

통합연안관측 시스템의 개발과 적용

Development and Application of the Integrated Coastal Observing System

박종화* · 이순혁(충북대)

Park, Jong Hwa · Lee Soon Hyuk

Abstract

The paper presents the results of a study on the desired observing system which setting the high-level objectives for an integrated, sustained, national coastal observing system.

Knowledge of the coastal zone is demanded by many constituencies, including fishermen, fisheries managers and climatologists, harbor pilots, coastal zone managers, environmental protection professionals etc. Many of these needs are being partially met by coastal zone observing system elements, both satellite and in situ. Nevertheless, these have not enough developed in an integrated manner and have been funded and operated to meet their own purposes. Thus, this study presents the development and application method for a national coastal zone observing system, which is integration of disparate observational systems and data sets to maximize their utility for many users and purposes.

I. 서론

최근 들어 우리나라를 통과하는 태풍과 이상기후에 의한 홍수가 많아져 전국적으로 많은 인명과 재산피해를 입고 있다. 특히, 수확기를 앞두고 있는 농작물의 경우 농경지의 침수와 도복 및 낙과 등으로 인한 물적 피해, 하천 및 교량 등 공공시설을 비롯하여 주택과 비닐하우스 등의 파손 또는 침수로 인한 많은 물적 피해는 매년 반복되고 있어 이에 대한 대비책이 요구되고 있다.

연안역에서는 상류에서 흘러드는 다량의 탁수와 이물질의 유입으로 인한 침수피해와 함께 연안어업에 많은 타격을 입고 있다. 또한, 태풍으로 인한 해안 구조물의 파손, 염해 등 많은 재해를 겪어야만 한다. 이러한 피해를 최소화하기 위해서는 이에 대한 예방과 대책시스템을 필요로 한다. 한편, 연안역은 심미적, 정서적 기능으로서의 가치가 높게 평가되면서 다양한 방면에서의 이용요구와 함께 이용이 확대되고 고도화되어 가고 있다. 이와 함께 생태계면에서는 환경용량의 감소가 두드러져 자원의 효율적인 관리를 위한 대책이 요구되고 있다.

한편 연안과 해양관측에는 지금까지 직접조사와 아날로그식 장비를 많이 이용 계측하여 왔으나 센서기술과 컴퓨터산업 및 IT산업의 발달로 계측장비를 위성에 장착하여 사용하거나 광통신을 이용한 원격제어기술을 활용하여 자원을 관리하는 방법이 널리 보급 확산되고 있다.

이와 같이 여러 요소가 관계하여 영향을 미치고 있는 연안과 해양환경 문제를 해결하고 재해의 영향을 최소화하기 위해서는 연안과 해양의 기능을 최대한 파악할 수 있고 활용할 수 있는 통합연안관측시스템의 개발과 적용을 필요로 한다.

따라서, 본 연구는 통합연안관측시스템구축을 위한 기초연구로 통합연안관측시스템의 필요성과 개발을 통하여 어떻게 운용해 나가야될 것인지에 대한 방향을 제시하는데 목적을 두었다.

II. 통합연안관측시스템의 필요성

1. 한국 연안환경의 현상

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 반도국가로, 크고 작은 섬 3,200개가 있으며, 해안선의 총 길이는 11,542km로 육지부가 6,228km(그 중 1,632km가 인공으로 형성)로 되어 있다. 77개로 구성된 연안 시·군·구의 면적은 32,000km²(전 국토의 32%)이고, 약 1,530만명(전 인구의 33%)이 거주하고 있다. 또한, 생산성이 높은 20m이내의 낮은 바다의 연안해역은 국토 면적의 21%인 21,000km²이고, 연근해 수역의 면적은 국토면적의 3.5배에 이른다. 연안육역은 지형고도가 100m이하, 10° 이하의 완경사지로 되어 있다.

우리 나라의 해안은 크게 동해안·남해안·서해안으로 나누어지며, 해안별로 각기 다른 지형적 특성을 지니고 있다. 동해안은 해안선이 단조롭고 평균 수심이 1,530m로 매우 깊은 암반인 반면, 서해안·남해안은 수심이 낮은 리아스식해안을 이루고 있다. 특히 서해안은 리아스식의 침수해안으로 황해전체가 하나의 만이기 때문에 조수간만의 차가 매우 커 갯벌이 잘 발달되어 지금까지 간척 및 매립지로 이용되어 왔다.

여기서, 간척사업은 우리나라 연안에서 간척이 가능한 면적을 약 4,000km²로 보고 농업기반공사에서 실시하고 있다. 이 중 620km²(약 15%)가 1994년까지 매립이 완료되었고 760km²(20%)는 1996년 현재 간척공사가 진행 중에 있다(한국의 간척, 1996). 나머지는 앞으로 간척할 계획에 있다. 그러나 현 단계에서 새만금 간척사업 등이 연안환경문제에 봉착하여 결론을 내지 못하고 있어 향후의 방향설정에 어려움이 있다. 또한, 간척후의 환경변화에 대한 모니터링자료가 없어 간척전후의 환경상태와 변화에 대한 조사자료가 빈약하여 이에 대한 대책이 요구되고 있다.

한편, 우리나라의 수산업은 60~70년대의 어업기술의 개발과 개척기를 거쳐 80년대의 양식산업의 발전과 함께 급속히 발전하여 1997년에는 총 324만톤을 생산함으로써 세계 10위권까지 고도성장을 계속하여 왔다. 그러나 U.N 해양법협약 발효이후 배타적 경제수역의 설정과 자원자국화 정책에 따라 주요연안국들은 수산자원의 관할권을 확대하고, 공해어업의 규제를 강화함으로써 이용 가능한 해외어장이 점차 상실되어 원양어업이 위축되고 연근해어장에 관심을 갖게 되었다. 그러나, 주변국인 중국과 일본이 200해리 EEZ선포와 새로운 어업협정 체결에 따라 연근해 어장 및 관련어업의 구조조정이 요구되고 있다. 또한 일부 어업에서는 어획체장이나 어기를 제한하였던 과거의 간접자원관리방식에서 총허용어획량제도(TAC) 등 직접자원관리방식으로 전환됨으로써 어민활동범위의 제약 등 많은 변화가 불가피한 실정에 있다. 우리나라 연근해 어업은 대상어종이 2백여종으로 다양하고, 어업종류도 80여종으로 대부분 여러 어종을 어획 대상으로 하는 복잡한 어업구조를 가지고 있다. 그러나 현재 우리나라 연근해 어업생산은 이미 그 한계에 달해 있고, 대부분의 주요 어종들은 남획상태에 있다.

따라서 연근해 자원을 미래자원으로 안정적으로 개발 이용하기 위해서는 현재 우리나라 연

근해 해역에서 감소 혹은 고갈상태에 있는 자원을 관리할 수 있는 기술개발이 필요하며, 이를 바탕으로 하는 자원관측과 관리 모니터링시스템개발이 필요하다. 이를 위해서는 먼저 연안에 관한 정보가 통합 운용될 수 있는 관측시스템의 개발이 필요하다. 이는 상류 육지에서의 수자원의 변동추이, 자원의 연계성, 어업자원관리에 필수적인 어장의 조건과 여건, 어획위치, 어획량 등에 대한 어획정보와 조업시의 해황 및 기상에 관한 기상정보, 어획물의 종류와 체장 등 생물학적 자료를 확보할 수 있는 정보수집체계의 수립 등에 중대한 기여를 할 수 있을 것이다.

2. 통합연안관측시스템의 필요성

우리나라의 연안역은 전 인구 33%의 생활기반이며 여기에서 생산되는 자원은 전 국민이 이용하고 있다. 여기에 관련되는 분야는 농공, 해양, 항만, 수산, 기상, 관광, 어민, 연안관리 등 매우 다양하다. 이 곳에 생활기반을 둔 사람들은 육지와 연안에 대한 수자원의 변동추이를 주시하며 관련관측자료를 필요로 하고 있다. 그러나, 관측시스템은 지금까지 행정관할부서가 달라 모두 개별적으로 설치하여 관리·유지되고 있다.

지금까지 서남해안을 중심으로 활발하게 진행되었던 간척사업이 최근 들어 환경문제와 관련되어 문제화되고 있다. 이는 지금까지 개발에 중점을 두다보니 보존 또는 Mitigation에 관한 개념이 들어 있지 않아 발생하는 것으로 지속 가능한 개발을 위해서는 체계적인 데이터 수집과 축적을 통하여 자료에 기초한 종합적인 분석과 대처방안이 요구된다. 이를 위해서는 개발지역에 대한 관측시스템의 설치가 필요하나 우리의 경우 전무한 실정에 있다. 따라서, 앞으로 천연자원의 효율적인 관리와 개발을 위한 방법의 하나로 연안관측시스템을 효율적으로 개발하고 설치하여 연안환경을 최대한 살리고 활용하는 방안을 모색할 필요성이 있다.

한편, 정보통신분야의 급속한 발전으로 자료의 수집과 집적 및 전송기술이 발달하여 자료를 종합적으로 수집하여 분석하고 제공할 수 있는 기술수준에까지 와 있어 이러한 기술의 활용과 적용이 연안역에서도 요구되고 있다.

또한, 선진 각국들이 자국의 지속적인 자원의 효율적 활용을 위하여 기존의 관측시스템을 체계화하고 정비하여 인공위성 등을 이용하는 해상관측자료의 공유화를 추진하고 있다.

이와 때를 같이하여 우리에게도 통합연안관측시스템을 필요로 하는 요구가 있어 정리해보면 다음과 같다.

1. 기존 또는 신설하려는 관측시스템과 자원의 지속적이고 효율적인 활용과 관리의 필요성
2. 분산되어 있는 자원관리시스템의 체계화로 통합정보 제공 - 이용 극대화
3. 보다 편리하게 이용 가능하고 효율적이며 적용 가능한 기술을 이용한 관측시스템 개발로 지속 가능한 자원의 관리와 관련수요에 필요한 시스템과 자료제공의 필요성
4. 정보통신기술과 IT산업을 이용한 자원관리시스템의 세계화 추세
5. 우리의 건강보호, 생활환경의 보전 및 자연환경의 적절한 보전
6. 생태계의 다양성 확보
7. 사람과 자연이 같이하는 공간확보

그러나 이러한 필요성에도 불구하고 이에 대한 장애요인도 있다.

1. 기존 및 신설 연안관측시스템 구축에 필요한 자금문제 - 선진국에 비하여 관측시스템 설치가 미비하여 새로 계획중인 관측시스템의 체계적인 방법수립과 정비가 요구되고 있음.

2. 통합연안관측시스템의 운용 및 활동조직과 관리체계의 일원화문제
3. 통합적 자료관리문제 - 정확한 수요와 필요에 대한 요구가 파악되어 있지 않음
4. 정부, 산학연의 체계적인 연계가 미약하여 상호보완적인 작용의 가능여부
5. 지금까지 연안관리 시스템운영 경험이 적어 기술의존도와 운영체계의 효율적 관리 저하

이와 같은 관측시스템이 지향해야될 목표는 다음과 같다.

1. 기후변화에 대한 육역과 해안요소에 대한 예보와 대비방법 제공
2. 연안과 해안시설물의 보호와 효율화 -재해예방기능
3. 연안자원의 지속 가능한 관리
4. 해양생태계의 건전한 보전과 생태계의 활성화
5. 자연재해와 파손에 대한 Mitigation
6. 공중건강을 위한 연안환경조성
7. 육지부로부터의 부하유입에 대한 적절한 조치의 추진
8. 해양오염의 방지, 삭감, 억제

이를 위해서는 연안환경에 밀접한 관계를 가지고 있는 요소간의 관계를 유지, 증진시킬 수 있는 통합연안관리방법이 정비될 필요가 있으며, 이를 중심으로 관련 환경기반을 건전하고 안정적으로 유지하여 연안의 물질순환을 원활하게 해 나갈 필요가 있다.

III. 통합연안관측시스템의 개발과 적용

1. 통합연안관측시스템개발의 필요성

통합연안관측시스템의 개발을 위해서는 세계적인 연안관리체제와 우리나라의 연안관리체제를 정확히 파악하여 개발목표를 설정할 필요가 있다. 먼저, 우리나라의 경우 연안관리에 관한 정확한 목표설정과 종합적인 연안관리측면에서 아직 구체화되어 있지 않다. 따라서, 앞으로 연안역의 종합적인 이용계획의 책정과 국제사회의 통합해양관측시스템과의 연계를 통하여 보다 효율적인 자원관리와 자료관리방법을 모색하는 노력이 필요할 것이다. 또한, 연안역을 상류의 육지부 환경과 연계하여 생각하는 물질이동의 일체성과 광역성에 관한 검토가 필요하다. 이를 바탕으로 학연산 및 지역주민 행정간의 다양한 요청간의 합의를 형성하고 연안역의 종합적인 이용계획을 책정하여 적합한 통합연안관측시스템을 개발할 필요가 있다.

2. 통합연안관측시스템의 구성요소

통합연안관측시스템의 구성은 공급자와 사용자 모두가 친근감을 가질 수 있는 형태로 최근의 정보통신기술과 IT산업의 기술을 도입하여, 보다 빠르고 접근이 용이하도록 유연성을 갖는 시스템으로 구성하여, 국제공업표준화규격을 만족시키는 자유도가 높은 개방형 구성인 웹기반을 활용할 수 있도록 한다. 이 구성을 위해 필요하고 요구되는 사항들은 다음과 같다.

1. 공급자와 사용자 모두가 쉽게 이용할 수 있는 관측과 해석기술의 개발이 필요.
2. 인공위성 등을 이용 관측탑의 데이터를 취득하고 조절 가능한 통신방법의 채용 및 저장 방법 선택에 대한 개발이 필요- 현장데이터와 인공위성 등을 이용한 데이터간의 연계성.

3. 공급자와 사용자, 운영체제간에 관계되는 요소, 취득 가능한 데이터파악 및 작동방법의 합일점유도.
4. 사회의 공익목적과 일치하는 통합적이고 지속 가능한 형태의 방법과 데이터제공 형식을 개발하여 공유할 수 있는 체계마련.
5. 공급자료의 질적 보장.
6. 사용자 정의 검색기능.
7. 축적자료와 배분자료에 대한 접근성.
8. 개인 사용자의 application에 연결할 수 있는 연결짓기 제공.
9. 자료의 해석과 가공이 용이한 형태로의 자료제공.
10. 국제 해양관측시스템과의 연계 용이성.

3. 통합연안관측시스템의 구성

이상의 요구에 맞추어 필요한 시스템의 구성은 다음과 같이 할 수 있을 것이다.

1. 사람의 건강보호 및 생활환경보전의 관점에서의 수질감시뿐만 아니라 연안생태계의 건전성 및 다양성의 감시가 필요한 시스템
2. 환경보전목표의 달성상황을 평가하기 위해 필요한 연안환경 모니터링 해역, 매체, 항목 등을 적절히 선정
3. 관측시스템의 일원화로 중복을 피하고 비용을 감소할 수 있으며 데이터 활용을 최대화하기 위한 데이터 수집방향설정
4. 원격자료수집 방법과 현장자료수집 방법의 균형을 통하여 자료의 효율적인 이용과 비용경감효과 방안모색
5. 데이터의 연속성과 가공성 및 적절한 질적 조절이 가능한 데이터 취득방법 개발
6. 서로 다른 목적으로 수집된 자료를 통합하여 다양한 사용자에게 유용하게 제공해줄 수 있는 능력
7. 연안이용을 위한 다양한 사용자에게 접근이 용이하고 적용성이 높을 것.
8. 자료의 일관성을 위하여 장기간 이용 가능한 관측시스템 필요
9. 유용한 자료제공 시스템의 우열에 대한 기준마련

4. 통합연안관측시스템의 공간적 스케일 및 시간적 스케일

통합연안관측시스템구축대상 수역 선정에 있어서 대상으로 하는 과제를 염두에 두고 공간적인 스케일과 시간적인 스케일을 결정할 필요가 있다. 먼저, 공간적 스케일의 결정은 연안여과인접한 연안역과 한국의 배타적 경제수역, 영해를 대상으로 전반적인 해양환경 상황파악이 가능하도록 한다. 시간적 스케일은 해양과 연안의 환경변동파악이 가능하도록 적어도 수십년간 조사가 가능하도록 한다.

5. 통합연안관측시스템이 대상으로 하는 측정항목

이상과 같은 기본구상을 바탕으로 앞으로 통합연안관측시스템을 구축하여 실시하는데 있어서는 생태계와 자원의 보전, 개발에 따른 환경변화와 연안오염의 최소화, 연안환경보전에 중요한 장의 보전과 창출을 목적으로 하여 이 목적을 평가하기 위해 필요한 측정항목을 설정한다.

Table 1. Key properties and processes. (Ex. U.S.A. Etc.)

Property or Process	Time Scale	Platform
air: winds, pressure, temp 1 surface waves	hourly	moored systems 2
freshwater inputs	continuous	fixed platforms
sea ice/icebergs	continuous	ships, remote
ambient noise	continuous	moored systems
atmospheric deposition 3	daily - weekly	moored systems
water level 4	continuous	fixed platforms, remote
bathymetry	decadal	ships
currents	continuous	moored systems, remote
temp & salinity	continuous	moored systems, AUVs, remote
color (phytoplankton biomass)	continuous - daily - monthly	moored systems, AUVs, remote, ships
nutrients 5	hourly - weekly - monthly	moored systems, ships
suspended solids, turbidity	continuous - daily - monthly	moored systems, remote, ships
pCO ₂ , O ₂	continuous - monthly	moored systems, ships
plankton species	weekly - monthly	ships
zooplankton biomass	continuous - monthly	moored systems, ships
benthic species, biomass	yearly	ships, AUVs
recruitment indices	seasonally	ships
stock assessment	seasonally	ships
chemical contaminants	annually	ships, mussel watch

1 Measurements over water;

2 Includes surface (buoys) and bottom mounted instrumentation;

3 Wet and dry deposition of nitrate, nitrite, ammonium;

4 Currently measured by NOS and USGS;

5 Dissolved inorganic nitrate, ammonium, phosphate and silicate.

IV. 앞으로의 과제 (결론)

먼저, 통합연안관리시스템 구축은 연안과 해양환경의 모니터링을 효과적이고 효율적으로 실시하기 위해 필요하며, 연안관리시스템이 구축되면 연안과 해양관측에 필요한 모니터링시스템을 구축할 필요가 있다. 시스템에는 기존에 운영되고 있는 모니터링방법과 새로운 방법이 통합적으로 운영될 수 있는 방향으로의 통합적 관측시스템구축이 요구된다. 모니터링방법에 있어서도 기존에 실시되어오고 있는 방법에 더하여 과학기술발전에 따른 새로운 정보통신분야기술과 IT산업기술을 효율적으로 접목시켜 보다 정확하고 자료해석이 용이한 형태로의 기술개발이 요구된다. 또한, IOC 등의 국제기구에서 실시되고 있는 연안과 해안관측사항과 연계하여 네트워크 할 수 있는 방향으로의 검토가 필요할 것이다.

또한, 관측 조사된 자료를 신속하게 해석가능하고 그 현상이 환경에 미치는 영향이 어떤 것인지에 대해 예측하고 평가 가능한 시뮬레이션 기술개발도 함께 병행해 나가야 될 것이다.

더하여 기상의 변화와 조류의 흐름 등은 지구규모로 영향을 미치고 있다. 따라서 연안 및 해안관측시스템에는 지구온난화, 오존층 파괴 등으로 인해 연안과 해양생태계에 미치는 영향 등 지구규모의 환경문제를 포함하는 형태의 시스템 개발과 적용을 염두에 두어야 될 것이다.

참 고 문 헌

1. 농업진흥공사, 1996. 한국의 간척.
2. IOC. 1998a. The GOOS 1998. IOC, Paris, P.168.