

GIS기반의 적조정보시스템 개발

정종철*

* 남서울대학교 지리정보시스템공학과(jcjeong@nsu.ac.kr)

요 지

본 연구의 목적은 GIS 분석기법에 의해 적조의 발생시기와 생물학적, 해양학적인 인자를 통해 적조의 발생 가능한 시-공간적인 분포를 분석하는 적조정보시스템의 개발이다. 적조의 발생은 1994년까지 남해안에서 산발적으로 일어났다. 그러나 1995년 이후로 남해안과 동해안 전 해역에 걸쳐서 빈번히 광역적인 범위로 적조가 발생하고 있다. 따라서 적조 연구 분야도 최근 중요한 변화가 이루어졌다. 적조 모니터링을 위한 원격탐사, GIS, 퍼지 모델 시스템 등과 같은 다양한 기술 분야가 수행 되었다.

본 연구에서는 국내 연안에서 발생한 적조의 발생 범위와 적조 생물, 그리고 해양환경 요소 등을 하나의 지리정보시스템 기반에 의한 적조정보시스템으로 구축하기 위해 각각의 자료를 데이터베이스화하고 적조발생의 공간적 분포를 분석하는데 필요한 자료의 구축 방안을 제시하였다.

주요어 : 적조, 적조지리정보시스템, 데이터베이스

1. 서론

1990년부터 거의 매년 우리나라 연안에는 유해성 적조의 발생으로 양식어장 피해가 빈번히 발생하고 있다. 이러한 유해성 적조 생물은 기온, 수온, 염분, 일사량, 일조시수, 영양염류, 강수량, 바람, 조류 등의 주요한 해양환경인자에 의해 그 발생과 소멸이 영향을 받게 된다.

특히, 기온, 강수량, 일조시수, 일사량, 바람 등의 기상인자는 적조가 발생 가능한 조건을 형성하는데 매우 중요한 인자로 작용한다(윤홍주 외, 2004).

따라서, 적조의 발생과 진행을 연구하는 해양학자는 이러한 적조 발생에 관한 다양한 환경인자를 조사하고 이들 자료에 의해 적조의 생물학적 활동을 분석하였다. 적조 연구는 적조 생물의 종을 분류하고 이들의 생활사를 분석하는 연구에서부터 적조의 번성과 이동을 예측하는

모델, 적조를 긴급히 방제하는데 효과적인 방안의 연구 등 다양한 연구가 추진되어 왔다.

Tassan(1993), 유신재(1999)등은 탁한 해역에서 원격탐사기술에 의해 적조의 공간분포를 파악하고자 하였고, 정종철(2001)은 다양한 센서에 의한 적조관측기법을 제시하였다. 그러나, GIS기술에 의한 적조의 공간분석이나 적조 발생 범위의 다양한 시-공간적 환경인자를 데이터베이스로 구축하고 이를 통해 적조의 정보를 관리하는 체계는 제시되지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 매년 발생하는 적조생물에 관한 속성 데이터베이스(DB)를 가지고, 적조발생 지역에 대한 적조발생생물 분석 및 국내 연안에서 발생한 적조의 발생 범위와 적조 생물, 그리고 해양환경 요소 등을 하나의 지리정보시스템 기반에 의한 적조정보시스템으로 구축하였다.

또한, 적조정보시스템의 지리정보기반에 의

한 공간분석을 위해 각각의 자료를 데이터베이스화하고 적조발생의 공간적 분포를 분석하는데 필요한 자료의 구축 방안이 제시되었다.

2. 데이터베이스 구축방법

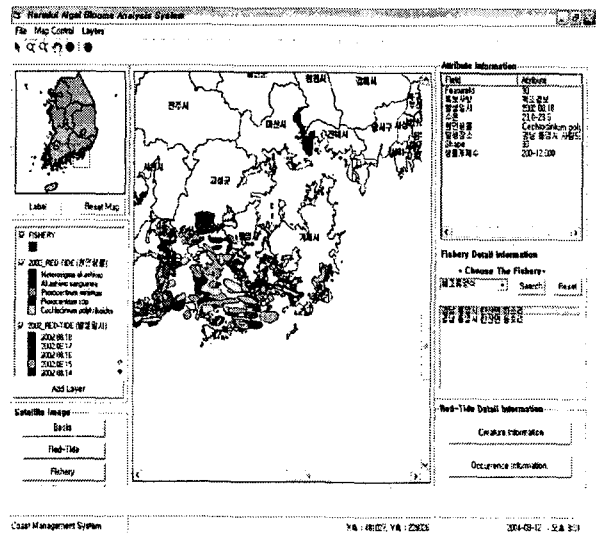
적조정보시스템은 최종적으로 적조발생시 어장의 피해를 최소화하고, 빠른 방제 전략에 의해 적조피해의 확산을 최소화하는데 기여하기 위해 남해안 부근의 어업별 양식어장의 위치 및 속성자료가 DB로 구축되었다. 또한, 인공위성영상과 함께 공간벡터를 제시하여 적조 발생 지역 및 어장위치, 어장 피해 범위를 제시하는 적조정보시스템으로 구축하는데 필요한 GIS DB의 구축방안을 제시하였다.

본 연구의 적조정보시스템은 MapObject와 Visual Basic을 연계하여 연안해역에서 발생한 적조의 공간정보와 적조생물에 관한 속성정보를 바탕으로 적조의 발생에 대한 데이터베이스를 구축하였고, 적조가 발생하였을 때 적조 발생 해역의 어업별 양식어장 정보관리와 적조 발생시 양식어장의 피해 지역 면적 등을 파악하기 위한 시스템을 구축하였다.

3. 적조정보시스템 구축

3.1 화면의 구성

본 연구의 적조정보시스템은 어업별 양식어장의 속성정보나 위치검색이 가능하고, 매년 적조발생으로 인한 적조 발생 지역의 공간분석을 통해 양식어업의 피해를 산정할 수 있도록 구축된 시스템으로 ESRI社에서 개발한 GIS 개발 프로그램 중 MapObject와 Microsoft社의 Visual Basic을 이용하여 Main Window를 설정하였다.



[그림 1] 적조정보시스템의 메인화면 구성

본 적조정보시스템을 시작하게 되면 그림 1와 같이 전국 수치지도가 한 화면에 나타나고 상단의 메뉴바 및 아이콘 바를 이용하여 보다 손쉬운 운용이 가능하도록 하였다.

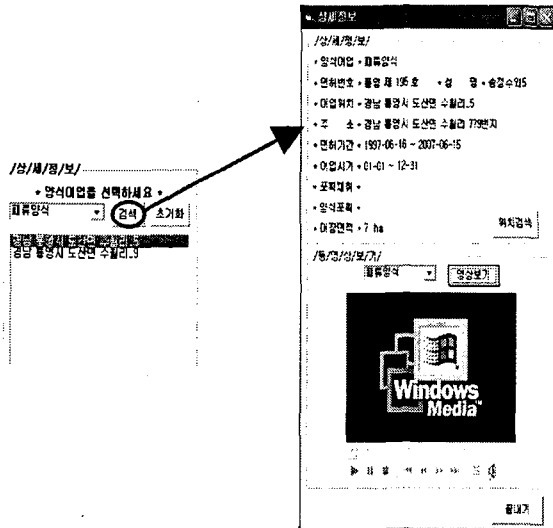
속성정보의 검색은 양식어장이나 적조발생 지역의 위치 정확성을 검증하여 나타낼 수 있도록 하였다. 위성영상은 Landsat TM과 ETM+ 영상 중 적조의 발생이 보고된 공간분포지역의 자료를 시스템에서 제공할 수 있도록 적조발생일자와 위성의 촬영일자에 의한 적조 공간 검색을 가능하게 하였다[그림 2].



[그림 2] Landsat TM(115/36) 영상에 의한 적조의 공간범위와 양식어장의 위치 탐색

위성영상을 이용한 적조발생지역의 검색은

ENVI 4.0을 이용하여 적조발생 해역의 분광반사 특성에 의해 나타나는 공간 패취의 벡터라이징과 국립수산물과학원에서 제공되는 적조속보의 발생 해역 정보를 바탕으로 검증하였다.



[그림 3] 양식어장의 위치검색과 속성검색

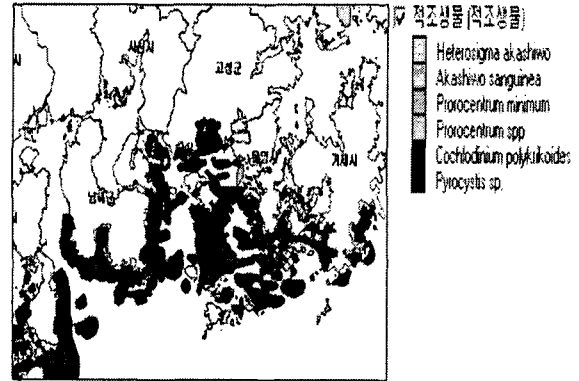
적조 발생해역에 따른 피해 범위의 추정은 적조가 분포하는 양식어장의 범위를 파악함으로써 가능하다. 그림 3은 양식어장의 종류별, 위치검색 및 양식어업의 속성자료 검색을 나타낸 것으로 그림 3의 오른쪽 메뉴는 양식 어업별 주소검색으로 세부적인 속성정보와 해당어업별 동영상자료를 볼 수 있게 하였고, 적조 발생생물 및 적조 생물의 발생지역은 공간적으로 연계하여 확인할 수 있게 구성되었다.

3.2 적조생물의 공간분석

적조는 적조생물의 종류와 발생된 생물의 밀도에 의해 양식어장의 피해가 크게 달라질 수 있다. 때문에 적조생물의 종류에 따른 발생 위치와 발생시기 등의 분석이 요구된다. 본 연구에서 제시한 시스템에서는 적조생물 종에 따른 위치와 이동하는 경로를 그림 4에서 확인할 수 있다.

이와 같은 적조생물의 종류와 발생일시에 따른 분포지역 검색은 적조 피해를 일으키는 유해성 적조가 어떤 지역에서 어느 시기에 빈

번히 발생하는지에 관한 공간 분석을 수행하고 이를 통해 해당지역의 적조발생 시기와 양식어업시설에 대한 적조 대응활동이 가능한 방재전략의 구축이 이루어질 수 있다.

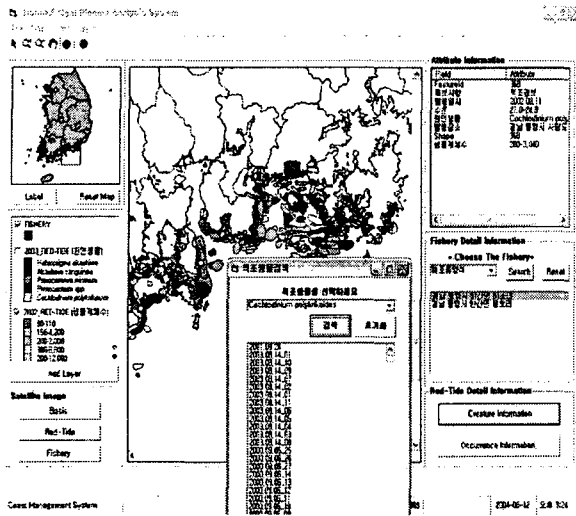


[그림 4] 적조생물의 종류와 발생일시에 따른 분포지역 검색(2002년 8월)

3.3 적조의 경보체계 공간분석

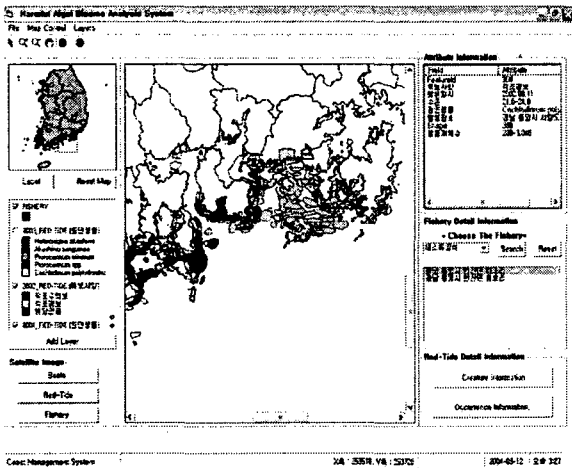
우리나라 남해안의 남해중부 및 남해동부 해역은 고밀도 적조발생 해역이며 남해-서부해역, 동해남부 해역은 저밀도 적조발생 해역으로 1995년 이후 일부 몇 종에 의한 유해성 적조 발생으로 나타나고 있다.

그림 4는 2002년 8월에 발생한 적조의 공간 분포 중에서 개별 적조 생물 종에 의한 공간분포를 구분한 것이다. 그림 4에서 볼 수 있는 것과 같이 *Cochlodinium polykrioides*의 적조 생물 종에 의한 발생 범위가 가장 넓은 공간범위를 나타내고 있다. 이러한 적조 생물 종의 발생은 지역별 또는 시기별 발생 적조의 생물 종이 다양하게 나타나서 생물 종에 의한 공간구분이 이루어진 것이지만 1995년 이후 *Cochlodinium polykrioides*과 같은 단일 유해 생물 종에 의한 어장피해가 급증하고 있는 실정이어서 적조 생물 종류별 발생지역을 검색할 수 있는 분석이 이루어졌다.



[그림 5] *Cochlodinium polykrikoides*의 발생 시기와 발생지역을 생물개체수의 범례를 통해 나타낸 결과

그림 5에서 *Cochlodinium polykrikoides*의 발생 시기와 발생지역을 생물개체수의 범례를 통해 나타낸 결과를 볼 수 있는 것과 같이 본 시스템에서는 개별 생물 중에 의한 발생지역을 구분하여 적조가 발생한 시기별 생물 중에 따른 공간 구분이 가능하게 구성되어 있다.



[그림 6] 적조생물의 발생 개체수에 의한 적조경보와 적조주의보 공간 검색의 결과

적조의 발생과 이동에 따른 어장의 피해를 최소화하기 위해서는 적조 생물의 유해성 여부와 생물 종의 개체밀도에 의한 적조경보와 적조주의보 공간 검색의 결과가 요구된다. 본 시

스템에서 그림 6과 같이 2002년 8월 적조발생 지역중 적조주의보에 해당하는 지역과 적조경보에 해당하는 지역을 구분하여 나타내고 이들 지역에 속하는 어장의 종류와 시설관리자 등의 검색이 가능하다.

본 시스템에서 구축된 자료는 선박에 의한 적조관측 결과를 적조속보를 통해 적조발생지역에 대한 공간범위의 지도위에 나타내고 이를 벡터라이징하여 나타낸 것이다. 때문에 적조의 발생시기에 정확한 발생범위를 관측하는 기술이 요구된다.

적조의 발생을 항공기나 헬기에서 촬영하는 기술을 통해 공간적인 분포 상황을 추출할 수 있으나, 아직 이에 대한 적용 결과가 제시되고 있지 못한 실정이다.

본 연구에서는 과거의 인공위성 자료와 다양한 분광해상력과 공간해상력을 지닌 위성영상을 본 시스템 구축한 적조 벡터자료와 비교하여 위성영상에 의한 적조 공간범위를 구분하고 비교하는 기법을 적용하였다. 그러나, 인공위성을 이용한 원격탐사 기술의 적용은 위성자료의 공간해상력과 분광해상력이 제한되어 정확한 적조의 분포 범위를 추출하기 어렵다.

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 연도별, 월별, 일자별 적조 발생지역의 공간분석을 통해 적조발생범위와 적조생물종의 분포 및 양식어장의 공간분석을 수행하였다. 각 시기별 발생 적조의 생물종과 발생범위, 적조생물의 밀도에 의한 일별 적조경보 및 적조주의보 해역을 구분하여 연안 해역의 공간범위를 분석하였다.

감사의 글

본 연구는 2004년 한국학술진흥재단 연구과제 KRF-2004-003-B00330와 2004년 남서울대학교 교내연구과제의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 국립수산진흥원, 1997, 한국연안의 적조-최근 적조의 발생원인과 대책, pp.51-232.
- 국립수산진흥원 남해수산연구소, 1997, 1995년도 남해안 적조발생현황, pp.17-182.
- 국립수산과학원, 2004, 한국연안의 적조발생 상황, 2002-2003년도, pp.7-269.
- 윤홍주, 서영상, 정종철, 남광우, 2004, 한국 연안의 적조형성과 기상인자간의 통계적 해석, 한국해양정보통신학회 제 8 권 제 4 호, pp.9261~932.
- 정종철, 2001, AVHRR과 Landsat TM자료를 이용한 적조 패취관측, 한국환경영향평가학회, 제 10권 제1호, pp.1-8.
- Tassan, S., 1993, An Algorithm for the Detection of the White-Tide Phenomenon in the Adriatic Sea Using AVHRR data, Remote Sen, ENviron., 45 : 29-42.
- Yoo, S. J. and J. C., Jeong, 1999, Detecting Red Tides in Turbid Waters, Journal of the Korean Society of Remote Sensing, Vol. 15, No. 4, pp.321-327.