

기술보고

황해의 해양환경 모니터링 시스템

허승* · 박종수** · 안경호** · 이윤** · 최옥인** · 임동현** · 황운기** · 이승민** · 김평중** · 방현우**

*, ** 국립수산물과학원

The Marine Environmental Monitoring System in the Yellow Sea

Seung Heo* · Jong-Soo Park** · Kyoung-Ho An** · Yoon Lee** · Ok-In Choi** · Dong-Hyun Lim** ·

Woon-Ki Hwang** · Seung-Min Lee** · Pyoung-Joong Kim** · Hyun-Woo Bang**

*, ** National Fisheries Research and Development Institute, Busan, 619-705, Korea

요 약 : 황해의 해양환경, 어업자원 및 증양식에 대한 연구 및 개발을 담당하고 있는 국립수산물과학원 서해수산연구소에서 해양생태계 보전의 일환으로 황해의 해양환경에 대한 다양한 모니터링을 실시하고 있다. 현재 서해수산연구소가 황해에서 수행 중인 모니터링은 연안정지 관측, 서해해양조사, 서해어장환경모니터링, 국가해양환경측정망, 유해적조모니터링, 한중황해환경모니터링조사 및 해파리모니터링 등이 있다. 이러한 모니터링 결과들은 중요 어족의 어장형성 해역에 대한 기초자료를 제공하여 연근해 어업생산성을 제고하고, 기후변동에 따른 향후 수산자원 변동 예측을 위한 기초자료로 활용되고, 한반도 주변해역의 체계적인 해양과학자료를 제공하여 수산업, 해양환경보전, 해양레저 등 한반도 주변해역의 부가가치 창출에 기여하고 있으며, 연안어장의 지속적 생산을 유지하기 위한 어장환경 관리 및 보전정책 수립을 위한 국가 기본 자료로 활용하고 있다.

핵심용어 : 모니터링, 황해, 해양환경, 해양생태계, 기후변동

Abstract : The West Sea Fisheries Research Institute of National Fisheries Research and Development Institute which is in charge of research on marine environment, fisheries resources and aquaculture carries out various monitoring projects with an aim of marine ecosystem conservation. The monitoring projects include costal oceanographic observation, serial oceanographic observation, fishing ground monitoring, national marine environmental monitoring, harmful algal bloom monitoring, Korea-China joint monitoring on the Yellow Sea and jellyfish monitoring. The monitoring produces basic data on fishing ground locations of main fishery species to improve fishery productivity. The data are also used to estimate variations in fisheries resources caused by climate change and to set up the policy for creating economic value from fishery, marine environmental conservation and marine leisure activities and conserving/controlling the marine environment for the sustainable production in the fishing ground.

Key Words : Monitoring, Yellow Sea, Marine environment, Marine ecosystem, Climate change

1. 서론

황해는 넓은 갯벌이 형성되어 있는 내만 형태의 천해로서 많은 어업자원들의 산란 및 성육장으로 이용되며, 황해 및 동중국해 어업자원의 재생산에 중요한 역할을 한다. 최근 황해는 한·중 양국의 산업발전 및 인구밀집에 의한 오폐수의 유입 등으로 인한 연안어장의 황폐, 간척·매립으로 인한 연안어장의 축소 등 인위적 생태계 교란이 발생하고 있다. 특히, 황해는 반폐쇄성 해역으로서 이러한 환경변화에 민감하게 반응하기 때문에 해양 생태계 보전을 위한 장기적인 계획을 수립하고 주변 연안국이 공동으로 관리하고 보존하여야 한다.

황해의 해양환경, 어업자원 및 증양식에 대한 연구 및 개발

을 담당하고 있는 국립수산물과학원 서해수산연구소에서 해양환경 및 생태계 보전의 일환으로 황해의 해양환경에 대한 다양한 모니터링을 실시하고 있다. 현재 수행 중인 모니터링은 연안정지관측, 서해해양조사, 서해어장환경모니터링, 국가해양환경측정망, 유해적조모니터링, 한중황해환경모니터링조사 및 해파리모니터링 등이 있다(김, 2007).

이러한 모니터링 결과들은 중요 어족의 어장형성 해역에 대한 기초자료를 제공하여 연근해 어업생산성을 제고하고, 기후변동에 따른 향후 수산자원 변동 예측을 위한 기초자료로 활용되며, 한반도 주변해역의 체계적인 해양과학자료를 제공하여 수산업, 해양환경보전, 해양레저 등 한반도 주변해역의 부가가치 창출에 기여하고 있으며, 연안어장의 지속적 생산을 유지하기 위한 어장환경 관리 및 보전정책 수립을 위한 국가

* 대표저자 : 정희원, sheo2001@nfrdi.go.kr, 032-745-0642

기본 자료로 활용하고 있다(박 등, 2006).

대부분의 모니터링 정보 및 관련 자료는 매년 보고서 형태로 발간되어 관련 연구기관 및 대학 등에 배포되고 있으며, 국립수산과학원 홈페이지(www.nfrdi.go.kr)를 통해서도 제공 받을 수 있다.

2. 황해 모니터링 시스템과 그 역할

2.1 연안 정지 관측

연안정지 해양관측은 1933년부터 시작되어 1969년 이후 현재까지 전국 연안 34개소중 서해연안 11개소(죽도, 소흑산도, 흥도, 목포, 말도, 군산, 어청도, 부도, 선미도, 영종도, 소청도)에서 매일 오전 10시에 1회씩 관측을 실시하고 있다(Fig. 1). 기온, 수온, 비중, 운량, 천기 등 5개 항목을 조사하고 있으며, 조사한 자료를 한국 연근해와 동중국해 해황 속보, 주보, 정보지, 년보 등으로 제공하고 있다. 연안정지 관측 자료는 장기간 연안의 해황변동을 조사한 결과로, 기후변동과 관련한 연안 수온 분석 등에 유용한 자료로 활용되고 있다.

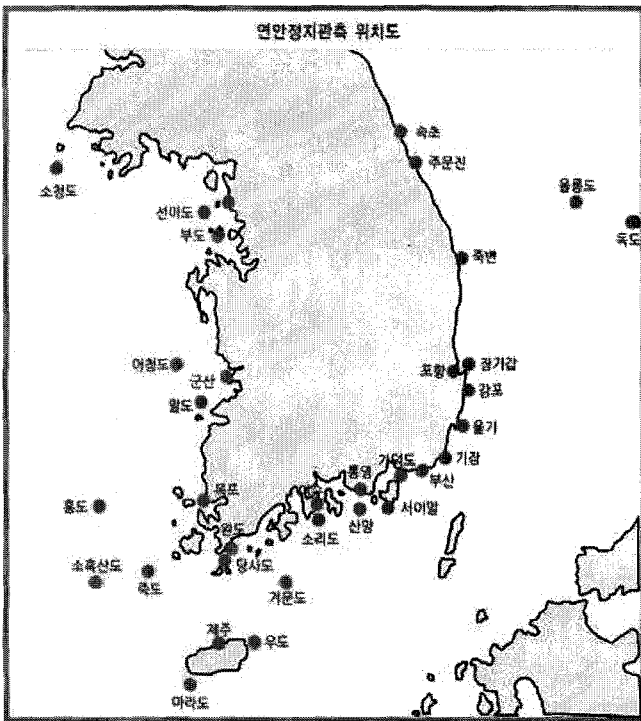


Fig. 1. Location of the coastal oceanographic observation stations.

2.2 서해해양조사

국립수산과학원에서 운영되고 있는 해양조사 관측망은 22개 정선 175개 정점으로 구성되어 있으며, 이중 서해 6개선(307, 308, 309, 310, 311 및 312선) 52개 정점에서 서해수산연구소가 각각 연 6회(2월~12월) 정선관측조사를 수행하고 있다(Fig. 2).

조사항목은 각 수심별로 수온을 비롯해서 염분, 용존산소량, 질산 질소, 아질산 질소, 암모니아 질소, 인산 인, 규산 규소,

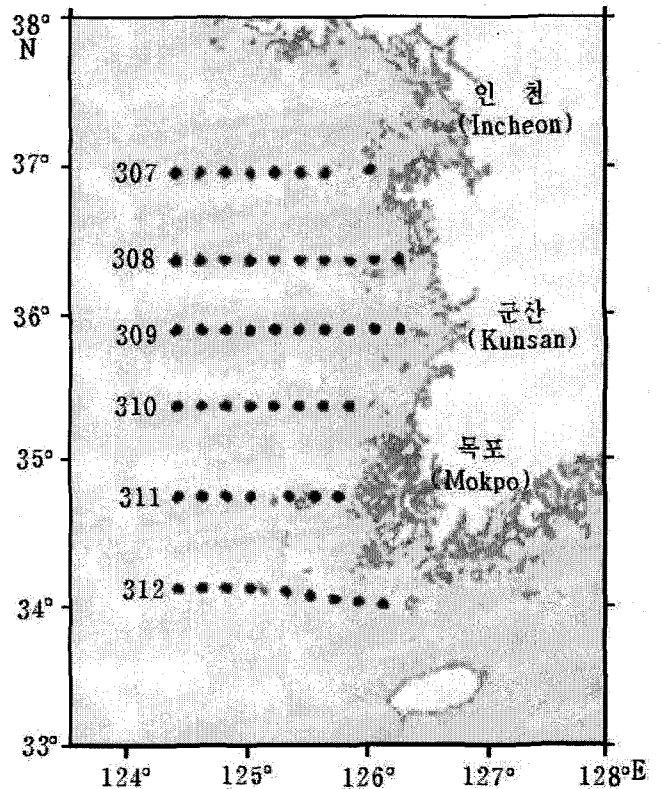


Fig. 2. Location of the serial oceanographic observation stations.

엽록소-a, 동물플랑크톤, 식물플랑크톤 및 해양기상 자료 등이 있다. 이 자료들은 매년 해양조사연보로 발행되어 해양학 연구에 기본 자료로 활용되고 있고, 1961년 이후의 해양관측자료는 인터넷 서비스를 실시하여 산·학·연 및 이용자들의 편의를 도모하고 있다.

본 자료는 중요 어족의 어장형성 해역에 대한 기초자료를 제공하여 연근해 어업생산성을 제고하고, 기후변동에 따른 향후 수산자원 변동 예측을 위한 기초자료로 활용되며, 한반도 주변 해역의 체계적인 해양과학자료를 제공하여 수산업, 해양환경보전, 해양레저 등 한반도 주변해역의 부가가치 창출에 기여하고 있다.

2.3 서해어장환경모니터링 연구

서해수산연구소는 2009년부터 충청남도(가로림만, 천수만)에 위치한 어류 양식어장과 전라북도(곰소만)에 위치한 살포식 패류양식어장에 대한 조사 및 인천과 부안 사이의 연안역에 위치한 적조조사 정점에서 적조모니터링을 실시하고 있다. (Table 1, Fig. 3, Fig. 4).

서해어장환경모니터링 연구는 우리나라 주요 양식어장 집단 지역의 환경 상태를 정기적으로 조사하여 어장환경 상태를 종합적으로 파악, 이상해양현상(적조, 빈산소, 저염수 등)에 따른 수산피해 최소화 및 연안어장의 지속적 생산을 유지하기 위한 어장환경 관리 및 보전정책 수립을 위한 국가 기본 자료로 활용하기 위함이다.

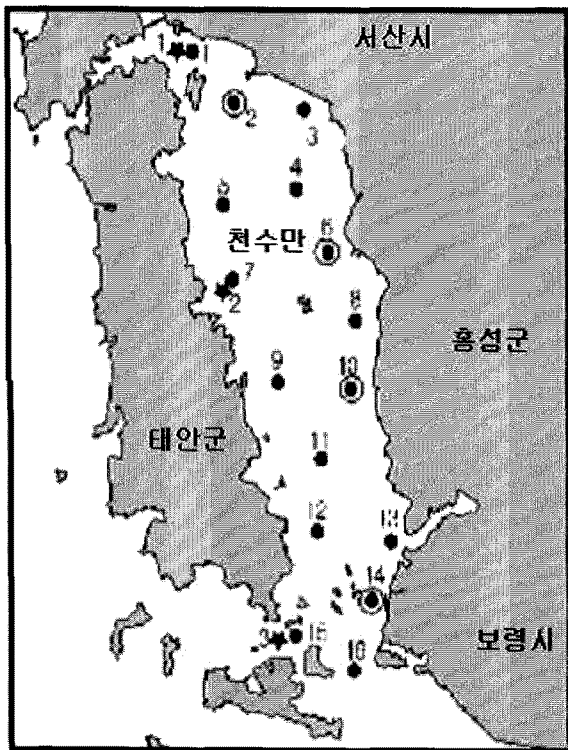
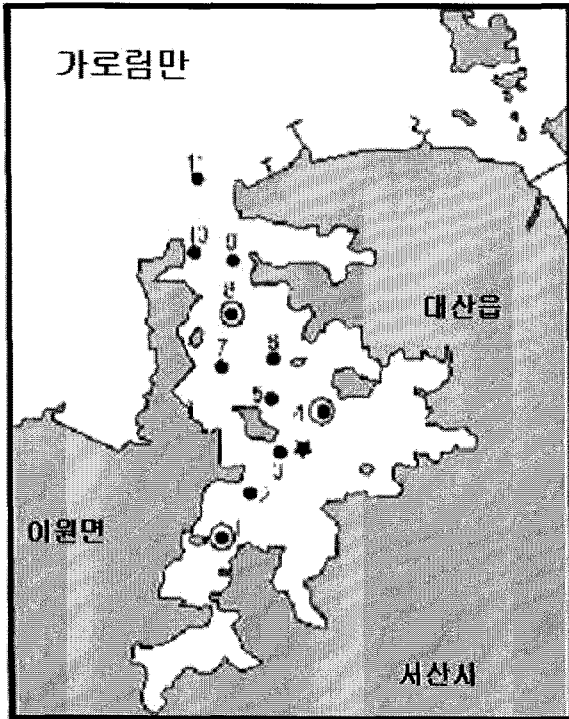


Fig. 3. Location of the fishing ground monitoring stations.
(Upper : Garolim Man, Lower : Cheonsoo Man)

Table 1. The research parameters and months according to each fishing ground monitoring

Monitoring	Classification	Parameters	Months
Protected area of the fishery resources	Sea water	Water temp., salinity, pH, DO, NO ₂ -N, NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, SiO ₂ -Si, transparency, Chl.a	Bi-monthly (from Feb. to Dec.)
	Sediment	Sediment size analysis, COD, AVS, IL, Al, Fe, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As, PCBs, TBT, PAHs, Dioxin, Furan and Agricultural chemicals	Feb. & Aug.
	Organism of fish farming	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As, PCBs, TBT, PAHs, Dioxin, Furan, Agricultural chemicals	One time per year
	Phytopl.	Species	Bi-monthly (from Feb. to Dec.)
Harmful algal blooms	Sea water	Water temp., salinity, pH, DO, NO ₂ -N, NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, SiO ₂ -Si, transparency, Chl.a	Monthly
	Phytopl.	Species	Monthly
Real time	Physical	Water temp., salinity	Minutely

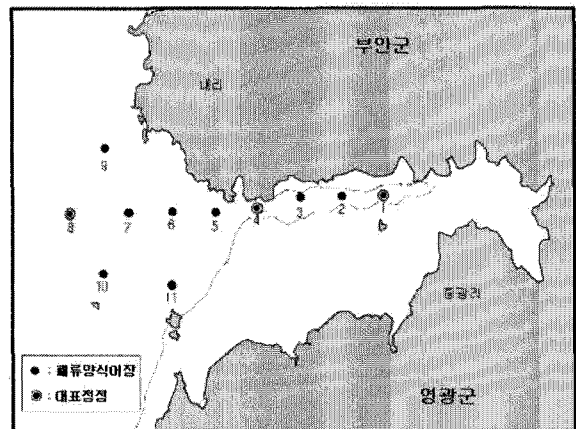


Fig. 4. Location of the fishing ground monitoring stations(Gomso Bay).

2.4 국가해양환경측정망

국토해양부는 1997년부터 환경부에서 이관된 해양오염측정망과 수산청에서 실시해오던 어장환경오염조사를 통합하여 새

로운 해양환경측정망을 구성하여 운영하고 있으며, 국립수산 과학원과 동해 · 서해 · 남해 · 제주 수산연구소에서 분기별로 정해진 정점에서 조사하고 있다(Fig. 5).

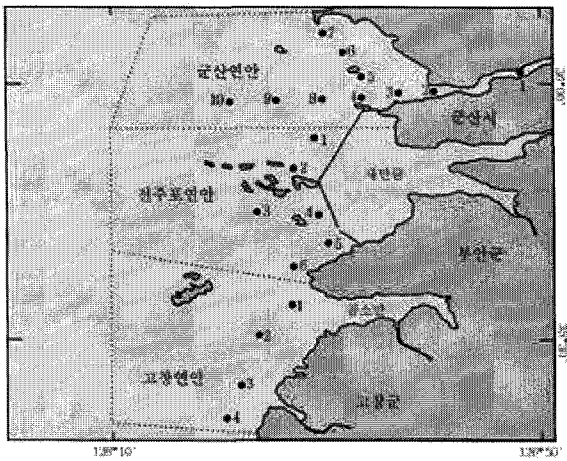
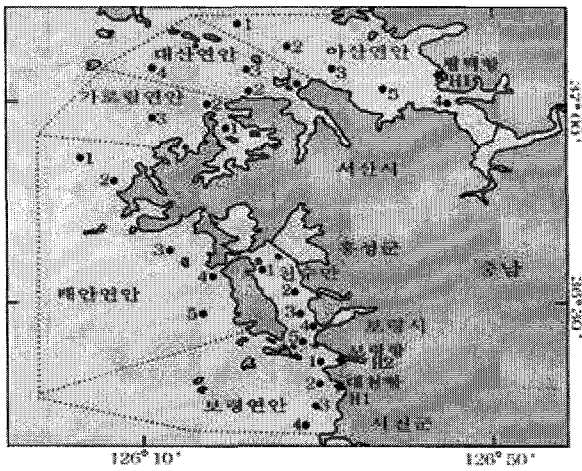


Fig. 5. Location of the national marine environmental monitoring system.

2009년 4차 개정시 환경보전해역 관리강화 차원에서 조사지점을 확대하여 총 108개 해역의 369개 정점으로 확대하였다. 서해

의 항만 환경측정망은 4개 항만 5개 정점, 연 · 근해 환경측정망은 13개 연안 57개 정점 및 2개 근해 18개 정점, 환경관리해역 환경측정망은 3개 해역 25개 정점이며, 미량금속원소와 유분 및 총 대장균군 조사는 22개 정점에서 각각 실시하고 있다(Table 2).

조사항목으로는 해수에서 수은 외 10개 항목, 퇴적물에서는 입도 외 18개 항목, 양식생물에서는 남 외 12개 항목을 조사하고 있다.

Table 2. The research parameters of the national marine environmental monitoring

Classification	Research parameters	Mmonth	Sts.
Sea water	General parameter Water temp., salinity, pH, DO, COD, TN, DIN (NO ₂ -N, NH ₄ -N, NO ₃ -N), TP, DIP (PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, oil & grease, SPM, transparency	Feb., May, Aug., Nov.	241
	Heavy metal Cu, Pb, Zn, Cd, Cr ⁶⁺ , Hg, As, CN	Feb., Aug.,	53
Organism	General parameter Chlorophyll-a, E-Coli	Feb., May, Aug., Nov.	241
	Heavy metal Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As	Feb. ~May	16
Sediment	General parameter Sediment size analysis, SPM, AVS, COD	Feb.	53
	Heavy metal Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As	Feb.	53

2.5 서해 유해적조 모니터링

1997년부터 서해에서 발생하는 유해 적조를 모니터링하기 위해 3월부터 11월까지 매월 1회씩 총 9회에 걸쳐 충남 및 전북 연안 32개 정점에서 적조생물 동정과 밀도를 측정하고 있다(Fig. 6).

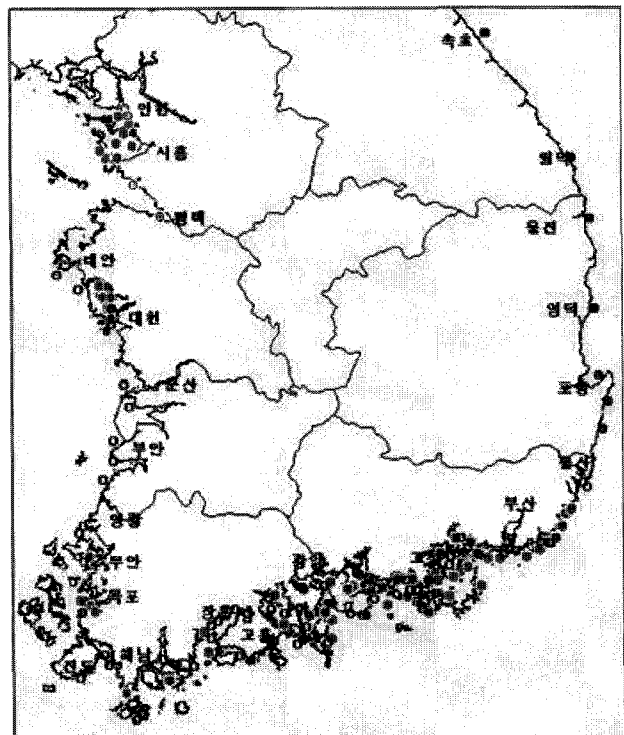


Fig. 6. The station map of the harmful algal bloom monitoring.

이외에도 수질환경을 파악하기 위해, 수온, 염분, pH, DO, COD, SS, NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, PO₄³⁻-P, 클로로필 a 등을 조사하고 있다. 하계 매일 적조 속보를 발간하고 적조 발생시 적조정보를 발령하고 있다. 국내의 대표 적조생물은 *Cochlodinium* sp.이나 서해에서는 발생빈도가 낮고 적조에 의한 피해가 거의 없다.

2.6 한중황해환경모니터링 조사

1993년 체결된 한·중환경협력협정에 의거하여 1997년부터 한국과 중국 과학자들이 황해에서 년 1회 공동조사를 수행하고 있다(허 등, 2009). 본 연구는 황해의 오염현상에 대해 양국 공동연구를 통한 해양환경의 한·중간 협력기반을 구축하고, 황해 환경오염에 대한 과학적이며 체계적인 자료의 축적 및 황해환경 보전을 위한 한·중 황해 공동관리시스템 기반을 조성하고자 한다.

1997년부터 2008년까지 12차에 걸쳐 조사가 수행되었으며, 제 12차 조사는 2008년 9월 19일부터 10월 3일까지 중국 근안 해양환경관측센터 조사선 "절해함합호"를 이용하여 황해의 5개 정선 40 정점에서의 해수 및 퇴적물에 대한 수온, 염분, 화학적산소요구량(COD)등 총 43개 항목에 대한 해양환경조사를 수행하였다(Fig. 7).

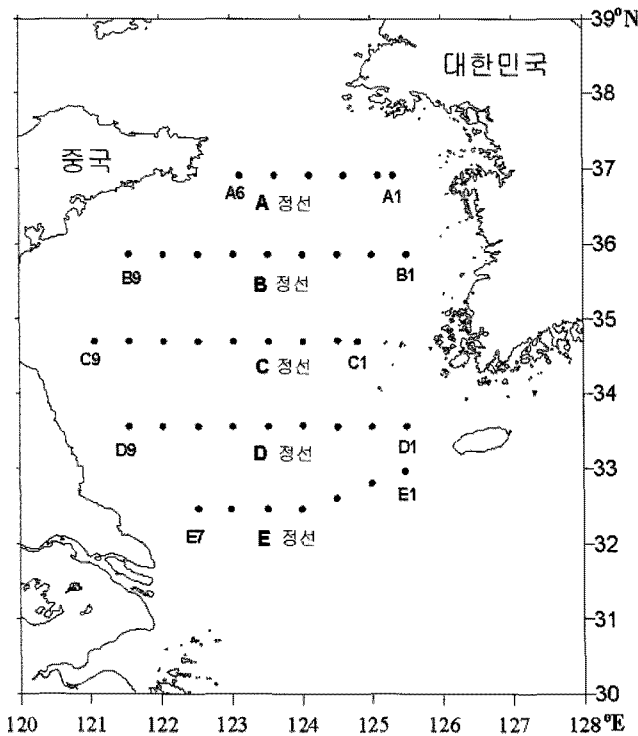


Fig. 7. The station map of the environmental cooperative research between Korea and China in the Yellow Sea.

1997년부터 2007년까지 각 항목별 조사결과 연도별로 뚜렷한 증감의 경향은 없었으며, 전반적으로 수질은 양호한 상태였다. 본 연구의 2000년부터 2006년까지 7년간의 화학적산소

요구량(COD) 평균값은 중국과 한국 근해에서 0.60mg/L와 0.71mg/L로 해역별로 큰 차이 없이 생활환경기준 I등급 수준의 값을 보였다. 그러나 매년 COD 값이 점차 증가하는 경향을 보이고 있으며, 최근 양국 연안지역에서의 인구밀집과 산업화로 인하여 해양환경오염이 가중되고 있는 실정으로 오염부하량이 지속적으로 증가할 것으로 예상된다(Korea-China Joint Research Group, 1998~2006).

2.7 해파리모니터링 네트워크

국립수산과학원에서는 2004년부터 해파리 출현 및 이동경로를 파악하기 위하여 해파리정보센터를 설립하고 국민과 정부기관이 협력하는 모니터링 체계를 구축하고, 정보를 연계·공유하는 종합적인 대응체계를 운영하고 있다(Fig. 8). 해파리 모니터링 네트워크는 전국 연근해 조업어민 271명, 11개 지자체 및 관련 공무원 86명, 국립수산과학원 소속 동·서·남해·제주수산연구소 및 본원의 연구원 20명 등 총 387명으로 구성된다. 이들이 수집한 자료 및 정보는 국립수산과학원 해파리정보센터에서 취합·분석하여 매주 과학원 홈페이지, 전화 및 팩스 등으로 일반시민에게 제공되며, 해파리 이동예측모델 구축과 독성해파리 경보발령, 조업지역 선정 등에 활용된다.

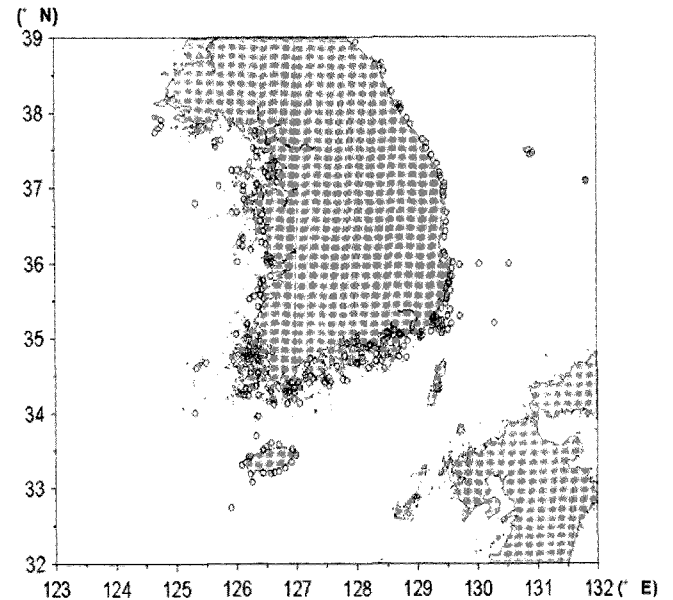


Fig. 8. The stations of the jellyfish monitoring network.

2.8 위성해양정보시스템을 통한 실시간 및 준실시간 표층

NOAA, SeaWiFs 및 GMS-5 위성을 통해 표층수온 및 해수색 등 해양위성자료를 통한 효율적인 어장탐색으로 어가소득증대 및 위성어업시대를 구현하고, 국가적으로 높은 활용 및 보존가치를 가지는 해양위성관측 자료의 영구보존과 공동활용 체계를 구축하여 어장탐색, 연안적조, 냉수대, 저염분 발생 초기 예보 시스템 구축 및 기후변화 대응 등 각종 해양수산 관련 연구의 기초 자료로서 활용하고 있다(Fig. 9).

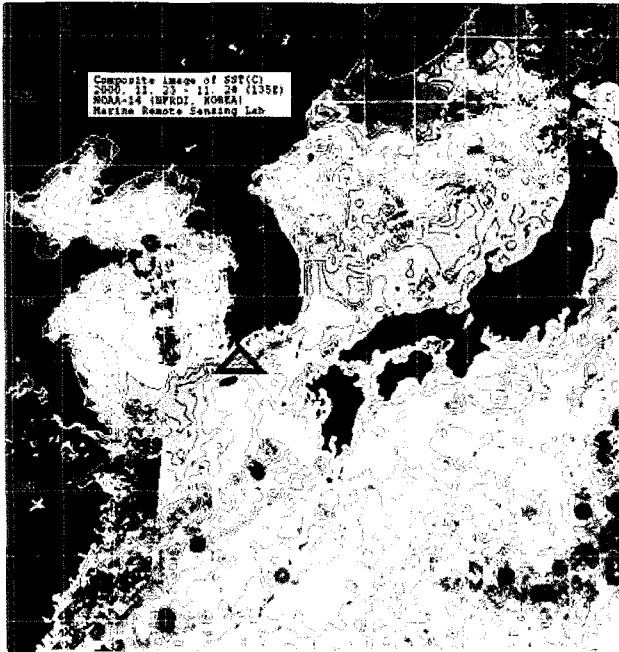


Fig. 9. The search for the fishing ground using SST(red circle area:squid, red triangle area:mackerel).

2.9 시화호 환경보존 조사

시화호는 당초 담수호로 계획하여 1994년 1월 12.7km의 시화방조제의 물막이 공사가 완료되어 해수교환이 중단되자 시화호 수질은 급격하게 악화되기 시작했다.

서해수산연구소의 경우 시화호 환경보전을 위해서 시화호 내의 3개 정점에서 2004년부터 “해양환경측정망 운영” 사업을 매년 수행하고 있으며, 2005년부터 현재까지 시화호 주변해역 “중금속 모니터링 연구”를 수행 중에 있다.

또한 국토해양부는 시화호 환경개선을 위해 관계부처 합동으로 2001년 8월 종합관리대책을 수립하고, 소관업무 추진을 위해 2003년 5월부터 연구 사업에 착수하였다. 이와 관련하여 시행중인 시화호 해양환경개선사업은 2010년부터 2016년까지 1단계 사업을 끝내고, 현재 2007년부터 2011년까지 2단계 사업을 한국해양연구원과 서해수산연구소등 7개 기관이 공동으로 수행 중에 있다.

이러한 시화호 지역의 통합 환경 모니터링 체계 구축을 통해 얻어진 결과들은, 시화호 및 시화호 지역의 환경복원 및 지속가능한 발전을 위한 과학적·효율적 정책방향을 제시하는데 활용하고 있다

감사의 글

본 논문은 국립수산과학원의 “어장환경 통합 모니터링” 연구와 국토해양부의 “서해 해양환경 측정망 운영” 연구 용역에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 김복기(2007), 한국근해 해양조사의 역사, 국립수산과학원, p. 108.
- [2] 박승윤, 박경수, 김형철, 김평중, 김전풍, 박중현, 김숙양 (2006), 천수만의 수질환경특성과 장기변동, 한국환경과학회지, 제15권, 제5호, pp. 447-459.
- [3] 허승, 안경호, 박승윤, 박종수, 강영실, 손재경, 김평중, 김형철, 황운기, 이승민, 황학진, 최용석, 고병설, 방현우 (2009), 황해 공동 관리시스템 기반 조성을 위한 한·중 황해환경공동조사, 해양환경안전학회지, 제15권, 제3호, pp. 263-268.
- [4] Korea-China Joint Research Group(1998-2006), Report on the Cooperative Environmental Research in the Yellow Sea between Korea and China, No. 1-13, p. 197.

원고접수일 : 2010년 08월 07일

원고수정일 : 2010년 09월 13일

게재확정일 : 2010년 09월 24일