

## GIS를 이용한 양식어장 정보관리 시스템 구축\*

박성은<sup>1</sup> · 최우정<sup>1\*</sup> · 이원찬<sup>1</sup> · 구준호<sup>1</sup> · 정래홍<sup>1</sup> · 박종수<sup>1</sup>

## Construction of the Fishing Grounds Information Management System using GIS

Sung-Eun Park<sup>1</sup> · Woo-Jeung Choi<sup>1\*</sup> · Won-Chan Lee<sup>1</sup>  
Jun-Ho Koo<sup>1</sup> · Rae-Hong Jung<sup>1</sup> · Jong-Soo Park<sup>1</sup>

### 요 약

연안 양식어장의 정보 관리에 실용적인 지리정보시스템(GIS)을 적용함으로써 어업종사자와 연안 관리자에게 실현 가능한 관리방안을 제시하고 수산업 발전을 위한 유연한 의사결정의 기반을 마련하고자 하였다. 연안 양식어장의 효과적 관리는 경제적 실행 가능성과 운영비용에 영향을 미치며 양식 대상생물의 생산 및 사망률과도 관계가 있으므로 매우 중요하다. GIS는 양식어장 정보의 효율적인 관리도구로서 개인 및 공공분야에서 폭넓게 사용되고 있으며 해양수산 관련분야에서도 활발히 적용되고 있다. 본 연구에서는 진해만을 대상으로 연안 양식장 자료의 3차원 가시화 모듈을 구축하였다.

주요어: GIS, 연안 양식어장, 의사결정

### ABSTRACT

This paper illustrates some practical geographic information system (GIS) applications for aiding fishery managers and coastal area planners in analysing the likely control scheme of coastal farming areas, and in providing a flexible framework for decision making on fishery development and zoning issues. The effective management of marine farming operation is vitally important since it can greatly influence economic availability by determining capital outlay and by affecting running costs, rates of productions and mortality factors. GIS has been widely adopted elsewhere as a potent management tool in both the private and public sectors. GIS is now being extensively adopted in marine-associated activities. Here, we have used GeoMania v2.5 GIS software and its 3D Analyst extension module to visualize marine farming areas data that were collected around the Jinhae bay.

**KEY WORDS** : GIS, Farming Areas, Decision Making

2004년 7월 19일 접수 Received on July 19, 2004 / 2004년 9월 22일 심사완료 Accepted on September 22, 2004

\* 본 연구는 국립수산물과학원의 '연안어장 환경용량산정 연구'의 일환으로 수행되었음.

<sup>1</sup> 국립수산물과학원 환경관리팀 Marine Environmental Management Division, National Fisheries Research and Development Institute

※ 연락처 E-mail: wjchoi@nfrdi.re.kr

## 서론

연안역의 황폐화로 인한 수산자원의 감소는 환경과의 조화를 고려하지 않은 무분별한 개발과 비과학적인 관리가 그 주된 원인이다. 연안 양식어장을 환경친화적으로 지속가능하게 이용·개발하기 위해서는 국가정책의 의사결정을 지원할 수 있는 과학적이고 체계적인 관리기법이 절실히 요구되고 있다. 그러나 관리대상인 해양수산관련 자료가 매우 방대하고 육상에 비해 그 변화가 시공간적으로 빠르게 진행되는 특성으로 인하여 과거 인쇄물 형태의 자료만으로는 그 효과적 활용에 한계가 있다.

최근 이와 같은 방대한 자료의 과학적 관리 기법으로 관심이 고조되고 있는 지리정보시스템(GIS; geographic information system)은 수집된 대용량의 자료들을 정확하면서도 신속하게 분석·가공할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서 도시계획, 환경관리, 교통, 재난재해, 농업, 해양수산, 삼림에 이르기까지 거의 모든 분야에서 활용될 정도로 컴퓨터의 연산능력 향상과 더불어 빠르게 기술이 보급되고 있으며(사공호상과 임정호, 2002) 수산업 분야에서도 이러한 최신 기법을 실제 업무에 활발히 응용하는 유연성이 필요하다.

수산업에 GIS 기법이 이용된 이전 연구들을 살펴보면 Meaden(1987), Kapetsky 등(1988), Meaden and Kapetsky(1991), 그리고 Beveridge and Ross(1991) 등이 내만역의 어업과 양식어장에 대해서 GIS를 적용한 사례가 있다. 그리고 어업대상생물의 생산적지를 선정하는 기법으로도 사용되었는데 Kapetsky 등(1987)은 RS와 GIS를 병행하여 코스타리카 연안의 패류 및 새우류 생산의 최적지를 분석하였고, Ross 등(1991)은 raster 기반의 GIS를 사용하여 스코틀랜드 내만 연어양식에 적합한 적지 선정에 수심, 해류, 파고, 바람, 수질변수들이 깊이 관여하고 있음을 밝힌 바 있다. 그러나 이러한 연구들은 실질적인 marine fisheries GIS라기 보다는 저장

된 자료의 가장 기본적인 처리만 이루어진 것으로 실제 수산분야에 대한 GIS의 잠재적 가치에 대해서는 그 이후부터 인식되기 시작하였다(Simpson, 1992; Li and Saxena, 1993; Meaden, 1993). 최근에는 Caddy and Carocci(1999)가 어획강도의 공간분포 분석에 GIS기법을 사용한 바 있으며, Pérez 등(2002, 2003)은 수질을 고려한 양식장 적지선정에 GIS를 이용하였다.

국내의 경우 정부에서 국가차원의 GIS 활용 기반을 조성하기 위하여 NGIS(national geographic information systems)사업을 1차(1995~2000)와 2차(2001~2005)로 구분하여 추진하면서 예산을 투입하고 있고(건설교통부, 2002), 해양수산분야의 경우 정보화촉진기본법에 근거하여 수산종합정보시스템의 구축이 추진되고 있다(해양수산부, 2002a,b,c). 그러나 현재까지의 GIS 시스템 구축은 투자된 비용에 비해 경제적 효과가 적을 뿐만 아니라 이를 활용할 수 있는 계층도 주로 전문적인 GIS 지식을 갖춘 계층에 한정되어 있기 때문에 선진국에 비해서 그 활용도가 매우 낮다(사공호상과 임정호, 2002). 특히 해양수산관련 분야의 GIS 활용도가 매우 저조할 수 밖에 없는데 이것은 해양이 그 어떤 분야보다도 공간적으로 광범위한 범위를 가진다는 점, 실제 어업종사자 및 수산관련회사에 실질적으로 유용한 기능을 제공하기 힘들다는 점, 또 수산자원정보 수집 및 정리에 시간과 비용이 많이 든다는 점이 그 원인이라 할 수 있다(Megrey and Moksness, 1996).

그럼에도 불구하고 과학적인 수산자원관리를 위한 수산정보화 시책에서 가장 시급한 당면 과제는 체계적이고도 효율적인 어장관리 데이터베이스의 구축이다. 또 정책적 의사결정을 지원할 수 있는 시스템을 GIS 기법의 도입이 반드시 필요하다. 특히 만성적인 과잉생산으로 관리상의 한계에 도달한 양식업의 경우 적절한 정책 수립 및 시행이 필요할 뿐만 아니라 적조나 선박의 유류유출 사고와 같은 긴급 상황 시에도 빠른 의사결정이 가능해야 하므로 GIS를 통한

정보관리는 이러한 정책적 요구에 가장 적합한 툴로 종합적인 어장정보관리를 통하여 객관적 자료에 의한 신속한 의사결정을 가능하게 한다. 이를 통해서 어장의 상세한 위치, 인·허가시기, 어업종류, 양식생물의 생산량, 출하시기 등 관련 수산정보를 효과적으로 관리·제어할 수 있으며 연안어장의 적정 수용력을 과학적으로 재평가할 수 있다.

본 연구의 목적은 GIS 기반의 양식어장 관리 시스템을 개발하여 구축하는 것으로 GIS 데이터의 어장분야 활용도를 높이기 위한 시도로 먼저 진해만을 대상해역으로 어장정보시스템을 시범 제작하였다. 이로써 GIS 데이터를 수산업 연구 분야에 효율적으로 활용할 수 있는 방안을 모색하고 향후 활용의 한 예를 제시하여 연안역의 과학적인 어장관리 방안을 도출하고자 하였다.

### 어장관리 시스템의 구성

어장관리시스템의 개발 환경으로 사용된 언어로는 통합시스템으로 Delphi가 사용되었으며 3차원 시스템은 Visual C++, 그리고 3차원 가시화 기능은 IDL(interactive data language) v5.3을 사용하였다. 사용된 GIS 시스템은 국내에서 개발된 소프트웨어인 GeoMania v2.5 (GEOBase)로 일반인의 접근이 편리한 PC 환경을 대상으로 하였으며 DBMS(database

management system)로는 범용적이고 안정적인 Oracle v9.0을 사용하였다.

본 연구에서 구축한 어장관리시스템의 개괄적인 구성도를 그림 1에 나타내었다. 먼저 대상해역인 진해만의 DEM(digital elevation model)을 생성시키기 위해서 1:5,000 및 1:25,000 축적의 수치등고선도를 기본으로 하여 커버리지를 생성하였으며 진해만 수치지도의 도형정보와 수치해도의 속성정보를 연계하여 해양지리정보시스템을 구축하였다. 또한 진해만 수치해역도상에 어장의 환경자료, 시설량 및 생산량, 양식장 면적 등에 관한 정보를 입력하고 그래픽으로 구현할 수 있도록 속성정보 DBMS를 구축하여 통계분석 및 시각화가 가능하도록 하였다. 한편, 진해만의 해양 수치모델에 입력되는 초기값 및 위성영상자료의 입력에 관한 것은 진해만의 해수유동 및 생태계모델 결과를 해양지리정보시스템에 연계시켜 3차원적으로 시각화할 수 있도록 설계한 것으로 본 연구에서는 내용상 모델관련 부분은 생략하고 어장관련 결과만을 제시한다.

### 어장관리 GUI의 구현

어장관리시스템은 크게 display 부분과 어장 자료검색 부분으로 구분된다. 그림 2는 본 연구에서 구현한 연안생태계 통합관리시스템 중 어장관리 시스템의 메인화면을 나타낸 것으로 마

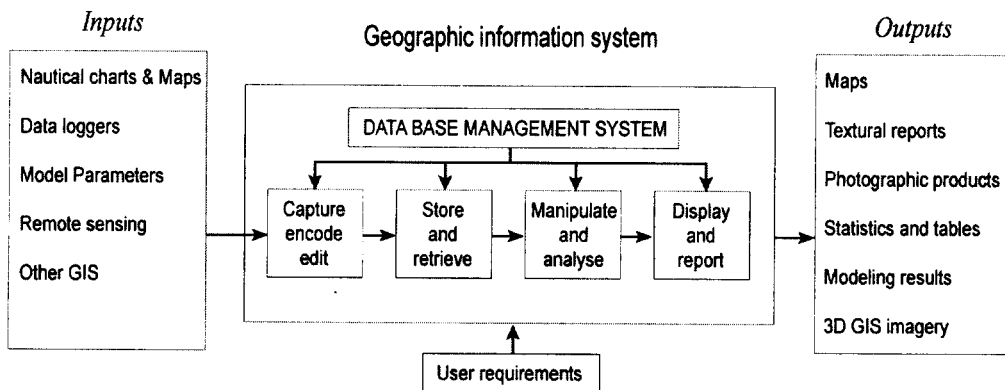


FIGURE 1. Systems diagram illustrating basic marine fisheries GIS functionality.

산만을 확대한 창이다. 메인화면은 지도창, 메인 메뉴, 도구모음, 색인창, 검색창(레이어 제어창, 빠른 검색창), 그리고 상태표시창으로 구성되어 있다.

지도창은 지도를 나타내는 부분으로 마우스를 이용하여 확대, 이동, 축소 등의 선택기능을 담당하는 곳이며, 지도 전체 지역 가운데 현재 화면에 표현되는 영역을 빨간색 사각형으로 보여주는 색인창을 통하여 사용자가 보고 있는 대상해역의 위치를 파악할 수 있다.

레이어 제어창은 레이어의 on/off를 담당하는 기능으로 화면 좌편에 보이는 지도상의 모든 레이어를 표시하고 제어한다. 레이어정보로는 각종 육상정보 및 유역경계, 수심자료, 어장정보 등이 포함되어 있다. 어장정보는 마을어업, 복합양식, 정치망어업, 협동양식, 어류등양식, 패류양식, 해조류양식, 그리고 기타양식으로 총 8가지로 구분하여 입력하였으며 이로써 각 어장의 종

류별 분포를 파악하고 관련 정보를 분석할 수 있다.

그림에서 해역에 표시되어 있는 사각형의 영역들은 각 종류별 어장의 위치와 면적을 나타내며 현재 구축되어 있는 어장자료는 면허어업에 관한 것으로 면허기간에 따른 종합적인 관리가 가능하다. 그러나 차후에는 무면허어업의 경우도 위성영상자료나 항공사진자료와의 연계를 통해 관리할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 보인다. 이 밖에 자주 사용되는 버튼을 모아둔 도구모음창과 연안생태계 통합관리시스템의 전체기능을 모아둔 메인 메뉴창이 있으며 단일 영상 보기에서는 거리 및 면적계산 기능과 영상 출력, 저장 및 검색기능이 포함되어 있다.

FIGURE 2. The main screen for fisheries management system. The squares represent marine farming areas in the Masan bay.

## 어장정보의 검색

어장검색은 면허대장의 검색, 수정, 대장출력, 어장도 출력 등의 기능을 수행한다. 본 연구에서는 진해만에 위치하고 있는 어업 중 면허어업만을 대상으로 소유자 정보 테이블을 구성하고 이것을 입력하였다. 이때 입력된 항목들은 시군구 및 주소, 성명, 주민번호, 면허번호, 면허기간, 어업종류, 어장면적 등으로 어장종류는 총 8가지로 구분하여 DB를 구축하였다.

검색은 필드검색 부분과 GUI에 근거한 검색 부분으로 구분되며 그림 3에 나타낸 바와 같이 수치지형도 안에 텍스트로 입력된 값들을 검색한다. 검색대상인 어장시설을 선택한 후 어업종류, 어장위치(동명), 면허번호, 어업권자 등으로 검색어를 입력하면 관련된 텍스트 값들이 하단에 그림 3(b)와 같이 화면 출력된다. 이때 변경사항이 있을 경우 필요한 사항을 수정하여 기재

할 수 있다. 이 결과값들은 엑셀 파일로 변환되어 그림 3(c)와 같이 면허어업의 내용을 일정한 대장 출력 양식을 통해 문서로 인쇄할 수 있다.

어장의 지도상 위치를 찾기 위해서는 검색된 어장 시설물 중 해당 레코드를 더블 클릭한다. 지도창은 선택된 데이터로 화면이 확대·이동되며 선택된 객체는 그림 4와 같이 화면 중앙에 붉은 색으로 하이라이트되어 지도상에 상세한 위치와 면적이 나타난다. 이것은 어장의 속성정보를 이용하여 어장위치를 검색하는 것으로 어장의 면허번호와 면허기관을 구별함으로써 어장을 구분하도록 하였다.

## 어장자료의 입력 및 DB 갱신

어장 구역의 입력은 3가지 방법을 이용할 수 있다. 첫째 실제 좌표값을 기준으로 어장도에 어장의 위치를 기입하거나 어장구역 라인을 표시

FIGURE 3. Display of (a) searching results for farming areas in the Jinhae bay. The (b) and (c) represent management screen and data output, respectively.

한다(그림 5). 둘째 화면상에서 기준점과 방위각 거리를 이용하여 입력하는 방법, 그리고 마우스로 드래그하여 입력하는 3가지 방법이 모두 사용될 수 있다. 이때 화면상에서 마우스를 이용하여 거리를 계산할 수 있고 지도상에 어장 구역을 입력한 후 어장입력 대화상자 안에 면허기관과 면허번호를 입력하고 저장시킨다(그림 6).

FIGURE 4. Display of searching screen for marine farming areas data.

FIGURE 6. The fisheries data input system by mouse.

그 밖의 그림 7에 나타낸 바와 같이 추가적인 정보로 1) 어업권 연장 허가기간/공익상지장 여부, 2) 어장관리선 사용지정(승인), 3) 어장행사 계약관리, 4) 수산법규 위반사항 등을 입력한다. 이와 같은 기능은 이미 구축되어 있는 어업정보의 수정 및 갱신뿐만 아니라 정기적인 어장조사를 통한 최신 자료를 등록시킬 수 있으며, 보다 중요한 것은 자료의 신뢰성을 유지하는 것이다.

FIGURE 5. The fisheries data input system by coordinate.

FIGURE 7. The data input system for marine farming areas data.

## 시스템을 통한 어장관리

그림 8은 간단한 어장관리현황을 화면에 표현한 것으로 레이어를 사용하여 관리할 수 있도록 레이어 기반정보를 읽어 들이고 그 다음으로 해

당 레이어 피쳐를 읽어 들인다. 또 이 피쳐의 각 object에 포함된 속성정보의 조회가 가능하다. 따라서 필요에 따라 지역별, 어업종류별, 면허시기별로 통계분석이나 인텍스 지도기능을 사용할 수 있다.

FIGURE 8. Visualization system of location and admission number for each farming areas in the western part of Jinhae bay.

또 그림 9와 같이 지도 상에서 마우스로 검색하고자 하는 어장을 선택하면 선택한 어장의 종류, 면허기관이나 면허번호와 같은 기본 정보를 상세히 출력할 수 있다. 또 어업 시설을 주소지 별로 검색하거나 연안 어장 어업권자의 주소지를 이용하여 주거 위치를 파악할 수 있는데 시군구 정보, 읍면동 정보, 리명 등을 차례대로 기재하면 해당 위치로 지도가 이동하여 확대된 창을 보여 준다(그림 10).

FIGURE 9. Searching system of location and admission number.

FIGURE 10. Searching system of location and admission number.

## 결론

본 연구에서는 GIS 기법을 도입한 연안역 통합관리 시스템의 일환으로 진해만의 면허어업을 대상으로 양식어장 관리시스템 GUI를 시범적으로 개발·구축하여 우리나라 수산업 분야에

서 어장정보를 보다 체계적으로 이용할 수 있는 시스템의 모형을 구축하였다.

현재까지 구축된 시스템은 시군구별, 어업종류별 통계를 통하여 어장분포 및 통계현황을 텍스트와 그래프로 빠르게 검색 및 출력할 수 있고, 제공된 문자열 검색기능으로 지도상에서 정확한 어장 위치를 파악할 수 있는 등 어장이용현황을 분석하고 관리함에 있어 GIS 기법의 높은 효율성을 볼 수 있다. 또 대용량의 공간자료를 활용함에 있어 시간적, 경제적 노력을 최소화함은 물론 최소한의 인자들만을 사용하여 효과적인 어장관리가 가능하므로 어장관련 정책수립 시 신속한 의사결정에 대한 기여도가 높을 것으로 예상된다.

그러나 이러한 GIS의 높은 잠재력에도 불구하고 수산업 분야에서의 GIS 활용이 매우 느린 속도로 전개되는 것은 정부에서 진행중인 2차 국가 GIS 사업과 더불어 기술적인 접근뿐만 아니라 실제 어장관리에 효율적인 시스템 운영 면에서 보다 많은 연구개발이 필요함을 시사하고 있다. 이는 수산분야의 GIS가 정부정책의 의사결정에 대한 기여뿐만 아니라 체계적인 어장관리를 통해 실제 어민들의 어업활동에 기여할 수 있는 연구가 활발히 이루어져야 함을 말해준다.

국립수산과학원과 같은 수산관련 전문연구기관에서는 어장 과밀화 등 이제까지의 비효율적인 어장관리시스템의 문제점 및 개선에 대해서 현장 연구가 많이 이루어지고 있으므로 이러한 연구기관이 GIS를 활용할 경우 정책적인 부분 이외에 어업종사자들에게도 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 예를 들면 새우류, 패류, 어류양식의 적지를 분석한다거나 어해황 정보를 HTML 및 JAVA 스크립트 프로그래밍 등과 병행하여 인터넷과 같은 온라인 공간에 실시간 정보를 제공하는 기능들을 담당할 수 있을 것이다. 이러한 기능을 원활히 수행하기 위해서는 관련기관의 명확한 역할분담, 자료의 표준화 및 규격화, 조업선박들의 어획량 및 단위노력량에 대한 지속적인 자료갱신, data collectiong,



managing, modeling 그리고 manipulating data 등이 수행되어야 한다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물과학원의 '연안어장 환경 용량산정 연구'의 일환으로 수행되었습니다.

**KAGIS**

## 참고문헌

- 건설교통부. 2002. 국가 GIS 사업의 수자원 분야 활용지원 고도화 방안 연구. 249pp.
- 사공호상, 임정호. 2002. GIS 전문인력 양성실태 및 정책방향 연구 5(4):35-44.
- 조명희, 김병석, 서영상. 2001. 위성원격탐사자료와 GIS를 이용한 인공어초 시설지 적지선정 공간분포도 작성 연구. 대한원격탐사학회지 17(1):99-109.
- 해양수산부. 2002a. 수산종합정보시스템 구축 시행계획 수립을 위한 연구. 554쪽.
- 해양수산부. 2002b. 해양 GIS 기술개발 연구 요약보고서. 157쪽.
- 해양수산부. 2002c. 연안관리정보시스템 4차년도 사업보고서. 187쪽.
- Beveridge, M.C.M. and L.G. Ross. 1991. Environment, site selection and planning: The role of geographic information systems in aquaculture, IFS Regional Workshop on Ecology of Marine Aquaculture, Osorno, Chile, pp.18-23.
- Kapetsky, J.M., J.M. Hill and L. Dorsey Worthy. 1988. A geographical information system for catfish farming development. Aquaculture 68:311-320.
- Kapetsky, J.M., L. McGregor, and H.E. Nanne. 1987. A geographical information system to plan for aquaculture, A FAO-UNEP/GRID study in Costa Rica, FAO Fisheries Technical Paper, FAO, Rome. 287pp.
- Li, R. and N.K. Saxena. 1993. Development of an integrated marine geographic information system. Marine Geodesy 16:293-307.
- Meaden, G.J. 1987. Where should trout farms be in Britain? Fish Farmer 10(2):33-35.
- Meaden, G.J. 1993. Instigation of the world's first marine fisheries GIS, ICES Statutory Meeting, No. C.M. 1993/D:64, Dublin, Ireland.
- Meaden, G.J. and J.M. Kapetsky. 1991. Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. FAO, Rome. 318pp.
- Megrey, B.A. and E. Moksness. 1996. Computers in fisheries research, Chapman & Hall, 254pp.
- Pérez, O.M., L.G. Ross, T.C. Telfer and L.M. del Campo Barquin. 2003. Water quality requirements for marine fish cage site selection in Tenerife((Canary Islands): predictive modelling and analysis using GIS. Aquaculture 224:51-68.
- Pérez, O.M., T.C. Telfer, M.C.M. Beveridge and L.G. Ross. 2002. Geographical Information Systems (GIS) as a simple tool to aid modelling of particulate waste distribution at marine fish cage site. Estuarine, Coastal and Shelf Science 54:761-768.
- Ross, L.G., O.M. Mendoza, M.C.M. Beveridge. 1991. The use of geographical information systems for site selection for coastal aquaculture, Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland.
- Simpson, J.J. 1992. Remote sensing and geographical information systems: Their past, present and future use in global marine fisheries. Fisheries Oceanography 1(3):238-280. **KAGIS**