모든 국가 지원사업이 긴축재정을 시행지침으로 채택하고 있는 실정에서 해당사업 물론 예외는 아닌 것이다. 선진제국의 여러가지 여건과 비추어 보기조차 어려운 우리의 상황인 것이다. 그렇다고 앞으로 예산의 증액을 기대하기는 더욱 어려운 현실이다. 적은 예산

을 우선 필요한 분야와 투자 가치가 있는 분야에 집중투자하는 것이다. “어장 환경 조성 사업”과 “바다목장 사업”의 진정한 의미가 다른 것이다. 그러므로 독자적인 사업 수행능력을 갖는 협의 기구를 만들어 일원화된 기획부터 단계적 실행을 위한 관리와 전반적 사업계획 중요도, 실현가능성, 경제성, 파급효과 등을 객관적으로 평가, 시행 및 검증이 가능한 체제구축이 무엇보다 필요한 부분으로 사료 된다.

2. 기반기술 확립의 必要性

본 사업의 성공적 추진을 위하여는 국가가 주도하는 대부분의 사업이 동일하겠지만 더욱 계획을 추진하는 국가와 이 사업을 시행하는 국민모두가 기반기술 분야의 일정한 인식 수준을 확보하고 있어야만 한다. 이를 위하여 공히 기술개발 분야에 많은 비중을 할애하여야 한다. 다시말해서 첫째, 선진제국의 경우 대학과 연구기관이 science-oriented 연구를 추진하므로써 이것을 바탕으로 민간기업이나 최종 user가 활용하여 기술 분야의 수준을 높일 수 있고 이를 응용하여 경제성을 유도할 수 있는 기반이 구축되어 있으나, 우리나라는 사회전반의 발전분위기(경제발전을 우선으로 하는 수출주도 정책 등)에 편승된 상태로 사실 뿌리를 찾아볼 수 없는 선진국 모방형의 과학기술 개발에 치중할 수 밖에 없는 현실이었다. 둘째, 다양한 각각의 요소기술들이 확립되고 고수준화 되어야 해양개발에 있어서 결국 기술의 시스템화를 추구할 수 있다는 사실과 셋째, 우주개발과 같은 사업과 비교할 때 투자개발에 따른 채산성이 확고하고, 타 산업의 파급효과가 크다는 측면에서 민간기업의 적극적인 협력을 유도할 수 있는 가능성이 충분하다. 정부가 장기적인 관점의 투자 위험이 있는 미개발부분의 투자를 추진하여 그 결과를 가지고 민간기업의 경제성이 보이는 부분의 연구개발에 경쟁적 참여를 유도하여 연구자금의 효율적 투자와 연구개발 체제의 일원화하려는 정책적 배려가 바람직하다.

3. 사회적 욕구에 관한 개발의 필요성

해양 자원개발 측면의 전반적 욕구의 당위성은 현재 연안의 유용 수산자원의 고갈이라는 측면에서 환경보전에 의한 자원의 확보에 관한 사회적 분위기는 조성된 상황으로 판단할 수 있다.

연안국들이 현재 당면한 문제는 새로운 해양질서 구축이라는 대전제하에 연안해역에 있어서의 중요 어업자원의 개발에 의한 수산업의 진흥과 안정된 환경조성은 중요한 어려운 과제이다. 따라서 이와같은 여건에 대응하는 대책의 일환으로 재배어업에 대한 기대가 증대되나 환경보전에는 어려운 문제를 갖고 있다.

재배어업의 추진은 지금까지 연안어업에 중요한 자원생물이 대상종으로 종묘생산 기술, 자원첨가 기술 등의 기술개발이 진행되고 있고, 종묘의 대량생산과, 방류를 통하여 방류 효과의 실증을 대대적 사업화를 위하여 노력하고 있다. 더욱 연안어장정비 개발사업에 근거를 둔 재배어업의 어촌정착을 위한 새로운 대상어종의 개발과 종묘의 건묘화, 생산비용의 절감 등을 전제로한 종묘 대량생산 기술개발, 해역 특성에 맞는 자원첨가 기술 개발에 일층 노력과 보급을 주요사업으로 하고있다.

한편 연근해에서의 남획에 따른 자원량 회복기미는 보이지 않아 자원보호를 전제로 하는 어업 즉, 어장의 적정이용법에 따른 새로운 어업질서를 모색해야만 하는 상황에 처하게 되었다. 이 새로운 어업체제의 정비만이 어업을 회생시킬 수 있는 유일한 방법이라는 사실이었다. 다시말해서 원양어업에 많은 부분을 의존하던 우리 수산업이 “연근해 자국자원을 근거로하는 어업생산구조 개편”이라는 현실을 당면하게 되었다. 따라서 단순한 어선어업에 의한 잡는어업에서 연안역을 이용한 증양식 어업으로의 구조개선 “기르는어업”으로의 전환을 의미한다. 생활과 문화라는 측면의 연안어업의 역할은 다른 선진제국과는 판이한 점이 있어 우리의 삶과 직결되는 문제이므로 국민들의 인식의 전환으로 자원관리(남획과 불법어업 근절)측면의 연안어업 재편성의 기반을 확고

히 하여야 하겠다. 그리고 자원관리형 어업 정책수립에 따른 시행이 반드시 뒤따라야 한다. 이것이 사회적 욕구충족의 필요성일 것이다.

따라서 지금까지 언급한 바와 같이 우리나라의 해양목장 사업의 기술개발과 산업적 측면의 수준이 아직 요람기에 있고, 해양 개발분야의 선진국인 미국, 프랑스, 일본과 비교할 때 강력한 국가정책의 Vision 아래 국민이 일체가 된 종합적인 해양목장 사업 推進 體制의 확립이 필요함을 강조한다.

지금과 같이 어려운 경제재정 상황에서 볼 때 주어진 시간에 의거하여 목표로 하는 결과의 성취가 낙관적이지만은 않은 것이 현실이다. 국가정책중 구체적인 국민적 요구에 의하여 지역진흥과 사회개발 측면에서 욕구충족이 가능하므로 관련분야와 원할한 협조분위기하에 중점 추진 되어야할 역점과제임에는 반론을 제기할 여지가 없다. 따라서 21세기를 향한 해양개발이 독자적이고, 내실있는 착실한 발전을 기대하여 불만한 巨大科學의 한 분야이므로 금후의 밝은 미래를 향한 힘찬 시작이 바람직하리라 본다.

참고문헌

- 강래선·제종길·홍재상. 1993. 남해의 하계 해조군집: 1. 조간대. 한국수산학회지, 26: 49-62.
- 강찬수, 이기승, 김명운, 권개경, 김용학, 박성주, 이건형, 김상종. 1990. 경기만의 종속영양세균군집의 분포 및 활성. 한국미생물학회지. 28: 324-330.
- 고남표. 1990. 거문도의 해산자원에 관한 생태학적 연구. 조류학회지, 5: 1 - 37.
- 김인배, 1933. 어류양식. 신흥출판사, 361 p.
- 김종만, 유재명, 명정구, 임주열. 1986. 한국연근해 어란 치자어도감. 해양연구소 BSPE 00060-98-3. 369 p.
- 농림수산부, 1994. 어업생산량통계. 서울. 377 p.
- 농림수산부, 1994. 농림수산통계연보. 서울. 492 p.
- 손철현. 1987. 한국 해조류의 식물지리학적 특성과 군집의 정량적 분석. 박사학위논문. 전남대. 111 pp.
- 손철현, 이인규, 강제원. 1982. 남해안 돌산도의 해조 I. 부산수대연보, 14: 37-50.
- 송상호, 최정신, 손철현. 1970. 여름철 오동도의 해조상. 여수수전 논문집. 4: 18-28.
- 유종수. 1994. 인천항 선거 해양생태계 생물군집의 구조와 생산성 및 탄소순환. 서울대학교 박사학위논문.
- 유재명, 차성식. 1988. 광양만 부유성 난, 자치어의 출현량 변동. 해양연구 10: 79-84.
- 이기완. 1974. 제주대학 임해연구소 부근의 해조분포 및 식생. 제주대학 논문집. 6: 269-284.

- 이택열, 김용익, 진평, 강용주. 1981. 한국 연근해 어란 치자도감. 부산수대 해양연구소. 109 p.
- 전라남도. 1993. 고흥군 풍남, 가화지역 어장의 입체적인 이용방안에 관한 연구. 327p.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울. 727 p.
- 전인식, 1993, 케티너리 계류 부유식 방파제 거동의 시간영역 해석, 한국해안·해양공학회지, 5: 182-190.
- 차성식, 박광재. 1994. 광양만 부유성 난 자치어의 분포. 한국어류학회지 6 : 60-70.
- 차성식, 허성희. 1988. 낙동강 하구 부근의 부유성 난 자치어의 출현량 변동, 한국어업기술학회지 24 : 135-143.
- 한국해양연구소, 1987, 해안구조물 정설계조건 결정기법의 체계화 연구, BSPG 00043-157-2.
- 한국해양연구소, 1989, 해안구조물의 파력흡수를 위한 신소재 개발 연구 (I), BSPG 00077-224-2.
- 한국해양연구소, 1991, 연안방제 시설의 설계기준 산출 연구(III), BSPG 00127-384.
- 한국해양연구소. 1991. 남해암반에 서식하는 저서생물상. BSPE 00187-357-3
- 한국해양연구소, 1992, 항만시설 개선을 위한 반파시설의 개발연구(I), BSPG 00164-471-2.
- 한국해양연구소, 1993, 항만수질 개선을 위한 방파시설의 개발연구(II), BSPN 00194-623-2.
- 한국해양연구소, 1994. 한국해역 종합해양자원도 작성연구 -대한해협 (III)-. BSPN 00227-733-3.
- 환경처. 1994. '93 자연생태계 지역정밀조사 보고서 -서귀포 문섬, 범섬, 숲섬 일대- 277pp.
- Able, R. B. 1981. Making Ocean Policy. Westview Press, Boulder, 291 p.
- Aquarone, M. C. 1988. French Marine Ploicy in the 1970s and 1980s, Ocean development and international Law, 19: 267-285.

- APHA, AWWA, WPCF. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th. ed. New York.
- Australian Marine Science and Technologies Committee. 1987. Australian Tropical Marine Science and Technology - Current Status and Opportunities. May.
- Azam, F., T. Fenchel, J. G. Field, J. S. Gray, L. A. Meyer and F. Thingstad. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 10: 257-263.
- Blackburn, T. H. 1987. Role and impact of anaerobic processes in aquatic systems. In Moriarty, D. J. W. and R. S. V. Pullin (ed.) Detritus and microbial ecology in aquaculture. ICLARM Conference proceedings 14. Manila.
- Bray, J. R. and J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Chen, D., P. J. Hanna, K. Altmann, A. Smith, P. Moon and L. S. Hammond. 1992. Development of monoclonal antibodies that identify *Vibrio* species commonly isolated from infections of humans, fish, and shellfish. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58: 3694-3700.
- Christoffersen, K., B. Riemann, L.R. Hansen, A. Klysner and H. B. Sorensen. 1990. Qualitative importance of the microbial loop and plankton community structure in a eutrophic lake during a bloom of cyanobacteria. *Microb. Ecol.*, 20: 253-269.
- Covey, C. W. 1988. Ocean Resources: An Economic Review. Sea Technology, Oct. pp. 10-20.
- Crutchfield, S. R. 1986. Extended Fisheries Jurisdiction in the USA, An

- Economic Appraisal. *Marine Policy*, 10: 271-278.
- Davenport, A. G., 1967, Gust Loading Factors, J. of the Proc. of ASCE, ST3, pp. 11-34.
- De Bernardi, R. 1987. Biomanipulation of aquatic food chain to improve water quality in eutrophic lake. In Ravera, O. (ed.) Ecological assessment of environmental degradation, pollution and recovery. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. pp. 195-215.
- Ducklow, H., D. A. Purdie, P. J. LeB. Williams and J. M. Davis. 1986. Bacterioplankton: a sink for carbon in a coastal marine plankton community. *Science*, 232: 865-867.
- FAO, 1992. Yearbook of fishery statistics. Rome, 479 p.
- Finch, R. 1985. Fishery Management under the Magnuson Act. *Marine Policy*, 9: 170-197.
- Fuhrman, J. A. and F. Azam. 1982. Thymidine incorporation as measure of bacterioplankton production in marine surface waters. *Mar. Biol.*, 66: 109-120.
- Gocke, K., 1977. Heterotrophic activity. In G. Rheinheimer (ed.), Microbial ecology of a brackish water environment, Springer-Verlag, Berlin. pp. 198-222.
- Great Barrier Reef Marine Park Authority. 1985. Great Barrier Reef Marine Park Central Section Zoning Plan. Aug.
- Grove, R. and C. J. Sonu. 1991. Artificial habitat technology in the world - Today and tomorrow. In M. Nakamura et. al., (ed.), Recent advances in aquatic habitat technology. Pro. Japan - U.S.A. Symposium on Artificial habitats for Fisheries. June 11 - 13, 1991, Tokyo, Japan.

- Hoppe, H. G. 1993. use of fluorogenic model substrates for extracellular enzyme activity (EEA) measurement of bacteria. *In* Kemp P. F., B. F. Sherr, E. B. Sherr and J. J. Cole (ed.) handbook of methods in aquatic microbial ecology. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. pp. 423-431.
- Hoppe, H. G., H. Ducklow and B. Karrasch. 1993. Evidence for dependency of bacterial growth on enzymatic hydrolysis of particulate organic matter in the mesopelagic ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 93: 277-283.
- Humberto, R. M. Jr. 1993. The Republic of the Philippines a Country Report for the Group Training Course in Marine Ranch System Japan International Cooperation Agency. F.Y. 1993, Japan.
- Hussin, B. M. A. 1993. Marine Ranch in Malaysia - A Country Report for the Group Training Course in Marine Ranch System. Japan International Cooperation Agency. F.Y. 1993, Japan.
- Jensen, L. M. and M. Søndergaard. 1985. Comparison of two methods to measure algal release of dissolved organic carbon and subsequent uptake of bacteria. *J. Plankton. Res.*, 741-756.
- Kogure, K., R. Koike. 1987. Particle count determination of bacterial biomass in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53: 274-277.
- Lancelot, C. and G. Billen. 1984. Activity of heterotrophic bacteria and its coupling to primary production during the spring phytoplankton bloom in the southern bight of North Sea. *Limnol. Oceanogr.*, 29: 721-730.
- Lee, G. H., S. J. Kim, W. H. Lee and D. M. Lee. 1990. Seasonal distribution and characteristics of heterotrophic marine bacteria

- in the intertidal zone near Kunsan of Yellow Sea, Korea. *Kor. Jour. Microbiol.*, 28: 331-336.
- Lee, S. and J. A. Fuhrman. 1987. Relationships between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53: 1298-1309.
- Lennard, D. E. 1989. Marine Science and Technology in the United Kingdom Proceeding, EEZ Resource: Technology Assessment Conference, IOTC, Jan. 22-26.
- Lewis, J. R., 1964. The ecology of rocky shores. Hodder and Stoughton, London. 323 p.
- Littler, M.M. and D.S. Littler. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky intertidal system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 74, 13-34.
- Mague, T. H., E. Friberg, D. J. Hughes, and I. Morris. 1980. Extracellular release of carbon by marine phytoplankton: a physical approach. *Limnol. Oceanogr.*, 25: 262-279.
- Manop, M. 1993. Marine Ranch in Thailand - A Country Report for the Group Training Course in Marine Ranch System. Japan International Cooperation Agency. F.Y. 1993, Japan.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The fishes of the Japanese archipelago. Tokai Univ. Press. 437 p.+370 pl.
- Mei, C. C. and Liu, P. L. F., 1993, Surface waves and coastal dynamics, Annual Review of Fluid Mechanics, 25: 215-240.
- Moch, M. 1993. Marine Ranch in Indonesia - A Country Report for the Group Training Course in Marine Ranch System. Japan International Cooperation Agency. F.Y. 1993, Japan.

- Moriarty, D. J. W. 1987. Microbial Ecology in aquaculture, chairman's overview. *In* Moriarty, D. J. W. and R. S. V. Pullin(ed.) Detritus and microbial ecology in aquaculture. ICLARM Conference proceedings 14. Manila.
- Moser, H. G., W. S. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr., and S. L. Richardson. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. The American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 760 p.
- Nybakken, J. W., 1982. Marine biology an ecological approach, Harper and Row Publ., 446 p.
- Oda, T., A. Isgimatsu, M. Shimada, S. Takeshida and T. Muramatsu. 1992. Oxygen-radical mediated toxic effect of the red tide flagellate *Chatonella marina* on *Vibrio alginolyticus*. *Mar. Biol.*, 112: 505-509.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press. 1154 p.
- Parsons, T. R., M. Takahashi and B. Hargrave, 1984. Biological oceanographic processes, 3rd. ed. Pergamon press, 94 p.
- Parsons, T. R., Y. Maita, and C. M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press.
- Price, J. H., D. E. G. Irvine and W. F. Farnham. 1980. The shore environment, Vol.1: Methods. Academic Press. pp.1-131.
- Raymont, J.E.G., 1983. Plankton and productivity in the oceans, 2nd ed. Vol.2-zooplankton, Pergamon press, pp. 1-51.
- Rehnstam, A. S., S. Bäckman, D. Smith, F. Ayam and Å. Hagström. 1993. Blooms of sequence-specific culturable bacteria in the sea. FEMS

- Microbiol. Ecol.*, 102: 161-166.
- Rheinheimer, G. 1980. Aquatic microbiology. In 2nd. ed. John Wiley & Sons, pp. 65-92.
- Russell, F. S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press. London. 534 p.
- Sell, A. F. and J. Overbeck. 1992. Exudates: phytoplankton- bacterio plankton interactins in Plußsee. *J. Plankton Res.*, 14: 1199-1215.
- Shannon, C. E. and W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, Illinois, 125 p.
- Stockner, J. G. and K. G. Potter. 1987. Microbial food webs in freshwater planktonic ecosystems. In Carpenter, S. R. (ed.) Complex interactions in lake communities. pp. 69 - 83.
- Stepheson, T.A. and A. Stepheon, 1972. Life between tidemarks on Rocky Shores. Fremann & Co., Sanfrancisco.
- Thorson, G., 1957. Bottom community(sublittoral and shallow shelf). *Geol. Soc. Am. Mem. Treat. Marine Ecol. Palaeoecol.*, I. *Marine Ecology*, 67: 461-537.
- UNESCO. 1979. Zooplankton sampling. UNESCO press, 3rd. Ed., Paris, pp. 1-174.
- Vivares, C. P. and J. L. Guesdon. 1992. Nucleic acid probes in aquatic bacteriology. *Aquaculture*, 107: 147-154.
- Weisse, T. 1991. The microbial food web and its sensitivity to eutrophication and contaminant enrichment: a cross - system overview. *Int. Revue. Ges. Hydrobiol.*, 76: 327-337.
- Yamada, U., M. Tagawa, S. Kishida, and K. Honjo, 1986. Fishes of the

- East China Sea and Yellow Sea. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 501 p.
- Yamamuro, M. and I. Koike. 1993. Nitrogen metabolism of the filter-feeding bivalve *Corbicula japonica* and its significance in primary production of a brackish lake in Japan. *Limnol. Oceanogr.*, 38: 997-1007.
- Zimmerman, R. 1977. Estimation of bacterial number and biomass by epifluorescence microscopy and scanning electron microscopy In G. Rheinheimer (ed.). *Microbial ecology of a brackish water environment*, Springer-Verlag, Berlin. pp. 103-120.
- 小川良徳. 1968. 人工魚礁と魚付き. 水産増殖 臨時號, 7: 3-21.
- 大分縣水産試験場. 1990. 平成元年度 海洋牧場 開發促進事業 調査報告書, 大分縣水産試験場. 大分縣.
- 上田 茂. 1984. 箱形浮體の波浪によるせんい斷力と縦曲げモーメント計算法, 運輸省港灣技術研究所 報告書, No. 505.
- 柿元 皓. 1967. 人工魚礁の 效果範圍について. 水産増殖, 14: 181-189.
- 柿元 皓. 1968. 人工魚礁における漁獲魚の體長組成. 水産増殖, 14: 181-189.
- 市村武美. 1991. 夢ふくらむ海洋牧場(200カイリを飛び越える新しい 漁業. 東京電機大學出版局. 東京, 135p.
- 日本港灣協會. 1989. 港灣の施設の技術上の基準・同解説.
- 日野幹雄. 1965. 瞬間最大値と評價時間の關係 - 特に突風率について -, 土木學會論文集, 第117號, pp.23-33.
- 全國沿岸漁業振興開發協會. 1992. 沿岸漁場 整備開發事業 施設 設計指針, pp. 142-151.
- 海洋産業研究資料. 1982. "海洋牧場の環境モニタリングシステムのモデル化に関する研究報告書" 海洋産業研究會,
- 海洋産業研究資料. 1984. "複合生産システムの類型化及びシステム設計に関する事前評價" 海洋産業研究會, 15: 1-253.

海洋産業研究資料. 1989. 미국, 프랑스, 호주의 海洋政策과 沿岸域 利用制度
海洋産業研究會, 20: 1-209.

海洋産業研究資料. 1990. 海洋開發關聯事業 豫算編成. 海洋産業研究會, 21:
33-54.

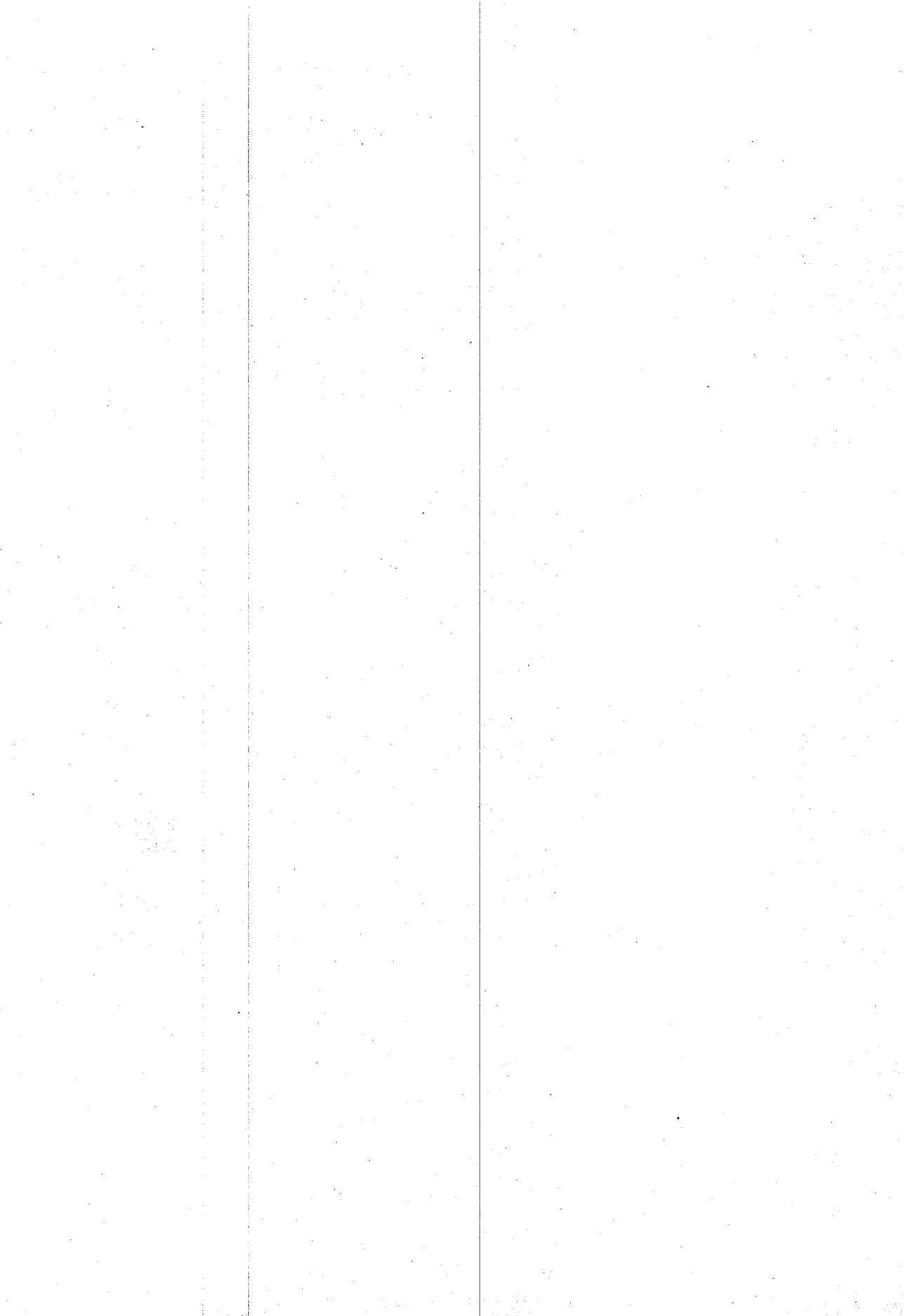
海洋牧場システム研究委員會. 1991. 10年の歩み (1981~1991) 海洋牧場
システム研究委員會. 社團法人 海洋産業研究會. 東京, 33p.

淺野昌充. 外 1989. 海洋牧場 (マリ-ンランチング計劃). 農林水産技術會議
事務局 編集. 恒星社厚生閣. 東京, 617 p .

平野敏行. 1994. 水産物の有効利用に関する日本, 韓國の比較研究
- 21世紀に向けて -, 平成3-5年度文部省科學研究補助金 報告書
(國際學術研究). 東京水産大學, 東京, 126 p.

부

록



자체평가를 위한 토론회

한국해양연구소 해양생물공학 연구그룹에서 개최한 1994년 2월 4일 토론회에 아래의 초청된 열한분과 배석한 많은 관련 연구원들께서 해양목장화에 관한 의견을 제시하였기에 내용을 요약하였습니다.

참석위원 (가나다순)

- 고 계추 (제주도 수산과장)
- 김 종만 (한국해양연구소 선임연구부장)
- 김 좌기 (전남도 생산국장)
- 김 홍곤 (경남도 수산과장)
- 노 섬 (제주대학교 증식학과 교수)
- 박 철원 (한국해양연구소 해양생물공학 연구그룹 책임연구원)
- 배 평암 (수산청 자원조성과장)
- 양 한춘 (여수수산대학 양식학과 교수)
- 전 임기 (수산진흥원 어류양식과장)
- 허 형택 (한국해양연구소 연구위원)
- 홍 재상 (인하대학교 해양학과 교수)

토론회 내용

우리나라 어류 생산량의 40% 이상을 차지하는 원양어업이 각 연안국들의 200해리 경제수역 선포로 생산량 격감등의 어려움에 봉착하고 있으나 어류에 대한 수요는 계속 증가하고 있다.

따라서 연근해어업의 생산량을 확대시켜야 하나 공업화에 의한 해양오염의 심화, 어장의 축소, 생산성 저하, 자원 고갈 등으로 어업여건은 더욱 악화되고 있다. 현재 이를 대체할 양식어업 생산고는 증가하고 있으나 어장환경의 악화, 대체 어종 개발의 지연, 양식어장 관리 정책의 미비 등으로 생산성은 악화되고 있는 실정이다. WTO 체제로 외국 수산물이 수입될 경우 가격 경쟁력에 뒤져 큰 타격을 입을 것이다. 또한, 높아져 가는 Green Round의 영향은 사료의 대량투여로 주변환경에 대한 오염 부하량을 급증시키고 있는 등으로 해면양식어업의 발전에 큰 저해요인이 될 것으로 판단된다.

이에 따라 단순히 기르는 어업에서 진일보하여 자가오염 부하량을 최소화시킬 수 있는 상태에서 한정된 해역을 입체적으로 활용하여 생산량을 최대 지속적으로 할 수 있는 해양목장화 기반연구가 시급한 실정이다. 해양목장화란 자원조성과 양식생산의 두가지 측면을 가지고 있으나 본 연구의 주목적은 양식적 측면에 주안점을 두고, 자원조성은 부차적인 목적에 두고자 한다.

토론회에 참석한 위원들께서는 목장화 연구의 방향 설정에 참고할 수 있는 다음과 같은 사항을 제시하였다.

◦ 수산청 배평암 과장: 수산청의 경우 해당 시, 도와 협력하여 1994년부터 1998년까지 약 9,000억원을 투자하여 연안어장 목장화사업을 추진하려 하며 각 지역의 관련 학계와 연계를 하여 추진하고자 한다. 목장화

사업에 관한 연구비 투자의 경우 농촌경제연구소와 잘사는 어촌에 대한 연구결과와 목장화와는 거리가 멀다. 총괄적인 연구계획은 없는 상태로서 한국해양연구소의 연구과제 채택을 대환영하며, 소과제의 추가연구가 필요하면 수산청 특정연구과제를 신청할 때 과제를 선정하는 방법이 있을 것이다. 공동연구를 위해 특정 시도와 연구하고자 할 때 어초 등의 시설물을 지역 균등 분배라는 차원 때문에 집중 지원 받기가 어려울 것이다. 이 경우 수산청에서 확보해 놓은 예산을 추가로 지원하여 해당 목적에만 이용하게 할 수도 있다.

따라서 해양연구소에 추진할 방향도 좋으나 수산청에서 각 시도와 협력하여 대상사업으로 선정한 장소도 조사항목 속에 넣어서 연구해 주기를 바란다. 해양연구소의 소프트웨어를 시도의 하드웨어와 결부해서 조사하는 것이 이상적이라 생각하며, 이렇게 진행될 경우 목장화 기반연구가 원만하게 종결될 수 있도록 본 기관에서 가지고 있는 행정력을 최대한 집중 지원하겠다. 이를 위해서는 시도 뿐만 아니라 수산진흥원에서도 도와야 한다.

해양연구소에 pilot system을 개발해서 목장화 가능성을 타진하는 연구도 중요하나 넓은 의미의 목장화에 대한 방향 제시도 있어야 한다.

어장의 밀식 및 불법 설치물을 제거할 수 있는 수산 어업법이 있어야 하며 이러한 법령을 만들기 위해 부처내에서 법의 개정을 추진하였으나 지연되는 관계로 의원 입법을 추진중이다.

◦ 제주대 노 섬 교수 : 어장의 생산력과 환경오염은 반대되는 개념으로 되어 왔는데 이를 어떻게 극복할 것이냐에 대한 방법이 제시되어야 한다. 그리고 불법어업 및 불법양식이 어장을 망쳐왔는데 이를 단속해 나가고 종간배치를 어떻게 할 것인가를 중점적으로 연구해야할 것이다.

시스템 구축후에 발생하는 생물상호간에 현상이 중요하므로 과제 종결

후에도 지속적인 연구관리가 반드시 수행되어야 하는데 이에 대한 계획을 수립해야한다.

◦ 제주도 고계추 과장 : 관리주체인 어민들의 시설주체인 시.도의 어장 관리 방향에 대한 관심은 없다. 관리주체인 어민들을 대상으로 목장화 대상 해역의 어획 및 관리에 대한 교육방법을 개발하는 연구가 필요하다.

수협은 실제 중요한 위치를 차지하고 있으므로 목장화 연구 혹은 사업에 적극적으로 활동할 수 있게 끌어 들여야 한다.

목장화는 기반여건 및 기술과 관리가 조화되어야 성공할 수 있다.

◦ 경상남도 김홍곤 과장 : 목장화 연구의 정확한 제목을 일치시켜 주었으면 한다. 그리고 목장화의 개념정립을 해 주었으면 한다.

이 연구에 있어서 적지선정의 문제가 대단히 중요할 것 같은데 가능 할 것인지 의문이다. 현 실정이 어느곳이나 어장으로 딱 차서 목장화 대상지를 찾기가 불가능 할 것이다.

◦ 전라남도 김좌기 국장 : 목장화 연구의 개념정립을 원한다. 사용 용어도 일치시켰으면 한다. 아래로 갈수록 혼돈만 가증된다. '바다목장화'란 용어 하나로 통일 시켰으면 한다.

연구 결과를 금년부터 사용할 수 있게 수산청과 협조해 주었으면 한다. 시.도의 시설국과 어정국도 관련 있고 큰 역할을 해야 하므로 이들을 사업에 포함시켜야 한다. 또한 서로 협조하는 체제가 되지 않으면 현실성이 없는 계획만 될 것이다. 지방정부를 살린다는 측면에서 지속적인 모임을 추진해 주길 바란다.

◦ 수산진흥원 전임기 과장 : 목장화 연구란 양식의 개념과 같이 특정

지역에 특정 주인이 있어야 하는 개념에서 추진해야한다. 불특정 지역에 불특정 다수를 대상으로 하는 증식 개념으로는 일본과 같이 경제성이 아주 낮은 결과가 될 가능성이 크다.

수산진흥원은 생산하고 추적하는데 주안점을 두고 연구소는 생물공학, 엔지니어링, 모니터링 등에 주안점을 두는 등의 역할 분담과 기능 분담이 있어야 한다. 특정 종의 증점적 개발이 그 지역의 생태계에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 조사는 꼭 해야한다.

◦ 홍재상 교수 : 개념정립이 되어야 하고 각 해양의 특성에 맞는 system이 개발되어야 한다.

종묘생산된 종을 야생화 시킬 때 발생하는 변화와 모델 위치 선정시 기존의 시설을 제거할 때 처리 방법에 대해서 조사되어야 한다. 작은 것이라도 모델이 선정되어야 한다. 양식 쪽에 너무 치우쳐져 있다.

여러 기관(특히, 수산진흥원)이 상호 우위에 있는 기술을 가지고 협력해야 한다.

이 연구는 국가적 차원에서 시행되어야 하는 과제인데 수산청의 경우 사업비만 있고 왜 연구비는 없는가. 대형 국가 사업이기 때문에 연구와 평가가 이루어져야 한다. 사업비의 1% 정도라도 연구비로 활용해야한다. 사업과 연구가 결부되는 것 만큼 지속적인 연구에 따라 사업 성과는 증가할 것이다.

수산청에서 이 연구가 성공하는데 도와줄 수 있는 또 한가지 방법으로 인공어초와 같은 구조물은 시도에서 만들고 투여 장소에 대한 조사는 연구소에서 수행하는 방법을 제시하고자 한다.

◦ 양한춘 교수 : UR이 없었다면 잠자고 있었을 과제인데 지역 선정이 중요하다. 양식면적이 많은 전라남도도 꼭 포함되어야 한다.

이러한 일을 실행하는 어촌계 단위의 관리자가 없는 실정이다. 이들을 양성할 방법은 없겠는가.

◦ 허형택 연구위원 : 본연구의 방향은 중, 양식중 양식 쪽에 더 치우칠 것이다. 그래서 해양의 농장화라는 말이 더 어울릴 것으로 생각하나 포괄적으로 해석하여 해양목장화라고 이해하고 있다.

우리나라의 지역 특성별 모델을 연구하고 일본 등의 모델을 일부 빌려서라도 지역 특성에 맞는 모델을 제시하고자 한다. 광역의 의미로서 해양목장화 연구는 우리힘에 벅차고 협의의 pilot system을 개발하여 환경파괴를 줄이면서 생산성을 향상할 수 있는 기반연구를 하고자 한다.

각 도의 특정 지역에 대한 조사는 장소만 선정되면 협력하여 적극적으로 하겠다.

이러한 일을 하려면 행정력 추진력 있어야 하는데 농림수산부는 다른 정부 부처에서, 부서내에서는 수산청이 밀리는 실정이며 각도에서도 해당 부서의 힘이 약하다. 우리 끼리라도 힘을 합쳐야 한다. 이번 연구과제의 책임자로서 본연구에 대한 조언과 충고를 항상 기다리는 입장이다. 특히, 수산청과 수산진흥원에서는 많은 충고를 바란다.

◦ 김종만 선임연구부장 : 일본의 해양목장화 사업 발달과정을 연대별로 정리 설명하였다. 필요하신 분께는 자료를 보내드리겠으니 요청바란다.

연구과제를 총괄하는 선임부장의 입장에서 본 과제는 국민에게 도움이 되는 연구가 무엇인가를 고민 끝에 선정되었음을 알려드리며, 또한 수산청에서 연안 목장화 사업을 하는데 어떻게 하면 도움이 될 것인가에 주안점을 두게 되었음을 알려드린다.

◦ 박철원 책임연구원 : 연구내용은 장단기별로 나누어 설명한 바 있으며 우리는 각 분야와 동일 연구계를 연계하는 핵심체 역할을 하고자 한다.

학계, 각 시도, 수산청, 수산진흥원에서는 해양연구소가 해야 할 일에 대해서 세부적인 내용을 열거해서 지적하는 등의 좀 더 구체적인 조언을 바란다.

해양 목장화 연구는 더 지체되거나 시행착오를 거쳐서는 안된다.

1 차년도 과제 수행 자체 평가회

일 시 : 1995년 1월 20일 (금요일)

장 소 : 본관 회의실

- 13 : 30 - 13 : 40 발표회 개최 인사
(총괄 연구책임자 ; 허 형택)
- 13 : 40 - 14 : 10 해역별 목장화 모델 제시
(생물 공학 ; 박 철원)
- 14 : 10 - 14 : 30 해양목장 해역의 생태계 연구
(해양 생물 ; 임 현식)
- 14 : 30 - 14 : 50 어장조성 기술 개발 연구
(연안 개발 ; 안 희도)
- 15 : 00 - 15 : 30 종합 토론
- 15 : 30 - 15 : 40 총 평
(총괄 연구 책임자 ; 허 형 택)

참석자 : 허형택, 김종만, 안희도, 이순길, 박철원, 전중균, 김형배,
명정구, 김병기, 김형선, 홍경표, 최승민, 최진우, 장만,
임현식, 유신재, 조기웅.

토론회 내용

허 형택 연구위원 :

- 기본개념의 정립을 명확히 하자. 우선 해양목장이라는 제목 자체도 보다 적합한 key word를 찾아봄이 바람직하다.
- 현재 추진하려는 목표가 너무 방대하고 더욱 기대가 큰 것 같다. 따라서 기본 정책 방향을 제시하고, case study를 추진하며,
- hard ware 부분의 연구목표를 여건에 맞게 구상하자.
- 대상생물 선정 부분의 정착성 어종에 국한하지 말고, 지역에 회유하는 어종도 포함시킴이 바람직함.

김종만 선임부장 :

- 연구소 발전 역점 추진연구 과제에 본 사업이 선정된 상황에서 국책사업의 의미를 부여하여 국가의 need도 충족시킬 수 있는 방향으로 추진.
- 세부추진 분야의 설정은 연구소의 현 여건을 최대한 감안하여 실효성 있는 선별과정이 우선 필요하다고 사료됨.
- 우리연구소의 장점(각 전공분야가 연계된 matrix system)을 최대한 활용하는 방향으로 연구사업 추진
- 특히 2년간에 걸친 1단계 사업에서는 현장보다는 개념정립 및 방향설정이 중요한 분야임.

유신재 박사(생물그룹) :

- 생태계 조사를 일반적인 모니터링 형식의 틀에 입각한 방법보다는 활용에 대한 명확한 목적을 갖고 필요한 부분에 단계적 계획을 갖고 추진함이 바람직하다(방법론의 확립).

장만 박사(생물 그룹) :

- 분야별 관련체제를 파악하여 상호 보완적 연구 방향 설정이 시급함.
- 정부 및 산학연이 연계한 국가적 차원의 추진체제 확립이 당면 과제임.

명정구 박사(생물공학) :

- 중요한 추진방안의 하나로 환경보전 차원에서의 해양목장 조성은 결국 지금과 같은 재배어업 개념에서의 소득창출에 문제점을 예측할 수 있다.
- 따라서 소득증대 차원에서의 어민에게 돌아갈 수 있는 부분, 다시 말해서 관광사업 등을 연계한 목장화 사업도 반드시 검토되어야 할 부분이다.

해양목장화를 위한 기반 연구에 관한 전문가 토론회 자료

일 시 : 1995년 2월 24일 (금요일)

| | | |
|---------------|-------|----------------------------------|
| 9:00 ~ 9:40 | | 등 록 |
| 9:40 ~ 9:50 | | 개 회 사 |
| | | 허 형 택 연구위원 |
| 9:50 ~ 10:30 | | 일정 안내 및 휴식 |
| 10:30 ~ 12:00 | | 과제수행 내역 : "해양목장화를 위한 기반연구" |
| | | I. 해역별 목장화 모델제시 (생물공학: 박 철원) |
| | | II. 해역의 생태계 연구 (해양생물: 임 현석) |
| | | III. 어장조성 기술 개발 (연안공학: 안 희도) |
| 12:30 ~ 1:30 | 중 식 | |
| 1:30 ~ 3:00 | | 토론회(생물, 환경분야) |
| | | - 해양목장의 개념 |
| | | - 해역별 모델 검토 |
| | | - 환경, 생태학적 연구방향 |
| | | - 사업 추진체계 |
| 3:00 ~ 3:20 | | 휴 식 |
| 3:20 ~ 4:00 | | 토론회(공학기술 분야) |
| | | - 적용기술 검토 |
| 4:00 ~ 4:30 | | 총평 및 폐회 인사 |

토론자 선정 및 주제 분담

해양목장 개념 정립 부문

배 평암 (수산청 생산국장)

- 정부의 해양목장사업 구상 및 추진 전략

전 임기 (국립수산진흥원 어류양식과장)

- 사업시행 현황에 대한 제언

해역별모델 부문

유 상돈 (제주도 산업경제국 수산과장)

- 제주도 바다목장화 사업의 현황과 전망

김 관율 (전라남도 수산국장)

- 전남 바다목장화 사업의 현황과 전망

조 현호 (충청남도 농정국 수산과장)

- 충남 바다목장화 사업의 현황과 전망

기반 기술 부문(생물분야)

김 인배 (부산수산대학교 명예교수)

- 해양목장 체계의 생산성 향상기술 적용방안

노 섬 (제주대학교 교수)

- 제주도 특성을 감안한 생산성 향상기술 적용방안

한 창희 (동의대학 교수)

- 번식생리분야의 역할 및 전망

환경생태학적 기술부문

- 양 한춘 (여수수산대학 교수)
 - 생산성 향상과 환경관리
- 홍 재상 (인하대학교 해양학과 교수)
 - 생태학적 접근 방향의 제시
- 김 학 균 (국립수산진흥원 환경과장)
 - 연안역의 환경관리 기법

기반 기술 부문(공학분야)

- 김 상봉 (부산수산대학교 교수)
 - 해양목장 체계에 적용기술
- 정 공일 (한아엔지니어링 사장)
 - 정온수역의 확보기술
- 주 재욱 (세일종합기술공사 사장)
 - 공학기술의참여 내용 및 범위
- 민 희식 (삼성건설 해양개발 팀장)
 - 삼성그룹의 해양개발사업(해양목장) 참여 구상

해양목장 토론회 요약

김인배 부산수산대학 명예교수를 포함한 생물, 환경, 정책 등 각분야의 정부, 산, 학, 연의 전문가 12분을 모시고 토론회가 진지한 분위기에서 진행되었다.

특히 “해양목장이라는 과제 자체가 너무도 방대한 분야를 포함하고 있어 다루어야 할 분야도 다양함이 특징이었다. 나아가 21세기를 향한 첨단 거대 종합과학 분야이므로 각 분야에서 물론 많은 관심을 나타내어 열띤 제안과 현실의 실란한 비판이 있었다.

주목할 만한 제안은 각 전공분야 및 참가자의 입장에 따라 갖고 있는 기본개념의 차이를 우선 제시하였다. 더욱 예를 들어 “해양목장”이라는 Key word 자체에 대한 해석 및 개념에 상당한 이론들이 대두되어 결론은 우리현실에 적합한 개념정립 부터 새롭게 시작함이 타당하다고 건의 되었다.

다시말해서 세계에서 유일하게 해양목장이라는 개념과 Key word를 갖고 해당사업을 추진한 것이 일본이므로 전문가의 대다수 아니 우리 모두가 일본의 해양목장을 항상 저변에 놓고 시작하므로 개념정립에서 부터 혼돈이 야기되는 문제점을 선입관으로 갖게됨을 강하게 느낄 수 있었다. 따라서 우리의 본사업은 물론이고 해양연구소가 21세기를 내다보고 하려는 연구사업은 당연히 한국적 현실에 맞는 그리고 더욱 중요한 부분은 일본이 행한 시행착오를 우리가 반복하지 않으며 경제적이고 효율적인 Master plan을 수립하려는 것이 본 토론회의 핵심이며 많은 부분에서 앞으로의 가능성을 기대할 수 있다는 다소는 선급한 긍정적 결론을 얻을 수 있었다. 반면에 공통적으로 의견이 모아지는 부분은 환경자체가 매우 심각한 여건에서 환경개선이 무엇보다 중요한 과제이며 더욱 각 분야가 우선 이부분에 성격을 모아 공통적 관심사로 사업을 추진할 경우 매우 바람직한 방향으로 과제의 성격이 취합될 수 있다는 고무적 결과를 얻었다.

본 토론회를 주관한 입장에서 최초 예상한 바와는 달리 해양목장 사업에 참여할 각분야의 관심 특히 민간기업에서도 우선 다른분야 보다 그동안의 기초연구를 바탕으로 현재 많은 부분의 현장적용이 가능한 공학기술 분야, 즉 어초사업 및 Water front 개발에 의거한 항만 등의 연안역 개발사업에 상당한 기대와 비전을 갖고 있음을 확인할 수 있었다.

결론적으로 본 사업이 이제 비로서 국가적 차원에서 해양개발 분야에 새로운 가능성과 잠재력을 갖고 나아가 국민에게 꿈을 제시할 수 있는 세계화를 지향하는 21세기의 자랑스럽게 세계에 내놓을 수 있는 분야임을 공감하며 각 분야에 50여명의 전문가가 참여한 열띤 토론회였다. 자세한 토론 결과는 정리하여 보고서에 별첨으로 첨부할 예정이다.

세부토론 내역

1. 노섬 교수

1970년대에 해양목장이란 단어를 일본에서 많이 사용했다. 그때 마지막 단계에서의 개념은 [기르는 어류의 폭을 증가시키고, 회유성 어종을 포함한 증식 기술을 확립하여 근해(연안)수역을 포괄적으로 합해서 이용하는 바다 목장화]를 그린다.

① 소내용으로는 종묘 생산, 어장조성, 육상관리, 수확관리, 병충해 대책 등을 전부 포괄적, 유기적으로 합한 관리형 어업

② 과거 재배어업이란 말을 일본사람들이 많이 사용했는데, 그 재배어업을 연안에만 적용했는데 이제는 연안이 아닌 근해까지 포함하는 것(좀더 넓은 의미)

③ 개개 종묘 배양 시스템을 자원 배양 시스템의 체계를 구체적으로 확립해서 복합적 자원 배양 시스템을 확립하는 것이 최종 목표이다.

⇒ 여러가지 형태의 기르는 어업을 복합적으로 총괄하는 의미를 가진 인간이 꿈꾸는 미래지향적인 바다(가두리)?

* 제주도의 경우

순수한 바다목장만을 제안하는 것이 아니고 바다 목장을 기반으로 하는 어촌의 종합적인 개발을 목적으로 시도하므로 종대상 선정부터

-> 경제성 고려 -> 경제적 사회적 측면

-> 반경 및 생물용(생태학적측면) -> 연안 정착종부터 시작해야한다.

-> 자원 생물학적 측면 -> 연안에서 자원 감소가 심한 종부터 시작

-> 양식 생물학적 측면 -> 양식 기술 개발이 되어 있는 어종 선정

∴ 제주도에 알맞는 품종 = 시급한것은 횡감으로 널리 사용되는 전복/소라
불바리/자바리(연안정착생물)

효과적인 방류

: 생산된 종묘를 바로 바다에 넣기에는 자연산 종묘와 상당한 생태학적인 차이가 난다. 인위적으로 생산된 종묘를 자연 조건에 가까운 곳에서 중간 육성을 해서 효율적으로 관리하는 방법으로 (일본에서 많이 사용하는 음향순치 등)

우리나라의 경우 대부분이 저서 - 참돔과 같은 난류성 어종을 가지고 대상으로 음향순치로 목장화를 해본다면 제주도 해역만이 년 겨울철 해수온도가 14~15℃가 유지되므로 가장 효과적으로 시행할 수 있다.

제주도에 음향순치를 응용할 수 있도록

표, 중층성 어개류 자원조사 방법, 정착성, 회유 저서성 어류

넙치, 가자미 -> 회유성을 가지지만 저서 정착성 어류에 관한 기술적 방법-> 바다목장화 구상

연안 전체가 암반

⇒ 암초 수역을 목장화하기 위해서

① 정착 패류 및 유영 동물이 숨어 살 수 있는 은신처로의 구실을 하고 은신하면서 먹이를 먹어야 하므로 해조류를 어떻게 보급화, 전파시킬 것인가. 거기에 맞는 인공구조물이나 자연석 같은 것을 복합적으로 구상.

⇒ 제주도를 효율적인 목장화 장소로 만들어 보자는 의미에서 투고를 했음
lanching 조성시는 해조장부터 조성하므로 목장이란 말이 타당하다.

2. 전입기 수산진흥원 증식과장

해양 목장이란 말이 방향이 모호한 것 같다.

① 85년 일본에 1달간 가있으면서 음향순치하는 먹이공급 타워에 가서 직접 먹이도 취보았다.

84년에 시작해서 1년 밖에 되지는 않았지만, 이미 그 당시에 기존 연구가 되어 있었다. 그래서 기술이 축적되어 있었다고 보아야 한다. 그런데 10년이 지난 지금 95년에 와서 전혀 경제적이 못된다고 들었다. 3년이 넘으면 고기들이 다 흩어져 나가버리기 때문에 그 수확 자체가 적고 생산성이 낮고 경제성이 없다고 추정된다.

10년 이상을 내다보고 일을 추진한다고 하면 일본처럼 경제성이 심각하다는 결론이 나면 문제가 된다. 특히 우리나라는 수산 관계 연구소가 많지 않은데 막대한 예산을 투입하고 많은 연구원들이 투입된 결과가 지금 많은 부분에서 문제가 있어 철수한다고 한다. 우리가 참고해야하지 않을까.

일본이 국민들에게 자긍심을 일깨워주는(일본이 세계에서 제일의 해양국가니까 수산분야에서 세계에 비전을 제시한다는)것 외에는 경제적인 도움을 주는 것은 아닌듯하다(경제성이 전혀 없다)

앞으로 일을 추진해 나가는데 있어 참고해야 한다.

단기 효과를 내려는 것인지 10년의 장기적인 효과를 내려는 것인지 사전에 확실히 하여 방향을 정해야 한다.

② 가두리 양식

해양 목장은 바다 전체를 하나의 가두리로 만드는 것이라 볼 수 있는데 그러기 위해서는 공학적인 시설을 해야 한다. 걱정하는 바는 해양목장을 운영하기 위한 생물학적 기술조사가 안되어 있는 상황에서 두가지 다 안되어 있는 상황에서 두가지가 동시에 출발한다는 데서 공학적인 면에 너무 치중하다 보면 나중에 자칫 비경제적이라는 말이 나올 우려가 있다.

해양목장에서 가시적으로 성과를 나타낼 수 있는 공학적인 연구 외에도 생물학적 연구가 꼭 필요하다.

1) 인공적 생산자원을 바다에 내놓는다고 할때 유전적문제(유전적 전환이 생기지 않은 인공자원 생산해야 한다.)

2) 야생화되지 않은 상태에서 자연계에 들어가면 주변 생물들이 호식하므로 면역력이 떨어지므로 야생화할 수 있는 기법이 개발되어야 한다.

ex> 보리새우 방류시 그 방류 해역에 하루만 가두리를 만들어 넣어두고 방류해도 그 효과가 10% 이상 올라간다.

3) 생태적 충격을 그 생태계가 어떻게 흡수할 수 있는가 하는 생태학적 연구가 필요하다.

4) 자원 관리를 위해 전 생태계 균형 유지와 아울러 생산성 향상을 위한 자원 관리 연구를 해야한다.

⇒ 무형적인 면이므로 간과하기 쉽다.

공학적인 환경제어에 치우치다 보면 실질적인 생물에 대한 이해가 없으면 그 성과가 없는 결과다.

3. 유상돈 제주도 수산과장

제주도청에 근무하는 분이 일본 호쿠오카현에 3개월간 연수를 갔다오면서

그곳에서 하는 증식장 사업 모델 하나를 가지고 와서 제주도에서 그모델을 그대로 적용해 사업을 하고 있다. 전복은 1cm를 방류하면 7%정도가 산다. 3cm이상의 경우는 50% 이상 생존률이 있다고 생각한다.

모델은 종묘성육장, 치어성육장, 5~8cm 방류어장 조성 ⇒ 관광객 목적의 체험 어장으로 정해서 관광 자원으로 활용한다.

효과는 2~3년이 지나봐야 하기 때문에 효과가 있으면 시도할 계획이다.

- ① 제주도는 파도가 세기 때문에 시설물이 견딜 수만 있다면 성공으로 보고
- ② 관리 어업으로 넘어가야 한다.

어장 생산 수산물은 적정 생산을 하고 계속 종묘라든가 사업도 연계성 있게 해서 ⇒ 성패는 관리어업으로 전환을 어떻게 시켜가느냐 하는것이므로 도 차원에서.

대통령 공약사업이므로 주체성이 뚜렷해야 한다.

방법 ① 지역별 대상어류 모델 개발

방법 ② 관리 이용은 지방 정부로 맡기라.

4. 김인배 수산대학 명예교수

일본의 해양목장화는 음향순치를 시키다 보니 거기에 맞는 말이 해양목장화가 되었다.

- 최근 통계를 보면 해조류 생산 증가가 20~30% / yr.
- 우리가 말하는 목장화는 육상에서 Farming개념이 들어가야 한다. 육상에서 Farming은 곡물 농사도 포함되어 있고 목축도 있고, 모두 다 들어감.
- lanching은 목장 개념이상은 가지지 못한다.
- 영어 표시를 Ocean Farming으로해야 옳지않나.
- 한국 수산제도가 일본의 수산제도의 복사판. 일본만이 양식을 어업에 포함시키고 있다.

연구의 계속성 - 일본에서 하던 많은 것을 본받아서 하려고 하는데 사업이면 그쪽의 성과를 보고 결정하지만 연구의 계속성 여부는 성과를 검토후 희망이 있을때 하면 좋지만 의심성이 있다고 판단되는 것을 해양목장의 주제로 삼는 것은 위험성이 따른다.

음향급이 순치는 - 해양목장화에 타당하다.(어릴때 많이 죽는데 오히려 달아나면 어업 자원 관리에 도움)

어업 자원 관리와 개인이나 회사의 양식이 다르므로 국가적 차원에서 할일과 개인이나 기업차원이 다르다.

우리나라는(일본의 것을 그대로 따르는 일본의 종주국이 아닌)우리 나름대로의 제도를 만들어야 한다.

양식종의 방류는 매우 위험하다. 바다 야생종 자원관리를 위해 해역별 모델에는 찬성하지 않는다.

해역별 모델이 아닌 외해성 모델, 내만성 모델을 개발해야 한다.

현재 양식 생산고가 거의 일정(70~90만톤) 하다. 이를 생산고를 높이려고 할 때는 대량폐사, 적조등의 많은 문제가 생긴다. 이제는 우리나라 자연이 품을 수 있는 그용량의 가득한 생산량이므로 생산성을 높이는 것보다는 자연과 환경을 살리면서 건강하게 키우는 것이 연구의 쟁점이 되어야 한다.

이제는 재활용(물, 오물)을 하지 않으면 안된다.

그래서 보다 미래 지향적인, 자연을 살리면서 어업을 지속할 수 있는 연구를 해야하며 개인, 기업차원의 길을 제시하는 것도 중요하다.

5. 양한춘 여수수대 교수

우리나라 실정에 맞는 목장화가 되려면은 양식분야 어민들과의 관계가 긴밀하게 접목되어야 한다. 그래서 현재 일본에서 추진되고 있는 것과는 다른 것이 앞으로 바다목장화의 결실을 얘기할 때 차원이 다른 내용으로

이끌어나갈 수 있을 것이다.

지금 양식 적지라고 판정될 수 있는 것은 30년 전부터 개발이 되었고, 양식이 발전함에따라서 환경이 오염되고 있기 때문에 외형해역으로 양식장이 밀려나가고 있다. 바다목장화 사업을 추진하려고 하는 앵강만을 예로 들어본다면 그안에 각종 양식시설이 포화상태로 들어차있다. 벌써 30년전부터 바다를 가꾸어왔기 때문에 필연적인 결과는 오염이다. 수산청에서 바다의 오염도를 말할때 임해도시나 임해 공장에서 나오는 유출물을 80%로 보고있다. 제생각에는 반대이다. 임해공단에서 나오는 유출물이 영향을 미치는 구역과 실태를 양식에서의 자가오염을 판단해보면, 30년간 개발이후 제대로된 청소를 한적이 없기 때문에 굴폐각이 많이 쌓여 있다.

바다목장화 사업을 성공시켜 생산성을 향상시키기 위해서는 1)바다목장 조성지의 수질오염과 저질을 회복시켜야 한다. 2) 양식장의 노화대책방안이 접목되어야 한다. 현재까지 환경정화사업으로 추진되는 것을 보면 해운항만청에서는 임해공단이나 임해도시주변 연안으로 유출되고 있는 오염물질의 제거를 위해, 수산청에서는 어장 정화선을 연차적으로 건립. 그러나 앞에서 지적한 저질환경과 양식장의 노후화 대책방안에 대한 시책으로는 미흡한점이 많다.

그이유는 전연안에 산재되어 있는 쓰레기는 연안에만 있는 것이 아니고 30, 40m바닥에도 많이 널려있다. 수거할 수 있는 방안이 마련되어야하고, 산성화나 독성화되어서 연안 양식장이 황폐해 있는 것에 대한 기술개발도 아직 미흡하다.

어장환경 개선을 통한 생산성 회복은 정부에서 연차적으로 실시하고 있는 정화작업이 중요하지만 일반 양식어민의 동참이 반드시 있어야할 것이다.

정부의 대단위 어장 정화사업과 함께 양식어민이 자기 어장의 생산성 회복과 유지를 위하여 자발적인 참여를 유도할 수 있는 정화용 기계장치의 개발 보급이 시급하다.

연안의 어장 정화가 앞서지 않고서는 자원의 회복이 되지 않기 때문에 여러가지 사업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 이러한 차원에서 고려가되어야 한다.

6. 홍재상 인하대학 교수

생태학의 원리를 이용해서 연안역을 이용해야하지 않는가. 더이상 시행착오를 거쳐왔던 연안역의 이용보다는 인간이 자연과 공존을 위해서 환경을 보존 개발. 모순적인 면을 내포하지만 보존과 개발을 어떻게 하면 조화롭게 할 수 있는나를 위해서는 무엇보다도 그 환경자체를 정확하게 진단하는 것이 중요하다.

해역이 결정되었을 때 그해역에 대한 구체적인 생태계, 군집의 구조 파악은 중요한 일중 하나다. 해역별 모델을 제시했는데 그면에서 김인배 교수님의 제안에 동의한다.

해역의 생태계 구조라든지 군집의 생태를 연구할 때 일반 무기환경요인, 그속에 살고 있는 생물상을 연구하는 것이 일반적. 그것보다는 해역에 어떤 종묘를 투입한 상황에서는 특히 무기환경연구보다는 생물환경적인 연구를 구체적으로 해야한다. 경쟁과 포식등이 더 많은 관심을 두어야 하는 것이다. 해역에 목장을 한다고 할때 그 해역내 생태계구조에서 구체적인 먹이사슬 등을 밝힘으로 외부에서 생산된 종묘를 그지역에 넣었을때 어떠한 문제가 발생할 것인가하는 연구결과는 방류효과를 증가시키는 측면에서도 필요한 부분이다.

자연계의 인공 구조물을 넣어서 연안해역을 이용한다는 것은 반폐쇄성, 폐쇄 해역화 할려는 시도가 있을수 밖에 없다. 왜냐면 생물에 대한 제어가 아무래도 폐쇄성해역일 경우 쉽고 가능하기 때문이다. 그러한 경우 환경의

악화를 감안한 개발계획이 선행되어야한다.

음향급이 - 급이후 여러가지 물질에 의한 연안역의 오염, 부영양화등이 고려되어야한다. 부상사료개발, 기술적 측면이 개발된다면 낳겠지만 영국의 연구결과 투입된 사료의 20%정도는 밑바닥에 떨어져 그해역의 부영양화를 초래한다. 이것들도 감안한 시스템을 고안해야한다.

생태계의 균형유지를 위해 자연 생태계를 최대한 이용할 수 있는 방향으로 계획이 되어져야한다. 예를들어 인공해저식물군락의 조성, 그들을 중심으로 생물상의 천이 후 나타날 수 있는 해조 및 동물군집들과의 문제점을 동시에 감안해서 계획을 세워야 한다.

생태계 구조 측면에서 연구해야할 사항으로 여겨지는 것은 대상해역의 주요 우점종의 행동생리, 감각생리등의 측면도 연구 대상이 되어져야 한다.

인공종묘를 투입해서 일어날지도 모르는 생태계 변화, 파괴를 사전에 예측후 투입이 되어져야하지 않나. 그래서 해역이 부영양화의 문제, 어획에 의한 제어, 해역의 정화를 생산할 수 있는 시스템 바꿀 수 있는 아이디어 고려해볼수 있는 “다목적 인위 생태계”. 구상해야한다.

환경의 수질과 저질 언급에서 수질보다는 저질을 중요시해서 앞으로 연구계획에 입안해보겠다고 했는데 우선 저질환경의 악화는 수질환경의 악화 이후에 나타나는 현상이고 구조적으로 달라지면 . 오염원에 대한 철저한 규명 그자체를 제어한다던지 근본적인 대처방안이 필요하다.

7. 김학균 수산진흥원 환경과장

근본은 아주 비관적인 면을 지적하고 싶다. 남해안에 여름철이면 헬기로 몇번 돌아볼 기회가 있다. 그때 과잉 양식이 이루어지고 있다. 또하나 문제점은 오염문제이다.

연안 이용도를 보자면 93년도에 광양만에 금동호사건시 1200톤 유출량에 대한 피해액을 931억을 요구한바가 있는데 그랬을 때 유럽에 있던 사람들이 놀라면서 이용도가 그렇게 높냐고.

우리나라 대부분의 연안해역 20m내외가 주 대상해역이 되는 걸로 알고 있는데 이 해역에 대한 국토이용관리계획에 있어 계획이 굉장히 활발히 진행되고 있다.

수질관리시 2급 이상이 수산 생물자원에 적당수질이고 2, 3급은 바람직하지 못한 수질이다. 2,3급 적용 수역이 전체의 약 25%가 해당된다. 목장화의 주대상 해역이 남해안이 많이 포함될것 같은데 대부분의 남해안 주요수역이 2등급에 적용을 받고 있으므로 이것도 문제가 있지 않는가.

일단 목장화 사업이 인공어초 이후로 가장 중요한 대책사업이 되지않을까 생각하는데 환경이 가장 우선적으로 이루어져야 한다고 생각한다. 특히 만약 목장화사업의 방향성을 잡는다고 하면은 impact를 가장 줄일 수 있는 방향으로 하되 생산성을 향상시키기 보다는 기존의 생산성을 잘 관리하면서 환경도 관리하는 그런 측면으로 방향성을 잡는게 좋다.

관리 기법 측면에서는 국가 환경 관리 체계가 다원화되어 있고 문제점도 많이 갖고 있다. 해양 목장화는 국가적인 투자사업이기 때문에 환경관리 주체가 일원화되고 통합관리가 되어야 한다.

양식 관리 체계에 따라 환경관리 기법이 정립되어야한다.

해양목장화는 자연상태의 채취어업이 아닌 인간이 이용을 전제로 한 관리형 어업. 자원이 있어야 하고, 관리할 가치가 있는 대상어종이 있어야 한다. 관리 시설도 필요로 한다.

가능한 자연을 파괴하지 않고 재순환하는 환경수준이 필요하다. 우리나라의 환경, 연구여건이 사회적·경제적 여건도 감안하면서 수행해야하지 않는가.

환경이 제일 문제가 되었다. 환경이 오염된 곳에 아무리 어초를 넣어도 소용이 없다. 무엇을 해야하는 것을 완전히 파악한 현상의 자연상태,

환경상태를 파악하지 않고는 탁상공론에 지나지 않는다.

결국은 환경문제로 귀착이 되는데 그러기 위해서는 환경을 파괴하지 않는 목장과 관리형이 필요하다고 생각한다.

생물을 위해서 공학적인 면이 포함된다. 공학을 너무 문제시하기 보다는 도와주는 일환으로 생각하길 바란다.

9. 한창희 동의대 교수

해양 목장이든 양식이든 어류 양식의 생산량을 지속적으로 증대하기 위해서는 대상종이 다양해야 한다. 어류 및 갑각류 패류등으로 목장화를 하려면 대상종이 한두가지에 국한되는 것 보다는 여러종에 관심을 갖고 하는것이 최대화하는데 좋지 않을까.

대상종을 다양화하려면 종묘생산기술이 확립된 것도 있지만 종묘생산기술이 확립되지 않은 것도 있으므로. 종묘생산 기술이 확립되지 않은 것은 수정란 생산이 안되는 경우가 많다.

구하기 힘든 수정란을 인위적으로 처리하였을때 양질의 수정란을 얻을 수 있는 방법을 개발해야 한다. 방법 개발을 위해서는 번식·생리학적 연구가 반드시 필요하다.

대상종이 자연 상태에서 잡아서 사육했을 때 산란, 방정이 잘되었을 때는 별 문제가 없지만 사육수조에서 잘 성숙이 되지 않고 산란, 방정이 잘 안된느 종들이 간혹 있다. 그런 경우는 수정란을 대량으로 얻는 것이 매우 힘들다.

그런 경우는 호르몬 투여, 수온 조절, 일장 조절에 의해서 수정란을 얻으려는 노력을 많이 하지만 HCG등등의 호르몬 투여시 좋다 나쁘다는 효과에 대한 차이가 많다. 그런 경우는 호르몬, 수온조절, 일장조절 등에 의해 일어나는 어체내의 내적인 변화를 조사하지 않았기 때문에 성성숙이 안되고 산란이 안된 경우 그냥 넘어가서 그 이유를 모른다.

내적 호르몬의 변화등 생리학적 조사를 하게되면 이럴때 투입되는 노력을 최소화 할 수 있다.

양식에서는 주로 생태학적 이야기만 하는데 생리학적 면에서도 관심을 가지고 연구해야만 투입 노력을 최소화 할 수 있다.

10. 주재육 세일종합 기술공사 사장

해양목장화는 생태계에 대한 생물학적 이론과 해양의 제반조건에 대응할 수 있는 토목공학 기술이 화합해야만 효율적인 인공어초 사업은 물론 해양목장화 사업이 될 수 있다.

공학 분야 범위 - 수산토목(일본에서의 명칭)이 담당하는 분야는 증·양식 시설에서 기본 조건 조사가 있고 증·양식 시설의 계획 및 설계, 증양식 시설의 환경 조성, 기타.

- 기본 조건 조사 : 대상 수산물 확인, 환경 조사, 공학적 요인의 분석(simulation까지 포함해서)및 합리적 계획 수립
- 증·양식 시설의 계획 및 설계 : 증양식 시설 양식지 까지 포함한 시설하는 것, 증식 시설, 인공어초, 연안 목장화, 이모두가 포함.
- 증·양식 시설의 환경 조성 : 수질 보존, 환경 조성, 방파시설
- 기타 : 담수어도, 내수면 어장시설

그외에 어항 시설의 계획 및 설계도 토목분야가 담당.

연안 목장화에는 집결되지 않지만 연안 목장화를 한 뒤에 어선의 관리, 어형물 처리는 어항과 집결되어야 하므로 어항 시설 계획이 포함되어야 한다.

- 조사 : 수산생물 조사 - 수질, 사료, Life cycle등 외적 조사
토목공학 조사 - 지형, 기상, 해상, 동력치등의 난이, 수질, 토질

사회 환경 조사(수산토목공통) - 세력권 조사, 사회성, 기호, 저장, 경제성 조사.

계획면에서 어떻게 수산분야와 토목분야가 match되어야 하는가 - 범위, 규모, 대상어종, 개발어종, 양식 방법, 어장 환경 제어, 유통 어판 제조 까지 포함해서 어항규모등 모두가 계획에 들어간다.

- 계획 : 수산분야 - 범위, 대상어종, 개발어종, 양식방법, 유통, 어판제조
토목분야 - 시설 범위와 규모, 양식시설, 어장환경제어, 어장어도
연안 목장화 자체가 인공적으로 어종을 양식을 하는 것을 종합적으로 하는
것이기 때문에 앞으로 그대상지역에 개발 어종까지도 같이 가져야 된다.

- 설계 : 토목분야 - 양식지포함하고 증양식 시설, 인공어초, 수질보존,
어장환경제어, 어도, 어항설계

시설은 앞에서 계획, 설계한대로 시설하는데 시설하다보면 개선사항이 나오는데 이를 부분적으로 보완을 하고 처리 한다. 이것이 시설에 그쳐서는 안된다. 반드시 연안목장화에서 관리를 해서 효과분석까지 공동으로해서 시설시 어느정도의 효과가 있다고 나와야 한다. 효과조사까지도 해야한다.

관리측면에서보면 시설 상태 관리도 해야한다. 시설물을 파괴하느냐, 심화되느냐 쇠골되느냐, 유실되느냐 등

양육상태관리(생물분야에서)도 해야한다. 해조류, 패류, 어류의 자연 양육 상태, 먹이로 인한 어종의 양육상태 관리, 방류 어패류의 적응상태 양육상태, 확인.

자연을 어떻게 극복할 수 있느냐. 예를 들어 파도가 너무 쳐서 어장시설이 오렵다고하면 부분적용 방파제를 만들어줘야 하고, (일본의 경우 부방파제를 많이 사용한다) 수심이 큰곳은 어떤 구조물로 해야하는가(일본의 경우는 부어초를 설치한다던가). 이런 시설 등등이 자연조건에 모두 적응을 해야한다.

연안목장화는 토목과 생태계가 잘 우려져, 현장 조사. 설계, 시설,

관리까지 광범위하게 공동 보조를 맞추어야 훌륭한 목장화가 되지 않겠나.

11. 민희식 삼성건설 해양개발 팀장

해양목장에 대해서 관심은 갖고 있지만 기술적인 분야는 잘 모르고 있다.

기업적인 측면에서 보았을 때 제일 중요하다고 생각되는 것은 개념정립이 아닌가. 개념정립이 되어야 방향이 제시되고, 방향이 서야만이 해양목장의 비전이 설정된다. 비전이 설정되어야 만이 투자를 어떻게 하고, 연구를 어떻게 해야 한다는 것이 나온다.

일반적인 양식은 기르는 어업의 형태고, 해양목장은 수산 생물 공학 등 모든 광범위한 분야의 첨단기술을 투입해서 해양 생태계를 종합적이고 효율적으로 활용해서 수요 어종을 계획적으로 기르고, 어획하고, 가공해서 유통까지 가는 총괄적인 시스템을 말한다.

개념정립이 먼저 필요하다.

기업차원에서 보면 해양목장은 선진화된(최첨단), 바다의 오염도 최소화할 수 있는 것이 아닐까. 소규모의 영세한 어민들이 하는 차원과는 조금 다를 것이다. 기업차원에서 해양목장을 연구 개발하는데 도움이 되어야하지않는가.

해양목장을 하는데 정부 연구기관에서 주도해서 연구 개발하면, 기업차원에서는 자금력, 사업화할 수 있는 능력을

연구소의 기술 노하우, 기업체의 사업화 기획력 자금력을 같이연결해서 산학연 공동으로 연구하면 보다 짧은 시간에 이룰수 있지 않는가.

공동으로 하려면은 적어도 비전이 있어야 한다. 앞으로 해양 목장을 하려면 어떻게 해야한다, 세계화로 가려면 어떻게 하면된다는 비전을 제시하면 기업도 참여하려는 마음을 갖게된다.

기업에서는 사업을 하려면 경제성이 있어야 한다. 해양 목장에 복합화

개념을 포함해야 한다. 낙후된 어촌을 개발하면서 최첨단 목장화를 하면서 복합적인 관광 리조트단지를 조성해서 휴식공간을 조성. 어획이되면 수산물 가공단지를 조성한다던지, 냉동 창고를 놓는다는지하는 유통 가공단지를 조성해서 새로운 복합적인 개념을 도입해야 경제성도 있고, 경제성이 있어야만이 해양목장이 좀더 제대로 연구가 되고 발전될 수 있다.

앞으로 연구기관과 기업이 공동으로 연구하는 기회가 있길 바란다.

12. 정공일 한아엔지니어링 사장

해양목장화를 위해서는 자연수역(파랑이 쳐와도 위험없는)이 필요하지만 관리를 위한 base라든가 양식장을 위해서 정은 수역이 필요하다는데서 정은수역확보를 위한 토목측면에서의 기술을 간단하게 설명.

정은 수역 확보를 위한 토목기술 : 현황 조사(조류, 조위, 파랑), 시설을위한 지질 수심, 지형 조사.

외곽지형 조사후 정은수역내의 파랑을 검토 - 바람자료 조사(그지역내)

정은수역 확보를 위해 영향을 미치는 요인들은 지형및 수심, 파랑. 파랑은 외곽시설의 개구를 통해서 진입하는 파랑, 외곽시설을 월파해서 오는 월파, 항내에서 각 시설물에 부딪쳐서 발생하는 반사파, 항내에서 바람에 의해 발생하는 발생하는 항내파.

외곽시설이 필요한 곳은 <어항 어촌 구상>이라는 그림.

방파제 시설, 양식 시설, 어항기능을 가져야 할 시설등이 보호되어야 할 시설.

개구부의 진입 파랑은 외해로 부터 진입해서 외곽시설에 차폐가 되서회절을 해서 정은 수역 안으로 들어오게 된다.

외곽시설이 만들어 있을 때 항내로 진입되어오는 전달파는 월파를 해서

항내에 전파되는 것이 있고, 외곽시설 사이에 공급되어 투과되는 투과파가 있다. 외곽시설을 어떤 모양, 구조로 하는가에 따라 전달는 정온수역에 수준을 양식 기술로 양식 시설이 필요하는 정온도를 전제로 내놓은 다음 그 전제하에 시설들이 결정되어야 한다고 생각한다.

항내 정온도를 검토하는데 있어서 외곽시설의 평면 배치를 한 후에 항내 정온이 어떻게 유지될것인가는 수리모형 실험과 수치모형실험등의 방법을 동원해서 외곽시설의 배치를 검토하게 된다.

조류 및 연안류는 외곽시설을 배치하고 항내 정온도를 유지하기 위해서 계획하는 평면 계획에 있어서 중요한 영향을 미치는 경우가 많다. 서해안처럼 간만의 차가 심한 경우에는 외곽시설의 배치에 따라 외곽시설 개구에서 조류가 상당히 강하게 발생할 수가 있다. 그래서 그런부분들을 검토해서 특별한 변화가 없이 외곽시설을 배치해야하는 사항들로 지적.

평면배치는 배치후 정온수역에 환경오염 문제를 검토해서 환경 오염에 영향을 받지 않도록 결정해야한다.

그래서 일반적으로 어항계획을 할때는 해수 유통문제를 관심갖고 외곽시설을 해야하는 경우에도 유통구조를 하는것을 많이 검토하고 있다.

항내에 해수가 유통하는 것은 케이슨같은 것은 거의 차단이 되고 사삭제 같은 경우는 투과파에서 보았듯이 어느정도는 투과를 허용하는 그런 구조가 된다.

이동형 구조 : 양식장의 위치라든지 규모에 따라서 케이슨이라든지 구조체를 만들어 그 구조체를 이동시켜가면서 물속에 가라앉혀 정온수역을 확보하는 기법이다.

사슬고정형 : 부동식 구조체를 해저면에 체인으로 연결 고정시켜 정온수역을 확보하는 기법이다.

자유부동형 : 폰툰이나 유혼막구조체, 다공성구조체 최근에는 낚은 페타이어를 엮어 넓게 배치를 해서 정온수역을 확보하는 기법도 사용하고 있다.

13. 김상봉 부산수산 대학 교수

① 목적 : 새로운 해양질서로 인한 어장 축소에 대한 대책으로 일본에서 시작되었다고 본다. 앞으로 어업구조가 악화되는데 개선의 여지가 없는가. 연안생물 자원 종합적 개발이라는데 초점이 맞추어지는 것 같다. 생산과정의 시스템화. 계획생산 체계가 확립되어가는 국가 시책적 방안에 목적이 있다.

② 최종 목표 : 복합형 재배시스템의 구축, 유효수면의 종합적 이용으로 천수공간화한다. 해양산업에 대한 미래지향적이고 꿈이 있는 희망적인 산업화로 만들어야 한다. 미국과같은 경우는 우주공간이나 심해저를 대상으로 막대한 투자를 하고있는데 이는 국민에게 미래지향적인 꿈을 주기위해서도 하나의 사업대상으로 삼고 있을 것이다. 어떤면으로는 너무 경제적인 면만 목적의식을 돌릴 것이 아니고 국민이 꿈을 가질 수 있는 과제도 중요하므로 그런면도 생각해 주는 것이 좋다. 경제적인 면도 포함되어야 하므로 가두리 시설 및 레저시설, 어업전진기지 시설의 복합화로 연근해역의 종합적 이용이 바람직하다.

③ 문제점 : 시설비가 단계적으로 봤을 때 많다. 체포울-방류를 해서 잡아들이는 것이 낫다. 어획 시기까지 많은 시간이 소요된다. 개발가능해역의 한정성-수온, 수질오염문제. 경제성 문제.

④ 문제점에 대한 연구 추진 방향 : 산학연을 가지고도 부족하다. 국가와 기업과 연구기관과 어촌이 연결된 새로운 형태의 사업화가되어야 한다. 대상해역내에는 복합배양시스템 및 레저타운화를 시키고 가능하면 노르웨이의 이동식 가두리 시설을 활용 태풍이 왔을 때 일시적으로 대피할 수 있는 기능도 갖추어야한다. 대상해역 밖에서는 단기적인 이익을 추구하기 위해서 이동식 가두리 확보 및 어업전진 기지화를 시키는 생각도. 완전한 수처리시설을 갖는 육상 양식장 시설확보를 통해 단기적인 이익을 극대화하는 것이 바람직하다. 단기적으로 어패류의 생산을 극대화 시킬 수 있는 현존 육상 시설과 이동식 가두리 시설을 갖추어 이익을 극대화하면서 장기적인

면에서는 복합적인 배양시스템이 갖추어져 체계적인 생산체제가 구축될 수 있는 것이 좋다.

- 공학분야의 기반기술 부분

- ①재배기술 : 생산 시스템의 매뉴얼화. 기계화와 성에너지화. 해양환경의 조사연구와 필드 실험.

- ②수산양식 관련기술 : 종묘생산기술. 사료생산기술. 양식시설 및 설비에 관한 기술. 양식생산관리기술.

- ③증식관련 기술 : 종묘 방류및 이식기술. 환경개선 기술. 환경 계측기술. 어어관리 기술.

별첨자료 참조

- 부산수대 해양산업 개발 연구소 :

산학연 콘소시움을 구성해서 활동중이다. 형태는 회원제로 되어 활동. 목표는 해양 선박의 전장품을 개발한다는데 초점을 맞추고 있다. 현재 1차적으로는 양식 관련 기술에 초점을 맞추고 있다.

구성일자는 6월에 모임이 형성되었다. 회원제로서는 특별회원, 준회원, 일반회원등으로 활동중이다. 참여기업으로는 특별회원으로 삼성중공업(거제)과 대연수산(제주)이 있고 일반회원으로는 청구조선, 태평전자, 한국전자 등이 있다. 추진 연구과제는 현재로써 가장 목표로 삼고 있는 것은 이동식 가두리 시설, 다목적 내수면등등으로 해서 기술들을 개발하는데 전념을 다하고 있다.

향후 연구회의 계획으로는 환경문제에 대해서 양식장 청소 문제에 대단히 크게 보는 양한춘교수님의 의견에 공감한다. 그와 같은 문제 해결을 위해서 수중로봇(양식장 노화방지용 로봇)을 이용 개발해야 한다.

토론회 및 세미나는 3차까지 개최되었다.

향후 추진 방향 - 앞으로의 과제는 이와 같은 사업이 진행되도록 보다 적극적으로 힘을 쓸것이다.

종합토론

◦ 속초어촌지도소장 : 해양목장의 용어를 어떻게 정의하던지 바다를 효율적으로 이용하고 관리하는 수단이라고 생각한다. 첨단이든 뭐든 바다를 이용하고 관리하는데 있어서 가장 효율적인 수단이다. 그것이 지속적으로 연결되면서 반드시 어민 소득과 연결이 되지 않으면 안된다. 그래서 반드시 그 주체는 어민이 되어야 한다. 다방면에서 참여하였지만 수협쪽에서의 참여가 없는 것이 아쉽다. 주체가 어민이었을 때 어민소득을 위해서는 1) 피부로 느낄 수 있는 소득이 되어야 하고 2) 가능한 것부터 실현이 되어야 한다. 바다를 효율적으로 관리하고 이용하여 소득을 높이는데 있어서 일본의 경우의 그런 시설도 좋지만(해중전망탑이라는 시설을 보았는데) 가능한 것부터 소득과 직결되는 사업이 이루어져야 겠고, 관광 사업과 링크되는 것이 어민 소득을 위한 방편에 가장 좋은것이라 생각한다. 방향 설정과 추진계획에 있어서 논란이 많지만 주민 참여에 의해서 이루어져야 한다. 누가 개발하던지 기반연구를 위해서는 당분간 돈이 필요하고 적자가 나더라도 백년대계를 위해서는 반드시 기반 연구가 이루어져야 한다. 주민 참여 없는, 주민 소득을 생각지 않는 이러한 사업은 주민참여하에 이루어져야 하고 심각한 오염이 일어나고 있는데 그런 상태에서 무슨 목장화를 하겠다는 것인가. 우선 순위로 보았을 때 해양의 생태 연구에 부적합한 곳은 저버려야 한다. 이왕 콘소시움을 구성하고 해양연구소가 주관이 될바에는 해양생태계에 문제가 없는 동해안에 하면 어떤가? 바다를 극복한다는 것은 어렵다. 바다를 이용 관리하는 것.

오염이된 수질과 저질을 개선하는데는 많은 돈이 든다. 우선순위로 봐서는 이것이 잘못되었다. 진정으로 후손을 위한 백년대계로 보았을 때는 윤작과 휴작 없이는 어렵다고 본다. 우선순위는 연구 대상해역이 앵강만이 문제가

있으면 그만두어야 한다. 시간이 없으므로 우선순위에 있어 좀더 완벽한 곳을 선정해야 한다. --> 어민이 희망하는 방향으로 이루어질 때 천해역 보다는 외해역을 개발하는 방향으로 해양 목장시스템이 추진되었으면 좋겠다.

◦ 건국대 박홍양 교수: Sea lanching, Ocean farming 등의 이름을 통일 할 필요가 있다. 우리말로 바다라는 말이 들어가고 lanching보다는 farming이 더 맞지 않는가 생각한다.

목장화는 내수면, 바다수면 전체를 활용해서 어류, 해조류, 패류, 갑각류등을 연관시켜 수산 양식업자의 소득을 아니면 국민 전체의 생활 수준을 높일 수 있는 것이되므로 포함시키는 것이 낫다. 용어는 좀더 높고 더 장기적인 용어를 확실하게 세웠으면 좋겠다.

오염 문제로 인한 어장의 황폐화를 어떻게 정상적으로 회복시킬 것인가 아니면 지속적 농업으로 해서 다 나왔던 개념이지만 시대적으로 모든 것이 달라졌기 때문에 지구환경운동과 지속적인 양식업으로 어민소득을 올릴 수 있지 않는가.

지난 30년동안 노력으로 많은 성장이 되었지만 이제 세계화는 더 경제력 있는 국가가 되어야 한다고 하는데 이제는 많은 것을 배울 수 있는 나라가 일본이기는 하지만 거기 보다는 우리나라의 현실에 맞는 것을 개발해야 한다. 일본에서 지난 20년 동안 해양목장화라는 명목으로 많은 돈을 투자했다고 하는데 경제학적 개념을 집어넣어서 input output bioanalysis를 해봐서 실현 가능성이 있고 수산업자들에게 소득을 높여줄 수 있는 한국적인 것을 생각해보고 그 방향으로 나가는 것이 우리가 지향하는 바가 아닌가.

◦ 부산수대 조규대 교수: 종합 기술개발 연구체제 중에 하나인 산학연 콘소시움을 구성한다는 것이 어려움이 많다. 마침 이동식 해상가두리 개발을 이미 수행하고 있기에 참고삼아 이야기 한다. 어민들의 생각에 참여하는 것을

보면 이익이 남는 것은 참여해서 나누어 가지려고 하는데 투자를 하는 분야에서는 참여를 하지 않는다. 그래서 산학연을 아무리 해도 어민들 돈을 받아내지는 못한다. 심지어는 협동조합중앙회의 돈도 받아내지 못한다.

삼성중공업등 몇몇 회사가 참여하는데 이 회사들은 이익을 남기려고 하는것이 아니고, 사회에 환원한다는 차원에서 참여하는 것이다. 수산업을 하시는 분이 협동조합단위로 하지 않으면 망한다. 이익을 차지하는데만 참여하려고 하시지 마시고 다음 이익을 창출할 수 있는 연구에 참여해야 하는데 수협이 하지 않는다. 돈을 줄때도 수산청 및 수협에서 제일 먼저 참여해야 하는데 그렇지 않으면 산학연이 이루어지지 않고 자신의 돈이 투자되지 않으므로 아깝지 않기 때문에 옳은 대책이 강구되지 않는다. 자기돈을 투여해야만 되는 것이다. 앞으로는 안오는 환경처, 수산청에서 회의를 해야 한다.

◦ 부산수대 류청로 교수:

1) 환경과 목장화중 어느것이 우선이냐는 논란이 많았는데. 환경개선 사업은 그 나름대로 꾸준히 되어야 하는것이고 그게 우선 순위라고해서 그것을 한 다음에 목장화를 한다는 것은 모순이다. 목장화가 가능한 지역에서 목장화에 필요한 요소기술을 개발해가야 할 것이다.

2) Model을 해석별로 하는 것보다 외해형, 내만형으로 하자고 했는데 거기에 동감함과 동시에 그것은 지형적인 형세를 가지고 하는 것이고, 인간적인 사회여건에 따라 도시형이나 어촌형이나를 반드시 구분할 필요가 있다. 도시형의 경우 위락 공간형 또는 문화, 교육 공간형등 여러가지 투자 효과를 충분히 발휘할 수 있고 도시형의 경우는 기업체나 지방자치단체에서도 많이 참여하지 않을까 생각이 되고 수지타산이 맞으리라 생각한다. 어촌형은 어항 기능과 어장기능과 어촌 자체의 재정적인 면에 기여하는 형의 해양목장화가 구상되어야 한다. 우리의 해양목장화는 어촌의

종합 개발 구상에 일치되어야 한다.

막연히 관광산업이라 하는데 그 관광산업만 가지고는 사업이 되지 않는다. 가장 부족한 것은 소프트웨어이다. 관광산업도 굉장히 유의해야 할 투자사업이다.

3) 포괄적인 개념적 정립 및 논의는 macro한 논의를 많이 하지만 이런 논의의 지속이 아닌가 싶다. 지방자치에 대한 개념이 부족해서 중앙에서 모델을 제시해서 그대로 하라고 하는 것이 문제같다. 단위프로젝트로 해야 한다.

보다 전문화시키고 전문가 시스템을 구축하면 기업적으로, 산업적으로 충분히 가치를 창출해 갈 수 있을 것이다.

- 재료 공학 : 해양에 많은 구조물이 있지만 염분도 높고 여러측면에서 문제점이 일어나고 있어서 이를 막는 방안, 구조물을 투하해서 그 구조물의 수명 및 recycling.

재료공학적인 측면에서도 고려가 되어서 계속적으로 이 사업에 참여하면서 같이 연구할 수 있는 기회가 있었으면 한다.

- 포항제철 방 극호 과장: 현 프로젝트에 관심이 있는 것은 해양구조물 특히 환경 오염에 문제가 없는 강건재 구조물의 개발 및 제작에 대해서 참여할 의향이 있다.

- 김남길 교수: 경남도 지원을 받아서 6개월간 마무리 단계에 있는데 인공어초 사후 관리, 부착생물 조사를 했다. 포기하려고 하다가 우리나라의 인공어초가 효과만 좋고 굉장히 잘된다는 보고되고 있다.

인공어초가 너무 잘된 것만 포장되서 이야기하다 보니까 안된것도 이야기를

해야 하는데 중간 보고를 하다보니까 올바른 의견이 제시되도 정책에 반영되지 않고 있다. 내만에서도 각 지역마다 환경이 다르므로 내만에서도 대상생물을 상대로 패류자원조성(해조조성 우선), 어초 조사사업을 경남도에서 한 것을 보니까 투명도, 수온정도를 조사했다.

통영근해 인공어초를 둘러보았는데 일괄적으로 투하하다보니까 매몰되는건 고사하고 펄에 퇴적되서 부착생물, 심지어는 해변까지도 부착되지 않은 경우가 있다.

어초가 목적에 따라서 대상생물에 따라 적절히 투하할 곳을 나누어 투하했어야 했는데 그렇지 않은 것 같다.

◦ 장창익 교수:

질문 1. 용어나 개념 정리가 필요하지 않는가.

양식, 증식, 재배어업, 해양목장화, 연안목장화 등등이 너무 구분없이 쓰이고 있다.

질문 2. 해양 목장화에 대해서 여러 기관에서 관심을 갖고 있는 것같은데 연구비의 규모, 초점을 어디에 두는지?

강조 - 경제성보다는 해양생태계를 얼마나 보존하면서 자원을 이용해야하는가가 시급한 문제이다. 양식 생산은 포화상태이고 양식 뿐만아니라, 세계 수산 생산량이 1억톤에서 점차 감소하고 있다. 수산물 생산량역시 포화에 이르렀다. 생산량만 추구할 것인가? 해양을 가장 효율적으로 이용하려면 어떻게 해야하는가.

잠재 생산량을 정확히 추정해야 할 것이다. 잠재생산량 추정에 있어서 일본의 연구는 9년간 연구를 했지만 불가능했다. 그만큼 잠재 생산량의 추정이 어렵지만 또 시급한 일이다. 잠재 생산량 측정은 자연생태계에서 자원을 얼마나 효율적으로 이용하는가는 문제와 직결된다.

양식도 중요하지만 자연생태계에 있는 자원의 관리역시 중요하지않나.

◦ 해양목장에서 공학적인 것이 너무 드러나서 생물적인 것이 무시되지 않을까 걱정을 했던 것이다. 공학적인 것이 대단히 중요하다는 것은 틀림이 없다. 당장 환경을 개선하는데는 공학적인 능력이 모두 동원되어야 한다. 환경오염에서 가장 문제가 되는 것이 어장 정확로 이것을 끊어내는 것이다. 어민들이 가장 필요로 하는 것이 흡입이다. 공학하는 분들이 하실 일은 어장정화를 할때 흡입을 어떻게 하느냐 하는 것이다. 공학에서 환경에서 가장 먼저 해야할 일은 기계적인 정화, 이완제나 수로를 만든다던지 일본처럼 용승시킨다던지 하는 것이다. 해양목장을 하는데는 우리 현실에 맞게 개선시켜 나가야 된다.

◦ 우리나라도 1960년 이후에 수산청에서 실시한 모든 사업들이 대부분 바다목장과 직접 관련된 것이다.

환경 정화 그 자체가 바다목장화 사업 안에 들어가는 것이고, 바다목장화를 한다는 것은 더러운 환경은 피한다는 것이 아니고 바다목장화를 하는 가운데 수질 오염도 고쳐나가는 것도 중요한 부분이다.

자연상태의 자원을 관리 보존하는 것은 동일하다. 바다목장화는 양식을 위주로 한다는 것이 아니고 그속에 양식의 기법이 많이 도입이 된다는, 양식도 포함된다는 것이다. 바다목장화 실현에 있어 공학 분야를 많이 넣다보니까 경제성이 있는가하는 문제에 부딪치게 되고 많은 투자에 비해 들어오는 것이 없다는 말이 나온다. 바다목장화를 한다는 것은 지금 당장 눈앞에 있는 이익보다는 먼 훗날을 위해서 인간이 꿈꾸는 미래지향적인 바다를 만들어나가자는 것이다. 현재는 당장 수지타산이 안맞더라도 너무 안맞는 것은 또 안되지만 우리나라 형편에서 바다목장을 추진한다면 현재 주어진 환경여건을 가능하면 그대로 이용하는 방법. 어떻게 인위적으로 약간의 기술을 구사해서 효과가 나겠나. 아주 획기적인 첨단기술을 도입해서 큰 효과를 얻을수 있는가하는 이러한 면에서는 앞으로 좀더 경제성을

고려해보고 일을 추진해나가는 단계적으로 볼 필요가 있다고 생각한다.

좁은 국토에서 과잉 개발되었다는 것이 사실이지만 거기서 더 개발하자는 것은 아니다. 환경을 정화시키고 깨끗한 목장을 만들어가자는 그런 개념을 먼저 세워야 하고, 아직 미개발된 부분이 많으므로 환경수용량을 벗어나지 않은 범위내에서 국토를 효율적으로 이용하기 위해서 수면을 입체적으로 이용. 어디까지나 효율적인 면에서 물질을 어떻게 순환시킬 것인가를 구체적으로 감안해서 계획을 세워야 한다.