

## 적조정보시스템의 GIS데이터베이스화 연구

정종철\*

### Study on a GIS Database of Red Tide Information System

Jong-chul Jeong\*

#### 요 약

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 해양 환경 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

**ABSTRACT** : The purpose of this study is to develop of red tide information system for spatial and temporal analysis of red tide including the outbreak season of red tide and biological-oceanography parameters using GIS techniques.

The outbreaks of red tide were sporadic in the South Sea until 1994, but became frequent and widespread in whole coastal waters of the South Sea and East Sea since 1995. Therefore, the research fields of red tide has undergone a major changes. For monitoring of red tide, many kinds of techniques were carried out such as remote sensing, GIS and fuzzy model system.

\* 남서울대학교 지리정보시스템공학과 jcjeong@nsu.ac.kr

In this research, the development methods of red tide information system were suggested. For construction of the GIS based Red Tide database, spatial distribution area, species of red tide plankton and physical environment were analyzed.

**Keywords** : Red Tide, red tide information system, database

## 1. 서 론

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 적조

의 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, 적조발생지역에 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 의한 공간분석을 위해 각각의 자료를 데이터베이스화하고 적조발생의 공간적 분포를 분석하는데 필요한 자료의 구축방안이 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 적

조정보시스템으로 구축하는데 필요한 GIS DB의 구축방안을 제시하였다.

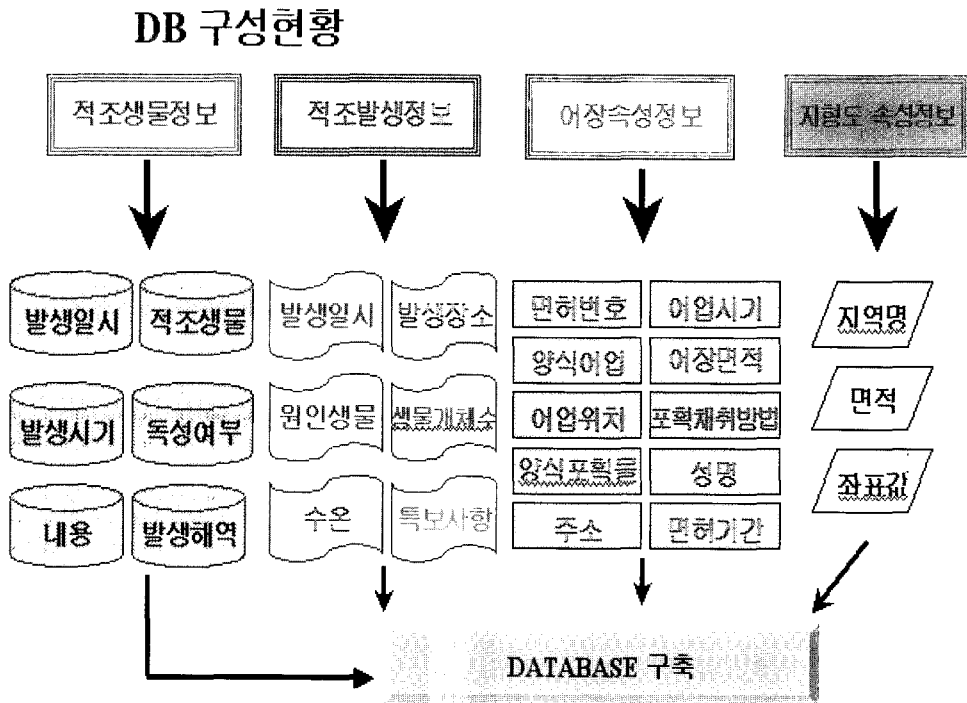
본 연구의 적조정보시스템은 MapObject와 Visual Basic을 연계하여 연안해역에서 발생한 적조의 공간정보와 적조생물에 관한 속성정보를 바탕으로 적조의 발생에 대한 데이터베이스를 구축하였고, 적조가 발생하였을 때 적조발생 해역의 어업별 양식어장 정보관리와 적조발생시 양식어장의 피해 지역 면적 등을 파악하기 위한 시스템을 구축하였다.

[그림 1]은 본 연구에서 구축하고자 하는 시스템의 GIS DB에 해당하는 자료의 목록을 제시한 것이며 DB의 속성정보와 공간정보는 4가지 분류군(적조생물정보,

적조발생정보, 어장속성정보, 지형도 정보)에 의해 구성되었다.

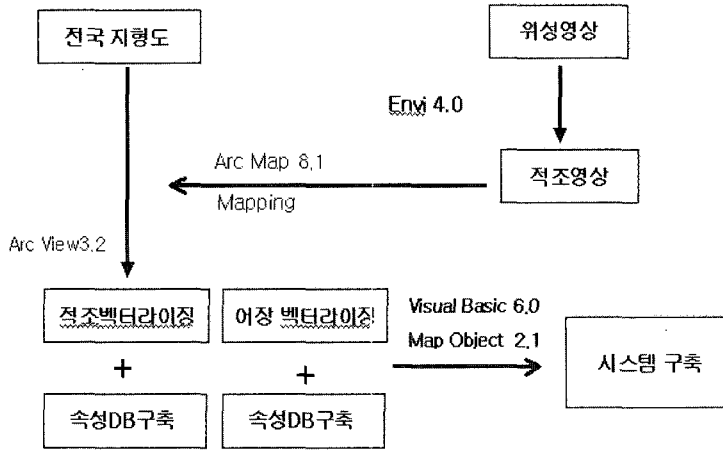
획득된 GIS DB의 검색과 공간분석을 수행하기 위해 시스템을 구성하였고, 이는 [그림 2]와 같이 사용된 프로그램과 함께 제시하였다.

적조정보시스템의 시스템 흐름도에서 볼 수 있는 것처럼 적조의 공간벡터와 속성자료는 국립수산과학원(2004), 남해수산연구소(1997), 국립수산진흥원(1997)의 자료에서 추출하였고, ArcView에서 공간벡터와 속성자료를 구축하였다. 연안어장정보는 해양수산부에서 제공하는 연안관리정보시스템(2003)에서 연구지역의 필요한 부분만을 추출하였고, 8개의 어업별 양식



[그림 1] 적조정보시스템의 구성을 위한 데이터베이스

### 시스템 흐름도



[그림 2] 시스템 구축 흐름도

어장의 속성정보를 입력하였다.

위성영상에 의한 적조의 공간범위를 파악하고 이를 벡터정보로 제공하기 위해 Landsat TM과 ETM+의 위성영상을 기하보정하고 가시영역 밴드에 의해 적조영상을 추출하였다. 이를 이용하여 적조의 공간범위를 벡터라이징 한 후 속성정보를 입

력하였다.

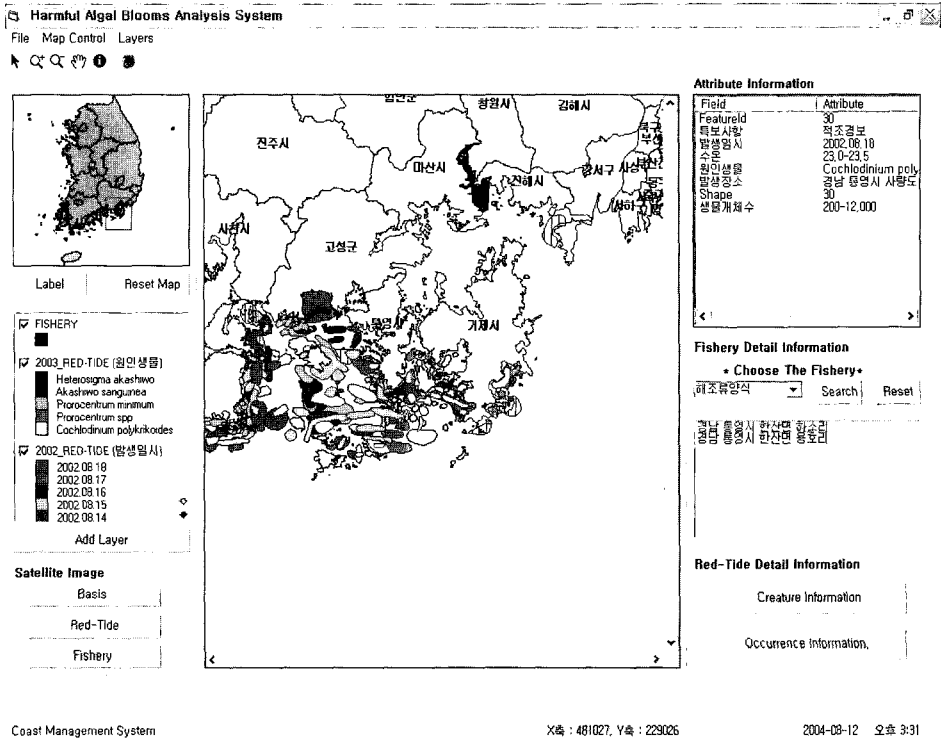
[그림 3]은 적조가 발생한 시점의 공간분포를 현장에서 관측하여 지도위에 나타낸 도면정보를 적조의 발생일시, 발생지역, 원인생물, 생물의 개체 수, 수온, 특보사항과 같은 속성정보와 연계하여 작성한 데이터 베이스를 나타낸 것이다. 또한, [그림 4]는

Attributes of 2002_적조발생.shp						
Shape	발생일시	발생장소	원인생물	생물개체수	수온	특보사항
Polygon	2002.08.18	부산시 기장군 연안	Cochlodinium pcykrkoides	90-110	22.5-23.6	적조주의보
Polygon	2002.08.18	경남 거제시 둔덕면 녹산-남	Cochlodinium pcykrkoides	150-4,200	23.5~25.0	적조경보
Polygon	2002.08.18	경남 거제시 둔덕면 녹산-남	Cochlodinium pcykrkoides	150-4,200	23.5~25.0	적조경보
Polygon	2002.08.18	경남 거제시 둔덕면 녹산-남	Cochlodinium pcykrkoides	150-4,200	23.5~25.0	적조경보
Polygon	2002.08.18	경남 거제시 둔덕면 녹산-남	Cochlodinium pcykrkoides	150-4,200	23.5~25.0	적조경보

[그림 3] 2002년 8월 18일의 적조발생지역별 속성DB 테이블

Attributes of 협동양식.shp							
Shape	면허번호	어장면적	어업위치	성명	주소	면허기간	어업시기
Polygon	통영 제 244 호	12 ha	통영시 옥지면 연화리	우도어촌계	통영시 옥지면 연화리 우도	1997-12-13 ~ 2007-12-12	01-01 ~ 12-31
Polygon	통영 제 240 호	19 ha	통영시 옥지면 노대리	노대어촌계	통영시 옥지면 동항리 상노	1997-12-13 ~ 2007-12-12	01-01 ~ 12-31

[그림 4] 적조발생지역의 어장피해를 산정하기 위한 양식어장의 속성DB 테이블



[그림 5] 적조정보시스템의 메인화면 구성

양식장의 면허번호, 어장면적, 어업위치, 관리자, 관리자주소, 면허기간, 어업시기 등의 정보를 속성자료로 입력하여 나타낸 사례를 제시하였다.

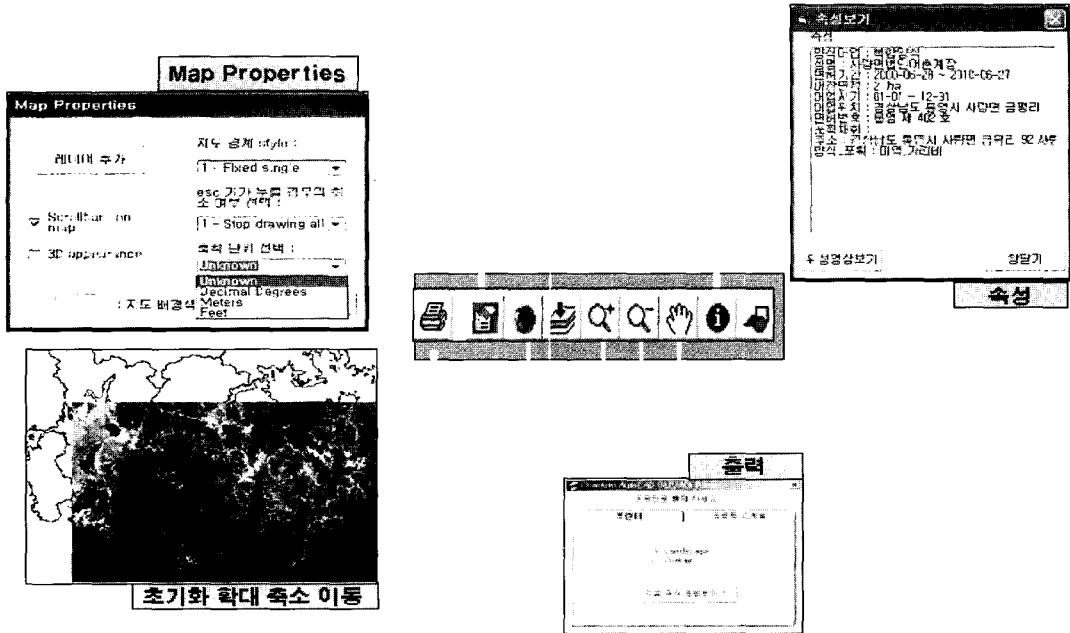
### 3. 적조정보시스템 구축

#### 3.1 화면의 구성

본 연구의 적조정보시스템은 어업별 양식어장의 속성정보나 위치검색이 가능하고, 매년 적조발생으로 인한 적조 발생 지역의 공간분석을 통해 양식어업의 피해

를 산정할 수 있도록 구축된 시스템으로 ESRI社에서 개발한 GIS 개발 프로그램 중 MapObject와 Microsoft社의 Visual Basic을 이용하여 Main Window를 설정하였다.

본 적조정보시스템을 시작하게 되면 [그림 5]와 같이 전국 수치지도가 한 화면에 나타나고 상단의 메뉴바 및 아이콘 바를 이용하여 보다 손쉬운 운용이 가능하도록 하였다. [그림 6]은 시스템의 기본 정보 기능을 나타낸 것으로 속성정보와 위성영상정보, 적조발생지역의 공간정보를 확인할 수 있도록 하였다.



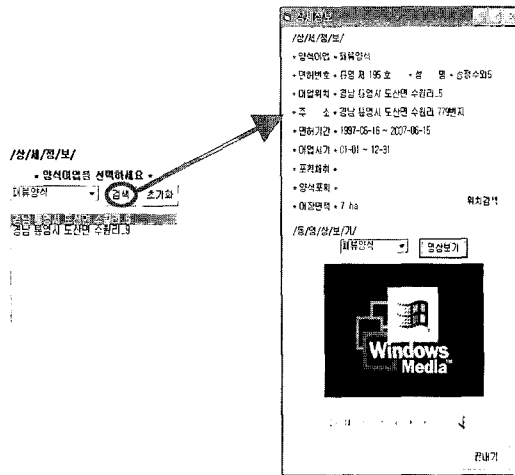
[그림 6] 시스템의 기본 정보 기능

속성정보의 검색은 양식어장이나 적조 발생 지역의 위치 정확성을 검증하여 나타낼 수 있도록 하였다. 위성영상은 Landsat TM과 ETM+ 영상 중 적조의 발생

이 보고된 공간분포지역의 자료를 시스템에서 제공할 수 있도록 적조발생일자와 위성의 촬영일자에 의한 적조공간 검색을 가능하게 하였다[그림 7].



[그림 7] Landsat TM(115/36) 영상에 의한 적조의 공간범위와 양식어장의 위치 탐색



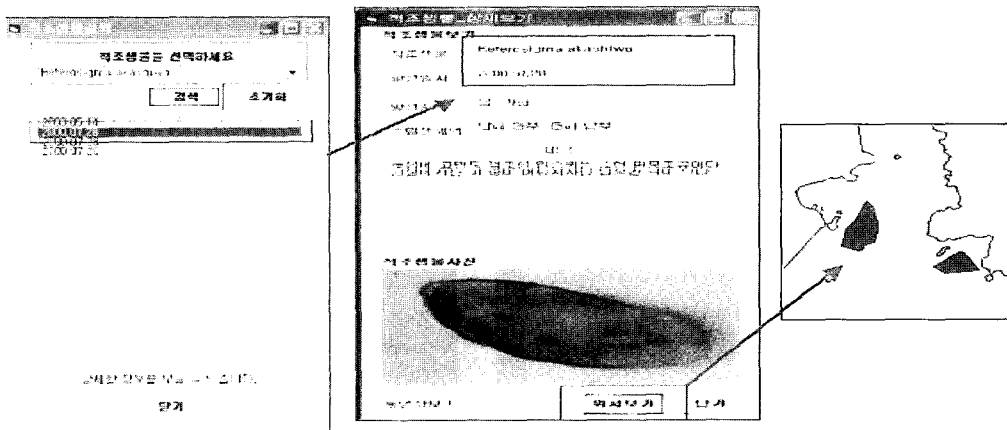
[그림 8] 양식어장의 위치검색과 속성검색

위성영상을 이용한 적조발생지역의 검색은 ENVI 4.0을 이용하여 적조발생 해역의 분광반사 특성에 의해 나타나는 공간패취의 벡터라이징과 국립수산물학회에서 제공되는 적조속보의 발생 해역 정보를 바탕으로 검증하였다.

적조 발생해역에 따른 피해 범위의 추정은 적조가 분포하는 양식어장의 범위를 파악함으로써 가능하다. [그림 8]은 양식어

장의 종류별, 위치 검색 및 양식어업의 속성자료 검색을 나타낸 것으로 그림 8의 오른쪽 메뉴는 양식 어업별 주소검색으로 세부적인 속성정보와 해당어업별 동영상 자료를 볼 수 있게 하였고, 적조 발생 생물 및 적조 생물의 발생지역은 공간적으로 연계하여 확인할 수 있게 구성되었다.

적조생물의 생물정보는 [그림 9]와 같이 적조가 발생한 시기별, 발생지역의 폴



[그림 9] 적조생물의 발생시기와 종류 및 분포지역 검색 단계

리곤을 적조생물정보와 연계하였고, 적조생물의 발생일자와 생물 종의 동영상 및 생물정보를 제공하고 있다. 특히, 적조생물 상세보기의 위치보기를 검색하면 발생한 적조생물의 공간적 위치를 동시에 제공해주게 되어 적조 생물별 발생지역을 분석할 수 있다.

### 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 10]에서 확인할 수 있다.

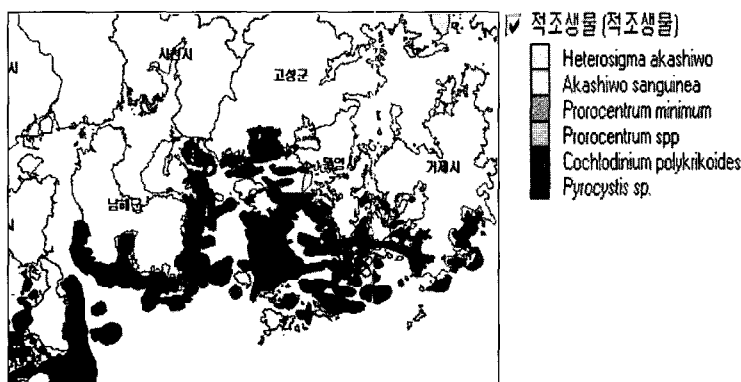
이와 같은 적조생물의 종류와 발생일시에 따른 분포지역 검색은 적조 피해를 일으키는 유해성 적조가 어떤 지역에서 어느 시기에 빈번히 발생하는지에 관한 공간 분석을 수행하고 이를 통해 해당지역의 적조발생 시기와 양식어업시설에 대한

적조 대응활동이 가능한 방제전략의 구축이 이루어질 수 있다.

### 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 10]은 2002년 8월에 발생한 적조의 공간분포 중에서 개별 적조 생물 종에 의한 공간분포를 구분한 것이다. 그림 10에서 볼 수 있는 것과 같이 *Cochlodinium polykrikoides*의 적조 생물 종에 의한 발생 범위가 가장 넓은 공간범위를 나타내고 있다. 이러한 적조 생물 종의 발생은 지역별 또는 시기별 발생 적조의 생물종이 다양하게 나타나서 생물 종에 의한 공간구분이 이루어진 것이지만 1995년 이후 *Cochlodinium polykrikoides*과 같은 단일 유해 생물 종에 의한 어장피해가 급증하고 있는 실정이어서 적조 생물 종류별 발생지

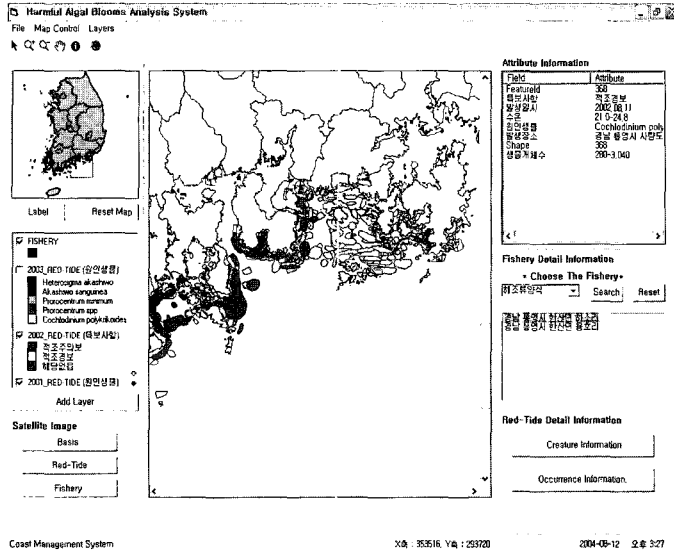


[그림 10] 적조생물의 종류와 발생일시에 따른 분포지역 검색(2002년 8월)





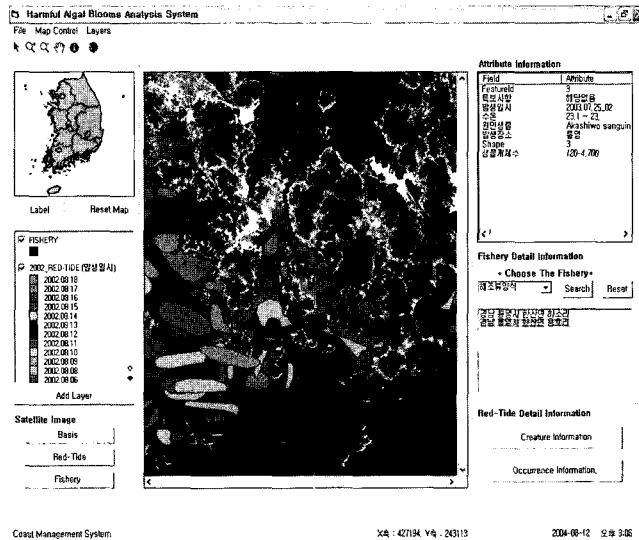
정 종 철



[그림 12] 적조생물의 발생 개체수에 의한 적조경보와 적조주의보 공간 검색의 결과

가시영역에서 얻어진 RGB 영상과 위색영상(false color image)을 통해 분석된 적조 발생 지역의 적조 패취를 영상에서 추출하고 이를 선박과 현장관측에 의해 조사

된 과거시점의 적조 발생 범위를 벡터라 이징한 자료와 중첩하여 검색 가능하도록 구성하였다[그림 13]. 적조의 발생지역에 대한 연안해양환경



[그림 13] Landsat TM과 ETM+의 가시영역에서 얻어진 적조의 RGB 영상을 중첩하여 적조발생 지역에 대한 검색

의 정보를 검색하고 1m급의 고해상도 위성영상을 통해 적조발생지역과 양식어장의 공간적 비교가 이루어지면 보다 정확한 공간해상력의 범위에서 적조 발생 범위의 분석이 가능할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 연도별, 월별, 일자별 적조 발생지역의 공간분석을 통해 적조발생 범위와 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. 그러나, 본 연구에서는 자료의 확보의 어려움으로 다음의 두가지 사항을 본 시스템으로 연계하여 분석하지 못하였다.

첫째, 적조발생과 소멸에 중요한 기상인자를 시스템에서 분석하지 못하였다. 적조 발생과 확산 그리고 소멸에 중요한 영향 요소로 판단되는 기상인자인 기온, 수온, 강수량, 일사량, 일조시수, 바람 등의 속성정보를 DB로 구축하지 못하였다. 기상인자의 속성자료를 관측 위치별로 자료를 입력하고 이들의 공간분석을 수행하는 것이 요구된다. 따라서 이에 대한 적조관리시스템으로의 통합 모델을 구축하는 것이 필요하며 특히 기상인자와 적조 발생범위의 공간적 분포를 분석하는 연구가 향후 보완될 필요가 있다.

둘째, 적조의 발생과 확산은 연안에 해양환경적 요인이 중요한 요소가 된다. 남

해안의 중부 및 동부해역은 적조의 상습 발생 지역이다. 따라서 육상오염으로 인한 해양오염의 방지가 중요하다. 연안해역의 해양환경 자료가 적조 발생시기부터 체계적으로 수집되어 적조시기에 육상에서 기인하는 영양염류의 공간적 분포가 적조발생 해역의 공간 분포와 비교 연구될 필요성이 있다.

셋째, 우리나라 연근해 적조발생 해역의 해양특성과 적조의 공간 분포 상호간의 관계성으로부터 적조의 확산과 이동은 냉수대의 발달 및 소멸 그리고 북상난류의 흐름과 밀접한 관계가 있음을 많은 연구에서 보고하고 있다. 때문에 적조의 공간분포가 해수면 온도의 다양한 변화와 식물성플랑크톤의 농도의 변화를 이용하여 적조분포해역의 감지가 가능한 것으로 판단된다.

이러한 분야는 위성원격탐사 기술로 해수면 온도를 추출하고 해석위성자료에 의한 식물플랑크톤의 정량적인 분포를 비교 분석함으로써 매일의 시간 자료를 통한 적조의 발생 및 이동을 분석 가능한 것으로 연구되고 있다.

이와 같은 공간분석 자료를 GIS 기술을 통한 적조정보시스템으로 구축함으로써 국내 연안의 적조 피해를 최소화 시킬 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 본 시스템의 구현으로 어업별 양식어장에 대한 정보와 적조정보를 통한 공간분석이 가능하게 되었으며, 향후 적조발생 지역과 적조 발생으로 인한 어장의 피해를 최소화하는 적조방재시스템으로의 구축이 가능할 것으로 판단된다.

## 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.