

전지구적 대양연구를 위한 연구 거점(해양과학기지) 구축 기획 연구

Implementation Planning for Establishing
the Global Ocean Research Facilities

2009. 4.

연구기관 : 한국해양연구원



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

본 보고서를 “전지구적 대양연구를 위한 연구거점(해양과학기지) 구축 기획연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2009년 4월 30일

주관연구기관명 : 한국해양연구원

주관연구책임자 : 신 창 응

연 구 원 : 강 길 모, 권 석 재, 김 동 국
김 동 선, 김 연 경, 김 응 서
김 응, 김 종 욱, 박 흥 식
신 형 철, 유 찬 민, 전 동 철
주 현 희, 허 식
문 대 연 (국립수산과학원)

협동연구기관명 : 국가안보전략연구소

협동연구책임자 : 강 량

연 구 원 : 이 수 석, 임 수 환, 조 현 태
한 규 선

요 약 문

I. 제목

전지구적 대양연구를 위한 연구거점(해양과학기지) 구축 기획연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발 목적

전지구적 해양·기후 관측 및 해양자원 개발을 위한 대양연구를 효율적으로 수행하기 위한 대양연구거점을 구축하기 위하여

- 연구거점에 대한 현황과 문제점을 분석하고
- 우리나라 실정에 맞는 대양연구거점 후보지들에 대하여 과학적 경제적 가치평가와 전문가 의견을 거쳐
- 대양연구거점 예정지를 태평양 및 인도양을 대상으로 단계적으로 선정하고
- 대양 연구 거점에서 수행할 수 있는 연구 계획을 수립한다.

2. 해외 연구거점 구축의 필요성 및 정책적 타당성

필요성

지구온난화에 따른 기후변화로 세계는 저탄소 녹색성장을 추구하고 있다. 기후변화는 어느 한 나라에 국한된 문제가 아니라 전 세계 국가 모두 공동으로 대응해야 할 문제이며 협력해야 할 사항이다. 비록 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸인 반도 국가로써 육상 영토보다 바다 영토가 더 넓은 하지만 전 세계 바다의 넓이에 비하면 극히 일부에 불과하다. 기후변화 문제에 접근하려면 기후변화의 최대 조절자인 바다에 대한 이해가 우선해야 하고 그러기 위해서는 전 세계 해양을 우리의 무대삼아 연구 조사를 펼쳐 나가야 한다.

많은 사람들이 인류의 미래가 바다에 있다고 말하지만 바다는 여전히 미지의 영역으로 남아있다. 전 세계의 바다를 연구하여 기후변화를 예측하고 생물다양성을 보존하며 수산자원과 광물자원을 파악하고 이용하도록 이끌어 가는 것이 우리 모두의 숙제이다.

이제 우리는 우리나라만의 관할해역에 머무르는 것이 아니라 전 세계 해양으로 나가야 할 때이다. 대양진출을 위한 대내외적 여건도 매우 적절한 시기에 와 있다. 국내적으로는 과거부터 진행하여 온 심해저광물자원탐사 사업이 태평양에서 인도양으로 확장되었고 극지연구를 위한 쇄빙연구선이 건조되었으며 대형해양과학연구선도 건조될 예정이다. 기존의 대양연구사업도 확대되고 있으며 새로운 지구예측 프로그램 사업도 시작되었다.

서태평양과 동인도양의 열대해역에 걸쳐있는 warm pool은 지구의 대기와 해양순환을 조절하는 심장과도 같다. Warm pool이 어떻게 움직이는가에 따라 기후가 변하고 있다. 따라서 미국이 주도하는 열대해역 관측을 위한 국제공동프로그램에 일본을 비롯하여 중국과 인도가 적극적으로 가담하고 있다. 우리나라도 기후변화에 대처하기 위해서는 이러한 국제공동 프로그램에 반드시 참여하여 관측 자료와 연구결과를 공유하여야 한다. 이러한 목적을 위해서는 대양연구의 중심이 되는 해역 인근의 국가에 대양연구거점을 구축하여 조사 및 연구하는 것이 필요하다.

인도네시아를 중심에 둔 열대해역은 산호 삼각지(Coral Triangle)로 불리는 세계에서 생물다양성이 가장 높은 산호초 밀집지역이다. 생물다양성이 높은 곳은 해양생물공학(Marine BT)적인 관점에서 학술적인 가치가 높고 산업적으로 유용한 정보를 얻을 수 있는 곳이다. 미래 산업의 한 축을 담당할 BT의 연구영역을 넓히기 위해서는 열대 산호 삼각지 해역 국가에 대양연구거점을 구축하는 것이 필수적이다.

우리나라는 그동안 원자재를 수입하여 완제품을 만들어 수출하는 형태의 산업으로 성장하여 왔으나 앞으로 세계적으로 자원이 고갈되어가는 추세에 있어 자원확보의 어려움은 경제성장 둔화를 가져올 수 있다. 이에 대비하기 위하여 자원부국과 협력하여 자원탐사 및 개발에 적극적으로 나서야한다. 해양에는 많은 에너지, 광물 및 수산 자원이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 대양의 자원부국이면서 개발도상국인 해양국가에 대양연구거점을 구축하여 해양자원 탐사기술을 지원하면서 공동으로 자원탐사를 수행할 필요가 있다.

국가안보적으로는 중국의 경제성장과 군비확장이 지금과 같이 향후 수십 년간 진행된다고 가정하면 우리나라는 곧 중국에게 경제적으로 흡수당하고 군사적 위협을 앞세운 중국의 정치적 간섭에 직면하게 될 것이다. 따라서 우리는 주변수역의 안전을 위해서 중국과 협력관계를 증진시키는 한편, 대양으로 생활권을 확장하여 중국의 위협을 견제하는 것이 안보전략의 핵심이다. 이를 위해서는 태평양의 주변국에 대양연구거점을 구축하여 해양과학을 통한 외교를 강화하여야 한다.

우리나라는 지난 수 세기 동안 식민국가의 개발이익을 착취해 갔던 제국주의자들의 대열에 끼어 있지 않아서 역사적으로 결백하다. 또한 우리나라는 저개발국가에서 신흥공업국으로 성장하여 태평양과 인도양 주변의 저개발국에서 우리나라를 경제발전의 모델로 삼고 있다. 이것은 우리가 대양으로 진출하여 연구거점을 구축할 때 그들 국가로

부터 거부감이 없이 협력을 얻을 수 있는 큰 장점이다.

결론적으로 지구온난화와 오존층 파괴 등 환경 변화에 대한 대응과 생물다양성 보존과 기후변화에 따른 해양생태계 변화 파악과 같은 해양과학적인 입장, 육상자원의 고갈에 대비한 해양자원의 개발 및 확보, 수산식량 및 생물공학 자원 확보 등 경제적인 입장, 그리고 우리나라의 주권과 안전을 확보하는 국가안보적인 입장에서 모두 대양연구거점 구축은 반드시 추진되어야 할 과제이다.

정책성 타당성

이명박 정부의 국가 과학기술 기본 계획(2008년~2012년)에서는 에너지·자원 공급원의 다변화 및 에너지·자원 안보 확보, 기후변화 대응 연구 및 국제 협력 강화, 동아시아 지역 협력을 위한 외교 인프라 확충 및 강화 필요성을 강조하고 있다.

고유가, 자원, 환경(기후변화 예측·적응), 식량 등 인류 공동의 문제에 대응하기 위한 “글로벌 이슈대응 연구개발”을 7대 중점 R&D 분야의 하나로 추진하고, 해외 Lab. 및 연구소 진출을 활성화하고 글로벌연구실(GRL) 등 전략적 국제공동연구 확대를 통하여 지구적 문제 해결을 위한 국제공동 연구 사업에 참여해야 한다. 이를 확대하기 위해서 “전략적 과학기술 국제화”를 7대 시스템 선진화·효율화 과제 중 하나로 추진 중이다.

"우리나라의 기후변화대응 종합기본 계획(기후변화대책기획단, 2008)"에는 기후 변화 대처를 위한 국제사회 노력의 선도가 중점 목표로 설정되어 있다. 5개의 세부 주요과제 중에는 기후변화과학 국내·외 공조체계 확립이 있다. 이를 통하여 핵심적으로는 기후 변화체제하에서 개도국의 동참을 유도하고, 선진국과 개도국간의 가교 역할을 수행한다. 또한 국제협상력 강화를 위한 정부 대응 체계를 보강하고, 동아시아 기후 파트너십 등 개도국의 기후 변화 대응 지원 사업을 확대하여 기후산업 해외진출 기반조성이 범정부 차원 목표이다.

"해양개발기본계획(Ocean Korea 21)"에는, 생명·생산·생활의 해양국토 창조를 위한 추진계획에는 ‘글로벌 해양기지 개척’의 일환으로 캄차카반도 및 태평양 해양 전진기지 개척, 해외 양식어장 개척 등이 중점과제에 포함되었다.

III. 국내외 연구거점 현황

선진국의 해외 연구거점 현황

프랑스 국립해양개발연구소(IFREMER)는 현재 5곳의 국외 연구거점을 태평양, 대서양 및 인도양에서 운영 중이다. 연구거점은 프랑스령 도서로 주로 해양생물의 생태, 수

산 및 양식 등을 연구하고 현지 지역민의 교육 프로그램을 운영하기도 한다.

일본은 일본해양과학기술센터(JAMSTEC)에서 Washington에 1개의 협력 사무실을 운영하고, Alaska와 Hawaii에 각각 1개씩의 협력 연구 센터를 운영하고 있다. 협력사무실은 미국 연구기관과의 협력과 미일수뇌회담의 중요 안건을 중심으로 연락, 조정 업무를 수행하고 있다. 하와이에 있는 국제태평양연구센터(IPRC)는 하와이 대학 내에 설치된 연구 센터로 태평양과 인도양을 비롯한 지구 전체의 기후변화와 그 영향에 대하여 연구를 수행한다. 알래스카에 있는 국제북극권연구센터(IARC)는 지구적 북극 피드백 메커니즘과 북극에 미치는 지구기후변화의 영향을 연구 하고 있다.

일본 Seikai 국립수산연구소는 일본 남부에 위치한 Ryukyu 열도에 'Ishigaki 열대연구 거점'을 설치 운영 중이다. 이곳은 열대 해양생물과 관련된 연구를 하기에 좋은 조건이 형성되어 있다. 주로 수산생물자원과 해양생태 보전을 위한 생물다양성 문제를 연구 한다.

호주는 동부해안을 따라 다양한 위도에 위치한 자국의 섬에 연구거점을 설치하여 연구를 수행하고 있다. 주로 연안생태, 해양의 생물 진화, 해양지리 정보, 해양공학, 해저면 역학, 해양 프로세스 등의 연구를 수행하고 있다.

미국은 자국영토가 위도·경도의 폭이 넓어 다양한 환경에 접할 수 있는 조건이 형성되어 있어 별도로 국외에 연구거점을 운영하고 있는 것을 찾기 어려웠다. 단지 버클리 대학교는 프랑스령 폴리네시아의 Moorea 섬에 Richard B. Gump South Pacific Research Station을 운영 중인데, 열대생태계를 연구하면서 주민들을 위한 공공서비스와 연구 및 교육을 실시하고 있다.

요약하면 미국, 일본, 프랑스, 호주 등 해양선진국들은 자국의 영토가 한대해역에서 열대해역까지 자국의 영토가 분포하거나 자국의 지배하에 있는 섬들에 연구거점을 설치하여 수산 및 양식, 해양생물의 생태, 환경모니터링 연구 등을 수행하고 있다.

우리나라의 연구거점 현황

우리나라는 현재 4개의 해양관련 연구거점을 운영하고 있다. 중국에 한·중 해양과학연구센터, 서태평양 마이크로네시아 축주에 한·남태평양 해양연구센터, 그리고 남극과 북극에 극지 연구관련 거점이 있다. 남빙양과 북극해의 조사연구를 담당하는 남극과 북극의 기지는 극지연구소의 임무에 속한다.

한·중 해양과학연구센터는 중국 청도에 위치하고 있고, 한국과 중국 사이에 황해를 중심으로 한 해양관련 과학기술 및 연구조사 영역에서의 협력과 교류 증진에 목적이 있다. 따라서 실질적으로 연구를 하기보다는 한국과 중국 간의 교류협력을 위한 사무국 기능, 정책정보를 생산하고 보급하는 기능, 한·중공동연구사업을 개발하고 추진하는 기능을 한다. 한·중센터의 비전은 양국정부의 공식적인 해양협력기관으로서 대표

성을 지닌 공동기관으로 한·중 양국 간의 해양협력의 매개체로서 주도적인 역할을 수행하는 것이다.

한·남태평양 해양연구센터는 남태평양 해양개발에 대한 전진기지로서 우리나라의 해양과학기술력을 바탕으로 현지 정부 및 관계기관과의 협조관계를 구축하고, 남태평양 도서국가의 국민경제 활성화와 우리나라의 해양자원 공급원 확보에 목적이 있다. 이 센터에서는 현재 흑진주 양식, 열대생물 천연물 분리 및 유전자 추출 등 활발한 연구 활동을 하고 있다. 향후 안정적인 연구를 위한 연구동 이전 및 확충 사업이 시급하고, 대상국가와의 협력관계 유지를 통한 전진기지 구축, 기후환경조사, 재생에너지 개발 등 다양한 연구기능 확립을 추진해야 한다.

현재 운영되고 있는 한·중, 한·남태평양 연구센터로는 국가적으로 요구되고 있는 글로벌 이슈 대응 연구개발을 충분하게 수행할 여건이 되지 못한다. 따라서 기후변화와 그에 따른 생태계 변화, 생물다양성, 수산 및 양식, 에너지 및 광물자원 확보 등에 대한 조사 연구를 수행하기에 적합한 새로운 대양연구거점들을 구축할 필요가 있다.

IV. 대양연구거점 선정 시 고려 사항

해양순환과 기후연구 국제협력

페루 연안의 엘니뇨현상은 대기의 남방진동과 연관되어 있고, 전 세계의 기후 변동에 영향을 준다. 열대해양이 대기와 해양 순환에 영향을 주므로 1980년대 TOGA 사업을 시작으로 태평양 열대해역에 TAO-TRITON 부이를 설치하여 반영구적인 실시간 해양모니터링 체계를 갖추게 되었다. 이 시스템은 미국 NOAA가 주도하고 나중에 일본의 JAMSTEC에서 참여하여 이루어진 체계이다. 대서양에는 이와 같은 체계가 프랑스, 브라질, 미국을 중심으로 PIRATA라는 이름으로 운영되어 오고 있다.

인도양에서는 몬순에 영향을 주는 인도양 쌍극자모드가 주기적으로 변동한다. 몬순은 우리나라의 기후에 매우 큰 영향을 주는 기상요소이다. 인도양에서도 태평양과 대서양과 같은 인도양 부이 관측망(RAMA)을 구축하고 있다. 미국과 일본, 인도, 인도네시아, 프랑스, 중국 등의 국제협력으로 2009년 4월 현재 약 50% 정도 완성되어 있다. ARGO 사업은 가장 성공적인 대양순환관측실험으로 우리나라도 동해와 태평양에 부이를 투하하여 공헌하고 있으나 그 실적은 전체의 약 2~3% 정도이다.

최근에는 태평양과 인도양 사이의 관계가 집중 조명되고 있다. 두 해역사이에 복잡한 과정을 거쳐 인도네시아를 지나 동인도양으로 향하는 인도네시아 통과류(ITF)의 변동성에 대한 '북서태평양순환실험(NPOCE)', '남서태평양순환기후실험(SPICE)', 그리고 '태평양기원수탐사(PACSWIN)'라는 프로그램으로서 국제협력이 이루어지고 있다.

해양순환과 기후관련 국제협력 동향은 서태평양과 동인도양으로 집중되고 있으며, 아직 완성되지 않은 인도양 부이 관측망도 국제협력으로 이루어 가야한다. 따라서 우리나라는 이 해역에 대한 투자를 통하여 세계 기후 및 해양순환 연구 및 예측에 공헌할 수 있다.

해양생물 및 생태계 연구

산호초 지역은 해양생물 다양성이 매우 높은 해역으로 높은 경제적 가치를 지닌다. 산호초 생물에서 추출한 천연물질로 화장품과 의약품을 개발하기도 하고 화학원료, 공업용 효소로 사용되기도 한다. 또한 산호초를 이용하여 지구 환경 모니터링을 수행하기도 한다. 산호의 종류는 인도네시아를 중심으로 존재하는 산호 삼각지 해역에서 가장 높게 나타난다. 따라서 우리나라에는 존재하지 않는 열대 산호 삼각지 해역에 연구거점을 구축하여 산호와 생물다양성, 기후변화에 따른 생태계 변화, 생물공학 연구를 수행할 필요가 있다.

해양 광물, 에너지 및 수산 자원

세계는 육상금속자원의 감소와 고갈 등 심각한 자원 고갈 문제 해결방안의 하나로 해양에 부존하고 있는 막대한 양의 해저광물자원을 개발하려고 한다. 심해저 유용광물 자원은 망간단괴, 해저열수광상, 망간각이 있다. 우리나라는 태평양에 C-C 해역에 망간단괴를 채굴할 수 있는 광구를 등록한 상태이며, 1999년부터는 남서태평양 지역 도서 국가의 EEZ 및 공해상을 대상으로 망간각 조사를 수행하고 있다. 통가 해역에서는 해저열수광상을 조사하고 광구를 확보하여 개발에 나설 계획이다. 2009년부터는 서인도양에서도 해저열수광상 탐사에 나설 계획이다.

정부는 자원 확보 패러다임을 “안정적 에너지 도입” 위주에서 “적극적인 해외자원 개발”중심으로 전환하고, 정상외교 등을 통해 해외 자원 확보를 범국가적으로 노력하고 있다. 그 결과 우리나라의 자원개발 역량이 비약적으로 증가하고 있으며, 정상자원 외교를 필두로 한 정부의 적극적인 지원이 필요하다.

세계에서 어획량이 가장 큰 국가는 중국(1,710만 톤)이며, 아시아 국가들이 전체 어획량의 약 52%를 차지한다. 해역별로는, 북서태평양이 2,160만 톤으로 가장 높고, 태평양 4곳이 4,800만 톤으로 약 65%를 차지한다. 유엔식량농업기구(FAO)에 평가한 세계 수산자원 상태를 보면, 조사 자원의 약 2%는 미개발 상태이며, 18%는 개발되었고, 52%는 완전 개발되었으며, 19%는 과도하게 이용되었고, 8%는 고갈되었으며, 1%는 자원이 회복되고 있는 것으로 평가되었다. FAO의 예측에 의하면, 2030년까지 세계수산물 생산은 인구의 증가에 의한 식량수요의 증가에 의해 지속적으로 증가할 것으로 보인

다. 다만 증가속도는 과거에 비해 둔화되었으리라 이들 수산물의 증가는 잡는 어업보다는 양식에 의해 증가할 것으로 추정된다. 국제공동자원의 관리가 지역수산관리기구를 중심으로 이루어지고 있는 점을 감안, 국제기구의 규제에 능동적으로 대처하기 위해 국제협력을 강화하여야 한다.

해양선진국과의 국제협력

해외 연구거점(해양과학기지)을 구축하려면 해양선진국의 기술과 경험은 절대적으로 필요하다. 북태평양은 일본과 러시아, 미국의 EEZ가 거의 대부분을 차지하고 있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 북서태평양은 일본의 영향력이 지배적이며, 태평양 중부와 북동태평양은 미국의 영향이 절대적이다. 그러므로 미국과의 국제협력은 대양연구에 있어서 매우 중요한 선결조건이며, 더구나 태평양 연구에서는 일본과 더불어 가장 중요한 상대국이다.

대형해양과학연구선 및 쇄빙연구선 활동

2009년 쇄빙연구선이 진수되어 연구에 투입되면 양 극간 이동경로에서 연구를 수행할 수 있으며 이 때 보급 및 연구원의 교대장소를 비롯한 연구활동 해역에 연구거점 구축을 고려할 수 있다. 또한 앞으로 건조될 대형과학연구선의 활동을 위하여 중간보급과 연구원 교대 및 연구활동 해역에도 연구거점 구축을 고려할 수 있다. 현재 수행중이거나 앞으로 연구해야할 해역은 주로 서태평양이고 그 다음이 동태평양, 인도양 해역이다.

V. 대양연구거점 후보지 및 추진 전략

대양연구거점 후보지

기후변화 및 그에 따른 생태계 변화, 생물다양성 보존, 해양자원 등을 연구하기 위해 연구거점을 구축할 때 가장 적합한 후보지는 가장 경제적이면서 가장 좋은 결과를 낼 수 있는 해역이어야 할 것이다. 이러한 입장에서 보면 연구거점 설치에 우선순위가 정해질 수 있다. 위에서 열거한 기후변화 연구와 국제협력, 생물다양성 및 해양자원을 고려하면 열대서태평양 해역이 될 것이다. 왜냐하면 열대 대양의 변화가 기후변화에 대한 가장 뚜렷한 원인으로 파악되었고 선진각국에서 참여하고 있고 우리나라의 참여를 기대하기 때문이다. 또한 이 해역은 전 세계에서 해양생물다양성이 가장 높은 산호삼각지 해역이기 때문에 해양생태계 및 해양생물공학 연구에 최적의 해역이다. 그

리고 이 해역은 우리나라에까지 영향을 주는 쿠로시오의 발원지이다. 따라서 우리가 대양연구 거점을 구축하기 위한 가장 시급한 해역은 열대서태평양 해역이다.

그러면 동남아시아에 많은 국가 중에서 어느 나라가 가장 적합한 국가인가? 쇄빙연구선과 대형연구선의 보급과 연구원 교대 등을 할 수 있는 기항지의 역할을 담당할 수 있는 기반시설이 어느 정도 갖추어진 국가를 선택하여야 한다. 또한 국가 안보적으로 해상수송로 확보차원에서 협력을 이끌어 낼 수 있는 국가가 더 중요하게 된다. 이러한 면을 고려할 때 동남아시아 국가 중에 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 피지 등의 국가가 유력하다. 그러나 연구수행을 위한 인적자원, 정치적 사회적 안정도, 해양자원, 대한민국의 호감도 등을 고려하면 인도네시아가 연구거점을 구축하기에 가장 적합한 국가로 판단된다.

인도네시아는 서태평양과 동인도양에 걸쳐있으므로 태평양연안에는 서태평양연구거점을 인도양 연안에는 동인도양연구거점을 구축할 수 있는 장점이 있다. 전 지구적인 연구거점 구축 순서는 먼저 인도네시아에 서태평양 연구센터(WPRC)와 동인도양 연구센터(EIRC)를 구축하고, 기후변화의 신호가 잘 나타나는 동태평양에는 프랑스령 타히티 또는 페루에 동태평양연구센터(EPRC)를 구축하며, 서인도양에는 인도 남부해안 또는 모리셔스에 서인도양연구센터(WIRC)를 구축할 것을 추천한다.

추진 전략

생물다양성이 높고 해양자원이 풍부한 국가에서는 이미 선진 각국에서 생물, 에너지, 광물 등의 자원 확보를 목적으로 접근하고 있어 연구거점 설치 목적을 자원 확보에 두면 해당국가의 협력을 이끌어 내기가 어렵다. 따라서 우리나라와 해당국가에 모두 이익이 되며 인류공영에 이바지 할 수 있는 주제를 찾아야한다. 예를 들면 지구온난화에 따른 기후변화 예측, 해수면변동, 연안 침식, 쓰나미 예보 등 현실적으로 도움이 될 수 있는 연구와 해양생태계 변화와 생물다양성보존과 같은 생물생태연구를 내세울 수 있다. 이렇게 함으로써 상대국에게 거부감이 없도록 하는 것이 중요하다.

연구거점을 구축하기 위하여 모든 국가 간의 외교적 협력은 양해각서(MOU)와 동의각서(MOA)로부터 시작된다. 만약 우리나라의 연구거점(해양과학연구센터)이 어느 나라에 설치되기 위해서는 이 절차로부터 국제협력이 출발하게 된다. 각 국가에 따라서 협력해야할 대상을 선정하는 일은 그 국가의 조직과 특성을 파악해야 한다.

연구센터운영에서 가장 중요한 점은 안정적인 예산확보다. 그런 점에서 연구센터의 일반경상비 예산을 국내 관련연구기관의 예산에 포함시키지 않고 별도로 배정하여 그 운영만을 관련연구기관에 맡기는 방식을 채택하는 것이 바람직하다.

연구센터운영의 중요한 정책결정은 항상 상대국 자문위원(연구원)과의 협력을 통해서 이루어지는 것이 좋으며, 표면적으로는 공동연구 또는 상대국 연구를 지원하는 형

태의 연구협력을 견지할 필요가 있다. 이것은 실질적으로 운영을 책임진 우리나라의 관련기관이 연구를 주도한다고 하더라도 외견상으로 우리나라가 연구를 독주하는 인상을 상대국 정부에 주는 것은 장기적으로 부정적인 영향을 초래할 수 있기 때문이다.

인력활용은 현지 장기근무를 바탕으로 이루어지는 것이 장기적인 발전에 도움이 된다. 따라서 연구센터장은 센터의 운영을 책임지는 관련기관에서 파견하고, 국내 연구원이 파견근무를 하는 경우라고 하더라도 기본적으로는 운영방향 설정 등 정책적인 사항의 결정 이외에는 거의 독립적으로 연구사업 등이 운영되는 것이 바람직하다.

개발도상국에 해양연구기지를 설립하여 대양연구를 효과적으로 추진하기 위해서는 그 기지로부터 상대국 정부와 주민들이 무엇을 기대하는지를 함께 고려하여 상대국의 정치적 안정과 사회경제적 편익에 도움을 주어야 한다. 해양연구기지 설립 후 지역사회에 지속적인 기여를 할 수 있는 효과적인 방법 중의 하나는 지역주민 특히 청소년들과 함께 하는 현장체험 교육이다. 대학과 연계하여 해양과학실습 특강을 실시하거나 대학의 정규 해양과목을 맡아서 강의하는 것도 지역사회에 지속적으로 기여하며 동화될 수 있는 방법 중의 하나이다. 또한 상대국 정부의 기대에 부응하려는 노력과 지역주민의 문화와 관습을 배우려는 자세를 적극적으로 가짐으로써 지역사회의 일원으로 점차 동화되는 것이 가장 확실한 방법이다.

VI. 기대효과

대양연구거점을 구축하면 기존 국내 대양연구사업의 효율성을 증대시킬 수 있을 것이며, 연구거점을 중심으로 연계성이 강화될 것이다. 연구거점 국가의 에너지 자원 탐사에 호의적인 협력을 이끌어 낼 수 있을 것이다. 원양 및 심해 어장의 개발을 위한 연구의 전진기지로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

연구거점을 중심으로 조사한 자료는 석유, 천연가스 등 해저에너지자원이 풍부한 태평양, 인도양 해역의 개발에 우리나라가 참여하여 지분을 확보하는데 기반이 되며 사전 타당성 검토 자료로 이용이 가능할 것이다. 열대해역 연구거점 주변을 대상으로 연안 수산물 증양식과 관련한 바다목장 사업 및 특화 수산물 개발 (흑진주조개, 백진주조개, 망그로브계, 저서어류, 관상어류 등)을 통하여 수산자원 확보가 기대된다. 해양관할권 협소에 따른 신 국토개념 정립과 경제활동 영역 확보를 통한 신의약품 등 고부가가치 물질자원 소재인 열대 해양생물 유전자자원 확보가 가능할 것으로 기대된다.

대양연구거점 주변국들과 정부 또는 민간의 해양 분야에 대한 협력 기회를 마련하여 국제사회에 우리나라의 지위를 높이고 전지구적 대양연구 통하여 세계 경제대국에 걸맞은 해양선진국이 될 것을 기대한다.

VII. 정책제언

결론적으로 우리나라가 해외 해양과학연구기지를 구축하여 미래 대양연구의 기반을 마련하려는 전략을 다음과 같이 제시한다.

- 1) 2025년까지 태평양과 인도양을 각각 2개의 권역으로 나누어 4개의 연구센터(WPRC, EPRC, EIRC, WIEC)를 구축한다.
- 2) 우리나라와의 상관성에 비추어 4개의 대양연구센터구축의 우선순위를 서태평양(WPRC), 동인도양(EIRC), 동태평양(EPRC), 서인도양(WIRC)으로 한다.
- 3) 서태평양과 동인도양을 대상으로 구축되는 2개의 연구센터는 인도네시아와의 국제협력을 통하여 셀레베스(또는 술라웨시) 북단(비통)에 서태평양 연구센터(WPRC)를, 수마트라 중부 서해안(파당) 또는 남부(람퐁)해안에 동인도양연구센터(EIRC)를 대상예정지로 권고한다.
- 4) 한·남태평양연구센터는 현재 수행하고 있는 열대생물 중심의 연구와 지역적 특수성에 부합하는 연구를 발굴하여 확대 운영하는 방식으로 지속시키며, 서태평양연구센터(WPRC)는 지역해 연구 이외에도 대양규모의 기후연구와 생물다양성 연구, 후열도 분지의 지구물리연구 등을 담당하여 보완적으로 서태평양 연구를 수행한다.
- 5) 북태평양 연구를 위해서는 일본과 미국, 러시아와의 국제협력이 필수적이며 북태평양에 연구센터를 구축하는 것보다는 기관 차원의 국제공동 연구실을 운영하는 것이 바람직하다.
- 6) 동태평양연구센터(EPRC)는 대상후보 예정지는 제1후보지는 프랑스령 '타히티' 제2후보지는 페루 해안지역을 권장한다.
- 7) 서인도양연구센터(WIRC)는 정치사회적으로 가장 안정된 인도 남부해안에 선정하는 것이 바람직하며 '모리셔스'를 제2후보지로서 권장한다.
- 8) 남·북극 기지와 한·남태평양연구센터는 새로이 구축되는 서태평양연구센터, 동인도양연구센터, 동태평양연구센터, 서인도양연구센터와 더불어 전 지구적인 생물자원 확보를 위한 해외생물자원벨트를 구축하는 방안으로 연계시킨다

차 례

제1장 대양연구 거점의 필요성	1
제1절 필요성	3
1. 과학기술적 측면	3
2. 경제 산업적 측면	6
3. 국가안보적 측면	10
4. 사회문화적 측면	14
제2절 국가 정책과의 연관성	18
1. 이명박 정부의 국가 과학기술 기본 계획(2008년~2012년)	18
2. 우리나라 기후 변화 대응 종합 기본 계획	19
3. 해양개발기본계획(Ocean Korea 21)	20
제2장 국내외 연구거점 현황	23
제1절 선진국의 해외 연구거점 현황	25
1. 프랑스	25
2. 일본	27
3. 호주	29
4. 미국	32
5. 기타	34
제2절 우리나라의 해외 연구거점 현황	36
1. 한·중 해양과학연구센터	36
2. 한·남태평양 해양연구센터	44
3. 남극 세종기지	52
4. 북극 다산기지	54
제3절 국내외 연구거점 소결론	56
제3장 대양 연구거점 선정 시 고려 사항	61
제1절 해양순환과 기후관련 국제협력 연구	63
1. 엘니뇨와 남방진동	63
2. TOGA, WOCE, ARGO	65
3. 열대대양의 부이관측망(TAO-TRITON, RAMA, PIRATA)	68
4. 서태평양 국제협력 관측계획	70
제2절 해양생물 및 생태계 연구	72
1. 산호초(Coral Reef)	72

2. 산호 생태계의 가치	72
3. 산호초 환경에서 생물기반 선진 해양과학연구 현황	76
4. 생물기반 열대해역의 잠재 연구 분야	77
5. 산호초 지역에서의 연구 동향	79
6. 태평양 도서국가	80
제3절 해양자원확보	82
1. 심해저광물자원	82
2. 수산자원	89
3. 에너지자원(석유와 천연가스)	95
제4절 해양선진국과의 국제협력	98
1. 일본과의 국제협력	98
2. 미국과의 국제협력	99
제5절 대형연구선 활동과 쇄빙선 통과해역	102
1. 대형 해양과학연구선 활용 예상 탐사해역	102
2. 쇄빙연구선 양극간 통과 해역	105
제4장 대양 연구거점 후보지 우선순위 및 특성	107
제1절 연구거점 후보 권역별 특성	109
1. 태평양 연안	109
2. 러시아 연안	111
제2절 후보지 우선순위 선정	112
1. 대양 연구거점 후보지	112
2. 인도네시아	122
제5장 대양 연구거점 확보 및 활용전략과 운영방안	127
제1절 대양 연구거점의 비전	129
제2절 연구거점 확보 및 활용전략	133
1. 어떻게 접근할 것인가?	133
2. 연구거점별 특성화 연구주제 및 활용계획	136
제3절 연구거점 운용방안	145
1. 추진일정과 단계별 예산	145
2. 연구센터운영 및 인력활용방안	147
3. 지역사회 기여 및 저변 확대	148
제6장 대양연구거점 자료 관리와 활용 방안	149
제 1 절 연구 자료 관리 체계구축의 필요성	151
제 2 절 국내외 자료관리 동향	151
1. 국내동향	152

2. 국외동향	156
제3절 대양 연구자료 관리 및 활용 방안	162
1. 연구자료 관리 방안	162
2. 추진과제 및 활용방안	166
제7장 활용방안 및 기대효과	169
제1절 연구 결과 활용 방안	171
제2절 기대효과	172
1. 과학기술적 측면	172
2. 경제산업적 측면	172
3. 사회문화적 측면	173
4. 전략적 측면	173
제3절 국제협력 효과	174
제8장 정책제언	175
참고문헌	181
부 록	185
부 록 1. 대양연구거점 관련 설문 조사 결과	187
부 록 2. 대양연구 거점 구축 회의	199
부 록 3. 팔라우 국제산호 연구센터 운영 현황	206

표 차례

표 1. 태평양 해양 전진기지 개척 주요내용	21
표 2. 한·남태평양 해양연구센터의 설립 경과	45
표 3. 한·남태평양연구센터의 중점 연구 분야	51
표 4. 외국의 대양연구거점 현황	56
표 5. 한·중해양과학연구센터와 한·남태평양해양과학연구센터의 문제점 및 해결방안	58
표 6. 산호초 생물에서 추출한 천연물질과 기술 확보 국가	73
표 7. 산호초 관련 지구환경 모니터링 국가	74
표 8. 해양과 육상 서식지의 생산성 비교(Groombridge, 1999)	75
표 9. 산호초의 경제적 가치(Lloyd-Evans, 2005)	76
표 10. 태평양 도서국가 정보	81
표 11. 심해저 유용 광물 자원 특성	82
표 12. 10대 주요 어종 자원이용 상태	92
표 13. 세계 석유확인 매장량(2006년말 기준)	97
표 14. 예측된 대형해양과학연구선 활용 연구 및 일 수	104
표 15. 대양연구 거점 후보지별 주요 연구 여건 특성	116
표 16. 대양연구 거점 후보지 대상 주요 국가 일반 특성	117
표 17. 산호 삼각지 이니셔티브 추진 현황	137
표 18. KODC의 조사자료의 관리 범위	154
표 19. Data Search Portal의 제공자료 유형	158
표 20. 설문지 조사 시기 및 방법	187
표 21. 설문지 응답자의 소속기관 특성	191
표 22. 우선적으로 투자해야 할 해역	192
표 23. 연구거점 선정시 우선시 되어야 할 입지조건	193
표 24. 연구거점 구축 - 국가별 선호도	195
표 25. 연구거점 구축 - 해역별 선호도	196
표 26. 연구거점 구축 - 지역특성화된 연구	197
표 27. 대양연구를 위해 가장먼저 갖추어야 할 조건	198

그림차례

그림 1. 동아시아 및 동북아시아에 영향을 미치는 해양 및 기상 체계도	4
그림 2. 인도양 및 태평양의 난수풀(warm pool)의 분포	5
그림 3. TAO array와 참치 잡이 어선들의 주요 출현 해역	6
그림 4. 국가 현안 문제 해결을 위한 대양연구 거점	19
그림 5. 프랑스 해외 대양연구 기지 현황	25
그림 6. 일본 국립수산연구소의 위치와 Ishigaki 열대 거점 전경 현황	28
그림 7. 호주 Queensland 대학교의 열대 서태평양 해역의 해양연구센터 현황	29
그림 8. Sydney 대학교 해양연구소의 One tree 섬 연구 거점	31
그림 9. 호주 CSIRO의 Hobart lab. 위치 및 전경	32
그림 10. 미국 버클리대학교가 프랑스령의 폴리네시아의 Moorea에서 운영 중인 연구기지	33
그림 11. NOAA 국립수산청의 PIRO 관할해역과 국제어로 구역	34
그림 12. 열대 해역의 해양환경 보호 및 산호 연구를 위한 Palau 국제 산호 연구센터	35
그림 13. 한·중해양과학공동연구센터 로고	36
그림 14. 한·중해양과학공동연구센터의 위치	37
그림 15. 한·중해양과학공동연구센터 조직 현황	38
그림 16. 마이크로네시아(얍, 축, 폰페이, 코스레) 연방의 지리적 위치	47
그림 17. 마이크로네시아 축주와 웨노섬의 한·남태평양연구센터	48
그림 18. 한·남태평양 해양연구센터 운영 기본계획	50
그림 19. 남극 세종과학기지의 지리적 위치	53
그림 20. 세종기지 주변 외국 기지 현황	54
그림 21. 다산기지 건물	55
그림 22. 북극 다산기지 접근 항공로	55
그림 23. 해양선진국 및 개발도상국의 해외 열대해양연구기지 운영 현황	57
그림 24. 남방진동 주기 동안에 Bjerknes 시나리오에 의한 엘니뇨 발생기작 개념도	63
그림 25. 열대해역의 동서단면에서 본 대기의 Walker 순환과 해수표면 수온 이상치(Wyrtki, 1975)	64
그림 26. 인도양과 서태평양 열대해역에 걸쳐 넓게 존재하는 난수풀	65
그림 27. 세계대양순환실험 (WOCE)에 의해 작성된 태평양과 인도양의 Atlas 단면	66
그림 28. 전세계 대양에서 표류 중인 ARGO	67
그림 29. 열대해역의 TAO-TRITON, RAMA, PIRATA 부이 관측망	68
그림 30. 미국 해양대기청 (NOAA)과 일본 해양연구개발기구 (JAMSTEC)에서 설치운영 중인 열대태평양의 TAO/TRITON부이 시스템	68

그림 31. 미국과 일본, 인도, 인도네시아, 프랑스, 중국 등의 국제협력으로 2009년 4월 현재 약 50% 정도의 부이관측망 (RAMA)이 구축된 인도양	69
그림 32. 대서양에 구축 중인 실시간 부이관측망(PIRATA)	69
그림 33. 국제공동 서태평양 해류 관측 프로그램	70
그림 34. PACSWIN에서 계획 중인 해류계 계류와 해황관측 단면	71
그림 35. 전 세계 산호 분포도	72
그림 36. 해역간 종다양성 순위(Groombridge & Jenkins, 1997)	75
그림 37. 산호초 주변 지역의 구분과 연구 대상 분포	77
그림 38. 대양에서의 국가별 거점 분포	79
그림 39. 태평양 도서국가 현황	80
그림 40. 심해저 광물 자원 개발 대상 해역	83
그림 41. 망간단괴 단독개발탐사와 광구	84
그림 42. 해저산에서 채취된 망간각, 분석을 위해 절단된 약 20cm 두께의 망간각	86
그림 43. 2012년 ISA 망간각 광구 등록 계획	86
그림 44. 통가 해저 열수광상의 독점탐사 해역도	88
그림 45. 통가 EEZ내의 열수광상 사업 추진 계획	88
그림 46. 2006년까지의 수산 자원의 생산량 추이	89
그림 47. 2006년까지 양식을 통한 수산 자원 생산량 추이	90
그림 48. 국가별 생산량 분포	90
그림 49. 해역별 수산 자원 생산량 분포도	90
그림 50. 2030년 어획량의 추이 예상도	92
그림 51. 국제 수산자원 관리 흐름도	93
그림 52. 국제 수산 기구 현황 분포	94
그림 53. 한국 석유 개발 현황(2009년 2월말 기준)	96
그림 54. 세계 원유·가스 매장량 중 우리나라 확보량	97
그림 55. 일본해양연구개발기구 (JAMSTEC)에서 최근 10년 동안 열대 서태평양과 동인도양 수마트라 인근해역에 설치 운영 중인 Triton 부이 시스템 위치도	98
그림 56. 대서양 해양기상연구소(AOML)에서 실시간 감시중인 전지구 관측 표층뜰개, 심층뜰개(ARGO), XBT, TSG, 기상관측점	100
그림 57. 하와이대학교 해수면 연구센터에서 감시 운영 중인 조석계 정점과 각국의 조석자료교환 정점을 포함한 GLOSS 네트워크	101
그림 58. 대형해양과학 연구선 이용 연구 우선수행 해역 1, 2순위 설문결과	104
그림 59. 한반도와 남·북극을 연결하는 아라온 탐사 예상경로를 SeaWiFS 로 얻은 전 대양 엽록소 분포 위에 보임	105
그림 60. 대양 연구 거점 구축 최우선 후보국가 선정 배경	114
그림 61. 태평양 (TAO-Triton), 인도양 (RAMA), 대서양 (PIRATA) 열대해역의 부이관측망	122

그림 62. 1980년대 인도네시아의 석유, 천연가스 및 광물자원 분포도 (from National Geographic)	123
그림 63. 인도네시아 해양관측시스템(InaGOOS)를 추진하고 있는 해양수산연구소(AMFR) 의 분소가 있는 비통과 발리, 그리고 분소설치를 계획하고 있는 뉴기니섬(마노 과리)과 수마트라(파당).	123
그림 64. 인도네시아 술라웨시섬 북단 마나도시(左)와 동쪽으로 약 30km 떨어진 비통	125
그림 65. 필리핀과 칼리만탄, 술라웨시, 뉴기니를 포함하는 산호삼각지대 (Coral Triangle)	125
그림 66. 동인도양 연구센터 (EIRC) 후보지 “파당”의 지리적 위치	126
그림 67. 전지구적 대양연구거점 구축 비전	129
그림 68. 대양연구거점 구축 SWOT분석	130
그림 69. 대양 연구 주제 및 주체의 시대적 변화	132
그림 70. 대양연구 거점 추진 전략 개념도	133
그림 71. 대양연구 거점 주요 추진 전략 세부항목	133
그림 72. 산호삼각지 위치	136
그림 73. 산호삼각지의 높은 해양생물다양성	137
그림 74. 대양 연구 거점 연구 사업 추진 로드맵	139
그림 75. 지구미래 예측프로그램에서 대양 감시 프로그램과 국제 관측 프로그램 참여에 대한 모식도	140
그림 76. 기후변화 예측을 위한 지구미래예측시스템 개발과 이의 핵심기술 역할을 하는 해양조사	141
그림 77. 중국 해군의 전략범위 목표	142
그림 78. 단계별 대양연구 거점 추진 로드맵	145
그림 79. NORI의 TOIS 시스템 구성도	152
그림 80. 국립해양조사원의 TOIS 기반의 NORI Workflow	153
그림 81. 국립해양조사원의 TOIS 정보화 표준규격	153
그림 82. 해양수산연구정보의 자료정보 제공, 예) 국가해양환경측정망 홈페이지	155
그림 83. 국토해양부 국가해양환경통합정보시스템의 자료검색 화면	156
그림 84. JAMSTEC Data Search Portal	157
그림 85. Metadata 기반 1차 검색(왼쪽), Metadata 기반 2차 검색(오른쪽)	159
그림 86. Data type기준 세부 검색	160
그림 87. AODC의 ISO 19115 표준 MCP	161
그림 88. AODC Metadata 기반의 자료검색 화면	161
그림 89. 대양 연구 거점 연구 자료 활용을 위한 중장기 추진 계획	166
그림 90. 설문조사에서 제안된 전체 대양거점 후보지	188
그림 91. 제안된 대양연구 거점 및 후보지	190
그림 92. 설문지 응답자의 소속기관 특성	191

그림 93. 우선적으로 투자해야 할 해역 순위	192
그림 94. 연구거점 선정시 우선시 되어야 할 입지조건	193
그림 95. 연구거점 구축 - 국가별 선호도	194
그림 96. 연구거점 구축 - 해역별 선호도	195
그림 97. 연구거점 구축 - 지역특성화된 연구	197
그림 98. 대양연구를 위해 가장먼저 갖추어야 할 조건	198

제1장

대양연구 거점의 필요성

제1장 대양연구 거점의 필요성

대양은 태평양, 인도양, 대서양과 같은 큰 바다를 가리키며 대양을 세분한 폐쇄수역을 바다라고 일컫는다. 여기서 우리가 대양연구 거점을 대양을 면한 연안 뿐 아니라 그 이외의 바다에도 설치할 수 있는 것이므로 본 기획연구에서는 대양의 용어를 사전적 의미를 벗어나 우리 주변수역을 벗어난 해양을 모두 지칭하는 의미로 사용하여야 할 것이다. 전지구적 대양연구를 위한 연구거점 구축의 필요성을 과학기술적인 면, 경제적인 면, 국가 안보적인 면 그리고 사회문화적인 면에 대하여 기술하고, 국가 정책과의 연관성을 살펴보고자 한다.

제1절 필요성

1. 과학기술적 측면

기후 조절자 대양

해양은 전 지구 기후 시스템에 가장 큰 영향을 주는 구성요소이다. 해양과 대기는 열, 운동량, 수분 및 각종 물질을 교환하면서 서로 영향을 주기 때문이다. 예를 들면 열대해역에서 태양복사에너지를 흡수하여 따뜻해진 표층 해수는 해류를 타고 고위도로 이동한다. 이 과정에서 적도 부근에서 축적된 열에너지는 공간적으로 재분배 된다. 또한 고위도로 이동한 따뜻한 해수는 그 주변 대륙의 기후에도 영향을 준다. 적도 해양의 순환은 수년에서 수십 년 주기로 변화한다. 특히 엘니뇨 라니냐와 같은 적도해역의 변동은 전 지구의 기후변동과 관계가 있다. 해양은 대기에 비하여 비열이 4배나 높기 때문에 지구 온난화와 같은 대규모 기후 변화를 조절하는데 결정적인 역할을 한다(김과 강, 2005).

우리나라의 기후는 몬순에 의하여 크게 영향을 받는다. 우리나라에 영향을 주는 북동아시아 몬순은 인도양의 몬순과 상당히 밀접한 관련이 있다. 인도양 몬순을 이해하기 위해서는 인도양 순환을 먼저 알아야 한다. 그런데 인도양 순환에 영향을 주는 동인도양의 열대 표층 난수풀(warm pool)은 인도네시아 통과류와 밀접한 관련이 있다. 따라서 태평양의 순환은 인도양에 영향을 주고 인도양의 순환이 몬순에 영향을 미치게 되는 것이다. 그러므로 인도양 몬순(A-AMS: Asia-Australia Monsoon System), 인도네시아 통과류(ITF: Indonesian Throughflow) 및 열대해역의 난수풀은 아시아-태평양 지역의 기후를 포함한 전 지구적 기후변동에 큰 영향을 준다(그림 1).

전 지구적인 기후 변화는 지역적 기후 변화가 종합되어 나타나는 것이며, 적도와 극지방에서는 변화가 뚜렷하게 나타나지만, 온대지역인 중위도지역은 상대적으로 기후 변화와 관련된 징후를 알아내기 어려운 점이 있다. ENSO는 열대 동태평양의 해수면 온

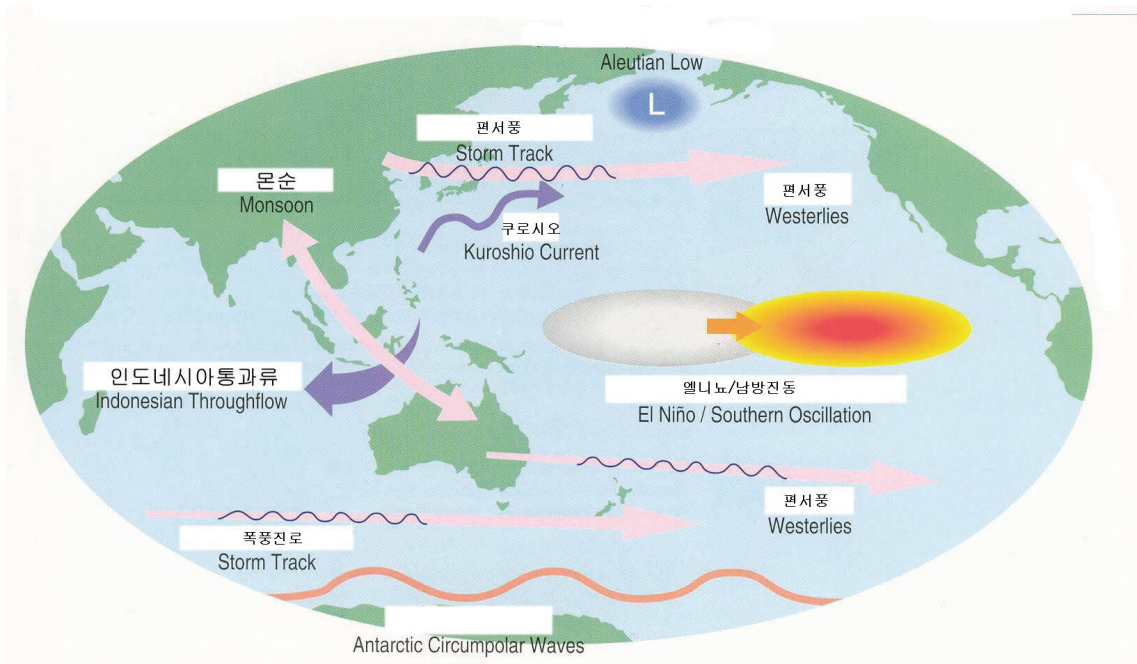
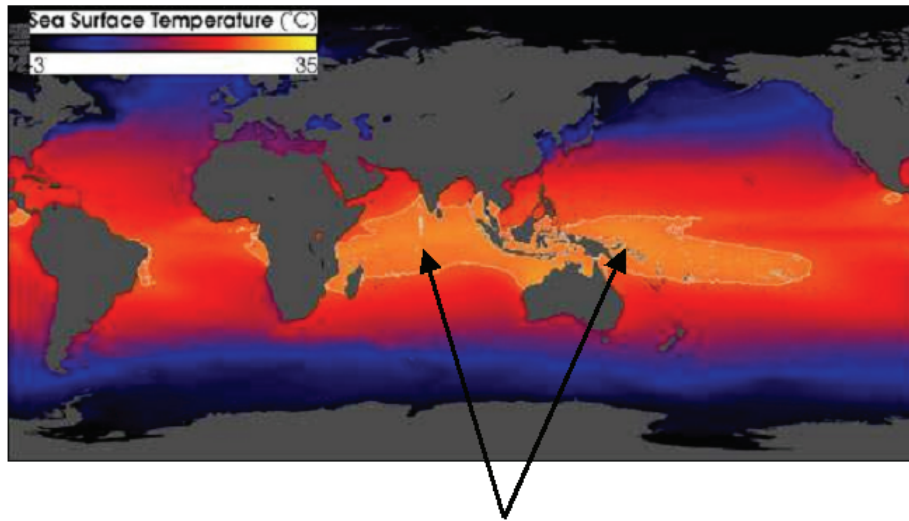


그림 1. 동아시아 및 동북아시아에 영향을 미치는 해양 및 기상 체계도

도가 약 2~7년의 불규칙한 주기로 기후적인 평균값보다 높거나 낮아지는 형상이다. 이 ENSO는 지구상에서 발생하는 가장 뚜렷한 기후 변동 중의 하나로 연별, 경년별, 그리고 십년 이상의 장주기적인 시간 규모를 가지고 그 크기와 지속시간이 변하며 전 지구적인 기상 및 기후 변화에 가장 큰 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다(McPhaden, 2004). 이러한 ENSO 현상이나, 극지 지역에서의 해빙 등을 기후변화의 직접적인 지시자로 활용할 수 있고, 우리나라와 같은 온대지역은 이들과의 상관성 연구를 통하여 기후 변화의 영향을 간접적으로 평가할 수 있다(한국해양연구원, 2008). 따라서 ENSO의 영향을 가장 크게 받는 해역의 열대해역 난수풀(warm pool)이 존재하는 열대 서태평양과 동인도양 사이(그림 2)의 변동성에 대한 이해와 연구는 한반도의 기후 변화를 이해하고 예측하기 위해서는 필수적이다.



인도양과 태평양 난수풀

그림 2. 인도양 및 태평양의 난수풀(warm pool)의 분포

열대해역 생물다양성

또 다른 측면으로 열대 해역의 연구는 기후연구뿐 아니라 산호 및 수산 자원 연구에도 매우 중요하다. 특히 열대 산호 지대의 연구는 고 지구 환경 연구에 따른 향후 환경 변화에 대한 연구를 수행할 수 있다. 따라서 진정한 전지구 기후 연구를 위해서 열대환경 연구는 필수적이다. 그리고 선진국에서는 마이크로네시아, 폴리네시아 등에 지속적인 경제 지원을 실시하거나 식민지로 유지하고 있는데, 그 이유는 해양자원 확보가 가장 중요한 요인이다. 우리나라의 경우 세계 정상급 생명공학 연구를 위해서는 해양에서 생물다양성이 가장 높은 산호초 지역의 기초연구를 실시하여 향후 고부가가치의 신물질, 신소재 연구의 대상 생물 정보에 대한 기반을 확보해야 한다.

EEZ로 인한 경제수역 감소, 수산물 어획량 감소에 따른 대체 어장 및 단백질원 확보를 위해 대체 수산물 개발을 위한 어종 탐색, 양식 환경 조성 등 연구를 수행하여야 한다. 수산관련 실용화 수준이 세계적으로 다른 지역보다 빈약한 열대환경에서의 양식 산업 육성은 매우 긍정적이다. 현재 실시되는 진주양식 이외에 트로커스, 능성어 등은 현재 투자하여도 효과를 나타낼 수 있다. 열대 국가는 남획으로 수산자원이 감소하여 자원조성과 양식사업에 관심이 많다. Tiger prawn(인도네시아, 필리핀), Mangrove crab (태국, 마이크로네시아, 스리랑카), Coconut crab, Giant clam(호주, 필리핀)과 참치, 능성어 등이 주 대상 종이다. 해양 연구가 연안에서 탈피하여 대양으로 확대되고 있는 시점에서 심해 연구, 수심 200-500 m 대상의 대양 중층 연구는 대체자원 확보를 위해 관심의 초점이 되는 해역이다.

현업의 참치잡이 어선들이 출현하는 해역들을 보면(그림 3), TAO array 해역과 상당히 일치하는 곳이 많다. 따라서 TAO array와 대양 연구 자료를 수산업 활동에 지원하면 좋은 효과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다.

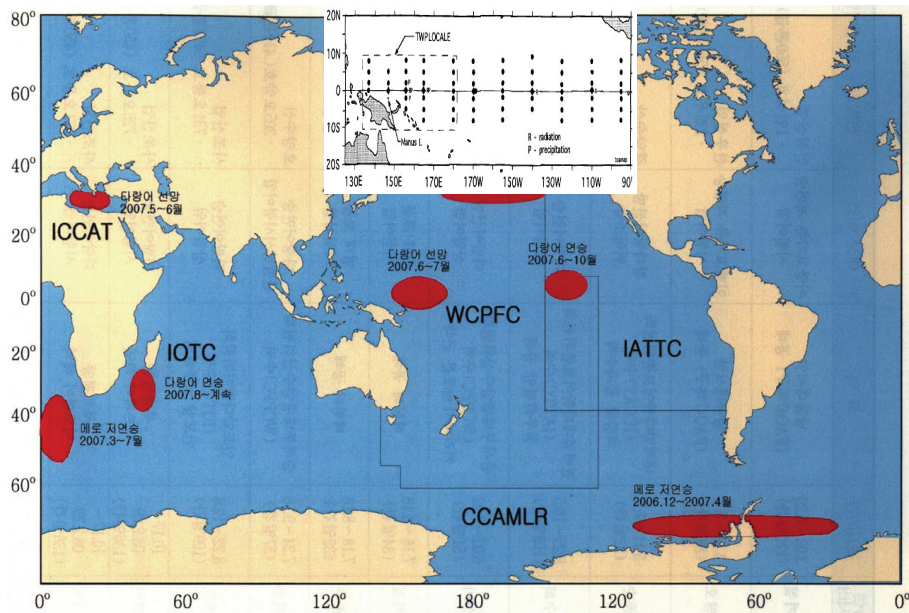


그림 3. TAO array와 참치 잡이 어선들의 주요 출현 해역

결론적으로 지구온난화와 오존층 파괴 등 환경 변화에 대한 대응, 생물다양성 보존과 함께 육상자원의 고갈에 대비한 해양자원의 개발 및 확보, 수산식량 및 생물공학 자원 확보는 세계적 이슈이다. 이에 따라 각 국에서는 해외에 연구거점을 구축하여 전 지구적 대양연구를 활발히 진행하고 있다. 우리나라도 전 지구적 대양연구를 체계적이고 효율적으로 수행하기 위해서는 대양 연구거점이 필요하다. 이를 위하여 단계적인 연구개발 로드맵이 필요하며, 태평양 및 인도양에 대한 대양 연구 거점을 구축하여 미래의 해양공동연구에 능동적으로 대처하여야 한다.

2. 경제 산업적 측면

산업구조의 변화

한국은 1960-1970년대 GATT(무역과 관세에 관한 일반협정)체제 하의 서방 자유무역시장을 이용하여 산업화에 성공했다. 이는 서방 선진국에서 자본을 빌리고 석유 등 산업원료, 중간재와 기술을 수입하여 한국에서 완제품을 조립하여 선진국 시장에 수출하는 수출주도형 산업화였던 것이다.

당시까지는 석유 등 광물자원을 거래하는 국제시장을 선진국 메이저기업들이 지배하고 있었고, 수출주도형 산업화를 추진하는 나라가 한국, 대만, 싱가포르 등 소수국가에 불과했다. 또 유럽과 일본의 경제가 2차 대전 후부터 1970년대 초까지 고도 성장기를 구가했기 때문에 국제자본시장과 상품시장이 같이 성장하고 있었다. 이에 따라 자원을 수입하고 공산품을 수출하는 수출주도형 산업화에 유리한 국제환경이 갖추어져 있었던 것이다.

그러나 1970년대 초 사우디아라비아 정부가 석유개발권을 국유화하여 제1차 석유위기를 불러일으킨 이후 자원민족주의가 국제적으로 증가하고 국제 메이저기업들의 시장 지배력 또한 쇠퇴하기 시작했다. 1970년대 말부터는 중국이 수출주도형 산업화에 뛰어드는 등 대부분의 개발도상국들이 국제시장을 겨냥한 제조업 건설 경쟁을 벌이면서 국제상품시장에는 공급이 넘치고 국제 자원시장에는 공급이 부족해지는 양상이 발전하다가 오늘날의 위기상황에 까지 도달하게 되었다.

한국경제는 1960-1970년대에 형성된 제조업 중심 산업구조의 틀을 바꾸지 못한 상태에서 세계시장이 공산품 생산과잉-자원 공급부족의 구조로 바뀌어 있는 상황에 대처해야 하는 처지에 빠져 있다. 광물을 탐사, 채굴해서 원료로 만드는 산업과정을 Up-Stream이라 하고 채굴한 광물을 정련 또는 제련해서 가공 판매하는 산업과정을 Down-Stream이라고 분류한다면, 현재 세계시장구조는 Down-Stream 보다 Up-Stream 산업에 유리한 국면으로 전환되고 있는데, 한국의 산업은 여전히 Down-Stream에 치중되어 있고 Up-Stream은 지극히 취약한 불균형을 이루고 있는 것이다.

무엇보다도 중요하게 지적되어야 할 요소는 Up-Stream 산업에는 Down-Stream 산업 보다 훨씬 큰 자본력과 정보력, 그리고 전문지식이 요구된다는 점이다. 자원개발 사업은 요행수를 노리는 투기가 아니라 고도의 과학적 지식과 확률분석을 요구하는 장기투자사업인 것이다. 공학과 사회과학의 최고수준의 전문 인력과 현지지식에 밝은 전문가들의 컨설팅, 그리고 자본동원 능력을 가진 인재들이 필요하다. 그만큼 부가가치도 높은 산업분야가 아닐 수 없다. 한 예로 미쓰비시상사, 미쓰이 물산, 이토추 상사, 스미토모상사, 마루베니상사 등 일본의 5대 종합상사가 세계 25개국의 자원개발에 참여하여 순이익의 절반을 자원사업에서 확보하고 있는 점을 봐서도 알 수 있다 (김득갑 등 2008).

해양자원 확보를 위한 노력

한국기업들이 Up-Stream 분야에서 자원개발 산업에 참여하기 위해서는 대양으로 진출할 수밖에 없다. 한국과 영해 및 EEZ에서 대규모 유전이나 가스전이 발견되기 전에는 동북아시아 지역에서 자원개발 산업을 대규모로 일으킬 가능성은 없기 때문이다. 한국 석유공사, SK 등 한국의 일부 기업들은 이미 베트남과 페루 해상에서 유전을 개발하고 있다. 태평양 연안지역의 개방성은 아직 우리기업들에게 자원개발 산업 참여기회를 제공해 주고 있는 것이다.

해양과학기술의 발달로 해저 광물자원의 이용이 가능해 지고 있다. 현재 세계에서 생산되는 석유의 약 30%가 해저에서 채굴되고 있으며, 가스의 채굴도 활발하게 이루어지고 있다. 그 외에 모래와 자갈 채취가 이루어지고 있는데, 메탄 하이드레이트, 해저열수광상, 망간단괴 등의 채취를 위한 시험도 진행되고 있다. 우리 주변수역에서는 모래 이외의 광물자원들을 대규모로 발견할 수 없는 현실을 고려해 보더라도 한국의 대양진출은 불가피한 사업으로 평가될 수 있다.

해양 생물자원의 이용 역시 커다란 산업적 가치를 갖는다. 해양은 지구상에서 가장 다양한 생물학적 자원을 품고 있다. 지구상의 해양에는 모든 문(phylum)을 대표하는 생물이 살고 있으며, 200,000종이 넘는 무척추 동물과 조류가 조사되어 있다. 이렇게 다양한

종류의 생명체들이 해양환경 속에서 생존경쟁을 벌이는 과정에서 화학물질들을 생산해 내어 포식자들을 퇴치하고 성장에 필요한 영역다툼을 벌이며 배우자를 찾는데 사용한다. 과학자들이 해양생물들이 분비해 내는 이 같은 화학물질들 속에서 의학적으로 중요한 약품을 개발해 내고 생의학이나 산업적 발명에 필요한 요소들을 추출해 내기도 한다.

해양 생명공학에 미국정부는 1996년 5천5백만 달러를 투자하고 미국 산업계는 해마다 1억 달러를 투자하고 있다. 미국은 1996년부터 1999년 사이에 거의 100개의 새로운 화합물을 특허 내었다. 일본의 경우는 한 해에 9억 달러에서 10억 달러를 해양 생명공학에 투자하는데 그 중 80%는 산업계 자금에서 나온다(US Commission on Ocean Policy 2004).

1970년대 이래 과학자들은 해양생물체로부터 특이한 화학구조와 생물작용을 나타내는 분자들을 추출해 내고 있다. 이렇게 추출된 물질 중 일부는 미국에서 암 치료제로 임상실험을 거치고 있다. 해양생물학적 발견들은 전염병, 다중경화증, 알츠하이머 병, 만성 통증, 관절염 등에 치료효과를 갖는 약품들의 개발에도 도움을 주고 있다.

과학자들은 또 파도 속에서도 바위에 붙어 있는 삿갓조개가 만들어 내는 접착 단백질에 대한 연구를 통해 습도가 높은 환경에서 사용하는 접착제를 개발하고 있다. 차가운 물에 서식하는 일부 해양 미생물은 세제로 사용될 수 있는 화학물질을 생산해 낸다. 과학자들은 이러한 물질을 이용해 찬 물 세탁기에 사용할 수 있는 세제를 개발하고 있다.

한국의 제약 산업이 선진국에 비하여 빈약한 수준이지만 생명공학 분야에서 우수한 인재들이 배출되고 있는 현실을 감안할 때 해양 생명공학 또한 육성하면 가능성이 있는 분야라고 볼 수 있다. 해양과학기지는 다양한 생물자원 샘플을 채취하여 실험과 연구를 뒷받침해 줄 수 있다.

선진국들은 이미 지난 세기동안 식민지 경영과 세계대전 중의 이권교환을 통하여 태평양 상의 많은 섬들을 소유하고 있어서 다양한 해양생태계를 포괄하고 있는 경우가 많다. 일본은 동경 앞 바다로부터 마리아나 제도에 이르는 거리에 작은 섬들을 확보하고 있고, 중국도 자기 영토 자체가 충분히 넓어서 하이난다오에서는 열대성 생태계를 관찰할 수 있다.

북서태평양에 속한 한국 주변수역은 온대 해양에 치우쳐 해양 생물다양성을 충분히 반영한다고 볼 수는 없다. 따라서 **대양으로 나아가 해양과학기지를 건설하여 더욱 다양한 해양생물 샘플을 채취하면 그만큼 해양 생명공학 발전을 위한 자원을 풍부하게 확보하게 되는 것이다.**

단백질 섭취를 주로 생선에 의존하는 인구가 전 세계적으로 10억 명에 이른다. 그러나 어선과 어구의 발달로 인하여 남획이 진행된 결과 어족자원은 고갈되어 가고 있다. 1995년 Fish Stocks Agreement 등 어족자원보호를 위한 국제적 규제도 강화되고 있다.

FAO는 2030년에 가면 전 세계적으로 소비 어류의 절반 이상이 양식으로 생산될 것으로 예상하고 있다. 대양의 청정해역에 개설되는 해양과학연구기지는 양식기술의 개발에도 기여할 수 있을 것이다. 더 나아가 우리 주변수역 보다 **양식효율이 훨씬 높은 열대 해역에서 새로운 양식 산업을 개척할 가능성도 있다.**

말라카 해협 등 해상교통량이 집중되는 수역에 대한 해양환경 보호를 위한 과학기

술 협력은 해상교통로 확보에 기여할 것이다. 또 개발도상국의 해양환경 보호를 위한 과학기술 협력 사업은 현지의 해수담수화 사업, 에너지 개발 사업에 참여할 수 있는 기회를 넓혀 줄 수 있다.

개발도상국들과의 해양과학협력은 조력발전, 파력발전 또는 해조류를 이용한 청정 에너지 개발 사업으로 이어질 수도 있다. 개발도상국의 항만시설 건설과 관리에 필요한 과학기술협력도 가능하다. 북해 연구기지는 북극항로 개척에 한국이 참여할 수 있는 기회를 열어 줄 수도 있을 것이다.

대양주변 개발도상국과의 협력

그러나 문제는 대양을 건너 산업 경제적 기회를 찾는 한국기업에 대한 시장의 경쟁자들이 즐비하고 정치적 장애가 높게 쳐져 있다는 것이다. 선진국의 메이저 기업들과 중국의 국영기업들이 한국 기업들의 경쟁자이다. 동남아시아에는 일본기업들이 이미 구축한 연고권을 행사하고 있고, 남미와 오세아니아에는 미국과 유럽기업들이 현지사회와의 역사적 연고관계를 유지하고 있다. 여기에 중국 국영기업들이 기득권 세력에 도전해 오고 있기 때문에 한국 기업이 이 시장에 파고들기 위해서는 엄청난 사전투자 비용을 치루지 않고서는 돌파해 내기가 여간 어려운 현실이 아닐 것이다.

게다가 자원민족주의의 전 세계적 강화에 따라 자원에 대한 국가적 관리가 엄격해지고 시장이 작용할 수 있는 범위가 위축되고 있다. 우리 기업이 현지에 가서 상대국 정부를 상대해야 되고, 상대국 정부는 자국의 자원개발기업 또는 자국의 국영기업에게 우선권을 부여하기 때문이다.

국내에서 자원개발 경험을 쌓지 못한 한국기업들이 쟁쟁한 강대국 출신 기업들과 경쟁하기도 벅차지만 현지 정부의 민족주의적 정책을 감당하는 것은 불가능에 가깝다. 국가적 지원이 없이는 자원개발 기업과 산업을 육성할 수 없다는 결론에 봉착하지 않을 수 없다.

한국정부가 자원을 보유한 개발도상국들에게 개발협력을 제공하면서 한국기업에게 자원개발 사업기회를 열어 주도록 설득하는 방법으로 자원개발 산업을 육성해야 할 것이다. 자원을 보유한 개발도상국들은 대부분 자원을 수출하여 획득한 외화를 기간시설과 제조업 건설에 투자하고 싶어 하므로, 제조업과 건설부문에 상당한 능력을 갖고 있는 한국이 그들에게 개발협력을 제공할 수 있는 여지가 있다. 또 우리가 가지고 있는 Down-Stream 산업의 경험을 그들에게 전수하는 대가로 우리의 Up-Stream 산업을 육성할 기회를 얻을 수도 있을 것이다.

한국은 기계·플랜트 산업에서 국제경쟁력을 갖고 있기 때문에 Down-Stream 산업건설을 원하는 개발도상국들에게 개발협력을 제공할 능력을 갖고 있다. 그리고 이들 나라에 기계·플랜트를 수출하고 산업화 경험을 전수해 주고 나면, 멀지 않은 장래에 이들이 한국 제조업의 경쟁자로 등장하는 위험도 내포되어 있다. 그러나 한국의 제조업 분야는 이미 중국이라는 거대한 경쟁자와 맞서 있는 상태이기 때문에 이 문제는 어차피 돌아갈 수 없는 사면초가적 상황에 몰려있다고 볼 수 있다.

이런 한국의 문제는 자원개발 산업을 비롯한 고부가가치 서비스 산업을 개척하여

전향적으로 해결할 수밖에 없다는 현실을 직시한다면 자원개발 산업을 육성하기 위한 개발협력 제공에 망설이고 있을 필요가 전혀 없는 것이다.

정부가 자원을 보유한 개발도상국에게 제공하는 개발협력의 한 분야로서 해양과학 연구기지의 진출을 고려해 볼 수 있는 것이다. 개발에는 환경오염 문제가 뒤따르기 마련이므로 해양환경 보호에 필요한 과학기술협력을 제공함으로써 지속가능한 개발이 현지에서 실현될 수 있도록 돕는다면 현지사회 뿐 아니라 국제사회에서 한국의 이미지를 제고하는 데 기여할 것이다.

특히 해저에서 석유나 천연가스를 채굴할 경우 해양환경오염에 대한 현지사회와 국제사회의 경계심이 집중되기 마련이므로 이런 채굴사업에는 해양환경보호를 위한 협력서비스를 동반하여 제공하는 것이 유리할 것이다. 해저에서 석유나 가스를 채굴하는 한편으로 진출한 해양환경 보호 사업이 현지사회와 한국사회 사이의 관계를 강화하고 그렇게 강화된 양국관계를 바탕으로 한국기업들은 향후 더 많은 자원개발사업 기회를 획득할 수 있도록 유도하는 것이다.

대양을 건너 다양한 생물의 샘플을 채취하는 사업에도 많은 장애요소들이 기다리고 있다. 생물자원의 국제적 이동에 대해서는 생물다양성에 대한 유엔협약을 비롯한 국제 제도가 형성되어 있고, 거기에 기반 하여 각국 정부들이 자국이 보유한 생물학적 자원들에 대한 외국 과학자들의 접근을 통제하고 이들 자원의 연구를 통한 상업화에 대하여 로열티까지 요구하고 있는 실정이다. 시간이 갈수록 해양생물 연구를 위한 대양진출 비용이 커지는 추세를 감안한다면 정부의 빠른 결단과 과감한 기획이 요구되는 시점이다.

특히 마이크로네시아 해양과학연구기지의 경우 현지 정부의 요구가 커지기 전에 미리 기반을 닦아 놓은 경우로서 현지정부와의 협력관계를 적극적으로 개척하면서 열대수역 해양생물자원 연구의 중추기지로 육성해야 할 것이다.

3. 국가안보적 측면

한반도 주변수역 해양과학 협력

한국의 주변수역은 중국 및 아시아 대륙과 일본열도로 둘러싸인 폐쇄수역으로 황해와 동해로 구성되어 있다. 황해는 얕은 바다로 황해의 생태계 보호와 이용을 위하여 한국, 북한, 중국 간 협력관계가 요구되는 수역이다. 동해는 일본, 북한, 러시아 등의 연안국들로 둘러싸여 있다. 남해는 대부분 일본열도로 둘러싸인 대한해협과 동중국해 쪽으로 열린 부분을 갖고 있다. 한국의 EEZ는 황해에서는 중국과 겹치고 동해와 남해에서는 일본과 겹치게 된다. 따라서 한국은 주변수역의 평화적 이용과 관리를 위하여 중국, 일본과 우호협력관계를 잘 유지하는 것이 필수적이다.

황해에 대해서는 광역해양생태계에 대한 조사가 실시되고 있으며, 동해에는 환동해권에 대한 생태 및 경제관계가 연구되고 있다. 황해와 동해는 북서태평양의 일부이기는 하지만 하나의 지역적 시스템으로 인식되고 있는 것이다. 이 지역이 지정학적으로 동북아시아로 호칭되는 것과 일맥상통하는 현상이다. 따라서 한국 주변수역 즉, 황해, 남해와 동

해는 동북아시아라는 지역체계를 구성하는 해역으로 분류할 수 있다.

주변국 견제를 위한 대양 진출

그러나 한국은 주변수역 뿐 아니라 인도양과 태평양 등 대양을 통하여 군사적 동맹 관계와 무역관계를 유지하고 있다. 한국은 미국과 군사동맹관계를 유지하고 있어서 태평양상의 하와이, 괌, 오키나와, 그리고 일본 본토에 있는 미군기지와의 통신 및 운송연결이 국가 생존 차원에서 중요성을 지닌다.

태평양은 북미, 남미, 오세아니아, 동남아로 통하는 주요 무역항로를 제공하기도 한다. 동중국해, 남중국해, 말라카 해협 등은 태평양과 인도양을 잇는 통로이며 인도양은 수입석유의 70%를 차지하는 중동산 원유의 수입경로이며 유럽행 수출품의 수출경로이기도 하다.

한국 주변수역 밖에 있는 바다를 총칭하여 대양이라 부를 수 있다면, 대양은 이미 우리에게 안보적, 경제적으로 절대적 중요성을 갖고 있는 존재인 것이다. 우리해양과학계는 대양에 마크로네시아와 남극, 북극기지를 운영하면서 대양경영의 기초를 다지고 있다.

한국을 둘러싸고 있는 북서태평양의 해양안보상황은 중국의 해양세력화와 함께 상당한 변화 양상을 띠고 있다. 중국이 대외개방형 산업화에 성공하면서 수출입 의존도가 높아지는 만큼 북서태평양 해상수송로에 대한 의존도가 커지고 있다. 또 중국의 산업화가 해안지방을 중심으로 전개되면서 인구의 40%와 산업생산력의 60%를 점하게 되었다. 중국군도 중국경제구조의 변화에 맞추어 주변수역의 방어에 필요한 군비확충에 열을 올리고 있다.

중국군 현대화는 무엇보다 대만해협에서 군사적 충돌이 벌어질 경우를 상정하여 적군이 군사작전지역에 들어오지 못하도록 저지하고 일단 작전지역에 들어 온 적군의 활동능력을 제한된 기간 동안 방해하는 것을 목표로 진행되고 있다. 중국군은 이 같은 목표를 달성하기 위해서 서태평양 상에 배치된 항공모함 등의 미국 전함을 원거리에서 파괴하고 공격할 수 있는 크루즈 미사일, 중거리탄도탄, 대함탄도탄 등의 증강을 강조하고 있다. 중국은 우주분야에서도 2007년 1월에 위성요격 미사일발사에 성공하고 11월에는 달 탐사위성 창어 1호의 달 궤도 진입에 성공함으로써 중국의 해양 전력은 해양, 공중 뿐 아니라 우주와 사이버스페이스까지 연장되고 있다(Office of the Secretary of Defense 2008).

중국공군이 남지나해에서 미군정찰기의 활동을 견제하는 과정에서 양국 사이에 군사적 긴장이 조성되곤 한다. 이는 중국연안에 자국 군사적 투사능력(projection capability)을 유지하려는 미군과 이를 거부하려는 중국군 사이의 경쟁을 보여주는 것이다. 중국군의 거부능력(anti-access/area denial capability)이 지금과 같은 속도로 발전한다면 머지않아 미군은 중국연안에 대한 투사능력을 상당히 제한을 받거나 잃게 될 것이다. 미군이 중국연안에 대한 투사능력을 상실한다면, 한국에 대한 보호능력도 한계를 드러내게 될 것이다.

우리가 대양에 대한 관심을 소홀히 하고 우리의 생활권을 주변수역으로만 좁혀놓고, 중국의 경제성장과 군비확장이 지금과 같이 향후 수십 년간 진행된다고 가정하면, 한국은 곧 중국에게 경제적으로 흡수당하고 군사적 위협을 앞세운 중국의 정치적

간섭에 직면하게 될 것이다. 일본이 한반도 전체가 중국의 세력권 하에 들어가는 것을 막기 위해 재무장 하게 된다면 그 또한 한국의 생존권을 위협하는 요소가 될 것이다.

그러나 한국인들이 대양으로 생활권을 확장하게 되면 중국이 한반도 전역으로 팽창하는 것을 예방하기 위해 한국의 생존과 번영을 지켜야 한다고 생각하는 세력들의 협력을 구할 수 있다. 특히 미국은 군사동맹으로서 한국의 자유민주주의를 지키려는 적극적인 의지를 보여 주고 있다. 태평양에는 미국의 이념적 동맹으로서 캐나다, 호주, 일본이 미국의 군사 활동을 지원할 뿐 아니라 태국, 필리핀, 베트남 등 ASEAN 국가들 역시 중국의 군사적 팽창을 견제하기 위한 외교적 지원세력으로 작용하고 있다.

한국으로서는 ① 주변수역의 안전을 위해서 중국과 협력관계를 증진시키는 한편, ② 대양으로 생활권을 확장하여 중국의 위협을 견제하는 두 가지가 안보전략의 핵심이라 할 수 있다. 그만큼 해양과학연구 분야에서의 대양진출 역시 그러한 안보전략상의 틀 속에서 중요성을 갖게 되는 것이다.

현대 국제사회에서 경제력은 군사력에 못지않은 국가안보 상의 핵심요소 중 하나로 작용하고 있다. 전쟁이 첨단무기 경쟁의 시험장과 같은 양상을 띠어 가고 있으며, 그러한 첨단무기를 개발하는 과학기술도 경제력의 뒷받침이 없이 확보될 수 없고, 첨단무기를 해외에서 도입하는데도 역시 경제력이 필요하다.

경제 발전을 위한 대양 진출

국경을 넘는 통신교통이 발전된 현대세계에서는 장기간 경제적 침체에 빠져 있는 나라는 군사적 방어능력을 상실 할 뿐 아니라 국내사회의 불만축적 때문에도 국가적 생존을 보장하기 어렵게 된다. 중국을 비롯한 아시아 인접국들에도 중산층이 빠르게 성장하면서 초국가적 인적교류가 활성화되고 있다. 국가 GDP 규모에서 한국은 현재 중국의 3분의 1에 못 미치고 있으며 앞으로 시간이 갈수록 그 격차가 더 커질 것으로 예상되는 조건에서 한국인들이 개인적 만족감에서 중국인들을 크게 앞서는 현재의 조건을 상실하게 된다면 그것은 한국인들에게 정체성의 위기를 불러 일으켜서 국가의 생존까지도 위협하게 만들 수도 있다. 따라서 한국인들이 경제적으로 고부가가치 산업으로 진출하고 문화생활의 고급화를 달성할 수 있도록 국가경제를 운영하는 것이 국가안보를 추구하는 길이다. 한국인들이 지금보다 고부가가치 산업에 진출하고 문화생활의 고급화를 달성하는 데 필요한 경제적 발전을 추구하는데 대양진출이 어떤 의미를 갖는가?

먼저 동북아 지역에는 제조업에 강점을 지닌 산업국가 중국, 한국, 일본이 있다. 일본과 중국은 GDP 규모 세계 2, 3위를 자랑하고 외환보유고에서도 세계 2위와 1위를 점하고 있다. 중국에는 중산층의 생활을 꿈꾸는 13억의 인구가 있고, 한국과 일본은 세계에서 가장 인구밀도가 높은 나라 군에 속한다. 동북아에서 팽창하는 인구와 산업수요를 충족할 배후지로는 동시베리아 지역이 있을 뿐이나 그 곳에는 핵 강국 러시아가 주권을 행사하고 있다.

산업수요가 높아서 천연자원이 부족한 동북아 3국은 모두 자원 공급처를 찾아 대양으로 진출할 수밖에 없으나, 대양을 건너 남미, 오세아니아, 중동, 아프리카로 가도 모든 천연자원에는 소유권을 주장하는 국가들이 존재한다. 19세기 산업이 집중된 서유럽 국가

들이 대양을 건너 신대륙, 아시아와 아프리카에 식민지를 건설하던 상황과는 다른 것이다.

이미 18, 19세기에 대양을 건너 신대륙, 아시아와 아프리카 지역에 식민지를 건설했던 선진국들은 현지에 대한 지식과 정보를 가지고 있고, 과거 경험을 바탕으로 연고지를 경영하고 있는 메이저(Major) 기업이라고 불리는 자원개발기업들을 가지고 있다. 중국의 국영기업들은 국내에서의 자원개발 경험과 막대한 외환보유고를 무기로 남미로부터 아프리카에 이르는 각 처에서 메이저기업들이 행사하는 기득권에 도전하고 있다.

이 메이저기업이라 불리는 선진국 자원개발기업들이 특정지역에서 우월적 영향력을 행사할 수 있는 힘은 식민지 경영 경험으로부터 나온다. 그리고 국가의 군사적 지원이 그러한 식민지 경영을 가능하게 해 주었다. 중국의 국영기업이 메이저기업들과 경쟁할 수 있는 힘도 역시 국가의 개입과 지원에 기인한다. 따라서 식민지 경영경험이 없는 한국의 기업이 대양을 건너 자원개발 사업에 뛰어들기 위해서는 국가의 지원이 필요한 것이다. 국가는 또 국가경제규모 면에서 안고 있는 중국과의 격차를 만회하는 개인적 만족감에서의 우월성을 지키기 위해서 자원개발 사업을 지원해야 하는 것이다.

자원부족시대인 현대경제에서 자원개발 사업은 일반적으로 제조업 보다 부가가치가 높다. 자원개발 사업에는 현지에 대한 정치정보와 인적 네트워크 뿐 아니라 지질학과 환경공학 분야의 첨단지식과 금융기술 등 고도의 조직능력과 동원력이 요구된다. 한마디로 이는 고도의 지식서비스 산업인 것이다.

이미 동북아시아 3국이 자원 확보를 위한 대양진출 경쟁에 뛰어들 상황에서 자원 확보 경쟁에서 낙오하면 제조업에서의 경쟁력도 상실하게 된다. 그런 최악의 사태가 연출된다면 한국이 국가경제규모 뿐 아니라 개인소득 면에서도 중국에게 추월당할 가능성을 배제하지 못하게 된다. 따라서 대양진출 경쟁에서 중국을 이기지 못하는 못하더라도 대양진출 경쟁대열에서 낙오해서는 안 되는 것이 현재 우리에게 국가안보적 명제로 주어져 있다고 말할 수 있다.

대양연구거점은 대양진출의 전위대

지금의 선진국들이 15세기 이후 대양을 건너 신대륙, 아시아, 아프리카에 도달했을 때에는 현지에 근대국가가 없었기 때문에 식민지를 건설하고 현지 자원과 시장에 대한 식민지 모국의 배타적 지배권을 주장했다. 그러나 지금은 선진국의 메이저기업들이나 중국의 국영기업들도 영향력 경쟁 상태에 있을 뿐 배타적 지배권을 주장할 수는 없는 상황이기 때문에 당연히 우리 기업들도 경쟁에 참여할 수 있다. 자원개발관련 서비스업에 종사할 수 있는 전문 인력이 부족한 것이 사실이지만 처음에는 외부의 인력을 이용하는 outsourcing에 의존하고 개발사업의 주변부에서부터 참여하기 시작하여 진행되는 동안 인재들을 육성하고 인재들이 확보 되는대로 개발사업의 핵심부에 진출할 수 있는 기회를 열어야 한다.

무엇보다 자원보유국 정부들은 특정국가의 자원시장 독점을 허용하고 싶지 않으므로 한국에게 기회를 열어 줄 것이다. 한국은 태평양에서 통항의 자유와 시장자유주의를 보전하려는 자유민주주의 세력이 가지고 있는 중국에 대한 견제심리를 이용하여 기회를 활용할 수도 있다. 한국정부가 자원보유국 정부와의 관계에서 현지 환경보호를 위한 과학

기술협력에 나서는 등 장기적 협력관계 구축에 일관된 노력을 기울인다면 미국이나 중국과 같은 강대국 보다 더 친밀감 있게 현지사회에 접근할 수도 있다. 우리는 대양을 건너 군사력을 투사할만한 강대국도 아니고 한 세대 이전에는 현지사회 보다 더 후진상태에 있었던 신흥 산업국이기 때문이다.

한국인들은 동북아시아를 넘어 대양을 생활권으로 흡수해야 할 시점에 와 있는 것이다. 대양을 넘어 태평양 연안지역들은 대부분 인구는 적고 자원은 풍부하다. 이들 국가들은 여전히 이민을 받고 있으며 주권이나 국경선에 대한 개념이 동북아시아 국가들만큼 폐쇄적이지 않다. 따라서 한국인들은 인구과밀인 동북아시아 밖에 있는 태평양 연안지역들을 동북아시아에서 구할 수 없는 것들을 얻을 수 있는 생활권으로 활용할 여지가 있다. 한국정부는 개방적 외교를 통하여 태평양 연안국들과 win-win의 협력관계를 발전시킴으로써 한국인들의 생활권역을 넓힐 수 있을 것이다. 한국인들의 생활권역을 대양으로 넓히게 되면 개인적 만족감에서 중국인들에 대한 우월상태를 지금상태로 유지할 수 있을 것이며, 그만큼 국민의 정체성과 국가안보 또한 제고가 되는 것이다.

요약컨대, 한국은 중국, 일본과의 협력을 통해 주변수역에서 평화와 안전을 지키는 한편, 대양으로 진출하여야 중국을 견제할 수 있는 군사적, 경제적 안보대책을 확보할 수 있다. 태평양에는 군사동맹 미군의 기지들이 있고 캐나다, 호주, 일본 등 미국의 군사적 동맹국들이 뒤를 받치고 있다.

한국인들은 대양을 무역통로로 사용하고 있고, 대양을 건너야 동북아시아에서는 얻을 수 없는 천연자원 개발기회를 활용할 수 있다. 한국인들이 자원개발사업 진출을 통하여 고부가가치 산업에 종사하고 대양을 생활권으로 흡수하게 되면 한국은 국가규모 면에서 중국에 비하여 왜소한 약점을 개인적 자유와 생활의 만족감으로 만회할 수 있다. 한국인들의 국민적 정체성 강화가 곧 국가안보의 핵심이므로 대양진출은 국가안보상 중요한 가치를 지니는 것이다. 해양과학연구기지의 대양진출은 그러한 대양진출의 전위대로서 역할을 할 수 있는 것이다.

4. 사회문화적 측면

대양진출을 위한 우리의 자세

상기한 바와 같이 대양을 건너 해양과학연구기지를 구축하는 목적은 우리의 생활권을 대양으로 확대하는 것이 해양과학연구를 위해서 그리고 경제적 국가안보적으로 대단히 중요하기 때문이다. 따라서 대양에서 일어나는 일들에 대한 정보와 지식이 우리사회에 보편적으로 공유되고 대양의 다양한 문화적 요소들이 우리 문화 속으로 용해되어 들어오는 것이 바람직하다. 한국 사회와 문화 속에 대양적 요소들이 융합될 때 대양진출과 대양 해양과학기지 건설에 대한 정치적 지지도 강화될 것이다.

한국인들의 대양에 대한 관심은 단순히 가장 짙 값을 치르고 개발한 자원을 국내에 들여와 경제적 이득을 보겠다는 수준에서 벗어나야 한다. 이미 자원을 보유한 개발도상국들도 자기들이 가진 해양자원의 가치에 산업 국가들이 주목하고 있다는 사실을 알고 있

고 개발이익만을 노리고 다가오는 기업이나 정부에게 경계심을 늦추지 않고 있다. 게다가 우리는 현지 사회에 독점적 접근권리를 가진 나라가 아니고 수많은 경쟁자들의 대열 속에서 있을 뿐인 상황이며 선진국의 메이저기업들과 중국의 국영기업들처럼 우리 보다 우월한 경쟁자들과 어려운 게임을 벌여야 한다.

한국인들은 대양건너 연안국들과 해양자원의 이익을 공유한다는 태도로 접근할 수밖에 없으며, 여기서 공유한다는 것은 자원보유국에게 개발 협력을 제공하는 대신 자원개발 사업 기회를 허락받는다라는 개념이다. 따라서 한국사회는 대양건너 연안국들을 이익창출을 위한 사업대상으로만 바라 볼 것이 아니라, 장기적 협력 파트너로 인식할 필요성이 있는 것이다. 그들은 자국 내 해양자원에 대하여 주권을 행사하고 있고, 양국은 주권평등의 원칙에 따라 협상에 임하게 되는 것이다.

대양진출을 위한 사회문화적 기반

우리가 연안국 주민들에게 경계심을 불러일으키지 않고 친근하게 다가갈 수 있는 장점은 우리가 지난 수 세기 동안 현지의 개발이익을 착취해 갔던 제국주의자들의 대열에 끼어 있지 않다는 역사적 결백에 있다. 우리는 연안국들처럼 제국주의자들의 착취를 받던 식민지 경험을 딛고 일어난 산업국가라는 동류의식과 현지에서 인정받을 수 있는 개발모델로서의 소프트 파워를 갖고 있는 것이다. 따라서 우리는 연안국의 개발에 장기적 협력을 제공할 수 있는 진정한 의지를 갖고 있다는 것을 보여 줌으로써 우리가 가진 소프트 파워를 극대화할 수 있을 것이다.

이런 맥락에서 한국인들은 대양건너 연안국의 해양환경 보호에 대하여 관심을 가지고 그들의 개발이 지속가능한 개발이 되도록 조언과 기술협력을 제공할 필요가 있다. 뿐만 아니라 우리나라의 해양환경을 잘 보전하여 한국을 지속가능한 개발의 모델로 제시할 수 있도록 해야 현지사회에서 한국의 소프트 파워를 극대화시킬 수 있을 것이다.

따라서 한국사회 내에 지속가능한 개발과 해양생태계의 중요성, 그리고 해양환경 보호의식을 지금보다 제고시키는 일은 그 자체로서도 중요할 뿐 아니라 대양진출에 필요한 사회문화적 기반을 제공하는 일이기도 한 것이다.

한국인들이 우리 주변수역 뿐 아니라 대양건너 연안지역에 대해서 까지 지속가능한 개발, 해양생태계, 해양환경에 대한 시민의식을 키우기 위해서는 해양과학지식의 대중화가 요구된다. 해양생태계가 하천 상류지역, 강어귀, 바다로 이어지는 하나의 체계를 이루고 있으며, 전 지구적 생태체계에 갖는 대양의 의미 등에 대한 지식이 연구소와 대학에서 확대 생산되어 학교와 사회교육을 통하여 유포되어 우리사회에 보편화되어야 하는 것이다. 해양지식의 보편화 노력은 해양과학연구에 대한 사회적 지지기반을 확충하고 다시 해양과학투자를 활성화시키는 선 순환적 기능을 할 수 있을 것이다.

한국인들은 이미 일본 제국주의시대에 태평양전쟁에 징발되어 태평양 섬 지역에 희생의 흔적을 남겨 놓았다. 우리는 해방과 한국전쟁 기간 동안 태평양을 건너오는 미국의 군사적, 경제적 원조에 의존했고, 산업화 기간 동안 태평양을 건너 무역을 했지만, 그 당시에는 대양을 자본, 기술과 자원 등을 도입하고 상품을 수출하는 통로로만 인식했다. 산업국가로 변신한 이제 한국인들은 자원부족을 해결하기 위해 다시 대양건너 연안지역

들로 진출할 필요성을 갖게 되었는데, 진출대상 연안지역과 한국이 가진 역사적 연계성을 재인식하고, 그러한 역사적 맥락 속에서 현지사회를 우리의 생활권 속에 편입시킬 필요성이 있는 것이다.

따라서 정부는 해양과학연구기지를 통하여 해양과학을 연구할 뿐 아니라 연구기지가 진출한 지역에 대한 문화예술 분야 연구지원을 통하여 현지문화가 한국사회와 문화속으로 용해되어 들어 올 수 있도록 하는 정책을 펼 필요가 있다. 이런 사회-문화-정책적 접근은 연구기지 소재지 국가와 한국 사이의 정부 간 및 비정부간 협력관계 건설에 가장 중요한 기초가 되는 사회적 합의기반을 조성하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

정부가 연구기지 소재지 정부에게 제공하게 되는 기술지원이나 기술교육 프로그램들은 기술 인력의 교류를 동반하게 되는데, 문화예술 교류는 인력교류의 효과를 배가시켜 줄 것이다. 대양건너 연안국 사회 대부분이 서구인들과 서구문화에 대한 반감을 가지고 있는 사정을 감안할 때, 한국사회가 현지사회의 문화에 대한 개방성을 보여 줄 때 한국인들은 현지사회에 빠르게 융합될 수 있고 그만큼 자원개발 사업이나 개발협력 사업에서도 성과를 낼 수 있는 유리한 여건을 조성하게 되는 것이다.

한국은 이미 국내로 시집 온 외국인들이 상당수 농촌지역으로 유입되어 다문화 사회로 변화하고 있다. 한국사회의 문화적 다양성이 높아지는 것은 세계화 시대에 국가경쟁력 제고에 기여할 수 있다. 대양을 건너 온 여성국민들의 사회적 활동을 조직화한다면 대양의 문화를 우리사회에 수입하는 계기를 만들어 낼 수도 있을 것이다.

중국은 이미 한국에게 제1의 교역상대국이 되어 있다. 그만큼 한국사회에는 중국대륙에 대한 지식과 정보가 넘쳐흐르고 있다. 여기에 대양에 대한 지식과 정보가 유입되어 사회화한다면, 한국은 아시아 대륙과 태평양을 대표하는 정보와 지식의 중심지로 재탄생하게 되고, 이런 지식정보의 풍부한 유통 자체가 한국경제의 부가가치를 제고시켜 주게 된다.

한국이 중국대륙 뿐 아니라 일본을 포함하는 대양에 대한 정보와 지식을 쉽게 접할 수 있는 나라로 재탄생하면, 세계의 지역연구자들이 한국으로 몰려들고 세계적 기업들이 지역 센터를 한국으로 이전해 올 것이며 국제자본이 한국으로 유입되는 효과를 낼 것이다. 문화적 다양성이 보장되는 자유로운 사회로서의 한국은 세계화의 중심에 서게 되는 것이다.

해양과학지식의 사회화

대양건너 연안지역에 지속가능한 개발을 실현시키는 데에는 국내적 장애요소가 존재하는 것도 사실이다. 이는 한국사회 내에 개발과 환경보전의 균형에 대한 합의가 부족한 점이다. 정부가 제기하는 개발사업마다 환경단체들의 극렬한 반대가 뒤따르고 있고 이런 대립적 태도는 합리적 토론을 불가능하게 만들고 폭력사태를 불러오곤 한다. 한국인들은 대양으로 진출하여 현지사회에 지속가능한 개발을 조언해 주기 이전에 국내사회 내에서 지속가능한 개발에 대한 합의기반을 확충해야 하는 선결과제를 안고 있는 것이다.

정부와 환경단체간의 극렬한 대립을 해소할 수 있는 근거는 결국 환경문제에 대한 과학적 지식에서 나와야 할 것이다. 정부와 환경단체, 그리고 이익대표들이 해양과학지식

에 근거를 두고 토론을 벌일 때 협상과 타협이 가능해 지고 win-win의 대안을 도출해 낼 수 있을 것이다.

환경관련 사회적 분규를 평화적으로 해결하기 위해서는 대립되는 이익단체들이 과학적 근거를 공유할 수 있는 합의기반으로서 받아들일도록 하는 사전작업이 필요하다. 해양생태계와 관련하여 과학적 근거를 공유하는 합의기반으로 받아들이게 하기 위해서는 해양과학지식의 사회화라는 인프라가 국민의식 속에 미리 깔려 있어야 한다. 국민의식 속에 이런 인프라를 깔기 위해서는 정부가 먼저 대학과 연구소가 생산해 낸 해양과학지식을 국민들에게 유포하여 해양생태계에 대한 국민의식을 사회화시키는데 정책적 관심을 갖고 투자해야 할 것이다.

해양과학지식을 초, 중, 고등학교 교과서 내용 속에 편입시켜 어릴 때부터 해양생태계에 대한 지식에 접하도록 여건을 조성하는 체계적 노력이 필요하다. 많은 성인용 시청각교재를 제작하여 방송을 통하여 유포시키는 사업도 효과가 있다. 그리고 수족관, 박물관, 동물원, 자연과학공원, 해양연구기관들이 주관하는 국민교육 등을 통하여 학생들과 일반국민들이 해양생태계를 일상생활 속에서 경험할 수 있게 해야 할 것이다. 현재와 같이 사기업이 운영하는 몇 개의 대형 수족관만으로는 해양생태계에 대한 대중적 체험이 불가능하다.

대양건너에 설립되는 해양과학연구기지도 해양과학지식의 사회화에 기여할 수 있을 것이다. 해양과학연구기지가 설립된 지역의 해양생태계를 한국 주변수역의 해양생태계와 비교할 수 있는 계기를 국민들에게 마련해 줄 수 있기 때문이다. 소수의 학생들은 대양연구거점에 수학여행을 올 수도 있고 어떤 사람들은 관광여행을 올 수도 있겠지만 교육용 비디오 프로그램의 제작을 통하여 전 국민에게 간접체험의 기회를 열어 줄 수 있는 것이다.

현재 대양연구기지가 위치하는 마이크로네시아를 예로 들어 본다면, 교육프로그램은 화산섬을 중심으로 생겨나는 해양생태학적 특징과 열대기후가 주는 영향을 소개하면서 한국 주변수역과 비교할 수 있고, 마이크로네시아 주민들의 삶이 해양으로부터 어떻게 영향 받았고, 해양생태계가 주민들의 삶으로부터 어떤 영향을 받고 있는가에 대한 관찰기록을 보여 줄 수 있을 것이다. 한국주변수역과 비교할 때, 주어진 지리적, 기후적 여건의 차이, 육상에 거주하는 인구의 증가와 생활태도의 변화가 해양에 미치는 영향을 이해시키면서 인간사회와 해양의 관계에 대한 기본지식을 사회화시킬 수 있을 것이다.

이런 이해(understanding)의 축적이 결국은 지속가능한 개발에 대한 합의기반 형성으로 이어지게 된다면 이런 이해의 축적을 위해 연구와 교육에 지출하는 비용은 사회적 투자가 되는 것이다. 환경보전과 개발에 대한 극한대립으로 잃는 천문학적 비용과 비교할 때 이는 가치 있는 투자일 뿐 아니라 우리사회의 존재이유를 대변하는 사업이기도 한 것이다.

제2절 국가 정책과의 연관성

1. 이명박 정부의 국가 과학기술 기본 계획(2008년~2012년)

2008년 8월에 수집된 제2차 국가 과학 기술 기본 계획서(이명박 정부, 2008)의 미래 환경 변화와 전망에서는 다음과 같은 내용이 기술되어 있다. “중국, 인도 등의 급성장으로 에너지·자원 수요는 급증하는 반면 가용한 에너지·자원은 한정되어 전 세계적으로 에너지·자원 확보 경쟁이 심화되면서, 자원 국유화 등 자원 민족주의 확산으로 에너지 보유와 확보의 상관관계에 따라 국제적 연대관계 변화가 전망되고, 지구온난화로 지구 평균기온 상승, 빙산 감소, 해수면 상승, 기후변화 현상 등이 발생하며 한국도 아열대 기후로 변화할 것으로 예상되고, 중국과 인도는 인구와 군사력을 바탕으로 빠르게 성장하여 국제질서 변화를 주도할 전망이고, 중국의 부상, 미·중의 패권 경쟁, 중·일의 아시아 외교 경쟁, 일본의 재무장, 지역 국가 간의 영토와 역사분쟁 등 동북아 긴장이 지속될 전망이다.” 이 문제를 해결하기 위한 방안으로 에너지·자원 공급원의 다변화 및 에너지·자원 안보 확보, 기후변화 대응 연구 및 국제 협력 강화, 동아시아 지역 협력을 위한 외교 인프라 확충·강화 필요성을 강조하였다.

국가 과학 기술 기본 계획에 의하면 고유가, 자원, 환경(기후변화 예측·적응), 식량 등 인류 공동의 문제 대응 강화를 위한 “글로벌 이슈대응 연구개발”을 7대 중점 R&D 분야의 하나로 추진하고, 해외 Lab. 및 연구소 진출 활성화와 글로벌연구실(GRL) 등 전략적 국제공동연구 확대를 통하여 지구적 문제 해결을 위한 국제공동 연구사업 참여 확대를 위한 “전략적 과학기술 국제화”를 7대 시스템 선진화·효율화 과제로 추진 중이다.

글로벌 이슈 관련 연구 개발은 화석 연료 고갈, 지구온난화, 오존층 파괴 등 글로벌 이슈에 능동적으로 대처하기 위한 연구 개발 사업으로 국제 사회 일원으로 에너지·자원, 기후 변화 등 글로벌 이슈에 대응하고 관련 미래 시장 선점을 위한 과학기술 국제 경쟁력 강화를 목표로 하고 있다. 중요한 연구 개발 기술로 해양환경조사 및 보전 관리기술, 환경(생태계)보전 및 복원기술, 기후변화 예측 및 적응 기술, 자연재해·재난 예방 및 대응기술 등을 포함하는 “기후변화, 재난재해 대응 및 환경 개선·보전을 위한 핵심기술 개발”이다. 전략적 과학기술 국제화는 글로벌 에너지·자원 확보 경쟁의 심화와 지구온난화로 인한 기후변화 현상 발생 등에 따른 전 지구적 차원의 문제 해결을 위한 국제사회의 노력에 적극 동참하고, 목표 성과를 이루기 위한 방안으로 외국과의 전략적 기술제휴와 해외 연구 거점의 확보 및 확대를 제시하고 있다. 글로벌 과학 기술 활동의 강화를 위하여 글로벌 공동연구의 전략적 확대, 권역별 과학기술협력 특화 추진, 국제기구 및 국제 프로그램 참여 촉진 등을 추진전략 및 과제로 제시하고 있다.

글로벌 공동 연구의 전략적 확대를 위하여 ① 강점기술별 공공부문 해외R&D거점 정비 및 확대, ② 민간부문 해외 현지 R&D거점 지원, ③ 전략적 국제공동연구 강화를 중점 추진과제로 하고, 권역별 과학기술 협력 특화를 위하여 ① 선진국과의 기술협력, ② 동아시아 과학기술 협력, ③ 개도국 및 신흥경제국과의 과학기술협력을 추진과제로 하고,

국제기구 및 국제 프로그램 참여 촉진을 위하여 ① 지구적 문제해결을 위한 다자간 국제 공동연구 사업 참가, ② 우리나라 주도의 다자간 협력사업 발굴 추진 등이 역점 추진과제이다.

“과학기술 국제화”는 해외 Lab. 및 연구소 진출 활성화, 글로벌연구실 등 전략적 국제공동연구 확대, 지구적 문제해결을 위한 국제공동연구사업 참여 확대 등을 말한다. 특히 해외 Lab. 및 연구소 진출 활성화는 해외 첨단기술 원천지에 연구소나 연구센터를 설치하는 것으로 이를 위해서는 실질적 공동연구를 수행하는 연구목적의 현지 Lab. 등 진출확대 지원과 해외 협력거점의 권역별 특화된 기능수행 및 새로운 국제협력 수요 발굴이 지속적으로 이루어져야 한다. 따라서 국가 현안 문제를 해결하기 위한 전략적 대양연구 거점 확보가 현시점에서 매우 필요하다(그림 4).

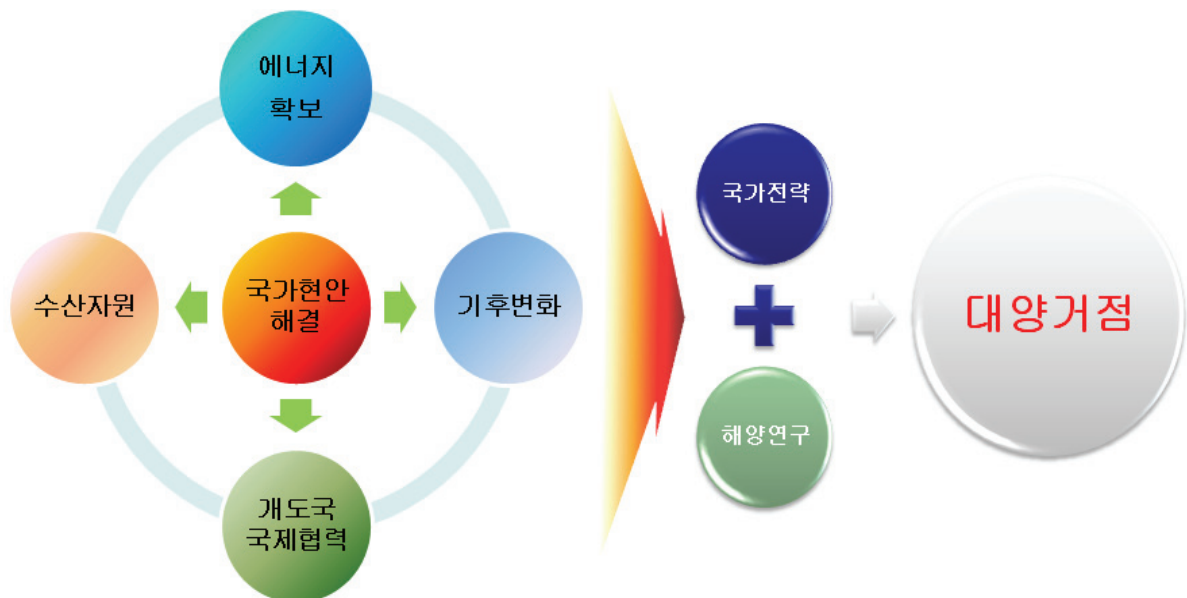


그림 4. 국가 현안 문제 해결을 위한 대양연구 거점

2. 우리나라 기후 변화 대응 종합 기본 계획

국제적인 기후변화 문제에 대응 및 적응하기 위한 범정부 차원의 “우리나라의 기후변화대응 종합기본 계획(기후변화대책기획단, 2008)”에는 국가적 목표를 기후 변화 대처를 위한 국제사회 노력의 선도가 중점 목표이다. 목표를 이루기 위한 추진과제로 R&D 투자확대를 통하여 기후 변화에 대한 과학적 연구(예측, 영향평가, 적응 등)를 확대하여 선진국 수준의 기술을 확보하고, 이를 위해 혁신적 미래 기술 선점을 위한 기초·원천 기술 개발 강화가 핵심 목표이다. 이 추진 과제 중 기후변화에 대한 효과적 대처를 위하여 선진국 수준의 예측 및 적응기술 개발을 범부처적으로 발굴·추진하여 해양, 극지, 기상변화 등을 관측하여 기후 변화를 예측하고, 영향분석 시뮬레이션을 개발하

여 국내 영향분석을 통한 적응대책을 수립하는 것이 과제 핵심 목표이다. 이 기후 변화 대응 연구개발 기술 분류 체계상 기후 변화의 과학적 규명을 중요한 과학 기술로 구분하였으며, 대분류로 “관측 및 예측 분야”, 중분류로 기후 변화 현상의 규명, 모니터링, 예측을 제안하면서 해양부문에서 기후시스템 모델 및 예측기술 개발 등 해양관측 인프라 구축을 주요 사업으로 추진하고 있다. 기후 변화 감시·예측 능력 고도화를 위하여 다음 같이 5개 주요 과제를 추진 중이다.

- 기후변화 및 지구환경변화 감시체계 구축
 - 기후변화·대기오염 동시 감시를 위한 종합 슈퍼사이트 개설 및 운영
- 기후 변동성 감시 및 분석
 - 전 지구 기후 및 엘니뇨/라니냐 변동 예측 및 영향 분석
 - 해수면 상승 감시 및 예측, 해양순환 변화 관측, 해양생태계 구조·기능 변화 관측 및 평가
- 기후변화 감시 및 예측능력 향상을 위한 연구·개발
 - 해양기후변화 예측능력 향상을 위한 장기 해양 기후변동예측모델 개발 및 한반도 주변 해수온도 및 해수면 상승 예측
- 기후변화 예측자료 확대 생산 및 활용시스템 구축
- 기후변화과학 국내·외 공조체계 확립
 - 기후변동/변화 통합탐지를 위한 국내 협력체계 구축 및 지원
 - 아태지역 기후변화 감시/연구/훈련/지원 협력 강화 및 정보 공유네트워크 구축
 - 후발 개도국에 기후변화 시나리오 작성기술 지원 및 교육 훈련 프로그램 제공을 위한 교육인프라 구축
 - IPCC, IGBP, WMO/WCRP 등 국제기구와의 협력강화
 - 국내전문가의 국제기구 진출 확대 및 국제 프로젝트 적극 참여

이를 통하여 핵심적으로는 기후 변화체제하에서 개도국의 동참을 유도하고, 선·개도국간의 가교 역할을 수행하여 국제협상력 강화를 위한 정부 대응 체계를 보장하고, 동아시아 기후 파트너십 등 개도국의 기후 변화 대응 지원 사업을 확대하여 기후 산업 해외 진출 기반 조성이 범정부 차원의 목표이다.

3. 해양개발기본계획(Ocean Korea 21)

21세기 해양개발 능력과 기술력 향상에 대비한 해양수산 분야의 새로운 비전과 전략을 제시하고, 해양의 합리적 개발·이용·보전으로 국민의 삶의 수준을 향상시키기 위하여 2000년 5월 해양수산부가 중심이 되어 관계부처 합동으로 해양개발기본계획을 수립하였다.

해양개발기본계획의 비전은 “청색혁명을 통한 해양부국 실현”이며, 기본목표는 생명력 넘치는 해양국토 창조, 지속가능한 해양자원 개발, 지식기반을 갖춘 해양산업 창출

로 설정하였다. 동 계획의 추진전략으로는 생명·생산·생활의 해양국토 창조, 깨끗하고 안전한 해양환경조성, 해양광물·에너지·공간자원의 상용화이며, 이를 달성하기 위해 해양수산업발전 100개 중점과제를 도출하였다.

특히 생명·생산·생활의 해양국토 창조를 위한 추진계획에는 '글로벌 해양기지 개척'의 일환으로 **감차카반도 및 태평양 해양 전진기지 개척, 해외 양식어장 개척** 등이 중점과제에 포함되었다.

감차카반도 및 태평양 해양 전진기지 개척의 주요내용은 첫째, 감차카반도 주변해역 및 북극해 개발을 위한 교두보 확보를 위하여 ① 감차카반도를 해운, 수산, 해양자원 등 경제협력 전진기지로 개발 추진, ② 북극해에 대한 한·러·일 등 공동조사 실시 및 극한지 과학기술분야에 대한 기술과 경험 축적, ③ 감차카반도 주변해역 및 북극해의 수산 및 해양자원의 개발을 위한 한·러·일 등과 자원 공동개발체계 구축, iv)수에즈운하를 경유하는 유럽항로를 대체할 수 있는 북극해 항로를 개척하기 위해 한·러·중 3국간 국제공동연구 추진 등이다. 둘째, 남서태평양 해양과학연구 및 해양자원 개발로서 아래 표 1 에 간략히 정리하였다.

표 1. 태평양 해양 전진기지 개척 주요내용

구분	주요내용
남서태평양 해양과학 연구 및 해양자원 개발	- 태평양 주변해역의 망간단괴, 해저열수광상 등 해저광물자원 등에 대한 조사 및 자원 확보
	- 해외 어장 및 양식장 개척을 위한 열대어류, 진주조개 등 해양생물자원의 개발 잠재력 조사
	- 심해 해양생물로부터 항암, 항노화 등 고부가가치 의약품 및 신소재 화합원료로 쓰일 수 있는 유용신물질 개발

해외 양식어장 개척은 동남아, 서남태평양, 아프리카 등 해외 양식어장을 개발하는 것으로 첫째, 국내해역에서의 양식어장 확대 한계를 극복하기 위해 해외 합작사업 등을 통한 양식어장 개발 둘째, 해외 양식어장 개발을 위한 정부지원을 확대하고, 정부지원 어장에 대해서는 관련 연구기관과 협력하여 생산 및 유통을 지원·관리하는 것 등이다.

제2장

국내외 연구거점 현황

제2장 국내외 연구거점 현황

제1절 선진국의 해외 연구거점 현황

1. 프랑스

프랑스 국립해양개발연구소(IFREMER)는 1984년 6월 5일에 법령에 의해 만들어진 국립 종합 해양 연구기관으로 기존의 두 연구기관인 ISTEPM와 CNEXO를 합쳐 출범한 공공기관이다. 1988년 2월 18일 개소하였고 4개 정부부처의 공동관리 소속이며 2004년에 20년 기념일을 맞았다. IFREMER는 기초 및 응용연구, 전문적인 활동, 산업 및 기술 개발을 추진하고 있다. 구체적으로 해양자원에 대해서는 연구, 평가, 예측하고 지속적으로 개발하고 있다. 그리고 해양과 연안 환경을 모니터링 하고 현상을 예측 및 보호하고, 향상하기 위한 보다 효과적인 방법을 개발하고 있다. 또한 해상활동의 경제적인 개발을 촉진하고, 해양 분야의 국제적 협력과 관련된 협정이나 조약 등을 수행하는데 기여하고 있다. 프랑스는 현재 태평양, 대서양, 인도양의 프랑스령 도서 5곳에서 그 지역의 지리적 상황과 정치적 여건을 바탕으로 특성화 된 대양 연구 거점을 운영 중이다(그림 5). 이들 5 곳의 대양 연구 거점은 각각 Reunion Island (인도양), French Guyana (대서양), Martinique(대서양), New Caledonia (태평양), French Polynesia(태평양) 이다.



그림 5. 프랑스 해외 대양연구 기지 현황

○ French Polynesia (Tahiti Center)

- 동태평양에 위치
- 인원: IFREMER 정직원 46명, 임시직 3명, 기타 7명
- 건물: 6200 m²
- 현지: 폴리네시아의 연수생들을 다수 교육 중
- 진주양식 지원(유전적 다양성 등), 라군(lagoon) 수산양식 지원 및 수산 자원의 종 다양성 연구

○ New Caledonia

- 남서태평양에 위치
- 현재 연구 센터이외에 새로운 연구센터를 개설(박테리아 및 물리화학분석 실험실 포함 4개 사무실, 1개 회의실, 1개 컴퓨터 네트워크실, 대형기술 실험실, 해수지원실)을 통한 양식 및 양식 생물 질병 연구 협력
- 새우양식지원(모니터링, 병리학, 유전연구 등)

○ Reunion island

- 서인도양에 위치
- 수산정보시스템 개발, 도서국 어선 활동정보 정리, 황새치 자원조사/유전자 조사/자원관리를 위한 생물학적 조사/이석 조사/기생충 동물플랑크톤 조사 등을 수행함. 미래 수산전략을 위한 과학적 지식 지원 및 자문, 거북 특성 등 지역 관련 논문 연구 지원 등을 수행함
- Sea-bream에 대한 연구, 지속 가능한 어업활동 및 기술지원
- FIS(Fisheries information system) 설치, 바다거북이 연구, red-drum 양식 연구, 연안환경품질 통합적 모니터링

○ French Guyana

- 열대 서대서양에 위치
- DuHal 프로젝트(지속 가능한 수산 활동 및 해양생물다양성 유지관리를 위하여 지역 위원회, 유럽 연합 등과 협력) 수행
- 연안 수산업 활동 모니터링 시스템 운용 중이며 미래 수산정보 시스템의 중요한 요소가 될 것 임
- 새우 수산업에 대한 선택적 어업기법(거북이 친화적)에 대한 연구 수행
- 열대물통돔 수산 활동 모니터링
- Chaloup 프로젝트(지구변화, 남획되는 해양생물다양성 역할과 수산생물의 변동 연구) 시작됨
- 수산 활동의 영향과 지구환경변화가 생물다양성에 미치는 영향과 수산 자원 어종에 미치는 영향에 대해 연구가 수행중임
- 갈색새우(Brown shrimp *Penaeus subtilis*)와 홍도미(outhern red snapper *Lutjanus purpureus*)의 모니터링, 관리, 평가

○ Martinique (The West Indies)

- 열대 서대서양에 위치
- red-drum 양식 연구, FAD 계류를 통한 연안수산업 연구, 연안 수질 모니터링, 양식 사업 촉진을 위한 물고기 유충 대량생산, 양식자원어종들의 산란, 생리 환경제어요소, 유전 및 생물안전과 관련된 연구도 수행함.

2. 일본

가. 해양과학기술센터 (JAMSTEC)

1971년 일본해양과학기술센터법령에 의해 설립되었으며 정부와 기업 간의 노력으로 추진된 것으로 문부과학성 산하기관으로 해양에 대한 종합적인 연구를 목적으로 설립되었다. 해양과학기술센터(JAMSTEC)는 2004년 4월 1일, 도쿄대학 해양연구소의 연구선 및 그 운항 조직과 통합하여 독립행정법인 해양연구개발기구(Independent Administrative Institution Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology: JAMSTEC)가 됨으로써 새로운 일보를 내딛게 되었다. 해양연구개발기구는 일본의 미래를 담당하는 연구기관으로서 해양과학기술의 발전 및 학술연구 협력을 통한 사람과 사회에 봉사하는 것을 목적으로 하고 있다. JAMSTEC은 Washington에 1개의 협력 사무실을 운영하고, Alaska와 Hawaii에 각각 1개씩의 협력 연구 센터를 운영하고 있다. 국제적 활동은 JAMSTEC의 중요한 요소로써 특히 해양선진국인 미국과의 협력을 중요시 여기고 있다.

○ Washington 협력 사무실

연구업무의 확대 및 국제화에 따라 미국 연구기관과의 협력을 위하여 2000년 10월 1일 워싱턴에 사무실을 설치하였다. 미국-일본 간의 정상회담에서 논의된 Common Agenda를 실행하기 위해 미국과의 연결사무소 역할을 수행하고 있다. 특히 지구 기후변화연구와 심해시추프로그램에 중점을 두고 있다. 또한 미국과학재단(NSF)과 해양대기청(NOAA) 그리고 기타 기관과의 협력 조종과 심해시추프로그램을 촉진하기 위하여 협력하고 노력한다. 워싱턴 사무실의 주요 업무는 지구기후변화연구, 심해굴착계획 등 미일수뇌회담의 중요 안건을 중심으로 연락, 조정 업무를 수행하고 있다.

○ 국제태평양연구센터(International Pacific Research Center)

IPRC는 Hawaii 대학 내에 설치된 연구 센터로 인도/태평양기후, 지역/해양의 영향, 아시아 오스트레일리아 우기, 지구 환경변화의 영향 등의 연구그룹이 있다. 지구환경변화에서 아시아 태평양 지역의 변화와 기후변화예측에 기여하는 부분을 개선하는데 중점을 두고 아시아태평양 기후시스템 연구 및 예측, 물순환연구, 지구온난화가 지역기후변화에 미치는 영향에 대한 연구 등을 수행하고 있으며 CLIVAR-GOALS, CLIVAR-DecCen, WCRP/CLIVAR, GEWEX/WCRP, GAME, CREAMS NEAR-GOOS, SCSMEX, GCOS와의 협력연구 등에 협력한다. 총 7명의 JAMSTEC직원이 파견되어 있다. IPRC의 운영 기금은 JAMSTEC, 하와이대, NASA, NOAA, NSF에서 출현하고 있다. 2004년 4월부터 JAMSTEC의 중기 계획에 따라 IPRC에서 지구변화예측연구를 수행하고 있다. 주요 연구 주제는 다음과 같다.

- ENSO와 아시아우기를 연결하는 대기해양 상호작용에 대한연구
- 북태평양기후시스템의 장기변화를 가지고 오는 대기해양 상호작용에 대한 연구
- 아시아/태평양기후시스템에 아시아, 인도의 연해(marginal sea)와 도서국의 역할에 대한 연구

○ 국제북극권연구센터(International Arctic Research Center)

IARC에는 해양-해빙-대기의 연결시스템에 관련된 여러 전문분야에 걸친 연구그룹이 있다. 지구적 북극 피드백 메커니즘과 북극에 미치는 지구기후변화의 영향 등의 연구를

목적으로 하고 있다. ARM, SHEBA, LEADDEX, GEWEX, ACSYS, CLIVAR, BASIS, PALE와의 연구 협력을 수행한다. 총 14명의 JAMSTEC 직원이 파견되어 있다. 주요연구 주제는 다음과 같다.

- 해양-대기-얼음의 상호관계시스템에 대한 연구
- 기후변화에 따른 북극시스템에서 생태계와 생지화학과의 진행과정 관계에 대한 연구

나. Seikai 국립수산연구소

일본 국립수산연구소 산하로 나가사키에 있으며, 열대해역에 위치한 Ryukyu 열도에 'Ishigaki 열대연구 거점'을 설치 운영 중이다(그림 6).

이 해역에 열대 거점을 설치한 것은 Ryukyu 열도의 Ishigaki가 산호초, 망그로브, 늪지 등 높은 생물다양성의 특징을 갖는 열대 환경을 갖추어 열대 해양생물과 이에 관련된 환경을 연구하기 위한 최적의 조건을 가지고 있기 때문이다. Ishigaki 거점에서는 지속적으로 활용할 수 있는 수산생물자원과 해양생태 보전을 위한 생물다양성 문제를 연구하고 있다. 일본 Ishigaki 거점은 관리부, 연구지원실, 생태보전부, 아열대수산생물부, 해양환경부, 양식 및 자원증강부, 어획증대 기술부로 조직되어 있다.



그림 6. 일본 국립수산연구소의 위치와 Ishigaki 열대 거점 전경 현황

3. 호주

가. Queensland 대학교 해양연구센터(Center for Marine Studies)

Queensland 열대해역의 산호초, 암석해안지대, 염 습지, 맹그로브 숲, 해초 등 다양한 해양환경에 대한 연구와 교육을 수행하는 기관이다. 해양연구센터 내에는 Low Isles Research Station, Heron Island Research Station, Moreton Bay Research Station, Pinjarra Aquatic Research Station 등의 4개 연구 거점을 확보하고 있다(그림 7). CMS의 주요 연구 주제로는 수산 양식과 수산 동물의 건강, 연안자원 관리, 연안생태계와 기후변화, 해양생물과 생물다양성, 저서생태계의 고해양, 해양식물, 발광생물 및 공생 연구 등이다.



그림 7. 호주 Queensland 대학교의 열대 서태평양 해역의 해양연구센터 현황

○ Heron Island Research Station

- HIRS에는 현대적인 연구장비와 실험실을 갖추고 있으며, 해수순환시스템을 갖춘 해양 수조관, 소형 선박, 도서관, 통신시설 및 야외 연구시설 등을 보유하고 있다.
- 2009년 기준의 연구 시설로는 5개의 건식실험실과 2개의 습식실험실, 2개의 연구장비실을 확보하고 있으며, 매점 1개, 2개의 증기 벽장, 암실, 도서관, 전산실, 40명을 수용할 수 있는 강의실, 약 12명까지 탑승 가능한 연구보트, 잠수장비, 해수순환 수족관

등이 있다.

- 강의시설로는 2개의 현대적 강의실을 확보하고, 20개의 현미경, 강의용 프로젝터 및 음향시설, 소형도서관, 해양생물표본 및 산호 관찰 탱크, 컴퓨터실을 보유하고 있다.
- 해양수족관 시설에는 대형 해수순환 수족관을 보유하고 있으며, 이 수족관의 규모는 4m×4m×1m의 규모이고, 관찰이 가능하게 벽면은 유리로 되어 있다. 광반응 실험을 할 수 있게 빛의 양을 조절할 수 있는 실내수족관과 산호를 직접 관찰하기 위한 산호 탱크도 있다.
- 기타 실험장비들로는 저울(1), 배양기(2), 드라이오피(1), 냉동장치(2), 화덕(1), 교반기(6), 분광광도계(2), 진공펌프(2), 수조(2), 각종 디지털카메라(4)와 비디오카메라(1), 잠수장비세트(30), Haemocytometer(2), 현미경(45), CTD(1), 플랑크톤네트(3), GPS(1), 쿼트라드(25)와 각종 화학약품 등을 다량 확보하고 있다.

○ Moreton Bay Research Station

- MBRS는 첨단 해양연구와 강의 시설을 갖추고, 대학생들에게 최고의 야외 실험 관찰 프로그램을 제공하고, 초중고생 및 일반인에게는 해양에 대한 이해를 증진시킬 수 있는 기회 제공을 목적으로 하고 있다.
- 4개의 현대적인 연구 실험실을 갖추고 있고, 대형 강의실, 습식실험실, 해양수족관, 도서관, 통신 시설 등을 HIRS와 유사한 수준으로 확보하고 있다.

○ Low Isles Research Station

- LIRS는 등대에 설치된 거점으로 10명의 연구원이 동시에 연구 활동이 가능한 시설로써 고압로, 원심분리기, 저울, 교반기, 배양기, 건조기, 머플로화덕, Laminar Flow Cabinet 등을 갖추고 있다.

○ Pinjarra Aquatic Research Station

- PARS는 Queensland 대학교의 해양연구센터에서 최근에 추가적으로 확보한 연구 거점으로 현재 대규모 보수작업이 진행 중이다. PARS의 업그레이드를 통하여 해양연구 뿐 아니라 세미나, 워크숍 등에 대한 최적의 장소로 변화를 도모하고 있다.

나. Sydney 대학교 해양과학연구소

- Sydney 대학교의 해양연구소에서는 연안생태, 대륙 경계부의 생물 진화, 전지구적 해양의 생물 진화, 해양지리 정보, 해양공학, 해저면 역학, 해양 프로세스의 시뮬레이션과 가시화, 온대 및 열대 해양생물, 해양자료관리 등에 관한 연구를 수행하고 있으면서, One tree island에 연구 거점을 구축하여 운영 중이다(그림 8).
- One tree 섬에 구축된 시드니대학교의 해양과학연구소의 연구거점은 총 3개의 연구실로 이루어져 있으며, dry lab., 수조동, 생물실험실로 구성되어 있다. Dry lab.에는 분광광도계, 원심분리기, 저울(2), 현미경(5), 컴퓨터 및 프린터 등이 갖추어져 있고, 수조동에는 해수순환시스템을 갖추고 있으며, 암실과 현미경 관찰을 위한 2개의 실험실이 있다. 생물실험실에는 전자저울, 원심분리기, 후드, 수조 등을 갖추고 있다. 연구를 위한 11m 규모의 소형 연구선 Linkia II를 보유하고 있고, 각종 편의 시설이 갖추어져 있다.

Sydney 대학교 해양과학연구소-One Tree 섬 연구 거점

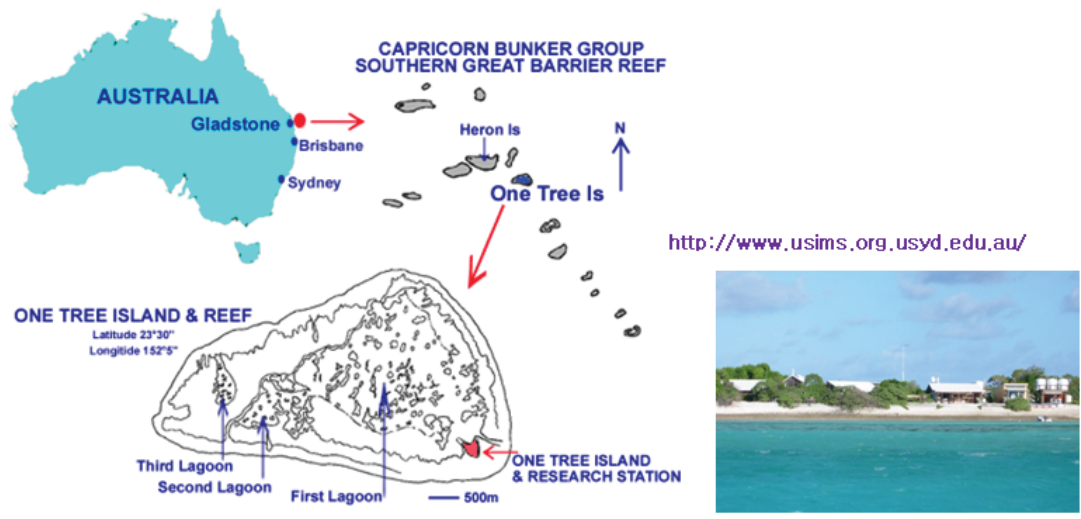


그림 8. Sydney 대학교 해양연구소의 One tree 섬 연구 거점

- 시설 운영을 통하여 일부 경비를 확보하고 있다. 일반 연구원은 1일 시설 이용료가 보트/잠수를 포함하여 \$110, 대학원생 및 방문 연구자는 \$60.5이며, 학생그룹은 \$40.5, 일반인은 \$20.6을 받고 있다. Linkia II 연구선과 시설을 이용은 시간당 \$150이고, 1/2 일에 \$500을 지불해야 한다.

다. 과학산업연구기구(CSIRO)의 Hobart Laboratory

CSIRO-HL의 주요 연구 분야로는 해양, 대기, 환경모델 및 모니터링, 무선센서를 이용한 환경 연구, 에너지 연구, 건강보건 연구 분야로 나누어져 있으며, 그 중 해양과 대기 분야에서 수행하고 있는 연구 주제는 다음과 같다.

- 해양 분야: 수산양식과 생물공학기술 연구, 유영생물과 생태계 연구, 해양생물 다양성 평가, 생태계에 기초한 수산자원 평가, 국가적 차원의 생태계에 기초한 다원화 이용 평가, 호주 남부의 동서 연안 관리로 특화되어 있음.
- 대기연구 분야: 기후 프로세스 연구 및 모델 개발, 기후 변화 영향 연구, 기상·기후·해양 예보 및 예측
- 주요 연구시설: 습식 및 분석 실험실, 해양 및 전자 장비 작업실, 도서관, 원격탐사실, 호주 국가 어류표본실, 살아있는 미세조류 수집 및 공급실, 무척추동물 수집실, 자료 보관실등을 기반 시설로 확보하고 있음(그림 9).
- CSIRO-HL은 해양연구선 Southern Surveyor의 모항지로 활용되고 있고, CSIRO의 해양/대기 연구의 본부 역할을 수행하고 있으며, 직원 외에 다수의 학생과 방문연구원을 포함해 약 370명이 연구를 수행하고 있음.

CSIRO—Hobart laboratory (TAS)



그림 9. 호주 CSIRO의 Hobart lab. 위치 및 전경

4. 미국

가. 버클리대학교의 Richard B. Gump South Pacific Research Station

미국 버클리 대학교는 프랑스령 폴리네시아의 Moorea에 Richard B. Gump South Pacific Research Station을 운영하고 있다(그림 10). 이 연구기지에서는 폴리네시아 Tahiti 주민들을 위한 공공서비스 및 연구, 교육 등을 통하여 열대생물의 다양성 및 지속 가능한 개발 연구 등을 수행하고 있다. 열대해역의 생태계를 이해하기 위한 생태계 모델로 Moorea 지역을 개발 중이다. 연구기지에는 Dry Lab, Wet Lab 등의 각종 실험실, 컴퓨터 실, 선박 및 보트, 공공 부대시설 등으로 이루어져 있다.

○ 주요 연구시설 및 운영 현황

- 연구소 부지 - 14 ha
- 침실-18실(\$25/1day)
- 방가로-8동 (\$30/day)
- 편의시설-카페테리아 식당, 창고, 세탁기

미국 버클리대학교-Moorea



그림 10. 미국 버클리대학교가 프랑스령의 폴리네시아의 Moorea에서 운영 중인 연구기지

- 강의실- 1실(수용인원 25인, A/V 시설 갖춤)
- Dry Lab.-12실
- Wet Lab. -15실
- 담수시설-10 gal/min
- 해수시설-30 gal/min
- 해양조사선-1 척(전장 7.4m)
- DNA 추출 로봇 - 1 대
- 잠수장비 부대시설 -공기압축기, 웨이트, 산소탱크, 안전 밧발 (개인잠수장비미보유)

나. NOAA 국립 수산자원청 - Pacific Islands Regional Office (PIRO)

2003년 4월, NOAA 수산청은 서남부지역사무국과 서남부수산과학센터로부터 태평양섬지역사무국과 태평양섬 수산과학센터를 하와이의 Honolulu에 설치하여 미국의 태평양 섬 주변의 수산자원을 관리하도록 하였다. PIRO에서 관리하는 주요 섬들로는 American Samoa, Guam, Northern Mariana, Wake island, Johnston, Hawaii, Palmyra, Howland and Baker 등 이외에 태평양의 미국도서 해역을 관할하고 있다(그림 11).

총 관할 해역은 미국본토에 딸린 EEZ와 같은 규모의 약 1.5 million square이다. PIRO의 주요 임무는 수산자원 유지 및 관리, 자원 보호, 생태환경보호, 국제협력, 참관프로그램 운영으로 나누어져 있다. PIRO는 미국 자국 EEZ와 공해상에서의 수산자원 관리에 관련된 사법권을 가지고 활동을 하고 있다. 수산자원 관리 계획 및 수정, 연방 수산규

NOAA National Marine fisheries service
-Pacific Islands Regional Office
 - WCPFC, IATTC and SPTT Boundaries

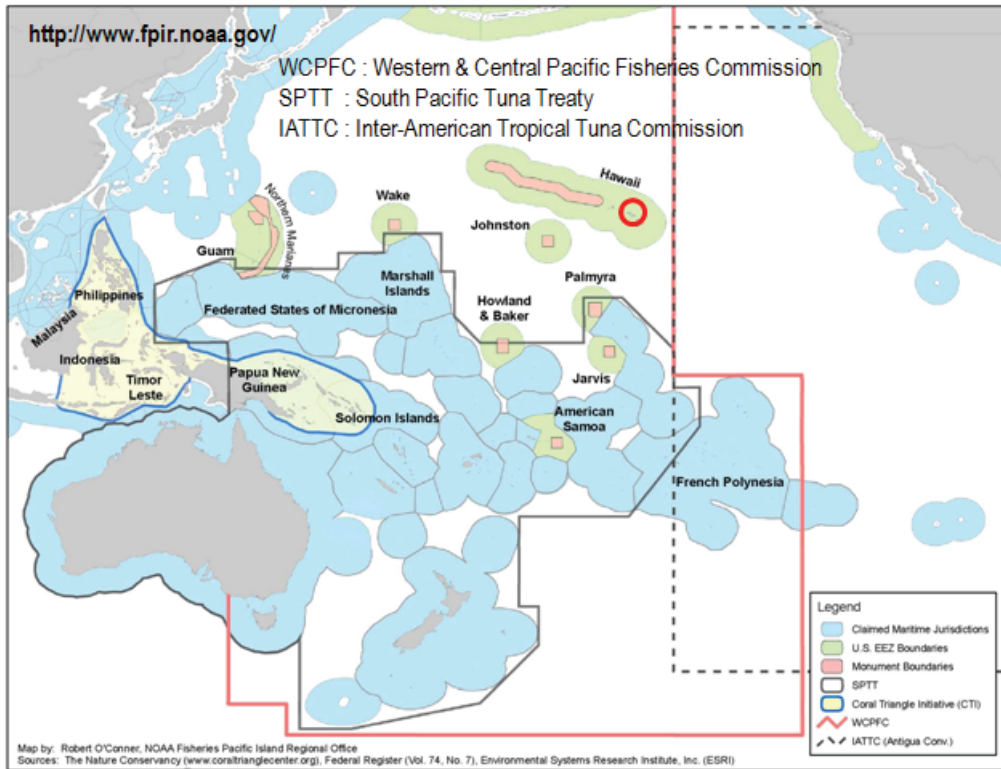


그림 11. NOAA 국립수산청의 PIRO 관할해역과 국제어로 구역

정 입안과 이행, 연방 어업 허가량 공표, 참관자 프로그램을 통한 자원 모니터링 등을 통해 서태평양 수산관리 심의회를 지원하는 임무를 수행하고 있다. 추가적으로 보호종의 보호와 복원, 해양환경의 보호와 복구, 수산협정과 조약을 이행하고 모니터링 하기 위한 국제기구와의 협력 등을 주요 임무로 하고 있다. PIRO는 American Samoa의 Pago Pago에 현장사무소를 운영하고 있으며, Guam 과 Northern Mariana에 PIRO의 상주 직원이 파견되어 있다.

5. 기타

가. Galapagos Academic Institute for the Arts and Sciences (GAIAS)

GAIAS는 San Cristóbal 섬의 Galapagos Archipelago의 수도에 위치해 있으며, Univerisidad San Francisco de Quito에 의해 2002년 1월에 개소하였다. 이용할 수 있는 시설로는 강의실 3 개, 컴퓨터실, 도서관, 회의실, 취사실 및 식당이 있다.

해양생태계가 매우 다양한 섬이기 때문에 세계에서 해양 생태계를 연구하기에 가장

제2절 우리나라의 해외 연구거점 현황

1. 한·중 해양과학연구센터

가. 개괄

중국 칭다오(靑島)에 위치한 한·중해양과학공동연구센터(이하 “한·중센터”라 함)는 1994년 한·중 수교당시 국가 정상 간의 해양관련 의제로 합의된 사항에 따라 1995년 건립된 한국과 중국의 해양과학기술협력 기구이다. 공식 중문 명칭은 “中韓海洋科學共同研究中心”이며, 영문 명칭은 “China-Korea Joint Ocean Research Center”이다(그림 13).

당초 한·중센터는 황해를 공유하고 있는 한국과 중국 사이에 황해를 중심으로 한 해양관련 과학기술 및 연구조사 영역에서의 협력과 교류 증진을 목적으로 건립되었으며, 시대의 조류, 해양과학기술의 수요, 양국 협력의 중요 사안 등의 변화에 따라 그 영역도 점차 확대되어 왔다. 현재의 한·중센터의 미션은 양국정부가 육성하는 협력기구로 한·중 양국이 해양과학기술 수준을 제고하고 해양환경 보호 및 해양자원의 개발과 이용을 촉진하기 위해 해양분야의 협력을 확대 발전시키는데 기여하는 것이다. 또한 연구성과를 수요자에 제공, 한·중 공동협력 연구사업의 지원, 과학기술 인력의 교류, 기타 주 해외 정부기관으로서의 대중 대상의 홍보지원 등의 활동을 하고 있다.



Joint Ocean Research Center in Qingdao, China, since 1995

그림 13. 한·중해양과학공동연구센터 로고

나. 일반현황

1) 위치

중국 칭다오(靑島, Qingdao) 중국국가해양국 제1해양연구소 내 행정동에 있다. 칭다오는 황해를 공유하는 한국과 중국에서 지리적으로 근접성이 높은 도시로 한국과 중국의 해양관련 공동기구를 설립하는데 가장 적합한 곳이다(그림 14). 이곳은 특히 중국이 국가 차원의 계획에 따라 “해양과학도시”로 육성하는 도시로 해양관련 연구와 협력에 용이한 시설, 인적, 지리적 인프라를 고르게 갖추고 있는 도시이다¹⁾. 칭다오는 중국 국민이 휴양지로 가장 선호하는 해양도시이다. 또한 2차 세계대전 당시 독일의 조차지역으로 일찍부

1) 이미 해양과학기술 단지가 형성되어 있으며, 중국 전체 해양과학연구자의 2/3를 보유하고 있음

터 개방되어 “진취적”이며, “개방적”인 도시이미지를 이어오고 있으며, 최근 2008년 북경 올림픽 종목 중 요트경기를 단독을 주관한 도시이기도 하다.

중국국가해양국 제1해양연구소는 중국국가해양국이 북해(발해 및 황해), 동해, 남해 등의 세 권역으로 나눈 해역관리 영역 중, 북해 해양관리를 지원하는 국가해양국 소속의 해양연구 출연연구기관으로써 특히 해양물리, 해양지질 분야의 우수한 인력 인프라를 갖추고 있다.

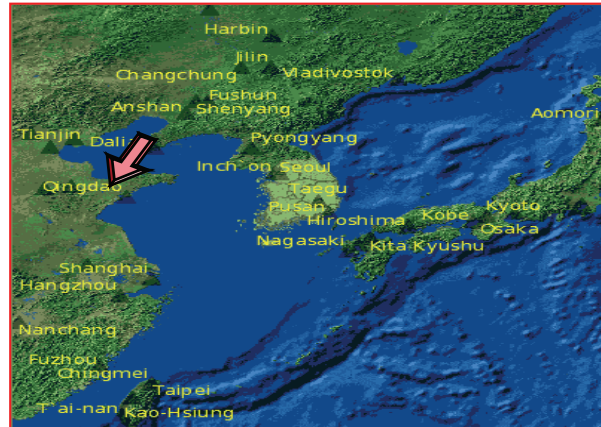


그림 14. 한·중해양과학공동연구센터의 위치

2) 설치 근거 및 연혁

한·중센터는 「대한민국 해양수산부와 중화인민공화국 국가해양국 간의 해양과학기술 협력에 관한 양해각서」(‘07.06.13 개정)와 「한·중 해양과학공동연구센터 설립 및 운영에 관한 약정서」(‘07.06.13 개정)에 근거하여 설립되었다. ‘94년 한·중 정상회담 시 채택된 공동성명에 기초해 설립된 기구로 한·중 양국의 협력체제 구축의 초기구성으로 정치적으로도 상징적 의미를 지닌다고 할 수 있다. 한·중센터는 95년 설립되었으며, 설립 당시 한국과학기술처와 중국국가해양국이 주관부서였으나 1997년 해양수산부로 이관되었다. 다음은 그 연혁이다.

- 94. 03. 한·중 정상회담 시 공동성명 발표
- 94. 10. 한·중 해양과학기술 협력 양해각서 체결
- 95. 05. 한·중 해양과학공동연구센터 설립 및 운영에 관한 약정서 체결
- 06. 06. 상기 양해각서와 약정서 개정

3) 설치목적

한·중센터는 한·중 양국의 해양과학기술 영역의 협력과 발전, 해양과학기술 수준의 제고, 해양환경의 보호, 해양자원의 개발 및 이용을 촉진하기 위한 목적으로 설치되었다. 황해를 공유하고 있으며, 지리적으로 근접한 한·중 양국의 입장에서 외교적인 차원에서 황해에 접근하여 과학 연구를 수행하는 것이 목적이다.

4) 조직 및 인원

한국의 국토해양부와 중국의 국가해양국 간에 한·중해양과학기술협력공동위원회²⁾를 두고, 한국해양연구원과 제1해양연구소 사이에 센터운영에 관한 한·중해양과학공동연구센터관리위원회³⁾를 두어 관리하고 있다(그림 15). 실질적인 관리는 한국 국토해양부와 중국 국가해양국이 한국해양연구원과 제1해양연구소에 위탁하여 관리한다.

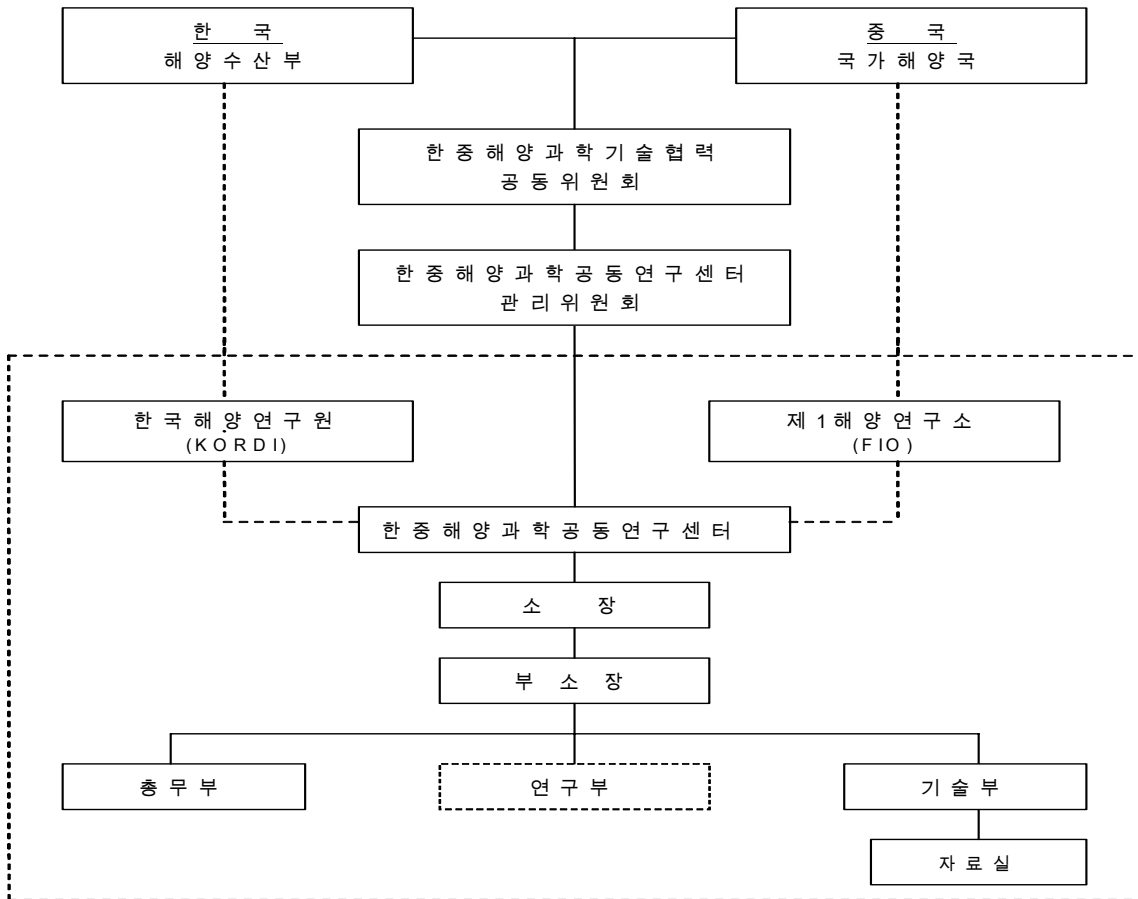


그림 15. 한·중해양과학공동연구센터 조직 현황

한국과 중국 정부의 담당 부서가 한국해양연구원과 제1해양연구소를 한·중센터의 양측 위탁 기관으로 지정하고, 한국해양연구원과 제1해양연구소에서 관련 인원을 파견하고 있다. 인원배치는 원칙적으로 한·중 양국이 2년을 임기로 하는 소장, 부소장을 파견하고 2년을 단위로 한국 측과 중국 측이 번갈아 가며 소장을 역임하도록 하고 있고, 그의 총무부장은 중국측에서 기술부장은 한국측이 소장을 역임할 경우 한국측에서 파견하며 출납, 통역 등의 직원을 두고 있다. 현재(2009년 4월) 소장(중국), 부소장(한국), 총무부장(중국), 통역을 포함한 직원 3명 등 총 5명으로 운영되고 있다.

2) 한국과 중국 간의 해양과학기술 전반에 대한 협력을 위한 정부 간 회의

3) 한·중센터의 예·결산 및 실적계획을 보고받고 승인하는 회의

5) 예산 및 경상운영 현황

예산은 약 1억 5천만 원으로 파견인원의 인건비는 별도이다. 2009년 현재 중국 측은 제1해양연구소 측에서 건물 및 토지를 제공하고 한국 측은 한·중센터의 일상 운영경비를 제공하고 있다. 2004년부터 한·중공동해양관측 연구개발 사업에서 지원받았으나, 2008년부터는 한·중해양과학기술협력 공동위원회 협력사업(R&D) 형식으로 지원 받고 있다. 한·중센터를 통해 이루어지는 연구사업의 연구활동비는 한·중 공동으로 제공하고 있고, 2009년 현재 한·중센터를 통해 발주된 연구사업 규모는 4천 여 만원 수준이다.

다. 한·중센터의 기능과 역할

한·중센터는 당초, 해양영역에서의 한·중 양국 간의 공동협력과 교류를 목적으로 설립되었으므로 한·중공동협력, MT 정보의 공유, 운용해양학을 구현하는 조직으로 한·중센터의 정체성을 확립해 오고 있다. 다음은 한·중센터의 주요 기능이다.

1) 사무국 기능

한국과 중국 간의 교류의 활성화를 지원해 주는 매개체 역할을 담당하고 있다. 세미나 및 공동협력 추진 등을 위해 매년 평균 100여명이 한·중센터를 방문하고 있으며, 세미나 개최 및 관련 기술정보 활동을 위한 한·중센터의 대외 방문도 매년 평균 50회 이상이 이루어고 있다. 한·중 주요 해양관련 연구기관장을 자문위원으로 선임해 한·중센터자문위원회를 개최하고 있다. YSLME, EU 등과의 협력 추진 및 관련회의 참석하고, 한·중 학회 및 기관 간 교류활성화를 위한 MOU 체결 등을 추진한다.

2) 정책정보 생산-보급의 기능

한·중 해양영역에서의 새로운 소식, 동향 등의 정보를 양국 정보 수요자에게 보급한다. 매주 info-express(정보메일)를 정기적으로 발송함으로써 정책결정권자 및 관련연구자들에게 정보를 보급하며, 홈페이지 운영을 통해 각종 정보를 제공⁴⁾ 한다. 그리고 주요 기관 및 관련자의 요청에 따라 관련 정보와 자료를 지속적으로 획득할 수 있는 기관 및 정보를 지원해 준다.

3) 한·중공동연구사업 개발 및 추진의 기능

한·중센터는 양국 간 공동협력 프로젝트 발굴 및 추진을 위한 매개적 역할을 담당하고 있다. 대형 한·중공동연구사업 발굴이 미진한 편이다. 다음은 최근에 수행한 실적이다.

- 한·중해양관리체제 비교연구 등 6개 공동연구과제 수행('06년도)
- YSLME 데이터베이스 구축사업 등 5개 공동연구과제 수행('07년도)
- 총 8000만원 규모의 5개 한·중과제 배정('09년도)

4) 현재 한·중센터는 국문 및 중문으로 홈페이지를 운영하고 있으며, 국문판과 중문판 홈페이지의 콘텐츠는 다르게 운영되고 있다. 홈페이지 주소: www.ckjorc.org

라. 한·중센터의 입지와 비전

1) 한·중센터의 입지

한·중센터는 한·중 양국 간 해양영역 전반의 협력체제를 유지하고 공동과제를 발굴하기에 지리적, 문화적, 정치적 측면의 다양한 장점을 보유하고 있다. 왜냐하면 한·중 양국이 공유하는 핵심 해역인 황해를 사이에 두고 있으며, 정치, 문화, 경제의 중심으로부터의 근접성도 갖추고 있기 때문이다. 또한 청다오는 중국정부가 추진하고 있는 해양과학기술도시 육성사업의 중심으로 중국의 해양과학기술, 정책, 문화의 핵심인프라를 갖추고 있다. 따라서 청도는 중국 내 해양영역에서의 정보·기술교류는 물론 공동협력 사업 발굴에 가장 유리한 지리적 우위를 점하고 있다. 그뿐 아니라 한국 교민 최대거주 도시로 해외 기관운영의 기반 마련에 용이하며, 한국의 국가이미지가 양호하여 중국 내 운영기반 마련에도 좋다.

한·중센터는 “공동기구”의 형태로 한·중 간 중립적 성격을 가지고 있어 한·중 양국 간 완충기능을 수행하고 있고, 한·중센터의 소장을 한·중 양측이 번갈아 담당함에 따라 양국이 센터를 중립적 지위로 인식하고 있다. 따라서 양국 간 이해관계가 대립되는 사안이 발생하면 한·중센터가 조정기구의 역할을 담당할 수 있다. 실제로 한·중 간 첨예하게 대립되던 YSLME 사업의 DB를 센터에 설치하기도 하였다. 특히 한국 정부가 개입된 협력 사업에서 북한의 참여를 유도할 수 있는 중립적 기구로 활용이 가능하다.

한·중센터는 관련 정보 보급 및 교류의 창구의 역할을 수행한다. 중국은 학술정보, 정책, 기술영역, 통계 등에 있어 대외공개를 기피하는 경향이 많아 정확한 정보획득이 어렵다. 그러나 한·중센터는 설립 이래 중국 내 관련 기관과의 교류를 유지하여, 접근성이 떨어지는 관련 정보와 동향을 획득하는데 상대적으로 유리한 장점을 지니고 있다. 한·중센터를 매개로 한·중 간 교류가 지속적으로 이루어짐에 따라 양국 정부 간 지속적인 이해와 안정적 관계 형성에 일조를 하고 있다.

2) 한·중센터의 역할 진단

한·중센터는 그 지리적 요소를 포함함 각종 장점을 발휘해 한·중 양국의 해양협력에의 중심 매개체 역할 수행은 물론, 양국 간 외교영역에서의 역량 발휘도 기대할 수 있는 충분한 여건을 지니고 있다. 따라서 한·중센터는 장점을 충분히 살려 그 역할과 기능을 공고히 하고 나아가서는 이에 대한 확대 및 강화에 주력해야 할 필요가 있다. 그러나 한·중센터는 이러한 역량과 장점을 지니고도 그 역할기능의 수행에 있어 다소 미흡한 점이 지적되고 있다. 앞서 기술한 한·중센터의 고유의 기능 즉, 사무국기능, 정보창구의 기능, 양국공동연구사업 추진의 동력으로서의 기능 등 세 가지의 기능에 비추어 보아 몇 가지 지적 사항을 아래와 같이 정리할 수 있다.

현재 한·중센터를 경유하는 양국 간 협력기구를 보면, 대부분이 한국해양연구원과

제1해양연구소 간의 교류가 주를 이루고 있다. 이러한 현상은 한·중센터가 양국의 협력과 교류를 위한 기구로서의 역할미션에 충실하지 못한 점으로 지적될 수 있으며, 향후 한·중센터의 국가 대표성을 회복하기 위해서는 특정한 기관으로 편중된 체제에서 그 영역과 대상이 확대될 필요가 있다.

또한 그 기능수행에 있어서도 사무처 기능 및 정보생산 보급 기능에 치우쳐 한·중 양국의 해양영역에서의 지속적인 협력체제를 유지할 수 있는 바탕이 되는 장기적인 협력사업 발굴이 미흡한 편이다. 장기적인 협력사업이 존재하지 않을 경우, 기타 활동은 자칫 한시적이거나 형식적인 업무로 바뀔 소지가 있으므로 향후 실질적인 양국 간 협력을 위해서는 장기적인 대형 협력사업 발굴에 주력해야 할 것이다.

한·중센터는 14년간 지속되어 왔으나, 그 역할과 기능에 큰 변화가 없는 것으로 보인다. 이는 한·중간 정치, 경제, 사회의 변화와 세계적인 해양의 레짐이 변화하는 추세에서 그 역할기능에 큰 개혁이 없다면 단순한 상징성을 지닌 양자간 협력기구로서의 위상에서 그치게 될 가능성이 있다.

3) 한·중센터의 역할방향과 비전

한·중센터는 양국정부의 공식적인 해양협력기관으로서 대표성을 지닌 공동기관으로 한·중 양국 간의 해양협력의 매개체로서 주도적인 역할을 수행하는 방향으로 설정해야 할 것이다. 이를 위하여, 한·중 현안 공동연구 사업의 발굴을 통해 한반도 주변의 해양과학 발전과, 한·중 해양과학기술 관련 기관 및 과학자들 간의 네트워크 구축으로 해양과학기술의 국제협력 강화에 기여하여야 한다. 또한 해양관련 인력 교류 및 협력사업을 통한 한·중협력 인력 양성 및 우리나라 영향력 확대를 위한 친한 인사의 양성을 통해 한·중간의 외역량을 강화하는 역할도 해야 할 것이다.

한·중간 협력사업을 한·중센터로 집중시켜 비용절감 효과 및 일관된 정책을 추진하는 것이 중요하다. 현재 한·중간 협력 사업은 한·중센터를 거치지 않은 다른 채널로 이루어지고 있으며, 실제로 현재 진행되고 있는 사업의 목록도 조사되어지지 않아 사업의 중복, 편중 등의 현상을 낳고 있다. 또한 한·중간의 지속적인 공동연구의 발굴을 통해 한·중 해양연구의 지역거점 및 장기적 협력체제를 구축해야한다. 이를 위해서는 지속성이 있는 장기적인 대형사업의 발굴이 우선되어야 할 것이며, 아울러 다양한 영역의 협력 파트너에 대한 정확한 정보를 보유하고 있어야 할 것이다.

마. 국제협력

1) 대(對)중국 협력의 여건

중국은 우리나라와 지리적으로 근접한 이웃국가이며, 한자, 유교, 농경문화 등의 공통적 문화요소를 지님으로써 상호협력의 기본적 여건이 가장 잘 갖춰진 나라이다. 최근의 동남아국가연합(ASEN10국)+3, 아시아 태평양 경제협력체(APEC)를 비롯한 지역경제의 일

체화 추세는 지역적 협력체제를 구축하는 전 세계적인 분위기와 함께 한국과 중국의 협력확대에 동력을 제공하고 있다. 외교적으로도 한국과 중국은 '92년 한·중 정식수교 이래, '98년 협력동반자 관계를 구축하고, '08년 이명박 대통령의 중국방문을 계기로 동맹에 가까운 “전략적 동반자 관계로” 로 격상하여 외교안보, 경제, 문화 등 모든 분야에서 긴밀한 협력관계가 구축되었다.

중국과 한국의 해양협력은 '94년 한·중 해양과학기술협력 양해각서를 체결한 후, 초기에는 해양과학기술개발 분야가 주를 이루었다. 2000년 이후, 중국은 해양자원 탐사, 해양과학기술 개발을 비롯, 해양환경 분야에서의 국제협력 강화정책을 표명했으며, 한국 또한 해양정책에 대한 새로운 비전을 가지고 국제협력 강화 정책을 펴면서 이웃나라로서 실질적 협력의 수요가 많은 대중국 해양협력을 확대해 나가고 있다. 한국은 현재 해양자원 및 해양환경 관리를 목적으로 하는 황해광역해양생태계(YSLME), 북태평양해양과학조직(PICES) 등 관련 국제조직의 참여를 통한 대중국 협력체제를 지속적으로 유지하고 있다.

2) 한·중 해양협력 현황

한·중 해양협력은 '94년 한·중 해양과학기술협력 양해각서를 시발점으로 해양조사, 해양과학기술, 수산양식, 해양바이오 에너지 등의 학술활동을 비롯하여 조사프로그램, 데이터 생산 및 데이터 베이스구축 등에 이르기까지 다양하게 발전해 왔다. 1996년부터 2000년까지 “황해 해수순환동력학”, “황해퇴적물동력학”, “황해 해양환경협력연구” 등 황해를 중심으로 하는 대형 프로젝트가 중국과 공동으로 수행되었다. 이와 함께 남북극지, 심해저, 해양수산 분야에서도 중국과 협력 사업이 수행되었다.

현재 대중국 해양협력은 APEC, NOWPAP, PEMSEA, YSLME 등 다자간 협력체계 참여를 통한 협력과 한·중해양과학기술협력공동위원회, 한·중해양과학공동연구센터 등의 양자간 협력체계를 통한 협력이 이루어지고 있다. 이들은 주로 관련 분야에 대한 한·중공동조사연구, 공동데이터베이스 구축, 환경모니터링시스템 구축 등, 학술활동, 인원 상호방문 등의 형태가 주를 이루고 있다.

한편, 대중국 해양협력의 주요 유형을 보면 기초 및 응용연구, 환경조사 및 비교연구 등의 이해·분석을 위한 협력과 정부간, 연구기관간, 학계간의 인원교류 등을 통한 정보교류를 위한 유형, 공동기구설치 등의 결과를 도출하는 실행 및 집행의 유형으로 나누어졌다. 현재까지 대부분의 대중국 협력은 이해 및 분석을 위한 사전 연구작업이나 인원교류를 통한 정보공유의 유형으로 이루어지고 있으나, 실제로 이 과정에서는 중앙정부의 강력한 통제를 받는 경우가 많아, 자료공개 및 정보공유 등에 있어 제약을 받아 초기의 목적인 성과를 획득하는데 어려움이 있다.

3) 대중국 협력의 필요성

중국은 동아시아의 중심세력으로 등장하면서 차세대 세계주도 세력으로 자리 잡을 것으로 예상된다. 특히, 현재 중국은 국가성장 동력이 경제생산의 상당 부분을 차지하는

해양산업과 안보측면으로 해군을 고려하여 해양을 주 대상으로 하는 전략을 지속적으로 확대하고 있다. 중국정부는 “해양개발”과 “해양산업발전”을 표방하고 있으며 해양산업이 국민경제에서의 비중이 높아지고 있다. 이러한 측면에서 볼 때 한국은 동아시아 세력구도 변화의 분석을 바탕으로 대응방안 마련과 함께 균형 있는 역학구도를 형성하기 위한 노력을 해야 할 것이다. 이를 위해서는 우선, 중국의 전략변화를 이해하고 이를 바탕으로 하는 적절한 대처를 위한 사전 상호 정보교환 및 협력체제 구축이 필요하다.

중국은 황해를 내해처럼 공유하고 있는 상대국으로서 해양이 가지는 유동성 및 월경성 자원의 관리 측면에서 해양환경 및 자원의 지속가능한 이용을 위한 협력공조체제를 갖추어야 할 필연적 사명을 지니고 있다. 해양환경의 보전은 지속가능한 해양의 이용을 위해서는 필수적으로 이루어져야 하며, 이것은 어느 한 국가의 노력으로만 이루어지지 않는다.

중국은 한국과 황해의 해양경계획정 과제를 안고 있는 상대국이다. 따라서 향후 한·중 양국은 자국의 해양경계획정을 최적화하기 위한 전략을 구사할 것이다. 이를 위해서 우리는 중국에 대한 사전이해와 입장에 대한 분석을 하여야 한다. 이러한 측면에서 효과적인 대중국 협력체제의 구축은 국익차원에서 높은 가치를 지니고 있다.

4) 대중국 협력 분야

중국은 1979년 미국과의 “중국 국가해양국과 미국 해양대기국의 어업영역의 과학기술협력의정서”에 조인한 이래, 20여 년 간의 해양 대외협력의 역사를 이어오며 현재 미국, 프랑스, 러시아, 캐나다, 독일, 북한, 노르웨이, 한국, 일본 등 40여개의 국가와 해양협력 관계를 유지하고 있다. 중국은 해양협력을 통해 자국과 해양선진국과의 해양사업의 격차를 줄이고, 중국의 해양과학기술의 수준을 끌어올리고 국제 해양사회에서의 일정한 지위를 확보하기 위해 노력하고 있다⁵⁾. 최근 인도와 장기해양관측, 베트남과의 폭풍조석예보에 관한 협력, 중·필리핀·베트남 3국간의 남해해양과학고찰 등의 협력사업과 그 밖의 국가와 자료 및 정보기술교환 형태의 대외협력을 진행하고 있다. 현재 대만과도 해양 분야에서의 협력 사업을 추진 중이다⁶⁾.

중국과의 해양협력은 크게 해양수송, 수산, 해양환경, 광물자원, 해양경계획정 등의 분야에 걸쳐 이루어져야 할 것이다. 해양수송에서는 실시간 데이터, 수색구조 인프라 구축이 요구되며, 수산 영역에서는 자원관리, 상업어종의 관리 및 생태계 평가 등에서의 협력이 요구된다. 해양환경 분야에서는 실시간 데이터 전송 및 공동 해양환경 모니터링 시스템 구축, 광물자원에 대한 잠재성 개발을 위한 협력 등이 요구된다.

이 밖에도 해양과학기술, 해양 정책 및 관리, 해양환경, 생태보호 모니터링, 해양집법, 해양경제, 해양군사, 해양문화, 해양공익 및 해사(유류유출 공동대처시스템 구축), 기후변화에 대한 해양영역 대응방안 연구, 국제해역과 극지사무, 정보 및 자료교환, 해양교육과 인재양성 등에 대한 협력이 요구된다.

5) 焦永科, 關於海洋對外科技合作的思考, 2007.3. 국가해양국 홈페이지

6) 1991년부터 중국은 대만과 해양과학연구포럼을 개최하고 있으며, 본 포럼을 통해 해양재해방지 공동연구, 극지고찰과연구의 협력, 해양법 및 해사관련 연구사업의 협력을 추진 중임(중국해양보, 2008.11.7일자 보도)

5) 대중국 협력 방향

대중국 해양협력은 상호동반자적 교류 추진 차원에서 양국의 실질적인 수요와 국익을 극대화 하기 위한 구체적인 “협력”과 “경쟁”이 공존하는 구도를 형성해야 한다. 한국과 중국은 황해와 동중국해를 공유하는 국가로서 두 해역은 양국에게 공히 경제적, 군사적, 환경적으로 중요한 가치를 지니고 있다. 황해와 동중국해는 두 국가에게 해상수송, 수산, 해양환경, 광물자원의 확보는 물론이고 해양경계확정의 핵심을 이루는 해역이다. 따라서 양국은 공통적으로 국제협력 그 자체가 가지는 우호 및 상징성뿐만 아니라, 이웃국가 이면서 황해와 동중국해를 공유해야하는 경쟁국가로서 필요에 의해 협력하는 것이 중요하다.

대중국 협력에 임하기 위해서는 실익을 취하고자 하는 적극성이 있어야 하며, 한국의 지리적 위치, 역사적 배경, 경제발전 등을 고려한 양자 간 중장기적 협력전략이 필요하다. 국제협력은 국가 간 유기적인 교류와 협력을 근간으로 목표 달성을 위한 기반 정보 및 동향 파악 등 구체적인 활동이 필요하므로, 주요 국가와 상호 동반자적 해양과학기술 추진을 위한 전략과 투자가 시급한 실정이다. 또한 황해의 환경보전과 경제성장을 동시에 추구함으로써 양국이 win-win 할 수 있는 길을 모색해야한다. 특히 황해에 부존하는 해저자원의 탐사 및 개발을 위한 양국의 협력체제 구축은 물론 지속가능한 자원 및 환경을 공유하는 관리 시스템 구축이 요구된다.

2. 한·남태평양 해양연구센터

가. 센터설립 취지 및 기능

1) 센터설립 취지

한·남태평양 해양연구센터는 남태평양 해양개발에 대한 전진기지로서 우리나라의 해양과학기술력을 바탕으로 현지 정부 및 관계기관과의 협조관계를 구축하고, 남태평양 도서국가의 국민경제 활성화와 우리나라의 해양자원 공급원 확보를 도모하고자 하는 것을 목적으로 설치하였다. 센터의 운영 추진 배경과 센터 설립 경과는 다음과 같다.

○ 센터 운영 추진 배경

21세기 해양부국 실현을 위해서는 대양, 열대, 심해 등 다양한 환경을 기반으로 한 태평양의 광대한 해양공간과 그 해양자원을 개발하여 자원 공급원을 확보하는 것이 필수적이다. 특히 열대 산호초 해역은 해양에서 생물다양성이 가장 높은 해역으로 우리나라가 확보하지 못한 잠재 공간이다. 이 해역은 해양생명공학연구(MBT) 기반 소재 생물의 주 공급처이다. 미래 국가 발전 동력인 BT산업 활성화를 위해서는 원천 기반 소재생물확보 시스템 구축이 절실한 상태이다. 그리고 인류 발전을 위한 미래 첨단 연구 수행에서 국제적 공조를 통한 국가 책임을 이행하기 위하여, 도서국가와의 산업기반 공조를 통한 경제 원조를 실시한다.

○ 설립경과

표 2. 한·남태평양 해양연구센터의 설립 경과

1998년	대통령 업무보고시 남태평양 전진기지 설치 추진 보고 후속 조치 관련 센터 설치 추진 계획 확정 센터설립 적지 선정 현지 조사(피지, 마셜, 괌, 축) 마이크로네시아 축주에 센터 설치 계획 확정
1999년	해양자원연구 수행(연 8천만원,해양수산부)
2000년	한국해양연구원-축주정부간 양해각서 체결 MOMAF와 FSM 해양청간 양해각서 체결 한·남태평양해양연구센터를 비상설로 설치 (한스마이크로네시아 건물 중 2모듈 임차)
2001년 ~ 2005년	해양생물자원연구 수행(연 1.5억원, 해양수산부) 연구원 기본과제 (연 1억원) 연구원 운영보조비(연 1억원)
2006년 ~	센터 임대규모확대 (연중 활동) 연구원 기본 과제 (10억원/년, 2006년-2008년) 남서태평양 해양생물자원 조사 (3억원/년, 2008년 종료) 과기부 해외 생물 자원 네트워크 (2억원/년, 2000년-2015년)

2) 센터의 기능

한·남태평양 해양연구센터의 기능은 크게 해양자원 개발의 전진기지, 열대 태평양 국가인 마이크로네시아 정부와의 협력관계 구축, 해양과학기술력 증진을 위한 실험기지, 정보·자료 취합지 등 4가지로 나눌 수 있다.

○ 해양자원 개발의 전진기지

- 센터가 특정지역에 위치해 있더라도 남태평양 도서국가 전체에 대한 해양자원 조사 및 개발의 전진기지로서 역할을 수행토록 함.
- 초기단계에서는 센터가 설치되는 지역을 중심으로 해양자원조사와 현지관계기관과의 협력관계를 구축하는 것을 목표로 하며, 다음 단계에는 필요한 지역으로의 해양 자원 조사활동을 확대해 나가도록 함.
- 또한, 센터는 국내기업의 남태평양 해양개발에의 진출을 위한 제반 조사개발업무를 담당하고, 향후 국내기업의 진출에 대비하여 현지에서의 필요 인력 훈련과 양성을 추진토록 함.

○ 협력관계 구축기지

- 센터를 중심으로 현지 정부 및 현지인들과의 협력관계를 보다 밀접하게 진전시키도록 함.

- 센터를 중심으로 각종 학술행사는 물론 현지에서 요구되는 행사를 개최하며, 주피지 대한민국대사관과 협력하여 현지에 대한 국가차원의 지원도 추진토록 함.
 - 한편 현지 유력인사들과 한국의 유력인사들 간에 우호친선협회를 결성하여 양국민 간의 상호 이해를 증진시키고, 해양개발을 통한 양국 경제발전에 대한 인식을 공유토록 함.
- 해양과학기술력 증진을 위한 실험기지
- 우수한 해양과학인력과 장비를 보유한 권위 있는 연구기관으로서 국제적 위상을 확보하고 국민경제에 유익한 기관으로의 기능수행을 위하여, 해양과학기술 선진국들의 각 축장인 남태평양에서의 경쟁을 통하여 우리의 해양과학기술 능력을 증진시키고 검증받는 장으로서 활용토록 함.
 - 이를 위하여 남태평양에 이미 진출한 국가와 공동연구를 수행하고 인적교류를 적극적으로 추진함.
- 정보·자료 취합지
- 서구 선진국이나 일본과 달리 남서태평양에 대한 진출역사가 길지 않고, 동지역에 대한 자료나 정보가 부족한 상태에서 센터를 중심으로 적극적인 관련 정보·자료 수집 기능을 수행함.
 - 이를 위하여 센터는 센터 설립지역을 포함한 남태평양 전지역을 대상으로 해양개발과 관련된 각종 국제회의 및 관련 기구에 대한 동향 파악과 자료 교환 체제를 구축토록 함.
 - 센터는 이들 회의 개최 및 참가에 대한 연락처와 지원기지로서의 역할을 수행해야 할 것이며, 또한 남태평양 도서국가들의 해양개발 동향 파악은 물론 주요국들의 남태평양 해양개발 진출 동향을 파악하는 기지로서의 역할도 수행함.

나. 센터 개요

- 위치
 - 마이크로네시아 연방국의 Chuuk주 Weno섬 Sapuk지역(7° 27'N, 151° 53'E)
 - Han's Micronesia Co.의 건물을 임차하여 사용 중
 - 80여개의 환초로 구성된 마이크로네시아는 압, 축, 폰페이, 코스레 4개의 주가 있음
 - 태평양도서국가 중 3번째 면적의 EEZ를 보유(그림 16)

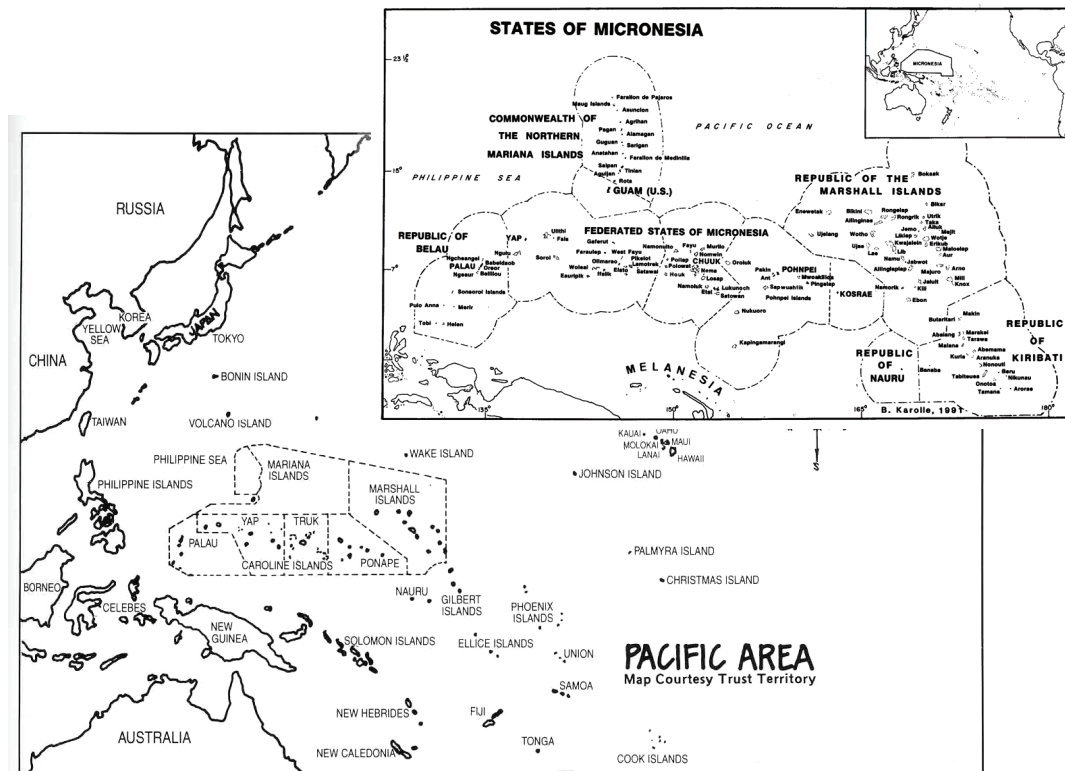


그림 16. 마이크로네시아(얍, 축, 폰페이, 코스레) 연방의 지리적 위치

○ 공간 : 124m²(37.6평) (그림 17)

- 센터는 사무실(2모듈), 연구실(8모듈), 배양실로 구성
- 사무실 (62m² : 18.8평) / 연구실 (31m² : 9.4평) / 배양실 (31m² : 9.4평)

○ 연락처

- 전화 : 691-330-5729 / FAX : 691-330-5730 / e-mail : KSORC@mail.fm

○ 주요기장비

- 연구기장비

현미경(Olympus), 냉동고, 냉동건조기, Vacuum pump, 채수기, Auto clave, 발전기 (5kW, 3kW), Compressor, 플랑크톤 네트, 조류·해류측정기, 조위계, 대기관측기 등

- 현지 시료는 전처리 가공 시스템

- 소형연구선(5톤,1톤,0.7톤) 3척과 시료보관동이 있음

- 행정지원기기

무전기, 복사기, pc, notebook컴퓨터, 레이저프린터, 칼라잉크젯프린터, 스캐너, TV, DVD 플레이어, 비디오플레이어 등

- 2010년에는 한·남태평양연구센터 규모를 확대하여 신규 인프라구축(건물 재건축)과 열대해양연구 - 해외 과학기지 규모를 갖추게 될 것임

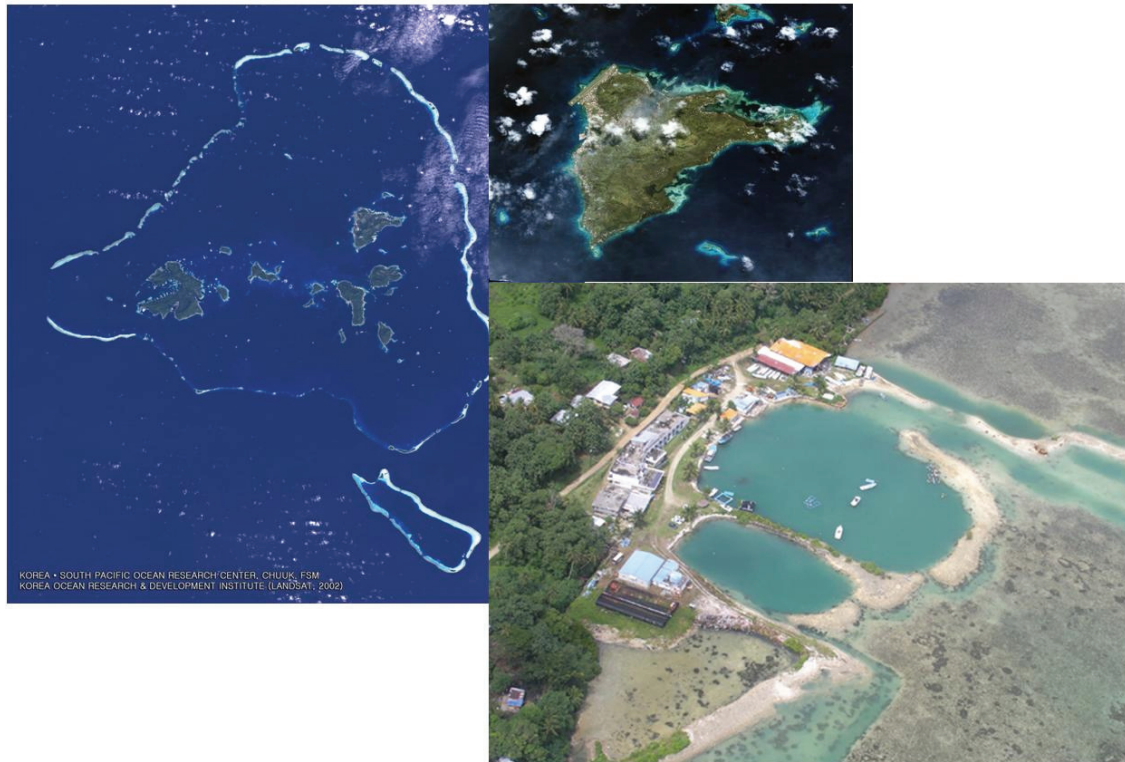


그림 17. 마이크로네시아 축주와 웨노섬의 한·남태평양연구센터

다. 한·남태평양연구센터의 현재 연구 사업 현황

- 연구원 2명이 상주하고 있으며 현지 주민 16명을 고용하고 있음
- 주요 연구 사업 및 연구 실적
 - 흑진주 2011년 기술 이전
 - 스피놀리나 2010년 기술 이전
 - 770종의 미생물 분리 BANK 운영
 - 74종의 천연물 분리
 - 124종의 DNA분석, 30종의 분자마커
 - 5종의 미세조류 대량 배양- 바이오디젤 및 건강 식품
 - 환경모니터링 수행
 - 웹페이지 구성
- 2009년 축 센터 중심 연구계약 현황
 - 해외 생물자원네트워크 사업 (1억원/년, 생명공학연구원) - 수행
 - 해외생물다양성 기반구축연구 (1억원/년, 국토해양부) - 수행
 - 국제협력-흑진주항체 개발 사업 (1억원/년, 국토해양부)
 - 미래유망과제-스피롤리나 생산 (1억원/년 - 3년간 국토해양부)
 - 해외 연구기지 운영 및 기초지원연구 - 일반과제 (15억원, 해양연)

다. 센터 운영지원 계획

- 국무조정실, 국토해양부, 외교통상부, 교육과학기술부, 문화체육부, 국방부, 지식경제부, 환경부 등 정부 관련 부처와 공공기술연구회, 관련대학 및 연구기관들과 협조하여 남태평양 해양개발진출사업을 종합적으로 추진
- 이를 위하여 정부 관계관과 민간전문가들로 구성된 남태평양포럼을 구성·운영하여 포럼을 중심으로 남태평양 도서국가의 지도층 인사들과 국제적 우호친선협의체를 결성·운영
- 국토해양부와 마이크로네시아 해양청간 협정에 따른 한·마이크로네시아 해양과학기술협력 위원회를 매년 개최하여 센터운영과 연구사업 수행의 정책 방향을 제시토록 하고, 여타 남태평양 도서 국가들과 협력협정 및 협의 수단을 확대
- 또한 남태평양 도서 국가들에 진출코자하는 국내산업체에 대한 자금지원 및 진출국의 제도 검토에 관한 지원을 확대하도록 국내 제도 마련

바. 향후 운영 전략 및 중점 연구 분야

- 대상국가와 협력관계 유지 방안 마련 - 국제 협력연구 기획(ADB, US-FUND)
- 해양연구원 고유기능탈피 - 멀티 연구기능 확립 - 도서 생물, 기상, 에너지, 인공위성 추적
- 국제공동연구 유치(미국, 태국, ICRI) - 기업 참여 유도 - 산업적 연구 부분 보완 생물생산, 가공, 관리 시스템
- 정부 홍보 강화 전략 마련
- 한·남태평양연구센터 설립 시 제시된 중점추진 연구 분야(표 3)는 해양생물 및 신물질 개발 분야, 해양지질 및 광물자원 개발 분야, 해양 환경 및 대기 분야, 대체에너지시스템 개발 분야로 구분

1) 태평양해양지역의 해양자원개발 및 기후환경조사의 전진기지 구축

- 배경
 - 센터가 특정지역에 위치해 있더라도 남태평양 도서국가 전체에 대한 해양자원 조사 및 개발의 전진기지로서 역할 수행이 센터의 주요 기능임
 - 초기단계에서 수행된 열대지역의 생태 및 환경 조사 활동을 바탕으로 해양자원조사, 기후조사 그리고 현지 관계기관과의 협력구축 know-how를 강화하여 전진기지로서의 면모를 구축
- 실천방안
 - 한·남태평양해양연구센터 인프라 구축
 - 필요인력 훈련 및 양성 추진
 - 상주연구인력 파견

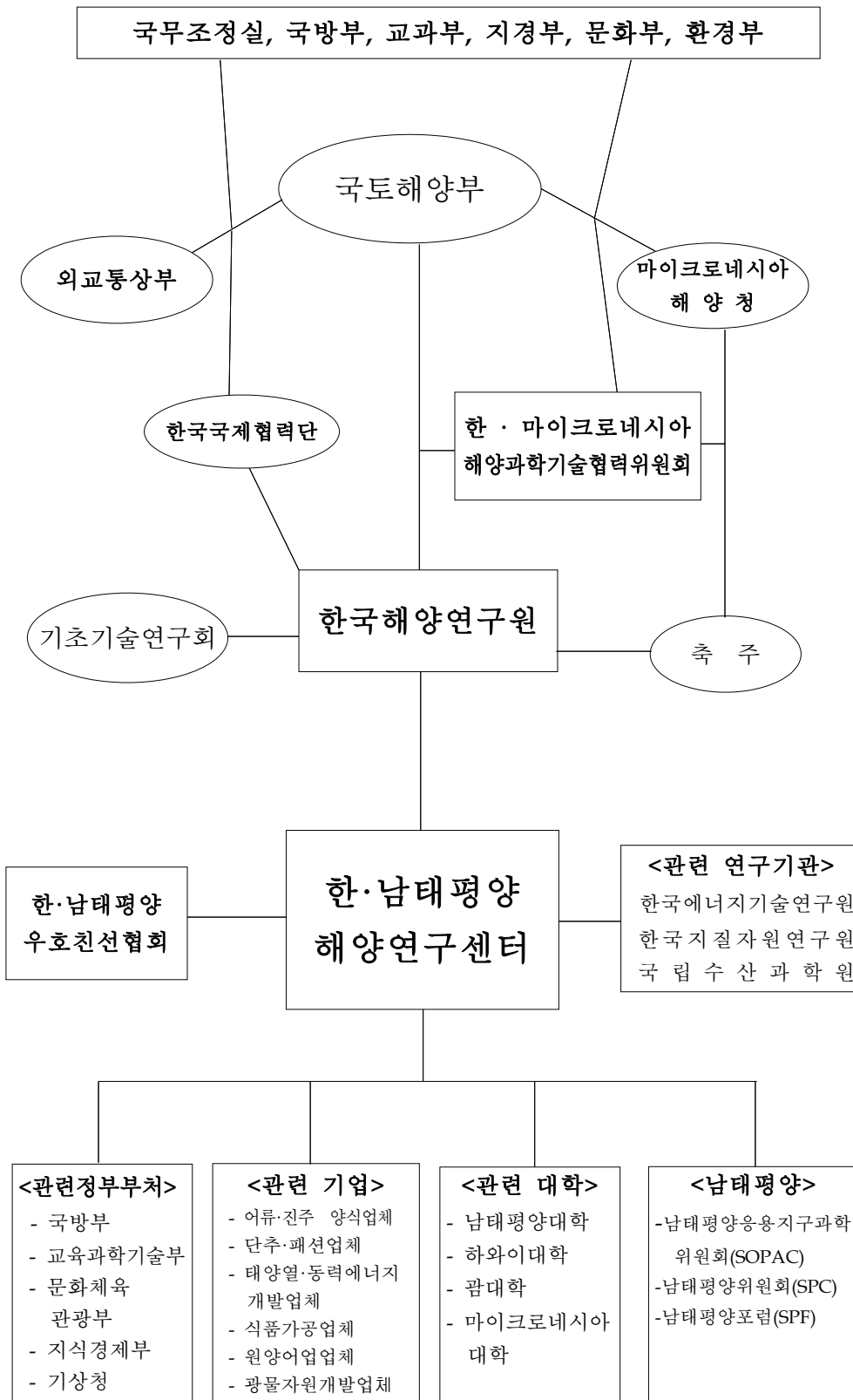


그림 18. 한·남태평양 해양연구센터 운영 기본계획

표 3. 한·남태평양연구센터의 중점 연구 분야

중점추진 연구 분야	연구사업명
해양생물 및 신물질 개발 분야	남태평양의 해양생태계 조사 및 생산력 측정 연구
	산호초의 해양생물 생산성 평가 및 자원생물 탐색 연구
	남태평양 산호초 생태계의 일차생산력 연구
	남태평양 연안역에서의 중형저서생물에 의한 물질순환 연구
	열대해양 생물유전자자원 확보 및 이용기술 개발 연구
	열대해양생물유래 유용물질 개발 연구
	열대성 어패류의 생리 활성 연구
해양광물자원 개발 분야 (망간각·열수광상 제외)	서태평양 캐롤라인군도 화산활동과 지구조 진화 연구
	남태평양 적도해역의 고환경 변화 규명 및 광물자원 확보 연구
	남태평양 섬 해안의 침식·후퇴 변화의 정량적 평가 및 연안역의 해저지형 변화 연구
해양대기 및 기후변화 분야	남태평양 도서국가의 연안 환경 모니터링에 관한 연구
	지구온난화에 의한 해양환경변화 모니터링 시스템 구축·운영 연구
	남태평양 축기지를 중심으로 한 해양대기 장기모니터링과 기후변화 및 대기오염 연구
	적도상공 고층대기상태 모니터링 연구
	남태평양 해수면 변동과 전지구 기후변화 연구
대체에너지 시스템 개발 분야	대체에너지시스템 개발 연구

2) 남태평양도서국가와의 협력관계 기지구축 강화

○ 배경

- 남태평양 도서 국가들의 현지문화는 각각 고유의 특성과 전통을 가지고 있어 현지 정보를 획득하기 위해서는 현지인들과의 협력관계를 보다 밀접하게 진전시키고 경험을 구축하는 것이 중요함.
- 각종 학술행사 및 현지에서 필요로 요청되는 행사를 개최하고 주피지 대한민국대사관, 그리고 KOICA 등을 통한 남태평양 현지에 대한 국가 및 기관 차원의 지원과 협력 구축을 추진하여 이해관계를 강화함.
- 또한, 현지 유력인사들과의 우호친선협회를 결성하여 양국민간의 상호이해를 증진시키고, 해양개발을 통한 양국 경제발전에 대한 인식을 공유토록 함.

○ 실천 방안

- 축주 외의 남태평양 도서 국가기관 및 남태평양관련 국제지역기구들과의 교류확대를 통한 협력연구사업 및 남태평양 전체를 대상지역으로 하는 연구사업 수행을 위한 선행연구 추진

- 다양한 학술행사 주체 및 지원
- 국제지역기관 현지상주인력 파견을 통한 현황파악

3) 해양과학기술력 증진을 위한 실험기지 실현화

○ 배경

- 세계적인 선진해양연구기관으로 성장하는 목표를 달성하기 위해서는 국제적인 연구 정신과 의지가 요구
- 기본 해양과학 기술 자료를 확보할 수 있는 남태평양 해양모니터링 기지로서 자료배포를 통한 국제적 기술력 인증과 증진을 추구
- 남태평양 및 태평양을 대상으로 상호 전문 인력 교류를 통해 기술력 홍보를 강화

○ 실천 방안

- 기본적 연구 및 모니터링 장비 설치 및 운영, 국제적 수준의 해양모니터링 자료 확보 및 배포를 위한 전문 능력 강화
- 기후변화에 따른 해양생태계변화, 산호초현황 변화, 해수면 상승, 해류변화 등을 감지할 수 있는 장기조사 및 모니터링 활동 본격적 지원
- 지역사회에 필요한 재생에너지개발, 환경 친화적이며 지속적인 개발이 가능한 통합적 연안역관리계획 수립, 해양생물자원보전 및 개발 등의 지원강화

4) 남태평양해양연구 자료 및 정보기지 실현화

○ 배경

- 지역사회발전을 위해 태평양 및 남태평양 해양과학 자료와 정보를 필요한 현지 주민과 상주인력에 제공하고, 센터를 현지주민에게 필요한 해양과학 교육의 기반시설로써 활용하는 기능을 수행

○ 실천 방안

- 태평양지역의 자료 확보 및 소규모 도서관 정보시설 추진
- 컴퓨터 및 네트워크 시설을 통한 정보통신시설 구축
- 현재 구축중인 한·남태평양해양연구센터 홈페이지를 통한 자료 및 보고서 서비스 체제 추진

3. 남극 세종기지

가. 개요

세종기지는 서남극 남극반도에 평행하게 발달한 남쉐틀랜드 군도(South Shetland Islands)의 킹조지섬과 넬슨섬으로 둘러싸인 맥스웰만(Maxwell Bay)연안에 있다(그림 19). 세종기지의 정확한 위치는 맥스웰만의 동편에 있는 마리안 소만의 남쪽 해안이다. 육지로 따지면, 킹조지섬 바튼반도의 북서 해안이라고 할 수 있다. 세종기지가 위치하고 있는 남쉐틀랜드 군도의 킹조지섬은 남극에서 문명세계(남미)와 가장 가깝고 얼음의 장애가 적

어, 세종기지 이외에도 아르헨티나, 러시아, 칠레, 우루과이, 브라질, 폴란드, 중국 (총 8개국)의 상주 기지가 있다. 벨슨섬에는 체코의 민간 기지 (대피소 수준)가 있다.



위치 : 62° 13' S, 58 ° 47' W
 (서울에서 17,240km)
 주소 : The King Sejong Station, King George Island, Punta Arenas, CHILE
 전화 : +56 (2) 582 0916
 팩스 : +56 (2) 582 0917
 전자우편 : sejong@kopri.re.kr



그림 19. 남극 세종과학기지의 지리적 위치

나. 시설현황



- 1 . 본관동, 2 . 연구동, 3 . 숙소1동, 4 . 숙소2동, 5 . 기계동, 6 . 발전동, 7 . 정비동, 8 . 중장비보관동
- 9 . 고층대기관측동, 10 . 지자기관측동, 11 . 비상숙소 12 . 보트창고, 13 . 목조창고, 14 . 잠수동,
- 15 . 컨테이너창고, 16 . 저유탱크, 17 . 헬리포트 18 . 체육관/창고동

다. 세종기지 주변 외국 기지 현황

세종기지가 위치한 킹조지섬(넬슨섬 포함)에는 현재 총 12 개국의 남극기지가 운용되고 있다(그림 20). 각국 기지의 월동대원들은 열악한 자연환경 하에서 함께 겨울을 난다는 동질감을 바탕으로, 모두 한 가족처럼 협동하며 생활하고 있다.

- 상주기지는 연중 운용되는 기지를, 하계기지는 하계기간만 운용되는 기지임.
- 기지의 명칭들은 대부분 그 나라를 대표하는 인물명이나 지명을 따서 부여됨.
- 자국의 영토와 거리가 가까운 남미 국가들은 대부분 군인들에 의해 기지가 유지되고 있는 반면, 거리가 먼 나라들은 과학자들 중심으로 운용되고 있음.
- 기지의 배열순서는 연도순으로 정리함.



그림 20. 세종기지 주변 외국 기지 현황

4. 북극 다산기지

가. 개요

	<p> 위치 : 78° 55' N, 11° 56' E (서울로부터 약 6,400km) 주소 : The DASAN, Korean Arctic Station, N-9173 Ny-Alesund, Norway; Arenas, CHILE 전화 : +47 (79) 02 7642 팩스 : +47 (79) 02 7643 전자우편 : polar@kordi.re.kr </p>
--	---

나. 시설 현황

다산기지의 건물은 프랑스와 공동으로 사용되고 있다. 입구를 들어서면서 볼 때 좌측은 우리나라, 우측은 프랑스의 공간이다. 지구 북반구에 위치한 우리나라는 남극과 아울러 북극의 환경 및 자원 연구를 위하여 2002년 4월 29일 노르웨이령 스발바드 군도(Svalbard Islands), 스피츠 베르겐 섬(Spitsbergen Island)의 니알슨(Ny-Alesund)에 다산기지를 개설하였다(그림 21).

기지촌의 모든 시설에 대한 관리와 유지 보수는 Kings Bay사와 계약에 의거, 임대하여 사용되므로 경제적인 기지 운영이 가능하다. 따라서 시설물의 관리를 위한 상주인원은 없으며, 연구원들이 연구 목적상 원하는 기간만 체류하며 현장조사를 수행하고 있다.

2층으로 구성된 건물의 아래층은 모두 실험실로 사용되고 있으며, 위층에는 침실과 휴게실, 사무실 등이 있다. 다산기지의 내부 시설은 아직 완전한 모양을 갖추지는 못하였으며, 현장조사와 체재에 필요한 물품이 보장되고 있다.



그림 21. 다산기지 건물

다. 기지 접근 교통수단

니알슨은 고위도 선상에 위치해 있으면서도 문명권에서 그리 멀리 떨어져 있지 않기 때문에 북극연구에 매우 적합한 지역이다. 노르웨이의 수도인 오슬로(Oslo)에서 스발바드 군도의 롱이어빈(Longyearbyen)까지 항공편이 있으며, 롱이어빈에서 니알슨으로는 일주일에 2~3회의 경비행기편이 있어 매우 편리하다(그림 22).

- 서울 → 유럽의 한도시를 경유(런던, 파리 또는 프랑크푸르트)항공기이용(11시간)
- 경유지 공항 → 오슬로 : 항공기이용(2시간)
- 오슬로 → (트롬소 경유) → 롱이어빈 : 항공기 이용(5시간)
- 롱이어빈 → 니알슨 : 경비행기 이용(25분소요)



그림 22. 북극 다산기지 접근 항공로

제3절 국내외 연구거점 소결론

외국의 연구거점

현재 여러 해양선진국 및 소수의 개발도상국에서는 해외 대양 연구 기지를 운영하고 있다. 본 연구에서 조사한 프랑스, 일본, 호주, 미국의 연구거점의 기능, 목적, 관리주체 등의 대한 비교를 표 4에 제시하였다.

표 4. 외국의 대양연구거점 현황.

국가	연구거점	기능/ 목적	설치지역	비고
프랑스	French Polynesia	수산 및 생물다양성 연구	프랑스령 섬 동태평양	IFREMER 산하 연구센터
	New Caledonia	양식 연구	프랑스령 섬 남서태평양	
	Reunion island	수산자원 연구	프랑스령 섬 서인도양	
	French Guyana	수산자원 연구	프랑스령 섬 서대서양	
	Martinique	연안수산업 연구	프랑스령 섬 서대서양	
일본	Washington 협력사무실	미·일 Common Agenda 실행을 위한 연락사무소	미국 워싱턴	JAMSTEC 산하 사무소 및 연구센터
	국제태평양연구센터 (IPRC)	지구 기후변화 연구	미국 하와이	
	국제북극권연구센터 (IARC)	북극 피드백 메커니즘과 북극에 미치는 기후변화 영향	미국 알래스카	
	Ishigaki 열대연구거점	열대해양생물자원 연구	일본 류큐열도	
호주	4 Research Stations	수산양식, 연안자원관리	호주 북부 서태평양 4개 해역	Queensland 대학교 해양연구센터
	One Tree 섬 거점	연안생태	호주 중부 서태평양	Sydney 대학교 해양과학연구소
	Hobart laboratory	해양연구선의 모항지, 해양/대기 연구	호주 남부	호주 과학 산업 연구기구
미국	Richard B. Gump South Pacific Research Station	열대생물의 다양성 연구 및 교육, 주민을 위한 공 공서비스	프랑스령 폴리네시아의 Moorea	버클리 대학교
	수산자원청 (PIRO)	태평양섬 주변 수산자 원 관리	미국 하와이	NOAA
팔라우	국제산호초센터	산호초의 중요성 교육 및 연구, 수족관 운영	팔라우	JAICA fund

요약하면 미국, 일본, 프랑스, 호주 등 해양선진국들은 자국의 영토가 한대해역에서 열대해역까지 자국의 영토가 분포하거나 자국의 지배하에 있는 섬들에 연구거점을 설치하여 수산 및 양식, 해양생물의 생태, 환경모니터링 연구 등을 수행하고 있다. 우리나라는 일본, 미국, 호주, 프랑스처럼 관할 해역 내에 대양 열대 해역이 없기 때문에 생물다양성이 높은 열대해역에 진출하기 위해서는 외국과의 협력을 통하여 대양연구를 위한 거점을 설립할 필요가 있다. 대부분의 국외 대양연구 거점이 해양생물다양성, 수산·해저광물자원, 기후 변화 등의 연구를 목적으로 태평양, 인도양, 대서양 등의 열대해역에 대양연구 거점을 구축한 사례(그림 23)가 많다.



그림 23. 해양선진국 및 개발도상국의 해외 열대해양연구기지 운영 현황

우리나라의 연구거점

우리나라는 현재 4개의 해양관련 연구거점을 운영하고 있다. 중국에 한·중 해양과학연구센터, 서태평양 마이크로네시아에 한·남태평양 해양연구센터, 그리고 남극과 북극에 극지 연구관련 거점이 있다.

한·중 해양과학연구센터는 중국 청도에 위치하고 있고, 한국과 중국 사이에 황해를 중심으로 한 해양관련 과학기술 및 연구조사 영역에서의 협력과 교류 증진에 목적이 있다. 따라서 실질적으로 연구를 하기보다는 한국과 중국 간의 교류협력을 위한 사무국 기능, 정책정보를 생산하고 보급하는 기능, 한·중공동연구사업을 개발하고 추진하는 기능을 한다. 한·중센터의 비전은 양국정부의 공식적인 해양협력기관으로서 대표성을 지닌 공동기관으로 한·중 양국 간의 해양협력의 매개체로서 주도적인 역할을 수행하는 것이다.

한·남태평양 해양연구센터는 남태평양 해양개발에 대한 전진기지로서 우리나라의 해양과학기술력을 바탕으로 현지 정부 및 관계기관과의 협조관계를 구축하고, 남태평양

도서국가의 국민경제 활성화와 우리나라의 해양자원 공급원 확보에 목적이 있다. 이 센터에서는 현재 흑진주 양식, 열대생물 천연물 분리 및 유전자 추출 등 활발한 연구 활동을 하고 있다. 향후 안정적인 연구를 위한 연구동 이전 및 확충 사업이 시급하고, 대상국가와의 협력관계 유지를 통한 전진기지 구축, 기후환경조사, 재생에너지 개발 등 다양한 연구기능 확립을 추진해야 한다.

문제점 및 전망

한·중해양과학연구센터와 한·남태평양해양과학연구센터가 설립되어 그동안 많은 업적을 남겼음에도 불구하고 문제점이 없는 것은 아니다. 표 5에 나타난 바와 같이 한·중해양과학연구센터는 장기적인 대형 협력사업 발굴이 현안과제이며, 한국해양연구원 기관차원이 아닌 국가차원의 대표성을 지닌 연구센터로 거듭나야 한다. 한·남태평양해양과학연구센터는 연구시설확충과 기본적인 경상비 및 현지 연구인력 확보가 앞으로 해결해야 할 과제이다. 물론 이러한 사항들은 각 연구센터에서 추진해야 할 과제로 제시되어 있어 문제점들이 해결될 전망이다.

표 5. 한·중해양과학연구센터와 한·남태평양해양과학연구센터의 문제점 및 해결방안

연구기지	문 제 점	해 결 방 안
한·중해양과학연구센터	<ul style="list-style-type: none"> - 한국해양연구원과 제1해양연구소 간의 교류가 주를 이루고 있음 - 장기적인 협력사업 발굴이 미흡 - 단순한 상징성을 지닌 양자간 협력기구 	<ul style="list-style-type: none"> - 특정한 기관으로 편중된 체제에서 탈피하여 영역과 대상을 확대 - 장기적인 협력사업의 발굴에 주력 - 세계적인 해양의 레짐이 변화하는 추세에 따라 한·중 양국의 해양협력 매개체로서 주도적인 역할 수행
한·남태평양해양과학연구센터	<ul style="list-style-type: none"> - 연구시설 확보 문제: 연구용 건물을 임차하여 사용하고 있는데 건물과 토지 소유가 분리되어 있어 양자 간의 소유 및 권리에 대한 관계가 원만하지 못하며, 시설이 노후 되었음 - 연구비로 경상비 전용 - 연구 활동하기 위한 훈련된 현지 인력이 부족함 	<ul style="list-style-type: none"> - 별도의 대지를 확보하여 연구용 건물 신축 - 안정적인 연구센터 운영을 위한 경상비 확보 - 국제 광고를 통하여 현지에서 연구 활동할 우수한 연구 및 기술인력 확보

현재 운영되고 있는 한·중, 한·남태평양 해양과학연구센터로는 국가적으로 요구되고 있는 글로벌 이슈 대응 연구개발을 충분하게 수행할 여건이 되지 못한다. 해역으로 보면 한·중센터는 한국과 중국이 공유하고 있는 황해와 동중국해 북부해역에 대한 문제를 접근하는데 최선이며, 한·남태평양 연구센터는 열대 서태평양의 일부를 담당한다. 그리고 한·중센터는 실질적인 연구를 수행하기 보다는 양국의 이해관계를 조율하기 위한 정책적

인 면이 강하다. 한·남태평양연구센터는 지리적인 위치는 좋지만 도로, 항만과 같은 인프라가 매우 미흡하며 민도가 낮아 현지에서 연구하기에는 시설, 재료, 인력 등을 모두 타지에서 조달해야하는 어려움이 있다. 또한 마이크로네시아는 열대생물 및 생태계 연구에는 적합하지만 에너지 및 광물자원 확보측면에서는 미흡하다. 따라서 기후변화와 그에 따른 생태계 변화, 생물다양성, 수산 및 양식, 에너지 및 광물자원 확보 등에 대한 조사 연구를 수행하기에 적합한 새로운 대양연구거점들을 구축할 필요가 있다.

제3장

대양 연구거점 선정 시 고려 사항

제3장 대양 연구거점 선정 시 고려 사항

제1절 해양순환과 기후관련 국제협력 연구

1. 엘니뇨와 남방진동

1970년대 이전까지 페루연안의 엘니뇨현상과 대기의 남방진동 개념은 각각 해양학과 대기과학 분야에서 전혀 별개의 기작으로 이해되어 왔다. Bjerknes(1969)는 이 두 개의 기작이 하나의 고리로 연결된 대기-해양 상호작용임을 나타내는 시나리오를 제시하였으며, Bjerknes의 시나리오를 바탕으로 엘니뇨가 일어나기 위한 대기과 해양의 조건을 최초로 제시한 것은 Wyrski(1975) 였다.

Bjerknes의 시나리오는 남동무역풍이 불규칙하게 수년마다 한 번씩 약해지면 페루 해류가 따뜻해져서 엘니뇨가 발생하는데, 약해진 남동무역풍은 시차를 두고 적도해류시스템에서 동-서간에 표면수온 차이를 약화시키고, 이것이 대기의 남북순환(Hadley 순환)을 강화시켜 와류(vorticity)를 증가시키고 그것이 아열대지역 고기압을 강화시켜 남동무역풍을 다시 강화시킨다는 것이다(그림 24).

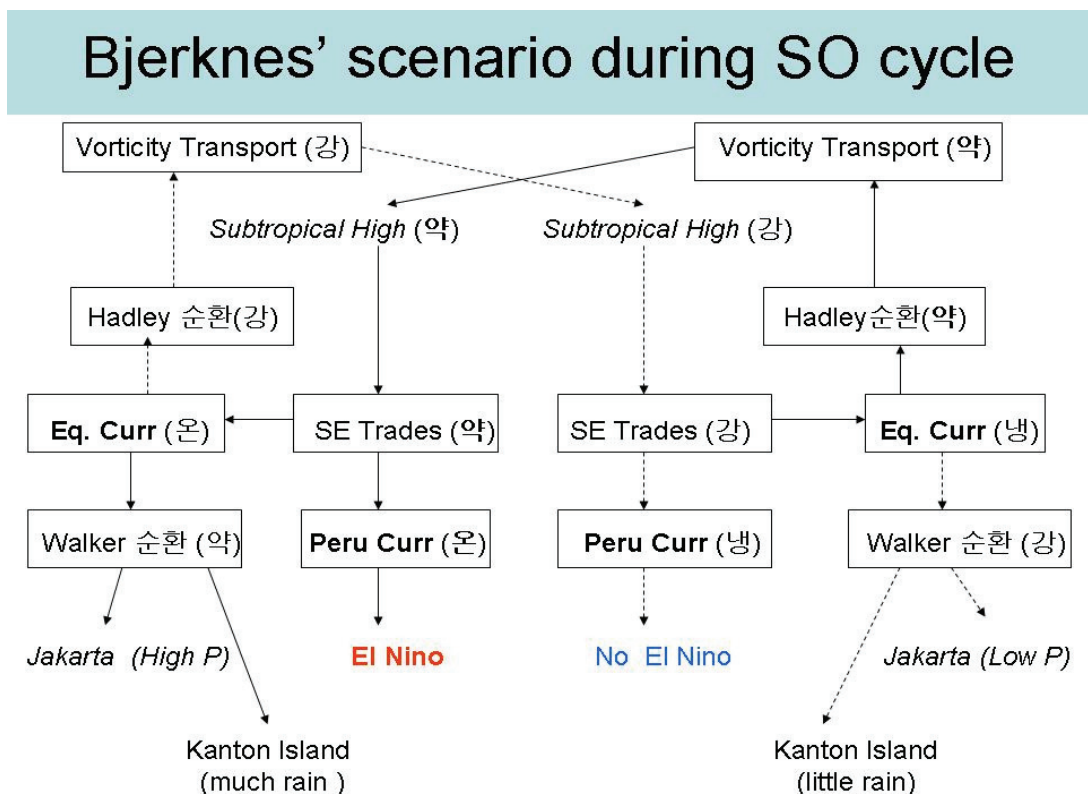


그림 24. 남방진동 주기 동안에 Bjerknes 시나리오에 의한 엘니뇨 발생기작 개념도

강화된 남동무역풍에 의해 페루해류가 강해지고 수온이 차가워지면 엘니뇨가 발생하는 조건과 정반대 조건이 된다. 이 시나리오에 근거하여 Wyrтки가 주목한 것은 열대대기의 동서순환(Walker 순환)은 동-서간 해수표면 온도차이가 많이 날 때 강해지며 이때에는 동태평양 켈톤섬에 가뭄이 들고, 남동무역풍이 약해져서 Walker 순환이 약해지면 반대로 켈톤섬에 비가 많이 내린다는 것이다. 그 이유는 비가 많이 내리는 저기압의 중심축이 바뀌기 때문인데 켈톤섬이 가물면 자카르타에 저기압이 형성되어 강수량이 많아지고, 이 상승기류의 중심축이 동쪽으로 이동하면 자카르타에 고기압이 자리한다는 것이다.

그러나 Wyrтки는 대기와 해양의 '고에너지 상태'와 '저에너지 상태' 사이의 급격한 변환이 난류에 의해서 이루어지기 때문에 엘니뇨의 주기성을 인정하지 않았고, 단지 두 가지 에너지상태의 진동(oscillation) 기작에 의해 엘니뇨가 발생한다고 생각했다.

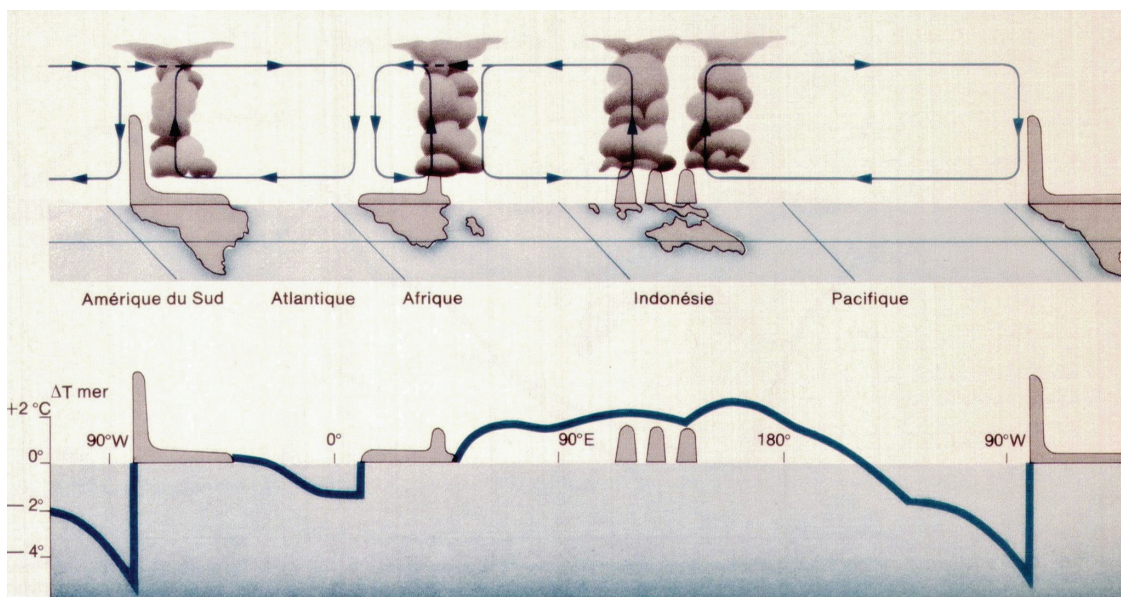


그림 25. 열대해역의 동서단면에서 본 대기의 Walker 순환과 해수표면 수온 이상치 (Wyrтки, 1975)

Wyrтки의 열대해역 Walker 순환 개념(그림 25)에서는 인도양의 표면수온은 (+) 이상으로써 동서구배가 거의 없는 것으로 기술되었다. 따라서 1980년대까지만 하더라도 이런 개념에 근거하여 수치모델에서 인도양은 동서방향의 해수표면수온의 구배가 없는 것처럼 취급되었다. Wyrтки의 이런 개념을 토대로 해양에서의 엘니뇨와 대기에서의 남방진동현상이 사실은 서로 시차를 두고 에너지와 vorticity 그리고 물(수증기, 구름)을 주고받는 해양-대기 시스템의 한 위상(phase)에 불과하다는 것을 알게 되었으며 여기에 ENSO(El Nino - Southern Oscillation)이라는 이름을 붙이게 된 것이다.

2. TOGA, WOCE, ARGO

열대해양이 지구표면의 열 저장고 역할을 하며 대기와 해양 순환을 통하여 고위도 지방으로 열을 전파한다는 개념을 바탕으로 1980년대에 이르러 WCRP(World Climate Research Programme)의 한 성분으로서 TOGA(Tropical Ocean Global Atmosphere) 사업이 시작되었다. 10년 (1985-1994)간의 사업을 통하여 태평양 열대해역에 TAO(Tropical Atmosphere-Ocean)-TRITON(Triangle Trans-Ocean Buoy Network) 부이를 설치하여 반 영구적인 실시간 해양 모니터링 체계를 최초로 갖추게 되었다. 이 시스템은 미국 해양대기청(NOAA)에서 주도하고, 나중에 일본 해양연구개발기구(JAMSTEC)에서 열대 서태평양 관측망 구축에 협력하여 이루어진 부이관측체계다.

1990년대 초 TOGA-COARE(Coupled Ocean Atmosphere Response Experiment) 사업을 통해서 엘니뇨의 발생기작(triggering mechanism)을 열대 동태평양에서 남동무역풍의 약화에서 찾기보다는 열대 서태평양에서 흔히 발생하는 WWB(Westerly Wind Burst)에 의해 난수풀(warm pool, 그림 26)의 표층 고온 해수가 적도 켈빈파(equatorial Kelvin waves)의 형태로 서태평양에 전달되면서 엘니뇨가 발생한다는 개념을 도출하였다.

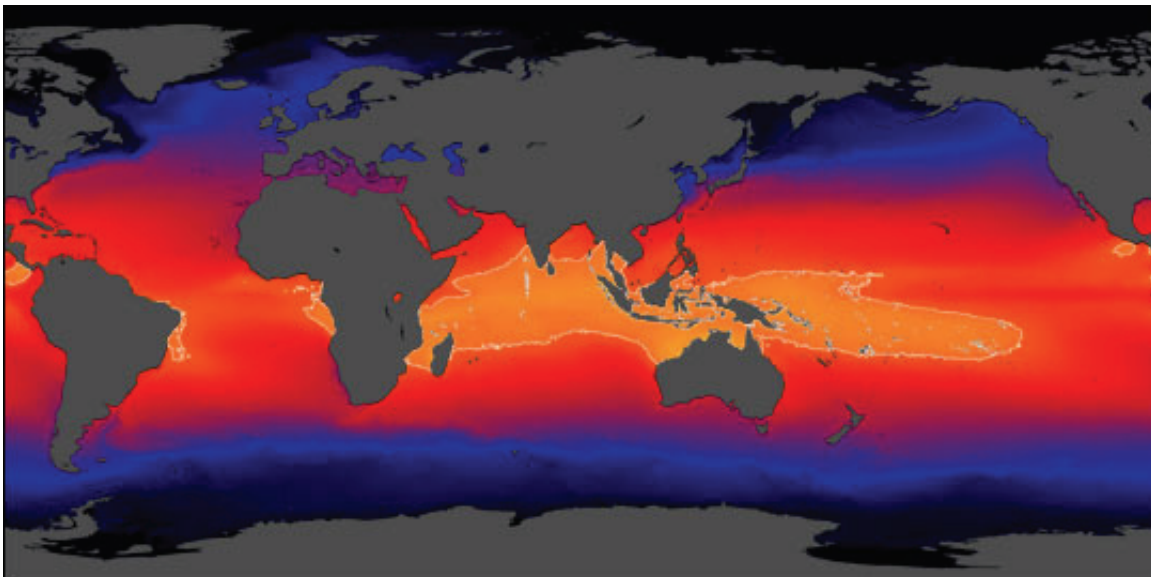
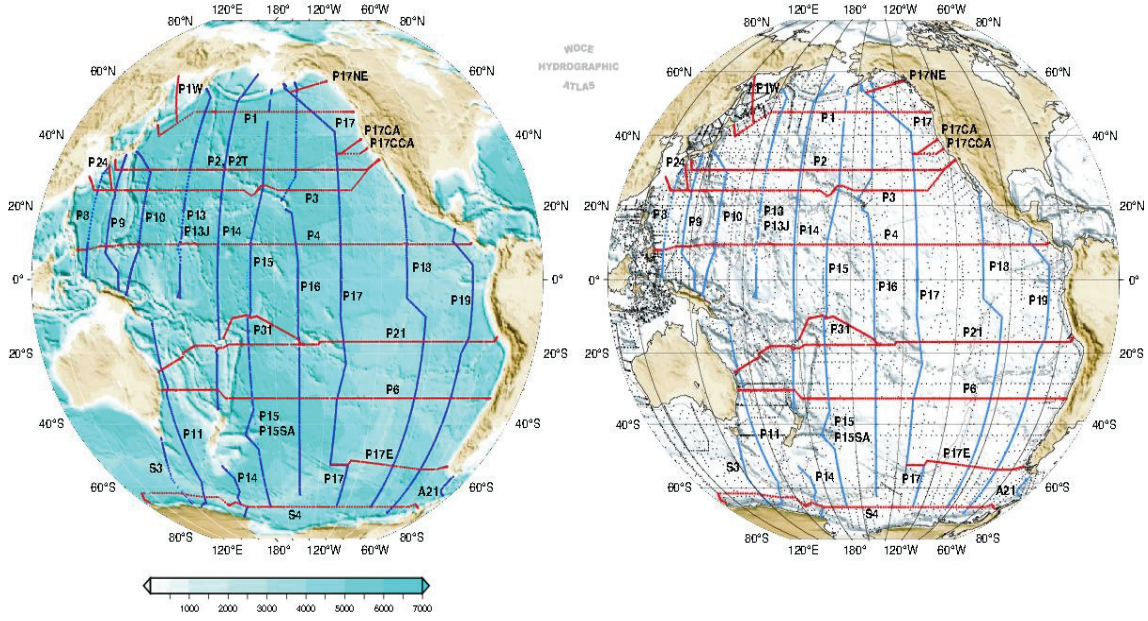


그림 26. 인도양과 서태평양 열대해역에 걸쳐 넓게 존재하는 난수풀 (warm pool)

1990년대에 WCRP와 WMO의 해양 분야 연구프로그램으로서 WOCE(World Ocean Circulation Experiment, 1990-2002)는 가장 야심적인 국제협력사업으로서 약 30개국의 참여를 이끌어낸 대양순환실험이다(그림 27). 이것이 '지구기후변화 예측연구(CLIVAR)'와 '해양자료동화실험(GODAE)', 그리고 가장 성공적인 대양순환관측실험인 ARGO 사업으로 연결되었다(그림 28).

Oceanographic Sections and Stations used in the Pacific WOCE Atlas



Oceanographic Sections and Stations used in the Indian WOCE Atlas

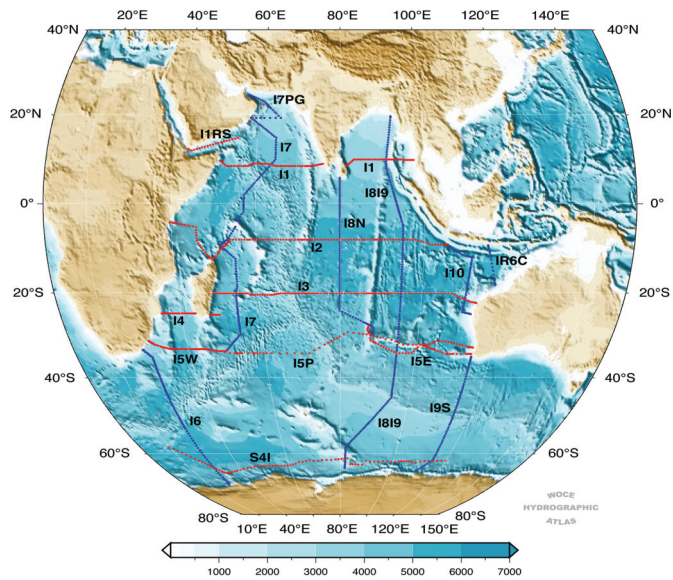


그림 27. 세계대양순환실험 (WOCE)에 의해 작성된 태평양과 인도양의 Atlas 단면

Argo

part of the integrated global observation strategy

Argo 3000

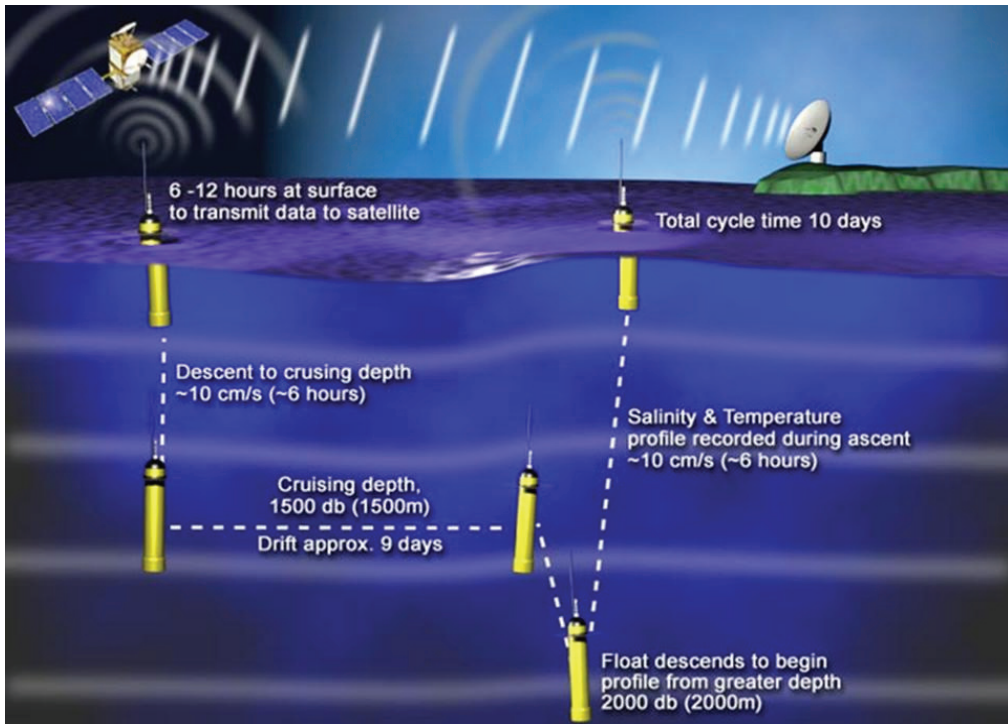
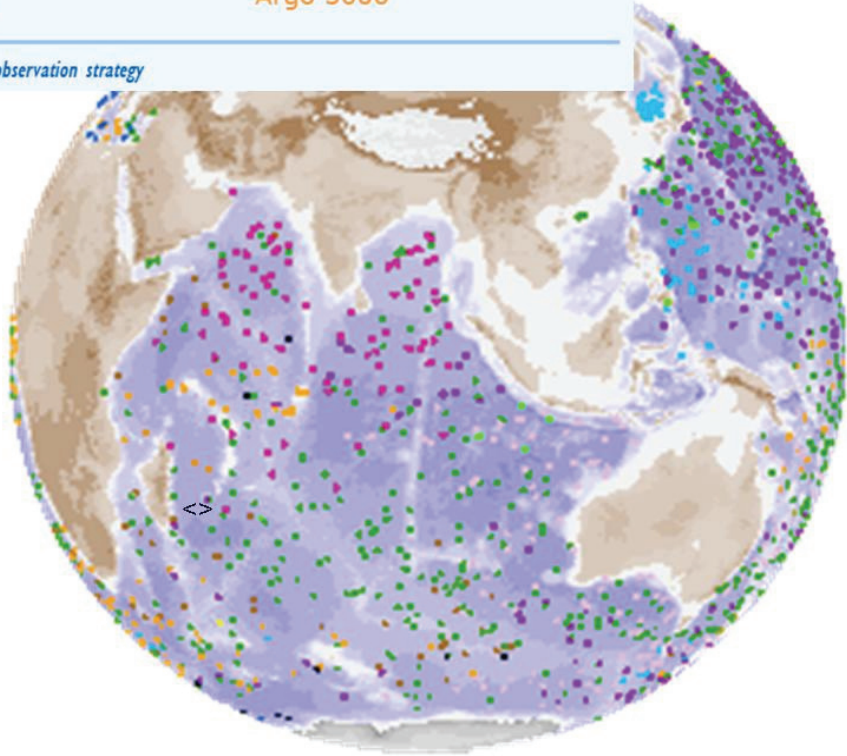


그림 28. 전세계 대양에서 표류 중인 ARGO(Array for Real-time Geostrophic Oceanography) 부이(> 3000개) 분포도(위)와 ARGO 부이가 수중표류 및 위성통신 하는 모식도(아래).

3. 열대대양의 부이관측망(TAO-TRITON, RAMA, PIRATA)

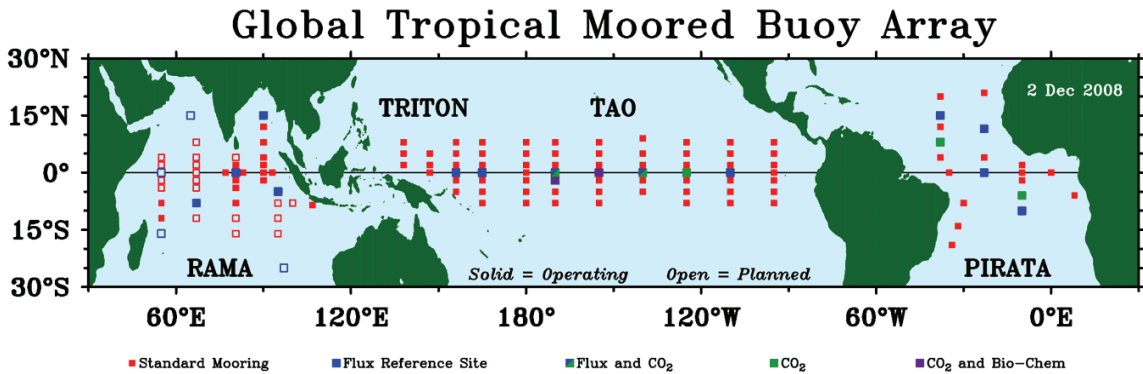


그림 29. 열대해역의 TAO-TRITON, RAMA, PIRATA 부이 관측망

라그랑지 방식(Lagrangian method)을 채택한 가장 성공적인 대양순환 국제협력이 ARGO 사업이라면 오일러 방식(Eulerian method)을 채택한 가장 성공적인 기후변화 모니터링 국제협력은 열대대양에 설치하여 운영 중이거나, 또는 계획 중인 계류부이 관측망(TAO-TRITON, RAMA, PIRATA)이다(그림 29).

열대태평양 거의 전역에서 미국 해양대기청(NOAA)의 TAO 부이가 설치 운영되자 1992년부터는 일본에서도 서태평양을 중심으로 TRITON 부이를 설치하기 시작해서 1998년까지 서태평양에 16기, 동인도양에 2기를 설치 운영해오고 있다(그림 30).

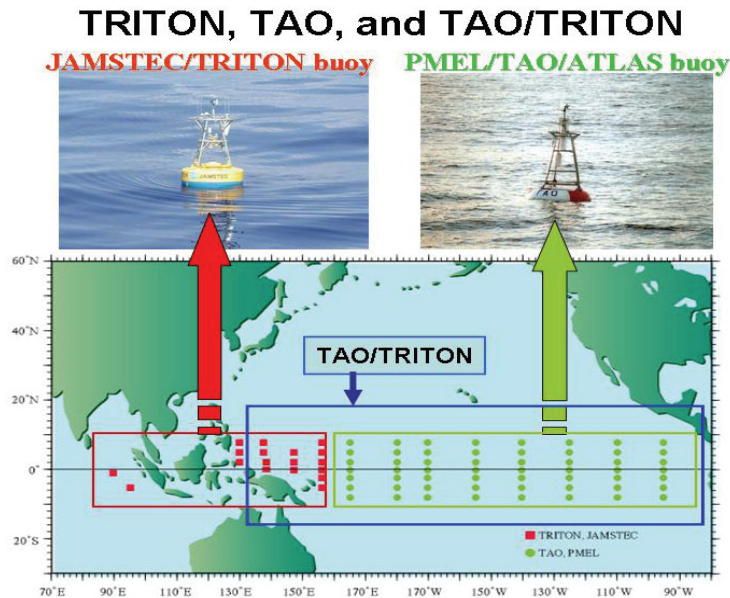


그림 30. 미국 해양대기청 (NOAA)과 일본 해양연구개발기구 (JAMSTEC)에서 설치운영 중인 열대태평양의 TAO/TRITON부이 시스템

RAMA in Indian Ocean

Research Moored Array for African-Asian-Australian Monsoon Analysis and Prediction (RAMA)

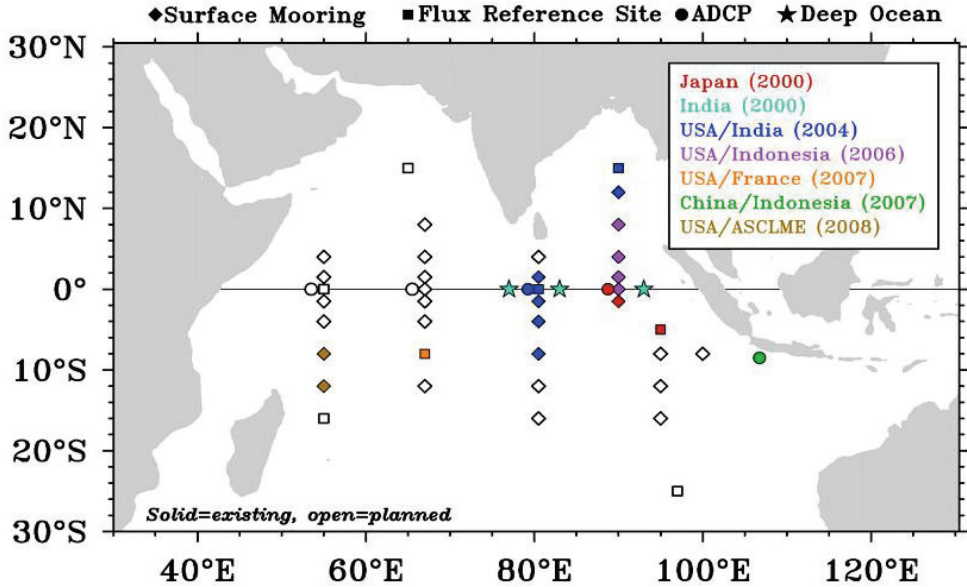


그림 31. 미국과 일본, 인도, 인도네시아, 프랑스, 중국 등의 국제협력으로 2009년 4월 현재 약 50% 정도의 부이관측망 (RAMA)이 구축된 인도양

PIRATA in Atlantic Ocean

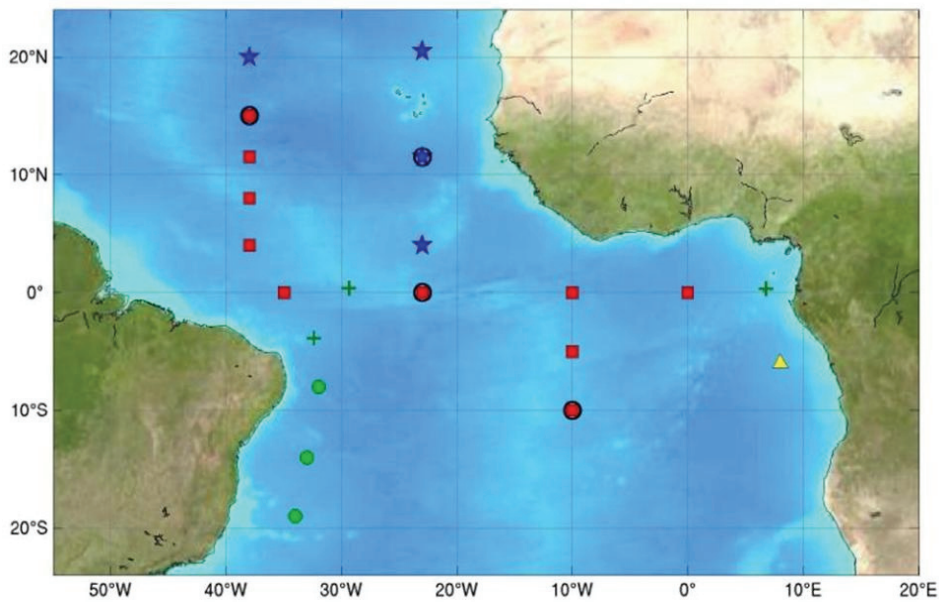


그림 32. 대서양에 구축 중인 실시간 부이관측망 (PIRATA)

최근 10년 사이에 인도양의 몬순과 쌍극자모드(dipole mode)에 관한 연구가 진행되면서 ENSO와의 연관성 및 차별성 대한 관심이 집중되어 인도양 부이관측망(RAMA)에 여러 나라가 협력하여 연구투자하려고 하는 실정이다(그림 31). 대서양에서는 프랑스, 브라질, 미국을 중심으로 PIRATA(Prediction and Research Moored Array in the Atlantic)가 구축 운영되어 오고 있다(그림 32).

4. 서태평양 국제협력 관측계획

태평양의 열대해역을 모니터링하는 TAO-TRITON 부이 시스템 이외에 최근에는 북적도해류(NEC)와 남적도해류(SEC)가 태평양의 서안경계에서 분지되어 흐르는 쿠로시오와 동호주해류, 그리고 그 사이에서 복잡한 과정을 거쳐 인도네시아를 지나 동인도양으로 향하는 인도네시아 통과류(ITF)의 변동성에 관한 관심이 높아져 각각 '북서태평양순환실험(NPOCE)', '남서태평양순환기후실험(SPICE)', 그리고 '태평양기원수탐사(PACSWIN)'라는 프로그램으로서 국제협력이 이루어지고 있다(그림 33).

Coordination of West Pacific Boundary Current observation programs

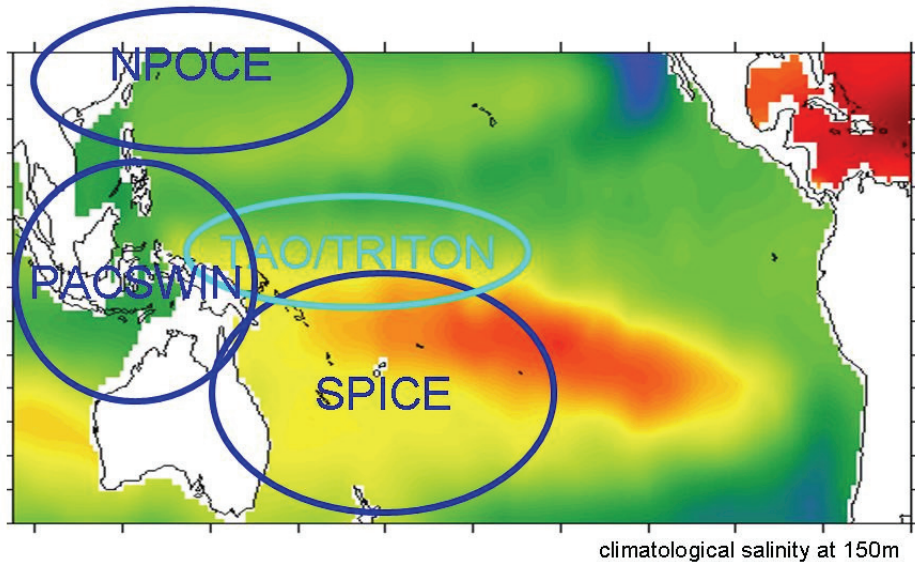


그림 33. 국제공동 서태평양 해류 관측 프로그램

가. NPOCE (서태평양 해양순환실험)

단기계획(2007-2008년)은 subsurface mooring과 CTD관측을 하는 것이며, 장기계획(2009-2013년)은 저위도 해역(북적도반류~적도)에 집중하여 관측하는 것으로서 PACSWIN

과 SPICE 계획을 좀 더 지원해 주는 subtropical cells의 적도방향 수송(equator-ward transport)을 연구하는 데 중점을 두고 있다. 즉, 민다나오 해류와 그 잠류, 적도반류(NECC)와 적도잠류(EUC), 뉴기니연안류(NGCC)와 그 잠류(NGCUC), 그리고 남중국해 통과류를 포함하고 있다.

나. SPICE(남태평양 해양순환 및 기후실험)

CLIVAR (기후변동예측계획)와 관련하여 네 가지목표를 설정하였는데, 다음과 같은 사항을 목표로 1단계 (2004-2007년)와 2단계 (2008-1010년)로 나누어 수행되고 있다.

- 남동태평양과 적도의 관입대(subduction zone)와 관련된 수온약층과 decadal gyre spin-up과 태즈만 해협 유출(Tasman Outflow)과 관련된 장기적 영향
- 대류, 강수, 바람의 수렴이 강하게 발생하는 SPCZ(남태평양수렴대)
- 대기와 해양 사이의 플럭스 규명을 통한 계절예측
- 지역적 영향의 계절변동, 수년주기변동 예측

다. PACSWIN(태평양기원수 탐사)

인도양과 태평양을 잇는 해역에 대하여 향후 10년 이상의 국제협력을 요하는 해양 기후 프로그램으로서 제1단계에는 인도네시아해와 태평양 입구해역, 인도양 출구해역, 연해 등에 집중할 계획이다(그림 34).

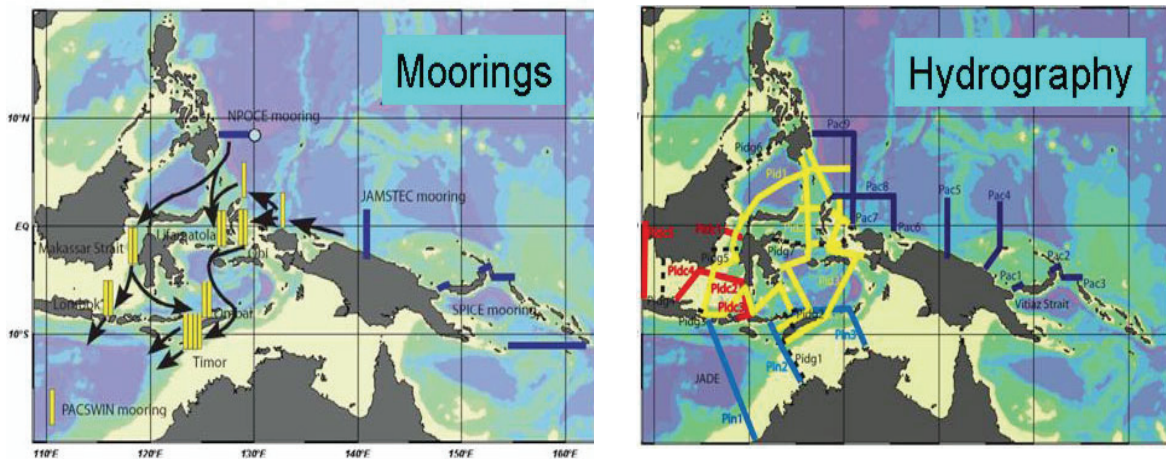


그림 34. PACSWIN에서 계획 중인 해류계 계류와 해황관측 단면

제2절 해양생물 및 생태계 연구

1. 산호초(Coral Reef)

생물이 성장하고 번식하는 데 중요한 조건과 환경은 우리가 생각하는 것보다 훨씬 더 복잡하고 정교한 고리로 연결되어 있다. 산호 역시 자연 속의 한 생물로서, 아름다운 산호초를 만들기 위해서는 이들이 좋아하는 조건과 환경이 잘 갖추어져야 한다. 일반적으로 산호와 산호초를 혼동하는 경우가 많은데, 산호초는 산호에 의해 만들어진 암초와 같다고 생각하면 된다.

바다에는 식물처럼 보이는 동물이 많이 살고 있는데 산호가 그중에 대표적인 동물이다. 산호의 모양을 보면 커다란 바위나 인간의 뇌 모양을 한 종류가 있는가 하면, 어떤 산호는 마치 나무나 풀처럼 줄기와 가지가 나 있기도 하고, 바위에 단단하게 붙어서 꽃잎같이 생긴 것들을 한들거리며 바다 속에 핀 꽃처럼 보이는 종류도 있다.

그렇지만 산호는 움직일 수 있는 근육이 있고, 촉수로 다른 생물을 잡아먹으며 사는 엄연한 동물이다. 산호는 동물 중에서도 시각·청각·후각 등 감각 기관이 없는 아주 원시적인 형태로 약 700여종이 존재한다. 수온 20~30℃에서만 서식 가능하고 적도에서 남·북위 20도 부근까지만 형성된다.

자체의 성장 보다 다양한 형태의 군락을 토대로 복잡한 생물군집에 의미를 두며, 지구상에서 60만 km²의 넓이를 차지하고 있다. 산호 다양성이 가장 높은 곳은 인도네시아 근방의 산호 삼각지(Coral Triangle) 지역이다(그림 35).

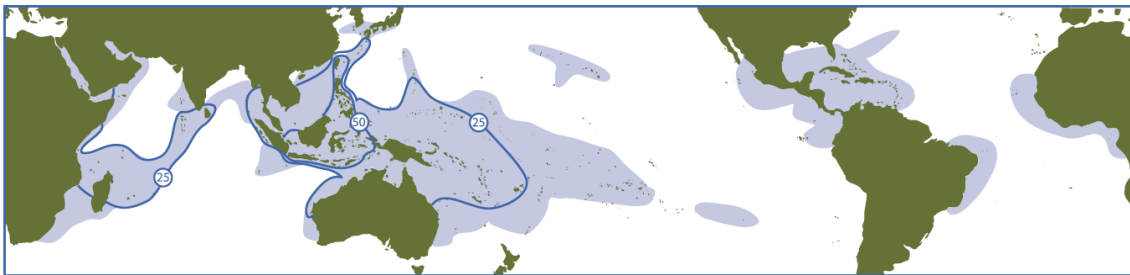


그림 35. 전 세계 산호 분포도(숫자: 산호의 종 다양성의 상대적인 퍼센트)

2. 산호 생태계의 가치

가. 해양 생물 다양성의 보고

산호초 지역은 지난 3억 5천만 년 동안 바다생물의 은신처와 삶의 터전이 되어 주었다. 대양성 어류의 경우도 번식은 산호초 지역에서 하기 때문에 바다 생태계로서 산호초는 지구상의 어느 곳보다 높은 경제적 가치를 지닌다.

실제 700종 이상의 산호로 구성된 산호초 부근에는 4,000여 종의 어류가 서식하며

3만 종 이상의 무척추동물과 해조류가 산호와 함께 살아간다. ‘바다의 열대 우림’인 산호초는 바다생물의 1/4에게 서식처를 제공하며, 사람이 먹는 물고기의 20~25%가 산호초 부근에서 잡힌다. 생태경제학자인 코스탄자는 “산호초는 연간 3,750억 달러의 경제적·생태학적 가치를 인간에게 제공한다.”라고 말한 바 있다(Robert Costanza et al. 1997. "The Value of the World's Ecosystem Services").

나. 소재 연구 성과

과거 생태계의 가치는 미시적인 가치나 수산자원으로써 가치를 높게 평가하여 산호에 대한 연구나 산호 보호의 타당성을 찾았지만 최근 과학기술의 발전으로 인하여 개념이 바뀌게 되었다. 과거에는 해양 생물의 이용 개념이 먹을 수 있느냐 없느냐로 구분하였지만 최근에는 소재 연구가 발달하면서 우리의 관심 밖에 있던 다양한 생물에서 추출한 물질들이 실질적으로 더 부가가치가 높게 활용되고 있다(표 6).

표 6. 산호초 생물에서 추출한 천연물질과 기술 확보 국가

HIV 감염자를 위한 치료제	해면	미국
백혈병, 피부암 치료제	연산호	미국
심장 박동 촉진제	어류	독일
종양성장 억제제	해면	
신경 마비제	해삼	일본
스테로이드성 물질 추출		프랑스, 미국, 일본

산호는 오래전부터 다양한 치료제의 원료가 되었다. 산호 원석은 사람의 뇌에 쌓이는 피로 물질을 말끔히 세척해 주는 효과가 있어 ‘뇌 활성화탄’이라고 불리기도 한다. 실내에 산호 원석 하나만 두면 습기를 적절하게 유지시켜 주며, 시신경의 피로 회복에 도움을 준다는 연구 결과도 있다. 침실에 어른 주먹 크기 정도의 산호만 두어도 숙면에 도움이 된다고 한다.

산호는 칼슘 성분이 풍부해 골다공증 같은 병을 치료하기 위한 건강보조식품으로 사용되기도 한다. 최근에 순도가 높은 산호를 가루로 만들어서 다양한 건강보조식품을 생산하고 있다. 산호의 몸체를 이루는 다공성 탄산칼슘은 오랫동안 인간의 뼈를 대신하는 재료로 사용되어 왔다.

또한 산호는 그 자체의 가치를 넘어 독특한 바다 생태계를 만들어서 우리에게 유익한 다양한 생물이 살아가는 공간을 만들어 준다. 이미 선진국에서는 산호초 생물로부터 인간의 신경계 질병을 진단하는 데 필요한 천연 물질을 추출하고 있다. 더불어 각종 암 치료제의 원료 대부분도 산호초 생물을 대상으로 연구 중이다.

현재 에이즈 감염자를 위한 치료제, 백혈병·피부암 치료제, 심장 박동 촉진제, 종양 성장 억제제와 신경 마비제 및 기타 스테로이드성 물질 등을 산호와 산호초에서 살아가는 생물들로부터 추출해 내고 있다. 미래에 산호초는 인간이 건강하게 살아가는 데 없어서는 안 될 중요한 열쇠를 쥐고 있는지도 모른다.

다. 산업 기반 연구 성과

산호초 기반 지역에서는 양식의 비중도 크지만 아쿠아리움산업도 높은 비중을 차지하고 있다. 세계적으로 산호초 연구는 2차 세계대전 이후 선진국 위주로 발전하게 되었는데 그 바탕에는 식민지 지역을 통한 연구로 이뤄졌다. 현재는 국제기구를 통하여 연구가 이뤄지지만 뒤로는 소재 연구나 생산성 연구 위주로 자국의 국가 이익을 우선으로 연구를 실시하고 있다.

- 아쿠아리움산업(독일, 일본, 중국) - 연 500억불 시장
- 액세서리 등 가공자원(호주, 프랑스, 동남아시아)-연 100억불 시장
- 양식산업 (호주, 동남아시아, 일본)-연 500억불 시장(Gillett 2002)

라. 지구 환경 모니터링 수행

산호초는 우리가 살아가는 미래를 어느 정도 예측할 수 있는 도구로 이용된다. 나이테가 나무의 나이를 알려 주듯이 매년 자라는 산호의 층을 분석하면 나이는 물론 과거의 바다 환경까지 알 수 있다. 마이애미 대학교의 그리어 교수는 산호의 탄산칼슘이 열대대서양의 온도와 염분을 알려 준다는 연구 결과를 제시하면서, 산호를 이용해 기후 변화 연구가 가능하다고 발표했다. 즉, 산호초 연구는 전 지구적 그리고 지역적인 기후 변화 예측을 위한 중요한 기초 자료가 되고 있다(표 7).

표 7. 산호초 관련 지구환경 모니터링 국가

기후 및 해양 환경	미국, 일본
생태계 보전	독일, 영국, 미국, 호주 등
자원관리	미국, 호주

마. 지구환경 조절

산호의 폴립 속에는 엄청난 숫자의 미세한 단세포 조류들이 서식한다. 이런 조류는 열대의 뜨거운 태양 에너지로 광합성 작용을 해서 바닷물 속에 녹아 있는 이산화탄소를 흡수하고 산소를 만들어 낸다. 국제자연보호연맹의 보고서에 의하면 산호초의 단위 넓이당 광합성 능력은 열대 우림보다도 뛰어나다. 또한 산호초에서는 이산화탄소를 이용해 석회암을 형성하므로 지구온난화의 속도를 늦춰 주는 역할도 한다. 지구상에서 60만 제곱킬로미터의 넓이를 차지하는 산호초는 사람들이 방출하는 이산화탄소의 10%정도를 흡수하는 것으로 알려져 있다.

바. 해양과 육상 서식지의 생산성 비교

연간 생산성을 보면 산호초 지역이 열대 우림과 비슷하게 나타난다. 우리나라가 포함된 지역과 해양에서의 생산성보다 월등이 많다(그림 36, 표 8).

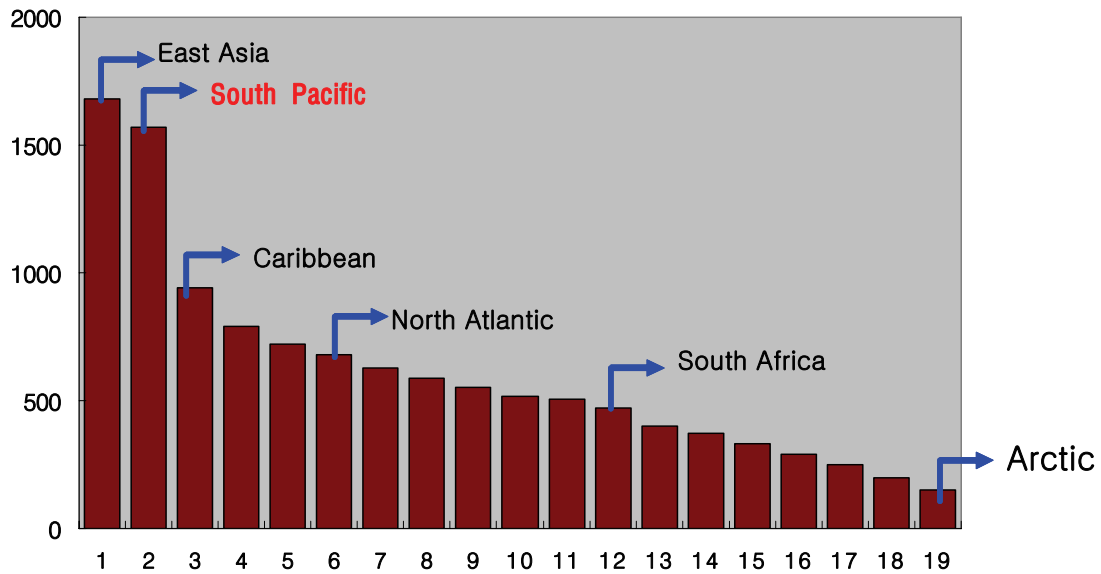


그림 36. 해양간 종다양성 순위(Groombridge & Jenkins, 1997)

표 8. 해양과 육상 서식지의 생산성 비교(Groombridge, 1999).

해양	생산성(gC/m²/yr)	육상	생산성(gC/m²/yr)
산호초 해역	1,500~5,000	경작 지역	2,000~7,500
열대 잘피 해역	4,000	열대 우림	2,000~5,000
열대 대양	18~50	온대 초원	500
온대 잘피 해역	500~1,000	사막	7~50
온대 연안역	300~400		
온대 대양	70~120		
온대 해조 해역	800		
북극해	1		
남극해	100		

사. 해안 서식환경 보호

최근 해수면 상승에 대한 문제가 산호초와 관련하여 중요한 문제로 인식되고 있다. 길이 10만 km에 달하는 지구상의 산호초는 전 세계 해안선의 15%를 보호하는 방파제 역할을 한다. 섬을 둥글게 둘러싼 환초나 대륙 부근의 보초는 대양에서 밀려오는 파도로부터 해안선을 보호하는 완충 지역 역할을 한다. 몰디브의 경우 해수면 상승으로 파괴되는 해안선 대체 방벽 건설을 위해 km당 1,000만 불의 공사비를 지출한다는 것을 생각할 때 산호초의 역할이 얼마나 중요한지 알 수 있다.

아. 인간의 휴식 공간

산호초는 인간의 휴식 공간으로 유형 및 무형의 가치를 지닌다. 실제로 산호초를 가진 국가의 경우 상당한 경제적 소득을 얻고 있는데, 카리브 해의 조그만 섬나라인 보네르의 경우 연간 2,300만 달러 정도의 소득을 산호초 관련 산업으로 벌어들이고 있다. 미국 플로리다 주의 경우 일 년 동안 850만 명에 달하는 스쿠버다이빙 인구가 휴가철에 산호초를 방문하며, 2005년에는 산호초 관련 관광으로 15억 달러를 벌어들였다고 한다. 즉 산호초는 수산학적 가치와 더불어 레저 산업에 따른 엄청난 고용 효과도 불러온다. 이뿐만이 아니라 아름다운 산호초 경관은 사람들을 경이로운 세상으로 안내하므로 인간 정서 및 감성적 측면에서도 무한한 가치를 지닌다.

자. 경제적인 역할

- 1,000 억불/년 이상으로 추정되는 해양생물공학(MBT) 산업을 위한 원료 확보(표 9)
- 2000년 : 20억불의 MBT의 시장가치
- 2007년 : 32억불로 증가할 것으로 추측

표 9. 산호초의 경제적 가치(Lloyd-Evans, 2005).

항목	가치 평가
향장품(피부보호, 모발 보호)	800억 불
원료(콘드리친, 글루토사민, 키토산)	23억 불
의학소재(항바이러스, 항암)	400억 불
의학부품(탄산염)	10~18억 불
세포공학	10~18억 불
진단제(효소, 생화학)	17억 불
화학원료	300억 불
공업용 효소	35억 불
환경가치	측정불가

3. 산호초 환경에서 생물기반 선진 해양과학연구 현황

산호초 지역은 크게 맹그로브 해역, 잘피 해역, 산호초 서식 지역으로 구분이 가능하다. 세 가지 지역 경계는 복잡하면서도 치밀한 관계를 보인다(그림 37).

실제로 연안에서 시작하는 맹그로브 해역과 잘피 해역이 산호초 서식 환경에 중요한 영향을 미친다. 열대 바닷가의 무성한 맹그로브 숲과 얇은 모래펄을 따라 수백 미터씩 펼쳐진 잘피 밭은 산호가 자라는 데 꼭 필요하다. 맹그로브 숲과 잘피 밭은 육지에서 흘

러들어 오는 탁한 흙탕물을 가라앉히면서 깨끗하게 걸러 주며, 빗물이 바다로 흘러들어 오는 속도를 조절해 준다. 또한 열대 지역의 뜨거운 태양열은 바닷물을 빠르게 증발시켜 빗물에 희석된 바닷물의 염분을 알맞게 조절해 준다. 이런 자연적인 도움으로 산호는 열대 바다에서 건강하게 자랄 수 있는 것이다.

각 서식처 별로 연구가 나뉘져 있는데, 맹그로브 해역의 경우 우리나라로 말하면 갯벌 지역이나 습지 지역과 유사하며 그곳에서는 분해가 많이 일어나서 분해 활성세균 추출(폐기자원 분해생물)과 같은 분해 연구 위주로 이뤄진다. 잘피 해역에서는 생태계 구조 파악이나 산호 서식생물 성육장 관리와 생리활성 물질 분류의 연구를 한다. 산호초 지역은 해양 산성화 연구의 중심적인 연구 지역으로 이용되고 있다.

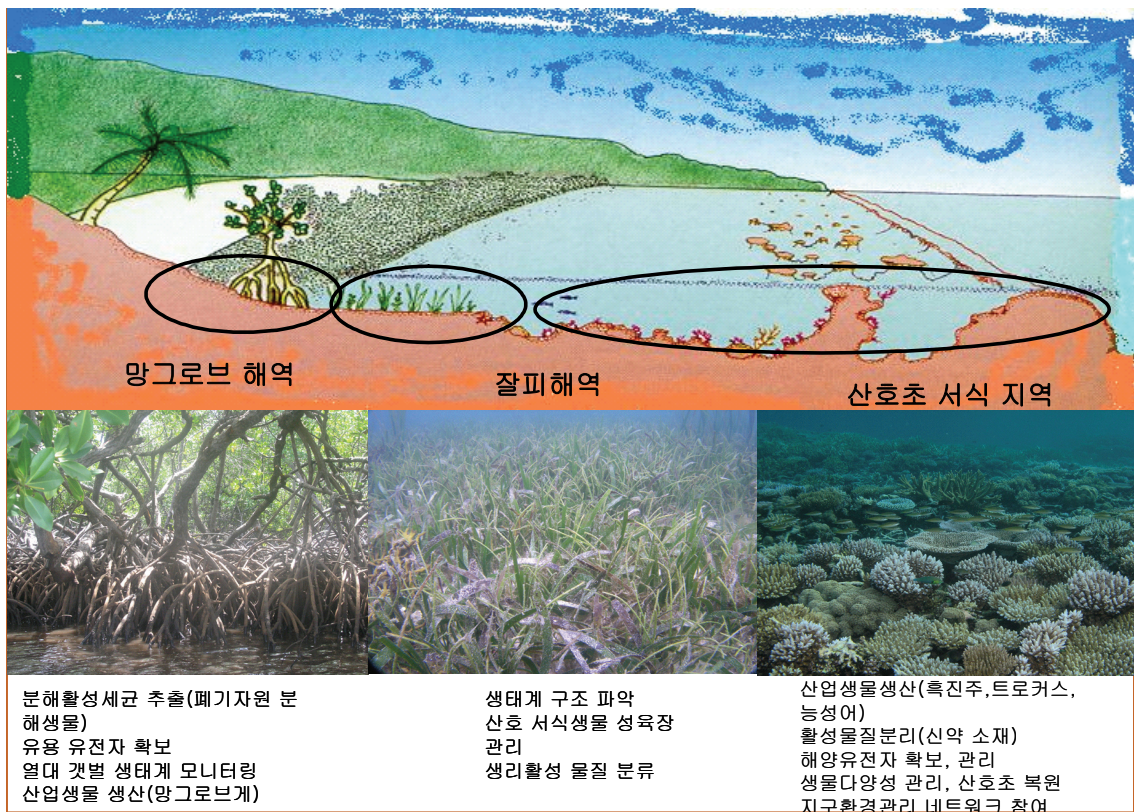


그림 37. 산호초 주변 지역의 구분과 연구 대상 분포

4. 생물기반 열대해역의 잠재 연구 분야

선진국은 연구 성과를 이용하여 다목적 회사와 제휴해서 경제성 있는 연구를 수행하고 원천기술을 확보하여 그 기술을 계속 유지하기 위하여 지적재산권 및 국제 기구간의 협력에 대한 제도를 강화하여 시료의 외부 유출을 막고 있다. 우리나라에서 확보 할 수 없는 공간으로 열대 해역의 뛰어난 산업화 잠재성을 인정하여 보다 많은 지원과 연구가 이뤄져야 한다. 열대해역의 잠재 연구 분야를 연구 하는 것은 기지 운영의 타당성과

앞으로 진행될 연구에 대한 지침이 될 것이다.

가. 맹그로브, 잘피 지역

- 열대 생태계 감시
 - 생태계 구조 파악, 산호 서식생물 성육장 관리
- 자원 확보
 - 분해활성세균 추출(폐기자원 분해생물)과 유용 유전자 확보
 - 미소 먹이 생물 배양(양식 산업 기반 조성)과 산업생물 생산(맹그로브 계, 해삼)

나. 산호초 지역

- 열대 환경 감시
 - 산호초 복원, 생물다양성 관리, 생태계 감시, 지구 환경 관리 네트워크 참여
- 자원 확보
 - 산업생물생산(흑진주, 트로커스, 능성어), 활성물질분리(신약 소재)
 - 해양유전자확보, 관리

다. 육상 에너지 개발

- 열대 환경을 에너지로 전환
 - 해상풍력 발전, 태양광 및 열에너지 활용

라. 해상 에너지 개발

- 대양에너지 활용
 - 파력발전, 온도차 발전

마. 고 지구환경 및 지하수 개발

- 고 지구환경 연구
 - 산호층에 축적된 탄산염 정보 확보(고 기후 예측)
 - 화석 정보(생물진화 및 다양성 비교)
 - 미래 산호초 환경 예측 기술 확보
- 지하수 개발
 - 열대 대양 도서 국가 지원
 - 양질의 수자원 확보

바. 대양 생태계 감시 및 생물자원 개발

- 대양 생태계 감시
 - 먹이망 구조 규명
 - 생태계 변화 모니터링
- 대양자원확보
 - 대양 수산자원 개발(중층 어장 개발)
 - 어획량 증대 기술(참치)

- 잠재 자원 확보(심해생물)
- 대양 서식 생물 생리물질탐색(지방산)

사. 심해자원 확보

- 열수 탐사를 통한 지구 기원 연구
- 지각 순환 및 심해 환경 연구
- 극한환경 생물자원 탐색
- 남태평양 주변 망간각 자원 확보

아. 지구 환경 연구

- 전 지구적 해수 유동 연구, 해양 감시 프로그램 참여
- 태풍 원인 및 진로 예측 연구, 대기 이산화탄소 변동 연구, 대양 기후 변화 감시

5. 산호초 지역에서의 연구 동향

가. 거점 확보를 위한 산호초 연구의 이유

대양에서의 국가별 거점 지역을 보면 인도양은 영국위주로 미국은 하와이를 중심으로 프랑스는 폴리네시아와 과거에 프랑스 식민지였던 국가 위주로 진출을 많이 하였고 독일은 2차 대전이후에 태평양에서의 식민지를 잃어 최근에는 국가간의 협력을 통한 거점을 확보하여 상호 이익추구와 국제적인 연구를 많이 하고 있다. 선진국을 중심으로 30여개의 연구 인프라를 운영 중이며 대상국과의 협조 하에 국가 이익을 창출하고 있다(그림 38). 이러한 연구기지 운영 목적은 다음과 같다.

- 열대 및 대양 생태계에 대한 지식확산과 보전연구
- 정부, 연구기관, 국제기구 등과의 협력 및 정보 교환
- 인문, 사회, 과학 기반의 태평양 연구 중심 기관 역할 수행
- 도서국가와 공간 공유 차원
- 도서국가와의 경제협력을 통한 경제적 이득을 목표로 거점을 활용

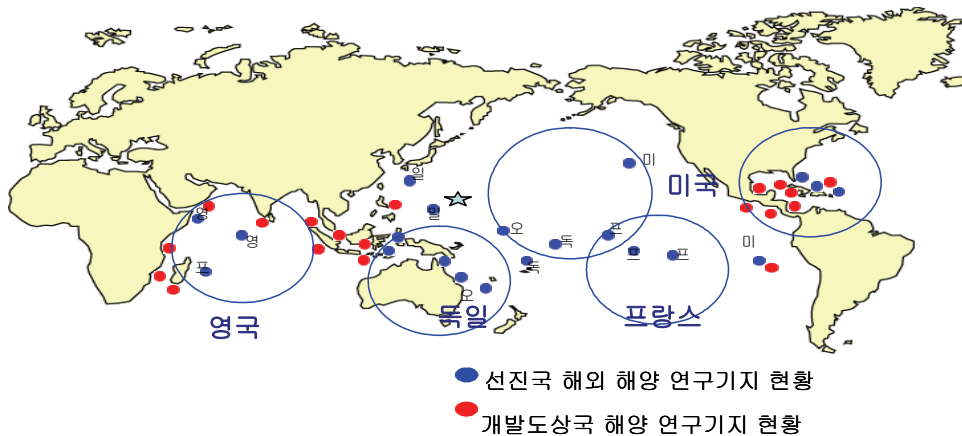


그림 38. 대양에서의 국가별 거점 분포

나. 선진국의 진출 기반

- 과거 식민지를 중심으로 한 경제 구조의 연속적인 지배- 영국(호주), 프랑스
- 경제력을 바탕으로 한 자본주의 전략- 일본, 중국
- 첨단과학 기반의 글로벌 연구 수행- 미국
- 국제협력을 통한 상호 이익 추구- 독일, 네덜란드

예를 들면 일본의 경우 팔라우에 거점을 확보하여 팔라우국제산호초연구센터를 구축하여 일본 연구원을 파견하고 팔라우와 팔라우 EEZ를 통한 연구를 이용하여 해양 정보를 본국 연구 기관으로 배포하고 있다.

6. 태평양 도서국가

태평양 도서국가에 대하여 간단히 정리하면 총 14개 국가로 구성되었고 3천만 km² 면적의 99%가 대양으로 구성되며 영토면적은 550,000 km² (총면적의 0.41%)이다(그림 39). 크게 멜라네시아, 폴리네시아, 마이크로네시아로 구분된다(표 10). 마이크로네시아는 7,500개의 섬(추정)으로 구성 되었지만 변동이 심하여 정확한 숫자는 알지 못한다(2002, USGS). 500여개 섬에 거주하며 인구는 8,200,000명으로 대부분 파푸아뉴기니에 5,400,000명이 거주한다. 광물, 삼림, 농수산물을 수출하지만 대부분은 선진국의 경제 원조가 국가의 주된 수입원이다. 국민소득은 \$800(키리바시)에서 \$9,000(팔라우)이다.



그림 39. 태평양 도서국가 현황

표 10. 태평양 도서국가 정보

지역구분	국가명	독립시기	언어 (토착어)	인구	EEZ면적 (km ²)
말라네시아 (4)	파푸아뉴기니	1975-호주	영어(830)	5,887,000	1,695,200
	피지	1970-영국	영어(5)	893,354	1,034,700
	바누아트	1980-프랑스	영/불(108)	211,000	735,895
	솔로몬	1978-영국	영어(1)	478,000	1,340,100
폴리네시아 (7)	사모아	1962-뉴질랜드	영어(1)	185,000	100,290
	통가	미국령	영어(1)	112,000	640,050
	쿡제도	1965-뉴질랜드	영어(2)	17,954	1,916,200
	투발루	1978-영국	영어(1)	10,441	725,000
	니우에	1975-뉴질랜드	영어(1)	1,445	293,953
	나우루	1968-영국	영어(1)	13,635	326,000
	키리바티	1979-영국	영어(1)	99,350	3,540,000
미크로네시아 (3)	미크로네시아	1986-미국	영어(5)	110,000	2,900,000
	마셜공화국	1979-미국	영어(1)	61,963	2,131,000
	팔라우	1994-미크로네시아	영어(1)	20,303	343,251

위키백과, 2005년 추정인구치

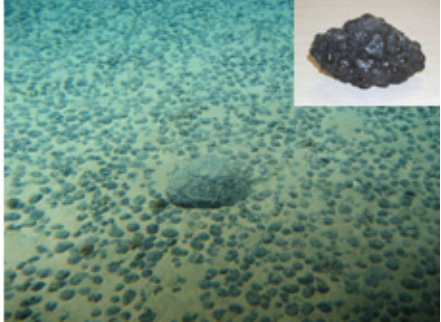
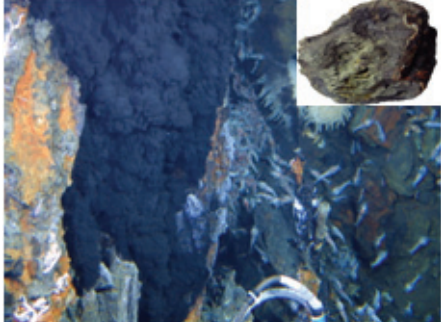
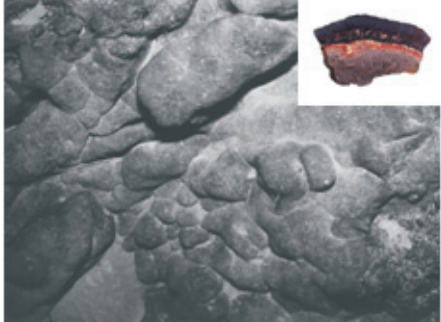
제3절 해양자원확보

1. 심해저광물자원

가. 심해저 광물자원

해양과학기술의 발전과 더불어 바다에 부존된 막대한 광물자원은 인류 생존을 위한 마지막 개발 영역으로 관심이 집중되고 있다. 20세기의 산업과 문명의 비약적 발전은 자원의 활용과 기술혁신에 의해 주도되었다. 그러나 21세기 첨단 기술혁명시대를 맞아 세계는 육상금속자원의 감소와 고갈 등 심각한 자원 고갈 문제에 직면하게 되었으며, 그 해결 방안의 하나로 해양에 부존하고 있는 막대한 양의 해저광물자원을 개발하려는 노력을 구체화시키기에 이르렀다.

표 11. 심해저 유용 광물 자원 특성

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 망간단괴 - 편평하거나 둥그런 모양의 유용광물집합체 - 북동 태평양 C-C 지역, 심해저에 집중적으로 분포
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해저열수광상 - 광액(열수)이 해저 암반을 통해 방출되는 과정에서 형성되는 황화물 형태의 금속광물자원 - 대양해령 및 호상열도 주변 (수심 300-3,700m)
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 망간각 - 해수에 함유된 금속이 해저산 사면의 암반에 흡착되어 형성되는 광물집합체 - 해저산 사면 (수심 800-2,500m)

특히 육상광물자원이 절대 부족하여 해외의 광물자원에 의존하는 우리나라는 광물 자원 공급 불안정으로 세계적인 자원 위기 때마다 경제적인 타격을 받았다. 따라서 중장기적인 자원 공급체제의 확립이 국가 경제활동의 안정적인 발전에 직결된다는 인식이 필요하다. 이러한 문제의 근본적인 해결방안으로 해양의 유용광물자원 개발에 적극적인 노력을 기해야 한다.

이미 전 세계의 대륙붕에서는 석유와 천연가스 및 각종 유용광물을 개발하려는 노력이 계속되고 있으며, 심해저의 망간단괴와 망간각, 열수유화광상, 그리고 메탄수화물의 개발이 활발히 추진되고 있다(표 11, 그림 40). 또한 해수 중에 용존된 마그네슘, 우라늄과 리튬 등 전략적 가치가 큰 용존 물질들이 경제성을 가질 수 있을 것으로 판단됨에 따라 상용화를 위한 기술개발에도 국가적 투자가 가속화되고 있다.

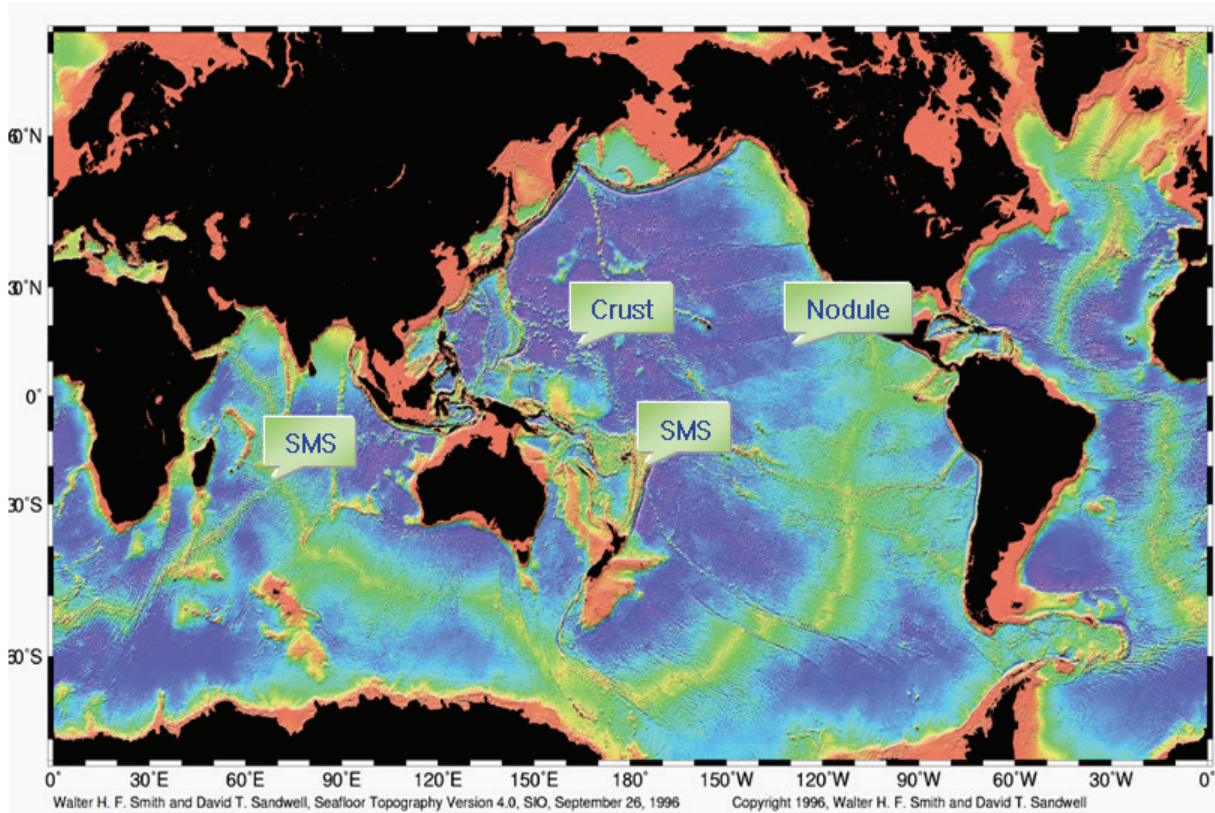


그림 40. 심해저 광물 자원 개발 대상 해역. SMS: 열수광상, Crust: 망간각, Nodule: 망간단괴

나. 해양 광물자원의 분포

심해저에는 인광, 망간단괴, 망간각 등이 풍부하게 매장되어 있다. 특히 수심 3천 ~ 5천 m의 심해저에는 망간단괴와 망간각이 많이 부존되어 있으며, 해저화산활동이 활발한 곳에는 해저열수광상이 부존되어 있다. 이 속에는 철, 코발트, 니켈, 아연 외에 많은 전략 금속이 함유되어 있어서 각국에서는 이를 개발하려는 연구를 계속하고 있다. 해수 중에는 육상에서 알려진 모든 원소가 포함되어 있으나 소금, 브롬, 마그네슘 등이 주로 상업적인 목적으로 채취되거나 추출되어 왔다. 인류는 예로부터 천일염에서 소금을 얻었고, 지금도 천일염은 세계 소금 생산량의 약 30%를 차지하고 있다. 일부 선진국에서는 우라늄, 리튬,

중수소 등을 해수에서 추출하기 위해 해수 용존금속 회수기술을 개발하고 있다. 현재 연간 마그네슘 약 11만톤, 브롬 약 30만 톤 정도가 해수로부터 생산되고 있으며, 일본의 경우 이미 10.1%의 해수 우라늄 농축에 성공하고 연간 10 kg 생산규모의 시험공장을 가동 중이다.

다. 단독개발광구와 탐사

우리나라도 21세기 첨단 산업국가 도약을 위해 전량 수입에 의존하는 주요 전략금속자원의 독자적 공급원 확보를 목표로 북동태평양에서의 심해저 광물 자원 개발사업과 남서태평양 망간각 탐사 및 해저열수광상 탐사사업을 연계하여 수행하고 있다. 이를 통해 우리나라의 해양영토 확장과 함께 주요금속자원의 자급기반구축, 그리고 심해저 기술 개발을 통한 첨단 해양과학기술 확보를 기대하고 있다.

1992년부터 본격적인 탐사가 수행된 심해저 광물자원 개발사업은 1994년에 유엔 산하 국제해저기구(ISA, International Seabed Authority)에서 태평양 공해상의 클라리온-클리퍼톤 해역에 15만 km²의 할당광구를 인준 받았으며, 2002년에는 7만 5천 km²의 우리나라 단독개발광구를 확정하였다(그림 41). 해양수산부의 지원으로 심해저 광물자원 개발사업은 현재 2010년 이후 상업생산 기반구축을 목표로 개발등급 선정 및 최적 채광지 확보를 위한 광구정밀탐사와 채광에 의한 인위적 환경변화 평가를 위한 환경 탐사를 수행하고 있다. 또한 망간단괴를 효율적으로 채취하기 위한 집광기와 양광기를 자체 개발하고 있으며, 함유 금속을 경제적으로 추출할 수 있는 제련 시스템을 개발하고 있다.

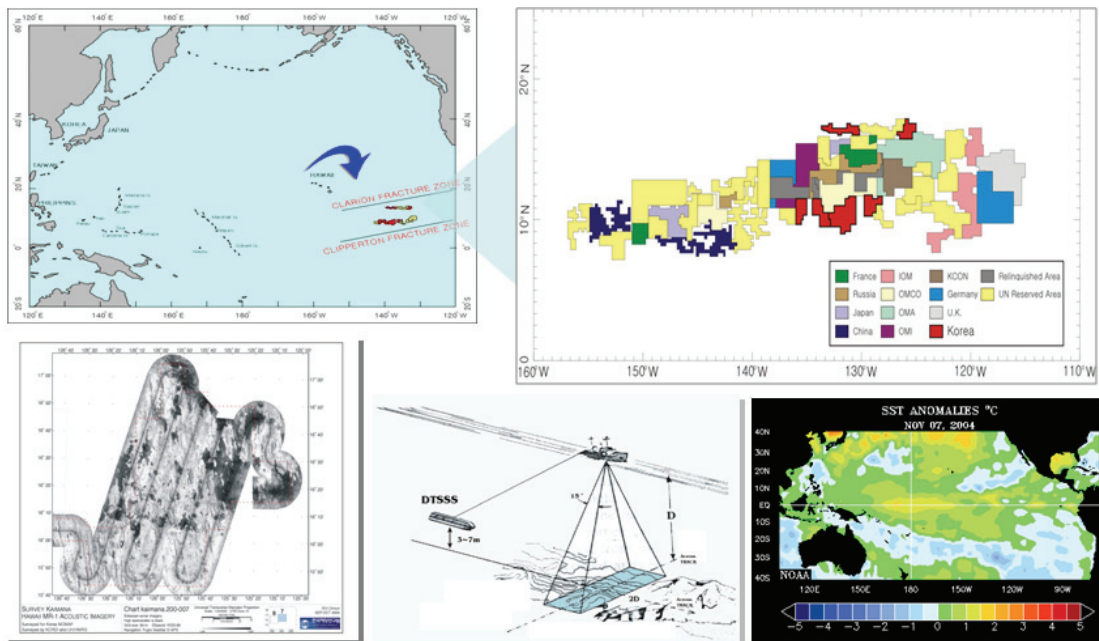


그림 41. 망간단괴 단독개발탐사와 광구

라. 망간단괴의 2015년 상용화 기반구축 기술 개발

망간단괴 기술개발 분야에서의 우리나라 수준은 다음과 같다.

- 탐사분야
 - 자원량 분석 평가기술 확보
 - 우선채광지역 선정 및 기초환경도 작성
- 채광분야
 - 상업생산 1/10 규모 시험집광기 제작
 - 채광장비(집광-양광) 통합성능 시험평가
- 제련분야
 - 용융-환원 습식제련공정 개발
 - 제련일관시스템 운용기술 확보

분야	단계	1단계 [광구확보]	2단계 [상용화기반구축 : 근해역 채광성능 시험]							3단계 [상용화기반구축 : 2,000m Pilot 채광성능 시험]					
		~ 2002	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
탐사	단독개발광구 확정	우선채광지역 (4.0만km ²) 선정			IT기술과 광동신기반의 정밀가체량 평가기술개발 (1차 채광지역 선정)				채광장지역의 분류기술개발 (채광구트 설정)			채광도 작성			
	자연환경 baseline 설정, 광구해역 환경특성도 작성	조사배출 수심선정		환경중개 시험 및 원경다양성모니터링			환경영향 평가도 작성								
채광	연간300만톤 채광장비 개발설계	시험용 집광기 설계		근해역 채광 실증시험 육상 성능시험 시스템 제작			1,000m 급 Pre Pilot Mining test 설계, 제작		PPMT 실증시험		2,000m 급 Pilot Mining test 제작		2,000m PMT 시험		
	근해역 시험용 유연관, 비파 설계	30m 급 전해양광시험		100m급중 해양광시험											
제련	단위제련 공정타당성 확보	실험실 규모 공정시스템 설계/제작				200kg/일 단위공정 규모확대 설계, 제작, 시험		200kg/일 연속공정 시스템 운용		10톤급 제련공정 설계, 제작, 시험		상용화 공정 실증시험			
	제련 폐기물처리 및 활용기술개발														
사업수행 성격	국가 연구개발(민간 부분참여)							민간기업 참여기반 마련			민간 연구개발 추진 (민자유치)				

마. 해저산의 망간각

해저산 암반 위를 껍질처럼 피복하고 있다고 하여 이름 붙여진 망간각은 대양저 전체를 통해서 심해저 암반 위에서 형성되는 유일한 광물자원이다. 망간각에는 코발트가 0.8~1.2% 정도 함유되어 있는데, 이는 육상 광상에서 생산되는 코발트의 함량(0.1~0.2%)에 비해 5~10배나 높은 수치이다(그림 42). 그밖에도 망간, 니켈, 티타늄, 지르코늄 뿐만 아니라 백금이 20ppb 이상 함유되어 있어 개발 가치가 매우 높은 것으로 평가된다. 망간각은 약 635만 km²(해저면의 1.7%)에 분포하고 있으므로 약 10억 톤의 코발트를 생산할 수 있는 것으로 알려져 있다.

코발트 함량이 높고 두께가 두꺼운 망간각이 분포하여 개발 잠재력이 높은 지역은 중앙 태평양의 존스톤제도, 남서태평양의 마살군도, 마이크로네시아 등 도서 국가들의 배타

적경제수역(EEZ)과 북서태평양 공해상에 위치하는 해저산 등이다. 망간각 자원은 함유 금속의 가치뿐만 아니라 분포하는 수심이 망간단괴에 비해 상대적으로 얇고 EEZ에 다량 분포하기 때문에 개발이 쉽다는 장점이 있는 반면, 암반 위에 피복되어 있어 해저암반 굴착을 통한 채굴이 어려운 단점도 있다. 코발트 함량 0.6~1.0%의 망간각을 연간 70만 톤 규모로 생산할 경우, 코발트의 세계 소비량(연간 36,900톤)의 11~20%까지 공급할 수 있다.

우리나라는 1989년에 마셜군도의 해저산에서 망간각 탐사를 한 바 있으며, 해양수산부의 지원에 의해 공해지역과 도서국 EEZ 내 망간각 개발 독점 탐사권 확보를 통한 금속광물자원의 개발을 목표로 1999년부터 현재까지 남서태평양 지역의 EEZ 및 공해상을 대상으로 본격적이 조사가 이루어지고 있다(그림 43).



그림 42. 해저산에서 채취된 망간각, 분석을 위해 절단된 약 20 cm 두께의 망간각, 단면에서 층리를 이루는 성장조직이 관찰된다.

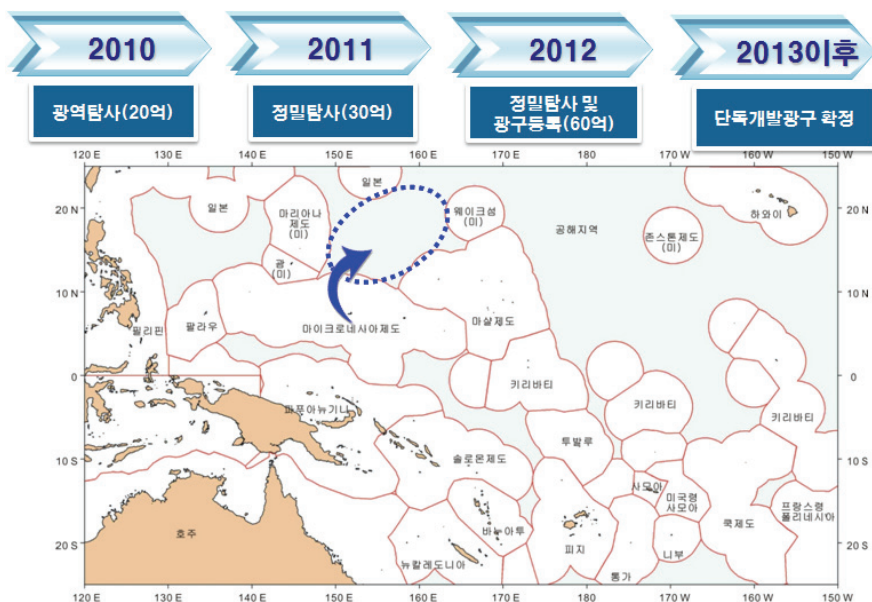


그림 43. 2012년 ISA 망간각 광구 등록 계획

바. 통가 EEZ의 해저열수광상

해저열수광상은 아연(17~20%), 납(0.5~12%), 바륨(13%), 은(1.1%) 이외에 톤당 평균 1.2~2.8g의 금을 함유하고 있어 자원으로서의 가치가 높다. 파푸아뉴기니의 해저황화광물 광상의 금 함량은 육상 금광상의 경제적 개발 기준 값보다 10배 정도 높은 것으로 조사되었다. 이러한 고품위 광상의 황화광물은 망간단괴와 망간각에 비해 1.5배 높은 가치를 갖고 있다.

1977년 미국의 심해잠수정 앨빈호에 의해 동태평양 해저의 지각확장대인 갈라파고스 해역 수심 2,640m에서 해저 열수분출공이 발견됨에 따라 심해저 광물자원의 새로운 역사가 시작되었다. 최근 과학기술의 발달과 자원의 중요성 증대로 미국, 프랑스, 일본 등 선진국들은 열수광상 개발을 위해 EEZ는 물론 공해상까지 조사를 수행하고 있으며 호주의 노틸러스사는 파푸아뉴기니의 비스마르크해 지역에 분포하는 열수광상 개발권을 획득하여 상업생산을 위한 노력을 하고 있다.

우리나라는 해양수산부의 지원으로 1998년부터 현재까지 마이크로네시아의 압 해구 지역, 파푸아뉴기니의 마누스분지, 피지의 북피지분지, 솔로몬제도의 우드락분지, 통가의 라우분지 등에서 개발지역 확보를 통한 금속광물자원의 개발을 위해 연구를 수행하고 있다. 다금속 열수유화광물의 개발은 심해잠수정과 같은 고도의 첨단 해양탐사 장비를 활용한 조사활동이 이루어지고 있다.

해저기구(ISA)에 의한 해저열수광상개발제도 제정이 임박한 가운데 2001년부터 논의가 시작된 해저열수광상개발 제도가 민간기업의 상업생산이 가시화됨에 따라 2009년 제정을 목표로 논의가 가속화되고 있다. 선진국들은 국제제도 제정에 대비하여 공해지역 광구등록을 위해 집중적인 탐사 수행하고 있다.

외국의 민간기업들은 2010년 상업생산 목표로 집중 투자를 하고 있으며, 다국적 기업인 노틸러스사, 냅튠사, 블루위터메탈사가 1997년부터 파푸아뉴기니, 뉴질랜드, 피지, 통가, 바누아투 등 EEZ 개발유망광상에 대한 선점 전략 추진과 보유 중인 광구에서의 상업생산을 위한 집중투자과 새로운 유망광구 확보를 병행하여 추진하고 있다.

남태평양 해양광물자원을 개발을 위한 '해저열수광상개발사업단'은 앞으로 3년간 정부와 참여기업으로부터 출연된 240억원을 투자해 남태평양 통가(Tonga)의 배타적경제수역(EEZ)에서 해양광물자원 개발에 나선다.

특히 우리나라가 독점탐사권을 확보한 해저열수광상(면적 2만km², 제주도의 10배 크기 정도)의 본격적인 탐사(그림 44)와 매장량 및 경제성 평가 등을 민관합동으로 시행하게 된다(그림 45). 한국해양연구원의 분석에 따르면 통가 EEZ의 우리 광구 지역에 약 900만톤 이상의 열수광상이 부존하는 것으로 알려졌다. 개발시 30억달러 정도의 수입대체 효과가 발생하는 것으로 분석된다. 2012년 이후에는 참여 기업 주도로 별도의 해저금속자원개발회사를 설립해 상업 개발을 가속화하게 된다. 이 사업에는 우선 해양연구선 '온누리호'(1,422t)와 우리나라가 독자 개발한 심해 무인잠수정 '해미래'가 투입돼 광상 탐사를 수행하게 된다.

독점탐사권 획득

- 취득일 : 2008. 3. 26
- 유효기간 : 2년(2008-2010),
2년 연장가능
- 대상광구 : 19,056km²
- 권리내용 : 배타적 탐사권리
- 의무사항 : 2개월마다 활동보고서 제출
- 산출물에 대한 로열티 : 금 5%,
기타 광물 1%

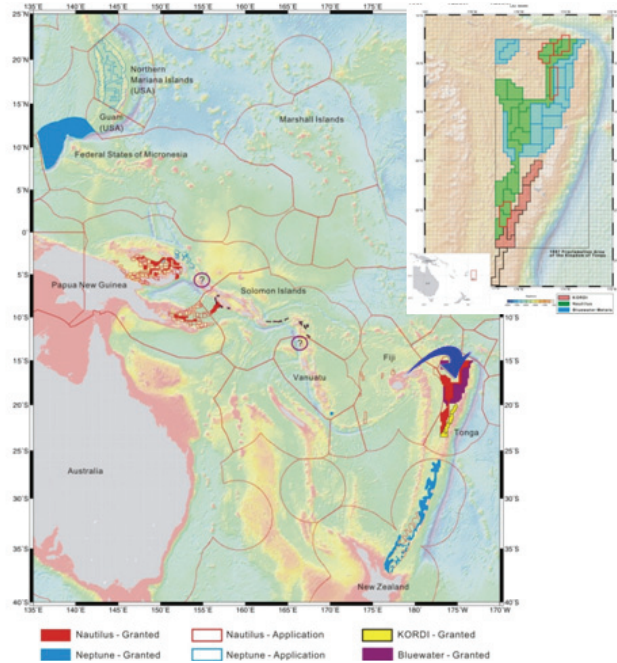


그림 44. 통가 해저 열수광상의 독점탐사 해역도



그림 45. 통가 EEZ내의 열수광상 사업 추진 계획

2. 수산자원

가. 수산자원의 일반 현황

2030년까지 잡는 어업은 현 상태를 유지할 것이나 양식생산량은 증가할 것으로 예상된다. FAO(2008)에 의하면 세계 수산물 생산량은 2006년도에 총 1억4천4백만 톤(해조류 약 1,500만 톤 제외)이었으며 이 가운데 잡는 어업에 의한 생산량은 9,200만 톤이었고, 양식생산량은 약 5,200만 톤을 차지하였다. 중국이 최대 생산국으로 약 5,100만 톤(어업 1,700만 톤, 양식 3,400만 톤)을 기록하였다. 그러나 중국의 통계는 불확실성이 높고 너무 높게 추정되었다는 것이 일반적인 인식이다. 따라서 중국을 제외하면 세계 생산량은 약 9,200만톤 정도로 추정되며(그림 46), 이 가운데 사람의 식용에 사용되는 양은 약 7,200만 톤이고 비식용으로 약 2,000만 톤이 사용되고 있다. 1950년대 초반 하더라도 식용으로 소비되는 수산물은 2,000만 톤 미만이었으나 인구의 증가에 의한 수요증가로 꾸준히 생산량은 증가되었다. 그러나 1인당 소비하는 수산물의 양은 연간 약 14kg 정도로 크게 변하지 않고 있는 상태이다.

잡는 어업(capture fishery)에 의한 생산량은 2006년 9,200만 톤(중국제외 시 7,500만 톤)이었으며 해양에서 8,200만 톤, 내수면 생산량이 1,000만 톤을 차지하였다. 금액으로 따진다면 미화 912억불(한화 약140조원)에 해당한다. 1950년대 초에는 2,000만 톤에 미치지 못하였으나 꾸준히 어획량이 증가하여 1990년대에 이르러서는 8,000만 톤을 초과하게 되었다. 그러나 그 이후 증가세는 과거에 비해 둔화된 상태이다. 양식(aquaculture) 생산량은 2006년도에 약 5,200만 톤에 달하였으며 이는 미화 788억불에 해당한다. 양식은 1970년대에 전체 수산물생산량의 약 3%를 차지하였으나 꾸준히 그 비율이 증가하여 2006년에는 36%에 이르렀다(그림 47).

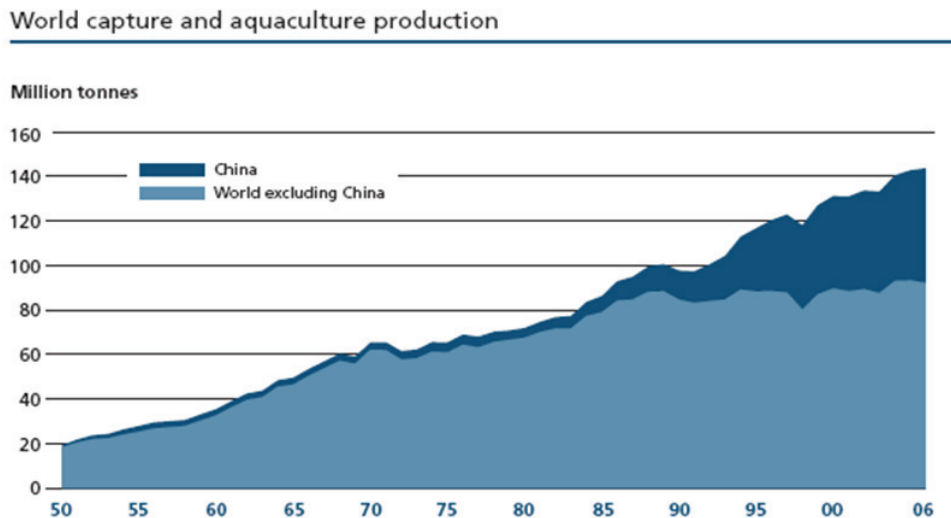


그림 46. 2006년까지의 수산 자원의 생산량 추이.

Trends in world aquaculture production: major species groups

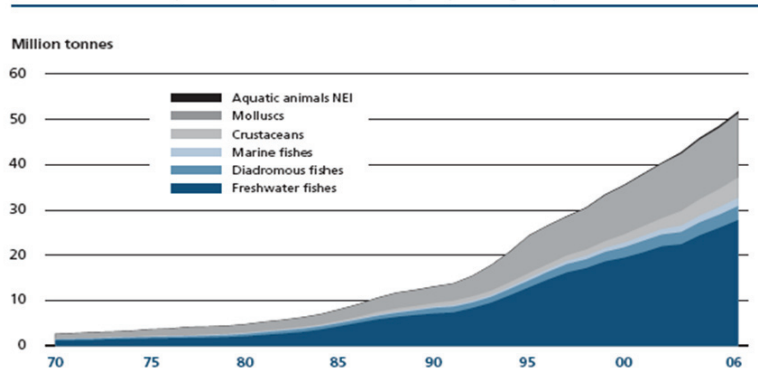


그림 47. 2006년까지 양식을 통한 수산 자원 생산량 추이

Marine and inland capture fisheries: top ten producer countries in 2006

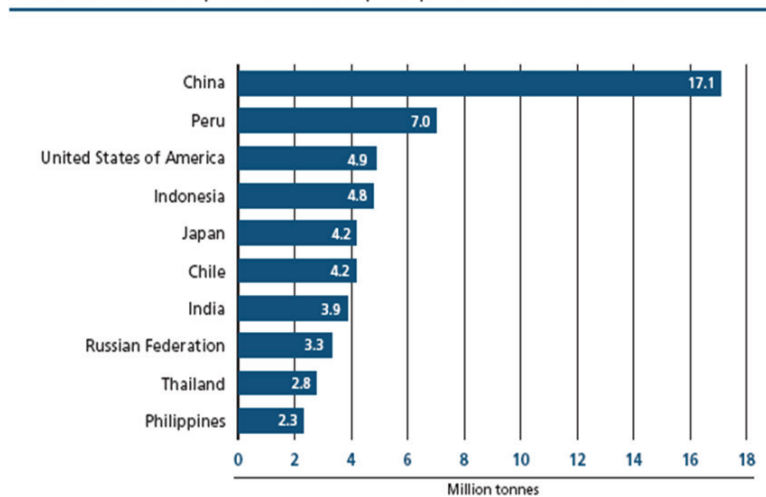


그림 48. 국가별 생산량 분포

Capture fisheries production: principal marine fishing areas in 2006

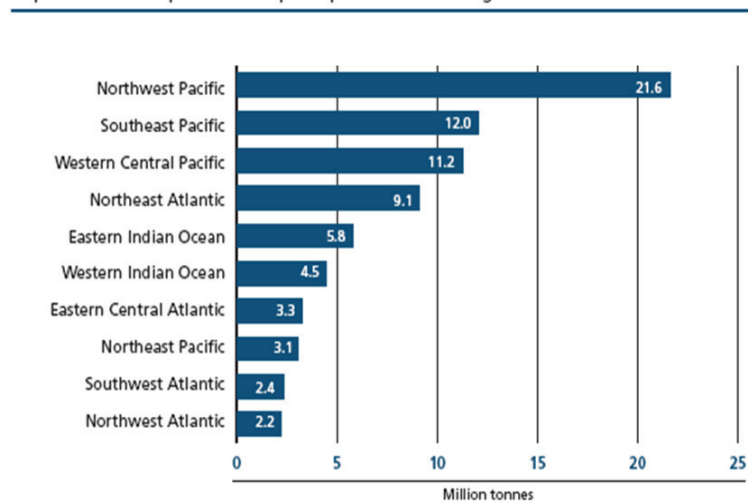


그림 49. 해역별 수산 자원 생산량 분포도

세계 주요 10대 어업국(2006년 기준)을 보면, 중국이 1,710만 톤을 생산하여 1위를 차지하였으며, 페루가 700만 톤으로 2위, 다음 미국이 490만 톤, 인도네시아 480만 톤, 일본 420만 톤, 칠레 420만 톤, 인도 390만 톤, 러시아 330만 톤, 태국 280만 톤, 필리핀 230만 톤 순이다(그림 48). 주목할 것은 아시아 국가들이 전체 어획량의 약 52%를 차지하였다는 것이다. 해역별로는, 북서태평양이 2,160만 톤으로 가장 높고, 다음이 남동태평양 1,200만 톤, 중서부태평양 1,120만 톤, 북동대서양 910만 톤, 동부인도양 580만 톤, 서부인도양 450만 톤 순이다. 태평양 4곳이 4,800만 톤으로 약 65%를 차지하였고, 대서양이 1,600만 톤으로 22%, 인도양이 1,000만 톤으로 13%를 차지하였다(그림 49). 인도양의 경우 서부와 동부 모두 생산량이 증가 추세에 있는데, 주요 대상 종은 부유 어류와 저서 어류이다. 부유 어류의 경우 증가세가 높게 나타나고 있다. 대서양의 경우, 북서대서양은 생산량이 지속적으로 감소 추세에 있으나 다른 해역에서는 거의 안정 상태를 유지하고 있다. 주 대상 종은 부유 어류 및 저서 어류이고 특히 중서부 및 중동부인도양에서는 부유 어류의 생산량이 현저히 높다. 태평양의 경우, 우리나라가 속한 북서태평양은 생산력이 가장 높은 해역으로 생산량은 1980년 중반 이후 2,000-2,500만 톤으로 안정 상태이나 중서부태평양의 경우 부유 어류, 특히 참치류의 증가에 의해 지속적으로 생산량이 증가하고 있다. 반면, 동부태평양의 경우 북부해역은 저서 어류가 대부분을 차지하고 있으며, 중동부의 경우 대부분이 부유 어류이다. 남부태평양에서도 남서해역은 저서 어류가 대부분을 차지한 반면, 남동해역은 부유 어류가 대부분이다. 남태평양의 경우 갑각류가 한때 60만 톤까지 어획되었으나 90년 이후 급격히 감소하여 20만 톤 미만에 머물고 있고 저서 어류의 경우도 생산량이 크게 감소하였다.

나. 어업 자원 분석 결과

유엔식량농업기구(FAO)에 평가한 세계 수산자원 상태를 보면, 조사 자원의 약 2%는 미개발 상태이며, 18%는 개발되었고, 52%는 완전 개발되었으며, 19%는 과도하게 이용되었고, 8%는 고갈되었으며, 1%는 자원이 회복되고 있는 것으로 평가되었다. 과거 1970년대에 비교하여 볼 때, 전반적으로 완전 개발된 자원의 비율은 큰 변동이 없으나, 미개발 및 적정 개발 자원수는 1970년대에 약 40%에서 2006년도에 약 20%로 절반이 감소하였으며, 반면, 남획, 고갈 및 회복 자원수는 그 반대로 1970년대에 약 10% 수준에서 최근 30% 가까이 증가한 것으로 나타나 지난 30여년에 걸쳐 자원이 급격히 감소하였다는 것을 시사하고 있다.

전 세계 어획량의 30%를 점하는 상위 10대 어업 대상 종을 보면, 페루 멸치(Peruvian anchoveta)가 700만 톤으로 1위를 차지하고 있고, 다음이 명태로 290만 톤 어획되었으며, 가다랑어가 250만 톤으로 3위를 차지하였고, 다음으로 대서양청어가 220만 톤, 청보리멸(blue whiting)이 200만 톤, 고등어 200만 톤, 칠레 전갱이 180만 톤, 멸치 170만 톤, 갈치 160만 톤, 황다랑어 110만 톤 순이다. 이들 10대 어종은 대부분이 완전 개발된 상태이며 대서양청어의 경우 일부 계군은 미개발된 상태이다. 그리고 황다랑어와 가다랑어, 고등어 등 일부 부유 어류는 완전 개발된 계군인 반면, 일부는 아직 적정 개발되

어 개발의 여지가 남아 있는 종이다. 페루멸치, 칠레전갱이의 일부 계군과 북동태평양의 갈치는 남획상태에 이르고 있다(표 12).

양식어업을 포함한 전체 어업 생산량은 1950년에 1,930만 톤에서 계속 늘어나 1989년 1억 톤을 돌파했고 2002년에 1억 3,400만 톤에 달했다. 그러나 최근 20년 동안의 어업 생산량 증가는 해면과 내수면 양식어업의 급속한 성장에 힘입은 것으로 어획량(포획어업 생산량)은 1980년대 후반 8천만 톤에 도달한 이후 현재까지 7,700만 톤과 8,600만 톤 사이에 머물러 있다. 하지만 이처럼 많은 어종의 남획에도 불구하고 2030년까지의 수산 어획량은 양식 사업의 발달로 인하여 증가할 것으로 예상 된다(그림 50).

표 12. 10대 주요 어종 자원이용 상태

어종명	해역	자원이용상태
페루멸치(<i>Engraulis ringens</i>)	남동태평양	완전개발/남획
명태(<i>Theragra chalcogramma</i>)	북태평양	완전개발
청보리멸(<i>Micromesistius poutassou</i>)	북동대서양	완전개발
대서양청어(<i>Clupea harengus</i>)	대서양	완전개발/고갈/미개발
멸치(<i>Engraulis japonicus</i>)	북동태평양	완전개발
칠레전갱이(<i>Trachurus murphyi</i>)	남동태평양	완전개발/남획
황다랑어(<i>Thunnus albacares</i>)	태평양/인도양/대서양	완전개발/적정개발
가다랑어(<i>Katsuwonus pelamis</i>)	태평양/인도양/대서양	완전개발(대)/적정개발(태,인)
고등어(<i>Scomber japonicus</i>)	태평양/인도양/대서양	적정개발(태)/완전개발(인,대)
갈치(<i>Trichiurus lepturus</i>)	북동태평양	남획

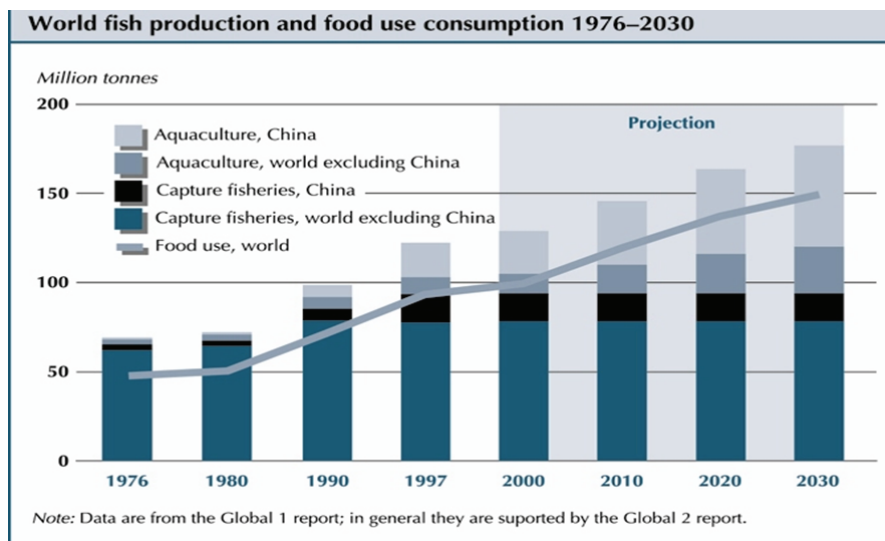


그림 50. 2030년 어획량의 추이 예상도

다. 국제공동 수산자원 관리

1994년 UN 해양법 발효 이후 공해상의 수산자원에 대한 관리는 지역수산 기구를 중심으로 이루어지게 되었으며 최근 지역수산관리기구의 수가 증가 추세에 있다. 지역수산기구의 어업자원관리체제를 보면 의사결정기구인 총회(Commission) 산하, 과학위원회(Scientific committee), 이행위원회(Compliance committee) 등이 있어 총회를 지원하고 결정의 기본이 되는 관할대상종의 자원상태를 평가하는 전문가그룹(Working Group)이 자원평가 및 연구결과를 제공하게 된다(그림 51). 자원관리의 가장 기초가 되는 것은 어획통계자료인데, 이 자료는 조업국의 조업선, 승선읍서버 또는 항구샘플링에 의해 수집이 되어 지역 수산 기구에 제출된다. 제출된 자료는 전문가회의에 의해 자원평가 자료로 사용되며 자원평가 결과는 과학위원회에 상정되어 검토되며 과학위원회는 동결과에 근거하여 총회에 자원상태에 대한 권고안을 상정하게 된다. 총회는 과학위원회의 권고안에 근거 특정자원에 대한 관리조치를 결정하게 된다. 총회가 내린 결정에 대해서는 각 회원국은 국내조치를 단행하여 회원국의 조업선이 보존조치를 위반하지 않도록 감독하여야 한다.

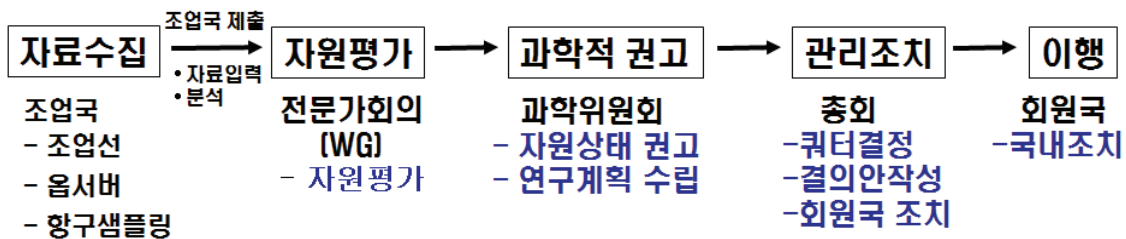


그림 51. 국제 수산자원 관리 흐름도

지역 수산 기구는 관할수역에서 조업 중인 소속국가를 회원국으로 가입시켜 어업관리 규범을 준수하도록 규정하고 있다. 어업관리수단의 준수 의무를 회피하기 위해 회원국으로 가입하지 않은 국가에 대해서는 어업기회를 부여하지 않거나, 무역규제 조치를 통해 비회원국 어선으로부터 어획된 물량의 수입을 금지하게 하는 등으로 비회원국 어선의 통제를 강화하고 있다.

현재 어업자원을 관리하는 지역 수산 기구는 14개 정도이며(그림 52), 이 가운데 다랑어류만을 대상으로 설립된 기구가 6개로 가장 많다. 이들은 태평양에 중서부태평양수산위원회(WCPFC), 전미열대다랑어위원회(IATTC), 북태평양다랑어류 및 유사종 국제과학위원회(ISC), 인도양에 인도양다랑어위원회(IOTC), 대서양에 대서양다랑어보존위원회(ICCAT), 그리고 남방참다랑어만을 대상으로 협약수역이 3대양에 걸쳐있는 남방참다랑어보존위원회(CCSBT)가 있다. 그리고, 명태를 대상으로 설립된 베링해명태협약(CBSPC), 저층어류를 관할하는 북서대서양수산기구(NAFO), 남서인도양수산위원회(SWIOFC), 남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR), 그리고 최근에 설립이 추진되고 있는 북태평양저층어업기구(NPBF), 남태평양지역관리기구(SPRFMO), 남동대서양수산기구(SEAFO) 등 14개 지역수산관리기구가 퍼져있어서 현재 공해상에서 자유로이 조업할 수 있는 공간은 이제 더 이상 없다고 보아도 과언이 아니다. 세계 각 수역에서는 기존 지역 수산 기구 이외에도

새로운 기구가 다수 설립되어 해당지역 어업자원을 관리하고 있다. 이러한 양적인 확대만이 아니라 관리의 실효성을 위해 총허용어획량(TAC) 제도, 금어기·금어구역 등 지역수산기구에 의해 채택되는 어업관리수단의 수도 크게 증가하고 있다.

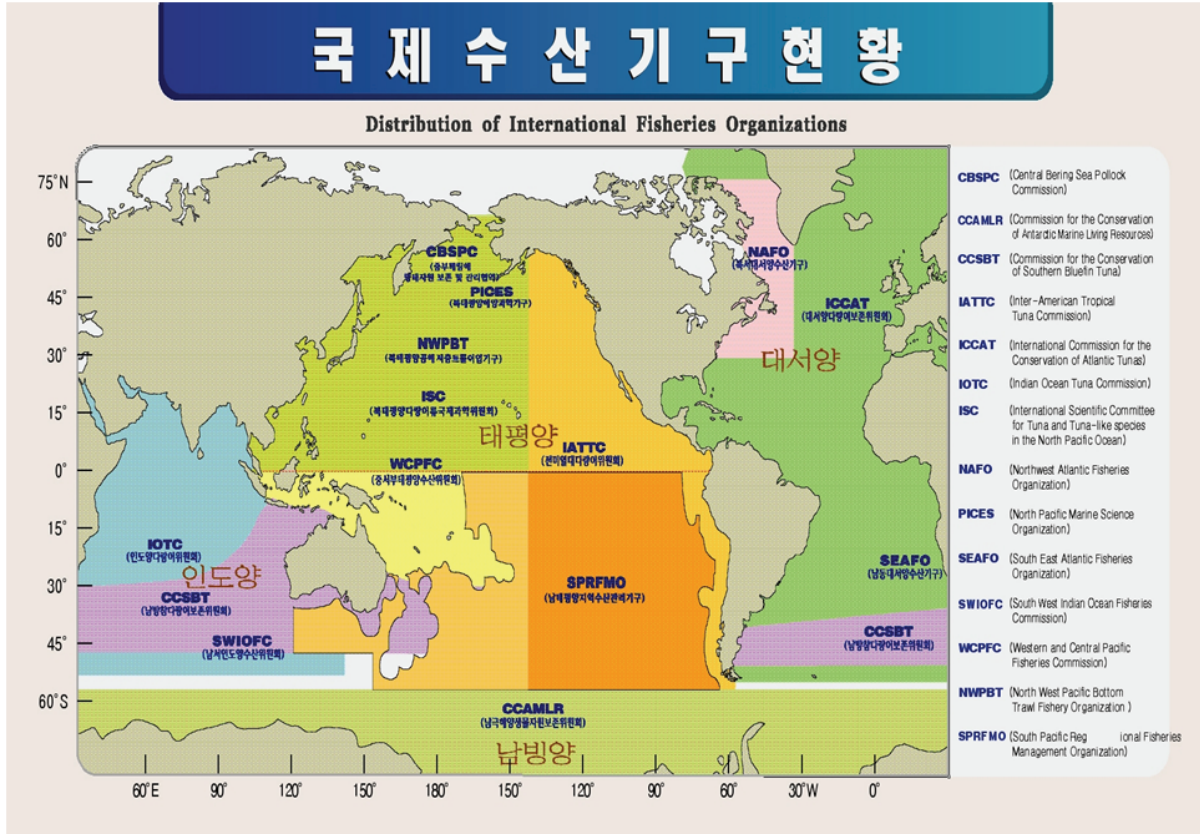


그림 52. 국제 수산 기구 현황 분포

FAO의 예측에 의하면, 2030년까지 세계수산물 생산은 인구의 증가에 의한 식량수요의 증가에 의해 지속적으로 증가할 것으로 보인다. 다만 증가속도는 과거에 비해 둔화 되겠으며 이들 수산물의 증가는 잡는 어업보다는 양식에 의해 증가할 것으로 추정된다. 따라서 잡는 어업은 현재의 수산자원상태를 고려할 때 현 상태를 유지할 것이며 양식은 계속 증가하겠으며 특히 중국의 증가세가 뚜렷할 것으로 예측된다. 세계의 어업자원은 약 80%가 완전 개발 되었거나 남획/고갈 상태이며, 나머지 약 20%가 개발여지가 있으므로 앞으로의 수산자원이용은 이들 20%의 자원에 대한 전략적인 개발계획을 수립하여야 할 것이다. 또한, 이미 완전 개발된 자원의 경우, 국제공동자원의 관리가 지역수산관리기구를 중심으로 이루어지고 있는 점을 감안, 국제기구의 규제에 능동적으로 대처하기 위해 국제 협력을 강화하고, 또한, 책임어업국으로서의 보존조치를 철저히 준수함으로써 지속적인 이용을 도모하여야 할 것이다.

3. 에너지자원(석유와 천연가스)

인류가 불을 발견하여 동물과 다른 인간으로서 생활을 시작한 이래 수 만 년 동안 인간에게 가장 유용한 삶의 도구인 불을 거의 전부 나무로부터 얻어 왔는데, 지금은 인류가 필요로 하는 에너지의 90% 이상을 석탄, 석유, 천연가스와 같은 화석연료로부터 얻고 있다. 화석연료의 가장 큰 특징은 고갈성 자원이라는 점이다. 재생 가능한 생물학적 자원과 달리 한번 채굴하여 사용하면 영원히 재생할 수 없다.

현재와 같은 속도로 화석연료를 소비한다면 화석연료는 언제 고갈될 것인가? 석탄의 경우 앞으로 500년 이상 사용할 수 있는 분량을 확보 가능한 것으로 예상되지만 석유는 앞으로 40~50년간 사용할 분량 밖에 확보되어 있지 않다. 지난 수십 년간 석유 생산량이 꾸준히 증가하였음에도 불구하고 석유의 채굴 가능한 연수가 50년 내외로 유지되는 것은 석유생산에 해당하는 분량의 새로운 매장량을 확보해 왔기 때문이다. 그러나 화석연료가 영원히 고갈되지 않을 것이라는 생각은 잘못된 것이다. 왜냐하면 지표 가까이 위치한 개발하기 쉬운 대규모 유전은 모두 발견되어 개발되었으며, 소규모이거나 깊은 곳에 매장되어 개발하기 어렵고 비용이 많이 드는 유전만 남아 있는데, 나중에는 이러한 아직 발견되지 않은 매장량도 바닥이 날 수 밖에 없기 때문이다.

각국은 육상과 해저에서 석유와 천연가스 개발에 심혈을 기울이고 있다. 자원탐사와 개발은 고도의 과학기술이 필요한 특수성을 가지고 있다. 석유와 천연가스의 육상 채굴량의 감소로 해저유전이 적극 개발됨에 따라 해저유전으로부터 채굴되는 비중이 높아지고 있다. 최근에는 수심 1,000 m 이상의 심해에서도 석유개발이 이루어지고 있다. 2001년 통계로 총 석유생산 24억 배럴 중 35%인 약 8억 배럴이 해저유전에서 생산되고 있다. 천연가스는 총 가스 생산 90조 ft³의 25%인 23조 ft³가 해저에서 생산되었다. 앞으로 이 비율은 계속하여 높아질 전망이다.

석유의 궁극 가체매장량은 총 2조 7천억 배럴 중 약 1조 7,745배럴(65%)은 이미 발견되었고, 남은 9,450배럴이 인류의 노력에 따라 발견될 수 있는 양이다. 전체 자원량 중 약 70%는 육상에 나머지 30%는 해양에 부존되어 있다. 육지에서는 자원량의 70%가 이미 발견되었고 접근이 어려운 것만 남았다. 이에 반해 해양에서는 전체량의 38%만이 발견되어 나머지 62%는 아직 미발견 상태이다. 앞으로 장기적으로 석유개발은 북극해, 남극주변 및 심해분지 등 혹독한 조건하에 있는 지역으로서 이 지역의 매장량에 대한 중요성이 커질 것이다. 세계 가스 생산량은 매년 증가하고 있으며 해저생산량도 함께 증가하고 있다.

현재 우리나라는 울산 앞에서 가스를 생산하고 있으며, 다른 해역에서 계속 조사 중이다. 그러나 근본적으로 화석에너지는 해외에서 들여오므로 해외유전 개발이 필요하다. 1981년 최초로 인도네시아에서 유전을 공동으로 개발한 것을 시작으로 많은 곳에서 해외유전을 개발 중이고 석유와 가스를 생산 중이다. 따라서 해외 유전개발의 경험을 살려 세계 해안광구개발에 참여하는 동시에 우리나라 대륙붕 조사 및 개발에도 힘써야 한다.

우리나라는 높은 에너지 해외 의존으로 인한 에너지 공급 안정성이 매우 취약한 형태로 전체에너지 소비량의 97%이상을 수입에 의존하고 있으며, 에너지 소비의 석유 의존

도가 높고, 정치적으로 불안정한 중동지역 석유의존도가 높아 에너지위기에 탄력적 대응하기가 곤란하다. 석유의 안정적인 수급을 위해 다각적인 원유조달 방안을 마련하고, 정제시설의 고도화 및 비축시설의 확충을 지속 추진하며, 해외유전개발을 적극 추진하고 있다. 우리나라의 해외 석유개발 현황은 다음과 같다(그림 53).

- 중동: 예멘(마리브), 오만(부카), 카타르(라스라판)
- 아시아태평양: 인도네시아, 베트남, 호주, 중국, 파푸아뉴기니, 미얀마
- 북남미: 미국, 캐나다, 아르헨티나, 볼리비아, 브라질
- 유럽: 영국(Ozoqxls), 러시아(서캄차카)
- 아프리카: 이집트, 리비아, 알제리, 적도기니, 코트디부아르, 에리뜨리아, 베냉

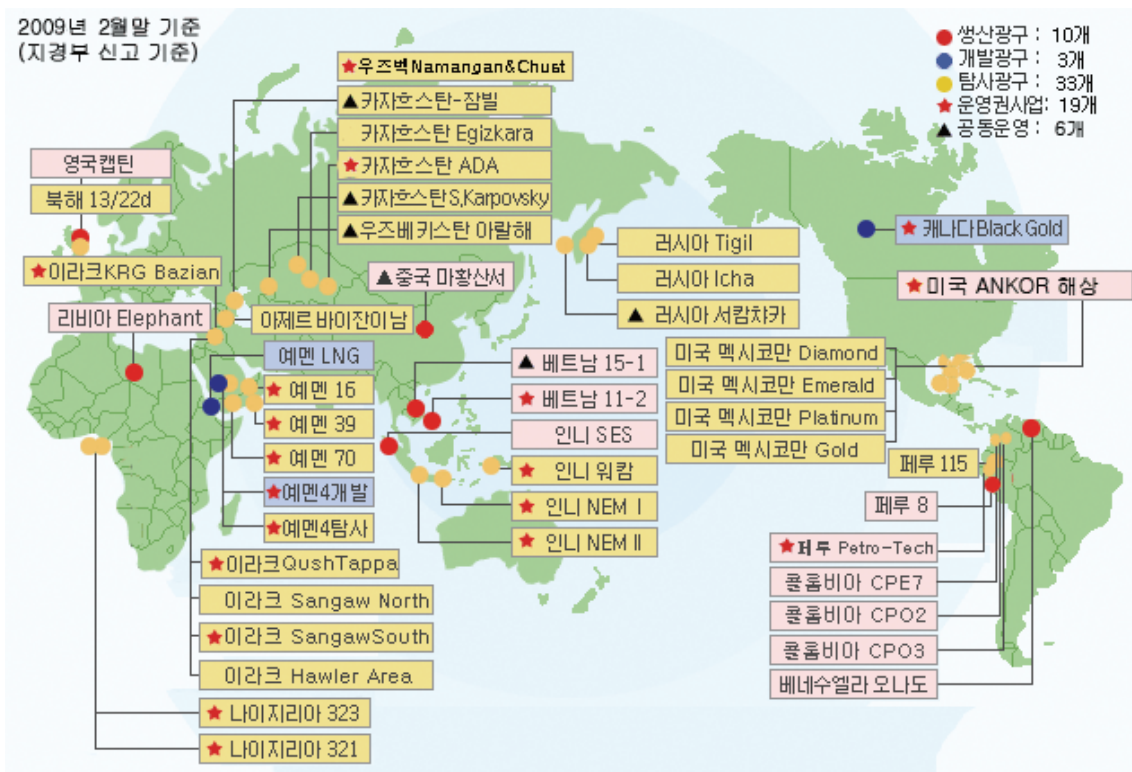


그림 53. 한국 석유 개발 현황(2009년 2월말 기준)

정부는 자원 확보 패러다임을 “안정적 에너지 도입” 위주에서 “적극적인 해외자원 개발” 중심으로 전환하고, 정상외교 등을 통해 해외 자원 확보를 범국가적으로 노력한 결과, 우리나라의 자원개발 역량이 비약적으로 증가하고 있으며, 정상자원외교를 필두로 정부의 적극적인 지원과 석유공사 등 자원개발기업의 노력으로 약 116억 배럴로 추정되는 원유·가스를 확보하여 2007년 말 누적 확보량(추정치)은 168억 배럴을 기록하고 있다(그림 54). 해외유전개발투자 또한 05년 9.5억불을 기록하였으며, 06년 들어 사상 최초로 1조원을 뛰어넘어 약 1.5조원을 투자한 것으로 집계되었고, 신규진출사업수도 20개를 상회한 가운데 현재 유전 개발 사업은 30개국 83개 사업이 진행 중에 있다. 세계 석유확인 매장량은 2006년 말 기준으로 중동이 61.5%로 가장 높으며 가채년수도 가장 79.5년으로 가장 길다. 아시아와 태평양 국가들의 비중은 3.4%이고 가채년수는 14년이다(표 13).



그림 54. 세계 원유·가스 매장량 중 우리나라 확보량

표 13. 세계 석유확인 매장량(2006년말 기준)

세계 석유확인 매장량(2006년말)							
	십억 배럴	비중	가채 년수		십억 배럴	비중	가채 년수
북미	59.9	5.0%	12.0	시리아	3.0	0.2%	19.7
미국	29.9	2.5%	11.9	U.A.E	97.8	8.1%	90.2
캐나다	17.1	1.4%	14.9	예멘	2.9	0.2%	20.0
멕시코	12.9	1.1%	9.6	기타	0.1	◆	6.6
중남미	103.5	8.6%	41.1	아프리카	117.2	9.7%	32.1
아르헨티나	2.0	0.2%	7.5	알제리	12.3	1.0%	16.8
브라질	12.2	1.0%	18.5	앙골라	9.0	0.7%	17.6
콜롬비아	1.5	0.1%	7.4	차드	0.9	0.1%	16.1
에콰도르	4.7	0.4%	23.4	콩고	1.9	0.2%	19.9
페루	1.1	0.1%	25.6	이집트	3.7	0.3%	15.0
트리니다드토바고	0.8	0.1%	12.8	기니	1.8	0.1%	13.8
베네수엘라	80.0	6.6%	77.6	가봉	2.1	0.2%	25.3
기타	1.3	0.1%	24.9	리비아	41.5	3.4%	61.9
유럽 & 유라시아	144.4	12.0%	22.5	나이지리아	36.2	3.0%	40.3
아제르바이잔	7.0	0.6%	29.3	수단	6.4	0.5%	44.2
덴마크	1.2	0.1%	9.3	튀니지	0.7	0.1%	27.5
이탈리아	0.7	0.1%	18.2	기타	0.6	0.1%	24.6
카자흐스탄	39.8	3.3%	76.5	아시아·태평양	40.5	3.4%	14.0
노르웨이	8.5	0.7%	8.4	호주	4.2	0.3%	21.3
루마니아	0.4	◆	11.7	브루나이	1.1	0.1%	13.7
러시아	79.5	6.6%	22.3	중국	16.3	1.3%	12.1
투르크메니스탄	0.5	◆	9.2	인도	5.7	0.5%	19.3
영국	3.9	0.3%	6.5	인도네시아	4.3	0.4%	11.0
우즈베키스탄	0.6	◆	13.0	말레이시아	4.2	0.3%	15.4
기타	2.2	0.2%	13.2	태국	0.5	◆	4.3
중동	742.7	61.5%	79.5	베트남	3.3	0.3%	24.3
이란	137.5	11.4%	86.7	기타	1.0	0.1%	12.9
이라크	115.0	9.5%	*	세계 총계	1,208.2	100%	40.5
쿠웨이트	101.5	8.4%	*	OECD	79.8	6.6%	11.3
오만	5.6	0.5%	20.5	OPEC	905.5	74.9%	72.5
카타르	15.2	1.3%	36.8	Non-OPEC‡	174.5	14.4%	13.6
사우디	264.3	21.9%	66.7	구조련 연방	128.2	10.6%	28.6

BP 통계 기준
 00년 이상 / ◆ 0.05% 미만 / ‡ 구조련 연방 제외

제4절 해양선진국과의 국제협력

1. 일본과의 국제협력

해외 연구거점(해양과학기지)를 구축하고자함에 있어서 해양선진국의 기술과 경험은 절대적으로 필요하다. 이것은 그 국가들이 가지고 있는 태평양이나 인도양의 도서국가 또는 개발도상국 여러 나라에 기지를 구축, 운영한 경험뿐만 아니라, 각종 연구를 수행하기 위한 전략 및 연구설비 또는 유지보수의 기술적 기반을 후발주자로서 단기간 내에 습득하고 공동연구협력을 위해서 필요하다. 태평양의 도서국가나 동남아국가들에 진출한 일본의 경험은 서태평양과 동인도양 연구센터 구축에 거의 절대적이며, 한편 동태평양이나 서인도양에 연구센터를 구축하는 일은 미국과의 협력 없이는 거의 불가능하다고 볼 수 있다.

일본의 해외기지 진출을 위한 노력은 해양과 항공우주연구에 거의 집중되어 있으며, 해양 분야에서는 일본해양연구개발기구(JAMSTEC)가 그 주역이라고 할 수 있다. 일본은 1980년대 후반 이후에 대양연구에 집중하여 '일본해양연구개발기구'는 1992년 이후 열대 서태평양에 16개, 수마트라 인근 열대 동인도양에 2개의 관측부이를 계류운영하고 있다. JAMSTEC은 요코스카에 본부를 두고 일 년에 2회, 1회에 9개의 부이를 교체하는 방식으로 운영하고 있으며, 혼슈 북부에는 계류부이 제작을 담당하는 공작창을 따로 운영하고 있다(그림 55).

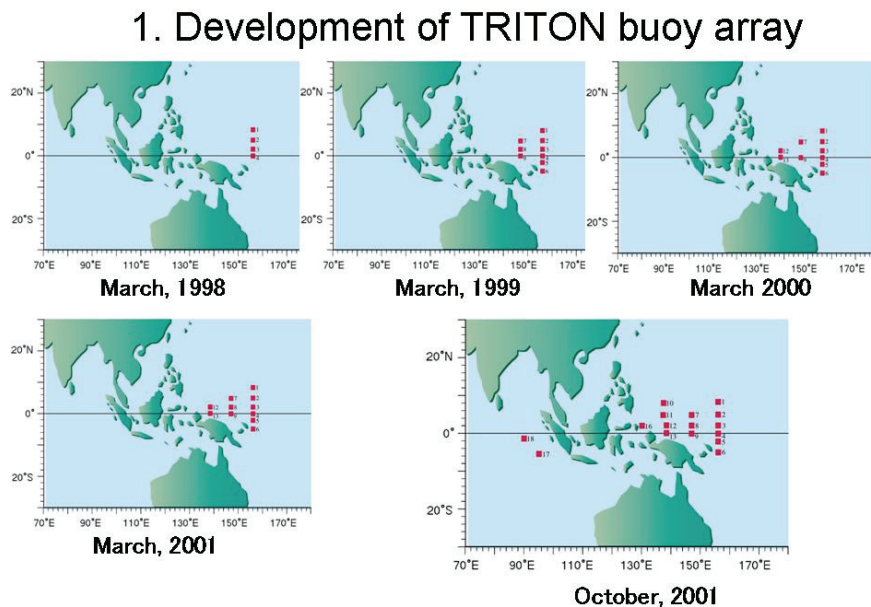


그림 55. 일본해양연구개발기구 (JAMSTEC)에서 최근 10년 동안 열대 서태평양과 동인도양 수마트라 인근해역에 설치 운영 중인 Triton 부이 시스템 위치도

일본은 일찍이 동남아시아 도서국가와 인도네시아에 진출하여 국제협력 기반을 다져왔다. 피지에는 대학을 포함한 거의 대부분의 사회기반시설이 일본의 자본으로 형성되었으며, 팔라우가 마이크로네시아 연방국에서 탈퇴하여 독자적으로 독립국이 된 데에는 일본의 절대적인 영향력이 작용했다. 이러한 일본의 노력과 많은 자본의 투입에도 불구하고 동남아시아 여러 국가에서 일본을 대하는 시각은 그리 곱지 않은데 그 이유는 2차 세계대전의 침략국이었던 사실 이외에도 상대국의 자립을 위한 기술전수 등에 현재까지 인색했기 때문이라는 것이 큰 장애요인으로 남아 있다.

최근에 동남아시아 진출이 크게 눈에 띄는 중국에 대해서도 이 나라들의 시각이 일본에 대한 감정과 비슷한 거부감을 가지는 데 비하여 상대적으로 우리나라와 관계가 거의 없었던 동남아 국가들은 우리나라에 대하여 매우 호의적인 태도를 취하고 있는 듯하다.

우리나라가 동남아나 태평양 도서국가들과 국제협력관계를 도모하기 위해 일본의 경험과 기술을 반면교사로 삼아 상대국의 이익과 우리나라의 이익을 함께 취하는 방향으로 목표설정을 해야 한다. 경우에 따라서는 우리나라가 진출하는 데에 전략적으로 일본의 기술과 경험을 끌어들이 3국간에 공동연구형태를 취할 필요도 있다.

2. 미국과의 국제협력

북태평양은 일본과 러시아, 미국의 EEZ가 거의 대부분을 차지하고 있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 북서태평양은 일본의 영향력이 지배적이며, 태평양 중부와 북동태평양은 미국의 영향이 절대적이다. 그러므로 미국과의 국제협력은 대양연구에 있어서 매우 중요한 선결조건이며, 더구나 태평양 연구에서는 일본과 더불어 가장 중요한 상대국임은 두말할 나위조차 없는 사실이다.

미국과의 해양분야 국제협력은 해양대기청(NOAA)을 통해서 대부분 이루어지며, 그 이외에는 각 대학과의 개별적인 협력이 주종을 이루고 있다. 해양대기청은 열대태평양과 인도양에 실시간 부이계류관측 시스템을 운영하는 데에 많은 노력을 기울이고 있다. 따라서 미국과의 해양과학협력은 해양대기청 (NOAA)과의 협력이 전제되어야 한다. 우리나라와 미국 사이에는 해양과학기술협력을 위한 정부간 합의가 이루어져 지난 10년 동안 해양수산부 (국토해양부)와 미국 해양대기청 사이에 기술훈련 및 인력교류가 진행되어 왔다. 이러한 양국 간의 협력사업은 실질적인 공동연구를 수행하기 위한 기반을 조성하는 소액사업으로서 협력기금 출연을 통하여 이루어진다.

한미 해양과학기술 협력사업에서 기후변화분야를 새로이 추가한 해양관측패널 (Marine Observation Panel)을 신설하여 2010년부터 기후변화 워킹그룹을 통하여 신규 협력사업이 2~3가지 추진된다. 이것은 이제까지와는 다르게 단순한 인력교류와 교육훈련의 차원을 넘어서 실질적인 국제공동연구를 수행하기 위한 기반을 마련했다는 점에서 2009년 4월 마이애미 AOML에서 개최된 제2차 패널회의는 한미해양과학기술협력의 획기적인 계기가 될 것이다.

여기에서 논의된 기후변화 협력과제는 대양계류기술과 북서태평양 기후모델, 그리고 기후변화에 따른 사회경제적 편익에 관한 것들이며, 이 협력과제들이 구체화되면 2010년부터 수행될 예정이다. 또한 AOML측의 전지구 대양 표층뜨개 투하사업에 한국측에서 북서태평양 현장 관측 시 협조하기로 약속한 사항은 이 패널(MOP)을 통한 미국과의 공동연구협력을 더욱 공고히 하는 촉매제 역할을 발휘할 것이다(그림 56).

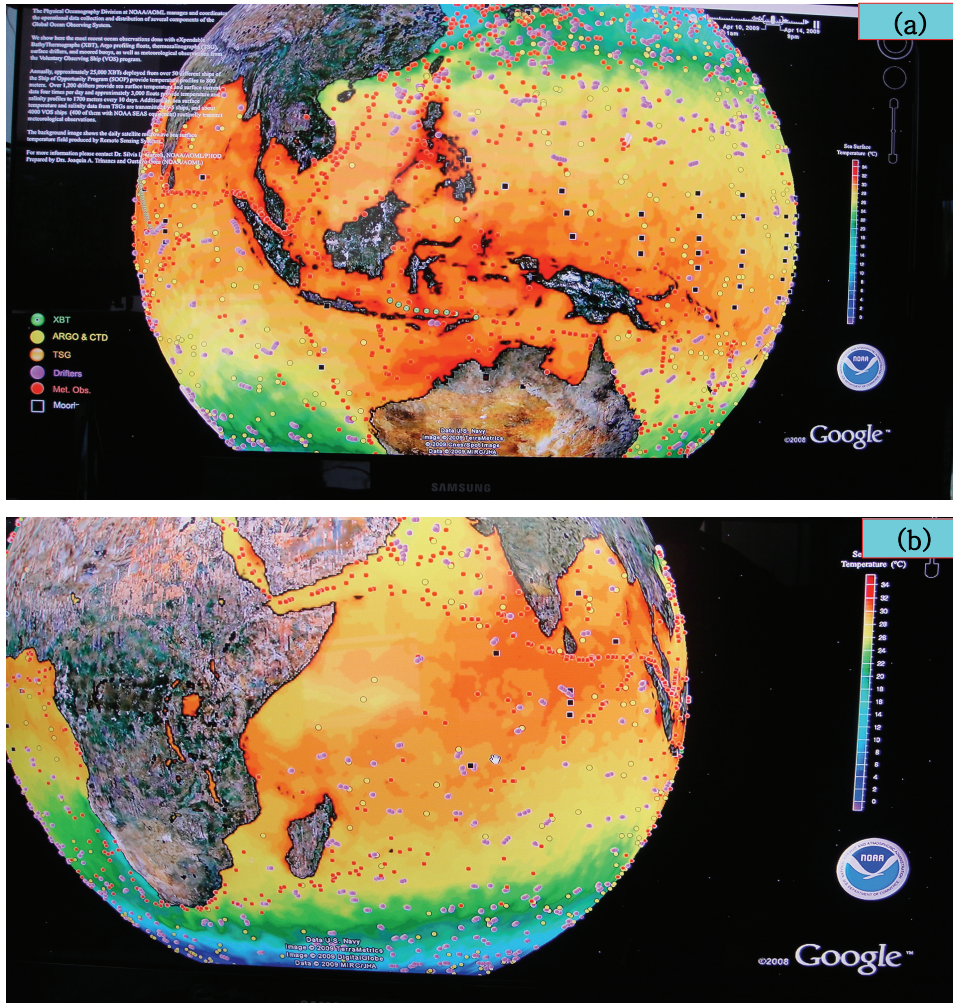


그림 56. 대서양 해양기상연구소(AOML)에서 실시간 감시중인 전지구 관측 표층뜨개, 심층뜨개(ARGO), XBT, TSG, 기상관측점, 계류관측점의 위치도((a)는 서태평양과 동인도양, (b)는 인도양에서의 관측점을 보여준다.)

미국 해양대기청(NOAA)에서는 열대 태평양 해역에 계류 중인 TAO-TRITON 부이 시스템의 TAO 부이관리를 국가자료부이센터(NDBC)에 위임하고, 인도양 계류관측 시스템(RAMA) 구축에 국제협력 공조를 요청하고 있으며, 우리나라의 참여를 절실하게 희망하고 있다. 인도양에서 발생하는 문순과 쌍극자 모드(IOD)가 태평양의 열대해역에서 발생하는 엘니뇨만큼이나 우리나라에 직접적인 영향을 미친다는 점 이외에도 해외기 지구 축을 통한 대양연구를 수행하려면 미국과의 협력이 필수적이므로 인도양 계류시스템 구

측에 우리나라가 기여할 부분을 찾는 것은 필요하고도 바람직한 방향이다.

미국과의 협력은 정부 기관으로서 해양대기청 이외에 태평양의 중심에 위치한 하와이 대학과의 연구협력이 태평양 연구에 매우 중요하다. 하와이는 열대 서태평양에서 10세기경에 적도무풍대(doldrums belt)를 따라 이주한 폴리네시아인의 후예들이 정착하여 1810년 카메하메하에 의해서 통일된 하와이왕국이 형성되었으며, 1874년에 미국이 하와이의 배타적 무역권을 취한 이후 1959년에 미국의 50번째 주로 편입되었다. 미국과의 교류 초기에는 사탕수수가 무역의 주종이었으나, 미국의 영토로 편입된 이후에는 사탕수수와 파인애플 산업보다는 관광수입에 더 크게 의존해 왔다. 1990년대에 일본경제의 침체와 함께 하와이 경제가 동반 침체되는 어려움을 겪은 이후 예전보다 공격적으로 관광산업 개발에 더 많은 노력을 기울이고 있다.

1970년대 하와이에서 해양분야 연구사업은 크게 해양온도차발전(OTEC)과 쓰나미 연구에 집중되었으며, 그 이후에는 해양생물을 중심으로 Sea Grant 프로그램이 주종을 형성하였다가 2004년 연말에 인도네시아 수마트라 해상에서 발생한 쓰나미 참사 이후 '쓰나미 경고센터'를 중심으로 연구비가 다시 크게 증가되었다.

1980년대 이후 하와이대학교 Wyrтки 교수에 의해서 태평양과 인도양에 구축된 해수면관측 네트워크를 모니터링 하는 '해수면연구센터(UHSLC)'는 현재까지 대양에서의 해수면 변화 연구감시에 크게 기여해 오고 있다(그림 57).

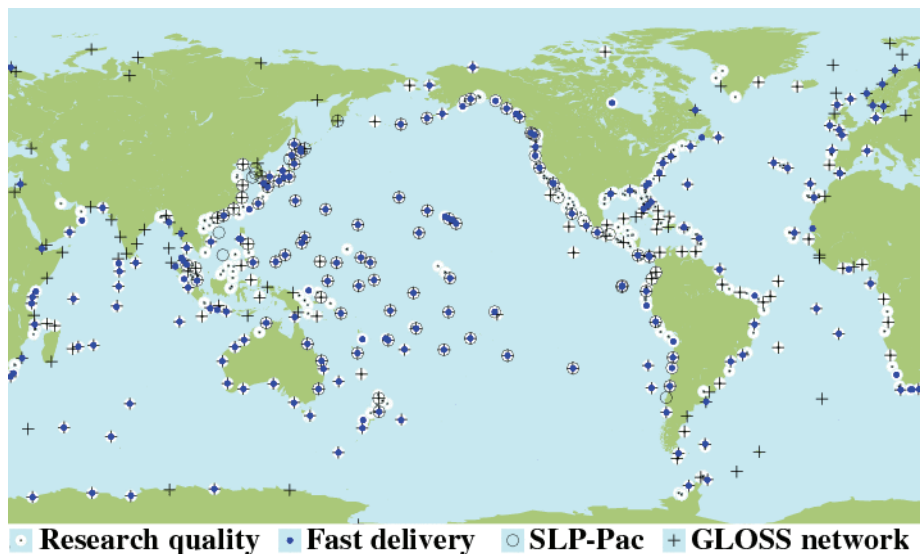


그림 57. 하와이대학교 해수면 연구센터에서 감시 운영 중인 조석계 정점과 각국의 조석자료교환 정점을 포함한 GLOSS 네트워크

제5절 대형연구선 활동과 쇄빙연구선 통과해역

1. 대형 해양과학연구선 활용 예상 탐사해역

국내의 연구선이 대부분 연근해 위주로 활동하게 되어 있는 중소형이며, 향후 대양에 대한 해양연구의 수요를 부응 위하여 대형 해양과학연구선을 건조할 필요성이 있다. 대형해양과학연구선이 건조되어 활동하게 되면 기항지가 필요하게 되며 대양연구거점은 대형해양과학연구선의 활동에 많은 도움을 줄 수 있다.

현재 각 기관별 국내 대양연구 현황을 보면 다음과 같다.

○ 한국해양연구원

한국해양연구원은 시급한 국가 현안 및 미래문제에 대한 과학적 해답 제시를 중점 전략 목표로 선정하고, 미래 문제에 대한 해답 제시를 위해 “기후변화 대응”을 중점 연구 목표로 추진 중이다. 기후 변화 대응의 주요 연구 주제로는 ①기후변화 예측 역량 강화 ②한반도 기후 변화 조절 해양지역 확인 ③해양기인 한반도 기후변화 조절 기작 규명 ④기후 변화 기인 반응 특성 연구 ⑤단·중장기 국가 표준 해양변화 시나리오 구축 ⑥ 국내 기후 변화 연구 주도를 위한 국제 연구 협력 프로그램 개발 ⑦통계적 예측에 따른 예비 시나리오 평가 등이다. 이 연구들은 한반도 기후에 영향을 주는 대양에서의 원인을 규명하고 특성을 파악하는 것이 주요 연구 내용으로 포함되어 있다. 다음은 한국해양연구원에서 수행중이거나 수행되었던 대양을 대상으로 하는 연구 사업들이다.

- 심해저 광물자원 개발사업(1982년)

동태평양으로 1982년 ‘심해저 광물자원 개발방안 연구’를 시초로 시작되어 1992년 유망광구를 확보하고, 1994년 광구 등록을 하면서 본격적으로 추진됨, 현재 서태평양의 통가 및 피지 등에서도 사업이 진행됨.

- 열대서태평양의 해황변동성 연구(1992년)

우리나라 최초의 대양을 연구할 수 있는 연구조사선 온누리호가 취항하면서 1992년과 1993년 적도 서태평양에서 최초의 대양연구인 ‘적도 중단 관측’을 수행하여 TOGA 연구 사업에 기여할 수 있는 초기 기반을 갖추.

- 한·남태평양 해양연구 센터(1998년)

1998년 센터설립을 위한 적지 선정 현지조사와 설치 계획을 확정된 후, 2000년 센터를 마이크로네시아 축주에 설치 운영함. 열대해양의 생물다양성 및 자원 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있음.

- 국제공동 해양조사 연구(2001년)

무인 해양관측기인 ARGO 뜰개를 사용하여 현장 관측이 어려운 남극해를 중심으로 수심 2000 m까지 해수수온, 염분, 밀도 등을 실시간으로 관측하면서, 2001년 이후 전 지구인 기후 변화 연구 프로그램에 기여함.

- 북서태평양이 한반도 주변해(대한해협)에 미치는 영향 연구(2006년)

우리나라 기후 변화 영향을 파악하기 위하여 열대서태평양 해역 변동성과 우리나라에

주변해역 변동성의 상관관계 규명 및 북서태평양의 대기 및 물리, 생지화학 인자의 변동이 우리나라 주변해역 환경변화에 미치는 영향을 분석하고 예측하기 위한 종합적인 대양연구 사업을 본격적으로 시작함.

○ 국립해양조사원

국립해양조사원은 북서태평양의 표층해류의 유동구조를 해석하고 동북아 해류도를 간행하는 등 해류 자료를 실수요자(해운업계, 수산업계, 해군 등)에게 제공하기 위한 '국제공동 해류조사' 사업을 2004년부터 5년 동안 진행하였다. 이 연구를 통하여 서태평양(루손해협)의 해류 관측, 인공위성에 의한 해표면 고도편차의 분석, 그리고 위성추적 뜰개를 이용한 해류 관측으로 북서태평양의 해수가 루손해협으로 관입되는 현상에 대하여 계절적 변동과 해류의 연직구조에 대한 관측을 수행하여 전 지구 기후변동 연구의 기초자료를 확보 하였다.

○ 국립수산과학원

국립수산과학원에서는 어업자원의 관리, 수산생물의 양식기술 개발 및 자원조성, 어구어업 및 양식시설물의 개발, 수산물 위생관리 및 고부가가치의 기능성 식품소재 개발 등의 조사·시험 및 연구에 관한 사업을 수행한다. 대양의 수산자원 및 어업에 관련된 다음과 같은 사업을 수행하고 있다.

- 어업 자원분야 - 국제어업 옵서버 프로그램(2004년 이후)
국제공동자원평가 및 관리연구(1980년 이후)
원양어업 자원 조사 (1976년 이후)
해외어장 개발 및 이용 연구 (2001년 이후)

○ 기상청

기상청 기상연구소는 세계기상기구(WMO)와 국가간 해양과학위원회(IOC)의 국제공동 프로그램으로 전 지구 기후/해양 관측 시스템 (GCOS/GOOS)과 기후 변동 및 예측 실험(CLIVAR), 전 지구 해양 자료동화 실험(GODE) 사업과 연계하여, 시공간적인 해양의 수온, 염분 및 해류의 준 실시간 감시 및 체계적인 관측을 위한 ARGO 사업을 2002년부터 진행 하고 있다. 이 사업으로 동해와 북서태평양에 ARGO 뜰개를 투하하고, ARGO 자료의 관리 및 활용 체계를 구축하였다.

대양에 대한 국내 연구현황을 요약하면 여러 분야에 걸쳐 연구하고 있지만 실질적으로 연구선을 이용하는 기관은 한국해양연구원과 국립해양조사원이 있다. 대부분의 대양연구는 한국해양연구원에서 이루어지고 있다. 구체적으로는 태평양에서의 심해저광물 자원(망간단괴)탐사, 북서태평양에서의 대양연구, 남서태평양에서의 해저열수광상 및 망간각 개발, 남태평양 마이크로네시아 주변해역에서의 해양생태계 연구 등 주로 북서태평양과 남태평양에서 연구가 수행되고 있다.

태평양과 인접한 주변국인 일본의 경우에는 고체지구분야, 환경관측분야, 극한환경분야, 생물분야, 수산분야 등 다양한 연구목적의 해양연구선들을 활용하여 전 지구적으로 활동하며 특히 태평양, 인도양 등에서 집중적인 연구를 수행하고 있다. 우리나라도 태평

양에서는 물론 인도양 등까지 연구활동 범위를 확장하여 전 지구규모에서 발생하는 현상에 대한 규명과 문제해결을 위한 연구수요가 대폭 증가하고 있는 추세이다(표 14).

표 14. 예측된 대형해양과학연구선 활용 연구 및 일 수

활용기관	연구분야	활용일수
출연(연) 등 연구소	대양저 해양광물자원 개발 - 태평양 심해저 광물자원(망간단괴) 개발 - 남서태평양 해양광물자원(해저열수광상) 개발	100
	해양관측 및 기후변화연구 - 북서태평양이 한반도 주변해에 미치는 영향연구 - 지구미래예측 연구프로그램	70
	해양생물자원 확보 - 기후변화에 따른 심해 생물영향평가 기술개발 - 극한환경 유용 생물자원 확보기술 개발 - 유용어류의 생물종 확보를 위한 대양연구 - 해외 해양생물자원 확보를 통한 해양생명공학기술 연구 - 대양탐사에 의한 해양바이오에너지 원료발굴 및 개발	65
	선진 대양해군 지원 사업 - 해로안보를 위한 해양환경정보 획득조사 및 이용	50
산업계·학계	국제공동연구 등	50
계		335

대형 해양과학연구선을 활용한 우선수행 연구해역에 대한 선호도와 연구주제를 설문조사 한 결과도 현재 우리나라에서 주로 연구활동을 수행하고 있는 서태평양이 48.1%로 월등하게 많은 응답을 보였으며, 그 다음으로 하와이 주변해역 10.1%, 북동태평양 7% 등의 순으로 조사되었다(그림 58).

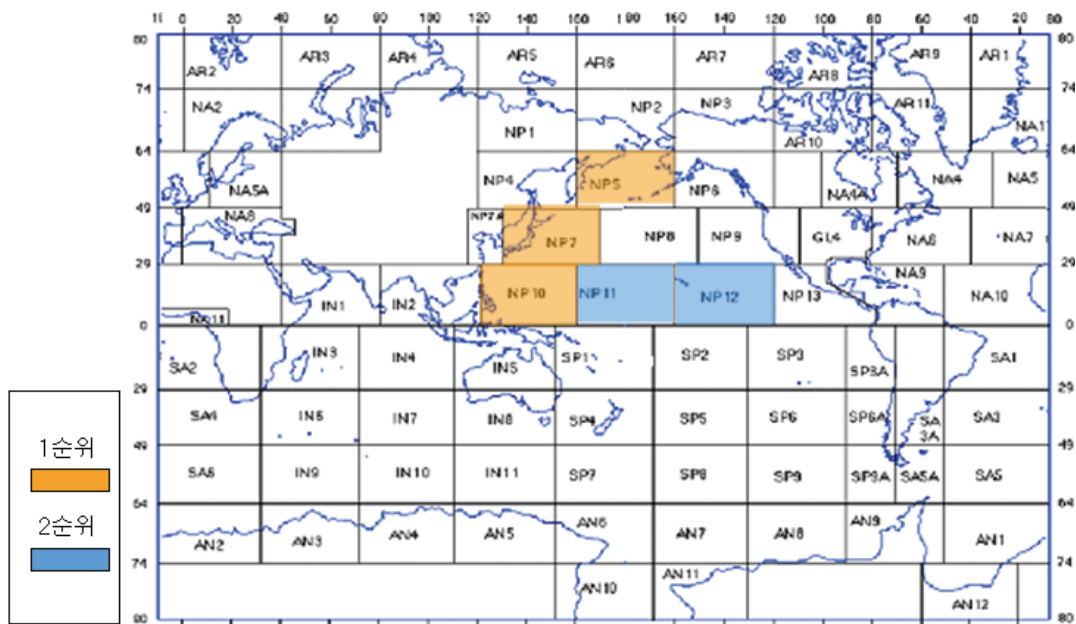


그림 58. 대형해양과학 연구선 이용 연구 우선수행 해역 1, 2순위 설문결과

2. 쇄빙연구선 양극간 통과 해역

2009년에는 우리나라 최초로 쇄빙연구선(아라온호)이 진수되며 연구에 투입된다. 쇄빙연구선은 주로 남북극의 연구를 위하여 활동하게 되지만 항상 한국과 남북극을 오가게 된다. 따라서 이 항로를 따라 대양을 연구할 수 있으며, 대양연구거점의 위치는 이러한 연구활동 경로와 일정에 중요한 역할을 할 수 있다.

전 지구적 기후 변화 감시와 예측 및 다양한 기후대에 있는 해양의 역할 규명을 위해서는 양 극간을 통과하면서 위도에 따른 해양조사가 필요하다. 또한 단순히 기후와 해양의 물리적인 변화뿐만 아니라 위도별로 다양한 환경에 적응하여 살아가는 해양생물의 생태계를 이해하고 보호하기 위하여, 그리고 해양생물권과 대기권의 상호작용의 대한 이해와 기후변화에 반응하는 해양생물의 분자군집 구조와 기능을 파악하기 위해서는 양 극간 통과 해역 종단 해양-대기-생태계 관측이 필요하다. 이러한 조사는 양극 지역 탐사 및 보급을 위한 쇄빙연구선이 활용되기 시작하면 우리나라와 양 극지 이동 경로를 활용하면 가능하다.

한반도와 남극 세종기지, 대륙기지, 그리고 북극해를 연결하는 아라온 탐사 경로를 4개의 구역(그림 59)으로 나누어 각 해역의 해양생태적 특징에 따라 연구할 수 있다. 이 경로는 예상경로로써 사업계획에 따라 변경될 수 있다. 더욱이 적절한 장소에 연구거점이 있다면 그 연구거점을 경유하게 경로를 만들 수 있을 것이다. 그렇게 함으로써 대양연구 거점을 중심으로 대양연구 과제들이 응집될 것이며, 자연적으로 정보교류가 활발하게 이루어져 좋은 연구결과를 산출할 수 있을 것이다.

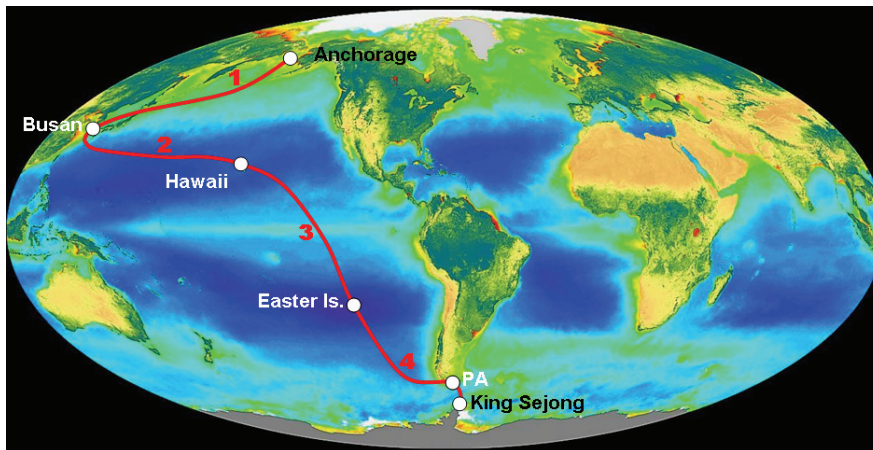


그림 59. 한반도와 남·북극을 연결하는 아라온 탐사 예상경로를 SeaWiFS 로 얻은 전 대양 엽록소 분포 위에 보임

- Leg-1: 부산-Anchorage, 북평양
- Leg-2: 부산-하와이, 북태평양 Gyre
- Leg-3: 하와이-이스터섬, 적도 용승해역
- Leg-4: 이스터섬-세종기지, 남태평양 중층수 발원해역

제4장

대양 연구거점 후보지 우선순위 및 특성

제4장 대양 연구거점 후보지 우선순위 및 특성

대양연구 거점의 필요성에 따라 연구거점을 구축하기 위하여 국내외 연구거점 현황을 살펴보는 과정에서 우리나라가 나아가야할 방향을 살펴보았고, 3장에서는 대양연구거점 선정 시 고려해야할 사항들을 살펴보았다. 여기서는 대양권역별로 특성을 간략히 요약하고, 2장과 3장에서 제시되었던 사항을 중심으로 대양연구거점을 구축하기 위한 후보지(국가)를 선정하고자 한다.

제1절 연구거점 후보 권역별 특성

1. 태평양 연안

태평양 연안은 미국의 군사적 우월성과 한국, 일본, 호주, 캐나다 등 자유민주주의 국가들 간의 정치적 연대로 인하여 교역과 항행의 자유가 보장되는 지역이다. 오바마 당선자의 자문기관들이 내는 안보전략 보고서들은 global commons⁷⁾에 대한 접근의 자유를 확보하는 것을 미국의 핵심이익이라고 강조하였다. 오바마정부 브레인들은 특히 세계경제의 중심으로 떠오르는 태평양에서 commons에 대한 주도권을 확보해 항행과 통상의 자유를 보장하는 것을 핵심적 국가이익으로 인식하고 있다.

태평양 연안지역에서 항행의 자유가 위협받을 수 있는 지역이 동북아 지역이므로, 한국은 동북아 지역에서 한미동맹과 협력안보외교를 병행하여 역내 전쟁을 방지하고 해상안전을 확보해야한다. 중국은 미사일과 잠수함을 증강하고 우주개발과 사이버 전쟁능력을 제고하면서 미국이 행사하고 있는 태평양 제해권에 대한 잠재적 위협세력으로 부상하였다. 미국은 태평양에서 항행과 통상의 자유를 보호하기 위해 자체적 해군력 보강과 함께 한국, 일본, 호주, 캐나다 등 우방들과의 협력을 추구하고 있다. 한국은 미국과의 군사동맹으로 태평양에서의 항행의 자유를 확보하는 한편 EEZ 경계선이 겹치는 인접한 중국과의 관계에서 불신이 축적되지 않도록 협력안보외교를 추구하고 있다.

태평양 연안 자원개발 사업에 진출 할 때에 한국인들은 현지주민의 제국주의에 대한 반감으로부터 자유로우며, 세계 최빈국으로부터 중진국으로 급성장한 경험이라는 소프트 파워를 지렛대로 현지사회에 접근 가능하다. 또한 한국은 down-stream 분야에 발달한 중화학 및 기계공업을 이용하여 건설, 플랜트를 수출하고, 태평양 지역의 무역성장에

7) commons는 바다, 공중, 우주와 사이버 스페이스를 뜻하며, 특히 세계 상업거래의 90%가 이용하는 해상수송로의 안전이 강조됨. 미국 신정부 브레인들이 내놓은 전략보고서들은 command of global commons를 미국의 핵심이익이라고 강조하고 있는 바, 이는 세계시장, 상업거래망, 무역로, 사이버 통신에 대한 접근권 확보를 의미함. Frank Hoffman, From Preponderance to Partnership: American Maritime Power in the 21st Century, Center for a New American Security, November 2008.

따라 수요가 증가하는 선박(민수용과 군수용)을 수출할 수 있다.

가. 동남아

말레이시아와 인도네시아, 태국, 베트남 등은 에너지, 광물자원과 농산물 수출국이며 미얀마, 캄보디아, 라오스 등도 미개발 자원들을 보유하고 있다. 동남아는 major기업들의 영향력이 비교적 약한 대신 일본과 중국의 영향력이 크지만, 한국기업들도 진출경험을 쌓아 가고 있다. 동남아는 한국에게 자원 확보 이익 뿐 아니라 해상수송로 확보라는 전략적 이익까지 걸려 있는 지역이므로 기업의 적극적 진출과 정부의 전략적 지원이 요구되는 지역이다.

한국정부는 ASEAN+3, ARF, ASEM 등 국제기구를 통해 동남아 지역과의 유대를 쌓아가고 있으며, 말라카 해협의 수송안전 확보를 위한 국제협력에도 참가하고 있다. 또한 동남아 국가들이 갖지 못한 중화학공업을 이용하여 현지 개발협력에 참여할 수 있으나 중국이나 일본과의 경쟁을 피할 수 없다. 매장 석유자원 이익 때문에 갈등이 첨예화하고 있는 스프라틀리/남사군도의 도서분쟁이 악화되면 해양수송의 안전이 위협받을 수 있으므로 지역정세 안정화를 위해 노력해야 한다.

나. 오세아니아

호주는 광물자원 부국이며 뉴질랜드는 농산물 수출국으로서 한국경제와의 보완관계가 강한 지역이다. 호주산 철광석과 코크스가 포항제철의 성공을 뒷받침하는 원재료였으며, 현재는 새로 성장하는 중국 제철산업의 광물수요 급증에 따라 호주산 광물가격이 급등하고 있다. 호주와 뉴질랜드는 모두 쇠고기를 포함한 농산물 수출국으로서 한국을 비롯한 동북아 도시인구 성장에 따른 농산물 시장 확대에 따라 농산물 수출·수입국으로서의 보완관계가 강화될 전망이다.

다. 태평양 소규모 도서국들

태평양 상의 소규모 도서국들은 어족자원을 포함한 생물자원과 관광자원을 보유하고 있으므로 해양과학기지와 친환경적 개발가치를 보유하고 있다. 한국은 미크로네시아 측주에 연구기지를 운영하고 있으며, 인근해역의 참치어장에도 적극적으로 진출하고 있다. 태평양 도서 국가들과의 장기적 유대관계를 바탕으로 남태평양 심해저 망간각, 해저열수광상 등의 광구획득을 추진 중에 있다.

라. 남미

베네주엘라, 브라질, 아르헨티나 등 석유자원, 광물자원, 식량자원의 보고들이 즐비하여 개발사업 진출의 기회가 큰 지역이다. 거대한 대륙에 자원개발기회가 풍부하며 이민문호도 개방되어 있어서 자원이 부족하고 인구가 과밀한 한국인들의 진출이 요구되나,

남미 자원시장에는 세계적 major기업들과 남미계 국영회사들의 영향력이 크므로 한국인들에게는 단기적으로 불리한 계약조건을 감수하면서 장기적 사업기반을 확보하는 전략이 요구된다.

남미지역에는 정치적 포퓰리즘 전통이 강하고 원주민들의 분리주의 운동도 빈발하는 등 한국인들에게 익숙하지 못한 문화풍토가 있으므로 이를 극복하기 위한 지적 노력이 요구된다. 남미지역의 원주민, (非영어권)유럽계 및 아프리카계 이주민으로 혼합된 문화풍토는 한국인에게 생소하므로 남미 지역문화에 대한 연구 분석과 교육 프로그램 개발을 위한 국가적 지원이 필요하다.

마. 북미

미국, 캐나다의 자원개발권은 시장 메커니즘에 의해 거래되며 선진국 자본들이 진출해 있어 가격이 높게 형성되어 있으나 공급안정성도 높은 지역이다. 미국과 캐나다는 광물자원, 에너지자원, 식량자원 등 모든 부문에서 자원부국이나 해양자원 개발에 대해서는 배타성이 높다. 미국과 캐나다의 선진 해양과학지식 습득을 위한 유학과 연구협력이 필요하며 북극항로 개발을 위한 협력동반자 관계 개발이 요구되는 지역이다.

2. 러시아 연안

가. 북태평양 지역

러시아를 둘러싼 극동러시아와 동시베리아는 광물, 에너지 및 식량자원이 풍부한 지역이나 러시아 정부와 국영기업의 배타적 이익권 행사로 진출여건이 미비하다. 동시베리아는 자원이 풍부하고 인구가 적은 지역이므로 자원이 부족하고 인구가 과밀한 동아시아 국가들과 보완성이 있으나, 러시아 정부는 동아시아 인구 유입이 두려워 개발을 유보하고 있다. 동시베리아와 사할린에는 가스 및 석유를 포함한 미확인 광물자원이 매장되어 있을 것으로 추정되며 극동러시아에는 농지가 풍부하며, 북서 태평양 지역에는 어족자원이 풍부하다.

나. 북극해 지역

지구온난화로 20-30년 후 시베리아 북쪽연안 북동항로가 열릴 것으로 예상됨에 따라 유럽으로 통하는 신행로를 개척할 뿐 아니라 동시베리아 자원개발 참여가 가능하다. 한국은 쇄빙선 개발기술 등 조선강국으로서의 입지를 바탕으로 신행로 개척에 참여할 수 있는 능력과 시베리아에 인근한 지리적 입지를 갖추고 있으므로 러시아, 미국, 캐나다, 노르웨이, 영국 등 북극해 지역 이해당사국들과의 외교적 협조망 구축이 요구된다.

제2절 후보지 우선순위 선정

1. 대양 연구거점 후보지

가. 대양 연구거점 후보 해역

1) 기후관련 연구측면

우리나라가 해양순환과 기후관련연구를 할 때 가장 우선시되어야 할 해역은 우리나라에 주변해역에 직접적으로 영향을 주는 해류 발원 해역이 될 것이다. 황해, 남해, 동해의 해류 시스템으로 보아 쿠로시오의 발원해역인 열대 서태평양이 가장 중요하게 된다. 쿠로시오 외에는 황해와 동해에서 생성되거나 육지로부터 유입하는 수괴의 유동이 있으나 이것은 지역 바다가 근원이다. 그러나 직접적으로 영향을 주지는 않는다 하더라도 ENSO는 전 지구적으로 영향을 주며, 우리나라도 뚜렷한 증거는 아직 많이 찾아내지는 못하지만 분명히 ENSO의 영향을 받을 것이다. 또한 우리나라는 아시아 몬순에 가장 크게 영향을 받는다. 여기서 육지연구를 위한 거점을 언급하는 것이 아니므로 당연히 ENSO의 신호가 잘 나타나는 열대태평양과 몬순에 영향을 주는 인도양도 중요하다. 따라서 우리나라에 영향을 주는 해양순환과 기후관련 해역으로 중요한 우선순위는 열대 서태평양, 인도양, 열대 동태평양이 되겠고 대서양이 가장 후순위가 되겠다. 물론 기후와 관련한 신호는 남극과 북극에도 강하게 나타나지만 이미 남극과 북극에는 기지가 운영되고 있으므로 언급한지 않는다. 다만 새로 구축되는 연구거점과 연계되어 연구방향을 정하여야 할 것이다.

2) 해양생물공학 소재 확보 측면

외국의 대양연구거점 현황에서 살펴보았듯이 많은 나라에서 열대해역에 연구거점을 설치하여 운영하고 있다. 그 목적은 대부분 수산, 양식, 생태계, 산호 등 생물 관련 연구가 주목적이다. 그러나 앞으로는 생물공학이 국가 성장의 한 축을 담당하게 될 것이므로 해양생물공학의 기초재료가 되는 열대해역의 풍부한 생물들이 중요한 자원이 된다. 따라서 동남아시아의 생물다양성이 세계에서 가장 높은 산호 삼각지 해역은 대양연구거점 구축 후보지에서 가장 적합한 해역이다.

국내의 연구거점은 남극과 북극에 설치되어 있고, 미크로네시아 축에도 연구기지가 설치되어 있다. 열대 산호초 해역의 생물뿐만이 아니라 생물공학 소재는 다양한 환경에 적응하여 생존하고 있는 생물들을 확보하는 것이 중요하다. 따라서 양극지방을 비롯하여 서태평양과 동태평양, 인도양에도 연구거점을 구축하여 생물공학 소재를 확보하고 생태에 대한 연구를 수행할 필요가 있다.

3) 해양 광물 및 에너지 자원 확보 측면

해양광물자원 확보 측면에서는 공해상에서 광물자원을 탐사하는 것과 타국의 EEZ

에서 탐사하는 것으로 나눌 수 있다. 공해상의 광구도 UN의 허가가 있어야 획득할 수 있다. 우리나라는 현재 동태평양에서 꾸준히 탐사하여 공해상에서 망간단괴 2002년에 단독개발광구를 획득하였고 남서태평양 통가 EEZ 해역에서 2008년 열수광상 독자탐사권을 허가 받았다. 앞으로는 서인도양에서도 탐사를 시작할 예정이다. 에너지 자원 확보 측면은 안정적인 에너지 확보를 위해 정부와 민간이 노력하여 세계 여러 나라와 바다에 진출하여 활발하게 활동하고 있다. 따라서 대양연구거점의 목적이 광물자원이나 에너지 자원 확보 측면으로 흐르는 것은 바람직하지 못하다. 왜냐하면 민간부분에서 이미 좋은 성과를 거두고 있기 때문이다. 그리고 자원 확보를 내세워 과학기지를 세우기에는 상대국에 대외 명분이 없고 다른 시각으로 우리를 대하게 될 것이다.

자원탐사와 자원 확보 목적을 내세워 연구거점을 구축하는 것은 바람직하지 못하다. 그러나 대외적으로 내세우지는 않지만 대양연구거점을 통하여 좋은 관계를 형성할 수 있고, 이 관계를 통하여 자원탐사에 도움을 줄 수 있을 것이다. 그런 면에서 보면 풍부한 자원이 있는 개도국에 접근하는 것이 필요하다. 동남아시아 국가는 풍부한 자원을 가지고 있으면서 도움을 기다리는 국가들이 있다.

최근에는 열수광상을 인도양으로 확대하여 탐사를 시도하는 등 전 지구적으로 탐사 영역을 넓혀가고 있다. 동태평양은 기존에 하와이와 미국 서부사이의 해역에 주로 탐사하였으나, 그 외의 동태평양 해역으로 확장할 필요가 있다. 특히 페루를 비롯한 중남미 국가들은 지하자원이 풍부하고 개발이 아직 이루어지지 않은 국가들이므로 우리나라가 비중을 두고 접근해야하는 지역이다.

4) 연구거점 성장을 위한 국제협력 측면

대양연구를 위한 연구거점을 구축하면 그 해역의 연구를 독자적으로 수행하며 연구거점의 영향력을 확대해 나가야 할 것이다. 그러려면 우선 국가적인 지원이 필수적이지만 우리나라와 그 국가의 능력으로만 성장하기에는 부족한 점이 많이 있다. 빠르게 현지에 적응하고 국제무대에서 인정받는 연구거점이 되기 위해서는 해양선진국과의 협력이 필요하다. 게다가 진출하려는 해역이 태평양이면 미국과 일본의 영향력을 무시할 수 없다. 따라서 미국과 일본이 우리나라가 참여하기를 원하는 해역과 분야를 찾아서 협력을 요청하면 쉽게 국제무대에 진입할 수 있게 된다. 최근에는 기후문제와 관련하여 열대태평양의 계류부이 관측망(TAO/TRITON)이 완성되어 인도양에도 같은 관측망(RAMA)을 설치하고 있다. 또한 열대 서태평양을 중심으로 진행 중이거나 계획 중인 국제연구프로그램이 있어 기존에 해양선진국에서 많이 연구된 해역을 진출하는 것보다 새롭게 떠오르는 연구지역으로 연구거점을 구축하는 것이 타당할 것이다.

5) 대형 해양과학연구선의 활동해역 측면

대형 해양과학연구선의 활동영역 예측에서는 열대서태평양과 북서태평양이 가장 많은 사용일수가 산출되었다. 이것은 우리나라가 앞으로 대형 해양과학연구선을 이용하여 탐사할 경우 가장 중요한 해역이 서태평양임을 뜻한다. 그렇다면 이 해역에 연구거점을 구축한다면 국내의 각 연구 사업들이 이 연구거점을 중심으로 효율적으로 이루어 질 것

이며 연구거점의 역할도 더욱 든든하게 될 것이다. 쇄빙연구선의 양극간 이동 탐사경로를 연구거점을 고려하여 정하게 되면 연구원의 교대, 연구선의 보급, 현지 입출항 및 탐사협조를 원활하게 해결할 수 있을 것이다.

서태평양 이외에도 우리의 대양연구가 인도양과 동태평양으로 확대되어 가는 추세에 있으므로 인도양과 동태평양 연안 국가에도 연구거점 구축이 필요하다.

6) 요약

이상의 논의를 종합하면 전 세계적으로 이슈화 되어 있는 기후변동, 국가 미래 성장을 위한 생물, 광물 및 에너지 자원 확보, 연구거점이 장기적으로 성장할 수 있는 미래 지향적인 국제협력, 대형 연구선의 연구활동 영역 및 보급을 생각하면, 우리나라의 대양연구거점이 열대 서태평양에 최우선적으로 구축해야 한다는 결론에 이른다. 이 후에 인도양이나 동태평양으로 진출하는 것이 바람직하다. 따라서 대양연구거점 후보 해역의 우선순위를 열대서태평양, 동인도양, 동태평양, 서인도양으로 정하는 것이 바람직하다.

나. 대양연구거점 후보 국가

1) 서태평양 및 동인도양

전 지구적 대양연구를 위한 연구거점 구축 후보 국가를 선정하기 위해 대양주변의 국가들에 대하여 3장에서 논의된 항목들에 대하여 평가하여 후보국가의 연구여건, 연구선 예상 통과량, 교육 문화 수준, 정치적 안정도 등 연구 여건을 표 15에 나타내었다. 또한 연구거점 구축 가능한 후보 국가들의 면적, 화폐, 인구, 기후 등에 대한 일반적 특징을 표 16에 나타내었다.

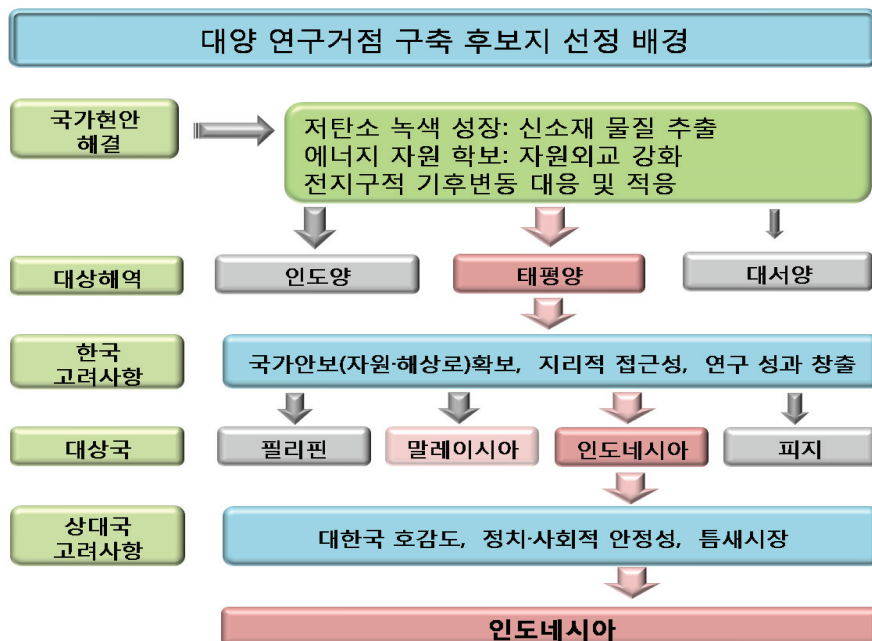


그림 60. 대양 연구 거점 구축 최우선 후보국가 선정 배경.

앞에서 살펴본 바와 같이 대양연구거점 후보 해역의 최우선순위 해역인 열대서태평양 국가를 살펴보면 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 뉴기니와 작은 도서 국가들(팔라우, 피지, 통가, 괌, 사이판)이 해당된다. 그 중에 생물자원, 에너지자원, 기후 및 생물 연구 여건과 대한민국의 호감도, 국가규모, 정치적 안정도, 교육문화 수준 등을 고려하면 연구거점 후보로 인도네시아가 가장 유력한 국가이다. 게다가 인도네시아는 우리나라 원유수송선의 대부분이 통과하는 말라카해협을 공유하고 있고, 대체해협인 순다해협이 인도네시아에 있다. 따라서 인도네시아는 우리나라에게 자원 확보, 대양연구, 국가안보적으로 매우 중요한 위치를 차지하고 있다(그림 60).

또한 2009년 3월 6일 한·인도네시아 정상회담에서 양국정상은 생물소재, 산림바이오에너지 산업 육성, 원자력 등 과학기술 협력 확대방안에 대하여 협의하였다. 이로써 우리나라는 인도네시아에서 새로운 성장 동력 창출을 위하여 녹색성장, 에너지, 자원 협력을 실질적으로 강화할 예정이다.

인도네시아는 열대 서태평양과 동인도양에 걸쳐 있는 나라로써 해양학적으로 매우 중요한 위치에 있다. 따라서 인도네시아 한 국가에서 열대 서태평양과 동인도양 연구거점을 구축한다면 더욱 효과적인 연구 활동을 전개할 수 있을 것이다.

2) 동태평양 및 서인도양

열대 동태평양은 엘니뇨의 특징이 뚜렷하게 나타나는 해역이다. 따라서 기후연구와 그에 따른 생태계의 변화연구에 적합한 해역이다. 열대 동태평양의 국가로는 페루, 에콰도르, 콜롬비아, 파나마 등의 중남미 국가와 에콰도르 령의 갈라파고스 제도, 중남미에서 떨어진 중앙 태평양의 하와이 제도와 프랑스령의 타히티 섬이 있다. 연구거점 후보지로 기후 및 생태계 연구측면과 연구선 기항지로만 따지면 티히티 섬이 좋으나 에너지 자원 측면에서는 약한 면이 있다. 그렇다면 동태평양의 연구거점 후보국가로 기후연구에 적합하고 국가 규모도 크고 자원도 풍부하며, 우리나라의 투자와 지원을 바라는 페루가 적합하다.

페루는 2008년 11월 21일 한·페루 정상회담에서 양국정상은 천연자원, 에너지, 과학기술 분야에 중점을 두고 제반 분야에서의 협력을 더욱 확대기로 합의하였다. 특히, 해양과학기술 분야에서의 한·페루 정부간 협력증진에 공감하면서 가르시아 대통령은 페루에 '한·중남미 해양과학기술센터'를 설립하겠다는 한국정부의 결정을 환영하였다.

서인도양은 아프리카 연안 국가와 인도서부연안에 연구거점을 구축할 수 있다. 현재의 아프리카 정세로 보아 아프리카 본토 보다는 모리셔스나 인도서안이 연구거점 구축에 더 유리할 것으로 판단된다.

3) 요약

우리나라가 대양연구를 위한 연구거점을 구축하기 위한 우선순위 해역별 국가는 서태평양과 동인도양에 인도네시아가 적합하며, 동태평양에는 프랑스령 타히티 또는 페루, 서인도양은 모리셔스 또는 인도서남부 해안이 적합하다.

표 15. 대양연구 거점 후보지별 주요 연구 여건 특성

평가항목 국가 (지역)	연구측면					연구선 통과량	대한국 호감도	교육 문화 수준	정치적 안정
	심해저 광물자원	에너지 자원	생물 연구	기후연구 여건	해상 무역로				
인도네시아	열수광상	석유, 천연가스	다양성 산호초	상	말라카 해협	상	양호	중	안정
페루		석유	어업	중	태평양	중	양호	중	안정
필리핀	열수광상	광물자원	종다양성	상	말라카해협	상	양호	중	비교적 안정
말레이시아		석유, 천연가스	생물 다양성	상	말라카해협	중	양호	중	안정
팔라우	망간각		산호초	중	태평양	상	양호	중	안정
하와이	망간단괴		산호초	중	태평양	상	양호	상	안정
피지	열수광상		산호초	하	태평양	상	양호	중	안정
통가	열수광상		산호초	하	태평양	상	양호	중	안정
괌	망간각, 열수광상		산호초	상	태평양	상	양호	중	안정
사이판			산호초	상	태평양	중	양호	중	안정
모리셔스	열수광상			하	인도양	하	양호	중	안정
뉴칼레도니아		니켈	산호초	하	태평양	하	양호	중	안정
뉴질랜드		천연가스		하	태평양	중	양호	상	안정
갈라파고스			어류 군집	중	태평양	중	양호	하	안정
일본			어류군집	상	대한해협	상	양호	상	안정
인도		석유, 천연가스		상	인도양	하	양호	상	안정
러시아		석유, 천연가스		상	오호츠크해	중	양호	상	안정
에콰도르		석유,천 연가스	풍부 적도반류	중	동태평양	하	양호	중	안정
뉴기니		석유		중	남태평양	하	양호	중	안정

표 16. 대양연구 거점 후보지 대상 주요 국가 일반 특성

구 분	FIJI	MALAYSIA	CHUUK
· 육지면적	18,376km ²	329,876km ²	95.8km ² (Weno섬 : 19km ²)
· 화 폐	피지달러(F\$:U\$ = 2:1)	말레이시아달러	미국달러
· 인 구	77.3만명	2664만명	5.3만명(Weno섬 1.5만명)
· 언 어	영 어	말레이어	영 어
· 기 후	강우량 3,500mm / 기온 20~30℃ / 1~4월 우기 / 태풍 내습시기	강우량 2500mm / 연평균 기온 22~30℃	강우량 3,734mm / 평균기온 27.1℃
· 교통거리(비행시간)	15시간(오클랜드경유)	6시간 30분	5시간 30분
· 지리적 여건	- 환초내부의 화산도 332개 도서로 구성	- 동남아시아 대륙 본토와 섬 지역 모두에 영토를 보유	- 환초내부의 화산도 14개로 구성
· 한국과의 관계	1971년 1월 30일 외교 수립	1960년 2월 외교 수립	KSORC 개소
· 주요 산업	농업과 설탕 생산, 관광업, 경공업	원자재 생산과 수출	어업
· 수도	수바	콜라룸푸르/푸트라자야	-
· 정치사회	공화제, 다당제, 양원제	입헌군주제, 양원제	미국 관할의 국제연합(UN) 신탁통치지역
· 향후정치 경제적 효과	다소 큼	매우 큼	큼

(표 16. 계속)

구 분	INDONESIA	PALAU	ECUADOR
· 육지면적	1,890,754km ²	488km ²	272,045km ²
· 화 폐	인도네시아루피아	미국달러	미국달러
· 인 구	22261만명	2만명	1341.9만명
· 언 어	인도네시아어	팔라우어·영어	스페인어
· 기 후	강우량 1755~4172mm 기온 23~31℃ 일년내내 강수 고온다습	강우량 3800mm / 연평균 기온 27℃	강우량 100~1000mm / 평균기온 13℃
· 교통거리(비행시간)	6시간	4시간	25시간
· 지리적 여건	약 1만 3,670개의 섬	산호섬 및 헬렌리프 환초 약 340개의 섬	적도에 걸쳐 있고 서쪽으로 태평양에 접한다
· 한국과의 관계	1973년 수교	1995년 수교	1962년 10월 5일 국교
· 주요 산업	농업과 광업	자급 농업과 어업	무역, 제조업, 농업
· 수도	자카르타	멜레케옥	키토
· 정치사회	중앙집권공화제, 다당제, 양원제	중앙집권공화제, 양원제	중앙집권공화제, 다당제, 단원제
· 향후정치 경제적 효과	매우 큼	다소 적음	매우 큼

(표 16. 계속)

구 분	PERU	MAURITIUS	NEW ZEALAND
· 육지면적	1,285,216km ²	2,040km ²	270,534km ²
· 화 폐	누에보솔(nuevo sol)	모리셔스루피	뉴질랜드달러
· 인 구	2751.5만명	125.5만명	414.1만명
· 언 어	스페인어·케추아어 ·아이마라어	영어	영어·마오리어
· 기 후	강우량 50~5000 mm 연평균기온 1~35℃ 고도 및 안데스 산맥에 의해 다양한 분포	강우량 2500mm / 연평균 기온 22~30℃	강우량 635~1,525mm / 평균기온 10℃
· 교통거리(비행시간)	20시간(LA경유)	13시간	12시간
· 지리적 여건	서쪽에서 동쪽으로 코스타(해안)· 시에라(고지대)· 몬타냐(동쪽의 광대한 산림지)로 구분	인도양의 마다가스카르에서 동쪽으로 약 800km 지점 섬나라	호주에서 동남쪽으로 약 1,600km 떨어진 섬나라
· 한국과의 관계	1963년 4월 1일 국교 수립	1971년 7월 국교 수립	1962년 3월 외교 수립
· 주요 산업	농업·제조업·서비스업· 광업	농업 혼합경제체제	농업·중소기업·서비스업 선진적인 시장경제
· 수도	리마	포트루이스	웰링턴
· 정치사회	중앙집권공화제, 다당제, 단원제	공화제, 단원제	입헌군주제, 단원제
· 향후정치 경제적 효과	매우 큼	보통	다소 큼

(표 16. 계속)

구 분	PHILIPPINES	MAURITIUS	NEW ZEALAND
· 육지면적	316,294km ²	2,040km ²	270,534km ²
· 화 폐	필리핀페소	모리셔스루피	뉴질랜드달러
· 인 구	8556.3만명	125.5만명	414.1만명
· 언 어	필리핀어·영어	영어	영어·마오리어
· 기 후	강우량 50~5000 mm 연평균기온 27℃	강우량 2500mm / 연평균 기온 22~30℃	강우량 635~1,525mm / 평균기온 10℃
· 교통거리(비행시간)	20시간(LA경유)	13시간	12시간
· 지리적 여건	서쪽에서 동쪽으로 코스타(해안)· 시에라(고지대)· 몬타냐(동쪽의 광대한 산림지)로 구분	인도양의 마다가스카르에서 동쪽으로 약 800km 지점 섬나라	호주에서 동남쪽으로 약 1,600km 떨어진 섬나라
· 한국과의 관계	1963년 4월 1일 국교 수립	1971년 7월 국교 수립	1962년 3월 외교 수립
· 주요 산업	농업·제조업·서비스업· 광업	농업 혼합경제체제	농업·중소기업·서비스업 선진적인 시장경제
· 수도	리마	포트루이스	웰링턴
· 정치사회	중앙집권공화제, 다당제, 단원제	공화제, 단원제	입헌군주제, 단원제
· 향후정치 경제적 효과	매우 큼	보통	다소 큼

(표 16. 계속)

구 분	NEW CALEDONIA		
· 육지면적	16,750km ²		
· 화 폐	퍼시픽프랑		
· 인 구	21.6만명		
· 언 어	프랑스어		
· 기 후	아열대기후 연평균기온 24℃		
· 교통거리(비행시간)	10시간		
· 지리적 여건	누벨칼레도니·윌폴· 팽 섬과 로열티· 벨레프·위옹서프라이즈· 체스터필드로 알려진 제도(諸島)들로 이뤄짐		
· 한국과의 관계			
· 주요 산업	광산업·야금업·관광업		
· 수도	누메아		
· 정치사회	프랑스 해외 준주		
· 향후정치 경제적 효과	다소 적음		

2. 인도네시아

가. 왜 인도네시아인가?

대양연구의 핵심은 열대바다다.

열대해양의 열에너지는 대양과 대기순환을 통하여 지구 전역으로 전파된다. 그런 점에서 지구상에서 가장 큰 규모를 이루는 태평양의 열대해역은 대양연구의 가장 중요한 대상이다. 열대 태평양은 기후변화와 엘니뇨 신호를 가장 뚜렷하게 포착할 수 있으므로 기후변화 연구를 위한 최적의 대상이다(그림 61).

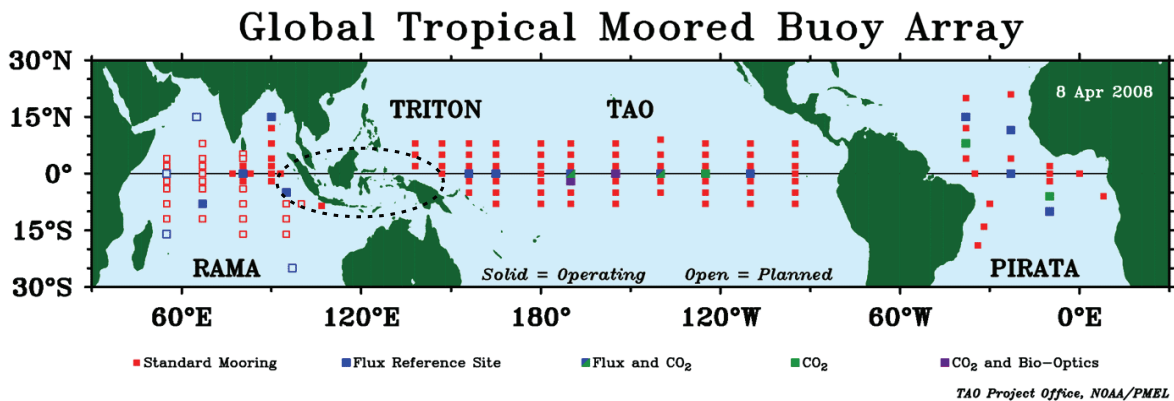
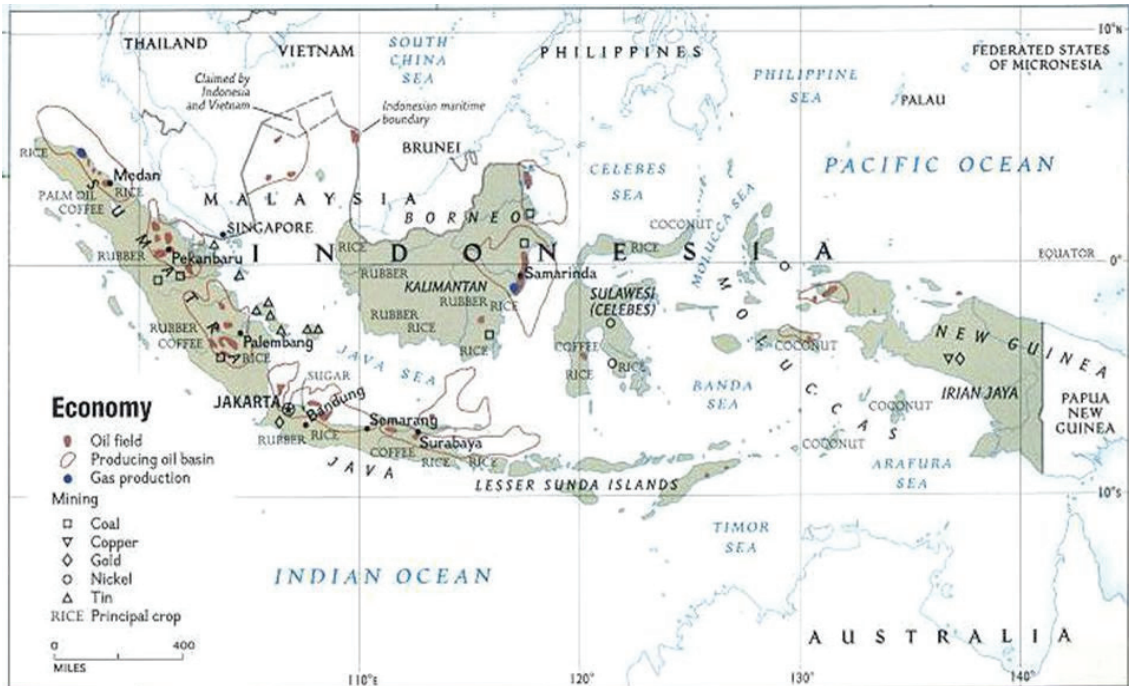


그림 61. 태평양 (TAO-Triton), 인도양 (RAMA), 대서양 (PIRATA) 열대해역의 부이관측망

우리나라에 가장 크게 영향을 미치는 대양은 태평양과 인도양이다. 그중에서도 우리나라에 더 가까운 서태평양과 동인도양이다. 인도네시아는 바로 그 서태평양과 동인도양 사이에서 해수가 교환되는 지역이며, 기후변화에 따른 난수풀 변동성을 가장 먼저 확인할 수 있는 장소다. 또한 지구상에서 가장 다양한 생물상이 존재하는 장소이기도 하며, 태평양 서쪽의 후열도분지에 위치하여 지진이나 화산활동이 왕성한 지역으로서 육상의 광물자원뿐만 아니라 해저의 석유, 천연가스 자원도 매우 풍부한 나라다.

우리나라에서 남중국해와 말라카해협(수마트라와 말레이반도 사이)을 통하거나 필리핀의 민다나오섬 남단의 술라웨시해(海)를 지나 마카사해협(보르네오와 술라웨시섬 사이)과 롬복 해협(발리섬과 롬복섬 사이)을 통해 인도양으로 가는 뱃길은 중동이나 중앙아시아의 석유와 천연가스 자원을 수송하는 중요한 해상수송로다.

점점 육상자원이 고갈되어가고 있는 현실에 비추어 대양은 미래자원의 유일한 보고다. 우리나라가 대양으로 진출하기 위해서는 대양에 가까이 접해 있으면서 우리나라에 우호적인 나라와 긴밀한 협력관계를 맺는 것이 무엇보다 시급하다. 인도네시아는 무수한 섬으로 이루어진 해상국가다. 동서로 5,000 km, 남북으로 약 2,000 km에 이르는 넓은 면적의 열대지역을 차지하고 있다(그림 62). 따라서 인도네시아와의 국제협력은 태평양과 인도양으로 한꺼번에 진출할 수 있는 기회를 제공하며, 대양연구에 있어서는 이 나라와의 협력이 필수적이다. 이런 이유 때문에 미국이나 일본 등 해양선진국에서는 반세기 전부터 끊임없이 인도네시아와의 협력을 추구하고 노력하고 있다.



from National Geographic Magazine (1980's)

그림 62. 1980년대 인도네시아의 석유, 천연가스 및 광물자원 분포도 (from National Geographic)

인도네시아는 반다아체 쓰나미 참사 이후 해양조사기술센터(BPPT)를 중심으로 지진해일 경보시스템을 더욱 정밀하게 운영하기 위한 노력을 기울이고 있다. 또한 해양수산연구소(AMFR)에서는 미국 해양대기청(NOAA)과 협력하여 인도양의 열대해역을 중심으로 부이계류 시스템을 설치하여 인도양 몬순기후와 '쌍극자 모드(IOD)'가 ENSO와 인도네시아에 미치는 영향을 집중적으로 연구하려는 추세에 있다(그림 63).



그림 63. 인도네시아 해양관측시스템(InaGOOS)를 추진하고 있는 해양수산연구소(AMFR)의 분소가 있는 비툽과 발리, 그리고 분소설치를 계획하고 있는 뉴기니섬(마노와리)과 수마트라(파당)

나. 어떤 편익이 고려되었는가?

- (1) 국가 미래비전과 자부심 제공: 대양연구는 기본적으로 우리나라가 해양 선진국으로 가는 국가 비전을 제시하고 국민들에게 미래 삶의 질에 대한 꿈과 자부심을 제공한다.
- (2) 광물자원 : 광물 및 석유, 천연가스의 공동개발을 통한 한시적 개발권이나 지분 확보, 또는 원유의 배타적 수급 합의각서 도출이 가능하도록 공동연구탐사를 유도한다.
- (3) 자원수송로 : 중동과 중앙아시아에서 생산되는 광물 및 석유, 천연가스 자원의 안전한 해상수송로를 확보한다.
- (4) 생물자원 : 인도네시아는 세계에서 가장 다양한 생물상이 존재하는 나라이므로 미래의 잠재자원으로서 이러한 생물자원에 관한 정보를 획득하는 것이 중요하다.
- (5) 기후변화 : 지구온난화 등 지구기후변화에 능동적으로 대처하기 위한 자료획득은 열대 지역에 광범위하게 걸쳐 있는 인도네시아를 통하는 방법이 가장 효율적이며, 열대해역의 변동성 정보를 손쉽게 수집함으로써 미래기후예측을 위한 모델수립, 운용에 크게 기여할 수 있다.
- (6) 인력자원 : 서태평양과 동인도양 해양연구센터가 인도네시아에서 전문 인력의 고용을 창출하는 효과는 지극히 미미하지만, 인도네시아 경제가 좀 더 발전하게 될 미래사회에서 해양과학기지가 가지는 상호교류의 상징성은 결코 그 의미가 작지 않으며 실제로 다른 교류의 한 계기로서 작용할 가능성이 많다.
- (7) 대한국 호의성 : 국가간 공동연구에는 상대국에 대한 호의적 태도가 매우 중요하다. 이것이 외교의 기본이며, 일본이나 중국과 달리 인도네시아 정부와 국민들은 대체로 우리나라에 대해서 호의적이라고 평가된다. 이런 점을 십분 살려서 상대국 정부와 주민들이 원하는 것이 무엇인지를 정확히 파악하여 경제적, 또는 비경제적 분야에서 작은 것부터 관심을 가지고 관계를 맺어 더불어 사는 지혜를 발휘한다면 장기적으로 일본이 많은 경제적 지원으로 이루어 놓은 것보다 상대국에 더 가까이 다가갈 수 있을 것이다.

다. 서태평양연구센터 (WPRC)

○ 제1후보 예정지 : 비통 (셀레베스섬 북단 마나도시 동쪽 30 km, 그림 64)

비통(Bitung)에는 인도네시아 과학원(LIPI)과 해양수산진흥원(AMFR)의 현장기지(Field Station)가 이미 이곳에 존재하며, 인근에 대도시인 마나도(Manado)가 위치해 있어 생활수준과 교육수준이 높다. 따라서 건물이 완공되기까지 과학원(LIPI)과의 양해각서(MOU)에 따라 임시로 사무실을 임대하거나 또는 해양수산부 산하 해양수산진흥원(AMFR)과 별도로 양해각서를 체결하여 한시적으로 그들의 사무소를 빌려 쓰면 된다. 초기에 이루어지는 이런 종류의 협력은 나중에 건물이 완공된 후에도 서로의 유대관계를 돈독히 하는 데 보탬이 될 것이다.

비통에는 선박이 접안할 수 있는 항구시설이 있어 우리나라의 연구조사선이 입출항하기 쉬우므로 서태평양 연구를 위한 전진기지의 역할을 하기에 충분하다.

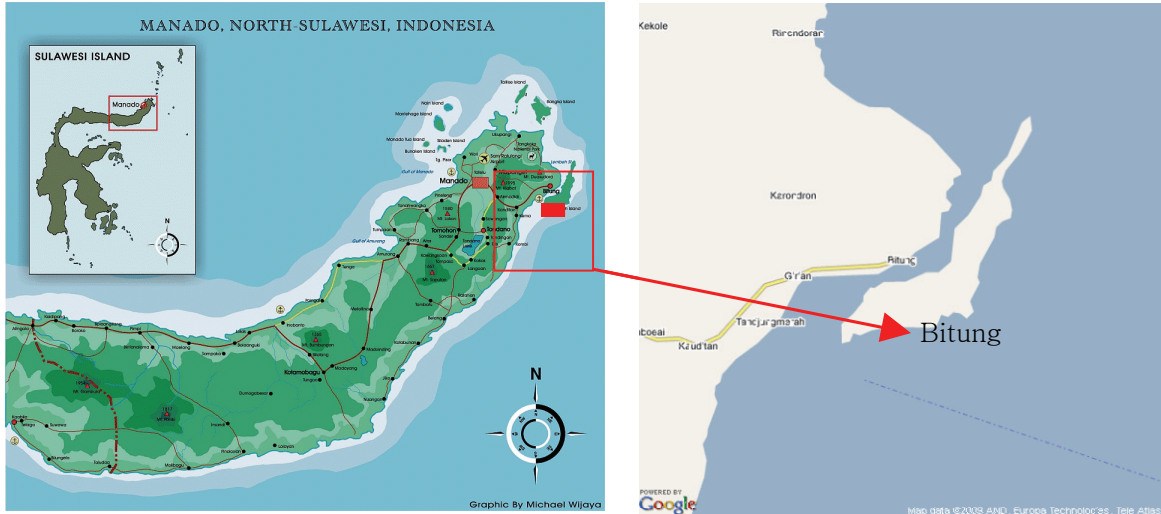


그림 64. 인도네시아 술라웨시섬 북단 마나도시(左)와 동쪽으로 약 30km 떨어진 비룽(右)

인근 대도시인 마나도(Manado)에서는 World Ocean Conference (WOC)가 2009년 5월 11일~15일 사이에 열린다. 여기에는 인도네시아 대통령과 각주의 지사들을 포함하여 여러나라의 정책 결정자와 과학기술자들이 참가한다. 동남아 6개국 정상들을 중심으로 'Coral Triangle Initiative Summit (그림 65)'이 개최되며, 해양환경과 재해저감, 지속가능한 해양자원 개발 등의 이슈를 포함한 '마나도 해양 선언 (Manado Ocean Declaration)'이 채택될 예정이다. 또한, '해양과학기술정책 심포지엄'이 열려 '인도네시아 통과류와 대양순환 및 기후' 등 33가지 주제에 따른 각국의 해양과학자와 산업체, 해양정책 관련 전문가들의 발표가 예정되어 있다.

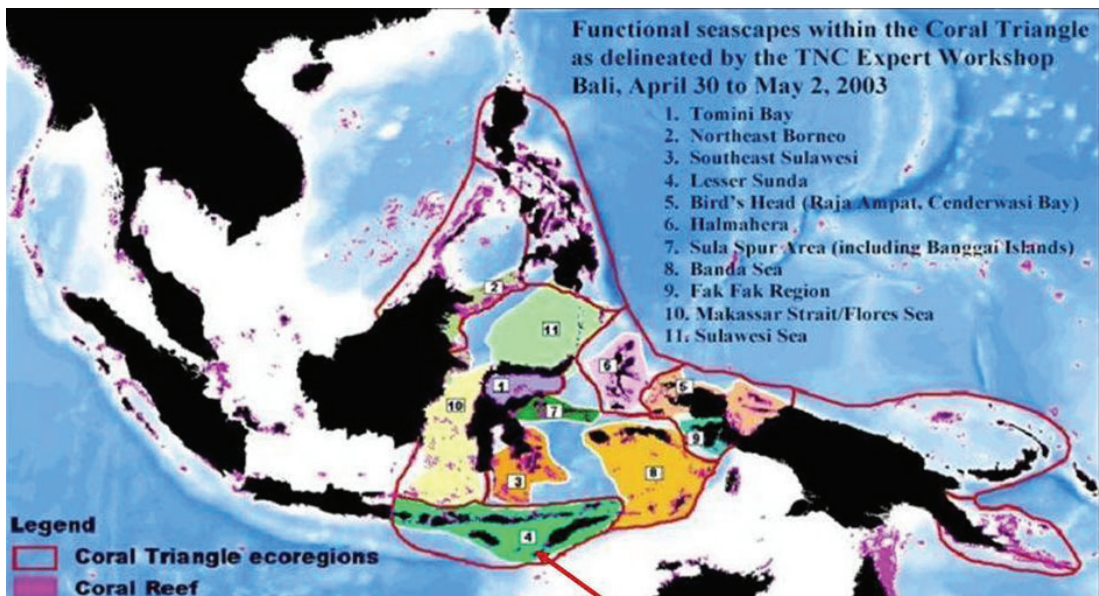


그림 65. 필리핀과 칼리만탄, 술라웨시, 뉴기니를 포함하는 산호삼각지대 (Coral Triangle)

제5장

대양 연구거점 확보 및 활용전략과 운영방안

제5장 대양 연구거점 확보 및 활용전략과 운영방안

지금까지 전 지구적 대양연구를 위한 연구거점(해양과학기지) 구축이 왜 필요한가, 현재 구축되어 있는 연구 거점의 현황과 문제점은 무엇이며 해결방안과 더욱 건강하게 발전할 수 있는 방안은 무엇인가, 새로이 대양연구거점을 구축한다면 어떠한 점을 고려해야 하는가를 서술하였다. 이 장에서는 대양연구거점을 구축하기 위한 전략과 운영방안에 대하여 기술하고자 한다.

제1절 대양 연구거점의 비전

가. 대양 연구거점의 비전

대양연구거점은 자원고갈로 인한 경제성장 정체, 산업구조 다양화를 위한 해외자원 개발, 해양자원 확보와 경제영토 확장 등 경제적인 문제, 기후변화, 이에 따른 생물 생태

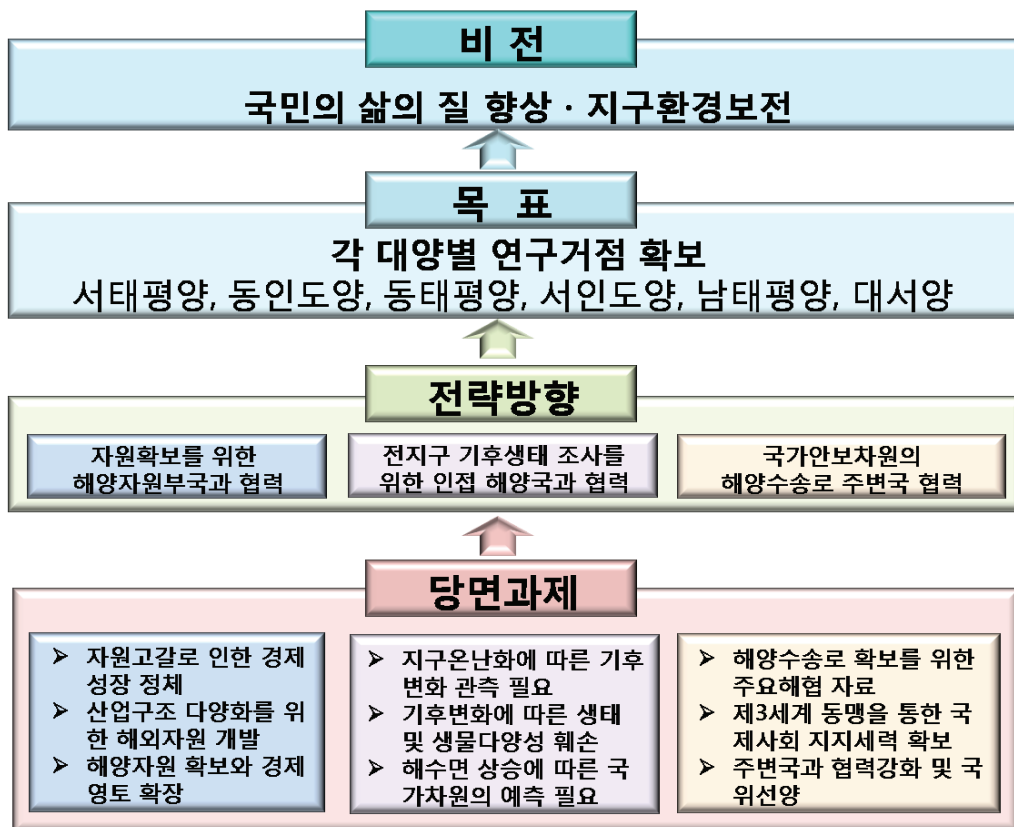


그림 67. 전지구적 대양연구거점 구축 비전

적인 변화와 해수면 상승 등 해양과학적인 문제, 해양수송로 확보, 제3세계 동맹, 주변국과 협력강화 및 국위선양 등 국가 안보 차원의 문제를 해결하기 위한 방법이 될 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 전략적 방향은 국내에서 자체적인 노력과 더불어 국제적인 협력이 있어야 한다. 우리는 자원이 없으므로, 기후문제를 독자적으로 풀 수 없으므로, 국가안보를 위하여 국제협력이 반드시 필요하다. 따라서 각 대양별로 연구거점을 구축하여 과학적인 접근을 할 필요가 있으며 최종적으로는 국민의 삶의 질 향상과 지구환경보전이라는 비전을 달성할 수 있을 것이다(그림 67).

나. 대양 연구거점 구축의 SWOT 분석

전 지구적 대양연구를 위한 연구거점(해양과학기지) 구축을 기획사업의 목적달성도를 가늠해보고 전략 수립의 기초 자료를 얻기 위한 SWOT 분석을 해볼 필요가 있다(그림 68). 먼저 강점으로 우리가 개발도상국에 연구거점을 구축하기 위하여 진출할 때는 오히려 과거에 침략국가가 아니라 그 나라들과 같이 식민지 국가였던 것이 더 친근하게 다가갈 수 있고 그 국가에서도 거부감이 적을 것이다. 게다가 우리나라는 세계에서 드문 식민지 저개발 국가에서 신흥공업국으로 성장하였기 때문에 개도국에서는 우리의 산업기술을 전수받기를 원하고 있다. 또한 해양과학적으로도 기술 우위에 있어 개도국에서 필요한 양식기술, 해양예보기술, 해양관측기술, 해양환경보전기술 등을 전수하고 공동연구를 할 수 있다.

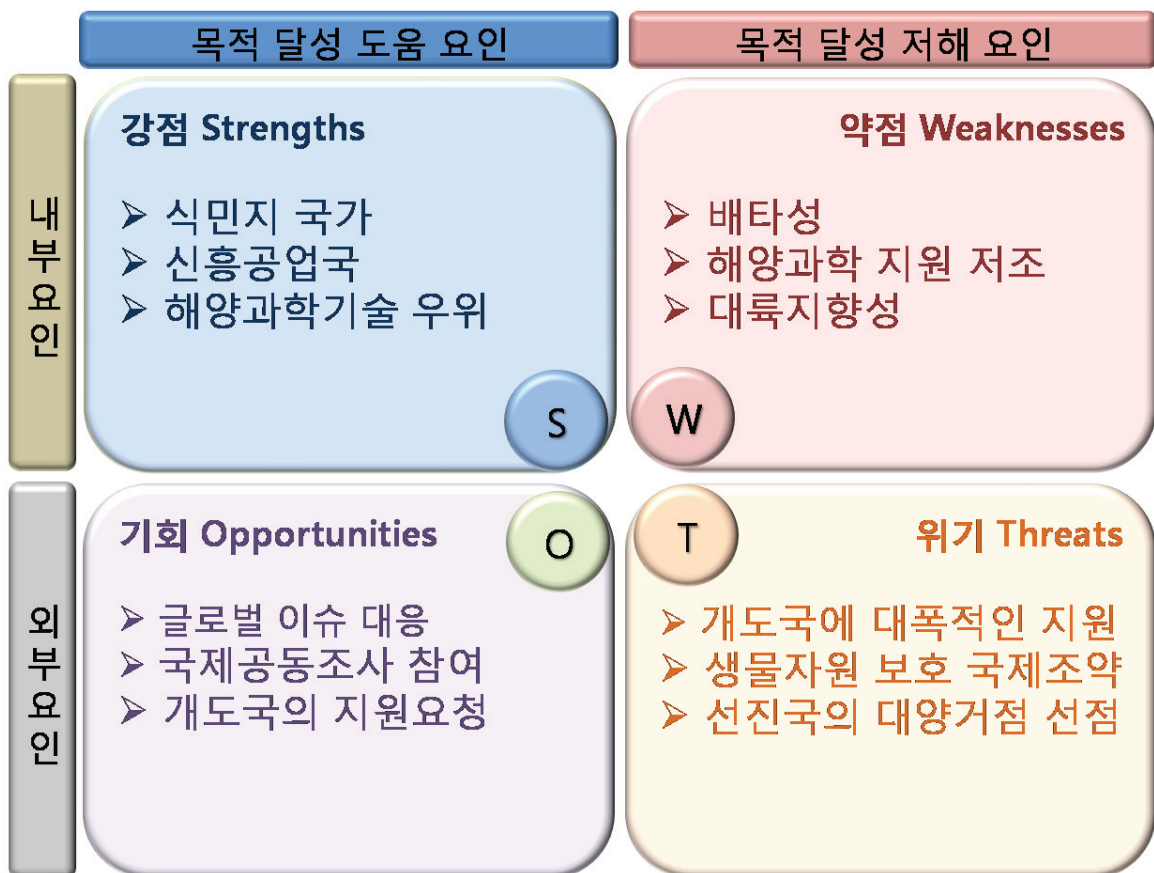


그림 68. 대양연구거점 구축 SWOT분석

그러나 약점으로는 배달민족이라는 말을 많이 사용하여 단일민족을 강조하여 왔기에 외국인에 대한 배타성이 근거에 깔려 있다. 우리나라는 역사적으로 대륙 지향적이어서 해양으로 진출하려는 진취적인 기상이 부족한 면이 있다. 또한 순수한 자연과학을 지원하기보다는 당장 성과가 나오는 분야에 집중하는 경향이 있어 장기간 지속적인 투자가 필요한 기초 자연과학 지원에는 저조한 실정이다. 이러한 약점들은 최근에 많이 사라지고 있으나 아직도 개선되어야 할 부분이다.

선진국에서는 해양자원을 확보하고 자국의 영향력을 확대하기 위하여 태평양과 인도양 연안 개도국에 막대한 자금을 투자하며 지원하고 있다. 유엔에서 정한 선진국의 공적개발원조도 우리나라는 2008년 국제평균 수준의 1/3 수준에 머무르고 있다. 선진국에서는 연구거점을 건설하여 해당국에 운영을 맡기는 등 적극적으로 나서고 있어 후발주자로 나서는 우리나라는 선진국보다 더 많은 투자가 이루어져야 하는 부담이 있다. 또한 생물자원과 에너지 자원을 위하여 선진국에서 접근해 오자 국제적으로 생물자원 보호를 위한 국제조약이 만들어져 점차 생물자원확보에 어려움이 발생하고 있다. 또한 개도국에서는 자원문제를 예민하게 받아들이고 더 많은 이익을 얻으려고 대응하고 있다.

그러나 전 세계적으로 지구온난화에 의한 기후변화로 모든 나라가 탄소배출을 줄여야 할 위기에 처해 있으며 기후변화에 대응하기 위한 관측과 예보에 관한 문제를 국제적으로 협력하고 있다. 또한 개도국에서는 해안침식, 해일, 기후변화와 같은 해양학적인 문제와 산업발전을 위하여 선진국의 지원을 바라고 있다. 또한 기후변화 예측을 위한 관측 시스템을 구축하기 위하여 인도양이나 열대 서태평양에서는 국제적인 협력을 요청해 오고 있다. 이러한 문제들은 우리나라가 대양연구를 위한 연구거점 구축의 기회로 작용하고 있다.

다. 대양연구의 주제 변화

대양연구의 주제는 과거에 산호초 등 주변 생물 생태와, 국지적인 물리, 지질 조사 및 연구를 당사국과 일부 선진국에서 시행한 반면, 현재는 열대해역의 종 다양성, 실시간 부이 시스템 등 국제프로그램으로 공동연구 형태로 진행하고 있다. 미래에는 기후변화 예측과 그에 따른 생태계 변화 등 글로벌 이슈 해결을 위해서 전 세계 모든 국가가 협력을 하게 될 것이며 이 문제 해결에 기여하는 국가가 위상이 높아지게 될 것이다. 이러한 관점에서 대양연구거점은 우리나라가 앞으로 가야할 길이다(그림 69).

대양 연구 주제 및 주체의 변화



그림 69. 대양 연구 주제 및 주체의 시대적 변화

제2절 연구거점 확보 및 활용전략

1. 어떻게 접근할 것인가?

모든 국가 간의 외교적 협력은 양해각서(MOU)와 동의각서(MOA)로부터 시작된다. 만약 우리나라의 연구거점 (해양과학연구센터)이 어느 나라에건 설치되기 위해서는 이 절차로부터 국제협력이 출발하게 된다(그림 70, 그림 71). 여기서는 인도네시아에 대양연구 거점을 구축하기 위한 전략에 대하여 기술하고자 한다.

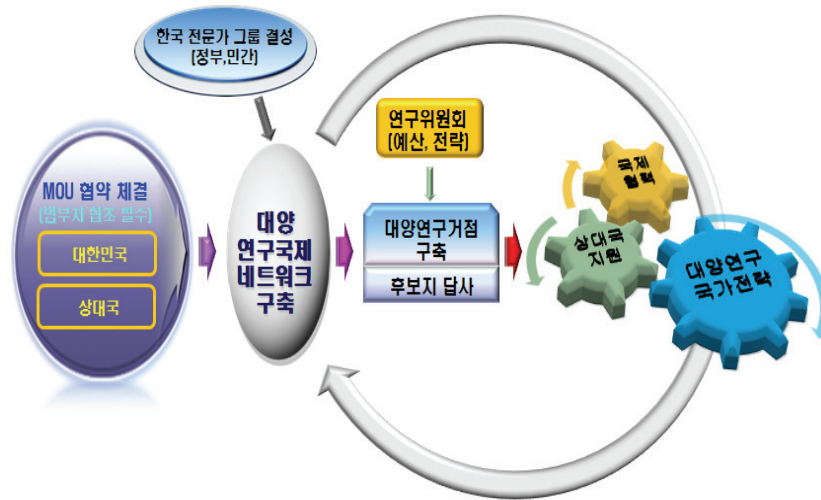


그림 70. 대양연구 거점 추진 전략 개념도

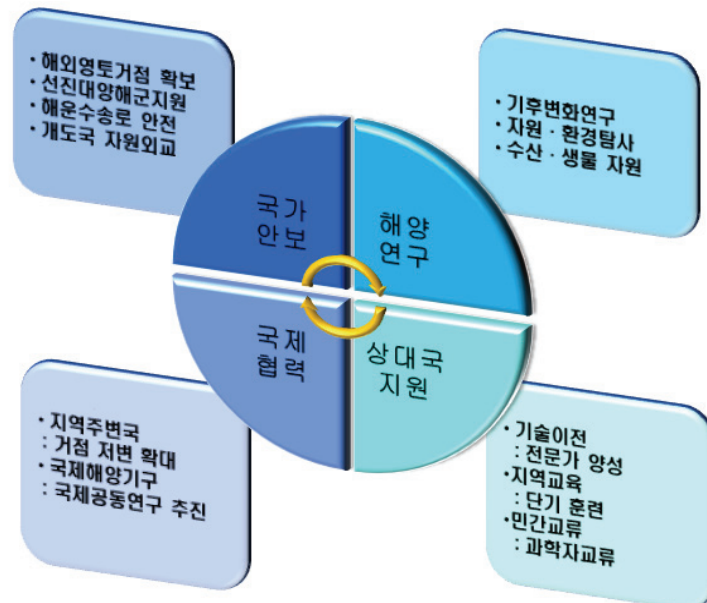


그림 71. 대양연구 거점 주요 추진 전략 세부항목

인도네시아 정부부처에는 연구기술부(RISTEK)와 해양수산부(DKP)가 있다. 과학원(LIPI)과 해양조사기술센터(BPPT)는 연구기술부에 속하며, 해양수산연구소(AMFR)는 해양수산부 소속이다. 해양연구소(RCO)는 과학원(LIPI)에 속한 십여 개 연구소 중 하나이며, 지질기술센터, 담수연구소 등과 함께 지구과학부문을 구성한다. 따라서 연구기술부와 해양수산부를 한꺼번에 움직이려면 양국 정상회담 의제에 포함되어 양해각서가 체결되는 것이 해양과학기지 구축절차와 기간을 최소한으로 줄이는 방법이다. 그러나 과학기술부 산하 과학원(LIPI)과 KIST, 인니과학원과 광주과학원, 또는 인니해양연구소 (LIPI-RCO)와 한국해양연구원 (KORDI)이 양해각서를 체결한 예에서 알 수 있듯이 협력관계가 각 기관 간에 이루어져 저변에서 양국 협력이 확대되는 것은 우리나라가 대통령의 '新아시아' 구상과 아시아 여러 나라와 FTA를 체결하기 위한 다각적인 시도를 하는 등 현재의 호의적인 양국관계를 감안한다면, 장관급에서 양해각서(또는 합의각서)를 체결하는 데에 시의적절한 사안이다. 또한, 이 과업은 해양을 통해 '녹색성장'을 추구하고자 하는 국가적 성장 동력을 마련하며, 지구환경에 대한 양국의 관심사를 공동으로 표출하고 대처할 적절한 명분과 기회를 제공한다.

RISTEK (Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi)
Ministry of State for Research and Technology
Gedung II BPPT Lantai 24
Jl. MH. Thamrin No. 8
Jakarta 10340, Indonesia
<http://www.ristek.go.id>
E-mail: hikam@ub.net.id
Tel: +62 (0)21 324703
Fax: +62 (0)21 3140830

RISTEK(연구기술부)의 목적은 인문과학기술을 이용하고, 개발하고, 숙지하며, 환경과 자연자원을 보존함으로써 국가의 생명체 개발을 지원하고 삶의 질을 크게 향상시키며, 이러한 것들의 지속가능한 이용을 공고히 하기 위해서 능력에 기반을 둔 역동적 문명을 지닌 부강한 인도네시아 사회를 건설하는 데에 있다. RISTEK의 임무는 과학기술연구와 관계된 문제에서 인도네시아 대통령을 보좌하는 것이다. 5개부서로 구성되어 있다.

BPPT (Badan Pengkajin Penerapan Teknologi)
Agency for the assessment & application of technology
Jl.M.H.Thamrin No.8, 10340 Jakarta
<http://www.bppt.go.id>
e-mail: pusyantis@bppt.go.id
tel: +62 (0)21 3168440, 3168453
fax: +62 (0)21 3911789, 3911813

연구기술부(RISTEK) 소속인 BPPT에는 기술정책, 자연자원, 생물기술 & 농산업, 에너지 & 물질, 산업 & 엔지니어링 등 5개 부서(directorates)와 교육훈련과, 기술과(R/V 바

루나자야 I~IV, 4척의 관리 담당)가 있다.

RCO-LIPI (Research Center for Oceanography)

LIPI, Jakarta

Pusat Penelitian Oseanologi (PPO)

Jl. Pasir Putih No.1, Ancol Timur, Jakarta Utara

<http://www.oseanologi.lipi.go.id>

E-mail: ppolipi@jakarta.wasantara.net.id

Tel: +62 (0)21683850

Fax: +62 (0)21681948

인도네시아 과학원(LIPI)은 5개 부서와 자연과학분야에 17개 연구소가 있으며, RCO는 그 중의 하나다. 해양연구소(LIPI-RCO)는 자카르타에 본부, 암본, 비야크, 롬복, 투알에 지부가 있으며, 자카르타 서부해안(Palau Pari)에 현장기지가 있다. RCO는 물리/화학 해양학, 저서/부유생물학, 맹그로브, 산호초, 수산/원격탐사 그룹으로 구성되어 있다. 환경변화요인연구, 경영/감시계획, 간척 연구, 오염통제, 수중측량/훈련과정에 관한 전문기술이 있다. 해양연구소는 연구조사선 Baruna Jaya VIII & VII 2척과 여러 척의 작은 연구용 선박 운영권이 있으며, 다양한 저널과 보고서 간행물을 발간하고 있다.

DKP (Departemen Kelautan dan Perikanan)

Ministry of Marine Affairs & Fisheries

Jl. MT. Haryono Kav. 52 - - 53

Jakarta Selatan 12770

<http://www.dkp.go.id>

E-mail: delp@indosat.net.id (PR bureau)

pusinfo@delp.go.id (Maritime Information Center)

Tel: +62 (0)21 79180303

Fax: +62 (0)21 79180464

해양수산부(DKP)는 수산양식분야에서 경제성장을 촉진한다는 정부 지침에 따르며, 해운과 수산업의 발전은 자원보존을 위한 환경의 균형과 하부구조를 지향하도록 유도한다. DKP의 기본정책은 남획과 불법조업을 금지하는 어로통제를 통한 수산자원을 이용하기 위한 정책과 수산업 발전을 경제성장 잠재력으로서 양식으로 돌리는 정책을 편다. 해양수산부 조직은 수산, 양식, 능력배양, 연안도서, 자원평가 등 5개국과 수산양식청으로 구분된다. 수산양식청은 자카르타, 곤돌, 마로스, 수카만디에 있었던 이전의 모든 CRIFI 연구소를 통합 개편한 조직이다. 한 때 양식(국)에 소속되어 있던 전 DGF(directorate general for fisheries)는 현재 자원평가(국)에 소속되어 있다.

2. 연구거점별 특성화 연구주제 및 활용계획

가. 산호삼각지(Coral Triangle) 연구

1) 산호삼각지 소개

- 산호삼각지(Coral Triangle)는 인도네시아, 동티모르, 필리핀, 말레이시아, 파푸아뉴기니, 솔로몬제도의 생물상이 높은 산호초 지역을 지칭함(그림 72).
- 지금까지 알려진 해양생물의 약 75%가 이 해역에서 발견되며, 총 700여종의 산호 중 600여종이 이곳에 서식하는 등 세계에서 해양생물다양성이 가장 높은 생물자원의 보고임. 바다의 아마존이라 불림.
- 연안에는 다양한 맹그로브 수림이 분포하고 약 3000여종의 어류가 이곳에 서식하며, 참치와 황다랑어 등 고가 어종의 주요 산란장이기도 함.
- 실라캔스 등 희귀 바다생물이 다수 서식하고 있어 국제적으로 생물보존과 이용의 조화가 강조되는 해역임.
- 매년 수조원에 달하는 해산물이 이곳에서 생산되며, 약 2백만 명의 어부가 산호삼각지를 근거로 생활함. 이 해역에 살고 있는 인구는 약 1억5천만 명에 달함.
- 2007년 8월 인도네시아 대통령 Susilo Bambang Yuhoyono는 산호삼각지 해양생물 자원의 보존과 지속가능한 이용의 중요성을 지적하면서 이 해역에 속하는 국가들 간의 협력네트워크 구축을 제안하고, 국제사회의 지원을 호소함. 이에 따라, 산호삼각지 이니셔티브 (Coral Triangle Initiative on coral reefs, fisheries, and food security)가 2007년 12월 출범함(표 17).

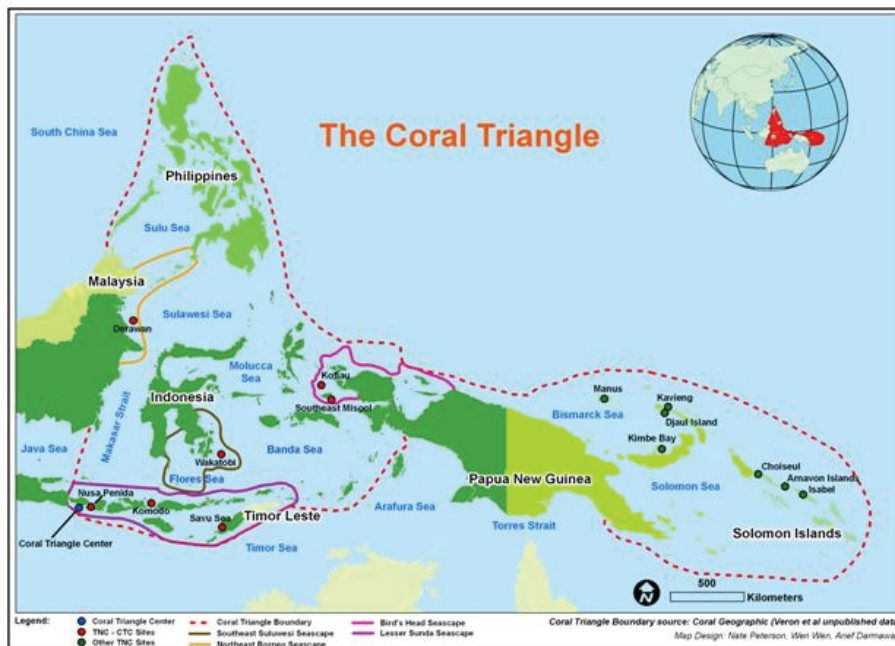


그림 72. 산호삼각지 위치

- 현재, 미국을 비롯하여 호주, 프랑스, 일본, 뉴질랜드, 영국 등이 후원하며 아시아개발은행, 세계환경기금, 세계은행, 야생동물기금, Conservation International 등의 국제기구가 후원함.
- 산호삼각지 이니셔티브를 주도하는 인도네시아는 물론 필리핀 등 참가국들은 국제사회의 지원을 간절히 요청하고 있는 상태임.

표 17. 산호 삼각지 이니셔티브 추진 현황

연 도	내 용
2007년 8월	- 인도네시아 대통령 Mr. Yuhoyono 제안
2007년 9월	- APEC 시드니 회의에서 승인 받음
2007년 12월	- Coral Triangle에 접한 6개국이 참여하여 공식 출범 - 미국 100만불, 아시아개발은행 250만불 지원으로 시작
현 재	- 미국 435만불 추가지원 약속 - 그 외, 호주, 프랑스, 일본, 뉴질랜드, 영국, 아시아개발은행, 세계환경기금, 세계은행, 야생동물기금, Conservation International 등이 후원

2) 산호삼각지에 연구거점 구축의 필요성

- 산호삼각지는 세계적으로 해양생물다양성이 가장 우수한 해역(그림 73)으로 생명공학의 기초소재인 다양한 생물자원을 확보하기 위해서는 이곳에 연구거점을 반드시 구축해야 함.
- 원양어업의 대국인 한국은 참치와 황다랑어 등 고급 어종의 주요 산란지인 산호삼각지의 보존에 노력하여 국제사회에 기여할 필요성이 있음.
- 산호삼각지는 최근 대기 이산화탄소 증가에 따른 해수산성화와 해수면 상승, 연안 개발에 따른 오염, 남획과 과도한 관광으로 인해 생태계 파괴가 심각해지면서 산호초 보전을 위한 국제사회의 관심이 높아지고 연구의 필요성이 고조되고 있음.
- 산호삼각지 이니셔티브는 이제 시작단계로서 국제사회의 지원이 많지 않아, 연구거점의 확보가 용이함.



그림 73. 산호삼각지의 높은 해양생물다양성

- 한편, 본 해역은 태평양과 인도양의 중간 점이지대에 위치하고 있어 두 대양 간의 해수순환 및 물리화학적 연계성 연구를 수행하는 데 주요 대상이 되고 있음.

3) 산호삼각지 연구거점 구축의 배경

- 한국해양연구원은 인도네시아 과학연구소(Indonesian Institute of Sciences, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, LIPI)와 MOU를 맺고 해양과학기술 분야의 협력을 약속함.
- LIPI는 47개의 연구센터를 운영하며, Bitung의 해양연구센터(Center for Oceanography)와 Ambon의 해양생물보존센터(Marine Biota conservation Center)에서는 산호초 생태계에 대한 연구를 수행함.

4) 산호삼각지 내 연구거점 구축 절차

- 산호삼각지 내에서 연구가 용이하고 국가 간 MOU를 맺고 있는 인도네시아에 먼저 연구거점을 구축하고, 단계적으로 연구 및 재정지원의 필요성 우선순위에 따라 필리핀, 말레이시아, 동티모르, 솔로몬제도, 파푸아뉴기니 등에도 연구거점을 구축함.
- 산호삼각지 이니셔티브 참여국가와의 양자간 및 다자간 협력 증진
- 국제회의 및 정상회담, 여수세계박람회를 활용
- 예상 절차
 - 2009. 5. 11-15, 세계해양컨퍼런스에서 산호삼각지 이니셔티브 지원의사 제시
 - 2009. 6. 동남아시아 특별정상회담에서 VIP가 인도네시아, 필리핀, 말레이시아 국민에게 지원의지 표명
 - 2009. 10. 여수세계박람회 조직위원회가 주최하는 여수국제심포지엄에 산호삼각지 이니셔티브 관련자 초청 및 협력 논의: 인도네시아 LIPI의 산호연구 담당자 초빙
 - 2010. LIPI의 해양연구센터 혹은 해양생물보존센터에 공동연구소 설립

5) 산호삼각지 내 연구거점의 주요 연구 항목

- 해양생물다양성분석과 생태 연구
 - 서식생물의 종분류와 다양성 분석
 - 산호초 생태 연구
 - 유용어류의 산란, 생식, 생태 분석
 - 희귀 생물의 생태 및 보존 연구
 - 산호초 먹이사슬 및 에너지흐름 분석
- 산호초 환경 모니터링
 - 물리화학 환경 분석과 모니터링
 - 지구온난화와 해수면상승, 해수산성화 모니터링

- 해양생물자원의 지속가능한 이용
 - 해양생물의 대사물질과 유전자 분석
 - 해양생물 유래 생리활성 물질 발굴 및 활용방안 연구

나. 향후 대양 연구거점 확보에 따른 연구 사업



그림 74. 대양 연구 거점 연구 사업 추진 로드맵

1) 북서태평양이 한반도 주변해에 미치는 영향 연구 (POSEIDON)

가) 열대 태평양 해역 해양변동성 조사

- 목적
 - ENSO 등 기후변화가 뚜렷하게 나타나는 열대해역의 해양변동성과 우리나라 주변해역의 상관성 분석
- 방법
 - 우리나라에 영향을 주는 쿠로시오의 근원이 되는 북적도 해류 대역의 주요 해역에 표층부터 저층까지 해수특성과 해류를 관측할 수 있는 계류 시스템을 이용하여 장기간 관측

나) 북서태평양 생태계 조사

- 목적
 - 기후변화에 따른 대양의 생태계 변화가 우리나라 주변해역에 주는 영향을 파악 및 예측하고, 해양산성화에 따른 해양생태계 변동특성 및 지구적 차원의 생지화학 순환 메커니즘 규명
- 방법
 - 영양염 및 플랑크톤 채집, Phytoplankton Net Towing, Bongo Net Towing, 난자치어 Net Towing, 플랑크톤 배양

2) 지구미래예측 연구프로그램 (GAIA Program)

가) 서태평양 적도 해역의 해양 시계열 자료 확보

○ 목적

- 지구상 에너지 공급 해역이며 우리나라 기후에 절대적 영향을 미치는 해역에서 장기적이고 연속적인 해양자료를 확보하여 해양의 변동성을 감시하고 국내 고유 기후모델의 세련화에 활용

○ 방법

- 해양장비(유속, CTD, 기상 등)의 계류 및 주기적 관리. 공간적 자료 보강을 위한 해수 물성 및 해류 조사(그림 75)

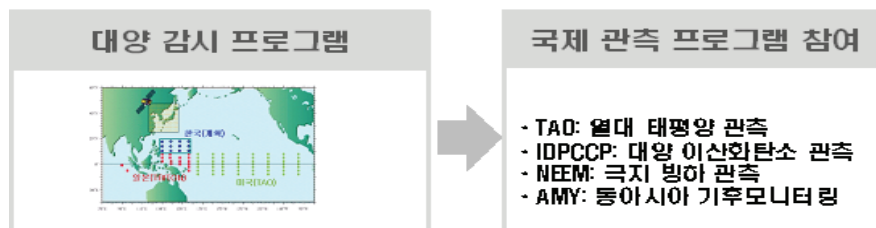


그림 75. 지구미래 예측프로그램에서 대양 감시 프로그램과 국제 관측 프로그램 참여에 대한 모식도

나) 국제 공동 조사 프로그램 개발 및 해양 조사

○ 목적

- 기후변화 연구에 중요한 서태평양 적도해역의 서쪽 해역의 해양 현상 이해 및 모니터링 (그림 75, 기존 적도해역 관측망/TOGA 고정 관측 부이시스템의 확충 및 해류계 추가 설치, 인도네시아통과류 집중조사, 적도해역 상층 미세구조 현상의 모수화를 위한 적도 단면 반복조사, 엘니노 등 적도 해양 변화 신호의 전달 과정 파악을 위한 서안 경계 해류 모니터링)

○ 방법

- 기후변화관련 국제프로그램인 CLIVAR (<http://www.clivar.org>; Climate Variability and Predictability) 활동의 하나로 추진 중인 인도네시아통과류 해역 국제공동연구 프로그램의 해양조사(해류 및 CTD 조사)에 참여하고, 적도해역 및 서안경계류 통과역 조사프로그램 개발 주도(그림 76)



그림 76. 기후변화 예측을 위한 지구미래예측시스템 개발과 이의 핵심기술 역할을 하는 해양조사

3) 기후변화에 따른 심해 생물영향평가기술 개발

가) 기후변화에 따른 심해생물 영향 연구

○ 목적

- 해수의 이산화탄소 증가에 따른 심해생물 영향 파악을 위하여 현장에서 Benthic Chamber를 이용하여 영향 평가

○ 방법

- 심해 해저면에 Benthic Chamber를 mooring시켜 인위적인 이산화탄소 농도 증가에 따른 심해생물(박테리아 포함)의 영향을 파악함

나) Benthic-Pelagic Coupling 조사

○ 목적

- 해양생태계 구조 및 기능 파악을 위한 표영생태계와 저서생태계물질순환 연구

○ 방법

- 저서생태계와 표영생태계의 구성 인자 조사를 통한 해양생태계 기능 및 물질순환 파악

4) 극한환경 유용 생물자원 확보 기술 개발

○ 극한 환경 유용생물 채집

○ 일반 심해 및 열수, 냉용수, 가스분출 지역의 유용생물 자원 확보

- TV 카메라 시스템이 장착된 유압식 grab을 통해 심해 및 열수 등 지역의 해저면을 모니터링하면서 원하는 대상 생물을 채집함

5) 유용어류의 생물종 확보를 위한 대양연구

○ 대양에는 다양한 종류의 열대 및 심해의 생물들이 분포하고 있음

○ 이들을 채집하고 분석하기 위해서는 다양한 연구 분야의 인력이 필요함

- 예: 미생물, 원생동물, 식물, 미소동물플랑크톤, 대형동물플랑크톤, 난자치어, 성어, 심해의 소형생물, 심해의 대형생물 등

○ 뿐만 아니라 각 연구 대상 생물에 대한 다양한 연구가 필요함

- 현재의 연구선의 공간적 제약으로 인하여 이들 연구 분야에 대한 다학제적 연구의 접근이 원천적으로 차단되고 있는 실정임

- 기후 변화에 따른 생태계의 반응을 규명하기 위해 생태계의 구조와 기능의 연구를 위해 다양한 생물종의 확보는 물론 연구 목적에 필요한 양의 충분한 표본 확보
- 6) 해외 해양생물자원 확보를 통한 해양생명공학기술 연구
 - 생물다양성협약(CBD)이 생물자원에 대한 국가주권을 인정함에 따라 선진국을 중심으로 유용한 생물자원 선점확보를 위한 경쟁이 심화되고 있음. 해양생명공학 분야의 국제경쟁력 확보를 위해 국내뿐만이 아니라 해외 유용생물자원 확보도 매우 중요
 - 해외생물자원 확보를 통한 생명공학 기술 개발을 목적으로 함
- 7) 대양 탐사에 의한 해양바이오에너지 원료 발굴 및 개발
 - 지표의 약 70%라고 말하여지는 해양, 또한 해양의 약 93%를 차지하는 200m이상의 심해를 대상으로 한 연구는 전 세계적인 동향으로 해양생물생태계 전반의 이해에 필수
 - 대양에 대한 광역탐사 실시로 해양바이오디젤 원료인 미세조류 확보
 - 바이오에탄올 원료 공급지역을 선정하고 독점적 원료공급원 확보 추진
- 8) 해로 안보(海路安保)를 위한 해양 환경 정보 획득조사 및 이용
 - 동북아 체제변화 및 해상에서의 국가안보의 중요성이 증대됨에 따라 전력을 증강하고 있는 해군세력에 적시적으로 해양정보를 지원
 - 대한민국 『교역의 통로』에 대한 정치, 군사, 안보의 측면과 경제적 측면을 고려한 해양환경 정보 조사 추적 및 이용 기반 구축
 - 주변 강대국의 해군력 집중 지역(그림 77)에 대한 실 해역 해양 환경 정보 확보 및 해저 수중 환경 파악에 의한 음향학적 수상 및 수중 함 탐지 기술 개발 및 응용



그림 77. 중국 해군의 전략범위 목표

9) 남서태평양 해양광물자원 개발

가) 열수분출 및 광체 추적을 위한 수층 내 열수추적 및 해수시료 채취

○ 목적

·열수광체에서 분출되어 해수 중으로 이동되는 플룸의 추적을 통해 열수분출지역을 파악

○ 방법

·견인형 CTD, 플룸추적장비 등을 이용한 수층 내 열수플룸 모니터링과 CTD 정점조사를 통해 목적 대상 지역의 해수 채취

나) 열수광체 시료 채취를 위한 TV Grab의 운영

○ 목적

·열수광체 시료 채취를 통한 광상 품위 및 매장량 평가

○ 방법

·TV 카메라 시스템이 장착된 유압식 grab을 통해 해저면을 모니터링하면서 원하는 대상 시료를 채취함

다) ROV 운영을 통한 열수광체 근접해저면 조사

○ 목적

·열수광체의 노출 규모 및 근접 시료 채취, 열수분출수의 채취, 열수분출구 주변 생태 연구

○ 방법

·ROV를 이용한 열수광체 촬영, 분출구 주변 시료 채취(광석, 열수, 생물 등)

라) 광체 규모 평가를 위한 전자기 탐사 및 해저면 굴착

○ 목적

·3차원으로 부존되어 있는 열수광체의 규모 파악을 통한 광상 평가

○ 방법

·주변암과 광체의 매질특성 차이를 이용한 전자기 탐사와 해저면 굴착을 병행하여 수행

10) 태평양 심해저 광물자원(망간단괴) 개발

가) 심해저 망간단괴 상용화개발을 위한 정밀제어, 통합탐사 요구

○ 목적 :

·망간단괴 개발 시 발생하는 환경적인 교란이 주변 생태계에 미치는 영향 규명 및 환경피해를 최소화하기 위한 채광기술 확보

·망간단괴 매장량, 금속품위, 광상규모 등을 고려한 최적의 망간단괴 채광후보지역 2.0만km² 선정

- 수심 5,000m 심해저에 산재되어 있는 망간단괴를 심해저면으로부터 효과적으로 분리·수거하기 위해 해상으로부터 원격 제어되는 심해저 집광시스템 개발·시험

- 방법

- 향후 상업개발 시 이용하게 될 채광기와 유사한 규모의 장비를 이용하여 해저면에 인위적인 교란을 야기한 후, 주변 환경에 미치는 영향을 지속적으로 모니터링
- 측면주사음향탐사기(Deep-tow side scan sonar)의 운용을 통한 채광조건 및 채광장애지역 판별을 통해 최적 채광지의 선정 및 개발도 작성

나) Global 해양기후변화 대응 및 대양저 자원잠재력 평가 연구

- 목적

- 전지구적 해양변동의 최대 요인인 태평양 해역의 고기후 환경복원을 위한 국제협력 연구 추진
- 대양저에 부존하는 광물, 에너지자원의 분포 및 개발타당성 연구를 수행하여 공해상 자원에 대한 개발주도권 확보

- 방법

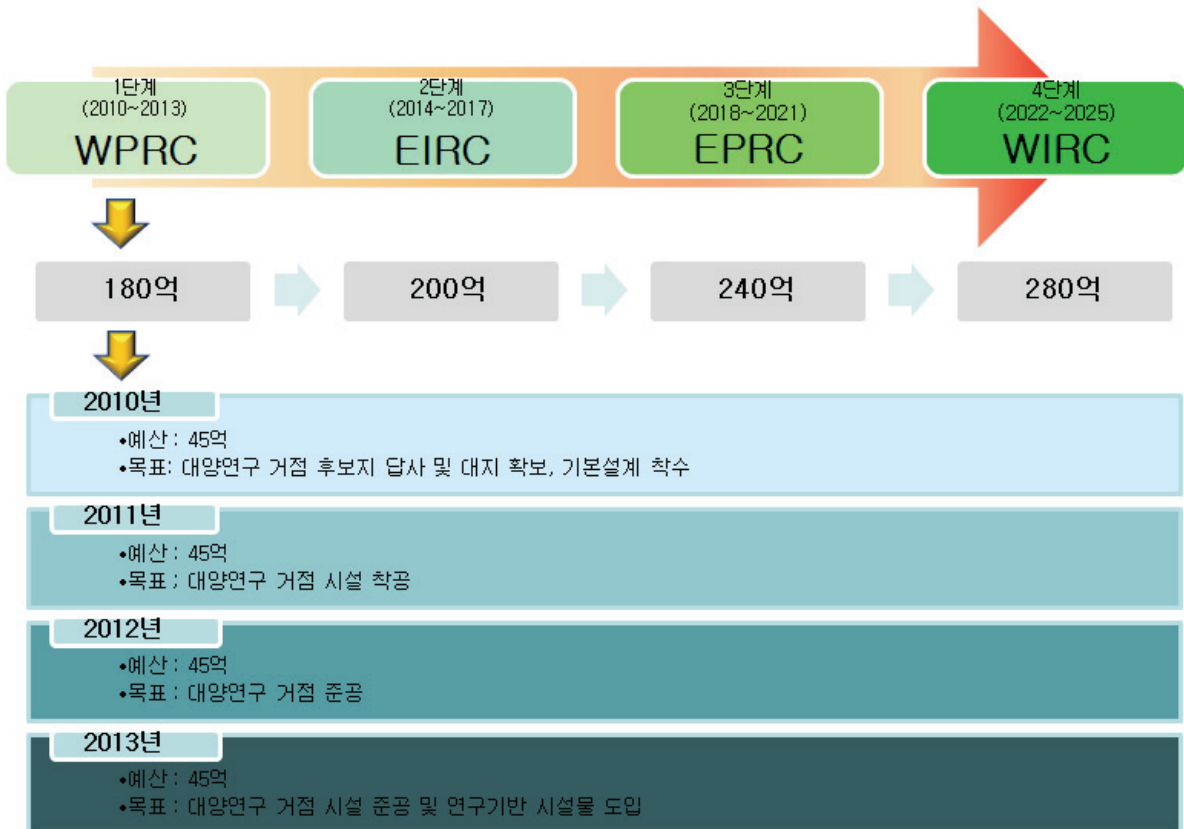
- 동태평양과 서태평양 권역별 정밀 해저환경 관측 및 국가간 협력프로그램 발굴·육성
- 정밀 시추, 해저면/해저지층 3D 분포구조도 작성, 광상발달 특성 및 규모해석

제3절 연구거점 운영방안

1. 추진일정과 단계별 예산

- 기획연구사업 종료 (2009. 04. 30.)
- 기획보고서 제출 (2009. 05. 31.)
- 한-아세안 특별정상회담에서 양자 정상회담 의제제안 (2009. 6. 2.)
- 한-인도네시아 장관급 회담에서 후속조치 양해각서 체결 (2009. 8. .)
- 해양관련 연구기관 사이 후속조치 합의각서 체결 (2009. 10. .)
- 총예산 및 사업기간 : 900억원/16년

- (1) 서태평양 해양연구센터 (2010-2013): 45억/년 x 4년 = 180억원
- (2) 동인도양 해양연구센터 (2014-2017): 50억/년 x 4년 = 200억원
- (3) 동태평양 해양연구센터 (2018-2021): 60억/년 x 4년 = 240억원
- (4) 서인도양 해양연구센터 (2022-2025): 70억/년 x 4년 = 280억원



WPRC : 서태평양연구거점, EIRC : 동인도양, EPRC : 동태평양, WIRC : 서인도양

그림 78. 단계별 대양연구 거점 추진 로드맵

서태평양 해양연구센터 연구시설물 구축 예산 산정 내역은 다음과 같다.

사업내역	단위	수량	총사업비(단위: 천원)	
			단가	합계
1) 토지구입	m ²	40,000	75	3,000,000
2) 토목공사				1,055,000
(1) 단지조성	m ²	40,000	10	400,000
(2) 배수시설	m ²	1,500	100	150,000
(3) 도로포장	a	70	3,500	245,000
(4) 조경공사	m ²	20,000	10	200,000
(5) 외곽펜스	m	1,000	60	60,000
3) 건축공사				7,453,000
□ 육상시설				
1) 연구실험 및 지원시설				
① 연구실험동	m ²	2500	1,200	3,000,000
② 기숙사	m ²	500	1,050	525,000
③ 식당 및 세미나실	m ²	250	1,050	262,500
④ 강당	m ²	330	1,500	495,000
⑤ 정비 및 창고동	m ²	500	750	375,000
⑥ 경비실 및 정문	m ²	50	1,050	52,500
⑦ 체력휴게실	m ²	100	600	60,000
(2) 해양관측자료수집 및 보관실	m ²	500	750	378,000
(3) 생물환경조정시설	m ²	330	1,000	330,000
(4) 열대생물사육수조실	m ²	1500	350	525,000
□ 해상시설				
(1) 해양관측탑	식	1	300,000	300,000
(2) 해양물리관측시설	m ²	150	1,000	150,000
(3) 피어	m	100	10,000	1,000,000
4) 부대공사				1,000,000
(1) 오폐수처리시설	식	1		250,000
(2) 전원인입 및 단지전기공사	식	1		200,000
(3) 전자교환기	식	1		100,000
(4) Network공사	식	1		100,000
(5) 보안시스템	식	1		150,000
(6) 체육시설	식	1		200,000
5) 설치부대비	%	9,508,000	10 %	950,800
6) 설계및감리비	s	9,508,000	5 %	475,400
합계				13,934,200

초기 센터 운영예산 규모 - 4,065,800 천원

센터 시설 관리비 :	800,000 천원
센터기본운영경비 :	200,000 천원
초기 비품구입비 :	200,000 천원
소형연구선구입비 :	750,000 천원
소형연구선운영비 :	100,000 천원
기본연구장비구입비 :	2,015,800 천원

총계 - 18,000,000 천원

현재 운영되고 있는 마이크로네시아 축기지(한·남태평양연구센터)는 생물시료를 국외로 반출할 수 있다는 장점과 연구 활동의 자유스러움을 주기는 하지만, 국제적인 생물-시료협정이 국외로 반출되는 것을 금지하는 추세이기 때문에 머지않은 미래에 축기지에서부터 시료반출이 금지될 상황을 맞게 된다.

이 지역의 전반적인 생활수준은 낙후되어 우리나라 연구원이 상주하기에는 아직까지 매우 열악한 조건이며 남태평양을 전담할 만한 위치에 있지 못하다는 약점이 있다. 따라서 열대생물 위주의 연구를 지속시키면서 인도네시아에 '서태평양 해양연구센터(WPRC)'를 별도로 설치하여 지역 특화된 연구뿐만 아니라 기후연구나 생물다양성 연구 등 대규모 연구에 필요한 전진기지로 삼는 것이 바람직하다.

2. 연구센터운영 및 인력활용방안

- 연구센터운영에서 가장 중요한 점은 안정적인 예산확보다. 그런 점에서 연구센터의 일반경상비 예산을 국내 관련연구기관의 예산에 포함시키지 않고 별도로 배정하여 그 운영만을 관련연구기관에 맡기는 방식을 채택하는 것이 바람직하다. 즉, 한·중해양센터(중국 청도 소재)나 한-남태평양해양연구센터(마이크로네시아 축 소재)처럼 운영비를 연구비에 포함시키게 되면 연구비 확보가 어려운 시기에는 연구센터의 안정적인 운영이 불투명해지므로 남극 세종기지처럼 경상운영비와 기본연구비를 별도의 예산으로 할당받는 방식이 좋다.
- 그러나, 연구센터운영의 중요한 정책결정은 항상 상대국 자문위원(연구원)과의 협력을 통해서 이루어지는 것이 좋으며, 표면적으로는 공동연구 또는 상대국 연구를 지원하는 형태의 연구협력을 견지할 필요가 있다. 이것은 실질적으로 운영을 책임진 우리나라의 관련기관이 연구를 주도한다고 하더라도 의견상으로 우리나라가 연구를 독주하는 인상을 상대국 정부에 주는 것은 장기적으로 부정적인 영향을 초래할 수 있기 때문이다.
- 첫 부정적인 사례는 미국에서 인도네시아에 연구센터(또는 field station)를 건립하여 단독으로 운영하던 중에 연구원이 상주하지 않은 원인 때문에 실제로 텅 빈 채 장기간 거의 버려진 경우가 있어 그 이후로는 인도네시아 정부측에서 자국 전문가들과의 공동연구협력을 요구하게 되었다.
- 일본 JAMSTEC에서는 열대 서태평양과 동인도양 수마트라 인근해역에 관측부이(Triton Buoys)를 10년 이상 운영해 오고 있기 때문에 인도네시아에 그들의 연구실을 설치할 필요를 느껴 JAICA(일본 국제협력단) Fund에서 건물을 지을 사업비를 확보했으나, 외면적인 운영은 인도네시아 연구기술부(RISTEK) 소속의 해양조사기술센터(BPPT) 전문가에게 맡기고 뒤에서 지원하는 형태로 운영하고 있다.
- 인력활용은 현지 장기근무를 바탕으로 이루어지는 것이 장기적인 발전에 도움이 된다. 따라서 연구센터장은 센터의 운영을 책임지는 관련기관에서 파견하고, 국내 연구원이 파견근무를 하는 경우라고 하더라도 기본적으로는 운영방향 설정 등 정책적인 사항의

결정 이외에는 거의 독립적으로 연구사업 등이 운영되는 것이 바람직하다.

3. 지역사회 기여 및 저변 확대

남의 나라에 해양과학기지 또는 해양연구센터를 건립하는 것은 대양연구 외에도 여러 가지 주변 의미를 내포한다. 자국의 실속만 차리고 상대국에 아무 것도 베풀 것이 없다는 인식이 현지주민들 사이에 퍼지기 시작하면 그 기지의 미래를 보장받기 어렵다.

일본은 2차 세계대전 중에 서태평양 도서국가와 동남아시아 여러 나라에 끼친 피해를 만회하기 위하여 많은 돈과 노력을 들여 피해당사국들에게 피해복구와 경제재건에 힘써주었지만, 아직도 이들 국가의 외면을 받고 있는 실정이며 그 가장 큰 이유는 경제자립을 위한 기술전수를 외면하고 자국의 실속만을 차리려한다는 인식 때문이다. 따라서, 우리나라가 자동차 등 산업 분야에서 기술전수를 조건으로 진출한 사례 따위는 양국의 우호관계를 증진시키는 데에 큰 도움이 된다고 볼 수 있다. 이미 중국은 동남아국가들에 경제재건이나 기타 방법을 통하여 일본이 과거에 수행했던 자리를 대신하여 많은 지원을 수행하고 있다.

개발도상국에 해양연구기지를 설립하여 대양연구를 효과적으로 추진하기 위해서는 그 기지로부터 상대국 정부와 주민들이 무엇을 기대하는지를 함께 고려해야만 한다. 그러한 기대치의 초기조건은 상대국의 정치적 안정과 사회경제적 편익에 관한 기대일 것이다. 그러나 이러한 초기 기대치는 단순한 외부적 요인에 따라 얼마든지 그 이미지가 바뀔 수 있으며 또한 이 기획연구의 범위를 벗어나므로 여기서는 구체적인 기술을 생략한다.

해양연구기지 설립 후 지역사회에 지속적인 기여를 할 수 있는 효과적인 방법 중의 하나는 지역주민 특히 청소년들과 함께 하는 현장체험 교육이다. 대학과 연계하여 해양과학실습 특강을 실시하거나 대학의 정규 해양과목을 맡아서 강의하는 것도 지역사회에 지속적으로 기여하며 동화될 수 있는 방법 중의 하나다.

무엇보다도 가장 중요한 저변확대 방법은 문화적 공통점을 찾으려는 노력과 지속적인 관심이라고 할 수 있다. 아무리 경제적인 지원을 크게 늘린다고 하더라도 상대국의 문화와 관습을 존중하고 이해하려는 노력이 없으면 연구센터가 지역사회와 무관한 한낱 외국의 건물로서만 존재할 것이며, 경제적 지원이 적다고 하더라도 상대국 정부의 기대에 부응하려는 노력과 지역주민의 문화와 관습을 배우려는 자세를 적극적으로 가짐으로써 지역사회의 일원으로 점차 동화되는 것이 가장 확실한 방법이다.

제6장

대양연구거점 자료 관리와 활용 방안

제6장 대양연구거점 자료 관리와 활용 방안

제 1 절 연구 자료 관리 체계구축의 필요성

해양 자료들은 한 점에서 관측된 한 가지 변수에서부터 사이즈가 수백만 기가바이트에 이르는 다중변수의 4차원 자료가 수집되는 등 수많은 다양한 형태로 얻어진다. 또한 관측은 다양한 목적을 가진 개인과 수많은 다양한 기관에서 지원하는 센서에 의해 광범위하게 이루어진다. 현재 대부분의 해양에서 획득된 자료는 분야별, 기관별, 시공간 규모별로 각각 흩어져 있다. 자료의 정확성 및 형식 등이 개별적인 경우, 기상/기후 예측과 해양환경/해류순환 변동 예측 등을 위한 모델, 해양생태계 변화 예측 등을 위한 입력 및 초기 자료로 사용이 불가능하고, 전문가 및 실사용자들이 다양한 자료에 대한 접근에 한계가 존재하여 해양자료로부터 얻을 수 있는 중요한 경제적/과학적 이득을 얻지 못한다. 해양은 접근의 어려움, 관측기술의 부족, 막대한 자료수집 비용으로 인해 해양활동 및 예보에 필요한 해양자료 및 정보를 충분히 확보하는 것은 쉽지 않다. 따라서 한 번 수집된 자료는 유실 없이 보관하고 최대한 활용될 수 있도록 유통시켜야 하며, 이를 위해 최근 컴퓨터 기술들을 도입, 적용한 자료관리기술을 개발할 필요가 있다(김과 강, 2005).

따라서 다양하고 방대한 해양환경 관측 자료를 효과적으로 연구 및 현업에 활용하기 위해서는 해양자료를 취득하기 위한 초기의 장비 준비 단계부터, 관측, 자료처리, 배포 등이 일관되거나 보편화 된 국제 규격 안에서 이루어져야 한다. 대양/해양관측 시스템 및 거점운용의 성공유무는 1차적으로 실시간 및 지연모드의 관측 자료를 자료수집 거점으로 집결시키고, Q/C 처리된 자료를 사용자에게로 보내고, 모든 형태의 자료를 안전한 저장소에 두고 서로 이용이 가능한 송수신 자료관리 및 통신 체계에 달려 있고, 2차적으로 1차 자료 거점의 자료를 활용하여 연구 및 현업에서의 활용성에 달려 있다.

제2절 국내외 자료관리 동향

해양자료가 귀중한 과학 정보이며, 유산이라는 인식이 확대되면서 해양자료의 수요가 급증함에 따라 국내외적으로 산재해 있는 해양자료들이 각 자료의 특성별로 동일한 형식을 갖추고, 통합된 해양자료 시스템 하에서 배포/제공에 대한 요구가 전문가 및 실사용자 그룹에서 점차 증가하고 있다. 이러한 필요성에 의해 현재 국내외 많은 기관에서는 각종 해양자료들을 관리·운영하는 '해양자료 관리/처리 시스템'을 구축하고 있다. 최근에 한국해양연구원(2009)에서도 체계적인 GIS 기반의 해양자료 관리 및 활용체계를 구축하기 위하여 'GIS 기반 해양자료관리 및 활용체계 구축을 위한 기획' 연구 사업을 통하여 국내외 연구 동향과 해양자료 통합관리 시스템의 운영방안을 제시한 바 있다.

1. 국내동향

가. 국립해양조사원의 종합해양정보시스템(TOIS)

국립해양조사원(NORI)는 2000년 이후, 우리나라 해역의 측량·관측자료를 대상으로 MAPIS GIS 엔진 기반의 정보서비스 체계(<http://www.nori.go.kr>)를 갖추고, 사용자에게 보다 쉽고 편리한 이용이 가능케 함은 물론 다양한 형태로 해양산업발전과 정책수립에 기여하고 있다. TOIS(Total Oceanographic Information System)는 원시자료 수집에서 최종 서비스까지 One-Stop 서비스 체계를 가지며, 실시간 DB구축, 대용량데이터 처리 및 해도 관리 등의 다양한 시스템과 연계를 통해 자체 업무효율 및 대국민 서비스 향상을 위해 구축한 시스템이다(그림 79). TOIS의 기능들은 해양지리정보를 생산·처리하는 관련 업무시스템과 밀접하게 연계되어 보다 효율적이고 통합적인 해양지리정보의 활용 및 관리가 가능하도록 지원한다. TOIS를 통하여 관리되고 구축되어진 자료를 기반으로 국립해양조사원은 홈페이지를 통해 해도정보, 해양지리정보, 해양관측정보 등의 해양관련 정보들을 웹상에서도 손쉽게 검색하고, 이용할 수 있도록 서비스 하고 있다(그림 80).

이 외에도 공간정보DB 설계 및 구축, NGI 포맷, Web Map 서비스 및 지리정보 유통 메타데이터 등 정보화분야의 국제표준을 준수하고 있다. 국립해양조사원의 정보화 표준규격은 그림 81과 같다.

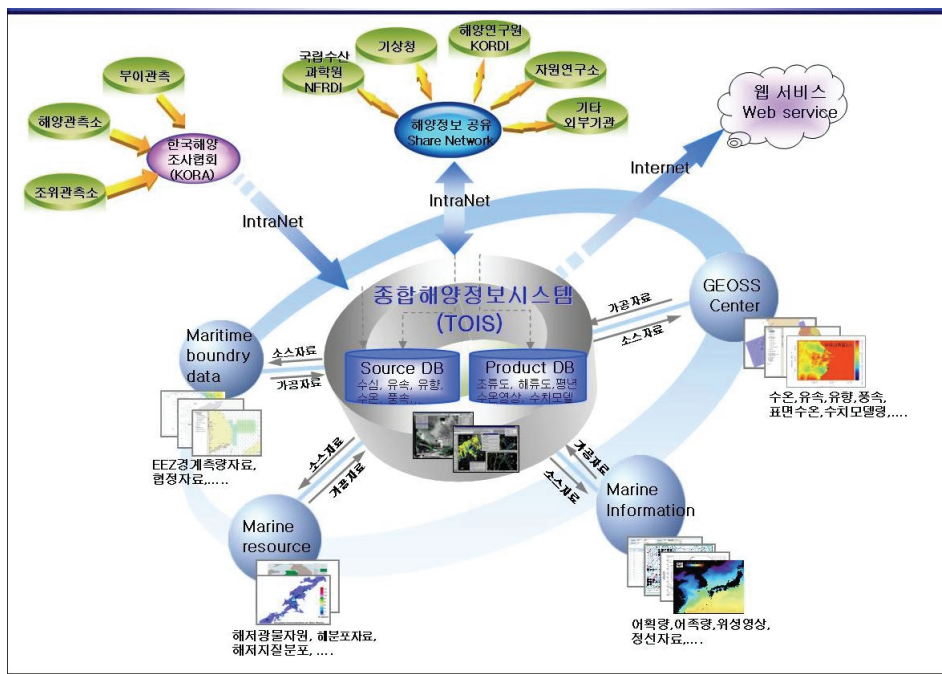


그림 79. NORI의 TOIS 시스템 구성도

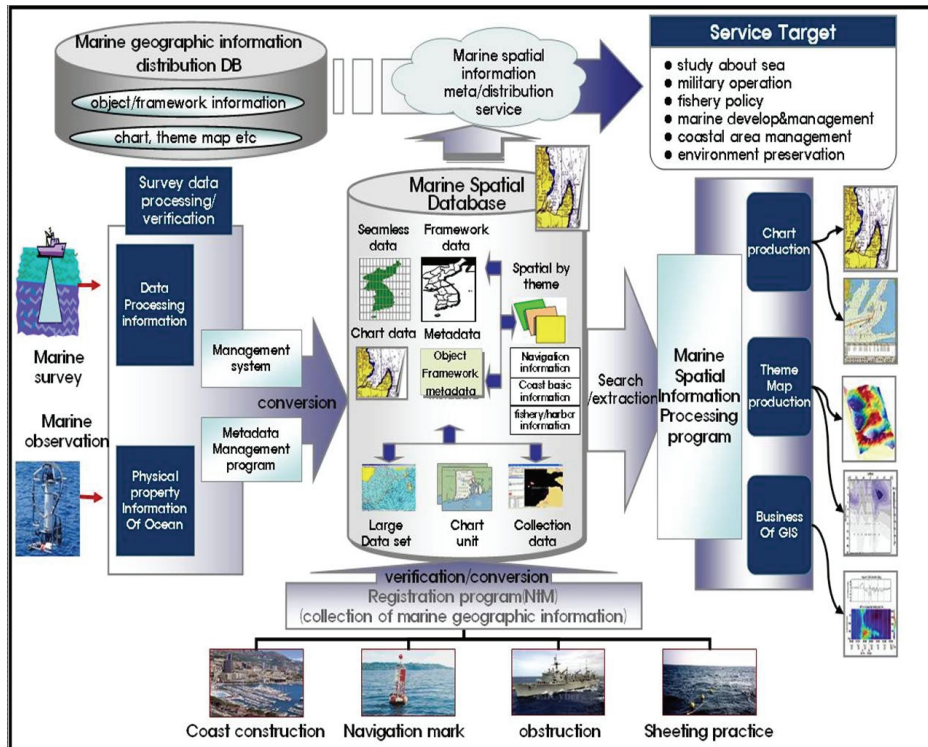


그림 80. 국립해양조사원의 TOIS 기반의 NORI Workflow

과업	표준규격
공간정보DB 설계 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> ❖ IHO S-57 Transfer Standard for Digital Hydrographic Data Edition3.1 데이터모델 및 구조 부분 ❖ IHO S-52 Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS, 5th edition ❖ TTASIS-19109/R1 지리정보DB설계지침버전 2.0 <ul style="list-style-type: none"> - 용역스키마 설계절차 - 논리적/물리적 구현스키마 설계절차 - S/W별 활용예제 ❖ TTASIS-19110 지형지물의 구성내용 및 정의방식 표준 <ul style="list-style-type: none"> - 제약조건정의서 - 피쳐테이블 정의서
업데이트관리	<ul style="list-style-type: none"> ❖ IHO S-57 Transfer Standard for Digital Hydrographic Data Edition3.1 Update Mechanism 부분
NG포맷지원	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TTASKO-10.0158 수치지도 제작을 위한 지형지물 통합 표준
해양지리정보 웹서비스	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TTASOG-WMS 공간정보유통을 위한 웹 맵 서비스 표준 ❖ ISO 19128 Web Map Server Interface ❖ OGC Web Map Service Implementation Specification ver 1.1.1 ❖ TTASOG-GML3.0 GML 3.0 기반 지리정보 엔코딩 표준 <ul style="list-style-type: none"> - 피쳐관련 부분 ❖ OGC Web Feature Service Implementation Specification v1.0
메타정보관리 (MetaData)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TTASKO-10.0139지리정보유통목록 메타데이터 표준 ❖ TTASIS-19115 지리정보관리용 메타데이터표준 ❖ TTASKO-10.0139 지리정보유통목록 메타데이터 표준의 메타데이터 XML DTD ❖ ISO19115 Metadata ❖ ISO19139 Metadata Implementation Specification
객체사전	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 국제표준 ISO/IEC 8211을 사용하고 있는 IHO(International Hydrographic Organization) 전승표준 S-57을 기반으로 작성 ❖ 심볼 표기는 S-52 전지에도 및 수치에도도식을 준용

그림 81. 국립해양조사원의 TOIS 정보화 표준규격

나. 수산과학원의 한국해양자료센터 (KODC) 및 해양수산정보포탈

한국해양자료센터 (KODC)는 해양연구 및 조사결과로 얻어지는 유용한 해양과학조사 자료를 체계적으로 관리하고 이를 이용자에게 효과적으로 제공함으로써 해양연구 촉진 및 국가 해양과학기술 발전에 기여하기 위하여 설립되었다. KODC의 주요 운영 계획은 해양조사자료, 해양원격탐사자료, 해양오염자료, 적조발생현황 및 해양수산자료 등의 해양환경정보 및 해양자원자료를 통합 활용할 수 있는 해양정보 통합관리시스템을 개발하고, 이용자가 필요로 하는 해양자료 정보의 접근을 보다 손쉽게 할 수 있도록 Metadata Base 및 해양관측자료 DB의 검색기능을 확대, 현재 UNESCO 산하 IOC 및 회원국에 제공하고 있는 IGOSS/ TESAC, CSR/ROSCOP-III, NOPs 등의 국내 해양과학자료 및 정보를 국가간 및 국제기구간에 교류 확대, 동북아시아 해양관측시스템 (NEAR-GOOS), 북서태평양해양보전실천계획(NOWPAP), National Delayed Mode Data Base(NDMDB) 구축을 계획하고 있다.

국립수산과학원에서 운영하는 해양수산정보포탈(<http://portal.nfrdi.re.kr/>)은 바다목장정보, 실시간어장정보, 적조정보, 해파리정보, 국가해양환경측정망, 정선해양관측, 연안정지관측, 동북아위성정보, 해외어장정보, 수산물유전체/유전자원정보 등의 다양한 분야에 걸쳐 GIS 기반의 정보시스템으로 KODC와 연계되어 있다(표 18). 기본적으로 ESRI의 ArcGIS Server 환경하에서 개별 연구사업 기반의 특화된 정보서비스 위주로 운영하고 있으며, Web 환경하에서 ArcGIS Server의 기능을 이용하여 공간정보를 효율적으로 표출한다(그림 82).

표 18. KODC의 조사자료의 관리 범위

분 야	항 목
물리해양	수온·염분·해류·조류·조석·파랑·해면변화·해수광학특성 및 수중음향
화학해양	수소이온농도, 용존산소, 생물학적 산소요구량, 화학적 산소요구량, 용존 영양염류, 입자성 부유물, 미량금속 및 무기물, 방사성 핵종, 유기화합물, 석유 및 관련화학물질, 유기염소계 화합물, 용존기체, 핵산 추출물, 기타 독성 및 오염물질
생물해양	기초생산력, 클로로필 및 색소류, 해양미생물, 플랑크톤, 저서생물, 부착생물, 난·치자어, 유영동물, 조류, 해양파충류, 해양포유류
지질해양 및 지구물리	수심 및 해저지형, 지자기 및 고지자기, 중력, 지진 및 탄성파 탐사, 해저면영상, 층서퇴적, 시추시료 및 해저표층 시료분석(고생물·지화학·광물 및 연대측정자료 포함), 부유퇴적물, 해안선정보
기상해양	기온, 기압, 풍속, 풍향, 강수량, 일사량, 운량, 시정, 습도, 대기조성물질
기타	국토해양부장관이 해양과학 연구에 필요하다고 판단하여 정하는 항목



그림 82. 해양수산연구정보의 자료정보 제공, 예) 국가해양환경측정망 홈페이지

다. 국토해양부 국가해양환경통합정보시스템

국토해양부에서는 국내 해양관련 기관에서 생산하고 있는 조사관측자료를 대상으로 MEIS(Marine Environmental Information Service) 통합관리시스템을 운영하고 있으며(그림 83), 이를 중심으로 관측자료 공동활용 정책을 지속적으로 구현하고 있다. 현재 국립해양조사원, 국립수산과학원, 한국해양연구원, 해양경찰청을 대상으로 자료수집이 이루어지고 있다. 각 기관에서 독립적으로 운영하고 있는 시스템과의 연동을 통해 정기적으로 각 기관의 자료를 MEIS Server로 수집하는 체제를 기본으로 하고 있다. 우리연구원은 수집 자료를 년 1회 제출하는 형태로 참여하고 있다. 하천, 읍면동 경계, 환경관리 해역 등의 공간정보와 함께 정선해양조사, 연안정지해양조사, 조석관측, 폐기물 배출 등의 정보를 수집하여 GIS 기반의 정보서비스를 제공하고 있다(<http://meis.go.kr/>).



그림 83. 국토해양부 국가해양환경통합정보시스템의 자료검색 화면

2. 국외동향

가. 일본 JAMSTEC 의 Data Search Portal

JAMSTEC은 기존의 분야별 해양자료 서비스를 통합, 2008년도 11월17일자 Data Search Portal이라는 지도기반의 해양자료 제공시스템을 구축, 서비스를 개시하였다(그림 84). JAMSTEC은 동 시스템을 이용하여 사용자들로 하여금 단순히 지도 위의 원하는 위치에 마우스 포인트를 위치하고 검색항목을 선택하는 것만으로도 원하는 자료의 Sample을 구할 수 있도록 서비스를 제공하고 있다(<http://www.jamstec.go.jp/dataportal>). Web상에서는 Sample자료만을 공개대상으로 하는 것이 자료관리 정책이다.

On this window users can select data type, zoom up/down and pan the map, and designate search area.

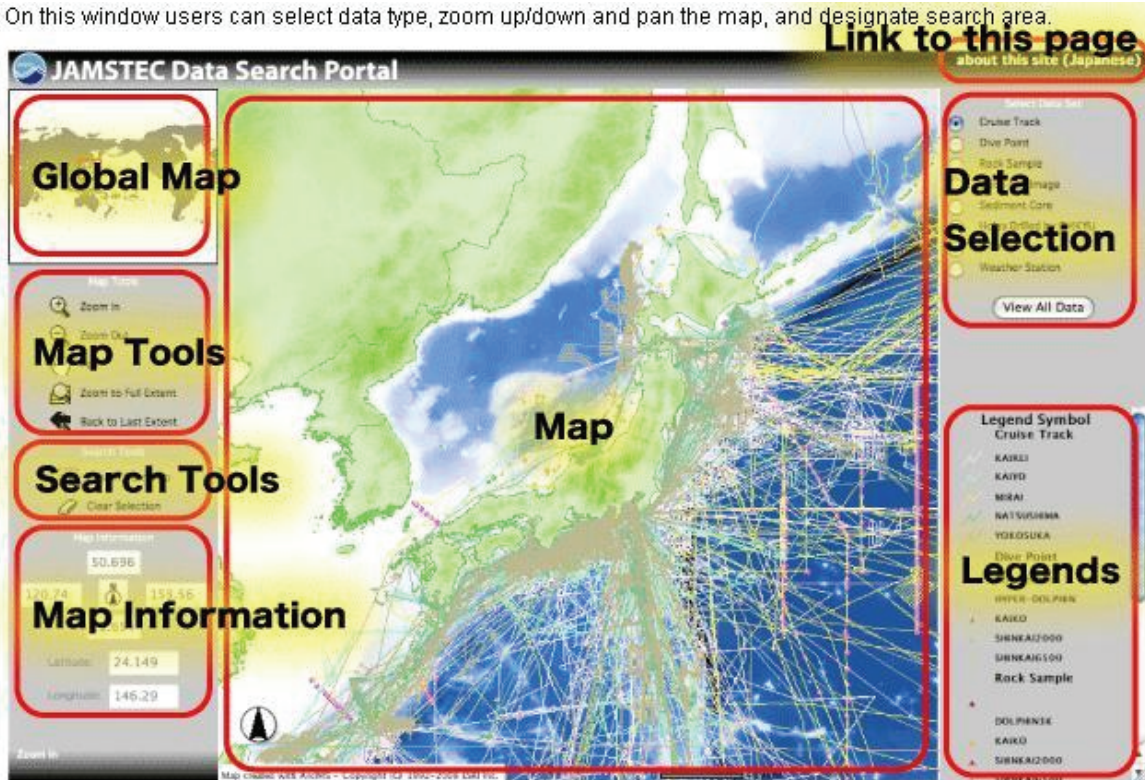


그림 84. JAMSTEC Data Search Portal

새로이 구축된 Data Search Portal은 JAMSTEC 해양자료 보유현황 및 자료의 속성을 일반사용자들이 손쉽게 확인할 수 있도록 편의를 제공하나, 실제로 자료를 제공하는 경우에는 사용목적에 따라 적정수준의 사용료를 차등 부과하는 유료화정책을 실시함으로써 해양자료의 정보자산화를 도모하고 있다. Data Search Portal에서 제공하고 있는 자료의 종류는 표 19와 같다. 샘플자료를 통해, 자료의 보유여부는 적극적으로 공개하면서도, 일체의 원시자료 및 1, 2차 처리자료의 공개에는 별도의 유료화 정책을 운영한다.

표 19. Data Search Portal의 제공자료 유형

Data Type	Contents	Link to
Automatic Weather Station	Terrestrial automatic weather stations	IORGC Hydrological Cycle Observational Research Program Data Base
Bottle Sampling	Bottle sampling points for chemical analysis	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Cruise Track	Cruise tracks of five R/Vs	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
CTD	CTD observation points by R/V MIRAI	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Dive Point	Dive points of JAMSTEC's submersibles	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Gravity Line	Underway measurement lines for gravity	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Holes drilled by CHIKYU	Holes drilled during D/V CHIKYU cruise	Core database J-CORES etc.
Magnetics Line	Underway measurement lines for magnetics	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Ocean Meteorology Line	Underway measurement lines for ocean meteorology	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Rock Sample	Acquisition points of rock samples	Rock sample database GANSEKI
Sediment Core	Acquisition points of sediment core samples	-
Underway TCO ₂	Underway measurement lines for TCO ₂	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Underway pCO ₂	Underway measurement lines for pCO ₂	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
Underway Thermo Salino Graph	Underway measurement lines for TS	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
XBT	XBT observation points	JAMSTEC Data Site for Research Cruises
XCTD	XCTD observation points	JAMSTEC Data Site for Research Cruises

나. 미국 NODC의 Ocean Archive System

NODC에서는 제공자로부터 입수한 Metadata를 비롯한 일체의 Dataset을 제공받은 형식 그대로 다른 사용자에게 제공하는 시스템을 운영하며, 입수한 자료를 근간으로 각종 정보를 추출, 별도의 종합정보시스템을 구축함으로써 제공자별, 연구사업별, 수행기관별, 지역별, 자료유형별 등의 다양한 형태의 정보서비스를 가능케 하고 있다. NODC에서는 다양한 형태의 정형화된 자체 표준 형식을 설정하고 제공자 및 요청자를 대상으로 이의 이용을 적극 권장하였으나, 1992년 이후부터는 제공자로부터 Dataset과 Metadata를 받아 자체적으로 필요한 정보를 추출하여 서비스 하는 전형적인 Data-Warehouse 형태로 진화하였다. 1차 처리된 정보는 물론 제공자로부터 입수한 자료 자체를 제공하는 서비스를 하고 있다.

Biology, Ocean Currents, Salinity, Temperature, Buoy Data, Oxygen, Satellite, Waves, Chlorophyll, Plankton, Sea Level, Nutrients, Profile, Snow & Ice 자료를 보유하고 있으며, 이용자들의 편의를 위하여 다양한 유형의 검색 기준을 마련하여 운영하고 있다(그림 85). 예를 들면 자료제공자 또는 연구참여자 이름, 생산기관, 연구선 이름, 경위도 등을 들 수 있다(그림 86).

Ocean Archive System: Search Accessions Preferences:

Ocean Archive System: Search Datatypes

그림 85. Metadata 기반 1차 검색(왼쪽), Metadata 기반 2차 검색(오른쪽)

Ocean Archive System: Search Datatypes

Accessions People Projects Institutions Platforms Seenames Datatypes Instruments Observations

Preferences Search

Term: LIKE [input field]

Definition: LIKE [input field]

sorted by: Term

Search 원래대로 Clear

Access Data - Submit Data - Site Map - Intended Use of the Data? - Online Store - Customer Service

Last modified:
[Dept. of Commerce](#) - [NOAA](#) - [NESDIS](#) - [NODC](#)

* External link: You will be leaving the Federal Government by following an external link.

NODC.Webmaster@noaa.gov
[Privacy Policy](#) - [Disclaimer](#) - [Information Quality](#)
[Freedom of Information Act \(FOIA\)](#)
[USA.gov](#) - The U.S. Government's Web Portal

그림 86. Data type기준 세부 검색

다. 호주 AODC의 Oceans Portal

호주 AODC에서는 AODCJF(Australian Ocean Data Center Joint Facility)로 불리는 국가 해양자료 관리 협의체를 구성하여, 자국 내 6개 해양관련 기관을 통해 생산한 해양과학조사자료를 분산 네트워크 체제하에서 관리하고 있다. 이를 위하여 BlueNet으로 명명된 통합관리시스템을 구축하고 있다. Metadata는 AODC Oceans Portal의 가장 근간이 되는 정보이며 이를 기준으로 다양한 형태의 정보서비스를 수행하고 있다. AODC는 표준화된 Metadata의 관리를 위하여 일찍부터 ISO 19115 표준 MCP(Marine Community Profile)을 제정, 운영하고 있다(그림 87).

AODC Oceans Portal의 주요 사용자 인터페이스 부분은 간략히 MEST(Metadata Entry and Search Tool)와 SEAL(Symbol Editor and Library)로 특징지어 진다. MEST는 AODC MCP를 지원하는 Metadata 입력 및 검색을 구현하기 위해 사용자들에게 제공되는 Web 기반의 응용프로그램이다. MEST는 개발이 완료단계인 것으로 알려지고 있으나, 아직까지 공식적인 서비스는 개시되지 않은 상태이다.

SEAL은 컴퓨터 스크린이라는 제한된 공간위에서 AODC 보유자료의 속성 정보를 효율적으로 전달하기 위한 방법론의 일환으로, 다양한 Symbol을 개발하여 지도기반의 시스템과 함께 활용하고 있으며, 이를 위하여 별도의 Symbol Library 관리 프로그램을 활용하고 있다.

AODC Web site를 방문하여 보면, 일반적인 정보의 사용은 누구에게나 허용하고 있으면서도 별도의 회원등록 절차를 마련, 보다 전문화된 서비스를 차별화된 형태로 제공한다(그림 88).

Marine Community Metadata Profile of ISO 19115

The Australian Ocean Data Centre Joint Facility, a joint venture between six Australian Government marine data agencies, has defined a marine community of practice metadata profile of the ISO 19115 standard to support the documentation and discovery of marine datasets.

The International Standard ISO 19115 *Geographic information – Metadata* defines around 300 metadata elements, with most of these being listed as optional. The ISO Standard specifies the process where individual communities can develop a “community profile” of the international standard. A community can adopt parts of the standard and also extend the elements, keywords and code tables to suit that community. The Marine Community Profile is compliant with ISO 19106 *Geographic information - Profiles* which describes the rules for developing profiles of the 19100 series standards.

The Marine Community Profile is a subset of the standard and includes all ISO 19115 core and mandatory metadata elements. In addition, the Marine Community Profile has defined supplementary elements, codelists and controlled vocabularies to assist in the description of marine resources. The diagram illustrates the relationship between the core metadata components, the comprehensive metadata profile and the Marine Community Profile (adapted from ISO 19115:2003).

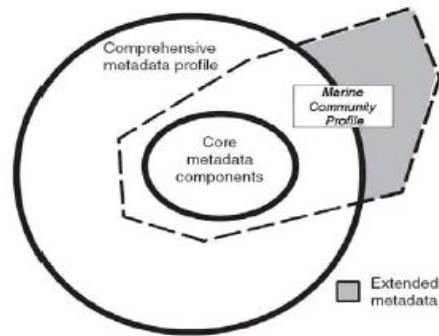


그림 87. AODC의 ISO 19115 표준 MCP

그림 88. AODC Metadata 기반의 자료검색 화면

제3절 대양 연구자료 관리 및 활용 방안

1. 연구자료 관리 방안

가. 연구거점 자료의 요구 조건

대양연구 거점을 통하여 획득된 자료를 효과적으로 관리 활용하고, 대양연구 거점을 활성화 하기 위해 기본적으로 자료 및 자료관리시스템에 대한 표준화된 자료 설계, 상호운용성, 개방된 쉬운 접근성, 신뢰성/지속성을 지닌 운영, 자료와 결과물의 보존, 사용자의 피드백, 사용자 그룹 저변확대 등의 조건이 충족되어야 한다(한국해양연구원, 2006)

○ 표준화된 자료 설계

- 다양하고 개별적인 자료를 통합하고, 효율적인 자료의 흐름을 발생/유지시키기 위해서는 적합한 규격의 자료의 표준을 설계해야 한다. 표준화된 자료를 통하여 사용자 및 각분야의 자료관리 시스템 간에 관측자료 및 생산물의 상호운용성이 보증되고, 증가한다. 이를 위하여 자료의 품질제어, 분석, 자료의 정보, 생산물과 서비스, 자료 검색, 자료전송, 파일형식 등을 포괄하는 표준을 채택해야 한다.

○ 상호운용성

- 모든 관측된 자료들은 일관성 있는 지리 공간 자료 모델상에 존재하고, 해양뿐만 아니라 기상이나 육상 등의 자료시스템과도 상호운용이 가능하도록 조화가 이루어져야 한다.

○ 개방된 쉬운 접근성

- 전 세계의 모든 사용자가 해양자료와 자료에 관련된 전자 문서 등에 쉽게 접근하도록 자료 배포 시스템을 설계해야 한다. 또한 사용자가 자료의 형식이나 크기, 배포 위치 등으로 자료의 접근에 어려움을 겪지 않도록 해야 한다.

○ 신뢰성/지속성을 지닌 운영

- 공간상에서 단·장기적인 시계열 형태로 생산되는 자료의 표준화, 검증, 배포 과정에서 자료의 질(관측포함)과 처리 시스템에 대한 신뢰성을 확보하고, 연구 거점 주변에서 지속적인 관측과 관련된 자료를 수집하고 제공하는 과정에서 지속성이 확보되어야 한다. 1회성 자료와 시스템은 자료 활용자와 연구거점 운영에 이익이 되지 않는다.

○ 자료와 결과물의 보존

- 실시간과 지연모드의 자료와 자료정보를 받아들이고, 그것에 대한 접근 기능을 제공해야 한다. 여러 개의 자료와 자료정보 복사본을 관리하고, 자료정보를 생성하고, 수시로 자료의 완전무결을 체크하여 효율적이고 자동화된 방식으로 후대에서도 이용가능하도록 저장해야 한다.

- 사용자의 피드백
 - 자료의 관리 및 배포 체계를 구축하고, 모든 수준의 자료 이용자들에게 발생할 수 있는 문제를 조치하고, 자료의 관리 및 배포 체계를 향상시키기 위해서는 사용자들의 요구사항을 지속적으로 반영할 수 있는 피드백체계를 구축해야 한다.
- 사용자 그룹
 - 최종적으로 관측된 해양자료 및 Q/C 자료의 활용자 그룹을 형성해야 한다. 사용자 그룹이 형성되어야 연구 자료의 활용성이 증대되고, 대양 연구 거점에서 향후 관측할 해양 변수의 계획, 거점에 맞는 연구주제 설정, 거점의 미래전략을 효율적으로 결정할 수 있다.

나. 연구거점 자료 관리 방안

1) 대양연구 거점 자료의 주요 분야

- 관측 분야: 지역 및 국가적 중추 플랫폼에서 이루어지는 원격탐사 및 현장관측
- 모델 및 분석분야: 동화된 관측자료에 근거한 해양환경상태의 평가와 예보
- 자료관리 및 교환분야: 인터넷과 공유되는 표준 및 원안(protocol)으로 연결된 국가적 중추 자료시스템, 지역자료센터, 자료저장센터와 같은 정보기술 하부구조

2) 대양연구 자료 활용에 근거한 자료 로드맵

- 대양연구 및 기후 변화 연구에 근거한 자료세트 (metadata)
- 자료세트, 생산물, 관심자료의 조작력을 검색하고 찾는 능력 (data discovery)
- 인터넷을 통한 전산신청서로부터 관측치와 자료생산물을 평가하는 능력
- 일반적인 웹 검색기를 통해 자료특성을 빨리 평가하는 능력 (uniform on-line browse)
- 안전하고 장기적으로 자료를 저장 (data archive)

3) 대양연구 자료 관리 방안

- 자료관리의 표준화
 - 해양과학단체는 지난 20년간 자료통합을 향한 상당한 진전을 이룸. GLOBEC, OBIS, LOICZ, WOCE, JGOFS, Argo 같은 프로그램들이 해양자료 관리에서 자료 표준을 만들어가고 있음.
 - 대양 연구 거점 자료의 표준과정은 해양 연구 기관(구)의 동의를 얻도록 개방되어야 함. 이 과정은 표준이 널리 사용되도록 고도로 투명해야 하며, 표준이 존중되고 적합하게 이용되도록 공식적인 위상을 지녀야 함. 이 과정은 또한 가능하다면 언제든지 기존의 표준과 표준과정 위에서 구축되어야 하고, 온전히 성공하기 위해서 국내외의 품질제어, 과학적 분석, 자료세트의 버전 구분, 자료정보, 생산물과 서비스, 자료찾기, 자료전송, 파일형식, 자료저장을 포괄하는 단체의 표준과 일치하도록 추진.

- 자료정보 (metadata)와 자료찾기
 - 자료정보를 만들어낼 때, 자료 관리 서버상에서 자료제공자를 안내할 초기 자료정보 표준안 개발과, 대양연구를 위한 자료정보관리에 참여할 초기단체 구성.
 - 관심있는 자료세트를 식별하기 위해서 대양연구 거점 자료 사용자들에게 요구되는 초기 자료찾기 서비스 시스템의 개발.
 - 자료정보에 근거한 대양연구거점 자료서버의 자료찾기 서비스와 (i) 대양연구거점 자료서버의 자료전송, (ii) 일관된 온라인 검색 (및 기타 정보산물) 사이의 양방향 연결 고리 만들어내기 위한 기술 요소 개발.

- 자료 이동
 - (i) 의미론적 뜻을 가지고 기계와 기계 사이의 상호소통을 시연할 수 있으며, (ii) 성숙단계의 대양연구거점 자료서버에서 포괄적인 해양자료모델로 이끄는 좀더 의미론적인 자료모델을 위한 기초를 구성할, (제한된 종류의 해양자료를 위한) 최초의 의미론적 (semantic) 자료모델을 개발함. 이 단계에서는 범위한 해양 분야로부터 자료관리 전문가의 자문을 받으며 진행.
 - 절대로 필요한 종류의 자료를 위한 자료전송을 지원하는데 요구될 세 가지 중요한 하부구조 성분, 생물분야, 지리정보시스템 (GIS), 비표준을 따르는(non-standards conformant) “지네릭 (generic)”분야, 등을 상호 연결할 수 있는 연결 시스템 개발
 - 임무 1: OBIS 시스템을 통해 접속된 생물자료로부터 DMAC 자료전송 성분으로 연결고리를 개발하기 위한 소프트웨어 개발활동을 관리함.
 - 임무 2: ASCII 색인표의 제한이 없는 파일과 같은 자료에 접속할 “지네릭” 서버를 개발하기 위한 소프트웨어 개발활동을 관리함.
 - 임무 3: DMAC 자료전송 성분을 통해서 접속된 자료로부터 일반적인 GIS 응용으로의 연결고리를 개발하기 위한 소프트웨어 개발활동을 관리함.

- 자료 저장과 접속
 - 대양연구 거점 자료 저장센터 사이의 협력을 위한 체계를 구축하는 것에 관련단체들이 합의 도출.
 - 준실시간 및 실시간 자료세트 (무인 실시간 해양관측 부이, 위성자료, ARGO 자료 등)를 인도하기 위해서 자료전송과 자료정보에 대한 해양자료의 표준과 원형을 사용하는 국내 해양자료센터들과 지속적으로 상호 자료 및 시스템 연계 관리.
 - 해양자료 표준과 원형을 채택한 사용자들에게 신속하게 자료를 인도하는 파일럿 사업을 착수함으로써 저장센터에서 실시간으로 현재 받아들이는 자료에 접속하는 과정을 현대화함.
 - 대양연구 참여자와 파트너가 요구하는 대양연구 거점 자료시스템 (소)체계와 이 체계의 최초 참여자들의 시스템 설계와 관리등에 관한 기록을 유지하여 자료 품질 보증.

○ 사용자 저변확대 (user outreach)

- 사용자들의 요구를 인식하고 결합시키는 것은 대양연구 거점 및 자료시스템 등의 성공에 필수적임. 대양연구 거점 자료시스템은 최종사용자의 요구사항을 알맞게 규정하는 "end-to-end" 시스템으로서 조명되어야 함. 실질적인 최종사용자는 일반적으로 IT 전문가가 아닌 해양전문가, 수산업자, 환경전문가, 정책입안자, 일반국민 등으로 초기의 IT 전문직업인에 의해 개발된 정보에 의존하는 전문직업인임.
- 사용자의 저변확대는 진행 중인 것을 근거로 최종 사용자의 요구사항을 인지하고 조치하는 할 수 있는 구조적 기능을 가지고 있어야 함. 사용자 저변확대의 목표는 (i) 사용자의 요구사항을 식별하고, (ii) 대양연구 거점 자료 시스템이 이런 요구사항을 따르도록 영향을 미치고, (iii) 그 요구사항들이 어떻게 잘 조치되는지 평가하며, (iv) (i)과 (iii)의 결과를 대양연구 자료를 활용하는 모든 부분으로 보고하도록 함. 또한 관심을 가진 대중에게 기존의 자료의 생산물과 서비스에 대하여 알려줌으로써 해상 운송, 자연 재해, 국가 방위, 공중 보건, 기후 변화, 건강한 생태계, 지속가능한 해양 자원 등에 관련된 대양연구 거점의 사회적 연관성을 구축하고 확대를 도모함.

○ 생물자료에 관한 고려

- 대양 연구 거점 자료 시스템에 이송을 위한 자료요약에 분야별 중립접근법을 사용하도록 함. 분야별 중립성은 광범위한 자료형태와 사용자 (예를 들면, 4차원 지리공간 격자, 시계열, 수직구조, 종의 형태와 빈도수 등)를 포함하는 시스템의 자료전송원형의 핵심요소임.
- 상호 운용성을 원하는 수준으로 성취하기 위해서 성숙한 단계의 대양 연구자료 시스템 내의 모든 자료가 일관성 있는 지리 공간 자료모델 (또는 모델군)로 구현되도록 해야 함. 이 단계에서는 풍부하고 포괄적인 자료모델의 개발이 이루어져야 함. 포괄적 자료모델은 GIS와 예보, 기후모델링과 같은 여러 단체에서 진행 중인 작업과 조화를 이루기 위함임. 해양생물자료와 분류체계를 코드화해야 하며, 광범위한 자료구조 (예를 들면, 스펙트럼 요소와 유한요소 모델, 임의의 좌표계, 현장 관측 자료의 다단계 계급 따위)를 기술해야 한다. 포괄적인 자료모델과 어떤 단체에서 통용되는 자료정보의 표준을 동시에 설계 진행.

2. 추진과제 및 활용방안

가. 연구자료 활용을 위한 추진 과제 (그림 89)

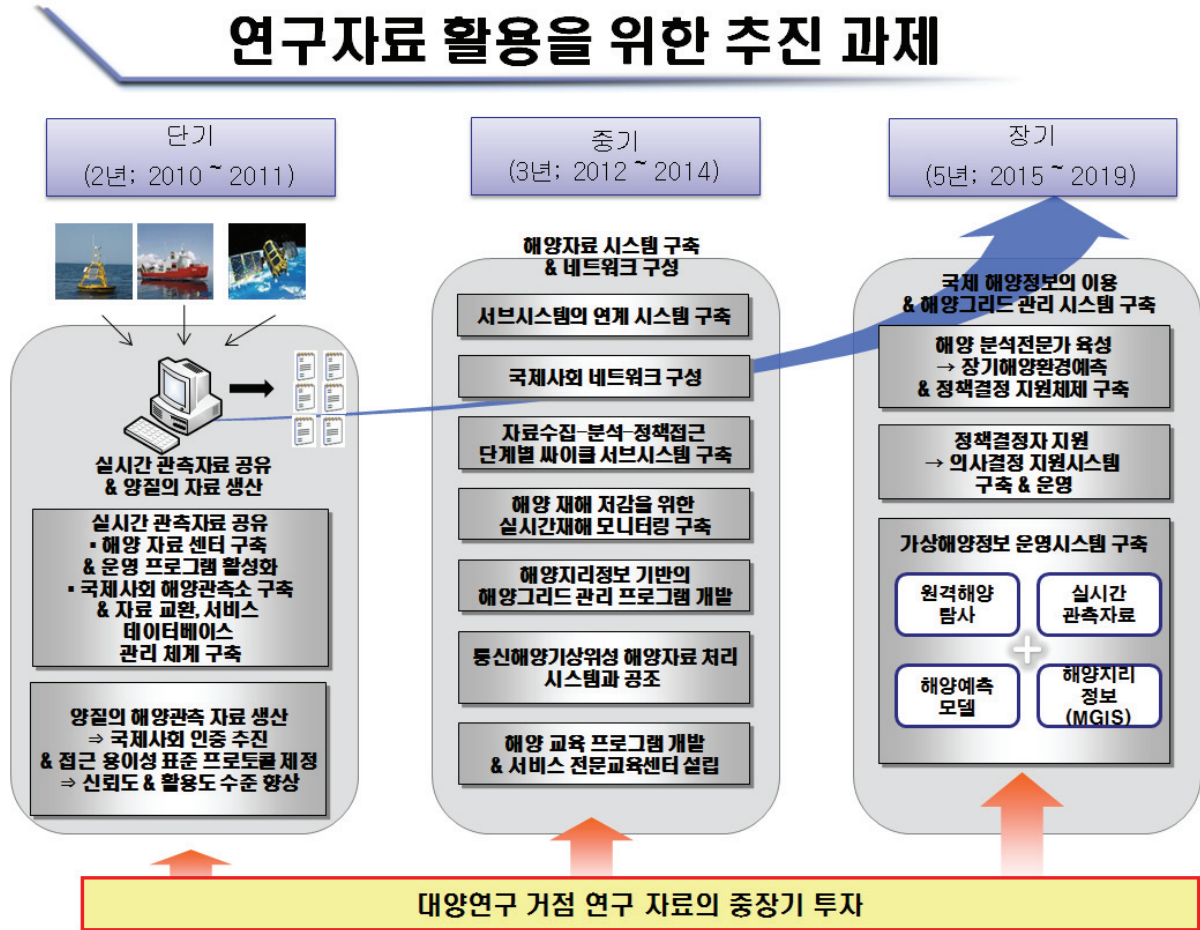


그림 89. 대양 연구 거점 연구 자료 활용을 위한 중장기 추진 계획

1) 단기 (2년; Y-1(2010)~Y1(2011))

- 실시간 해양관측자료의 GEOSS 공유를 위한 해양분야 단위센터 지정 및 운영 프로그램 활성화
- 양질의 해양관측자료 생산을 위한 국가 인증정책 수립과 해양정보에 대한 접근 용이성 확보를 위한 표준 프로토콜 제정으로 해양정보의 신뢰도 및 활용도 수준 향상
- 국제 사회 해양정보 공유를 위한 국제기구 인증 해양관측소 구축 자료교환, 서비스를 위한 데이터베이스 관리 체계 구축

2) 중기(3년; 2012~2014)

- 모니터링(센싱)시스템, 자료취득, 관리 및 전파시스템, 자료동화와 분석시스템의 3개 서브시스템의 연계 시스템 구축

- 국제자료센터의 생산자료수집, 관리와 자료의 품질 보장과 제어를 위한 프로토콜, 표준화, 자료전파와 교환, 사용자의 접근, 실시간과 지연모드로 구분된 자료의 제공 등의 국제사회 네트워크 구성
- 자료수집-분석-정책접근 단계별 싸이클 서브시스템 구축
- 해수면의 장기변동, 해일 등 해양 재해 저감을 위한 실시간 재해 모니터링 구축
- 해양지리정보(MGIS) 기반의 해양그리드(Grid) 관리 프로그램 개발
- 통신해양기상위성의 특성화된 해양자료처리 시스템과 공조
- 해양 인식 제고를 위한 해양 교육 프로그램 개발, 서비스 전문교육센터 설립

3) 장기(5년; 2015~2019)

- 국제 해양정보의 이용을 위한 해양 분석전문가 육성으로 장기해양환경예측과 정책 결정 지원체제 구축
- 원격해양탐사(해양관측위성을 이용한 모니터링, 해양특성부이, 측위 GPS 등) 및 실시간 종합해양 관측자료, 해양예측 모델, 해양지리정보(MGIS)를 연계한 가상해양 정보 운영시스템 구축
- 해양그리드(Grid) 관리 시스템 구축을 통한 정책결정자를 지원하는 의사결정 지원 시스템 구축 및 운영

나. 활용 방안

1) 해양정보 생산-품질관리-서비스의 특성화 및 기술 고도화

- 해양물리, 화학, 지질, 생물 및 해양기상정보 중 해양기반자료 선정과 조사 기술의 전문화
- 종합해양관측망 운영, 정기 해양관측 및 전국해양자연환경조사 등을 통한 해양 환경·생태계 변화의 감시
- 실시간 해양관측망을 이용한 해양자료의 생산-품질관리-서비스 능력 강화
- 전세계 실시간 해양정보의 분석 능력 및 전문성 강화를 통한 장주기 해양변동 예측 정보 생산
- 원격탐사, 해양지리정보시스템, 시뮬레이션 등을 활용한 연안 및 해양 변동 요소의 탐지, 예측 능력 확보
- 해양기반 자료의 국가 인증체계 구축을 위한 자료 품질 검증체계(QA/QC) 강화

2) 실시간 해양자료의 통합을 위한 IT 기술 개발 및 해양예측체계 구축

- 정밀 해양관측자료를 이용한 자료동화로 단기·중기 해양환경예측체계 구축에 활용 (기상예보 수준으로 기술 고도화)
- 해양정보의 활용성 및 긴급성 감안한 유비쿼터스 해양정보 전달 체계 구축에 활용
- 전세계 실시간 해양정보의 과학적 가시화와 정보 탐색 및 제공시스템 구축에 활용
- 인공위성, 항공기, GPS, ARGOS 등을 이용한 해양 및 연안의 원격해양감시 능력

강화에 활용

- 실시간 해양정보 및 MGIS를 이용한 해양 위험 예측 및 위험도 평가기술 개발에 활용
- 해양 정보의 국제적 정보 공유를 위한 네트워크, 하드웨어 및 사이버인프라 구축에 활용

3) 국제협력 강화 및 해양정책 의사결정지원 강화

- 대양과 해양자원의 보호, 복원, 이용 등 종합적 관리를 위한 해양정책 모니터링 체계 구축
- 해양과 해양에서 일어나는 변화에 대한 공공의 인식, 이해 증진을 위한 교육프로그램 확대
- 종합해양관측시스템을 통한 해양생태계, 자원 및 인구에 대한 해양-대기 시스템에서의 변화 효과를 탐지, 예측 능력 강화를 위한 시스템의 확충 및 개선
- 해양정보(생산, 품질관리, 서비스, 정책결정 등)의 요소별 국제기구 적극 참여와 전세계의 지속적인 정보공유를 위한 상호운용성, 표준, 프로토콜 등에 대한 전문 센터 운영
- 해양자료의 생산, 관리, 서비스, 정책에 대한 활용 단계별 상호 피드백 시스템 개발 및 활용
- 해양에 대한 이해 증진을 위한 전문 교육 프로그램의 개발 및 확대
- 한반도 주변 국가와의 협력강화로 동북아시아 해양에 대한 해양정보 생산 및 서비스 강화

제7장

활용방안 및 기대효과

제7장 활용방안 및 기대효과

제1절 연구 결과 활용 방안

- 대양 연구 거점을 통하여 기존 국내 대양 연구 사업의 효율성 증대를 위한 연계성 강화에 활용 가능
- 태평양/인도양 등에서 공동 에너지 자원 탐사 계획안 작성시 초기 연구 자료로 이용
- 원양 및 심해 어장의 개발을 위한 연구 자료로 활용
- 안전한 해상 수송로 확보를 위한 해양환경 자료로 활용
- 기후 변화 적응 및 해양정책에 있어서 의사결정 지원 강화에 활용
- 열대 서태평양 난수풀 변동성의 세부 연구 자료로 이용
- 하와이대 해수면 연구센터에서 운영하는 전 세계 tide gauges 관측망 자료 공유
- 대양 연구 거점을 중심으로 상대국에 대한 outreach(교육, 연구, 애로기술 해결)를 통한 기여
- 선진화 시대에 맞는 해외 자원 및 경제영토 개발 모델의 구축
- 대양 연구 거점 주변 해역의 해양관측선, 무인 관측 부이, 위성 자료 등의 포괄적인 관측 시스템 정비를 통하여 국제 사회의 해양 선진국의 리더십 발휘
- 실시간 해양자료의 통합을 위한 IT 기술 개발 및 해양예측체계 구축
- 국제협력 강화 및 해양정책 의사결정지원 강화

제2절 기대효과

1. 과학기술적 측면

- 대양 연구를 위한 거점 확보
- 국제 공동 연구를 위한 대양 연구 거점 구축을 통하여 국제 미래해양기술 공동연구에 능동적으로 대처함
- 대양 탐사 연구/기술의 국제화 및 선진화
- 해양산업 육성을 통한 국가 산업 발전에 기여 (다학제간 연구를 통해 BT, IT, NT, ET 연구의 저변확대 및 산업발전에 기여)
- 심해탐사 및 대양 첨단장비 운영기술의 응용 (무인/유인잠수정, 수중글라이더, 원격 조종로봇, 해저기지 계류장비)
- 신물질의 의약학 및 기타 산업적 응용 (유용생물자원 및 신물질의 산업화)
- 원격 송수신 IT기술의 응용 (대양거점, 대양부이~해수면~위성~연구실~방송국 송수신)
- 생물배양/사육/현장분석 기술응용 (생명공학 연계기술)
- 동반연구로 과학기술의 국제협력 및 위상강화 (지진해일, Transit path 관측, 전문가 교류 등)
- 대양연구 관측 자료와 사회·경제적 자료간의 통합을 통하여 기후변화 관련 예측기반 정보 생산
- 연구 거점에서 장기간 열대 해양과 지구 기후에 대한 월 단위와 연 단위의 연대기적 기록을 확보하여 해양-기후 시스템의 원리에 대한 이해와 예측 가능 실현
- 연구 거점의 네트워크화 진행으로 포괄적인 운용학적 DB 구축 기대
- 지구해양관측공동체(POGO) 및 지구해양관측시스템(GOOS)의 통합 지구해양관측 전략을 대양 연구 거점에서 수행하여 전 지구적 관측 및 해양 환경 경영 실현

2. 경제산업적 측면

- 전 세계적으로 해양에서의 규제조치가 강화되고 해양 자원에 대한 보호주의가 확산되는 시점에서 해양자원 개발을 위한 해외 거점 구축을 통하여 국가 안보 강화
- 석유, 천연가스 등 해저에너지자원이 풍부한 태평양, 인도양 해역의 개발에 우리나라가 참여, 지분을 확보하는데 기반 자료 및 사전 타당성 검토 자료로 이용
- 새로운 어장 개발을 위한 자료 확보

- 연구 거점 주변의 인도네시아 소군도를 대상으로 연안 수산물 증양식과 관련한 바다 목장 사업 및 특화 수산물 개발 (흑진주조개, 백진주조개, 망그로브계, 저서어류, 관상어류 등)을 통하여 수산자원 확보
- 연근해 수산자원 감소 및 해양관할권 협소화에 따른 신 국토개념 정립과 경제활동 영역 확보를 통한 신의약품 등 고부가가치 물질자원 소재인 열대 해양생물 유전자 자원 확보 가능
- 해외 자원 개발 사업 육성을 위한 정책자료 축적
- 자원·에너지 수급 등의 전 지구적인 위협요인이 심화되면서 글로벌 에너지·자원 확보 경쟁이 치열한 상황에서 자원 보유량이 풍부한 개도국과의 연계를 통하여 자국의 에너지 문제 해결

3. 사회문화적 측면

- 대양 거점 주변국들과 해양 분야의 대화/협력 기회 마련(정부/비정부/민간)
- 전지구적 대양연구를 위한 거점 확보를 통하여 세계 경제 대국 10위에 걸맞은 해양 선진국 입국
- 열대해역 변동성 연구로 지구기후와 우리나라 주변의 기후 변화에 영향을 미치는 요인을 이해함으로써 기후변화에 관한 국제공동 프로그램에 적극적으로 참여 가능
- 인도양 및 태평양 주변국들에 대한 해양분야의 국제 협력 강화를 위한 대화/협력 기회마련(정부/비정부/민간)
- 해양자원의 확보를 통한 국가 이익 증진 (광물자원, 원양어장 확보 및 개발)
- 국민 생활 영역(Lebensraum: 경제적 영역확대+선진형 이민)의 국제화를 촉진
- 개도국의 인적자원 개발 및 경제개발 지원, 빈곤해소, 주민복지 증진에 기여
- 국제협력 및 네트워크 구축은 국내전문가의 국제기구 진출, 국제기구를 연계한 기술 이전 및 능력배양, 국제공동연구 참여 등 다양한 방법으로 우리나라의 해양과학연구 선진화와 국제화 달성에 기여

4. 전략적 측면

- 동남아시아 국가들은 우리나라가 중동의 에너지원, 유럽의 상품 소비시장으로 나아가는 해양항로의 중간지점에 위치하고 있으므로 말라카 등의 주변 해역에 대한 해양자료 축적을 통하여 이 해역을 항해하는 우리나라 선박의 안전항해 증진에 기여

- 동남아시아는 풍부한 해양자원을 십분 활용하고 싶어도 연구여건이 열악하여 이를 제대로 활용하지 못하고 있는 실정임. 우리나라의 연구인력, 연구비, 연구 장비(연구 거점, 연구선 등)를 투입한 공동 연구를 통하여 미래 자원 탐사 및 채굴권 확보에 기여

제3절 국제협력 효과

- 아시아·대양주 지역 개도국의 기상·해양환경·해양생태계에 관한 정규관측의 지속성을 확보하기 위해 국제협력 체제로 지원. 관측의 자동화나 데이터 품질관리 등에 관한 기술이전. 관련각국의 협력을 얻기 위해 관측 데이터의 유용성 교육, 보급 및 홍보활동 등의 효과 발생
- 해외 선진국의 열대생물다양성 연구 분야에 치중된 연구 거점을 우리나라에서 지구 기후변화 관련 연구 거점을 구축하여 국제사회에 대양 연구 거점의 새로운 모델을 제시하고, 국제 수준의 대양 관측 자료 센터 기능 수행을 통한 국제기구와의 공조 기능 강화
 - 거대과학연구(CERN, ITER, CLIVAR, 갈릴레오 프로젝트 등) 및 지리적 분산연구(IGBP, IOC, WCRP 등)에 참여
 - 기초과학 국제공동연구(HFSP 등) 및 국제 연구정보 인프라(GBIF 등) 구축에 참여하여 세계 과학발전에 기여
 - 사전타당성 분석에 의한 대형 국제공동연구 사업 참여 결정
- 대양 연구 거점과 당사국간 인적 자원 교류를 통해 국가 간 의사소통의 민간 채널 역할을 수행하고, 기후변화·자원탐사·생태계·생물 다양성 관측·장비 관리 등의 다분야에서 현지 기술자 양성을 통한 국가 간 유대 강화 및 주변국의 대양연구 거점 저변 확대
 - 개도국의 기술협력/교육 수요증대에 부응하기 위한 재원, 체제 구축
 - 저성장 개도국에 대한 기술원조
 - 성장잠재 개도국과의 호혜적 기술협력 추진
 - 과학기술 원조를 인력양성에 특화 (아국 주도 프로그램으로 추진)
- 국제적인 협력 체제 내에서 대양거점 상대국 및 주변국간의 협력을 강화하여 국제적인 사회문제를 해결할 수 있는 정보시스템 구축 기대
- 열대 해역의 해양환경 변동은 지구 전체에 영향을 미치는 지구 환경문제이므로 국제적인 대응 노력에 우리나라도 대양 연구 거점을 중심으로 적극적으로 참여하여 국제적인 협력체제 강화 및 국제 사회내의 위상 강화
- 해외자원의 국내 유입에만 중점을 두었던 기존 블랙홀 전략에서 국내외 과학기술자원의 네트워크 구축 및 국내 과학기술자원의 해외진출을 함께 강조하는 국제 네트워크형으로의 전략 전환 기대

제8장

정책 제언

제8장 정책제언

최근에는 자원이라는 정의가 불확실하게 되었다. 기존에 우리가 알지 못하던 물질이 특별한 자원으로 평가 받는 현 시점에서 공간에 대한 중요성이 부각 되었다. 이런 불확실한 자원을 많이 보유 할 수 있는 공간이 더더욱 중요하게 될 것이다. 과거에는 국가간 이익증대를 위한 국제 원조 위주로 나갔는데 최근에는 과학기술 전수와 같은 기술 이전을 통한 수직적인 관계가 아니라 수평적인 관계로 변해 가고 있다. 우리나라는 지식기반 국가로서 거점을 통한 국가 협력을 통해 미래 소재의 잠재성을 확보하는 것이 가장 중요한 문제가 될 것이다. 해외 공간 확보를 위한 국제 협력에 적극 참여하여 가장 효율적인 국가 활동 방향을 정리하여야 한다. 해양기후변화, 생태계 변화 등 환경 변화의 거시적 모니터링 참여가 중요하다. 위와 같은 이유로 인하여 해외 연구기지(과학기지)를 통한 우회적 국가 거점 네트워크 구축이 중요하며, 전 지구적 해양환경 자료 확보를 통하여 국제협력 무대에 적극적으로 참여하는 방안이 동반되어야 한다.

해외에 해양연구센터를 구축하는 일은 해양선진국을 지향하는 우리나라의 국력과 위상을 제고하는 상징적인 의미뿐만 아니라 석유 및 광물자원, 해상수송, 정치외교에 있어서 실질적인 국가이익을 가져다주는 중요한 전진기지의 의미를 지닌다. 더구나, 우리나라처럼 연해로 둘러싸인 지정학적 한계를 넘어서 대양연구를 미래생존의 과학적 방편으로 삼기 위해서는 해외연구센터를 구축, 운영하는 데에 필수적인 요소다. 해외연구센터를 효율적으로 운영하기 위해서는 우리나라 연구선의 급유와 입출항이 쉽고, 지역해와 대양 연구를 동시에 효과적으로 수행할 수 있는 지정학적 요충지여야 하며, 상대국과 우리나라의 이익을 동시에 충족시킬 수 있는 상호발전의 조건을 만족시키는 지역이 바람직하다. 장기적으로 지속가능한 발전과 지구환경보존 및 인류공영에 기여하는 역할을 담당하는 것이 해외연구센터를 구축하는 궁극적인 목적이 되어야 할 것이다.

대양연구를 효율적으로 수행하기 위해서는 우선 지구상의 오대양인 태평양, 인도양, 대서양, 남빙양, 북극해를 우리의 미래생존전략에 알맞게 어떤 구체적인 목표를 가지고 추구할 것인가가 중요하다. 남빙양과 북극해는 남극기지와 북극기지 운영 및 연구 사업을 담당하는 극지연구소의 임무에 포함되어 있으므로 여기서는 제외한다. 그리고 북극해는 전략적으로 미래 산업에 크게 기여할 수 있는 북방 해상수송로에 해당하므로 이에 관한 심층적인 분석이 필요하지만, 이 기획보고서의 범위에서는 제외된다.

대양의 열염순환은 기본적으로 남빙양의 남극순환류 (AACC)가 중심축으로서 열과 물질을 대서양, 인도양, 태평양에 차례로 공급하고 되돌아 나오는 방식으로 순환되므로 모든 대양이 하나로 연결되어 있다고 개념적으로 간주될 수 있다. 대서양은 북서태평양 중위도에 속하는 우리나라 주변해역과는 시공간적으로 가장 먼 원격대양이며 EU 여러 나라에서 집중적으로 연구 투자되고 있는 대양이므로 후발주자로서 틈새시장에서 우위를 확보하고자하는 우리의 미래생존전략에 비추어 앞으로 20~30년 내의 해외연구거점 대상

에서 제외시키고자 한다.

따라서 우리나라가 진출하여 연구대상으로 삼아야하는 대양은 태평양과 인도양에 집중하는 것이 바람직하며, 그 중에서도 **우리나라의 기후와 생태계에 가장 직접적으로 영향을 미치는 서태평양은 우선적으로 집중 투자되어야 할 제1순위의 대양권역**이다. 또한 인도네시아해(海)를 중심으로 표층의 따뜻한 해수를 서태평양과 서로 주고받는 인도양의 동부해역도 북서태평양의 중위도지역의 기후변동에 크게 영향을 주는 대양권역이라 할 수 있다. 더구나, 세계에 대한 미국의 패권이 크게 약화된 최근의 정세에 비추어 상대적으로 연구가 덜 이루어진 인도양의 연구에 주변 관련국 이외에도 중국과 일본, 프랑스 등의 투자가 증가하고 있는 이 시기에 우리나라의 연구개발투자가 집중되어야하는 것은 21세기의 주역으로 발돋움하는 데에 필요하고도 당연한 전략 중의 하나일 것이다.

결론적으로 우리나라가 해외해양과학 연구기지를 구축하여 미래 대양연구의 기반을 마련하려는 전략을 다음과 같이 제시한다.

- 1) **2025년까지 태평양과 인도양을 각각 2개의 권역으로 나누어 4개의 연구센터(WPRC, EPRC, EIRC, WIEC)를 구축한다.** 이에 소요되는 건설비와 기본경상비는 상대국과의 양해각서 (또는 합의각서)에 따르며, 원칙적으로 별도의 국고(경상비)예산에서 지출되어야 한다.
- 2) 우리나라와의 상관성에 비추어 4개의 대양연구센터 구축의 **우선순위를 차례로 서태평양(WPRC), 동인도양(EIRC), 동태평양(EPRC), 서인도양(WIRC)**으로 하며, 각 연구센터의 정책방향 설정을 제외한 연구와 운영은 독립적으로 부설연구기관으로서의 역할을 수행한다.
- 3) 서태평양과 동인도양을 대상으로 구축되는 2개의 연구센터는 **인도네시아와의 국제협력을 통하여 셀레베스(또는 술라웨시) 북단(비통)에 서태평양 연구센터(WPRC)를, 수마트라 중부 서해안(파당) 또는 남부(람퐁)해안에 동인도양연구센터(EIRC)를** 대상예정지로 선정하기를 권고한다. 단, 부득이한 사정이 발생하는 경우 대체예정지 (WPRC; '비통' -> 할마헤라섬 서안 '떼르나테')로 변경하는 것이 차선책이다.
- 4) 마이크로네시아 측주에 구축된 **한·남태평양연구센터는 현재 수행하고 있는 열대생물 중심의 연구와 지역적 특수성에 부합하는 연구를 발굴하여 확대 운영하는 방식**으로 지속시키며, 서태평양연구센터(WPRC)는 지역해 연구 이외에도 **대양규모의 기후연구와 생물다양성 연구, 후열도 분지의 지구물리연구** 등을 담당하여 서로 보완적으로 서태평양 연구를 수행하는 것이 바람직하다.
- 5) 북태평양 연구를 위해서는 일본과 미국, 러시아와의 국제협력이 필수적이며 북태평양에 연구센터를 구축하는 것보다는 기관 차원의 국제공동 연구실을 운영하는

것이 바람직할 것이다.

- 6) 동태평양연구센터 (EPRC)는 대상후보 예정지에 따라 협력해야할 상대국이 달라지지만, 제1후보지는 연구선의 통과 빈도수와 정치사회적 안정성, 문화생활수준 및 국제공동 협력연구에 대한 호의성이 높아야 한다는 점에 비추어 프랑스령 '타히티' 또는 그 주변섬으로 선정하는 것이 좋다. 제2후보지는 중남미 8개국과의 국제협력이 진행 중이며 KOICA를 통한 '한·중남미 해양과학기술 협력센터'가 구축 중인 페루와 연계하여 페루 해안지역에 동태평양연구센터를 구축할 것을 권장한다. 페루는 우리나라에 대한 호감도가 매우 높고 이미 국제공동연구협력이 진행 중이므로 별도의 외교협력을 위한 노력이 불필요하다는 장점이 있다.
- 7) 서인도양은 대양의 문순연구에 특히 중요한 대상해역에 해당하며 중동과 중앙아시아의 석유와 천연가스 자원을 수송하는 해상수송로로서도 중요한 해역임에도 불구하고, 소말리아를 비롯한 아프리카 여러 나라의 정치적 불안정 때문에 연구센터를 구축할 대상후보지를 선정하기 어렵다. 따라서 정치사회적으로 가장 안정된 인도 남부해안에 서인도양연구센터 (WIRC)를 선정하는 것이 바람직할 것이다. 그 외에 마다가스카르 동쪽에 위치하고 1962년에 영국으로부터 독립하였으며 1992년에 공화국으로 출범한 '모리셔스'가 비교적 안정되고 교육문화수준이 상대적으로 높으므로 서인도양 연구를 위한 해외연구기지 구축의 제2후보지로서 권장한다.
- 8) 남·북극 기지와 한·남태평양연구센터는 새로이 구축되는 서태평양연구센터, 동인도양연구센터, 동태평양연구센터, 서인도양연구센터와 더불어 전 지구적인 생물자원 확보를 위한 해외생물자원벨트를 구축하는 방안으로 연계시킨다.

참 고 문 헌

참고 문헌

- 국립해양조사원, 2006. 국제공동해류조사. 국립해양조사원.
- 국토해양부, 2009. 중기사업계획서('09~'13).
- 기후변화대책기획단, 2008. 기후변화 대응 종합기본계획. 국무총리실, 120p.
- 김득갑 외, 2008. 『한국의 자원확보전략: 원유를 중심으로』 서울: 삼성경제연구소, 10p.
- 김웅서, 강성현, 2005. 해양개발의 현재와 미래. 한국해양연구원, 223p.
- 관계부처 합동, 2000. 해양개발기본계획.
- 관계부처합동, 2008. 선진일류국가를 향한 이명박정부의 과학기술기본계획. MB정부, 178p.
- 산업자원부, 2002. 제2차 국가에너지 기본계획.
- 汪兆裕, 中韓海洋科技合作的回顧與展望, 國際合作, 2001. 58~60p.
- 中國海洋發展報告, 海洋出版社, 2007.
- 한국해양연구원, 1998. 남태평양 해양과학공동연구센터 입지선정 조사 연구. BSPE98744-00-1175-7, 한국해양연구원, 222p.
- 한국해양연구원, 2004. 한·중 해양과학 기술협력 및 공동연구센터 운영, 한국해양연구원, 274p.
- 한국해양연구원, 2005. 해양과학기술 로드맵(MTRM). 해양수산부, 649p.
- 한국해양연구원, 2006. 남태평양에서의 해양 및 신재생에너지 잠재력 조사연구 (2002-2005). BSPE96300-1813-7, 한국해양연구원, 258p.
- 한국해양연구원, 2006. 전지구 관측시스템(GEOSS) 해양분야 지원정책 및 국제정보 공유 기반 연구, 해양수산부, 187p.
- 한국해양연구원, 2007. 선진해양연구기관 편람. PSPE 97901-1916-7, 한국해양연구원, 611p.
- 한국해양연구원, 2008. 기후변화에 따른 동해 해수순환과 중장기 변동 반응 및 예측 연구. BSPE 98004-2043-1, 한국해양연구원, 291p.
- 한국해양연구원, 2008. 해양과학기술 국제협력 기획 연구. 해양수산부, 277p.
- 한국해양연구원, 2008. 국제해양과학협력기반구축, BSPM 45200-1946-7, rnrxhgodidqn, 427p.
- 한국해양연구원, 2008. 대형 해양과학연구손 건조사업 기획연구. BSPE 9830W-2032-7, 국토해양부, 622p.
- 한국해양연구원, 2009. GIS 기반 해양자료관리 및 활용체계 구축을 위한 기획 연구. 한국해양연구원.
- 한정기, 박홍식, 2008. 바다의 정글 산호초. 지성사, 152p.
- 한·중해양과학공동연구센터 연차계획서, 2009.
- 한·중해양포럼 발표집, 2008.
- CENR/IWGEO. 2005. Strategic Plan for the U.S. Integrated Earth Observation System, National Science and Technology Council Committee on Environment and Natural Resources, Washington, DC.

FAO. 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture 2006, Rome. pp84.

Office of the Secretary of Defense, Annual Report to Congress: Military Power of the People's Republic of China, Washington DC: US Department of Defense, 2008.

[Internet 홈페이지]

H1. 갈라파고스 예술과학 학술연구소 홈페이지 <http://www.usfq.edu.ec/gaias>

H2. 기상연구소 ARGO 홈페이지 <http://argo.metri.re.kr>

H3. 국립수산과학원 홈페이지 <http://www.nfrda.re.kr>

H4. 생물 연구 거점 기관 홈페이지 <http://www.obfs.org/map>

H5. 일본 Ishigaki 열대 거점 홈페이지 <http://www.fra.affrc.go.jp/english/local.html>

H6. 호주 과학산업연구기구(CSIRO) 홈페이지 <http://www.csiro.au/places/Tas.html>

H7. 호주 시드니대학교 해양과학 연구소 홈페이지 <http://www.usims.org.usyd.edu.au>

H8. 호주 Queensland 대학교 해양연구센터 홈페이지 <http://www.marine.uq.edu.au>

H9. NOAA 태평양 지역 수산연구 사무국 홈페이지 <http://www.fpir.noaa.gov>

H10. Palau 국제 산호 연구 센터 홈페이지 <http://www.picrc.org>

H11. 대한석유협회 홈페이지 <http://www.petroleum.or.kr>

H12. 지식경제부 홈페이지 <http://www.mke.go.kr>

H13. 한·중해양과학공동연구센터 홈페이지 www.ckjorc.org

H14. 국가해양국 홈페이지 www.soa.org.cn

H15. 중국해양정보망 www.coi.gov.cn

H16. 신화망(新華網) www.xinhuanet.com

H17 US Commission on Ocean Policy, An Ocean Blueprint for 21st Century, 2004.

http://oceancommission.gov/documents/doc_archive.html

부 록

1. 대양연구거점 관련 설문 조사 결과
2. 대양연구 거점 구축 회의
3. 팔라우 국제산호 연구센터 운영 현황

부록 1. 대양연구 거점관련 설문 조사 결과

1. 설문조사 결과 분석

대양을 연구하기 위하여 전 세계 모든 해양국가에 대하여 발생 가능한 모든 문제를 다루는 것은 연구의 한계를 넘어선다. 대양연구거점 후보지를 효율적으로 선정하기 위해서는 가능성 있는 국가를 한정하여 가치분석을 하는 것이 바람직하다. 이에 대상 국가를 제한하기 위하여 먼저 우리나라 해양 전문가들이 어떠한 생각을 갖고 있으며 어떤 해역으로 우리나라가 진출해야 좋은지를 알아보기 위하여 설문조사를 실시하였다. 여기에서 나온 결과를 이용하여 대상국가를 압축하였으며 그 국가나 지역에 대한 적합한 연구분야, 전략적 가치, 정치 상황 등에 대하여 비교하여 평가를 실시하였다.

전지구적 대양연구를 위한 연구거점(해양과학기지) 구축을 위하여 우리나라 해양관련 기관 종사자들의 의견을 파악하기 위하여 한국해양학회 회원을 대상으로 설문조사를 실시하였다(표 20).

표 20. 설문지 조사 시기 및 방법

조사 대상	한국해양학회 회원 (산업체/연구소/정부조직/대학기관 종사자)
조사 방법	구조화된 설문지를 e-mail로 보낸 후 회신 받음
표본 크기	46명 <개인별 복수 응답 포함>
조사 기간	2009년 2월 ~ 2009년 3월
조사 기관	한국해양연구원 기후·연안재해연구부

설문 내용은 전지구적 대양연구를 위한 연구거점구축을 위하여 ①우선적으로 투자해야 할 해역 ②우선시 되어야 할 입지조건 ③국가별·해역별 선호도 ④지역 특성화된 연구 주제 ⑤대양연구를 위해 가장먼저 갖추어야 할 조건 그리고 끝으로 ⑥응답자의 소속 기관 등 총 6개의 질문이다. 자세한 설문조사 결과는 다음 절에 수록되어 있다. 여기서는 주요 결과만을 언급하였다.

전체 설문지 응답자(46명)의 소속기관 응답 비율은 출연연구소 50%, 대학기관 35%, 공무원 9%, 산업체 7% 비율로 구성되어 있으며, 우선적으로 투자해야 할 해역으로 “서태평양”이 78%로 가장 많은 응답을 보였으며, 그 다음으로 “동인도양” 11%, “동태평양” 4%, “기타” 4%, “서인도양” 2%의 순으로 나타남으로써 1차 설문지 분석 결과 대양연구 거점 후보지 해역으로는 현재 가장 시급한 곳이 서태평양으로 나타났다. 연구거점 구축에

적합한 국가별 우선순위는 팔라우(19%), 필리핀(18%), 인도네시아(13%), 말레이시아(6%), 마이크로네시아(6%) 순으로 조사되었다. 그 외에도 괌, 사이판, 뉴 칼라도니아, 피지, 통가, 뉴기니, 페루 등을 선호하는 것으로 나타났다.

대양연구거점에 적합한 나라라고 선택한 국가나 지역을 그림 90에 표시하였다. 대부분의 국가 또는 지역이 서태평양에 위치하고 있고 그 다음 동태평양과 인도양에 관심을 보였으나 대서양에 대한 국가는 선택되지 않았다. 이것은 우리나라에 직접적으로 영향을 주는 서태평양에 관심이 높음을 의미한다.



그림 90. 설문조사에서 제안된 전체 대양거점 후보지

권역별로 필리핀, 인도네시아, 말레이시아, 뉴기니 국가들은 동남아시아 국가로서 전체에서 40%를 차지하였다. 서태평양 도서 국가로 마이크로네시아(츄), 팔라우, 괌, 사이판, 피지, 통가를 지정한 비율은 37%로 나타났다. 이상의 국가들은 서태평양에 집중된 것으로 우리나라 해양관계자들의 연구관심이 서태평양에 집중되어 있음을 알 수 있으며 전체에서 77%를 차지한다. 그리고 하와이, 갈라파고스 등 중앙 및 동태평양 해역을 지적한 비율(6%)과 페루, 에콰도르, 칠레 등 중남미를 지적한 비율(6%)은 합하여 12%로 나타났다. 뉴칼레도니아, 호주, 뉴질랜드 등 남태평양을 지목한 비율은 5%, 인도, 모리셔스를 지적한 비율은 3%로 나타났다. 그 외에 일본과 러시아에 연구거점을 설치하자는 의견도 있었다. 결론적으로 우리나라 해양관계자들의 대양연구 최대 관심해역은 서태평양임을 알 수 있었다.

대양연구를 위한 연구거점을 구축한다면 우선시 되어야 할 입지조건으로 “지구기후변화 연계성”이 28%로 가장 많은 응답을 보였으며, 그 다음으로 “특성화된 연구”

18%, “우리나라와의 접근성” 17% 등의 순으로 나타났다. 지목한 나라에 해양과학기지를 구축한다면 지역 특성화된 연구는 “기후변화”가 59%로 가장 많은 응답을 보였으며, “해저자원” 19%, “열대어류, 산호초, 생물다양성” 17% 등의 순으로 나타남. 대양연구를 위해 우리나라가 가장 먼저 갖추어야 할 조건으로는 “대양연구 전문가 그룹”이 35%로 가장 응답이 많았으며, 그 다음으로는 “국가의 장기전 비전”이 31% 등의 순이다.

따라서 전지구적 대양연구를 위한 연구거점에서 수행 할 연구는 기후변화 문제이다. 이를 위하여 국가에서는 장기적인 비전을 가져야하며, 대양을 연구하는 전문가를 양성하는 것이 가장 시급한 문제라는 것이 설문결과 밝혀졌다.

결론적으로 서태평양을 중심으로 1단계 대양연구 거점을 구축하고, 지구기후변화와 연계된 특성화 된 연구를 추진하고, 국내에서는 대양연구를 위한 전문가 그룹을 양성 및 형성하여 체계적으로 대양 연구를 추진할 필요가 있다.

설문조사에서는 응답자가 어떤 의도로 대양연구거점 후보지를 선택하였는지 정확하게 알 수는 없고 다만 전체적인 호감정도만 알 수 있다. 따라서 2장과 3장에서 언급한 현재 우리나라의 연구동향과 국제적인 해양학 연구동향을 고려함으로써 적합한 국가를 선정하는 기준을 잡을 수 있다. 3장에서 언급한 고려사항 외에도 정치적인 안정도는 파견된 연구원의 안전을 위하여 필수적으로 고려해야하는 요소이다.

그림 91에 주요 연구거점 후보지를 나타내 보았다. 기존의 연구거점인 남북극 기지, 한·중센터 그리고 한·남태평양연구센터(축) 외에 인도네시아, 페루, 하와이, 피지, 모리셔스, 뉴질랜드를 추가하였다.

극지관련 연구 거점은 남극과 북극에는 이미 설치되어 있다. 여기에 쇄빙연구선 아라온호를 이용한 양극간 통과 해역 기획연구에서 제안된 뉴질랜드를 추가하였다. 뉴질랜드는 쇄빙연구선의 양극간 이동 경로에서 가깝고 국가적으로 안정되어 있다. 또한 쇄빙연구선의 보급기지 역할을 할 수 있는 항구와 공동연구를 할 수 있는 대학도 있어 인적 물적 여건이 잘 조성되어 있다.

심해저 자원연구 관련해서는 기존연구사업과 연계하여 하와이, 피지, 모리셔스를 표시하였다. 하와이는 태평양 C-C 해역의 망간단괴 조사를 위해 연구원 교대 및 연구선 보급에 최적지이며, 피지는 열수광상 연구, 모리셔스는 망간각 연구를 위한 연구거점으로 추가 한 것이다.

페루는 중남미 자원공동연구를 위하여 연구센터를 설립할 예정으로 있다. 설문조사에서는 연구거점 구축 국가로 팔라우와 필리핀이 인도네시아보다도 높은 비율을 차지하였지만, 팔라우는 이미 선진국에서 선점하였으며 필리핀은 정치적으로 불안하여 인도네시아를 선택하여 표시하였다.



그림 91. 제안된 대양연구 거점 및 후보지(●대양연구 거점 및 후보지(중국 청도, 미크로네시아 축, 인도네시아, 페루), ●심해저자원 관련 후보지(하와이, 피지, 모리셔스), ●극지연구 기지 및 쇄빙연구선 통과항로 기항지(남북극 기지, 뉴질랜드))

2. 설문조사 개요

1) 조사 목적

대양연구를 위한 대양연구 거점 구축과 관련하여 해양관련 종사자들의 의견을 수렴하고 실제 해양과학기지 구축을 위한 우선순위를 파악하기 위해 설문조사를 실시하였음.

2) 조사 방법

[전지구적 대양연구를 위한 연구거점(해양과학기지) 구축 기획 연구] 관련 의견 설문조사(표 20)

3) 응답자 특성

가) 응답자 특성

전체 응답자의 소속기관 응답 비율은 출연연구소 50.0%, 대학기관 34.8%, 공무원 8.7%, 산업체 6.5%의 비율로 구성되어 있음(그림 92, 표 21).

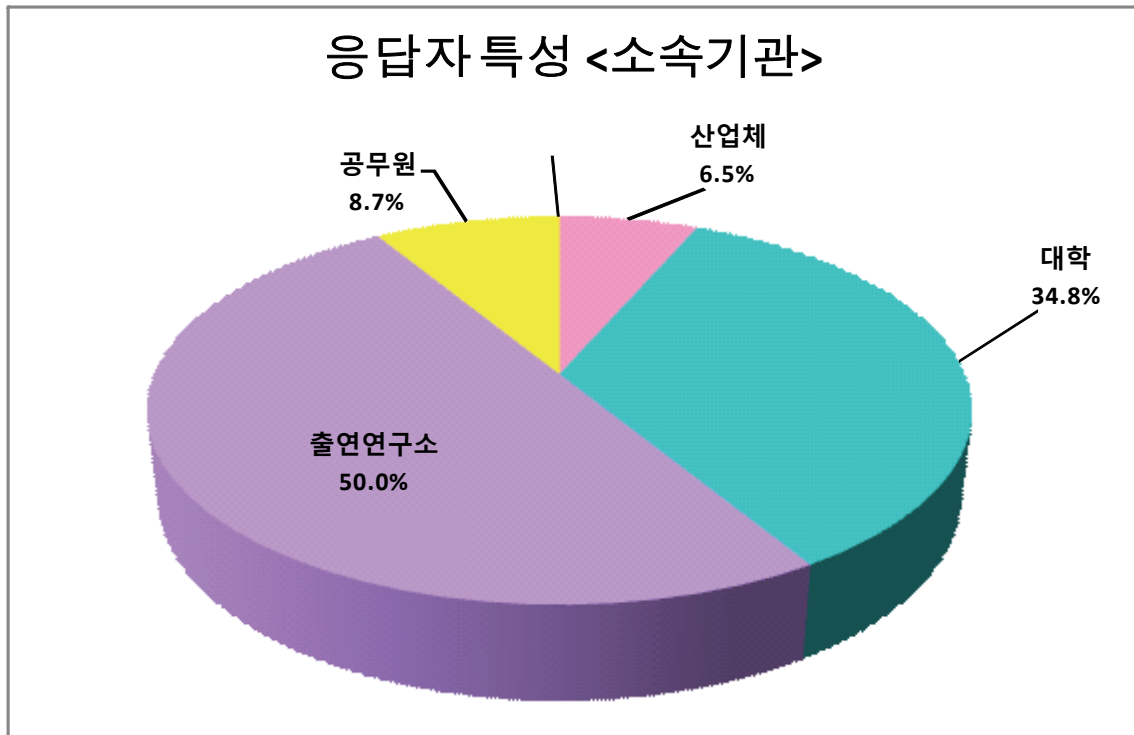


그림 92. 설문지 응답자의 소속기관 특성(N=46 / Unit:%)

표 21. 설문지 응답자의 소속기관 특성

		%	N
전체		100	46
기관특성	출연연구소	50.0	23
	대학	34.8	16
	산업체	6.5	3
	공무원	8.7	4

3. 세부 설문 조사 결과

1) 우선적으로 투자해야 할 해역

[문항 1] 우리나라가 대양연구를 해야 한다면 우선적으로 투자할 해역은 무엇이라고 생각하십니까?

우선적으로 투자해야 할 해역으로 “서태평양” 78.3%로 가장 많은 응답을 보였으며, 그 다음으로 “동인도양” 10.9%, “동태평양” 4.3%, “기타” 4.3%, “서인도양” 2.2%의 순으로 나타남. (그림 93, 표 22).

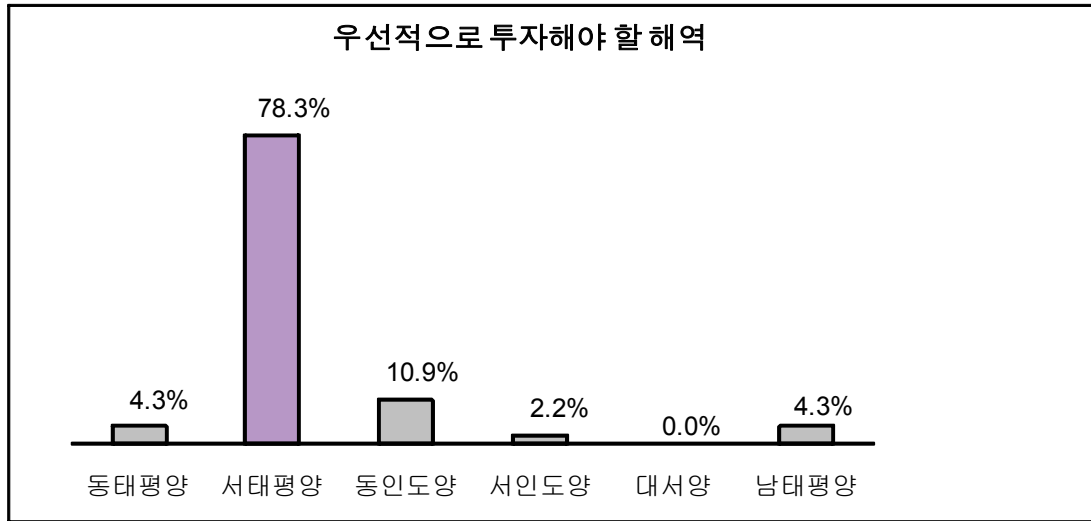


그림 93. 우선적으로 투자해야 할 해역 순위(N=46 / Unit:%)

표 22. 우선적으로 투자해야 할 해역

	사례수	동태평양		서태평양		동인도양		서인도양		대서양		남태평양	
		%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
전체	46	4.3	2	78.3	36	10.9	5	2.2	1	0.0	0	4.3	2
기관 특성	출연연구소	4.3	2	43.5	20	4.3	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	대학	0.0	0	19.6	9	4.3	2	0.0	0	0.0	0	4.3	2
	산업체	0.0	0	6.5	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	공무원	0.0	0	8.7	4	2.2	1	2.2	1	0.0	0	0.0	0
기타 의견											N		
남태평양											2		

2) 우선시 되어야 할 입지조건

[문항 2] 대양연구를 위한 연구거점을 구축한다면 입지조건으로서 우선시 되어야 할 항목을 3가지만 선택하여 주십시오.

대양연구를 위한 연구거점을 구축한다면 우선시 되어야 할 입지조건으로 “지구기후 변화 연계성” 28.1%로 가장 많은 응답을 보였으며, 그 다음으로 “특성화된 연구” 18.0%, “우리나라와의 접근성” 17.2% 등의 순으로 나타남(그림 94, 표 23).

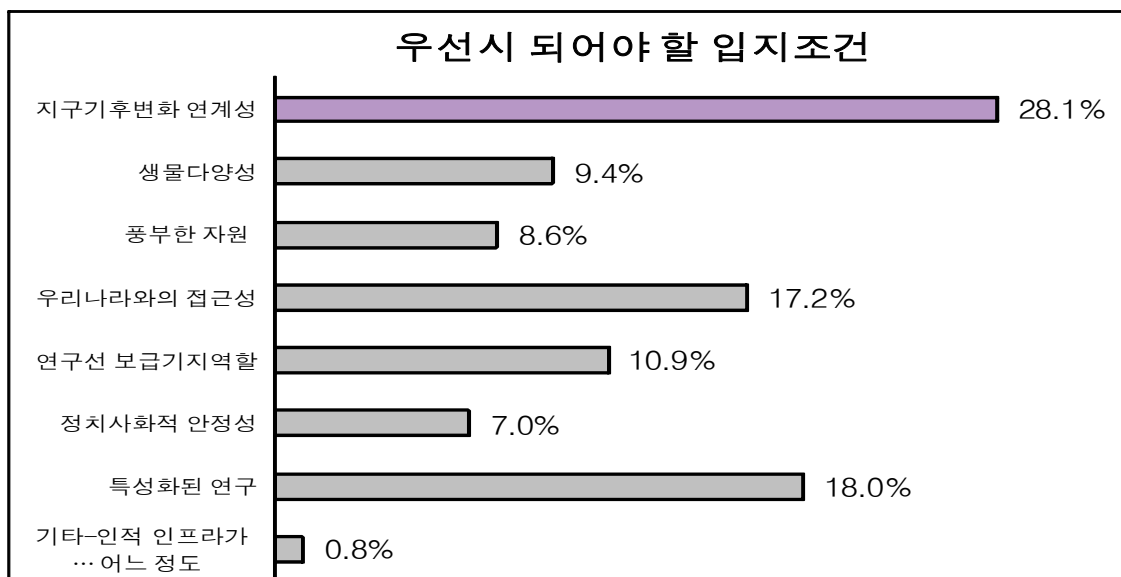


그림 94. 연구거점 선정시 우선시 되어야 할 입지조건(N=128 / Unit:%)

표 23. 연구거점 선정시 우선시 되어야 할 입지조건

	사례수	지구기후 변화연계성		생물 다양성		풍부한 자원		우리나라와의 접근성		연구선 보급기지역할		정치 사회적 안정성		특성화된 연구		기타		
		%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	
전체	128	28.1	36	9.4	12	8.6	11	17.2	22	10.9	14	7.0	9	18.0	23	0.8	1	
기관 특성	출연연구소	64	13.2	17	4.7	6	4.7	6	7.8	10	3.9	5	5.4	7	10.2	13	0.0	0
	대학	44	10.2	13	3.9	5	3.9	4	6.2	8	3.1	4	0.0	0	7.0	9	0.8	1
	산업체	9	1.6	2	0.0	0	0.8	1	1.6	2	2.3	3	0.8	1	0.0	0	0.0	0
	공무원	11	3.1	4	0.8	1	0.0	0	1.6	2	1.6	2	0.8	1	0.8	1	0.0	0
기타 의견															N			
인적 인프라가 어느정도 구축되어 있는곳															1			

3) 연구거점 구축 - 국가별, 해역별 선호도

[문항 3] 대양연구를 위한 연구거점을 구축한다면 어느 나라가 적합하다고 생각하십니까?

국가별 우선 순위는 팔라우(19%), 필리핀(18%), 인도네시아(13%), 말레이시아(6%), 마이크로네시아(6%) 로 조사되었음. 그 외에도 괌, 사이판, 뉴 칼라도니아 피지, 통가, 뉴기니, 페루 등을 선호하는 것으로 나타남(그림 95, 그림 96, 표 24, 표 25).

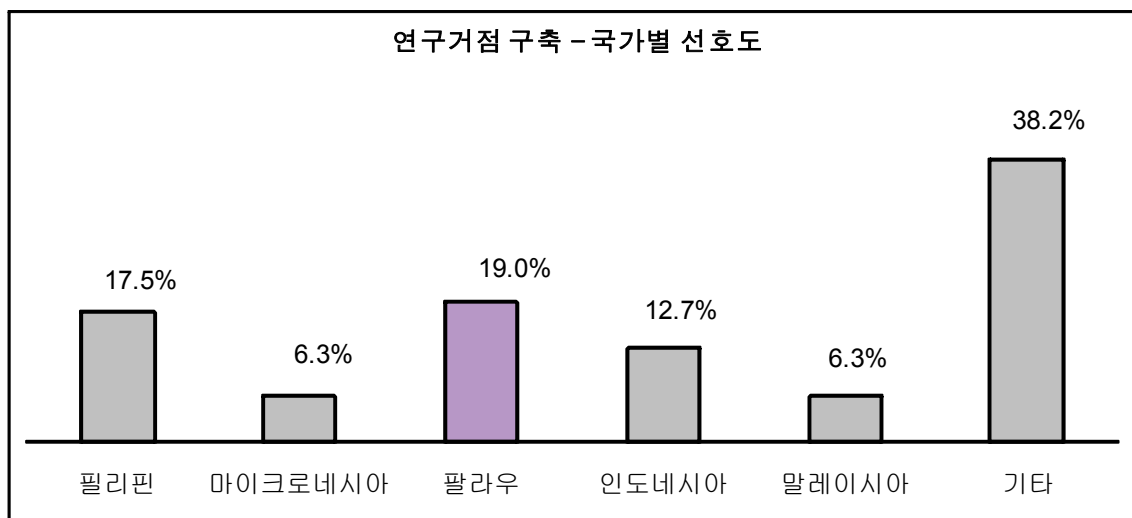


그림 95. 연구거점 구축 - 국가별 선호도(N=63 / Unit:%)

표 24. 연구거점 구축 - 국가별 선호도

		사례수	필리핀		마이크로네시아		팔라우		인도네시아		말레이시아		기타	
			%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
전체		63	17.5	11	6.3	4	19.0	12	12.7	8	6.3	4	38.2	24
기관 특성	출연연구소	34	4.8	3	4.8	3	12.6	8	6.3	4	3.2	2	22.2	14
	대학	19	4.8	3	1.6	1	3.2	2	3.2	2	3.2	2	14.4	9
	산업체	2	1.6	1	0.0	0	1.6	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	공무원	8	6.3	4	0.0	0	1.6	1	3.2	2	0.0	0	1.6	1

기타의견	국가	N	국가	N
	뉴칼레도니아	2	칠레	1
	뉴질랜드	1	뉴기니	2
	갈라파고스	1	러시아	1
	괌	2	남태평양	1
	사이판	1	에콰도르	1
	일본	1	하와이	1
	페루	2	호주	1
	모리셔스	1	통가	2
	피지	2	인도	1

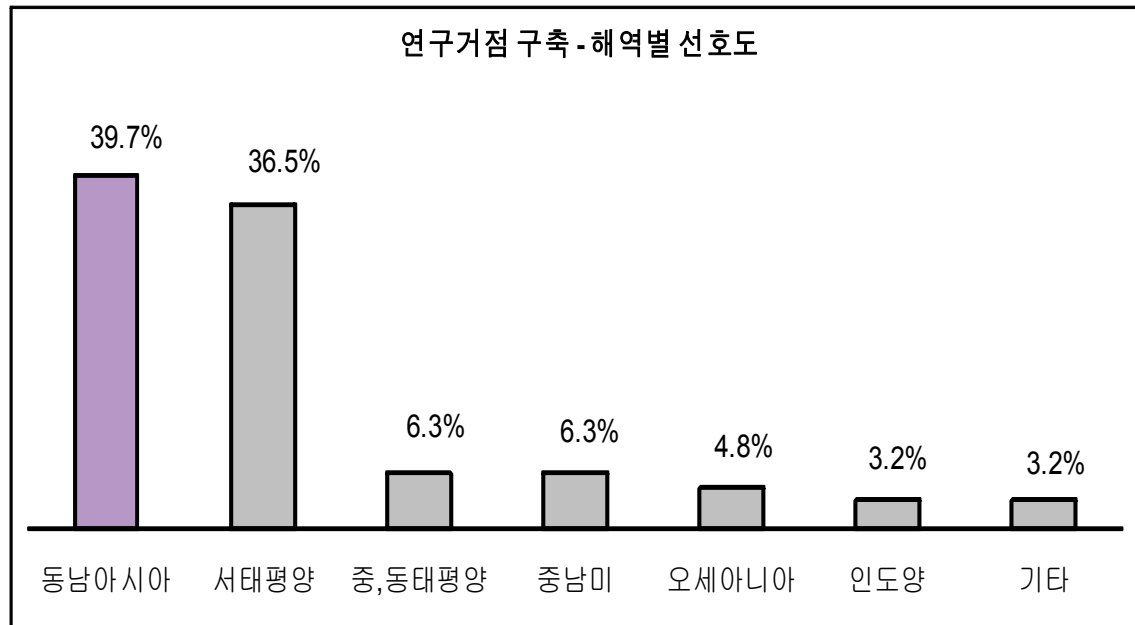


그림 96. 연구거점 구축 - 해역별 선호도(N=63 / Unit:%)

표 25. 연구거점 구축 - 해역별 선호도

	사례수	동남아시아		서태평양		중,동태평양		중남미		오세아니아		인도양		기타		
		%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	
전체	63	39.7	25	36.5	23	6.3	4	6.3	4	4.8	3	3.2	2	3.2	2	
기관 특성	출연연구소	34	17.5	11	23.8	15	1.6	1	3.2	2	3.2	2	3.2	2	1.6	1
	대학	19	11.1	7	9.5	6	4.8	3	3.2	2	0.0	0	0.0	0	1.6	1
	산업체	2	1.6	1	1.6	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	공무원	8	9.5	6	1.6	1	0.0	0	0.0	0	1.6	1	0.0	0	0.0	0

해역명	국가명	%	N
동남아시아	필리핀, 인도네시아, 말레이시아, 뉴기니	40	25
서태평양	마이크로네시아, 팔라우, 괌, 사이판, 피지, 통가	37	23
중,동태평양	하와이, 뉴칼레도니아, 갈라파고스	6	4
중남미	페루, 에콰도르, 칠레	6	4
오세아니아	호주, 뉴질랜드, 길목	5	3
인도양	인도, 모리셔스	3	2
기타	일본, 러시아	3	2

4) 연구거점 구축 - 지역 특성화된 연구 주제

[문항 4] 지목한 나라에 해양과학기지를 구축한다면 지역 특성화된 연구는 무엇이라고 생각하십니까?

지목한 나라에 해양과학기지를 구축한다면 지역 특성화된 연구는 “기후변화” 58.6%로 가장 많은 응답을 보였으며, “해저자원” 19.0%, “열대어류, 산호초, 생물다양성” 17.2% 등의 순으로 나타남(그림 97, 표 26).

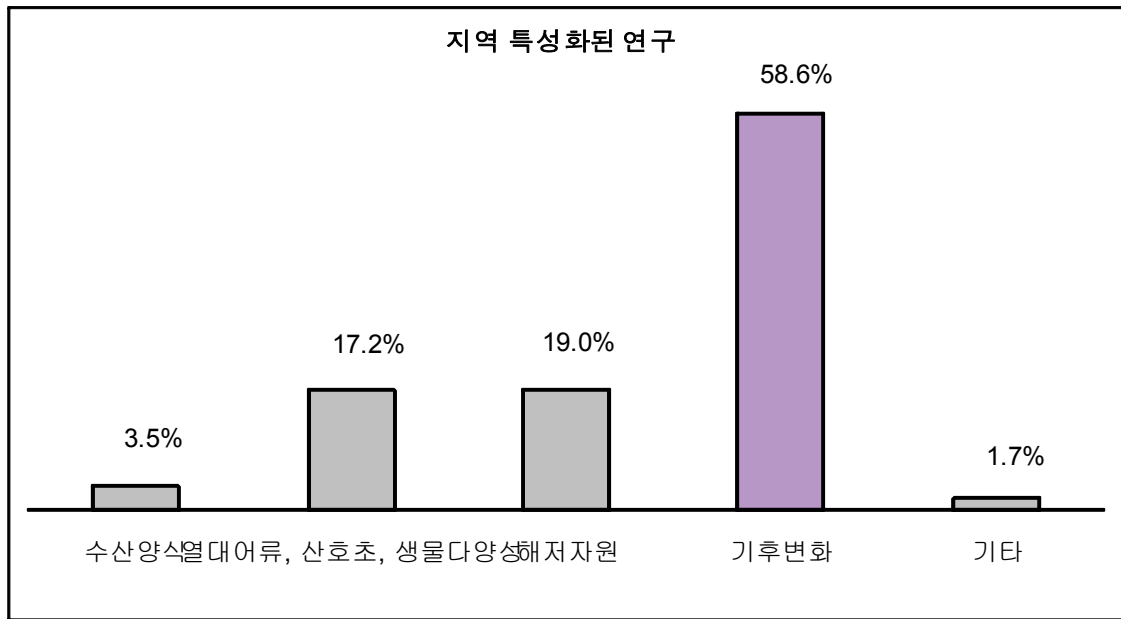


그림 97. 연구거점 구축 - 지역특성화된 연구(N=58 / Unit:%)

표 26. 연구거점 구축 - 지역특성화된 연구

	사례수	수산양식		열대어류, 산호초, 생물다양성		해저자원		기후변화		기타		
		%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	
전체	58	3.5	2	17.2	10	19.0	11	58.6	34	1.7	1	
기관 특성	출연연구소	30	0.0	0	10.3	6	12.1	7	27.6	16	1.7	1
	대학	19	1.7	1	3.4	2	3.4	2	24.1	14	0.0	0
	산업체	3	1.7	1	1.7	1	0.0	0	1.7	1	0.0	0
	공무원	6	0.0	0	1.7	1	3.4	2	5.2	3	0.0	0
기타 의견									N			
쓰나미 연구 및 기후변화(문순)									1			

5) 대양연구를 위해 가장먼저 갖추어야 할 조건

[문항 5] 대양연구를 위해 우리나라가 가장 먼저 갖추어야 할 것은 무엇이라고 생각하십니까?

대양연구를 위해 우리나라가 가장 먼저 갖추어야 할 조건으로는 “대양연구 전문가 그룹” 34.7% 로 가장 응답이 많았으며, 그 다음으로는 “국가의 장기전 비전” 30.6% 등의 순으로 나타남(그림 98, 표 27).

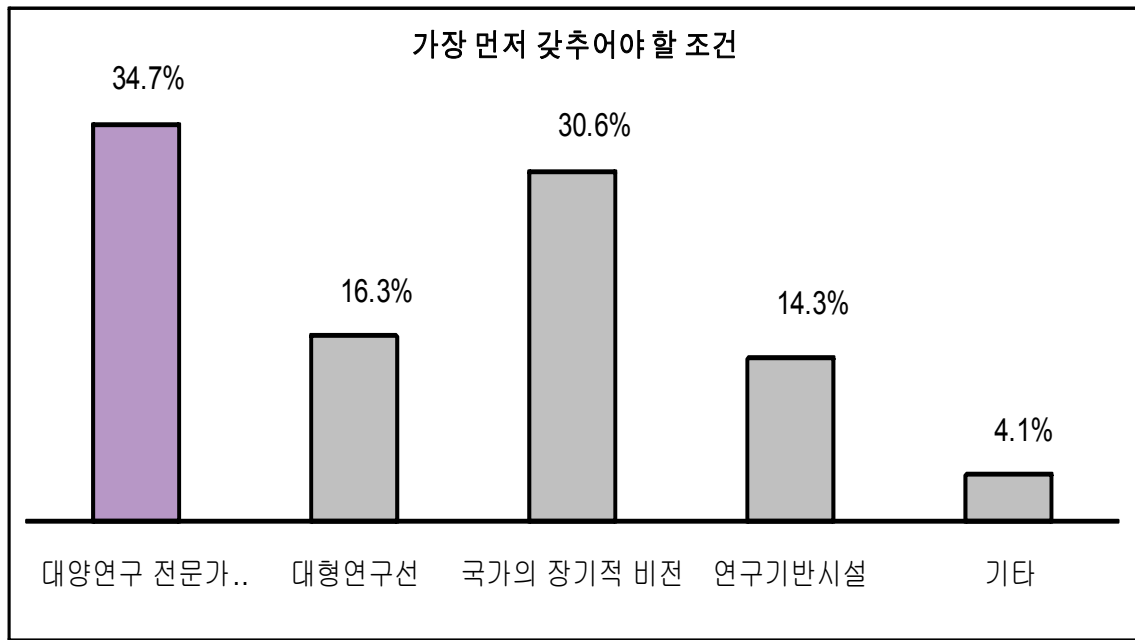


그림 98. 대양연구를 위해 가장먼저 갖추어야 할 조건(N=46 / Unit:%)

표 27. 대양연구를 위해 가장먼저 갖추어야 할 조건

	사례수	대양연구 전문가 그룹		대형연구선		국가의 장기적 비전		연구기반 시설		기타		
		%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	
전체	49	34.7	17	16.3	8	30.6	15	14.3	7	4.1	2	
기관 특성	출연연구소	24	16.3	8	12.2	6	12.2	6	6.1	3	2.0	1
	대학	17	14.3	7	4.1	2	8.2	4	6.1	3	2.0	1
	산업체	3	0.0	0	0.0	0	6.1	3	0.0	0	0.0	0
	공무원	5	4.1	2	0.0	0	4.1	2	2.0	1	0.0	0
기타 의견									N			
전임 연구 인력 확보									1			
향후 수행되는 연구에 대한 안정적인 지원									1			

부록 2. 대양연구 거점 구축 회의

1. 대양연구를 위한 연구 거점 구축 기획회의

2009년 1월 23일 장도수 박사

1) 기후 관측 시스템

해양, 대기, 북극&남극, 탄소에 대한 관측 (Other : 광물, 어업, 생물학, 생물공학, 산성화, 양식, etc.)

가) 전세계 기후 관측 시스템의 분포

- 표층뜰개 부이나 argos를 이용한 관측, 상선, 연고선을 이용한 관측, 고정점, 계류 부이 관측 등이 이뤄지고 있다. 국가적인 분포를 보면 미국이 48%를 차지하고 나머지 선진국들이 상위에 포함되어있다. 우리나라는 2%정도이다.
- 적도 관측, 태평양(TAO/TRITON),대서양(PIRATA) : 대부분의 적도 영역에서 관측이 이뤄지고 있다.
- 인도양(RAMA) : 인도양에서의 관측은 다른 대양에 비해 매우 미비한 상태이다.
- 인도양에서의 해양 상태에 따라 아시아 지역에서의 대기 순환 시스템의 변화가 보여지지만 인도양에서의 해양 관측 시스템은 발달 하지 못하여있다. 최근 미국과 중국등 선진국에서 2009년 10월까지 인도양에서의 관측망 확충에 노력하고 있다.

나) 북극과 남극 관측

- 북극 빙하의 녹음과 대서양에서의 고온의 수온이 북극으로 유입됨에 따라 북극에서의 관측 시스템과 항로 개발이 필요로 되고 있다.

2) 거점 구축시 고려해야 할 사항

○ 대양연구의 중심해역은 어디로?

- 기후연구는 연속적이며 장기간의 변화이다. 대기와 심층의 변화 연구가 어떻게 이뤄져야 할지 생각하여야 한다.
- 기후라는 것은 time scale이 상당히 크고 연속적이며 장기간의 변화이기 때문에 어떤 원인을 찾다보면 표층에서 심해까지 수온 밀도의 변화를 연구하여야 한다. 이리하여 기후의 변화는 대양의 dynamic함을 봐야한다. 기후학적 입장에서 대양 관

측과 연구는 매우 중요하다. 거점을 구축하기 위해서는 어떤 대양이 향후 중심 해역이 될 것인지를 고려하는 것이 가장 중요할 것이다.

○ 대양연구 거점에서 주된 연구분야는?

- 기후변화를 중점적으로 과학기지를 만들 것이냐? 아니면, 종합과학기지를 구축할 것인가? 어떠한 연구 분야가 중추적인 역할을 할 것인지를 고려하여 위치를 정해야 할 것이다.

○ 기존해역 vs. 새로운 해역, 기존 해외 연구센터의 역할 및 활용성

- 기존해외연구센터의 역할 및 활용성에 대하여 생각해 봐야한다. 우리가 기존연구센터를 관리해왔던 능력이 다음 기지운영에 영향을 미친다. 그리고 기존연구와 새로운 연구가 서로 연관성(연속성)이 있어야 할 것이다. 기존 연구나 설치에 대해서 부족한 것들을 개발하여 거점을 만든다면, 장기 운영과 예산 계획에 큰 도움이 될 것이다.

○ 미래 KORDI-Lab 역할과 상호보완성 - 국가적인 입장과 KORDI입장에서 차이

○ 새로운 거점의 기능 : 실용 vs. 병참용

- 거점 기지를 구축하게 된다면 그 기지를 실용화할 것인지 아니면 병참기지의 역할을 수행할 것인지 우선 기지의 역할과 수행 한도에 대한 범위 조정이 있어야 할 것이다. 이것은 기지의 규모와 향후 예산의 투입과 확충에 대한 중요한 기준이 될 것이다.

○ 국제공동협력

- 국가간의 의사소통의 채널 역할을 수행하여야 할 것이다. 우리만의 거점기지의 역할도 중요하지만 다른 국가와의 협력도 중요하므로 인재의 교류 및 영입의 장이 되어야 할 것이다.
- 우리의 거점 기지에 대한 국제적인 인프라 및 소개를 통해 국제공동연구 및 홍보가 필요할 것이다. 그러기 위해서는 국제 규격에 맞는 연구와 자료가 필요하게 되므로 선진 기술 습득에 큰 도움이 될 것이다.

○ 정도수 박사가 생각 하는 거점기지의 위치는?

- 어떤 연구를 하느냐에 따라 하와이와 동남아시아(인도네시아, 말레이시아)가 좋을 것을 생각한다.
- 하와이의 경우 선진 연구원들이 많이 있기 때문에 많은 연구와 공동협력을 통해 우리에게 많은 도움을 줄 것으로 생각되지만 우리의 입지가 뛰어나게 커지기는 힘들 것으로 보여진다.
- 동남아시아의 진출은 기후학적 연구에 중점을 둔다면 이곳이 최적의 위치가 될 것이지만 진출할 경우 하와이에 받을 수 있는 많은 선진기술과 연구에 대한 도움은

포기 하여야 할 것이다. 하지만 우리가 그 곳에 진출하여 발전시킬 수 있는 무궁한 가능성이 유포되어 있다. 그리고 다른 지역을 생각하더라도 단, 중, 장기 계획 수립이 확립되어 있어야 할 것이고 기존 사업이나 연구와의 연관성을 생각하여 거점기지 구축에 대하여 생각하여야 할 것이다. 그리고 다른 거점 기지의 부족한 것에 대한 연구를 통해 보완성에 중점을 두어야 한다.

- 그리고 개발도상국으로 거점기지를 생각한다면 개발도상국에 대한 경제적인 뒷받침 또한 생각하여 연구공유와 인력 개발에 중점을 두어야 할 것이다.

2. 대양연구를 위한 연구 거점 구축 기획회의 워크숍

3월 24일 workshop 토론

1) 명철수 (E&C 대표이사)

- 대양연구를 위해서는 단기적으로는 무리가 있음
- 예산확보가 문제
- 타히티: 프랑스령, 이프레미르 연구소 연구거점
 - 중점 연구사업은 양식과 종 다양성, 물리연구 없음
- 대양연구거점이 짜임새 있게 연구하는 것이 아니다.
 - 주전공자가 누구인가가 중요하다.
 - 대양연구를 이끌어가는 팀은 물리분야가 주축이 되어야 한다.
- 국민에게 대양연구거점이 주는 영향(이익)이 무엇인가를 생각하라.
- 대한민국의 국제사회에 대한 역할 증대를 위한 사고의 전환 필요

2) 정희동 (남해수산연구소)

- 대양강국으로 가기위한 시대적으로 필요한 도전
- KOIKA: 범부처적인 협조가 필요하다.
 - 참치양식에 대한 사업, 참지양식에 필요한 국가
 - 기후+양식 등
- OECD: 저개발국 지원 2,000억불 지원해야함
 - 연간 400억불 지원. 따라서 그 금액으로 연구거점 활용
 - 외교통상부
- 이 과제에서 전략적인 역할이 필요하다.
- OECD에 지원 요청

3) 장학봉 (해양수산개발원)

- 목적: 대양연구거점 선정. 시간이 필요함
 - 각자 자기분야에서 필요성 역설
- 거점역할: 모든 기능 불가
- 기능은 어떻게 가져가야 할까?

- 자연과학, 자원, 국가적 차원 등
- 거점선정요인 파악
- 후보지 5-10개 가지고 평가를 해야 함
- 표준적으로 하는 방식, AHP, 논리적, 체계적
- 국가 전략적인 필요성
- 법, 제도에 따르는 문제

4) 임관창 (국립해양조사원)

- 연구거점(해양과학기지)의
 - 명칭을 잘 사용할 필요성이 있음 예산확보를 위해서
- 대양연구의 필요성은 인정되나...
 - 대양연구의 저변확대가 필요하다.
 - TOGA 1980년대 KORDI가 참여하다가 중단
 - 국내의 대양연구자가 목소리를 내야한다.
 - 내용이 좋아야 한다. 목적이 좋아야 한다.
- 대양연구 거점을 구축하기 위해 연구목적을 정해야 한다.
 - 과학기술측면에서 어떤 연구거점을 구축할 것인가?
 - 예) IPRC-컴퓨터와 기존자료만으로 연구한다.
- 녹색성장 기후변화 아이템 정리 중인데 추가 항목을 원한다.
- 대양연구는 분야별로 연구선을 이용하여 조사하는 일에 기지구축 item을 추가하고자 한다. 5개년 예산 결정 예상
- 조사원은 연구기관이 아니다. KORDI와 협력해야할 동반자.

5) 강량 (국가안보전략연구소)

- 연구거점이라는 title은 성공
 - 청도, 마이크로네시아 그 연구거점의 기능은 무엇인가?
- 대양연구의 타이틀은 왜 붙였나? 기존관습을 깨자.
 - 과학연구 밖의 영역을 넓혀보자.
 - 해양이 갖고 있는 노력과 성과는 크지만 농업보다 관심이 적다.
- 전략적인 문제는?

- 해양연구가 국가에 꼭 필요하다고 생각한다. 그런데 해양연구에 대한 국가의 뒷받침이 열악하다.
- 국가이익과 삶의 질을 위해 열심히 노력 중이다.
- 자연과학과 사회과학이 벽을 깨고 서로 승리할 수 있도록.
- 문제점은 통합관리가 안 나오고 수직적이다.
- Frame work: 잡다한 현상을 종합하여 단순하게 정리하여 제시
- 해양은 육상과 달리 공통분모가 있다.

6) 서장원 (기상청)

- 처음에 남극연구기지처럼 그런 연구기지가 생기는구나하는 생각이었다. 그러나 그런 것이 아니라는 것을 알았다.
- 생물다양성, 기후변화, 자원 등은 모두 다르다.
- 대양연구거점을 만들었을 때 확 떠오르는 개념이 없다.
- 범부처적 참여를 유도할 수 있는 것이 필요하다. 그래야 예산지원을 받을 수 있다.
- 우리나라에서 해결할 수 없는 연구를 해야한다.
 - 예) 엘니뇨 조사를 위해 연구, 인도네시아 쓰나미 관측 등
- 우리가 해양선진국 역할을 할 수 있는 중남미가 좋다.
- 인도네시아에 세우면 그 주변까지 대변한다.
- 대양연구를 위해서는 물리분야가 주가 되어야 한다.

7) 장경일 (서울대학교)

- 대양연구에 대한 관심이 적은 듯
- 대양연구를 위해서는 선진국에서 이미 많은 연구를 해왔는데 교과서에 나온 수준을 알아가지고는 선진국과 경쟁하기에 어렵다.
- 어떤 연구를 할 것인지 정하여야 한다.

8) 노영재 (충남대학교)

- 세계 대양에서 한군데를 정하라면 주저 없이 태평양을 정하겠다.
- 1973년 10월 30일 KIST 부설 해양연구소 시작
 - 과거 회상 앞으로의 해양연구?
 - 홍승용박사가 남극기지를 세운다는 꿈을 말했을 때 놀랐다.

- 20년 후 세종기지 확보, 꿈을 가지면 이를 수 있다.
- 대양연구를 못했기 때문에 세계무대에 나가지 못하였다.
 - 왜? 신발이 없었다(대형 연구선).
 - 과거 800톤 부경대 탐양호 첫 항차에 블라디보스토크에 간 경험.
- 우리도 할 수 있다고 긍정적으로 평가한다.
- 태평양을 선택하면 인도네시아를 선택하겠다.
- 지구온난화 때문에 기후가 변한다고는 하는데 변화과정은 우리 눈에 보이지 않는다.
- 많은 사람들이 ENSO와 우리나라 기후 관계를 논한다.
- 일본 동경대 야마가타 교수가 Indonesia Through Flow 연구에 참여하라고 했을 때 우리나라와 무슨 연관이 있겠는가 생각하였다.
- ITF를 연구하면 후배들이 좋은 연구결과를 낼 수 있으리라 생각한다.
- 한반도는 중위도에 위치하여 있으므로 적도에서 극지까지 연구해야한다.
- 연구거점 선택 시 고려사항
 - 국가안보
 - 선진국에서는 연구거점을 모두 선점하였다. 우리는 틈새시장이 필요. 상대국이 대한민국의 호감이 있어야. 수용태세가 중요하다.
 - 연구를 위한 특정해역 이동 편의성이 있어야. 접근성이 있어야.
 - 연구성과를 잘 낼 수 있는 해역. 이미 많은 연구가 진행된 해역이 아니 새로운 해역
- 조속히 10년 이상 운영비 확보하여 장기 연구 필요
- 정책연구 필요, 범부처 연결성

9) 김철호 (한국해양연구원)

- 좋은 내용이지만 기획연구 다음단계는?
 - 또 다른 기획연구가 필요한지?
 - 다른 기관에 예산을 요구를 해야 할 지.
 - 예) 기관차원에서 나서서 뛰어야 한다.

10) 변상경 (한국해양연구원)

- 왜 현시점에서 전지구적 대양연구 거점을 구축해야하는가? 당위성이 있는가? - 왜 현재인가? 설명을 해야함
- 국가는 연구거점을 통해서 무엇을 얻을 수 있는가? 구체적으로 필요하다.

부록 3. 팔라우 국제산호 연구센터 운영 현황

1. 개요

- 1998년도에 Palau International Coral Reef Center Act를 통해 미국, 팔라우, 일본 등의 협력을 통해 설치되었으나 미국이 손을 떼면서 일본이 730만불을 지원하여 1999년 11월에 건설을 시작하여 2001년 1월에 완공하였음.
- 운영예산 : 1,116,172불 (약 13억원)
- 인원 :
 - 이사회 - 12명
 - 과학자문위원회 - 10명
 - 수족관 - 25명
 - 연구원 - 5명
 - 연구기술원 - 3명
 - 산호초 전문가 - 1명
 - 기타 방문객원 연구원 및 자원봉사자 다수

2. 임무와 목적

- 해양연구, 훈련 그리고 교육활동을 주도하는 자립적인 우수한 센터창설을 임무로 함.
- PICRC의 프로그램을 설치하기 위한 초기 접근방법은 3가지로서 연구시설의 완비, 수족관 그리고 환경교육 및 인식 프로그램임.
- PICRC의 우선 목적은 정부에 정보를 제공하고, 교육정보를 제공하고, 해양자원관련 기관에 정보를 제공하는 것인데 효율적인 해양환경보전노력은 과학에 바탕이 되어야 한다는 취지에서 발생된 것임.
- 과학적 연구 사안은 기초 및 응용연구를 수행하여 양적 데이터 수집에 초점이 맞추어져 있으며, 이러한 정보와 데이터는 효율적인 정책결정, 관리체제설계 그리고 보전활동의 효율성 평가 등에 활용될 것임.
- 최종 목적은 우수센터로서 팔라우와 세계해양환경을 관리·지속가능한 활용·보전을 향상시킬 수 있도록 하며, 또한 수족관을 통해 관광장소로 그리고 교육적 수단으로 활용하여 자연적 종다양성, 자연의 경이로움 그리고 아름다움을 이전 세대가 경험했듯이 미래세대들도 지속적으로 경험할 수 있도록 함.

- ① 지식을 넓히고 보전을 위한 연구 (conduct research that will enhance knowledge and conservation of coral reef ecosystems and their associated marine environment)
- ② 교육 (educate the public about the ecological, economic, and cultural importance of coral reefs ecosystems and their associated marine habitats)
- ③ 연구, 훈련, 교육 등 시설 제공 (provide facilities for research, professional training, workshops, and conferences in coral reef and marine environment research, sustainable management and related activities)
- ④ 자립형 기관으로 성장하기 위한 우수연구원 방문연구 촉진 (develop a quality visitor attraction which can become financially self-sustaining over time)
- ⑤ 정부, 연구기관, 국제기구 등과의 협력 및 정보교환 (collaborate and exchange information with governments, institutions, organizations, and research groups)
- ⑥ 교육자원 및 교육 프로그램 협조 제공 (provide educational resources and assistance for the development of marine studies programs)
- ⑦ 전통관습을 바탕으로 한 산호초 보전관리 정보 제공 (provide information and assistance to Palau's traditional chiefs in their role of managing reefs and implementing traditional conservation practices)
- ⑧ 산호초 모니터링의 센터역할 수행 (as the designated node for the Coral Reef Monitoring Network in Micronesia, the Center will act as a central information repository for coral reef monitoring in the region).

3. 프로그램 분야

1) 연구분야

- PICRC의 주요 우선연구프로그램 분야는 다음과 같음
 - ① 일반해양환경관측
 - ② 장기 해양생태계 모니터링
 - ③ 팔라우의 해양서식지 지도화
 - ④ 연안어업의 효율성 평가
- 목표 1 : 자립적이며 지역적으로 그리고 국제적으로 인정받는 해양연구시설
 - 목적 1 : 팔라우 지역에 관계되는 연구프로젝트를 매년 6개 수행함.
 - 목적 2 : 팔라우 책임연구원이 연구를 주도할 수 있도록 해양과학 능력을 배양함.
 - 목적 3 : 5개의 논문을 발표하고 3명의 대학원생이나 연수연구원을 호스트하여 과학사회에 PICRC의 위치를 확고히 함.
 - 목적 4 : 12개의 연구 또는 대학 그룹을 매년 연구센터를 통해 지원함.

목적 5 : 적어도 2개의 정착된 인턴십 프로그램을 통해 지역 또는 국제적 학생을 초빙함.

목적 6 : Marine Resource Pacific Consortium 지역을 위해 지구산호초모니터링 네트워크(Global Coral Reef Monitoring Network NODE)에 PICRC의 역할을 완수함.

목적 7 : 지역적 그리고 국가적 관리에 필요한 부분을 위해 기술적 지원과 훈련을 제공함.

○ 목표 2 : 법적으로 인정받은 국가적 차원의 MPA 체제

목적 1 : National Managed Protected Areas의 체제를 만들고 필요한 과학적 데이터를 제공하기 위한 다기관간 협력을 촉진함.

목적 2 : MPA를 설치하기 위한 기본적 기초 데이터를 제공함.

2) 수족관 분야

○ 2001년에 완성된 수족관은 현재 조기운영 단계에 있어 재정적으로 자립운영, 번식프로그램, 다른 타 수족관과의 네트워킹 및 우수수족관으로서의 인정 등에 초점을 맞추고 있음.

○ 목표 3 : 자립운영, 팔라우 해양서식지를 대표하는 수족관으로서의 국제적 인정

목적 1 : 팔라우 관광객의 40% 수족관 방문 획득

목적 2 : 수족관의 5개 주요 탱크를 운영하고 관리하는 총액수를 감당할 수 있는 스폰서 획득

목적 3 : 팔라우의 유일무이한 생물종을 부각시킬수 있는 테마를 매년 설정

목적 4 : 연구프로그램 확립, 야생에서의 생물종 채취 제한, 번식프로그램 수행

목적 5 : 정보 및 기타 필요사항을 교환할 수 있도록 적어도 5개의 수족관, 연구센터 또는 대학과 관계 확립

3) 환경교육 및 인식

○ 팔라우 지역의 학생들중 적어도 50%에게 학교내에서 교육을 실시하고 현장실습을 시키며, 세미나를 제공하고, 선생님들을 훈련시키며, 학생들에게 해양관련 직업인식을 심어주고 대학에서는 해양생물학 등 해양과 관련한 공동 수업을 실시하고 정부 정책결정자를 포함한 더욱 많은 사람들에게 교육과 훈련이 보급되도록 함.

○ 목표 4 : 해양자원과 연안환경의 중요성 이해와 해양자원의 지속가능한 활용을 위한 정책적 결정 능력

목적 1 : 매년 팔라우 학생의 적어도 50% 해양환경교육 제공

목적 2 : 팔라우 전문대학에 해양과학 프로그램 시행

목적 3 : 지역지원프로그램개발과 매년 적어도 4개주에서 시행

목적 4 : 마이크로네시아 지역에서의 해양과학활동을 통한 논문을 포괄적 수집 및 데이터베이스 개발

목적 5 : 수족관을 통해 방문자들에게 유일무이한 생물환경에 대한 정보를 제공하기 위해 수족관 교육프로그램 확장

4) 기관발전 (institutional development)

- 아직 새로운 비영리 기관으로서 조직 및 관리 능력을 개발중에 있는데 많은 유명한 해양과학자들이 참여하는 것을 영광으로 생각하며 지속적인 발전과 운영, 관리, 재정관리, 자금조달, 수입산출 기능에 초점을 맞추어 노력하고 있음.
- 목표 5 : 효율적이며 효과적인 PICRC의 관리
 - 목적 1 : 450만불(약 54억원)이 조달될 수 있도록 개발전략 수립 및 이행
 - 목적 2 : 1,000만불(약 120억원)의 기부금 설립
 - 목적 3 : 효과적이며 효율적인 관리, 인력자원 그리고 재정관리 시스템 이행
 - 목적 4 : 포괄적인 시설관리서비스 제공
 - 목적 5 : 자본개선프로젝트(Capital Improvement Project)를 위한 자본 모색 및 획득

5) 수입산출

- 목표 6 : PICRC를 위한 수입발생적 프로그램
 - 목적 1 : 수입발생적 프로그램을 관리할 수 있는 사업 계획 개발 및 이행

4. 일반사항

- 8,248 m²의 부두지역에 세워졌으며 3개의 빌딩에 연구시설, 방문객 및 교육 그리고 인식전람시설, 그리고 운영시설 등이 있으며, 연구시설로는 dry lab, wet lab, specimen room, 연구원 사무실, 학생-훈련 실험실, weather station, 도서관, 회의실, 그리고 객원연구원의 숙소 등이 있음.
- PICRC가 팔라우에 설치된 이유는 이 지역의 높은 종다양성(1,500종 이상의 어류종, 425종의 높은 다양성의 산호초를 형성하는 산호), 유일무이한 생태서식지(Rock Islands, Marine Lakes), 산호초의 중요성(전통, 문화, 지역생계), 특별하고 인기있는 잠수지역 등이 고려되었음.
- 연구센터가 문을 연 이후 여러 분야에서 국제적 역할을 담당하고 있는데 전지구 규모의 산호초 모니터링 네트워크(Global Coral Reef Monitoring Network), 해양자원 태평양 컨소시엄(Marine Resources Pacific Consortium), 미국 산호초 특별전문위원

- 회(US Coral Reef Task Force for Palau) 등의 역할을 담당하고 있으며 특히 미국 산호초 특별전문 위원회의 초점지역, Global coral reef monitoring network의 거점 지역(node), Marine Resources Pacific Consortium의 일원으로 활동하고 있음.
- 현재 활발히 수행되고 있는 활동은 산호초 생태계 및 해양환경 모니터링으로써 현재 14개의 장기모니터링 지역에 대한 조사를 수행하고 있으며 그 외 많은 지역을 모니터링 하고 있음.
 - 또한 현재 참여하거나 주도하고 있는 연구프로그램은 다음과 같음.
 - ① 장기산호초 모니터링 (national long-term coral reef monitoring program)
 - ② 산호초를 파괴하는 불가사리의 생식 및 유생 연구 (crown-of-thorns reproductive and larval study)
 - ③ 산호 생식 연구 (coral reproduction study)
 - ④ 연안역 및 유역 환경 연구 (waters and watershed study)
 - ⑤ 어족자원 평가 (fisheries assessment - World Bank)
 - ⑥ 수산시장 조사 (fish market survey)
 - ⑦ 산호초 복원 연구지원 (coral reef recovery study - World Bank)
 - ⑧ 해초 연구지원 (seagrass study, habitat maps (dugong) - Nature Conservancy)
 - ⑨ MPA 효율성 연구 - 16개의 MPA지역 선정
 - PICRC는 또한 해초, 해변 모니터링, 수산자원 조사, 해양보호구역(MPA), 산호 분류, National Node Coordinator 등에 대한 훈련 프로그램을 수행하고 있음.
 - 특히 PICRC는 학생들을 대상으로 환경보전과 관리에 대한 가치를 조기훈련 시키고 있으며, 산호초 및 생태보전, 관리 등에 관한 교육프로그램을 팔라우 교육부와 협력하여 초등학교에서부터 고등교육에 까지 포함 시켰으며 대학과의 협력을 통해 대학 과정을 가르치기도 함.
 - PICRC의 수족관은 팔라우의 자연해양생태계에 대한 이해와 놀라움과 이해를 불어넣는데 10개의 소주제 수족관이 17개의 다양한 서식지를 세부적으로 나타내고 있으며 아름답고 놀랄만한 해양환경과 이곳에 서식하고 있는 해양생물들을 전람하고 있음.
 - 연구선박으로는 길이 33ft와 20ft의 선박을 포함해서 4개의 연구용 보트가 있으며 자원봉사자들을 포함해서 25명이 수족관을 관리하고 있고, 5명의 연구원 3명의 기술원, 1명의 산호초 전문가 등 이 PICRC의 연구를 책임지고 있음.
 - 현재 일본에서 1명의 연구지원자, 1명의 연구관리자, 그리고 1명의 운영자가 PICRC에 파견되어 있음.
 - 현재 다음 4년간 일본 JICA로부터 3백만불의 지원을 받기로 함.

○ 조직도

