

최 종
연구보고서

적조문제 해결을 위한 국가종합 기획연구 과제 개발 방안

KORHAB PLAN :

A National Research Planning Agenda for the Management and
Control of Harmful Algal Blooms in Korean Coastal Waters

주관연구기관
국립수산과학원

해양수산부

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “적조문제 해결을 위한 국가종합 기획연구 과제 개발 방안” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2002년 12월 26일

주관연구기관명 : 국립수산과학원

총괄연구책임자 : 김 학 균

연 구 원 : 노영재, 한명수
김창훈, 장 만,
이창규, 배현민
김창숙, 강영실
정창수, 정희동
김숙양, 임월애
최양호, 최미경
최지영, 김근용
최형운

협동연구기관명 : 부경대학교

협동연구책임자 : 어 윤 양

연 구 원 : 김 창 완

여 백

요 약 문

I. 제 목

적조문제 해결을 위한 국가종합 기획연구 과제 개발 방안

II. 연구개발의 목적 및 중요성

해양의 이용과 개발은 물론 환경을 관리하는 일은 국가의 권리이고 의무이다. 우리나라의 해양은 수산식품을 공급하는 어장으로서, 해외무역 통로로서 그리고 해양문화와 스포츠 및 레저공간으로서 국가와 개인경제에 크게 기여하고 있다. 1980년대에 수산물생산량은 세계10위 이내였으나 EEZ가 선포되고 연안국가들의 자국 연근해 자원에 대한 외국인의 이용이 규제되고 자원관리가 강화되면서 우리나라의 원양어업생산량은 현저히 감소됨으로서 2002년 수산물생산은 세계11위를 기록하였다. 이와 같은 국면을 전환시키고 수산업을 육성하기 위하여 우리나라 수산생산정책은 잡는 어업에서 기르는 어업생산으로 전환하게 되었다.

그러나 우리나라의 기르는 어업생산량은 전통적으로 패류, 해조류가 주류를 이루고 있었으며 비교적 최근에 발전한 어류양식 생산량은 연간 10만톤 내외였다. 그런데 문제는 기르는 어업의 주된 증산이 어류생산 산업을 육성함으로서 달성하는 것이었는데 어류양식 산업은 매년 반복적으로 발생하는 유해적조로 인하여 최대 1995년 754억원 그리고 2002년도에도 48억원의 수산피해를 입는 등 매년 수십억에서 수백억원에 이르는 수산피해를 당함으로써 유해적조의 최대 피해자였다. 그로 인해서 어가경제는 물론 지역과 국가 경제에 막대한 손실을 끼치고 있다. 게다가 기르는 어업을 육성하기 위해서는 연안자원을 조성해야 하는데 연안해역이 오염되고 적조가 상습적으로 발생함으로서 연안자원조성사업도 큰 위협을 받게 되었다. 그러나 우리나라의 수산업은 국가의 1차적 기간산업으로서 국민들의 동물성 단백질 공급산업으로서 지속적으로 발전시켜야 할 산업이다.

한편, 잡는 어업과 기르는 어업생산을 좌우하는 연근해 어장에서 적조현상은 매년 발생하고 있으며 최근 적조현상은 광역화, 장기화, 고밀도화 되어가고 수산물을 직접적으로 폐사시킬 수 있는 유해종이 우점한 적조발생이 증가하고 있다. 이와 같은 적조현상을 근본적으로 발생하지 않도록 하기 위해서는 연안환경 오염현상을 방지해야하는데 이 목적을 달성하기 위해서는 육상의 연안오염부화와 관련산업의 생산활동을 경감시켜야 하는데 쉬운 일이 아니고 오염방지와 환경기초시설 확충에도 매년 많은 예산과 노력을 투자해야 하는데 국가경제적 측면으로 볼 때 어려움이 많다. 적조현상의 발생원인을 규명하고, 조기에

유해적조의 발생과 이동확산을 예보하기 위한 연구를 많이 추진하였으나 아직까지도 더 많은 연구가 필요한 실정이며, 수산피해 최소화를 위한 환경친화적인 적조방제기술에 관한 연구도 요구된다.

한편, 적조의 연구에 중요한 요소는 연구비와 연구인력 등의 연구자원도 중요하지만 이에 못지 않게 효율적이고 적절한 연구관리시스템의 구축도 중요한 요소라고 할 수 있다. 따라서, 적조관련 연구의 평가 및 관리시스템에 대한 연구는 적조관련 연구를 전문가의 의견을 집합하여 평가하고 향후의 연구 우선순위와 바람직한 연구 방향을 결정하는 프로젝트 관리모형을 제시하고 이에 따른 관리적 방안을 검토하여 제시하는 것도 중요하다. 또한, 적조관련 연구의 평가 및 관리시스템에 대한 연구는 연구인력과 자원을 효율적으로 이용하고 연구를 촉진시키는 데 필요한 관리적 기준 및 지침을 마련할 수 있다는 점에서 중요한 의미를 지니고 있다.

적조현상은 해양이상현상의 대표적인 예로서 지금까지의 연구보고에 의하면 육상의 해양오염부하와 해양자가오염으로 인하여 발생함으로써 적조현상을 예방하는 일은 자연적으로 육상오염물질의 해양유입을 관리하고 연안환경을 보전하는 일이 된다. 따라서, 적조문제 해결을 위한 조기 적조예보와 효율적인 방제체제를 확립하기 위해서는 적조 발생원인 규명과 적조 이동·확산의 조기에보, 유독성 적조생물에 의한 독화현상과 적조방제 기술 등에 관한 연구방향을 설정할 필요가 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 우리나라에서 수행된 적조연구실적과 국외의 연구현황 등을 종합적으로 검토하여 문제점을 분석한 후, 앞으로 우리나라 적조문제 해결을 위해 국가적 차원에서 추진되어야 할 종합 기획연구과제를 발굴하였다. 또한, 이들 종합기획연구과제의 수행방안과 적조관련 연구의 평가 및 관리모형을 개발하였다.

본 연구에서는 국내외 적조연구성과의 분석과 향후 연구방향 등을 효율적으로 수행하기 위해 참여연구원과 자문위원을 대상으로 5개 세부 전공별(적조예찰·예보, 적조발생기작·원인, 적조이동·확산, 적조독성·생리, 적조방제)로 Task Force Team(TFT)를 구성하여 해당분야에 대한 국·내외 연구성과 분석과 문제점 도출 및 기획연구과제 등을 발굴하였다.

또한, 국내 적조관련자들의 다양한 견해를 수집하기 위하여 적조 관련 대학교수, 연구직, 지도직, 수산행정직, 어업인 등을 대상으로 하여 앙케이트 조사를 실시하였고, 조사결과는 분야별 세부작업반 활동의 기초자료로 활용하였다.

종합 기획연구과제로는 적조발생원인 규명에 관한 연구, 적조발생 조기에측과 이동·확산예보에 관한 연구, 적조생물의 유해성 및 폐사원인 규명에 관한 연구, 적조발생 방지와 방제기술 개발에 관한 연구, 적조생물의 산업적 이용에 관한 연구 등 총 5개 부분의 과제

를 발굴하였다. 5개부분에 대한 과제는 각 분야에 대한 핵심기술의 개요와 국내 기술수준, 핵심기술 연구방향과 기술개발 전략, 그리고 향후 투자계획 등을 기술하였다. 그리고, 과제의 단계별 목표, 연구과제의 현실적 수요와 필요성, 투자예산의 한계성, 성공 및 실용가능성 등을 종합적으로 고려하여 과제의 우선순위와 수행방안 등을 제시하였다.

협동연구로 수행한 적조관련 연구의 평가 및 관리시스템에 대한 주요 연구 내용으로는 프로젝트 관리관점에서의 적조관련 연구의 특성분석, 연구 평가시스템의 기본적 성격분석, 연구 평가기준 분석, 평가방법의 구조적 분석 및 설계, 평가방법에 따른 관리적 방안 개발 등으로 구성되었다.

본 연구에서는 국내외 적조전문가 인명부를 작성하였다. 국내 적조전문가 인명부는 국내 적조전문가로부터 적조관련 행사나 전자메일 등을 통해 전문가의 인적사항과 세부 전공 및 최근 연구논문 등에 관한 상세 정보를 제공받아 발간하였으며, 국외 적조전문가 인명부 작성은 미국 NOAA, IOC/UNESCO 자료와 제10차(2002년) 국제 적조 및 유독성 플랑크톤회의 참석자 등을 대상으로 적조전문가 명단을 발췌하여 작성하였다.

본 연구에서는 또한, 국내 적조연구의 현황과 문제점 등을 파악하여 종합 기획과제발굴에 반영하고자 2002년 11월 8~9일간 적조방제기술에 관한 국제적조심포지움을 개최하였다. 한국, 미국, 중국, 일본 4개국으로부터 초청된 외국인 적조전문가와 국내의 학계, 연구기관, 적조방제연구 민간기업, 적조관련 행정기관 등의 적조전문가 140여명이 참석한 가운데 열린 심포지움에서는 적조방제기술에 관한 활발한 토론과 다양한 의견이 제시되었으며, 더불어 우리나라의 통합 적조연구 네트워크인 한국 적조연구회(KORHAB) 결성에 관한 논의가 이루어 졌다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

현재까지 우리나라에서 주로 추진된 적조관련 연구내용으로는 적조생물의 생리·생태, 적조발생 잠재력, 휴면포자의 분류와 분포, 적조 발생기작, 적조생물의 유해성과 독성, 황토나 천적생물을 이용한 적조방제연구 등으로써 비교적 짧은 연구기간과 적은 연구비에도 불구하고 많은 연구결과와 더불어 수산피해 경감에도 많은 기여를 하였다. 한편, 선진국인 미국, 캐나다, 유럽, 호주, 일본 등에서는 최근 분자생물학적 방법을 이용한 유독 적조생물의 진단 kit개발 연구, 해석·광학기법을 이용한 적조의 원격탐색기술연구, 알고리즘을 이용한 적조발생예측연구, 적조생물의 세포생리 연구, 휴면포자의 형성과 발아 관련 물질연구, 적조생물의 성장과 사멸 메커니즘 연구, 바이러스와 기생성 미생물 등을 이용한 적조제어기술연구, 유전형질을 이용한 적조생물의 분류체계연구, 유독 적조생물의 무독화 기술연구 등과 같은 첨단분야에 집중적인 연구가 이루어지고 있는 실정이다.

최근 미국, 캐나다, 유럽 등 선진국에서는 자국의 수입수산물에 대한 패류독소 검역체계의 강화와 자국의 선진화된 독성분석기술(적조생물 진단 kit 등)을 국제기준으로 채택하려

고 노력하고 있으며, 호주 등에서는 자국내 유독 적조생물의 유입억제를 위해 자국내 출입하는 선박의 벨러스트 워터(ballast water)를 규제하기 위한 문제를 끊임없이 국제기구를 통해 제기하고 있다. 따라서, 앞으로 이러한 문제에 대해서 효과적으로 대처하기 위해서는 정부차원의 대응책 수립과 더불어 본 과제에서 제안한 “적조발생원인 규명에 관한 연구”, “적조발생 조기에측과 이동·확산예보 연구”, “적조생물의 유해성과 폐사 원인 규명에 관한 연구”, “적조발생방지 및 방제기술개발에 관한 연구”, “적조생물의 산업적 이용에 관한 연구” 등과 같은 부분에 대한 첨단연구를 강화할 필요가 있다. 21세기 우리나라 적조문제의 해결과 적조연구의 국가경쟁력 강화를 위해서는 적조연구분야에 대한 정부차원의 집중적인 투자가 요구되는데 향후 10년간 연간 최소 100억원 이상의 순수 적조연구비가 투자되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 현재 국내의 순수 적조전문인력은 국공립연구기관과 대학 등을 합하면 50명 내외로써 매우 부족한 실정이고 특히, 독성분야와 모델개발분야의 연구인력이 부족한 실정임으로 이들 연구 인력을 확충하는 방안도 적극적으로 강구해야할 필요가 있다.

또한, 국내 적조연구수행 시 학제간 연구를 활성화함으로써 연구효율을 극대화시키고, 적조관련 대책수립 시 자문역할 등을 수행할 한국적조연구회(가칭, KORHAB)의 결성이 요구된다. 동 연구회는 우리나라의 국가적 적조연구 조직체로써 IOC(UNESCO), SCOR, APEC, ICES 등과 같은 국제기구와의 협력 program에도 적극적으로 참여하고, GEOHAB(국가간 적조연구협력체)와 연계한 범국가적 공동연구 project 등도 수행함으로써 국가적으로 매우 유익한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

적조관련 연구의 평가 및 관리시스템에 대한 연구는 적조관련 연구를 생물학적 연구에 국한하지 않고 적조발생에 따른 피해를 줄이는 것과 관련된 연관 분야를 포괄적으로 연구의 범위에 포함하여 분석을 하고, 이에 따른 개념적 열개를 중심으로 적용방안에 대한 기술을 하였으므로 제안된 방안은 실무적용을 위한 제도적 연구가 필요할 것으로 생각한다. 뿐만 아니라 본 논문에서 제시한 적조관련 연구의 평가와 운영방안은 수산정책 당국자의 세부적인 정책목표와 운용방법에 따라 조정이 되어야 한다. 본 연구는 이러한 문제에 대한 초기의 연구이므로 향후 이에 대한 세부적인 연구가 필요하다.

적조문제해결을 위한 국가종합기획연구과제의 추진방법은 제 1단계(2003~2005)인 3년 동안에는 적조발생원인을 규명하고 적조방제기술을 실용화하는 등 시급한 당면문제를 해결하고, 제 2단계(2006~2009)인 4년간은 고도의 적조탐색과 생태계 내 환경제어기술을 개발하며, 마지막 제 3단계(2010~2012)에서는 적조의 실시간 예보 시스템 운용하고, 적조방제와 해양오염물질의 재생 활용하는 기술 등을 개발하여 실용화해야 할 것이다.

이상과 같이 본 사업과제에서 제안된 여러가지 항목들이 국가차원에서 지속적으로 추진된다면 앞으로, 적조피해경감은 물론 연안해역의 청정화와 안정적인 양식산업 및 우리나라의 적조관련 국제경쟁력이 한층 더 강화될 수 있을 것으로 기대된다.

SUMMARY

I . Title

A National Research Planning Agenda for the Management and Control of Harmful Algal Blooms in Korean Coastal Waters (KORHAB-PLAN)

II . Objectives and Significance

We are fully aware that sustainable development of the marine resource and the conservation of marine environment have now become a key issue. In particular, coastal area plays an important role to ensure social and economic welfare by providing valuable fishing grounds, passageway for the marine transportation, and marine sports and leisure industry in Korea. The deep-sea fishing catch peaked in 1980s has been remarkably declining in recent years in Korea due to the move for many nations to enforce exclusive economic zone (EEZ). Based on this perspective, Korean government has promoted aquaculture industry rather than fish catch. Bivalves and macro-algae culture had been occupied the majority of culturing species from 1970s, but now finfish culture have been drastically developed since 1990s with the annual production of about 100,000 tons in recent years. However, harmful algal blooms (HABs), occurring in the coastal area almost every year since early 1990s, have given severe impact on finfish culture industry. The economic loss was \$ 95.5 and \$ 48 million in 1995 and 2002, respectively. Moreover, frequent HABs and pollution in the coastal area make it worse to manage and propagate the marine resource. Nevertheless, fisheries industries should be developed continuously as a basic industry to supply the food protein human consumption.

In recent, frequent HABs in Korean coastal waters since 1990s has changed into persistent, widespread, highly dense and ichthyotoxic blooms, increasing the possibility of a significant and expanding threat to fisheries industries and public health. In order to prevent HABs and minimize fisheries damage, the effluent of terrestrial sewages should be diminished, which needs astronomical amount of budget. Also, further interdisciplinary researches on the bloom biology, prediction model, Remote sensing, and

management and mitigation of HAB are needed to cope with the issue of fisheries damages in Korea in addition to the scientific results up to date.

On the other hands, it is assumed that the development of evaluation and management systems for red tide research projects is so important and critical to enhance the researches and to utilize efficiently the physical and human resources for research. In this respect this study aims to present the evaluation and management scheme for the red tide researches that can decide the priority of the research subjects and tell the desirable research directions, and also to develop the useful managerial policies and guidelines.

Considering that HABs is attributed to the eutrophication in the coastal areas mainly due to the discharge of terrestrial sewages and/or release from aquaculture sites itself, the solutions for HABs are, needless to say, the effort to reduce the input of sewages to the coast, and the sustainable management of aquaculture sites as well. Thus, a better understanding of bloom dynamics, model of HABs, toxicity and harmful effects of harmful algae, and the development of applicable mitigation and control technology will be used not only to improve strategies for monitoring and prediction of HABs but also to develop capabilities for more effective management and mitigation of HAB problems.

III. Contents and Scope

A national research planning agenda for the management and control of harmful algal blooms in Korean coastal waters was designed in this studies upon the thorough analysis on the outcomes and problems of HAB research to date both in Korea and foreign countries. In addition to the future research fields, the encouraging way of approaches, and the evaluation and management system were suggested.

In this studies, particularly, Task Force Team (TFT) with five mini groups (monitoring, bloom dynamics, modelling, harmful effect and toxicity, mitigation and control) composed of regular research members and consultants was organized to increase the research effectiveness by specializing the researchers' major and interest. Also, we made up a questionnaire from the personnels engaging in HAB field such as professors in the university, researchers in governmental and private sectors, instructors in fisheries extension service center, governmental officers and fisherman. Various opinions from the questionnaire were reflected to the TFT activity as a basic

information. The main research subjects developed in this studies are as follows: bloom biology and ecology, prediction model and remote sensing, harmful effect and fish killing mechanism, mitigation and control, utility of harmful algae for marine bio-technology and systematic reformation. Each subject is composed of three parts: present level of technology in Korea, research fields to be approached in future and investment plan. With the comprehensive consideration of goals in each steps, demands for research, feasible finance, possibility and applicability for the outputs, etc, the investment priority and way of approaches were suggested. Also, the main subjects dealt with in the evaluation and management system of HABs research are as follows: the characteristics of the red tide researches, the basic attributes and criterion of the research evaluation systems, the structure and design of the evaluation systems, and the development of the managerial policies by the type of the evaluation system.

A directory for HAB experts was published. The personal report for Korean experts, having been filled out by expert themselves about their specialty, recent scientific papers, address, etc was collected through the e-mail or at the HAB scientific meeting. The information for foreign experts was cited from the booklet of the 10th HAB international meeting in 2002 and from the up-loaded data in the web site of NOAA and IOC/UNESCO.

Also, international symposium on HAB controls was held in Busan November 8-9, 2002 at which three foreign scientists from USA, China and Japan, and about 140 Korean HAB personnels from university, research institute, private sector, governmental office, etc attended. There were lots of suggestions and discussions on the newly introduced mitigation and control technologies, and unanimous approval on the organization of Korean HAB research Networks (KORHAB) from the entire symposium participants.

IV. Results and Suggestions

The main research subjects having been studied to date in Korea are as follows: ecology and physiology of harmful algae, possible potentiality of HABs, taxonomy and spatial distribution of harmful algae, bloom dynamics, harmful effects and toxicity of harmful algae, and controls of HABs by clay or feeding interaction. This researches have played an important role in decreasing the fisheries damages remarkably in spite of the short research history and budget in Korea. On the other hands, research

subjects in foreign countries such as USA, Canada, Europe, Australia, Japan, etc are as follows: development of toxin Kit by molecular biological techniques, bio-optical oceanography and remote sensing, modeling for HAB prediction, cell physiology of harmful algae, substances affecting on the encystment and excystment, bloom and crash dynamics of harmful algae, biological controls of HAB by virus, parasites, etc, taxonomy of harmful algae by genetic differentiation, detoxification of harmful algae.

Recently, USA, Canada and some of European countries have been trying to strengthen the inspection of algal toxin on their importing fisheries products, and to adopt a new tool of Kit methodology as a international regulation for the rapid and simple detection of algal toxin. Australia, also, has been making an international issue for the ballast water of vessel through which the seed of indigenous toxic algae might be transplanted to other countries. Therefore, it is strongly recommended to make countermeasures to cope with this kinds of imminent international situation by approaching following HAB research fields: "bloom biology and ecology", "prediction model and remote sensing", "harmful effect and fish killing mechanism", "mitigation and control", "utility of harmful algae for marine bio-technology" and "general systematic reformation". In order to not only strengthen the capabilities but also improve the strategies for more effective HAB countermeasures, more than 10 million US dollars is recommended to be invested for the next 10 years' HAB researches in Korea. Also, the number of HAB experts in Korea, presently being estimated to be less than 50 individuals totally, are very few compared to other countries, particularly, in the field of toxicology and model. Thus, it is encouraged for the government to provide financial or other beneficial supports to the students engaged in HAB studies in order to increase the number of HAB experts.

It is strongly recommended that the organization of Korean HAB research networks (KORHAB) should be completed as early as possible and supported at the governmental level. KORHAB would foster scientific advancement in Korea by both encouraging interdisciplinary research and providing broad advices in the planning of HAB countermeasures. In addition, KORHAB will not only contribute efficiently to the active co-operation with international organization such as IOC/UNESO, SCOR, APEC, ICES, GEOHAB, etc, but also promote the international joint scientific research program.

'The red tide research' dealt with in this study includes not only the researches focusing only on the red tide but also those on the related areas such as managing and controlling the damages by the red tide. Therefore, the conceptual scheme developed in

this study is expected to be applied to so wide related areas and can suggest to the policy makers so many implications for identifying and setting the proper policy objects and management techniques. In spite of the usefulness this study has a couple of weak points. It suggests only the conceptual scheme but not the applications so that the researches focusing on the applications in practical perspectives are needed to follow. Also the researches on the specific issues of the red tide are needed.

The desirable plans for the accomplishment of scientific researches by stages for the next 10 years are recommended: fundamental studies mainly focused on the bloom biology and ecology of harmful algae, and practical application of promising control techniques as well to solve the urgent HAB problems in Korea at the first stage of research (2003~2005); intensive studies on the model and remote sensing for HABs, and the development of management skill for the coastal environment at the second stage of research (2006~2009); development of real time automatic HAB monitoring and prediction system, and integrated marine conservation system including control techniques of marine pollutants and HABs at the last research stage (2010~2012).

It is expected that the capabilities for more effective prediction and mitigation of HAB to achieve the goals of minimizing of fisheries damage, effective conservation of coastal environment, sustainable aquaculture production and the development of scientific technologies will be strengthened if the government go steadily ahead with various plans suggested in this report.

여 백

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	17
Chapter 2. Scope and methods	19
Chapter 3. Executive outcomes and rationale for national research plan	25
Section 1. Korea	25
Section 2. Overseas	38
Section 3. Problems	50
Section 4. Questionnaires on HAB solution	55
Chapter 4. Program elements and implementation of HAB research projects	63
Section 1. Bloom biology and ecology	63
Section 2. Prediction model and remote sensing	73
Section 3. Harmful effect and fish killing mechanism	101
Section 4. Mitigation and control	105
Section 5. Utility of harmful algae for marine bio-technology	129
Section 6. Systematic reformation	134
Chapter 5. Evaluation and management system of HABs research planning agenda	141
Section 1. Introduction	141
Section 2. Requirement analysis of HABs research management system	142
Section 3. Development of HABs research agenda and selection	149
Section 4. Management system of HAB research planning agenda	155
Section 5. Conclusion and suggestion	159
Chapter 6. Implementation of national research programs	163
Chapter 7. Conclusion and suggestions	169
Chapter 8. References	173
Appendix	179

여 백

목 차

제 1 장 서 언	17
제 2 장 연구개발 내용 및 방법	19
제 3 장 적조연구 성과 및 문제점	25
제 1 절 국내 적조발생과 연구동향	25
제 2 절 국외 적조발생과 연구동향	38
제 3 절 문제점 및 특징	50
제 4 절 적조문제해결 양케이트 조사	55
제 4 장 국가 적조연구 및 기술개발 방향	63
제 1 절 적조발생원인 규명에 관한 연구	63
제 2 절 적조발생 조기예측과 이동·확산예보	73
제 3 절 적조생물의 유해성 및 폐사원인 규명에 관한 연구	101
제 4 절 적조발생 방지와 방제기술 개발에 관한 연구	105
제 5 절 적조생물의 산업적 이용에 관한 연구	129
제 6 절 제도개선	134
제 5 장 적조관련 연구평가 및 관리 모형개발	141
제 1 절 서 론	141
제 2 절 적조연구 관리시스템의 요구분석	142
제 3 절 적조연구 선정시스템의 개발	149
제 4 절 적조연구 관리시스템	155
제 5 절 결론 및 다음단계 조치사항	159
제 6 장 연구과제 수행 방안	163
제 7 장 종합결론	169
제 8 장 참고문헌	173
부 록	179

여 백

제 1 장 서 언

적조현상이 발생하는 지구의 바다 면적은 $3.6 \times 10^8 \text{km}^2$ 이고 그 용적은 $1.37 \times 10^9 \text{km}^3$ 이며 이 중 적조가 주로 발생하는 대륙붕과 기수역 및 조간대 해역은 $28 \times 10^6 \text{km}^2$ 로서 바다의 약 8%가량을 차지하고 있다. 우리나라도 전체 어업이 이루어지고 있는 바다 면적은 약 90만 km^2 이나 적조발생이 가능한 대륙붕과 연안 내만 해역의 면적도 약 250~450천 km^2 로서 국토의 3~4배에 이르고 있다. 한편 적조발생이 가능한 이들 연안해역의 생태적 가치는 해양생태계의 가치평가 추정액 17~23조 달러의 약 43%나 되고 지구상 인류의 60%가 이곳 연안역에 살고 있다. 특히 세계 129개 국가 중에서 대부분의 국가들이 바다와 접해있고 31개 국가만이 내륙 국가이므로 거의 모든 국가의 생활, 경제, 문화가 바다와 관련이 있고 또한 적조발생과 관계가 있다고 볼 수 있다.

이와 같은 적조현상에 대하여 1900년대 초기에는 “적조란 현미경적 미생물이 일시에 다량으로 출현하여 해수의 색깔을 변색시키는 현상으로서 어패류를 폐사 시키는 현상”이라고 정의하였고, 브리टे니카 백과사전(Encyclopedia Britannica)과 Webster사전은 “seawater discolored by the presence of large numbers of dinoflagellates in a density fatal to many forms of marine life” 이라고 정의하고 있으나 최근에는 적조의 발생양상이 복잡해지고 또한 해수의 수색을 변화시키지 않더라도 어패류의 독화현상을 일으키고 있어 다음과 같이 정의하고 있다.

즉 적조현상이란, 해양의 미세한 또는 거대해조류가 대량으로 번식하여 해수를 변색시키고, 향취를 나쁘게 하며, 어패류의 물리적 손상을 입히거나, 용존산소의 부족과 저서생물의 변화 등과 같은 생태계내의 이상현상을 일으켜 사람과 다른 생물에 나쁜 영향을 나타내는 현상이라고 정의하고 있다. 이와 같은 적조현상을 우리나라에서는 일반적으로 적조(赤潮)라고 부르며 유럽과 아메리카에서는 harmful algal blooms(HABs), red tide, water bloom, dinoflagellate bloom 등으로 부르고 있으며 이웃 일본에서는 적조(赤潮), 수화(水華), 고조(苦潮), 청조(靑潮), 백조(白潮) 등으로 그리고 중국에서는 有害赤潮로 부르다가 최근에는 有害藻花로 부르고 있다.

한편 적조현상은 편의상 구성하고 있는 생물의 종류에 따라 矽藻赤潮, 鞭毛藻赤潮, 細菌赤潮, 수색에 따라 靑潮, 赤潮, 綠藻, 白潮 그리고 적조의 모양에 따라 띠상 적조와 반점적조 등으로 부르기도 한다. 또한 최근에는 발생수역에 따라 內灣性 적조(embayment blooms), 沿岸性 적조(coastal blooms), 및 外洋性(oceanic blooms)으로 구분하며 생물피해여부에 따라서도 無害性 赤潮와 有害性 赤潮로 구분하는데 무해성 적조는 주로 矽藻類에 의한 적조로서 직접적으로 어류폐사나 인체건강에 해를 일으키지 않는 적조로서 어떤 경우에는 어류의 근접을 막고 간접적인 피해를 일으키기도 하지만, 그 수괴 주변에서는 호어장이 형성

되기도 하여 유익한 점도 있다. 그리고 유해성 적조는 생물 폐사를 일으키는 적조로서 내만 또는 연안성 적조에 많이 나타나고 최근에 단독 종에 의한 渦鞭毛藻 赤潮가 대표적이다. 여기에는 해양생물을 독화시키고 독화된 수산물을 사람이 섭취하면 식중독을 일으키는 유독성 적조를 포함하고 있다.

따라서 연안해역이 인류건강과 경제생활에 미치는 유형무형의 영향이 지대하다고 볼 수 있으며 앞으로 그 힘은 더욱 커질 것으로 생각된다. 특히 반도국가인 우리나라의 경제와 문화에 미치는 연안역의 영향은 매우 지대하므로 우리들은 이곳을 위협하는 유해적조발생과 방지에 필요한 연구와 대책기술을 개발해야 한다. 우리나라에서는 2002년도에도 유해적조가 8~9월에 남해안과 동해안에서 발생 50일 이상 지속하여 약 48억원에 이르는 수산피해를 일으키므로써 사회경제적으로 커다란 문제를 야기하였는데 이와 같은 적조현상은 우리나라에서는 1980년대 후반부터 상승적으로 발생하고 있으며 1990년대에는 전 연안수역으로 광역화, 외연화되고 유해/유독종이 적조 우점종으로 출현하고 있다. 특히 1989년부터는 유해성 고밀도 적조가 어패류 대규모 폐사를 초래한 이래 1995년도에는 직접적인 수산피해만 764억원에 이르렀으며 간접적인 피해까지를 고려한다면 적조피해는 심각한 수준에 이르렀다.

이와 같이 경제적인 손실을 야기하는 적조현상을 일으키는 해양부유생물 종류 수는 지금까지 약 270여종으로 보고 되었다. 따라서 해역별로 다른 각각의 적조생물의 환경·생리적 특성이 복잡하고, 또한 적조발생에 해양환경의 변동 및 해양기상 영향 등 복합적인 해양환경요인이 작용함으로써 각종의 정확한 적조발생 메커니즘 구명이 어려워 근본적 예방대책 수립에 어려움이 많다. 따라서 적조발생을 예방하고 수산피해를 최소화하기 위해서는 그동안의 적조연구성과를 종합 분석하여 문제점을 도출하고, 앞으로의 연구 방향 및 기술개발 우선 연구 순위를 설정하는 등 국가적 차원에서의 대응 방안을 강구할 수 있는 연구가 내우 절실한 시점에 본 연구를 수행함은 적조연구 및 관리에 적극적으로 대처할 수 있는 계기를 마련할 수 있다.

특히 우리나라의 바다는 국민 단백질 공급량의 절대적인 수산물 생산어장으로서, 수출상품을 운송하는 해운무역통로로서, 그리고 모든 국민들의 여가와 문화공간으로서의 기능을 담당하고 있으며 앞으로의 그 기능은 더욱 증대할 것으로 예상되므로 적조에 관한 국가적인 종합연구와 기술개발방향을 설정하는 기술 지도를 작성하는 것은 매우 가치 있는 일이다.

제 2 장 연구개발 내용 및 방법

본 사업과제의 원활한 수행을 위해 주관연구기관에서는 전용 웹사이트를 구축하였으며 또한, 적조관련업무에 종사하는 사람으로부터 적조문제해결과 관련된 의견을 수렴하기 위해 앙케이트조사를 실시하였다. 또한, 사업수행의 전문성과 효율성을 기하기 위하여 전문 분야별 TFT(Task Force Team)를 구성하였으며, 본 사업추진기간 중 국제 적조심포지움을 개최하였고, 동 심포지움을 통해 한국의 적조연구회(KORHAB, Korean Harmful Algal Blooms) 결성을 추진하였다. 본 사업에서 추진한 사업수행 체계도는 그림 2.1과 같다.

(1) 국내·외 Brain Pool 구축

- 전용 웹사이트 구축

주관연구기관에서는 원활한 과제의 수행을 위해 전용 웹사이트(www.nfrdi.re.kr → 한국의 적조)를 구축하여 활용하였다. 본 웹사이트는 과제의 주요내용 소개, KORHAB 결성안내, 적조전문가 등록, 국가간 적조심포지움 안내, 설문조사, 공지사항, 문의사항 등으로 구성되어었는데, 이를 통해 과제 추진과 관련한 여러 정보를 공개하고, 다양한 의견교환과 정보수집을 할 수 있었으며, 아울러 국내의 적조전문가 명부작성과 인터넷 설문조사 등에 활용하였다(그림 2.2).

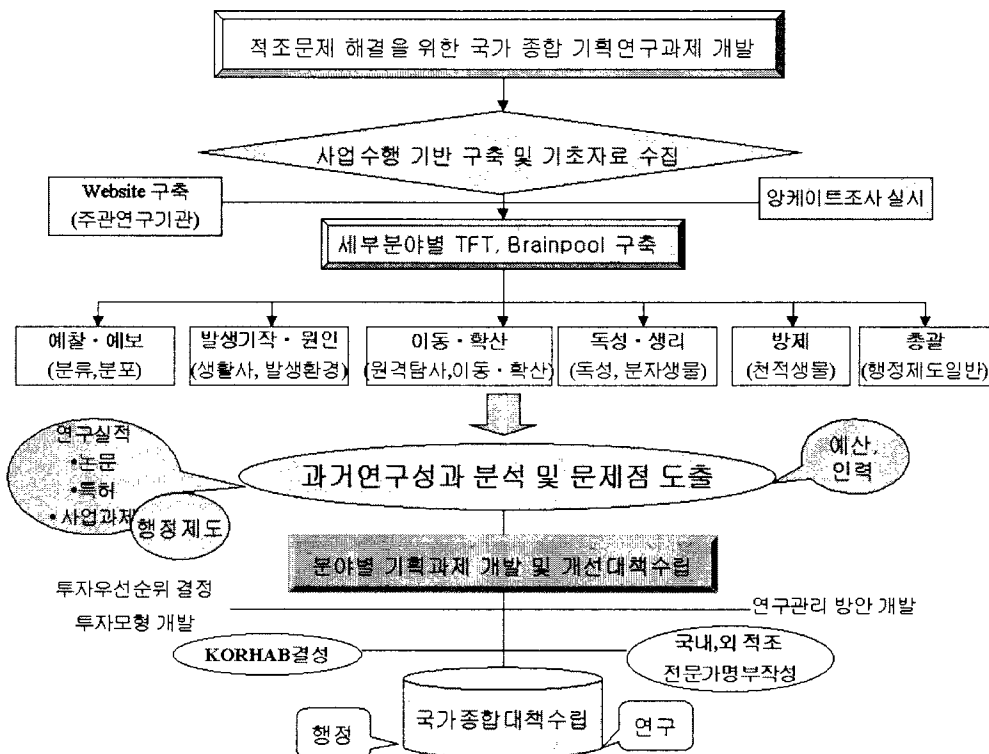


그림 2.1 적조기획과제 추진체계도

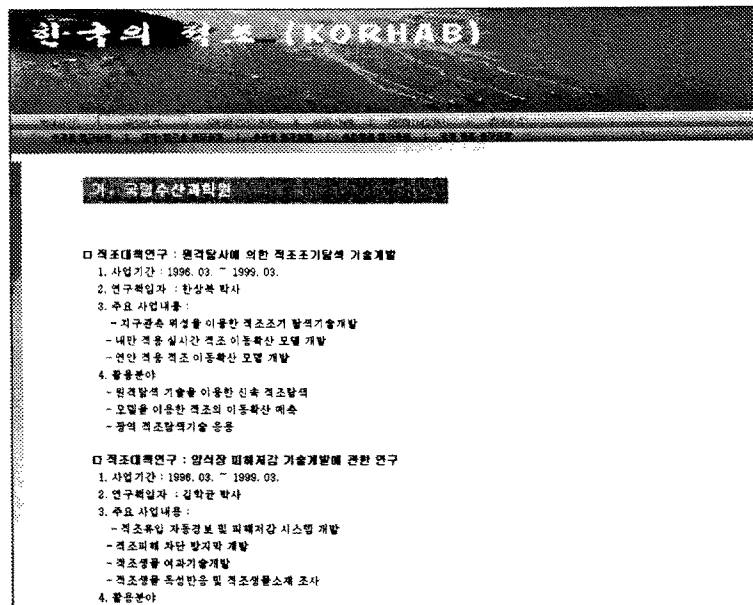


그림 2.2 적조기획과제 추진용 웹사이트

- 국내·외 Brain Pool 구축

국내외 적조관련 분야별 전문가 그룹구성을 위해 전문가 인명부를 작성하였다. 국내 적조전문가 그룹 인명부 작성은 전용 웹사이트, 우편, 관련 학회, 적조관련 행사 등을 이용하여 전문가의 소속, 연락처, 최근 연구논문 등의 정보가 포함된 명세서를 접수받아 세부전공별로 분류하여 작성함으로써 추진하였다.

국외의 적조전문가 그룹 인명부 작성은 미국 NOAA, IOC/UNESCO, 제9차(2000년) 및 제10차(2002년) 국제 HAB회의 참석 전문가 중 국가별로 저명한 적조전문가 명단을 발췌하여 작성하였다.

(2) 국내외 적조연구성과 분석과 향후 연구방향 및 수행방안 도출

국내의 과거 적조연구실적, 현황, 문제점 파악을 위해 필요한 자료의 수집은 1960년도부터 2002년도까지 국립수산과학원, 대학, 연구기관 등에서 발행한 보고서와 수산학회, 해양학회, 조류학회, 환경학회 등에 투고된 논문을 모두 조사하여 실시하였다.

국의 자료의 수집은 북미(미국, 캐나다), 유럽(스웨덴, 덴마크, 네델란드, 프랑스, 독일, 노르웨이, 이태리, 스페인, 포르투갈), 아시아(일본, 중국), 오세아니아(뉴질랜드, 호주)의 적조 관련 연구소 및 대학 등에서 운영하는 웹사이트와 국제 HAB 회의에서 발행하는 proceeding 그리고, 적조관련논문이 주로 게재되는 잡지인 J. of Phycology, Limnology and Oceanography, Phycologia, Marine Biology, J. of Plankton Research, Marine Ecology Progress Series 등에 게재된 최근 논문을 대상으로 하여 조사하였다.

또한, 54개국 700여명이 참석한 가운데 미국의 플로리다에서 개최된 제10차 국제 적조 및 유독성 플랑크톤 회의에 참석하여 최근의 적조연구동향과 정보를 습득함으로써 본 연구 자료로 활용하였다.

본 연구에서는 국내외 적조연구성과의 분석과 향후 연구방향 등을 효율적으로 수행하기 위해 참여연구원을 대상으로 전공별로 5개 전문분야(적조예찰·감시, 적조발생기작·원인, 적조이동·확산, 적조독성·생리, 적조방제)로 세분화하여 Task Force Team(TFT)를 구성하여 추진하였다. 5개 분야별 TFT에서는 해당분야에 대한 국·내외 연구성과 분석과 문제점 도출, 기획연구과제 등을 발굴하였다. 또한, 과제에 포함되지 않은 국내 적조전문가로부터 자문을 구하고자 대학, 연구소, 민간연구소 등에 소속된 적조전문가 14명을 자문위원으로 선정하여 Brain Pool로써 활용하였다(표 2.1).

(3) 앙케이트 조사

국내 적조관련자들의 다양한 견해를 수집하기 위하여 실시된 앙케이트 조사는 적조 관련 대학교수, 연구직, 지도직, 수산행정직, 어업인 등 132여명을 대상으로 하였다. 조사방법은 인터넷이나 우편을 통해 설문지를 배포(접수)하거나, 또는 각종 적조관련 회의에 참석한 사람을 대상으로 하였다. 질의내용은 적조의 발생과 피해방지 및 향후 개선대책에 관한 일반공통사항 26문항과 적조전문가를 대상으로 실시한 12문항 등 총 38문항이었는데, 여론조사자료의 신뢰도를 높이기 위해 무기명으로 하여 직능별로 최소 10명 이상씩을 대상으로 하였다.

(4) 국제 적조심포지움 개최 및 한국적조연구회(KORHAB) 결성

국내 적조연구의 현황과 문제점 등을 파악하여 종합 기획과제발굴에 반영하고자 주관연구기관인 국립수산과학원에서 2002년 11월 8~9일간 적조방제기술에 관한 국제적조심포지움을 개최하였다. 한국, 미국, 중국, 일본 4개국으로부터 초청된 외국인 적조전문가와 국내

의 학계, 연구기관, 적조방제연구 민간기업, 적조관련 행정기관 등의 적조전문가 140여명이 참석한 가운데 열린 심포지움에서는 적조방제기술에 관한 활발한 토론과 다양한 의견이 제시되었으며, 한국 적조연구회(KORHAB) 결성에 관한 논의가 이루어 졌다.

표 2.1 연구과제 수행 Task Force Team 및 Brain Pool 구성

분 야	세부분야	구 성 원	수행 내용
예찰·예보	분류 및 분포 (적조생물, 휴면포자), 적조예찰, 적조예보	김학균(팀장) 이창규(팀원) 임월애(팀원) 정창수(팀원) 박주석(자문) 이삼근(자문)	- 국내·외 적조예찰·예보 연구실적과 현황 파악 및 적조 대응체제 관련 자료 수집 - 국내 연구성과 및 문제점 분석 - 적조신속 탐색 및 조기예보를 위한 향후 추진방향 수립 - 적조예찰 및 감시분야 기획연구과제 발굴
발생 기작·원인	종천이, 생활사, 발생기구, 발생환경, 일반생태	한명수(팀장) 장 만(팀원) 강영실(팀원) 이준백(자문) 정해진(자문)	- 국내·외 적조발생기작, 발생환경, 발생원인, 생태 연구와 관련한 연구실적 및 현황 파악 - 국내 연구성과 및 문제점 분석 - 적조발생원인 및 적조예방과 관련한 기획연구과제 발굴 - 기획연구과제의 효율적인 추진을 위한 방법 제시
이동·확산	원격탐색, 적조이동, 적조확산	노영재(팀장) 정희동(팀원) 조규대(자문) 박 경(자문)	- 국내·외 적조의 이동·확산, 해양물리학적 특성과 관련한 연구실적 및 현황파악 - 국내 연구성과 및 문제점 분석 - 적조의 이동·확산 분야의 기획연구과제 발굴 - 기획연구과제의 효율적인 추진을 위한 방법 제시
독성·생리	생리, 분자생물, 독성, 유해성	김창훈(팀장) 김창숙(팀원) 이진애(자문) 오재룡(자문)	- 국내·외 적조의 독성, 유해성, 생리특성과 관련한 연구실적 및 현황 파악 - 국내 연구성과 및 문제점 분석 - 적조의 독성·생리 분야의 기획연구과제 발굴 - 기획연구과제의 효율적인 추진을 위한 방법 제시
방제	생물학적 구제 (천적,섭이율), 물리·화학적 구제, 방제일반	배헌민(팀장) 김숙양(팀원) 나기환(자문) 김석상(자문)	- 국내·외 적조방제연구(물리·화학적, 생물학적)와 관련한 연구실적 및 현황 파악 - 국내 연구성과 및 문제점 분석 - 적조방제 및 피해저감을 위한 기획연구과제 발굴 - 기획연구과제의 효율적인 추진을 위한 방법 제시
총괄	총괄 검토, 제도·행정, 일반사항	김학균(팀장) 이창규(팀원) 심재형(자문) 최중기(자문) 허성범(자문) 문성기(자문)	- 분야별 기획연구과제 내용 및 방향 검토 - 우선순위 검토 및 종합 기획연구과제 조정 - 종합기획과제 수행방안 검토 - 기획과제수행을 위한 제도적, 행정적 방안 검토 - 적조관련 연구평가 및 관리 모형개발 검토



국제적조방제기술에 관한 국제 심포지엄 개최 및 KORHAB 결성

(5) 연구관리 평가 및 관리 모형개발

연구의 목표는 적조관련 연구의 평가 및 관리모형을 개발하는 데 있다. 그 세부적 내용은 다음과 같다.

① 적조관련연구의 성격분석

적조관련 연구의 특성을 분석하고 이에 따른 적조관련 연구프로젝트의 관리시스템 요구분석을 한다.

② 적조연구 관리시스템 개발

적조관련 연구의 평가기준을 분석하고 이에 따른 평가방법을 개발한다.

③ 적조관련 연구의 관리시스템 운용방안

실무에서의 적용을 위한 관리적 평가방안을 분석 및 개발한다.

본 연구에서는 연구 최종목표인 연구평가 및 관리모형을 개발하기 위하여 면담조사와 구조적 분석을 통한 분석적 연구방법을 채택하여 요구사항 분석을 하였다. 요구사항을 토대로 분석적 방법을 이용하여 평가시스템 및 관리방법구축을 연구하였다.

여 백

제 3 장 적조연구 성과 및 문제점

제 1 절 국내 적조발생과 연구동향

가. 역사서에 나타난 적조발생 기록

우리나라 역사서에는 언제 적조가 최초로 기록되었는가에 관해서는 최근에 수편의 보고가 있다.李등(1980)은 이조 태종 3년인 1403년의 경상도와 전라도의 적조기록을 보고하였고, 金동(1997)은 이조 정종 1년인 1398년 경상도 고성현의 적조기록을 보고 하였다. 그러나 李와 金은 이조실록에 있는 기록만을 조사한 결과이다. 그리고 韓(1997, 1998)은 삼국사절요와 삼국사기에 기록된 신라 아달왕 8년인 AD 161년의 “秋 七月新羅 蝗害穀 海魚多出死”의 기록을 최초의 적조기록으로 보고 있다. 韓의 AD 161년의 최초기록은 수색의 변화에 대한 언급이 없어 유독성적조가 발생하기 어려울 것으로 보이는 그 당시로서는 적조보다는 냉수괴의 출현에 의한 이상해양현상일 가능성도 배제할 수 없다. 그러나 신라 선덕왕 8년인 639년의 기록 “秋七月 新羅 東海 水赤 且熱 魚斃死” 즉, 동해물이 붉은색으로 되고 열이 있어 고기와 거북들이 죽었다라는 기록이 수색의 변화를 동반한 우리나라 최초의 유해적조기록으로 여겨진다. 이와같이 삼국사기, 삼국사절요, 고려사, 고려사절요 등 역사서에는 신라와 고려시대에는 적조현상이 8, 9, 10월에 주로 동해와 남해에서 다수 발생했다는 기록이 있다.

한편, 이조실록중의 태조실록, 정종실록, 태종실록에는 비교적 상세한 적조발생이 기록되어 있다. 그중에 하나가 이조 태종때 “경상도 機張의 林乙浦에서부터 加乙浦에 이르기까지 물이 黃. 黑. 赤色으로 변하였는데 농도가 粥과같고 鰻魚와 雜魚가 모두 죽어서 물위로 떠올랐다” (태종 03/08/01/병오)라는 기록이 있다. 이와 같은 기록으로 볼때 이조시대에도 수색이 붉고 죽과 같은 고밀도의 적조가 발생하였으며 특히 수산생물을 폐사시키는 유독 적조도 발생하였음을 알수있다.

따라서 역사서의 기록으로 볼 때 특히 이조시대의 적조현상은 주로 봄철에서 여름철에 걸쳐 발생하여 약 4일에서 10일 정도 지속된 것으로 보인다. 그리고 적조는 국소적으로 발생하였으며 그 규모는 울주에서 동래까지 폭이 20리였으니 그렇게 적은 규모는 아니었으며 적조 밀도도 바다물색이 붉기가 피와 같다거나 죽(粥)과 같았다는 표현으로 볼 때 상당히 고밀도적조였다고 생각된다. 아울러 고기가 죽었다는 표현으로 볼 때 외편모류 등에 의한 유해성 적조일 가능성이 높으며 臭氣가 있었다는 점은 세포막이 얇은 Gymnodinium과 같은 無殼類種이 적조를 일으킨 것으로 생각된다.

나. 최근의 적조발생 상황

① 적조를 일으키는 원인생물

전세계의 연안과 해양에서 적조현상을 일으키는 해양생물은 동·식물성 플랑크톤, 原生動物, 細菌 등이 있으나 식물성 플랑크톤이 주류를 이루고 있다. 주로 적조를 일으키는 해양 식물성 플랑크톤의 종수는 학자들에 따라서 다르나 그 변화범위는 Sournia(1995)박사의 설문조사 결과 전세계 연안에서 적조발생시 관찰되는 식물성 플랑크톤 수는 3,365~4,024종으로서 이중 적조와 관련이 있는 종이 전체의 6% 수준인 184~268종으로서 이중 渦鞭毛藻類가 93~128종, 矽藻類중 羽狀藻(pennales)가 15~38종, 中心藻(centrales)가 30~63종이었다(표 3.1).

표 3.1 전세계 해양에서 적조를 일으키는 생물의 종수

분 류	세계1)	한국2)		일본3)	
		속수	종수	속수	종수
구 분					
합 계	3,365~4,024	41	67	91	200
藍藻綱, Cyanophyceae	7~10	2	5	4	8
渦鞭毛藻綱, Dinophyceae	1,514~1,880	17	34	26	70
矽藻綱, Bacillophyceae	1,170~1,299	15	21	37	85
綠色鞭毛藻綱, Raphidophyceae	11~12	2	2	4	9
褐色鞭毛藻綱, Cryptophyceae	57~73	1	1	1	2
하프토藻綱, Haptophyceae	244~303	-	-	4	4
프라시노藻綱, Prasinophyceae	103~136	-	-	4	5
黃色鞭毛藻綱, Chrysophyceae	97~129	2	2	6	6
綠藻綱, Chlorophyceae	107~122	-	-	1	1
유글레나藻綱, Euglenophyceae	36~37	1	1	2	8
纖毛類, Ciliophora		1	1	2	2
기 타	19~23				

1) Sournia, 1995, 2) 金等 1993, 3) 福代等 1990.

한편, 일본에서는 福代等(1990)이 일본의 적조생물로서 91屬 200種을 보고하였고 한국에서는 金等(1993)이 41屬 67種을 보고하였으며 渦鞭毛藻綱에 속하는 종의 종류수가 가장 많았다. 그리고 貝毒種은 전체 플랑크톤 수의 2% 정도인 60~78종으로서 渦鞭毛藻類가 45~58종으로 우점종으로 나타났다. 전체적으로 출현종 수가 많을수록 적조를 일으키는 플랑크톤의 종류는 많아지는 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 전 세계적으로 오염문제의 심각성을 말해주고 있으며, 이 문제는 시공간적으로 전 인류에 대하여 큰 위험이 되고 있다.

우리나라에서는 주로 식물성 플랑크톤이 적조를 일으키고 있으며 그외 원생동물인 纖毛類 1종이 적조를 일으키고 있으며 嫌氣性 박테리아에 의한 적조기록은 아직까지 없다. 이

들 식물성 플랑크톤중 규조류에 속하는 종류로는 *Skeletonema*속, *Chaetoceros*속에 속하는 종들이 그리고 편모조류에서는 *Ceratium*속, *Gymnodinium*속, *Prorocentrum*속, *Heterosigma*속, *Noctiluca*속, 그리고 최근에 대규모 적조를 일으키는 *Cochlodinium polykrikoides* 종이 있다.

한편, 적조를 일으키는 생물중에는 패류를 독화시키는 종이 출현하고 있는데 痲痺性 貝毒(PSP; paralytic shellfish poison)을 일으키는 종은 *Alexandrium*속에, 설사성 貝毒(DSP: diarrhetic shellfish poison)을 일으키는 종은 *Dinophysis*속에 그리고 記憶喪失性 貝毒(ASP, amnesic Shellfish Poisoning)을 일으키는 종은 *Pseudonitzschia*속에 속하는 종으로 밝혀졌다.

한편 적조를 일으키는 생물은 계절별로는 봄철에는 *Skeletonema*속, *Chaetoceros*속에 속하는 규조류가 초여름에는 *Heterosigma*속, *Prorocentrum*속의 소형편모조류가 그리고 늦여름철에서 가을철까지는 대형의 *Ceratium*속, *Gymnodinium*속 *Cochlodinium* 속의 외편모조류가 적조를 일으킨다. 연도별로는 1995년부터 남해안과 동해남부해역에서 *Cochlodinium polykrikoides* 종이 상습적으로 적조를 일으키고 있다.

② 유해적조의 변천

우리나라 연안에서는 1980년대까지는 주로 남해안을 중심으로하여 봄철부터 가을철까지 발생하였으나 최근에는 대부분의 연안에서 봄철부터 가을철까지 발생하고 있다. 최근에 자주 발생하는 코클로디니움종(*Cochlodinium polykrikoides*)에 의한 유해적조는 거의 매년 여름 8~9월 우리나라 연안어장에서 발생하고 있다. 이와같은 적조현상은 우리나라 연안에서는 그림 1과 같이 남해연안과 서해 및 동해 남부연안수역 등 거의 전국 연안에서 발생하고 있으며 이중 동해남부, 서해연안에서는 비교적 간헐적으로 일어났으나 남해안 특히 진해만과 그 주변 여수연안등에서는 연중 발생하고 있다.

1978년도에 거의 진해만에서 상당히 큰 규모의 *Gonyaulax*적조가 발생하였으나(趙, 1979), 적조 세력은 1980년 이전에는 남.서해의 일부 폐쇄성 내만에서 소규모로 국부적으로 발생하였다. 1981년도에는 *Gymnodinium mikimotoi*(당시는 *Gymnodinium* type-65)종에 의한 단독종적조가 전 진해만 일원에 걸쳐 대규모로 발생하였다(김등, 1997). 그러나 1982년부터는 다시 국부적으로 발생하는 추세를 보였으며 연도별로 다소 차이가 있으나 규모는 비슷하였으며 1989년부터는 유독종 적조 발생으로 어패류 양식장에서 대규모 수산피해가 발생하기 시작하였다.

한편, 1995년부터 *Cochlodinium polykrikoides* 유해적조가 남해, 동해의 전 연안 수역으로 광역화, 외연화되었고, 최근에는 우리나라의 남.서해안과 동해 남부연안 특히 폐쇄성 내만인 진해만, 충무연안, 가막만, 광양만, 온산만등은 물론 강원도연안에서도 발생하고 있다. 이상과 같이 우리나라 연안해역의 적조 발생세력은 1980년대까지는 일부 폐쇄성 내만에서 소규모 국부적으로 발생하였으나 1990년대에는 서해, 남해, 동해의 전 연안 수역으로 광역

화, 외연화되었고 특히 1989년부터는 유독종 적조가 광역적으로 장기간동안 발생하여 어패류 양식장에서 대규모 수산피해가 발생하기 시작하였다.

이와 같은 유해적조는 우리나라의 연안수역에서는 1980년대 들어 간헐적으로 발생하였으나 1990년대 후반이후에는 대규모로 발생하여 양식생물 뿐만 아니라 자연서식생물에도 피해를 일으키고 있으며 그 피해는 앞으로도 지속될 것으로 보인다. 특히 최근에는 수질 부영양화, 휴면포자의 출현 및 해저퇴적물의 오염으로 상습적으로 발생하여 천해 양식산업에 대량 피해를 일으킴으로서 기르는 어업을 육성하고자하는 우리의 수산정책에 큰 위협을 주고 있다.

다. 적조관련 예산 투자액

정부의 적조관련 투자예산에 있어서는 1995년 이전까지는 적조발생방지를 위해 별도로 책정된 예산은 없었고, 국내의 적조연구비 예산액은 연간 1억원을 넘지 못했다. 적조발생방지를 위해 정부에서 집중적인 예산투자를 한 것은 대규모 적조발생으로 인해 765억원이라는 막대한 수산피해를 야기시킨 1995년도 이후부터였다. 정부에서는 1996년도부터 1단계로 해양오염방지 5개년 계획을 수립하여 2000년까지 총 4조 3,390억원의 투자를하였는데, 그 중 적조방지종합대책비로 투자된 예산은 1,364억원이었다(표 3.2).

2001년도부터는 2단계로써 해양환경보전 종합계획을 수립하여 2005년까지 총 4조 4,607억원을 투자할 계획인데, 주요내용으로는 육상기인 오염원에 대한 해양유입방지관련 예산이 약 2조 9, 128억원, 해양수질 개선 및 생태계보존이 약 5,766억원, 해양기인 오염원의 관리가 3,251억원, 해양환경관리기반 강화를 위한 예산이 약 3,009억원 등인데, 그 중 해양 적조가 포함된 수질개선 및 생태계보존 예산은 오염해역준설, 연안어장 정화사업 등을 모두 합해 약 5,766억원 정도이다(표 3.3).

표 3.2 해양오염방지 5개년 계획(1995년~2000년) 중 적조방지대책 및 투자 실적

(단위 : 억원)

사업 구분	투자실적					
	계	'96	'97	'98	'99	2000
○ 적조방지종합대책	1,364	171	247	250	281	414
- 적조예찰 및 피해예방연구	34.8	12	12	6	2	2.8
- 오염해역준설	240	4	24	14	41	157
- 연안어장정화정비	964	150	208	196	187	223
- 김양식어장무기산사용방지대책	93	-	-	31	31	31
- 방치폐선처리 및 처리장 설치	30	4	3	3	20	-
- 우량사료 개발보급	2.3	1	0.4	0.3	0.3	0.3

적조연구예산에 있어서는 '95년도 이전까지는 연간 1억원 미만이었으며, '96년도부터는 적조연구예산도 연간 5~10억원 정도로 증액되었다. '96년도부터 2001년도까지 수산특정연구개발사업으로 추진된 적조관련 연구사업과제 8개 과제가 수행되었다(표 3.4). 따라서, '96년도 이후부터는 적조연구가 매우 활성화되었고, 학계와 연구기관 등에서는 많은 적조연구사업과제를 수행할 수 있었으며, 적조연구의 실적도 단기간 동안 급격히 향상되었다.

그러나, 적조방지 종합대책 중의 적조연구비 투자비율은 매우 적은 실정이며, 미국이나 캐나다, 중국 등과 같이 적조연구가 활성화되어 있는 국가와 비교해 볼 때도 여전히 투자액이 적은 상태이다.

라. 적조관련 연구 현황

① 연구인력

국내의 적조 전문가는 과거 적조연구에 직, 간접적으로 관여하였거나 유사분야를 모두 합해 100명을 넘지 않는다. 적조연구는 해양학, 생물학, 수산학 등의 학제간의 연구가 필요한 복합학문임을 고려할 때 매우 적은 수이며, 전문인력을 다시 7개 분야별로 세분화하면 분야 당 5~15명 정도로 전문연구인력이 부족한 실정이다(부록 적조전문가 명부 참조). 특히, 적조생물 독성전문가는 담수산 조류 전문가를 포함해 5명 정도로써 매우 열악한 실정이다.

표 3.3 해양환경보존 종합계획(2001년~2005년) 중 적조방지대책 투자 계획 (단위 : 억원)

사업별	총사업비	연차별 투자소요				
		2001	2002	2003	2004	2005
소계	5,766	535	1,048	1,337	1,396	1,450
오염해역준설 및 수중침적 폐기물 처리	2,487	242	471	654	599	521
연안어장 정화·정비	2,018	234	352	446	484	502
해양환경측정망 운영	114	9	20	23	29	33
해양환경기준 설정 및 감시체제 구축	359	5	12	12	110	220
해양 생태계 보전 및 해양환경의 지표개발	13	-	3	3	3	4
적조 광역모니터링 및 피해예방 연구	17	4	2	3	4	4
양식어장 환경평가사업 및 4대강하구 연안수질 관리시스템 개발	30	3.5	8	8	8	2
해양생태계내 내문비계 장애물질 연구 및 전국연안 지속성 유기오염물질 조사	51	3	12	12	12	12
해양환경 및 갯벌 생태계 조사	161	6.2	53	53	22	27
및 확보를 위한 유전자 은행 구축	62	-	7	15	20	20
전국자연환경(해안선 분야) 조사	76	19	57	-	-	-
초대형부유식 해상공간 조성기술 개발	333	2	31	100	100	100
준설토의 재활용 방안 연구 및 굴폐각을 이용한 특수콘크리트 개발	9	2	7	-	-	-
해수교환 방파제 실용화방안 연구 및 준설토를 활용한 인공간석지 및 습지대 조성기술 개발	21	2	4	5	5	5
부유토사 발생량 평가 및 확산 방지막 효율성 연구 및 항만매몰 및 오염방지 대책기반 기술수립	15	3	9	3	-	-

표 3.4 해양수산부 한국해양수산개발원 수산특정연구개발사업 중 적조관련 연구과제

◎ 1995년~2002년 현장애로기술개발사업 : 총 170개 과제, ○ 해양·환경 분야과제: 25개 과제, 그중 “적조”관련 과제: 4개 과제	
1995년	유독 플랑크톤에 의한 연안역 패류 독화 및 확산 예측
1999년	양어장 주변의 수질·저질환경 변화와 적조 및 패혈증의 발생 및 방지대책
2000년	미생물생산 생리활성물질에 의한 적조제거제의 산업화(기획)
2001년	퇴적토(sediment)를 이용한 적조생물 제거 및 영향평가
2001년	적조문제 해결을 위한 국가종합 연구 과제 개발 방안(기획)
◎ 1995년~2002년 첨단기술개발사업 총 94개 과제, ○ 해양·환경 분야과제: 22개 과제, 그중 “적조”관련 과제: 3개 과제	
1996년	적조피해대책 연구
2000년	천적을 이용한 적조방제 기술의 실용화 및 산업화를 위한 연구
2000년	대량검색법을 이용한 해양플랑크톤 유래 신독소 신속규명 첨단기술 개발

대학에서의 적조연구인력의 배출상황은 1995년도 이전까지는 석, 박사를 모두 합해 연간 1~2명 미만이었으나, 1995년 이후에는 2002년도까지 석, 박사가 모두 30명이 배출됨으로써 증가추세를 보이고 있다(그림 3.1). 이러한 원인은 1995년 대규모 적조발생 이후 증액된 적조관련연구예산으로 인해 대학에서의 적조연구가 활성화되었기 때문으로 여겨진다. 적조관련 학위자의 세부 연구분야에 있어서는 1995년 이전까지는 대부분 적조생물의 분류나 생태였으나, 1995년 이후에는 전공분야가 적조생물의 생리, 적조방제, 적조발생기작, 생물상호관계, 휴면포자연구, 원격탐사, 적조발생모델 등으로 다양화되었다(그림 3.2). 그러나, 미국, 캐나다, 유럽, 호주 등 선진국의 적조연구자 중 큰 비중을 차지하고 있는 적조생물의 독성을 전공한 사람은 없는 것으로 나타나 앞으로 이 부분의 전문인력의 양성이 시급한 것으로 여겨진다.

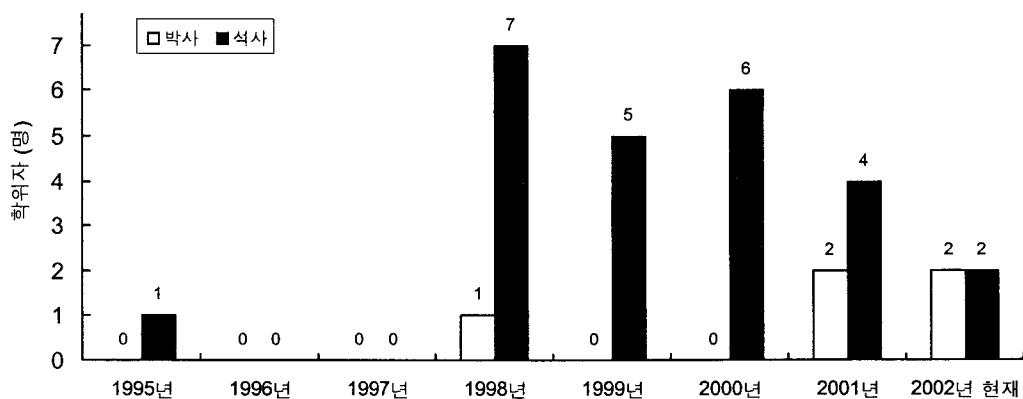


그림 3.1 년도별(1995년~2002년 현재) “적조”관련 학위자 현황

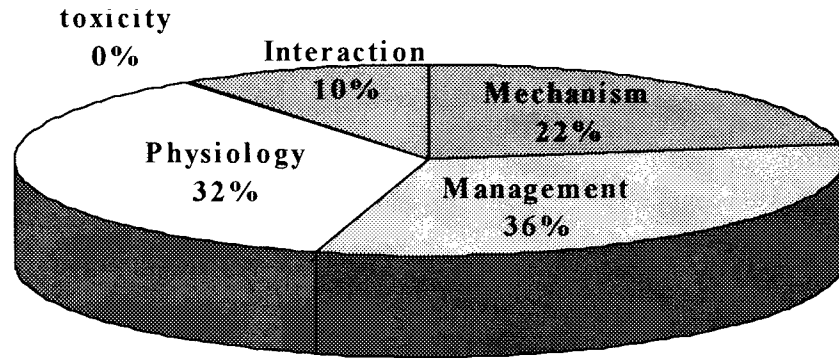


그림 3.2 1995년~2002년 “적조”관련 학위자 논문 topic별 분포

표 3.5A 1995년~2002년 “적조”관련 박사 학위자

	논문 제목	저자	출신교	학위 년도	분류
1	한국 남해안의 <i>Cochlodinium</i> 적조확산 모델링 응용연구	권철휘	부경대	2002	Mechanism
2	원격 탐측과 지형공간 정보시스템을 이용한 적조의 공간특성분석	김진기	조선대	2002	Mechanism
3	무각와편모조류 <i>Cochlodinium</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Gyrodinium</i> 속의 6종에 대한 지리적 분포에 따른 형태적 차이에 관한 연구	조수연	한양대	2002	
4	항적조물질을 생산하는 해조류 작은구슬산호말(<i>Corallina pilulifera</i>)의 조직배양 및 활성물질 분리	진형주	부경대	2001	Management
5	Discrimination of harmful algal blooms in Korean coastal waters using molecular probes	조은섭	경성대	2001	Physiology
6	Population Dynamics of <i>Alexandrium tamarense</i> and Its PSP Toxin Changes under Nutrient Stress in Chemostat Culture	이해옥	한양대	2000	
7	적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 생리 생태 및 구제에 관한 연구	심정민	부산대	1998	Physiology + Management

표 3.5B 1995년 ~2002년 “적조”관련 석사 학위자

	논문제목	저자	출신교	학위 년도	분류
1	유독 적조 발생 예측을 위한 외편모조 <i>Alexandrium tamarense/catenella</i> 휴면포자의 분포 및 발아능 조사	신재범	부경대	2002	Mechanism
2	2001년 봄 한국 새만금 해역에서 섬모충류의 분포 및 해양 섬모충류 <i>Tiarina</i> sp.의 적조 원인 생물에 대한 섭식	윤주이	군산대	2002	Interaction
4	고광처리한 적조원인생물 <i>Heterosigma akashiwo</i> 의 유전자 발현에 관한 연구	고영석	인제대	2001	Physiology
5	1999년 새만금 해역에서의 적조 발생 및 인간에 의해서 투입되는 물질이 적조생물의 생존률에 미치는 영향 연구	유영두	군산대	2001	Mechanism
6	한국 서해안 새만금해역의 혼합영양성 외편모류의 시·공간적 분포 및 적조원인 외편모류의 난류에 대한 영향	김재성	군산대	2001	Interaction
7	가두리 양식장의 해양 환경변화와 적조 발생의 제어기작에 관한 연구	정희원	광주대	2001	Management
8	적조발생 예측을 위한 MPN법의 도입과 휴면포자 개체군 동태 파악	강태임	부경대	2000	Mechanism
9	다공성 Ceramic 담체와 전기화학장치를 이용한 적조 및 녹조 플랑크톤의 제거에 관한 연구	선주남	중앙대	2000	Management
10	자외선을 이용한 적조 플랑크톤의 제거	정경순	조선대	2000	Management
11	Molecular biological studies and algaelytic activity of rhamnolipid produced by <i>Pseudomonas fluorescens</i>	김경화	부경대	2000	Physiology
12	유해성 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 에 대한 <i>Micrococcus</i> sp. LG-5의 살조 효과	정성운	부경대	2000	Management
13	적조생물에 대한 해조류 <i>Corallina pilulifera</i> 메탄을 추출물의 algicidal activity	정재환	부경대	2000	Management
14	<i>Heterosigma akashiwo</i> (Raphidophyceae)의 휴면세포, 핵형패턴 및 종재 유전적 변이	김영필	한양대	2000	
15	마산만의 <i>Alexandrium tamarense</i> 휴면포자와 영양세포의 개체군동태	박명환	한양대	2000	

표 3.5B 계속

	논문제목	저자	출신교	학위 년도	분류
16	적조의 lectin에 의한 종 구별 및 α-mannosidase에 의한 분해작용	서귀문	부경대	1999	Physiology
17	유해성 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 조류성장 잠재력과 제한 영양염 추정	김형철	부경대	1999	Physiology
18	가막만 海洋還境과 赤潮生物의 出現 동태	김대일	여수대	1999	Mechanism
19	한국 남해안 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생시 환경학적 특성과 동물플랑크톤의 군집 동태	강병준	한양대	1999	Interaction
20	적조원인종인 <i>Prorocentrum minimum</i> (Dinophyceae)의 광도와 온도변화에 따른 세포생리학적 연구	조진하	성균관대	1999	Physiology
21	진해만요각류의 개체군 동태, 일주수직이동 및 섭식습성(유독 와편모조류 <i>Alexandrium tamarense</i> 와의 관계를 중심으로)	정 철	한양대	1999	
22	생활사 연구를 중심으로 한 적조원인종 <i>Lingulodinium Polyedrum</i> (Dodge)의 생식과 성장	박재연	서울대	1998	Physiology
23	赤潮發生 海域의 化學的 環境因子에 關한 研究	구영기	부경대	1998	Mechanism
24	오존을 이용한 赤潮生物의 除去	강성재	부경대	1998	Management
25	有害性 赤潮生物의 成長에 미치는 環境要因	이옥희	경성대	1998	Physiology
26	마산-진해만에서 적조원인 조류 개체군의 변동과 생태학적 특성	최만영	인제대	1998	Mechanism
27	적조원인 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 생태 및 제어물질에 관한 연구	서필수	부산대	1998	Management
28	判別函數에 의한 鎭海灣 赤潮發生의 豫測手法	백상호	여수수산대	1998	Physiology
29	진해만의 <i>Heterosigma akashiwo</i> (Raphidophyceae) 개체군 동태에 관한 연구	이혜정	한양대	1998	
30	진해만의 유독플랑크톤 <i>Alexandrium</i> spp.(Dinophyceae)와 홍합 <i>Mytilus</i> sp.의 PSP 독성 및 독조성의 변화양상	전형진	한양대	1998	
31	바람에 의한 진해만의 적조발생에 관한 연구	문진한	여수수산대	1995	Mechanism

* 국회도서관 소장 학위논문; 검색어 “적조”; 검색년도 1995~2002년 10월 10일 현재

② 연구실적

국내 적조관련논문의 연도별 게재실적을 알아보면 '80년 이전까지는 7편에 불과하였고, '81~'90년까지는 21편, 1991~2000년까지는 71편, 2001~2002년까지는 33편으로 나타났다(표 3.6). 논문의 게재편수는 '90년대에는 연간 매년 1~5편 정도로 매우 적었으나, 2000년도부터는 연간 10~16편으로 급증하였고, SCI 논문도 이때부터 게재됨으로써 '96년도부터 활성화된 적조연구의 성과가 그대로 반영된 것으로 판단된다.

표 3.6 국내 적조관련 연구논문 게재 현황

연대 \ 세부분야	분류·분포	발생기작· 발생환경	이동·확산	독성·생리	방제·천적 생물
1980년 이전	3	3	-	1	-
1981~1990년	11	5	-	4	1
1991년~2000년	16	11	-	25 (2)	15 (2)
2001~2002년	6	7 (3)	1	9 (2)	3 (4)
계	36	26 (3)	1	39 (4)	19 (6)

* (): SCI 논문 편수.

게재논문을 세부분야별로 구분하여 알아보면 '90년도 이전까지는 적조생물 분류·분포나 발생기작과 같은 생태연구가 많은 비중을 차지하였으나, '95년 이후부터는 분류·분포, 발생기작·환경, 독성·생리, 방제·천적생물 등 다양한 분야가 연구된 것으로 나타났다(그림 3.3). 특히, 2000년 이후에는 적조방제·천적생물연구 분야와 분자생물을 이용한 적조생물연구 분야의 논문편수가 증가됨으로써 이 분야에 대한 많은 연구가 이루어진 것으로 나타났다.

특히, 연구대상종은 대부분 '95년도 이후 우리나라에서 수산피해를 야기시키고 있는 *Cochlodinium*에 집중됨으로써 사회적, 시대적 요구를 반영하는 연구가 많이 이루어진 것으로 나타났다. 그러나, 독성·생리분야의 논문은 대부분 적조생물의 생리나 어류 치사기작과 관련된 논문으로써 패독과 관련한 논문은 거의 없는 것으로 나타났다(그림 3.4).

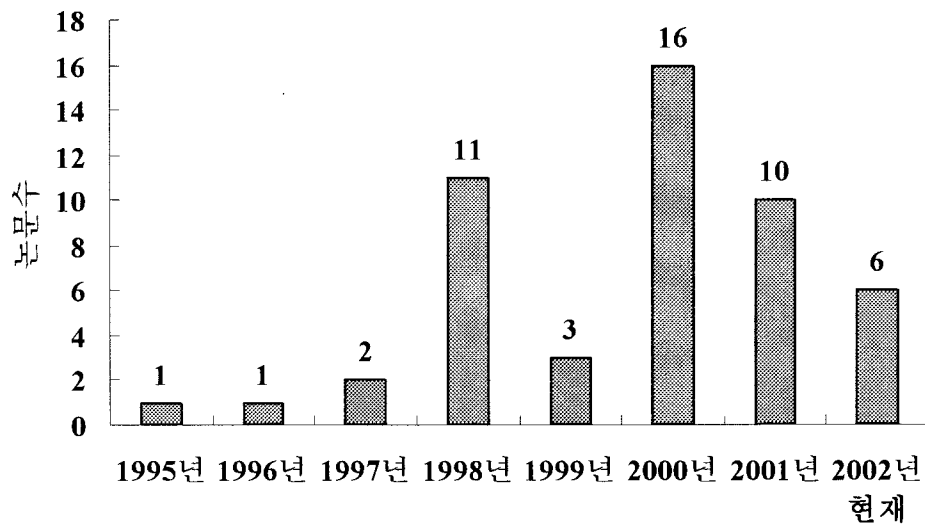


그림 3.3 1995년~2002년 년도별 “적조”관련 국내논문 현황

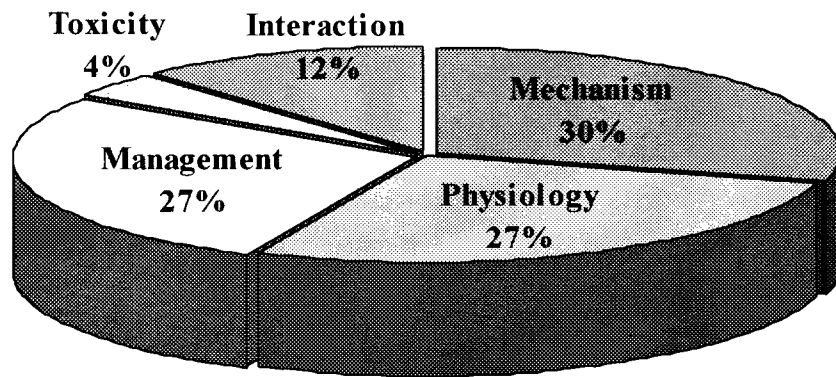


그림 3.4 “적조”관련 국내 학회지 게재 논문 주제별 분석

국내의 적조연구성과로 표현될 수 있는 특허(실용신안)의 출원실적을 알아보면, 1995년도 이전에는 적조와 직접 관련이 있는 특허건수는 없었으나, 1996~2002년에 출원된 특허는 총 55건이었으며 이중 실용신안이 9건이었다(표 3.5, 표 3.6). 특허를 내용별로 구분해보면 대부분이 적조구체물질이나 적조피해저감 장치였다. 이러한 결과 또한 '96년도 이후 여러분야에서 집중적으로 추진된 수산피해저감 연구와 노력 때문으로 풀이된다.

표 3.7 “적조:관련 국내 특허출원 현황

특허명	발명자	특허출원 년도
분말상 제올라이트에 적조구제용 활성제가 함유된 적조구제제	이제근 외2명	2002
이탄과 석탄회 또는 소각회를 이용한 하.폐수, 분뇨, 녹조, 적조 처리 정화제의 제조 및 사용방법	서영진 외 2명	2002
심층수를 이용한 적조방지장치	김대봉	2001
적조 방제용 황토 현탁액 살포기	고종수	2001
수질 정화 녹조, 적조 제거제	정영훈	2001
공냉기로부터 분리되는 열풍과 냉풍을 이용한 적조구제방법	정명덕	2000
적조 방지제	김은기	2000
유해성 조류의 제거방법	조정혁 외3명	2000
적조류 및 녹조류 방조제의 제조방법	오진환	2000
녹조와 적조의 감소를 위한 수 처리방법	이건주	2000
오염된 해수, 담수, 수족관 및 개펄 적조방지용 수질 개선제	윤연숙	2000
연안어장 및 양식어장의 저질개선 및 적조방지제	최병용	2000
해수의 적조류, 담수의 녹조류 발생억제와 수질정화 및 바다개펄(토양) 개선제	조익환 외3명	2000
해수의 전기분해에서 생성되는 산성수 또는 산성수 및 알칼리수와 황토의 혼합액에 의한 적조구제액 제조방법	배헌민 외4명	1999
전기부상을 이용한 적조 및 녹조 제거방법과 이를 위한 장치	이병호	1999
적조제거방법 및 적조제거장치	김홍락 외4명	1999

표 3.7 계속

특허명	발명자	특허출원 년도
황토분말과 미세기포를 이용한 적조의 구제방법	김윤선 외2명	1999
적조방지제 및 이를 이용한 적조방지방법	최병용 외1명	1999
적조 미생물 제거방법	이병무 외4명	1999
조류 및 부유물질 제거 장치 및 방법	주대성	1999
수질정화제	정효익	1999
녹조 및 적조 방지용 인공어초 및 그 제조방법	곽군섭	1999
적조 방제용 분말황토 및 그 제조방법	이정수	1999
해양오염의 적조균의 박멸방법	윤유택	1999
조류 제거기	김종현 외5명	1999
정수장 슬러지와 전로슬래그를 이용한 적조 및 녹조, 청조방제제	반봉찬 외2명	1999
적조방제를 위한 황토 분쇄 및 살포방법 및 그 장치	배헌민 외2명	1998
적조 구제제 조성물 및 적조 구제 방법	나카니시, 미키오 외2명	1998
암모늄화합물을 이용한 적조 구제방법	신용철 외1명	1998
적조 처리장치	김병석 외1명	1998
알긴산 올리고당 유도체를 이용한 적조소멸제 및 어병치료제	장만 외9명	1998
적조, 녹조 현상방제를 위한 화원소성한 황토의 제조방법	이성득	1998
황토를 이용한 수질정화제 제조방법	조삼태	1998
산화칼슘과 황토의 혼합물로된 액상 정수제	문인창 외 1명	1998
다공성 세라믹 분체를 이용한 적조 제거 응집제 개발	인한진 외1명	1998
적조피해 방지시스템	배헌민 외2명	1998
조류 제거제 제조방법 및 살포방법	안태석 외3명	1998
전기 화학 방법에 의한 적조 플랑크톤 제거방법	임한진 외1명	1998
담수 및 해수의 정화방법 및 정화제의 살포장치	양대윤 외1명	1998

표 3.7 계속

특허명	발명자	특허출원 년도
적조생물의 생장을 억제하는 싸이토파가속 미생물	김상진 외3명	1997
적조생물의 제거장치 및 제거방법	박종평 외1명	1997
알파-만노시다아제를 이용한 적조성 플랑크톤의 구제 방법	이상준 외4명	1997
적조제거 및 갯벌정화 처리제의 분사방법 및 그 장치	신길현	1997
원생생물성 포식자(천적)을 이용한 적조 예방 및 처리방법	정해진	1996
고로 및 전로 슬래그를 이용한 적조 및 청조 방지제 제조 방법	반봉찬 외1명	1996
해수의 적조 및 갯펄 오염물 처리제 및 처리 방법	정석권	1996

표 3.8 “적조”관련 국내 실용신안 출원 현황

실용신안명	고안자	신용신안 출원년도
적조대책 장치	손을택	2002
적조 방제용 황토 현탁액 살포기	고종수	2001
심층수를 이용한 적조방지장치	김대봉	2001
부영양화 방지장치	후지사와미요기치	2001
적조방제시설	정경식 외1	2001
적조방제 예비장치	윤유택	1999
적조 방제용 안착성 부동장치	윤유택	1999
적조 및 조류 방제제 용출기구	이충일 외2	1998
유해성 적조 차단장치	김학균 외3	1997

제 2 절 국외 적조발생과 연구 동향

가. 적조 발생 상황

적조발생에 관한 기록은 기원전 나일강하구나 고대 그리스 연안에서도 찾아볼 수 있으며 Darwin의 1931부터 5년간 실시한 비글호의 남아메리카-오스트랄리아-아프리카항해에서도 적조현상을 관찰하였다고 보고하였다. 그러나 18세기 현미경이 출현하면서 적조에 관한 관찰과 연구가 활발해졌다. 이와 같은 적조현상은 인구집중, 개인별 평균물질소모량의 증가,

에너지 자원의 과다사용 등 육상 오염 부하량 증가로 연안수질환경이 부영양화 되면서 적조발생의 빈도, 주기 및 규모가 증대되었다. 지금까지의 보고에 의하면 전 세계연안에서 발생하는 적조현상은 1960년 이후부터 주로 공업이 발달되고 인구가 많이 분포하고 있는 해역은 북위 30~40°N 연안해역에서 주로 발생하였으나 최근에는 수온이 낮은 러시아의 캅차카 반도에서 적도의 아프리카 에콰도르 연안까지 전 세계 대부분의 연안해역에서 매년 발생하고 있다. 아시아 대륙 연안에서는 일본의 세토내해(瀨內海), 황해, 및 중국연안의渤海灣과 동중국해, 벵갈만, 아라비아 바다, 홍해등 대부분의 해역에서 적조가 발생하고 있다고 보고하였다.

나. 세계의 적조연구 현황

세계 각국에서는 유해성 및 유독성 적조에 대한 연구활동을 강화하기 위하여 많은 인력과 예산을 투입하고 있으며 IOC, UNESCO, IMO, ICES, SCOR, PICES, APEC 등의 국제기구에서도 적조에 관한 예보, 감시, 및 방제기술개발 등에 관한 연구를 추진하고 있다. 특히 최근에는 매 2년마다 전 세계의 적조관련 과학자와 전문가들이 모여 국제 적조 및 유독성 플랑크톤에 관한 회의 개최하고 있는데 2002년도 제 10차 회의는 미국의 Florida, St. Pete Beach에서 10. 21~10. 26일까지 54개 국가에서 약 700여명의 과학자들이 참가한 가운데 개최되었고 제 11차 회의는 남아프리카 공화국 Cape Town에서 그리고 제 12차 회의는 덴마크의 코펜하겐에서 개최하기로 결정되었다. 적조에 관한 연구는 적조 예보 모델 개발, 원격탐사 기술을 이용한 적조 탐색, 적조의 이동과 확산 예보, 유해적조의 발생원인 규명, 플랑크톤이 생산한 독소의 분석과 정량화 기술, 적조의 방제와 독소의 해독에 관한 기술 등 여러 분야에서 국가적으로 또는 인접 국가들과 공동으로 많은 연구를 수행하고 있으나 적조발생의 정확한 예보, 효율적인 적조방제기술 개발, 독소의 형성기구와 해독 등에 관한 연구에서 실용화 할만한 기술개발은 아직까지는 미흡한 실정이다.

적조방제 대책에 관한 각국의 기술동향은 일본의 경우 적조피해예방 대책의 일환으로서 방양어 절식, 가두리 침하, 점토의 살포, 긴급출하권고 등을 실시하고 있으며, 적조피해 방제기술로는 1970년대 점토살포를 개인사업자 중심으로 실시했으나 대량 활용하지 못하였고 화학약품, 초음파, 해면회수, 응집흡착제(철분)에 의한 적조생물구제기술은 실용화에 실패하였다. 최근에도 천적과 미생물 이용한 기술 개발 연구는 계속 추진중에 있다. 중국의 발해만, 동중국연안(상해부근), 홍콩연안에서 대규모 적조가 자주 발생하고 있는데, 2000년도에 교주만에서 발생한 적조를 방제하기 위하여 우리나라의 황토와 비슷한 점토를 살포하여 효과가 있음을 입증하였다.

미국의 적조방제기술동향은 일본에서 활용한 예를 따라 황산동($CuSO_4$)을 살포하였으나 환경오염문제로 사용을 금지하였고 1959~1970년간의 2000여종의 화학 물질을 이용한 방제 연구 결과 해양에서 산업화 할 수 있는 물질을 개발하는데 실패하였다. 최근에는 한국

에서 활용중인 황토에 의한 적조 방제기술개발에 상당한 연구와 투자를 하고 있다. 캐나다의 브리티시 콜롬비아연안에서 자주 발생하고 최근에 *Cochlodinium* 종에 의한 적조 피해가 발생하고 있으나 특별한 대책 없으며 한국의 황토살포에 깊은 관심을 갖고 있다. 노르웨이에서는 1988년도 적조에 의한 양식 연어 피해가 발생시 연안에서는 어장양식시설물을 대피시키고, 육상양식장에서는 해수순환여과시스템을 활용한 양식방법을 채택함으로써 적조피해를 해결하고 있다. 최근에는 유기물질(Cysteine류)을 이용한 구제기술을 연구중이나 아직까지 산업화 할만 한 물질 개발을 못하고 있다.

최근 세계 각국의 적조연구결과를 살펴보기 위해 인터넷 검색이 가능한 SCI 국제학술지들인 Marine Ecology Progress Series, Aquatic Microbial Ecology, Journal of Plankton Research, Marine Biology, Journal of Eukaryotic Microbiology, Phycologia, Limnology and Oceanography, Journal of Phycology 등을 검색한 결과(검색어: Red tide, Harmful algal bloom, Dinoflagellate bloom), 총 199편의 적조관련 논문이 발표된 것으로 조사되었다. 그러나 인터넷 검색이 되지 않는 다른 SCI 국제학술지에 논문이 실렸을 수도 있고, red tide나 dinoflagellate bloom을 포함하지 않고 종명으로 발표한 논문도 있으므로 실제 발표 논문의 수는 늘어날 가능성이 높다. 그러므로 본 조사 자료는 절대적인 수치보다는 주제별, 국가별 상대적 비교를 하는데 더 유용할 것으로 판단된다.

이들 논문들을 주제별로 나누어 보면 Physiology와 관계된 논문이 36%로 비율이 가장 많았고, 그 다음 적조발생 Mechanism(26%)과 Interactions(24%), 적조생물의 Toxicity 연구(11%)가 많았다. 그러나 적조제어연구(Management)는 3% 밖에 되지 않았다(그림 3.5).

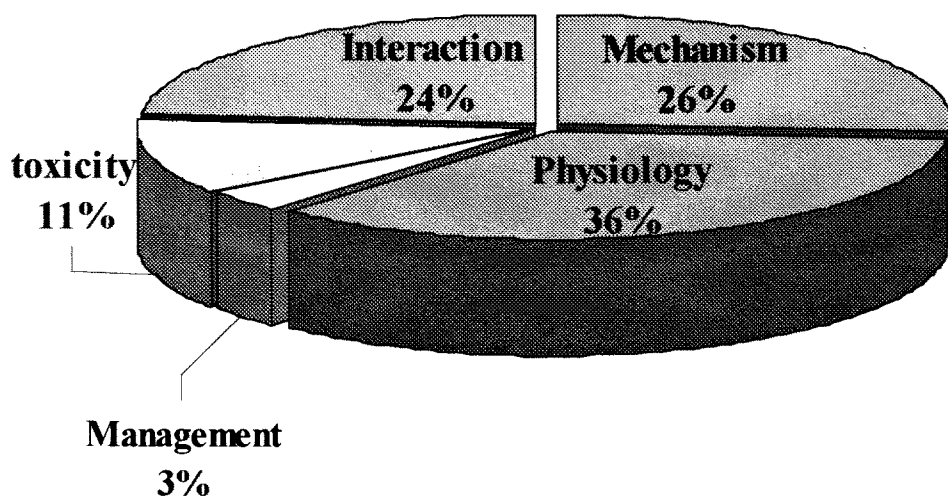


그림 3.5 1995년~2002년 현재 “적조”관련 SCI 국제 학술지 게재 논문 주제별 분석

주저자(corresponding author)의 국적을 기준으로 각 국가별 발표논문 편수와 비율은 분석해 보면 대부분이 미국과 일본에서 발표된 것이었고, 우리나라의 경우 총 10편의 논문이 발표된 것으로 조사되었다(그림 3.6, 3.7). 이는 미국과 일본에 이어 3번째이지만 전체 발표 논문 중 5%에 해당하는 것으로 적조로 인한 피해나 연구비 투입에 비하여 성과가 낮은 것으로 판단된다.

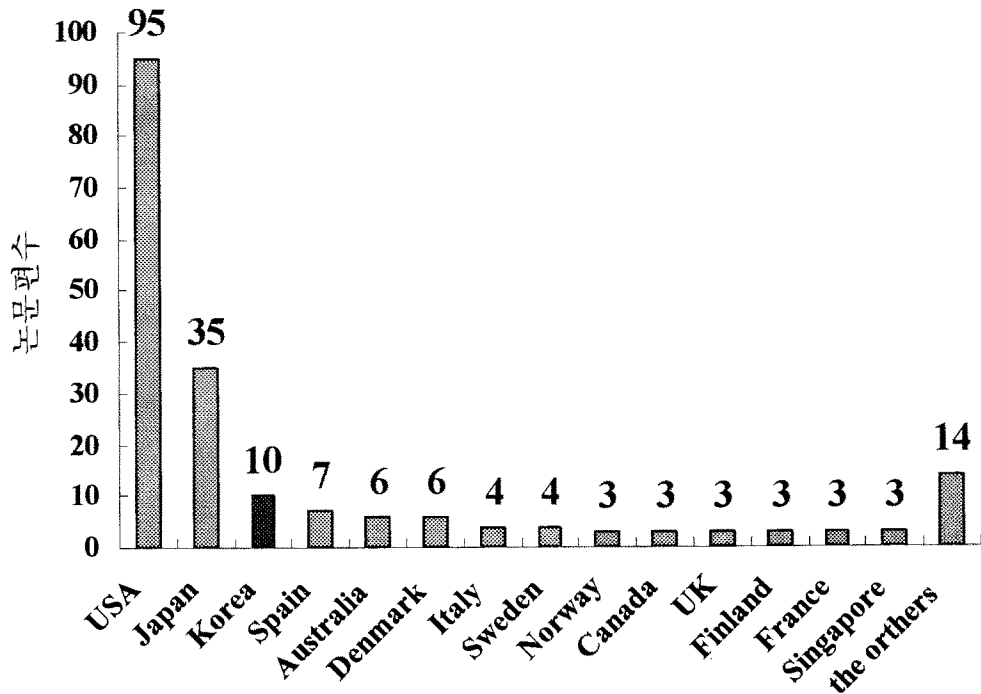


그림 3.6 1995년~2002년 현재 “적조”관련 국가별 국제 학술지 게재 논문수

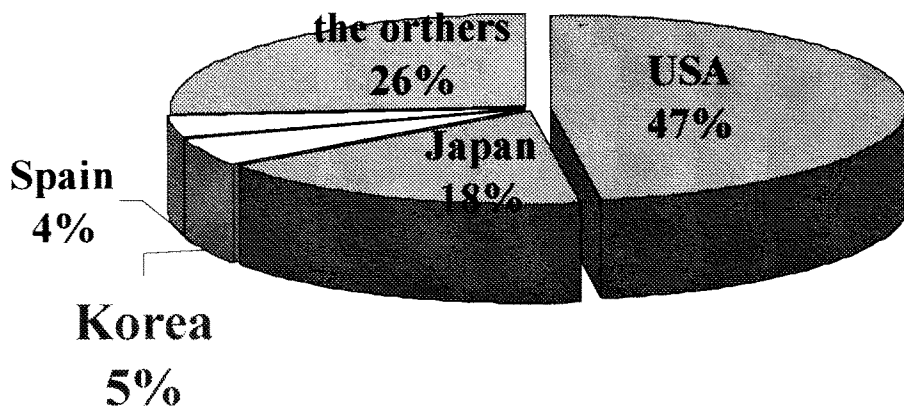


그림 3.7 1995년~2002년 현재 “적조”관련 국제 학술지 게재 논문수 국가별 비교

다. 주요 국가별 적조연구 현황

① 아시아

일본에서는 '60년대 후반부터 세또내해를 중심으로 적조가 빈번히 발생하여 수산피해를 야기시키게 되면서 '70년대부터 정부차원의 적조연구비 투자가 집중되었고, 이때부터 적조 분야에 대한 연구가 활성화되었다(표 3.9, 그림 3.8). '70~80년대까지는 수산피해를 일으키는 *Chattonella*에 대한 연구가 집중되면서 이종의 발생기작, 생리·생태특성 및 유해성 등에 관한 많은 연구가 이루어졌다.

'90년대 중반부터는 *Heterocapsa circularisquama*가 진주조개 치패를 폐사시킴으로써 세또내해수산연구소를 중심으로 이종에 대한 적조발생기작과 패류치사기작 등에 관한 연구가 중점적으로 추진되고 있다. 또한, 2000년도에는 우리나라에서 적조를 일으키는 *Cochlodinium polykrikoieds*가 야쓰시로만 주변해역에서 적조를 일으켜 약 40억엔의 수산피해를 일으켰고, 2002년도에는 일본의 서부연안에서도 적조가 발생함으로써 점차 이종에 관한 연구가 활성화되고 있는 추세이다. 일본의 적조연구수준은 80년대까지는 정부의 집중적인 투자와 연구 활성화로 인해 세계의 적조연구방향을 선도하는 역할을 하였으나, 최근에는 적조연구분야 투자예산의 감소로 분자생물과 같은 첨단 분야에서는 연구 실적이 담보상태를 보이고는 있는 실정이다. 그러나, 독성분야 등에서는 발달된 분석기술과 첨단기법을 보유하면서 이 분야에 대한 연구가 지속되고 있는 실정이다.

표 3.9 일본의 적조연구 투자액(1983~1994년)

(단위: 백만엔)

항 목	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 적조 방지대책비 보조금	101	96	87	78	79	75	72					
2. 적조 패독감시 사업비 보조금								65	62	58	56	53
3. 적조 방제 대책 기술 개발 시험비	222	217	226	224	233	221	288	278	265	226	214	209
4. 어장개량 복구기초조사 위탁비	113	102										
5. 내만해역 Cyst조사사업비			102	97	82	78	76					
6. 빈산소 수괴 피해 방지대책 사업비								72	68	65	62	58
7. 저질환경 보전 조사비										24	23	23
8. 지도 사무비	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16
9. 지역재배 양식사업의 어장환경 개선관련	26	31	29	28	19	9						
10. 양식 공계 적조특약 사업	794	821	767	521	475	491	481	434	471	472	457	464
합 계	1,271	1,282	1,226	963	903	889	932	865	882	861	828	823

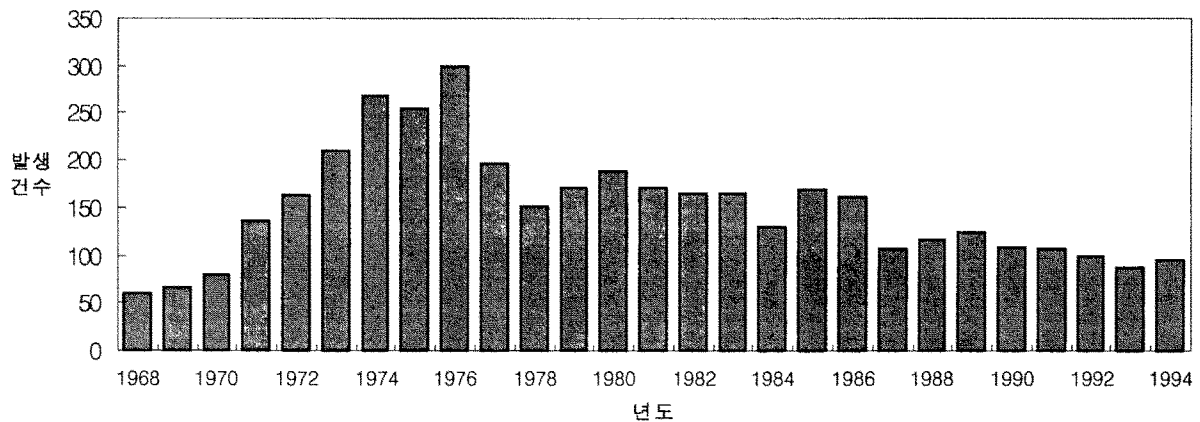


그림 3.8 세토내해에서의 연간 적조발생건수 변화(1968~1994)

홍콩에서는 1998년도에 *Gymnodinium mikimotoi*에 의한 대규모 적조가 발생하여 양식 생물에 막대한 수산피해를 야기시킴으로써 자국내 사회문제로 대두되었다. 그 이후 홍콩정부에서는 적조연구에 대한 투자를 증가시켰고, 현재 홍콩대학을 중심으로 적조생물의 생리·생태에 관한 연구가 활발히 추진되고 있다.

중국에서는 90년대 초반부터 연안의 적조발생건수와 수산피해액이 증가되고 연안어장의 생산력저하가 야기됨에 따라 '90년대 후반부터는 정부차원에서 적조연구를 위해 많은 예산을 투자하고 있는 실정이다. 현재 중국은 수산과학원과 해양연구소 및 대학 등에서 적조연구가 활발히 진행되고 있는데, 주로 적조발생기작과 적조생물의 생리·생태특성, 적조방제에 관한 많은 연구가 수행되고 있다. 최근 이러한 적조연구의 활성화로 인해 2001년도에는 국제적조방제회의 (HAMM, Harmful Algae Management and Mitigation)를 개최하였으며, 비록 유치에 성공하지는 못했으나 2002년도에는 제12차 국제 적조국제회의(HAB conference)를 신청하기도 하였다. 동남아시아 국가인 필리핀, 태국, 말레이시아, 인도네시아, 인도 등에서도 적조연구를 수행하고 있으나 정부의 투자예산액이 미미한 편이고, 적조연구에 있어서도 주로 적조발생 모니터링과 적조생물의 기초적인 생리·생태연구 정도로써 적조연구가 활성화되지는 못한 실정이다.

② 북미

미국은 1900년대 초부터 적조연구가 시작되었는데, 1997년부터는 “ECOHAB Research Project”를 통하여 연간 약 3백만 불 이상을 적조와 관련한 연구에 투자하고 있다(표 3.11). 미국의 적조연구는 NOAA, 우즈홀 해양연구소, 대학 등에서 주로 추진되고 있는데, 연구과제의 내용은 주로 적조발생기작·탐색기술, 적조생물의 독성·생리, 적조구제 및 천적생물 등이다.

1990년대 후반부터는 중점적으로 추진되고 있는 연구항목으로는 강한 독성을 갖으면서 수서생물에 부착하여 육질을 괴사시켜 폐사시키는 *Pfiesteria*에 대한 연구가 특히 활발히

진행되고 있으며, 최근에는 복잡한 생활사를 갖는 이 종의 생리·생태 뿐만 아니라 이 종의 독소구조와 어류치사기작, 생태계에서 독소전이 등에 관한 연구도 추진되고 있다.

또한, 90년대 초반부터 미국에서 집중적으로 연구되고 있는 내용으로는 현장에서 간단히 유독 종을 탐색할 수 있는 키트개발 연구항목을 들 수 있는데, 분자생물학적방법을 이용한 키트개발 연구는 현재 실용화 단계까지 접근하였고, 패독종인 *Alexandrium* 등과 같은 유독 종을 진단할 수 있는 키트를 상품화 하는 단계까지 와있다. 그 이외에도 적조생물 탐색과 관련한 DNA 칩을 이용한 적조생물의 탐색기술, 광학적 방법을 이용한 적조생물의 원격탐색 기술, PCR을 이용한 현장시료로부터의 실시간 적조생물(라피도 조류 등) 출현농도 모니터링기법 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 적조방제기술연구로써 *Ameobophyra ceratii* 등을 이용한 적조구제연구와 황토를 이용한 적조구제연구, 기타 동물성 플랑크톤과 같은 천적생물을 이용한 적조구제연구가 진행되고 있다. 그 이외에도 적조생물의 생활사, 일주운동과 관련한 세포주기(cell cycle), 적조발생 및 확산모델 등에 관한 연구를 추진하고 있다.

ECOHAB에서 추진되고 있는 과제들을 주제별로 분류해 보면 적조발생기작에 대한 과제가 34%로 가장 많았으며, 그 다음 적조생물의 생리(19%), 독성(17%), 상호작용(15%), 대책(15%)에 대한 과제가 비슷하게 차지하였다(그림 3.9, 표 3.10). 초기단계인 1997년에는 적조발생기작에 대한 연구를 중심으로 시작하였다가 점차적으로 생리, 독성에 대한 연구를 집중적으로 실시하였고 최근에는 독성 및 제어를 위한 연구에 많은 노력을 기울이는 점전적이고 계획적인 연구투자가 이루어지고 있음을 볼 수 있다.

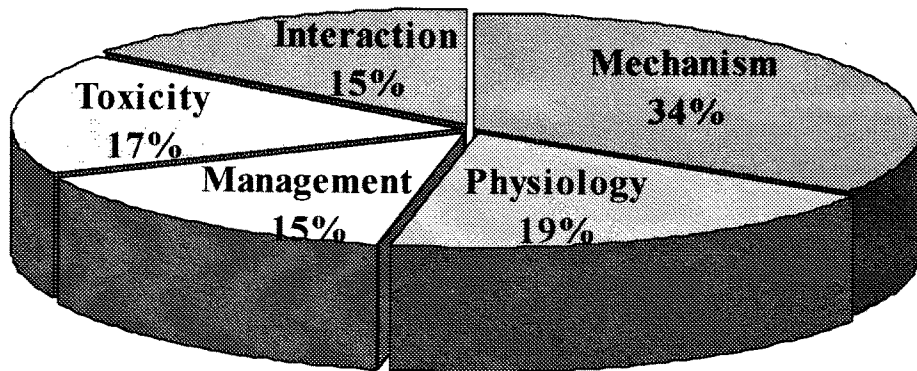


그림 3.9 미국 “ECOHAB” research project topic별 비율

☞ 3.10A "ECOHAB" Research Project List (2001)

Title	P.I.	Period	Funding Agency	Category
Toxin composition variability as an indicator of nutritional status of <i>Alexandrium</i> field populations	Anderson, D.M	9/1/01-8/31/04	NOAA/COP	Toxic dynamics
The role of zooplankton grazing in harmful algal bloom (HAB) dynamics and trophic transfer of toxins	Buskey, E.J	10/01/01-09/30/04	NOAA/COP	Interaction + Toxic
A molecular basis for differential susceptibility and accumulation of PSP toxins in commercial bivalves.	Connell, L.et al.	10/1/01-09/30/04	NOAA/COP	Toxic dynamics
Ecological and evolutionary consequences of the spreading of <i>Alexandrium</i> to grazers, and implications for bloom formation and maintenance	Dam, H.G.	08/01/01-07/31/04	NOAA/COP	Interaction
Algicidal bacteria targeting <i>Gymnodinium breve</i> : population dynamics & killing activity.	Doucette, G.J.	09/01/01-08/31/03	NOAA/COP	Management (biological)
The role of zooplankton grazers in harmful algal bloom dynamics	Durbin, E.G.et al.	09/01/01-08/31/04	NOAA/COP	Interaction
Laboratory and numerical modeling studies of <i>Gymnodinium breve</i> behavior to aid in predicting natural bloom events	Kamykows ki& Janowitz	09/01/01-08/31/04	NOAA/COP	Mechanism
Development of Molecular and Biochemical Signatures for the Detection of Toxin Production In <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. Under Nutrient Stress	Kudela, R.M.et al.	10/15/01-10/15/04	NOAA/COP	Toxic dynamics
Diarrhetic toxins and <i>Prorocentrum lima</i> in New England coastal waters	Maranda, L.	09/01/01-08/31/04	NOAA/COP	Toxic dynamics
Nutritional factors promoting the growth and dominance of <i>Aureococcus anophagefferens</i> in coastal waterways.	Mulholland, M.R. &E.Minor	09/01/01-08/31/03	NOAA/COP.	Physiology
Quantitative detection of transcriptionally active carbon fixation genes in the Florida red tide organism, <i>Karenia brevis</i>	Paul, J.H.	09/01/01-08/31/04	NOAA/COP	Physiology
Cellular mechanisms mediating bloom longevity and bloom termination in a toxic dinoflagellate, <i>Gymnodinium breve</i>	Frances M.&Van Dolah,FM	09/01/01-08/31/04	NOAA/COP	Physiology
Life history and pathogenicity of <i>Pfiesteria shumwayae</i>	Vogelbeine t al.	07/01/01-06/30/04	NOAA/COP	Physiology

⌘ 3.10B "ECOHAB" Research Project List (1999)

Title	P.I.	Period	Funding Agency	Category
Mitigation of fish-killing algal blooms using clay	Anderson, D.M	09/01/99-08/31/01	National Sea Grant Office	Management
The economic effects of <i>Pfiesteria</i> in the mid-Atlantic region	Haab, T. C.	09/01/99-08/31/01	National Sea Grant Office	Mechanism
A framework for estimating the economic impacts of Harmful Algal Blooms (HABs) in the United States	Hoagland, P. et al.	09/01/99-08/31/01	National Sea Grant Office	Mechanism
Benthic-pelagic coupling and LI Brown Tide	Kana, T.M. et al.	09/01/99-8/31/02	NOAA/COP & Sea Grant	Interaction
Regulation of <i>P. australis</i> by C, N, Si interactions	Kudela, R.M.&W.C ochlan	09/01/99-8/31/02.	NOAA/COP	Management
Causes and prevention of Long Island Brown Tides	Lonsdale, D. et al.	09/01/99-8/31/02.	NOAA/COP & Sea Grant	Mechanism+ Management (biological)
<i>Pfiesteria</i> or fungus? Etiology of lesions in menhaden.	Shields, J.D et al.	09/01/99-08/31/02	EPA	Mechanism
The effects of microbial food web dynamics on the initiation of Brown Tide blooms	M.Sieracki	09/01/99-08/31/02	NOAA/COP & Sea Grant	Interaction
Domoic acid in a coastal food web	Silver, M.W.et al.	09/01/99-8/31/02.	NOAA/COP	Toxicity
A new chemosenser for domoic acid based on molecular imprinting	Wells, M.&R. Wessling	09/01/99-8/31/01	NOAA/COP	Toxicity

☞ 3.10C "ECO HAB" Research Project List (1998)

Title	P.I.	Period	Funding Agency	Category
Culturing and cryopreserving <i>Pfiesteria</i> and <i>Pfiesteria</i> - like organisms.	Andersen, R.A	10/01/98-10/14/01	EPA	Physiology
Control of harmful algal blooms using clay	Anderson, D.M.et al.	11/23/98-11/22/01	EPA	Management
Hyperspectral modeling of harmful algal blooms on the West Florida Shelf	Bissett, W.P.	08/01/98-07/31/01	ONR	Mechanism
Free-living, pathogenic amoebae in Chesapeake Bay tributaries	Garman, G. et al.	07/01/98-12/31/99	EPA	Mechanism
Toxic dinoflagellates and nutrients. Toward a mechanistic understanding of outbreaks of <i>Pfiesteria</i> and related dinoflagellates. A regional, comparative study	Glibert, P.M.et al.	09/01/98-08/31/99	NOAA	Mechanism
Factors affecting growth of <i>Pfiesteria piscicida</i>	Lin, S. & E.J. Carpenete	09/01/98-08/31/99	NOAA	Mechanism
Hyperspectral optical properties of a red tide bloom	Maske, H. et al.	07/01/98-06/30/01	ONR	Mechanism
dinoflagellate molecular ecology	Oldach, D. & P. Rublee	10/08/98-8/31/01	EPA	Physiology
Exploring lytic and temperate viruses of <i>Gymnodinium breve</i> as a mechanism of controlling red tide blooms	Paul, J.H.	09/01/98-08/31/99	NOAA	Management (biological)
DNA-based molecular diagnostics for <i>Pfiesteria</i> -complex organisms in Chesapeake Bay	Reece, K.S.et al.	07/01/98-06/30/01	EPA	Physiology
Dissolved organic nitrogen and brown tide blooms in Long Island coastal waters	Repeta, D.J.	01/01/98-03/31/01	NSF	Mechanism

☿ 3.10D "ECOHAB: Research Project List (1997)

Title	P.I.	Period	Funding Agency	Category
Ecophysiology of subpopulations of <i>Alexandrium tamarense</i>	Roesler, C.	09/01/98-08/31/01, 01/01/99-12/31/01	NASA	Mechanism
Mechanisms and control of toxin accumulation in shellfish	Trainer, V.L. & M. Bricelj	09/01/98-08/31/99	NOAA	Toxic dynamics
Molecular approaches to <i>Pfiesteria</i> -complex dinoflagellates in Chesapeake Bay	Zohar, Y. et al.	09/01/98-08/31/00	NOAA	Physiology
Gulf of Maine - The ecology and oceanography of toxic <i>Alexandrium</i> blooms in the Gulf of Maine	Anderson, D.M et al.	6/1/98-5/31/99	NSF	Mechanism
Algicidal bacteria and the regulation of <i>Gymnodinium breve</i> blooms in the Gulf of Mexico	Doucette, G. J.	09/01/97-8/31/00	NSF	Interaction
Zooplankton grazing of toxic <i>Alexandrium</i> spp. as a mechanism in the control of bloom formation and toxin transfer	Durbin, E.G. et al.	09/15/97-08/31/00	NSF	Management (biological)
Influence of harmful algal blooms on the distribution and ecology of high level marine predators	Kvitek, R.G.	02/01/98-01/31/00	NSF	Interaction
Chemical ecology of cyanobacterial blooms on the tropical reefs of Guam	Paul, V.J.	12/15/97-12/14/00	EPA	Mechanism
Population genetics of brown tide blooms	Stabile, J.E. & I.I. Wirgin	10/01/97-09/30/99	NSF	Physiology
ECOHAB: Florida	Steidinger, K.A. et al.	09/01/97-03/31/99	NOAA. EPA	Mechanism
Ecophysiology studies of <i>Pseudo-nitzschia</i> species	Wells, M.L. et al.	01/01/98-12/31/01	EPA	Mechanism
Trophic effects of two dinoflagellates.	Wikfors, G.H. et al.	01/15/98-07/14/99	NOAA FOP and EPA	Mechanism

표 3.11 미국 우즈홀 해양연구소 주관 적조연구 예산

(단위: US천달러)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
Woods Hole Oceanographic Inst.	589	520	694	673	581
University of Maine	371	315	339	377	215
University of New Hampshire	118	45	115	88	20
University of Mass./Dartmouth	58	46	61	61	29
U.S. Geological Survey	52	82	55	47	38
National Marine Fisheries Service	39	39	39	39	7
Medical Univ. South Carolina	68	49	63	53	50
Bigelow Laboratory	93	77	102	85	59
Dartmouth College	32	32	32	32	32
DFO Canada	0	0	0	0	0
Totals	1,420	1,205	1,500	1,455	1,031

현재 적조연구에 관한 첨단연구는 미국이 거의 주도하고 있는 실정이다. 이러한 부분에 대한 지속적인 투자와 연구실적으로 미루어 볼 때 패독 적조생물의 출현상황은 현장에 나가지 않고도 실험에서 실시간으로 파악하여 조치할 수 있는 날도 머지 않은 것으로 전망된다.

캐나다에서는 미국과 마찬가지로 분자생물학적 방법을 이용한 유독 적조생물 진단 키트 개발 연구 등이 활성화 되어있으며, 이 부분에 있어서는 미국과 마찬가지로 현재 실용화제품을 생산하는 수준까지 발전하였다. 최근 주로 연구되고 있는 사항으로는 미국과 마찬가지로 적조생물의 독성, 생리·생태 등에 관한 연구가 주류를 이루고 있으나, 분자생물학을 이용한 키트개발 이외의 부분에서는 전반적으로 미국의 경우보다는 예산투자액도 적고, 기술수준에 있어서도 다소 낮은 편이다.

③ 유럽

전반적으로 유럽에서는 최근의 연구추세인 분자생물을 이용한 적조생물의 진단과 생리 특성 등에 관한 연구가 연구소와 대학을 중심으로 많이 추진되고 있는 실정이다. 독일과 프랑스에서는 그 이외에 특히, 유독 적조생물의 독소분석과 해독연구에 관한 연구수준이 발달되었고, 이 분야에 대한 연구도 현재 활발히 추진되고 있다.

덴마크에서는 적조생물의 분류에 관한 연구가 발달되어 있으며, 1990년대 초반부터 코펜하겐대학내에 IOC/DANIDA 적조생물 분류에 관한 훈련센터를 설치하여 운영하고 있다. 또한, 코펜하겐 대학내에는 스칸디나비아 culture collection을 운영하여 스칸디나비아에서 주로 출현하고 있는 적조생물 종을 보존하면서 이에 대한 생리·생태연구를 추진하고 있다.

스웨덴에서는 남조류의 분류와 생태에 관한 연구가 발달되어 있으며, 스페인과 포르투갈, 스페인, 이탈리아 등에서는 최근 분자생물을 이용한 적조생물의 생리연구가 활발히 진행되고 있는 실정이며, 대서양과 지중해연안에서 출현하는 종의 생리·생태특성과 *Gymnodinium catenatum* 등과같은 유독종의 발생기작과 적조발생모델에 관한 연구도 활발히 추진되고 있다.

④ 호주 등 기타국

호주에서는 적조생물의 독소에 관한 연구가 가장 활발히 진행되고 있는데 특히, *Microcystin*과 같은 독소를 지니는 담수산 남조류에 대한 연구가 활성화되어 있고, 독소의 성분, 독소로 인한 식음료의 안전성 문제, 독소의 해독방안에 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 호주의 과학자들이 아시아로부터 ballast water에 의해 유입된 것으로 추정하고 있는 패독종, *Gymnodinium catenatum*에 대한 유전적 특성과 휴면포자 등에 관한 연구를 최근 정책적으로 추진하고 있으며, 분자생물학적인 방법을 이용한 유독종의 진단기술연구도 최근 활발히 진행되고 있는 실정이다.

뉴질랜드에서는 인접국인 호주와 마찬가지로 분자생물을 이용한 유독적조생물 진단기술 연구가 부분적으로 추진되고 있으며, 적조발생기작과 적조생물의 특성생리·생태특성에 등에 관한 연구가 많이 추진되고 있다.

최근에는 중동에서도 적조연구가 활발히 진행되고 있다. 중동국가에서의 적조발생은 1987년도에는 바레인 연안에서 *Gymnodinium* 적조, 1999년도에는 쿠웨이트의 페르시아만에서는 *Gymnodinium mikimotoi* 적조가 발생하였다. 최근 페르시아만 연안국가인 쿠웨이트, 사우디아라비아, 오만, 카타르, 이란 등에서는 페르시아만의 환경보존과 적조발생으로 인한 생물폐사를 방지하기 위한 공동협의체(PAMM, Regional Plan of Action on Marine Mortality)를 구성하여 적조발생방지와 적조연구에 대한 연구를 추진하고 있는데, 쿠웨이트의 경우는 1999년도 이후 정부차원의 적조에 대한 예산투자가 증가되어 최근에는 쿠웨이트 과학연구소 해면양식수산부((Kuwait Institute for Scientific Research, Mariculture and Fisheries Department, KISR/MFD)를 중심으로 적조발생환경과 생리·생태에 관한 연구가 수행되고 있다.

제 3 절 문제점 및 특징

가. 적조문제의 일반현황과 특징

① 적조피해의 발생과 경제적 손실

1995년 이후의 우리나라의 적조현상은 광역화(wide spread), 상습화 (frequent outbreaks), 고밀도화 (high density), 유독화(harmful) 및 장기화(persistent)되고 게다가 새로운 종

(novel species)이 적조를 일으키고 있어 사회경제적으로 문제를 일으키고 있으며 특히 1978년부터 유해적조에 의한 피해가 발생하였으며 비교적 큰被害는 우리나라에서는 1978년(Cho, 1979) 및 1981년 (Cho, 1981; 박, 1982)에 일어났으며 당시의 水産被害額은 각각 20億원 내외였다. 이후 1994년 *Gyrodinium* sp. nov. 에 의한 養殖被害가 發生하여 94億원의 水産被害를 일으켰고 급기야 1995년 미증유의 대규모 *Cochlodinium polykrikoides*赤潮가 남해와 동해연안에서 약 2개월간 지속하면서 지금까지 최고액인 764억의 수산피해를 일으켰으며, 1999년도에는 약 3억원의 수산피해를 일으켰으며(김, 1999), 2001년에도 8월 14일 남해안 나로도연안에서 처음 발생하여 남해안은 물론 동해안의 울진군 죽변연안까지 확산하여 약 84억원의 수산피해를 냈다. 한편 작년 7월에 일본의 구마모도현에서 양식 갯방어 등 약 39억엔(8천3백만엔, 우리 돈으로 약 420억원에 이르는 수산피해를 일으켰으며, 또한 칠레와 캐나다에서도 양식생물에 막대한 피해를 일으키고 있는 유해종이다.

이와같이 대부분의 적조현상은 전 세계 연안에서 유해성 적조생물이 어패류를 폐사시키는 등의 직·간접적으로 해양생물과 환경에 나쁜 영향을 미치는 적조피해와, 또 하나는 유독성 플랑크톤이 어패류를 독화 시키고 독화된 어패류를 사람이 먹으면 식중독을 일으키는 건강피해를 상습적으로 일으키고 있다

② 새로운 유해성 플랑크톤과 어패류 식중독 독소의 출현

특히 괄목할 만한 것은 미국에서 발견된 신종으로서 어류를 대량 폐사시키는 *Pfiesteria piscicida*란 종에 관한 보고이다. 이 종은 크기가 5~20 μ m의 소형 종으로서 생활사가 매우 복잡하며 아메바형, 휴면포자형 등으로 형태변이를 하고 영양식성은 타가영양이다. 한편 일본에서도 최근에는 *Heterowcapsa circularisquama* 라는 새로운 적조생물로 인하여 히로시마만 등에서 굴 폐사가 대량으로 발생하고 있다. 이외에는 1988년 스웨덴, 노르웨이, 미국, 1998년 홍콩, 1999년 캐나다 등 세계 각국에서 서로 다른 유해성 적조생물종이 대규모의 수산피해를 일으키고 있으며 페르시아만의 쿠웨이트 연안에서도 *Gymnodinium*적조에 의해 양식 피해가 1999년도에 발생하였다.

③ 유해 적조 상습발생해역과 연안어장의 공존성

우리나라는 물론 전 세계 연안해역에서 유해적조가 거의 매년 상습적으로 발생하고 있는 해역은 양식장으로 이용하고 있는 어장이라는 점이다. 바꿔 말하면 유해적조가 발생하는 해역이 양식생산을 대부분을 책임지고 있는 생산활동이 왕성한 해역이다. 예를 들면 우리나라의 남해안은 옛부터 서부역에 해조류 양식이 동부역에는 패류 또는 어류양식산업이 발달되어 있다. 이웃 일본에서도 세토내해, 오무라만 등 생산성이 높은 해역에서 적조가 상습적으로 발생하고 있으며 미국에서도 캘리포니아 연안, 멕시코만, 동부의 메인주 등 사람과 수산생물의 이용도가 높은 해역에서 주로 발생하고 있다. 따라서 연안어장의 생산성이 저하되어 지속적인 생산성의 확보가 어려워지고 있다.

④ 유해 적조 사전예측과 방제기술개발의 어려움

적조로 인한 경제적인 피해를 최소화하기 위해서는 신속하게 적조발생을 예보하고 피해를 최소화 할수 있는 산업적 이용기술을 개발해야 한다. 그러나 최근의 유해적조현상은 발생 조건이 복잡하고 다양하여 적조발생을 사전에 예측하기는 매우 어렵다. 게다가 실시간으로 적조발생을 사전에 예측 할 수 있는 기법을 개발하기가 매우 어렵다. 유럽과 미국 및 일본 등에서는 적조 또는 식중독발생을 사전에 예보하기 위한 기술을 개발하기 위하여 많은 노력을 했으나 아직까지 실용화할만한 기술을 개발하지 못하고 있다.

한편 국내에서는 유해적조 발생했을 때 황토를 살포하여 상당한 수산피해방지효과를 얻고 있으며 중국에서도 2000년도에 교주만에서 황토의 일종인 점토를 살포하여 적조 방제효과를 인정하였고 미국과 캐나다 등에서도 상당히 높은 관심을 보이고 있다. 다행히 황토는 화학물질 중에서 해양생태계에 미치는 독성영향이 상대적으로 적은 가장 친환경적이고 친인간적인 물질로 평가를 받고 있으나 과도한 황토살포는 천해 생태계에 다소나마 영향을 미칠수도 있기 때문에 주의가 필요하고 황토의 지속적인 양을 확보하는 일도 해결해야 할 문제이다.

이외에 천적, 생물효소, 식물 추출물질을 이용한 생물학적인 적조방제기술을 개발하기 위하여 미국, 일본, 유럽 등 세계의 많은 과학자들이 노력하고 있으나 실용화에 필요한 대량생산성과 경제성 문제를 해결하지 못하고 있다.

⑤ 적조 및 유독종의 이동과 전파

최근에는 해상활동이 활발하여 각종 선박의 입출항시 Ballast water(선박 안정용 해수)에 의해 유해성 플랑크톤이 국제적으로 전파되고 이동됨으로 인하여 국제적인 문제를 일으키고 있다. 이와 같은 사유로 인하여 구미 선진국 뿐만 아니라 아시아 태평양 국가에서도 유독성 플랑크톤의 분포 및 이동확산 연구에 많은 관심을 기울이고 있다. 미국의 Scholin박사 등은 *Alexandrium* group의 DNA 분자 구조에 관한 특성으로서 각국에서 수집한 48개 Strains으로 이들의 분포 상황을 연구한 결과 종의 지역적 상관성을 찾아냈다. 예를 들면 일본의 *Alexandrium catenella* 종이 최근에 호주로 이동되었다는 것이다. 이와 같이 적조생물이 이동 확산되므로써 외국의 유해종이 국내에 유입될 우려가 커지고 있다.

이상과 같이 적조현상으로 인한 수산생물 피해가 격년 증가하고 있다. 게다가 최근에 유해적조의 출현빈도가 증가하고 적조발생해역이 광역화되므로써 수산피해도 거의 전연안에서 수시로 발생하여 지역경제에 심한 타격을 주고 있다. 게다가 유해적조의 직간접적 피해 영향을 받고있는 대상해역들은 생산성이 높고, 시공간적으로 다양하게 이용하고 있는 연안해역들이어서 유해적조가 경제적으로 뿐만아니라 인간활동을 위축시키는 악재로서 작용하고 있다. 그러나 유해적조의 이동확산성, 발생 예측 어려움, 해저 잠복성, 새로운 유해종의 출현, 시공간적 대규모 발전성, 적극적 대처수단의 미개발 등으로 인하여 문제해결에 큰 어려움을 겪고 있다

나. 문제점 및 대책

① 인력 및 예산분야

현재 우리나라의 순수 적조관련 전문가 수는 50여명 정도인데, 이러한 적조연구인력의 적정성 여부는 학문적 필요성, 정책적 요구성, 사회적 관심사, 정부의 투자예산 등에 따라 달라질 수 있으므로 간단히 평가하기 어렵다. 그러나, 1995년 이후 2002년 현재까지 적조관련분야를 전공한 석, 박사의 수가 총 30명으로써 연간 3~4명에 불과해, 적조감시와 적조방제를 위해 매년 투입되는 정부차원의 예산과 인력을 고려할 때 적조연구인력은 매우 적은 숫자로 판단된다. 특히, 이러한 정부차원의 수산피해의 예방대책을 위해서는 근본적으로 연안오염의 저감을 위한 정책개발이 요구되고, 또한 과학적인 근거와 학문적 배경 위에서 이러한 적조정책을 수립하기 위해서는 이 분야에 대한 연구의 활성화가 우선되어야 하기 때문이다.

적조연구가 활성화되고, 적조관련 첨단기술을 많이 보유하고 있는 미국과 캐나다, 유럽, 일본의 경우는 물론이고, 최근 적조연구가 활성화되고 있는 중국의 적조 전문인력도 우리의 4배 이상이라는 사실을 감안할 때 우리의 현실은 매우 열악한 실정이다. 따라서, 앞으로 적조연구를 위한 정부차원의 적극적인 인력양성이 요구된다.

또한, 적조연구비에 있어서도 적조연구가 활발히 진행된 1996~2000년도에도 연간 10억 원 미만이었고 그나마 2001년부터는 순수 적조연구비가 연간 5~6억원 정도로 감소되고 있는 실정이다. 이러한 액수는 선진국인 미국의 5% 수준도 되지 않으며, 중국의 1/4 수준에도 미치지 못하는 적은 액수이다. 따라서, 적조문제의 해결을 위해서는 일차적으로 적조연구비의 증액이 절실히 요구된다. 적조연구비의 증액은 대학과 연구기관 등에서 다양한 적조연구를 수행할 수 있게 되고, 이러한 과정에서 관심있는 학생이 참여함으로써 자연스럽게 인력이 양성되는 현실을 고려할 때, 결국 적조연구비의 증액은 적조연구의 활성화와 더불어 적조연구인력을 양성하는 효과를 얻게 될 수 있을 것이다.

② 연구개발 분야

'90년대에는 연간 논문게재편수가 1~5편 정도로 매우 적었으나, 2000년도부터는 국내 학술지에 게재된 논문이 연간 10~16편, SCI 게재논문이 연간 1~6편으로써 이때부터 연구논문수가 증가된 것으로 나타났다. 그러나, '96년 이후 적조연구에 참여한 연구인력을 고려해 할 때는 연간 1인당 0.5편 내외로써 외국과 비교할 때 저조한 편이었고 특히, SCI 논문게재 실적에 있어서는 매우 낮은 것으로 나타났다. 특정 연구원으로 제한되는 경우도 많았고, 앞으로 연구실적의 향상을 위한 연구원 자신의 노력도 더욱 필요한 것으로 여겨진다.

최근 7년간 우리나라의 학계, 연구소, 민간에서는 등록된 특허는 46건으로써 미국의 41건보다 오히려 많은 것으로 나타났다(표 3.12).

표 3.12 한국과 미국의 특허건수(1996~2002)

연도	한국		미국
	특허	실용신안	특허
1996	3	0	3
1997	4	1	4
1998	13	1	1
1999	13	2	8
2000	8	0	6
2001	3	4	9
2002	2	1	10
계	46	9	41

그러나, 내용상으로 보면 우리나라의 특허가 대부분 적조방제와 관련된 것이며, 미국에서와 같은 분석방법에 관한 특허는 없는 것으로 나타났다. 특히, 적조생물의 독성이나 유용물질과 관련한 분석방법은 엄청난 고부가가치 산업임으로 앞으로 이 분야에 대한 연구를 강화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

'90년대 이후에 추진된 연구분야는 적조발생기작, 일반 생리·생태, 적조방제기술 등에 관한 연구와 분자생물과 관련한 적조생물의 생리특성 연구 등으로 다양화 되었다. 그러나, 식품위생과 관련한 적조생물의 폐독연구와 최근 외국에서 집중적으로 추진되고 있는 유독성 적조생물의 진단기술연구, 광학을 이용한 원격탐색 등과 관련한 연구는 논문의 수와 성과 면에서 매우 열악한 것으로 분석되었다.

특히, 패류수출을 많이 하고 있는 우리나라의 경우 폐독과 관련한 연구를 활성화할 필요가 있다. 그러나 현재 국립수산물과학원에서 추진하고 있는 마비성, 설사성, 기억상실성 패류독의 분석과 모니터링기술은 정착되었으나 적조생물 독소의 어패류전이과정이나, 새로운 독소의 구명, 호주와 북미 등에서 주로 연구되고 있는 해독기술 등에 관한 연구는 거의 이루어지고 있지 않아 앞으로 이부분에 대한 연구를 강화해야할 필요가 있다.

또한, 유독 적조생물의 현장 진단시약인 키트개발에 관한 연구를 추진하고는 있으나, 그 연구기간과 기술력에 있어서는 미국, 캐나다 등과 비교할 때 초보적인 수준이다. 현재까지는 패류독의 독력측정에 있어 국제적으로 흰쥐시험(mouse test) 방법을 채택하고 있으나, 이와 같은 폐독 및 유독적조생물 진단시약이 상품화되고 사용이 일반화되게 되면 결국, 국제회의 때마다 미국과 캐나다, 유럽국가를 중심으로 끈질기게 제안하고 kit 사용에 의한 유독적조 진단방법으로 변경될 수밖에 없을 것으로 생각된다. 이 경우 이러한 제품의 수입이 불가피하고 결국, 이분야에 대한 기술과 경제적 예측은 불가피할 것으로 전망된다. 따라서, 우리나라의 유독적조생물을 진단할 수 있는 kit 개발연구에 대한 집중적인 연구가 필요하

고 또한, 이분야의 발전은 관련학문을 발전시키는 시너지효과도 기대할 수 있으므로 앞으로 이에 대한 투자와 연구활성화를 위한 대책이 절실히 요구된다.

최근 우리나라에서 사회문제화 되고 있는 *Cochlodinium* 적조발생 문제를 해결하기 위해서는 해양학(물리, 화학, 생물), 생물학(미생물학, 분자생물), 수산학 등과 연계한 학제간 공동연구가 필요하다. 외국에서는 이와 같은 학제간 연구가 활성화되고 있는데 Woods Hole 해양연구소에서 1997-2002까지 추진하고 있는 project(연구책임자 : D.M. Anderson, 5백만불/5년)에 대학과 연구소 등의 관련분야 전문가가 대거 참여하고 있다. 가령, 적조발생 광역탐색연구에서 있어서는 적조생물학자, 광학자(Optics), 수치물리학자, 위성자료 분석학자 등이 서로 연계하여 추진하고, 적조진단 키트개발과 DNA 조작기술 분야에 있어서는 적조생물학, 생화학자, 세포생리연구자 등이 서로 연계하여 문제해결을 위해 연구를 추진하고 있고, 예측모델개발 연구에 있어서는 적조생물학자, 수치모델학자, 해류학자, 광학전문가, 환경공학자 등이 서로 연구팀에 가입하여 공동연구를 추진하는 것이 일반화되어 있다. 그러나, 우리나라에서는 과제추진 시 이러한 학제간 연구가 미흡한 실정이다. 예를 들어 유해적조의 발생기작연구시에는 연구에 필요한 최소분야인 원격탐사, 해양물리, 해양화학, 해양지질, 환경공학, 수산학의 전문가가 연구팀으로 구성되어야 하나, 현실적으로 이러한 부분이 취약함으로써 문제해결을 위한 종합적인 접근방식과 해석상의 한계를 보이고 있는 경우가 많다. 더우기, 분야별 전문가가 선진국에 비해 많지 않고, 첨단분야에 있어서는 그 정도가 더욱 심한 우리나라에서는 적조연구의 효율성을 향상시키기 위해 학제간 연구의 필요성이 더욱 절실한 실정이다. 따라서, 앞으로 관련전문가를 서로 연계할 수 있는 조직체 등의 구성이 필요하다.

제 4 절 적조문제해결 앙케이트 조사결과

국내에서 적조전문가 또는 적조관련업계에 종사하는 사람을 대상으로 적조에 대한 인식과 적조문제해결을 위해 앞으로 개선되어야 할 사항, 향후 중점적으로 추진되어야 할 연구방향 등에 관한 견해를 알아보려고 설문조사를 실시하였다.

설문조사 방법은 직능별로 다양한 견해를 수집하기 위하여 적조연구를 담당하는 대학(10명), 연구소(34명) 및 적조업무를 담당하는 수산기술관리소(39명), 적조관련 행정을 담당하는 자치단체공무원(14명), 양식어업인(35) 총 132명을 대상으로 하였다. 질의내용은 적조의 발생과 피해방지 및 향후 개선대책에 관한 일반공통사항 26문항과 적조연구업무에 종사하는 대학과 연구소만을 대상으로 조사한 12문항 등 총 38문항이었고, 조사결과는 다음과 같다.

① 공통사항

(적조발생에 대한 인식)

유해적조의 심각성에 대해서는 응답자의 93%가 우리나라의 유해적조가 심각한 문제로 생각

하고 있었으며, 이러한 문제해결을 위해서 어떠한 대책마련이 필요한 것으로 생각하였다.

또한, 이러한 적조가 발생하는 원인은 해상의 자가오염이나 해양투기에 의한 것보다는 대부분 육상오염물질(77%)에 의해 발생하는 것으로 응답하였다.

적조피해가 발생하는 원인은 적조방제활동의 미흡에 의한 것(3~5%) 보다는 고밀도 양식과 양식장 환경관리의 미흡(27~50%)이나, 어업인들의 부적절한 대응조치(28~44%) 또는 첨단연구의 부족과 대응전략상의 문제(16~28%) 때문으로 생각하였다.

(적조예찰 및 예보)

현행 수산기술관리소에서 담당하고 있는 적조감시활동의 대처방식에 대한의견은 전반적으로 대처를 잘하고 있다는 의견(20%)보다는, 부분적으로 보완해야 할 사항이 있다는 의견이 많았으며(64%), 적조감시활동의 원활한 수행을 위해 시급히 개선해야 할 상황으로는 적조예찰선 등과 같은 기동성확보 필요성에 대한의견(50%), 예찰활동을 위한 전문인력확보와 적조담당자 교육문제(31%) 순인 것으로 나타났다.

수산과학원의 적조예보업무에 대해서는 전반적으로 비교적 원만히 운영되고 있으나 일부, 개선·보완해야 할 사항이 있다고 응답한 의견이 72%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 적조예보업무에 있어 개선되어야 할 사항으로는 감시주체나 조직체계의 개선(42%), 예찰기술연구의 개선(22%), 예찰과 감시방법에 대한 개선(18%) 순이었다. 또한, 수산과학원의 적조예보 수준에 대해서는 비교적 양호하다는 의견(47%)과 예보수준의 향상을 위해 많은 연구가 필요하다는 의견(49%)이 비슷한 것으로 나타났다. 예보수준의 향상을 위해 가장 중점적으로 추진되어야 할 사항으로는 조기예측기술 부분(46%), 이동방향 예측부분(25%), 광역탐색기술(22%) 순으로 나타났다. 수산과학원의 적조통보(인터넷, ARS, fax) 사항에 대해서는 유익하다는 의견이 77%로써 대체로 만족하고 있는 것으로 나타났다.

(적조방제와 대책)

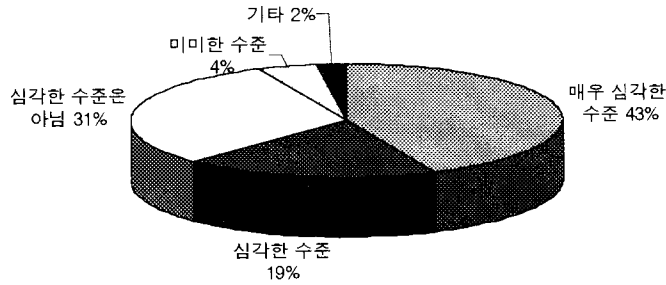
사치단체의 적조방제 대처방식에 대한 견해는 전반적으로 잘되고 있으나 부분적으로 보완해야 할 사항이 있다는 의견이 많았으며(73%), 개선해야 할 사항으로는 적조방제선의 확보(38%)와 적조방제주체의 변경(27%), 적조방제담당 인력의 부족(26%) 순이었다. 또한, 적조행정업무 수행상의 장애요인으로는 적조관련 제도와 규정의 미비와 까다로운 규정과 제도라는 의견이 많은 것으로(54%) 나타났다.

적조문제의 해결을 위한 장, 단기대책으로는 오폐수 처리장과 같은 기초환경시설의 확충(39~45%)과 오염물질의 규제와 관련한 법과 제도의 정비(19~26%), 적조관련 연구의 강화(13~18), 적조예찰·예보 및 방제활동의 강화(6~21%)라는 의견이 많았다.

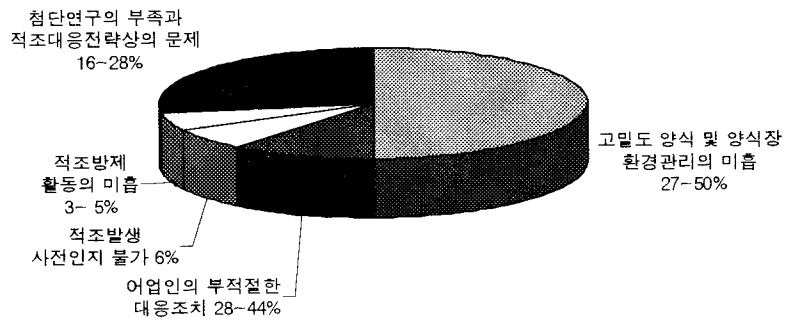
(기 타)

현행 적조피해보상액의 수준은 어업인을 제외하고는 대부분 너무 많거나(26%), 적당하다(25%)는 의견이 많았다. 일본에서 시행하고 있는 보험성격의 어업공제조합의 도입에는 대부분 찬성(97%)하는 것으로 나타났으며, 어업인들 조차도 대부분 공감하는 것으로 나타났다.

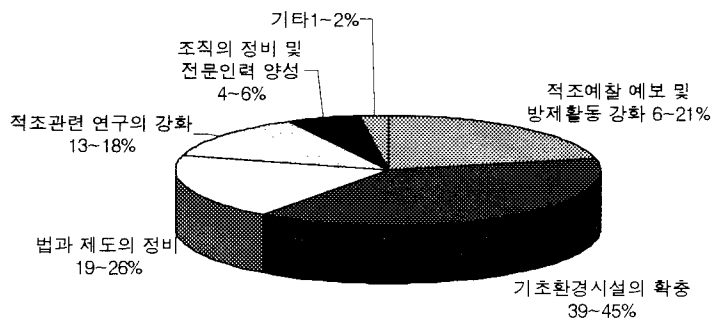
유해성 적조의 심각성



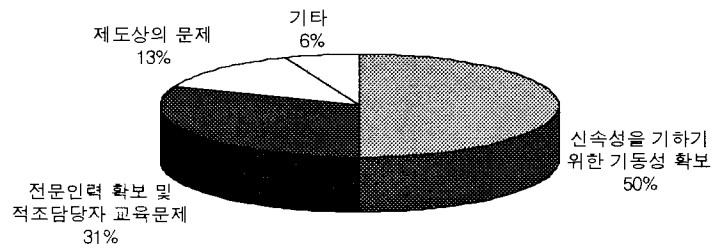
적조피해가 발생하는 가장 큰 원인



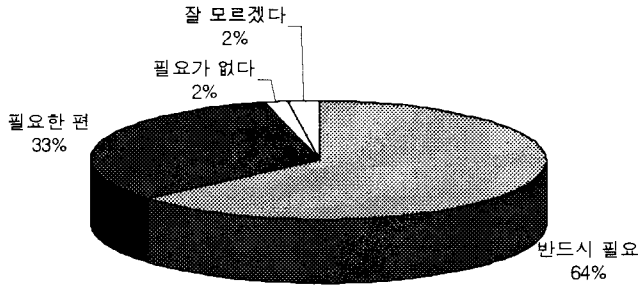
적조문제의 해결을 위한 장 단기적인 대책



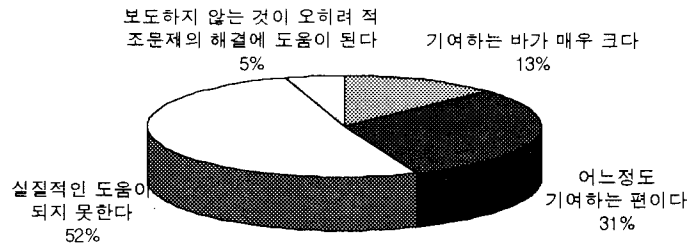
적조예찰 감시활동의 원활한 수행을 위해 가장 시급히 개선해야 할 사항



어업공제조합 도입의 필요성



언론기관의 보도가 적조문제 해결에 기여정도



또한, 적조관련 업무 종사자와 전문가 집단으로 구성된 단일협의체의 구성의 필요성에 대해서도 대부분 공감하는 것으로(93%) 나타났다. 유해적조발생시 언론기관의 보도가 적조문제 해결에 기여하는 정도는 실질적으로 도움이 되지 못한다는 의견이(53%), 어느정도 기여한다는 의견(31%)보다 많은 것으로 나타났다.

② 연구분야

우리나라의 적조연구수준에 대한 견해는 미국, 일본, 유럽 등의 선진국보다 낮다는 의견이 (66%) 가장 많았고, 우리나라 적조연구의 수준이 선진국보다 미흡한 원인에 대해서는 적조연구예산의 부족(40%)과 전문인력의 부족(38%)이라는 의견이 많았다. 적조문제의 해결을 위해 적조연구비로 투자되어야 할 연간예산액에 대한 질의에는 20~100억원(56%), 5~20억원(32%) 순이었다. 연구비를 제외한 상태에서 우리나라 적조연구의 활성화를 위해 필요한 사항으로는 적조연구인력의 양성과 증원(39%), 적조연구분야에 대한 행정지원(중복성 검토 완화 등) 강화(29%), 사회적 분위기의 고취(26%)를 지적하였다.

우리나라가 선진국보다 수준이 높거나 대등한 분야로는 적조예찰 및 감시(37%), 적조방제(29%) 분야를 들었으며, 수준이 가장 낮은 분야는 적조생물의 독성과 분자생물 분야(42%), 적조발생기작과 생리생태 연구분야(36%)라고 응답하였다.

적조분야의 경쟁력 강화를 위해 가장 중점적으로 추진해야 할 분야는 적조생물의 독성과 분자생물 분야(31%), 적조발생기작과 생리생태 연구분야(25%)라는 응답이 많았다.

적조예찰 및 감시연구분야 중 가장 우선적으로 추진해야할 과제로는 적조생물의 특성을 이용한 적조발생 예측기술(40%), 원격탐사를 이용한 감시기술(21%), 고정부이 등을 이용한 연구(21%) 순이었다.

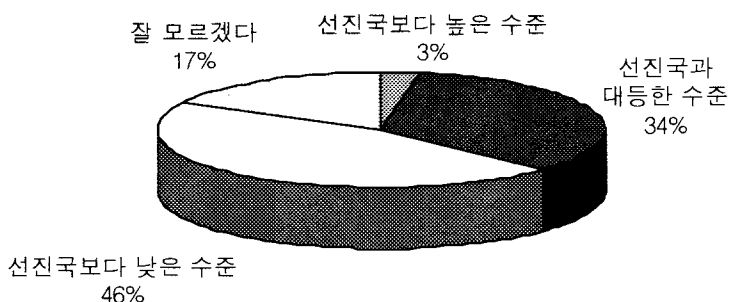
적조발생기작과 생리생태연구분야 중 가장 우선적으로 추진되어야 할 분야로는 적조생물의 성장 생리 및 생태연구(36%), 적조발생환경연구(33%), 적조생물 기원 및 휴면포자연구(22%) 순이었으며, 적조의 이동, 확산 연구분야에서는 표류부이를 이용한 연안해류의 이동연구(37%), 적조다발 해역에 대한 해양물리학적 특성연구(34%)가 가장 우선적으로 연구가 추진되어야 하는 것으로 응답하였다.

적조생물 독성과 분자생물 연구분야에서는 적조생물의 탐색기법연구(31%), 신물질 개발 연구(29%), 수산생물 치사기작연구(23%) 가 우선적으로 연구되어야 한다고 응답하였다.

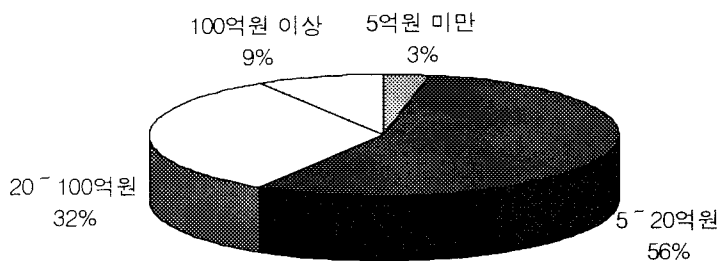
적조방제 연구분야에서 가장 우선적으로 추진되어야 할 부분은 적조방제용 대체물질개발(38%), 적조방제장치개발(27%), 적조방제물질이 생태계에 미치는 영향연구(24%)라고 응답하였다.

설문조사는 종합기획연구과제 개발을 위한 Task Force Team의 활동과 금후의 적조문제 해결을 위한 국가종합연구 우선수행과제의 선정, 투자우선 순위와 규모의 선정 등의 과학 기술 정책 기초자료로 활용하는 것이 근본적인 목적이었다.

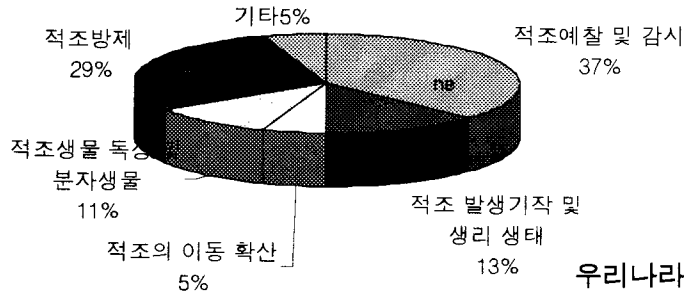
우리나라의 적조연구수준



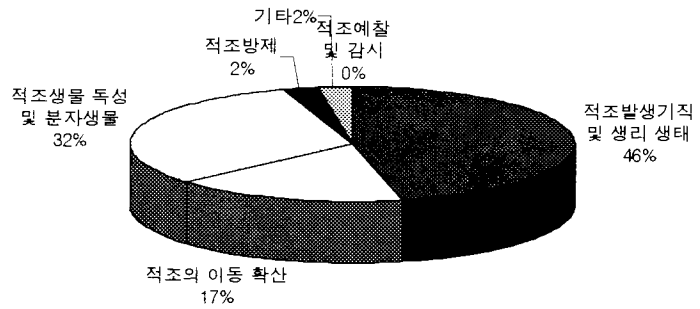
적정한 연간 적조연구비



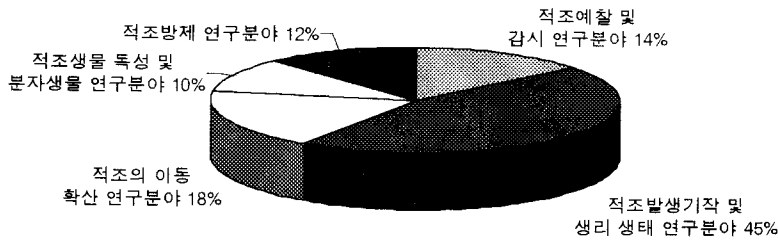
우리나라가 적조연구내용 중
선진국보다 높거나 대등한 분야



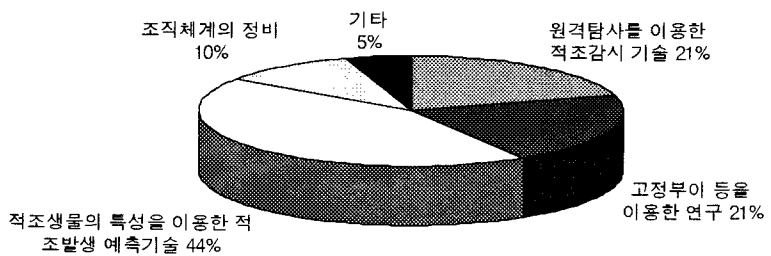
우리나라가 적조연구내용 중
선진국보다 가장 낮은 분야



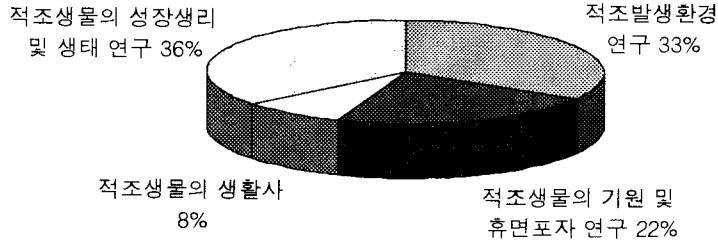
적조분야 경쟁력 강화를 위해
가장 중점적으로 추진해야 할 분야



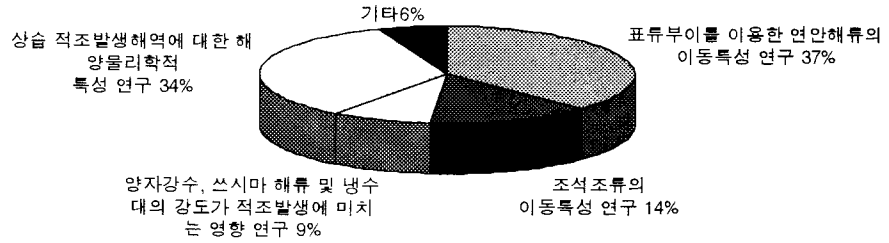
적조예찰 및 감시 연구분야 중점추진과제



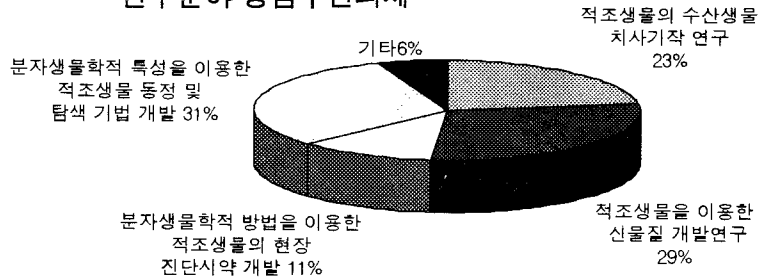
적조발생기작 및 생리 생태 연구분야 중점추진과제



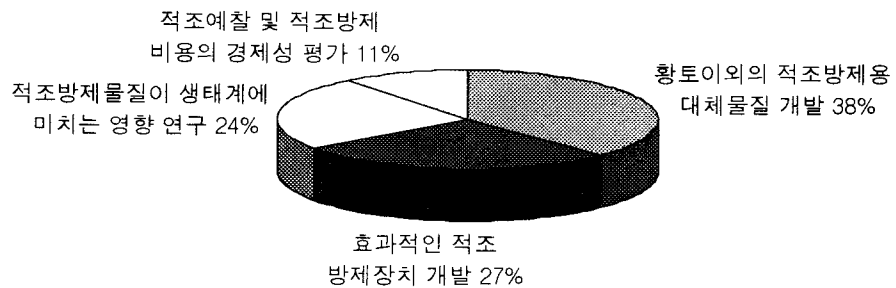
적조의 이동 확산 연구분야 중점추진과제



적조생물 독성 및 분자생물 연구분야 중점추진과제



적조방제 연구분야 중점추진과제



여 백

제 4 장 국가 적조연구 및 기술개발 방향

적조문제를 해결하기 위한 국가종합 연구와 기술개발목표는 그 특성에 따라서 핵심연구와 기술개발 과제를; i) 적조발생원인 규명에 관한 연구, ii) 적조발생 조기에측과 이동·확산예보, iii) 적조생물의 유해성과 폐사 원인 규명에 관한 연구, iv) 적조발생방지과 방제기술개발에 관한 연구, v) 적조생물의 산업적 이용에 관한 연구로 나눌수 있다. 따라서 각각의 핵심연구기술개발 과제별로 핵심기술의 개요와 국내 기술 수준, 연구영역과 핵심기술 개발 방향, 연구와 기술개발 전략, 및 투자계획에 관해서 작성하였다.

제 1 절 적조발생원인 규명에 관한 연구

가. 핵심기술의 개요와 국내 기술 수준

적조현상에 관한 연구는 1967년부터 학문적 연구가 추진되었으나 1970~80년대까지는 주로 적조생물의 분류와 발생 환경에 관한 연구가 주류를 이루었다. 그러나 적조현상이 1980년대 중반부터 남해연안해역에서 상습적으로 발생하고 수산피해를 일으킴으로서 적조현상이 왜 일어나는가에 대한 연구가 시작되었다. 즉 적조발생해역의 물리, 화학적 및 생물학적 환경요인들의 변화와 적조발생과의 상관성을 규명하기 위한 연구가 국립수산진흥원(현재는 국립수산과학원)과 한국해양연구소(현재는 한국해양연구원) 그리고 일부 대학에서 이루어졌다. 1990년대부터는 적조생물의 환경생리, 이동확산, 적조방제 기술개발, 첨단 원격탐사 기술의 활용, 및 적조예보와 제어 기술을 개발하기 위한 연구가 추진되었으나, 서로 간에 연계성이 미약한 상태에서 산발적으로 수행되었다.

그간의 국내의 주요 연구과제를 보면, 한국연안의 적조조사연구, 부영양화 및 적조현상 규명에 관한 연구, 진해만의 적조 및 오염모니터링 시스템 개발을 위한 연구, 적조현상의 변천과 대책에 관한 연구, 해양환경적 특성과 적조생물의 변동상황 연구, 원격탐사 및 화상정보망을 이용한 적조생물의 원격분석 연구, 전 연안역 적조발생 상황 모니터링, 예보 및 신속 전송 시스템 구축, 적조생물군집의 시공간적 변동과 이화학적 환경요인과의 관계, 적조생물의 생태적 특성 및 분류에 관한 연구, 적조생물에 대한 lectin의 특이적 반응에 관한 연구가 추진되었으며 1995년 이후부터는 매년 양식생물에 막대한 피해를 일으키는 외편모조류인 *Cochlodinium polykrikoides*종에 대한 연구가 중점적으로 이루어졌으며 1999년도에 이 종의 적조발생기구에 대한 연구결과를 보고하였다. 동 연구결과에 의하면 *C. polykrikoides* 적조는 쿠로시오 지류인 대마난류의 영향을 먼저 받아 수온약층이 가장 먼

저 소멸되어 표·저층간의 수온이 균일하므로 적조생물의 증식이 빨리 일어나는 전남의 나로도 주변의 붓돌 바다 해역에서 가장 먼저 발생하는 현상을 보고하였다.

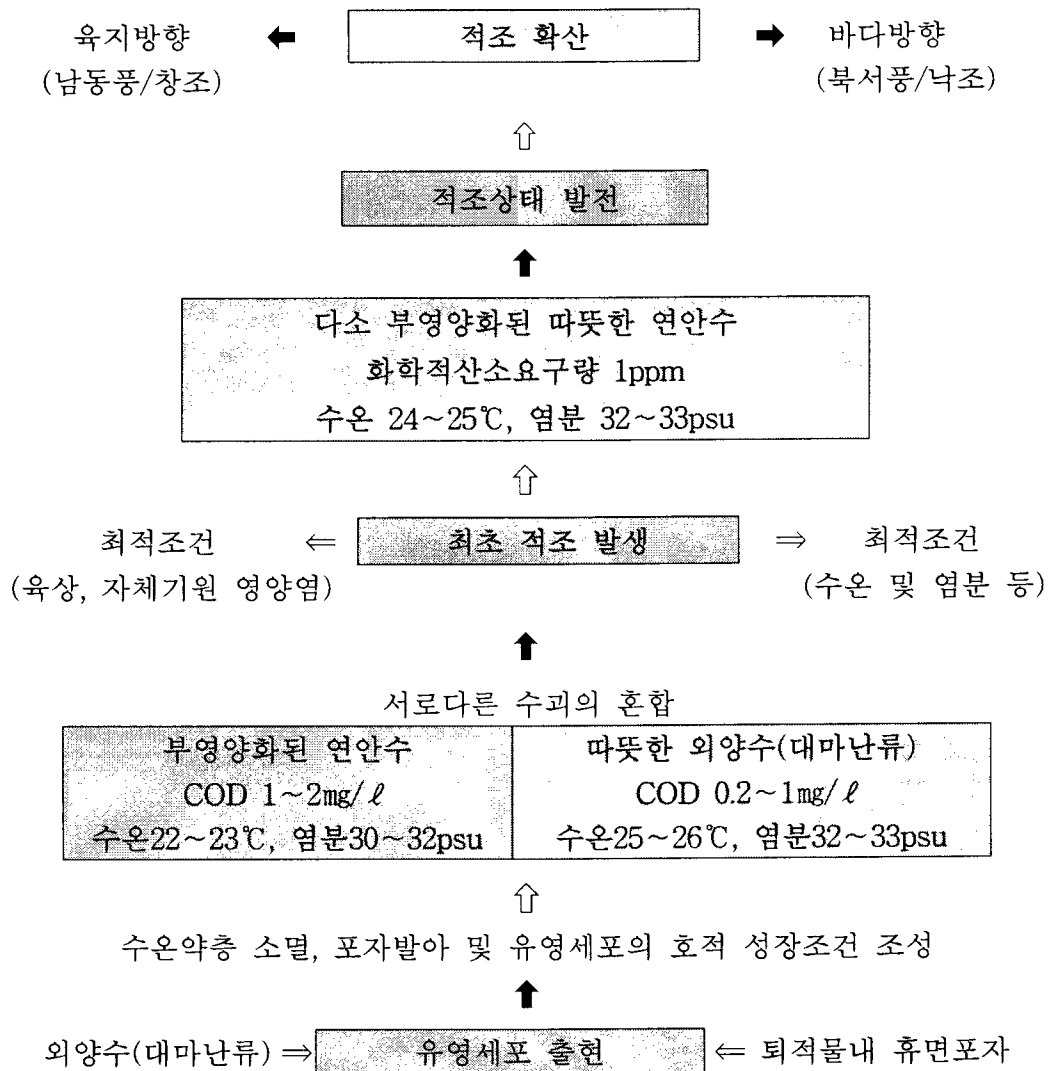


그림 4.1 한국연안의 유해성 코클로디니움 적조발생 모식도

이외에 이종의 적조발생에 영향을 미치는 기후변화에 관한 연구는 국내에서는 태풍통과 후의 강우량변화에 의한 적조생물의 우점종 변화에 관한 기초 연구결과가 2002년도에 보고되었으나 아직까지 기후변화가 적조 발생에 미치는 영향에 대해서는 연구가 미흡하다. 국외에서도 엘니뇨 현상이 적조발생과 일부 상관성이 있다는 연구보고가 있으나 전체적으로 미흡한 실정이다.

한편, 이종은 최근에 일본과 중국 등의 아시아 국가들의 연안해역은 물론 캐나다, 유럽 등의 연안해역에서도 적조를 일으키고 있으나 아직까지 이종의 적조발생원인과 이동·확산 등에 관해서는 우리나라의 연구수준보다 낮다. 따라서 국내 연안역에서 매년 광역적으

로 장기간 동안 발생하여 환경과 수산피해를 야기하는 *C. polykrikoides* 적조발생 원인규명에 관한 연구 핵심기술의 국내 기술 수준은 세계적으로 상당히 앞선 상태이다.

나. 핵심 기술 연구방향과 기술개발 전략

적조발생원인을 규명하기 위해서는 연구대상이 되는 적조생물의 생리생태학적인 특성을 규명하고 이 종의 환경요인과의 관계, 즉 물리·화학·생물학적인 환경요인들이 증식에 미치는 영향을 규명해야 한다. 이와 같은 적조원인생물의 환경생리를 규명하기 위한 실험은 실내(*in vivo*)에서는 물론 현장(*in situ*)에서도 실험을 실시하고 지금까지의 연구결과는 적극적으로 활용하여 중복되지 않도록 연구과제를 선정해야 한다. 아울러 주요 적조생물의 휴면포자에 관한 사항, 그리고 최근에 적조발생에 영향을 미치는 것으로 알려진 기후변화와 같은 현상도 연구해야 한다. 현재까지의 연구결과를 토대로 가장 우선적으로 추진해야 할 연구과제는;

- 1) *C. polykrikoides* 적조생물의 호적환경요인과 증식속도 규명,
- 2) *C. polykrikoides* 휴면포자의 존재 여부와 해저 퇴적물 중의 휴면포자의 분포량
- 3) 태풍, 기후변화와 *C. polykrikoides* 적조발생과의 상관성 규명
- 4) 유해 적조생물군집에 관여하는 해양생태와 물리학적 특성 연구
- 5) 적조생물의 분포와 밀도탐색에 필요한 원격탐사 정보 분석을 위한 광학적인 연구
- 6) 분자생물학적 방법을 이용한 적조생물의 분류 진단 및 인식시스템에 관한 연구
- 7) 적조생물 종간의 상호 작용과 천이기구에 관한 연구

이들 과제들의 세부 연구과제들의 개발전략으로;

1) *C. polykrikoides* 적조생물의 호적환경요인과 증식속도 규명

우리나라 연안에서 적조현상을 일으키는 해양 플랑크톤의 종류수는 약 40여종이고 혼합 적조까지 포함시킬 때 약 70여종에 이른다. 그러나 우선적으로는 발생규모와 환경 및 해양생물에 미치는 피해규모측면에서 현재 가장 심각한 유해성 적조생물인 *C. polykrikoides*종에 대한 환경생리연구를 우선적으로 추진해야 한다.

가) *C. polykrikoides*종의 생리생태와 행동상태 (behaviour)

- i) *C. polykrikoides* 생활사
- ii) *C. polykrikoides* 종의 무기태 및 유기태 영양염류의 흡수와 동화 기작
- iii) *C. polykrikoides* 호적환경요인과 증식곡선
- iv) 해양 미생물이 *C. polykrikoides* 종의 적조발생과 변화에 미치는 영향

나) 분포와 수직이동에 영향을 미치는 해양환경요인과 영향정도

- i) 이화학적 환경요인의 적조생물 분포와 밀도에 미치는 영향
- ii) *C. polykrikoides*종의 광선, 일조량 및 탁도 등 변화에 대한 수직 이동

2) *C. polykrikoides* 휴면포자의 존재와 해저 퇴적물중의 분포량 파악

해양 플랑크톤은 보통 크기가 20~100 μ m 내외로서 해양에서 부유생활을 하고 있으며 광합성을 하는 색소와 이동에 쓰이는 편모 등을 갖고 있다. 특히 이들 식물성 플랑크톤 중에서 편모를 갖고 빙글빙글 돌면서 유영하는 와편모조류는 전 세계연안에서 가장 많이 그리고 빈번하게 적조현상을 일으키고 있다. 그런데 최근 이들 와편모조류 중에서 어류폐사를 일으키는 유독성 적조생물인 *Cochlodinium* sp.나 패독현상을 일으키는 *Alexandrium tamarense*같은 종이 휴면포자(resting cyst)를 형성하는 사실이 알려짐으로서 이에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

Steidinger와 Wall(1975)은 포자형성이 적조발생과 관련이 깊으며 이론적으로 포자는 적조를 일으키는 종자자원(seed population)이며, 포자를 형성함으로써 매우 나쁜 환경조건을 극복할 수 있고, 종을 여러 곳으로 확산시킬 수 있으며 유성생식이 가능함으로써 종의 유전적인 재조합 수단이 된다고 보고하였다. 그리고 Anderson(1984)은 휴면포자는 독소의 직접적인 생산자이며 포자형성은 적조퇴기에서 가장 중요한 요인이라고 보고하였다. 이와 같은 휴면포자의 기능을 요약하면;

- 해저퇴적물중의 저질기질에서 겨울을 보내기 때문에 같은 지역에서 다음해에 적조생물의 새로운 생물군집을 이룰수 있다.
- 휴면포자는 일정기간을 휴면상태로 지낸 다음에 발아하기 때문에 생물군집을 재형성할 수 있는 기능을 갖고 있다.
- 휴면포자는 포식과 기타 외부피해로부터 저항이 강하여 종의 분산과 이동을 돕는다.
- 휴면포자는 수개월 또는 수년을 지낸다.
- 같은 시기에 같은 지역에서 같은 종에 의한 적조를 일으킨다.

따라서 미국, 일본, 영국, 노르웨이, 캐나다 등의 선진국에서는 적조발생과 패독원인을 구명하기 위해서 와편모조 포자의 분포, 생리, 독성과 이들의 생태에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 우리나라에서는 국립수산과학원에서 1988년부터 이들 포자에 관한 연구를 수행하고 있으나 기초단계에 머물러 있다. 따라서 휴면포자를 형성하는 와편모조류가 앞으로 적조발생 우점종으로 출현하는 빈도가 높아질 것으로 예상되므로 휴면포자에 관한 연구를 강화해야 한다. 현재까지의 연구결과를 토대로 가장 우선적으로 추진해야 할 연구과제는;

가) 휴면포자의 형성과 발아에 관한 연구

와편모조류의 포자는 환경조건이 나쁠 때 형성되는데 유성생식의 결과로 생기는 휴면포자(resting cyst)와 유영세포가 일시적으로 휴면상태를 나타내는 가면포자(temporary cyst)로 나누는데 포자는 둘 다 포함한 의미이다. 이미 휴면포자가 발아하여 적조현상을 일으키는데 관련이 있다는 “포자발아에 의한 적조발생” 가설이 Steidinger(1975)와 Wall(1975)에 의해서 각각 보고되고 Prakash (1967)는 매년 적조가 같은 해역에서 같은 시기에 발생하는 점을 설명하면서 휴면포자가 관련하는 적조 초기발생가설을 진일보시켰다. 이후 여러나라에서 같은 지역, 같은 시기에 같은 종류에 의한 적조발생이 자주 일어나므로 많은 학자들이 이 설을 지지하고 있다. 따라서 국내에서 출현하는 적조생물이 휴면포자를 형성하는가의 여부와 이들 종이 발아하는 환경조건을 규명해야 한다. 추진해야 할 주요 연구과제로는,

- i) *C. polykrikoides* 종의 해저 퇴적물중의 휴면포자 존재여부
- ii) *C. polykrikoides* 휴면포자의 휴면기간과 발아와 형성에 관여하는 환경요인
- iii) 휴면포자와 동시성(同時性), 동지성(同地性), 반복성 적조발생과의 관계

나) 해저퇴적물중의 포자의 분포량 파악

와편모조류의 포자는 지금까지의 연구결과에 의하면 해저 퇴적물의 표층에 분포하고 있으며 주로 표층으로부터 3~4cm층에 많이 분포하고 있다. 우리나라의 진해만에서 1991년 10월 채집한 시료를 조사한 결과 30종의 휴면포자가 발견되었으며, 이들을 분류학적으로 나누어 보면 *Protoperidinium*계가 12종, *Gymnodinium*계가 6종, *Gonyaulax*계가 6종이었다. 특히 출현한 종 중에서 *Cochlodinium polykrikoides*, *Gyrodinium instriatum*, *Pheopolykrikos hartmannii*, *Scrippsiella trochoidea*는 적조현상을 그리고 *Alexandrium tamarensis*와 *Gymnodinium catenatum*종은 패독현상을 일으키는 종이었다(Kim et al., 1996). 앞으로 중점적으로 연구해야 할 과제는 ;

- i) *C. polykrikoides* 종의 해저 퇴적물중의 휴면포자 분포량
- ii) *C. polykrikoides* 휴면포자의 분포량을 지배하는 환경요인
- iii) 해저퇴적물중의 휴면포자의 이동과 확산 및 축척기구

3) 태풍, 기후변화와 *C. polykrikoides* 휴적조발생과의 상관성 규명

태풍이나 강우 등과 같은 기후요인들은 해수온도 변화, 수온약층 파괴 및 염분농도를 저하시키는 등의 작용으로 적조발생에 많은 영향을 미치고 있다. 우선적으로 남해안에서 매년 적조발생과 소멸에 많은 영향을 미치고 있는 태풍과 지구 온난화에 수반하는 엘니뇨, 라니냐, 남방진동 등과 같은 기후이상현상이 적조발생에 어떤 영향을 미치고 있는가에 관한 연구를 실시해야 한다. 우선 중점적으로 추진해야 할 연구 과제로는;

가) 태풍통과가 적조발생과 소멸에 미치는 영향

우리나라 남해안으로는 거의 매년 태풍이 영향을 미치는데 그 중에서도 6~9월에 한반도에 영향을 미치는 태풍이 가장 중요하다. 일반적으로 6~8월초까지의 태풍은 *C. polykrikoides* 적조가 발생하는 해양 환경에 영향을 미치고, 9월 하순이나 10월 초순의 태풍은 동 적조의 소멸에 영향을 미치는 것으로 알려졌다.

실제로 지난 1995년, 2000년, 2002년도 적조가 발생했을 때 통과한 태풍이 남해안의 *C. polykrikoides* 적조 세력을 약화하는데 큰 영향을 미쳤다. 따라서 태풍이 적조의 발생과 소멸에 미치는 영향을 규명하기 위해서는

- i) 태풍의 정확한 진로와 세력 파악
- ii) 태풍 통과 전후의 수온, 염분, 영양염류, 수온 약층, 해조류(海潮流) 등의 해양 물리, 화학적인 환경변화 양상
- iii) 태풍이 해양생물상의 풍도와 다양성변화에 미치는 영향
- iv) 달라진 환경에서의 적조 생물의 환경 생리 특성
- v) 달라진 해조류에 의한 적조의 수평적 수직적 이동과 확산

에 관한 연구를 수행해야 한다. 이와 같은 연구를 효율적으로 추진하기 위해서는 해양에서 실시간으로 해양 환경 요인들의 변화를 측정할 수 있는 원격 탐사나 해상 고정 또는 표류 부이 설치를 강화해야 한다. 현재의 국내 원격탐사에 의한 해수면 표면수온, 수색, 엽록소의 양적 변화는 적조 예보에 활용하고 있지만 태풍 통과시의 일기 불순으로 인하여 정작 필요한 태풍이 한반도 해역을 통과할 때는 필요한 원격 탐사 정보를 수신할 수 없는 한계성을 안고 있다. 따라서 태풍 통과시 예도 해양 환경 요인의 변화를 파악할 수 있는 해상 고정 관측탑이나, 표류 부이를 필요한 해역에 설치하여 활용해야 한다.

나) 기후변화와 적조발생과의 상관성 규명

지구의 기후는 수천년, 수만년, 또는 수백만년을 사이에 두고 비슷한 양상을 나타내거나 또는 전혀 다른 양상으로 변화하고 있으며, 특히 최근에는 지구 온난화라는 현상이 지구 기후 체계의 주요한 변화현상이다. 이와 같은 지구 온난화 현상은 엘니뇨와 태풍발생 그로 인한 강수량 변화 등은 해양 적조 발생에 큰 영향을 미치고 있다. 기후변화는 적조발생에 대하여 긍정적인 영향보다는 부정적인 영향이 보다 많을 것으로 예상되므로 현재도 심각한 사회경제적인 문제를 야기시키고 있는 적조에 의한 환경과 생물에 미치는 영향은 앞으로 더욱 증가할 것으로 예상되고, 특히 기후변화 양상은 적조의 발생과 변화를 더욱 다양하게 그리고 예측이 곤란하게 할 것으로 예상된다. 이미 2002년 한국 남해안에서 발생한 적조현상은 게릴라성 적조라고 표현하였는데 이것은 2002년도 7~8월의 서부 태평양의 고수온으로 인한 잦은 태풍의 한반도 내습, 그로 인한 많은 강우량이 내만 수역의 염분의 농

도를 떨어뜨림으로서 저염분 해역에서는 구조류가, 고염분 해역에서는 편모조류가 우점하는 적조현상이 출현하였으며, 가덕도 동안에서는 낙동강하구 해역의 저염분수가 상당기간 지속하므로써 *C. polykrikoieds* 적조가 부산연안으로 이동 동진하는 속도가 늦어지기도 하였다.

이와같은 기후변화로 인한 적조현상의 발생규모, 이동확산 속도 및 원인종의 변화에 미치는 영향은 지대하다. 따라서 적조 발생과 이동확산은 물론 적조의 피해를 경감시키기 위해서는 기후변화가 적조발생과 변동에 미치는 영향을 규명하는 것이 시급하다. 특히 우리나라 한반도의 기후변화에 영향을 미치는 태풍, 이상기후 현상인 엘니뇨와 라니냐 그리고 서부 태평양과 호주-인도네시아 해역의 남방진동이 적조발생과 변화양상에 미치는 영향을 규명해야 한다. 이와같은 연구를 수행하기 위해서는;

- i) 기후변화를 파악할수 있는 육·해상 관측 시스템 구축
- ii) 기후변화가 영향을 미치는 해양 환경 요인 파악
- iii) 엘니뇨, 라니냐, 남방진동이 해양 기상과 환경 변화에 미치는 영향
- iv) 기후변화가 형성하는 연안생물의 대상분포상(zonation of flora and fauna)구조
- v) 기후변화로 야기된 해양 환경 변화가 적조 생물에 미치는 환경 생리 특성
- vi) 기후변화가 일으키는 해양생태계의 구조와 기능 변화 양상

등에 관한 연구를 추진해야 한다.

다) 엘니뇨와 적조현상

엘니뇨(EL-Nino)현상은 해양과 대기 기후와의 사이에서 일어나는 현상으로서 금세기 들어 1997~1998년 사이에 가장 크게 발생하여 인도네시아에는 가뭄과 산불, 그리고 남아메리카와 아프리카의 뿔이라고 불리는 소말리아에는 홍수를 일으키는 등 재앙을 불러왔다. 원래 엘니뇨란 스페인어로 아기 예수에게 주어진 사랑스런 이름 (El Nino Dios)이었다. 그 유래를 보면 1891년 페루 북부의 Piura 지방에는 2월의 우기가 4월까지 연장되고 폭우로 인하여 Piura 지방에서는 교량이 파괴되고 Paita 항에는 에콰도르 Guayaquil에서 서식하는 야자수 잎과 바나나, 죽은 악어 등이 남쪽으로 흐르는 해류를 따라 떠내려 왔다. Paita 항의 어부들은 이 해류를 아기 예수의 해류 (el corriente del Nino)라고 불렀다. 매년 크리스마스 때에 페루 북부에서 남쪽으로 따뜻한 연안 해류가 흐름으로서 난류어종인 돌고래, 황다랑어, 가다랑어, 문어, 새우등이 많이 잡히게 되어 신의 축복으로 여겨 그런 이름을 붙였다.

그러나 이 이름이 페루 멸치 어획량 감소에 따른 경제와 무역의 손실로 인하여 나쁜 의미를 가지게 되었다. 그 후의 조사 연구 결과 태평양의 편서풍이 강하여 페루와 캘리포니아 연안과 아프리카의 서부연안에서 영양염류가 풍부한 심층수가 용승하지 못하여 플랑크톤 생산성이 낮아지고 멸치 자원량이 감소하고 또한 멸치를 먹이로 하는 바다 새들이 생산

하는 Guano라고 부르는 분뇨가 감소하므로써 경제적으로 막대한 손실을 끼치므로써 재앙으로 작용하였는데 1925, 1957~1958, 1972~1973, 1982~1983, 1997~1998에 엘니뇨의 영향이 크게 나타났다.

한편 우리나라의 적조현상은 1978, 1981, 1995, 1997, 2001년도에 큰 규모로 발생하였고 특히 1995년부터는 남해안과 동해남부 연안에서 비교적 고온 고염성인 아열대종에 속하는 *C. polykrikoides*가 큰 규모의 적조를 일으키고 있는데 엘니뇨가 발생한 연도와 비교하면 깊은 상관관계를 찾아보기 힘들다.

그러나 엘니뇨가 발생하는 때의 태평양의 이상 해황은 한반도의 해양과 기상변화에 영향을 미칠 수 있으므로 엘니뇨가 적조발생에 어떤 영향을 미치는가 앞으로 연구해야 한다. 특히,

- i) 엘니뇨 현상 발생시의 한반도 강우량과 주변 해양환경 변화와 이들이 적조생물 환경 생리에 미치는 영향
- ii) 엘니뇨 발생으로 인한 한반도 기후변동과 그로 인한 강, 하천수량의 변동
- iii) 엘니뇨 발생, 기후변동, 및 적조발생 등의 주기성

과 같은 주제들을 연구해야 한다.

라) 남방진동과 적조

1877년 인도에서 몬순(monsoon)이 약하고 가뭄이 심하여 수천명이 기아로 죽었다. 이 해에 페루에서는 엘니뇨가 일어난해로 기록되었다. 이와 같은 현상은 Henry Blanford라는 영국의 젊은 기상학자에 의하여 관찰 연구되었으며, 1902~1924년까지 인도에서 기상 관측소장으로 일한 Gilbert Walker에 의하여 괄목할 만한 발전을 하였는데 그는 1909년 몬순 예측 등식을 만들었다.

$$\text{인도 몬순 강우량} = -0.20(\text{히말라야 강우량}) - 0.29(\text{모리셔스기압}) + 0.28(\text{남아메리카 평균 기압}) - 0.12(\text{Zanzibar 강우량})$$

그는 나일강의 홍수와 호주의 강우량도 예측하였는데, 이를 근거로 지구표면에서의 대기 인자에서 3개의 상호 밀접한 관계를 나타내는 진동(Oscillation)이 있는 곳을 알아냈다. 따라서 남방진동은 한반도의 기후변화 양상인 몬순에 영향을 미칠 수 있으므로 필요한 연구를 해야 한다. 이를 위해서는,

- i) 남방진동이 한반도의 기후변화에 미치는 영향
- ii) 남방진동이 동남아시아 해양에 미치는 영향과 그로 인한 부유생물 군집의 변화

4) 유해성 적조발생원인을 규명하기 위한 해양생태 물리학적 연구

우리나라 남해안에서 매년 발생하는 유해성 *C. polykrikoides* 종의 발생원인을 규명하기

위해서는 동 적조가 발생하고 있는 남해안과 여기에 영향을 미치는 쿠로시오와 대마난류의 해양학적 특성을 파악해야하고 아울러 이들 해양학적 특성이 *C. polykrikoides* 종의 분포와 적조형성에 어떻게 작용하는가를 규명해야 한다. 본 연구목적을 달성하기 위하여 우선적으로 연구해야할 과제들로서는;

- 가) 쿠로시오 및 대마난류의 계절별 소장과 한국 남해안에 미치는 영향
- 나) *C. polykrikoides* 종의 쿠로시오 및 대마난류 해역에서의 분포 범위
- 나) 남해안으로 유입하는 대마난류가 최초로 적조를 일으키는 해역에서의 해양물리학적 제반 작용

5) 적조생물의 분포와 밀도의 원격탐사 정보 분석을 위한 광학적인 연구

적조발생원인을 규명하기 위해서는 광역적으로 분포하는 적조의 규모와 변동양상을 실시간으로 파악해야 한다. 이와 같은 일들은 해상에서는 인력, 예산 및 기후 등의 여러 요인들이 안고 있는 문제점으로 인하여 소기의 목적으로 달성하는데 어려움이 많다. 따라서 위성에서 탐사한 정보를 활용하여 적조발생원인을 규명하기 위해서는 원격탐사 수신정보로 적조생물의 존재 유무와 우점하는 목표종의 밀도 등을 해석 할 수 있는 알고리즘을 개발해야 한다. 이와 같은 알고리즘을 개발하기 위해서는 목표종의 광학적인 특성을 규명하고 규명된 원리로서 대상 적조생물의 존재 유무와 목표종의 밀도 등을 해석 할 수 있어야 함으로 실내는 물론 현자에서의 적조생물들의 광학적인 생리특성을 규명해야 한다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해서 우선적으로 연구해야할 과제들로서는;

- 가) 적조생물이 잘 반응하는 광 흡수스펙트럼 규명
- 나) 적조생물의 반응 광 스펙트럼 반응 값의 정량화 알고리즘 개발
- 다) 국내 위성을 활용하기 위한 동 개발기술의 국내 위성 설치기술

6) 분자생물학적 방법을 이용한 적조생물의 분류 진단 및 인식시스템에 관한 연구

최근에 적조현상이 광역적으로, 장기간동안 대규모로 발생함으로서 많은 생물시료를 신속하게 처리분석하기 위해서는 짧은 시간에 많은 시료를 처리 할 수 있는 시스템이 필요하다. 적조현상이 상습적으로 발생하는 남해안의 해안선이 복잡하여 채취 분석해야 할 생물시료의 양이 많으나 분류전문가를 양성하기는 매우 어려운 실정이다.

현재의 적조생물 시료를 현미경으로 관찰하고 분류하는 작업방식으로는 대량처리가 불가능하므로 기계적으로 자동화 할 수 있는 기술을 개발해야 한다. 이와 같은 기술로는 세포단위의 DNA, 형광 특성, Lectin 등의 분자생물학적인 방법을 활용해야 한다. 이와 같은 적조생물시료의 대량처리가 가능한 연구목적으로 달성하기 위해서 우선적으로 연구해야할 과제들로서는;

- 가) 적조생물별 분자생물학적인 생리특성 규명
- 나) 면역 또는 유전학적특성을 활용한 적조생물 판별 기법 개발
- 다) 판별기법을 활용 할 수 있는 software 개발
- 라) 적조생물을 자동인식 할 수 있는 시스템을 장착한 현미경 개발

7) 적조생물 종간의 상호 작용과 천이기구에 관한 연구

우리나라의 적조생물은 약 70여종으로서 이들이 단독 종 또는 2종 이상이 혼합하여 적조를 일으키고 있다. 계절별 수온차가 심하고 해역별로 환경의 질이 다르므로 우리나라 남해안의 경우 온대지방 고유의 부유생물 천이현상을 관찰 할 수 있다. 또한 외편모조류는 규조류와 다른 외편모조류의 증식을 억제 할 수 있는 세포외 물질(Ectocrin)을 생성하여 단독 종 적조를 일으킨다. 따라서 적조생물들의 상호관계를 구명하고 생물적인 또는 계절적인 천이를 규명한다면 적조현상의 형성과 진행을 더욱 정확히 파악 할 수 있다. 이와 같은 연구목적으로 달성하기 위해서 우선적으로 연구해야할 과제들은 다음과 같다.

- 가) 해역별 부유생물 군집의 종의 천이와 영향을 미치는 환경요인
- 나) 적조생물이 형성하는 세포외 생리활성 물질의 양과 구조식 해석
- 다) 생리활성 물질이 다른 적조생물과 미생물 등에 미치는 영향
- 라) 종간 상호관계를 해석 할 수 있는 종간 경쟁 모델
- 마) 적조발생시의 생물천이과정과 천이를 일으키는 원동력적 환경요인

라. 단계별 투자계획

(단위 : 백만원)

사업명	1단계 (2003~2005)	2단계 (2006~2009)	3단계 (2010~2012)	합계
적조생물의 호적환경요인과 증식속도 규명	500	700	600	1800
휴면포자의 존재와 해저 퇴적물중의 분포량 파악	300	400	500	1200
태풍, 기후변화와 적조발생과의 상관성 규명	2,000	2,600	2,600	7,200
적조발생원인을 규명하기 위한 해양생태 물리학적 연구	500	600	700	1,800
적조 원격탐사 정보 분석을 위한 광학적인 연구	900	1,000	800	2,700
분자생물학적 적조생물의 분류 진단 및 인식시스템 연구	300	500	400	1,200
적조생물 종간의 상호 작용과 천이기구에 관한 연구	800	900	700	,2400
합계	5,300	6,700	6,300	18,300

제 2 절 적조발생 조기에측과 이동·확산예보

가. 연구 목적

적조현상은 산업화 및 인구집중화에 따른 육상오염물질 부하량 증가로 인한 연안수질환경의 부영양화에 기인하고 있으며, 이러한 해석은 1960년대 이후 공업화가 급속하게 진행된 북반구 중위도 연안해역에 집중적으로 적조가 발생한 점에서도 뒷받침된다. 최근에는 이러한 적조발생이 광역화, 장기화, 상습화, 고밀도화 및 유독화의 특징을 보이면서 그 심각성을 더해가고 있다. 국내의 경우에서도 이러한 현상은 1990년대 이후 두드러지게 나타나고 있다. 특히 1995년 남해와 동해연안에서 약 2개월간 지속되면서 764억의 수산피해를 일으켰던 적조는 그 심각성을 단적으로 보여준 예라 하겠다.

적조현상과 관련하여 가장 심각한 문제중의 하나는 지난 수십년 동안 많은 연구와 방제 노력에도 불구하고 매년 피해해역은 광역화되고 피해액이 증가하고 있다는 점이다. 이는 적조 발생원인 및 거동(이동 및 확산)에 대한 근본적인 이해의 부족에서 원인을 찾을 수 있다. 또한 이러한 근본적인 이해의 부족은 적조를 일으키는 종의 다양성과 환경의 가변성에서 기인한 것이며, 궁극적으로 해양생태계의 복잡성에 근원을 두고 있다. 그럼에도 불구하고 국내의 많은 적조관련 연구들은 단기적이고 단편적인 접근에 머무르고 있는 실정이다.

적조발생의 근본적인 문제 해결을 위해서는 장기간의 투자와 연구가 요구되며, 이러한 장기 노력은 미국과 일본 등을 포함한 외국의 사례에서도 찾아볼 수 있다. 아울러 사회·경제적으로 큰 타격을 주고 있는 현실적인 문제를 감안한다면 피해를 최소화하는 방제 노력도 병행되어야 한다는 어려움을 안고 있다. 따라서 적조문제 해결을 위한 노력은 장·단기적인 측면에서 고려되어야 할 필요가 있다.

장기적인 측면에서 적조문제의 근본적인 해결을 위해서는 적조 발생에 대한 원인 규명이 무엇보다도 우선되어야 한다. 이를 위하여 적조가 발생하는 해역에 대한 해황 및 환경조건들에 대한 정보가 필수적이다. 기존의 연구에서는 월별 또는 계절별 관측을 통한 단기적인 관측자료에 의존하였다. 이는 해황 및 환경 조건들에 대한 시·공간적인 변동성을 파악하기에는 부족한 것으로서, 보다 정확한 변동특성을 파악하기 위해서는 실시간 수질 감시 시스템을 활용한 세밀하고 장기적인 관측이 이루어져야 한다.

단기적인 측면에서는 적조발생으로 인한 사회·경제적 파급 효과를 최소화하기 위한 방제 노력이 필요하다. 이를 위해서는 적조생물의 이동 및 확산에 대한 정확한 정보가 필요하다. 적조생물의 증식은 수온, 염분, 일조량 및 영양염류 등의 환경조건들에 의해서 가변적인 특성을 보일 뿐만 아니라 해수유동 및 바람 등에 의한 이동 및 확산의 양상이 복잡하게 나타난다. 따라서 이러한 적조생물의 이동 및 확산에 대한 정확한 예측과 조기 예보는 효과적인 적조 방제를 위해서 반드시 필요하다.

이러한 적조발생의 조기 예측과 이동·확산 예보를 위한 장·단기적인 노력은 실시간 감시 시스템과 예측 모델을 통하여 구체화할 수 있다. 특히 실시간 감시 시스템과 예측 모델

을 이용한 적조발생의 조기 예측은 가장 근본적인 방제대책이면서 적조발생을 궁극적으로 억제할 수 있는 정보 제공자 역할을 하는 것이다. 적조 예측 모델 개발에 활용되는 수치모델링 기법은 적조 예보를 위한 유용한 도구일 뿐만 아니라 모든 정보들을 통합하여 실험할 수 있는 방법을 제공한다. 정보 통합을 통한 수치모델링 기법의 적용은 적조발생 원인 규명을 위한 종합적인 실험을 가능하게 하며, 적조발생의 조기 예측과 이동·확산에 대한 예보를 가능하게 할 것이다. 이러한 수치모델링을 통한 예측치에 대한 자료 검증 및 자료 동화를 위한 실시간 감시 시스템의 도입은 적조발생 예측 및 이동·확산 예보 능력을 향상시키기 위하여 필수적이라 하겠다.

따라서 본 연구에서는 적조발생 및 예측과 관련한 기존의 국내·외의 연구 현황을 검토하고, 적조발생의 조기 예측 및 이동·확산을 예보하기 위한 방안으로서 실시간 감시 시스템의 활용과 예측 모델의 개발 방향을 제시하고자 한다.

나. 연구 내용

1) 기존 연구 검토

가) 기술현황 분석

(1) 구미 선진국의 사례분석

(가) TAO(Tropical Atmosphere Ocean) array에 의한 실시간 해양 감시

실시간 해양환경 감시의 예로서 세계에서 최첨단의 보기는 바로 엘니뇨를 감시하기 위한 TAO 연구계획에서의 해수온 및 해류와 기상조건 감시 시스템이다. 그림은 적도 태평양상에서의 관측점과 관측 항목을 icon 형태로 보여준다(그림 4.2).

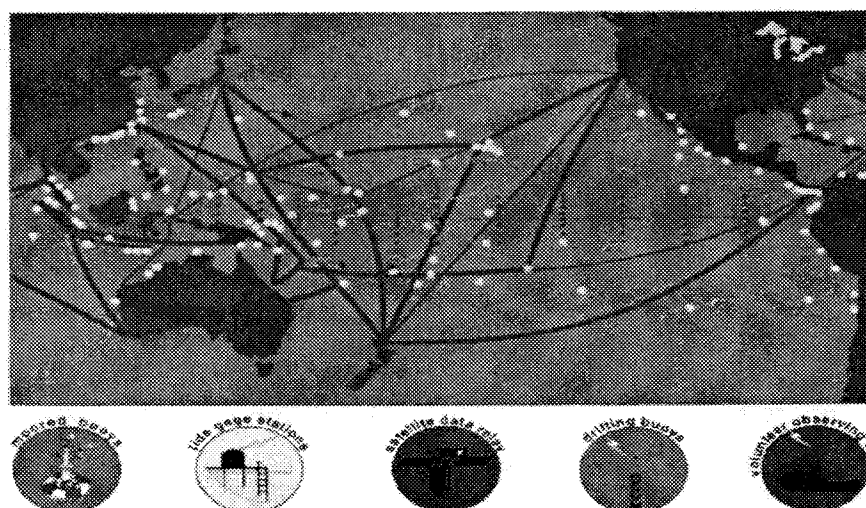


그림 4.2 TAO in the tropical Pacific.

여기서 생산되는 여러 종류의 자료는 실시간으로 ARGOS 위성을 이용하여 과학자들의

컴퓨터에 직접 전달될 수 있도록 설계되어 있다. 상업적으로 활용되고 있는 ARGOS 위성
 은 특히 해양에서 생산된 자료의 실시간 전달(transfer)에 획기적 전기를 이루게 된 첨단
 통신 위성이다.

(나) PORTS (Physical Oceanography Realtime Service)

CO-OPS는 미국의 주요 도시 및 항구에서의 해수위관측 프로그램과 물리해양학 실시간
 시스템의 국가망(PORTS) 을 운영하고 있으며 그 중 PORTS는 안전항해를 위하여 실시간
 정보를 선박운영자와 항해사들에게 제공하여 좌초와 충돌을 피하도록 하고 있다.

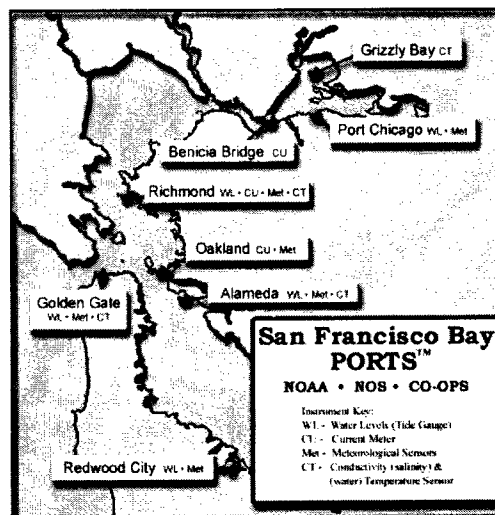


그림 4.3 샌프란시스코 만내의 자료 서비스 위치도.

표 4.1 CO-OPS에 의한 샌프란시스코 만 해류정보 서비스 예.

Location	Composite	All Water Levels	3 Days WL/Met	All Currents	3 Days Currents	All Meteorological	All CT	3 Days CT
Alameda		●	●			●	●	●
Benicia Bridge	●			●	●			
Golden Gate	●	●	●	●	●	●	●	●
Grizzly Bay							●	●
Oakland	●		●	●	●	●		
Port Chicago		●	●			●		
Redwood City		●	●			●		
Richmond	●	●	●	●	●	●	●	●

(다) 미국 워싱턴주 퓨제 사운드 내의 수질연구 (South Puget Sound Water Quality Study)

i) 퓨제 사운드 순환 모델 개발 (Puget Sound Circulation Model)

모델 코드 : Princeton Ocean Model (POM) code

그리드 : 360×540m resolution, 14 vertical levels

예측변수 : Velocity, temperature, salinity, turbulent kinetic energy, turbulent master length

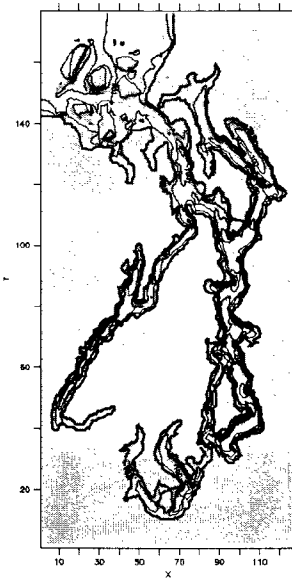


그림 4.4 Estuary in the Puget Sound.

ii) 퓨제 사운드 무인 수질 자동 감시 (An autonomous profiler monitoring water quality in south Puget Sound) : Oceanic Remote Chemical/optical Analyzer (ORCA)

목적 : 원격 화학 및 생물 감시 시스템 개발

대상 변수 : T, S, Light, Meteorology, NO₃, O₂, Chl-a, turbidity, NH₄, Gas Exchange parameters

자료송신 : 위성 및 무선 통신

Monitor the spectrum of time-scales

Hourly (tides), Daily (solar), Weekly (plankton growth), Monthly (blooms), Annual (seasons, and inter-annual, e.g., El Nino)

Describe natural variability and characterize and help evaluate potential human influence

모델 검증에 사용 : PRISM physical and biological models

이 자료는 위성의 해색자료에 Ground-truth 자료 제공
 그림은 ORCA에 의해 관측된 2002년 각종 변수의 시계열 자료 결과를 보여준다(그림
 4.5A, 4.5B).

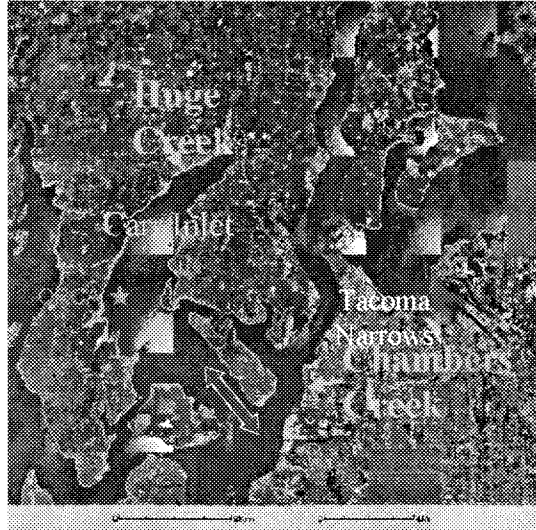


그림 4.5A Location of ORCA in the Pujet Sound

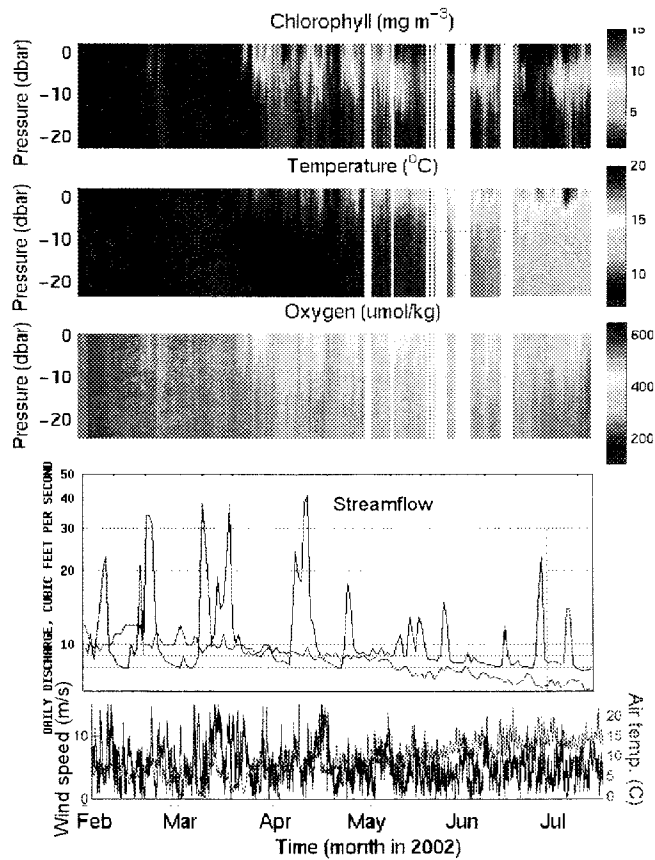


그림 4.5B Time series of various parameters obtained by ORCA.

(라) 유럽 지역 생태계 시스템 개발 연구 (The ERSEM : European Regional Seas Ecosystem Model Project)

본 연구는 유럽지역 7개 가맹국이 공동으로 각 지역으로 나누어 북해에서의 대규모 순환 현상을 모사하고, 유기탄소, 산소 및 각종 영양염등의 계절 변화를 모사하는 종합 생태계모 델을 개발하는 것이다. 이 모델은 생물, 화학 과정을 기술할 수 있는 모듈들이 상호 결부되 어 있고, 이는 순환 및 확산 물리 모델과 결합되어 있다. 가맹국과 연구기관은 다음과 같다.

NIOZ - Netherlands Institute of Sea Research, Texel, The Netherlands

PML - Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom

IfM - Institut fur Meereskunde, Hamburg, Germany

MLA - Marine Laboratory; Aberdeen; United Kingdom

VKI - Water Quality Institute, Horsholm, Denmark

UO - Universitat Oldenburg, Oldenburg, Germany

CEAB - Centre d'Estudi Avancats de Blanes, Blanes, Spain.

ESREM 모델 I은 01-07-1990에서 01-07-1993 까지, ESREM 모델 II는 01-01-1993에서 31-12-1995까지 개발되었으며 그 결과 소프트웨어 Open SESAME가 개발되었다. 이는 Software Environment for the Simulation and Analysis of Marine Ecosystems를 지칭한다.

해양 시스템의 생태모델링을 통하여 해양생태계의 역할에 대한 가설을 개발하고 시험하 며, 북대서양 및 북해의 원양 생태계를 대상으로 한다. 에너지와 물질의 흐름을 이해하는 모델을 개발하여 관측과 더불어 생태계의 기능을 보다 잘 이해하고자 한다.

ERSEM의 상세 연구의 목표는

Functioning of the North Sea ecosystem

Mass budgets for nitrogen, phosphorus and carbon in the North Sea

Flow of energy and matter in the coastal North Sea

Synthesis of knowlegde about the North Sea and concept for new research

Data analysis of large data sets for structures in space and time

Population dynamics of zooplankton in the physical framework of circulation

Fate of primary production and other organic material in the deep Atlantic Ocean

(마) 지중해 물리/생태모델링 연구 ; MEDNET (Mediterranean model networking and archiving program)

유럽 공동체의 지중해 생태계에 대한 인위적 효과를 파악하기 위한 다양한 연구 프로그 램 중에서 모델링 노력을 증진하고 각종 software의 개발과 배포 통신등의 기능을 제공하 여 사용자에게 적절하고 최신의 정보를 항상 제공해 주는 network을 제공한다. 인터넷 상

에서 지중해 모델링 그룹, 모델의 버전과 제품, 진단 도구와 출판물등에 대한 표준화된 정보를 제공한다.

■ 물리 순환모델

Mediterranean MOM code ; Mediterranean Forecasting System Pilot Project 제공
Mediterranean MOMA code ; The University of Edinburgh 개발, POM 기반, University of Athens 운용

Parallel MOMA using MPI ; Mediterranean parallel 버전

Mediterranean OPA; LODYC/UPMC 개발

Mediterranean GHER model ; University of Liege 개발

■ 생지화학 모델

Coupled GCM/NPZD Mediterranean Model ; 물리 및 영양염 결합 모델 OGS group in Trieste, Italy 제공

1-D ERSEM/POM for the Cretan Sea ; Crete, and University of Athens 제공

MEM1D (also ERSEM/POM) for the Ionian Sea ; ISAO, Bologna 제공

Mediterranean phosphate/detritus/oxygen model ; the University of Liverpool 제공

Parallel NPD-like model based on MOMA ; pelagic-benthic biogeochemical model from LODYC.

(바) 미국의 ECOHAB 프로그램 (The Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms)

미국의 NSF(국가과학재단) 과 대기해양청(NOAA) 가 공동으로 재정지원을 하여 적조 문제에 대한 국 연구과제를 도출하여 연구사업을 진행중이다. 그 중 적조문제와 물리해양학적 관점의 주요 이슈를 살펴 보면 1) 난류와 수직수송, 2) 수평확산 3) 부유 플럼 4) 하구 순환 이다.

이러한 주제는 다음과 적조문제를 이해하는데 기여할 수 있다.

1. 물리적 환경과 관련하여 적조의 dynamics에 대한 모델을 기술하고,
2. 영양염의 섭취, 섭이, 세포분열, 축적과 성장 구조에 영향을 끼치는 과정을 통하여 작은 규모의 난류가 균집성장율의 변동에 얼마나 영향을 주는가?
3. 적조생물의 수직분포가 대증식 (bloom) 의 발달과 감쇄, 이러한 수직분포가 물리적 요인(수평 수직 이류, 수직 혼합과 안정도) 과 생물과정(사망률, 부유조질) 에 어떻게 관련되어 있는가?



그림 4.6 Boat platform for continuous autonomous profiling of water quality sample.

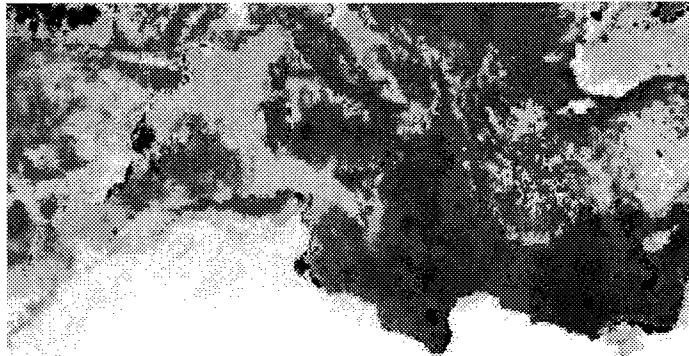


그림 4.7 SeaWiFS ocean colour for the Medieterranean region for the period 28th April – 5th May 2002 gives an idea of the extent of biological activity.

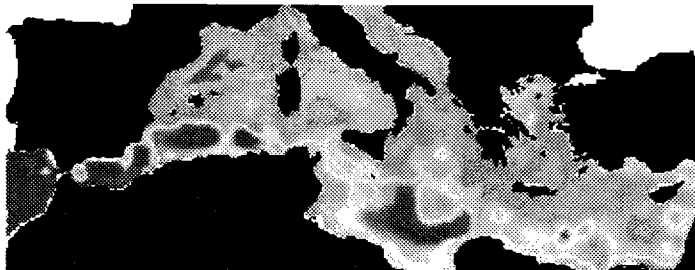


그림 4.8 A snapshot of sea surface height from the MOMA model for 1st July. Areas of high sea surface height (red) are associated with anticyclonic motions, while areas of low sea surface height (blue) are associated with cyclonic motions.

(2) 국내의 사례분석

(가) 한국해양연구원 실시간 해양관측 프로그램

한국해양연구원에서는 국가해양관측망 기본계획에 따라 2010년까지 100여개소의 실시간 해양관측시스템 구축을 목표로 우리나라 주변 지역에 대한 실시간 해양관측을 실시하고 있다 (그림 4.9). 현재 설치 운용중인 관측소와 관측 요소들은 표 4.2와 같다.

표 4.9 한국해양연구원 실시간 해양관측소 및 관측요소

관측소	해양				해양기상		
	파랑	조위	수온	염분	풍향 풍속	기온 습도	기압
교본초 등표		●	●	●	●	●	●
속초 등표	●		●	●	●	●	●
출운초 등표	●	●	●	●	●	●	●
인천가스 관측잔교	●				●	●	●
태안화력 잔교	●				●	●	●
서천화력 잔교	●	●			●	●	●
광안해상관측탑	●		●	●	●	●	●
연안파랑관측망	●		●				

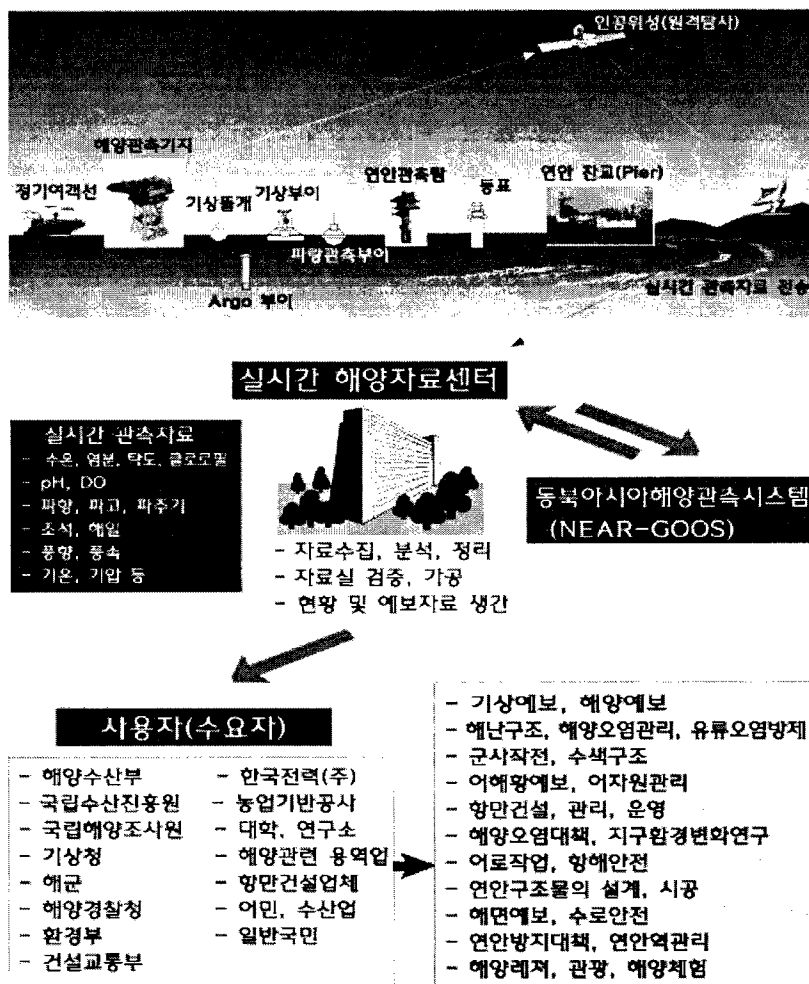


그림 4.9 한국해양연구원 실시간 해양관측 프로그램 모식도

(나) 충남대학교 실시간 연안환경 감시 시스템

충남대학교 해양학과에서는 우리나라 연안해역의 실시간 환경 감시를 목적으로 당진화력발전소 온배수 감시 시스템과 천수만 및 앵강만 연안 어장환경 감시 시스템을 설치 운영하고 있다. 당진화력발전소의 온배수 감시 시스템은 발전소 주변 해역의 수온분포를 매 20분 간격으로 관측하여 인터넷을 통하여 제공함으로써 실시간으로 온배수의 분포를 파악할 수 있도록 하고 있다(그림 4.10). 천수만과 앵강만 연안 어장환경 감시 시스템은 매 10분 간격으로 수온, 염분, 용존산소 및 pH를 관측함으로써 실시간 어장 환경을 파악할 수 있도록 하고 있다 (그림 4.11).

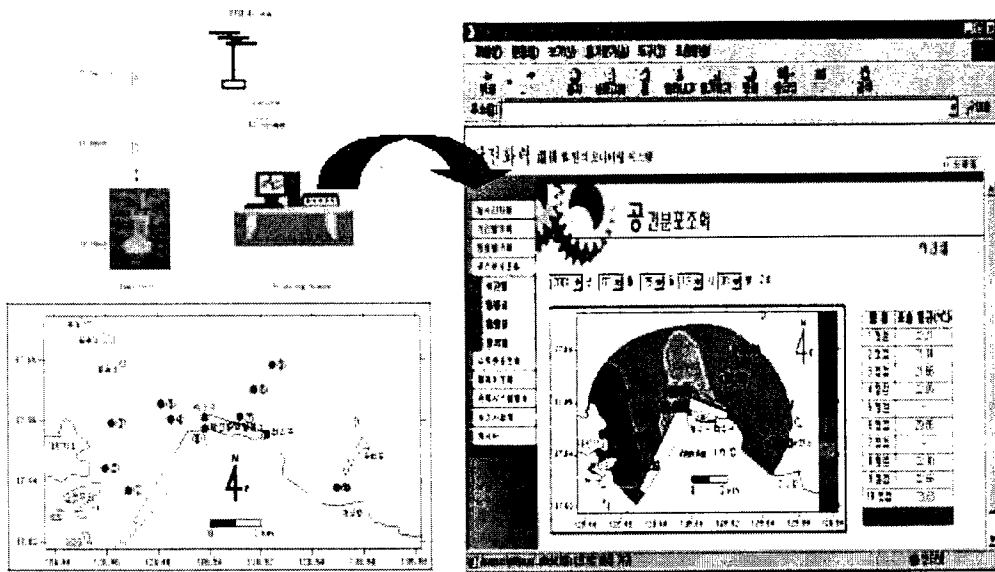


그림 4.10 당진화력발전소 실시간 온배수 감시 시스템

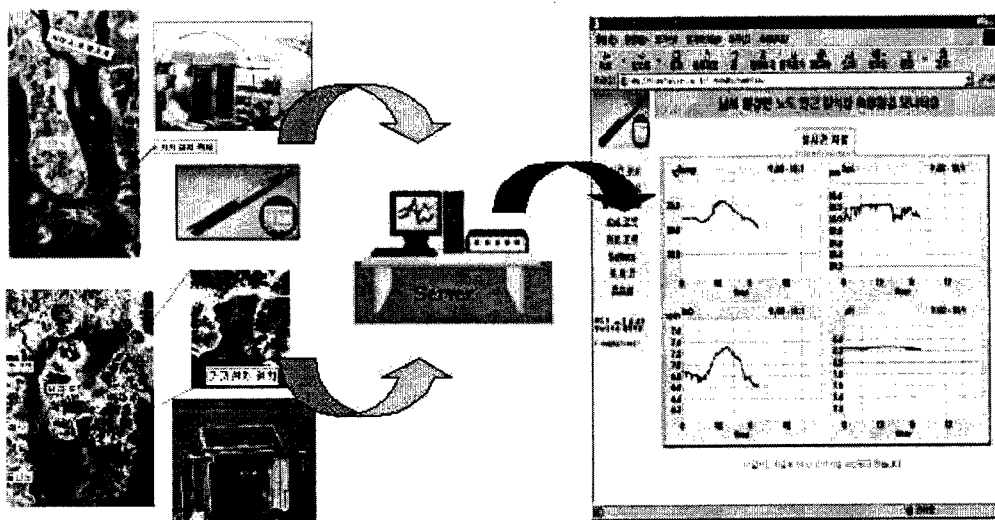


그림 4.11 천수만 및 앵강만 실시간 어장환경 감시 시스템

(다) 한국해양연구원 동해 및 한반도 주변해역 모델링 연구

한국해양연구원에서는 POM을 근간으로 동해 및 한반도 주변해역을 대상으로 하는 해양 예보모델(KEY 모델)을 개발하여 해황 정보를 예측할 수 있는 해양예보시스템을 구축하고 있다. 현재 개발된 모델의 격자는 16km 간격이며 수직적으로는 18개 층으로 구성된 3차원 모델로서 MCSST 해면수온과 해면고도(TOPEX SSH) 자료를 이용한 자료동화 기법을 사용하고 있으며, 정기적인 해양조사와 해양부이 자료, 인공위성 추적 중층 Drifter(Argo drifter)들의 자료를 이용한 자료 검증을 실시하고 있다. 현재 인터넷을 통하여 월별 평균 해류분포 및 수온분포 등을 광역 및 해역별로 제공하고 있다(그림 4.12~4.13).

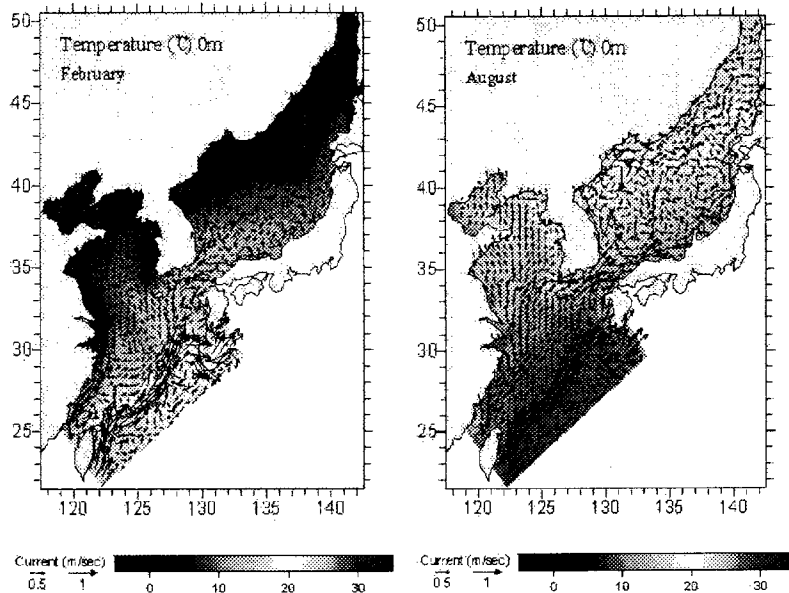


그림 4.12 한반도 주변 해역의 월평균 유속분포 및 수온분포

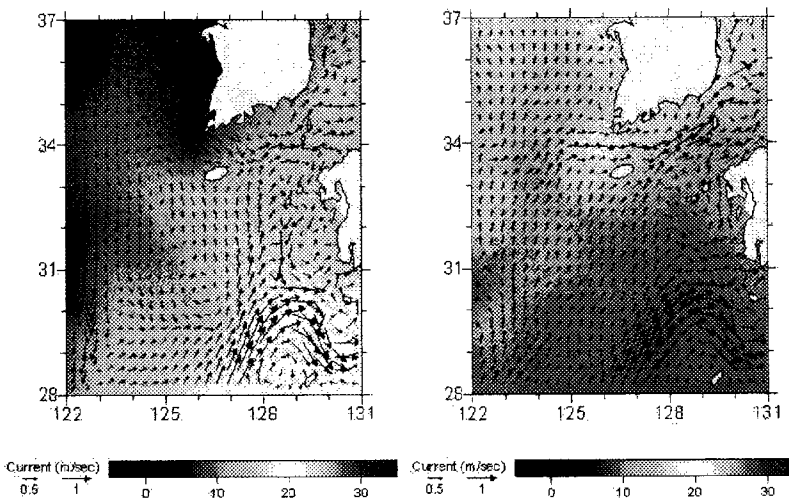


그림 4.13 남해 및 인근해역의 월평균 유속분포 및 수온분포

(라) 해양연구원 경기만 연안역 수질 및 조류모델링 연구

한국해양연구원에서는 HEM 3-D모델을 근간으로 하는 해수 유동 및 수질 모델을 한강 및 임진강을 포함한 경기만 일대를 대상으로 개발하였다. 모델은 가변격자 구조 (최소 250m, 최대 9km)와 6개층의 수직 구조로 구성되었으며, 해수 유동을 포함하여 수온과 염분 그리고 21개 수질 항목에 대한 수질 항목들을 계산할 수 있도록 개발되었다 (그림 4.14 ~4.15).

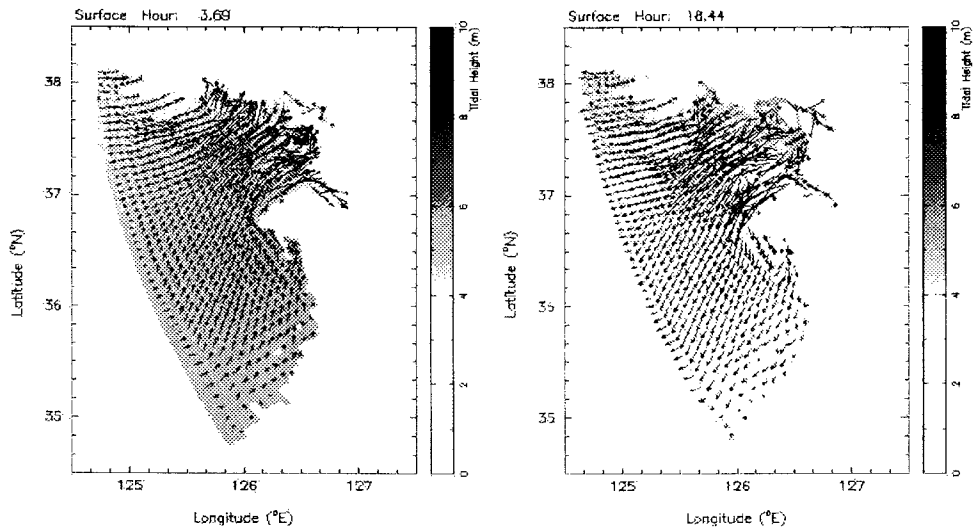


그림 4.14 경기만 일대의 해수유동 재현 예

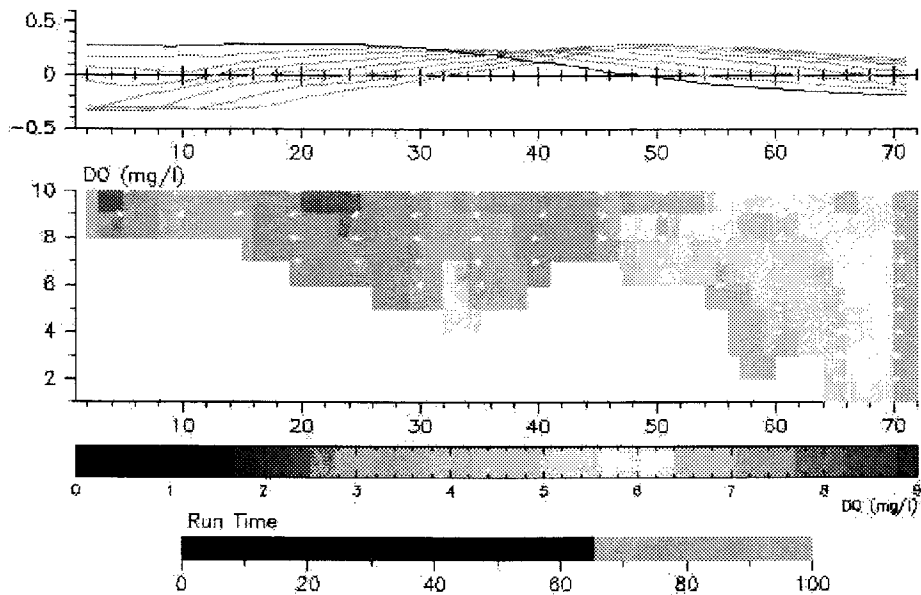


그림 4.15 수질모델에 의해 계산된 용존산소 수직 분포도

(마) 충남대학교 동해 및 연안역 해수순환 및 수질 모델링 연구

충남대학교 해양학과에서는 POM을 근간으로 하는 동해 해수순환 모델(POM-ES)과 HEM 3-D를 근간으로 하는 천수만 수질 모델을 개발하였다. 동해 해수순환 모델은 1/10°의 수평격자와 10개 층의 수직구조를 가지고 있으며, MCSST 해면수온을 이용한 자료 동화기법을 사용하고 있다. 천수만의 수질 모델은 360m의 수평격자와 4개 층의 수직구조를 갖는 3차원 모델로서 수온, 염분을 포함하여 23개 수질 항목을 계산하고 있다 (그림 4.16~4.18).

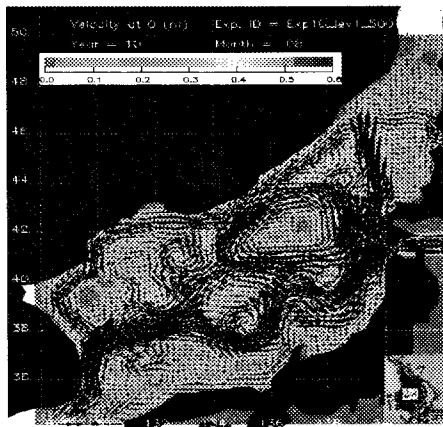


그림 4.16 동해 해수순환 수치 모델링 예

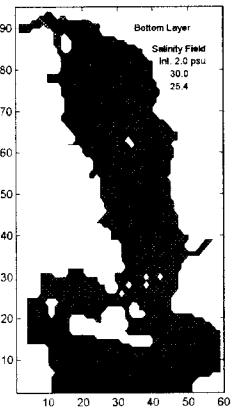
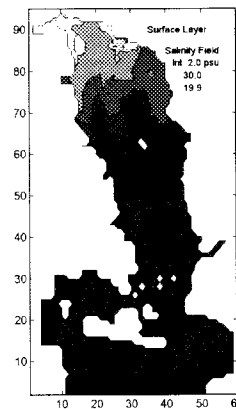


그림 4.17 천수만의 홍수기 만조시 염분 분포

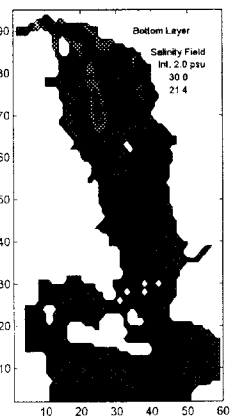
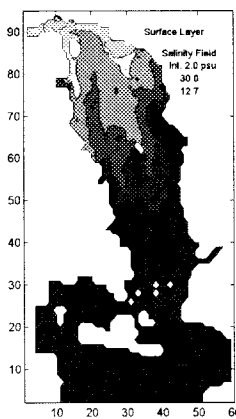


그림 4.18 천수만의 홍수기 간조시 염분 분포

나) 문헌조사

국내의 적조 관련 연구는 박과 김(1967)에 의해서 최초의 연구 결과가 보고된 이후 많은 연구들이 진행되어 왔다. 최근의 국내·외 연구 동향을 파악하기 위하여 국내·외 학회지 및 연구 논문들을 참고하였으며, 물리해양학적 관점에서 해석한 적조 관련 논문들만 정리하면 표 4.3, 4.4와 같다.

표 4.3 물리해양학적 관점의 적조 관련 국내 연구 현황

저자	년도	제 목	주제
김학균 등	1999	나로도 인근해역에서 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조의 최초발생과 환경특성	적조 발생기작
서영상 등	2000	NOAA 위성자료에 의한 해수표면 수온분포와 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생의 상관성	적조 발생기작
이영식 등	2001	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생기작과 대책: 1. <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생과 소멸의 환경특성	적조 발생기작
최현용	2001	한국 남해 나로도 와 소리도 사이 해역의 1998년 하계 해황 및 적조소멸과의 관계	적조 발생기작
임월애 등	2002	2000년 여름 남해안에 나타난 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 우점 적조의 발생 특성	적조 발생기작
김동선 등	2000	진동만의 적조발생에 관한 수치실험	적조 모델
권철휘	2002	한국 남해안 <i>Cochlodinium</i> 적조 확산 모델링 응용 연구	적조 모델

우리나라 연안해역에 발생하고 있는 적조는 1962년 진동만에서 발생한 적조가 최초로 보고(박과 김, 1967)된 이후 규모의 대형화와 발생건수의 증가를 보이고 있으며, 발생 시기는 7, 8월에 집중되던 것이 3월부터 발생하고 장기화되는 경향을 보이고 있다. 적조를 일으키는 종은 규조류에서 편모조류로 전환되어 나타나고 있다 (김 등, 1994).

특히 1995년 764억원의 수산피해를 안겨주었던 적조 생물은 편모조류인 *C. polykrikoides* 종으로서, 최근 가장 문제가 되고 있는 적조 생물종의 하나이다. 김 등(1999)의 연구에 의하면, *C. polykrikoides* 적조는 1982년 낙동강 하구에서 최초로 발생하였으며, 1988년까지는 진해만과 인근해역에서만 발생하였다. 그러나 1989년 이후 진해만에서는 거의 발생하지 않고 충무, 거제, 남해, 여수 등의 남해안의 중부해역에서 주로 발생하였고, 1995년부터는 동해연안까지 발생해역이 확대되었다. 1998, 1999년에는 서해연안에서도 이 종에 의한 적조가 발생하였다. 이 종에 의한 적조 발생건수는 매년 증가하는 추세를 보였으며, 발생시기는 7~10월로 특히 9월에 집중 발생하는 것으로 나타났다. 적조지속기간도 매년 증가하여 최근에는 한달 이상 지속되는 양상을 보이고 있으며, 혼합적조에서 단독적조 경향을 보이면서 적조밀도는 매년 증가 추세를 보이는 것으로 나타났다.

특히 이 종에 의한 적조가 1995년부터 나로도 해역에서 최초로 발생하고 있음이 밝혀지면서 나로도 해역을 중심으로 적조발생 원인규명을 위한 집중적인 연구가 진행되고 있다. 서 등(2000)은 1995년부터 1998년까지의 NOAA 위성 AVHRR 수온자료를 이용한 *C. polykrikoides* 적조의 공간적 분포와의 관계성 연구를 통해서 적조 발생시의 초기 수온과 등수온선의 분포가 적조의 유지와 소멸시까지 밀접한 관련성을 보이며, 적조의 확산 범위

를 제한하는 역할을 하고 있음을 보였다. 양 등(2000)은 남해안 고흥 해역의 물성 및 영양염의 분포 조사 결과, 해수특성 변화 및 수층구조는 국지적인 기상조건이나 인접한 육지의 영향보다는 외해역에서 유입되는 해수의 특성에 따라 변화하였으며, 특히 적조 발생기간인 8월에서 9월 사이에 극심한 해수환경의 변화가 발견되었음을 보고하였다. 최(2001)는 남해 나로도와 소라도 사이 해역의 수온 및 염분 관측 결과를 통해 적조의 발생시기, 진행시기, 및 적조가 사라진 시기에 염분의 공간적인 분포가 다른 특징을 보였음을 보고하였다. 이 등(2001)은 1999년도 남해안 남해도, 나로도, 완도 연안에서 *G. catenatum*, *C. polykrikoides*, *G. impudicum* 등 3종의 최초 출현시기는 수온이 22.8~26.5℃인 7월 중순에서 8월 중순으로써 서로 비슷한 시기에 동반 출현하였으나, 유영세포의 소멸시기는 각기 다른 것으로 보고하였다. 이 등(2001)은 태풍, 조급과 *C. polykrikoides* 적조의 발생, 수온과 *C. polykrikoides* 적조의 소멸에 관한 연구 결과, 태풍, 조석 또는 그 외 환경변화에 의해 수온약층이 반드시 소멸된 후 *C. polykrikoides* 적조가 발생하였으며, *C. polykrikoides* 적조의 발생은 수온약층의 소멸과 밀접한 관계가 있음을 보고하였다. 임 등(2002)은 NOAA 위성 표층수온 자료 및 현장조사 자료 분석을 통해서 1995년에서 1999년 고흥 나로도 해역에서 최초 발생되었던 *C. polykrikoides* 적조 띠가 2000년에는 여수해만 해역에서 최초로 발생되었음을 보고하였으며, 그 원인을 한반도 남해 해역에서 대마난류와 남해연안류, 진도 냉수대와 남서해연안수, 남동연안의 저온수와 외양난류수 등 여러 해수가 영향을 미쳤기 때문인 것으로 해석하였다. 또한 정 등(2000)은 나로도 해역에서 1997년 적조원인 생물과 연관 식물플랑크톤의 분포를 조사한 결과, 가장 우점했던 유해성 적조원인 생물은 이제까지 알려진 것과는 다른 *G. impudicum*이었음을 보고한 바 있다.

이러한 노력에도 불구하고 아직까지 적조발생에 관한 원인은 명확하게 밝혀지지 않고 있으며, 적조발생 후 어떠한 거동(이동 및 확산)을 할 것인지에 대한 예보는 이루어지지 못하고 있다. 적조발생의 조기 예측과 이동·확산의 예보를 위한 국내·외적인 많은 노력이 있었음에도 불구하고 아직까지 실용화된 경우는 없는 것으로 조사되었다.

국내의 적조발생 조기 예측 및 이동·확산 예보를 위한 연구는 1990년대 이후 주로 해수 유동모델을 활용하여 적조이동과 확산을 예보하기 위하여 시도되었으나 적조생물의 생태와 행동습성이 복잡하고 다양하여 해조류의 유동모델에서 효과적으로 대응하기 어려워서 활용되지 못하였다. 그 예로서, 권(2002)은 남해안의 해류와 조류를 고려한 해수유동 모델을 기초로, 질소 농도에 따른 *Cochlodinium*의 증식과 바람에 의한 이동 및 확산을 모사하고자 하였다. 그러나 적조발생의 기작 모델에서는 연구해역의 기본적인 물리해양학적 조건(수온, 염분, 일조량 등)과 수질 항목에 대한 고려가 없었으며, 이동 및 확산 예측에서는 해수유동과 취송류(wind-driven current)가 결합되지 못하고 바람에 의해 떠다니는(wind drift) 부유물로 모사하는 문제를 안고 있었다. 따라서 해수유동 및 취송류와 결합된 수질 및 생태모델을 기반으로 하는 적조 모델로서의 가치를 부여하기 어려웠다.

국외의 경우 적조 발생 기작 규명을 위한 물리해양학적인 연구 노력이 국내에 비해서 많이 진행되고 있으며, 구체적인 연구 결과들이 제시되고 있음을 보여주고 있다.

표 4.4 물리해양학적 관점의 적조 관련 국외 연구 현황

저자	년도	제목	주제
Thomas 등	1990	Quantified small-scale turbulence inhibits a red tide dinoflagellate, <i>Gonyaulax polyedra</i> Stein	적조 발생기작
Tilstone 등	1994	Upwelling-downwelling sequences in the generation of red tides in a coastal upwelling system	적조 발생기작
Yin 등	1999	Red tides during spring 1998 in Hong Kong: is El Nino responsible?	적조 발생기작
Yamamoto 등	2000	Effects of diffusion and upwelling on the formation of red tide	적조 발생기작
Pringle 등	2001	Asymmetric mixing transport: A horizontal transport mechanism for sinking plankton and sediment in tidal flows	적조 이동 기작
Yanagi 등	1995	A Numerical simulation of Red Tide formation	적조 모델
Huisman 등	1999	Critical depth and critical turbulence: Two different mechanisms for the development of phytoplankton blooms	적조 모델
Liu 등	2001	A biophysical model of population dynamics of the autotrophic dinoflagellate <i>Gymnodinium breve</i>	적조 모델

Thomas 등(1990)은 실험실 배양 실험을 통하여 해양에서의 소규모 난류(small scale turbulence)들에 의해서 와편모조류의 성장이 저해될 수 있음을 보였고, 이때의 난류성분들을 정량화하여 제시하였다. Tilstone 등(1994)와 Yamamoto 등(2000)은 수괴의 운동과 물성 분포, 플랑크톤의 군집 조성과 분포 등에 대한 분석을 통하여 연안의 용승-침강(upwelling-downwelling) 작용 등의 수괴의 운동이 적조 발생을 일으키는 중요한 기작으로 작용할 수 있음을 지적하였다. Yin 등(1999)은 표층수온 및 클로로필 인공위성 자료 분석을 통하여 홍콩 인근 해역에서의 적조 현상이 엘니노 현상에 의한 해양 조건의 급격한 변동과 깊은 관련성이 있음을 지적하였다. Pringle 등(2001)은 조류 및 난류 유속 변화에 따른 플랑크톤의 수평적인 이동에 관한 수치 모형 실험을 통하여, 수평적인 이동속도가 적조 생물의 침강속도와 관련이 깊음을 지적하였다. Liu 등(2001)은 mesocosm 실험을 통한 관측 결과를 바탕으로 와편모조류의 일주 수직 이동을 수치 모형화 하였으며, Huisman et al.(1999)은 난류 확산 모델 (turbulence diffusion model) 실험을 통하여 난류 혼합이 임계값보다 작을 경우 플랑크톤의 성장율은 수직 혼합율을 초과하여 혼합층의 깊이와 관계없

이 적조가 발생할 수 있음을 보였다. Yanagi 등(1995)은 생물학적 과정을 포함한 4차원 자료 동화 모델을 이용하여 적조 발생을 모형화 하였으며, 그 결과 적조 발생에 있어서 해수 유동에 의한 적조 생물의 집적과 암모니아의 유입이 대단히 중요함을 지적하였다. 그러나 이 모델에서는 영양염류 중에서 질소만을 고려하였으며 나머지 영양염류를 포함한 수질 항목들은 모형에 포함되지 않아 실용화하기에는 미흡한 것으로 판단된다.

이렇듯 적조예보와 이동·확산 예보를 위한 국내·외의 연구가 추진되고 있으나 아직까지 정확성이 높은 예보모델 개발에는 여전히 미흡한 실정이다. 이와 같은 문제들은 결국 적조발생의 원인 규명에 필요한 물리, 화학 및 생물학적 환경조건들에 대한 정보가 충분하지 못하다는 점에서 비롯되고 있으며, 아울러 국제간 연구 결과 및 정보의 공유가 원만하지 못함 점에 문제의 심각성이 있는 것이다. 최근 이러한 문제점들을 해결하고 세계적으로도 통용할 수 있는 적조예보 및 이동·확산모델을 개발·구축하기 위한 노력의 일환으로 1998년 국제 적조연구계획인 GEOHAB(Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms)을 결성하였다. SCOR/IOC/ UNESCO에 의해서 주관되는 본 계획은 향후 10년간 적조예보를 해양물리학적 측면에서 접근하고, 기타 적조관련 문제들을 공동으로 협력하여 해결할 수 있도록 하기 위한 국제간 적조연구계획이다.

다) 기개발된 모델 검토

해수 순환 모델과 수질/생태 모델에 대하여 현재 public domain에서 쉽게 code를 구할 수 있고 많은 사용자 구룹을 형성하고 있는 대표적인 모델을 6개 선정하여 표에 나열하였으며 부록에 각 모델 code의 특성을 간단히 기술하였다.

표 4.5 해수 순환 및 수질 모델 종류

Model	Link Site
해수 순환 모델	
MOM	Modular Ocean Model developed in GFDL, Princeton, USA http://www.gfdl.gov/~kd/MOMwebpages/MOMWWW.html
POM	Princeton Ocean Model developed in GFDL, Princeton, USA http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom/
ROMS	Regional Ocean Model System developed in Rutgers University, US http://marine.rutgers.edu/po/front.html
수질 및 생태계 모델	
EFDC/HEM3D	Hydrodynamic and Eutrophication 3D Model developed in VIMS, US http://www.vims.edu/physical/WEB/case_main.html
WASP	water quality model developed by US EPA
COHERENS	coupled ocean and eutrophication model developed in Europe Community

해수순환 모델에는 미국 Princeton 대학의 GFDL 연구소에서 개발하여 전세계 사용자들에게 무상으로 공급하고 있는 POM과 MOM이 있으며, 이 두 모델은 전세계에서 가장 많은 사용자를 기록하고 있다. 모델의 특성은 수직격자 처리 방식이 상이한 점 이외에는 큰 차이가 없다. POM은 sigma 격자를 MOM은 절대격자를 사용하며, 따라서 POM은 주로 연안해수 운동에 MOM은 대양의 해수순환 연구에 적용되고 있다. 특히 POM은 구미선진국에서 운용목적 예보모델로서 활발하게 개발 활용되고 있는 실정이다.

수질/생태 모델은 HEM3D와 COHERENS 모델은 앞의 해수유동모델과 같은 3차원 유동 모듈을 내장하고 있으며, 다양한 수질 및 생태 모듈과 결합, 연동되고 있다. 미국과 유럽공동체에서 각 각 다양한 해역에 적용되어 생태연구에 활용되고 있다. 이에 비하여 WASP 모델은 미국 환경청(EPA)에서 개발한 사용자 편의성 위주의 수질분석 모델로서 다양한 수질 kinetics 프로그램을 제공하고 있는데, 단독 혹은 연동되어 운영될 수 있다. 간단한 해수 유동 모듈외에도 외부 모델에 의한 유속장의 정보를 WASP 내에 자료로 입력하여 복잡한 유동환경하에서의 수질 분석도 가능하도록 설계되어 있다.

2) 적조발생 기작과 미해결 문제점

적조 발생의 조기 예측 및 이동·확산 예보를 위해서는 우선적으로 적조 발생의 기작에 대한 규명이 선행되어야 한다. 1995년 이후 우리나라 연안에 가장 심각한 적조피해를 일으키고 있는 종은 많은 연구를 통해서 *C. polykrikoides*로 알려져 있으며, 전남 고흥군 나로도 인근해역에서 최초로 발생하여 남해안 일대로 이동·확산되고 있는 것으로 조사되고 있다. 그럼에도 불구하고 아직까지 이 종에 의한 적조 발생 기작을 포함한 근본적인 문제 해결을 위한 원인규명이 이루어지지 않은 실정이다. 이에 대한 문제점 및 발생 기작 규명을 위한 항목들을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 적조 발생 전·후의 해황 규명이 명확하지 않다는 점이다. 적조가 특정해역에 발생하기 위해서는 기본적으로 적조 생물이 증식하기 위한 조건이 갖추어져야 한다. 따라서 해수유동을 포함한 환경 조건(수온, 염분, 일조량, 영양염류, 클로로필 등)들에 대한 체계적인 조사와 분석이 이루어져야 한다.
- 2) 적조 발생 메카니즘에 관한 규명이 이루어지지 않고 있다는 점이다. 적조 생물이 증식하기 좋은 환경조건이 갖추어져 있다고 하더라도 적조 생물의 가입 여부에 따라서 적조 발생 여부가 결정된다. 따라서 이들 적조 생물들이 어디에서 어떠한 경로를 통해서 특정해역에 가입되는가에 대한 연구는 환경 조건을 규명하는 것만큼이나 중요하다. 예를 들어, 많은 편모조류 적조 생물들이 환경 조건에 따라서 휴면포자(resting cyst)를 형성하였다가 호적조건이 갖추어지면 발아하여 적조를 일으키는 것으로 알려져 있다. 그러나 국내에서 적조를 일으키고 있는 적조 생물의 휴면포자 존재 여부와 어떠한 종이 휴면포자를 형성하는지에 대한 연구는 아직도 미진한 상태이다.

- 3) 환경조건이 갖추어지고 적조 생물의 유입이 이루어졌을 때 어떠한 기작에 의해서 그렇게 짧은 시간에 개체수의 증식이 가능한지에 대한 규명이 이루어지지 않고 있다는 점이다. 이는 환경 조건과 적조 생물의 가입이 있고, 그 다음 급속한 증식을 일으키게 하는 일종의 방아쇠(triggering) 역할을 하는 기작이 존재할 것이라는 것이다.
- 4) 적조 발생후의 거동에 관한 규명이 명확하지 않다. 이는 적조 생물들의 이동·확산 과정에서 나타나는 수평/수직적인 이동에 대한 규명이 명확하지 않다는 것이다.
- 5) 적조의 발생과 소멸과정에 대한 규명이 명확하지 않다는 점이다. 지금까지의 연구 결과에 의하면 *C. polykrikoides* 적조는 전남 고흥군 나로도 인근해역에서 발생하여 남해안 일대로 이동·확산되는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 결과를 뒷받침할만한 충분한 관측 자료 및 분석 결과는 나오지 않았다. 이를 위해서는 같은 시기 타해역에서의 환경조건들에 대한 충분한 관측과 분석결과들이 비교 검증되어야 한다. 이는 적조 생물이 초기발생해역으로부터 타 해역으로 이동·확산되는지 아니면 동시다발적 또는 시차를 두고 타 해역에서 적조가 발생하는지를 결정하는 것으로서 적조 생물의 이동과 확산 예보에 있어서 대단히 중요한 사항이다.

이러한 적조 발생과 관련한 가장 근본적인 원인 및 문제들에 대한 해결이 바로 적조의 조기 예측 및 이동·확산 예보를 위한 출발점이 된다.

3) 물리화학적 해양 모니터링 및 모델링 : 새로운 연구 방법의 설정 및 제안

본 연구에서 제시하게 될 실시간 감시 시스템의 개발 및 적조 예측 모델은 2절의 적조 발생 기작 규명에서 지적된 문제점들에 대한 종합적인 관측, 분석 및 실험을 가능하게 한다. 적조 예측을 위한 수치 모델은 장기적인 계획에 따라서 단계별 실험이 이루어져야 한다. 이 과정에서 지금까지의 현장관측 및 실험실 결과들을 종합적으로 수치 모델화하여 재현하고 검증함으로써 적조 발생 원인 규명을 위한 도구로 활용하게 된다. 또한 실시간 감시 시스템은 현장 상황을 실시간으로 파악하고 이를 데이터베이스화함으로써 모델 초기·경계 조건뿐만 아니라 모델 검증과 자료 동화를 위한 자료 제공을 하게 된다.

(가) 실시간 해양환경 감시 시스템

해양 환경은 시시각각 변동하는 물리적 조건과 유기적으로 연결고리를 이루고 있는 복잡한 생태계와 더불어 지구상에서 가장 복잡하고 난해한 시스템을 이루고 있음은 주지의 사실이다. 이러한 시스템 내에서 발생 소멸하는 제 현상을 이해하기 위하여 가장 선행되어야 할 조건은 바로 가장 기초적 조건에 대한 감시와 체계적 데이터 베이스의 구축이다. 그런데 과거에는 해양환경의 조건을 감시하는 과업 자체만 해도 엄청나게 크고 어려운 난제일 수밖에 없었다. 그러나 90년대 전자공학 및 통신공학의 획기적 발달은 과거에 할 수 없었던 해양환경 감시에 획기적 전기를 가져오면서 새로운 지구적 차원에서부터 지역적 차원

의 해양감시 체제의 구축이 현실화되고 있는 시점에 와 있다.

해양환경의 관측 및 감시는 해양현상을 파악하는데 가장 중요한 방법이며 또한 선행되어야 하는 작업이다. 그러나 해양환경의 감시에는 많은 재원과 인력이 동원되어야 하며, 또한 적당한 날씨가 허용되지 않으면 이루어지기가 지극히 어렵다. 이러한 난점의 극복을 위하여 여러 목적의 수치 모델링에 의한 해황의 계산이 이루어지고 있다. 수치 모델은 대상 현상과 그 기법을 기준으로 수많은 종류가 개발되어 사용되고 있다. 연안해양 환경과 관련하여 가장 중요한 모델은 조류 및 해류 등의 유체역학적 조건을 계산하여 주는 모델과 이와 결합하여 오염물질 등의 수질을 계산하는 수질모델의 개발이 필수적이다. 이러한 모델의 초기·경계조건 및 검증을 위하여 반드시 양질의 현장관측 결과가 수반되어야 한다.

특히 적조와 같이 해황, 환경조건 및 생물학적 조건들이 복잡한 상호작용을 통해서 시·공간적으로 변동성이 크게 나타나는 현상은 기존의 연구에서 사용되었던 단기적이고 단편적인 관측 및 분석으로는 원인 규명이 어렵다. 또한 기습적, 혹은 단기간에 발생하는 이러한 유해현상을 포착하기가 어려울 뿐만 아니라 시의 적절한 대책을 수립하기에는 너무나 늦다. 따라서 보다 상세하고 종합적인 해황 조건들을 관측할 수 있고 현장 상황을 실시간으로 파악할 수 있는 실시간 감시 시스템의 도입이 요구된다. 실시간 관측을 통하여 시계열 추이와 환경 조건간 상호관련성 및 상관분석을 지능적으로 컴퓨터 시스템에 의해 자동 분석하여 사전에 그 조짐을 포착하고 적절한 경보체계를 통하여 어민들에게 공지하여 대책 마련을 할 수 있는 시간을 확보하는 동시에 적절한 과학적 조언을 해 줄 수 있는 시스템의 도입은 적조문제 해결을 위해 반드시 이루어져야 한다.

실시간 원격 감시 시스템은 해양환경을 실시간으로 감시하고 그 결과를 원격지의 주 전산기에 전송하는 시스템으로써 크게 관측부와 송신부로 구성된다. 관측부는 해양환경을 관측하기 위한 각종 센서들을 포함하며 센서의 종류는 현장 상황 및 연구 목적에 따라 확장 가능해야 하며, 송신부는 관측부의 결과를 주 전산기로 전송해 주는 부분으로써 자료 전송 방식에 따라 크게 유·무선 통신으로 구분할 수 있다. 특히 송신부는 본 시스템에서 가장 중요한 부분으로써 자료 생산 및 전송의 안정성과 통신비용 및 관리비용 등을 고려하여 설계되어야 한다. 또한 실시간으로 현장 상황을 인터넷을 통해 제공할 수 있는 웹 표출시스템이 포함되어야 한다. 웹 표출시스템은 실시간 원격 감시 시스템으로부터 전송된 자료들을 실시간으로 분석·처리하여 데이터베이스에 저장하고, 이를 웹(World Wide Web; WWW)을 통하여 접근할 수 있도록 하는 것이다. 즉, 인터넷에 연결되어 있고 웹브라우저가 설치되어 있는 단말기만 있다면 언제 어디에서든지 실시간으로 생성되는 자료들을 검색할 수 있도록 한다.

그림 19와 20은 실시간 해양환경 감시 시스템의 모식도와 충남대학교 해양학과에서 개발하여 현장에 설치 운용중인 시스템의 예를 보여주는 것이다. 본 시스템은 현재 위치정보(GPS), 해수유동(유향, 유속) 및 수질항목(수온, 염분, 용존산소, pH)들을 매 10분 간격으로

관측하여 실시간으로 주전산기로 전달하고 데이터베이스화 하고 있다. 컴퓨터에 의해 자동으로 가공된 자료는 웹으로 표출함으로써 현장 상황을 실시간으로 파악할 수 있도록 해주고 있다. 따라서 본 시스템에 적조 감시를 위한 추가적인 항목(영양염류, 기온, 기압, 풍향, 풍속, 클로로필, 탁도 등)들을 관측할 수 있는 센서를 부착함으로써 적조 감시 및 조기 경보를 위한 시스템으로 충분히 활용 가능할 것으로 사료된다.

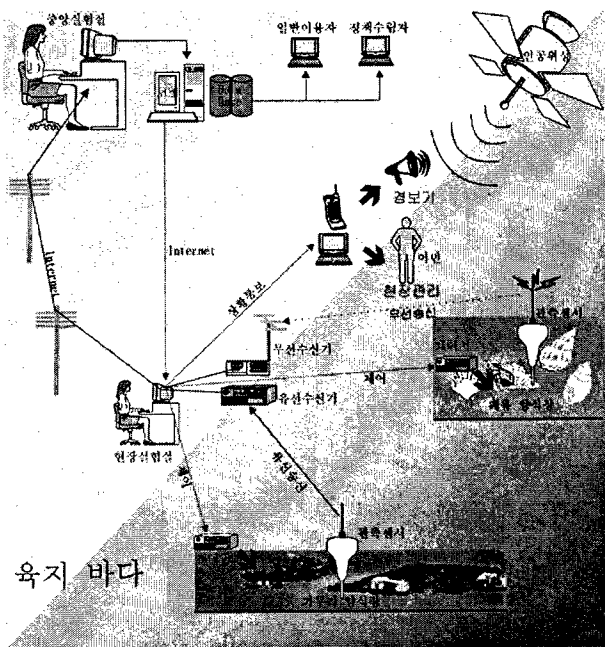


그림 4.19 실시간 해양환경 감시시스템 모식도

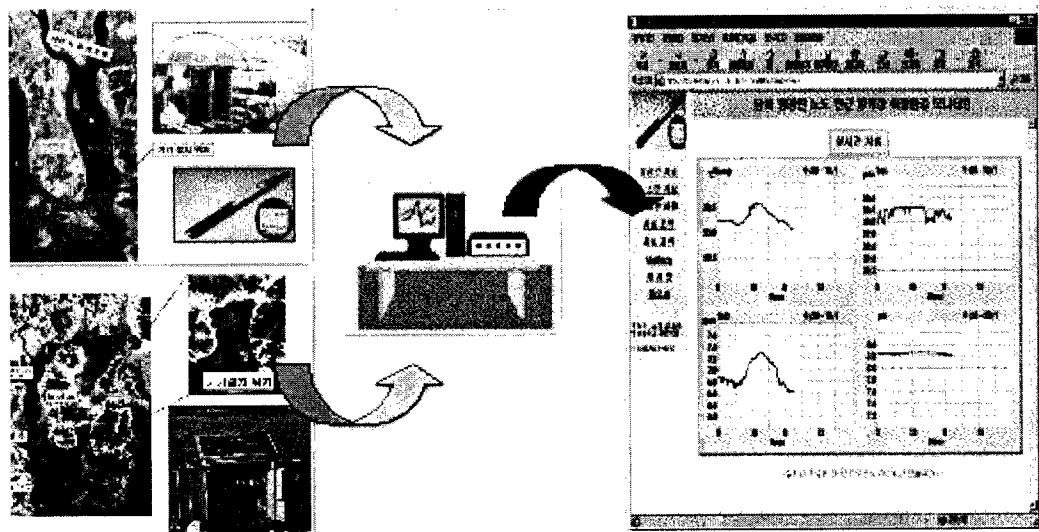


그림 4.20 천수만과 영강만에 설치 운용중인 실시간 감시시스템

(나) 자료 동화 해수유동 모델 개발

해수유동 모사를 위한 수리역학 모델은 활용 가능한 모델(부록 참조) 중에서 연구해역의 특성을 고려하여 선택하고, 연구해역 조건을 가장 잘 재현할 수 있도록 개발한다. 모델 선정시 반드시 고려되어야 하는 기준을 정리하면 다음과 같다.

- ① 해류, 조류, 풍성류, 밀도류의 사실적 재현 여부
- ② 지형조건, 수심조건 등을 사실적으로 표현할 수 있는 grid system 구성 여부
- ③ 계산에 드는 비용, 사용자의 편의성 여부

이러한 해수유동 모델을 이용하여 재현하고 예측해야 하는 항목들에는 3차원 유향, 유속, 수온, 염분, 수위 등이 반드시 포함되어 있어야 한다.

모델 적용해역을 상습적인 적조의 피해를 입고 있는 남해로 결정할 경우, 남해는 조류뿐만 아니라 해류가 우세하게 나타나는 해역이다. 따라서 조류와 함께 개방경계를 통한 해류의 유·출입 조건, 바람 및 해수의 밀도분포 등에 의한 해수의 유동을 재현할 필요가 있다. 이러한 개방경계 조건의 효율적인 부과를 위해서는 모델의 격자 구성을 위한 좌표계의 설정이 중요하다. 따라서 모델 영역은 제주해협과 대한해협을 포함하고 대마난류의 주류를 포함할 수 있는 영역으로 정하고, 좌표계는 해안선에 평행하면서 연구해역의 해류방향과 부합되도록 설정한다 (그림 4.20). 좌표계의 x축은 해안선에 평행한 방향으로, y축은 이에 수직인 방향으로 설정한다. 격자간격은 x, y 방향으로 1~5km 간격으로 설정하여 목표하는 현상을 효율적으로 재현할 수 있도록 하며, 수직적으로는 6층 내외의 구조를 갖도록 구성한다.

조석모델의 경우 개방경계에서 자유해면 분포를 부과하는게 통상적인 방법이지만 남해에서는 해류 등을 동시에 고려해야 하기 때문에 조류와 해류를 직접부과 함으로써 개방경계를 통한 해수의 유·출입을 동시에 고려해야 한다. 이는 조류와 해류가 우세한 해역에서 해류에 의한 자유해면의 분포를 추정하는 것보다 역학적인 계산 등을 통하여 개방경계에서의 해류를 추정하는게 더 용이하기 때문이며, 개방경계가 3면에 존재하기 때문에 자유해면을 부과할 경우 인접한 개방경계간의 평균적인 해수면 차이에 모델 결과가 민감하게 반응하기 때문이다. 이를 위해서는 개방경계에서의 정밀한 관측 자료들이 필요하게 된다. 아울러 실시간으로 관측되는 감시 시스템 자료를 이용한 모델 예측치의 검증과 자료 동화를 통하여 보다 사실적인 해류 및 조류 분포를 재현해야 한다.

이러한 관측 자료들을 근거로 한 해수 유동 모델은 남해안 일대의 해수유동을 보다 정확하게 재현하게 될 것이며, 특히 조류의 영향을 많이 받고 있는 내만에서의 해수 유동 특성을 정확하게 파악하게 될것이다. 이는 본 수리역학 모형과 연계되는 수질모형의 수질관련 방적식을 보다 정확하게 해석하게 해주는 근간이 된다.

(다) 자료 동화 수질 모델 개발

기존의 많은 수질모형에서는 유속계산으로부터 잔차류 또는 평균류를 계산한 후에 이를 수질모형에 연계시키는 간접적인 방법을 통상적으로 사용하여 왔다. 그러나 보다 효율적이고 상세한 수질모형을 위해서는 수리역학 방정식과 수질관련 방정식을 직접 연결하여 해를 구하는 방법을 채택해야 할 것이다. 수질모형에 있어서 가장 중요한 역할을 하는 것은 해조류에 의한 기초생산과 용존산소의 농도이다(표 4.6).

기초생산은 생태계에서 필요로 하는 에너지를 제공하게 되며, 용존산소는 생태계에서의 생활 기능을 유지하는데 필수적인 요소이다. 따라서 용존산소는 해양을 포함한 수계에서의 건강상태를 나타내는 자료로 사용되며, 이러한 용존산소 및 기초생산을 추정하기 위해서는 영양염류를 포함한 수질을 지배하는 각종 요소들을 필요로 한다. 따라서 개발되어야 하는 수질모형은 수온, 염분, 용존산소 및 영양염류를 포함한 환경변수에 대한 편미분방정식으로 구성하고, 이들 방정식을 풀어 시·공간 분포를 예측해야 한다.

표 4.6 수질모형을 이용한 예측 수질 항목

Water Quality State Variables	
Algae	1. cyanobacteria (blue-green algae) (Bc)
	2. diatoms (Bd)
	3. green algae (Bg)
Carbon	4. refractory particulate organic carbon (RPOC)
	5. labile particulate organic carbon (LPOC)
	6. dissolved organic carbon (DOC)
Phosphorus	7. refractory particulate organic phosphorus (RPOP)
	8. labile particulate organic phosphorus (LPOP)
	9. dissolved organic phosphorus (DOP)
	10. total phosphate (TPO4)
Nitrogen	11. refractory particulate organic nitrogen (RPON)
	12. labile particulate organic nitrogen (LPON)
	13. dissolved organic nitrogen (DON)
	14. ammonium nitrogen (NH4N)
	15. nitrate nitrogen (NO23N)
Silica	16. particulate biogenic silica (SU)
	17. available silica (SA)
Other	18. chemical oxygen demand (COD)
	19. dissolved oxygen (DO)
	20. total active metal (TAM)
	21. fecal coliform bacteria (FCB)

개방경계 조건으로 사용될 각 환경변수에 대한 관측자료는 대단히 중요하며, 세밀한 자료를 요구하게 된다. 따라서 실시간 해양환경 감시 시스템에 의해 구축되는 자료와 정기적인 관측자료 및 정기적으로 측정되고 있는 연안수질 측정망 자료를 근간으로 각 해역별 변동 양상 및 추세에 대한 통계처리 결과를 바탕으로 부과되어야 한다.

예를 들어, 현재 충남대학교 해양학과에서 남해안 앵강만에 설치 운용중인 실시간 해양환경 감시 시스템에 의해 구축되고 있는 자료의 분석 결과에 의하면 환경 변수 (특히 용존 산소)의 시간에 따른 변동 특성이 잘 나타나고 있다. 이러한 관측결과는 수질모형의 장기 예측을 위한 초기 조건뿐만 아니라 자료 동화 및 결과에 대한 검증자료로 활용될 수 있다.

수질모형은 이러한 각종 환경변수들에 대한 실시간 관측자료와 모델간의 자료 동화를 통해서 예측 결과에 대한 질을 향상시킬 수 있을 것이다. 이러한 결과는 연구해역의 해양오염 현상에 대한 원인과 영향의 연계분석을 가능하게 할 것이며, 나아가 보다 적조발생의 원인 규명을 포함한 해양오염과정의 규명을 위한 실험계획 및 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

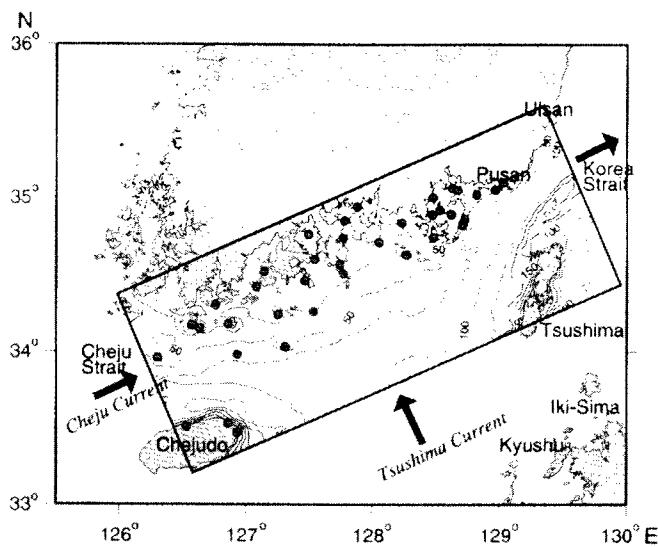


그림 4.21 해수유동 및 수질 모형을 위한 모델영역의 예

(라) 적조 발생 및 이동 확산 모델 개발

적조 발생시, 어떤 경로를 통하여 이동, 확산, 소멸되는가를 파악, 이해, 규명하기 위하여, 위의 두 모델 (순환 및 수질)과 동시에 개발하여야 한다. 단계별로 다음 사항을 고려 개발한다.

- ① passive tracer model
- ② passive tracer model with different density
- ③ active tracer model with vertical migration behavior

(마) 적조 발생 예, 경보 시스템 개발

근본적인 적조 방제 대책이 마련되지 않은 현 상황에서 적조 방제를 위하여 무엇보다 중요한 것은 적조 발생에 관한 조기 감지와 경보 시스템의 운용이다. 이는 적조 발생 상황을 조기에 감지하여 방제 대책을 마련하고 그에 따른 방제 노력을 조기 실시함으로써 피해를 최소화할 수 있기 때문이다.

그림 4.22는 충남대학교 해양학과에서 운용하고 있는 앵강만 어장환경 감시 시스템에 의해서 실시간으로 관측된 자료중 용존산소의 시계열 자료를 보여주는 것이다. 본 자료에 의하면, 지난 2002년 8월 2일 *C. polykrikoides*에 의한 적조 주의보 발령이 있기 전인 7월 23일부터 이상 징후를 감지하기 시작한 것으로 판단된다. 본 감시 시스템을 이용하여 이러한 수질 변화와 적조 발생과의 관계를 정확하게 규명하기 위해서는 보다 구체적인 변수들에 대한 정보가 수집되어야 하겠지만 수질의 이상 징후 및 적조 발생 조기 감지를 위한 시스템으로의 활용도는 높다고 하겠다.

그림 4.23은 실시간 자료를 이용하여 충남대학교 해양학과에서 구축한 경보 시스템으로부터 얻어진 경보의 예이다. 이 결과는 이용 가능한 특정 해양변수 중에서 용존산소를 이용한 경우로써, 그림 4.23A는 실시간 용존산소 시계열자료이고, 그림에서 적색선은 상한계치의 범위가 된다. 그림 4.23B는 특정 시점의 자료가 임계 변동치를 초과할 때 발령되는 경보를 보여주는 있으며, 그림 4.23C는 상한치 초과시, 그림 4.23D는 수온, 염분의 실시간 조건을 이용하여 계산한 이론적인 포화농도를 30% 이상 초과시 발령되는 경보의 예를 보여주고 있다. 실제 경보는 임계 변동치, 상한치, 하한치, 과포화, 저포화 임계치를 초과하는 어떤 조건이라도 만족하게 되면 발령이 자동적으로 일어나고, 시스템 감시 프로그램에 의해 사용자에게 경보 상황이 전달된다.

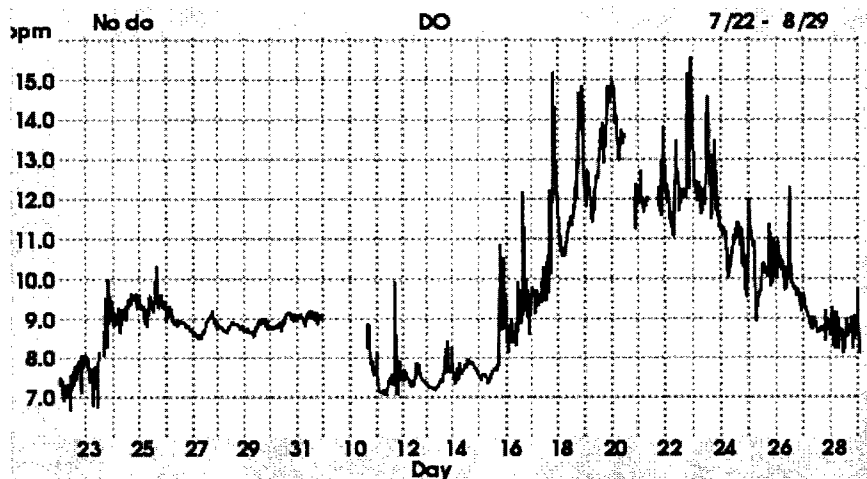


그림 4.22 앵강만에서의 용존산소 특이 변동

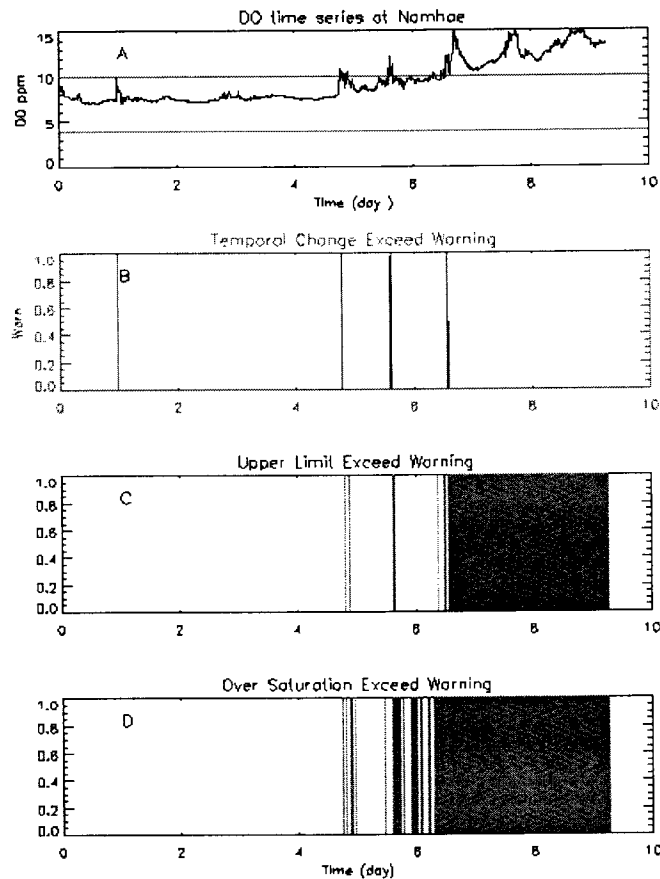


그림 4.23 경보 시스템 조건의 예

다. 중점 연구과제 (research priority)와 기술개발 전략

1) 중점 연구과제

- 1) 적조 초기 발생 해역의 파악과 규명
- 2) 적조의 생성, 발달, 소멸 과정 규명
- 3) 적조 빈발해역의 baseline 환경 감시
- 4) 적조 빈발해역 대상 해수유동 모델 개발
- 5) 적조 빈발해역 대상 해수수질 모델 개발
- 6) 적조 빈발해역 대상 생태계 모델 개발
- 7) 적조 경보, 예보 모델 개발 및 운용

2) 기술개발 전략

적조 발생 기작을 이해하기 위하여는 반드시 환경 모니터링과 모델링이 동시에 수행되어야 한다. 이는 결코 어느 하나로서는 복잡한 생태 현상을 파악, 이해하기 어렵기 때문이다. 기술 개발은 년차 계획을 수립하여 단계별 성취도를 확인한 후에 차기 목표로 나아가는 점진적 개발 전략이 필요하다. 요소 기술개발은 다음과 같다.

i) 해양환경 감시 시스템 운용 기술 개발:

현재 국내에는 다양한 센서를 사용하여 수질 및 생물, 생태 변수 들을 실시간으로 측정하는 기반 기술은 어느 정도 개발되어 있으나, 자료의 질을 확보하고 관리하며 운영하는 기술(QA/QC)은 초보단계이다. 따라서 단계별 운용 know-how를 축적하여야 한다.

ii) 해양환경의 시계열적 장기변동 모니터링 및 인프라 구축

국가 연안역 관리를 위한 감시 실시간 시스템을 적조 빈발해역을 대상으로 우선적으로 구축하여 점차 그 숫자를 년차적으로 증가시켜 나가야 한다. 적조발생 및 소멸과 같은 단주기 변동성이 큰 현상을 파악, 이해하기 위하여 측정주기가 짧게, 연속적으로 측정하고, 고정 부이외에도 선박을 이용하여 연속 측정 시스템(예, 플로리다 하구 자동 관측 플랫폼 품이나 퓨제 사운드의 ORCA)을 개발 운용하여야 한다. 현재 충남대학교에서는 광양만내의 여수-하동간 항로상에서 여객선을 이용하여 이와 유사한 자동관측 시스템을 개발하여 시험 운용 중이다.

적조발생 및 이동해역의 수온, 염분, 해류, 영양염, 바람 및 일조량 등 물리·화학 및 생리 생태 환경 파라메타에 대한 장기간의 시계열자료 데이터베이스 구축한다.

iii) 적조생물의 원격탐사 감시기술 개발:

고해상도 해색센서를 개발하여 적조의 감시에 활용할 수 있을 기초, 기반 기술을 개발한다. 2008년 운용예정인 국산 해양감시, 관측 위성을 목표로 기초 자료를 수집한다.

v) 적조예보대상 해역의 해수 유동 모델 개발

모델의 개발을 위하여 개방경계 조건으로 사용할 해황조건(수위, 유속, 수온, 염분)을 수집하고, 개발된 모델의 추후 검증 자료로 활용한다.

vi) 수질 모델의 개발

초기 단순 모델에서 3차원 복잡한 수질 모델을 개발하여 추후 개발될 생태계 모델과 연계한다.

vi) 생태계모델 개발 :

3차원 생태계모델은 앞의 해수유동 모델과 수질 모델의 개발 이후에 연계하여 개발한다. 생물의 기능에 의한 것으로 광합성에 의한 증식, 섭식에 의한 성장, 호흡, 사망, 배출, 분해 등의 생물적 경합과 포식관계 등에 대한 수학적모델 정립.

viii) 자료동화기법(data assimilation) 개발 :

해양환경 파라메타의 현장관측값 및 위성자료에서 해석한 광학적 특성 해석 정보를 앞서 개발한 다양한 모델에 동화하여 사실적 예측값을 도출한다.

이상과 같은 요소 기술을 개발하기 위하여 선진국의 개발 사례를 충분히 검토하여 국내 실정에 맞는 모델을 선정하고 benchmarking 할 필요가 있다. 특히 유럽의 7개국 공동 개발로 성취한 ERSEM을 참조할 필요가 있다.

라. 투자계획

적조발생 조기예측과 이동·확산상황을 실시간으로 예보하기 위해서는 적조생물의 발생 원인규명에서 연구한 결과를 활용하면 본 과제에서는 적조생물의 군집단위의 동태, 해조류의 유동모델, 기상변동 모델 및 적조생물 종간의 상호관계를 예측 할 수 있는 모델들을 개발해야 한다. 그리고 이동과 확산을 하는데 필요한 해양환경 파라메타의 연속측정 센서 기술 개발, 해양환경의 시계열적 장기변동 모니터링 및 인프라 구축, 적조생물의 광학적 특성 해석 기술 개발, 자료동화기법(data assimilation), 및 3차원 생태계모델을 개발해야 한다.

(단위: 백만원)

사업명	1단계 (2003~2005)	2단계 (2006~2009)	3단계 (2010~2012)	합계
적조생물군집의 계군 동태 변동 모델	600	800	500	1,900
적조생물간, 타생물간 상호 관계 예측 모델	400	600	300	1,300
해양기상요인의 변동 모델	600	800	600	2,000
해양환경 파라메타의 연속 측정 센서 기술 개발	1,000	1,000	2,000	4,000
해양환경의 시계열적 장기 변동 모니터링 및 인프라 구축	3,000	2,000	2,000	7,000
적조생물의 광학적 특성 해석 기술 개발	1,000	2,000	2,000	5,000
자료동화기법 (data assimilation) 개발	500	500	500	1,500
적조예보 대상 해역의 해· 조류 유동모델 개발	300	300	500	1,100
3차원 생태계모델 개발	1,000	1,500	2,000	4,500
합 계	8,400	9,500	10,400	28,300

제 3 절 적조생물의 유해성과 폐사원인 규명에 관한 연구

대규모로 발생하는 적조가 생태계에 미치는 영향 중 가장 광범위하고 효과가 지속적인 것은 적조 플랑크톤이 생산하는 독성물질에 의한 것이다. 적조가 야기하는 부정적인 영향으로는 적조의 대량발생에 따른 수층의 무산소화와 침전에 의한 점액질막의 형성이 해양생물에 직, 간접적인 피해를 가져오는 것과 적조생물체가 생산하는 유해, 유독성 물질이 어류 등의 수산생물체 치명적 피해를 야기 시키는 직접적인 피해로 크게 구분되고 있다. 특히 적조독은 생태계내의 먹이사슬을 통해 생물의 체내에 장기간 걸쳐 축적되고, 최종적으로는 인체에도 피해를 일으키는 공중 보건에 큰 위협이 되고 있어서, 수산업 및 해양산업 전반에 막대한 경제적 손실을 초래하고 있다. 따라서, 적조독 및 적조의 유해성 평가에 대한 연구는 전세계적으로 핵심 연구분야로 자리를 잡고 있다. 외국에서는 적조독성물질이 해양생물체 및 인체에 미치는 영향에 대한 연구를 집중적으로 수행하고 있으며, 한국에서는 기르는 어업을 정책적으로 육성하고 있어, 적조 독성에 관한 연구들도 대부분 양식업과 직결되어 수행되고 있다.

가. 핵심기술의 개요와 국내기술 수준

유해, 유독 플랑크톤은 먹이연쇄과정을 통해 수산생물을 폐사 시킬 뿐만 아니라 마비성 패류독(PSP), 설사성 패류독(DSP), 신경성 패류독(NSP), 기억상실성 패류독(ASP) 등과 같은 인체에 해로운 독성물질을 생산하며, 점액물질을 과다 배출시켜 어류를 대량 폐사 시키기도 한다. 한국에서는 적조를 일으키는 해양 플랑크톤은 약 67종으로 알려져 있는데, PSP와 같은 패류독을 생산하는 *Alexandrium tamarense* 등의 적조 종들이 전국 연안해역에서 발견되고 있을 뿐만 아니라 수산생물을 직접적으로 치사시키는 적조생물이 대량 번식하고 있다. 특히 *Cochlodinium polykrikoides* 적조는 '95년 이후 매년 대규모로 발생하여 대량의 어류를 폐사 시키고 있는 실정이다.

세계적으로 적조유해성 및 독성물질에 관한 연구는 1970년대부터 진행되어 왔으나, '70~'80 연대 초기까지는 적조가 수산생물에 미치는 유해성 평가 조사 및 독성물질의 정량, 정성 분석이 주를 이루었다. '90년대 이후에는 미국, 캐나다 등 선진국을 중심으로 적조독소 분석 기법 개발, 독소의 산업적 이용성 연구 등 적조 독소를 해양천연물의 기능연구 측면으로까지 이어지고 있다. 그럼에도 불구하고, 국내에서는 독성물질의 실체에는 접근하지 못하고 있으며, 생태계에 미치는 영향 및 독성물질 분석과 같은 개략적인 연구에 그치고 있고, 연구 인력도 극소수에 불과한 실정이다.

한편, 국내에서는 '95년 이후부터는 매년 막대한 수산피해를 야기시키는 *Cochlodinium polykrikoides*종의 어패류 유해성에 대한 연구가 집중적으로 이루어져 상당한 연구결과들이 보고되어 있듯이, 코클로디니움 적조의 어류 유해성 분야에 관한 핵심기술 수준은 세계

적으로도 상당히 앞선 상태이다. 국립수산과학원을 중심으로 하여 얻어진 *C. polykrikoides*의 어류 유해성에 관한 연구결과를 간추려 보면 다음과 같다.

- 1) 코클로디니움 적조는 밀도 3,000 cells/ml부터 어류를 폐사 시키지만, 굴, 전복 등 패류에는 직접적인 영향을 주지 않는다.
- 2) 어류 폐사 정도는 어종에 따라 다르게 나타났는데, 활동성 어류(참돔, 방어, 취치 등)가 정착성 어류(넙치 등)에 비해 치사율이 높았다. 즉 적조에 대한 민감도는 참돔 > 돌돔 > 취치 > 우럭 > 볼락 > 넙치 순으로 적조에 반응하였다. 코클로디니움 적조에 노출된 어류의 폐사율은 아래표(4,7)와 같다.

표 4.7 *C. polykrikoides* 적조에 노출된 어류의 폐사율(%)

어종	적조농도(cells/ml)	치사율(%)	첫 치사 시간(h)
취치	8000	100	2
	5000	100	3.5
	3000	30	6
	1000	0	-
참돔	8000	100	2
	5000	60	3
	3000	20	10
돌돔	8000	100	2.5
	5000	30	10
	3000	20	10
우럭	8000	60	3
	5000	30	10
	3000	0	-
볼락	8000	30	10
	5000	0	-
넙치	8000	30	12
	5000	0	-
대조구	0	0	

- 3) 적조에 노출된 어류의 아가미 세포에서는 다양한 생리생화학적 변화들이 일어났다. 즉 점액물질이 과다 분비, 아가미 세포의 기능성 효소들의 기능저하, 혈액의 산소분압저하 등과 같은 증상들이 발견되어 졌다. 어류가 적조에 노출될 경우 아가미 세포내 이온 수송을 담당하는 carbonic anhydrase 및 Na⁺/K⁺-ATPase 활성이 40~60%가 감소하였다. 또한, *C. polykrikoides* 적조에 노출된 어류 및 적조에 의해 폐사된 어류의 혈액 성분 변화를 대조구와 비교하기 위하여 pH, PO₂, hemoglobin, hematocrit, 전해질 이온(Na⁺, K⁺, Cl⁻, Ca⁺²)을 혈액분석기(Sthprofile 5, Nova Co.) 및 화학분석법으

로 분석한 결과, 대조구의 참돔의 경우 pH 7.01~7.21을 보였으나 폐사 중인 참돔에서는 pH 6.02로 약 1.0 unit가 떨어졌다. 혈액의 산소분압인 PO₂는 대조구의 어류는 약 60~70 mmHg 였으나, 폐사 중인 어류에서는 30~40 mmHg로 산소분압이 크게 떨어졌다. 한편 hemoglobin 량 변화는 거의 없었으나 hematocrit 수치는 적조 노출 어류에서 증가하는 경향을 보였다. 혈장 삼투압도 적조 노출 시 증가하였으며, 특히 스트레스 인자로 흔히 이용되는 혈장 코티졸 함량은 적조 노출시 대조구에 비하여 약 5배가 증가하여 어류가 상당한 스트레스 상태에 놓여있음을 보였다. 혈장 이온 농도변화에는 큰 차이가 없었으나 폐사 어류에서는 NA⁺, K⁺이온 농도가 다소 증가하는 경향을 보였다.

- 4) 어류 아가미 세포의 상피조직이 팽창되고 이탈되는 구조적 변화도 일어났다. 즉, 적조에 노출된 어류 아가미에서는 조직학적 변화가 상당히 일어났다(그림 4.24). 즉, 아가미의 lamella 상피조직이 부풀고(edema), 팽창(swelling)되었으며 심한 경우에는 탈착 현상까지도 일어났다.

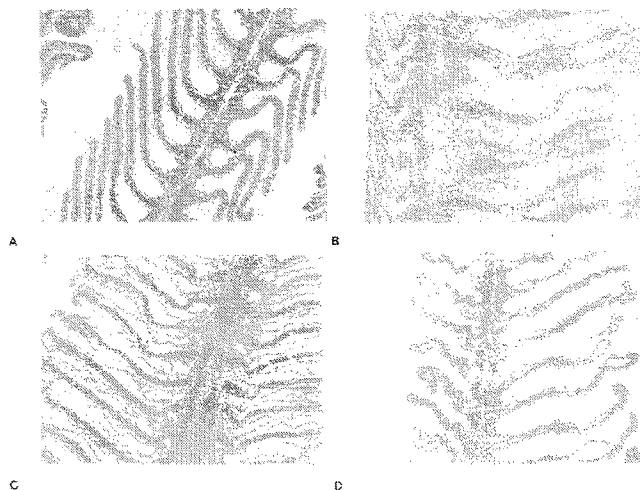


그림 4.24 *C. polykrikoides* 적조에 노출된 참돔의 아가미 조직.
A: 대조구, B: 죽어가는 어류, C: 폐사 어류, D: 무산소에 의한 질식 어류

- 5) *C. polykrikoides*는 어류 및 인체에 유독한 특이 독성물질을 생산하지 않는다. 수용성 및 지용성 적조 추출물로 대상으로 어독성 및 마우스 테스트를 수행하였으나, 특이 반응이 나타나지 않았고, 세포독성 및 용혈시험 등의 다양한 생화학적 테스트에서도 부정적인 반응은 나타나지 않았다. 또한 PSP 및 DSP등이 패류독소도 검출되지 않았다.
- 6) 적조 파손세포 및 점액물질이 어류 아가미에 부착되는 물리적 현상과 적조가 생산하는 유해산소는 어류 폐사의 원인으로 작용한다.

7) 궁극적으로 코클로디니움 적조에 노출되는 어류에서는 점액물질과 같은 복합 원인 인자에 의하여 아가미 세포의 기능적, 구조적 변화가 생김으로서, 아가미 세포에서는 산소전달이 원활하게 이루어지지 않아 어류는 질식 폐사 된다. 이들 결과들을 토대로 코클로디니움 적조의 어류 폐사 기구는 아래의 모식도와 같이 제시되어 진다.

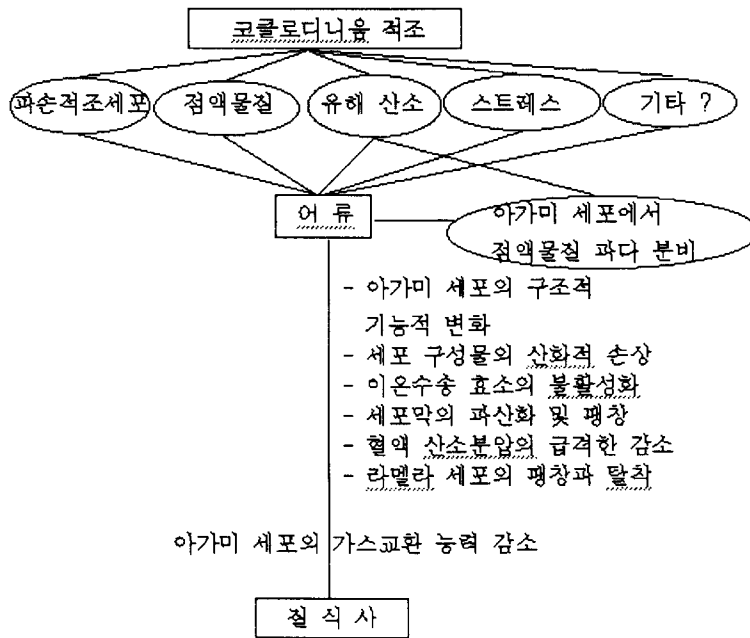


그림 4.25 코클로디니움 적조의 어류 유해성 기구

나. 핵심 기술 연구방향과 기술개발 전략

일반적으로 인체를 포함한 생물체에 미치는 적조의 유해, 유독성을 평가하기 위해서는 다양한 생물학적 테스트와 기기분석 방법들이 개발되어야 하며, 물질의 이화학적 특성들이 파악되어야 할 것이다. 미국, 일본 등 선진국에서 추진되고 있는 적조독성 연구의 세부 분야는 다음과 같다.

- 1) 해양 플랑크톤이 생산하는 신독소 탐색
- 2) 적조독소 미량검출 기법 개발
- 3) 독소 생합성 기작 및 무독화 연구
- 4) 적조독의 산업적 이용성 연구

따라서, 앞으로 국내에서 추진하는 적조 독성학 분야의 연구들도 이와 같은 맥락에서 접근을 시도해야 할 것이며, 구체적인 세부 분야는 다음과 같이 구분되어 질 것이다.

- 1) 적조생물의 유해성 평가
- 2) 독성물질 (예컨대, PSP)이 생물체내 축적 및 전환과정 이해

- 3) 독성물질의 세포 또는 생태계내에서의 역할 구명
- 4) 유독 적조생물을 조기 발견할 수 있는 진단기법 개발
- 5) 신규 독성물질 탐색 기법 개발
- 6) 독성물질의 특성 파악으로 산업적 이용성 강구
- 7) 적조독에 독화된 식품류(패류)의 무독화 기술 개발

한편, 유해성 *C. polykrikoides* 적조의 어류 폐사 원인 및 폐사 기구에 관한 연구는 앞서 언급하였듯이 상당 부분 이루어졌다고 여겨진다. 따라서, 이들 결과를 토대로 하여 앞으로는 1) 코클로디니움 적조에 의해 폐사된 어류의 활용방안을 모색하는 연구 2) 코클로디니움 적조에 노출되는 어류의 저항성을 높이는 연구들이 진행되어야 할 것이다.

다. 투자계획

(단위: 백만원)

사업명	1단계 (2003~2005)	2단계 (2006~2009)	3단계 (2010~2012)	합계
적조 유해성 평가 및 독성물질 스크리닝 기법 개발	300	500	500	1300
적조독의 이화학적 특성 및 응용화 연구	450	600	600	1650
적조에 의해 폐사된 어류의 활용 연구	300	300	300	900
패류독의 무독화 기술 개발	450	450	450	1350
합계	1500	1850	1850	5200

제 4 절 적조발생 방지와 방제기술 개발에 관한 연구

가. 적조발생의 근본적인 대책 연구

1) 핵심기술의 개요와 국내기술 수준

적조를 일으키는 해양식물성 플랑크톤은 생물의 내재적 특성과 환경조건의 영향을 받아 증식 또는 소멸한다. 따라서 생물자체에 또는 환경조건 개선 및 제어를 통하여 적조생물의 증식을 억제하는 수단이 곧 적조발생의 근본적 대책이라 할 수 있다. 외국에서는 이와 같이 적조발생을 근본적으로 제어할 수 있는 기술 개발들을 통하여 성공한 사례를 볼 수 있다. 미국 남부연안 N.Y.주에 있는 Long Island에서는 1950년대에 녹조(*Nannochloris* sp.)가 상습적으로 발생하여 바다의 굴 산업에 피해를 일으키고 미적 손상을 초래하므로써 사회

적으로 문제가 되었다. 따라서 주 정부에서는 이와 같은 적조의 발생을 근본적으로 방지하기 위하여 외해확산을 촉진할수 있는 만구 확장조치를 취하고, 육상으로부터 유입되는 오염부하를 감소시키기 위하여 주변의 오리 사육장을 감소시키고 오염규제 조치를 철저히 취한 결과 1960년대 이후 적조발생이 급속히 감소하였다. 또한 일본의 瀬戸内海는 1970년대 연간 약 300여건의 적조가 발생하는 상습적인 적조발생해역이었으며 특히 *Chattonella* 적조에 의한 수산피해가 71억엔에 이르렀다. 따라서 적조발생을 감소시키기 위하여 1977년 瀬戸内海 특별조치법을 제정하여 적조발생을 근본적으로 방지하는데 필요한 총량규제제도와 이 법에 의한 COD 삭감 목표제를 도입 적용하였으며 해역이용행위도 엄격히 억제한 결과 1990년대 이 해역의 적조발생건수는 70년대의 1/3수준인 100여건으로 감소하였다.

우리나라의 적조발생에 대한 근본적인 대책도 이와 같이 해양을 강제적으로 정화시키는 기술 개발을 통해 체계적이면서 깨끗한 연안 해역 환경의 조속한 회복이 이루어져야 적조발생을 근본적으로 차단할 수 있다.

이와 관련된 그 동안의 국내의 주요 연구과제를 보면, 부영양화 및 적조현상 규명에 관한 연구, 해양환경적 특성과 적조생물의 변동상황 연구, 영양염류의 자극 크기에 대한 생물 반응 연구 등이 수행되었으나, 적조발생을 근본적으로 제어할 수 있는 대책 기술과는 관련이 적었으며, 최근에 와서 해저 퇴적물 정화 기술 연구, 자가오염에 관한 연구 및 양식장 환경용량 산정 연구 등이 국립수산과학원을 중심으로 일부 수행되었을 정도이다. 이들 연구는 아직 실질적인 문제를 해결하기에는 상당히 미흡한 실정이지만 이들 연구에서 얻어진 결과를 간추려 보면 다음과 같다.

가) 먼저 해저 퇴적물 정화 기술에서는 오염된 해역의 저질을 황토 및 수산화마그네슘등으로 피복하여 저질중의 암모니아 질소, 인산 인등의 유기화합물의 해수중의 용출을 억제시키는 것에 관하여 실험을 행하여 질소, 인산 인의 용출량을 현저히 줄이는 것으로 나타났으며, 인의 약 99% 이상이 황토 중의 철 성분과 결합되어 제거되는 것으로 나타났다(그림 4.26). 황토피복에 의한 영양염 용출 억제 효과는 비교구에 비해 황토피복 두께와 차이없이 인산인과 암모니아 질소의 용출 억제가 높은 것으로 나타났다(그림 4.27).

그리고 해저퇴적물을 펴핑하여 탈수, 염분제거 및 안정화 반응과 여기에 유기성 폐기물을 혼합, 건조시켜 이것을 비료로 활용하는 기술들을 개발하였다. 현재 본 기술은 실용화를 위해 연구진행 중이다.

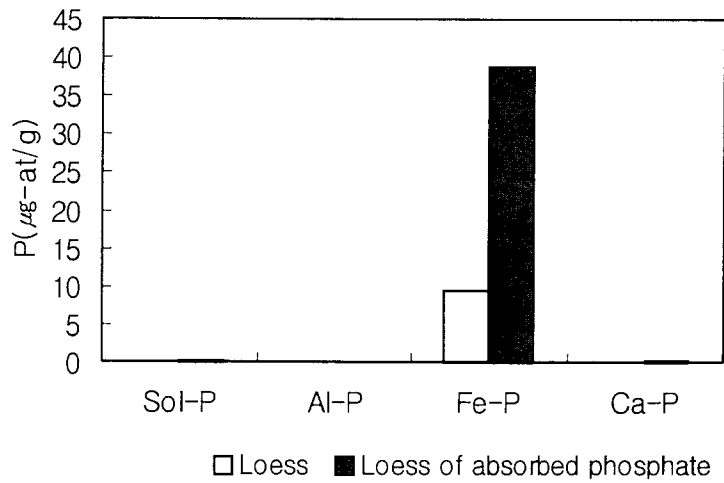


그림 4.26 황토중의 인 결합 형태

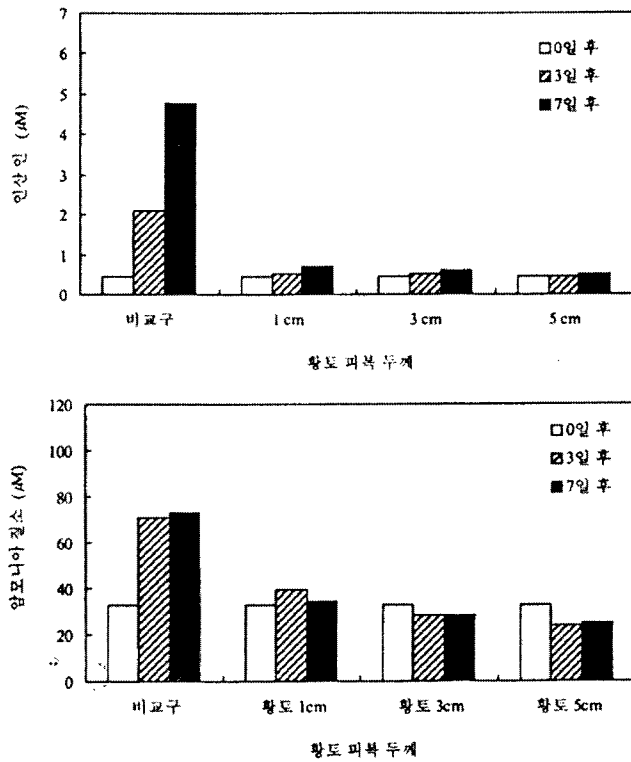


그림 4.27 황토피복에 의한 영양염 용출 억제 효과

나) 자가오염 연구 및 연안어장 적정환경 관리 기술 연구에서는 양식장이 많이 산재해 있는 거제도 오비도 수역을 정하여 자가오염물질의 확산과 퇴적물로부터의 영양염 용출 flux 조사, 어류양식장 물질 수지 조사 등의 실험을 수행하여 양식장에서의 자가오염 정도를 구명하였으며, 고성만에 대한 조사에서는 생태모델에 의한 물질 순환 구조를 해석하였다.

그리고, 폐류양식장에 생태계 모델을 적용하여 고성만의 해수유동과 수질재현 및 생태계 내 물질수지 산정을 행하여 입자유기물질과 식물성 플랑크톤이 퇴적물로 침강하는 양과 퇴적물에서 유기물이 분해되어 영양염류로 다시 해수로 공급되는 양을 산정하였다. 동시에 연안어장의 수질환경에 대한 이화학적 특성, 부영양도, 영양염류와 입자유기물질의 수평분포 등과 더불어 퇴적물에 대한 환경평가를 행하고 주요 만에 대한 저서동물상 군집구조를 분석하였다.

양식장 오염 및 퇴적물의 개선 및 자원화 기초연구에서는 해저퇴적물로 제조된 유기물 조비료의 성분평가와 중금속 함량변화 및 대장균군, 분변계 대장균 및 생균수 변화를 측정하여 해저퇴적물의 비료화에 대한 기초연구를 수행하였다.

2) 핵심 기술 연구방향과 기술개발 전략

적조발생은 질소와 인 및 희귀원소 함량과 깊은 정의 상관관계를 나타내고 있으므로 적조발생에 대한 근본적인 대책으로는 이들 물질의 연안유입을 차단하거나 또한 이들 물질의 해수 또는 해저퇴적물중의 농도를 감소시키기 위하여 해류순환을 추진하고 해저 퇴적물질(nutrient pool)을 제거 또는 준설해야 한다. 아울러 최근 연안에 집약적 양식장이 많아 자가오염에 의한 유기물질 부하량이 증가하고 있어 해역의 환경용량을 감안한 적정양식을 실시해야한다.

이와 같이 바다를 정화시키는 기술 개발을 통해 깨끗한 연안 해역 환경의 회복으로 적조발생을 근본적으로 차단하기 위한 연구는 실내보다는 현장적용 실험을 위주로 하여 실시하고 국내 및 국외의 연구결과를 적극적으로 활용하여 연구과제를 선정해야 한다. 현재까지의 연구결과를 토대로 중점적으로 추진해야 할 연구과제는;

- (1) 해양 유입 오염원의 정확한 산정 및 해양 자정 능력 평가
- (2) 오염원 차단 및 정화와 처리기술 개발
- (3) 현장 적용 기술 개발에 따른 시범단지 조성 및 확대기술 개발

이들 과제들의 세부 연구과제들의 개발전략으로;

(1) 해양 유입 오염원의 정확한 산정 및 해양자정 능력 평가

해양을 오염시키는 주요 요인은 크게 육상에서 과다 유입되는 오염물질과 해상의 양식장으로부터 버려지는 자가오염물질, 그리고 오염된 연안해역 자체의 정화능력을 상실케 하는 무분별한 매립으로 볼 수가 있다. 그러나 이들이 바다를 어느 정도 오염시키는가에 대해서는 정확한 산정이 필요하며, 그리고 오염량을 어느 정도 줄이면 바다의 자정능력으로 깨끗한 연안 해역 환경의 조속한 회복이 이루어지는가에 대한 평가도 중요하다. 그러므로 이들에 대한 연구가 우선적으로 추진해야한다.

(가) 해양 유입 오염원의 정확한 산정 모델 개발

- i) 오염 부하량 산정 기법 모델 개발
- ii) 양식장 적정 환경용량 산정 모델 개발
- iii) 매립에 따른 환경영향 평가 모델 개발

오염 부하량의 정확한 산정 기법 개발로, 먼저 육상의 하천, 지하수에서 유입되는 오염물질, 공장 등의 매연으로부터 유입되는 오염물질, 해상에 투기되는 자체 오염물질량의 규모를 파악할 수 있고, 해양의 자가오염을 일으키는 양식장의 적정 환경용량 산정으로 해역이용행위의 엄격한 통제를 이끌 수 있다. 그리고 바다를 정화시키는데 큰 역할을 하는 간석지 매립이 환경에 어느 정도 피해를 일으키는가에 대한 정확한 평가로 간석지에 대한 관리체계를 확립할 수 있다.

(나) 해양자정 능력 평가

- i) 해양의 자연적인 환경회복에 따른 자정능력 평가
- ii) 인위적인 기술 개발 적용에 따른 자정능력 평가
- iii) 해양환경 회복을 위한 적정 규모 평가

해양의 자정 능력 평가는 간석지 크기가 자연적으로 얼마만큼 바다를 자정할 수 있는가에 대한 정확한 평가가 있고, 거기에 인위적인 각각의 기술들이 어떻게 효과적으로 작용하는가를 정확히 평가할 수 있으면 해양의 환경회복을 위한 적정 시설 규모를 정할 수 있다.

(2) 오염원 차단 및 정화와 처리기술 개발

오염물질 차단 기술에는 오염물질의 여과 및 분해기술이 있겠으나, 여기에는 이미 상당한 연구가 진행되어 있으며, 특히 육상에서의 오염물질 처리기술에는 괄목할 만한 연구결과들도 있다. 그러므로 이들 연구결과들을 면밀히 분석하여 가장 경제적이며 환경친화적인 기술들을 선별할 필요가 있으며, 이들 기술들이 문제점이 있을 경우 기술들을 개선하는 연구가 진행되어야 한다. 최근에는 전기 사용량을 획기적으로 줄인 전기 분해법을 이용한 오염물질 침전 및 분해 기술들이 주목할 만하다.

그러나 바다의 자가오염으로 인한 문제 해결에는 이렇다 할만한 연구결과가 없다. 그러므로 해양에서의 환경친화적 양식기술 개발은 반드시 필요하다. 최근 정부에서는 환경을 고려한 환경양식산업, 예를 들면 남해안의 해조류 양식산업의 추진, 어류양식물량의 환경용량내 허용 및 연작 양식장의 휴식년제 도입 및 양식장의 외해로 이전 등을 강력히 추진하려 하고 있다.

이를 뒷받침하기 위하여 다음 기술개발 연구들이 우선되어야 한다.

(가) 오염물질 유입 차단 기술

i) 고효율 오염물질 분해 및 여과 기술 개발

- 기 개발된 기술들의 면밀한 분석을 통한 기술개선 및 실용화 연구

ii) 환경친화적 양식 기술 개발

- 복합양식 기술 개발
- 자가오염 차단 기술 개발
- 내파성 표, 중, 저층식 가두리 개발
- 가두리 등 구조물 유동을 최소화하는 계류시스템 개발

(나) 오염해역 정화 기술 개발

i) 퇴적물 정화 기술 개발

- 물리, 화학적 기술 개발
 - 오염해역 퇴적물 준설 기술 개발
 - 환경친화적 퇴적물 개선제 개발
- 생물학적 기술 개발
 - 세균 및 저서생물을 이용한 퇴적물 정화 기술 개발
 - 효모 및 효소를 이용한 퇴적물 정화 기술 개발

ii) 인공 정화 시설 조성기술 개발

- 해류순환 개선을 위한 인공 용승 및 기근어장 조성 구조물 개발
 - 수심별 용승 구조물 개발
 - 해류순환 개선을 위한 기근어장 조성 기술 개발
 - 소파 구조물 개발
- 인공 해조장 조성 기술개발
 - 목적별 다양한 해조장 조성 기술 개발
 - 해양목장과 연계한 단계별 해조장 조성 기술 개발
- 인공 간석지 조성 기술 개발
 - 목적별 다양한 간석지 조성 기술 개발

(다) 폐기된 오염물질 처리기술 개발

i) 물리·화학 및 생물학적 처리기술 개발

- 처리된 오염물질의 비료화 기술 개발

(3) 현장 적용 기술 개발에 따른 시범단지 조성 및 확대기술 개발

적조발생을 근본적으로 차단하는 문제는 바다를 오염되기 이전의 본래의 기능을 발휘할 수 있는 수준까지 회복시켜야 해결될 것으로 생각된다. 그러므로 개발된 기술들은 주요 오

염해역을 위주로 현장적용 단계를 거쳐 시범단지를 조성하여 운용한 뒤 이를 광역적으로 확대할 필요가 있다. 이와 같은 목적을 이루기 위해서는 아래와 같은 연구들이 우선적으로 이루어져야 한다.

(가) 현장적용 기술 개발

- i) 개발된 기술들의 상호관계 연구에 의한 고효율 모델 개발
- ii) 현장적용 실험

(나) 시범단지 조성 및 운영 모델 개발

- i) 시범단지 설치에 따른 문제점 도출 및 개선 기술 개발
- ii) 시범단지 운영 모델 개발

(다) 확대 기술 개발

- i) 해역별 단지조성을 위한 기술 개발
- ii) 광역 시설 기술 개발

3) 단계별 투자계획

(단위: 백만원)

사업명	1단계 (2003~2005)	2단계 (2006~2009)	3단계 (2010~2012)	합계
해양 유입 오염원의 정확한 산정 및 해양 자정 능력 평가	1,500	2,000	-	3,500
오염원 차단 및 정화와 처리기술 개발	5,000	10,000	20,000	35,000
현장 적용 기술 개발에 따른 시범단지 조성 및 확대기술 개발	-	50,000	100,000	150,000
합계	6,500	62,000	120,000	188,500

나. 적조발생후의 최소화 기술 개발

1) 핵심기술의 개요와 국내 기술 수준

적조발생후의 피해 최소화 방법으로는 적조이동과 확산예보, 양식생물의 적조해역 도피, 적조생물의 밀도를 감소 또는 제거시키기 위한 적조피해경감조치(impact prevention)와 적조생물 제어(control)로 나눌 수 있다.

적조 피해경감기술로는, 적조이동확산 예보 및 적조주의보 경보 운영, 적조어장유입 차단과 액화산소 공급, 가두리 이동 외해 대피, 저층수 펌핑 표층 살포, 생사료 공급 중단이 있으며, 적조제어기술로는 적조구제물질 살포, 적조생물 제거, 적조유입 차단막 설치를 들 수 있다.

적조이동 확산예보 및 주의보 경보에 관해서는 앞에서 언급하였으므로 생략하며 이에 대해서는 많은 연구가 이루어 졌다. 그러므로 여기서는 적조발생후의 피해를 저감하는 기술에 관해서 언급한다. 적조피해 저감 기술에는 크게 물리적 및 화학적인 방법과 생물학적 방법으로 구분할 수가 있으며(표 4.8), 최근 세계적으로 주목을 받고 있는 황토살포법이 있으며, 여기에 해수를 전기분해한 전해수와 혼합하여 고속 대용량으로 살포하는 전해황토살포법이 개발되어 2002년도부터 실용화되어 현장에서 사용되고 있다.

표 4.8 적조생물의 구제 방법과 원리(김, 1987)

방 법	원 리	응용물질	
물리적 방 법	<ul style="list-style-type: none"> · 초음파처리법 · 오존처리법 · 적조생물제거법 · 전기분해법 	<ul style="list-style-type: none"> - 세포파괴 - 독성중화 - 제거, 여과, 원심분리 - 세포치사 	<ul style="list-style-type: none"> - 초음파(160-400KHz) - 오존 - 원심분리기 - 전해수
화학적 방 법	<ul style="list-style-type: none"> · 화학약품살포법 · 황토살포법 · 응집제살포법 	<ul style="list-style-type: none"> - 세포치사, 파괴 - 응집, 침강 - 응집, 침강 	<ul style="list-style-type: none"> - 황산동, 유기화합물 - 황토, 점토 - 철염, 계면활성제등
생물학적 방 법	<ul style="list-style-type: none"> · 포식압(일명,천적) · 살조물질 · 세균, 비루스 · 기생생물 · 생물효소 	<ul style="list-style-type: none"> - 먹이망(grazer) - 세포파괴, 용해 - 분해 - 기생 - 세포막파괴, 용해 	<ul style="list-style-type: none"> - 요각류, 섬모충류 - 폴리유로나이드등 - Cytophaga sp. - 만노시다제

가) 물리학적 제어기술

적조발생해역에서의 적조생물 군집을 제어하기 위한 세포치사, 제거, 침강, 응집 기작은 해양에서의 생물 영향과 환경손상정도를 평가한 다음 경제성이 있다고 판단될 때 실용화할 수 있다. 현재 세계 각국의 적조연구자들은 이 문제를 해결하기 위하여 많은 인력과 예산을 투자하고 있으며 우리나라에서도 1995년 대규모 적조가 발생이래 이 문제를 해결하기 위하여 많은 예산과 노력을 투자하고 있다. 현재까지 적조생물을 구제하기 위한 수단과 방법은 다양한 방법들이 개발되어 있다.

물리적인 방법에 속하는 초음파 처리법은 초음파로서 적조생물을 파괴하는 (村上, 1976) 방법이며, 실험결과 표층에서 50cm까지는 효과가 인정되었으나 규모가 크거나 중층에 있는 적조에 대한 처리부실 문제로 인하여 실용화되지 못하였다. 오존처리법 역시 1977년경 미국에서 대합류의 독성을 중화시키기 위하여 실험하였으나 실용화되지 못하였다. 한편 원심분리 원리를 이용하여 제작된 한미합작의 적조제거기는 기기의 운영경비가 적고 제거율이 90%이상으로 제거효능이 우수하였으나 처리용량과 제거된 상등액(적조생물 농축액)의 처리가 문제점으로 남아있다. 한편 해수 전기분해시 생기는 차아염소산나트륨(NaOCl) 등으

로 적조생물을 치사시키는 기술이 개발되었으나 실용화하기 위해서는 생물에 미치는 영향 평가와 경제성 문제등을 해결해야 한다.

한편 육상수조식 양식장에서의 적조피해를 줄이기 위해 수산특정 연구 과제를 국립수산 과학원을 중심으로 산학연 공동으로 수행하였으며, 본 연구에서 적조경보기를 발명하여 실용화하였다. 적조경보기에 대한 연구결과를 간추려 보면 다음과 같다.

(1) 적조 자동경보장치

적조발생시 종래의 방법들은 사람들의 인력에 의해 적조를 감시하고 채수한 시료를 현미경을 통해 목측에 의해 적조농도를 조사하여 적조경보를 발생하는 방법들을 사용하고 있어 적조 발생에 적절하게 대처하지 못하였다.

본 장치는, 적조가 양식장 바로 근처 적당한 곳에 유입되었을 때 즉시 경보를 내릴수 있도록 하여 양식어민에게 경광등, 무선호출 등에 의해 알림과 동시에 해수 유입을 차단할 수 있는 장치로 구성된 육상양식장의 적조경보장치 시스템 및 저층수 펌핑 장치와 적조경보로 이루어진 해상양식장의 적조경보 장치 시스템으로 이루어져 있다.

적조경보장치는 적조센서(클로로필, 탁도 등 적조의 량을 직·간접적으로 측정할수 있는 클로로필 센스, 탁도계 등을 일컬음)로 부터 측정된 적조농도가 전압으로 변환되어 적조경보시스템에 입력되며 이 입력된 전압이 미리 조사에 의해 밝혀진 설정농도(적조경보 발령에 해당되는 적조농도)에 해당하는 전압을 초과할 경우, 경보를 발하게 되어 있다.

적조경보장치에 대한 구성은 그림 4.28과 같다.

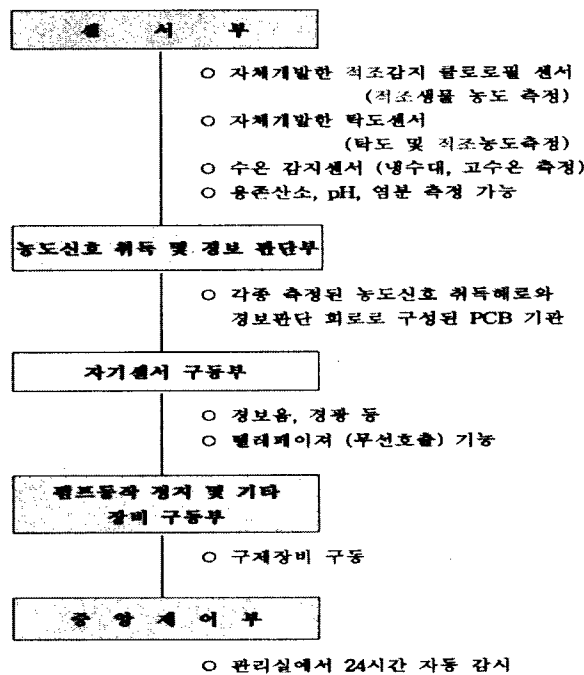


그림 4.28 적조경보장치 구성도

(2) 육상양식장용 적조 경보기

육상 양식장용 적조경보장치의 구성도는 그림 4.29와 같다. 그림에서와 같이 적조경보기는 해수 취수장 부근에 설치되면서 취수되는 해수중에서의 이상유무를 판단하도록 되어 있으며, 동시에 관리실에 관리실용 경보수신기를 설치하여 취수장에서의 해수에 대한 환경을 종합적으로 모니터링 및 컨트롤이 되도록 이루어져 있다.

즉 이상해수가 유입시에는 해수펌프의 작동을 정지시키며 동시에 압축공기 또는 액화산소기, 보일러 등을 구동시켜 산소, 따뜻한물 등을 발생 양식장내 수조로 보내어 이미 취수된 해수를 되돌록 장기간 사용할 수 있도록 하여 양식생물이 보호되도록 하였다.

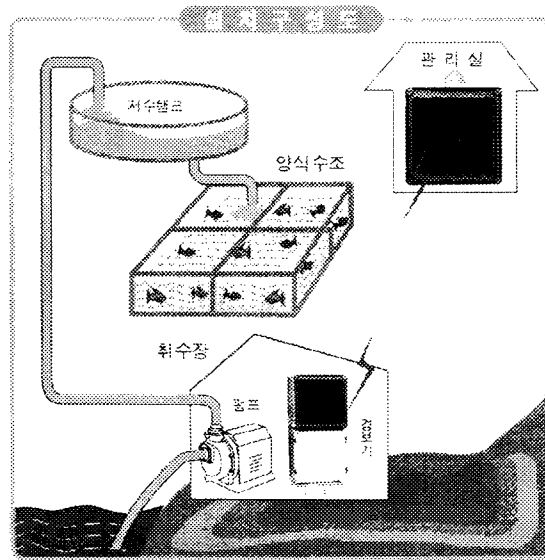


그림 4.29 육상양식장용 적조경보기 구성도

(3) 해상가두리용 적조경보기

해상가두리용 적조경보기는 적조가 해상양식장 바로 근처 적당한 곳에 유입되었을 때 즉시 경보를 내릴수 있도록 하여 양식어민에게 알림과 동시에, 자동으로 저층의 깨끗한 해수를 펌프로 파이프를 통하여 적조가 밀집되어 있는 표층에 살포되도록 하여 적조농도를 희석시킴으로써 양식생물을 보호할수 있도록 적조경보기와 저층수 펌핑 시스템으로 이루어져 있다. 즉 적조경보기를 해상가두리 양식장에 그림 4.30와 같이 설치하여 가두리 양식장 주변 해역의 표층의적당한 곳에 가두리에 접하는 앞·뒤, 좌·우에 설치된 표층 해수 취수 파이프로부터 해수를 각각 취수하여 양식장 주변에 적조가 접근하는가를 계속 감지한다.

그리고, 적조가 적정 농도 이상 접근시에는 적조경보기가 이를 감지하고 적조경보기 회로내의 주변기기 구동회로를 작동시켜 가두리의 적당한 곳에 시설되어 있는 저층 해수 펌프를 기동시켜 적조생물이 없는 깨끗한 저층수를 펌핑하여 펌프에 부착된 분사구를 통해

가두리 내로 분사시켜 가두리 어장내에 유입된 적조농도를 희석시켜 양식생물이 보호되도록 이루어져 있다.

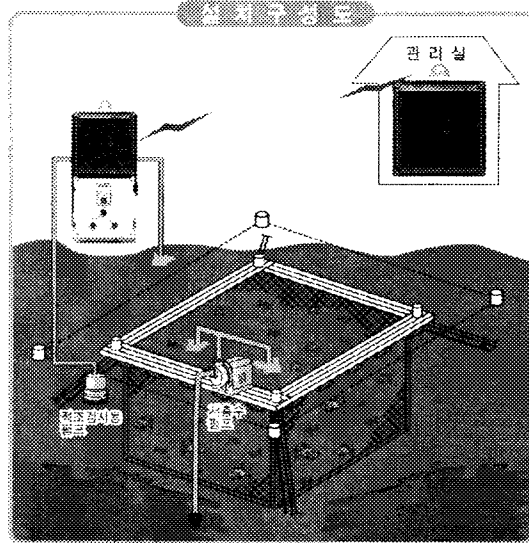


그림 4.30 해상가두리용 적조경보기 설치 구성도

그러나 본 장비는 적조가 장기간 지속되거나 비축해수가 충분하지 못할 때는 해수를 보충해야 하는 문제가 있으나, 이때는 적조제거기를 설치하거나 또는 여과설비를 준비하면 문제가 해결되어 양식생물을 적조로부터 보호할 수 있다.

본 장비는 가격이 대당 650여만원으로 개인이 단독 구입하기에는 고가이다. 정부에서 40%의 구입비를 지원하였으나, 홍보 부족 등으로 보급이 확대되지 못하였다.

본 장비는 적조뿐만 아니라 수온이나 해수중의 용존산소 등의 해양환경도 동시에 실시간으로 측정이 가능하여 양식장에서는 꼭 필요한 장비라고 할 수 있으므로 업체 및 관련기관의 홍보와 보다 편리성이 개선된 제품이 나오고, 지속적인 정부지원이 있으면 확대 보급이 가능할 것으로 사료된다.

나) 화학적 제어기술

화학적 방법에는 적조생물을 치사 또는 응집시키는 효능을 갖고 있는 화학물질을 투입하여 적조밀도를 감소 또는 제거 시키는 방법이다. 황산등 또는 유기 화합물등 화학약품을 이용하여 적조생물을 구제하는 기술은 주로 미국에서 연구되었다. 그러나 미국 Galveston 어업국 생물실험소에서 Florida연안에서 상습적으로 발생하는 *Gymnodinium breve* 적조생물 군집을 制御하기 위하여 1959~1970년까지 약 4700여종의 유기화합물을 대상으로 실험한 결과 적조생물 세포의 치사 효능, 즉 구제 효능을 충분히 인정할 수 있는 화학물질이 있었으나 제품의 효능지속성 및 환경친화성등을 감안할 때 실용화 할 수 있는 물질을 찾아내는데는 실패하였다(김, 1987).

한편 유기물질인 N-acetyl-L-cysteine과 ethyl-L-cysteine etest은 *Gymnodinium mikimotoi*를 구제하는 능력이 있으며 적당한 구제농도는 0.1mM(~155g/m³)수준이라고 보고(Jenkinsen and Arzul, 2000)하였다.

다) 생물학적 제어기술

생물자체의 포식과 분해기능 생물이 생산하거나 또는 생물에서 추출할 수 있는 생리활성 물질을 이용하여 적조생물의 세포를 파괴, 용해 분해시켜 적조를 제어하는 기술로서 최근에 환경친화성이 인정되어 비교적 많은 연구가 진행되고 있다. 생태계내의 생물 먹이망 구조에서 상위 소비자가 하위의 생산자를 포식하는 (top-down control)작용을 이용하는 기법으로서 요각류나 섬모충류로서 외편모조류를 포식하게 하는 방법이다.

우리나라 연안에 서식하는 *Oxyrrhis mrina* 종은 *Prorocentrum minimum*을 *Strombidinopsis* sp.는 *Gymnodinium sanguineum*과 *Cochlodinium polykrikoides*를 먹이로 하는 동물성 플랑크톤으로서 이들이 적조생물의 천적생물로서 이용가능하다는 결과를 얻었으며 특히 *Cochlodinium* 적조의 포식압이 인정되는 *Strombidinopsis*종의 실용화는 대량배양기술이 확립되면 국부적인 해역에서 실용 가능할 것으로 예상된다.(김등 1999)

적조생물을 치사시키는 살조물질중에는 갈조류에서 추출한 폴리유로나이드나 남조류에서 추출한 aponin이 *Gymnodinium* 세포를 용해시키는 능력이 있는 것으로 알려졌으며, 해조 큰실말에서 추출한 고급 불포화 지방산의 일종인 옥타데가 테트라연산이 1ppm가량의 낮은 농도에서 *Chattonella*, *Heterosigma*를 치사시킨다는 사실을 소개(현대해양 1986)하였다. 또한 세균 및 세균의 세포외 분비물질이 赤潮生物 세포를 용해 또는 파손시키는 사실이 알려졌다. 일본에서 *Cytophaga* sp. strain J18/Mol가 *Chattonella* spp.의 계균 억제 능력을 갖고 있는 것으로 보고(lmai at al., 2000)되었으며 한국에서도 *Cytophaga* sp.가 *Cochlodinium* 적조생물을 사멸시키는 것으로 나타났다.(김등. 1999)

프랑스의 Brittany 연안에서는 *Alexandrium minutum*에 寄生하는 *Parvilucifera* 속이 숙주인 *Alexandrium* 종을 사멸시킨다고 보고(Erard-Le Denn et al., 2000)하였다. 이와같이 동물성 플랑크톤을 이용하여 적조생물을 포식하게 하여 방제효과를 얻는 top-down control 방식의 적조구제와 세균이나 비루스를 이용하여 적조생물을 사멸시키는 bottom-up control 방식의 구제기술이 중점적으로 연구되고 있다. 동시에 갈조류등의 해산식물에서 적조생물을 치사시킬수 있는 능력을 갖고 있는 물질을 추출하여 사멸시키거나 적조생물에 기생하는 기생생물을 이용한 적조구제기술도 연구되고 있다.

라) 황토살포

우리나라에서는 1985년 경북 영천산 점토를 사용하여 *Prorocentrum triestinum*에 대한 구제 실험결과 80%가 제거되는 효과가 있다는 연구결과가 보고(김. 1986)된 이래 최근에는 중요한 적조방제 수단으로 황토를 살포하고 있다. 황토 및 점토 살포법은 황토의 콜로이드

입자가 적조생물과 응집 흡착하는 성질을 활용하여 적조를 구제하는 방법이다. 그 동안의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 황토 종류별 적조생물 구제효과

황토의 주 구성성분인 규소, 알루미늄, 철등의 금속화합물은 무기이온에 대한 강한 친화력 때문에 자연계와 수처리공정에서 흡착제로 이용되고 있다. 그러나 황토의 토취장별로 이러한 금속화합물의 구성비에는 큰 차이가 있으며, 이에 따라 적조구제효율도 19~98%범위로서 큰 폭으로 변화되고 있다. 특히 알루미늄 및 철의 구성비가 높은 점토가 적조생물의 구제효율이 탁월하였다. 특히 철의 함량이 구제효과에 중요한 역할을 하였다.

(2) 적조농도별 구제효율

적조생물이 저농도일 때에도 황토를 살포할 경우 구제효율이 높았으며, 적조생물의 밀도가 높을수록 구제효율이 높았다.

(3) 적조생물 종류별 구제효율

적조생물에 대한 황토의 구제효율은 구성성분의 화학적 조성, 입자크기 및 적조생물의 점액질 분비유무 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 실험에 사용한 적조생물은 현재 우리나라 연안에 자주 발생하는 종들로 이들에게 황토는 모두 효과가 있는 것으로 나타났으며, 특히 *C. polykrikoides*와 *G. impudicum*에 대한 황토의 구제효과가 가장 높았는데, 이는 이들 적조생물이 다른 적조종보다 점액물질을 과다 분비하는 사실과 일치하였다.

(4) 황토입자크기별 적조구제 효율

황토입자크기별 적조생물 구제효율은 황토입자 50 μ m 이하에서 가장 구제효율이 높았고, 입자가 클수록 구제효율이 낮았으나 입자크기별로 그다지 큰 차이는 보이지 않았다. 자연 황토의 경우 입자크기는 지역에 따라 다소 차이가 있었으며 50 μ m 이하의 입자가 16~29% 범위였다. 50 μ m이하로 분쇄한 황토가 자연상태의 황토에 비하여 구제효율은 다소 높았으나 자연황토보다 분쇄경비 및 포장비용이 과다 소요되는 등 경제성 측면에서 문제가 예상된다. 또한 실험에 사용한 적조생물밀도에 따라서도 구제효율에 차이가 많았다.

(5) 황토의 수주내 N, P 흡착 제거율

황토 10g/l를 살포후 1시간 뒤의 수주내 질산질소와 인산인의 흡착율을 조사한 결과 인산인의 경우 85~96%, 질산질소의 경우는 16~43%의 흡착효율을 보였으며, 인산인의 흡착효율이 질산질소보다 월등한 것으로 나타났다. 또한 시험수의 영양염 농도가 높을수록 흡착효율이 다소 증가하였다.

(6) 황토 피복에 따른 퇴적물로부터의 N, P 용출 억제 효과

황토피복에 따른 $\text{NH}_4\text{-N}$ 및 $\text{PO}_4\text{-P}$ 의 용출 억제효과는 대조구(황토미 피복구)에 비하여 황토 피복구가 실험기간 경과에 따라 뚜렷한 효과가 나타났으며, 적조해역에 황토살포시 황토자체로부터 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 용출량을 줄이기 위하여는 장기간 공기 노출층의 황토사용은 주의가 필요한 것으로 나타났다.

(7) 황토살포가 양식생물에 미치는 영향

피조개와 굴의 성패는 전 실험기간(40일) 동안 생존율이 95%이상으로서 양호한 생육상태를 나타내었으며, 피조개 치패의 경우 생존율은 황토살포구가 92~100%로서 황토 미살포구의 88%보다 오히려 생존율이 높았다. 또한 실험생물의 활력상태는 전 실험기간동안 전반적으로 양호한 상태였다.

피조개 성패의 생리적인 영향을 조사하기 위하여 실험 개시 후 약10일 간격으로 총 4회에 걸쳐 시료를 채취하여 생체내 헤모글로빈 농도를 측정된 결과 황토살포구가 대조구(황토미 살포구)보다 다소 높은 농도를 나타내었다.

전복 치패의 황토농도별 영향 실험에서 전 시험구와 전 시험기간 동안 100%의 생존율을 보였으며, 전복치패 장내용물 조사에서는 적조생물 시험구를 제외한 전 시험구에서 24시간 후 전복 치패의 장에서 황토섭취가 관찰되었으나, 회복시험 48시간 후 장내용물 관찰시 황토 전량 배설을 관찰할 수 있었다.

우렁챙이와 해삼의 경우에도 황토농도별 영향 실험에서 100%의 생존율을 보였으며, 장내용물 조사에서 24시간 후 다량의 황토섭취가 관찰되었으나, 회복시험 4~5시간 후 황토를 전량 배설하였다.

황토살포 농도에 따른 어류에 대한 영향 조사 결과, 적정황토 살포 농도(10g/L)에서, 어류폐사는 일어나지 않았으며, 실험어류중 황토살포에 대한 민감도는 참돔 > 쥐치 > 넙치 순으로 나타났으며, 활동성인 어류(참돔, 쥐치)가 저착성 어류(넙치)등에 비하여 황토살포에 민감함을 알 수가 있었다.

(8) 황토 자동분쇄 및 고속살포기 활용

본 장비는 황토를 보다 효율적으로 살포하기 위하여 개발한 것으로 원리는 교반조에 투입된 황토에 해수를 강제적으로 강하게 유입시키면서 교반조 탱크내의 벽면에 부착된 경사진 블레이드에 의해 발생하는 상승와류로 황토를 분쇄하는 방식으로 황토를 해수와 혼합, 분쇄 그리고 살포 3가지 기능을 동시 수행되도록 되어 있으며, 구성은 탱크와 해수를 유입하는 해수유입펌프, 황토를 분쇄·교반하는 교반조 탱크, 황토수를 다시 해수로 희석시키는 희석조 탱크, 희석된 황토수를 살포하는 펌프 및 노즐과 탱크 저면에 자갈 등을 배출시키는 밸브 등으로 구성되며, 전기식은 전기배선 및 제어판이 부착되며 엔진식은 소형

엔진과 펌프의 용량을 조절하는 엑셀레이터 등으로 이루어진다(그림 4.31). 적조구제효과가 보다 탁월한 50 μm 이하 황토입자 비율이 대략 10% 정도에서 60% 정도로 향상시켜주며, 살포능력은 소량에서 대량까지 조절 가능하며 지지대로 고정시키면 무인으로 살포가 가능하고, 노즐의 조절에 의해 살포 범위를 임의로 조절할 수 있게 되어 있다. 황토살포량과 인력, 장비, 경비 등의 절감효과가 현장에서 인정받아 금후 보급이 확대될 전망이다.

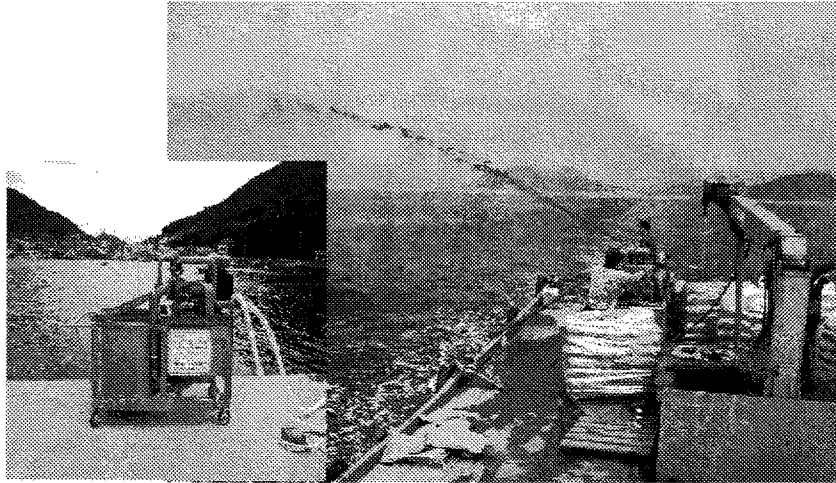


그림 4.31 소형 엔진식 황토살포기

마) 전해황토살포법

해수를 전기분해한 전해수에 의한 적조구제 효과와 전해수에 의해 활성화한 황토의 효과가 복합적으로 작용하는 기술로, 황토만 살포하였을 경우에 비해 구제효과가 약 2배 정도로 증가한다. 중성상태의 해수보다는 pH가 높거나 낮은 산성수나 알칼리수에서 황토의 콜로이드 용액의 Zeta 전위값의 절대값이 작아져 적조생물을 흡착하는 능력이 증가하는 원리를 이용한 본 기술은 기존에 개발된 황토살포기에 대용량 전해수 제조기술이 합쳐진 기술이다. 2000년부터 2년간에 걸쳐 실내 및 현장실험을 거쳐 2002년도에 적조방제 현장에 투입되어 그 효과를 인정받아 실용화한 기술로 실내 및 현장에서 행한 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 구제효율

0.5% 농도에서 적조구제효율이 50% 정도의 황토에 구제효율 100%인 0.5% 전해수를 혼합한 전해황토수 0.5% 농도는 100% 정도의 구제효율을 보였다. 그러나, 중층 및 저층에서는 황토는 구제효율이 40% 정도로 낮았고, 전해수는 해수와 비중이 같아 잘 혼합되지 않아 구제효율이 없었으나, 전해황토수는 중층 및 저층에서 모두 구제효과가 90% 이상으로 높았다. 전해황토수는 전해수 자체의 높은 적조구제효율과 전해수에 의해 활성화된 황토의 구제효율이 동시에 작용하는 잇점을 가지고 있다.

적조발생현장 실험에서 전해황토수는 0.5% 농도에서 약 95% 정도의 구제효율을 보였으며, 전해황토수 0.1% 농도에서도 70% 정도의 높은 구제효율을 보였다. 적조발생 현장의 적조밀도는 1500~2000cells/mL 이었고, 전해황토살포기에서 살포되는 전해황토수 내의 황토 농도는 1%~1.5% 정도이며, 전해수 제조장치에서 제조된 전해수는 산성전해수가 pH 2.0~2.5 이었고, 전해알칼리수는 pH 9.0~9.5 정도이었다. 이때 사용한 황토는 1% 투여시 약 90% 정도의 효과를 보였다. 전해황토수는 황토만을 살포하였을 경우에 비해 실내실험 및 현장 실험 결과를 비교해 볼 때 약 2배 정도의 효과가 있는 것으로 나타났다.

(2) 전해황토살포기의 살포효과

기존의 일반황토살포법과 고속노즐 살포에 의한 전해황토살포법을 비교하기 위하여 현장실험을 행한 뒤 이들 자료를 근거로 이들 2 방법에 대하여 황토살포량 및 살포면적을 계산하였다. 전해황토살포법에 기준하여 일반황토살포법의 경우도 바지선을 예인선이 인양하면서 예인선의 방수포로 바지선위의 황토 더미에 해수를 살포하여 황토수가 흘러내리는 방법을 적용하였다. 전해황토살포법은 고속노즐 살포방법을 사용하기 때문에 황토를 살포하는 범위가 일반황토살포법에 비해 훨씬 넓은 편이다. 바지선 예인속도는 평균 60m/min 로 하였고, 전해황토살포법에 있어서 노즐에 의한 살포거리는 30m, 살포각도는 30°, 바지선의 선폴은 12m로 하였다. 표 4.9에 황토분쇄 능력, 표 4.10에 계산 결과를 나타내었다.

표 4.9 살포장치의 황토분쇄 능력

종류	입자 구성				
	50 μ m 이하	50~100 μ m	100~200 μ m	200~1000 μ m	1000 μ m 이상
자연황토	10%	15%	30%	20%	25%
전해황토	60%	30%	10%	-	-

표 4.10 전해황토살포법과 기존의 황토살포법의 비교

방법	단위 면적당 황토살포량(g/m ²)	시간당 살포 면적(ha/h)	예인속도
전해황토살포법	19.8	15.12	2 knot
일반 황토살포법	292	4.3	

그림 4.32, 그림 4.35은 전해황토살포기의 현장 적조방제 작업 모습이며, 이때 각 노즐의 살포용량은 노즐 출구부 아래의 조절밸브로 조절이 가능하도록 되어있다.

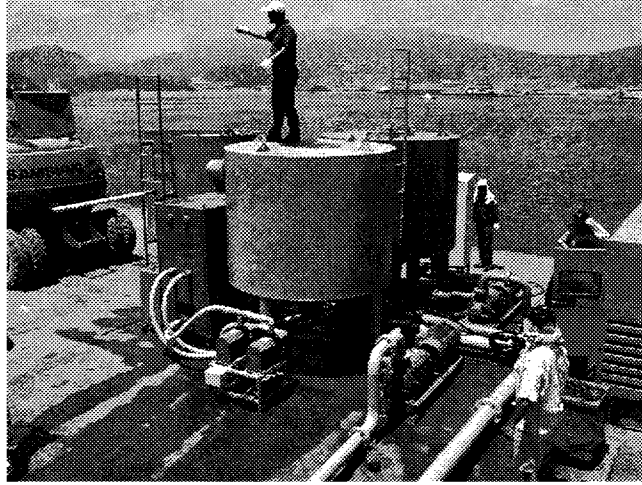


그림 4.32 바지선에 장착된 전해황토살포기 모습

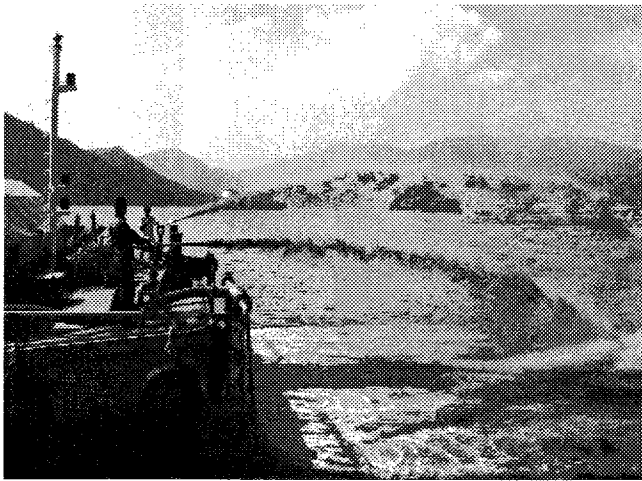


그림 4.33 노즐 및 자연살포기에 의한 살포모습

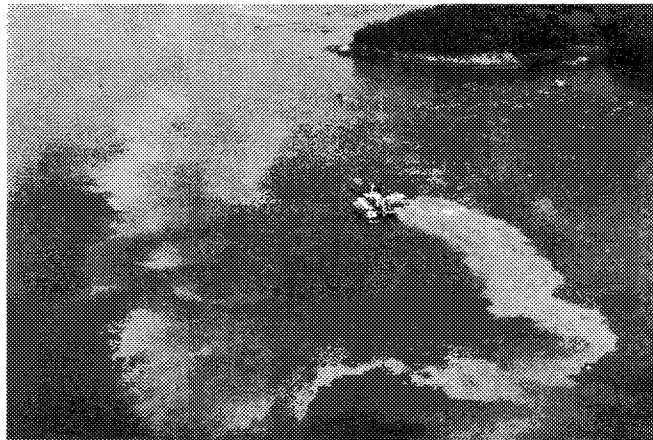


그림 4.34 양식장 주변에서의 전해황토 살포 모습

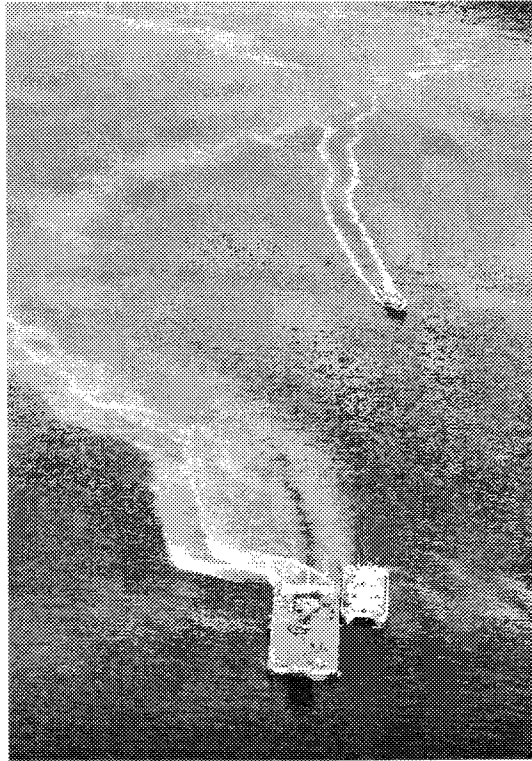


그림 4.35 광역해역에서의 전해황토 살포 모습

(3) 전해황토수의 양식생물 영향

전해황토수의 어류, 넙치에 대한 영향실험 결과, 전해황토수는 0.5% 정도의 농도에서 적조생물을 거의 100% 구제하는 물질이지만 그 농도의 5배 정도에서 어류에는 별다른 영향을 보이지 않았다.

(4) 전해 황토살포기의 경제성

전해황토살포법과 일반황토살포법에 대한 경제성 분석을 행하여 전해황토살포법의 효율성을 검토하였다. 표 4.11에 분석결과를 나타내었다.

표 4.11 황토살포법 운용 비용 비교분석

(단위 : 30일)

경비	전해황토살포법		일반황토살포법	
	1일 비용	계	1일 비용	계
시설비 ¹⁾	₩567,000	₩17,000,000	₩134,000	₩4,000,000
경비	₩1,223,000	₩36,690,000	₩600,000	₩18,000,000
황토비 ²⁾	₩240,000	₩7,200,000	₩1,650,000	₩49,500,000
합계	₩2,030,000	₩60,890,000	₩2,384,000	₩71,500,000

주1) 시설비 내역 : 전해황토살포기 1억7천만원, 일반황토살포기 4천만원(내구연수 각10년)

2) 황토비(운반비 포함) : 전해황토살포기 1일 24톤, 일반황토살포기 150톤 살포

이와같이 전해황토살포법은 초기 시설투자비가 많이 소요되지만, 적은 황토살포량으로도 더 높은 구제효율을 보임에 따라 황토비 절감효과가 크게 나타나고 있다. 전해황토살포법 사용에 따른 비용 절감효과는 내구연수 10년을 감안할 때 153,080천원(1차년도 10,610천원, 2~10년차 매년 15,830천원)에 이르며, 이는 전해수 황토살포법 적용 시설투자 원금회수율 90%의 투자효율을 나타낸다. 또한, 전해황토살포법은 일반 황토살포법에 비해 연간 17.4%의 비용 절감효과를 보이고 있다.

그리고 황토살포 면적당 투입비용을 비교 분석한 표 4.12에서 전해황토살포법은 적은 황토투입만으로도 보다 많은 살포면적을 보였으며, 1일 살포면적당 비용은 전해황토살포법이 16,774원/ha로서 일반 황토살포법에 비해 4.17배의 비용 절감 효과를 보였다.

표 4.12 황토살포 면적당 투입비용을 비교분석 (단위 : 30일)

전해황토살포법		일반황토살포법	
1일 살포면적	ha당 경비	1일 살포면적	ha당 경비
121ha	₩16,774	34ha	₩70,098

황토살포 효과를 면적 기준에 따라 투자효율을 분석한 표4.13 에서 일반 황토살포법을 통하여 전해황토살포법의 살포면적에 상당하는 황토살포와 구제효율을 나타내기 위해서는 매년 254백만원이 투입되어야 하므로 약 3.5배의 추가비용이 지출되어야 하는 것으로 나타났다. 한편, 동일 살포면적을 가정할 경우 전해황토살포법의 살포면적당 투자효율은 일반 황토살포법에 비해 4.17배(254백만원/60백만원)에 이르는 것으로 사료된다.

표 4.13a 황토살포 효과(면적 기준)에 따른 투자효율분석 (단위 : 30일)

구 분	전해 황토살포법	일반 황토살포법	
		기존 살포면적 유지	전해수 황토살포법과 동등 수준의 살포면적으로 확대할 경우
살포면적	121ha	34ha	121ha
1일 투입비용	2,030,000원	2,384,000원	8,481,861원
총 투입비용	60,890,000원	71,500,000원	254,455,882원

2) 핵심기술 연구방향과 기술개발 전략

우리나라와 같이 연안 이용도가 높은 일본에서는 막대한 수산피해를 일으키는 적조의 발생기구 구명과 방제기술 개발연구를 집중 수행한바가 있으며, 유럽과 미국에서도 해양생물 피해를 경감시키는 기술개발사업이 정부의 적극적인 지원아래 1970년 중반부터 집중적으로 수행되고 있다. 한편 우리나라는 1980년대 이후부터 연안 부영양화 현상과 적조현상이

사회·경제적으로 문제를 야기 시키고, 특히 1995이후부터는 적조현상이 대규모화, 광역화, 고밀도화, 유독화되어 막대한 수산피해를 일으킴으로써 적조 연구가 활발히 수행되어 적조 경보기, 적조제거기, 내과성가두리, 전해황토살포기 등을 개발실용화 하였으나 피해 저감 기술개발 연구투자 수준은 선진국과 비교할 때 아직도 상당히 뒤떨어져 있어 보다 효과적인 적조방제체계 확립에는 상당히 미흡한 상태이다.

최근의 적조는 그 규모가 점점 대규모, 광역적, 고밀도로 발생하고 있어 광역, 집중적으로 적조를 방제하지 않으면 효과를 보기 어려운 실정이다. 그러므로 금후의 연구 및 기술개발은 집중적 방제체계 및 광역적 방제체계를 동시에 갖출 필요가 있다. 그리고 환경친화적인 적조구제기술을 다양하게 개발하여 방제 체계별 해역별 특성에 맞도록 체계를 구성하여야 그 효과를 극대화할 수 있을 것으로 사료된다.

이와 같은 관점에서 현재까지의 연구결과를 토대로 추진해야 할 연구과제는 크게 나누어 다음과 같다.

- (1) 황토 이외의 다양한 환경친화적 적조구제 기술 개발
- (2) 고효율 적조방제 체계 구축
- (3) 효율적 운용 체계 구축

이들 과제들의 세부 연구과제들의 개발전략은 이하와 같다.

(1) 다양한 환경친화적 적조구제 기술 개발

적조구제물질 개발에 관해서는 그 동안의 연구에도 불구하고 현재 적조방제물질로 황토를 유일하게 사용하고 있다. 황토는 코크로디니움과 같은 점액질 적조생물에는 효과가 인정되나, 규조와 같은 적조종에는 효과가 현저히 떨어진다. 금후 종천이에 의해 새로운 적조생물 등장에 의한 적조에 과연 황토가 효과 있으란 법이 없으며, 그리고 황토의 대량채취는 육지환경을 파괴시킨다는 지적들이 나오고 있기 때문에 다양한 적조구제 물질 및 기술개발이 필요하다.

이와 같은 목적을 달성하기 위해서는, 아래와 같은 연구가 순차적으로 필요하다.

- i) 물리·화학 및 생물학적 구제기술 개발
- ii) 물질 및 기술별 생태계 영향 조사
- iii) 물질별 용량별 적용 기술 개발
- iv) 물질 및 기술별 실용화

이중에서 물리화학적 및 생물학적 구제기술에 대해서는 최근 많은 연구자 및 업체들이 관심을 가지고 있으므로 구제기술 개발 시 염두에 두어야 하는 사항과 그동안 개발된 제품들과 현재 실용화 중에 있는 기술들 및 가능 기술들을 간추려 보면 다음과 같다.

(가) 물리·화학적 적조구제물질 개발

적조생물의 구제에 관해서는 장기간에 걸쳐 많은 연구와 대책시험이 실시되었다. 이들 방법들 중 주된 것들은 적조발생원인에 관련하는 수질, 저질의 환경개선 등을 목적으로 하는 간접적 방법과 적조생물 자체를 구제하는 직접적 방법으로 구별할 수가 있다. 간접적 방법은 앞장에서 언급하였으므로 생략하고, 직접적인 방법으로는 물리, 화학 및 생물학적인 방법을 들 수가 있다.

그러나, 여기에서 물리, 화학적 및 생물학적 구제기술들 중 특히 화학적 방법에 대해서는 이미 미국에서 1959년부터 12년 간의 장기간에 걸쳐 4,700종의 1차 유기화합물을 사용하여 조직적으로 검토한 바가 있다. 그리고 6년 후에 191종을 선택하여 다시 충분한 검증을 거치고 32종을 택하고 다시 8종을 최종 선택하여 생태계 영향 및 경제성 등을 고려하였으나, 실용화한 것은 하나도 없었다.

이와 같이 화학적인 방법은 신중을 기할 필요가 있으나, 미국에서 조사한 물질 중에서 최종 후보로 선택되었다가 경제성을 이유로 탈락한 물질에 대해서는 대량생산 기술 등의 기반기술이 발달한 요즘에서는 다시 조사할 필요가 있다. 그러나, 그 당시 보다 환경이 더 악화된 현재에서는 이들 방법이 반드시 환경친화적이어야 하는 것이 선결 조건이다.

그 동안 우리나라에서는 1995년도 대규모 적조발생 후 적조에 대한 관심이 매우 높아져 개인 및 기업에서 개발한 적조구제물질들 100여가지가 되며, 이중 생물학적인 기술도 10여가지가 된다. 그리고, 화학적인 방법이 20여종, 나머지 대부분은 황토와 유사한 물질들이다. 그 중에서 구제효율이 60분 후 80% 이상 되면서 황토와 유사한 종들을 제외한 물질들은 30여가지가 되며, 이들은 표 4.13a와 같이 저질개선제, 오폐수 처리제 등으로 사용하는 물질도 포함되었다.

먼저 세프레마, 즉 수산화마그네슘($Mg(OH)_2$)은 바다에서 이온상태로 대량 존재하고 있는 Mg^+ 를 탈탄산 과정과 $Ca(OH)_2$ 의 반응에 의해 제조된 물질이며, 활성특성이 강하고 반응성이 좋아 저질개선제 등에 사용하고 있는 물질이다. 이미, 일본에서 그 기술이 개발되어 저질개선제 등으로 사용되고 있으며, 우리나라에서도 개발되어 실용화된 물질이다.

제오플렉은 소각장의 폐기물을 녹여 만든 용융슬래그에 다공질 무기재료인 제오라이트(zeolite)를 투입 합성한 물질에 $NaOCl$ 을 첨가하여 제조 개발한 물질이며, 생석회 CaO 는 강알칼리이면서 산성토양을 중화시키는데 주로 사용하는 물질이나, 근래 적조에 사용할려는 문제로 논란 중에 있으며, 실용화에는 문제가 많은 물질이다.

표 4.13b 적조구제 물질들에 대한 적조생물 구제 효과

물질	살포농도(ppm)	구제효율(%)	비고
세프레마	200	90	수산화마그네슘
제오플릭	1,000	90	합성 제오라이트
CaO	200	92	생석회
소성패각분말	200	93	
MgO	10,000	47	고 토
엔조메틱	10,000	100	오페수 처리제
SiO ₃	5,000	99	
페카보네이트	10,000	98(즉시)	
SiO ₂	10,000	85	
활성산호칼슘	1,000	95(즉시)	
일라이트	10,000	80	
셰리사이트	10,000	92(즉시)	
네오피트	10,000	98	천연광석분말
황산제1철	100	99	
황산제2철	100	94	
SCI-62	2	89	황산동 5% 첨가제
CiCO ₂	20	99	
필택	10,000	98(즉시)	수용성알칼리용액

최근 굴 및 패류의 양식어업이 발달하면서 이들 패각의 처리가 큰 문제로 대두되고 있다. 패각을 고온에서 소성 가공하면 생석회와 같은 CaO가 만들어지나 이들 물질은 물속에서 Ca⁺⁺ 이온상태로 되기 때문에 물속에서 발열반응을 일으키며 소석회로 되어 저질을 경화시키는 생석회와는 전혀 다른 특성을 보이는 물질이다.

고토는 MgO 성분이 있는 무기물로서 천연광물로 존재하는 MgCO₃(마그네사이트), MgCO₃+CaCO₃(돌로마이트), Mg(OH)₂(부루사이트: 소량존재)을 일컬으며, 비활성 특성이 있어 다른 물질과의 반응성이 약하고 대부분 중성 상태로서 고토의 철강 침식성을 방지하는 내화벽돌 제작 등에 사용되는 물질로 적조구제효율이 떨어져 구제물질로는 부적합함을 보였다.

그리고, 활성산호칼슘은 산호 석회암에서 생산되는 물질로 생석회와 유사하며, 일라이트는 황토와 비슷한 물질로 구제효율도 거의 같다. 황산제1철, 황산제2철은 조류축진제로 사용되고 있는 물질이며, 적조구제효율도 매우 높은 편이다. 그외 SCI-62, CiCO₂, 필택, 엔조메틱, 페카보네이트, 네오피트, 셰리사이트, SiO₂, SiO₃는 구제효율이 높은 편에 속하나 생산과정 등이 확실하게 공개되지 않고 있다.

그리고, 이상에서 언급한 물질을 황토에 혼합하여 황토의 구제효율을 증진시키는 기술들이 개발되고 있다.

(나) 생물학적 구제기술

최근 각국에서는 생물학적인 방법에 대한 연구에 많은 예산을 투입 하고 있으나, 생물학적인 방법은 대량생산 문제와 바다에 적용시 생태계 교란 가능성 등으로 인해 실용화에 어려움이 따르고 있다.

생물학적 적조구제기술개발 분야는 대부분 생태계의 먹이사슬 원리를 이용한 방법으로 써 적조생물을 먹이로 이용하거나 적조생물을 죽일 수 있는 생물을 천적생물 등을 개발하는 방법과 적조생물을 죽일 수 있는 물질을 생물로부터 추출하는 방법 등을 들 수 있다.

현재까지 국내, 외에서 추진되고 있는 생물학적 적조구제기술 연구로써는 *Strombidinopsis* sp., *Amoebophyra ceratii*, 살조성 bacteria나 virus 등을 이용한 적조생물의 구제 연구 등을 들 수 있다. 이러한 생물학적 적조구제기술연구는 우리나라와 미국, 유럽, 일본 등지에서 활발히 추진되고 있는데, 현재 일부 종의 경우는 실험실 또는 미소코즘 내에서 높은 구제효과를 보이고 있는 것으로 보고되고 있다.

그러나 이러한 생물학적 구제기술의 무분별한 현장적용은 연안 생태계에 엄청난 교란과 파급효과를 가져올 수도 있으므로 이러한 기술의 실용화를 위해서는 생태계에 미칠 수 있는 장단기적 영향을 철저히 검증하여야 한다. 하지만, 이러한 생물학적 구제기술은 그 활용도가 매우 높고 또한, 관련분야의 기술을 발전시킬 수 있는 시너지효과를 발휘할 수 있는 분야로써 앞으로 이분야에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 할 것이다.

(다) 적조 피해경감 장치 개발

어떤 특정한 장치에 의한 적조제어 방법으로 먼저 적조로부터 양식 시설물을 도피시키는 방법과 장치 등을 이용하여 적조를 구제하는 방법을 들 수가 있다.

적조로부터 도피하는 방법으로는 표, 중, 저층의 내파성 이동식 양식 시설물 개발을 들 수가 있으며, 이중 표층용 내파성 시설물은 이미 개발되어 실용화되고 있다. 중, 저층용 내파성 시설물은 실용화를 목적으로 개발중에 있다. 그러나, 이들 시설물을 이동시키는데는 기술 개발이 미흡한 실정이며, 본 기술 개발을 위해서는 시설물에 대한 유수 및 조파저항에 대한 설계가 우선 필요하고, 어류의 스트레스를 최소화하는 주변 시설 설계가 따라야 한다. 이와같은 사항을 충분히 고려, 설계하여 많은 예산을 투입, 시설물을 제작하면 되겠지만 어류 전체의 생산 가격보다 비싸면 무용지물이 된다. 즉, 무엇보다도 경제성이 있어야 한다.

간단하게 생각하여 내파성 시설물을 이동시킬려고 할때 시설물 앞에 시설물에 바로 부딪치는 해수 흐름을 양쪽으로 가르는 선수 앞부분과 같은 형태의 간단화 시킨 구조물을 설치하면 유수저항을 현저히 줄일수 있을 것이고, 파도가 잔잔한 시기를 택하여 이동하면 조파저항 문제도 그리 큰 문제는 없을 것으로 사료된다. 그리고 선수부에서 분리된 해수 흐름이 다시 시설물에 재부착하는 곳에 내부쪽으로 흐르는 흐름을 차단하는 막 정도를 시설하

면 저속도로 움직이는 경우에 별 문제없이 이동이 가능할 것으로 여겨진다.

그외 기타 적조 유입으로부터 피해가는 방법으로는 앞에서 언급한 적조경보에 의한 저층 수 펌핑 시스템, 저층으로부터의 콤프레샤에 의한 에어 공급 시스템이 있을 수 있다.

그러나, 어장내에 유입하는 적조를 직접 구제하는 장치로는 어장 시설물 상부 또는 하부에 적조를 구제하는 물질을 투입시키는 방법이 있다. 즉, 상부에서 살포장치를 이용한 적조 구제 방법으로 소형, 중형 및 대형 살포장치가 개발되어 있다.

하부에서 물질을 투입시켜 적조를 구제하는 방법으로, 벤츄리관을 이용하여 물을 고압으로 분사시켜 적조를 구제하는 방법이 있다. 이는 벤츄리관 밖으로 분사된 물은 압력이 갑자기 떨어져 기포가 발생하며 이 기포는 물속의 부유물질을 흡착하는 성질을 가지므로 이를 이용한 기술이다. 아직 실용화가 이루어진 기술은 아니나 충분히 가능성 있는 기술이라 하겠다. 이와 유사한 방법으로 최근에는 다양한 고효율의 산소 기포발생기, 오존 발생기, 초음파 발생기 등이 있으며, 이들도 적용시켜 볼만하다 하겠다. 그러나 이들 방법들은 양식 시설물 주변의 국소적 적조구제 기술이라 넓은 해역의 적조구제에는 적용이 어려우므로 그 외 다른 방법들의 상호장점을 극대화한 복합시스템을 개발하는 연구가 필요하다 하겠다.

(2) 방제 체계 구축

적조 규모가 점점 대규모, 광역적, 고밀도화 하고 있어 적조방제도 광역적으로 집중방제를 하지 않으면 효과를 보기 어려운 실정이다. 그러므로 금후의 연구 및 기술개발은 집중적 및 광역적 방제체계를 구축하는데 그 목적을 두어야 한다. 이와 같은 체계구축을 위해서,

- i) 양식산업의 피해를 효과적으로 줄이기 위해 양식장 주변의 적조를 효율적으로 방제하는 **부분적 적조방제 기술체계 구축**
 - ii) 적조로 인한 해양 생태계 교란을 제어하기 위한 **광역적 적조방제 기술 체계 구축**
- 에 관한 연구를 수행해야 한다.

(3) 효율적 운용 체계 구축

환경친화적인 적조구제기술을 다양하게 개발하여 방제 체계별 해역별 특성에 맞도록 체계를 구성하여야 하며, 적조방제시에는 이와 같은 지방자치체별 방제체계를 전체로 통합하여 효율적으로 운용하면, 그 효과를 극대화할 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 체계구축을 위해,

- i) 다양한 적조구제 기술개발과 기술체계 구축에 근거하여 **체계별 해역별 특성에 적합한 방제 체계 구성**
 - ii) 시도 경계가 없는 국가적 적조방제 동원체계를 구성하여 지방자치체간의 **효율적 운용체계 구축**
- 에 관한 연구를 수행해야 한다.

3) 단계별 투자계획

(단위: 백만원)

구분	제 1단계 (2003-2005)	제 2단계 (2006-2009)	제 3단계 (2010-2012)	합계
적조구 제기술 개발	○물리·화학 및 생물학적 구제기술 개발 ○물질별 용량별 적용기술 개발	○물질 및 기술별 생태 계 영향 조사 ○복합물질 시스템에 의한 기능성 구제기 술개발	○환경친화적 구제기술 및 물질 실용화	4,400
	1,200	1,200	1,200	
적조방 제체계 구 축	○부분적 적조제어 기술체 계 구축 -소형 및 중형, 대형 살포 시스템 개발	○광범위 적조제어 기 술체계 구축 -대형적조방제 선단 체계 구축	○효율적 운용 체계 구축 -체계별 해역별 특성에 적합한 방제 체계 구 성 -국가 통합적 운용체계 구축	25,000
	5,000	10,000	10,000	
합계	6,200	11,200	12,000	29,400

제 5 절 적조생물의 산업적 이용에 관한 연구

조류(algae)는 미세조류(microalgae) 및 대형조류(macroalgae)로 구분되며, 지구상에 약 25,000종이 분포하는 것으로 추정되고 있다. 특히, 해수중의 부유성 조류는 지구상에서 전체 광합성의 90%를 담당하는 것으로 추정되는 생태계의 1차 생산자로서 중요한 위치를 차지하고 있다. 적조생물체를 포함하는 해양미세조류는 양식을 위한 먹이생물, 인간의 식량, 의약품 원료, 환경독성학에서의 실험생물, 수질평가 등을 비롯하여 폐수처리에 이르기까지 그 활용범위가 매우 넓은 것으로 알려져 있다.

최근들어 해양 미세조류의 산업적 이용을 목적으로 하는 algal biotechnology는 급속히 발전하고 있는데, 자연계에 존재하는 다양한 종류의 미세조류를 대상으로 한 건강식품, 천연색소, 화장품 및 의약품 원료, 생물비료 및 먹이생물로 이용 등 유용자원을 탐색, 생산 이용하고자 하는 노력들이 활발히 진행되고 있다. 이와 같이 해양 미세조류로부터 기능성 생리활성물질들을 얻기 위한 연구들이 진행되면서, 적조원인 플랑크톤이 생산하는 여러 형태의 독성물질 및 이차대사물질의 기능을 구명하고, 나아가 이들 생물체 및 대사물질을 산업적으로 이용하고자 하는 연구들이 국내외적으로 큰 관심 분야로 떠오르고 있다.

가. 핵심기술의 개요와 국내 기술 수준

미세조류는 폐수의 고차처리와 같은 환경문제, 건강식품, 어류의 양식용 먹이생물로의 사용 가능성이 제기되고 있을 뿐만 아니라 의약품, 생물연료, 생물비료 등을 생산하기 위한 재료로서 각광을 받고 있다. 예컨대, 미세조류인 *Chlorella*는 건강식품 및 어류 양식용 먹이생물로서 잘 알려진 재료이다. 한편, 1967년 해양으로부터 의약품 개발에 관한 국제회의 (First International Conference on Drugs From The Sea)를 시발점으로 항암, 항바이러스 물질을 해양 조류로부터 탐색 개발하려는 연구들이 지속적으로 추진되어 왔다. 지금까지 이루어진 결과는 적조생물체 중 쌍편모조류나 cyanobacteria를 대상으로 다양한 독성물질의 기능 및 이들의 이용에 관한 연구들에 집중되어 있다. 예를들면, 적조 원인 편모조류로부터 amphidinol-1, goniiodomin A와 같은 항균활성을 갖는 물질들이 동정되었고, amphidinolides A-S와 같은 세포독성물질이, saxitoxin류와 같은 유독성 대사물질에 관한 연구들이 주를 이루고 있다. (그림 4.36, 37)

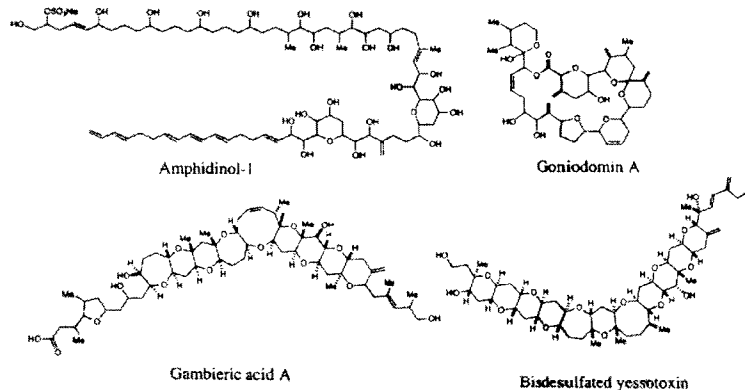


그림 4.36 편모조류에서 분리된 항균물질

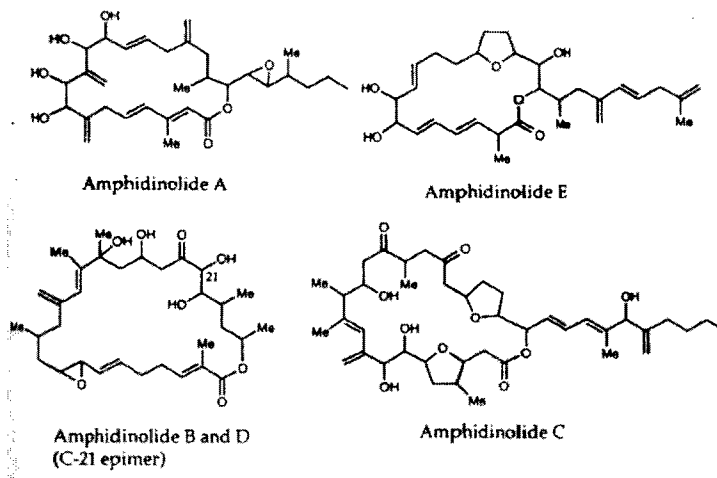


그림 4.37 편모조류에서 분리된 세포독성 물질

최근 미국 등 선진 외국에서는 적조독(DSP; diarrhetic shellfish poisoning) 중 하나인 okadaic acid를 암의 기작 연구에 있어서 중요한 연구용 시약으로 개발하여 이용하고 있다. 즉 okadaic acid 계열의 물질들은 독특한 구조로 인하여 유기화학적 연구의 대상이 되어왔고, 생합성 기작의 거의 알려져 전 합성도 성공하였다. 또한 okadaic acid는 극히 낮은 농도에서 효소 protein phosphatase의 작용을 저해하며 인체의 피부암의 성장을 억제시키는 것으로 밝혀졌다. 이와같이 okadaic acid와 dinophysistoxin-1(DTX1)은 암의 억제 또는 촉진을 일으키는 것으로 알려져, 암의 기작 구명 연구에 유용하게 사용되고 있다. 또한, 적조생물이 생산하는 sulfated polysaccharide를 항바이러스(antivirus, ex. AIDS virus) 약품으로 개발하려는 연구들이 진행되고 있다. 즉 *Cochlodinium polykrikoides*, *Gymnodinium* sp., *Pseudomonas* sp. 등이 세포막으로 생산하는 황산다당류의 이화학적 특성을 구명하고, 이것들을 바이러스 치료제로 개발하려는 연구들이 일본 등에서 이루어지고 있다.

국내에서는 최근 들어서야 수산과학원과 일부 대학을 중심으로 적조생물이 생산하는 이차 대사물질들에 관심을 두는 연구들이 시작되는 등, 이 분야는 태동기 상태인 초기단계에 머물러 있는 실정이다. 지금까지 얻어진 결과를 보면, 고도불포화지방산 docosahexanoic acid (DHA)와 eicosapentaenoic acid (EPA)를 높은 효율로 생산하는 적조생물체가 있음이 밝혀졌고, 적조생물이 생산하는 마이코스포린 화합물은 기능성 자외선 차단제로 이용될 가능성이 높다는 사실, 일부의 적조생물체는 김 (*Porphyra* sp.) 이상의 능력을 갖는 항산화제를 생산하고 있음이 밝혀진 정도이다(표 4.14). 즉 여러 종류의 적조 추출물을 이용하여 lipoxygenase 활성저해 평가, 자유 라디칼 및 단일항 산소 (singlet oxygen, 1O_2)의 소거율 측정 한 바, 표 4.14과 같이 *C. polykrikoides* 및 *A. tamarense*의 추출물은 높은 항산화력을 보였고, 김 보다도 높은 활성을 띠어, 이들 추출물에는 상당히 효율적인 항산화제가 내재될 확률이 높음을 보였다. 녹조류인 *Haematococcus pluvialis*로부터 carotenoid 계 화합물인 astaxanthin를 대량 추출하는 일들이 진행 중에 있다. 또한 적조생물체를 어류의 사료용 먹이생물로 개발하기 위한 초보적인 연구들이 부분적으로 이루어지고 있을 뿐이다. 현재 생물산업 수준에서 적조생물의 산업적 이용성에 관해서는 미세조류은행을 설립 운영하는 등 관심의 폭이 점점 커지고 있다.

표 4.14 적조 추출물의 항산화 활성

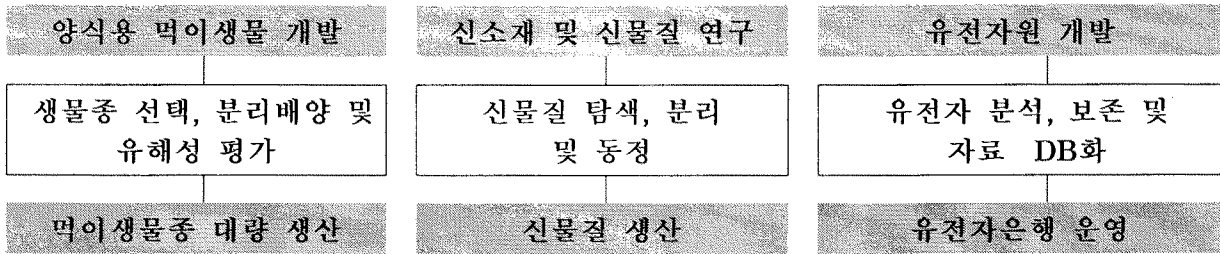
적조 종	EC50 (µg/ml)	
	lipoxygenase assay	DPPH assay
<i>A. tamarense</i>	690	120
<i>C. polykrikoides</i>	700	110
<i>G. impudican</i>	820	200
<i>G. sanguineum</i>	>1000	410
<i>E. gymnastica</i>	>1000	>1000
<i>H. akashiwo</i>	>1000	300
<i>H. triquetra</i>	>1000	>1000
<i>P. micans</i>	>1000	260
<i>P. minimum</i>	850	270
<i>Pyraminonas sp.</i>	>1000	420
<i>S. trochoidea</i>	>1000	>1000
<i>Porphyra sp.</i>	720	250

나. 핵심기술 연구방향과 기술개발 전략

해양 미세조류를 이용하여 환경문제를 해결하고, 고부가가치 생물자원의 개발과 같은 algal biotechnology 의 발전을 위한 infra 구축을 위해서는 해양학, 수산화, 생물화학, 의학 등의 전 분야들이 실질적인 보완관계를 가져야 할 것이다. 적조생물이 산업적 이용성을 강구하기 위해서는 크게 두 영역으로 구분될 것이다. 즉 양식산업에서의 적조생물의 이용과 개발 측면과 적조생물체로부터 신소재, 신물질 개발로 나누어 질 것이다. 또한 이들 분야의 활성화를 위해서 1) 해양 미세조류의 수집, 보존, 분양 등의 조류자원을 종합 관리하는 미세조류은행 설립 운영 2) 조류의 대량배양을 통한 유용물질 탐색과정에서는 조류의 harvesting 방법 개발 등이 선행적으로 이루어져야 할 것이다. 3) 더불어 유용물질 스크리닝 기술, 물질의 구조분석, 유전공학 기술에 의한 물질의 대량생산 기술들이 연차적으로 확보되어야 할 것이다.

적조생물체를 포함한 해양 미세조류의 산업적 이용성 확보에 있어서, 그 추진전략은 아래와 같이 접근해 볼 수 있을 것이다.

표 4.15



또한 적조생물 자원의 산업적 이용을 위한 단계별 목표는 다음과 같이 제시될 수 있을 것이다.

구분	1단계	2단계	3단계
양식용 먹이생물로서의 적조생물 개발	형태적 특성에 따른 개발종 선택 단일종 분리, 배양조건 확보	고밀도 대량배양 유생의 섭이율 조사 및 유해도 평가	대량생산 및 실용화
적조생물체로부터 기능성물질 탐색 및 개발	신소재, 신물질의 탐색, 분리 및 동정	신소재, 신물질의 생산	신소재, 신물질의 실용화 및 보급
적조생물의 유전자원 개발	유전자은행 운영 genome 분석	유전자은행 운영 유전자 보존방법 개발 유전자 지도 작성	유전자은행 운영 보존 유전자 활용방법 개발

최근들어 급속히 발전하는 유전공학 기술, 유용물질 탐색 등 생명공학기술의 기반 및 핵심기술들을 이용한다면 적조생물체를 포함하는 해양 미세조류는 천연색소 생산, 유용 의약품 생산, 건강식품 생산 등의 생물산업 전 분야의 발전을 도모하는데 크게 기여할 것이다. 또한 미세조류의 유전자원 확보는 “생물다양성 협약” 시대를 맞아 국내 생물산업의 국제 경쟁력을 강화하는데 기여할 것이며, 양식산업 측면에서 먹이생물로서의 미세조류는 양식산업의 성패를 좌우하는 매우 중요한 역할을 하기에, 먹이생물 개발은 수산산업에 크게 이바지 할 것이다.

다. 투자계획

(단위: 백 만원)

사업명	1단계 (2003~2005)	2단계 (2006~2009)	3단계 (2010~2012)	합계
적조생물자원의 확보 및 대량 배양기술 개발	300	500	500	1300
적조생물체로부터 천연색소 개발	450	600	600	1650
유용물질 탐색 및 응용화 연구	450	600	600	1650
먹이생물로서의 적조 이용성 연구:	300	300	300	900
합계	1500	2000	20000	5500

제 6 절 제도개선

현행 적조발생 시 행정기관 등에서 추진하고 있는 적조대책과 관련한 법적인 근거는 1996년도 해양수산부령으로 만들어진 적조예찰·예보 및 피해방지요령(해양수산부 훈령 제53호)를 근거로 하고 있다. 기관별 담당업무는 해양수산부의 총괄아래 국립수산물과학원, 지방해양수산청, 해양경찰청에서는 적조예찰 업무를 수행하고 있으며, 국립수산물과학원에서는 이러한 적조예찰결과를 취합, 분석하여 적조예보를 발령하고 있다. 또한, 적조방제업무와 피해보상업무는 유관기관의 협조를 받아 지방자치단체에서 수행하고 있다(그림 4.38, 4.39)현행 수행되고 있는 이러한 적조대책 관련규정은 외국과 비교해 볼 때 비교적 잘 정비되어 있어 유해적조발생 시 체계적인 대응이 가능한 실정이다.

그러나, 적조대책을 보다 효율적으로 추진하고 적조피해를 더욱 경감시키기 위해서는 다음과 같은 부분에서 있어서의 장, 단기 개선대책이 요구된다.

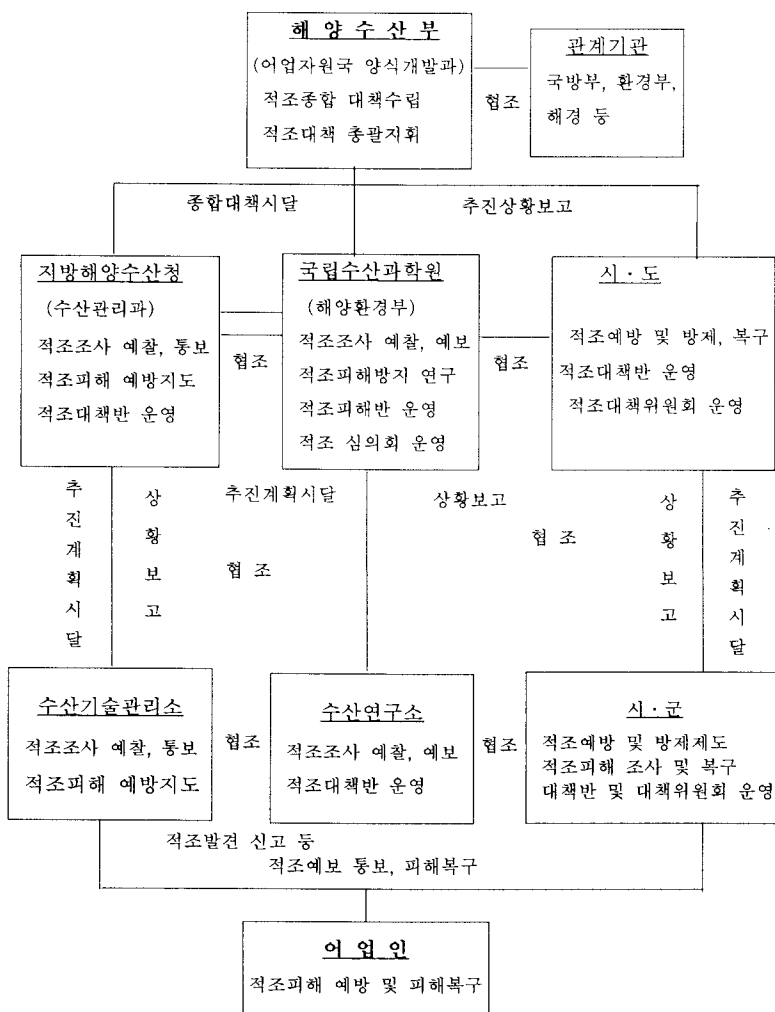


그림 4.38 적조피해 예방 및 복구체계

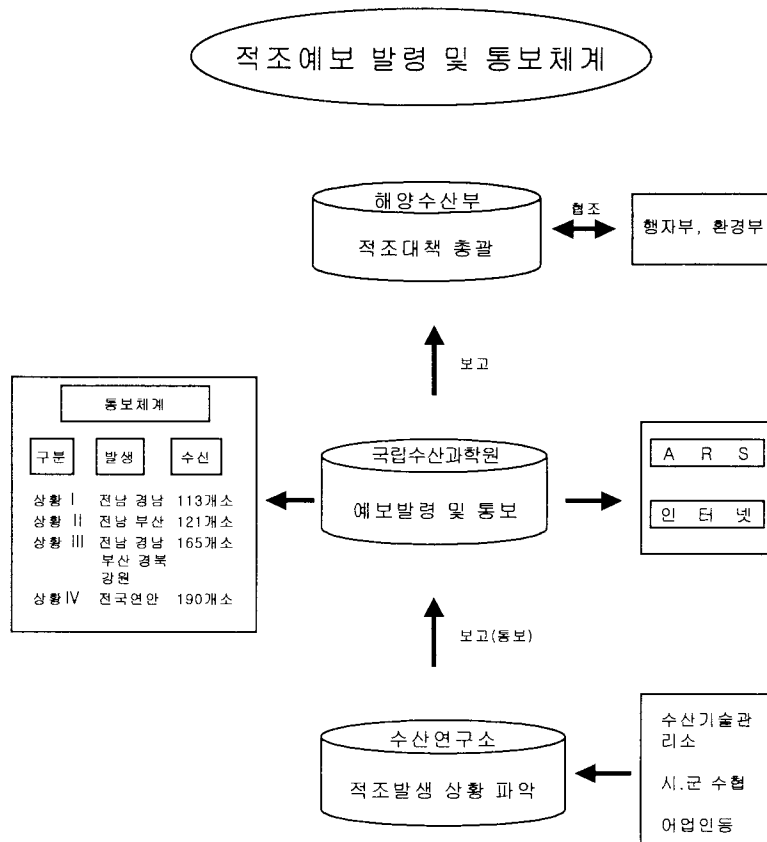


그림 4.39 적조예보발령 및 통보체계

가. 적조대책 전담기구의 신설

현재 적조대책을 총괄하는 기관은 해양수산부 양식개발과로써 소수의 행정요원이 우리나라의 적조예찰·예보, 적조방제 및 피해상황 등을 종합적으로 파악하고 지휘하고 있다. 적조대책의 추진은 예찰과 예보는 국립수산과학원에서 수행하고 있고, 적조방제는 지방자치단체에서 수행함으로써 이원화된 체제로 운영되고 있다. 국립수산과학원에서는 적조방제를 추진하는 자치단체에 적조발생상황 정보를 신속히 제공하기 위하여 인터넷, ARS, 팩스 등을 이용하여 자치단체에 통보하고 있으나, 적조예찰기관에서 파악한 정보를 방제기관에 통보하기까지는 다소의 시간이 요구된다. 특히, 적조는 조류 등을 따라 시시각각 이동하는 특성이 있어 이러한 정보를 실시간으로 활용하는데는 한계가 있는 실정이고 더욱이, 적조예찰기관과 방제기관은 서로 별개의 기관으로써 신속하고 획일적인 조치에 있어 많은 어려움이 따른다.

따라서, 이와 같은 문제의 해결을 위해서는 두가지 방안을 도입할 필요가 있다. 첫째, 유해적조발생 시에는 적조예찰과 적조방제를 조직체계상 동일기관에서 수행하는 방안이다.

둘째는 해양수산부 내에 강력한 적조전담기구를 설치하는 방안이다. 현재 해양수산부 어업자원국 양식개발과에서는 양식개발과 관련한 업무를 주로 담당하고 있는데, 유해적조발

생 시에만 적조담당인력을 소수 증가시켜 적조업무를 수행하고 있고 또한, 적조발생원인과 밀접한 관련이 있는 연안환경오염과 대책 관련업무는 해양정책국 해양환경과 등에서 주관하고 있어 적조의 원인과 대책에 관한 업무가 분산되어 있는 실정이다. 이로 인해, 종합적인 적조대책의 수립과 적조관련 유관기관의 지시와 통제 등에 있어 많은 어려움이 있다. 따라서, 적조발생과 관련한 연안오염관리, 적조발생방지 장, 단기대책, 적조정책연구의 기획 등을 추진하는 특별 전담기구 또는, 과수준의 적조전담부서의 신설이 필요하다.

나. 적조예찰·예보방법 개선

현행 적조예찰 방법은 국립수산과학원 및 지방해양수산청에서 주로 선박 또는 육상관측 방법에 의해 수행하고 있다. 따라서, 적조예찰에는 많은 시간과 인력 및 예산이 요구된다. 지방해양수산청산하의 수산기술관리소와 국립수산과학원의 연구소, 분소 등에서는 유해적조발생 기간 중 매일 적조예찰전담인력(1~2인/척/일, 선원 제외)이 선박을 이용하여(15~20척/일) 10~16시 정도까지 관할해역에 대한 적조예찰을 실시한 후 그 결과를 국립수산과학원 적조상황실 등에 통보하고, 적조상황실에서는 이러한 결과를 분석하여 적조예보를 실시함으로써 적조예찰에 많은 인적, 물적자원이 투입되고 있다. 따라서, 이러한 적조예찰방식을 점차적으로 자동화할 필요가 있다. 특히, 최근에는 자동 해양환경측정기기(수온, 염분, 용존산소, 클로로필 등) 뿐만아니라 적조생물 탐지센서(적조생물의 밀도와 독성 등) 기술이 매우 발달되어, 이러한 센서를 적조발생해역에 고정 부이 등을 이용하여 현장에 설치함으로써 앞으로 적조예찰 방법을 단계적으로 자동화해 나가는 방안을 수립할 필요가 있다.

또한, 최근에는 적조발생상황과 해양환경을 인공위성을 이용하여 원격탐색하는 기술과 인공위성 추적용 표류부이를 이용한 적조의 이동·확산경로 예측기술이 많이 발전하였다. 따라서, 이러한 기술을 더욱 발전시킴으로써 실시간 적조예찰 및 예보가 가능하고 또한, 예찰인력과 시간을 절약할 수 있을 것으로 판단된다.

현재 유해적조발생 시에는 광역 적조발생상황을 효과적으로 파악하기 위해 헬기를 이용한 항공감시를 수행하고 있다. 이러한 항공감시결과를 실시간으로 적조방제선과 적조상황실에 제공하는 것은 신속한 적조예보 및 방제에 있어 매우 유익하다. 따라서, 앞으로 적조항공예찰 상황을 헬기에서 직접 적조상황실과 적조방제선에 전달할 수 있는 무선 통신망(파워텔 통신시스템 도입 등)을 구축하는 방안을 적극적으로 강구할 필요가 있다.

다. 적조방제 방법 개선

1995년 대규모 적조가 발생하여 많은 수산피해가 발생한 이후 1996년도부터는 유해적조 발생시 적조방제를 위해 비교적 환경친화적이며 적조구제효율도 우수한 황토를 사용하고 있다. 현재 국립수산과학원에서 권장하고 있는 황토의 적정 살포량은 평방미터 당 100~400g이지만 실질적으로 현장에서 사용되고 있는 양은 이보다 많을 것으로 추정된다. 유해

적조는 1993년도 이후 매년 반복 발생하고 앞으로도 당분간 계속될 것으로 전망해 볼 때 매년 저층에 퇴적되는 황토의 량도 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 앞으로 황토살포량을 현저히 줄일 수 있는 고효율 황토의 개발과 더불어 황토이외의 친환경적 고효율 적조방제 물질의 개발을 위한 연구도 지속적으로 추진할 필요가 있다.

현재 황토살포는 자치단체(시·도 등)에서 용역업체(경남도: 해수어류조합, 전남도: 공개 입찰에 의한 업체)와 계약하고, 동원(動員)된 선박에 황토를 할당(割當)시켜 살포하도록 함으로써 황토살포 비용을 지불하고 있는 실정이다. 자치단체에서는 담당인력의 한계로 인해 해상에서 수행되고 있는 황토의 적정 살포량과 해역에 대한 감시감독의 어려움이 많아 과다한 황토가 살포되고 있는 실정이다. 따라서, 적정 황토살포에 대한 감시감독을 위해 해당 지역에 거주하는 애향심과 책임의식이 투철한 명예 감시요원(자원봉사 단체 활용)을 적조방제선에 승선시켜 활용하는 방안을 고려해볼 필요가 있다. 또한, 현행의 일원화된 계약방식을 변경하여 황토의 채취 및 야적장까지의 운반업무와 현장에서의 살포업무를 분리하는 방법도 고려할 필요가 있다. 즉, 황토를 채취하여 야적장까지 운반하는 것은 중장비 등이 필요함으로 기존의 계약방식으로 운영하되, 현장에서의 황토살포는 피해를 입는 양식업자 또는 어촌계 단위로 방제계약을 체결하여 자기어장 주변해역에 대한 적조방제를 맡게 함으로써, 적조방제에 대한 책임의식과 적극성 및 애향심으로 황토의 과다사용문제를 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

국립수산과학원과 해양연구소에서는 적조경보기, 황토살포기, 적조제거기 등과 같은 적조피해예방 및 방제 장비를 개발하였고, 현재 정부에서는 적조방제장비에 대한 보급의 확대를 위해 적조경보기와 적조제거기에 대해서 정부보조와 융자를 실시하고 있다. 최근에는 황토의 살포량을 현저히 줄이면서 적조구제효율을 높일 수 있는 전해황토살포기가 개발되었는데, 앞으로도 이러한 장비에 대한 지속적인 개발과 보급을 위한 노력이 필요할 것이다.

적조발생 등으로 인해 가두리내의 양식생물이 폐사되었을 경우에는 단시간 내에 부패되어 양식생물의 연쇄적인 폐사와 이차 수질오염문제를 야기시킨다. 그럼으로 최단시간 내에 폐사어를 가두리로부터 제거해야만 하는데, 현재 어민이 수동으로 이러한 제거작업을 하기 때문에 많은 시간과 인력이 요구된다. 따라서, 가두리내 폐사어류를 신속히 제거할 수 있는 자동 흡입장치의 개발이 요구되고 또한, 이 장치에는 계수기도 부착시킴으로써 적조피해보상에 필요한 폐사어의 산정에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 적조에 의해 폐사된 어류 중 부패되지 않은 신선한 것은 사료용으로 활용될 수 있으나 현재는 대부분 폐기되고 있는 실정이다. 따라서, 앞으로 폐사어에 대한 활용방안을 적극적으로 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다. 적조폐사어 중 신선한 것을 모두 수집하여 어분(fish meal)처리시설을 이용하여 배합사료로 제조하거나 또는, 부산, 여수 등지에 다수 존재하는 단미사료 제조업체에 공급 활용하는 방법도 그 한가지 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

라. 양식시설 및 양식환경의 개선

현재 양식시설은 대부분 파고가 낮고, 수심이 얕으며, 조류의 소통이 적은 내만해역에 밀집되어 있어, 양식장으로부터 배출되는 사료찌꺼기와 배설물 등은 대부분 저층에 퇴적되고 이것은 주변해역의 오염을 가속화시키면서 적조를 일으키는 요인으로 작용하는 경우가 많다. 따라서, 외해에서 양식을 할 수 있도록 하는 방안을 강구할 필요하고, 이를 위해서는 하와이 등지에서 운용 중인 외해의 높은 파고에 견딜 수 있는 대형 내파성 가두리를 개발, 보급할 필요가 있다.

또한, 양식사료로 이용되고 있는 생사료는 어장에 사료 투여시 상당량이 소비되지 못하고 저층으로 가라앉아 저층에 퇴적되는 것으로 추정되고 있다. 따라서, 양식어장을 오염시키는 생사료를 가급적 억제하고 배합사료의 사용을 유도할 필요가 있다. 배합사료(부상사료)의 사용을 확대하기 위해서는 무엇보다도 생사료보다 몇 배정도 비싼 가격문제를 해결하여야 한다. 따라서, 배합사료의 원가를 낮추기 위한 행정·제도적 지원과 간접적인 형태의 재정지원방법 그리고, 고효율 배합사료의 개발을 위한 연구비 지원 등을 검토할 필요가 있을 것으로 사료된다.

한편, 내만을 오염시켜 적조발생의 주 원인이 되고 있는 양식어장을 적정수준으로 관리하는 방안이 가장 중요하다. 이를 위해서는 과밀양식을 방지하기 위하여 허용수준 이하에서만 양식을 할 수 있도록 적극적인 행정지도와 단속이 필요하며 또한, 어장양식장의 자정능력을 회복시키기 위한 휴식년제 등을 법제화하여 추진할 필요가 있다.

이와 같이 적조발생이 적은 외해에서의 양식이 보편화되고, 내만해역에서는 양식어장의 엄격한 관리와 휴식년제 등을 도입하여 시행한다면 연안해역의 자가오염문제와 적조발생으로 인한 수산피해문제를 해결하는데 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다.

마. 적조피해보상제도 개선

적조는 우리나라뿐만이 아니라 일본, 미국, 캐나다 등을 비롯한 전세계 많은 나라에서 발생하고 있는데, 대부분의 선진국에서는 적조현상 자체가 연안오염에 의해 나타나는 자연현상이고, 수산피해 역시 이로 인해 부수적으로 발생하는 현상으로 인식하여 큰 사회적 이슈로 부각되지 않고 있는 실정인데, 적조가 사회적 문제로 부각되고 있는 우리나라와는 큰 차이를 보이고 있다.

일본에서는 적조에 의한 수산피해가 1960년대부터 발생하고 있으며, 2000년도에는 야쓰시로만에서 코클로디니움 적조가 발생하여 약 400억원의 수산피해가 발생하였으나, 사회적 이슈로 대두되지 못했다. 이러한 원인은 모든 국민이 적조를 자연현상으로 인식하고 있으며 또한, 1964년에 어업재해 보상제도가 도입되어 적조피해 발생 시 공제조합에 가입된 모든 어업인은 피해액에 상응하는 손해에 대하여 공제조합(적조특약)으로부터 보상금을 지급 받고 있기 때문이다, 따라서 수산피해의 보상과 관련한 정부 또는 지방자치단체에 대한 집단민원이 거의 발생하고 있지 않고 있다. 또한, 적조발생 시에도 정부가 아닌 어업인 스

스로서 자기어장에 대한 적조피해 최소화를 위해 적조방제를 실시하고 있다.

따라서, 우리나라에서도 어업피해에 관련한 어업공제 제도 등을 도입함으로써 적조피해 보상을 정부가 아닌 보험성격의 공제조합 등에서 담당하고, 중앙정부와 자치단체에서는 어업인이 공제조합에 가입할 수 있도록 그 비용을 부담하는 형태가 바람직할 것으로 판단된다. 이러한 제도가 도입되게 되면 적조피해보상과 관련한 어업인의 정부에 대한 집단민원 야기와 행정력 소모가 상당부분 해소될 수 있을 것으로 기대된다.

마. 적조연구회 결성

1990년대 들어 한국연안에는 매년 유해적조가 발생하고 있는데, 적조발생에 효과적으로 대처하고 대책을 수립하기 위해서는 생물학, 해양학, 수산학 등과 같은 학제간(inter-disciplinary) 종합연구가 요구된다. 이를 위해 선진국에서는 ECOHAB(미국), EUROHAB(유럽), CEOHAB(중국)를 이미 결성하여 자국내 종합적인 적조연구와 관리를 담당하고 있으며, 이것은 국제기구인 IOC/SCOR와 연계하여 활발한 활동을 하고 있는 실정이다.

우리나라에서는 아직까지 이러한 조직체계가 구축되어 있지 않아 적조문제해결을 위한 연구계획수립과 이행 시 각계의 전문가가 거국적으로 참여하는 형태의 학제간 종합적인 연구보다는 연구자 개개인이 부분적으로 협조하여 공동연구를 수행하고 있는 실정이다. 또한, 국가적 차원의 적조연구회가 없어 적조관련 국제기구와의 협력사항이나 국제공동연구 프로젝트의 참여가 비교적 저조한 실정이다. 따라서, 우리나라에서도 국제적인 흐름에 발맞추어 적조연구회(가칭, KORHAB) 결성이 절실한 실정이고, 이를 통해 GEOHAB 및 국가별 조직체계와 연계한 범국가적 연구와 관리 project를 수행하고, 우리나라의 국가적 적조연구 조직체로써 IOC(UNESCO), SCOR, APEC, ICES 등과의 협력 program에도 적극적으로 참여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 사업에서는 표 4.16에서와 같이 한국적조연구회(KORHAB) 결성을 위한 준비작업을 착수하였는데, 앞으로 동 기구의 완전한 결성과 원활한 운영을 위해 정부차원의 적극적인 지원과 협조가 요구된다.

표 4.16 한국적조연구회 결성 추진사항 및 향후 일정

필요성	기대효과	추진결과	향후 추진계획
<ul style="list-style-type: none"> - 학제간 연구를 통한 효율적인 적조 대책 수립 - 미국(ECOHAB), 유럽(EUROHAB), 중국(CEOHAB) 등에서는 결성 운용 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내의 학제간 종합적인 연구의 효율적 수행 - 국제기구(IOC, SCOR, APEC, ICES 등) 및 외국의 적조조직체계(GEOHAB)와 연계한 공동협력 및 범국가적 연구프로젝트 수행 및 관리 	<ul style="list-style-type: none"> - 한국적조연구회 결성을 위한 임시모임 개최(2001, 2002) - 국내 및 국외 세부 전공별 전문가 리스트 파악 - 국외의 ECOHAB, EUROHAB, CEOHAB 등 활동 정보 수집 	<ul style="list-style-type: none"> - 창립 동의서(입회원서) 접수 - 임시추진위원회 구성 및 세부분야별 대표 선정 - 회칙제정 등 창립일정 협의

여 백

제 5 장 적조관련 연구평가 및 관리 모형개발

제 1 절 서 론

가. 연구의 필요성

적조와 관련된 연구는 적조 자체의 과학적 탐구영역으로서 연구자들에게 관심영역이 되고 있 뿐만 아니라, 적조에 따른 피해가 크고 해마다 증가하고 있는 추세이기 때문에 정부의 차원에서 관심을 가지고 있는 연구대상이 되고 있다. 적조관련 연구는 대학이나 연구소 및 기업 등의 자발적인 연구노력에 의하여 추진되기보다는 대부분의 국가에서 국책프로젝트(nation project)로 추진하는 것이 일반적인 추세이다. 이것은 적조문제가 매우 복잡하고 어려운 문제일 뿐만 아니라 민간단체에서 연구의 결과를 이용하여 경제적 수익을 창출하기 어렵기 때문이다.

적조문제의 책임귀속 문제나 공공성을 생각하여볼 때 적조관련 연구는 국가가 주도하는 것이 타당하다고 생각되며 이러한 국가 주도적인 연구를 하기 위해서는 연구프로젝트의 목표에 따른 성과를 얻도록 프로젝트관리 노력이 필요하다. 효과적이고 효율적인 연구프로젝트관리는 연구과정을 효과적으로 함으로서 연구의 성과를 크게 할 뿐만 아니라 연구프로젝트자원을 효율적으로 이용할 수 있도록 한다. 또한 적조관련 연구프로젝트의 효율성 제고는 적조관련 연구능력과 관련된 인적자원의 능력 제고와 적조관련 프로젝트 관리능력의 배양에 있다고 할 수 있다. 이러한 측면에서 적조관련 연구프로젝트에 관련된 효율적이고 적절한 연구관리시스템의 구축은 매우 중요하고 긴급한 과제라 할 수 있다. 이러한 연구관리시스템 구축의 일환으로서 본 연구는 중요한 의미를 지니고 있다.

이러한 관점에서 본 연구의 필요성과 기대효과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 적조연구의 공공성을 생각할 때 적조관련 연구의 효율적 집행과 관리 및 투명성 확보는 중요한 관리적 요소이다. 본 연구는 연구관리의 효율성과 연구의 관리적 성격을 정확하게 분석하게 할 수 있도록 하고 또한 합리적 의사결정을 하도록 할 것이다.

둘째, 적조연구프로젝트를 적절하게 평가하고 관리함으로서 관련 예산을 효율적으로 집행하고 낭비적 비용요소를 줄일 수 있다.

셋째, 효과적이고 체계적인 평가방법의 구축은 선의의 경쟁과 발전적 노력의 계기가 될 수 있을 것이다.

넷째, 관련 연구자들에게 연구프로젝트관리의 투명성을 보여 줌으로써 연구자들에게 동기를 부여하고 연구관리에 대한 신뢰성도 제고할 수 있을 것이다.

나. 연구 목표 및 방법

본 연구의 목표는 적조관련 연구의 평가 및 관리모형을 개발하는 데 있다. 그 세부적 내용은 다음과 같다.

① 적조관련연구의 성격분석

적조관련 연구의 특성을 분석하고 이에 따른 적조관련 연구프로젝트의 관리시스템 요구 분석을 한다.

② 적조연구 관리시스템 개발

적조관련 연구의 평가기준을 분석하고 이에 따른 평가방법을 개발한다.

③ 적조관련 연구의 관리시스템 운용방안

실무에서의 적용을 위한 관리적 평가방안을 분석 및 개발한다.

본 연구에서는 연구 최종목표인 연구평가 및 관리모형을 개발하기 위하여 면담조사와 구조적 분석을 통한 분석적 연구방법을 채택하여 요구사항분석을 하였다. 요구사항을 토대로 분석적 방법을 이용하여 평가시스템 및 관리방법구축을 연구하였다.

제 2 절 적조연구 관리시스템의 요구분석

가. 적조관련 연구의 성격 분석

1. 적조관련 연구의 특성

연구개발과 관련하여 국가의 역할은 국책프로젝트(nation project)의 추진, 사회적 요구에 따른 연구의 추진, 민간기업의 연구개발 여건조성의 세 가지를 생각할 수 있다. 국가주도의 대형 기술개발과 관련된 연구 예를 들어 우주개발, 원자력개발 등과 같은 연구는 광범위한 연구분야와 분야간의 유기적 연계 그리고 거액의 연구투자가 필요로 하여 민간주도로 연구를 진행시키기가 불가능하다. 적조관련 연구도 국가주도의 연구개발 성격을 가지고 있다고 할 수 있으며 이러한 적조 관련 연구가 가지고 있는 연구의 특성을 다음과 같이 분석할 수 있다.

- 국가적으로 필요한 사업이다. 적조가 우리나라에 미치는 영향은 연관연구에서 제시된 바와 같이 그 영향이 크고 시의적으로 긴급하다.
- 연구의 불확실성이 크고 성공가능성의 한계가 있다. 적조현상을 일으키는 해양부유생물은 지금까지 270여종으로 보고되고 있으며 해역별로 각 적조생물의 환경적, 생리적 특성이 복잡하고 또 해양환경의 변동과 해양환경의 영향 등 복합적으로 작용하므로 개별적 연구가 실제적 효과를 가져오는 결과를 얻기가 어렵다.

- 예산소요가 크고 예산편성을 구체적으로 하기가 어렵다. 적조관련 연구는 연구비가 많이 필요할 뿐만 아니라 연구분야를 결정하고 그 소요금액을 세부적으로 정하는 것이 실제연구가 진행되기 전에 결정하기가 어렵다.
- 적조관련 연구는 연구의 결과가 연구자에게 보상으로 연결되기 어렵고 사회적 관심에 따라 연구의 중요성이 인식되므로 사회적 분위기, 연구개발자의 동기부여가 중요하다.
- 연구의 조정통제가 필요하다. 적조관련 연구는 관련 산학연조직이 있으며 관련 정부부처도 많다. 이 관련 조직들이 유기적으로 연결되고 역량을 결집하지 않으면 연구의 목적을 달성하기가 어렵다. 이를 위해서는 연구관리와 관련된 조정통제자(조직)가 있어야 한다. 이러한 조정통제조직을 통하여 역할분담과 조정통제, 진도와 연구예산관리 등이 이루어져야 한다.
- 직접효과 뿐 아니라 간접효과가 크다. 적조에 관련된 연구는 관련 생물학적 연구뿐만 아니라 산업에 미치는 영향이 크고 연구결과에 따른 파급효과도 크다.
- 연구결과를 대상에 적용하는 것이 매우 한정적이고 환경요인이 복합적으로 작용하므로 연구적용의 불확실성과 가변성이 크다.
- 적조연구는 적조를 발생시키는 연구대상의 가변성문제가 매우 중요한 연구의 특성이 다. 적조를 일으키는 생물의 종류가 다양하기 때문에 연구의 대상 생물종류가 변화되더라도 연구적용가능성을 확보할 수 있는 연구체제를 마련하여야 할 필요가 있다.

2. 적조관련연구의 연구관리적 성격

적조에 관련된 연구를 연구특성에 따라 구분하여 관리적 입장에서 분석하여 보면 다음과 같이 그 성격을 요약할 수 있다.

먼저 연구대상인 적조의 발생과 관련하여 연구대상이 결정되는 것에 따라 예방적 연구(Preventive Research)와 사후 연구(Break down research)로 구분할 수 있다. 예방적 연구는 적조를 미연에 방지하여 환경을 보전하는 데 관련된 연구를 말하며 사후연구는 적조가 발생한 이후에 피해를 최소화하기 위한 활동과 관련된 연구를 말한다. 연구프로젝트 관리 관점에서 보면 예방적 연구는 기존 적조발생에 대한 연구가 적조 관련 종별 환경조건과 적조 발생간의 연구지도(research map)가 작성되고 환경변화에 대한 예측이 가능한 경우에 가능하다. 이는 앞으로 연구가 축적되어야 할 것이며 지속적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

적조 관련 연구의 범위에 따라 연구를 관리적 관점에서 구분하여 보면 적조관련 연구는 생물학적 연구, 환경관련 연구, 제도적 연구 등으로 구분이 가능하다. 적조관련 생물학적 연구는 가장 핵심적인 연구분야이며 다른 연구분야의 기본적 연구조건이 된다. 이 분야의 연구는 그 자체만은 매우 범위가 한정되지만 적조생물종의 종류가 다양하고 여러 가지 환경조건에서 복잡한 현상을 나타내기 때문에 환경관련 적조연구는 매우 복잡해지고 불확실성이 높아지게 된다. 제도적 연구는 적조에 대한 사전 사후 대처방안에 대한 효율성을 높

이기 위한 사회경제적 제도, 법률 등에 대한 연구를 말한다. 이 분야의 연구는 앞의 연구분야와 밀접한 상관관계를 가지고 있음은 주지의 사실이다. 우리나라에서는 생물학적인 연구만 이제 시작한 단계라고 할 수 있을 것이다.

적조관련 연구를 연구의 시간적 범위와 연구자원할당에 따른 계획기간에 따라 장기자원할당(long term resource allocation), 중기자원할당(medium term resource allocation), 단기자원할당(short term resource allocation) 연구로 구분할 수 있다. 이러한 구분은 어떻게 연구에 필요한 자원을 할당할 것인가에 따른 시간국면의 구분이다.

적조관련 연구의 계획기간에 따라 전략적 계획, 중기계획, 단기계획으로 구분할 수 있다. 전략적 계획은 장기적 계획으로서 문제해결을 위하여 연구계획이 어떻게 세워져야 할 것인가 하는 전략적 계획에 기초하여 일년단위로 세우는 계획이다. 중기계획은 장기의 일년 단위 계획이 각 연구부서와 그룹의 예산으로 전환되어진 것을 의미한다. 일년 단위의 연구 예산 포트폴리오는 매우 효과적이지만 실제 연구 부서 또는 연구그룹의 입장에서는 일년의 기간이 너무 길고 효율적이지 못하므로 년 단위 내에서 포트폴리오의 변화가 필요하다. 새로운 연구자원할당계획이 프로젝트 포트폴리오를 결정하기 위하여 세워져야 하므로 중기자원할당이 필요하다.

나. 적조관련 연구의 평가기준성격 분석

1. 적조관련 연구 관리시스템의 요구분석

적합하고 우선순위가 높은 연구프로젝트가 선정되고 선정된 연구프로젝트가 효율적으로 관리되고 또 프로젝트 목표에 맞게 타당성 있게 집행되고 있는가를 평가하는 문제는 매우 어려운 과제이다. 그러나 이 문제는 현실적으로 해결되어야 할 문제이며 해결을 위한 노력을 하여야 하는 문제이다.

일반적으로 평가시스템이 가져야 하는 관리시스템의 프로세스와 평가시스템과의 개념적 관계는 다음 그림(5.1)과 같이 나타낼 수 있다.

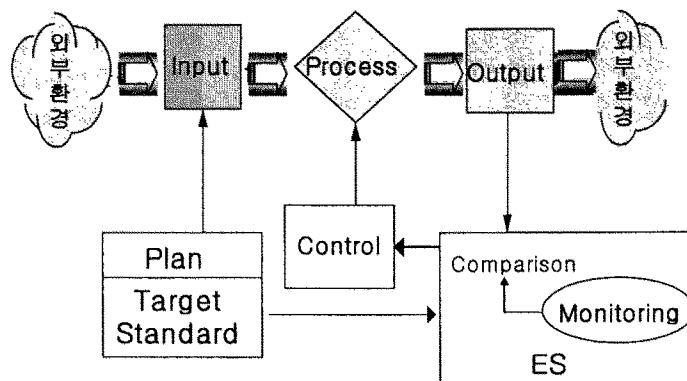


그림 5.1 관리과정에 대한 관리시스템의 모니터링과 통제시스템 모형

이 모니터링과 평가시스템은 네 가지 하위요소로 구성되어 있다.

첫째, 투입을 산출로 바꾸는 과정인 프로세스이다.

둘째, 프로세스의 산출물로부터 정보를 수집하는 모니터링 메카니즘이다.

셋째, 수립된 계획, 목표, 벤치마크 등에 관련된 정보와 현재의 업무수행에서 나타나는 정보를 비교하는 평가메카니즘(Evaluation mechanism : ES)이다.

넷째, 비교평가의 결과에 따라 의사결정을 지원해주는 통제 메카니즘이다.

위 그림에서 평가 대상이 되는 내용은 매우 다양하나 관리과정은 같은 프로세스를 가지므로 각 대상업무별 평가시스템의 구축은 세부적 하위시스템의 구축문제라고 할 수 있다.

또한, 관리과정에서 성과에 관련된 평가지표 체계로서 폭넓게 널리 수용되는 이론적 내용은 재무적 관점뿐만 아니라 내부프로세스 관점과 결과를 이용하는 수혜자 관점 그리고 프로세스의 혁신 및 학습의 관점이 포함되어야 한다는 것이다. 이러한 성과지표들 간의 연계를 보여주는 균형 성과표는 다음 그림(5.2)과 같이 나타낼 수 있다.

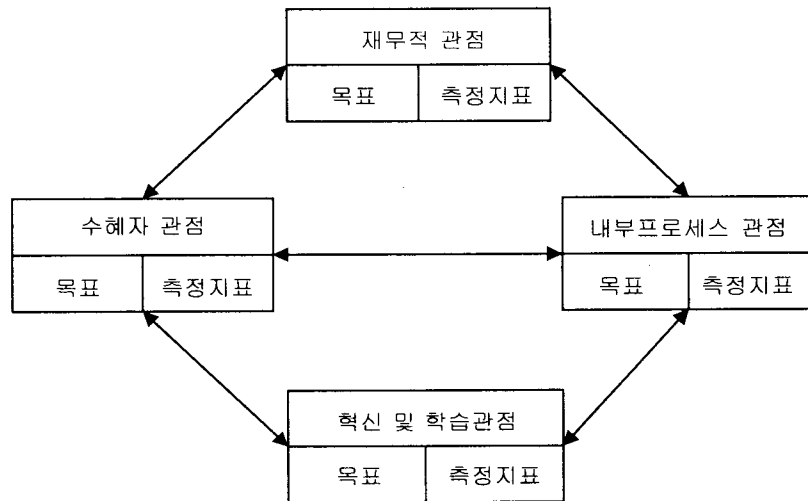


그림 5.2 균형성과표

이러한 균형성과표에 맞추어 평가기준이 만들어져야 하지만 실제적인 프로젝트에 대한 평가기준의 설계는 매우 세부적이고 실제적인 연구가 필요함은 당연한 문제이다.

본 연구에서는 연구프로젝트의 선정과정에서의 연구평가와 관리과정에서의 관리모형을 개발하는 것이 목표이므로 전체적 과정에서의 평가모형을 분석하는 것은 본 연구의 범위 밖이다. 그러나 연구프로젝트 선정과정에서의 평가기준도 위의 균형성과표의 평가기준의 성격이 적용되어야 할 것으로 생각한다. 왜냐하면 계획과 통제의 메카니즘의 관계에 비추어 볼 때 계획단계에서의 내용은 곧 결과단계에서의 기준이 되기 때문이다.

이러한 관점에서 적조관련 연구프로젝트관리시스템 요구성격을 분석하여 정리하면 다음과 같다.

첫째, 국가주도의 적조연구프로젝트 평가는 일반적인 정책을 평가할 때의 재무적 관점의 성격과는 그 내용이 매우 다르다. 예를 들면 행정정책을 수립할 때에는 행정정책의 결과로 어떠한 경제적 효과가 있을 것인가가 매우 중요하지만 국가주도의 연구프로젝트의 가장 중요한 목표는 연구프로젝트의 적용에서 나타나는 성과 그 자체이다. 이는 적조 관련 연구 프로젝트에서 나타나는 당연한 요구성격이다. 그런데 적조관련 연구는 연구를 선정하는 단계에서 이에 대한 측정지표를 개발하는 데 근원적으로 한계가 있다. 근원적으로 적조에 대한 문제는 연구의 결과가 나타나기 위해서는 연구의 결과들이 집적되고 여러 종류의 연구가 유기적으로 연계되어야 할 뿐만 아니라 문제해결을 위한 제도적 실행이 이루어져야만 결과가 현실적으로 나타난다. 따라서 개별적 연구의 결과가 어떠한 효과가 있는지는 연구가 이루어지기 전에 평가하기 어려울 뿐만 아니라 이루어지고 난 후에도 어렵다. 이는 연구자원의 투입과 연구성과와의 비연계성을 의미한다. 이러한 문제는 필연적으로 연구성과를 예측하기 위해서 뿐만 아니라 연구의 유기적 연결을 위해서 연구 road map을 필요로 한다.

둘째, 수혜자관점의 연구프로젝트평가가 국가주도의 연구프로젝트관리에서는 매우 큰 비중을 차지한다. 어업인들과 관련 행정당국에서 연구결과의 가시적 성과에 대한 요구는 생물학적 관점에서의 체계적인 연구보다는 적조문제가 발생했을 때 즉시적이면서 효과적인 결과를 요구하지 예방관리적 차원에서의 생물학적인 연구나 제도적 연구를 선호하지 않는다. 이러한 가시적 연구결과의 선호는 연구프로젝트 전체의 성과를 감소시키는 결과를 가져올 수 있으므로 이에 대한 주의 깊은 노력이 필요하다. 뿐만 아니라 내륙으로부터의 적조발생과 관련된 원인물질 감소노력이나 밀식어장에 대한 제도적 개선 변화는 예방적 관리의 관점에서 적조를 줄일 수 있는 대안이지만 이러한 방법을 뒷받침하기 위한 생물학적, 환경적 연구도 매우 필요하다는 것을 인식하여 하고 이에 따른 평가지표도 개발되어야 할 것으로 생각된다.

셋째, 혁신 및 학습관점에서 적조연구프로젝트의 중요한 우선순위는 연구대상의 변동성에 대비한 연구관리시스템과 이와 관련된 목표 및 평가기준이다. 적조의 발생환경과 적조생물의 다양성은 적조관련연구의 어려움을 가중시키는 요소이다. 이러한 측면에서 적조관련 연구의 연계성제고와 관련된 목표와 측정지표는 연구자원의 제약을 고려할 때 더욱 중요할 것으로 생각된다.

넷째, 내부 프로세스 관점에서 연구프로젝트의 효율적 관리는 매우 중요한 요소이다. 연구프로젝트의 효율적 관리는 적조와 관련된 연구인력자원이 적고 연구예산이 절대적으로 적다는 점에서 중요하다. 그리고 적조 연구프로젝트관리의 성격이 일상적이고 반복적인 정형적인 연구와 새로운 비정형적인 연구가 혼재되어 있다는 점을 고려하여 효과적인 관리가 될 수 있도록 목표와 지침이 개발되어야 할 것으로 생각된다.

2. 적조관련 연구의 관리시스템 요구분석

연구프로젝트 포트폴리오란 조직에서 관리되거나 지원되는 연구프로젝트들의 집합을 의미한다. 프로젝트포트폴리오 선정은 포트폴리오를 선정하는 활동을 의미한다. 일반적으로 프로젝트 포트폴리오 선정은 전략적 고려단계(strategic consideration phase), 개별적 프로젝트 평가단계(individual project evaluation phase), 포트폴리오 선정단계(portfolio selection phase)의 세 단계로 나누어진다. 적조 관련 연구프로젝트를 평가하고 선정하는 것도 이러한 단계를 따른다. 여기서는 적조관련 연구프로젝트평가와 선정에 관련된 관리시스템 전제조건을 프로젝트 포트폴리오 세 단계에 맞추어 분석하고자 한다.

1) 전략적 고려단계

포트폴리오 선정에서 전략적 고려는 관련조직의 내외적 환경과 조직의 강점과 약점에 영향을 미치는 요인에 대한 고려를 하는 것을 의미한다. 이러한 전략은 프로젝트 포트폴리오의 집중된 목표를 개발하는 데 중요하다. 적조관련 연구 프로젝트에서도 이러한 부분의 명확한 개념정립이 있어야 한다. 전략적 고려는 프로젝트 포트폴리오의 지원에 필요한 자원의 양과 자원의 수준을 결정하는 데 매우 중요하다.

전제조건 1: 프로젝트 포트폴리오와 전반적 예산과 관련된 전략적 결정은 내외적 환경요인을 포괄적으로 고려하여 수립되어야 하고 프로젝트 포트폴리오 이전에 수립되어야 한다.

프로젝트 포트폴리오를 선정하는 방법중 어떠한 방법이 가장 효과적인지는 서로 의견이 다르다. 이 단계에서 중요한 것은 상황에 맞는 방법을 선택하는 것이다.

전제조건 2: 프로젝트 선정 틀은 관련자들이 언제나 관련자료분석이나 프로젝트결정과 관련된 새로운 방법을 편하게 이용할 수 있도록 유연성이 있어야 한다.

프로젝트를 선정하는 일은 복잡하고 어려운 일이다. 선정시의 어려움을 줄이기 위해서는 프로젝트 포트폴리오 선정과정이 전략적 관점에서의 탑다운(top-down), 개별적 프로젝트 관점의 바텀업(bottom-up)이 원활하게 되도록 논리적 방법으로 조직화되어야 한다. 이용자들이 과도한 자료나 불필요한 자료에 어려움을 겪지 않도록 하여야 한다.

전제조건 3: 포트폴리오 선정과정을 단순하게 하기 위하여 선정과정은 몇 단계의 단계로 구성되어야 하며 의사결정자가 타당한 이론적 근거 위에서 적합한 프로젝트를 논리적으로 선정할 수 있도록 하여야 한다.

전제조건 4: 사용자는 불필요한 자료나 과도한 자료로 어려움을 당하지 않아야 한다. 그러나 필요한 경우 관련자료를 이용할 수 있어야 한다.

2) 프로젝트 평가단계

프로젝트를 평가하는 방법은 개별 프로젝트를 대상으로 하는 것이다. 개별 프로젝트를 평가하는 방법은 Economic return, Benefit/cost technique, Risk, Market research 등 다양

한 방법이 있다. 특정한 프로젝트 평가방법을 결정하는 것은 매우 프로젝트의 특성에 따라 다르다. 측정척도는 양적, 질적 요소가 이용될 수 있지만 각 프로젝트가 비교되기 위해서는 공통의 척도가 이용되어야 한다.

전제조건 5: 검토중인 프로젝트들이 개별적으로 계산될 수 있도록 공통의 척도가 선택되어야 한다. 공통의 척도는 포트폴리오 선정과정에서 프로젝트들의 공평한 비교가 가능하도록 한다.

프로젝트 포트폴리오의 선정과 조정은 계속적으로 필요하다. 이러한 이유로 다음의 전제조건이 연구프로젝트 관리시스템에서 만족되어야 한다.

전제조건 6: 주요한 마일스톤(milestone)에 도달한 프로젝트들과 게이트(gate)는 주기적으로 재평가 받아야 한다. 이것은 프로젝트의 완성과 포기, 새로운 프로젝트 제안, 전략적 초점의 변화, 이용 가능한 자원의 변화, 환경의 변화에 따른 프로젝트포트폴리오의 변화를 가능하도록 한다.

포트폴리오에 제시된 프로젝트의 수가 너무 많을 경우에 의사결정과정의 너무 복잡하며 시간과 비용이 많이 필요하기 때문에 적절한 스크리닝이 필요하다.

전제조건 7: 스크리닝(screening) 은 엄밀하게 정의된 평가기준에 의거하여 포트폴리오 과정이 이루어지기 전에 프로젝트를 고려대상에서 탈락시킬 수 있도록 이용되어야 한다.

3) 포트폴리오 선정단계

포트폴리오 선정은 특정한 기준 위에서 여러 프로젝트를 우선순위를 정하기 위하여 동시에 비교하는 과정이다. 프로젝트포트폴리오 선정방법에는 매우 다양한 방법들이 있다. 이러한 방법들을 분류한다면 Ad hoc approaches, Comparative approach, Scoring models, Portfolio matrices, Optimization models 등으로 분류할 수 있다. 이러한 방법들은 서로의 장단점이 있기 때문에 적절한 모형을 선택하여 이용하여야 한다. 이러한 모형을 사용할 때 다음의 전제조건이 고려되어야 한다.

전제조건 8: 직접적인 의존성이나 자원이용에서의 경쟁관계를 가지는 프로젝트간의 상호 의존성이 포트폴리오 선정에서 고려되어야 한다.

전제조건 9: 포트폴리오선정은 프로젝트자원의 시간의존적 속성을 이해하여야 한다.

전제조건 10: 포트폴리오 선정을 할 때 통제를 위하여 의사결정자는 알고리즘이나 모형으로 제공되는 상호작용적인 메카니즘을 이용할 수 있어야 하고 집단 의사결정이 가능하여야 한다.

제 3 절 적조연구 선정시스템의 개발

가. 프로젝트포트폴리오 선정 틀

프로젝트 포트폴리오 선정에 대한 기존의 개발된 모형 중에 그룹의사결정을 지원하면서 유연성 있고 논리적인 각 단계별 활동을 가능하게 하는 통합적 모형은 극히 소수만 제시되고 있다. 본 연구에서는 Archer(1999)가 제시한 통합모형을 이용하여 선정위원회의 참여와 앞장의 적조 관련 프로젝트의 요구와 대응하는 프로젝트포트폴리오의 틀을 도표화한 그림 (5.3)은 다음과 같다.

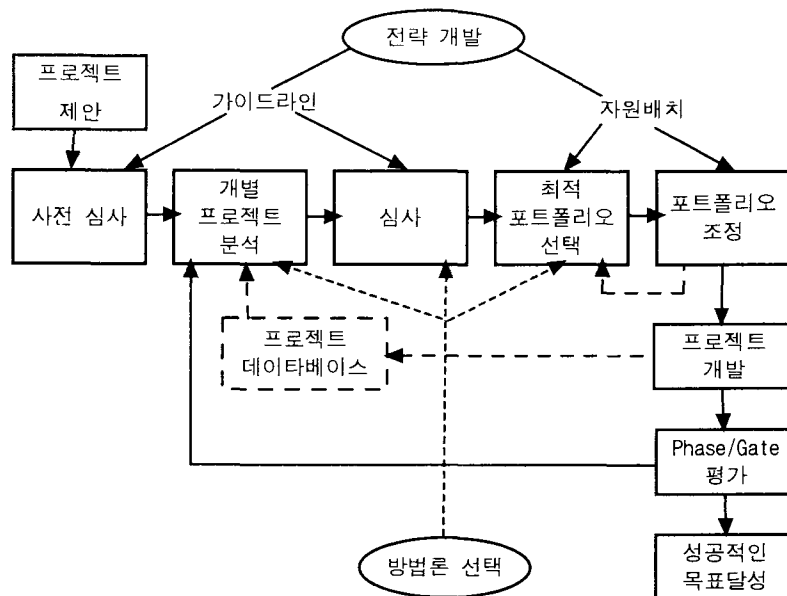


그림 5.3 프로젝트 선정 틀

위 그림에서 굵은 선으로 그린 상자가 프로젝트선정단계에서 가장 중요한 단계이며 실제적인 관리과정이라고 할 수 있다. 원형은 관리과정이 있기 전에 필요한 과정을 나타내며 이에는 전략기준과 평가방법 선정이 속한다. 보통선으로 표시된 상자는 프로젝트포트폴리오 선정이 이루어지고 난 후에 이루어지는 관리과정이다. 아래에서는 이러한 관리과정의 틀에 따라 적조관련 연구프로젝트의 평가와 관리 방법을 기술하고자 한다.

나. 프로젝트 선정 준비단계

프로젝트 선정 준비단계에는 전략개발, 평가방법선택, 전략적 초점의 개발, 자원제약의 파악, 사전심사 방법의 선정 등이 여기에 속한다. 적조관련 연구프로젝트 평가 및 선정과 관련하여 문제점 및 관리적 방안을 살펴보고자 한다.

적조관련 연구프로젝트를 개발하는 데 있어 가장 중요한 점은 일반적인 경쟁적 상황에서의 경쟁력 확보를 위한 전략개발이 아니라 적조의 발생과 발생후 피해를 최대한으로 줄이고자하는 공적인 요구에 의한 연구프로젝트 개발이라는 점이다. 이러한 점에서 보면 전략적 초점을 개발하는 데 필요한 내적 외적 장단점의 분석이 필요한 것이 아니라 연구프로젝트 개발 단계에서 다음과 같은 사항이 결정되고 난 후에 전략적 분석이 있어야 한다.

연구 인력은 어느 정도 확보할 수 있는가?

연구에 관련된 자원은 어느 정도 확보 할 수 있는가?

어떤 조직에서 연구를 주도하여야 할 것인가?

현재의 본 연구는 이러한 것이 결정되지 않은 상황에서 프로젝트 평가와 관리모형을 개발하는 단계이므로 본 연구의 주요 대상은 아니다.

하지만 앞 장에서 연구대상의 특성에서 분석한 바와 같이 적조관련 연구는 그 연구대상의 성격이 매우 독특하므로 다음과 같은 전략개발과 전략적 초점개발을 위한 관리적 방안을 제시하고자 한다.

- (1) 연구전략은 연구프로젝트 포트폴리오의 집중된 목표를 개발하는 데 중요하다. 적조 관련 연구 프로젝트에서도 이에 대한 명확한 개념정립이 있어야 한다. 또한 전략적 고려는 프로젝트 포트폴리오의 실행에 필요한 자원의 양과 자원의 수준을 결정하는데 매우 중요하다. 그러므로 이러한 것을 결정하기 위하여 적조와 관련 있는 행정부(해양수산부, 예산기획처, 환경자원부, 수산과학원)와 학계 및 관련 전문가 프로젝트 관리전문가 등으로 구성된 실행위원회 구성이 필요하다.
- (2) 적조연구의 초점은 앞장에서 분석한 것처럼 생물적 문제에 국한되어 있지 않고 사회경제적인 문제와도 관련이 있으므로 생물적 연구와 제도적 연구를 병행하여 연구하여야 한다.
- (3) 적조관련 연구인력이 부족하므로 연구전략 수립을 할 때 이를 고려하여야 한다.
- (4) 프로젝트 평가 방법에 대한 사전 합의는 매우 중요한 관리적 사항이다. 이는 연구프로젝트의 공평한 평가 분만 아니라 프로젝트선정단계에서 타당성을 부여하는 과정으로서도 매우 중요하다.

전략적 개발은 매우 많은 관리적 노력을 필요로 하는 비정형적 과정이라고 할 수 있다. 하지만 이 과정은 프로젝트 목표달성에 있어 중요할 뿐 아니라 프로젝트 진행과정에서 변경이 필요할 때 가이드라인이 된다는 점에서 중요하다.

다. 프로젝트 선정 단계

1. 사전심사단계

개별적 프로젝트의 분석단계 전에 전략개발단계에서 개발된 가이드라인에 따라서 개별 프로젝트를 심사하는 단계이다. 사전심사단계는 제안된 프로젝트수가 많아서 다음단계의 평가과정의 부담이 많을 것으로 생각되는 경우에 필수적인 단계이다. 사전심사 단계에서는 타당성분석과 각 프로젝트를 분석하기 위한 파라미터의 측정치가 필요하다. 사전심사단계에서는 개별 프로젝트의 평가척도의 값이 최저기준미만으로 평가되는 경우에는 다음단계로 넘어가지 않고 프로젝트를 탈락시킨다. 적조관련 프로젝트의 사전심사에 이용되는 전략적 가이드라인과 연계된 평가기준으로 다음과 같이 생각할 수 있을 것이다.

- 프로젝트의 목표 기여도 척도
 - 적조 예방에 기여
 - 적조 발생 후 확산방지에 기여
 - 적조 발생메카니즘 발견에 기여
 - 적조발생 및 확산정도 측정에 기여
- 다른 개별 연구프로젝트와의 연계성 척도
 - 전략적 연구목표에 직접적으로 관계되면서 다른 개별 연구프로젝트의 기초적 연구 프로젝트
 - 전략적 연구목표에 직접적으로 관계되면서 다른 개별 연구프로젝트간의 연구를 연계시키는 연구프로젝트
 - 전략적 연구목표에 관련은 미약하지만 다른 개별 연구프로젝트의 기초적 연구의 성격을 갖는 연구프로젝트
 - 전략적 연구목표에 관련은 미약하지만 다른 개별 프로젝트간의 연구를 연계시키는 연구프로젝트
- 예상되는 성과 대비 자원과 인력의 요구정도(비용, 시간)
- 다른 연구프로젝트와의 대체가능성

이 단계에서 위의 평가기준에 절대적인 값 미만일 것으로 생각되는 것은 제외를 시키면 될 것이다. 물론 위의 평가기준의 척도는 질적, 양적인 척도일 수 있으며 측정하기가 어려운 것일 수도 있다. 그러나 상황에 맞게 적절한 척도를 개발하여야 할 필요가 있다. 이에 대한 세부적인 분석은 본 연구의 범위에 속하지 않는다. 이 단계에서 적조연구에 꼭 필요한 연구프로젝트는 물론 사전심사단계를 거치지 않고 연구프로젝트에 포함될 수 있다. 이러한 연구프로젝트는 현재 수행중인 연구이면서 전략적 목표에 적합한 연구이거나, 활용되고 있는 기존 연구의 개선에 관련된 연구 프로젝트 등을 들 수 있다.

2. 개별 연구 프로젝트 분석단계

개별 연구프로젝트의 타당성조사를 하는 단계이다. 일반적으로 프로젝트의 타당성조사로 프로젝트 리스크, 순현재가치, 투자회수율 등의 경제적 가치평가와 평가척도에 따른 평가 그리고 불확실성에 관련된 평가 등이 일반적으로 이루어진다. 이 단계가 끝나면 각 프로젝트의 공통의 평가 파라미터가 만들어지게 된다. 그러나 적조관련 연구프로젝트의 개별적 평가에 경제적 가치평가는 사실상 어려울 것으로 생각되며 평가척도에 의한 평가만 가능할 것으로 생각된다. 다만 적조관련 연구프로젝트의 개별적 평가에서 구간척도의 성격을 갖지는 못하지만 서열척도의 성격을 가지는 프로젝트 위험순위방법(Project risk ranking: PRR)은 유용하게 이용할 수 있을 것으로 생각한다.(Baccarini, 2001) 이 방법은 목표와 관련된 비용, 시간, 품질에 대한 평가를 하지만 적조관련연구프로젝트에서는 평가척도로 비용, 시간, 목표에의 기여도를 적용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 이 경우의 적용단계는 다음과 같다.

- 개별 프로젝트 목표의 타당성정도 평가
 - 비용목표가 설정된 방법의 정도
 - 시간목표가 설정된 정도
 - 기여도 목표가 설정된 정도
- 개별 프로젝트의 목표가 성취되지 못한 경우의 영향 평가
 - 비용목표가 달성되지 못할 경우의 영향 정도
 - 시간목표가 달성되지 못할 경우의 영향 정도
 - 기여도목표가 달성되지 못할 경우의 영향 정도
- 프로젝트의 위험 평가
 - 프로젝트 계약조항과 관련된 평가

3. 심사단계

심사단계에서는 연구프로젝트간에 서로 유사한 것이거나 개별연구단계에서 분석된 연구 프로젝트 중에서 사전심사단계에서 정한 최저수준의 평가기준에 미치지 못하는 것을 제외시키는 단계이다. 이는 앞 단계의 사전심사단계와 그 성격이 같다고 할 수 있다.

4. 프로젝트 포트폴리오 선정 단계

최적 프로젝트 심사단계는 여러 개의 연구프로젝트간의 상호관련성 및 의존성, 자원사용에 있어서의 경쟁관계, 시간적 측면 등을 고려하여 앞 단계에서 정하여진 공통의 척도로 각 프로젝트를 평가하여 선정하는 단계이다. 프로젝트 포트폴리오 선정에서 일반적으로 가장 널리 이용되는 방법은 AHP(Analytical Hierarchy process), scoring model, portfolio

matrices 등이다. 이들 방법의 특성을 보면 AHP는 쌍별 비교를 이용하고 Q-sort는 프로젝트수가 다수일 때 이용하기 어렵고 portfolio matrices는 계량적 모형화가 어렵다는 특성을 가지고 있다. 그리고 이들 중 어떠한 방법도 복수의 자원제약과 프로젝트간의 상호의존성을 고려하지는 못한다. 이들 방법을 방법적인 특성과 적조관련 연구프로젝트 선정할 때 이용가능성측면에서 살펴보면 양적인 척도와 질적인 척도를 이용할 수 있는 AHP가 가장 적합하다고 생각된다.

만약 모든 연구프로젝트가 양적인 척도로 측정이 가능하다면 프로젝트 선정단계는 상대적 효익을 구하는 단계와 연구프로젝트간의 상호관련성 및 의존성, 자원사용에 있어서의 경쟁관계등을 고려한 개별 프로젝트의 상대적 가치를 최적화할 수 있는 0-1계획법과 같은 수리계획모형을 이용하는 단계로 구분하여 최적연구프로젝트를 선정할 수 있을 것이다. 그러나 적조 연구프로젝트는 질적인 척도가 많으므로 AHP를 적용한 상대적 프로젝트우선순위를 결정할 수밖에 없다. AHP기법은 의사결정자의 오랜 경험과 판단을 바탕으로 하고 있기 때문에 수치적으로 표현되는 정량적인 평가항목은 물론 흔히 의사결정문제에서 다루기 곤란하면서 반드시 고려하여야 하는 정성적인 평가항목들도 비교적 쉽게 처리할 수 있는 방법이다. 적조프로젝트 선정문제는 개인이 판단하기 어려우므로 전문가의 의견을 수렴해야 할 필요가 있다. AHP방법에서 프로젝트 평가시에 전문가집단의 의견을 반영하는 방법은 다양하게 개발되어 있으므로 적합한 방법을 이용하면 될 것으로 생각한다.

적조 연구프로젝트를 Thomas L. Saaty에 의해서 개발된 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process; AHP)을 이용하여 평가하고 선정하는 세부적인 과정을 살펴보고자 한다.

Thomas L. Saaty에 의해서 개발된 계층분석과정의 절차는 다음과 같은 4단계로 구성된다.[Saaty, 1980, 1982, 1987]

- (1) 의사결정과제의 관련 요소들을 분해하는 단계: 의사결정요소들을 계층화하는 단계로서 최상위 계층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목표가 주어지고 하위계층으로 갈수록 보다 상세한 의사결정 요소들이 분해된다. 이때 계층 간의 의사결정 요소들은 종속적 관계, 같은 계층의 요소들끼리는 독립적인 관계가 유지되어야 한다. 적조 관련 연구프로젝트의 평가요인은 사전 심사단계에서 전략적 가이드라인과 연계된 평가기준 목표기여도, 다른 연구와의 연계성, 물적·인적자원 및 보유지원서비스 그리고 연구의 대체가능성 등으로 구분이 가능할 것이다. 이들 요인의 하위요인은 각각 세부항목으로 분해되었어야 한다. 각 단계별 요인들끼리는 독립적인 관계를 유지하고 1단계로 분류된 평가요인과 2단계로 분류된 하위요인들간에는 서로 종속적인 관계를 가지고 있음을 알 수 있다.
- (2) 요소들을 이원비교(pairwise comparison)하는 단계: AHP에서는 의사결정요소들을 2개씩 이원 비교하게 되는데 의사결정자의 선호(preference)정도를 표현에 따라 1에서 9

까지의 수 또는 이의 역수로서 일상의 언어적(linguistic)표현과 밀접한 관계를 갖는다.

- (3) 요소들의 상대적 중요도를 구하는 단계: 의사결정요소들의 중요도를 구하기 위해서 $A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W$ 라는 관계식을 이용하게 되는데, 여기서 A는 이원비교로 얻어진 정방행렬이며, λ_{\max} 는 A의 최대 고유치(maximum eigenvalue), W는 고유벡터이다. 한편 Saaty는 일관성비율(Consistency Ratio ; C. R.)을 개발하여 의사결정자가 내린 판단의 일관성을 측정하게 된다. 일관성비율의 값이 10%이하이면 행렬 A는 일관성을 지닌다고 평가하며, 10%이상이면 의사결정자가 내린 판단이 어느 정도 무작위적이라고 볼 수 있어 판단의 과정이나 결과를 재검토해야 한다.
- (4) 산출된 가중치를 종합해서 각 대안들에 대한 복합 가중치를 구하는 단계: 최상위 계층에 있는 의사결정문제의 목표를 달성함에 있어서 최하위 계층에 있는 대안들이 어느 정도 영향을 미치는지 또는 어느 정도의 중요성을 가지고 있는지 알아보기 위해서 대안들의 복합 가중치를 구하는 단계이다.

각 단계별 적조연구프로젝트 평가요인에 대한 평가 점수의 산출은 2단계 평가요인의 평가척도와 각 평가요인의 중요도에 의해서 산출된다. 여기서 평가점수는 2단계 세부평가요인의 평가척도를 척도의 상한값으로 나누어 정규화(normalization)함으로써 이상적 평가점수인 100점에 비교할 수 있다.

이러한 계층분석과정은 요소들 사이의 상대적 중요(weight)를 이원비교(pairwise comparison)에 의해서 측정하는 방법(measurement method) 및 척도(scale)에 의해 특징지을 수 있다. 계층분석과정의 방법론은 의사결정분야의 응용에 광범위하게 적용되어 왔으며 이론의 문제점 보완을 위해 많은 연구가 진행되고 있는 실정이다.[Lin & Sharp, 1999; Mohanty & Deshmukh, 1998; Razi & Rahnejat, 1998; Saaty, 1987; Saaty & Yaram, 1980; Shen et al, 1985; Zahedi, 1985]

여기서 제시된 AHP 평가모형은 근본적으로 점수모형(scoring model)에 해당되지만 이와 차이점으로 제시할 수 있는 특성으로는 (1) 적조연구프로젝트 평가요인들을 1차원으로 분류한 것이 아니고 단계적으로 파악함으로써 다차원적인 분류를 시도할 수 있다는 점, (2) 적조연구프로젝트 평가요인들간에 중복됨이 없이 독립성을 유지할 수 있다는 점, (3) 적조연구프로젝트 평가요인의 특정 항목들만을 고려한 것이 아니고 적조연구프로젝트에서 전반적으로 고려되어야 할 요인을 포괄적으로 내포하고 있다는 점등을 들 수 있다.

5. 연구프로젝트 포트폴리오 조정단계

프로젝트 포트폴리오 선정과정에서 모형의 한계와 문제의 복잡성으로 기인된 문제 때문에 완벽한 프로젝트 선정이 이루어지기 어렵다. 연구프로젝트의 포트폴리오 조정단계는 앞 단계까지 이루어진 선정의 한계를 보완하기 위한 단계이다. 조정단계는 최적의 연구프로젝

트 포트폴리오구성을 함에 있어 위험, 가치, 완성시간 등과 같은 애로요인의 특성이 자원의 제약조건의 변화나 선정된 프로젝트의 변경이 있을 경우에 어떻게 될 것인지 매트릭스 형태로 표시하여 전체적 관점에서 살펴보는 단계이다. 이 단계에서는 전 단계에서 만들어진 프로젝트 포트폴리오를 변화된 프로젝트 스케줄, 시간에 따른 자원요구량 등과 같은 재계산된 프로젝트 파라미터에 따라 새로 산정할 수도 있고 민감도 분석도 가능하다. 중요한 것은 선정된 프로젝트간의 균형을 의사결정자의 관점에서 유지하는 관리적 단계가 이 단계라는 점이다. 이 단계는 관련당사자간의 의사소통을 통하여 프로젝트위험, 프로젝트 규모, 프로젝트 기간 등의 조정이 이루어지는 단계라고 할 수 있다. 이 단계가 되면 프로젝트 road map이 완성되며 개별적 프로젝트의 세부적인 개발의 단계로 넘어가게 된다.

라. 프로젝트 선정 후속단계

연구프로젝트 선정이 된 후의 단계는 관리과정의 성격을 가지고 있다. 이 단계에서는 새로운 프로젝트를 개발하거나 선정된 연구프로젝트를 시기적으로 평가하여 계획한 수준만큼 진척이 되었는가를 평가하고 개별적 프로젝트분석단계로 피드백한다. 프로젝트 선정후의 단계는 매우 관리적인 노력이 필요하므로 프로젝트의 규모가 큰 경우에는 효과적으로 연구프로젝트 데이터베이스를 구축하여야 할 필요성이 있으며 연구기간의 중요시점별 연구진척사항을 분석할 수 있는 관리시스템이 필요하다. 이에 효과적 의사결정 지원시스템의 구축이 필요하다. 이에 관한 부분은 본 연구 범위밖의 사항이다.

제 4 절 적조연구 관리시스템

가. 연구프로젝트 관리조직

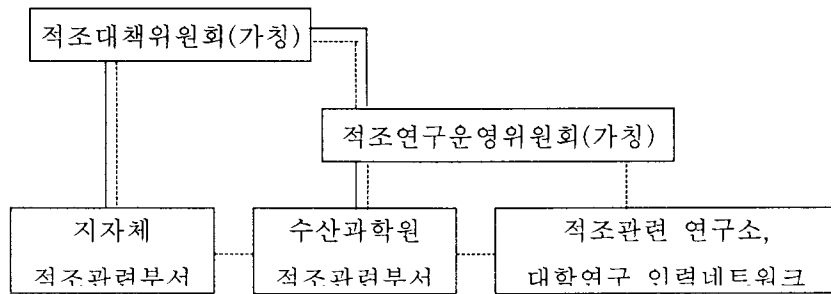
적조연구프로젝트를 효과적으로 수행하기 위해서는 연구자원과 연구조직 그리고 운영방법이 가장 중요한 요소라고 할 수 있다. 연구자원은 인적자원과 물적자원으로 구분할 수 있는데 우리나라는 앞 장에서 분석한 바와 같이 연구자원이 매우 열악한 상태이다. 이러한 상황에서 연구의 효율성을 제고하기 위해서는 이러한 조건을 고려한 연구조직과 운영방법이 필요할 것으로 생각된다. 적조연구프로젝트진행과 관련하여 필요한 조직구조성격을 분석·정리하면 다음과 같다.

첫째, 적조연구에 관련된 전략적 연구방향을 결정하고 이에 관련된 연구자원을 결정할 수 있는 정책결정 조직이 필요하다.

둘째, 주어진 연구자원의 한계내에서 연구프로젝트를 선정하고 운영방향을 결정하는 운영조직이 필요하다.

셋째, 연구인력자원을 효과적으로 네트워크할 수 있는 조직이 필요하다.

이상의 조직구조 요구를 반영하여 아래와 같은 적조연구관련 조직도를 설정하였다.(그림 5.4)



연구지원 연구

— 관리적 관계

- - - 협조적 관계

그림 5.4 적조관련 조직도

조직도에서 나타나는 조직의 구성과 기능은 다음과 같이 설정할 수 있다.

● 적조대책위원회(가칭)

구성: 해양수산부, 환경부, 행정자치부, 수산과학원, 예산기획처, 연구인력 대표 등의 적조 관련 행정부서 및 연구진의 대표로 구성

역할: 적조관련 정책의 조정

연구예산의 확보 및 연구전략의 가이드라인 설정

지자체 적조관련 행정력의 조정

● 적조연구 운영위원회(가칭)

구성: 해양수산부, 수산과학원, 연구인력 대표, 프로젝트 운영전문가 등의 적조 관련 연구부서 및 연구진의 대표로 구성

역할: 적조관련 연구프로젝트의 선정

연구자원할당계획

연구프로젝트의 진행 평가 및 일정조정

● 수산과학원 적조관련 부서

구성: 수산과학원 적조 관련 연구 부서 및 행정지원부서

역할: 적조관련 연구프로젝트의 수행

연구자원운용

● 연구소 대학 연구인력 네트워크 조직

구성: 해양연구소, 각 대학의 연구인력

역할: 위임된 적조관련 연구프로젝트의 수행

적조연구 운영위원회에 대표파견을 통한 연구운영 참여

- 지자체 적조 관련 부서

구성 : 해당 지자체 적조 예방, 방제, 및 감시 관련 행정부서

역할 : 적조감시 및 적조발생시의 일상적 분석

수산과학원 적조관련 부서와의 업무 연계

나. 적조연구프로젝트 자원할당

적조관련 연구 프로젝트의 성격이 단순하고 단일 조직내에서 다 이루어질 수 있다면 이에 따른 연구 조직은 매트릭스 조직이 유용하고 이러한 조직에서 능력계획을 활용하는 모형이 Platje(1994)에 의해 제기된 적이 있다.

적조연구관련 프로젝트는 연구인력이 수산과학원에만 있는 것이 아니기 때문에 외부로부터 적절하게 아웃소싱을 하여야 할 필요가 있다. 이 경우 연구인력의 이용 문제와 자원할당문제는 매우 복잡한 문제가 된다. 이 경우에 능력계획을 이용하는 모형은 인력자원이 부족한 경우 연구프로젝트를 수행할 때 연구인력을 효율적으로 활용한다는 측면에서 유용성을 가지고 있다.

다수의 연구프로젝트에 한정된 연구인력을 할당하는 경우 중요한 관리요소는 다음과 같이 생각할 수 있다.

- 장기 자원할당 : 장기자원할당은 연구프로젝트의 목표와 지향점이 정해지고 이에 따른 자원의 필요를 결정하게 되는 데 이것은 매년 연구 그룹이나 조직의 연구예산의 형태로 나타나게 된다.
- 중기 자원할당 : 연구프로젝트의 수행시에 프로젝트 포트폴리오의 주기적 검토가 필요한데 이 검토는 연구의 성격과 조직의 성격에 따라 다양하게 나타날 수 있는 데 대략 분기마다 한번정도가 적절한 것으로 생각된다. 중기 자원할당의 주요입력 자료는 장기 자원할당계획이고 이를 이용하여 만들어져야 하는 자료는 단기자원할당 기준이다

표 5.1 자원할당 프로세스

자원할당 프로세스	목적	산출물	빈도	계획기간
장기기간	연구계획을 달성하기 위한 필요한 능력	연구부서 계획, 연구능력을 위한 예산	매년	5년
중기기간	프로젝트 포트폴리오를 위한 개략적 능력계획	포트폴리오 검토, 실행되어야 하는 프로젝트들 그룹리더의 의사결정물 프로젝트 이정표에 대한 효과분석 단기자원할당 투입물로서의 합의된 개략적인 할당	분기	1년내외
단기기간	운영을 위한 일일 인력할당	중기자원할당 범위내에서 연구인력에 대한 임무할당	2주	6주내외

중기자원할당은 예산과 선정된 프로젝트의 단기계획을 연결하는 것이다. 그러므로 자원 배분의 내용이 포함되어 있어야 한다. 실제 프로젝트 진행시에 자원의 부족이나 과잉이 있을 수 있기 때문에 그룹 리더와 프로젝트 리더사이에 적절한 문제해결 룰이 만들어져야 한다. 이 룰의 목표는 자원의 문제에서 갈등이 생겼을 때 어떤 일이 먼저 진행되어야 할 것인가를 명확하게 해 두는 것이다. 능력계획은 프로젝트리더와 자원담당리더간의 합의라고 할 수 있으며 프로젝트리더들에 의한 자원부족의 제기는 곧 프로젝트의 지연을 의미한다.

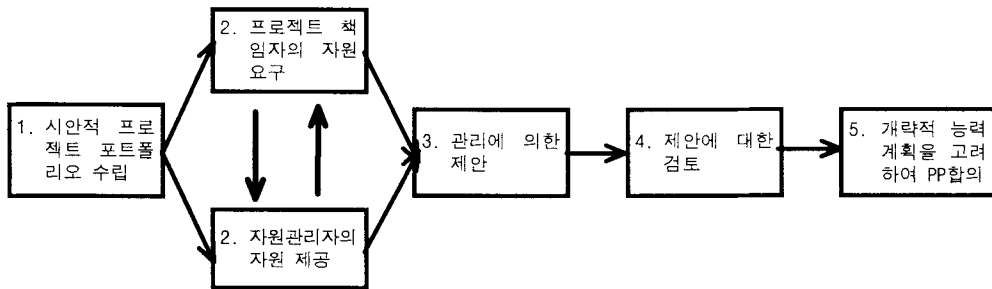


그림 5.5 연구관리에 있어 중기적 활동의 개념적 열개

- 단기 자원할당 : 중기자원할당계획의 개략적 능력계획과 문제해결 룰이 단기자원할당계획의 투입자료가 되고 단기자원할당은 다가오는 수주일동안 개별적 자원의 일일계획 주요 투입자료가 된다. 이 단계에서의 계획의 편차는 프로젝트 리더와 조정을 한 그룹 리더에 의해서 조정되어진다.
- 계획 연결 및 피드백 : 장기, 중기, 단기 할당과정은 각각 목표가 있지만 이들은 전체의 목표를 위하여 적절한 의사결정을 위하여 서로 연결되어야 한다. 이 연결은 의사결정을 위한 주요한 투입요소이며 이러한 투입요소는 평가가 적절하게 이루어져야 하며 중장기 의사결정을 위하여 피드백되어야 한다.

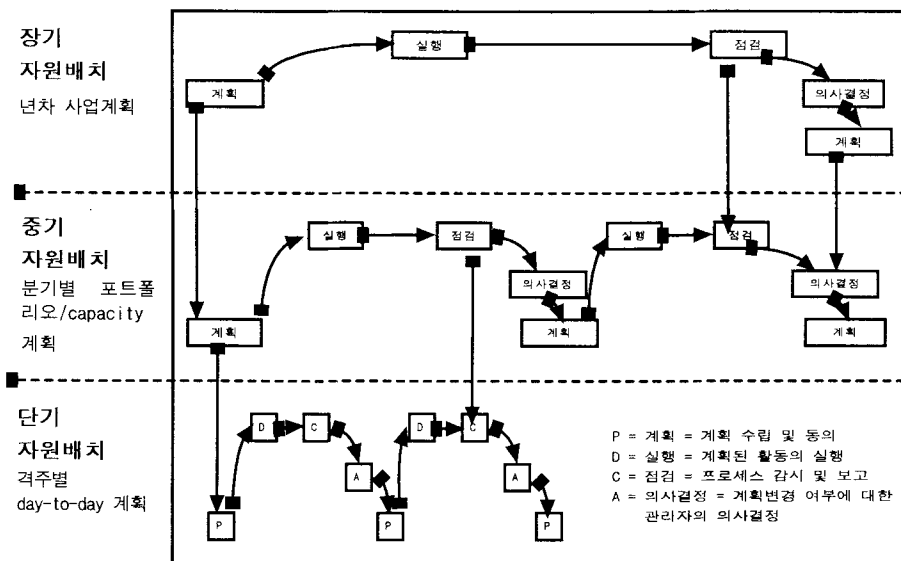


그림 5.6 장기·중기·단기자원 할당간의 관계

다. 적조연구관리 운영

적조관련 연구 프로젝트의 운영에 가장 중요한 문제는 연구를 아웃소싱하여 수행하여야 하는 데 그 기준이 어떻게 설정되어야 하는 문제와 보상을 어떠한 방법으로 하여야 효과적인가 하는 것이다.

1. 연구분담시의 고려 사항: 적조관련 연구프로젝트에서 어떠한 연구를 어디서 수행하여야 할 것인가 하는 문제는 중요한 문제이다. 이러한 연구프로젝트 수행분담의 기준은 연구성격, 연구조직, 연구인력에 따라 결정되어야 할 것으로 생각되며 다음과 같은 기준을 제시할 수 있을 것이다.

첫째, 특별한 연구능력이 필요한 경우에는 그러한 연구능력을 가진 인력이 속한 조직에 배정하여야 한다.

둘째, 중기, 단기적 연구과정이 집중적인 연구인력투입의 성격이 큰 연구일수록 공식적인 연구조직인 수산과학원에서 맡아야 할 것으로 생각한다. 왜냐하면 연구프로젝트의 능력계획을 효과적으로 수립하여 실행할 수 있기 때문이다.

셋째, 장기적인 연구의 성격을 가지면서 기초과학적 연구이고 집중적인 연구인력투입이 필요치 않는 경우에는 대학이나 특정연구소에 아웃소싱하여야 한다.

2. 적조연구프로젝트와 같이 연구인력이 부족한 연구개발프로젝트는 연구자의 지식과 창의성이 매우 중요하다. 뿐만 아니라 연구프로젝트의 성공이 연구자의 창의성에 의존하는 경우에는 연구의 결과와 연구완료시기가 매우 불확실하다. 이러한 연구의 성격 때문에 자원할당이 어렵다. 그러므로 자원할당방법에 있어서 유연성이 있어야 할 뿐만 아니라 연구인력에 대한 효과적인 보상이 필요하다. 연구인력에 대한 보상방법은 또 다른 연구가 필요할 것으로 생각된다.

제 5 절 결론 및 다음단계 조치사항

적조관련 연구프로젝트 선정과 관리는 적조관련 연구의 성공을 가름하는 중요한 요소이다. 그러므로 효율적인 연구관리시스템을 설정하고 운영하는 것은 중요하고 시급한 일이라고 할 수 있다. 적극적인 연구관리시스템을 개발하고 운영하는 것은 현 시점에서는 중요한 일이며, 이에 따른 행정시스템 및 정보시스템의 인프라를 효과적으로 구축하는 것이 미래의 연구경쟁력 기초가 될 것이다. 이러한 점에서 적조관련 연구프로젝트 선정과 관리에 대한 개념적 틀을 검토하였다는 것은 매우 중요한 의미를 갖고 있으며, 미래의 연구관리시스템은 이러한 방향으로 나아가게 될 것으로 생각한다.

본 연구에서 개발된 연구관리시스템은 개념적 모형이므로 실제적인 운용을 위해서는 다음과 같은 차후의 연구가 필요하다.

- ① 적조관련 연구프로젝트 선정 및 관리시스템을 운영하기 위한 운영위원회의 설정이 필요하다. 적조관련 연구는 그 종류가 매우 많고 생물적, 제도적, 환경적 분야가 포함되어야 하기 때문에 이 운영위원회는 각 분야의 전문가가 포함되어야 하고 이 운영위원회로부터 실제적인 프로젝트 선정기준이 설정되어야 한다. 이 운영위원회에는 프로젝트 관리전문가가 포함되어야 할 것이다. 본 연구에서는 몇 가지 평가기준을 제시한 정도이므로 이에 대한 세부적 연구가 추후에 진행되어야 한다.
- ② 평가시스템을 가동할 수 있는 실제적인 관리적 절차와 S/W를 개발하는 것이 필요하다.
- ③ 평가시스템을 관리할 수 있는 수산정보센터의 설립 등 관리기관 또는 조직을 설정할 필요가 있다.

적조관련 연구는 그 종류와 성격이 매우 다양하다. 본 연구에서는 적조관련 문제의 성격을 구조적 분석방법을 통하여 분석하고 적조에 관련된 연구가 향후 어떻게 추진되고 관리되어야 할 것인가에 대한 내용을 제시하였다. 제시된 관리적 기법은 다음과 같으며 제안된 연구관리 방법에 따른 관리적 방안으로는 “연구안을 선정하기 위한 AHP 방법” 및 “자원과 인력이 제약되어 있는 경우의 연구관리(PM)방법” 이 도출되었고 세부적 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 연구관리 시스템 요구사항분석

- 적조관련 연구의 연구성격에 따른 분류
사후연구(Break down Research)
예방적 연구(Preventive Research)
- 적조관련 연구의 범위에 따른 분류
제도적 연구, 생물학적 연구, 환경관련 연구, 시스템 연구

2) 적조관련 연구의 시간적 범위에 따른 연구

- 장기적 연구, 중기적 연구, 단기적 연구
- 적조 관련 연구의 특성
연구 결과의 적용의 한계성
연구적용의 불확실성
연구대상의 가변성
연구자원 투입과 연구성과와의 비연계성

3) 적조관련 연구의 평가기준 분석

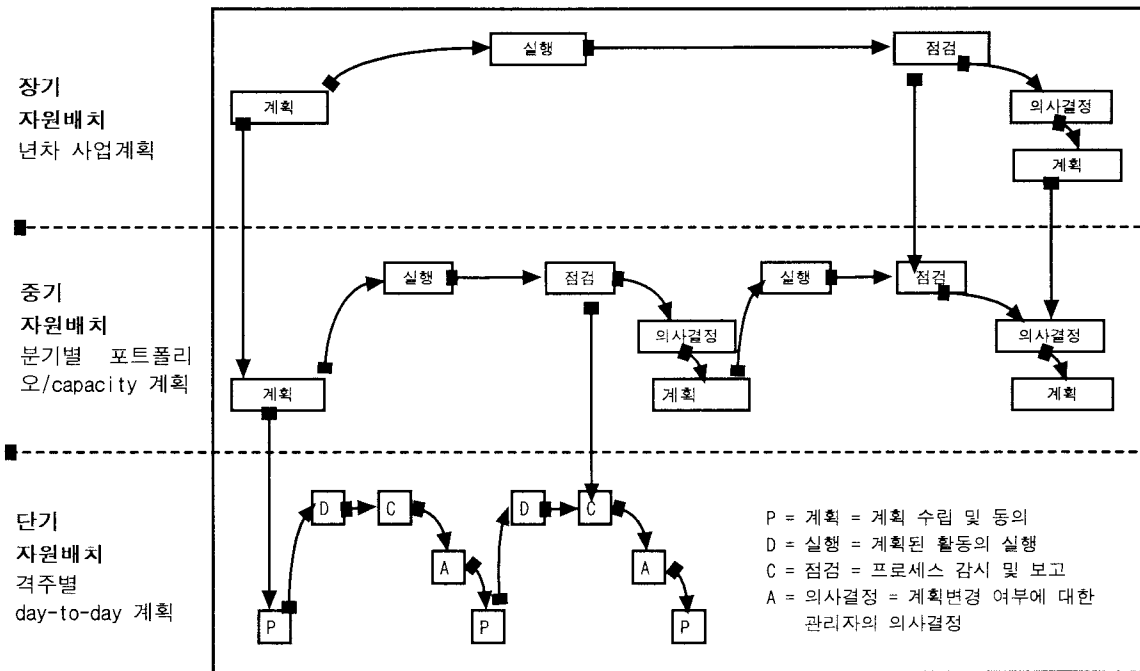
적조관련 연구를 앞 단계의 연구특성에 따라 다수기준 의사결정모형(MCDM)을 이용하여 평가할 수 있도록 평가기준을 설정하였다.

- 적조관련 연구의 평가방안

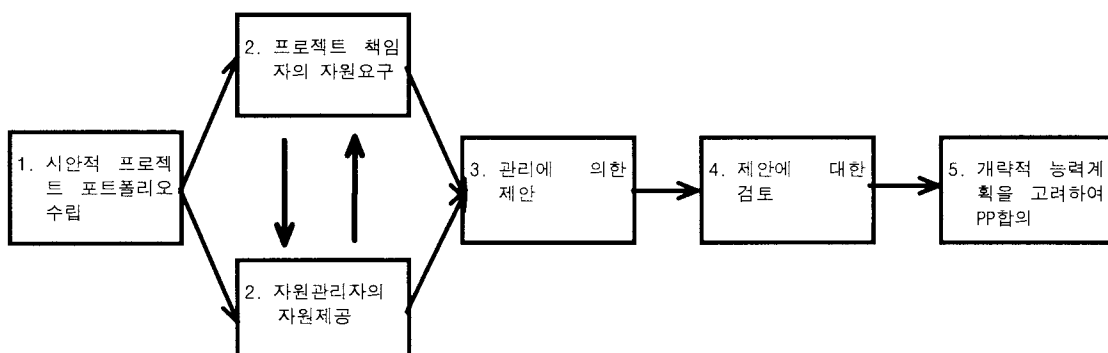
평가방법의 객관성 유지를 위한 의사결정모델을 Saaty가 제시한 AHP방법을 이용하여 적조관련 연구에 적합하게 수정하여 제시하였다.

- 적조관련 연구의 관리를 위한 방안의 구조적 분석 및 설계

연구관리방안의 시간적 개념적 열개는 다음과 같다.



또한, 연구관리에 있어 중기적 활동의 개념적 열개는 다음과 같다.



4) 제시된 연구관리방안에 따른 제안

제시된 개념적 열개에 따라 어떠한 제도적, 관리적 노력이 필요한지를 제시하였다.

여 백

제 6 장 연구과제 수행 방안

1. 국가적조연구 기획과제의 우선순위

현재의 적조진행상황을 파악하고 연구성과를 분석하여 적조피해를 최소화하는데 필요한 연구과제를 개발하는 것을 목적으로 한 본 특정연구과제는 어떤 과제를 우선적으로 선정하여 추진하는가에 따라서 적조피해를 조기에 최소화시킬 수 있기 때문에 과제에 우선순위를 결정하는 것은 매우 중요한 일이다. 특히 투자예산과 인력의 한계를 극복하고 단기간에 최대의 효과를 거두어야하기 때문에 과제의 선택과 집중이라는 패러다임에 따라야 한다.

먼저 어떤 과제를 우선적으로 선정할 것인가는 i) 단계별 목표, ii) 연구과제의 현실적 수요와 필요성, iii) 투자예산의 한계성, iv) 성공 및 실용가능성 등을 고려해야 한다. 본 연구에서는 가변성이 큰 투자예산, 인력장비의 한계성보다는 연구과제의 단계별 목표와 현실적 수요와 필요성이 중요하므로 이것을 기준으로 하여 연구과제의 우선순위를 정하는 것이 바람직하다고 생각하였다.

먼저 연구과제의 단계별 목표와 현실적 수요와 필요성을 정량화하기 위하여 앙케이트 조사를 실시한 결과 적조 예찰 감시, 적조방제기술개발분야는 선진국과 비슷한 수준으로 평가하고 있었으나 적조생물의 특성과 분자생물학적 연구 및 적조 발생 기작 규명연구는 미흡한 것으로 나타났다.

본 연구는 적조문제 해결을 위한 국가종합기획과제 연구는 앞으로 10년간(2003~2012)에 걸쳐서 개발할 핵심기술개발 및 연구과제를 중점적으로 발굴하였으며 핵심기술의 개발단계는 3단계로서 제 1단계는 3년(2003~2005) 동안 적조발생원인을 규명하고 적조방제기술을 실용화하는 등 시급한 당면문제를 해결하고, 제 2단계는 2006~2009년의 4년 동안으로서 고도의 적조탐색과 생태계내 환경제어기술을 개발 실용화하고, 마지막 제 3단계(2010~2012)에서는 적조의 실시간 예보 시스템 운용, 적조방제와 해양오염물질의 재생활용하는 기술 등을 실용화하도록 하였다. 각 세부분야별 연구과제의 단계별 목표를 요약하면 표 6.1과 같다.

표 6.1 국가적조문제 해결을 위한 핵심기술의 단계별 목표

핵심기술 요소	단계별 목표		
	1단계	2단계	3단계
○ 적조발생 원인규명	적조생물 환경생리와 발생원인 규명	연안 휴면포자의 분포양상과 정량화	적조생물 자동 인식 시스템 개발
○ 적조발생조기예측과 이동, 확산 예보	적조생물의 시공변동과 해조류 유동 모델	적조예보와 확산 모델 개발	기후, 해양변동에 적응한 실시간 예보 시스템 운영
○ 적조생물의 유해성과 폐사원인 규명	유해적조생물의 해양생물 폐사 원인 규명	독소의 생성과 분석 및 진단 기술개발	유해독소의 해독과 생물 저항성 강화 연구
○ 적조발생방지와 방제기술개발	적조방제 및 구제효율 증진과 생태계 영향평가	연안생태계 환경제어 기술개발	환경의 회복과 재생을 통한 환경 생산 지속성 확보
○ 적조생물의 산업적 이용	적조생물의 이용 가능 생리활성 물질 탐색	생리활성물질의 분자식 구명과 응용방안 연구	복제 합성 등 대량 생산 기술

2. 연구수행 주체의 결정과 국내 연구인력 동원

우리나라에서 적조를 연구하는 기관은 국가기관인 국립수산과학원과 국무총리실 산하의 출연연구기관인 한국해양연구원, 그리고 대학으로는 부산에 소재한 국립부경대학교, 인제대학교를 중심으로 서울·경기의 서울대학교, 인하대학교, 전북 군산대학교, 여수대학교, 경상대학교 등에서 적조연구를 수행하고 있으며 국내사설 연구기관은 이들 산·학·연 적조연구기관의 연구기반을 좀더 알아보으면 표.7.1과 같이 조직과 인력장비는 국가기관이 우세하고 대학에서는 특정분야의 학문적 전문성이 우수한 편이다.

따라서 조직과 인력 및 전문성을 최대화시킬 수 있는 방법을 강구해야 한다.

표 6.2 국내적조 연구기관과 주요 연구기반

	기관명	강점
국가기관	국립수산과학원, 지방해양수산청	연구조직과 인력, 장비
출연기관	한국해양연구원	
대학	경상대학교	독소분석, 적조방제, 분류
	군산대학교	방제기술(천적, 기상층)
	부경대학교	미생물, 방제기술, 독소분석
	상명여자대학교	규조류분류
	서울대학교	적조생물의 분류, 미생물 연구
	여수대학교	적조생물 생리, 발생원인
	인제대학교	담수적조, 독소분석
	인하대학교	방제기술
	충남대학교	적조이동, 확산예보
	한양대학교	적조생물, 독성

※ 대학은 가나다 순

따라서 연구 주관 기관은 집행기관의 인력기반, 연구과제의 성격에 따라서 결정되어야 한다. 이와 같은 관점에서 알아보면 적조의 예찰과 방제는 국립수산과학원과 같은 국가기관에서 수행하고 적조발생원인규명, 이동확산모델, 적조생물 유해성, 및 산업적이 포함된 연구는 산·학·연이 합동으로 추진되어야 본래의 목적을 달성 할 수 있다.

한편 국내의 적조전문인력의 동원하기 위해서는 국내의 적조관련 연구인력을 정확하게 파악해야 한다. 현재 국내의 적조전문 연구인력은 국공립연구기관 및 대학 등을 합하면 50명 내외이고 적조조사에 직·간접적으로 참여하는 국립수산과학원과 산하기관, 8개 지방해양수산청, 수협 및 시, 도 등에서는 적조 예찰과 방제업무를 담당하고 있는 국가인력은 약 100여명 내외이다.

따라서 현재의 적조연구인력은 매우 부족한 실정이고 특히 모델구축, 독성연구 분야의 연구인력이 부족한 실정임으로 이들 연구 인력을 확충하는 방안을 강구해야 한다.

3. 국제기구 및 인접국가와의 공동연계연구

현재 적조와 관련하여 연구를 지원하거나 또는 적조대책 등의 정책을 지원하고 있는 국제기구는 국제해양학위원회(IOC/UNESCO), 국제해사기구(IMO), 아·태경제기구(APEC), 선진국 경제협력개발기구(OECD), 국제해양개발위원회(ICES), 북태평양해양과학위원회(PICES), 해양과학위원회(SCOR /UNESCO), 국제원자력위원회(IEAE) 등이며, IOC, APEC, PICES, ICES의 활동이 비교적 활발하다.

IOC는 1945년 런던에서 서명하고 1946, 11월부터 효력이 발생한 UNESCO 헌장에 따라 설립된 UNESCO의 자연과학분야(Natural science sector)에 속하는 최대의 해양관련 기구로서 2002년 12월 현재 129개 국가가 참여하고 매년 2년마다 총회를 개최하며 총회가 없는 해(2002년)에는 36개 국가로 구성된 집행위원회 (IOC Executive Council)을 개최하며 우리나라는 집행위원회의 회원국가이다.

IOC 산하에는 해양과학, 기술을 지원하기 위하여 산하에 해양생물자원해양과학(OSLR), 해양비생물자원과학(OSNLR), 해도(OM), 해양오염연구와 감시(MPRM), 국제해양서비스시스템(IGOSS), 해양관측 시스템(OOS), 해양자료정보교환(ICODE) 등의 보조기구 (subsidiary bodies)가 있는데 특히 적조와 관련해서는 OSLR에서 취급하고 있으며 1999년총회에서는 최근 세계 연안해역에서 유해적조가 상습적으로 발생하며 수산피해는 물론 연안환경을 손상하고 있는데 대하여 우려를 표명하고, IOC/SCOR 주관의 국제적조생태 해양학적 연구계획 (GEOHAB, Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms)을 승인하였고 한국을 포함한 대부분의 회원국가들을 GEOHAB의 중요성을 인정하고 강한 지지를 표명하였다.

현재 IOC는 FAO와 함께 Intergovernmental Panel on Harmful Algal Blooms, IPHAB)을 운영하고 있는데 IPHAB는 1991년 제 16차 IOC 총회에서 적조문제를 해결하기 위하여

금후 수행할 종합적 연구계획에 필요한 적절한 자원을 파악하기 위하여 창립되었다.

동 기구의 제 1차 회의는 1992년 6월 프랑스 파리의 UNESCO본부에서 14개국이 참가한 가운데 개최되었으며 동 회의에서는 적조의 예보와 관리에 관한 국제적인 협력과 공동연구방안을 협의하였다.

IPHAB는 단기적 계획(Short-term Aspects)으로는 적조방제, 중기계획(Mid-term Aspects)으로는 적조예보와 모델링, 그리고 장기계획(Long-term Aspects)으로는 적조예방과 문제해결을 목표로 하고 있으며 실행계획은 과학계획 요소 (Scientific Programme Elements)와 운용계획요소 (Operational Programme Elements)로 나누었다. 과학계획 요소에는 i) 적조의 계군 동태파악에 필요한 생태학-해양학, ii) 적조원인생물 분류에 필요한 분류학-유전학, iii) 독소의 생성과 축적 등을 연구하기 위한 독소화학-독물학 등 3개의 과제가 있으며, 운용계획 요소에는 4개의 과제가 있는데 그것들은 ; i) 자원과 양식 관리, ii) 정보망 구축과 교육훈련, iii) 적조 예찰 감시, iv) 식품안전과 공중위생을 포함하고 있다.

제 2차 IPHAB회의는 1992년에, 제 3차 회의는 1995년에 개최한 이래 제6차 회의는 2002년 5월에 개최하여 적조관련 인력 양성, 국가별 예찰망, 교육훈련, GEOHAB 연구계획 지원, GOOS와의 협력, 수산식품의 안전성과 공동관리와 규제 등에 관한 사항을 토의하였다. 한국은 지금까지 IPHAB 활동에는 적극적으로 참여하고 있지 못하지만 IOC 산하의 GOOS, GEOHAB 활동의 중요성을 감안할 때 앞으로는 적극적으로 참여해야 한다.

한편 GEOHAB은 UNESCO/SCOR이 후원하는 국제적조연구계획으로서 1998년 10. 13~10. 17일까지 덴마크의 Havreholm에서 한국을 포함한 20개 국가에서 37명의 과학자들이 참여하여 개최한 워크숍에서 기본적인 연구방향의 틀을 완성하였다. 이후 동 계획을 적극적으로 추진하기 위하여 IOC-SCOR 공동으로 GEOHAB 과학조정 위원회 (SSC, Scientific Steering Committee)를 결성하였고 2000년 GEOHAB 연구계획을 수립하고 2000년 10월 SCOR 총회에서 승인을 받았다.

GEOHAB의 사명(Mission)은 각국의 적조정보 공유와 상호분석을 통한 공동연구를 수행하는 것으로서 과학적인 목표는 유해적조의 해양학적-생태학적인 접근을 통한 적조예보 기술을 개발하여 응용하는 것으로서 5개의 연구과제, 즉 i) 적조의 생물지리학적 다양성, ii) 적조발생과 부영양화 현상과의 상관성, iii) 적조생물의 적응전략, iv) 적조생물 군집의 계군과 생태계별 비교분석, 및 v) 적조의 예찰, 예보 및 모델 개발이다. 앞으로 GEOHAB 활동이 활성화되면, 적조관련 국제협력과 정보의 원활한 교류활동이 왕성하여짐으로서 적조예보와 방제기술이 향상되고, 유해적조의 해양생태계 영향과 독성평가기술이 발전하고, 적조의 물리환경특성이 규명됨으로서 수산피해와 환경손상을 최소화시키는 등의 기대효과가 예상됨으로서 적극적인 참여가 매우 바람직하다고 평가되어 2000년 11월 8일 국립수산과학원에서 개최한 제 3차 적조방제기술에 관한 국제 심포지움에서 KORHAB을 결성하였다.

한편 한국이 적극적으로 참여하고 있는 아·태경제기구(APEC)는 21개 회원국가들의 자

유무역과 경제협력을 근본목적으로 하고 있는데 특히 역대 국가들의 수산물 자유무역과 관련하여 수산식품의 마비성 패독 등이 국가간의 무역에 문제점을 야기함으로써 이와 같은 문제를 효율적으로 해결하기 위하여 해양환경위원회(MRC) 주관으로 적조 특히 패독발생과 식중독에 관한 발생과 진행 상황, 각국의 독소분석과 상호적용기준 설정, 표준물질의 채택 등에 관하여 상당한 연구를 수행하였으며 우리나라에서도 적극적으로 참여하고 있다. 특히 APEC에서는 적조관리와 방제에 관한 심포지움(HAMM/MRC/APEC)을 개최하여 APEC 역내 국가간의 적조피해를 최소화하기 위한 노력을 경주하고 있으며 한국에서는 제 1차 회의(1999년 5월 필리핀 수빅만) 및 제 2차 회의(2002년 10월 중국 청도)에 참가하여 관련 연구결과를 발표하고 유용한 정보를 수집하였다.

현재 162개국에 참가하고 있는 국제해사기구 (IMO)에서는 총회, 이사국 그리고 해사안전위원회(The Maritime Safety Committee, MSC), 해양환경보호위원회(The Marine Environment Protection Committee, MEPC), 및 기술협력위원회(The Technical-Cooperation Committee, TCC), 법률 위원회 (the Legal Committee, LC) 등 4개 위원회가 있으며 영국 런던에 IMO본부가 있다. IMO-MEPC에서는 선박의 Ballast Water에 의한 유해생물들의 국가간 이동전파를 방지하기 위한 규제안을 만들고 있는 중인데 이 문제가 적조생물로 인한 어패류의 독화와 식중독발생의 국제적 이동과 전파에 관한 문제이다. 최근 연간 약 100억 톤으로 추산되는 선박의 Ballast Water가 적조를 일으키는 외편모조류를 전파시킴으로서 국가간 문제를 야기 시키고 있으며 현재 심의중인 “선박의 Ballast Water와 해저생물의 관리와 규제에 대한 국제협약(International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediment)을 2004년에 채택하는 것을 목적으로 하고 있다.

한편 ICES, PICES 등 과학자 중심의 국제과학기구에서는 적조현상의 발생원인, 예보, 방제 등에 관한 연구결과와 자료를 정기회의와 관련 학술회의 등에서 상호 발표하면서 적조 문제를 이해하고 해결방안을 강구하기 위하여 노력하고 있다.

이와는 별도로는 적조문제를 해결하기 위하여 국제적조 및 유독성 플랑크톤에 관한 회의가 매년마다 개최되고 있는데 제 10차 회의는 2002년 10월 미국 Florida St. Pete Beach에서 54개국에서 약 700여명의 과학자가 참가하여 629편의 적조와 패독에 관한 연구결과를 발표하였다.

이상 설명한바와 같이 국제기구에서도 적조문제의 심각성을 인식하여 적조예보, 방제에 관한 문제를 해결하기 위하여 국제기구간, 국가간, 및 인접국가간의 상호협력을 강조하고 있는 실정이다. 우리나라에서도 이와 같은 현실을 고려하여 국제기구는 물론 인접국가와의 적조연구 협력을 더욱 강화시키지 않으면 안된다.

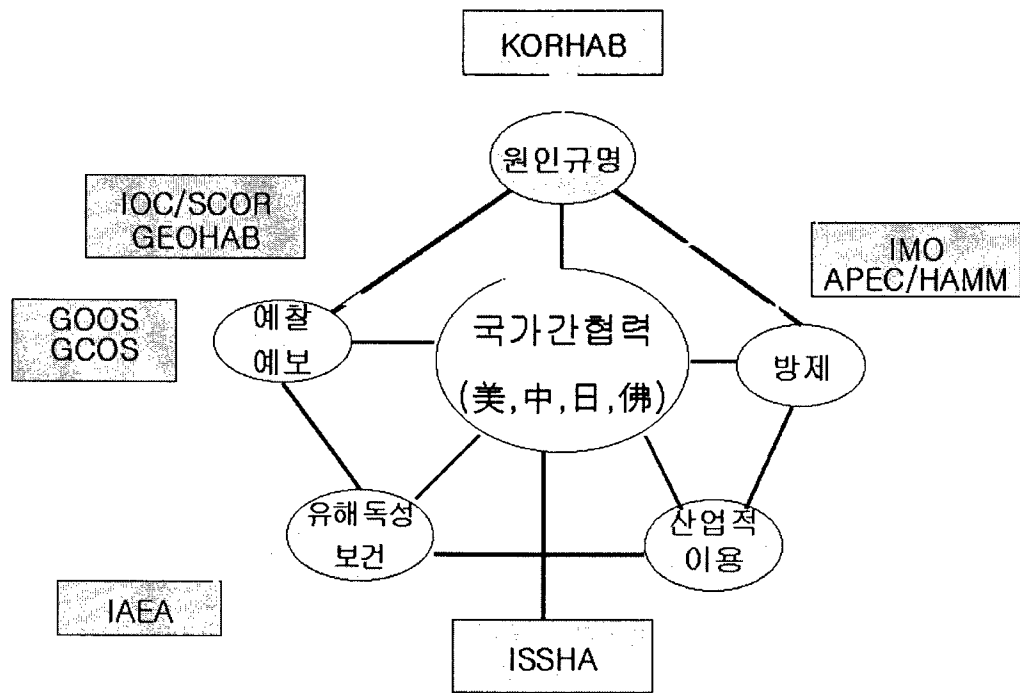


그림 6.1 국제기구 및 국가간 협력프로그램을 통한 과제수행

제 7 장 종합결론

1. 적조현상과 인간 그리고 자연재해의 의미

1970년대까지만 해도 적조현상이 무엇이고 왜 일어나는가를 이해하고 있는 사람들은 매우 드물었다. 그러나 지금은 초등학교에 다니는 학생들까지도 적조현상이 무엇인가를 정확히 이해하고 있다. 이것은 우리 나라에만 국한된 것이 아니고 전 세계에서든 똑 같은 상황이다. 이것은 결국 적조현상이 인간에게 무엇인가 중요한 일을 하고 있다는 사실을 의미한다.

적조현상이란 이미 설명한바와 같이 해양 플랑크톤이 증식하거나 집적하여 해수의 색을 변화시키거나 또는 낮은 밀도에서도 어패류를 독화하여 독화된 어패류를 사람이 먹게되면 식중독을 일으키는 현상이다. 따라서 적조현상은 사람과 자연환경에 부정적인 영향을 미친다. 한편 적조현상이 발생하면 육지에서 과다하게 연안으로 유입된 영양물질을 소비하게 되고 그로 인해서 연안역의 생산성이 증가하는 경제적인 잇점도 있다.

그러나 최근에 적조는 전 세계연안해역은 물론 대양에서도 발생하고 수온이 낮은 냉수역과 열대해역 그리고 온대해역에서도 년중 발생하는 경향을 보이고 있으며 발생규모도 최근의 적조는 수십 km에서 수천 km에 이르기 까지 그 규모가 거대하다. 이와 같이 최근 적조현상이 광역화되고 장기간 발생함으로써 적조현상으로 인한 부정적인 영향이 긍정적인 영향을 훨씬 초과함으로써 적조현상은 부정적인 현상으로 알려지고 있다. 이와 같은 관점에서 적조현상을 일으키는데 결정적인 역할을 하는 연안 해역의 부영양화현상은 결국 인간이 행한 산업화, 도시화, 그리고 대량소비와 같은 인간활동으로 야기된 것이다. 그리고 현재의 적조현상은 지구온난화와 같은 기후변화 영향을 받고 있기 때문에 적조 발생원인을 규명하는 것이 매우 어려운 실정이다.

따라서 적조현상이 안고 있는, 발생역사의 장구함, 발생규모의 거대함, 발생원인 규명의 어려움, 기후변화와 같은 자연적 현상과 깊은 상관성 등으로 인하여 자연재해로 규정하고 있다. 특히 세계의 식량은 육지생산의 한계로 인하여 기아에 허덕이는 인구가 증가할 것으로 예상하고 부족한 식량을 해양식량으로 해결하려고 하고 있다. 한편 해양식량은 어획생산과 증양식생산인데 현재까지는 어획생산량이 약 1억톤 내외이고 양식생산량은 천만톤이다. 그런데 양식생산량은 새로운 양식어장의 개발, 새로운 생명공학기술의 적용 등으로 상당한 양적 증가를 기대할수 있다고 보고 있다. 이와 같은 상황에서 양식산업에 치명적인 영향을 미치고 있는 적조현상에 대하여 전 세계의 사람들이 많은 관심을 갖고 있는 것은 매우 당연한 일이다. 그리고 그 관심은 적조문제를 슬기롭게 해결하여 해양환경을 보전하고 지속적인 생산이 가능하도록 해야한다.

2. 적조문제를 해결할수 있는 근본적 기반구축과 지속적인 연구수행

앞으로도 적조현상은 지속적으로 발생하여 해양생산활동을 방해하고 인간의 건강까지도 위협 할 것으로 예측된다. 특히 우리나라는 기르는 어업을 육성시켜야 하는 시대적인 사명을 안고 있다. 따라서 어떤 기술을 어떻게 개발해야하고 관련되는 해양 환경보존 정책을 어떻게 펼쳐야 할것인가를 결정하는 일은 매우 중대한 문제이다. 이 문제를 풀기위해 세계적으로 적조대책 성공사례로 알려진 미국, 일본, 및 한국의 3개의 사례를 설명하고 그 해법을 찾아보고자 한다.

미국 남부연안 N.Y.주에 있는 Long Island에서는 1950년대에 녹조가 상습적으로 발생하여 굴 산업에 피해를 일으키고 미적 손상을 초래하므로써 사회적으로 문제가 되었다. 따라서 주정부에서는 이와같은 적조의 발생을 근본적으로 방지하기 위하여 외해확산을 촉진할수 있는 만구 확장조치를 취하고, 육상으로부터 유입되는 오염부하를 감소시키기 위하여 주변의 오리 사육장을 감소시키고 오염규제 조치를 철저히 취한 결과 1960년대이후 적조발생이 급속히 감소하였다.

또한 日本의 瀬戶内海는 1970년대 년간 약 300여건의 적조가 발생하는 상습적인 적조발생해역이었으며 특히 *Chattonella* 적조에 의한 수산피해가 71억¥에 이르렀다. 따라서 적조발생을 감소시키기 위하여 1977년 瀬戶内海 특별조치법을 제정하여 적조발생을 근본적으로 방지하는데 필요한 총량규제제도와 이 법에 의한 COD 삭감목표제를 도입적용하였으며 해역이용행위도 엄격히 억제한 결과 1990년대 이 해역의 적조발생건수는 70년대의 1/2 수준인 100여건으로 감소하였다.

한국 남해와 동해남부연안에서는 1995년부터 *Cochlodinium polykrikoides* 종에 의한 적조피해가 매년 가을에 발생하여 사회경제적으로 큰 문제를 야기하였다. 이와같은 수산피해를 방지하기 위하여 1996년도부터 적조해역에 황토를 살포하여 적조생물을 침강제거시키고 적조발생과 이동확산상태를 신속하게 감시하여 어업인들에게 통보하는 조기경보system을 운영하였다. 그 결과 1995년 764억원 이었던 수산피해가 2000년도에는 약 2억원으로 감소하였다.

위의 3개의 사례중 미국과 일본의 사례는 육상오염물질의 해양유입을 차단 또는 현저히 감소시켜 적조발생을 근본적으로 예방하는 조치를 취하여 성공한 사례이고 한국의 사례는 적조발생후에 적조피해를 최소화시킨 사례이다. 현재 미국과 일본의 경우 2001년의 적조발생예측을 보면 미국은 적조발생이 거의 없을것으로 예측하고 일본은 약 1/3 이하수준일것으로 예측하고 있다. 그러나 우리나라의 경우 나는 2002년에도 남해안과 동해남부연안에서는 금년도 보다 규모가 같거나 다소 큰 적조가 발생할 것으로 본다.

최근 미국, 캐나다, 유럽, 호주, 일본 등의 선진국에서는 DNA와 Antibody 등을 이용한

유독 적조생물의 진단 kit 응용기술연구와 해석·광학기법을 이용한 적조의 원격탐색기술 연구, 알고리즘을 이용한 적조발생예측연구, 적조생물의 세포생리 연구, 휴면포자의 형성과 발아 관여 물질연구, 적조생물의 성장과 사멸 메커니즘 연구, 바이러스, 기생성 parasite 등을 이용한 생물학적 적조제어기술연구, 분자생물학적 방법을 이용한 적조생물의 분류체계 정립연구, 유독 적조생물의 무독화 기술연구 등에 관한 연구를 추진 중에 있거나 착수할 계획이다.

현재까지 우리나라에서 수행된 적조연구 중 적조생물의 생태와 생리, 적조발생 잠재력 파악을 위한 휴면포자연구, 적조 발생기작, 적조생물의 유해성 및 피해기구, 황토연구, 적조 방제장비 개발 등은 비교적 짧은 적조연구 기간에도 불구하고 수산피해의 경감에 많은 기여를 한 것이 사실이다. 적조연구는 학문의 특성상 타 분야와의 연계성이 필수 불가결하고 또한, IT와 BT 분야로 접목하여 추진할 때 비로소 절대적 기술우위를 확보할 수 있다. 따라서, 21세기 우리나라 적조연구의 국가경쟁력 강화를 위해서는 이러한 부분에 대한 연구 인력의 양성과 연구비 투자가 더욱 확대되어야 할 것으로 판단된다.

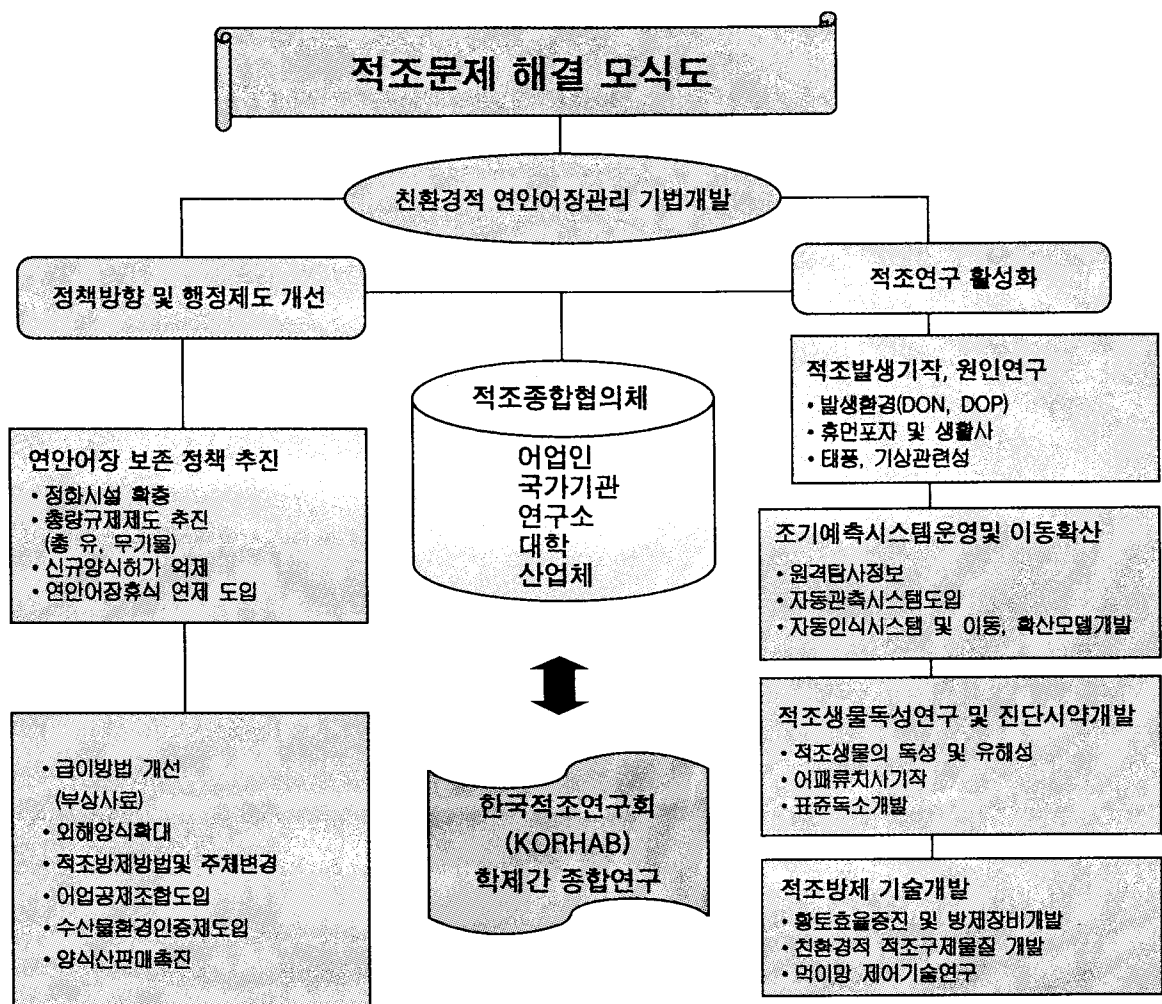
그러나, 2000년도에 들어서면서 적조연구예산은 대규모 적조발생시기인 '95년도 이후 잠시 증액된 이래 최근 6년 동안 수산피해가 급격히 감소되면서 적조연구 예산액도 감소되어 2001년도에는 연간 총 3억원 정도에 불과하였다. 따라서, 적조연구의 지속적인 수행 및 적조연구분야의 국제경쟁력 강화를 위해서는 예산의 절대적인 증액이 필요할 것이다.

특히, 요즈음 세계각국은 해상을 이용한 교역량이 증가하면서 한 국가에서 발생하는 유해적조가 주변국가로 쉽게 유입될 가능성이 점점 높아지고 있고, 각국은 역내 자유교역에 대비한 자국내 수산식품의 안정성 확보 및 유독성 적조의 유입억제를 위한 노력이 강화되고 있는 추세이다. 최근 유럽과 일본 등의 선진국에서는 우리나라로부터 수입되는 수산물의 패류독소 검역체계를 더욱 강화하고 있는 실정인데, 패류 수출국 양식장 주변해역에서의 패독 원인생물인 유독 적조생물의 출현상황과 패독 모니터링 자료 등의 요구 횟수가 점점 증가하고 있다. 미국과 캐나다 등에서는 자국의 선진화된 분석기법을 활용하도록 하기 위해 현행 패류독소 검사방법인 흰쥐 테스트(mouse test) 방법에서 HPLC 방법이나 진단 kit방법으로 변경하려고 노력하고 있으며, 호주와 뉴질랜드 등에서는 적조 전문가를 중심으로 자국내 유독적조생물의 유입억제책의 일환으로써 자국내 출입하는 유조선의 벨러스트 워터(ballast water)를 규제하기 위한 국제규약을 제정하기 위해 IOC/UNESCO, APEC 등의 국제기구 등을 통해 심각하게 문제제기를 하고 있는 실정이다. 이러한 문제에 대한 불이익을 받지 않도록 정부차원의 다양한 대응책 수립과 관련분야의 연구 수준향상을 위해서는 적조연구예산의 증액이 불가피한 것으로 판단된다. 따라서, 적조발생모델개발 및 예측기술향상연구와 유독, 유해성 적조생물의 자동인식 및 원격탐지기술개발, 분자생물학적 방법을 이용한 키트(kit) 개발, 고효율 적조방제물질개발, 적조 알고리즘 개발 등과 같은 첨단기술연구를 위해 연간 최소 수십억원 정도의 연구개발비 투자가 필요할 것으로 판단

된다.

적조대책은 결국 육상과 해상의 오염부하량을 최소화하는 근본적인 방향으로 나가지 않으면 안된다고 본다. 아울러 기르는 어업발전방향도 환경을 고려한 환경양식산업, 예를 들면 남해안의 해조류 양식산업의 추진, 어류양식물량의 환경용량내 허용 및 연작 양식장의 휴식년제 도입등은 반드시 추진해야할 과제들이다.

이와 같은 사업들이 이루어지고, 본 과제에서 제안한 사업들이 병행하여 추진된다면 연안해역의 청정화와 안정적인 양식산업 및 우리나라의 적조관련 국제경쟁력이 한층 강화될 것으로 기대된다.



제 8 장 참고문헌

- 권철휘, 2002. 한국 남해안 *Cochlodinium* 적조 확산 모델링 응용 연구, 부경대학교 박사 학위 논문.
- 金鶴均, 韓 相復, 鄭 海鎭 등, 1999. 赤潮被害對策 연구, 海洋水産部 水産特定研究 開發事業 報告書, 527pp.
- 金鶴均. 1986. 赤潮渦鞭毛藻의 生態學的 研究 1. *Prorocentrum triestinum* Schiller의 增殖과 驅除. 수진연구보고, 39 : 1-6.
- 金鶴均. 1987. 赤潮被害와 防止對策. 赤潮現象과 漁場保全. 赤潮 및 漁場保全에 關한 심포지움 結果報告書, 115~128.
- 김동선, 권철휘, 조규대, 2000. 진동만의 적조발생에 관한 수치실험, 한국수산학회 2000년 추계학술발표회 초록집, 127-128.
- 김동선, 조규대, 박청길, 2001. 적조 다발 지역인 진동만의 해양환경 특성. 한국환경과학회지, 10(2): 159-166.
- 김성귀, 1988. 해양정책 연구. 한국과학기술원 해양연구소, 3(3), 546-561.
- 金鶴均, 朴周錫, 李三根, 安京鎬, 1993. 韓國沿岸의 赤潮生物. 國立水産振興院, 97pp.
- 김학균, 1997. 최근 한국연안의 유해적조와 방제전략. 해양연구 19(2): 185-192.
- 김학균, 박주석, 김봉안, 1994. 적조발생기구와 유독성 플랑크톤에 관한 연구. 수진사업보고, 117호, 130pp.
- 김학균, 이필용, 양한섭, 강영실 외 11명. 1995. 부영양화 및 적조현상 규명에 관한 연구. 환경부, 과학기술처. 204-243pp.
- 김학균, 정창수, 임월애, 이창규, 김숙양, 윤성화, 조용철, 이삼근, 2001. 한국연안의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생과 변천. 한국수산학회지, 34(6): 691-696.
- 김학균, 최우정, 정영균, 정창수, 박종수, 안경호, 백철인, 1999. 나로도 인근해역에서 *Cochlodinium polykrikoides* 적조의 최초발생과 환경특성. 수진연구보고 57: 119-129.
- 김학균, 1993. 해양오염. 해양학 개론 (조규대, 이재철, 허성희 편집), 태화출판사. 133-148pp.
- 김학균, 1995. 부영양화 및 적조현상 규명에 관한 연구. 환경부, 과학기술처. 179-185pp.
- 金鶴均, 李三根, 安京鎬 等, 1997. 韓國沿岸의 赤潮. 最近 赤潮의 發生原因과 對策. 國立水産振興院. 280pp.
- 김형철, 이창규, 이삼근, 김학균, 박청길, 2001. *Cochlodinium polykrikoides* 의 성장에 미치는 물리·화학적 요인과 영양염 이용. 한국수산학회지, 34(5): 445-456.

- 나기환, 박경대, 이숙희, 김건효, 남정배, 1997. Dinoflagellates, *Cochlodinium polykrikoides*의 현장 일주이동. J. of Aquaculture, 10(4): 457-462.
- 나기환, 최우정, 전영렬, 1996. 부유황토에 의한 적조방제연구. 양식학회지, 9(3), 239-245.
- 朴周錫, 1982. 진해만 적조의 특성과 환경변화. 국립수산진흥원 연구보고, 28, 55-88.
- 朴周錫, 金 種斗, 1967. 鎭海灣의 赤潮現象에 관한 研究. 水振研究報告, 1, 63-79.
- 박주석, 김학균 등, 1993. 패독플랑크톤의 분포 생태 및 독성에 관한 연구. 과학기술처. 119pp.
- 서영상, 김정희, 김학균, 2000. NOAA 위성자료에 의한 해수표면 수온분포와 *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생의 상관성. 한국환경과학회지, 9(3): 215-221.
- 심재형, 1991. 해양오염과 생태계. 268-270pp.
- 양재삼, 최현용, 정해진, 정주영, 박종규, 2000. 전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구: 1. 물리·화학적인 특성. 한국해양학회지, 5(1): 16-26.
- 李光雨, 南基樹, 許亨澤 等, 1980. 鎭海灣의 赤潮 및 汚染모니터링 시스템 開發을 한 基礎研究. 韓國科學技術研究所 附設 海洋開發研究所報告書, BSPE 00022-43-7.
- 이문옥, 백상호, 1998. 판별함수에 의한 진해만 적조예측, 한국환경과학회지, 7(1): 8-19.
- 이삼근, 박주석, 김학균, 1993. 한국 남해연안해역에서 출현하는 유독편모조류의 분류. 수진 연구보고 48: 1-24.
- 이영식, 박영태, 김영숙, 김귀영, 박종수, 고우진, 조영조, 박승윤, 2001. *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생기작과 대책 1. *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생과 소멸의 환경특성. 한국해양학회지, 6(4): 259-264.
- 이창규, 김형철, 이삼근, 정창수, 김학균, 임월애, 2001. 남해안 연안에서 적조생물, *Cochlodinium polykrikoides*, *Gyrodinium impudicum*, *Gymnodinium catenatum*의 출현상황과 온도, 염분, 조도 및 영양염류에 따른 성장특성. 한국수산학회지, 34(5): 536-544.
- 임월애, 정창수, 이창규, 조용철, 이삼근, 김학균, 정익교, 2002. 2000년 여름 남해안에 나타난 *Cochlodinium polykrikoides* 우점 적조의 발생 특성. 한국해양학회지, 7(2): 68-77.
- 정해진, 박종규, 김재성, 김성택, 윤주이, 김수경, 박용민, 2000. 전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구 3. 1997년도 종속영양성 와편모류와 섬모류의 시공간적 변화, 한국해양학회지, 5(1): 27-36.
- 정해진, 박종규, 최현용, 양재삼, 심재형, 신윤근, 이원호, 김형섭, 조경제, 2000. 전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구 2. 1997년도 식물플랑크톤의 시공간적 변화, 한국해양학회지, 5(1): 37-46.
- 趙昌煥, 1979. 1978년 진해만 적조와 양식굴의 대량폐사. 韓水誌, 12(1), 27-33.

- 최현용, 2001. 한국 남해 나로도와 소리도 사이 해역의 1998년 하계 해황 및 적조소멸과의 관계, 한국해양학회지, 6(2): 49-62.
- 한상복, 1997. 삼국시대(BC 57-935)의 적조현상. 한수당 자연환경연구원. 18pp.
- Alvarez-Salgado, X.A., F.G. Figueiras, M.L. Villarino and Y. Pazos, 1998. Hydrodynamic and chemical conditions during onset of a red-tide assemblage in an estuarine upwelling ecosystem. *Mar. Biol.*, 130: 509-519.
- Anderon, D.M. 1984. Shellfish toxicity and dormant cysts in toxic dinoflagellate blooms. *Seafood toxins* (Ragelis eds.) American Chemical Society, Washington, D. C., 125-138
- Cho, C.H. 1981. On the *Gymnodinium* red tide in Jinhae Bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 14(4), 227-232.
- Edler, E., P. Olsson, 1985. Observations on diel migration of *Ceratium furca* and *Procentrum micans* in a stratified bay on the swedish west coast, p. 195-200. in: "Toxic Dinoflagellates" ed. by Anderson, D.M., White, A.W., Baden, D.G., Elsevier publishing, New York. 561pp.
- Eppley, R.W., 1981. Light, temperature and nitrogen as interacting factors affecting diel vertical migrations of dinoflagellates in culture. *J. Plankton Res.* 3(2), 331-344.
- Erard Le-Denn, E., M.J. Chretiennot-Dinet, I. Probert. 2000. A parasite of *Alexandrium minutum* in French Coastal Waters. Abstracts of Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms. 7~11, Hobart, Tasmania.
- Franks P.J. S., 2001. Phytoplankton blooms in a fluctuating environment: the roles of plankton response time scales and grazing. *J. of Plankton Res.*, 23(12): 1433-1441.
- Gaines, G. and M. Elbrachter, 1987. Heterotrophic nutrition. In: *The biology of dinoflagellates* (Ed. F.J.R. Taylor). pp. 224-268.
- Garces, E., M. Maso and J. Camp, 1999. A recurrent and localized dinoflagellate bloom in a Mediterranean beach. *J. of Plankton Res.*, 21(12): 2373-2391.
- Hallegraeff, G.M., P.D. Nichols, J.K. Volkman, S.I. Blackburn and D.A. Everitt, 1991. Pigments, fatty acids, and sterols of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*. *J. Phycol.* 27, 591-599.
- Han, M.S., J.K. Jeon and Y.H. Yoon., 1993. Distribution and toxin profiles of *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech (Dinoflagellate) in the southeastern coastal waters, Korea. *Korean J. Phycol.* 8(1), 7-13.
- Han, Sangbok D., 1998. History of algal bloom records in Korean coastal waters. In: *Harmful Algal Blooms in Korea and China. Proceedings of Korea-China Joint*

- Symposium on Harmful Algal Blooms, Pusan Korea, 5-7, December 1997. 34-43.
- Huisman, J., P.V. Oostveen and F.J. Weissing, 1999. Critical depth and critical turbulence: Two different mechanisms for the development of phytoplankton blooms. *Limnol. Oceanogr.*, 44(7): 1781-1787.
- Imai I, T. Sunahara, T. Nishikawa, and Y. Hori. 2000. Relationship between the population dynamics of *Chattonella* spp. (Raphidophyceae) and the algicidal bacterium *Cytophaga* sp. in the Seto Inland Sea, Japan Abstracts of Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms. 7~11, Hobart, Tasmania 23pp.
- Imai, I. and S. Itakura, 1999. Importance of cysts in the population dynamics of the red tide flagellate *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae). *Mar. Biol.*, 133: 755-762.
- Itakura, S., I. Imai and K. Itoh, "Seed Bank" of coastal planktonic diatoms in bottom sediments of Hiroshima Bay, Seto Inland Sea, Japan. *Mar. Biol.*, 128: 497-508.
- Iwasaki, H., 1979. Physiological ecology of red tide flagellates. in: "Biochemistry and Physiology of Protozoa. Vol. I" ed. by Levandowsky, M., Hunter, S.H., Academic Press, New York. 357-393pp.
- Jeon, J.K., T. Noguchi, D.F. Hwang, O. Arakawa, Y. Nagashima, K. Hashimoto and H.T. Huh. 1987. Studies on the toxic substance of mussel, *Mytilus* sp. *J. Oceanog. Soc. Kor.* 22, 271-279.
- Kim, H.G., J.S. Park and S.G. Lee, 1990. Coastal Algal Blooms caused by the Cyst-forming Dinoflagellates. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 23(6): 468-474.
- Kremp, A. and A.S. Heiskanen, 1999. Sexuality and cyst formation of the spring-bloom dinoflagellate, *Scrippsiella hangoei* in the coastal northern Baltic Sea. *Mar. Biol.*, 134: 771-777.
- Kremp, A., 2001. Effects of cyst resuspension on germination and seeding of two bloom-forming dinoflagellates in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 216: 57-66.
- Liu, G., G.S. Janowitz and D. Kamykowski, 2001. A biophysical model of population dynamics of the autotrophic dinoflagellate *Gymnodinium breve*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210: 101-124.
- P.J.S. Franks, 2001. Turbulence avoidance: An alternate explanation of turbulence-enhanced ingestion rates in the field. *Limnol. Oceanogr.*, 46(4): 959-963.
- Prakash, A., 1967. Growth and toxicity of a marine dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 24, 1589-1606.
- Pringle, J.M. and P.J.S. Franks, 2001. Asymmetric mixing transport: A horizontal transport mechanism for sinking plankton and sediment in tidal flows. *Limnol.*

- Oceanogr., 46(2): 381-391.
- Rabbani, M.M., A. Rehman, A.U. Harms, 1989. Mass mortality of fishes caused by dinoflagellate bloom in Gwadar Bay, Southwestern Pakistan. In; Graneli, E., et al.(eds.). Toxic marine phytoplankton, 209-214. Elsevier, N. Y.
- Schiller, J., 1933. Dinoflagellate(Peridineae). Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von deutschland, Osterreich und des Schweiz. 10, sect. 3, 32figs. 33a, b.
- Sournia Alain. 1995. Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean : an inquiry into biodiversity. in Harmful Marine Blooms eds. P. Lassus, G. Arzul, P. Gentiem, C. Marcaillou. Lavoisier, Intercept Ltd. 103-112pp.
- Steidinger, K.A., 1975. Basic factors influencing red tides. In: LoCicero, V.R. (ed.) Toxic Dinoflagellate Blooms. Proc. First Internat'l. Conf, Mass. Sci. and Technol. Foundn., Wakefield, 152-162.
- Thomas, W. H. and C. H. Gibson, 1990. Quantified small-scale turbulence inhibits a red tide dinoflagellate, *Gonyaulax polyedra* Stein. Deep-Sea Res., 37(10): 1583-1593.
- Tilstone, G.H., F.G. Figueiras and F. Fraga, 1994. Upwelling-downwelling sequences in the generation of red tides in a coastal upwelling system. Mar. Ecol. Prog. Ser. 112: 241-253.
- Wall, D. 1975. Taxonomy and cysts of red tide dinoflagellates. In. Locicero, V. R.(ed.) Toxic dinoflagellate blooms. Proc. 1st. Internatl. Conf., Mass. Sci. and Technol. Foundn., Wakefield, 249-255.
- Yamamoto, T. and M. Okai, 2000. Effects of diffusion and upwelling on the formation of red tide. J. of Plankton Res., 22(2): 363-380.
- Yanagi, T., K. Inoue, S. Montani and M. Yamada, 1997. Ecological modeling as a tool for coastal zone management in Dokai Bay, Japan. J. of Mar. Sys., 13: 123-136.
- Yanagi, T., T. Yamamoto, Y. Koizumi, T. Ikeda, M. Kamizono and H. Tamori, 1995. A Numerical simulation of Red Tide formation, J. of Mar. Sys., 6: 269-285.
- Yin, K., P. J. Harrison, J. Chen, W. Huang and P.Y. Qian, 1999. Red tides during spring 1998 in Hong Kong: is El Nino responsible?. Mar. Ecol. Prog. Ser. 187: 289-294.
- 福代康夫. 1985. 貝毒プランクトンの 生物學, 2分類と分布. 貝毒 プランクトン, 水産學シリーズ 56, 恒星社厚生閣. 19-30pp.
- 福代康夫. 高野秀昭. 千原光雄. 松岡數充. 1990. 日本の赤潮生物. 内田老學圃. 407pp.
- 水産廳. 1982. 粘土散布 赤潮被害防止マニュアル. 水産對策技術開發試驗成(3). 31pp.
- 日本水産廳. 1990. 赤潮對策技術開發試驗等の成果の要約. 日本水産資源保護協會.

여 백

부 록

1. 적조관련 설문조사 문항 및 응답결과
2. 국내외 적조관련 논문게재 현황
3. 국내외 적조전문가 인명부

1. 적조관련 설문조사 문항 및 응답결과

1. 적조관련 설문조사 문항 및 응답결과

적조문제 해결을 위한 국가 종합기획연구과제 개발용 설문지

/일반사항/

1. 최근 우리나라 연안에서 많은 수산피해를 일으키고 있는('95년: 764억원) 유해성 적조의 심각성에 대하여 어떻게 생각하십니까?
 - ① 매우 심각한 수준이고, 국가적 차원에서 수행 가능한 모든 특단의 조치가 필요하다. (43.4%)
 - ② 심각한 수준이며, 적조연구보다는 주로 적조예찰 및 방제활동의 강화를 위한 예산과 인력이 대폭 증원되어야 한다. (19.1%)
 - ③ 심각한 수준은 아니지만, 적조피해를 더욱 경감시키기 위해 연안의 부영양화 억제정책과 적조연구를 더욱 강화함으로써 장기적인 차원에서의 종합대책을 수립할 필요가 있다. (30.9%)
 - ④ 최근의 적조피해액은 우리나라 경제력과 비교할 때 미미한 수준이며, 적조는 산업화로 인해 발생하는 자연현상임으로 더 이상 이 분야에 예산을 투자할 필요가 없다. (4.4%)
 - ⑤ 기타 (2.2%)

2. 우리나라에서 적조가 발생하는 가장 큰 원인은 무엇이라고 생각하십니까?
 - ① 육상오염물질의 연안유입 (76.6%)
 - ② 해상의 자가오염 (7.8%)
 - ③ 연안 저질의 오염 (8.6%)
 - ④ 해양투기 (1.6%)
 - ⑤ 기타 (5.5%)

3. 해상가두리에서 매년 적조피해가 발생하는 가장 큰 원인은 무엇입니까?
 - ① 어업인의 고밀도 양식 및 양식장 환경관리의 미흡 (50.0%)
 - ② 적조발생시 양식 어업인의 부적절한 대응조치(급이방법, 포기 등) (31.1%)
 - ③ 적조예찰·예보 및 통보체제의 문제로 인한 적조발생 사전인지 불가 (6.0%)
 - ④ 인력과 장비 등의 부족에 따른 적조방제 활동의 미흡 (5.2%)
 - ⑤ 적조피해예방을 위한 첨단연구의 부족과 적조대응전략 상의 여러 가지 문제 (27.6%)

4. 육상수조식 양식장에서 매년 적조피해가 발생하는 가장 큰 원인은 무엇입니까?
 - ① 고밀도 양식 및 양식장 환경관리의 미흡 (27.4%)
 - ② 적조발생시 양식 어업인의 부적절한 대응조치(급이방법, 포기, 액화산소 공급 등) (44.4%)

- ③ 적조예찰·예보 및 통보체제의 문제로 인한 적조발생 사전인지 불가 (7.4%)
 - ④ 인력과 장비 등의 부족에 따른 적조방제 활동의 미흡 (3.0%)
 - ⑤ 적조피해예방을 위한 첨단연구의 부족과 적조대응전략 상의 여러 가지 문제 (16.3%)
 - ⑥ 기타 (1.5%)
5. 유해적조발생 시 지방해양수산청(수산기술관리소)에서 수행하고 있는 적조예찰·감시 대처방식에 대한 견해는?
- ① 매우 잘하고 있어 현행대로 별 문제가 없다 (20.3%)
 - ② 비교적 잘하는 편이지만 앞으로 개선, 보완해야할 사항이 있다. (63.9%)
 - ③ 잘못된 부분이 아주 많아 총체적으로 바뀌어져야 한다. (9.0%)
 - ④ 모르겠다. (6.8%)
6. 현행 지방해양수산청(수산기술관리소)에서 수행하고 있는 적조예찰·감시활동의 원활한 수행을 위해 가장 시급히 개선해야 할 사항이 있다면 어느 것입니까?
- ① 예찰활동의 신속성을 기하기 위한 기동성 확보(적조 예찰선 등) 문제 (50.0%)
 - ② 예찰활동의 질적향상을 위한 전문인력 확보 및 적조담당자 교육문제 (31.1%)
 - ③ 예찰활동 및 보고체제와 관련한 제도상의 문제 (12.9%)
 - ④ 기타 (6.1%)
7. 유해적조발생 시 국립수산과학원에서 수행하고 있는 적조예보업무(적조예찰·예보 및 통보) 대처방식에 대한 견해는?
- ① 매우 잘하고 있어 현행대로 별 문제가 없다. (9.8%)
 - ② 비교적 잘하는 편이지만 앞으로 개선, 보완해야할 사항이 있다. (72.0%)
 - ③ 잘못된 부분이 아주 많아 총체적으로 바뀌어져야 한다. (12.9%)
 - ④ 잘 모르겠다. (4.5%)
 - ⑤ 기타 (0.8%)
8. 국립수산과학원에서 수행하고 있는 적조예보(적조예찰·예보 및 통보)업무추진과 관련하여 가장 시급히 개선되어야 할 사항이 있다면 무엇입니까?
- ① 예찰·감시주체나 조직체제 (42.3%)
 - ② 예찰·감시방법 (17.7%)
 - ③ 관련규정이나 제도 (14.6%)
 - ④ 예찰기술연구 (22.3%)
 - ⑤ 기타 (3.1%)
9. 국립수산과학원에서 수행하고 있는 적조발생정보의 통보(인터넷, 전화자동응답기, 동시팩스)는 어업인과 적조관련기관의 적조대책에 얼마나 도움이 된다고 생각하십니까?
- ① 매우 유익하다 (27.1%)
 - ② 대체로 유익한 편이다. (50.4%)

- ③ 별 도움이 되지 않는다. (19.5%)
 - ④ 잘 모르겠다. (3.0%)
10. 국립수산과학원의 적조예보 수준에 대한 견해는?
- ① 비교적 수준이 높은 편이다. (21.8%)
 - ② 현재의 예보수준에 별문제가 없다. (24.8%)
 - ③ 적조예보수준의 향상을 위해 앞으로 많은 연구가 필요하다. (48.9%)
 - ④ 잘 모르겠다. (4.5%)
11. 앞으로 적조예보 수준의 향상을 위해 가장 중점적으로 추진되어야 할 부분은 무엇입니까?
- ① 적조발생을 조기에 예측하는 기술 (45.5%)
 - ② 적조의 이동방향을 예측하는 기술 (24.6%)
 - ③ 적조소멸시기를 조기에 예측하는 기술 (7.5%)
 - ④ 적조발생해역을 넓게 탐색할 수 있는 기술 (22.4%)
12. 현행 국립수산과학원에서 수행하고 있는 적조예보업무(적조예찰·예보 및 통보)를 다른 기관으로 이관할 필요성에 대한 귀하의 의견은?
- ① 현행과 같이 국립수산과학원에서 추진하는 것이 가장 이상적이다. (58.8%)
 - ② 현재상태로는 제반여건상 국립수산과학원에서 추진하는 것이 바람직하지만 장기적으로는 타기관으로의 이관을 검토할 필요성이 있다. (26.7%)
 - ③ 타기관으로의 이관하여 추진하여도 별 문제가 없으므로 조속히 이를 추진해야 한다. (13.0%)
 - ④ 모르겠다. (1.5%)
13. 적조예보업무(적조예찰·예보 및 통보)를 다른 기관으로 이관할 필요성이 있다면 어느 기관에서 이를 담당하는 것이 가장 바람직하다고 생각하며, 그 이유(괄호안)는 무엇입니까?
- ① 해양수산부 또는 광역자치단체 (36.7%)
 - ② 지방해양수산청 (40.0%)
 - ③ 한국해양연구원 (13.3%)
 - ④ 기타 (1.5%)
14. 국립수산과학원에서 수행한 적조연구결과는 우리나라의 적조대책에 어느 정도 기여한다고 생각하십니까?
- ① 기여하는 바가 매우 크다. (36.8%)
 - ② 어느 정도 기여하는 편이다. (42.1%)
 - ③ 별로 기여를 하지 못한다. (14.3%)

- ④ 전연 기여를 하지 못한다. (4.5%)
 - ⑤ 잘 모르겠다. (2.3%)
15. 국립수산과학원의 현행 적조연구인력과 예산 내에서 적조연구업무를 더욱 활성화시키기 위해 가장 시급히 개선되어야 할 사항은 무엇이라고 생각하십니까?
- ① 연구원의 자질향상 (16.2%)
 - ② 연구원의 선진 정보습득 및 교환 (35.4%)
 - ③ 연구원의 연구의욕 향상 (13.1%)
 - ④ 적조연구업무에 매진할 수 있도록 적조행정업무(적조예보)의 경감 (31.5%)
 - ⑤ 기타 (3.8%)
16. 유해적조발생 시 적조방제업무를 담당하고 있는 자치단체(시·도)의 대처방식에 대한 견해는?
- ① 매우 잘하고 있어 현행대로 별 문제가 없다 (9.8%)
 - ② 비교적 잘하는 편이지만 앞으로 개선, 보완해야할 사항이 있다. (73.5%)
 - ③ 잘못된 부분이 아주 많아 총체적으로 바뀌어져야 한다. (13.6%)
 - ④ 모르겠다. (3.0%)
17. 현행 자치단체에서 수행하고 있는 적조방제업무의 원활한 수행을 위해 가장 시급히 개선해야 할 사항이 있다면 무엇입니까?
- ① 신속한 적조방제활동을 위한 기동성 부족(적조방제선 등) (37.6%)
 - ② 적조방제담당 인력의 부족 및 적조방제 담당자의 이해 부족 (26.3%)
 - ③ 적조방제활동의 책임성 부여 및 능률화를 위한 적조방제활동 주체의 변경 (27.1%)
 - ④ 적조방제업무와 관련한 규정이나 제도상의 문제 (6.0%)
 - ⑤ 기타 (3.0%)
18. 자치단체에서 적조관련 행정업무 수행 시 가장 큰 장애요인이 있다면 무엇입니까?
- ① 적조관련 제도와 규정의 미비 또는 비현실성 (31.3%)
 - ② 지나치게 까다로운 적조관련 규정과 제도로 인한 행정의 어려움 (22.7%)
 - ③ 과도한 문서시행과 적조관련회의 (15.6%)
 - ④ 유명 정치인이나 고위층의 현장방문 (28.1%)
 - ⑤ 기타 (2.3%)
19. 우리나라의 적조대책을 총괄하고 있는 해양수산부의 대응방식에 대한 견해는?
- ① 매우 잘하고 있어 현행대로 별 문제가 없다 (8.3%)
 - ② 비교적 잘하는 편이지만 앞으로 개선, 보완해야할 사항이 있다 (69.7%)
 - ③ 잘못된 부분이 아주 많아 총체적으로 바뀌어져야 한다. (15.9%)
 - ④ 모르겠다. (6.1%)

20. 해양수산부의 적조대응방식 중 가장 시급히 개선해야 할 사항이 있다면 어느 것입니까?

- ① 별도의 적조 특별기구 수립을 통한 적조 대책추진 및 예산확보 (28.6%)
- ② 거국적 적조대책 및 유기적인 업무협조를 위한 부처간 공조체제 확립 (39.1%)
- ③ 효율적인 적조대책을 위한 관련 규정과 제도의 정비 (23.3%)
- ④ 하부기관의 적조업무 추진 자율성 부여 (7.5%)
- ⑤ 기타 (1.5%)

21. 적조문제의 해결을 위한 단기적인 대책은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 적조예찰·예보 및 방제활동 강화 (21.4%)
- ② 기초환경(오폐수 처리 및 연안어장 정화) 시설의 확충 (38.6%)
- ③ 오염물질의 유입규제와 관련한 법과 제도의 정비 (19.3%)
- ④ 적조발생 및 피해예방과 관련한 종합적인 연구 (12.9%)
- ⑤ 적조대책 추진을 위한 조직의 정비 및 전문인력 양성 (5.7%)
- ⑥ 기타 (2.1%)

22. 적조문제의 해결을 위한 장기적인 대책은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 적조예찰·예보 및 방제활동 강화 (5.7%)
- ② 기초환경(오폐수 처리 및 연안어장 정화) 시설의 확충 (45.0%)
- ③ 오염물질의 유입규제와 관련한 법과 제도의 정비 (25.7%)
- ④ 적조발생 및 피해예방과 관련한 종합적인 연구 (17.9%)
- ⑤ 적조대책 추진을 위한 조직의 정비 및 전문인력 양성 (4.3%)
- ⑥ 기타 (1.4%)

23. 현행 적조피해보상액은 어업인에게 적당한 수준이라고 생각하십니까?

- ① 보상해줄 필요가 없거나 너무 많은 편이다. (25.8%)
- ② 적당한 편이다. (25.0%)
- ③ 적은편이다. (15.9%)
- ④ 대폭 상향조정되어야 한다. (20.5%)
- ⑤ 잘 모르겠다. (12.9%)

24. 현재 일본에서는 적조피해발생시 피해조사 및 보상업무를 정부가 아닌 보험회사 성격의 어업공제조합에 수행하고 있는데 우리나라에서도 이러한 제도 도입의 필요성이 있다고 생각하십니까?

- ① 반드시 필요하다. (63.6%)
- ② 필요한 편이다. (32.6%)
- ③ 필요가 없다. (1.5%)
- ④ 잘 모르겠다. (2.3%)

25. 적조발생과 피해예방에 효율적으로 대응하기 위해 국내 적조관련업무 종사자와 전문가 집단으로 구성된 단일 협의체 구성의 필요성에 대하여 귀하는 어떻게 생각하십니까?
- ① 반드시 필요하다. (48.5%)
 - ② 필요한 편이다. (44.7%)
 - ③ 필요가 없다. (4.5%)
 - ④ 잘 모르겠다. (2.3%)
26. 유해적조발생 시 일반인들은 언론기관의 보도를 통해 적조의 심각성을 반복해서 접하고 있는 실정입니다. 이러한 언론기관의 보도는 적조문제의 해결에 어느 정도 기여를 한다고 생각하십니까?
- ① 적조문제의 해결에 기여하는 바가 매우 크다. (13.1%)
 - ② 적조문제의 해결에 어느정도 기여하는 편이다. (30.8%)
 - ③ 단편적인 문제점의 부각으로 인해 적조문제의 해결에는 실질적인 도움이 되지 못한다. (51.5%)
 - ④ '95년도와 같이 대규모 적조피해가 발생하는 경우를 제외하고는 보도하지 않는 것이 오히려 적조문제의 해결에 도움이 된다. (4.6%)

/연구분야/

27. 우리나라의 적조연구수준을 선진국인 미국, 일본, 유럽 등과 비교할 때 전반적으로 어느정도 수준이라고 생각하십니까?
- ① 선진국보다 높은 수준이다. (2.9%)
 - ② 선진국과 대등한 수준이다. (34.3%)
 - ③ 선진국보다 낮은 수준이다. (45.7%)
 - ④ 잘 모르겠다. (17.1%)
28. 최근 우리나라의 적조관련예산은 적조감시와 순수 적조연구비를 합해 연간 5억원 미만인데, 적조문제의 해결을 위해 순수 적조연구에 투자되어야 할 예산은 어느 정도가 적당하니까?
- ① 5억원 미만 (2.9%)
 - ② 5~20억원 (55.9%)
 - ③ 20~100억원 (32.4%)
 - ④ 100억원 이상 (8.8%)

/여기부터는 한곳에 표기하는 것이 원칙이나 두곳을 표기하여도 무방합니다/

29. 우리나라의 적조연구수준이 선진국과 비교해 전반적으로 미흡한 원인 중 가장 주요한 요인은 무엇입니까? (38.0%)
- ① 적조 전문인력의 부족 (40.0%)
 - ② 적조 연구예산의 부족 (2.0%)

- ③ 시험기기의 부족 (16.0%)
 - ④ 적조연구수행과 관련한 행정적인 제약 (4.0%)
 - ⑤ 기타 (0%)
30. 우리나라의 적조연구의 활성화를 위해 가장 필요한 것은 무엇입니까(단, 연구비 부분은 제외)?
- ① 적조연구 필요성에 대한 사회적 분위기 고취 (26.3%)
 - ② 적조연구분야에 대한 행정적 지원 강화(중복성 검토 완화 등) (28.9%)
 - ③ 교육기관에 적조연구관련 학과 신설 (2.6%)
 - ④ 적조연구인력의 양성과 증원 (39.5%)
 - ⑤ 기타 (2.6%)
31. 현재까지 우리나라에서 추진된 적조연구내용 중 선진국보다 수준이 높거나 대등하다고 볼 수 있는 분야는?
- ① 적조예찰 및 감시 연구분야 (36.8%)
 - ② 적조 발생기작 및 생리·생태 연구분야 (13.2%)
 - ③ 적조의 이동·확산 연구분야 (5.3%)
 - ④ 적조생물 독성 및 분자생물 연구분야 (10.5%)
 - ⑤ 적조방제 연구분야 (28.9%)
 - ⑥ 기타 (5.3%)
32. 현재까지 우리나라에서 추진된 적조연구내용을 선진국과 비교할 때 수준이 가장 낮다고 생각되는 분야는?
- ① 적조예찰 및 감시 연구분야 (0.0%)
 - ② 적조발생기작 및 생리·생태 연구분야 (46.3%)
 - ③ 적조의 이동·확산 연구분야 (17.1%)
 - ④ 적조생물 독성 및 분자생물 연구분야 (31.7%)
 - ⑤ 적조방제 연구분야 (2.4%)
 - ⑥ 기타 (2.4%)
33. 우리나라의 적조피해예방 및 적조분야 경쟁력 강화를 위해 앞으로 가장 중점적으로 추진해야할 분야는?
- ① 적조예찰 및 감시 연구분야 (14.3%)
 - ② 적조발생기작 및 생리·생태 연구분야 (44.9%)
 - ③ 적조의 이동·확산 연구분야 (18.4%)
 - ④ 적조생물 독성 및 분자생물 연구분야 (10.2%)
 - ⑤ 적조방제 연구분야 (12.2%)
 - ⑥ 기타 (0.0%)
34. 적조예찰 및 감시 연구분야 중 우리나라의 적조피해예방 및 경쟁력 강화를 위해 가장 우선적으로 추진해야할 과제는?
- ① 인공위성 등 원격탐사방법을 이용한 적조감시 기술개발 (20.5%)

- ② 고정부이 등을 이용한 실시간 적조생물출현 및 적조발생환경 모니터링시스템 구축 (20.5%)
 - ③ 적조생물의 특성을 이용한 적조발생 조기 예측기술 개발 (43.6%)
 - ④ 적조예찰 및 예보방법의 개선과 조직체계의 정비 (10.3%)
 - ⑤ 기타 (5.1%)
35. 적조발생기작 및 생리·생태 연구분야 중 우리나라의 적조피해예방 및 경쟁력 강화를 위해 가장 우선적으로 추진해야할 과제는?
- ① 적조발생환경 연구 (33.3%)
 - ② 적조생물의 기원 및 휴면포자 연구 (22.2%)
 - ③ 적조생물의 생활사 (8.3%)
 - ④ 적조생물의 성장생리 및 생태 연구 (36.1%)
 - ⑤ 기타 (0.0%)
36. 적조의 이동·확산 연구분야 중 우리나라의 적조피해예방 및 경쟁력 강화를 위해 가장 우선적으로 추진해야할 과제는?
- ① 표류부이 등을 이용한 적조발생기간 중 우리나라 연안해류의 이동특성 연구 (37.1%)
 - ② 우리나라 연안의 조석조류의 이동특성 연구 (14.3%)
 - ③ 양자강수, 쓰시마 해류 및 냉수대의 강도가 적조발생에 미치는 영향 연구 (8.6%)
 - ④ 상습 적조발생해역에 대한 해양물리학적 특성 연구 (34.3%)
 - ⑤ 기타 (5.7%)
37. 적조생물 독성 및 분자생물 연구분야 중 우리나라의 적조피해예방 및 경쟁력 강화를 위해 가장 우선적으로 추진해야할 과제는?
- ① 적조생물의 수산생물 치사기작 연구 (22.9%)
 - ② 적조생물을 이용한 신물질 개발연구 (28.6%)
 - ③ 분자생물학적 방법을 이용한 적조생물의 현장 진단시약 개발 (11.4%)
 - ④ 분자생물학적 특성을 이용한 적조생물 동정 및 탐색 기법 개발 (31.4%)
 - ⑤ 기타 (5.7%)
38. 적조방제 연구분야 중 우리나라의 적조피해예방 및 경쟁력 강화를 위해 가장 우선적으로 추진해야할 과제는?
- ① 황토이외의 적조방제용 대체물질 개발 (37.8%)
 - ② 효과적인 적조방제장치 개발 (27.0%)
 - ③ 적조방제물질이 생태계에 미치는 영향 연구 (24.3%)
 - ④ 적조예찰 및 적조방제 비용의 경제성 평가 (10.8%)
 - ⑤ 기타 (0.0%)
39. 적조문제의 해결과 관련한 건의사항이나 고견이 있으면 기재하여 주시기 바랍니다.

(협조해 주셔서 대단히 감사합니다)

2. 국내외 적조관련 논문게재 현황

2. 국내외 적조관련 논문게재 현황

<1967~2002 “적조” 관련 국내 논문게재 현황>

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
1	진해만의 적조현상에 관한 연구	박주석	1967	수진연구보고 1, 63~79	발생기작 (환경)·원인
2	정수양어지에서의 수질관찰과 적조현상 (물변화)에 관한 보고	김인배	1974	한국수산학회지 Vol7.No2	발생기작 (환경)·원인
3	마산만의 환경학적 연구. 2. 식물성 플랑크톤의 년변화.	유광일	1976	한국해양학회지 11. 34-38	분류·분포 ·예찰
4	진해만의 Gonyaulax 적조에 관하여	조창환	1978	한국수산학회지 Vol.11,No.2.111-114	발생기작 (환경)·원인
5	1978년 진해만 적조와 양식굴의 대량폐사	조창환	1979	한국수산학회지 Vol.12,No.1 27-33	독성생리
6	진해만의 적조 및 오염 모니터링 시스템 개발을 위한 연구	이광우	1980	해양연구소소보 BSPE 00022-43-7	분류·분포 ·예찰
7	한국 남해안의 식물성 Plankton의 출현량 및 조성과 이들이 먹이와 적조로서 양식 생물에 미치는 영향	박주석	1980	수진연구보고 23, 7~157	분류·분포 ·예찰
8	진해만의 적조원인생물에 관하여	이진환	1981	해양연구소소보. 3(2). 97-105	분류·분포 ·예찰
9	진해만의 적조 및 오염 모니터링 시스템 개발을 위한 연구	이광우	1981	해양연구소소보. BSPE 31-56-7	분류·분포 ·예찰
10	진해만의 Gymnodinium 적조에 관하여	조창환	1981	한국수산학회지 Vol.14,No.4	분류·분포 ·예찰
11	진해만 적조의 특성과 환경변화	박주석	1982	수진연구보고 28, 55~88	발생기작 (환경)·원인
12	적조 및 오염 모니터링 연구-진해만-	이광우	1983	해양연구소소보 BSPE 00048-80-7	분류·분포 ·예찰
13	진해만의 쌍편모조류에 관한 분류학적 연구. 제1보: 유각류와 무각류.	한명수	1983	해양연구소소보. 5(2). 37-47	분류·분포 ·예찰
14	진해만의 쌍편모조류에 관한 분류학적 연구. 제2보: 페리디니움목	한명수	1983	해양연구소소보 5(2). 49-67	분류·분포 ·예찰
15	적조와편모조의 생태학적 연구 1. Prorocentrum triestinum Schiller의 증식과 구제	김학균	1986	수진연구보고 39, 1~6	적조방제

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
16	적조 와편모조의 생태학적 연구 2. Prorocentrum minimum(Pav.)Schiller의 균증식	김학균	1986	한국조류학회지 1(1), 103~106	발생기작 (환경)·원인
17	담치류의 유독 성분에 관한 연구	전중균	1987	한국해양학회지. 22(4). 271-278	독성생리
18	진주담치의 마비성독에 관한 연구, 1986년 부산 감천만 중독사고를 중심으로	장동석	1987	한국수산학회지. 20(4), 293-299	독성생리
19	한국산 주요폐류에 대한 독의 분포, 특성 및 재독에 관한 연구, 1. 마비성폐류독의 분포에 관하여.	장동석	1988	한국수산학회지. 21(2). 113-126	독성생리
20	진해만의 적조현상과 원인생물의 천이	박주석	1988	수진연구보고 41, 1~26	분류·분포· 예찰
21	마산만의 편모조적조의 발생과 환경특성	김학균	1989	수진연구보고 43, 1~40	발생기작 (환경)·원인
22	마비성폐류독의 재독방법 및 폐류독성과 원인 플랑크톤과의 관계에 관한 연구.	장동석	1989	한국수산학회지. 22(4). 177-188	독성생리
23	인천연안 수질오염의 시공간적변화에 관한 연구	김봉안	1990	수진연구보고. 44. 9-25	분류·분포· 예찰
24	해양세균이 적조형성 생물에 미치는 역할 1. 진해만의 해양세균과 와편모조류의 분포	이원재	1990	한국수산학회지 23(4). 303-309	분류·분포· 예찰
25	휴면포자(Cyst)를 형성하는 와편모조류에 의한 적조발생	김학균	1990	한국수산학회지 23(6). 468-474	발생기작 (환경)·원인
26	진해만에 출현하는 Alexandrium 속중 3종의 동정에 관한 연구	이삼근	1990	수진연구보고 44. 1-8	분류·분포· 예찰
27	Coastal Algal Blooms Caused by the Cyst-Forming Dinoflagellates	김학균	1990	한국수산학회지 23(6). 468-474	분류·분포· 예찰
28	낙동강하구호의 부영양화에 관한 연구	김봉안	1991	수진연구보고 45. 31-39	발생기작 (환경)·원인
29	낙동강하구 환경특성 및 식물플랑크톤의 군집구조에 관한 연구	문창호	1991	한국해양학회지 26(2). 144-154	분류·분포· 예찰
30	남해연안의 단독성과 편모조적조발생과 세포용적에 관하여	박주석	1991	한국조류학회 PDF file/7pages	발생기작 (환경)·원인

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
31	프랑스 남부, 브류타뉴의 빌렌만에서의 와편모조류 휴면포자 변화와 수질환경	안경호	1992	미국해양생물학회지 35. 61-67	분류·분포· 예찰
32	북신만의 적조에 관하여	조창환	1993	한국양식학회지 Vol.6, No.2	분류·분포· 예찰
33	적조와편모조류 <i>Scrippsiella trochoidea</i> 균증식에 미치는 환경요인과 지방산 조성	임월애	1993	한국수산학회지 Vol.26, No.2	발생기작 (환경)·원인
34	한국남해연안해역에서 출현하는 유독 편 모조류의 분류	이삼근	1993	수진연구보고 48. 1-24	분류·분포· 예찰
35	단독종 와편모조 적조발생시의 세포용적 과 탄소함량	김학균	1993	Elsevier Science Publishe 769-773	발생기작 (환경)·원인
36	마산만에 설치한 야외 실험수조내의 식물 성 플랑크톤의 천이와 환경변화	김학균	1993	수진연구보고 47. 9-18	발생기작 (환경)·원인
37	적조와편모조 <i>Scrippsiella trochoidea</i> 와 해양세균 <i>Pseudomonas spp.</i> 의 동시배양 시 지방산 조성의 변화	임월애	1993	한국수산학회지 Vol.28, No.3 186-191	독성생리
38	<i>Prorocentrum</i> 속에 관한 연구	문성기	1995	한국환경과학회지 42('95.6). 105-116	분류·분포· 예찰
39	미기록 <i>Gyrodinium</i> 유해 와편모조적조의 충무연안 발생	김학균	1995	Interpt Ltd. 59-63	분류·분포· 예찰
40	부유황토에 의한 적조방제 연구	나기환	1996	한국양식학회지 9(3)	적조방제
41	한국연안의 <i>Heterosigma akashiwo</i> 적조 의 발생과 변천	김학균	1996	수진연구보고 52. 1-4	분류·분포· 예찰
42	와편모조 <i>Gymnodinium catenatum</i> 휴면 포자의 진해만 최초 출현	김학균	1996	한국수산학회지 29(6) 837-842	분류·분포· 예찰
43	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 조체의 생리활성 성분	이종수	1996	한국수산학회 Vol.29, No.2	독성생리
44	한국 진해만 <i>Alexandrium tamarense</i> 종의 환경생리	김학균	1996	IOC UNESCO 57-60	독성생리
45	한국 연안의 유해·유독 적조조류의 발생 과 독성생산,	김창훈	1997	한국조류학회지 Vol.12, No.4	독성생리
46	낙동강, 서낙동강, 수영천 하구의 하상구 조에 따른 연중 퇴적저토의 오염특성 연 구와 부산근해 적조에의 영향에 관한 연 구	황선출	1997	한국환경과학회지 6,5('97.10) pp.513-520	발생기작 (환경)·원인

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
47	최근 한국연안의 유해적조와 방제전략	김학균	1997	해양연구 19(2), 185~192	적조방제
48	황토침가 해양퇴적물에서 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 분해중 세균 군집의 변동	박영태	1998	한국수산학회지 Vol.31, No.6	적조방제
49	적조 원인종 섬모충류 <i>Mesodinium rubrum</i> (Lohmann) Hamburger et Buddenbrock 에 관하여	이진환	1998	한국조류학회 PDF file / 7 pages	분류 · 분포 · 예찰
50	판별함수에 의한 진해만 적조 예측	이문옥	1998	한국환경과학회지 7,1('98.2) pp.8-19	분류 · 분포 · 예찰
51	황토의 유해성 적조생물 <i>Cochlodinium</i> 종 의 제거효과	최희구	1998	한국수산학회지 Vol.31, No.1	적조방제
52	국제 남해안에 발생한 적조원인 생물들의 24S rRNA 유전자 염기서열분석	이수용	1998	Vol.3, No.2 90-93	독성생리
53	적조생물 살조세균 탐색 I. 유해 적조생 물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 살조세균 <i>Micrococcus</i> sp. LG-1의 분리와 살조특 성	박영태	1998	한국수산학회지 Vol.31, No.5	적조방제
54	lectin probe을 이용한 적조생물 종 동정 에 관한 연구	조은섭	1998	한국 수산학회지 (영문판) 1(2), 250~254	독성생리
55	적조 와편모조류, <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 순수분리 및 성장	서필수	1998	한국수산학회지 31(1), 71~76	독성생리
56	한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조와 방제	김학균	1998	Phycotoxins. Elsivier 227~230	적조방제
57	적조생물 살조세균 탐색 II. 적조생물 <i>Prorocentrum micans</i> 살조세균 <i>Pseudomonas</i> sp.	이원재	1998	한국수산학회지 Vol.31, No.6	적조방제
58	우리나라 적조생물에 대한 Alcian blue 의 반응조사	조은섭	1999	수진연구보고 55, 133~138	독성생리
59	<i>Gyrodinium impudicum</i> 및 <i>Gymnodinium sanguineum</i> 적조생물에 대한 염기서열 분석	김기영	1999	한국수산학회지 (영문판) 2(1), 66~77	독성생리
60	선거생태계에서 적조에 의해 파괴된 부착 해조군집의 천이	유종수	1999	한국조류학회 PDF file / 7 pages	분류 · 분포 · 예찰
61	1998년도 남해도 인근수역의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 동물성플랑크톤의 분포특성	정창수	1999	수진연구보고 57. 153-161	분류 · 분포 · 예찰

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
62	황토살포에 따른 코콜로디니움 Lectin 반응	조은섭	1999	수진연구보고 57, 141~144	독성생리
63	영상분석장치를 활용한 적조생물 동정	조은섭	1999	한국수산학회지 (영문판) 2(2), 172-175	독성생리
64	lectin probe을 이용한 Alexandrium과 Pseudo-nitzschia 탐색	조은섭	1999	한국 해양학회지 34(3), 167~171	독성생리
65	Alteromonas sp. SR-14에 의한 규조 Chaetoceros calcitrans 증식저해	김지희	1999	한국수산학회지 32(2), 160~164	독성생리
66	규조류 Chaetoceros sp. 증식 저해균 Alteromonas sp. SR-14의 분리 및 특성	김지희	1999	한국수산학회지 32(2), 155~159	적조방제
67	Alcian Blue 를 이용한 코콜로디니움 적조생물 Polysaccharide 생성반응 조사	조은섭	1999	수진연구보고 56, 187~188	독성생리
68	남해안연안에서 와편모조류 3종, Cochlodinium polykrikoides, Gyrodinium impudicum, Gymnodinium catenatum의 출현상황	이창규	1999	수진연구보고 57, 131~139	분류·분포· 예찰
69	DAPI를 이용한 적조생물 DNA 형태 비교	조은섭	1999	수진연구보고 56, 205~210	독성생리
70	나로도 인근해역에서 Cochlodinium polykrikoides 적조의 최초발생과 환경특성	김학균	1999	수진연구보고 57, 119~129	발생기작 (환경)·원인
71	여수 돌산도 동부연안에서 담수유입에 의한 수질변화특성과 구조적조 발생	이영식	1999	수진연구보고 57, 111~117	발생기작 (환경)·원인
72	코콜로디니움 적조의 어독성 원인물질로서 활성산소 화학종	김창숙	1999	플랑크톤조사잡지 21(11), 2105~2115	독성생리
73	Alteromonas sp. SR-14가 생산하는 조류 증식 저해물질의 특성	김지희	1999	한국식품위생안 전성학회지 14(3), 270~276	적조방제
74	뉴질랜드 및 일본산 Fibrocapsa japonica 비교에 관한 연구	조은섭	1999	한국수산학회지 (영문판) 2(1), 58~65	독성생리
75	ConA을 이용한 Gyrodinium impudicum 체인형성에 관한 특성 연구	조은섭	1999	한국해양학회지 34(3), 214~219	독성생리
76	뉴질랜드 및 일본산 Fibrocapsa japonica 의 형태 및 성장생리 비교	조은섭	1999	한국수산학회지 (영문판) 2(1), 17~24	독성생리

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
77	통영주변해역의 <i>Cochlodinium</i> 적조발생시의 식물플랑크톤과 해양세균의 종 조성 변화	임월애	1999	수진연구보고 57, 145~151	분류·분포· 예찰
78	Lectin probe을 이용한 적조생물 동정	조은섭	2000	한국조류학회지 15(3), 175~178	독성생리
79	적조생물 살조세균 탐색 III. 유해성 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 에 대한 <i>Micrococcus</i> sp. LG-5의 살조 효과	정성운	2000	한국수산학회지 Vol.33, No.4	적조방제
80	적조생물의 구제 1. IOSP에 의한 적조생물의 응집제거	김성재	2000	한국수산학회지 Vol.33, No.5	적조방제
81	적조생물의 구제 2. 황토에 의한 적조생물의 응집제거	김성재	2000	한국수산학회지 Vol.33, No.5	적조방제
82	적조생물 <i>Amphikinium Carterae</i> 의 사멸에 미치는 자외선의 영향	김삼혁	2000	한국환경과학회지 9,6(2000.12) pp. 463-468	적조방제
83	유류 및 유처리제 처리에 따른 <i>Cochlodinium</i> 칼슘함량에 미치는 영향	조은섭	2000	한국조류학회지 15(2), 73~79	독성생리
84	한국 진동만의 <i>Alexandrium tamarense</i> 에 의한 적조연구	유정수	2000	한국수산학회지 (영문판) 3(1), 26~32	분류·분포· 예찰
85	코클로디니움 적조생물에 대한 lectin probe 반응 비교	조은섭	2000	해양학회지 35(3), 153~157	독성생리
86	코클로디니움 적조에 노출된 어류의 생화학적 반응	김창숙	2000	해양생물학, 생태학 잡지 254, 131~141	독성생리
87	적조생물 살조세균 탐색 IV. 살조세균 <i>Micrococcus</i> sp. LG-5 가 생산하는 살조물질의 특성과 해양생물에 미치는 영향	정성운	2000	한국수산학회지 Vol.33, No.4	적조방제
88	한국 연안에 출현하고 있는 코클로디니움 적조생물 염기서열 분석	조은섭	2000	해양학회지 35(3), 158~160	독성생리
89	유해 해양미세조류에 대한 알파 만노시다제의 살조효과	이상준	2000	Journal of Applied Phycology 12, 191~193	적조방제
90	적조생물체에서의 항산화 활성 탐색	김창숙	2000	한국조류학회지 15(1), 23~28	독성생리
91	전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구: 1. 물리·화학적인 특성	양재삼	2000	Vol.5, No.1 ,pp. 16-26	발생기작 (환경)·원인

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
92	전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구 3. 1997년도 종속영양성 외편모류와 섬모류의 시공간적 변화	정해진	2000	Vol.5, No.1, pp. 37-46	발생기작 (환경)·원인
93	코클로디니움 적조의 어독성:적조에 노출된 어류의 혈액학적 변화 측면	김창숙	2000	한국수산학회지 (영문판) 3(2), 111~117	독성생리
94	NOAA 위성자료에 의한 해수표면 수온분포와 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생의 상관성	서영상	2000	한국환경과학회지 9,3(2000.6) pp.215-221	분류·분포· 예찰
95	전남 고흥 해역의 유해성 적조의 발생연구 2. 1997년도 식물플랑크톤의 시공간적 변화	정해진	2000	Vol.5, No.1, pp. 27-36	발생기작 (환경)·원인
96	lectin probe을 이용한 <i>Gyrodinium</i> 과 <i>Gymnodinium</i> 적조생물 동정을 위한 현장 적용	조은섭	2000	한국수산학회지 (영문판) 3(2), 83~87	독성생리
97	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생기작과 대책 1. <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생과 소멸의 환경특성	이영식	2001	한국해양학회지 6(4), 259~264	분류·분포· 예찰
98	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 와 <i>Gyrodinium impudicum</i> 적조생물에 대한 형태학적 비교 연구	조은섭	2001	한국조류학회지 44(1), 57~65	분류·분포· 예찰
99	한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생과 변천	김학균	2001	한국수산학회지 Vol.34, No.6	분류·분포· 예찰
100	조류성장잠재력 시험에 의한 사랑도 연안 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조의 제한 영양염	김형철	2001	한국수산학회지 Vol.34, No.5	독성생리
101	마산 - 진해만에서 적조원인 편모조류의 분포와 발생빈도	조경제	2001	한국조류학회	분류·분포· 예찰
102	적조원인조류의 광합성과 광적응	이옥희	2001	한국조류학회 PDF file / 8 pages	발생기작 (환경)·원인
103	AVHRR과 Landsat TM 자료를 이용한 적조 패취 관측	정중철	2001	한국환경영양평가학회지 Vol.10, No.1	이동·확산
104	DNA 및 형광표식 lectin을 이용한 <i>Pseudo-nitzschia</i> 속의 종 구분법	조은섭	2001	Scientia Marina 65(3), 207~214	독성생리
105	활성산소 소거 능력을 갖는 자외선차단제로서 마이코스포린 유사 아미노산	김창숙	2001	수진연구보고 60, 65~71	독성생리

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
106	Cochlodinium polykrikoides 적조 발생기 작과 대책 1. Cochlodinium polykrikoides 적조 발생과 소멸의 환경특성	이영식	2001	Vol.6,No.4, pp. 259-264	발생기작 (환경)·원인
107	lectin probe을 이용한 알렉산드륨 탐색	조은섭	2001	국제 플랑크톤 학회지 23(1), 89~95	독성생리
108	코클로디니움 적조 조체에서 독성물질 탐 색: 코클로디니움 적조생물은 독성플랑크 톤인가?	김창숙	2001	한국조류학회지 16(4), 457~462	독성생리
109	황토의 광산화 반응이 매개한 적조구제 효과	조용철	2001	한국조류학회 PDF file / 7 pages	적조방제
110	황토의 광화학 반응이 매개한 적조구제 효과	김창숙	2001	한국조류학회지 16(1), 67~73	적조방제
111	남해안 연안에서 적조생물, Cochlodinium polykrikoides, Gyrodinium impudicum, Gymnodinium catenatum의 출현상황과 온도, 염분, 조도 및 영양염류에 따른 성 장특성	이창규	2001	한국수산학회지 34(5), 536~544	독성생리
112	Cochlodinium polykrikoides의 성장에 미 치는 물리·화학적 요인과 영양염 이용	김형철	2001	한국수산학회지 34(5), 445~456	발생기작 (환경)·원인
113	유해성 적조생물의 분자생물학적 연구	조은섭	2001	한국조류학회지 16(1), 53~57	독성생리
114	한국 남해 나로도와 소리도 사이 해역의 1998년 하계 해황 및 적조소멸과의 관계	최현용	2001	Vol.6,No.2, pp. 49-62	발생기작 (환경)·원인
115	적조 다발 지역인 진동만의 해양환경 특 성	김동선	2001	한국환경과학회지 Vol.10,No.2	발생기작 (환경)·원인
116	여수 돌산도 동부연안해역에서 담수유입 에 의한 구조적 적조발생	이영식	2002	대한환경공학회지 24(3), 477~488	발생기작 (환경)·원인
117	코클로디니움 적조에 노출된 어류 아가미 의 구조적 변화	김창숙	2002	한국수산학회지 5(1), 75~78	독성생리
118	Cochlodinium polykrikoides(Dinophyceae) 가 생산하는 exopolysaccharide : 질산염 과 인산염의 농도에 따른 효과	강양순	2002	수산과학원 연구보고 61, 97~103	독성생리
119	2000년 여름 남해안에 나타난 Cochlodinium polykrikoides 우점 적조의 발생 특성	임월애	2002	한국해양학회지 '바다' 7(2), 68~77	분류·분포· 예찰
120	기생성 와편모류 Amoebophrya의 생리 생태적 특성과 적조	박명길	2002	Vol.7,No.3, pp. 181-194	적조방제

번호	제목	저자명	수록 연도	학회지명 권(호),페이지	세부분야
121	황토살포에 의한 해수중 영양염류의 흡착 제거기구	김평중	2002	한국수산학회지 제35권 제2호 pp.146-154	적조방제
122	전북 새만금 남쪽 해역의 유해성 적조 발생연구 1. 1999년도 여름-가을 식물플랑크톤의 시공간적 변화	유영두	2002	Vol.7,No.3, pp. 129-139	분류·분포· 예찰
123	전북 새만금 남쪽 해역의 유해성 적조 발생연구 2. 1999년도 여름-가을 종속영양성 외편모류와 섬모충류의 시간적 변화	정해진	2002	Vol.7,No.3, pp. 140-147	분류·분포· 예찰

<1995~2002 “적조” 관련 SCI 논문게재 현황>

Authors	Title	Journal	Nation
Nakamura Y et al.	Population dynamics of heterotrophic dinoflagellates during a <i>Gymnodinium mikimotoi</i> red tide in the Seto Inland Sea	MEPS (1995)	Japan
Nakamura Y et al.	Development and collapse of a <i>Gymnodinium mikimotoi</i> red tide in the Seto Inland Sea	AME 10:131-137 (1996)	Japan
Myung Gil Park et al.	Effects of parasitism on diel vertical migration, phototaxis/geotaxis, and swimming speed of the bloom-forming dinoflagellate <i>Akashiwo sanguinea</i>	AME 29:11-18 (2002)	Korea
Rollo F et al.	Molecular typing of the red-tide dinoflagellate <i>Gonyaulax polyedra</i> in phytoplankton suspensions	AME 9:55-61 (1995)	USA
Keizo Nagasaki, Mineo Yamaguchi	Effect of temperature on the algicidal activity and the stability of HaV (<i>Heterosigma akashiwo</i> virus)	AME 15:211-216 (1998)	Japan
Raphael M. K. and William P.C.	Nitrogen and carbon uptake kinetics and the influence of irradiance for a red tide bloom off southern California	AME 21:31-47 (2000)	USA
Hansen P. J.	Growth and grazing response of a ciliate feeding on the red tide dinoflagellate <i>Gyrodinium aureolum</i> in monoculture and in mixture with a non-toxic alga	MEPS 121:65-72 (1995)	Sweden
Latz M.I. and, Jeong HJ	Effect of red tide dinoflagellate diet and cannibalism on the bioluminescence of the heterotrophic dinoflagellates <i>Protoperidinium</i> spp.	MEPS 132:275-285 (1996)	USA
Mu-Chan Kim et al.	A close relationship between algicidal bacteria and termination of <i>Heterosigma akashiwo</i> (Raphidophyceae) blooms in Hiroshima Bay, Japan	MEPS 170:25-32 (1998)	Korea
Millie, D. F. et al.	Relating photosynthetic pigments and in vivo optical density spectra to irradiance for the Florida red-tide dinoflagellates <i>Gymnodinium breve</i>	MEPS 120:65-75 (1995)	USA
Hae Jin Jeong et al.	Feeding by the mixotrophic thecate dinoflagellate <i>Fragilidium</i> cf. <i>mexicanum</i> on red-tide and toxic dinoflagellates	MEPS 176:263-277 (1999)	Korea
Jefferson T. Turner et al.	Accumulation of red tide toxins in larger size fractions of zooplankton assemblages from Massachusetts Bay, USA	MEPS 203:95-107 (2000)	USA
Myung G. Park et al.	Effects of two strains of the parasitic dinoflagellate <i>Amoebophrya</i> on growth, photosyntheses, light absorption, and quantum yield of bloom-forming dinoflagellates	MEPS 227:281-292 (2002)	Korea

Hae Jin Jeong et al.	Growth and grazing rates the prostomatid ciliate <i>Tiarina fusus</i> on red-tide and toxic algae	AME 28:289-297 (2002)	Korea
Jocelyn Dela-Cruz et al.	Temporal abundance patterns of the red tide dinoflagellate <i>Noctiluca scintillans</i> along the southeast coast of Australia	MEPS 236:75-88 (2002)	Australia
Subba Rao DV	Life cycle and reproduction of the dinoflagellate <i>Dinophysis norvegica</i>	AME 9:199-201 (1995)	USA
Keizo Nagasaki et al.	Intra-species host specificity of HaV (<i>Heterosigma akashiwo</i> virus) clones	AME 14:109-112 (1998)	Japan
Nagasaki K et al.	Isolation of a virus infectious to the harmful bloom causing microalga <i>Heterosigma akashiwo</i> (<i>Raphidophyceae</i>)	AME 13:135-140 (1997)	Japan
Coats DW et al.	Parasitism of photosynthetic dinoflagellates in a shallow subestuary of Chesapeake Bay, USA	AME 11:1-9 (1996)	USA
Uchida, T et al.	The red-tide dinoflagellate <i>Heterocapsa</i> sp. kills <i>Gyrodinium instriatum</i> by cell contact	MEPS 118:301-303 (1995)	Japan
Johb H. Paul et al.	A filterable lytic agent obtained from a red tide bloom that caused lysis of <i>Karenia brevis</i> (<i>Gymnodinium breve</i>) cultures	AME 27:21-27 (2002)	USA
Cynthia A. Heil et al.	First record of a fish-killing <i>Gymnodinium</i> sp. bloom in Kuwait Bay, Arabian Sea: chronology and potential causes	MEPS 214:15-23 (2001)	Kuwait
Urban Tillmann et al.	Toxic effects of <i>Alexandrium</i> spp. on heterotrophic dinoflagellates: an allelochemical defence mechanism independent of PSP-toxin content	MEPS 230:47-58 (2002)	Germany
Yukihiko Matsuyama et al.	Grazing impacts of the heterotrophic dinoflagellate <i>Polykrikos kofoidii</i> on a bloom of <i>Gymnodinium catenatum</i>	AME 17:91-98 (1999)	Japan
Jotaro Urabe et al.	Effects of phosphorus supply on phagotrophy by the mixotrophic alga <i>Uroglena americana</i> (<i>Chrysophyceae</i>)	AME 18:77-83 (1999)	Japan
Nakamura Y et al.	Growth and grazing of a naked heterotrophic dinoflagellate, <i>Gyrodinium dominans</i>	AME 9:157-164 (1995)	Japan
Takashi Kamiyama et al.	Changes in microbial loop components: effects of a harmful algal bloom formation and its decay	AME 21:21-30 (2000)	Japan

Gunnar Bratbak et al.	Virus production in <i>Phaeocystis pouchtii</i> and its relation to host cell growth and nutrition	AME 16:1-9 (1998)	Norway
Yuji Tomaru et al.	Mass mortality of the Japanese pearl oyster <i>Pinctada fucata martensii</i> in relation to water temperature, chlorophyll a and phytoplankton composition	DAO 44:61-68 (2001)	Japan
Mona Johansson et al.	Ciliate grazing on the parasite <i>Amoebophrya</i> sp. decreases infection of the red-tide dinoflagellate <i>Akashiwo sanguinea</i>	AME 28:69-78 (2002)	USA
Alvarez-Salgado X.A. et al.	Nitrogen cycling in an estuarine upwelling system, the Ria de Arousa (NW Spain). I. Short-time-scale patterns of hydrodynamic and biogeochemical circulation	MEPS 135:259-273 (1996)	Spain
Takashi Kamiyama et al.	Lethal effect of the dinoflagellate <i>Heterocapsa circularisquama</i> upon the tintinnid ciliate <i>Favella taraikaensis</i>	MEPS 160:27-33 (1997)	Japan
Ikuo Yoshinaga et al.	Population structure of algicidal marine bacteria targeting the red tide forming alga <i>Heterosigma akashiwo</i> (Raphidophyceae), determined by restriction fragment length polymorphism analysis of the bacterial 16S ribosomal RNA genes	MEPS 170:33-44 (1998)	Japan
MacIntyre JG et al.	Vertical migration, nutrition and toxicity in the dinoflagellate <i>Alexandrium tamatense</i>	MEPS 148:201-216 (1997)	USA
Kedong Yin et al.	Red tide during spring 1998 in Hong Kong: is El Niño responsible?	MEPS 187:289-294 (1999)	Hong Kong
Peterson CH et al.	Response of bay scallops to spawner transplants: a test of recruitment limitation	MEPS 132:93-107 (1996)	USA
Nasreen Bano et al.	Significance of bacteria in the flux of organic matter in the tidal creeks of the mangrove ecosystem of the Indus River delta, Pakistan	MEPS 157:1-12 (1997)	Pakistan
Gregory J. Teegarden	Zooplankton feeding behavior and particle selection in natural plankton assemblages containing toxic <i>Alexandrium</i> spp.	MEPS 218:213-226 (2001)	USA
Hae Jin Jeong et al.	Interactions among the toxic dinoflagellate <i>Amphidinium carterae</i> , the heterotrophic dinoflagellate <i>Oxyrrhis marina</i> , and the calanoid copepods <i>Acartia</i> spp.	MEPS 218:77-86 (2001)	Korea
Gang Liu et al.	A biophysical model of population dynamics of the autotrophic dinoflagellate <i>Gymnodinium breve</i>	MEPS 210:101-124 (2001)	USA

C. Rocha, et al.	Role of transient silicon limitation in the development of cyanobacteria blooms in the Guadiana estuary, south-western Iberia	MEPS 228:35-45 (2002)	Portugal
Mario R. Sengco et al.	Removal of red- and brown-tide cells using clay flocculation. I. Laboratory culture experiments with <i>Gymnodinium breve</i> and <i>Aureococcus anophagefferens</i>	MEPS 210:41-53 (2001)	USA
Kenji Tarutani et al.	Isolation of a virus infecting the novel shellfish-killing dinoflagellate <i>Heterocapsa circularisquama</i>	AME 23:103-111 (2001)	Japan
Christopher J. Gobler et al.	Effects of organic carbon, organic nitrogen, inorganic nutrients, and iron additions on the growth of phytoplakton and bacteria during a brown tide bloom	MEPS 209:19-34 (2001)	USA
Buskey EJ et al.	Effects of the Texas (USA) 'vrown tide' alga on planktonic graxers	MEPS 126:285-292 (1995)	USA
Masao Adachi et al.	Inhibition of cyst formation in the toxic dinoflagellate <i>Alexandrium</i> (Dinophyceae) by bacteria from Hiroshima Bay, Japan	AME 26:223-233 (2002)	Japan
Masao Adachi et al.	Promotion of cyst formation in the toxic dinoflagellate <i>Alexandrium</i> (Dinophyceae) by natural bacterial assemblages from Hiroshima Bay, Japan	MEPS 191:175-185 (1999)	Japan
Christie et al.	A long-term perspective on the <i>Chrysochromulina</i> bloom on the Norwegian Skagerrak coast 1988: a catastrophe or an innocent incident?	MEPS 207:201-218 (2000)	Norway
Christopher J. Gobler et al.	Temporal variability of groundwater seepage and brown tide blooms in a Long Island embayment	MEPS 217:299-309 (2001)	USA
Willem Stolte et al.	Utilization efficiency of nitrogen associated with riverine dissolved organic carbon (>1 kDa) by two toxin-producing phytoplankton species	AME 29:97-105 (2002)	Sweden
Magda Vila et al.	Is the distribution of the toxic dinoflagellate <i>Alexandrium catenella</i> expanding along the NW Mediterranean coast?	MEPS 222:73-83 (2001)	Spain
Dortch Q et al.	Abundance and vertical flux of <i>Pseudo-nitzschia</i> in the northern Gulf of Mexico	MEPS 146:249-264 (1997)	USA
Hans H. Jakobsen	Effects of protozoan grazing on colony formation in <i>Phaeocystis globosa</i> (Prymnesiophyceae) and the potential costs and benefits	AME 27:261-273 (2002)	Denmark

Kathryn J. Coyne	Assessing temporal and spatial variability in <i>Pfesteria piscicida</i> distributions using molecular probing techniques	AME 24:275-285 (2001)	USA
Youlian Pan et al.	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. cf. <i>pseudodelicatissima</i> - a confirmed producer of domoic acid from the northern Gulf of Mexico	MEPS 220:83-92 (2001)	USA
Christine D. Olseng et al.	Grazing by the heterotrophic dinoflagellate <i>Protoperidinium steinii</i> on a <i>Ceratium</i> bloom	MEPS 225:161-167 (2002)	Norway
R. W. Litaker et al.	Seasonal niche strategy of the bloom-forming dinoflagellate <i>Heterocapsa triquetra</i>	MEPS 232:45-62 (2002)	USA
Robert G. Wear et al.	Biological effects of the toxic algal bloom of February and March 1998 on the benthos of Wellington Harbour, New Zealand	MEPS 218:63-76 (2001)	New Zealand
Gang Liu et al.	Influence of environmental nutrient conditions on <i>Gymnodinium breve</i> (Dinophyceae) population dynamics: a numerical study	MEPS 213: 13-37 (2001)	USA
Laura B. Fandino et al.	Variations in bacterial community structure during a dinoflagellate bloom analyzed by DGGE and 16S rDNA sequencing	AME 23:119-130 (2001)	USA
David J. S. Montagnes et al.	Population dynamics of the marine planktonic ciliate <i>Strombidinopsis multiauris</i> : its potential to control phytoplankton blooms	AME 20:167-181 (1999)	UK
Andrew McMinn et al.	Cyst and radionucleotide evidence for the recent introduction of the toxic dinoflagellate <i>Gymnodinium catenatum</i> into Tasmanian waters	MEPS 161:165-172 (1997)	Australia
Stoecker DK et al.	Mixotrophy in the dinoflagellate <i>Prorocentrum minimum</i>	MEPS 152:1-12 (1997)	USA
K. G. Sellner et al.	Excessive nutrients select for dinoflagellates in the stratified Patuxent River estuary: <i>Margalef</i> reigns	MEPS 220:93-102 (2001)	USA
Michael Steinke et al.	DMS production in a coccolithophorid bloom: evidence for the importance of dinoflagellate DMSP lyases	AME 26:259-270 (2002)	UK
Archer SD et al.	Microbial dynamics in coastal waters of East Antarctica: herbivory by heterotrophic dinoflagellates	MEPS 139:239-255 (1996)	USA

Anke Kremp	Effects of cyst resuspension on germination and seeding of two bloom-forming dinoflagellates in the Baltic Sea	MEPS 216:57-66 (2001)	Finland
S. W. Jeffrey et al.	Occurrence of UVA- and UVB-absorbing compounds in 152 species (206 strains) of marine microalgae	MEPS 189:35-51 (1999)	Australia
James L. Pinckney et al.	Responses of phytoplankton and Pfiesteria-like dinoflagellate zoospores to nutrient enrichment in the Neuse River Estuary, North Carolina, USA	MEPS 192:65-78 (2000)	USA
Parrish CC et al.	Seasonal studies of seston lipids in relation to microplankton species composition and scallop growth in South Broad Cove, Newfoundland	MEPS 129:151-164 (1995)	Canada
Jose I. Carreto et al.	Comparative studies on mycosporine-like amino acids, paralytic shellfish toxins and pigment profiles of the toxic dinoflagellates <i>Alexandrium tamarense</i> , <i>A. catenella</i> and <i>A. minutum</i>	MEPS 223:49-60 (2001)	Argentina
Heiskanen AS	Contamination of sediment trap fluxes by vertically migrating phototrophic microorganisms in the coastal Baltic Sea	MEPS 122:45-58 (1995)	USA
Diane K. Stoecker et al.	Primary production in the upper sea ice	AME 21:275-287 (2000)	USA
Jean-Francois Carrias et al.	Dynamics and growth estimates of planktonic protists during early spring in Lake Pavin, France	AME 24:163-174 (2001)	France
Henrik Levinsen et al.	On the trophic coupling between protists and copepods in arctic marine ecosystems	MEPS 204:65-77 (2000)	Denmark
J. Blanco et al.	PSP detoxification kinetics in the mussel <i>Mytilus galloprovincialis</i> . One- and two-compartment models and the effect of some environmental variables	MEPS 158:165-175 (1997)	Spain
Anja Seibold et al.	Diversity of endocytic bacteria in the dinoflagellate <i>Noctiluca scintillans</i>	AME 25:229-235 (2001)	USA
X. A. Alvarez-Salgado et al.	Hydrodynamic and chemical conditions during onset of a red-tide assemblage in an estuarine upwelling ecosystem	Marine Biology 130(3):509-519 (1998)	Spain

I. Imai et al.	Fluctuations of the red tide flagellates <i>Chattonella</i> spp. (<i>Raphidophyceae</i>) and the algicidal bacterium <i>Cytophaga</i> sp. in the Seto Inland Sea, Japan	Marine Biology 138(5): 1043-1049 (2001)	Japan
I. Imai et al.	Importance of cysts formation of the spring-bloom dinoflagellate <i>Scrippsiella hangoei</i> in the coastal northern Baltic Sea	Marine Biology 133(4): 755-762 (1999)	Japan
A. Kremp and S. Heiskanen	Sexuality and cyst formation of the spring-bloom dinoflagellate <i>Scrippsiella hangoei</i> in the coastal northern Baltic Sea	Marine Biology 134(4): 771-777 (1999)	Finland
Takashi Hirshita, et al.	Molecular Analysis of Ribosomal RNA Gene of Red Tide Algae Obtained from the Seto Inland Sea	J Mar. Biotechnol. 2:267-273 (2000)	Japan
Shigeru Montani et al.	Nutrient regeneration in coastal seas by <i>Noctiluca scintillans</i> , a red tide-causing dinoflagellate	J Mar Biotechnol 6:224-228 (1998)	Japan
T. Oda et al.	Lectin-induced enhancement of superoxide anion production by red tide phytoplankton	Marine Biology 131(2): 383-390 (1998)	Japan
T. Kamiyama	Growth and grazing responses of tintinnid ciliates feeding on the toxic dinoflagellate <i>Heterocapsa circularisquama</i>	Marine Biology 128(3) 509-515 (1997)	Japan
S. Itakura	"Seed bank" of coastal planktonic diatoms in bottom sediments of Hiroshima Bay, Seto Inland Sea, Japan	Marine Biology 128(3): 497-508 (1997)	Japan
J. L. Pech-Pacheco and J. Alvarez-Borrego	Optical-digital system applied to the identification of five phytoplankton species	Marine Biology 132(3): 357-365 (1998)	Mexico
Yasuhiro Kawano	Production of thiotropocin by a marine bacterium, <i>Caulobacter</i> sp. and its antimicrobial activities	J Mar Biotechnol 5:225-229 (1997)	Japan

Anna Godhe et al.	Polymerase Chain Reaction in Detection of <i>Gymnodinium mikimotoi</i> and <i>Alexandrium minutum</i> in Field Samples from Southwest India	Mar. Biotechnol. 3:152-162 (2001)	India
S. Liu and W.-X. Wang	Feeding and reproductive responses of marine copepods in South China Sea to toxic and nontoxic phytoplankton	Marine Biology (2001)	China
M.W. Lomas et al.	Interactions between NH^4 and NO^3 uptake and assimilation: comparison of diatoms and dinoflagellates at several growth temperatures	Marine Biology 133(3): 541-551 (1999)	USA
Terence J. Evens et al.	Photophysiological responses of the toxic red-tide dinoflagellate <i>Gymnodinium breve</i> (Dinophyceae) under natural sunlight	J. Plankton Res. 23:1177-1194(2001)	USA
Tamiji Yamamoto and Mitsuru Okai	Effects of diffusion and upwelling on the formation of red tides	J. Plankton Res. 22(2): 363-380 (2000)	Japan
Chang Sook Kim et al.	Reactive oxygen species as causative agents in the ichthyotoxicity of the red tide dinoflagellate <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	J. Plankton Res. 21: 2105-2115 (1999)	Korea
D Rao et al.	Short communication. Biomass and production characteristics of the first red tide noticed in Duwait Bay, Arabian Gulf	J. Plankton Res. 21:805-810(1999)	Canada
O Schofield et al.	Impact of temperature acclimation on photosynthesis in the toxic red-tide dinoflagellate <i>Alexandrium fundyense</i> (Ca28)	J. Plankton Res. 20:1241-1258(1998)	USA
M Yamaguchi et al.	Effects of temperature and salinity on the growth of the red tide flagellates <i>Heterocapsa circularisquama</i> (Dinophyceae) and <i>Chattonella verruculosa</i> (Raphidophyceae)	J. Plankton Res. 19: 1167-1174 (1997)	Japan
Grzebyk et al.	Evidence of a new toxin in the red-tide dinoflagellate <i>Prorocentrum minimum</i>	J. Plankton Res. 19:1111-1124 (1997)	France
C Huang and Y Qi	The abundance cycle and influence factors on red tide phenomena of <i>Noctiluca scintillans</i> (Dinophyceae) in Dapeng Bay, the South China Sea	J. Plankton Res. 19:303-318 (1997)	China

P Xie et al.	Changes in the structure of a zooplankton community during a <i>Ceratium</i> (kinoflagellate) bloom in a eutrophic fishless pond	J. Plankton Res. 20:1663-1678 (1998)	Japan
A Ishikawa and A Taniguchi	Short communication. In <i>나ச்ச</i> germination patterns of cysts, and bloom formation of some armored dinoflagellates in Onagawa Bay, north-east Japan	J. Plankton Res. 19:1783-1791 (1997)	Japan
J Williams	Blooms of <i>Mesodinium rubrum</i> in Southampton Water-do they shape mesozooplankton distribution	J. Plankton Res. 18:1685-1697 (1996)	USA
Peter J. S. Franks	Phytoplankton blooms in a fluctuating environment: the roles of plankton response time scales and grazing	J. Plankton Res. 23:1433-1441 (2001)	USA
Michael W. Lomas et al.	Elevated organic nutrient ratios associated with brown tide algal blooms of <i>Aureococcus anophagefferens</i> (Pelagophyceae)	J. Plankton Res. 23:1339-1344 (2001)	USA
Jose I. Carreto et al.	Pigment profile of the ichthyotoxic dinoflagellate <i>Gymnodinium</i> sp. from a massive bloom in southern Chile	J. Plankton Res. 23:1171-1175 (2001)	Argentina
Theodore J. Smayda and Colin S. Reynolds	Community Assembly in Marine Phytoplankton: application of Recent Models to Harmful Dinoflagellate Blooms	J. Plankton Res. 23:447-461 (2001)	Japan
Anke Kremp and Donald M. Anderson	Factors regulating germination of resting cysts of the spring bloom dinoflagellate <i>Scrippsiella hangoei</i> from the northern Baltic Sea	J. Plankton Res. 22:1311-1327 (2000)	Finland
Esther Garcés et al.	A recurrent and localized dinoflagellate bloom in a Mediterranean beach	J. Plankton Res. 21:2373-2391 (1999)	Spain
Y Koizumi et al.	Diurnal vertical migration of <i>Gymnodinium mikimotoi</i> during a red tide in Hoketsu Bay, Japan	J. Plankton Res. 18:289-294 (1996)	Japan
E Buskey et al.	The role of hypersalinity in the persistence of the Texas 'brown tide' in the Laguna Madre	J. Plankton Res. 20:1553-1565 (1998)	USA

S Itakura et al.	Short Communication. Cyst formation in the red flagellate <i>Heterosigma akashiwo</i> (Raphidophyceae)	J. Plankton Res. 18:1975-1979 (1996)	Japan
H J Jeong et al.	Growth and Grazing Rates of the Marine Planktonic Ciliate <i>Strombidinopsis</i> sp. on Red-Tide and Toxic Dinoflagellates	JEM 46(1):69-76 (1999)	Korea
Coats, D. W.	Parasitic Life Styles of Marine Dinoflagellates	JEM 46(4):402-409 (1999)	USA
Hansen, P J. and, A. J. Calado	Phagotrophic Mechanisms and Prey Selection in Free-living Dinoflagellates	JEM 46(4):382-389 (1999)	Denmark
Jacobson, D. M.	A Brief History of Dinoflagellate Feeding Research	JEM 46(4):376-381 (1999)	USA
Gunderson, J. H. et al.	FISH Probes for the Detection of the Parasitic Dinoflagellate <i>Amoebophrya</i> sp. Infecting the Dinoflagellate	JEM 48(6):670-675 (2001)	USA
Elvrachter, M. and Schnepp, E.	<i>Gymnodinium chlorophorum</i> , a new, green, bloom-forming dinoflagellate (Gymnodinales, Dinophyceae) with a vestigial prasinophyte endosymbiont	Phycologia 35:381-39 (1996)	USA
Fraga, S. et al.	<i>Gyrodinium impudicum</i> sp. nov. (Dinophyceae), a non toxic, chain forming, red tide dinoflagellate	Phycologia 34:514-521 (1995)	USA
Hae Jin Jeong et al.	NaOCl produced by electrolysis of natural seawater as a potential method to control marine red tide dinoflagellates	Phycologia 41 (2002)	Korea
Berman-Fra nk et al.	Inorganic carbon pools in the bloom-forming dinoflagellate <i>Peridinium gatunense</i>	L&O 41.8 1780-1789 (1996)	USA
Behrenfeld, Michael J., and Paul G. Falkowski	Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration	L&O 42.1 1-20 (1997)	USA
Burkholder, J. M., and H. B. Glasgow, Jr.	<i>Pfiesteria piscicida</i> and other <i>Pfiesteria</i> -like dinoflagellates: Behavior, impacts, and environmental controls	L&O 42.5 1052-1075 (1997)	USA

Watanabe, Masataka et al.	Generation of a <i>Chattonella antiqua</i> bloom by imposing a shallow nutricline in a mesocosm	L&O 43.1 1447-1460 (1998)	Japan
Tiselius, Peter, and Thomas KiØrboe	Colonization of diatom aggregates by the dinoflagellate <i>Noctiluca scintillans</i>	L&O 43.1 154-159 (1998)	Sweden
Zohary, Tamar et al.	Bloom dynamics and sedimentation of <i>Peridinium gatuvense</i> in Lake Kinneret.	L&O 43.2 175-186 (1998)	Israel
McGowan, Suzanne et al.	Ancient blue-green blooms	L&O 44.2 436-439 (1999)	UK
Latz, Michael I., and Jim Rohr	Luminescent response of the red tide dinoflagellate <i>Lingulodinium polyedrum</i> to laminar and turbulent flow	L&O 44.6 1423-1435 (1999)	USA
Hughes, Terry et al.	Algal blooms on coral reefs: What are the causes?	L&O 44.6 1583-1586 (1999)	Australia
Lapointe, Brian E.	simultaneous top-down and bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reefs (Reply to the comment by Hughes et al.)	L&O 44.6 1586-1592 (1999)	USA
Huisman, Jef et al.	Critical depth and critical turbulence: Two different mechanisms for the development of phytoplankton blooms	L&O 44.6 1781-1787 (1999)	USA
Weyhenmeyer, Gesa A. et al.	Changes of the plankton spring outburst related to the North Atlantic Oscillation	L&O 44.6 1788-1792 (1999)	Sweden
Juhl, Andrew R. et al.	Effect of growth conditions on flow-induced inhibition of population growth of a red-tide dinoflagellate	L&O 45.4 905-915 (2000)	USA
Juhl, Andrew R. et al.	Effect of fluid shear and irradiance on population growth and cellular toxin content of the dinoflagellate <i>Alexandrium fundyense</i>	L&O 46.4 758-764 (2001)	USA

Anderson, Donald M.	Bloom dynamics of toxic Alexandrium species in the northeastern U.S	L&O 42.5 1009-1022 (1997)	USA
Bricelj, V. Monica, and Darcy J. Lonsdale	Causes and ecological consequences of brown tides in U.S. mid-Atlantic coastal waters	L&O 42.5 1023-1038 (1997)	USA
Horner, Rita A. et al.	Harmful algal blooms and red tide problems on the U.S. west coast	L&O 42.5 1076-1088 (1997)	USA
Sellner, Kevin G.	Physiology, ecology, and toxic properties of marine cyanobacteria blooms	L&O 42.5 1089-1104 (1997)	USA
Valiela, Ivan et al.	Macroalgal blooms in shallow estuaries: Controls and ecophysiological and ecosystem consequences	L&O 42.5 1105-1118 (1997)	USA
Lapointe, Brian E.	Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida	L&O 42.5 1119-1131 (1997)	USA
Smayda, Theodore J.	What is a bloom? A commentary	L&O 42.5 1132-1136 (1997)	USA
Smayda, Theodore J.	Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea	L&O 42.5 1137-1153 (1997)	USA
Paerl, Hans W.	Coastal eutrophication and harmful algal blooms: Importance of atmospheric deposition and groundwater as "new" nitrogen and other nutrient sources	L&O 42.5 1154-1165 (1997)	USA
Johnsen, Geir et al.	Flourescence excitaion spectra and light utilization in two red tide dinoflagellates	L&O 42.5 1166-1177 (1997)	USA
Taroncher- Old enburg, Gaspar et al.	Toxin variability during the cell cycle of the dinoflagellate Alexandrium fundyense	L&O 42.5 1178-1188 (1997)	USA
Kamykowski Daniel, and Hidedatsu Yamazaki	A study of metabolism-influenced orientation in the diel vertical migration of marine dinoflagellates	L&O 42.5 1189-1202 (1997)	Japan

Turner, Jefferson T., and Patricia A. Tester	Toxic marine phytoplankton, zooplankton grazers, and pelagic food webs	L&O 42.5 1203-1214 (1997)	USA
Buskey, Edward J. et al.	disruption of grazer populations as a contributing factor to the initiation of the Texas brown tide algal bloom	L&O 42.5 1215-1222 (1997)	USA
Cullen, John J. et al.	Optical detection and assessment of algal blooms	L&O 42.5 1223-1239 (1997)	USA
Millie, David F. et al.	Detection of harmful algal blooms using photopigments and absorption signatures: A case study of the Florida red tide dinoflagellate, <i>Gymnodinium breve</i>	L&O 42.5 1240-1251 (1997)	USA
Plumley, F. Gerald	Marine algal toxins: Biochemistry, genetics, and molecular biology	L&O 42.5 1252-1264 (1997)	USA
Scholin, Christopher et al.	Detection and quantification of <i>Pseudo-Nitzschia australis</i> in cultured and natural populations using LSU rRNA-targeted probes	L&O 42.5 1265-1272 (1997)	USA
Franks, Peter J. S.	Models of harmful algal blooms	L&O 42.5 1273-1282 (1997)	USA
Donaghay, Percy L., and Thomas R. Osborn	Toward a theory of biological-physical control of harmful algal bloom dynamics and impacts	L&O 42.5 1283-1296 (1997)	USA
Franks, Peter J. S.	Spatial patterns in dense algal blooms	L&O 42.5 1297-1305 (1997)	USA
Yager, Patricia L. et al.	Dynamic bacterial and viral response to an algal bloom at subzero temperatures	L&O 46.3 790-801 (2001)	USA
Twiner, Michael J. et al.	Toxic effects of <i>Heterosigma akashiwo</i> do not appear to be mediated by hydrogen peroxide	L&O 46.6 1400-1405 (2001)	Canada
Steidinger K. A. et al.	First report of <i>Gymnodinium pulchellu</i> (Dinophyceae) in North America and associated fish kills in the Indian River, Florida	J. phycol. 34. 431-437	USA

Lewitus A. J. et al.	Kleptoplastidy in the toxic dinoflagellate <i>Pfiesteria piscicida</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35. 303-312	USA
Giacobbe M. G. and Yang X.	The life history of <i>Alexandrium taylori</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35. 331-338	Italy
Bolch C. J. S. et al.	Genetic variation among strains of the toxic dinoflagellate <i>Gymnodinium catenatum</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35. 356-367	Australia
W, HW. Thomas et al.	Effects of small-scale turbulence on photosynthesis, pigmentation, cell division and cell size in the marine dinoflagellate <i>Gonyaulax polyedra</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 31. 50-59	USA
C Costas et al.	Morphospecies vs. genospecies in toxic marine dinoflagellates: an analysis of <i>Gymnodinium catenatum</i> / <i>Gyrodinium impudicum</i> and <i>Alexandrium/a.lusitanicum</i> using antibodies, lectins, and gene sequences	J. phycol. 31. 801-807	Spain
K.A.Steiding er et al.	<i>Pfiesteria piscicida</i> gen. et. sp nov.(Pfiesteriaceae fam. nov.), a new toxic dinoflagellate with a complex life cycle and behavior.	J. phycol. 32. 157-164	USA
E.G.Fermin et al	Short-time scale development of a <i>Gymnodinium catenatum</i> population in the Ria de Vigo(NW Spain)	J. phycol. 32. 212-221	Spain
O.M. Lage et al.	Potential tolerance mechanisms of <i>Prorocentrum micans</i> (Dinophyceae) to sublethal levels of copper	J. phycol. 32. 416-423	Portugal
O.Schofield et al.	Wavelength dependency of the maximum quantum yield of carbon fixation for two red tide dinoflagellates, <i>Heterocapsa pygmaea</i> and <i>Prorocentrum minimum</i> (Pyrrophyta):implications for measuring photosynthetic rate	J. phycol. 32 574-583	USA
K.A.Steiding er et al.	First report of <i>Gymnodinium pulchellum</i> (Dinophyceae) in North America and associated fish kills in the Indian River, Florida	J. phycol. 34 431-437	USA
M.J.Holmes	<i>Gamnierdiscus yasumotoi</i> sp. nov. (Dinophyceae), a toxic benthic dinoflagellate from southeastern asia	J. phycol. 34 661-668	Singapore

A.Penna et al.	Identification of <i>Alexandrium</i> (Dinophyceae) species using PCR and rDNA-targeted probes	J. phycol. 35 615-621	Italy
D.M. Anderson et al.	Detection of the toxic dinoflagellate <i>Alexandrium fundyense</i> (Dinophyceae) with oligonucleotide and antibody probes: Variability in labeling intensity with physiological condition	J. phycol. 35 870-883	USA
D.F.Millie et al.	The importance of understanding the molecular, cellular, and ecophysiological bases of harmful algal blooms	J. phycol. 35 1353-1355	USA
R.W.Litaker et al.	The phylogenetic relationship of <i>Pfiesteria piscicida</i> , ctyptoperidiniopsis sp., <i>Amyloodinium ocellatum</i> and <i>Pfiesteria</i> -like dinoflagellate to other dinoflagellates and apicomplexans	J. phycol. 35 1379-1389	USA
F.M.Van Dolah et al.	Diel phasing of the cell-cycle in the Florida red tide dinoflagellate, <i>Gymnodinium breve</i>	J. phycol. 35 1404-1411	USA
A.J.Lewitus et al.	Mixotrophy and nitrogen uptake by <i>Pfiesteria piscicida</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35 1430-1437	USA
S.E. Lohrenz et al.	Microphotometric assessment of spectral absorption and its potential application for characterization of harmful algal species	J. phycol. 35 1438-1446	USA
G.J.Doucette et al.	Algicidal bacteria activity against <i>Gymnodinium breve</i> (Dinophyceae). 1.Bacterial application for characterization of killing activity	J. phycol. 35 1447-1454	USA
A.Li,D.K. Stoecker et al.	Mixotrophy in <i>Gyrodinium galatheanum</i> (Dinophyceae) : grazing responses to light intensity and inorganic nutrients	J. phycol. 36 33-45	USA
H.Liu et al.	Hypersalinity enhances the production of extracellular polymeric substance(EPS) in the Texas brown tide alga, <i>Aureoumbra lagunensis</i> (pelagophyceae)	J. phycol. 36 71-77	USA
D.Janofske	<i>Scrippsiella trochoidea</i> and <i>Scrippsiella regalis</i> , nov.comb.(Peridinales, Dinophyceae) : a comparison	J. phycol. 36 178-189	Germany

G.Hansen et al.	Comparative study of <i>Gymnodinium mikimotoi</i> and <i>Gymnodinium aureolum</i> , comb.nov.(= <i>Gyrodinium aureolum</i>) based on morphology. pigment composition, and molecular and data	J. phycol. 36 391-410	Denmark
M. J. Wargo et al.	Characterization of <i>Gymnodinium mikimotoi</i> (Dinophyceae) nuclei and identification of the major histone-like protein, HGm	J. phycol. 36 584-589	USA
A. penna et al.	APCR method immunoassay for the detection of <i>Alexandrium</i> (Dinophyceae) species	J. phycol. 36 1183-1186	Italy
L.Maranda	Infection of <i>Prorocentrum minimum</i> (Dinophyceae) by the parasite <i>Amoebophrya</i> sp.(Dinoflagellea)(NOTE)	J. phycol. 37 245-248	USA
M.J.Holmes et al.	Production of 7-deoxy-okadabac acid by a new Caledonian strain of <i>Prorocentrum lima</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 37 280-288	Singapore
S.T.Dyhrman et al.	A single-cell immunoassay for phosphate stress in the dinoflagellate <i>Prorocentrum minimum</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 37 400-410	USA
T.Oda et al.	Hemolytic activity of <i>Heterocapsa circularisquama</i> (Dinophyceae) and its possible involvement in shellfish toxicity	J. phycol. 37 509-516	Japan
G.Hansen	Ultrastructure of <i>Gymnodinium aureolum</i> (Dinophyceae): toward a further redefinition of <i>Gymnodinium sensu stricto</i>	J. phycol. 37 612-623	Denmark
Y.Sako et al.	Purification and characterization of sulfotransferase specific to N-21 of saxitoxin and gonyautoxin 2+3 from the oxic dinoflagellate <i>Gymnodinium catenatum</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 37 1044-1051	Japan
M.J.Holmes et al.	Singapore isolates of the Dinoflagellate <i>Gymnodinium catenatum</i> (Dinophyceae)produce a unique profile of paralytic shellfish poisoning toxins	J. phycol. 38 96-106	Singapore
M.S.Han et al.	<i>Heterosigma akashiwo</i> (Raphidophyceae) resting cell formation in batch culture : strain identity versus physiological response	J. phycol. 38 304-317	Korea
I.C.Biegala et al.	Identification of bacteria associated with dinoflagellates (<i>Alexandrium</i> spp. using tyramide signal amplification-fluorescent in situ hybridization and confocal microscopy	J. phycol. 38 404-411	France

D.W.Coats	Dinoflagellate life-cycle complexities	J. phycol. 38 417-419	USA
R.W.Litaker et al.	Life cycle of the heterotrophic dinoflagellate <i>Pfiesteria piscicida</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 38 442-463	USA
T.N. Feinstein	Effects of light on photosynthesis, grazing, and population dynamics of the heterotrophic dinoflagellate <i>Pfiesteria piscicida</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 38 659-669	USA
A.R.Juhl	Mechanisms of fluid shear-induced inhibition of population growth in a red-tide dinoflagellate	J. phycol. 38 683-694	USA
Lewitus A. J. et al.	Kleptoplastidy in the toxic dinoflagellate <i>Pfiesteria piscicida</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35 303-312	USA
Giacobbe M.G. and Yang X.	The life history of <i>Alexandrium taylori</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35 331-338	Italy
Bolch C. J.S. et al.	Genetic variation among strains of the toxic dinoflagellate <i>Gymnodinium catenatum</i> (Dinophyceae)	J. phycol. 35 356-367	Australia
Tester P. A. and Steidinger K. A.	<i>Gymnodinium breve</i> red tide blooms: Initiation, transport, and consequences of surface circulation	J. phycol. 32.5 1039-1051	USA

3. 국내외적조전문가 인명부

- 국내 전문가 명부
- 국외 전문가 명부

이 름 : 권철휘 (영문) Kwoun chul hui	생년월일 : 1967년 2월 9일
소 속 : 부경대학교 해양산업개발연구소	직 책 : 선임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	연안 전선·전선역과 관련한 적조의 이동·확산 연구 적조의 증식과 환경요인을 포함한 적조의 이동 및 확산 모델

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1985년3월~1992년2월	부산대학교	해양학	이학사
1993년2월~1996년8월	부경대학교	수치모델	이학석사
1999년3월~2002년2월	부경대학교	적조모델	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	조석과 조석간차류에 대한 수치실험(한국의 진해만) 한국 남해안의 <i>Cochlodinium</i> 적조 확산모델링 응용연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1996~1997	직원	도화종합기술공사
1998~2000	수료서기	국립해양조사원
2001~현재	선임연구원	부경대학교 해양산업개발연구소
2002~2002	시간강사	여수대학교 해양시스템학부

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
한국 남해안에서 <i>Cochlodinium</i> 적조 확산모델	한국수산학회지	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 남구 대연동 부경대학교 해양산업개발연구소	051)620-6954
자 택	부산시 남구 우암1동 일신보라아파트 104동 1702호	051)633-9036
Email	kwouch@hanmail.net	

이 름 : 강양순 (영문) Kang yang soon	생년월일 : 1972년 2월 15일
소 속 : 국립수산과학원 양식환경연구소	직 책 : 연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물이 분비하는 물질 연구

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1990년3월~1994년2월	부경대학교	생물공학	공학사
1994년3월~1996년2월	부경대학교	생물공학	공학석사
1997년9월~ 년 월	부경대학교	생물공학	박사수료
졸업학위 논문	석 사 박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1997. 2.~2000. 2. 2000. 2.~현재		동해수산연구소 자원환경과 양식환경연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 통영시 산양읍 영운리 361	055)641-2142
자 택	경남 통영시 도남동 성원APT 5동 502호	055)646-0065
Email	kanys@nfrdi.re.kr	

이 름 : 김귀영 (영문) Kim kui young	생년월일 : 1959년 9월 1일
소 속 : 국립수산과학원	직 책 : 연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생기작과 관련 해양환경 연구

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1978년3월~1986년1월	부산수산대학	환경공학	공학사
1990년3월~1994년1월	부산대학교	환경공학	공학석사
1997년3월~2002년8월	영남대학교	해양환경	이학박사
졸업학위 논문	석사 박사	해양퇴적물에서 탄화수소 화합물의 분해에 대한 용존산소의 영향 가막만의 이화학적 환경특성과 퇴적물에서의 물질거동 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1998. 8.~2000. 2.	수산연구관	국립수산과학원 동해수산연구소
2000. 2.~2002. 10.	수산연구관	국립수산과학원 남해수산연구소
2002. 11~현재	수산연구관	국립수산과학원 유해생물과

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
영일만 수질의 시공간적 변동	한국수산학회	2002
Cochlodinium polykrikoides 적조 발생과 소멸의 환경특성	한국해양학회	2001
광양만에서 식물플랑크톤 증식의 제한 영양염	한국해양학회	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 국립수산과학원 유해생물과	051)720-2520
자택	부산시 수영구 망미1동 삼성APT. 2동 1402호	051)757-3167
Email	kykim@nfrda.re.kr	

이 름 : 김대철 (영문) Kim dae choul	생년월일 : 1952년 10월 8일
소 속 : 부경대학교 환경탐사공학과	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조방제 점토의 확산 등

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1971년 3월~1978년 2월	서울대학교	해양학	이학사
1978년 3월~1980년 2월	서울대학교	해양지질학	이학석사
1980년 9월~1985년 5월	하와이대학교	지질 및 지구물리학	이학박사
졸업학위	석 사		
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1987~현재	출제전문위원	한국산업인력관리공단
1994. 3~1996. 2	소장	부산수산대학교 해양공동연구소
1999. 4~현재	위원장	한국해저지각시추프로그램 과학위원회
2002. 7~현재	학장	부경대학교 환경해양대학

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
황해 남동부 니질대의 물리적 성질: 동해 및 남해 니질대와의 비교	한국해양학회지	2000
Seismic stratigraphy of the deep Ulleung Basin in the East Sea (Sea of Japan) back-arc basin	Marine Petrol. Geology	2001
Physical and acoustic properties of shelf sediments, the South Sea of Korea	Marine Geology	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산 남구 대연3동 부경대학교 환경탐사공학과	051)620-6233/623-5068
자택	부산 해운대구 좌동 한일 103-1002	051)742-0713
Email	dckim@pknu.ac.kr	

이 름 : 김성재 (영문) Kim sung jae	생년월일 : 1954년 6월 27일
소 속 : 경상대학교 해양과학 대학	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	물리화학적 적조방제법

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1974년3월~1978년2월	부산수산대학교	식품공학	학사
1980년3월~1982년2월	부산수산대학교	환경공학	석사
1987년9월~1993년3월	Aubarn University	환경공학	박사
졸업학위 논문	석 사		
	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1982~1985	부교수	통영수산전문대학
1985~현재	교수	경상대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
자연산 황토의 해수 중에서의 침강 특성	한국수산학회지	1999
적조생물의 구제 : 1. Iosp에 의한 적조제거	한국수산학회지	2000
적조생물의 구제 : 2. 황토에 의한 적조제거	한국수산학회지	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 통영시 445	055)640-3161
자 택	경남 통영시 미수동 1-12	
Email	sungjkim@nongae.gsnu.ac.kr	

이 름 : 김순호 (영문) Kim soon ho	생년월일 : 1963년 8월 14일
소 속 : (주) 대동기술 연구소	직 책 : 소장

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조방지제, 적조방제 물질 연구

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1982년3월~1988년2월	경상대학교	무기재료	학사
1998년3월~2000년2월	경상대학교	무기재료	석사
2000년3월~2002년8월	경상대학교	무기재료	박사
졸업학위 논문	석 사 박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
남해요업 7년 제일소재 2년 (주) 대동 6년	과장 과장 연구소장(차장)	무기재료 합성 형광체 합성 황토 및 무기 전자재 합성

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 세 연 도
황토포르터의 무수축 균열을 가진 재료 합성	건축학회	1998
흡습기능을 가진 황술 경량기조 콘크리트 제조 연구	건축학회	2001
굴레각을 이용한 지반개량경 고화제 연구	폐기물학회	2002
수쇄슬래그를 이용한 황토 벽돌 제조에 관한 연구	건축학회	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 진주시 이반성면 가산리 1063	055)758-9416
자택	경남 마산시 합포구 해운동 50 두산APT 202동 1701호	055)223-3301
Email	shkimskr@yahoo.co.kr	

이 름 : 김영숙 (영문) Kim young suk 생년월일 : 1964년 10월 5일
 소 속 : 국립수산과학원 동해수산연구소 포항분소 직 책 : 수산연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물생태·발생기작

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1984년3월~1989년2월	계명대학교	화학과	이학학사
1989년3월~1991년2월	계명대학교	물리화학과	이학석사
1993년9월~1997년9월	일본동경대학교	생명화학공학과	공학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Application of a Photo-chemical Reaction System for the Reduction of Organic Compounds	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1992. 2.~1993. 9. 1997. 10.~1999. 5. 1999. 6.~현재	외국인협력연구원 수산연구사 수산연구사	일본동경대학교 첨단과학기술연구소 남해수산연구소 동해수산연구소 포항분소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 세 연 도

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경북 포항시 북구 두호동 616번지	054)231-1001/247-2489
자 택	경북 포항시 북구 두호동 주공1차아파트	
Email	youngsuk@nfrda.re.kr	

이 름 : 김은기 (영문) Kim eun ki	생년월일 : 1955년 11월 17일
소 속 : 인하대학교	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조방제

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1978년 월~1980년 월	서울대	화공과	학사
1981년 월~1983년 월	서울대	화공과	석사
1984년 월~1987년 월	미조지아공대	화공과(생물공학)	박사
졸업학위	석 사	Vigorous Stationay Fermutatwo	
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1981~1983	두산연구소	연구원
1987~1989	코넬대 postdoc	
1995~1997	코넬대 교환교수	

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	계제연도
Characteristics of esterification catalyzed by an immobilized lipase from <i>Trichosporon cephaloid</i>	J.Microbiol. Biotechnol.	2002
Hydrogen peroxide, its measurement and effect during enzymatic decoloring of Congo Red	J.Microbiol. Biotechnol.	2002
Characteristics sophorolipid as an antimicrobial agent	J.Microbiol. Biotechnol.	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	인하대학교	032)860-7514
자 택		

Email ekkim@inha.ac.kr

이 름 : 김종만 (영문)kim jong mam	생년월일 : 1947년 9월 30일
소 속 : 한국해양연구원	직 책 : 책임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물생태

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1966년3월 ~ 1972년8월	부산수대	증식학	수산학사
1972년9월 ~ 1974년8월	부산수대 대학원	수산생물	수산학석사
1980년4월 ~ 1984년3월	일본 동경대학	수산학	농학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	부산근교에 서식하는 붕어 두형태에 관한연구 가을철 쓰시마난류역에 출현하는 치자어 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1974.7~ 현재	책임연구원	

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Seasonal variation of phytoplankton and zooplankton communities in the coastal water off Tongyeong in Korea.	Ocean and Polar Research	2001
A preliminary study on the growth and feeding of rockfish, <i>Sebastes schlegeli</i> , in illuminated sea cages.	Ocean and Polar Research	2001
First record of the two driftfish, <i>Psenes maculatus</i> and <i>Psenes cyanophrys</i> (Nomeidae: Perciformes) from Korea.	한국어류학회지	2001
韓國の海洋牧場の推進と問題點.	Ship & Ocean Newsletter	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경기도 안산시 사동 1270	031)400-6231
자 택	경기도 안산시 본오동 879-16 신안A202-405	031)419-3448
Email	jmkim@kordi. re.kr..	

이 름 : 김차겸 (영문) Kim cha kyum 생년월일 : 1959년 6월 27일
 소 속 : 남해전문대학 토목환경시스템과 직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	해양환경 모델링

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1979년3월~1983년2월	부경대학교	해양공학	공학사
1983년3월~1988년2월	부경대학교	해안공학	공학석사
1988년3월~1992년8월	부경대학교	해안공학	공학박사
졸업학위 논문	석사 박사	해운대 해수욕장의 해변변형에 관한 기초적 연구 점착성토사의 수송기구와 3차원 수송 모델	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1986. 11.~1990. 2. 1991. 8.~1994. 2. 1993. 3.~1996. 2. 1996. 3.~현재	부경대학교 조교 부경대학교, 경성대학교 강사 국립수산물과학원 수산연구사 남해전문대학 교수	경상남도 및 해양수산부 건설기술심의위원 행정자치부 재해원인분석조사단 위원 마산지방해양수산청해역이용협의 자문위원 영산강환경관리청수질관리협의회의위원 남해군 21세기남해발전기획단위원 남해전문대학 학생과장 및 학과장

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Three-dimensional modeling of circulation and sediment transport in the Nakdong estuary of Korea	AGU(미국지구물리학회)	2002
Three-dimensional water quality modeling of Chinhae Bay	한국해양·해양공학회	2000
3차원 layer·level 혼성 해수유동 모델 개발	대한토목학회지	1999

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 남해군 남해읍 남변리 195번지 남해전문대학	055)860-5333/5331
자 택	경남 진주시 평거동 190번지 들말대경아파트 107-903	055)747-5594
Email	kick@namhae.ac.kr	

이 름 : 김창숙 (영문) Kim chang sook 생년월일 : 1962년 7월 15일
 소 속 : 국립수산과학원 유해생물과 직 책 : 연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조독성, 생화학

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1980년3월~1984년2월	제주대	농화학	농학박사
1984년3월~1986년3월	서울대	생화학	
1990년3월~1994년2월	서울대	생화학	
졸업학위 논문	석 사 박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1994. 3.~1997. 2.	특별연구원 강사	서울대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 세 연 도
Screening for toxic compounds in the red tide dinoflagellate coholdinium polykrikoides : isit toxic plankton	Algae	2001
Biochemical responses of fish exposed to a harmful dinoflagellate cochlodinium polykrikoides	J. Exp. Mar. Biol. Ecol.	2000
Ichthyotoxicity of a harmful dinoflagellate cochlodinium polykrikoides : Aspect of himatological responses of fish exposed to Algal blooms	J. Fish. Sci. Tech.	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 국립수산과학원	051)720-2551
자 택		
Email	cskim@nfrda.re.kr	

이 름 : 김학균 (영문) Kim hak gyoon	생년월일 : 1949년 9월 8일
소 속 : 해양수산부 국립수산물과학원	직 책 : 해양환경부장

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 종천이, 적조발생변천과 기후변화

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1968년 3월~1975년 2월	부산수산대학교	증식학과	수산학사
1980년 9월~1983년 6월	프랑스 렌느대학교	생태학과	생태학석사
1986년 3월~1989년 2월	부산수산대학교	자원생물학과	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Evaluation in situ du niveau de la pollution en Baie de weonmun a s'aide de bioessais 마산만의 편모조적조의 발생과 환경특성	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1993. 2.~1996. 8.	과장	국립수산진흥원 환경과
1997. 7.~현재	부장	국립수산진흥원 적조연구부(해양환경부)
1999. 3.~2001. 3.	정책위원	국무총리 물관리정책
1997. 9.~현재	겸임교수	부경대학교, 부산대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 성장에 미치는 물리·화학적 요인과 영양염 이용	한국수산학회지	2001
한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 변천	한국수산학회지	2001
2000년 여름에 남해안에 나타난 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 우점 적조의 발생 특성	한국해양학회지	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산광역시 기장군 기장읍 시랑리 408-1번지 국립수산물과학원	051)720-2500/2266
자 택	부산광역시 해운대구 우2동 동부 올림픽 타운 114동 1204호	051)742-7592
Email	hgkim@nfrdi.re.kr	

이 름 : 김형섭 (영문) Kim hyung seop	생년월일 : 1966년 10월 14일
소 속 : 군산해양수산청 부안수산기술관리소	직 책 : 어촌지도사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 생태·발생기작

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1985년3월~1992년2월	군산대학교	해양개발	이학사
1992년3월~1994년2월	부경대학교	수산생물	수산학석사
1997년3월~2002년8월	군산대학교	해양학과	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	은어 종묘 생산을 위한 먹이생물학적 연구 서해연안 광영양 섬모류 <i>Mesodinium rubrum</i> 의 개체군 동태 및 지속성장 조건	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1996. 4~1998. 2	어촌지도사	여수해양수산청 고흥수산기술관리소
1998. 2~1998. 12	"	목포해양수산청 해남수산기술관리소
1998. 12~현재	"	군산해양수산청 부안수산기술 관리소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
해창만 벚굴, <i>Ostrea denselamellosa</i> 서식지의 환경특성	한국패류학회지	1999
전남 고흥해역의 유해성 적조의 발생연구-2. 1997년도 식물플랑크톤의 시공간적 변화	한국해양학회지	2000
광적용된 은편모조류를 섭식한 해양 광합성 섬모류 <i>Mesodinium rubrum</i> MR-MAL01의 흡광스펙트럼	한국해양학회지	2003

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	전북 부안군 부안읍 서외리 613-2	063)582-8789
자 택	전북 군산시 사정동 100 금호타운 아파트205동 1504호	063)452-3890
Email	mudskip@kornet.net. , mudskip@momaf.go.kr	

이 름 : 김형신 (영문) Kim, Hyeung-sin	생년월일 : 1968년 3월 20일
소 속 : 제주대학교 기초과학연구소	직 책 : 연구교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류	하프토조류(Haptophyta)의 분류 및 배양 와편모조류의 유영세포 및 시스트 분류

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1987년3월~1991년2월	제주대학교	생물학	이학사
1991년3월~1993년2월	제주대학교	부유생물학	이학석사
1995년4월~1998년9월	나가사키대학	적조생물학	이학박사
졸업학위 논문	석 사	<i>Paramphiascella vararensis</i> (Copepoda: Harpacticoida: Diosaccidae)의 유생발생에 관한 연구	
	박 사	Eutrophication process of coastal waters recorded in Dinoflagellate Cyst assemblages	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
2001.03.~2001.12	시간강사	여수대학교
2000.04~2002.09	특별연구원	제주대학교
2002.10~현재	연구교수	제주대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
- Process of eutrophication estimated by dinoflagellate cyst assemblages in Omura Bay, Kyushu, West Japan	일본 플랑크톤학회지	1998
- Process of eutrophication in enclosed seas recorded in dinoflagellate cyst assemblage and sediments -the case in Nagasaki Bay, west Japan	FOSSILS	1999
- High density culture of the freshwater rotifer, <i>Brachionus calyciflorus</i>	HYDRO- BIOLOGIA	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	제주도 제주시 아라동 1번지 제주대학교 기초과학연구소	064-754-3998/ 064-756-3541
자 택	제주도 북제주군 애월읍 하귀2리 1957-1	017-696-0922
Email	planktonbank21c@yahoo.co.kr	

이 름 : 김형철 (영문) Kim hyung chul 생년월일 : 1971년 6월 17일
 소 속 : 국립수산과학원 환경관리과 직 책 : 연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1990년3월~1997년2월	부경대학교	해양생물	학사
1997년3월~1999년8월	부경대학교	환경공학	석사
2000년3월~2002년2월	부경대학교	환경공학	박사수료
졸업학위 논문	석 사 박 사	유해성 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 조규성장 잠재력과 제한영양염 추정	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1998. 2. 5~1998. 10. 31	연구원	국립수산과학원 유해생물과
1999. 10. 13~현재	연구원	국립수산과학원 환경관리과

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	게 제 연 도
<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 성장에 미치는 물리·화학적 요인과 영양염 이용	한국수산학회지	2001
조류 성장잠재력 시험에 의한 사량도 연안 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조의 제한영양염	한국수산학회지	2001
남해안 연안에서 적조생물, <i>Cochlodinium polykrikoides</i> , <i>Gyrodinium impudicum</i> , <i>Gymnodinium catenatum</i> 의 출현상황과 온도, 염부, 조도 및 영양염류에 따른 성장특성	한국수산학회지	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	국립수산과학원 환경관리과	051)720-2251
자 택	부산시 동래구 사직1동 72-36 11/4	
Email	khch0720@hotmail.com	

이 름 : 김홍락 (영문) Kim heung rak 생년월일 : 1967년 11월 5일
 소 속 : (재)포항산업과학연구원, 설비자동화센터, 센서계측연구팀 직 책 : 선임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	해수 전기분해법을 이용한 적조방제

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1985년3월~1989년2월	한양대학교	전자공학	학사
1989년9월~1991년8월	포항공과대학교	전자전기공학	석사
1998년3월~2002년12월	포항공과대학교	전자전기공학	수료
졸업학위 논문	석 사 박사	집적회로 제작을 위한 건식식각의 응용	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1991. 5. 1.~현재	선임연구원	센서계측연구팀

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
NaOCl produced by electrolysis of natural seawater as a potential method to control marine red-tide dinoflagellates	phycologia	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경북 포항시 남구 효자동 산 32번지, (재)포항산업과학연구원	054)279-6326/6888
자 택	경북 경주시 황성동 557, 한신APT103-902호	054)776-4814
Email	khrcyh@rist.re.kr	

이 름 : 나기환	(영문) Na gui hwan	생년월일 : 1947년 1월 20일
소 속 : (주)메이텍엔지니어링	직 책 : 대표이사	

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물생태, 발생기작 적조방제

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1968년3월~1975년8월	서울대학교자연대	해양학	이학사
1975년8월~1977년8월	부산수산대대학원	수산생물학	수산학석사
1983년3월~1986년9월	프랑스낭뜨대대학원	해양생물학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	미더덕의 유생출현소장과 해양생태 굴양식장에서의 먹이생물 천이	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1978. 7.~1991. 4.	수산연구사, 수산연구관	국립수산진흥원본원
1991. 5.~1997. 2.	소장	어장환경연구소
1995. 2.~1998. 10.	전문직	경상남도 수산국
1997. 3.~현재	대표이사	(주)메이텍엔지니어링

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
부유황토에 의한 적조방제	양식학회지	1996
Dinoflagellates, <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 의 현장 일주이동	양식학회지	1997
항토크탁액에 의한 남조류 <i>Microcystis sp.</i> 의 제거실험	한국물환경학회지	1998

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	110-775 서울 종로구 경운동 88 수운회관 507호	02)733-1489/2229
자 택	서울 노원구 월계동 377-38	02)916-8321
Email	guidena@lycos.co.kr, guidena@netian.net	

이 름 : 노영재 (영문) Ro young jae	생년월일 : 1953년 2월 3일
소 속 : 충남대학교 해양학과	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조 이동확산 모델링

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1972년3월~1978년2월	서울대학교	해양학	BS
1978년3월~1980년2월	서울대학교	해양학	MS
1981년9월~1985년7월	미국스토니부국 뉴욕주립대학교	해양물리학	PhD
졸업학위 논문	석 사 박 사	The diffusion characteristics of the Coastal waters off Kori The spectral theory of Oceaninc Diffusion	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1978~1981	연구원	한국해양연구원
1985~현재	조교수, 부교수, 교수	충남대학교 해양학과
1989~1990.	연구교수	미국로드아일랜드 해양과학대학원
1993~1995	소장	충남대학교부설 해양연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Barotropic Numerical Studies on the driving mechanism of the East Korea Warm Current, Interactions of Coastal Boundary Currents with Mesoscale Eddies in the East Sea, pp 75-88 in edited by N. Saxena, Pacon International 2001, 연속위성화상자료상의 향상된 형태추적법을 이용한 유속추정기법,	Studia Marina Sinica Recent Advances in Marine Science and Technology 원격탐사학회지	

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	대전시 유성구 궁동 220	042)821-6437
자 택	대전시 유성구 전민동 엑스포 아 207-1504	042)861-5525
Email	royoungj@cnu.ac.kr	

이 름 : 문성기 (영문) Moon sung gi 생년월일 : 1953년 8월 14일
 소 속 : 경성대학교 이과대학 생물학과 직 책 : 교 수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 분류 적조생물 생태

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1973년 3월~1977년 8월	부산대학교	생물교육	이학사
1978년 3월~1980년 2월	부산대학교	식물학	이학석사
1980년 3월~1983년 2월	부산대학교	식물생태학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	부산남항의 규조류에 대한 계절적 소장과 분포에 관한 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1982. 3.~현재 1987. 1.~1988. 1. 1997. 8. 22.~1997. 8. 30.	교 수 외국인 연구원 Workshop 참가자	경성대학교 이과대학 생물학과 동경대학교 농학부 수산학과 Post Doc. IOC/WESTPAC Training Course On Species Identification of Harmful Microalgae(Univ. of Tokyo, Japan)
1998. 7.~2000. 6. 2000. 3.~현재 2002. 11.~현재	겸임연구관 기초과학연구소장 전문위원(낙동강유역환경청)	국립수산진흥원 경성대학교 기초과학연구소 사전환경성검토 및 환경영향평가

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
낙동강 중·하류의 식물플랑크톤 군집구조	한국환경과학회지	2001
Application of Species-specific DNA Probe to Field Sample of <i>Alexandrium tamarense</i> (Lebour) Balech	Kor. J. of Life Science	2002
Genetic Diversity of Cultivated <i>Undaria pinnatifida</i> Population from Korea Based on Allozyme Variation Analysis	Algae	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산광역시 남구 대연동 110번지 경성대학교 이과대학 생물학과	051)620-4641
자 택	부산광역시 기장군 기장읍 교리 91번지	051)722-8809
Email	skmun@star.ks.ac.kr	

이름 : 박 경 (영문) Park kyeong	생년월일 : 1962년 2월 11일
소속 : 인하대학교 해양학과	직책 : 부교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	수역학 및 부영양화 모델링

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1981년3월~1985년2월	서울대학교	자원공학	BE
1985년9월~1987년5월	State Univ. of New York at Stony Brook	해양학	MS
1988년9월~1993년5월	College of William and Mary	해양물리학	PhD
졸업학위 논문	석사	Leaching behavior of incineration residues from municipal solid wastes	
	박사	A model study of hydrodynamic and water quality characteristics of the Rappahannock Estuary, Virginia	

주요경력

기간	직위	경력사항
1995. 3~현재	조교수, 부교수	인하대학교 해양학과 Virginia Institute of Marine Science Water Quality and Ecosystem Modeling Virginia Institute of Marine Science Virginia Institute of Marine Science
2001. 3~2002. 6	Faculty Researcher	
2000. 1~현재	편집위원	
2000. 1~2001. 1	Visiting Research Associate	
1993. 3~1995. 1	Professor Post Doc	

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	계재연도
Case study: mass transport mechanism in Kyunggi Bay around Han River mouth, Korea	J. of Hydraulic Eng., ASCE	2002
Application of Three-dimensional Hydrodynamic-Eutrophication Model (HEM-3D) to Kwang-Yang Bay in Korea	Water Quality and Ecosystem Modeling	in review
조간대 처리 기법을 포함한 3차원 semi-implicit 수역학모델 개발.	한국해양·해양공학회지,	2000

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 해양학과	032)860-7707
주택		019-9737-7707
Email	kpark@inha.ac.kr	

이 름 : 박광석 (영문) Park kwang seok 생년월일 : 1968년 9월 29일
 소 속 : 포항산업과학연구원 직 책 : 선임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	해수전기분해법에 의한 제거기술

주요학력

기 간	학 교 명	진 공	학 위 명
1988년3월~1992년2월	서울대	해양학과	이학사 이학석사
1992년3월~1995년2월	서울대	해양학과	
2002년3월~ 년 월	포항공대	환경공학부	
졸업학위 논문	석 사 박 사	인천 연안역의 영양염류 수지 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1995. 1.	선임연구원	포항산업과학연구원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경북 포항시 남구 효자동 산32 포항산업과학 연구원	054)279-4483
자 택	경북 포항시 남구 지곡동 그린빌라 314-403	
Email	kspark@rist.re.kr	

이 름 : 박영태 (영문) Park young tae 생년월일 : 1964년 3월 18일
 소 속 : 국립수산과학원 남해수산연구소 직 책 : 수산연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	유해적조생물 발생기작 연구, 적조발생에 따른 해양세균 생태 환경연구 해양세균을 이용한 적조 방제

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1982년3월~1989년2월	부경대학교	해양학	이학사
1989년3월~1991년2월	부경대학교	해양환경미생물	이학석사
1991년10월~1995년2월	동경대학교	해양환경미생물	농학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	원문만의 해양세균 분포와 산소소모량에 관한 연구 Studies on the ecology of marine sulfate reducing bacteria using 16S rRNA probe and <i>in situ</i> hybridization	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1996. 9.~1997. 8.		한국 학술진흥재단 지원 국내 Post-doc. 연수
1997. 9.~1998. 8.		한국 과학재단 지원 국내 Post-doc. 연수
1998. 10.~2000. 8.		부경대학교 해양과학공동연구소 연구원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	게 제 연 도
Algicidal activity of substance purified from marine bacteria metabolites against <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	J. of fisheries science and technology	2002
<i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생기작과 대책		2001
적조생물 살조세균 탐색Ⅳ. 살조세균 <i>Micrococcus</i> sp. LG-5가 생산하는 살조물질의 특성과 해양생물에 미치는 영향	한국해양학회지	2000
적조생물 살조세균 탐색 Ⅲ. 유해성 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 에 대한 <i>Micrococcus</i> sp. LG-5의 살조 효과	한국수산학회지	2000
황토침가 해양퇴적물에서 적조생물 <i>Cochlodinium polykrikoi</i> -des 분해중 세균군집의 변동	한국수산학회지	1998

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	전남 여수시 화양면 안포리 남해수산연구소	061)691-9360
자 택		

Email ytpark@nfrda.re.kr

이 름 : 박종규 (영문) Park jong gyu 생년월일 : 1965년 1월 23일
 소 속 : 인제대학교 낙동강유역환경연구센터 적조연구단 직 책 : 조교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	규조류(<i>Pseudo-nitzschia</i>), 와편모류 적조생물 생리, 생태 기생생물을 이용한 생물학적 방제

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1983년3월~1987년2월	서울대학교	해양학	학사
1987년3월~1989년2월	서울대학교	생물해양학	석사
1989년2월~1996년2월	서울대학교	생물해양학	박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Vertical distribution of phytoplankton in relation to chlorophyll maximum layer in the southwestern waters of the East Sea, Korea 한국 동해남부해역의 환경변화에 따른 식물플랑크톤 생물량의 장기간 변동과 광합성 특성	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1996. 5~현재	조교수	인제대학교 적조연구단
1999. 6~현재	이사	한국조류학회
2001. 9~2002. 9	방문연구원	미국 스미스소니언 환경연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	게재연도
진해만의 식물플랑크톤: I. 광 환경에 따른 광합성 특성과 일차생산력 Diurnal vertical migration of <i>Cochlodinium polykrikoides</i> during a red tide in coastal waters of Namhae Island, Korea	해양학회지 Phycologia	2001 2001
Monthly monitoring of domoic acid producer <i>Pseudo-nitzschia multiseriata</i> (Hasle) Hasle using species-specific DNA probes and WGA lectins and abundance of <i>Pseudo-nitzschia</i> species (Bacillariophyceae) from Chinhae Bay, Korea	Botanica marina	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 김해시 어방동 607번지	055) 320-3533
자 택	경남 김해시 어방동 499번지 대우유토피아 101-1606호	055) 322-3529
Email	rtjgpark@ijn.inje.ac.kr	

이 름 : 박종수 (영문) Park jong soo 생년월일 : 1955년 08월 01일
 소 속 : 국립수산과학원 환경관리과 직 책 : 수산연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생환경

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1976년3월~1983년2월	수산대학교	환경공학	공학사
년 월~ 년 월	수산대학교 대학원	환경공학	공학석사
년 월~ 년 월	부경대학교 대학원	환경공학	공학박사
졸업학위	석 사	원문만 해저퇴적물중 인의 존재형태와 용출 (석사)	
논문	박 사	생태계 모델을 이용한 굴 양식어장의 최대 수용력 산정 (박사)	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1983~1997. 11	국립수산과학원 연구사	환경분야 연구(해양환경모니터링)
1997~현재	국립수산과학원 연구관	환경분야 연구(해양환경모니터링)
2000, 2002	국립수산과학원 연구관	수개단 점검분석 평가위원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
굴 양식수역의 환경용량 산정 I. 생태계모델을 이용한 거제·한산만 굴 먹이 공급량 추정.	한국수산학회지	2002
굴 양식수역의 환경용량 산정 II. 거제·한산만의 환경용량	한국수산학회지	2002
Cochlodinium polykrikoides 적조발생기작과 대책 1. 적조발생과 소멸의 환경특성	한국해양학회지	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 408-1번지	051)720-2540
자 택	부산시 해운대구 우동 347-2번지 협성그린 102-1401호	051)744-0286
Email	seakeeper@nfrdi.re.kr	

이 름 : 박주석 (영문) Park joo suck	생년월일 : 1933년 6월 2일
소 속 : 부경대학교	직 책 : 강사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물 생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 분류 적조생물 생태, 발생기작

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1953년3월~1957년2월	부산수산대학교	해양생물	수산학사
1971년2월~ 년 월 년 월~ 년 월		부유생물	이학박사
졸업학위	석 사		
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1960~1975	수산연구소	수산진흥원
1966~1983	환경조사과장	수산진흥원
1984~1992	해양자원부장	수산진흥원
1992~1994	원장	수산진흥원
1994~	강사	부경대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	계제연도
진해만 적조의 특성과 환경변화	수진연구보고	1982
남해안의 환경오염 지행과 모악류 및 요각류의 생물학적 오염지표성	수진연구보고	1982
한국남해의 식물 플랑크톤의 분포와 수괴 특성	한국수산학회지	1990

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 대연동 부경대학교 해양학과	051)620-6210
자택	부산시 해운대구 좌동 LG APT. 103동 802호	051)701-2994
Email	pjs8333@hanafos.com	

이 름 : 박혜경 (영문) Park hae kyung 생년월일 : 1965년 3월 15일
 소 속 : 국립환경연구원 한강물환경연구소 직 책 : 담수생태과장

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물 생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	담수 남조류 분류 담수 조류 발생 기작 및 군집구조 분석 유해담수조류의 생리생태 연구, 남조류독소 분석 유해담수조류 대량증식 제어방안 연구

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1993년3월~1998년8월	경북대학교	미생물학	이학박사
1987년3월~1989년2월	경북대학교	미생물학	이학석사
1983년3월~1987년2월	경북대학교	미생물학	이학사
졸업학위 논문	석 사 박 사	다기능성 유전자 발현벡터의 개발 한국산 담수조류, <i>Microcystis</i> spp.의 생리생태적 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
2001. 2~현재	담수생태연구원	국립환경연구원 한강물환경연구소
1996. 3~2001. 1	환경연구사	국립환경연구원 수질미생물과
1989. 4~1996. 3	환경연구사	국립환경연구원 호소수질연구소
1994. 1~1995. 1	과건연구원	일본 국립환경연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	게 재 연 도
팔당호에서의 남조류 및 남조류생성 독성물질의 계절변동	한국조류학회	2000
응집제 종류 및 용존산소 농도에 따른 조류의 autoflotation 효과	한국위생학회	2000
Release and degradation of microcystins during the batch culture of <i>Microcystis aeruginosa</i> and grazing with and without microanimals.	J. of Jpn. Soc. on Wat. Env.	1998

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경기도 양평군 양서면 양수리 627번지	031)772-7896
자 택		
Email	parkhk@me.go.kr	

이 름 : 배현민 (영문) Bae heon meen	생년월일 : 1955년 5월 17일
소 속 : 국립수산과학원 유해생물과	직 책 : 수산연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조 원격 모니터링 기술 개발 적조구제 및 방제기술 개발

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1984년3월~1986년2월	부산수산대학교 대학원	기계공학	공학석사
1988년3월~1991년2월	일본 Nagaoka 기술과학대학	에너지, 환경공학	공학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	undular bore의 발달과정에 관한 수치해석 십자교차된 원주의 하류에서발생한 3차원와류의 구조해석에관한연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1992. 3.~1993. 8. 1993. 8.~현재 1999. 3~	강사 수산연구관 이사	부경대학교 공과대학 강사 국립수산과학원 한국어업기술학회

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Suppression of Karman vortex excitation of a circular cylinder by second cylinder set doumstream in cruciform arrangement	Journal of computational and Applied mechanics	2001
황토의 광화학 반응이 매개한 적조구제효과	조류학회	2001
인공어초 어장의 환경특성 및 생물 생산성	수진연구보고	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 시랑리 국립수산과학원	051)720-2550
자 택	부산시 해운대구 중2동 1526-1 이진빌라	051)743-0027
Email	hmnae@nfrdi.re.kr	

이름 : 서영상 (영문) Seo young sang	생년월일 : 1962년 11월 25일
소속 : 국립수산과학원 해양환경부	직책 : 수산연구관

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	위성 원격탐사에 의한 적조발생 주변 해양특성 연구

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1982년3월~1986년2월	부산수산대학교	해양학	이학사
1986년3월~1988년2월	부산수산대학교	해양물리	이학석사
1994년3월~2000년2월	부경대학교	해양원격탐사(해양물리)	이학박사
졸업학위 논문	석사 박사	한반도 연안의 표면수온과 기온의 상관성 위성 원격탐사에 의한 한반도 근해의 해양학적 특성	

주요경력

기간	직위	경력사항
200. 2.~현재	수산연구관	국립수산과학원
1998. 2.~2000.1.	수산연구사	국립수산과학원

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	계제연도
NOAA 위성자료에 의한 해수표면 수온분포와 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조 발생의 상관성 하계 동해 연안역에서 발생하는 냉수역의 시공간적 변동특성 클로로필 a 추정시 OSMI 밴드의 광학반응 특성	한국환경과학회지	2000
	한국수산학회지	2001
	대한원격탐사학회지	2002

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 국립수산과학원 해양연구과	051)720-2220
주택	부산시 해운대구 재송삼익 아파트 다동 628호	
Email	ysswh@nfrdi.re.kr	

이 름 : 신경순 (영문) Shin Kyoungsoon	생년월일 : 1963년 8월 5일
소 속 : 한국해양연구원	직 책 : 선임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산	적조원인생물 배양 및 보존 적조원인생물의 cyst형성 및 발아과정 연구 적조원인생물의 배양조건에 따른 지방산 조성 변화

주요학력

기 간	학 교 명	진 공	학 위 명
1982년 3월~1986년 2월	인하대학교	해양학	이학학사
1986년 3월~1988년 2월	인하대학교	해양학	이학석사
1991년 3월~1997년 8월	인하대학교	해양학	이학박사
졸업학위 논문	석 사	동물플랑크톤의 먹이섭취율과 여과율변화에 대한 연구	
	박 사	황·동중국해에서의 Calanoid 요각류의 현장먹이 섭이율 및 식물플랑크톤에 대한 포식압	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1997~현재	한국해양연구소 선임연구원 장목분소 적조연구 팀장 “거제의제21” 추진 준비위원 “거제의제21” 연안관리 분과위원	

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
적조원인종인 <i>Prorocentrum minimum</i> 의 온도에 따른 생화학적 조성의 변화.	환경생물학회지	1998
질산염과 인산염 농도 변화에 따른 <i>Gymnodinium sanguineum</i> 과 <i>Skeletonema costatum</i> 의 성장과 생화학적 구성성분의 비교.	환경생물학회지	2000
외나로도 주변해역 퇴적물의 지화학적 특성과 저서 생물상.	한국환경과학회지	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 거제시 장목면 장목리 391번지	055-639-8740/639-8746
자택	경기도 안산시 상록구 일동 619-13번지 201호	031-407-5509
Email	ksshin@kordi.re.kr	

이 름 : 심정민 (영문) Shim jeong min 생년월일 : 1967년 11월 14일
 소 속 : 국립수산과학원 동해연구소 직 책 : 연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1986년3월~1990년2월	부산대학교	생물	석사 박사
1990년3월~1992년2월	부산대학교 대학원	해양생물	
1993년3월~1999년2월	부산대학교 대학원	해양생물	
졸업학위 논문	석 사 박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1992. 5.~현재	수산연구사	국립수산과학원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	계제연도

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	강원도 강릉시 연곡면 동해연구소	033)661-8503
자 택		

Email jmshim@nfrdi.re.kr

이 름 : 이필용 (영문) Lee Pil Yong 생년월일 : 1955년 8월 20일
 소 속 : 국립수산과학원 직 책 : 환경관리과장

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생환경

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1997년8월~2001년2월	부산수산대학교	화학해양학	이학박사
1989년3월~1992년8월	부경대학교	화학해양학	이학석사
졸업학위	석 사		
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1978년10월~1995년 7월 1995년 7월~현재	수산연구사, 수산연구관 과 장	국립수산진흥원 환경과 남해수연 해양자원과장, 국립수산과학원 적조생물과장, 적조공학과장, 환경관리과장

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
한반도 남동 연안대만 입자유기물질의 시공간 변동 특성	한국수산학회지 33(6)	2000
고성만과 강진만에서 현탁물 섭취자에 유용한 입자물질 양과 질의 계절변동	한국수산학회지 34(4)	2001
Accumulation of Butyltin Compounds in Shellfish and Fish from Korean Coastal Area	한국해양학회지 37(2)	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 국립수산과학원	051)720-2510
자 택	부산시 해운대구 반여1동 우방아파트 109동 2202	051)525-9940
Email	pylee@nfrdi.re.kr	

이 름 : 안경호 (영문) An kyoung ho	생년월일 : 1959년 월 일
소 속 : 국립수산과학원 서해수산연구소	직 책 : 수산연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물, 휴면포자 분류 및 분포

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1979년3월~1983년2월	인하대학교	해양학	이학사
1990년3월~1992년2월	인하대학교	해양생물학	이학석사
1992년3월~1995년2월	부산수산대학교	해양생물학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	한국연안의 와편모조류 휴면포자 분포와 주요 유해종의 증식특성	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1986.~1998.		국립수산과학원 유해생물과
1998.~2000.		국립수산과학원 통영분소
2000.~2002.		국립수산과학원 서해수산연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	인천광역시 중구 을왕동 산 66-3번지 서해수산연구소	032)745-0529/0527
자 택		

Email khan@nfrdi.re.kr

이 름 : 안유환 (영문) Ahn yu hwan 생년월일 : 1948년 9월 22일
 소 속 : 한국해양연구원 직 책 : 책임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조원격탐사 기술개발

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1968년3월~1972년2월	경북대학교	물리학	학사
1982년3월~1984년8월	영남대학	환경과학	석사
1987년9월~1990년6월	Paris 6대학	해양원격탐사	박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	단산지 수계환경변동 연구 해수중 생물 및 무기입자의 광특성연구와 이의 원격탐사 활용연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1990~1992	연구원	LPCM/Paris-6대학
1993. 3.~1997. 9.	연구관	국립수산진흥원
1997. 10.~현재	책임연구원	해양환경기후연구본부
1999~현재	이사	대한원격탐사학회

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Development of Suspended Particulate Matter algorithms for ocean color remote sensing.	Journal of the KSRS	2001
Development of Remote Sensing Reflectance and Water Leaving Radiance Models for Ocean Color Remote Sensing Technique.	Journal of the KSRS. Marine Technology Society	2000
Development of an inverse model from ocean reflectance.	Journal.	1999

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경기도 안산시 사동 1270 한국해양연구원	031)400-6129/6139
자 택	경기도 안양시 만안구 석수2동 LG 빌리지 301-707동	
Email	yhahn@kordi.re.kr	

이 름 : 오봉철 (영문) Oh bong cheol	생년월일 : 1961년 6월 13일
소 속 : 국립수산과학원 서해수산연구소	직 책 : 수산연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 생태 및 상호작용 적조생물 집적 메카니즘

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1980년3월~1984년2월	제주대학교	해양자원학	이학사
1985년3월~1988년2월	제주대학교	해양생물학	이학석사
1989년4월~1992년12월	일본 동경대학	해양생물학	농학박사
졸업학위 논문	석 사	제주도주변해역의 동물플랑크톤 생산량 추정과 군집구조에 관한 연구	
	박 사	Ecological Studies on the Deep-sea Copepods in Sagami Bay, Central Japan	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1993. 3.~1997. 2.	강 사	제주대학교 해양과학대학 해양생물담당
1997. 2.~2000. 2.	수산연구관	국립수산과학원해양환경부적조생물담당
2000. 2.~2002. 2.	수산연구관	국립수산과학원동해수산연구소 해양담당
2002. 2.~현재	수산연구관	국립수산과학원서해연구소해양.환경담당

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Feeding behavior of the poecilostomatoid copepods <i>Oncaea</i> spp. on chatognaths	Journal of Marine Systems	1998년
제주도 문섬 산호서식지 주변의 생물생태학적 특성: III. 젤라틴성 동물플랑크톤 생물량의 계절 및 일 변동	한국해양학회지	2000년
The application of species specific DNA-targeted probes and flurecently tagged lectin to differentiate several species of <i>Pseudo-nitzschia</i> (Bacillariophyceae) in Chinhae Bay, Korea	Scientia Marina	2001년

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	인천광역시 중구 을왕동 산 66-3 국립수산과학원 서해연구소	032)745-0553
차 택	서울특별시 금천구 시흥동 789 한양아파트 5-601	016)231-5756
Email	bcoh@nfrdi.re.kr	

이 름 : 오임상 (영문) Oh im sang	생년월일 : 1948년 6월 25일
소 속 : 서울대학교 지구환경과학부	직 책 : 교 수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조원격탐사, 이동·확산

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1968년3월~1972년2월	서울대학교	해양학	이학사
1972년3월~1976년8월	서울대학교	해양학	이학석사
1977년8월~1981년12월	미국올드도미니언대학교	물리해양학	해양학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Water wave refraction with non-linear theory	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1981. 9~1982. 8	연구원	미국 항공우주국 부설 - 과학과 공학을 위한 컴퓨터연구소 (ICASE)
1982. 9~1985. 2	선임연구원	미국 하와이대학교 지구물리연구소
1985. 3~현재	교수	서울대학교 해양학과 조교수→부교수→교수
1999. 3~2001. 2	소장	서울대학교 해양연구소
1999. 3~2001. 12	회장	사단법인 한국해양학회
1996. 11~현재	총무이사	사단법인 독도해양수산연구회
1999. 11~2002. 2	회장	사단법인 해양과학기술협의회
2000. 1~현재	대표이사	사단법인 삼각해양과학진흥회

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	계제연도
Causes of the unusual coastal flooding generated by Typhoon Winnie on the west coast of Korea	Natural Hazard	2002
Generation of cyclonic eddies in the Eastern Gotland Basin of the Baltic Sea Following dense water Inflows: Numerical Experiments	J. of Marine Systems	2001
Seasonal Changes in Siliclastic Beach Sedimentation along the Eastern Coast of Korea	Quaternary International	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	서울시 관악구 신림9동 산56-1	(02) 880-6752 / (02) 876-3147
자 택	서울시 송파구 문정동 150 웨밀리 APT 218-1402	02) 430-4032
Email	ois@storm.snu.ac.kr	

이 름 : 오현주 (영문) Oh hyun ju 생년월일 : 1969년 11월 18일
 소 속 : 국립수산과학원 직 책 : 수산연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 분류

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1989년3월~1993년2월	부산대학교	생물학	이학사
1993년3월~1995년2월	부산대학교	생물학	이학석사
1996년3월~1998년2월	부산대학교	동물학	이학박사
졸업학위	석 사		
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1996.4.17~현재	수산연구사	국립수산과학원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
동중국해 북부해역 클로로필-a의 분포특성과 해양환경특성	수산학회지	1999
한국남해안에서 살파류(Tunicata Thaliacea)의 대번식과 해양 생태계에 미치는 영향	해양학회지	2000
경기만 수질의 시공간적 변동과 부영양화	수진원연구보고	1999

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 국립수산과학원 해양연구과	051)720-2221
자 택	부산시 해운대구 좌동 1413번지 삼성아파트 105-2001	051)701-2302
Email	hjoh@nfrdi.re.kr	

이름 : 유종수 (영문) Yoo jong su	생년월일 : 1961년 3월 7일
소속 : 한국해양대학교 해양과학기술연구소	직책 : 전임연구교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	유독플랑크톤 분류 (유각조류) 적조생물의 생태·생리학적 연구 및 모니터링 산업폐기물을 이용한 적조방제제 개발

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1981년2월~1986년3월	충북대학교	생물학	이학사
1986년2월~1989년3월	충북대학교	해조류 분류생태학	이학석사
1989년2월~1994년3월	서울대학교	해양생태학	이학박사
졸업학위 논문	석사 박사	서해안 해조군집의 구조 및 천이에 관한 생태학적 연구 인천항 폐쇄 해양생태계 생물군집의 구조와 생산성 및 탄소순환	

주요경력

기간	직위	경력사항
1996. 7~1998. 7	객원연구원	동경수산대학교
1998. 10~2000. 9	선임연구원	포항산업과학연구원
2000. 9~현재	전임연구교수	한국해양대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	게재연도
해양 유독생물의 독성 검사와 보건환경 모니터링을 위한 조직센서의 활용	한국환경생물학회지	1999
Toxic algal bloom caused by Toxic Dinoflagellate <i>Alexandrium tamarense</i> in Chindong Bay, Korea	J. Fish. Sci. and Techno.	2000
Application of a channel biosensor for toxicity measurements in cultured <i>Alexandrium tamarense</i>	J. Natural Toxins	2000

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	부산시 영도구 동삼동 1번지	051)405-4213
주택	부산시 영도구 동삼동 213-11 화신한바라빌라 15동 201호	
Email : jsyoo@hhu.ac.kr		

이름 : 윤양호 (영문) Yoon yang ho	생년월일 : 1957년 8월 1일
소속 : 여수대학교 해양시스템학부	직책 : 교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물의 생리·생태 및 적조발생기구 해석

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1976년3월 ~ 1980년2월	제주대학교	수산해양학	수산학사
1984년4월 ~ 1986년3월	일본, Nagasaki Univ.	환경생태학	수산학석사
1986년4월 ~ 1989년3월	일본, Hiroshima Univ.	생물생산학	학술박사
졸업학위 논문	석사	長崎縣沿岸域における赤潮生物の出現に關する研究(A study on the occurrence of red tide organisms in coastal waters of Nagasaki Prefecture)	
	박사	瀬戸内海における植物プランクトン,特に赤潮生物の増殖に及ぼす環境特性 (Environmental analysis of phytoplankton growth in the Inland Sea of Japan with special reference to the occurrence of red tide)	

주요경력

기간	직위	경력사항
1990. 3~현재	전임강사, 조교수, 부교수, 교수	여수대학교 해양시스템학부
1996. 2~현재	위원	국립수산과학원 적조심의회
1997. 2~현재	심사위원	환경부 환경친화기업 심사위원회
2000. 9~현재	전문위원(환경청)	사전환경성 검토 및 환경영향평가

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	계제연도
A summary on the red tide mechanisms of the harmful dinoflagellate, <i>Cochlodinium polykrikoides</i> in Korean coastal waters.	<i>Bull. Plankton Soc. Japan</i>	2001
Taxonomic studies on blackish copepods in Korean waters-II. Ontogeny and phylogeny of appendages in copepodid stages of <i>Tortanus derjugini</i> Smirnov, 1935 (Copepoda, Calanoida).	<i>Journal of Plankton Research</i>	2001
원격탐사를 이용한 한국 남해 중부해역에서의 적조 예찰 연구 I. 적조발생과 기상인자간의 상관성 연구	한국해양정보통신학회논문지	2002

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	전남 여수시 둔덕동 산96-1	061)659-3142 / 652-1708
주택	전남 여수시 미평동 선경아파트 307동 101호	061)652-1229
Email	yhyoon@yosu.ac.kr	

이름 : 이삼근	(영문) Lee sam geun	생년월일 : 1952년 5월 10일
소속 : 국립수산과학원 유해생물과	직책 : 유해생물과장	

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물의 미세구조(주사전자현미경) 적조생물분포 및 천이

주요학력

기간	학교명	진공	학위명
1972년3월~1979년2월	부산수산대학교	양식학	이학사
1985년3월~1991년2월	경성대학교	생물학	이학석사/이학박사
졸업학위 논문	석사 박사	진해만의 적조 및 유독성 부유생물에 관한 연구 진해만에 출현하는 유독성 편모조류의 분류 및 분포에 관한 연구	

주요경력

기간	직위	경력사항
1979. 7.~1999. 1.	수산연구사/수산연구원	국립수산과학원 유해생물과
1999. 1.~1999. 12.	군산분소장	국립수산과학원 군산분소
2000. 1.~2000. 12.	해양과장	국립수산과학원 해양연구과
2001. 1.~현재	유해생물과장	국립수산과학원 유해생물과

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	게제연도
한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 변천	한국수산학회지	2001
Biochemical responses of fish exposed to harmful dinoflagellate <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	J. of exp. mar. biol. and ecol.	2000
Reactive oxygen species as causative agents in the ichthyotoxicity of the red tide dinoflagellate <i>Cochlodinium polykrikoides</i> .	J. of Plankton Research	1999

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	부산광역시 기장군 기장읍 시랑리 408-1번지 국립수산과학원	051)720-2521 / 2266
주택	부산시 해운대구 좌동 경남선경아파트 113-1701	051)701-6120 / 2266
Email	sglee@nfrdi.re.kr	

이 름 : 이영식 (영문) Lee young sik 생년월일 : 1962년 8월 14일
 소 속 : 국립수산과학원 남해수산연구소 직 책 :

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생원인 및 대책

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1985년3월~1989년2월	부경대학	화학공학	학사
1991년3월~1993년3월	일본 시마네 대학	환경미생물	석사
1993년4월~1996년3월	일본 히로시마 대학	연안해역 수질관리	박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	하수오니의 혐기성소화에 있어 황산염의 역할 히로시마만의 부영양화의 기작과 근본적인 대책	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1996. 3.~1997. 2.	연구원	한국 과학재단 지원 국내 Post-doc. 연수

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Cochlodinium polykrikoides 적조 발생과 소멸의 환경특성	한국해양학회	2001
광양만에서 식물플랑크톤 증식의 제한 영양염	한국해양학회	2001
여수 돌산도 동부연안해역에서 담수유입에 의한 규조적조의 발생	대한환경공학회	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	전남 여수시 화양면 안포리 남해수산연구소 자원환경과	061)690-8960
자 택		
Email	lys@nfrdi.re.kr	

이 름 : 이원재 (영문) Lee won jae	생년월일 : 1943년 12월 26일
소 속 : 부경대학교 미생물학과	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	미생물에 의한 적조생물 방제(살조세균)

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1980년4월~1983년3월 1968년9월~1970년8월 년 월~ 년 월	동경대학 부산수산대학	해양미생물학 해양미생물학	농학박사 수산학석사
졸업학위 논문	석 사 박 사	한국연안의 장염 비브리오의 분리 동물 플랑크톤 배양에 유용한 해양 세균 개발	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1972~현재	교수	부경대학교
1995~1996	처장	부산수산대학교 학생처
1996~1998	편집 위원장	한국 수산학회
1998~2000	부회장	한국 수산학회

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
적조 생물 Cochlodinium sp. 살조세균의 탐색	한국수산학회지	2000
해양세균이 적조형성 생물에 미치는 역할-2	한국수산학회지	1991
해양세균이 적조형성 생물에 미치는 역할-1	한국수산학회지	1990

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 남구 대연동 599-1	051)620-6361
자 택	부산시 수영구 남천1동 73-26(13/3)	051)623-8655
Email	wjlee@mail.pknu.ac.kr	

이 름 : 이원호 (영문) Yih won ho	생년월일 : 1955년 1월 10일
소 속 : 군산대학교 해양과학대학	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 성장 요인별 요구도 정량분석 적조생물 성장 요구물질 성분 정량분석 진핵생물 기생자를 이용한 적조 제어

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1973년3월~1977년2월	서울대학교	해양학	학사
1977년3월~1979년2월	서울대학교	해양학	석사
1981년9월~1986년2월	서울대학교	생물해양학	박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	An ecological study of phytoplankton in the southwestern waters of the East Sea (Sea of Japan), Korea. (225 pp., in English).	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
2001. 3.~현재 1986. 10.~현재 1998. 1.~1999. 6.	겸임연구원 교수, 적조연구센터소장 객원교수/ Res. Fellow	(미)스미소니언환경연구센터 군산대학교 (미)스미소니언연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Effects of two strains of the parasitic dinoflagellate <i>Amoebophrya</i> on growth, photosynthesis, light absorption, and quantum yield of bloom-forming dinoflagellates.	Mar. Ecol. Prog. Ser, 227	2002
NaOCl produced by electrolysis of natural seawater as a potential method to control marine red-tide dinoflagellates.	Phycologia, 41	2002
Infection of <i>Gymnodinium sanguineum</i> by the dinoflagellate <i>Amoebophrya</i> sp.: Effect of host nutrient environment on parasite generation time, reproduction, and infectivity.	J. Eukaryotic Microbiol. 47,	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	전북 군산시 미룡동 산68. 군산대학교 해양과학대학	063)469-4601/4911
자 택	전북 군산시 미룡동 900-1 미룡3주공A 315-502	063)466-6875
Email	ywonho@kunsan.ac.kr	

이 름 : 이종수 (영문) Lee jong soo	생년월일 : 1956년 1월 16일
소 속 : 경상대학교	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물의 유독성분 분석 적조생물의 유독성분 분리, 정제, 구조해석 적조생물의 유독성분의 이용

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1972년3월~1976년2월	부산수산대학	식품공학	학사
1982년3월~1984년2월	부산수산대대학원	식품공학	공학석사
1985년4월~1989년3월	일본동북대대학원	해양천연물학	농학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Studies on the penetration of some humectants on fish meat Studies on the diarrhetic shellfish toxins	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1981~1995	조교수, 부교수	통영수산전문대학
1992~1993	교환교수	미Illinois대학
1996~현재	교수	경상대학교 교수

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
HPLC-FD와 PPIA에 의한 진주담치의 DSP 분석	Algae	2000
Screening for the toxic compounds in the red tide dinoflagellate	Algae	2001
Cochlodinium polykrikoides 적조 조체의 생리활성물질	한국수산학회	1996

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 통영시 인평동 445 경상대학교 해양생물이용학부	055)640-3117 055)640-3111
자 택	부산시 수영구 남천동 삼익타워아파트 6-1003호	051)622-1424
Email	leejs@gshp.gsnu.ac.kr	

이름 : 이준백 (영문) Lee joon baek	생년월일 : 1956년 8월 13일
소속 : 제주대학교 해양학과	직책 : 교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물생태·발생기작(휴면시스트 분류 및 생태)

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1975년3월~1979년2월	한양대학교	생물학	이학사
1981년9월~1984년2월	한양대학교 대학원	해양생물학	이학석사
1984년9월~1987년8월	한양대학교 대학교	해양생물학	이학박사
졸업학위	석사	석사; 마산만일대 쌍편모조류 군집의 동태에 관한 연구 박사; 마산만일대 쌍편모조류 군집의 구조와 동태에 관한 연구	
논문	박사		

주요경력

기간	직위	경력사항
1988. 3.~현재	전임강사, 조교수, 부교수, 교수	제주대학교 해양학과
1992. 1.~1993. 1.	객원연구원	영국 런던대학교 Royal Holloway대학

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	게재연도
Seasonal dynamics of dinoflagellates and raphidophytes and distribution of their resting cysts in Kamak Bay, Korea	Harmful Algal Blooms 2000	2001
Dinoflagellate cyst assemblages in the surface sediments from the Northwestern East China Sea	한국수산학회지 (영문판)	2001
제주 중문연안역의 초미세, 미소, 소형플랑크톤 시·공간적 분포	한국해양학회지	2002

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	제주시 아라동 1번지 제주대학교 해양학과 (690-756)	064)754-3435 064)725-2461
주택	제주시 연동 1399-1 대림아파트 201동 1203호 (690-817)	064)743-8803
Email	jblee@cheju.ac.kr	

이 름 : 이진애 (영문) Lee jin ae	생년월일 : 1953년 7월 6일
소 속 : 인제대학교 환경시스템학부	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	유해 조류 생리·생태 해조류 생리·생태 조류독소 분석

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1972년3월~1976년2월	서울대학교	식물학	이학사
1977년3월~1979년2월	서울대학교	식물학	이학석사
1980년9월~1987년5월	뉴욕주립대학교	연안해양학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	인천항 선거내의 해조상에 관한 연구. Environmental regulation of the reproduction and recruitment of <i>Laminaria saccharina</i> (L.) Lamour. (Phaeophyta) at the southern limit of its distribution in the northwestern Atlantic Ocean.	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1988.~현재 1998.~2000. 1999.~2002. 2000.~2001.	조교수, 부교수, 교수 단장 위원 위원	인제대학교 환경시스템학부 인제대학교 적조연구단 대통령자문 정책기획위원회 (과학기술·환경분야) 국무총리실 국무조정실 정책평가위원회 (해양수산부)

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 재 연 도
HPLC-FD와 PPIA에 의한 진해만 진주담치의 DSP 분석	ALGAE	2000
낙동강 하류역 남조 Anabaena의 개체군 변동 및 독성 연구	ALGAE	2002
낙동강 하류 수계의 독성 Microcystis의 생태 연구	ALGAE	2002
Application of seaweed cultivation to the bioremediation of nutrient-rich effluent.	ALGAE	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 김해시 어방동 607	055)320-3248/ 055)334-7092
자 택	부산광역시 금정구 남산동 265-26	051)514-3529
Email	envjal@ijnc.inje.ac.kr	

이름 : 이진환 (영문) Lee jin hwan	생년월일 : 1951년 8월 16일
소속 : 상명대학교 자연과학대학 자연과학부	직책 : 교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1971년3월~1977년2월	한양대학교	생물학	이학사
1977년3월~1979년2월	한양대학교	해양생물학	이학석사
1980년3월~1984년8월	한양대학교	부유생물학	이학박사
졸업학위 논문	석사 박사	진해만에 있어서 식물플랑크톤군집의 구조와 동태에 관하여	

주요경력

기간	직위	경력사항
1980. 3.~1985. 2.	연구원, 선임연구원	한국해양연구원
1985. 3.~현재	조교수, 부교수, 교수	상명대학교
1988. 7.~1989. 7.	Post-doc.	Texas A&M Univ.
1995. 3.~1997. 2.	학장	상명대학교
1999. 11.~2002. 6.	학장	상명대학교
2001. 6.~현재	부회장	한국조류학회
2002. 6.~현재	부회장	한국환경생물학회
2002. 8.~2003. 8.	교환교수	Portland State Univ.

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	계제연도
한국의 식물-적조원인생물 도감-	생명공학연구원	1999

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	서울특별시 종로구 홍지동 7번지 상명대학교	02)2287-5152
주택	서울특별시 양천구 목동 신시가지 아파트 222-906	02)2649-1308
Email	jjlee@smu.ac.kr	

이 름 : 이창규 (영문) Lee chang kyu	생년월일 : 1960년 10월 5일
소 속 : 국립수산과학원 유해생물과	직 책 : 수산연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 천이, 발생기작, 생활사, 일주기 운동

주요학력

기 간	학 교 명	진 공	학 위 명
1979년3월~1983년2월	충남대학교	해양학	이학사
1986년3월~1988년2월	부산수산대학교	수산생물학	수산학석사
1989년3월~1993년2월	부산수산대학교	수산생물학	수산학박사
졸업학위 논문	석사 박사	동물성 먹이 배양을 위한 적종 식물성 먹이생물 <i>Ephinephelus akkara</i> 의 생리 및 초기 생존특성	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1988. 3.~1996. 7.		국립수산과학원 부산시험장
1996. 8.~현재		국립수산과학원 유해생물과

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
적조생물, <i>Cochlodinium polykrikoides</i> , <i>Gyrodinium impudicum</i> , <i>Gymnodinium catenatum</i> 의 출현과 환경요인에 따른 성장특성	한국수산학회지	2001
한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 변천	한국수산학회지	2001
2000년 여름에 남해안에 나타난 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 우점 적조의 발생 특성	한국해양학회지	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산광역시 기장군 기장읍 시랑리 408-1번지 국립수산과학원	051)720-2521/2266
자 택	부산광역시 해운대구 좌동 1396번지 대림1차 115-403	051)701-4273
Email	cklee@nfrdi.re.kr	

이름 : 이택건 (영문) Lee taek kyun	생년월일 : 1963년 1월 26일
소속 : 한국해양연구원 남해연구소	직책 : 선임연구원

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생기작 적조생물생리 적조방제

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1981년3월~1985년2월	성균관대학교	생물학	학사
1989년3월~1991년2월	성균관대학교	생물학	석사
1994년3월~1998년2월	성균관대학교	식물학	박사
졸업학위 논문	박사	초산과 포도당 배지에서 성장하는 벼 및 당근 현탁배양세포의 diauxic growth 및 그 기작에 관한 연구	

주요경력

기간	직위	경력사항
1998. 3~2000. 8	연수연구원	한국해양연구원
2000. 9~현재	선임연구원	한국해양연구원

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	게재연도
Ethylene-mediated phospholipid catabolic pathway in glucose-starved carrot suspension cells	Plant Physiology	1998
Preferential use of acetate over glucose involves acetate-mediated inhibition of glucose uptake during diauxic growth of carrot cells	Plant and Cell Physiology	1999
Acclimation of <i>Prorocentrum minimum</i> (Dinophyceae) to prolonged darkness by use of an alternatives carbon source from triacylglycerides and galactolipids	J. Phycology	1999

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	경남거제시 장목면 장목리 391 한국해양연구원 남해연구소	055)639-8748/8746
주택	경기도 안성시 아양동 아양주공아파트 106-105	031)674-6367
Email	tklee@kordi.re.kr	

이 름 : 임월애 (영문) Lim wol ae	생년월일 : 1968년 8월 5일
소 속 : 국립수산과학원	직 책 : 수산연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물분류 적조생물 생태, 발생기작

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1987년2월~1991년2월	부산수산대학교	해양학	이학사
1991년2월~1993년2월	부산수산대학교	해양미생물학	이학석사
1999년8월~ 년 월	부산대학교	해양생물학	박사수료
졸업학위 논문	석 사 박 사	적조와편모조 <i>Scrippsiella trochoidea</i> 의 균증식에 미치는 환경요인과 세균의 역할	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1995. 10.~1997. 2. 1997. 2.~1998. 6. 1998. 6.~현재	전임연구원 수산연구사 수산연구사	부경대 해양산업개발연구소 미세조류은행 국립수산진흥원 통영분소 국립수산과학원 유해생물과

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	계제연도
2000년 여름 남해안에 나타남 <i>C. polykrikoides</i> 우점적조의 발생특성	해양학회지	2002
한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 변천	한국수산학회	2001
통영주변해역의 <i>Cochlodinium</i> 적조발생시의 식물플랑크톤과 해양세균의 종조성변화	수진원연구보고	1999

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 408-1	051)720-2266
자 택	부산시 해운대구 좌동 대우2차 APT. 201-1101	051)916-3600
Email	limwa@nfrda.re.kr	

이 름 : 장 만 (영문) Chang man	생년월일 : 1954년 10월 6일
소 속 : 한국해양연구원	직 책 : 남해연구소장(책임연구원)

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물생태·발생기작

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1974년3월~1978년2월	연세대학교	생물학	이학사
1983년3월~1985년2월	서울대학교	해양생물학	이학석사
1986년3월~1990년2월	서울대학교	해양생물학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	여름철 황해 식물플랑크톤의 생태학적 연구 한국 서해 식물플랑크톤의 생태학적 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1997. 7~현재	심의위원	해양수산부 신항만건설심의위원회
2000. 3~현재	겸임교수	한양대학교 환경학과
2000. 6~현재	연구책임자	국가지정연구실 유독식물플랑크톤연구사업단
2002. 6~현재	소장	한국해양연구원 남해연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Acclimation of <i>Prorocentrum minimum</i> to Prolonged Darkness by use of an Alternative Carbon Source from Triacylglycerides and Galactolipids	<i>J. Phycol.</i>	1999
Identification of a Tolerant Locus on <i>Arabidopsis thaliana</i> to Hypervirulent Beet Curly Top Virus CFH Strain	<i>Mol. Cells</i>	2002
인공생태계를 이용하여 연안환경에서 N/P ratio의 변화에 따른 식물 플랑크톤의 군집변화 예측	해양환경공학회	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 거제시 장목면 장목리 391번지 한국해양연구원 남해연구소	055)639-8711/8746
자 택	경기도 성남시 분당구 분당동 장안타운 건영아파트 127-1102	031)702-5711
Email	mchang@kordi.re.kr	

이 름 : 장영남 (영문) Jang young nam 생년월일 : 1952년 10월 20일
 소 속 : 한국지질자원연구원 직 책 : 책임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	황토대체물질 개발연구

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1971년3월~1978년2월	고려대학교	지질학	학사
1981년4월~1983년3월	Heidelberg 대학	결정화학	석사
1983년4월~1986년2월	Heidelberg 대학	결정화학	박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Experimentalle Untersuchungen des Mangans in Sulfid lagerstaette	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
2000. 4~2003. 3	대한자원환경지질학회	이사
2001. 1~2002. 12	한국결정성장학회	이사
2002. 4~2004. 3	한국광물학회	이사
2002. 9~2003. 8	과학재단	전문분과위원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
유리 폐기물을 이용한 제올라이트 Na-A 및 Na-P의 합성	한국폐기물학회	2000
엽납석으로부터 캐올리나이트 합성연구	자원환경지질학회지	1999
Peculiarities of phased formation at synthesis of actinides waste forms	Russian academy of sciences	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	대전시 유성구 가정동 30 한국자원연구소	042)868-3120
자 택	대전시 유성구 도룡동 현대 APT 102-801	042)862-0960
Email	crystral@kigam.re.kr	

이 름 : 전희동 (영문) Chun hee dong 생년월일 : 1957년 11월 28일
 소 속 : 포항산업과학 연구원 직 책 : 수질환경연구 팀장

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물 생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	해수전기 분해법 이용기술

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1975년3월~1979년2월	서울대학교	환경공학	공학사
1979년 월~1981년 월	서울대학교	환경공학	공학석사
1981년 월~1986년 월	서울대학교	환경공학	공학박사
졸업학위	석 사		
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장		054)279-6551
자 택		

Email hdchun@rist.re.kr

이 름 : 정원화 (영문) Jheong weon hwa 생년월일 : 1966년 12월 25일
 소 속 : 국립환경연구원 수질미생물과 직 책 : 연구사

연구분야 :

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	담수조류(담수조류 종균관리 및 생태연구)

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1991년3월~1993년2월	단국대학교	미생물생태학	이학석사
1996년3월~2001년12월	단국대학교	미생물생태학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	팔당호에서 cyano- bacteria와 식물 플랑크톤의 발생특성 및제어	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1994~2001	연구사	호소수질연구소 조류생태연구
2001~현재	연구사	국립환경연구원 종균관리센터

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
수생식물을 이용한 생태공학적 수질개선	침단환경기술	2002
식물체를 이용한 조류증식억제 효과	육수학회	2000
팔당호에서 남조류 및 남조류생산 독성물질의 계절적 변동	조류학회	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	인천시 서구 경서동 종합환경연구단지 국립환경연구원	032)560-7465
자 택	경기도 고양시 일산구 대화동 2268-1, 201호	031)919-6559
Email	purify@me.go.kr	

이 름 : 정창수 (영문) Jeong chang su	생년월일 : 1952년 5월 13일
소 속 : 국립수산과학원 양식환경연구소	직 책 : 수산연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생해역 환경특성 파악 적조발생 및 이동확산에 대한 해양학적 고찰

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1972년3월 ~ 1980년2월	부산수산대	양식학	학사
1986년3월 ~ 1989년8월	인하대	해양생물	석사
1993년3월 ~ 1995년 월	인하대	해양생물	박사수료
졸업학위 논문	석 사 박 사	서해중부해역의 모악류 분포에 관한 연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1981. 1. 27	수산연구사	국립수산진흥원 해양조사과
1985. 10. 1	수산연구사	국립수산진흥원 서해수산연구소
1997. 2. 12	수산연구관	국립수산진흥원 적조연구과
2002. 3. 11.	수산연구관	국립수산과학원 양식환경연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
1988년도 남해도 인근수역의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 동물플랑크톤의 분포특성	수진연구보고	1999년
한국연안의 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 적조발생과 변천	한국해양학회지	2001년
2000년 여름 남해안에 나타난 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> 우점적조의 발생특징	한국해양학회지	2002년

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 통영시 산양읍 영운리 361	055)641-2142 / 2036
자 택	부산 해운대구 반여1동 대림 Apt. 102동 1403호	051)915-9782
Email	csjeong@nfrdi.re.kr	

이름 : 정해진 (영문) Jeong hae jin	생년월일 : 1964년 1월 10일
소속 : 군산대학교 해양정보과학과	직책 : 부교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	Physical-chemical-biological interactions in red tide dynamics Detoxification of phytotoxin, toxin dynamics Biological control

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1982년3월~1986년2월	서울대	해양학	이학사
1986년3월~1988년2월	서울대	해양학	이학석사
1990년4월~1995년2월	SIO, UC San Diego	해양학	이학박사
졸업학위 논문	석사 박사	The interactions between microzooplanktonic grazers and dinoflagellates causing red tides in the open coastal waters off southern California. Ph.D thesis. SIO. UCSD	

주요경력

기간	직위	경력사항
2002. 3~현재	소장	군산대학교 적조연구센터
2002. 6~현재	위원	교육인적자원부 기초학문육성위원회
2002. 1~현재	Review Staff	Marine Ecology Progress Series

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	제출연도
Reduction in the toxicity caused by a toxic dinoflagellate <i>Gymnodinium catenatum</i> by the feeding of the heterotrophic dinoflagellate <i>Polykrikos kofoidii</i> .	Aquatic Microbial Ecology	2003
NaOCl produced by electrolysis of natural seawater as a potential method to control marine red tide dinoflagellates.	Phycologia	2002
Growth and grazing rates of the prostomatid ciliate <i>Tiarina fusus</i> on red-tide and toxic algae.	Aquatic Microbial Ecology	2002

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	군산시 미룡동 산 68 군산대학교 해양정보과학과	063)469-4608
자택		
Email	hjeong@kunsan.ac.kr	

이 름 : 조경제 (영문) Cho kyung je	생년월일 : 1950년 11월 11일
소 속 : 인제대학교 환경시스템학부	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물의 생리생태 및 분류

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1971년3월~1975년2월	서울대학교	생물교육	이학사
1981년3월~1983년2월	서울대학교	식물학	이학석사
1983년3월~1989년2월	서울대학교	식물학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	인천 저위간석지 저생조류의 종구조 및 1차 생산 낙동강 하구 저토의 환경구배에 따른 저서규조류의 군집구조	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1986. 2.~현재	교수	인제대학교 생물학과 환경시스템학부
1989. 3.~1991. 2.	교무처장	인제대학교
1992. 8.~1994. 1.	학장	인제대학교 자연과학대학
1992. 9.~1997. 12	환경영향평가위원	낙동강 환경관리청

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
해양편모조류의 광합성과 광적응	한국조류학회	2001
시화호에서 해수유입전후 수환경요인과 식물플랑크톤 생태	한국환경과학회	2000
Screening of differentially expressed genes in <i>Heterosigma akashiwo</i> , a red-tide causing organisms, induced by exposure to high light	J. photoscience	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	경남 김해시 어방동 607번지	055)320-3216
자 택	부산시 북구 만덕3동 벽산라인 웨미리타운 102동 406호	051)338-5447
Email	kjcho@ijnc.inje.ac.kr	

이 름 : 조병철 (영문) Cho byung chul	생년월일 : 1953년 9월 23일
소 속 : 서울대 지구 환경과학부	직 책 : 부교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	박테리아/바이러스

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1972년3월 ~ 1977년2월	서울대	해양학	이학사
1980년3월 ~ 1982년2월	서울대	생물해양학	이학석사
1982년3월 ~ 1988년 월	Univ.of California at San Die해	Marine Biology	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Significance of bacteria in biogeochemical fluxes in the pelagic ocean	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1993~현재	조교수/부교수	서울대 지구환경 과학부
1990~1993	조교수	한국외국어대 환경학과
2002. 5.~현재	전문위원	한국 수산 해양 개발원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Effects of thermal effluents from a power station on bacteria and heterotrophic nanoflagellates in coastal waters	Mar.Ecol.Prog.Ser	2002
Virus-infected bacteria in oligotrophic open waters of the East Sea, Korea	Aq.Microbial Ecol	2002
Sea-surface temperture and f-ratio explain large variability in the ratio of bacterial production to primary production in the Yellow Sea	Mar.Ecol.Prog.Ser	2001

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	서울 관악구 신림동 56-1	02)880-8171
자 택	서울 송파구 송파동 반도 APT 101-204	02)413-5621
Email	bccho@plaza.snu.ac.kr	

이 름 : 조현진 (영문) Cho hyun jin	생년월일 : 1971년 11월 4일
소 속 : 제주대학교 해양과환경연구소	직 책 : 학술연구교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	와편모조류 시스트 분류 와편모조류 생활사 연구 와편모조류 시스트 분포특성 연구를 통한 이동, 확산 예측

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1998년4월~2001년3월	나가사키대학	해양환경학	이학박사
1995년3월~1997년2월	부경대학교	생물해양	이학석사
1990년3월~1994년8월	부경대학교	해양학	이학학사
졸업학위 논문	석 사 박 사	한국 동해에서의 수괴 특성과 영양염 및 일차생산계에 관한 연구 Utility of Dinoflagellates in Studying the Marine Environment: the case of the East China Sea and adjacent areas	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
2002. 10~현재	학술연구교수	제주대학교
2002. 2~2002. 8	조교	부경대학교
2001. 3~2002. 1	인턴연구원	부경대학교

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	계제연도
Regeneration of hyaline cysts from <i>Cochlodinium polykrikoides</i> (Gymnodiniales, Dinophyceae), a red tide organism along the Korean coast.	<i>Phycologia</i>	2002
Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from the Yellow Sea and East China Sea.	<i>Mar. Mic.</i>	2001
Morphological variation in cysts of the gymnodinialean dinoflagellate <i>Polykrikos</i> .	<i>Micropaleontology</i>	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	제주도 북제주군 조천읍 함덕리 3288 제주대학교 해양과환경연구소	064)783-9260
자 택		

Email dinocyst@hanmail.net

이 름 : 천세억 (영문) Cheon se uk	생년월일 : 1961년 4월 5일
소 속 : 국립환경연구원 금강물환경연구소	직 책 : 환경연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	담수 조류 생태

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1980년3월~1986년2월	인하대학교	생물학과	이학사
1986년3월~1988년2월	인하대학교	생물학과	이학석사
1993년3월~2001년2월	인하대학교	생물학과	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	SM배지 내에서 직류펄스에 의한 람다과아지의 불활성화 유역 환경이 대청호의 수질과 조류에 미치는 영향	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1988. 3.~1989. 3. 1989. 4.~1997. 10.	연구원 환경연구소	동방유량(주) 기술연구소 국립환경연구원 한강수질검사소 (구 호소수질연구소)
1997. 11.~현재	환경연구원	국립환경연구원 금강물환경연구소 (구 금강수질검사소)

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
인공수로내 사상성 부착조류의 증식속도 및 영양물질 제거능	한국육수학회지	1999
고속액체크로마토그래피를 이용한 남조류 독소분석	한국물환경학회	1999
대청호 사상성 남조류 포식성 <i>Asteriocaelum sp.</i> (Protozoan)의 발생에 관한 연구	대한위생학회지	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	충북 옥천군 안내면 동대리 395-1 국립환경연구원 금강물환경연구소	043)733-9405~7/ 9408
자 택		
Email	cheonseuk@me.go.kr	

이 름 : 최복경 (영문) Choi bok kyoung 생년월일 : 1964년 5월 18일
 소 속 : 한국해양연구원 직 책 : 선임연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	초음파를 이용한 적조생물 퇴치 방안 연구 (관심분야임)

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1983년3월~1989년2월	성균관대 물리학과	물리학	이학사
1989년3월~1991년2월	성균관대 물리학과	응용물리학	이학석사
1991년3월~1996년2월	성균관대 물리학과	응용물리학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	수중에서 판형 기포집단에 의한 음파 전달특성 연구 Coherent Acoustic Bubble Sizing Method in Bubbly Liquids	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1990~1991	일반물리학 교육조교	성균관대
1992~1996	물리학과 시간강사	성균관대
1997~1997	물리학과 시간강사	경기대
2001~2001	지구해양과학과 시간강사	한양대
1997~현재	한국해양연구원 선임연구원	한국해양연구원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학회지명	게제연도
Acoustic Pressure Reflection Coefficients of a Subsurface Bubble Layer in Water	J. Korean Phys. Soc.	2002
Acoustic Bubble Counting Technique Using Sound Speed Extracted from Sound Attenuation	IEEE J.Ocean Eng. ACTA PHYSICA SINICA	2001
Acoustic bubble sizing methods in bubbly water	SINICA	1999

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	한국해양연구원 해양환경기후연구본부	031)400-6118/408-5829
자 택	경기 화성시 태안읍 반월리 신영통현대 212-1704	031)304-4920
Email	bkchoi@kordi.re.kr	

이 름 : 최우정 (영문) Choi woo jeung	생년월일 : 1962년 2월 18일
소 속 : 해양환경부 환경관리과	직 책 : 수산연구관

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	발생기작

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1979년3월~1983년2월	부경대학교	환경공학	공학사
1983년3월~1986년8월	부경대학교	환경화학	공학석사
1989년3월~1991년2월	부경대학교	해양환경관리	공학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	부산시 비점원 오염에 관한 연구 진해만의 빈산소 수괴 형성에 관한 수치실험	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1986. 9.~1998. 8.	수산연구사	국립수산과학원
1998. 8.~현재	수산연구관	국립수산과학원

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
패류양식해역 환경용량 산정모델 구축-I.모델 검증 및 민감도 분석	한국수산학회지	2002
굴 양식수역의 환경용량 산정-I.생태계 모델을 이용한 먹이 공급량 추정	한국수산학회지	2002
굴 양식수역의 환경용량 산정-II. 거제·한산만 환경용량	한국수산학회지	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리	051)720-2250
자 택	부산 해운대구 좌동 경남성경 아파트 108-504	011-868-0246
Email	wjchoi@nfrdi.re.kr	

이 름 : 최용규 (영문) Choi yong kyu	생년월일 : 1961년 1월 24일
소 속 : 서해수산연구소 군산분소	직 책 : 수산연구사

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조발생환경

주요학력

기 간	학 교 명	진 공	학 위 명
1979년3월~1984년8월	부경대학교	해양공학	공학사
1986년3월~1988년2월	부경대학교	해양학	이학석사
1990년3월~1994년2월	부경대학교	해양물리학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	쓰시마 난류 수형의 계절 변화 동해 고유수의 해양학적 특성	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1992. 2.~1994. 2.	전임연구원 연구원	부경대 해양산업개발연구소
1995. 8.~1996. 7.		일본 에히메대학 해양공학과

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
금강 하구 연안역의 해황과 관련한 영양염 전선	한국수산학회지	2002
금강 하구역 부유 물질의 계절변화	수진연구보고	2001
Ratio of Mixing Effects due to Wind, Surface Cooling and Tide on West Coast of Korea in December, 1998	한국환경과학회지	2000

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	전북 군산시 장미동 49-37	063)445-2675
자 택	전북 군산시 나운동 주공 5차 @ 508-1008	063)468-2083
Email	uniproto@hanmail.net ykchoi@momaf.go.kr	

이 름 : 최중기 (영문) Chio joong ki 생년월일 : 1949년 11월 26일
 소 속 : 인하대학교 직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	규조류 분류 적조생물 생태, 생리

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1969년3월~1973년2월	서울대학교	해양학	이학사
1977년3월~1979년2월	서울대학교	해양학	이학석사
1979년3월~1985년2월	서울대학교	해양학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	경기만의 식물플랑크톤 생태연구	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1989~1990	방문교수	미국 메릴랜드 교수
1990~1990	객원연구원	Weeks Hole 연구소 연구원
1999~2001	한국해양학회	부회장
1999~	소장	서해연안 환경연구 센터

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Biomonitoring of coastal pollution status using prozoan communities with a modified PFU method	Matine Pollution Bulletin	2002
고리, 월성, 울진 및 영광연안 해역에서 식물플랑크톤 구집의 생태학적 특성 II 현존량 분포 및 환경요인들(1992-1996)	한국해양학회지	2002
시화호 주변해역 식물플랑크톤 대증식과 일차생산력에 관한 연구	한국해양학회지	1997

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	인천시 남구 용현동 인하대학교 해양학과	032)860-7704
자 택	서울 양천구 목1동 목동APT. 701-203	02)2645-8094
Email	jkchoi@inha.ac.kr	

이름 : 한명수 (영문) Han myung soo	생년월일 : 1955년 2월 24일
소속 : 한양대학교 자연과학대학 생명과학과	직책 : 교수

연구분야

구분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	유해플랑크톤의 분류 적조 발생기작 및 시스트 관련연구

주요학력

기간	학교명	전공	학위명
1973년 3월~1977년 2월	한양대 생물학과	생물학	학사
1979년 9월~1981년 8월	한양대 대학원	환경생태학	석사
1984년 4월~1988년 3월	일본 동경대 대학원	환경생태학	박사
졸업학위 논문	석사 박사	Studies on the Dinoflagellates(Dinophyceae: Dinophyta) of the Jinhae Bay Studies on the population dynamics and photosynthesis of phytoplankton in Tokyo bay	

주요경력

기간	직위	경력사항
1983. 3~1984. 3	KIST 부설 해양연구소	위촉연구원
1988. 4~1988. 6	TOKYO대학 해양연구소	객원연구원
1988. 7~1991. 2	한국해양연구소 생태연구실	선임연구원
1996. 7~1996. 8	TOHOKU대학 천연물화학연구실	객원연구원
1997. 8~1999. 8	University of Washington	방문교수
1998. 12~1999. 2	University of Washington	방문교수
2001. 3~현재	한양대학교 자연과학연구소	소장
2002. 6~현재	물환경생태복원 국가지정연구팀	팀장
1991. 3~현재	한양대학교 생명과학과(환경학과 겸임교수)	정교수

주요논문 (최근논문 3편)

논문명	학회지명	게재연도
Seasonal relationships between cyst germination and vegetative population of <i>Scrippsiella trochoidea</i> (Dinophyceae)	Marine Ecology Progress Series	2000
Role of cyst germination in the bloom initiation of <i>Alexandrium tamarense</i> (Dinophyceae) in Masan Bay, Korea	Aquatic Microbial Ecology	2002
Heterosigma akashiwo(raphidophyceae) resting cell formation in batch culture: Strain identity versus physiological response	Journal of PHYCOLOGY	2002

연락처

구분직장	주소	전화번호 / Fax.
직장	한양대학교 자연과학대학 생명과학과 교수	02)2290-0956/2296-1741
주택	서울특별시 강남구 일원2동 690-2 현대A 31-101	02)459-0956
Email	hanms@hanyang.ac.kr	

이 름 : 허성범 (영문) Hur sung bum	생년월일 : 1949년 12월 8일
소 속 : 부경대학교 양식학과	직 책 : 교수

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	적조생물 생태 등

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1968년3월~1975년2월	부경대학교	양식학	수산학사
1975년7월~1979년6월	Univ. de Nantes	해양생물학	이학박사
졸업학위 논문	석 사 박 사	Etude de l'h t rog n it du stock de Germon (<i>Thunnus alalunga</i>) dans l'Atlantique Nord-Est	

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항
1979. 7~1982. 2	선임연구원	한국과학기술원 해양연구소
1982. 3~현 재	교수	부경대학교 양식학과
1996. 8~1998. 7	소장	부경대학교 수산과학연구소
1998. 8~2000. 7	연구교수	캐나다 해양수산연구소

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
Stable integration and functional expression of flounder growth hormone gene in transformed microalga, <i>Chlorella ellipsoidea</i>	J. Mar. Biotech.	2002
Effect of enriched live feeds on survival and growth rates in larval Korean rockfish, <i>Sebastes schlegeli</i> Hilgendorf	Aquaculture Research Bioche.	2001
Purification and Characterization of an Endoglucanase from the Marine Rotifer, <i>Brachionus plicatilis</i>	Mor. Biol. Itn	1997
Culture Collection of Marine Microalgae	J. Aquaculture	1992

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 남구 대연3동 599-1 부경대학교 양식학과	051)620-6097 051)741-8294
자 택	부산시 기장군 기장읍 만화리 210-1	051)722-0519
Email	hurs@pknu.ac.kr	

이 름 : 황재동 (영문) Hwang jae dong 생년월일 : 1968년 9월 8일
 소 속 : 한국해양연구원 직 책 : 연구원

연구분야

구 분	세부연구분야
적조생물 분류 적조생물생태·발생기작 적조생물 생리·독성 적조원격탐사, 이동·확산 적조방제	물리모델을 이용한 적조 이동·확산 경로 추정

주요학력

기 간	학 교 명	전 공	학 위 명
1987년3월~1991년2월	부경대학교	물리해양학	이학사
1991년3월~1993년2월	부경대학교	물리해양학	이학석사
1996년2월~ 년 월	부경대학교	물리해양학	
졸업학위	석 사	수영강으로 유입되는 하천수들이 수영만과 인접해에 미치는 영향	
논문	박 사		

주요경력

기 간	직 위	경 력 사 항

주요논문 (최근논문 3편)

논 문 명	학 회 지 명	계 제 연 도
한국연안 이상 고수온과 저수온 지속기간의 정량화	한국환경과학회지	2001
하계 동해연안에서 발생하는 냉수역의 시공간적 변동 특성	한국수산학회지	2001
위성영상 및 수치모델을 이용한 낙동강유출 부유토사 확산 범위 추정	한국지리정보학회지	2002
클로로필 a 추정시 OSMI 밴드의 광학반응 특성	대한 원격탐사학회지	2002

연락처

구분직장	주 소	전화번호 / Fax.
직 장	부산시 기장군 기장읍 시랑리 국립수산물과학원 해양연구과	051)720-2234
자 택	부산시 북구 화명동 코오롱 하늘채1차 아파트 106-2008호	051)364-4898

Email sea@nfrdi.re.kr

Abad, Jose P.

Centro de Biología Molecular
Univ. Madrid Cantoblanco
Madrid 28049
SPAIN
jpabad@cbm.uam.es

Abboud-Abi Saab, Marie

National Council For Scientific Research
National Centre for Marine Sciences
P.O. Box 534
Batroun
LEBANON

Adachi, Masao

Kochi University, Otsu-200 Monobe
Nankoku, Kochi, 783-8502
JAPAN
madachi@cc.kochi-u.ac.jp

Adams, Nicolaus G.

Oceanographer
2725 Montlake Blvd. E.
Seattle, WA 98112
USA
Nicolaus.Adams@noaa.gov

Adolf, Jason

University of Maryland
PO Box 775
Cambridge MD 21613
USA
jadolf@hpl.umces.edu

Adornato, Lori

University of South Florida
Center for Ocean Technology
830 1st Street South
St. Petersburg FL
33701
USA

adornato@marine.usf.edu

Ahmed, Sagir

University of Dhaka
Department of Zoology
University of Dhaka, Dhaka-1000
BANGLADESH
sagir@du.bangla.net

Ajuzie, Cyril

Universite Libre de Bruxelles
CP 160/19
Av. Roosevelt 50
1050 Bruxelles
BELGIUM
efulecy@yahoo.com

Allen, Elle

North Carolina State University
620 Hutton St.
Raleigh NC 27606
USA
elle_hannon@ncsu.edu

Al-Muftah, Abdulrahman

Marine Science Dept.
Faculty of Science
University of Qatar
QUATAR aralmuftah@qu.edu.qa

Alverca, Elsa

Instituto Nacional de Saude Dr. Ricardo
Jorge
Av Padre Cruz
Lisbon 1649-016
PORTUGAL
ealverca@cib.csic.es

Amorim, Ana

Instituto Oceanografia, FCUL
Campo Grande

Lisbon 1749-016
PORTUGAL
ajamorim@fc.ul.pt

An, Seon-Sook

Virginia Institute of Marine Science
PO Box 1346
Gloucester Point VA 23062
USA
san@vims.edu

Anderson, Donald Mark

Senior scientist
Biology Department, Redfield 332
Woods Hole Oceanographic
Institution Woods Hole, MA 02543
USA
danderson@whoi.edu
Telephone: 508-457-2000 ext. 2351
Fax: 508-457-2169
Expertise: Biology, ecology, genetics,
physiology, toxicology

Anderson, Peter

Whitney Laboratory
University of Florida
9505 Ocean Shore Blvd
St. Augustine FL 32080
USA
paa@whitney.ufl.edu

Andersen, Robert A.

Director
Provasoli-Guillard Center for Culture of
Marine Phytoplankton Bigelow
Laboratory for Ocean Sciences McKown
Point West Boothbay Harbor, ME 04575
USA
randersen@bigelow.org
Telephone: 207-633-9632
Fax: 207-633-9632

Expertise: Biology, taxonomy, algal
culture

Anh, Nguyen Thi Mai

Phytoplankton Lab
Institute of Oceanography
Nha Trang
VIET NAM
habviet@dng.vnn.vn

Antrobus, Rozalind

University of California
Santa Cruz
414B Effey St.
Santa Cruz CA 95062
USA
antrobus@cats.ucsc.edu

Archambault, Marie

Dalhousie University
Department of Oceanography
Halifax, NS B3H 4J1
CANADA
marchamb@is2.dal.ca

Asp, Tone Normann

Norwegian School of Veterinary Science
PO Box 8146
Oslo, 0033
NORWAY
tone.asp@veths.no

Ault, Dani

STUDENT USF-College of Marine
Science
140 7th Avenue S
St. Petersburg FL 33701
USA
dspence@seas.marine.usf.edu

Aune, Tore

Norwegian School of Veterinary Science
P.O. Box 8146, Dep.
0033 Oslo
NORWAY
tore.aune@veths.no

Ayers, Peter

Safe Food Production NSW
P.O. Box A2613
Sydney South NSW 1235
AUSTRALIA
payers@safefood.nsw.gov.au

Bean, Laurie L.

Research scientist
Department of Marine Resources PO
Box 8 West Boothbay Harbor,
ME 04575
USA
Telephone: 207-633-9500
Fax: 207-633-9579
Expertise: Biology, toxicology, fisheries,
public health, pathology

Beltrami, Edward

Professor
Department of Applied Mathematics and
Statistics Marine Sciences Research
Center State University of New York
at Stony Brook Stony Brook, NY 11794
USA
beltrami@ams.sunysb.edu
Telephone: 516-632-8367 or 8370
Fax: 516-632-8490
Expertise: Mathematics

Bignami, Gary

Research scientist
Hawaii Biotechnology Group, Inc.
99-193 Aiea Heights Drive Aiea,
HI 96701

USA
Telephone: 808-486-5333
Fax: 808-486-5020
Expertise: Toxicology,
immunochemistry, monoclonal
antibodies, immunoassay

Blogoslawski, Walter J.

Aquaculture coordinator
NOAA/NMFS/Northeast Fisheries
Science Center 212 Rogers Avenue
Milford, CT 06460
USA
Telephone: 203-783-4235
Fax: 203-783-4217
Expertise: Biology, aquaculture, public
health

Boyer, Gregory L.

Assistant professor
Department of Chemistry College of
Environmental Science and Forestry
State University of New York
Syracuse, NY 13210
USA
glboyer@svm.syr.edu
Telephone: 315-470-6825
Fax: 315-470-6856
Expertise: Chemistry, physiology

Brand, Larry Edward

Professor
Marine Biology and Fisheries Rosenstiel
School of Marine and Atmospheric
Science University of Miami 4600
Rickenbacker Causeway Miami,
FL 33149
USA
lbrand@rsmas.miami.edu
Telephone: 305-361-4138
Fax: 305-361-4600

Expertise: Biology, chemistry, ecology,
genetics, physiology

Bricelj, Vera Monica

Associate professor
Marine Sciences Research Center State
University of New York at Stony
Brook Stony Brook, NY 11794-5000
USA

Telephone: 516-632-8663

Fax: 516-632-8820

Expertise: Biology, ecology, physiology,
fisheries, aquaculture

Backer, Lorraine

National Centre for Environmental
Health Centers for Disease Control
and Prevention 1600 Clifton Rd.
NE MS E-23
Atlanta, GA 30333
USA
lbacker@cdc.gov

Baden, Daniel

Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
badend@uncwil.edu

Bai, Xuemei

USM
250 Brownswitch Rd. Apt.191
Slidell, LA 70458
USA
baix@ssc.usm.edu

Balch, William M.

Associate professor
Department of Marine Biology and
Fisheries Rosenstiel School for Marine

and Atmospheric Science
University of Miami 4600
Rickenbacker Causeway
Miami, FL 33149-1098
USA

Telephone: 305-361-4653

Fax: 305-361-4600

Expertise: Biology, ecology, physiology

Ballot, Andreas

Inst. of Freshwater Ecol. & Inland Fish
Alte Fischerhutte 2
Stechlin D-16775
GERMANY
ballot@igb-berlin.de

Balode, Maija

Institute of Aquatic Ecology
Univ. of Latvia
3 Miera Salaspils LV-2169
LATVIA
maiija@hydro.edu.lv

Bancroft, Cliff

Agriquality
PO Box 41
Auckland 1000
NEW ZEALAND
bancroftc@agriquality.co.nz

Band, Christine

CIBNOR Apdo. Postal 128
La Paz BCS 23000
MEXICO
cband@cibnor.mx

Barbier, Michele

NOAA National Ocean Service
219 Fort Johnson Rd
c/o Fran Van Dolah
Charleston SC 29412

USA
Michele.Barbier@ifremer.fr

Bargu, Sibel

Mustafa Kemal University
Biology Department(Biyoloji)
Hatay 31040
Turkey
sibelbargu@hotmail.com

Bates, Stephen S.

Fisheries and Oceans Canada
Gulf Fisheries Centre
P.O. Box 5030
Moncton, NB E1C 9B6
CANADA
BatesS@dfo-mpo.gc.ca

Baugh, Keri

NOAA Fisheries
2725 Montlake Blvd. E.
Seattle WA 98112
USA
keri.baugh@noaa.gov

Bean, Laurie L.

Research scientist
Department of Marine Resources PO
Box 8 West Boothbay Harbor,
ME 04575
USA
laurie.bean@state.me.us
Telephone: 207-633-9500
Fax: 207-633-9579
Expertise: Biology, toxicology, fisheries,
public health, pathology

Belas, Bob

Center of Marine Biotechnology /
Univ. of MD
701 East Pratt Street

Baltimore MD 21202
USA
belas@umbi.umd.edu

Beltrami, Edward

Professor
Department of Applied Mathematics and
Statistics Marine Sciences Research
Center State University of New York
at Stony Brook Stony Brook, NY 11794
USA
Email: beltrami@ams.sunysb.edu
Telephone: 516-632-8367 or 8370
Fax: 516-632-8490
Expertise: Mathematics

Bignami, Gary

Research scientist
Hawaii Biotechnology Group,
Inc. 99-193 Aiea Heights Drive Aiea,
HI 96701
USA
Telephone: 808-486-5333
Fax: 808-486-5020
Expertise: Toxicology,
immunochemistry, monoclonal
antibodies, immunoassay

Bendis, Brian

Florida Marine Research Institute
100 8th Ave SE
St. Petersburg FL 53701
USA
brian.bendis@fwc.state.fl.us

Berg, Barbara

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Pkwy
Sarasota FL 34236
USA
barbib@mote.org

Berger, Paul
U.S. EPA
1200 Pennsylvania Ave. NW
OGWDW (4607M)
Washington DC 20460
USA
berger.paul@epa.gov

Bernard, Cecile
Museum National D'Histoire Naturelle
12 Rue Buffon
Paris 75005
FRANCE
cbernard@mnhn.fr

Beuzenberg, Veronica
Cawthron Institute
Private Bag 2
Nelson
NEW ZEALAND
veronica@cawthron.org.nz

Bianco, Ilen
University of Rome
"Tor Vergata" - Biology
Via Ardeatina No. 1810
Rome 00134
ITALY
ilen.bianco@email.it

Bill, Brian
NOAA Fisheries
NOAA/NMFS/NWFSC/254E
2725 Montlake Blvd. E.
Seattle WA 98112
USA
brian.d.bill@noaa.gov

Bishop, Bryan
Center for Marine Science - UNCW

5013 Gatepost Lane
Wilmington, NC 28412
USA
bjb8723@uncwil.edu

Bissett, W. Paul
Florida Environmental
Research Institute
4897 Bayshore Blvd. Suite 101
Tampa, FL 33611
USA

Black, Edward
Canadian Dept. of Fisheries and
Oceans 200 Kent Street
Ottawa, Ontario
Canada K1A 0E6
Tel 1 613 990 0272
blacke@dfo-mpo.gc.ca

Blackburn, Susan
CSIRO Marine Research
GPO Box 1538
Hobart TAS 7001
AUSTRALIA
susan.blackburn@csiro.au

Blevins, David
USPHS/HHS/FDA
4040 N. Central Expressway,
Suite#900
Dallas TX 75204
USA
dblevins@ora.fda.gov

Blogoslawski, Walter J.
Aquaculture coordinator
NOAA/NMFS/Northeast
Fisheries Science Center
212 Rogers Avenue Milford,
CT 06460

USA

Telephone: 203-783-4235

Fax: 203-783-4217

Expertise: Biology, aquaculture,
public health

Blum, Patricia

Mote Marine Laboratory

1600 Ken Thompson Parkway

Sarasota FL 34236

USA

pcblum@mote.org

Blythe Donna

Donna Glad Blythe M.D.

1403 N. Greenway Drive

Coral Gables FL 33134

USA

Boissonneault, Katie Rose

Massachusetts Institute of Technology

40 Ames St.

Cambridge, MA 02139

USA

krb2@mit.edu

Bolch, Christopher

School of Aquaculture

University of Tasmania

School Road, Newnham

Launceston TAS 7250

AUSTRALIA

chris.bolch@utas.edu.au

Bolton, Suzanne

NMFS

2421 South Dinwiddie Street

Arlington VA 22206

USA

suzanne.bolton@noaa.gov

Botana, Luis M.

Pharmacology-USC

Dept. Farmacol-Fac. Veterinaria

Campus

Lugo 27002

SPAIN

Luis.Botana@lugo.usc.es

Botes, Lizeth

Marine and Coastal Management

University of Cape Town

Private Bag x2

Rogge Bay

Cape Town 8012

SOUTH AFRICA

lbotes@mcm.wcape.gov.za

Bottein, Marine-Yasmine

NOAA - Marine Biotoxin Program

219 Fort Johnson Rd.

Charleston SC 29412

USA

marie-yasmine.bottein@noaa.gov

Bourdelaïs, Andrea

Center for Marine Science - UNCW

5600 Marvin K. Moss Lane

Wilmington, NC 28409

USA

bourdelaisa@uncwil.edu

Bowers, Holly

U of MD Institute of Human Virology

725 West Lombard Street Room N557

Baltimore, MD 21201

USA

bowers@umbi.umd.edu

Boyer, Gregory L.

Assistant professor

Department of Chemistry College of

Environmental Science and
Forestry State University of
New York Syracuse, NY 13210
USA

Email: glboyer@suvn.syr.edu

Telephone: 315-470-6825

Fax: 315-470-6856

Expertise: Chemistry, physiology

Brand, Larry Edward

Professor

Marine Biology and Fisheries
Rosenstiel School of Marine and
Atmospheric Science University of
Miami 4600 Rickenbacker
CausewayMiami,
FL 33149
USA

Email: lbrand@rsmas.miami.edu

Telephone: 305-361-4138

Fax: 305-361-4600

Expertise: Biology, chemistry,
ecology, genetics, physiology

Bresnan, Eileen

FRS Marine Laboratory
Victoria Road
Torry, Aberdeen AB11 9DB
UK
e.bresnan@marlab.ac.uk

Bricelj, Vera Monica

Associate professor
Marine Sciences Research Center State
University of New York at Stony
Brook,
NY 11794-5000
USA

Telephone: 516-632-8663

Fax: 516-632-8820

Expertise: Biology, ecology, physiology,

fisheries, aquaculture

Bricelj, Monica

Institute for Marine Biosciences
National Research Council
1441 Oxford St.
vv Halifax NS B3H 3Z1
CANADA
monica.bricelj@nrc.ca

Bridgers, Amanda

Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
bridgersa@uncwil.edu

Briggs, Lyn

AgResearch
East Street
Hamilton 2001
NEW ZEALAND
lyn.briggs@agresearch.co.nz

Bronk, Debbie

William and Mary / VIMS
PO Box 1346
Gloucester Point, VA 23062
USA
bronk@vims.edu

Bryen, Heather

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Pkwy.
Sarasota FL 39236
USA
heather@mote.org

Burkholder, JoAnn

North Carolina State University
620 Hutton St. Suite 104

Raleigh NC 27606
USA
joann_burkholder@ncsu.edu

Burns, John

Cyrano Lab
205 Zengler Drive, Suite 302
Palatka, FL 32177
USA

Busby, Phil

New Zealand Food Safety Authority
PO Box 2835
Wellington
NEW ZEALAND
phil.busby@nzfsa.govt.nz

Buskey, Edward

University of Texas Marine Science
Institute
762 W. Lott Ave.
Aransas Pass TX 78336
USA
buskey@utmsi.utexas.edu

Busman, Mark

NOAA - Marine Biotoxin Program
331 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
mark.busman@noaa.gov

Bustillos Guzman, Jose

CIBNOR POB 128 La Paz
Baja California Sur 23000
MEXICO
jose@cibnor.mx

Butler, Walter

State Maryland
dept of Natural resources

1919 lincoln Drive
Annapolis MD, 21401
USA
wbutler@dnr.state.md.us

Buzan, David

Texas Parks & Wildlife Department
3000 IH 35 South
Suite 320
Austin TX 78704
USA
david.buzan@tpwd.state.tx.us

Calado, Antonio J.

University of Aveiro
Aveiro P-3810-193
PORTUGAL
acalado@bio.ua.pt

Campbell, Bob

University of Rhode Island
Narragansett Bay Campus
Narragansett RI 02882-1197
USA
campbell@gso.uri.edu

Campbell, Courtney B.

Nova Southeastern University
Oceanographic Center
1425 Arthur St. #104
Hollywood, FL
USA
ccampbel@nova.edu

Campbell, Lisa

Texas A&M University
Dept. Oceanography
3146 TAMU
College Station, TX 77843
USA
lcampbell@ocean.tamu.edu

Campbell, Susan

Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
campbells@uncwil.edu

Cannizzaro, Jennifer

University of South Florida
140 7th Ave S
St. Petersburg FL 33701
USA
jpatch@monty.marine.usf.edu

Capper, Angela

Dept. of Zoology & Entomology
University of Queensland
Brisbane
QLD 4072
AUSTRALIA
angelacapper@hotmail.com

Capper, Stuart

Tulane University
1430 Tulane Avenue
Department of Health Systems
Management
New Orleans LA 70112-2699
USA
Stuart.Capper@tulane.edu

Carbonell-Moore, M. Consuelo

Research scientist
College of Oceanic & Atmospheric
Sciences Oregon State University
Admin.Bldg. 104 Corvallis,
OR 97331-5503
USA
carbonec@oce.orst.edu
Telephone: 503-737-4362

Fax: 503-737-2064

Expertise: Taxonomy

Carder, Kendall

University of South Florida
140 7th Ave S
St. Petersburg FL 33701
USA
kcarder@monty.marine.usf.edu

Carmichael, Wayne W.

Research scientist
Department of Biological Sciences
Wright State University
Dayton, OH 45435
USA
wcarmichael@desire.wright.edu
Telephone: 513-873-3173
Fax: 513-873-3301
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
aquaculture, public health,
management

Carpenter, Edward J.

Professor
Marine Sciences Research Center State
University of New York at Stony
Brook Stony Brook, NY 11794-5000
USA
ecarpenter@ccmail.sunysb.edu
Telephone: 516-632-8820
Fax: 516-632-8820
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
physiology

Carrick, Hunter

Everglades Research
South Florida Water Management
District
3301 Gun Club Rd.
West Palm Beach, FL 33406

USA
hcarrick@sfwmd.gov

Carver, Claire

Mallet Research Services
4 Colombo Drive
Dartmouth, Nova Scotia
CANADA B2X 3H3
ccarver@ns.sympatico.ca

Cembella, Allan Douglas

Institute for Marine Biosciences
National Research Council
1411 Oxford St.
Halifax, NS B3H 3Z1
CANADA
allan.cembella@nrc.ca

Chang, F. Hoe

National Institute of Water
& Atmospheric Research Ltd.
P.O. Box 14-901
Kilbirnie, Wellington
NEW ZEALAND
chang@greta.niwa.cri.nz

Chapman, Andrew

CyanoLab
205 Zeagler Dr., Suite 302
Palatka FL 32177
USA
andrew.chapman@cyanolab.com

Chapman, John

Research associate
Hatfield Marine Science Center
2030 South Marine Science
Drive Newport,
OR 97365-5296
USA
Email: chapman_j@pebvax.new.epa.gov

Telephone: 503-867-0235
Fax: 503-867-0105
Expertise: Ecology, fisheries,
aquaculture

Chapman, Russell

Department of Biological Sciences
Louisiana State University
Baton Rouge, LA 70803-1705
USA
chapman@lsu.edu

Cheng, Yung Sung

Lovelace Respiratory Research Institute
2425 Ridgecrest SE
Albuquerque NM 87108
USA
ycheng@lrri.org

Chorus, Ingrid

Umweltbundesamt PO Box 330022
Berlin D-14191
GERMANY
ingrid.chorus@uba.de

Chou, Hong-Nong

Inst. Fisheries Sci.
Natl. Taiwan University 1
Sec. 4 Roosevelt Rd.
Taipei 10617
TAIWAN, R.O.C.
unijohn@ntu.edu.tw

Ciminiello, Patrizia

University of Naples
Via Domenico Montesano, 49
Naples 80131 ITALY
ciminiel@unina.it

Coale, Susan

UC Santa Cruz

Institute of Marine Sciences
Santa Cruz CA 95064
USA
slcoale@cats.ucsc.edu

Coats, D.W.
Smithsonian Environmental Research
Center
P.O. Box 28
Edgewater, MD 21037
USA
coats@serc.si.edu

Cochlan, William
Romberg Tiburon Center for
Environmental Studies
San Francisco State University
3152 Paradise Drive
Tiburon, CA 94920-1205
cochlan@sfsu.edu

Codd, Geoffrey
University of Dundee
Millers Wynd
Dundee DD1 4HN
UK
g.a.codd@dundee.ac.uk

Cohen, Erendira
Autonomous Metropolitan
Univ. - Iztapalapa
2a. Cda. Jacarandas 3
Sta. Cecelia Tepetlapa
Mexico City DF 16880
MEXICO
cohenerendira@hotmail.com

Colin, Sean
University of Connecticut
Marine Sciences
1080 Shennecossett Rd.

Groton, CT 06340
USA
sean.colin@uconn.edu

Collins, Dwight
Georgia Tech
310 Ferst Drive
Atlanta GA 30332
USA
dwight.collins@biology.gatech.edu

Collumb, Christopher
Boston University
Boston University: CGS
871 Commonwealth Ave
Boston MA 02215
USA
collumb@bu.edu

Connell, Laurie
School of Marine Science
University of Maine
5751 Murray Hall, Room 318
Orono, ME 04468
USA
Laurie_Connell@umit.maine.edu

Connor, John
S.T.A.R.T.
1281 Gulf of Mexico Dr. Unit 602
v Longboat Key FL 34228
USA
JTConnorII@aol.com

Cooper, Jane
Chemical Incident Response Service
Avonley Road
London SE14 5ER
UK
jane.cooper@gstt.nhs.uk

Cordova Jose

Fundacion Ciencia para la Vida
Av. Mararthon 1943, Nunoa
Santiago
CHILE
jcordova@bionova.cl

Cortes-Altamirano, Roberto

Univdad Academica- Mazatlan
Av. Montes Canarena S/N
Mazatlan SIN 82040 MEXICO
roberto@mor.icmyl.unam.mx

Cousins, Steve

FRS Marine Laboratory
PO Box 101, Victoria Road
Aberdeen AB11 9DB
UK
cousinss@marlab.ac.uk

Coyne, Kathryn

University of Delaware
700 Pilottown Rd.
Lewes DE 19958
USA
kcoyne@udel.edu

Cusack, Caroline

Galway Technology Park
Parkmore
Galway
IRELAND
caroline.cusack@marine.ie

Cushman Michael

Mote Marine Laboratory
2068 River Basin Terrace
Punta Gorda FL 33982
USA
mcushman@comcast.net

Dale, Barrie

Department of Geology
Univ. of Oslo
PB 1047 Blindern
Oslo 0316
NORWAY
barrie.dale@geologi.uio.no

Dalpra, Dana

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Parkway
Sarasota FL 34236
USA
ddalpra@mote.org

Dam, Hans

University of Connecticut
1080 Shennecossett Rd.
Groton CT 06340-6048
USA
hans.dam@uconn.edu

Davies, Warren

RMIT University
Dept. of Biotechnology and
Environmental Biology
G.P.O. Box 71 Bundoora
Melbourne 3083
AUSTRALIA
warren.davies@rmit.edu.au

Dawson, Rodger

Univ. of Maryland
PO Box 38
Solomons MD 20688
USA
dawson@chesapeake.net

Day, Sheryl

NOAA Fisheries
2725 Montlake Blvd. E.

Seattle WA 98112
USA
sheryl.day@noaa.gov

De Boer, M. Karin
University of Groningen
Dept. of Marine Biology
P.O. Box 14
NL-9750-AA, Haren (GN)
THE NETHERLANDS
m.k.boer@biol.rug.nl

Deeds, Jon
Center of Marine Biotechnology
701 East Pratt St. Suite 236
Baltimore MD 21202
USA
deeds@umbi.umd.edu

DeJesus, Marta D.
Postdoctoral scholar
Biology Department University of
California-Los Angeles 405 Hilgard
Ave.
Los Angeles, CA 90024-1606
USA
dejesus@biovx1.dnet.nasa.gov
Telephone: 310-206-7809
Fax: 310-206-3987
Expertise: Biology, chemistry,
 taxonomy, botany,
 molecular biology
 (phyecology)

Del Castillo, Maria Esther Meave
Universidad Autonoma Metropolitana
Iztapalapa
Lab. de Fitoplancton Marino y Salobre
Dpto. de Hidrobiologia
Division CBS. A.P. 55-535.
D.F. C.P. 09340

MEXICO
mem@xanum.uam.mx

Della Loggia, Roberto
DEMREP - University of Trieste
Via A. Valerio 6
Trieste 34127
ITALY
roberto.loggia@econ.univ.trieste.it

Dell'Aversano, Carmela
University of Naples
Via Domenico Montesano
49 Naples 80131
ITALY
dellaver@unina.it

Demir, Elif
Univ. of Delaware
College of Marine Studies
700 Pilottown Rd.
Lewes DE 19958
USA
elif@udel.edu

Dest, Belainesh
FL Dept of Agriculture & Consumer
Svcs
P.O.Box 458006
Kissimmee FL 34745-8006
USA
destab@doacs.state.fl.us

Devidze, Manana
Tbilisi State Unoversity, Georgia
ave. Chavchavadze 1,
Tbilisi State University,
380028 Tbilisi
GEORGIA
mandev@gol.ge

Dewailly, Eric
Laval University
2400 d'Estimauville
Beauport PQ G1E 7G9
CANADA
eric.dewailly@crchul.ulaval.ca

Dias, Elsa
Instituto Nacional de Saude
Dr. Ricardo Jorge
Av. Padre Cruz
Lisbon 1649-016
PORTUGAL
elsa.dias@insa-min.saude.pt

Diaz Sierra, Monica
Cork Institute of Technology
Rossa Ave.
Bishopstown, Cork
IRELAND
monicadiazsierra@yahoo.es

Dickey, Bob
U. S. Food and Drug Administration
1 Iberville Drive
PO Box 158
Dauphin Island AL 36528
USA
rdickey@cfsan.fda.gov

Diogene, Jorge
IRTA
IRTA-Centre d'Aquicultura
Ctra. Poble Nou km6
Sant Carles de la Rapita
Tarragona
SPAIN
jorge.diogene@irta.es

Dixon, L. Kellie
Mote Marine Laboratory / USF

5016 Mangrove Pt. Rd.
Bradenton, FL 34210
USA
lkdixon@mote.org

Doblin, Martina
Old Dominion University
4600 Elkhorn Ave.
Norfolk, VA 23529
USA
mdoblin@odu.edu

Donaghay, Percy
University of Rhode Island
Grad School of Oceanography
Narragansett RI 02882
USA
donaghay@gso.uri.edu

Dorsey, Carol
Alabama Dept. of Public Health Mobile
Div. Lab.
757 Museum Drive
Mobile AL 36608
USA
caroldorsey@adph.state.al.us

Dortch, Quay
Louisiana University Marine Consortium
8124 Highway 56 Chauvin
LA 70344
USA
qdortch@lumcon.edu

Doucette, Gregory J.
Research biologist
Charleston Laboratory National Marine
Fisheries Service P.O.
Box 12607 Charleston, SC 29412-2607
USA
greg_doucett@ccgate.ssp.nmfs.gov

Telephone: 803-762-1200
Fax: 803-762-1998
Expertise: Biology, ecology, physiology

Dover, Stacie

NOAA - Marine Biotoxin Program
219 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA

stacie.dover@noaa.gov

Dowgert, Martin P.

Staff program specialist
U.S. Food and Drug Administration
Northeast Region 1 Montvale Avenue
Stoneham, MA 02180
USA

Telephone: 617-279-1675 ext. 142

Fax: 617-279-1742

Expertise: Public health, management

Downing, Tim

University of Port Elizabeth
Dept. Biochemistry & Microbiology
University of Port Elizabeth
Port Elizabeth 6070
SOUTH AFRICA
bcatgd@upe.ac.za

Duncan, Perry

Old Dominion University
Hampton Blvd.
Norfolk, VA 23529
USA
pduncan@odu.edu

Dyble, Juli

UNC-CH Institute of Marine Sciences
3431 Arendell Street
Morehead City NC 28557
USA
dyble@email.unc.edu

Dyer, Brian

Old Dominion University
Mills Godwin Bldg. Rm 220
Norfolk VA 23529
USA
bdyer@odu.edu

Eaglesham, Geoff

Queensland Health Scientific Services
(QHSS)
PO Box 594
Archerfield QLD 4108
AUSTRALIA
geoff_eaglesham@health.qld.gov.au

Ebesu, Joanne

Oceanit test Systems Inc
810 Pohukaina St.
Honolulu HI 96813
USA
jebesu@oceanit.com

Eddy, Susan B.

Canadian Food Inspection Agency
(CIFA)
61 Wallace Cove Rd.
Blacks Harbour, NB E5H 1G9
CANADA
EddySB@em.agr.ca

Edler, Lars

SMHI
Doktorsgatan 9 D
SE-262 52 Angelholm
SWEDEN
lars.edler@smhi.se

Elbrachter, Malte

DZMB - Senckenberg
Hafenstr. 43

List/Sylt D-25992
GERMANY
melbraechter@awi-bremerhaven.de

Ellegaard, Marianne
Botanical Institute
University of Copenhagen
Oster Farimagsgade 2D
DK-1353 Copenhagen K
E-mail. me@bot.ku.dk

Ellis, Sydney
Deputy director
Division of Research and Testing U.S.
Food and Drug Administration
200 C Street, SW Washington,
DC 20204
USA
Telephone: 202-205-4119
Fax: 202-205-4940
Expertise: Physiology, toxicology,
 pharmacology

El Said, Kathy
U. S. Food and Drug Administration
1 Iberville Drive
PO Box 158
Dauphin Island AL 36528
USA
kelsaid@cfsan.fda.gov

Enevoldsen, Henrik
IOC Science and Communication Centre
on Harmful Algae
Botanical Institute,
University of Copenhagen
Øster Farimagsgade 2D
DK-1353 Copenhagen K
DENMARK
henrike@bot.ku.dk

Epstein, Paul R.
Harvard Medical School
The Cambridge Hospital Harvard
School of Public Health 1493
Cambridge Street Cambridge,
MA 02139
USA
pepstein@ige.org
Telephone: 617-498-1032
Fax: 617-498-1671
Expertise: Public health, medicine

Erdner, Deana
Woods Hole Oceanographic Institution
MS #32, Woods Hole, MA 02543
USA
derdner@whoi.edu

Ernst, Bernhard
Environmental Toxicology
University of Konstanz
P.O. Box x918
78457 Konstanz
GERMANY
bernhard.ernst@uni-konstanz.de

Escalona de Motta, Gladys
Professor
Institute of Neurobiology University of
Puerto Rico 201 Blvd. del Valle San
Juan, Puerto Rico 00901
USA
Telephone: 809-721-4149
Fax: 809-725-3804
Expertise: Biology, physiology,
 toxicology

Estrada, Marta
Institut de Ciències del Mar, CMIMA,
CSIC
Pg. Maritim de la Barceloneta, 37-49

E-08003 Barcelona, CATALUNYA
SPAIN
marta@icm.csic.es
ICM's Department of Marine Biology
and Oceanography

Etheridge, Stacey

University of Connecticut
Bigelow Laboratory
P.O. Box 475
West Boothbay Harbor, ME 04575
USA
setheridge@bigelow.org

Etzel, Ruth Ann

Chief, Air Pollution &
Respiratory Health
National Center for Environmental
Health Centers for Disease Control &
Prevention 4770 Buford Highway,
Mailstop F-39 Atlanta, GA 30341-3724
USA
rael@cehdehl.em.cdc.gov
Telephone: 404-488-7320
Fax: 404-488-7335
Expertise: Public health, medicine

Evens, Terence

USDA-ARS SRRC
1100 Robert E. Lee Blvd.
New Orleans LA 70124
USA
tjevans@srcc.ars.usda.gov

Everroad, Craig

University of Oregon
Department of Biology
1210 University of Oregon
Eugene OR 97403-1210
USA
rcraig@darkwing.uoregon.edu

Fahnenstiel, Gary

Lake Michigan Field Station / NOAA
1431 Beach St.
Muskegon MI 49441
USA
gary.fahnenstiel@noaa.gov

Falconer, Ian R.

44 Miring Cress
ARANDA, ACT
2614
AUSTRALIA
ifalconer@medicine.adelaide.edu.au

Faleru, Olayemi

Federal Ministry of Science &
Technology
5, Thomas Poupou, Off. Oregi Rd.
Lagos
NIGERIA
olayemif@yahoo.co.uk

Farkas, Betty June

Union Institute & University
18032 Chalet Dr., Ste. 301
Germantown MD 20874
USA
VTBJ@aol.com

Farmer, Andrew

USF Center for Ocean Technology
140 - 7th Ave. South
St. Petersburg FL 33705
USA
afarmer@marine.usf.edu

Fauchot, Juliette

ISMER / IML Fisheries and Oceans
Canada
Institut Maurice-Lamontagne

C.P. 1000
Mont-Joli PQ G5H 3Z4
CANADA
fauchotj@dfo-mpo.gc.ca

Faust, Maria A.

Research scientist
Department of Botany NMNH,
Smithsonian Institution 4201
Silver Hill Road MRC 534 Suitland,
MD 20746
USA
faust.maria@simnh.si.edu
Telephone: 301-238-3788
Fax: 301-238-3667
Expertise: Biology, ecology, taxonomy

Fehling, Johanna

Scottish Association for Marine Science,
Dunstaffnage Marine Laboratory
Oban, Argyll PA37 1QA
SCOTLAND
jofe@dml.ac.uk

Fensin, Elizabeth

North Carolina Division of Water
Quality
4401 Reedy Creek Road
Raleigh NC 27607
USA
elizabeth.fensin@ncmail.net

Fernandez, Amandi

Monica Cork Institute of Technology
Rossa Ave., Bishopstown
Cork
IRELAND

Fire, Spencer

University of California
Santa Cruz

518 Koshland Way
Santa Cruz CA 95064
USA
sfire@cats.ucsc.edu

Fleming, Lora E.

Dept. of Epidemiology & Public Health
1801 N.W. 9th Ave., Rm. 212J
P.O. Box 016069 (R669)
Miami, FL 33136
USA.
lfleming@med.miami.edu

Flewelling, Leanne

Florida Fish & Wildlife Conservation
Commission
100 8th Ave SE
St. Petersburg FL 53701
USA
leanne.flewelling@fwc.state.fl.us

Forino, Martino

University of Naples-Italy
Via D. Montesano 49
Naples 80131 ITALY
forino@unina.it

Foster, Vicki

VA Institute of Marine Science
Route 1208, Grete Rd.
Gloucester Point VA 23062
USA
foster@vims.edu

Fraga, Santiago

Instituto Espanol de Oceanografia
Subida a Radiofaro, 50-52
36390 Vigo
Spain
santiago.fraga@vi.ieo.es

Frame, Elizabeth

Scripps Institution of Oceanography,
UCSD
9500 Gilman Drive
La Jolla, CA 92093-0208
USA
eframe@ucsd.edu

Franca, Susana

Lab. Microb Ecotoxicologia
Inst. Nacional Saude
Av. Paddre Cruz
Lisbon 1649-016
PORTUGAL
susana.franca@insa.min-saude.pt

Frangopulos, Maximo

Centro de Estudios del Cuaternario
Fuego-Patagonia
Av. Bulnes 01855
Punta Arenas
Magallanes 01855
CHILE mfr@uvigo.es

Franks, Peter

Assistant professor
Marine Life Research Group Scripps
Institution of Oceanography
University of California,
San Diego La Jolla, CA 92093-0218
USA
franks@ucds.edu
Telephone: 619-534-7528
Fax: 619-534-6500
Expertise: Biology, physics, ecology

Freeman, Emil Kennan

Research scientist
Department of Earth and Planetary
Sciences Johns Hopkins
University Baltimore, MD 21218

USA

Telephone: 410-516-4070
Telex: 7401472 SCOR UC
Fax: 410-516-7933
Expertise: Biology, genetics,
public health, medicine

Freudenthal, Anita

Nassau Country (NY) Dept. of Health
(Retired)
13 Iroquois Place
Massadequa NY 11758-7623
USA
hfreudenthal@cs.com

French, Deborah P.

Senior scientist
Applied Science Associates,
Inc.70 Dean Knauss Drive
Narragansett, RI 02882
USA
appsci@tigger.jvmc.met
Telephone: 401-789-6224
Fax: 401-789-1932
Expertise: Biology, ecology, toxicology
fisheries, modeling

Friday, Charles

Wright State University Dept of
Biological Sciences 235A BH
3640 Col Glenn Hwy
Dayton OH 45435
USA
friday.2@wright.edu

Friedman, Melissa

University of Miami
14616 Corkwood Dr.
Tampa FL 33626
USA
melissafried@yahoo.com

Fryxell, Greta A.

Professor
Department of Oceanography
Texas A&M University
College Station, TX 77843-3146
USA

fryxell@triton.tamu.edu
Telephone: 409-845-4543
Fax: 409-845-6331
Expertise: Biology, taxonomy

Fukuyo, Yasuwo

University of Tokyo
Yayoi 1-1-1, Bunkyo-ku
Tokyo 113-8657
Japan
ufukuyo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

Furey, Ambrose

Cork Institute of Technology
Rossa Ave.
Bishopstown Cork
IRELAND
afurey@cit.ie

Furuya, Ken

Dept. of Aquatic Biosciences
Graduate School of Agriculture and Life
Sciences
The University of Tokyo
1-1-1, Yayoi, Bunkyo, Tokyo 113
JAPAN
furuya@fs.a.u-tokyo.ac.jp

Gaines, Gregory

Scientific advisor
U.S. Embassy Bonn
Unit 21701, Box 285
APO AE 09080
USA

p00877@psilink.com

Telephone: 49 228-376217
Fax: 49 228-372053
Expertise: Biology, ecology, taxonomy
physiology

Gallagher, Jane

Research scientist
Biology Department
City College of CUNY
Convent Avenue at 138th St.
New York, NY 10031
USA
jcgcc@cunyum.cuny.edu
Telephone: 212-650-8507
Fax: 212-650-8585
Expertise: Genetics

Garate Lizarraga, Ismael

CICIMAR-IPN
Apartado Postal 592
La PAZ
Baja California Sur C.P. 23000
MEXICO
igarate@ipn.mx

Garrison, David L.

Research scientist
Institute of Marine Sciences
University of California
Santa Cruz, CA 95064
USA
Email: dlgarris@cats.ucsc.edu
Telephone: 408-459-4789
Fax: 408-459-4882

Gawley, Bob

University of Miami
PO Box 249118
Coral Gables FL 33124-0431
USA

rgawley@miami.edu

Gayoso, Ana Maria

Centro Nacional Patagonico - CONICET
Casilla de Correo 297
Puerto Madryn 9120
ARGENTINA
gayoso@cenpat.edu.ar

Gladu, Sarah

University of Maine Cooperative
Extension
235 Jefferson St.
PO Box 309
Waldsboro ME 04572
USA
sgladu@umext.maine.edu

Glasgow Jr., Howard

North Carolina State University
620 Hutton St. Suite 104
Raleigh NC 27606
USA
howard_glasgow@ncsu.edu

Glibert, Patricia

Horn Point Laboratory
University of Maryland Center for
Environmental Science
P.O. Box 775
Cambridge MD 21613
USA
glibert@hpl.umces.edu

Gobler, Christopher

Southampton College of Long Island
University
Natural Science Division
Southampton College
Southampton NY 11968
USA

cgobler@southampton.liu.edu

Godhe, Anna

Marine Botany, Marine Biology Dept
University of Gothenburg
Box 461 405 30 Gothenburg
sWEDEN
anna.godhr@marbot.gu.se

Goldberg, Judah

Moss Landing Marine Laboratories
8272 Moss Landing Road
Moss Landing CA 95039
USA
jgoldberg@mlml.calstate.edu

Gol'din, Evgeny B.

Crimean State Medical and Agricultural
Universities
122/89, kijevskaya Street
Simferopol, PB 2223
95043 Crimea
UKRAINE
evgeny_goldin@mail.ru/
oblako@home.cris.net

Gomez-Aguirre, Samuel

Instituto de Biologia
Univ. Nal. Auton. Mexico
Ap. Postal 70-153
Mexico City, DF 04510 CP
MEXICO
samuelg@servidor.unam.mx

Goodwin, Kelly

Marine & Atmospheric Studies -
NOAA
4301 Rickenbacker Cswy.
Miami, FL 33149
USA
kelly.goodwin@noaa.gov

Gordon, Andrew

Old Dominion University
Dept of Biological Sciences
Norfolk, VA 23529
USA
agordon@odu.edu

Gorga, Joseph

University of California Santa Barbara
Dept. of EEMB
Santa Barbara, CA 93106
USA
gorga@lifesci.ucsb.edu

Goshorn, Dave

Maryland Department of Natural
Resources
580 Taylor Ave, D-2
Annapolis MD 21401
USA
dgoshorn@dnr.state.md.us

Granade, Ray

FDA
PO Box 158
Dauphin Island AL 36528
USA
hgranade@cfsan.fda.gov

Graneli, Edna

Dept. of Biology & Env. Science
Kalmar Univ.
Kalmar S-391 82
SWEDEN
Edna.Graneli@hik.se

Grattan,Lynn

University of Maryland Medical School
22 S. Greene St.
Baltimore MD 21201

USA

lgrattan@medicine.umaryland.edu

Gray, Michael

University of South Florida
380 13th Ave NE
St. Petersburg
FL 33701 USA
mgray@seas.marine.usf.edu

Green, David H.

Scottish Association for Marine Science
Dunstaffnage Marine Lab
Oban, Argyll PA37 1QA
UK
dgreen@dml.ac.uk

Gribble, Kristin

Woods Hole Oceanographic Institution
Redfield 3-32, MS #32
Woods Hole, MA 02543
USA
kgribble@whoi.edu

Gubbins, Michael

CEFAS
Barrack Rd.
The Nothe
Weymouth, Dorset DT4 8UB
UNITED KINGDOM
m.j.gubbins@cefass.co.uk

Guerrero, Maria A.

Florida International University-SERC
University Park OE 148
Miami FL 33199
USA
guerrero@fiu.edu

Guillard, Robert R. L.

Research scientist

Bigelow Laboratory for Ocean Sciences
P.O. Box 475 McKown Point
West Boothbay Harbor, ME 04575-0475
USA
OMNET: bigelow.lab
Telephone: 207-633-9600
Fax: 207-633-9641
Expertise: Biology, aquaculture

Gustafson, Dan

UMCES Horn Point Laboratory
P. O. Box 775
Cambridge MA 21613-0775
USA
gustafsn@hpl.umces.edu

Haas, Larry

Virginia Institute of Marine Science
Rt. 1208, Greate Rd.
Gloucester Point, VA 23062
USA
lhaas@vims.edu

Hadley, Daniel

Professor and executive officer
Ph.D. Program in Earth
and Environmental Sciences
Graduate School
Queens College, CUNY
33 West 42 St., Rm. 1201
New York, NY 10036
USA
dxh\$geol@qc1.acc.qc.edu
Telephone: 212-642-2202; 718-997-3333
Fax: 212-642-1923; 718-997-3349
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
benthic cyst sedimentology

Hadley, Steven William

Research scientist
Seafood Products Research Center

U.S. Food and Drug Administration
P.O. Box 3012
Bothell, WA 98041-3012
USA
Telephone: 206-486-8788
Fax: 206-483-4996
Expertise: Chemistry, aquaculture,
biochemistry

Hagstrom, Johannes

Kalmar University
Kalmar S-391 82
SWEDEN
johannes.hagstrom@hik.se

Hai, Doan Nhu

Phytoplankton Lab
Institute of Oceanography
Nha Trang
VIET NAM
habviet@dng.vnn.vn

Haley, Sheean

NOAA - Marine Biotxin Program
219 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
sheean.haley@noaa.gov

Halim, Youssef

Department of Oceanology
Faculty of Science
Moharam Bey
Alexandria 21511
EGYPT
youssethalim@hotmail.com

Hallegraeff, Gustaaf

University of Tasmania
School of Plant Science
GPO Box 252-55

Hobart, Tasmania 7001
AUSTRALIA
Hallegraeff@utas.edu.au

Halstead, Bruce W.

Director
International Biotoxicological Centre
World Life Research Institute
23000 Grand Terrace Road
Colton, CA 92324
USA
Telephone: 909-825-4773
Fax: 909-783-3477
Expertise: Biology, ecology, toxicology,
public health, medicine

Hammer-Levy, Kelli

Pinellas County
Dept. of Environmental Management
300 South Garden Ave.
Clearwater FL 33756
USA
klevy@co.pinellas.fl.us

Hansen, Per Juel

Marine Biological Lab
Univ. of Copenhagen
Strand Promenaden 5
Helsingor DK-3000
DENMARK
pjhansen@zi.ku.dk

Hanson, Magne

Norwegian School of Veterinary Science
PO Box 200
Flekkefjord
N-4402
NORWAY
magne.hansen@veths.no

Haque, Shahroz Mahean

Lab of Aquatic Resource Science
Faculty of Fisheries
Kagoshima University
Shimoarata 4-50-20
Kagoshima
JAPAN
Mahean@rocketmail.com

Hardman, Ron

Center for Marine Science - UNCW
29A South Front St.
Wilmington, NC 28401
USA
rhardman@sprintpcs.com

Hargraves, Paul E.

Professor
Graduate School of Oceanography
University of Rhode Island
South Ferry Road
Narragansett, RI 02882-1197
USA
pharg@gsosun1.gso.uri.edu
Telephone: 401-792-6241
Fax: 401-792-6240
Expertise: Biology, ecology, taxonomy

Haskard, Carolyn

Australian Water Quality Centre Private
Mail Bag 3
Salisbury 5108
Australia
carolyn.haskard@sawater.com.au

Havens, Julie

University of South Florida
140 7th Ave. S
St. Petersburg FL 33701
USA
jhavens@seas.marine.usf.edu

Hawryluk, Tim

USFDA Northeast Regional Laboratory
158-15 Liberty Avenue
Jamaica NY 11433-1034
USA
thawrylu@ora.fda.gov

Haya, Katsujii

Fisheries and Oceans Canada
Environmental Sciences Section, Marine
Environmental Sciences
Biological Station
531 Brandy Cove Road
St. Andrews NB E5B 2L9
CANADA
HayaK@mar.dfo-mpo.gc.ca

Heil, Cynthia

University of South Florida
140 7th Ave. S
St. Petersburg FL 33701
USA
cheil@seas.marine.usf.edu

Heimann, Kirsten

James Cook University
School of Tropical Biology
Douglas Campus
Townsville, Qld 4811
AUSTRALIA
Kirsten.Heimann@jcu.edu.au

Hein, Michael

Water & Air Research, Inc.
6821 SW Archer Road
Gainesville, FL 32608
USA
mhein@waterandair.com

Helleren, Stuart

Dalcon Environmental

Unit 10, 72 Walter Road
Bedford
Western Australia 6052
AUSTRALIA
stuart@dalcon.com.au

Henry, Michael

Mote Marine Lab 1600 Ken Thompson
Pky.
Sarasota FL 34236
USA
mhenry@mote.org

Hernandez-Saavedra, Norma

CIBNOR, S.C.
PO Box 128
La Paz BCS 23000
MEXICO
nhernan@cibnor.mx

Herrington, Thomas L.

U.S. Food and Drug Administration
Center for Food Safety and Applied
Nutrition/Office of Seafood
Associate Director, Gulf of Mexico
Program
Building 1103, Room 203
Stennis Space Center, MS 39529-6000
USA
herrington@bellsouth.net

Hess, Phillip

Marine Institute
Galway Technology park
Parkmore West, Galway
IRELAND
phillip.hess@marine.ie

Hickman, Neil

Marine and freshwater Resources
Institute

P.O. Box 114, Queenscliff
Victoria
AUSTRALIA
Neil.Hickman@nre.vic.gov.au

Higham, Chris

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Parkway
Sarasota FL 34236
USA
chigham@mote.org

Higman, Wendy

CEFAS
Barrack Rd.,
Weymouth, Dorset
DT48UB
UK
w.a.higman@cefas.co.uk

Hitzfeld, Bettina

Swiss Agency for the Environment
SAEFL
Section Chemicals
3003 Bern
SWITZERLAND
bettina.hitzfeld@buwal.admin.ch

Hokama, Yoshitsugi

Professor
Department of Pathology
John A. Burns School of Medicine
University of Hawaii, Manoa
1960 East-West Road
Honolulu, HI 96822
USA
Telephone: 808-956-5464
Fax: 808-956-5506
Expertise: Biology, chemistry,
toxicology, experimental
pathology

Ho, Kin Chung

Open University of Hong Kong
30 Good Shepherd Street
Homantin, Kowloon
Hong Kong
CHINA
kcho@ouhk.edu.hk

Hodgekiss, John Ivor

Dept. of Ecology and Biodiversity
The University of Hong Kong
Pokfulam Road
Honk Kong
hodgekiss@hkucc.hku.hk

Hoeger, Stefan

University of Konstanz
Environmental Toxicology
Konstanz
GERMANY
stefan.hoeger@uni-konstanz.de

Holderied, Kris

NOAA/National Ocean Service
NOAA/NOS/NCCOS/CCMA
1305 East West Highway, ms N/SCI1
Silver Spring MD 20910
USA
kris.holderied@noaa.gov

Holt, Ashley

NOAA/NOS/NCCOS/CCMA
1305 East-West Highway
N/SCI 1, Rm 9120
Silver Spring MD 20910 USA
ashley.holt@noaa.gov

Honjo, Tsuneo

Kyushu University
6-10-1, Hakozaki

Higashi-ku, Fukuoka
Japan
thonjyo@agr.kyushu-u.ac.jp

Horner, Rita A.

Oceanographer
School of Oceanography, WB-10
University of Washington
Seattle, WA 98195
USA
rita@ocean.washington.edu
Telephone: 206-543-8599
Fax: 206-543-0275
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
aquaculture, monitoring

Hughes, Julie

Tulane University
Dept of Health Systems Management
1430 Tulane Avenue SL29
New Orleans LA 70112
USA
jahughes@tulane.edu

Hughes, Peggy

University of California at Santa Cruz
High Street
Santa Cruz, CA 95060
USA
mphughes@cats.ucsc.edu

Hulot, Florence

University of Amsterdam
Aquatic Microbiology
Nieuwe achtergracht 127
Amsterdam 1018 WS
THE NETHERLANDS
fhulot@science.uva.nl

Humpage Andrew

Australian Water Quality Centre

Hodgsen Rd.
Adelaide SA 5108
AUSTRALIA
andrew.humpage@sawater.com.au

Humphries, Edythe M.

State of Delaware Dept. Natural
Resources and Environmental Control
Div. Water Resources, Environmental
Laboratory Section
89 King's Highway, Dover, DE 19901
U.S.A.
ehumphries@state.de.us

Hungerford, James

Research chemist
Seafood Products Research Center
U.S. Food and Drug Administration
P.O. Box 3012
Bothell, WA 98041
USA
Telephone: 206-486-0214
Fax: 206-483-4996
Expertise: Chemistry, toxicology,
public health

Husain, Muna

University of Westminster
School of Biosciences
115 New Cavendish St.
London W1M 8JS
UK
M.Husain@wmin.ac.uk

Hurst, John W.

Director
Fisheries and Health Science Division
Department of Marine Resources
Box 8, McKown Point
West Boothbay Harbor, ME 04575
USA

Telephone: 207-633-9500
Fax: 207-633-9579
Expertise: Biology, toxicology, fisheries,
public health, management

Hyatt, Cammie

University of Texas Marine Science
Institute
762 W. Lott Ave.
Aransas Pass TX 78336
USA
cammie@utmsi.utexas.edu

Ikawa, Miyoshi

Research scientist
Department of Zoology
University of New Hampshire
Spaulding Life Sciences Building
Durham, NH 03824
USA
Telephone: 603-862-2114
Fax: 603-862-3784
Expertise: Chemistry, toxicology

Imada, Nobuyoshi

Kyushu University
Lab. of Fisheries Environmental Science
Faculty of Agriculture
Kyushu University
Higashi-ku, Fukuoka
JAPAN
imada_n@agr.kyushu-u.ac.jp

Imai, Ichiro

Kyoto University
Kitashirakawa, Sakyou-ku
Kyoto 606-8502
JAPAN
imailro@kais.kyoto-u.ac.jp

Ismael, Amany A.

Oceanography Dept. Faculty of Science
Alexandria University
Moharam bey
Alexandria 21511
EGYPT
amany_3@yahoo.com

Jackson, Kerry

PO Box A2613
Sydney South 1235
AUSTRALIA

Jackson, Wes

NOAA - Marine Biotoxin Program
219 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
wes.jackson@noaa.gov

Jacocks, Karl

Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
jacocksh@uncwil.edu

Jakowska, Sophie

Arz. Merino 154
Santo Domingo D.N.
DOMINICAN REPUBLIC
jakowska@hotmail.com

James, Kevin

Cork Institute of Technology
Rossa Ave., Bishopstown
Cork
IRELAND
kjames@cit.ie

Jellett Biotek Ltd

327 Prince Albert Road, Suite 5

Dartmouth, NS B2Y 1N7
CANADA
jjellet@jellettbiotek.ca

John, Uwe
Alfred Wegener Institute for Polar and
Marine Research
Am Handelshaven 12
27570 Bremerhaven
GERMANY
ujohn@awi-bremerhaven.de

Johnson, Matt
UMCES Horn Point Laboratory
P. O. Box 775
Cambridge MA 21613-0775
USA
mjohanson@hpl.umces.edu

Johnsson, Hakan
National Food Administration
Box 622
Uppsala 751 26
SWEDEN
hajo@slv.se

Jovine, Raffael
Post-doctoral investigator
Biology Department
Redfield 3-32
Woods Hole, MA 02543
USA
rjovine@whoi.edu
Telephone: 508-457-2000 ext. 2566
Expertise: Physiology, genetics, ecology

Jørgensen, Kevin
Institute of Food Safety and Nutrition
Mørkhøj Bygade 19
Søborg DK-2860
DENMARK

kej@fdir.dk

Kaczmarska-Ehrman, Irena
Mount Allison University
Biology Dept.
63B York St.
Sackville, NB E4L 1G7
CANADA
iehrman@mta.ca

Kamykowski, Daniel
Professor
Department of Marine, Earth,
and Atmospheric Sciences
North Carolina State University
P.O. Box 8208
Raleigh, NC 27695
USA
kamykowski@meavax.nrrc.ncsu.edu
Telephone: 919-515-7894
Fax: 919-515-7802
Expertise: Biology, chemistry, physics
ecology, physiology

Kannan, Lakshmanan
Anamalai University
C.A.S. in Marine Biology
Beach Road
Parangipettai, Tamil Nadu 608502
INDIA
kannanlkg@yahoo.com

Kao, Chien-Yuan
Professor
Department of Pharmacology
State University of New York
Health Science Center, Brooklyn
P.O. Box 29
450 Clarkson Avenue
Brooklyn, NY 11203
USA

Telephone: 718-270-2772

Fax: 718-270-3309

Expertise: Physiology, toxicology,
medicine

Karjalainen, Miina

Finnish Institute of Marine Research
University of Helsinki PO Box 33
Helsinki 00931
FINLAND
miina.karjalainen@fimr.fi

Keafer, Bruce A.

Research associate
Biology Department
Woods Hole Oceanographic Institution
Woods Hole, MA 02543
USA
bkeafer@whoi.edu
Telephone: 508-548-1400 ext. 2509
Fax: 508-457-2169
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
oceanography

Keaweney, Senead

Immunodiagnosics Group
National Diagnostics Centre
National University of Ireland, Galway
IRELAND
sinead.keaweney@nuigalway.ie

Keller, Maureen

Research scientist
Bigelow Laboratory for Ocean Sciences
McKown Point
West Boothbay Harbor, ME 04575
USA
Telephone: 207-633-9600
Telex:
Fax: 207-633-9641
Expertise: Biology, chemistry, ecology,

physiology

Kim, Dae-II

Kyushu University
Laboratory of Fisheries Environmental
Science
Faculty of Agriculture
Kyushu University 6-10-1
Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka
JAPAN
dikim@agr.kyushu-u.ac.jp

Kinoshita, Masao

Doctoral candidate
School of Medicine
Department of Biochemistry
and Molecular Biology
University of Miami
P.O. Box 016129
Miami, FL 33101-6129
USA
masao@martox.rsmas.miami.edu
Telephone: 305-361-4748
Fax: 305-361-4600
Expertise: Biology, microbiology,
biochemistry

Kirkpatrick, Barbara

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Parkway
Sarasota FL 34236
USA
bkirkpat@mote.org

Kirkpatrick, Gary

Staff scientist
Mote Marine Laboratory
1600 Thompson Parkway
Sarasota, FL 34236
USA
mmlgjkirk@aol.com

Telephone: 813-388-4441
Fax: 813-388-4312
Expertise: Biology, ecology, physiology

Kizer, Kenneth W.

Professor and chairman
Department of Community and
International Health
School of Medicine, TB-168
University of California
Davis, CA 95616
USA

Telephone: 916-752-3972
Fax: 916-752-3239
Expertise: Biology, ecology, physiology,
toxicology, public health,
management, medicine

Klein-MacPhee, Grace

Research marine scientist
Graduate School of Oceanography
University of Rhode Island
Narragansett Bay Campus
Narragansett, RI 02882-1197
USA

gracemac@gso.sun1.gso.uri.edu
Telephone: 401-792-6695
Fax: 401-792-6160
Expertise: Biology, fisheries

Kleivdal, Hans

Biosense Laboratories
Hib-Thor Mohlensgt. 55
Bergen N-5008
NORWAY
hans.kleivdal@biosense.no

Kokocinski, Mikolaj

Old Dominion University
Department of Biological Sciences
Norfolk VA 23529-0266

USA
hmarshal@odu.edu

Koray, Tufan

Ege University
Kampus PTT, P. K. 24,
35100, Bornova, Izmir
TURKEY
koray@sufak.ege.edu.tr,
korayt@bornova.ege.edu.tr

Kotaki, Yuichi

Kitasato University
Sanriku, Ofunato
JAPAN
kotaki@kitasato-u.ac.jp

Kubanek, Julia

Georgia Institute of Technology
School of Biology
Georgia Tech
Atlanta GA 30332-0230
USA
julia.kubanek@biology.gatech.edu

Kudela, Raphael

University of California Santa Cruz
1156 High St.
Santa Cruz CA 95064
USA
kudela@ucsc.edu

Kulis, David

Research assistant
Biology Department
Woods Hole Oceanographic Institution
Woods Hole, MA 02543
USA
d.kulis@whoi.edu
Telephone: 508-548-1400 ext. 2859
Fax: 508-548-1400 ext. 6208

Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
toxicology

Kvitek, Rikk G.

Research associate
Moss Landing Marine Laboratory
P.O. Box 450
Moss Landing, CA 95039
USA
kvitek@mlml.calstate.edu
Telephone: 408-633-5606
Fax: 408-633-5642
Expertise: Biology, ecology

Lacouture, Richard V.

Academy of Natural Sciences
10545 Mackall Rd.
Saint Leonard, MD 20685
USA
lacouture@acnatsci.org

Lakeman, Michael

University of Washington
Botany Dept. box 355325
Seattle WA 98195-5323
USA
mbl2@u.washington.edu

Lam, Ironside H.Y.

Dept. of Ecology and Biodiversity
The University of Hong Kong
Pokfulam Road
Honk Kong
lamhyi@hkusua.hku.hk

Lam, Nguyen Ngoc

Phytoplankton Lab, Institute of
Oceanography
Nha Trang
VIET NAM
habviet@dng.vnn.vn

Lamberto, Jody

Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
jodynl@aol.com

Landsberg, Jan

Fish & Wildlife Conservation
Commission
100 Eighth Ave SE
St. Petersburg FL 33701
USA
jan.landsberg@fwc.state.fl.us

Lange, Carina

Universidad de Concepcion
Departamento de Oceanografia
Casilla 160-C
Concepcion
CHILE
clange@udec.cl

Lange, Carina B.

Associate specialist
Scripps Institution of Oceanography
Geological Research Division, 0215
9500 Gilman Drive
La Jolla, CA 92093-0215
USA
clange@ucsd.edu
Telephone: 619-534-4605
Fax: 619-534-0784
Expertise: Biology, ecology, taxonomy

Lankoff, Anna

Dept. of Radiobiology and Immunology
Institute of Biology, Swietokrzyska
Academy
Swietokrzyska Street 15

PL-25-406 Kielce
POLAND
alankoff@pu.kielce.pl

Lefebvre, Kathi
University of California
5413 Ivanhoe Pl NE
Seattle, WA 98105
USA
Kathi.Lefebvre@noaa.gov

LeGresley, Murielle
Fisheries and Oceans Canada
St. Andrews Biological Station
531 Brandy Cove Road
St. Andrews, NB E5B 2L9
CANADA
legresleym@mar.dfo-mpo.gc.ca

Lehane, Mary
Cork Institute of Technology
Rossa Ave., Bishopstown
Cork
IRELAND
mlehane@cit.ie

Le Hegorat, Ludovic
AFSSA
La Houte Marche
Fougeres 35133
FRANCE
p.pehegorat@fougeres.afssa.fr

Lehmann D., Wade
NCSU
Dept Env. and Mol. Toxicology
617 Hutton St NCSU, Pylon I
Raleigh NC 27606
USA
dwlehman@unity.ncsu.edu

Leighfield, Tod
NOAA National Ocean Service
219 Fort Johnson Road
Charleston, SC 29412
USA
tod.leighfield@noaa.gov

Lenes, Jason
University of South Florida
140 Seventh Ave S
St. Petersburg FL 33701
USA
lenes@seas.marine.usf.edu

Leonard, Daniel
Bull Bay Clam Farm
7228 Sunnybrook Blvd.
Englewood FL 34224
USA
clams@sunline.net

Lester, Kristen
University of South Florida
3D Lifesave Drive
Sitka AK 99835
USA
klester@seas.marine.usf.edu

Levandowsky, Michael
Research scientist
Haskins Laboratories
Pace University
41 Park Row
New York, NY 10038
USA
Telephone: 212-346-1264
Expertise: Biology, ecology

Leverone, Jay
Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Pkwy.

Sarasota FL 34236
USA
jleveron@mote.org

Lewis, Jane
University of Westminster
School of Biology and Health Sciences
115 New Cavendish St.
London W1M 8JS
UNITED KINGDOM
lewisjm@westminster.ac.uk

Lewis, Nancy
Institute for Marine Biosciences
National Research Council
1411 Oxford St.
Halifax, NS B3H 3Z1
CANADA
nancy.lewis@nrc.ca

Lewitus, Alan J.
Research assistant professor
Baruch Marine Field Laboratory
University of South Carolina
P.O. Box 1630
Georgetown, SC 29442
USA
lewitus@belle.baruch.sc.edu
Telephone: 803-546-3623
Fax: 803-546-1632
Expertise: Biology, ecology, physiology

Licea, Sergio
Institute de Ciencias del Mar
Limnologia UNAM
Mexico City, DF 04510
MEXICO
licea@mar.icmyl.unam.mx

Liddle, Larry
Coordinator

Marine Science Program
Long Island University
Southampton Campus
Southampton, NY 11968
USA
liddle@seaweed.liunet.edu
Telephone: 516-283-4000
Fax: 516-287-8419
Expertise: Biology

Lilly, Emily L.
Woods Hole Oceanographic Institution
MS#32 Woods Hole, MA 02543
USA
elilly@whoi.edu

Lindholm, Tore
Dept. Biology
Abo Akademi University
FIN-20520 Abo
FINLAND
tlindhol@abu.fi

Lindsay, Jaime
University of Dundee
Millers Wynd
Dundee DD1 4HN
UK
j.lindsay@dundee.ac.uk

Lion, Monica
IOC-IEO Science & Communication
Centre
Subida a Radio Faro 50-52
Cabo Estay-Canido
Vigo 36390
SPAIN
monica.lion@vi.ieo.es

Litaker, Wayne
National Ocean Service NOAA 101

Pivers Island Rd.
Beaufort NC 28516
USA
wayne.litaker@noaa.gov

Lomas, Mike
Bermuda Biological Station
17 Biological Lane
St. George GE01
BERMUDA
mlomas@bbsr.edu

Long, Jeremy
Georgia Tech
10 Ocean Science Circle
Savannah GA 31411
USA
iambient@yahoo.com

Louda, J. William (Bill)
Florida Atlantic University–Organic
Geochemistry
777 Glades Road
Boca Raton, FL 33431
USA
blouda@fau.edu

Luckas, Bernd
University of Jena
Faculty of Biology and Pharmacy
Institute of Nutrition
Dirnburger Stasse 25
D-07743 Jena
GERMANY
bernd.luckas@uni-jena.de

Lundholm, Nina
University of Copenhagen
ØSTER Farimagsgade 2D
Copenhagen DK-1353
DENMARK

ninal@bot.ku.dk

Ly, Le
Naval Postgrad School / NOAA
1220 East-West Hwy, #203
Silver Spring MD 20910
USA
lely@wps.navy.mil

Lynch, Lisa
Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Parkway
Sarasota FL 34236
USA
lisa@mote.org

Mackenzie, Lincoln
Cawthron Institute
Private Bag 2, Nelson
NEW ZEALAND
lincoln@cawthron.org.nz

MacQuarrie, Scott
Institute for Marine Biosciences
National Research Council of Canada
1411 Oxford Street
Halifax NS B3H 3Z1
CANADA
scott.macquarrie@nrc.ca

Mahoney Kevin L.
The University of Southern Mississippi
10900 East Taylor Road #131
Gulfport MS 39503
USA
Kevin.Mahoney@usm.edu

Mahoney, John Brian
Research microbiologist
James J. Howard Marine Sciences
Laboratory

Northeast Fisheries Science Center
National Marine Fisheries Service
National Oceanic and Atmospheric
Administration
Highlands, NJ 07732
USA
Telephone: 908-872-3055
Fax: 908-872-3088
Expertise: Biology

Maier, Alisa

LUMCON
8124 Hwy 56
Chauvin LA 70344
USA
amaier@lumcon.edu

Manger, Ronald

Research scientist
Seafood Products Research Center
U.S. Food and Drug Administration
P.O. Box 3012
22201 23rd Drive SE
Bothell, WA 98041-3012
USA
Telephone: 206-483-4892
Fax: 206-483-4996
Expertise: Biology, physiology

Maranda, Lucie

Research assistant professor
Laboratory of Marine Pharmacognosy
and Biotechnology
Department of Pharmacognosy
University of Rhode Island
Kingston, RI 02881
USA
lmaranda@gso.uri.edu
Telephone: 401-792-2751
Fax: 401-792-2181
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,

physiology

Marasovic'a, Ivona

Institute of Oceanography and Fisheries
63 Split 21000
CROATIA
marasovic@izor.hr

Marchetti, Adrian

University of British Columbia
4 Denham Drive
Richmond Hill BC
L4C 6J1
CANADA
adrianmarchetti@hotmail.com

Marin, Irma

Centro de Biologia Molecular
Univ. Autonoma
Cantobianco
Madrid 28049
SPAIN
imarin@cbm.uam.es

Marin, Roman

MBARI
770 Sandholdt Rd.
Moss Landing CA 95039
USA
maro@mbari.org

Marshall, Harold

Professor
Department of Biological Sciences
Old Dominion University
Norfolk, VA 23529-0266
USA
hgm100f@oduvvm.cc.odu.edu
Telephone: 804-683-3595
Fax: 804-683-5283
Expertise: Biology, ecology, taxonomy

Marshall, Judith

University of Tasmania
School of Plant Science
GPO Box 252-55
Hobart, Tasmania
AUSTRALIA
Judi.Marshall@utas.edu.au

Martin, Christopher

Research scientist
James J. Howard Laboratory
Northeast Fisheries Science Center
National Marine Fisheries Service
74 Magruder Rd.
Sandy Hook, NJ 07732
USA
Telephone: 508-281-9297
Fax: 508-281-9322
Expertise: Biology

Martin, Christopher

Milford Laboratory
212 Rogers Avenue
Milford, CT 06460
USA
Christopher.Martin@noaa.gov

Martin, Jennifer

Fisheries and Oceans Canada
St Andrews Biological Station
531 Brandy Cove Road
St. Andrews, NB E5B 2L9
CANADA
MartinJL@mar.dfo-mpo.gc.ca

Martinez, Rosa

Universidad de Cantabria
Departamento de Ciencias del Agua
Los Castros s/n Santander
SPAIN

martiner@unican.es

Martins Claudia

Wood's Hole Oceanographic Institute
MS #32, Redfield
Woods Hole MA 02543
USA
cmartins@mit.edu

Matrai, Patricia

Research Associate
Marine and Atmospheric Chemistry
Rosensteil School of Marine
and Atmospheric Science
University of Miami
4600 Rickenbacker Causeway
Miami, FL 33149-1098
USA
pmatrai@rsmas.miami.edu
Telephone: 305-361-4712
Fax: 305-361-4689
Expertise: Biology, chemistry,
physiology

Matter, Alicia

School of Fisheries, HF-15
University of Washington
Seattle, WA 98195
USA
alicia@u.washington.edu
Telephone: 206-685-3273
Fax: 206-685-3275
Expertise: Biology, fisheries

Matweyou, Julie

University of Alaska Fairbanks
P.O. Box 757220 SFOS UAF
Fairbanks AK 99775
USA
ftjam1@uaf.edu

Mayali, Xavier

Acripps Institution of oceanography
8630 Discovery Way
La Jolla CA 92037-0208
USA
xmayali@ucsd.edu

McCallum, Mary

Marine Biotoxin Monitoring Program
Coordinator
Office of Shellfish Programs
Department of Health
P.O. Box 47824
Olympia, WA 98504-7824
USA
Telephone: 206-753-5964
Fax: 206-586-4499
Expertise: Biology, public health

McClintock, Liza

Dept of Biology
University of Western Ontario
London ON N6A 5B7
CANADA
cyano@uwo.ca

McCoubrey, Dorothy-Jean

Ministry of Agriculture & Forestry
PO Box 1254
Auckland
NEW ZEALAND
mccoubreyd@maf.govt.nz

McCoy, Les

CDC (Battelle)
2700 Pine Cone Lane
Duluth GA 30096
USA
aki3@cdc.gov

McDermott, Georgina

N.U.I. Galway

Marine Microbiology
Galway
IRELAND
georgina.mcdermott@nuigalway.ie

McGillicuddy, Dennis

WHOI
Bigelow 209b - MS 11
Woods Hole MA 02543
USA
dmcgillicuddy@whoi.edu

McGinness, Kellie

Lab technician
Department of Biological Oceanography
Texas A&M University
P.O. Box 1538
College Station, TX 77841
USA
klm2255@tamu.edu
Telephone: 409-847-8359
Expertise: Fisheries

McGowan, Jay

Maine Dept. of Marine Resources
330 Thorne Rd.
Sullivan ME 04664
USA
jay.mcgowan@state.me.us

McGuire, Peter M.

University of Florida
Box 100245
Dept. of Biochemistry & Molecular
Biology
Gainesville, FL 32610
USA
pmcguire@biochem.med.edu

McKay, Laurie

NC State University
Smith Creek Pkwy.
Raleigh NC 27612
USA
lemi@worldnet.att.net

McKenzie, Cynthia
Fisheries and Oceans Canada
Aquaculture Research Section
Science, Oceans and Environment
Branch
St. John's, NF A1C 5X1
CANADA
mckenziec@dfo-mpo.gc.ca

McNabb Paul
Cawthron Institute
98 Halifax Street East
Private Bag 2
Nelson
NEW ZEALAND
paulm@cawthron.org.nz

Medlin, Linda
AWI
Am Handelshafen 12
Bremerhaven D27570
GERMANY
lmedlin@awi-bremerhaven.de

Mendez, Silvia
National Direction for Aquatic
Resources
Constituyente 1497
Montevideo 11200
URUGUAY
smendez@dinara.gub.uy

Mengelt, Claudia
University of California Santa Barbara
Dept. of EEMB

Santa Barbara, CA 93106
USA
mengelt@lifesci.ucsb.edu

Michaud, Sonia
Fisheries and Oceans
850 Route de la Mer
Mont-Joli PQ
G5H 3Z4
CANADA
michauds@dfo-mpo.gc.ca

Michelliza, Sophie
Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
michellizas@uncwil.edu

Mikulski, Tina
NOAA - Marine Biotoxin Program
219 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
tina.mikulski@noaa.gov

Miles, Chris
AgResearch and National Veterinary
Inst.
East Street
Hamilton 2001
NEW ZEALAND
chris.miles@agresearch.co.nz

Miller, Elizabeth
Florida Dept. of Environmental
Protection
2600 Blair Stone Rd, MS6515
Tallahassee, FL 32399--2400
USA
elizabeth.b.miller@dep.state.fl.us

Miller, Jeanine

NOS-CCEHBR at Charleston, SC
219 Fort Johnson Rd
Charleston, SC 29412
USA
Jeanine.Miller@noaa.gov

Miller, Peter E.

272 Applied Sciences
Institute of Marine Sciences
University of California, Santa Cruz
Santa Cruz, CA 95064
USA
pemiller@cats.ucsc.edu
Telephone: 408-459-2908
Fax: 408-459-4882
Expertise: Biology, ecology, genetics

Miller, Todd

Univ. of Maryland Biotechnology
Institute
701 East Pratt Street
Baltimore MD 21202
USA
millert@umbi.umd.edu

Millie, Dave

FMRI & FIO
Florida Marine Research
Institute-FWCC
100 8th Ave. SE
St. Petersburg FL 33701
USA
david.millie@fwc.state.fl.us

Millie, David F.

USDA-Agricultural Research Service
c/o Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson PKWY
Sarasota, FL 34236

USA

dmillie@mote.org

Milroy, Scott

University of South Florida
140 Seventh Avenue S
St. Petersburg FL 33701
USA
smilroy@seas.marine.usf.edu

Moczydlowski, Edward

Yale University Medical School
Department of Pharmacology
P.O. 208066
New Haven CT 06520-8066
USA
edward.moczydlowski@yale.edu

Moeller, Peter

NOAA - Marine Biotoxin Program
331 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
peter.moeller@noaa.gov

Moestrup, Øjvind

University of Copenhagen
Oster Farimagsgade 2D
Copenhagen 1353
DENMARK
moestrup@bot.ku.dk

Moisander, Pia

Inst. of Marine Sci, UNC-Chapel Hill
3431 Arendell Street
Morehead City NC 28557
USA
moisande@email.unc.edu

Moita, M. Teresa

IPIMAR Av. Brasilia, S/N

Murray, Shauna

University of Sydney
Neydon-Laurence Bld AO8
School of Biological Sciences
AUSTRALIA
smurray@bio.usyd.edu.au

Murray, Thomas

University of Georgia
Dept of Physiology and Pharmacology
College of Veterinary Medicine
Athens GA 30622
USA
tmurray@vet.uga.edu

Naar, Jerome

Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
naarj@uncwil.edu

Nagahama, Yukio

The University of Tokyo 1-1-1 Yayoi
Bunkyo-ku
Tokyo 113-8657
JAPAN
aa27037@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

Nagai, Satoshi

Natl. Res. Inst. of Fish. & Environ.
2-17-5 Maruishi
Ohno, Saeki
JAPAN
snagai@affrc.go.jp

Nascimento, Silvia Mattos

Southampton Oceanography Centre
Waterfront Campus
European Way, SO14 3ZH

Southampton

UK
smn1@soc.soton.ac.uk

Nassif, Julianne

Director of Environmental Chemistry
Massachusetts Department of Public
Health
305 South Street
Jamaica Plain, MA 02130
USA
Telephone: 617-522-3700 ext.388
Fax: 617-522-3700 ext.310
Expertise: Public health, monitoring

Navarro, Ana

Instructor/student
Department of Marine Sciences
University of Puerto Rico-Mayaguez
Campus
Box 5000
Mayaguez, Puerto Rico 00680
USA
Telephone: 809-899-1078
Fax: 809-899-5500
Expertise: Biology, chemistry

Neely, Merrie Beth

University of South Florida
140 7th Ave S MSL
119 St. Petersburg FL 33701
USA
mneely@seas.marine.usf.edu

Newell, Carter R.

Biologist
Great Eastern Mussel Farms, Inc.
P.O. Box 141
Tenants Harbor, ME 04860
USA
Telephone: 207-372-6317

Fax: 207-372-8256
Expertise: Biology, fisheries, aquaculture

Nishitani, Louisa

Fisheries biologist (retired)
School of Fisheries
University of Washington
52 Deer Cove Lane
Naches, WA 98937
USA
Telephone: 509-658-2462
Expertise: Biology, fisheries

Nissanka, Ari

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Pkwy.
Sarasota FL 39236
USA
ari@mote.org

Nolan, Glenn

Marine Institute
Galway Technology Park
Ballybrit
Galway
IRELAND
glenn.nolan@marine.ie

Noren, Fredrik

Goteborg University
Apoteksgatan 20
LYSEKIL SE 45333
SWEDEN
f.noren@kmf.gu.se

Norris, Dean R.

Chairman
Division of Marine Environmental
Systems
Florida Institute of Technology
150 West University Boulevard

Melbourne, FL 32901-6988
USA
Telephone: 407-768-8000 ext. 7377
Fax: 407-984-8461
Expertise: Ecology, taxonomy

Nuzzi, Robert

Chief
Bureau of Marine Resources
Suffolk County Department of Health
Evans K. Griffing County Center
Riverhead, NY 11901
USA
robert.nuzzi@co.suffolk.ny.us
Telephone: 516-852-2082
Fax: 516-852-2092
Expertise: Biology, ecology, physiology,
public health

Nyman, Emil

Finnish Institute of Marine Research
PL 33
Helsinki 00931
FINLAND
emil.nyman@fimr.fi

O' Carroll, Terrence

Bord Iascaigh Mhara
Irish Sea Fisheries Board
P.O. Box 12, Crofton RD, Dun Laoghaire
IRELAND
ocarroll@bim.ie

Oda, Tatsuya

Nagasaki University
Bunkyo-machi I-14
Nagasaki
JAPAN
t-oda@net.nagasaki-u.ac.jp

Oh, Seok Jin

Hiroshima University
National Research Institute of Fisheries
and Environment of Inland Sea
2-17-5 Ohno Saeki
JAPAN
sjoh@fra.affrc.go.jp

O'Halloran, Chris
University of California Santa Cruz
1156 High Street
EMS D-430
Santa Cruz, CA 95064
USA
cohallo@chemistry.ucsc.edu

Odebrecht, Clarisse
Lab de Ecologia do Fitoplankton
Depto de Oceanografia-FURG
Av. Italia, Km 8 Campus Carrei
nos rio Grande-RS
BRAZIL 96201-900
doclar@super.furg.br

Oldach, David W.
University of Maryland
Institute of Human Virology
725 W. Lombard St. Room N557
Baltimore, MD 21201
USA
oldach@umbi.umd.edu

Oliver, Matthew
IMCS, Rutgers University
71 Dudley Rd
New Brunswick NJ
USA
oliver@imcs.rutgers.edu

O'Neil, Judy
University of Queensland/University
MD

Horn Point Lab
PO Box 775
Cambridge MD 21601
USA
j.oneil@mailbox.uq.edu.au

Ono, Chitari
Jonancho 54-2. Marugame.
Kagawa
763-0031
JAPAN
chono0423@syd.odn.ne.jp

Ono, Kaname
Shimoarata 4-54-9-402
Kagoshima City 890-0056
Kagoshima Prefecture
JAPAN
du06025@mx.kagoshima-u.ac.jp

Orellana, Elizabeth
Faculty of Marine Science
U.A.B.C. PMB 1378
4492 Camino de la Plaza
San Ysidro CA 92173
MEXICO
orellana@uabc.mx

Orlova, Tanya
Inst. of Mar. Biol.
Rus. Acad. of Sci.
Dept. of Hydrobiology
17 Palchevskogo Str.
Vladivostok 690041
RUSSIAN FEDERATION
tatiana_orlova@mail.primorye.ru

Orsini, Luisa
Stazione Zoologica A. Dorhn
Villa Comunale
80121 Naples

ITALY

orsini@alpha.szn.it

Osborne, Nick

University of Queensland - Population
Health

39 Kessels Road

Brisbane QLD 4108

AUSTRALIA

s213269@student.uq.edu.au

Osborn, Thomas R.

Professor

The Johns Hopkins University

Olin Hall/JHU

3400 N. Charles St.

Baltimore, MD 21218-2681

USA

osborn@jhunix.hcf.jhu.edu

Telephone: 410-516-7039

Fax: 410-516-7933

Expertise: Physics

Oshima, Yasukatsu

Faculty of Agriculture

Tohoku University

Tsutsumidori-Amamiya

Aoba-ku, Sendai 981

JAPAN

oshimay@mail.cc.tohoku.ac.jp

Ostasz, Michael J.

Shellfish program coordinator

Alaska Department

of Environmental Conservation

800 East Dimond Blvd., Suite 3-455

Anchorage, AK 99515

USA

Telephone: 907-349-7343

Fax: 907-349-4715

Expertise: Fisheries, public health

Otis, Dan

Univ. of South Florida

College of Marine Science

140 7th Ave. S

St. Petersburg FL 33701

USA

dotis@seas.marine.usf.edu

Ouellette, Anthony

University of Tennessee

M409 Walters Life Sciences Building

University of Tennessee

Knoxville TN 37996

USA

ajao@utk.edu

Padilla, Natalia

University of Costa Rica

PO Box 3271-1000

San Jose 1000

COSTA RICA

natipadilla@yahoo.com

Papapanagiotou, Elias

Aristotle University Of Thessaloniki

Laboratory Of Food Hygiene

School Of Veterinary Medicine

Aristotle University Of Thessaloniki

54006 Thessaloniki

GREECE

elias_pa3@hotmail.com

Park, Douglas L.

Professor

Department of Nutrition and Food

Science

309 Shantz

University of Arizona

Tucson, AZ 85721

USA

Telephone: 602-621-5107

Fax: 602-621-9446

Expertise: Chemistry, toxicology,
aquaculture, public health

Parrow, Matt

North Carolina State University

620 Hutton St. Suite 104

Raleigh NC 27606

USA

mwparrow@unity.ncsu.edu

Paul, Valerie

Smithsonian Marine Station at Fort
Pierce

701 Seaway Drive

Fort Pierce, FL 34949

USA

vpaul@uog.edu

Pawlowicz, Marek

Florida Dept. of Health

12493 Amesworth Ct.

Jacksonville FL 32225

USA

marek_pawlowicz@doh.state.fl.us

Pazos, Yolanda

Centro de Control de Calidad do Medio
Marino

Peirao de Vilaxoan

Vilagarcia de Arousa

Pontevedra

SPAIN

ypazos@cccmm.cesga.es

Pederson, Brad

Mote Marine Laboratory

1600 Ken Thompson Pkwy

Sarasota FL 34236

USA

pederson@mote.org

Penna, Antonella

Centro Biologia Ambientale

University of Urbino

Viale Trieste 296

61100 Pesaro

ITALY

A.PENNA@UNIURB.IT

Peperzak, Louis

NICMM/RIKZ

Zusterstraat 14

NL-4331 KJ Middelburg

THE NETHERLANDS

L.Peperzak@rikz.rws.minvenw.nl

Percy, Linda

CEFAS & University of Westminster
Barrack Rd.

The Nothe

Weymouth, Dorset DT4 8UB

UNITED KINGDOM

I.a.percy@cefas.co.uk

Pereyra, Glynis

Southampton College

239 Montauk Hwy

Southampton NY 11978

USA

gpereyra@southampton.liu.edu

Perez, Roberto

Florida International University

4110 West 7th Lane

Hialeah FL 33012

USA

neur0t0xin64@yahoo.com

Perovich, Gina

US Environmental Protection Agency

Unit #13
13701 Modrad Way
Silver Spring MD 20904
USA
perovich.gina@epa.gov

Perry, Jon

Mote Marine Laboratory
1600 Ken Thompson Pkwy.
Sarasota FL 39236
USA
jperry@mote.org

Persson, Agneta

NOAA/NMFS/Milford Laboratory
212 Rogers Avenue
Milford CT 06460
USA
apersson@clam.mi.nmfs.gov

Petrova, Moncheva

Snejana Institute of Oceanology - BAS,
Varna
"Parvi Maj" str. No. 40
Varna 9000
BULGARIA
snejm@mail.varna.techno-link.com

Pierce, Richard

Research director
Mote Marine Laboratory
1600 Thompson Parkway
Sarasota, FL 34236
USA
mmlrpierce@aol.com
Telephone: 813-388-4441
Fax: 813-388-4312
Expertise: Chemistry, toxicology,
management

Pigg, Ryan

Florida Marine Research Institute/
FWCC
100 8th Ave SE
St Petersburg FL 33701
USA
Ryan.Pigg@fwc.state.fl.us

Pinckney, Jay

Texas A&M University
3146 TAMU Oceanography
Texas A&M University
College Station TX 77843-3146
USA
pinckney@ocean.tamu.edu

Pistocchi, Rossella

Scienze Ambientali
Via Tombesi Dall'Ova 55
Ravena 48100
ITALY
rossella@ambra.unibo.it

Pitcher, Grant

Marine & Coastal Management
Private Bag X2, Rogge Baas
Cape Town 8012
SOUTH AFRICA
gpitcher@mcm.wcape.gov.za

P. Moreira, Maria Odete

Dept. of Biology & Env. Science
Kalmar Univ.
Kalmar S-391 82
SWEDEN
maria-odete.moreira@hik.se

Place, Allen

Center of Marine Biotechnology
701 East Pratt St. Suite 236
Baltimore MD 21202
USA

place@umbi.umd.edu

Plakas, Steven

U.S.FDA
1 Iberville Dr.
PO Box 158
Dauphin Island AL 36528
USA
splakas@cfsan.fda.gov

Plumley, F. Gerald

Associate professor
Institute of Marine Science
University of Alaska
Fairbanks, AK 99709
USA
fffgp@acad3.alaska.edu
Telephone: 907-474-6786
Fax: 907-474-7204
Expertise: Biology, physiology

Poelman Marnix

RIVO (NL Institute for Fish. Res.)
P.O. Box 77
Korringaweg 5
Yerseke 4400 AB
NETHERLANDS
m.poelman@rivo.wag-ur.nl

Pomati, Francesco

University of New South Wales
School of Microbiology
Sydney, NSW 2052
AUSTRALIA
f.pomati@student.unsw.edu.au

Poli, Mark Alan

Research scientist
Dept. Cell Biology and Biochemistry
Toxinology Division
United StatesMRIID/Fort Detrick

Frederick, MD 21702-5011
USA

Telephone: 301-619-7181
Fax: 301-619-2348
Expertise: Biology, physiology,
toxicology

Popels, Linda

University of Delaware
700 Pilottown Rd.
Lewes, DE 19958
USA
lcpope@udel.edu

Porter, Stephen

US Geological Survey
Box 25046, MS 406, DFC
Denver CO 80225
USA
e-mail sdporter@usgs.gov

Postel, James R.

Research scientist
School of Oceanography, WB-10
University of Washington
Seattle, WA 98195
USA
postel@ocean.washington.edu
Telephone: 206-543-6141
Fax: 206-543-0275
Expertise: Biology, ecology, monitoring,
oceanography

Poulton, Nicole

Bigelow Laboratory for Ocean Sciences
180 McKown Point Road
P.O. Box 475
West Boothbay Harbor ME 04575
USA
npoulton@alum.mit.edu

Preisig, Hans R.

University of Zurich
Institute of Systematic Botany
Zollikerstr. 107
CH-8008 Zurich
SWITZERLAND
preisig@systbot.unizh.ch

Prezelin, Barbara

University of California at Santa
Barbara
Santa Barbara CA 93106
USA
prezelin@lifesci.ucsb.edu

Proenca, Luis

CTTMAR-UNIVALI
Rua Uruguipi, 458
Itajai SC 85302-2-2
BRAZIL
proenca@cttmar.univali.br

Pulfer, Tanya

FWC/FMRI
100 8th AVE SE
St. Petersburg FL 33701
USA
tanya.pulfer@fwc.state.fl.us

Pustizzi, Frances

University of Delaware
700 Pilottown Rd.
Cannon Laboratory
Lewes DE 19958
USA
franp@udel.edu

Rabinsky, Ruben

University of Miami
3510 SW 124 Ct.
Miami FL 33175

USA

rrabinsky@mail.as.miami.edu

Reece, Kimberly

Virginia Institute of Marine Science
PO Box 1346
Gloucester Point VA 23062
USA
kreece@vims.edu

Reguera, Beatriz

Instituto Espanol de Oceanografia
Centro Oceanografico de Vigo
Aptdo 1552. 36280 Vigo.
SPAIN
beatriz.reguera@vi.ieo.es

Rehnstam-Holm, Ann-Sofi

Goleborg University / Kristianstad
University
Kristianstad SE-29188
SWEDEN
ann-sofi.rehnstam-holm@mna.hkr.se

Reinhardt, Charles

Del-EASI
3 Frog Pond Road
Chadds Ford, PA 19317
USA
reinhacf@aol.com

Renoir, Richard

School of Animal Plant and
Environmental Sciences
University of the Witwatersrand
Private Bag 3 Wits 2050
SOUTH AFRICA
richard@gecko.biol.wits.ac.za

Rensel, Jack (John E.)

Fisheries scientist

University of Washington
4209 234th St., N.E.
Arlington, WA 98223-7686
USA
jackrensel@aol.com
Telephone: 206-435-3285
Fax: 206-435-3285
Expertise: Biology, ecology, physiology,
fisheries, aquaculture, oceanography,
limnology

Rhodes, Lesley

Cawthron Institute
Private Bag 2, Nelson
NEW ZEALAND
lesley@cawthron.org.nz

Richard, Donald J.A.

Canadian Food Inspection Agency
343 Universite Ave.
Moncton, NB E1C 9B6
CANADA
RichardDJ@em.agr.ca

Richards, Bruce

Center for the Inland Bays
467 Highway One
Lewes, DE 19958
USA
brichard@udel.edu

Richardson, Tammi

Dept. of Oceanography
Texas A&M University
College Station TX 77843-3146
USA
tammi@ocean.tamu.edu

Rippey, Scott R.

Acting director
U.S. Public Health Service

U.S. Food and Drug Administration
Northeast Seafood Laboratory
CBC Building S-26, Davisville
North Kingstown, RI 02852
USA
ssr@fdacf.ssw.dhhs.gov
Telephone: 401-294-2646
Fax: 401-528-5278
Expertise: Public health

Roberts, Atma

UCSC
609 Thomas Ct.
Marina CA 93933
USA
atma@cats.ucsc.edu

Roelke, Daniel L.

Ph.D. graduate student
Department of Oceanography
Texas A&M University
College Station, TX 77843
USA
roelke@triton.tamu.edu
Telephone: 409-845-1329
Fax: 409-845-6331
Expertise: Ecology, toxicology

Roesler, Collin

Bigelow Lab
180 McKown Pt. Rd.
West Boothbay Harbor, ME 04535
USA
croesler@bigelow.org

Rosetta, Carol

UCONN Department of Marine Sciences
287 Plant Street
Groton CT 06340
USA
chrosetta@hotmail.com

Ross, Maria R.

Research scientist
Biology Department
University of California-Los Angeles
405 Hilgard Ave.
Los Angeles, CA 90024
USA
Telephone: 310-206-3528
Fax: 310-559-5120
Expertise: Biology, chemistry,
 physiology, toxicology

Rublee, Parke

Univ. NC at Greensboro
PO Box 26170
Greensboro NC 27402-6170
USA
rublee@uncg.edu

Saito, Haruna

University of Tokyo
1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku
Tokyo 113-8657
JAPAN
aa16124@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

Sakamoto, Setsuko

Asian Natural Environmental
Science Center
Yayoi 1-1-1
Bunkyo-ku
Tokyo 113-8657
JAPAN
sssaka@cam.hi-ho.ne.jp

Salierno, James

University of Maryland
Dept. Veterinary Med.
8075 Greenmead Drive
College Park, MD 20742

USA

jsalierno@hotmail.com

Salomon, Paulo

Kalmar University
Barlastgatan 1
Kalmar S-391 82
SWEDEN
paulo.salomon@hik.se

Samdal, Ingunn

National Veterinary Institute
PO Box 8156 Dep.
Oslo 0033
NORWAY
ingunn.samdal@vetinst.no

Sampedro, Nagore

Institut Ciencies Del Mar CSIC
Passeig Maritim de la Barceloneta
No. 37 -49
Barcelona 08039
SPAIN
nagore@icm.csic.es

Sample, Paul

Delaware Div. of Research
Legislative Council
308 Walden Road
Wilmington, NC 19803-2424
USA
sample@bellatlantic.net

Samson, Jennifer

Rutgers, State University of
New Jersey
62 Mountain Ave.
Summit NJ 07901
USA
jsamson@pegasus.rutgers.edu

Sasner, John J.

university of New Hampshire Zoology
Dept.
Durham, NH 03824
USA
jjs@cisunix.unh.edu

Satchwell, Mike

SUNY
Environmental Science & Forestry
1 Forestry Dr
121 Jahn Lab
Syracuse NY 13210
USA
mfsatchw@syr.edu

Schaefer, Kate

NOAA - Marine Biotoxin Program
331 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
katherine.schaefer@noaa.gov

Schaeffer, Blake

North Carolina State University
Box #8208
Raleigh, NC 27695
USA
baschaef@unity.ncsu.edu

Scheuer, Paul

Research scientist
University of Hawaii at Manoa
2545 The Mall
Honolulu, HI 96822
USA
office@helium.chem.hawaii.edu
Telephone: 808-956-5904
Fax: 808-956-5908
Expertise: Chemistry, toxicology

Schmidt, Christine Johanna Band

Universidad del Mar
Apdo. Postal #47
70902 Pto. Angel
Oaxaca
MEXICO
cband@cibnor.mx

Scholin, Christopher

Postdoctoral fellow
Monterey Bay Aquarium
Research Institute
160 Central Ave.
Pacific Grove, CA 93950
scholin@mbari.org
Telephone: 408-647-3779
Fax: 408-649-8587
Expertise: Molecular biology

Scott, Gail

Virginia Institute of Marine Science
PO Box 1346
Gloucester Point VA 23062
USA
gpscott@vims.edu

Seaborn, David

Old Dominion University
Norfolk VA 23529-0266
USA
dseaborn@odu.edu

Sechet, Veronique

IFREMER
Rue de L'Ille d'Yeu
BP 21105
Nantes 44311
FRANCE
vsechet@ifremer.fr

Sellner, Kevin

Chesapeake Research Consortium
645 Contees Wharf Rd.
Edgewater MD 21037
USA
sellner@serc.si.edu

Sellner, Kevin G.
Curator, Academy of Natural Sciences
ANS-ERC
10545 Mackall Road
St. Leonard, MD, 20685
USA
sellner@acnatsci.org
Telephone: 410-586-9710
Fax: 410-586-9705
Expertise: Biology, chemistry, ecology

Sengco, Mario
Woods Hole Oceanographic Institution
Redfield 3-32, MS 32
Woods Hole, MA 02543
USA
msengco@whoi.edu

Servaites, Jerome C.
Wright State University
Dept of Biological Sciences
235A BH 3640 Col Glenn Hwy
Dayton OH 45324
USA
jerome.servaites@wright.edu

Shambaugh, Angela
University of Vermont
School of Natural Resources
Rubenstein Ecosystem
Science Laboratory
3 College St
Burlington VT 05401
USA
ashambau@zoo.uvm.edu

Shaw, Glendon R.
National Research Centre
for Environmental Toxicology
39 Kessels RD
Cooper Plains QLD 4108
AUSTRALIA
g.shaw@mailbox.uq.edu.au

Shehane, Stephaney D.
College of Marine, University of
South Florida
140 7th Ave. S.
St. Petersburg FL 33701
USA
sshehane@marine.usf.edu

Shen, Xiaoyun
City University of Hong Kong
Dept. of Biology & Chemistry
Kowloon, Hong Kong
CHINA
xiaoyun0031@hotmail.com

Shumway, Sandra
Dept of Marine Sciences
University of Connecticut
1080 Shennecossett Rd.
Groton, CT 06340
USA
sandra.shumway@uconn.edu
sandrashumway@hotmail.com

Shumway, Sandra E.
Professor
Natural Science Division
Southampton College, LIU
Southampton, NY 11968
USA
sshumway@sunburn.liunet.edu
Telephone: 516-283-4000

Fax: 516-287-8419
Expertise: Biology, physiology,
aquaculture, public health

Shurtleff, Aaron

FWC-Florida Marine Research Institute
100 8th Avenue SE
St. Petersburg FL 33701
USA
aaron.shurtleff@fwc.state.fl.us

Sierra, Arturo

CIBNOR, S.C.
PO Box 128
La Paz BCS 23000
MEXICO
asierra@cibnor.mx

Silke, Joe

Marine Institute
Abbotstown
Dublin 15
IRELAND
joe.silke@marine.ie

Silver, Mary E.

University of California, Santa Cruz
1156 High St.
Santa Cruz, CA 95064
USA
msilver@cats.ucsc.edu

Sinigalliano, Christopher

Florida International University
Room OE 148
Miami FL 33199
USA
sinigall@fiu.edu

Skeen, Ashley

UNCW - Center for Marine Science

229 Dixie Avenue
Wilmington NC 28403
USA
arskeen@hotmail.com

Skinner, Mark

Center of Marine Science
Univ. of Queensland
St. Lucia
Brisbane QLD 4072
AUSTRALIA
mark_skinner59@yahoo.com.au

Skovgaard, Alf

Marine Biological Laboratory
Strandpromenaden
5 Helsing ø r 3000
DENMARK
alfskovgaard@zi.ko.dk

Smale, Helen

Industry Biotoxin Committee
PO Box 86
Blenheim 7315
NEW ZEALAND
msqp@xtra.co.nz

Smalley, Gabriela

Georgia Tech
10 Ocean Science Circle
Savannah GA 31411
USA
smalley@skio.peachnet.edu

Smayda, Ted

Grad. School Oceanography
Univ. Rhode Island
Narragansett RI 02882
USA
tsmayda@gso.uri.edu

Smayda, Theodore J.
Professor
Graduate School of Oceanography
University of Rhode Island
Kingston, RI 02881
USA
tsmayda@sosun1.gso.uri.edu
Telephone: 401-792-6171
Fax: 401-792-6682
Expertise: Ecology, physiology

Smith, Bill
Alabama State Health Dept.
757 Museum Dr.
Mobile AL 36608
USA
williamsmith@adph.state.al.us

Smith, Elizabeth
FRS Marine Laboratory
PO Box 101
Victoria Road
Aberdeen AB11 90B
UK
smithe@marlab.ac.uk

Smith, G. Jason
Moss Landing Marine Laboratories
8272 Moss Landing Rd.
Moss Landing, CA 95039
USA
symbios@aol.com

Smith, Jonathan
RMIT University
PO Box 107 Metung
Victoria
Australia 3904
jonathansmith@ozemail.com.au

Smith, Laurinda

NOAA - Marine Biotoxin Program
331 Fort Johnson Rd.
Charleston SC 29412
USA
laurinda.smith@noaa.gov

Smith, William L.
Alabama State Health Dept
Mobile Division Laboratory
757 Museum Drive
Mobile, AL 36608
USA
williamsmith@adph.state.al.us

Smolowitz, Roxanna M.
Research associate
Laboratory for Marine Animal Health
University of Pennsylvania
Marine Biological Laboratory
Woods Hole, MA 02543
USA
rsmol@mbi.edu
Telephone: 508-548-6705 ext. 663
Expertise: Toxicology, fisheries,
aquaculture, veterinary
medicine, pathology

Snyder, Richard
Florida International University
900 SW 104th Court B105
Miami FL 33174
USA
rvs29@hotmail.com

Somerset, Ira
Regional shellfish specialist
U.S. Food and Drug Administration
One Montvale Ave.
Stoneham, MA 02180
USA
somerseti@ner66.ner.fda.gov

Telephone: 617-279-1675 ext.147

Fax: 617-279-1742

Expertise: Public health

Springer, Jeff

North Carolina State University
Center for Applied Aquatic Ecology

620 Hutton St., Suite 104

Raleigh, NC 27606

USA

jjspring@unity.ncsu.edu

Squicciarini, Dominick

University of Miami

4600 Rickenbacker Cswy.

Miami FL 33149

USA

dsquicci@rsmas.miami.edu

St Amand, Ann

PhycoTech, Inc.

620 Broad St.

Suite 100

St. Joseph, MI 49085

astamand@phycotech.com

Steidinger, Karen Andrea

Senior research scientist

Florida Marine Research Institute

Florida Department

of Environmental Protection

100 Eighth Ave., S.E.

St. Petersburg, FL 33712

USA

Telephone: 813-896-8626

Fax: 813-823-0166

Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
fisheries, management

Steimle, Eric

Center for Ocean Technology

419 Capri Way NE

St. Petersburg FL 33704

USA

esteimle@seas.marine.usf.edu

Stewart, James E.

Department of Fisheries and Oceans

Bedford Institute of Oceanography

P.O. Box 1006

Dartmouth, NS B2Y 4A2

CANADA

StewartJE@mar.dfo-mpo.gc.ca

Stobo Lesley

FRS Marine Laboratory

PO Box 101

Victoria Road

Aberdeen AB11 90B

UK

stobol@marlab.ac.uk

Stock, Charles

WHOI/MIT Joint Program

24 Millfield Street, Apt 2

Woods Hole MA 02543

USA

cstock@whoi.edu

Stockwell, Dean

Research scientist

Marine Science Institute

University of Texas at Austin

P.O. Box 1267

Port Aransas, TX 78373-1267

USA

Telephone: 512-749-6705

Fax: 512-749-6777

Expertise: Biology, taxonomy,
toxicology

Stoecker, Diane

University of Maryland Centre for
Environmental Science
P.O. Box 775
Cambridge, MD 21613
USA
stoecker@hpl.umces.edu

Stumpf, Rick

NOAA National Ocean Service
NOAA code N/SC11
1305 East-West Hwy rm 9115
Silver Spring MD 20910
USA
richard.stumpf@noaa.gov

Suikkanen, Sanna

Department of Ecology and Systematics
Division of Hydrobiology
P.O. Box 65 (Viikinkaari 1)
FIN-00014 University of Helsinki
FINLAND
ssuikkan@mappi.helsinki.fi

Suzuki, Toshiyuki

Tohoku National Fisheries
Research Institute
3-27-5 Shinhama Shiogana
Miyagi 985-0001
JAPAN
tsuzuki@affrc.go.jp

Svensson, Susanne

University of Goteborg TMBL
Stromstad 452 96
SWEDEN
susanne.svensson@zool.gu.se

Swift, Elijah

Professor
Graduate School of Oceanography
University of Rhode Island

South Ferry Rd.
Narragansett, RI 02882-1197
USA
lige@gsosun1.gso.uri.edu
Telephone: 401-792-6146
Fax: 401-792-6818
Expertise: Biology, ecology, physiology

Swoboda, Edith

Del-EASI
435 Bayberry Lane
West Grove, PA 19390
USA
swoboda@kennett.net

Sym, Stuart

School of Animal Plant and
Environmental Sciences
University of the Witwatersrand
Private Bag 3 Wits 2050
SOUTH AFRICA
stuart@gecko.biol.wits.ac.za

Takayama, Haruyoshi

Hiroshima Fisheries
Experimental Station
Ondo-cho, Aki-gun
JAPAN
cbj64880@pop02.odn.ne.jp

Tang, Janet

Yat Man City
University of Hong Kong
Department of Biology and Chemistry
City University of Hong Kong
Kln Tong, Hong Kong
CHINA
janet.tang@student.cityu.edu.hk

Tavares, Joana Flor

FURG-Universidade Federal do Rio

Grande Lab.
Eco do Fitoplancton
R. Alfredo Huch, 475
Rio Grande RS 96201-990
BRAZIL
jocaflorhta@yahoo.com.br

Teegarden, Gregory
Saint Joseph's College
278 Whites Bridge Rd
Standish ME 04084
USA
gteegarden@sjcme.edu

Templeton, Charles
Associate director
U.S. Army Medical Research
and Development Command
SGRD-PLF (attn: Dr. Templeman)
Ft. Detrick, MD 21702-5012
USA
Telephone: 301-619-7784
Fax: 301-619-7796
Expertise: Physiology, toxicology,
veterinary medicine

Ten-Hage, Loic
Universite Paul Sabater Toulouse III
118 route de Narbonne
Toulouse 31400
FRANCE
tenhage@cict.fr

Tester, Patricia A.
Research oceanographer
National Oceanic and Atmospheric
Administration
National Marine Fisheries Service
Southeast Fisheries Science Center
Ecology Division
101 Pivers Island Road

Beaufort, NC 28516-9722
USA
Telephone: 909-728-8792
Fax: 919-728-8784
Expertise: Biology, ecology, fisheries

The, Ho Van
Institute of Oceanography
NhaTrang, CauDa 01
Khan Hoa Province
VIETNAM

Thomas, Keith
Natural Resources & Environment
PO Box 483
Bairnsdale, VIC 3875
AUSTRALIA
keith.thomas@nre.vic.gov.au

Thomas, Krista
Institute for Marine Biosciences
National Research Council of Canada
1411 Oxford Street
Halifax NS B3H 3Z1
CANADA
krista.thomas@nrc.ca

Thompson, Brian
Bigelow Laboratory for Ocean Sciences
PO Box 475
West Boothbay Harbor ME 04575
USA
bthompson@bigelow.org

Thomsen, Helge Abildhauge
Difres
Kavalergaarden 6
2920 Charlottenlund
DENMARK
hat@dfu.min.dk

Tiffany, Mary Ann
San Diego State University
Dept. of Biology, SDSU
5500 Campanile Drive
San Diego CA 92182
USA
mtiffany@sunstroke.sdsu.edu

Tillmann, Urban
Alfred-Wegener Institute
Am Handelshafen 12
Bremerhaven D27570
GERMANY
utillmann@awi-bremerhaven.de

Tindall, Donald R.
Professor
Department of Plant Biology, 6509
Southern Illinois University
at Carbondale
Carbondale, IL 62901-6509
USA
Telephone: 618-453-3215
Fax: 618-453-3441
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
physiology, toxicology

Toebe, Kerstin
Alfred-Wegener Institute for Polar and
Marine Research
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
GERMANY
ktoebe@awi-bremerhaven.de

Tomas, Carmela
Research administrator
Florida Marine Research Institute
100 Eighth Ave., S.E.
St. Petersburg, FL 33701-5095
USA

Telephone: 813-896-8626 ext. 260
Fax: 813-823-0166
Expertise: Biology, ecology, taxonomy,
physiology

Tomas, Carmelo
University of North Carolina
at Wilmington
Center for Marine Science
5600 Marvin Moss Lane
Wilmington NC 28409
tomasc@uncwil.edu

Tomlinson, Shelly
CCMA/NCCOS/NOAA
N/SCII, SSMC4, Sta. 9244
1305 East West Highway
Silver Spring, MD 20910
USA
Michelle.Tomlinson@noaa.gov

Tosteson, Thomas R.
Professor/research scientist
Universidad de Puerto Rico-MayagAez
Marine Station
P.O. Box 908
Sajas, Puerto Rico 00667
USA
t_tosteson@rumac.upr.clu.edu
Telephone: 809-899-2564/899-4700
Fax: 809-899-2564
Expertise: Chemistry, physiology,
toxicology

Towers, Neale Rex
Toxinology and Food Safety Research
Group
AgResearch
Private Bag 3123
Hamilton
NEW ZEALAND

neale.towers@agresearch.co.nz

Trainer, Vera

NOAA Fisheries
2725 Montlake Blvd. E.
Seattle WA 98112
USA
vera.l.trainer@noaa.gov

Trainer, Vera L.

Senior fellow
School of Medicine
Department of Pharmacology SJ-30
University of Washington
Seattle, WA 98195
USA
trainer@u.washington.edu
Telephone: 206-543-8502
Fax: 206-548-3822
Expertise: Biology, toxicology,
 biochemistry

Trick, Charles

Dept of Biology
University of Western Ontario
London ONT
CANADA N6A 5B7
trick@uwo.ca

Truby, Earnest

Florida Marine Research Institute
100 Eighth Ave. S.E.
St. Petersburg, FL 33701
USA
earnest.truby@fuc.state.fl.us

Truman, Penny

E S R Kenepuru Drive
Porirua
NEW ZEALAND
penelope.truman@esr.cri.nz

Tubaro, Aurelia

DEMREP University of Trieste
Valerio 6
Trieste 34127
ITALY
tubaro@univ.trieste.it

Twiner, Mike

NOAA - Marine Biotoxin Program
219 Fort Johnson Rd
Charleston SC 29412
USA
trick@uwo.ca

Usup, Gires

Universiti Kebangsaan Malaysia
Fakulti Sains & Teknologi
Bangi 43600
MALAYSIA
gires@pkriscc.ukm.my

Van Dolah, Frances M.

NOAA National Ocean Service
219 Ft. Johnson Rd.
Charleston, SC 29412
USA
fran.vandolah@noaa.gov

Van Rijssel, Marion

Rijksuniversiteit of Groningen
Kerklaan 30, P.O. Box 14
Haren 9750AA
THE NETHERLANDS
m.van.rijssel@biol.rug.nl

Vargas-Montero, Maribelle

University of Costa Rica
San Jose 2060
COSTA RICA
vmontero@cariari.ucr.ac.cr

Vargo, Gabriel A.

University of South Florida
College of marine Science
140 Seventh Avenue
St. Petersburg FL 33701
USA
vargo@seas.marine.usf.edu

Vargo, Sandra

Florida Institute of Oceanography
Bayboro Harbor
830 First Street S
St. Petersburg FL 33701
USA
svargo@marine.usf.edu

Vesterkvist, Pia

Abo Akademi University
PO Box 66
Turku
FINLAND
pia.vesterkvist@abo.fi

Villac, Maria Celia

Univ. Federal do Rio de Janeiro Rua
Domingues Ribas, 81
Taubate SP 12060-000
BRAZIL
mcvillac@biologia.ufrj.br

Villac, Maria Celia

Ph.D. graduate student
Department of Oceanography
Texas A&M University
College Station, TX 77842-3146
USA
mcv2426@zeus.tamu.edu
Telephone: 409-845-1256
Fax: 409-845-6331
Expertise: Ecology, taxonomy,

monitoring

Villareal, Tracy

The University of Texas
750 Channel View Dr.
Port Aransas TX 78373
USA
tracy@utmsi.utexas.edu

Villareal, Tracy

Assistant professor
Environmental Sciences
University of Massachusetts
100 Morrissey Blvd.
Boston, MA 02125-3393
USA
villareal@umbcc.umb.edu
Telephone: 617-287-7458
Fax: 617-287-7458
Expertise: Biology

Vrieling, Engel G.

Dept. of Marine Biology
Centre for Ecological and Evolutionary
Studies
University of Groningen, Biological
Centre
P.O. Box 14, NL-9750-AA Haren (GN)
THE NETHERLANDS
e.g.vrieling@chun.rug.nl

Walker, Calvin C.

US Environmental Protection Agency
Gulf Ecology Division
1 Sabine Island Drive
Gulf Breeze FL 32561
USA
walker.calvin@epa.gov

Walz, Peter

Graduate student

Institute of Marine Sciences
University of California, Santa Cruz
Santa Cruz, CA 95064
USA
pwalz@cats.ucsc.edu
Telephone: 408-459-4789/2908
Fax: 408-459-4882
Expertise: Biology, monitoring

Wang, Da-Zhi
Xiamen University
Xiamen 361005
P. R. CHINA
wangdz66@yahoo.com

Watkins, William
FDA national expert for shellfish
laboratories
and science
USFDA, Northeast Seafood Laboratory
Shellfish Sanitation Branch
Bldg. S-26, CBC Davisville
North Kingstown, RI 02852
USA
Telephone: 401-294-2561
Fax: 401-528-5278
Expertise: Public health, management,
commercial shellfish

Watson, Michelle
Old Dominion University
4600 Elkhorn Ave.
Norfolk, VA 23529-0276
USA
amwatson@odu.edu

Wee, James
Loyola University-New Orleans
6363 St. Charles Ave.
New Orleans LA 70118-6195
USA

wee@loyno.edu

Weidner, Allison
Center for Marine Science - UNCW
5600 Marvin K. Moss Lane
Wilmington, NC 28409
USA
weidnera@uncwil.edu

Wekell, John Charles
Research chemist
National Marine Fisheries Service
Northwest Fisheries Science Center
2725 Montlake Blvd.
Seattle, WA 98112
USA
john.c.wekell@noaa.gov
Telephone: 206-860-3388
Fax: 206-860-3394
Expertise: Chemistry, toxicology,
fisheries, aquaculture,
public health, management

Wekell, Marleen Marie
Director, Seafood Products
Research Center
U.S. Food and Drug Administration
PO Box 3012
Bothell, WA 98041-3012
USA
wekell@par66.par.ora.fda.gov
Telephone: 206-483-4902
Fax: 206-483-4996
Expertise: Chemistry, fisheries,
aquaculture, public health,
monitoring, biochemistry

Welborn, Victoria
Univ. of California
Santa Cruz Science Library
1156 High Street

Santa Cruz CA 95064
USA
welborn@cats.ucsc.edu

Wells, Mark

The University of Maine
5741 Libby Hall, Rm. 214
Orono, Maine 04469-5741
USA
mlwells@maine.edu

Whatmough, Jeremy

S.T.A.R.T.
PO Box 8296
Longboat Key FL 34228
USA
info@start1.com

Whereat, Edward

University of Delaware
Sea Grant Marine Advisory Service
College of Marine Studies
700 Pitton Road
Lewes DE 19958
USA
e-mail whereat@udei.edu

White, Alan W.

Dept. of Marine Safety
and Environmental Protection
Massachusetts Maritime Academy
101 Academy Drive
Buzzards Bay, MA 02532-1803
USA
awhite@mma.mass.edu

Whitledge, Terry

Acting director
Marine Science Institute
University of Texas at Austin
P.O. Box 1267

Port Aransas, TX 78373-6967
USA

terry@utmsi.zo.utexas.edu

Telephone: 512-749-6769

Fax: 512-749-6777

Expertise: Biology, chemistry, ecology

Wickramasinghe, Wasa

EnTox
University of Queensland
39 Kessels Road
Coopers Plains QLD 4108
AUSTRALIA
w.wickramasinghe@uq.edu.au

Wikfors, Gary H.

Research microbiologist
NOAA/NMFS/Northeast Fisheries
Science Center
212 Rogers Avenue
Milford, CT 06460-6499
USA
Telephone: 203-783-4225
Fax: 203-783-4217
Expertise: Biology, aquaculture

Wilhelm, Steven

The University of Tennessee
1414 West Cumberland
Knoxville TN 37996
USA
wilhelm@utk.edu

Wilson, Alan

Georgia Institute of Technology
310 Ferst Dr.
Atlanta GA 30332
USA
a_e_wilson@hotmail.com

Wolny, Jennifer

Wynne Timothy
NOAA/NOS/NCCOS/CCMA
1305 East-West Highway
N/SCI 1 Rm 9120
Silver Spring MD 20910
USA
timothy.wynne@noaa.gov

Yan, Tian
Institute of Oceanology
Chinese Academy of Sci.
No. 7 Nanhai Road
Qingdao
266071
P. R. CHINA
tianyan@ms.qdio.ac.cn

Yasumoto, Takeshi
Professor emeritus
Japan Food Research Laboratories,
Tama Laboratory
6-11-10 Nagayama, Tama
Tokyo 206-0025
JAPAN
jfrlyasumoto@mud.biglobe.ne.jp/yasumot
ot@jfrl.or.jp

Yentsch, Charles
Senior research scientist
Bigelow Laboratory for Ocean Sciences
West Boothbay Harbor, ME 04575
USA
Telephone: 207-633-9600
Fax: 207-633-9641
Expertise: Biology, ecology, physiology

Yoshida, Makoto
Faculty of Fisheries
Nagasaki University
1-14, Bunkyo-machi

Nagasaki, 852-8521
JAPAN
f1349@cc.nagasaki-u.ac.jp

Young, Janet
Ministry of Health
P.O. Box 5013
Wellington
NEW ZEALAND
janet_young@moh.govt.nz

Yu, Rencheng
Institute of Oceanology 7
Nanhai Road
Qingdao 266071
CHINA
rcyu@ms.qdio.ac.cn

Yu, Zhiming
Inst.of Oceanology-Chinese Academy
of Science
7 Nanhai Road
Qingdao
266071
P.R.CHINA
zyu@ms.qdio.ac.cn

Yuan, Moucun
Wright State University
Dept of Biological Sciences
235A BH 3640 Col Glenn Hwy
Dayton OH 45324
USA
moucun.yuan@wright.edu

Zaias, Julia
University of Miami
1600 NW 10th Ave, Rm. 7101a
comparative Pathology
University Miami
Miami FL 33136

USA
jzaias@med.miami.edu

Zhang, Xinsheng
Horn Point Laboratory
UMCES
2020 Horn Point Road
Cambridge MD 21613
USA
zhang@hpl.umces.edu

Zhang, Yaohong
University of Delaware
700 Pilottown Road
Lewes DE 19958
USA
yaohong@udel.edu

Zhou, Mingjiang
Institute of Oceanology
Chinese Academy of Sci.
No. 7 Nanhai Road
Qingdao 266071
CHINA
mjzhou@ms.qdio.ac.cn

Zimba, Paul
USDA/ARS
Catfish Genetics Research Unit
P.O. Box 38
Stoneville, MS 38776
USA
pzimba@ars.usda.gov

Zingone, Adriana
Stazione Zoologica 'A. Dohrn'
Villa Comunale
Naples 80121
ITALY
zingone@alpha.szn.it

Zou, Jingzhong
Inst.of Oceanology
Chinese Academy of Science
No. 7 Nanhai Road
Qingdao
266071
CHINA
jzou@ms.qdio.ac.cn