

연안역통합관리를 위한 GIS 기반 해양정보학

김종규†

(† 여수대학교)

GIS-based Ocean Informatics for Integrated Coastal Management

Jong-Kyu Kim†

† Yosu National University

(Received September 17, 2004/ Accepted November 23, 2004)

Abstract

Recently development trends in information technology expand the activity boundaries for human living beyond coastal zones. These rapid changes of paradigm are stimulating scientists and strategists to be encouraged in making adequate model for marine geographic information system (MGIS) and their applications.

Coastal zones are places which are affected by many factors, such as water quality, tide, wave, atmosphere, population, industry, etc. Therefore information related to the coast has to be integrated and analyzed for managing it efficiently. GIS-based Ocean Informatics is suited for those purposes and used in the study for establishing and managing coastal geographic and environmental information system.

This paper reviews the properties of ocean and coastal spaces, then defines some MGIS related terminologies for clarifying the scope of MGIS boundaries. In this study, coastal geographic information is established by digital geographic information and digital terrain information. Digital coast chart having information on digital chart and map can merge and analyze various coastal information and can be a useful tool for the coastal integrated management.

Key Words: Coastal Zone, Integrated Coastal Management, Ocean Informatics, Marine Geographic Information System (MGIS), Digital Coast Chart

I. 서론

연안역은 육역과 해역이 접하고 있는 특수한 지리적 여건과 이에 수반된 다양한 생태계의 연안환경권을 형성하고 있어서 연안역의 개발압력과 관리문제는 당면한 문제인 동시에 장래의 중요한 과제가 될 것이다. 연안역의 관리문제는

1970년대를 기점으로 하여 국내외적으로 중요한 관심이 되어오던 중 1982년 유엔환경개발위원회(UNCED)에서 지구현장 및 실천계획 “의제 21”을 채택하고 인류의 지속가능한 성장을 위한 12개 정책과제 중의 하나로 지속가능한 연안개발 문제가 선정되었다. 즉, 연안역은 육역의 특성과

† Corresponding author : 061-659-3155, jkkim@yosu.ac.kr

본 연구는 여수대학교 2003년도 학술연구과제지원비에 의하여 연구되었음.

해역의 특성을 동시에 가지고 있어 통합적 관점에서 의 개발 및 연구를 통한 관리방안의 모색을 필요로 하게 되었다. 그러나, 현재 연안역의 연구는 단편적인 접근방향에서의 연구에 그치고 있는데 이것은 고려해야 할 대상이 많으며, 또한 각종 자료가 분산 관리되어져 통합적인 관점에서의 연구수행이 어렵기 때문이다(해양수산부, 2000).

한편, 현재 연안역의 환경관리를 위한 여러 가지 연안해수유동모델들이 연구 개발되어져 있으며(조광우 외, 2003), 이러한 모델들은 각종 해역환경관리 대안에 따른 가정을 연안해수유동모델에 적용시킴으로써 이에 따른 다양한 효과를 실제 경험을 통하지 않고 평가할 수 있어 각종 연안역 환경관리대안의 효과를 사전에 평가할 수 있는 수단으로 활용되고 있다(한국해양수산개발원, 2000). 그러나 연안해수유동모델링 입력정보의 필수항목 중의 하나인 연안역의 수리 및 지형정보 구축 및 결정에 있어서 많은 시간과 비용 및 전문인력의 참여가 요구되는 문제점을 안고 있다. 이러한 관점에서 볼 때, 연안역 관리문제 해결 및 해역환경 예측모형을 위한 정보체계와 시스템 구축이 필요한 실정이며, 이에 수반되는 다량의 기술적, 사회적, 경제적 요인의 정보는 컴퓨터 시스템에 의한 관리, 운영되는 것이 시간과 비용 측면에서 바람직하다고 사료된다.

해양정보학(ocean informatics)은 해양과학기술분야에서 새로이 성장하는 지식기반 통합체계로서 데이터의 취득, 저장, 운영, 분석 뿐만 아니라 해양자원의 관리와 계획을 위한 최신 모델링, 모의, 최적화 그리고 지식기반시스템의 개발을 포함하는 총체적 지식운영을 지칭한다(Jonoski, 2002). 따라서 이러한 해양정보학에 의한 연안역의 통합적 정보가 구축된다면 시간과 비용, 인력의 감소는 물론이고 전문가의 경험적 지식에 의존보다 과학적이면서도 합리적인 방법으로 연안역통합관리의 방안을 마련할 수 있을 것이라 판단된다.

따라서, 본 연구의 목적은 부산 수영만을 대상으로 해역개발로 인한 연안역의 효율적이고 체계

적인 관리를 위한 방안 마련을 위한 기초연구로서 연안지형정보자료를 수치표고모델로 구축하고 연안해수유동모델 시뮬레이션결과와 통합 및 연계하여 해역환경을 가시화하고자 하는데 있다.

II. 자료 및 방법

1. 연구대상해역

연구대상해역은 부산 동측의 해운대구 및 수영구 해안쪽으로 수영강으로부터 담수가 유입되며, 외해와 연결된 만으로 해운대 및 광안리 해수욕장이 위치해 있으며 배후지역에는 신도시가 건설되는 관계로 지속적인 인구증가가 예상돼 해양오염의 가능성이 커지는 지역이므로 연안통합관리가 필요한 지역이다.

수영만은 이등변삼각형 모양의 개방형으로 만의 중심에서의 수심은 10~20m 정도이며, 해안에서 남동쪽으로 멀어질수록 급격한 수심 증가를 보인다. 또한 평탄한 해저면상에는 부분적으로 암반들이 돌출하여 분포하고 있어 약간의 지형기복을 형성하고 있다. 수영만의 조석은 조석형태수 $F=0.08$ 로서 반일주조형이며 일조부등이 매우 적고 규칙적인 승강을 하며, 평균고조간격은 8시간 01분이며, 대조차는 약 1.2m, 소조차는 0.9m 내외이다. 유동특성은 창조류는 수영만과 오륙도 동측 연안을 따라 남류하여 오륙도 부근에서 일부는 부산항내로 유입하며 낙조류는 이와 반대로 흐르며 최대 2노트 정도의 속력을 보인다(Hwang, 1993).

2. 연안지리정보시스템

연안역통합관리 방안을 연구하기에 앞서 연안에 대한 정확한 정의가 필요하다. 연안은 통상 바다에 인접하여 이에 의한 영향을 받는 육지와, 육지에 인접하여 이에 의한 영향을 받는 바다로 정의된다. 지형적인 측면에서 연안은 대륙붕 안쪽, 해안선 및 그 배후지로 구성이 되는데 일반적으로

로 포함되는 환경요인에는 육지표면, 육지 위의 대기권, 해수면, 해수역, 해양 위의 대기권, 해저면 등을 들 수 있다. 또한 연안에는 ‘습지’와 ‘건지’가 모두 포함되고 섬들의 경우에는 모든 육지부분이 연안관리범위로 포함되는 것이 일반적이다(해양수산부, 1999).

한편, 연안역은 육지와 해양이 접하는 천이지역으로서 다양하고 특이한 생태환경이 조성되어 있으며, 평지가 발달해 예로부터 인구가 집중하여 관광, 레저활동 등이 활발하게 이루어지고 있을 뿐만 아니라 육지로부터 유입되는 풍부한 영양염 때문에 다양한 수산생물의 서식지로도 이용되고 있다. 그러나 항만건설, 용지부족으로 인한 매립, 육지로부터의 지속적인 오염원유입 등으로 연안은 오염되고 황폐화되어 가고 있는 실정이다.

따라서, 연안역통합관리의 목적은 육지에 접한 해양자원과 환경의 이용 및 보전에 관한 문제를 육지와 접합시켜 공동관리대상으로 선정하여 연안의 보전 및 지속 가능한 개발을 도모함으로써 연안생태계의 건강성을 유지하고, 연안환경의 질을 향상시켜 연안자원의 합리적 분배를 실현하고자 하는 것으로서 이를 위한 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS)의 활용이 대두되고 있다.

GIS란 지리적 자료를 수집, 저장, 분석, 및 출력할 수 있는 컴퓨터 응용시스템으로 지형공간에 관한 모든 정보를 컴퓨터에 저장하여 이를 바탕으로 각종 계획수립과 의사결정 및 산업활동을 효율적으로 지원할 수 있도록 만든 정보시스템이다. 이러한 다양한 기능 때문에 GIS는 여러 분야에 이용되고 있으며 외부의 수치모델과의 연계도 지속적으로 연구 중이다. 한편, 연안이나 해양의 자연현상에 대한 GIS를 이용한 연구는 여러 분야에서 시도 중이다. 특히, 장기적인 연구조사와 풍부한 데이터가 필요한 해안선의 변화, 여러 정보를 통합한 실시간 시뮬레이션이 가능해야 하는 oil-spill 모델링, 수계와 해역이 접하는 복잡한 특성을 나타내는 하구역의 생태계 변화 등에 관한

연구에 활발히 이용되고 있다.

국외에서는 Mumby (1995) 등은 해양보호지역을 계획하는 과정에서 리모트 센싱 이미지, 도면, 연안식 식·생태계 등에 관한 다양한 출처의 데이터를 통합하는 기술로써 GIS를 사용하였으며, Jalain (1998) 등은 연안의 침식과 퇴적을 연구하는데 GIS를 사용하였다. Krishnan (1995) 등 여러 연구자들은 oil-spill 사고시 우선적으로 보호해야 할 필요가 있는 지역을 선정하기 위해 해역 위험도별 선정작업에 GIS를 사용하였으며, Populus (1995) 등은 원격탐사 이미지로 하구역의 자료를 획득한 후 GIS를 통해 연안의 구역별 자연, 식생의 환경의 민감도(Environmental Sensitivity Index)를 만들었다. 이처럼 GIS는 연구목적에 따라 지도, 항공사진, 해도, 위성자료 및 각종 통계자료 등의 다양한 자료를 통합·분석하는 도구로써 사용되고 있다.

국내에서는 GIS의 도입이 늦어 아직까지 다양하게 활용되고 있지 못한 실정이지만, 현재 국내 정부기관의 각급 자치단체는 나름대로의 GIS망을 구축 중에 있다. 특히, GIS의 연구에 있어 기본이라고 할 수 있는 각종 도면의 부재로 인해 활용단계라기보다는 구축단계에 있다고 보는 것이 타당할 것이다(국립해양조사원, 2002; 김정현, 2000).

또한, 연안의 자연현상을 이해하기 위해서는 다양한 데이터의 통합 및 해석이 필요하다. 이러한 데이터들은 일반적으로 성질이 다르며 시간적, 공간적 스케일, 좌표시스템 및 정확도의 정도 등에서 다양한 차이를 나타낸다. 또한, 데이터의 형식이 텍스트, 각종 도면, 이미지 등과 같이 다양하므로 이들의 표준화에 대한 연구도 요구되어진다.

연안역관리 데이터베이스의 예로 <표 1>과 같은 것이 있으며 이러한 정보데이터의 통합은 GIS에 통합되어 활용되어질 수 있다.

3. 연안지형정보 구축

연안을 효율적으로 관리하기 위한 기초로써 연안의 지형정보를 정확히 파악하는 것이 중요하다.

< 표 1 > 연안역 관리 데이터베이스 (Peter R. O'Regan, 1996)

Subjects	Data
Topography and terrain	<ul style="list-style-type: none"> - periodic beach surveys - aerial and ortho-photographs - bathymetric charts - soil maps - watershed / catchment information
Morphological data	<ul style="list-style-type: none"> - side-scan sonar graphs - sediment samples - geological bore log data
Major infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> - shore protection structure - roads - marinas, etc.
Forestry and conservation	<ul style="list-style-type: none"> - forest types and reserves - natural vegetative species - conservation areas - marine reserves
Coastal fisheries	<ul style="list-style-type: none"> - pelagic and demersal fish distribution - commercial aquaculture
Oceanography	<ul style="list-style-type: none"> - variety of physical, chemical and biological oceanographic data
Environment	<ul style="list-style-type: none"> - point pollution sources - water quality data - industrial site location - sensitivity analyses
Socio-economic data	<ul style="list-style-type: none"> - housing location - demographic structure - census information
Planning	<ul style="list-style-type: none"> - cadastral data - past and present land use information - administrative boundaries - coastal hazard zones - development pressure - land use capability - environment constraints

지형정보를 정확히 파악하기 위한 기본 지형자료로 사용되는 것이 통상 수치도면과 수치표고자료이다. 여기서는 연안역통합관리를 위한 수치도면의 제작을 위해서 현재 육역과 해역의 지형정보를 가장 쉽고 일반적으로 표현하고 있는 수치지도와 수치해도를 사용하였다. 이러한 도면들은 주요지형, 시설물, 지명 등 각종 지리정보를 수록하고 있으며, 사용목적에 따라 필요한 정보를 제공하므로 수치지도 및 수치해도 도면에서 필요한

정보만을 추출해 연안지형도를 제작할 수 있다.

다음으로는 제작된 수치도면을 사용해 2차원적인 수치도면의 내용을 3차원적인 값으로 만들어 주기 위해 수치표고모델을 제작하여야 하며, 이러한 연안지형도 제작 및 수치표고자료의 구축을 통해 연안역을 대상으로 하는 연안지형정보를 구축한다(김종규·김정현, 2003).

가. 연안지형도 제작

연안지형정보를 보다 효율적으로 구축하기 위한 방안으로 기존에 수치화되어 있는 수치지도와 수치해도를 통합하여 육역과 해역의 지형정보를 동시에 가질 수 있는 연안지형도를 제작한다. 제작에 앞서 각기 다른 기관에서 다른 방식으로 제작되고 있는 수치지도와 수치해도의 특성과 제작 방식을 먼저 검토한다. 다음으로 두 도면을 통합시키고자 할 때 발생할 수 있는 차이점을 검토하고 해결한 후, 두 도면을 통합시켜 연안지형도를 제작한다.

도면을 제작하기 위해서는 우선 그 도면의 사용 목적을 분명히 하고, 목적에 맞게 도면을 제작해야 한다. 도면 제작 시에는 도면제작 영역의 선정이 우선되어야 하며 목적에 맞는 도법의 선택과 축척, 제작방식, 수록정보 등을 결정하는 것이 필요하다. 하나의 도면을 제작하기 위해 선행되어야 하는 관측에는 많은 인원과 시간, 기술 및 비용이 필요하므로 실질적인 관측을 통한 연안주제 도면제작에 앞서 기존에 만들어진 수치해도와 수치지도를 사용해 GIS S/W에서 수치지도 및 수치해도 도면을 통합하는 방법을 사용해 연안지형도를 만들면 보다 편리할 것이다.

나. 연안수치표고자료

수치에 의해 지형의 상태를 나타낸 자료를 일컬어 수치표고자료라 한다. 수치표고자료는 지표면에 일정간격으로 분포된 지점의 높이값을 수치로 기록한 것으로 컴퓨터를 이용해 분석이 용이

하도록 만든 것이다. 수치로 표현되는 지형은 일반적으로 격자구조를 가지며 항공사진이나 인공 위성 영상의 입체분석을 통하여 생성된다.

본 연구에서는 수치표고자료로서 DEM (Digital Elevation Model)방식의 수치표고모델을 제작하였다. DEM은 균일격자 형태로 영역을 나누어 고도값을 계산하는 방식으로, 수심이나 고도의 값이 급격하게 변하는 구역에서는 정확한 표현이 힘든 단점이 있으나 육해역의 통합 제작 시에는 환경정보값 등의 통합이 용이하기 때문에 이 방법을 사용하였다. 제작방식으로는 우선 연안지형도의 포맷인 DXF을 DEM으로 바꿔주는 S/W인 ‘DXF2-DEM’을 사용하여 resolution 25m의 간격으로 연안지형도 영역의 고도값을 계산하고 이것을 다시 그래픽 S/W에서 디스플레이 하는 방식에 의해 3D surface plot를 제작하였다.

DEM자료는 지형의 기록을 점, 선 형태로 취하고 구조화한 입체도형이므로 연안의 실제 지형을 파악하는 데 매우 도움이 된다. 수치도면은 지형, 지물에 대해서는 정보를 제공하며 표고에 대해서도 등고선값을 제공하나 2차원 평면이므로 실질적인 지형을 알기에는 어려움이 있다. 따라서 수치도면으로부터 제작된 이러한 3차원 도면은 건설계획 및 연안관리, 환경자원관리 등의 여러 분야에 활용될 수 있다. 또한 DEM자료는 수치화된 데이터 형식으로 추출 가능하여 표고값을 수치화 형태로 추출해 지형을 가시화하는 것뿐만 아니라 수치모델의 입력값을 계산할 수 있기 때문에 연안역에서 다양한 활용이 가능하다.

4. 연안해수유동모델

본 연구에 사용된 해수유동모델은 2차원 수심적분모델로서 수심이 비교적 얇은 연안해역의 유동장을 계산하는 데 주로 사용된다. 모델에서 사용하고 있는 기본방정식은 연속방정식과 Navier-Stokes 방정식을 수직면 ($-h \leq z \leq \zeta$)에 대해 평균하고, 외력으로 지구자전에 의한 영향, 바닥의 마찰력 및 중력을 포함시키고, 표층에서의 바람에 의한 응력을 무시하였다(김종규·김정현, 2002).

찰력 및 중력을 포함시키고, 표층에서의 바람에 의한 응력을 무시하였다(김종규·김정현, 2002).

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}[(\zeta + h)u] + \frac{\partial}{\partial y}[(\zeta + h)v] = 0 \quad \dots(1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - f v + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{g u \sqrt{u^2 + v^2}}{(\zeta + h)C^2} = 0 \quad \dots(2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + f u + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{g v \sqrt{u^2 + v^2}}{(\zeta + h)C^2} = 0 \quad (3)$$

여기서 u, v 는 수심 평균한 x, y 방향의 유속이며, f 는 Coriolis 계수, g 는 중력가속도, ζ 는 수면변위이며, h 는 평균해면하의 수심, C 는 Chezy의 조도계수, A_h 는 수평외동점성계수를 나타낸다.

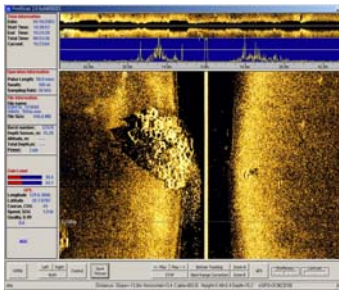
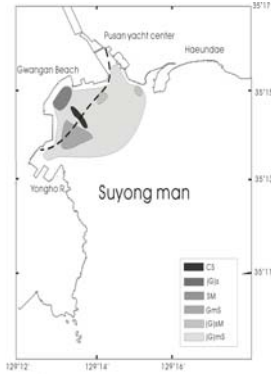
본 모델에서는 조류·확산계산에 많이 사용되고 있는 ADI (Alternating Direction Implicit Method)을 사용하였다. ADI법은 양해법(Explicit Method)과 음해법(Implicit Method)을 동시에 사용하여 계산하는 방식으로 해의 수렴성과 계산시간의 경제성 등에서 뛰어나다.

5. 연안해저지형정보

연안해저지형정보 구축을 위한 해저저질 및 지형 공간 분포도의 작성순서는 Side scan sonar 영상자료를 기초로 인공어초에 영향을 크게 미치는 해저저질과 해저지형을 고려하여 선추화(Vectorizing)를 실시하고 속성정보를 입력하여 커버리지를 작성하고, 분류에 따른 각각의 가중치를 부여하여 해저저질과 해저지형 공간 분포도를 작성한다.

한편, 측면주사음탐기(Side scan sonar)를 이용한 해저상태 조사는 음향반사자료를 이용한 해저면 분류에 앞서 선행될 경우 자료의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 측면주사음탐기(side scan sonar)는 넓은 해저 표면을 영상화하기에 매우 효과적이기 때문에 수중에서 특정한 목표물을 찾고자

할 때 사용되며 인공어초나 해저 구조물을 측면 주사음탐기를 사용해서 체계적인 탐색을 한다면 목표물의 위치를 매우 정확히 알아낼 수 있다.



cS : 점토질 모래, (G)S : 가는 자갈 모래,
 sM : 진흙 모래, Gms : 자갈 진흙 모래,
 (G)sM : 가는 자갈 모래진흙,
 (G)ms : 가는 자갈 진흙모래

[그림 1] Side scan sonar로 측정한 해저저질 및 인공어초.

해저면의 상태는 지역에 따라 매우 다양한 형태를 보이는 경우가 많다. 즉 해저면의 크고 작은 경사, 작은 규모의 침강, 함몰공, 혹은 해저구조변화에 기인한 퇴적물의 변화는 물론 서로 다른 퇴적물로 구성되어 있는 경우와 비교적 균질한 퇴적물로 구성되어 있는 경우 등 다양하다. [그림 1]은 본 연구대상해역인 수영만에서 실시한 해저면 조사자료로서 표층퇴적물 및 해저면 지형 특성을

보여준다(김길영 등, 2002).

한편, 측면주사음탐기(Side scan sonar)는 해저 저질분석 뿐만 아니라 인공어초 투입후의 현황을 조사하는 데도 유용하게 쓰이고 있는데 [그림 1]은 2003년 4월 16일 수영만 해저에 투입되어 있는 사각어초의 모습을 측면주사음탐기(Side scan sonar)를 통해 입수한 자료를 나타낸다.

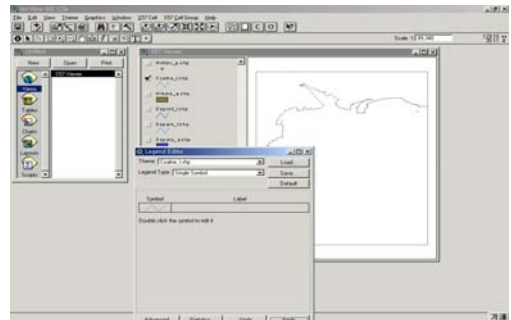
III. 결과 및 고찰

1. 연안지형정보의 가시화

본 연구에서는 연안지형공간의 그래픽정보와 수치지도화 및 공간분석을 위하여 GIS S/W중 사용이 편리하고 그래픽 기능이 강하며 데이터의 편집도 가능한 ESRI사의 ArcView 3.2a를 사용하였다. ArcView 3.2a는 전자해도 데이터 포맷을 인식할 수 있어 사용이 매우 편리한 것이 장점이다.

가. ArcView에서 전자해도의 로딩

ArcView는 기본기능 이외에 여러 가지 extension을 사용하는데 ArcView3.2a부터는 S-57 ENC View extension을 사용하여 전자해도의 로딩이 가능하다. ArcView의 ENC Viewer extension을 이용하면 전자해도 파일을 ArcView에서 작업이 가능한 shape 파일로 불러들이기 때문에 원하는 객체만을 별도로 보거나 작업할 수도 있어 편리하다.

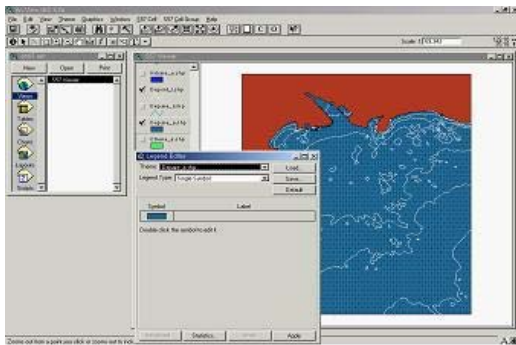


[그림 2] 해안선만 추출한 shape file.

[그림 2]는 ArcView에서 연구영역 전자해도인 KP5201C0을 ArcView 내부포맷인 shape 파일로 변환하여 불러들인 도면내 다양한 정보 중 “Coalne_l.shp” 파일만을 활성화시켜 해안선만을 선택하여 불러들인 것이다.

나. 격자망 자료의 획득

기존의 방법에서는 해도를 디지털화 한 후에 격자를 생성하고 격자에 해안선 정보가 있으면 값을 준 후 다시 육상과 해상을 구별할 수 있도록 수작업으로 파일을 작성해야만 한다. 본 연구에서는 Polygon작업이 되어 있는 전자해도를 사용하여 그리드 값을 제작하기 때문에 수작업의 필요성이 없어진다. 여기서는 우선, 연구영역의 격자망을 생성하고 이 격자에서 육지와 해양을 구분해야 한다. 모델에서 육지와 해양의 구분을 위해 격자별로 육지는 0, 해양은 1로 값을 지정한다.



[그림 3] 육지와 해양의 구분

그리드의 생성은 ArcView 메뉴중 “Convert to Grid”를 사용하였다. 이 기능은 사용시 원하는 Theme을 그리드 값으로 바꿀 수 있으며 사용자가 격자의 크기나 개수를 조절할 수 있게 해준다. 작업을 위해 전자해도내의 정보 중 육지지역과 해양지역의 정보만을 디스플레이 한 후 이 정보에 대해 가로 68개, 세로 96개의 셀을 생성하였으며, 한 셀의 크기는 100미터이다. [그림 3]은 작

업을 위해 전자해도내의 정보 중 “Depare_a.shp와 Coalne_l.shp” 파일들을 활성화시켜 육지지역과 해양지역의 정보만을 디스플레이 한 것이다.

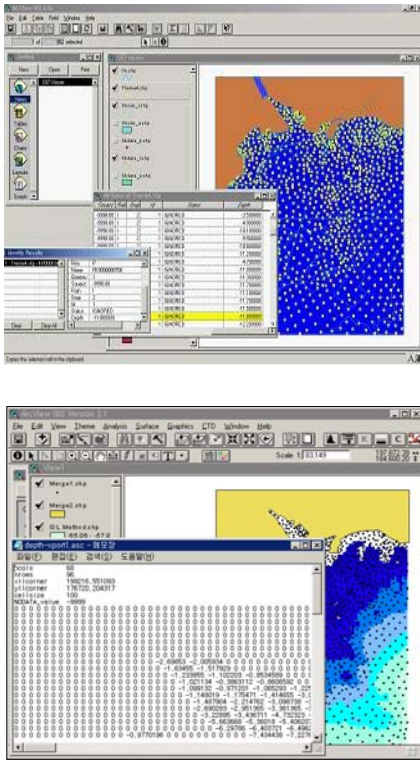
다. 수심데이터 획득 및 입력

다음으로는 각 격자별 수심값을 생성하는 단계이다. ArcView에서 전자해도의 theme 중 수심정보를 가지고 있는 파일인 sound_p.shp을 활성화시킨다. 그러나 현재 ArcView에서 전자해도의 수심은 각각의 값을 가지는 것이 아니라 그룹으로 인식하는 multipointZ로 기록되어 하나의 값을 가지고 있다. 대신에 포인트별로 마우스를 통해서 알고자 하는 위치의 수심도를 알아볼 수는 있다. 즉, 랜덤한 수심값을 수치모델에서 사용할 수 있도록 각 격자별 값으로 변경하는데 이를 위해서는 연구영역의 범위를 지정을 위해 연구영역의 Theme을 추가하고, 먼저 생성한 수심도면을 grid theme으로 변환한다. 도면으로 변환된 랜덤한 수심자료를 모델에서 사용하는 격자상의 수심값을 가지는 자료로 보간(Interpolation)시키기 위해서 ArcView Spatial Analyst에서 제공하는 보간법 중 수직적 변화가 심한 수심처리에 적합한 Kriging 방법을 사용하였다. Kriging 보간법의 기초는 점들 사이의 분산이 공간에 걸쳐 변화는 비로서 점에서의 값 사이의 평균차가 점 사이의 거리에 따라 어떻게 변화하는 가를 보여주는 분산도(variogram)로 표현된다(유복모, 1999).

[그림 4]는 수영만 지역의 포인트별 수심값과 랜덤한 수심데이터를 Kriging 방법에 의해 각 격자별로 보간되어진 수심값을 ASCII 파일로 변환하여 저장한 것이다.

2. 연안해수유동모델의 연계

GIS와 수치모델을 결합하려는 시도는 1990년대 들어서면서 수문분야와 환경분야에서 활발히 진행되었다. 수문분야에서는 유역에서의 홍수량 등



[그림 4] 수영만 지역의 포인트별 수심(sounding).

지표유출량 해석, 관개배수 등 수자원관리, 가뭄 및 홍수 재해해석에 주로 시도되었으며, 환경분야에서는 유역내 점원 및 비점원오염원 관리연구가 활발히 진행되었다. 그러나 해양의 수질모델 또는 해수유동모델과 GIS의 연계에 대한 연구는 많지 않은 실정이다(김종규·김정현, 2002). 현재까지의 연구는 공개된 모델인 HEM-3D (Hydrodynamic Eutrophication Model)나 POM (Princeton Ocean Model) 모델의 입력데이터의 생성하는 정도이며, 상업용 모델로는 네덜란드 Danish Hydraulic Institute의 MIKE와 캐나다 McMaster대학의 2차원 오염물 확산모델인 IDOR2D 등이 유동모델과 GIS S/W인 ArcView의 통합운용을 통해 입력자료의 생성과 출력자료의 가시화 및 분석 등을 하고 있는 실정이다.

한편, GIS와 수치모델의 연계방안은 여러 연구자들에 의해 논의되었다. Tim and Jo lly(1994) 및 Stuart and Stock(1993) 등은 Loosely-coupled와 Tightly-coupled method의 두 가지 연계방안을 제시하였다. Loosely-coupled 방법은 모델에 필요한 입력자료의 생성 및 모델링의 결과를 GIS에서 시각화하는 작업까지를 포함하며, Tightly-coupled 방법은 GIS 내부에 모델이 완전히 통합되는 방법으로서 이 경우에는 수치모델에 사용한 언어 역시 GIS용 언어로 변화하여 작업해야 한다. 따라서, GIS와 해수유동모델의 연계방법으로서는 Tightly-coupled 방법이 바람직하고 사용에 편리한 방식이지만 이러한 방식은 상업용 소프트웨어 개발 측면에서 주로 접근되고 있다. 그러나 일반 사용자들은 통합의 기술적 어려움이 있어 Loosely-coupled 방법이 보다 유용하리라 판단된다(김 등, 2002).

가. 연계 전처리 과정

해수유동모델을 구동하기 위한 초기 입력자료로는 일반적으로 격자망 자료와 격자화된 수심값이 기본적으로 필요하다. 그러나 해양을 대상으로 하여 디지털화된 기존자료의 부족으로 인해 연구자들은 대상해역의 해도를 일일이 디지털화하여 해안선과 수심값을 입력하는 작업을 하고 있다. 이러한 작업은 작업특성상 오차를 발생시킬 가능성이 크며 입력자료 생산에도 많은 시간이 소모된다.

따라서, 본 연구에서는 해수유동모델의 전처리 공정에 필요한 자료로서 국립해양조사원 간행 전자해도를 기본도면으로 이용하고 GIS 소프트웨어 중 하나인 ArcView와 ArcView의 활용 패키지 중 하나인 Spatial Analyst를 사용하여 초기 입력자료를 생성하였다.

나. 해수유동모델의 구현

GIS에서 전자해도를 이용하여 생성시킨 DEM을

입력자료로 사용하여 연안해수유동특성에 가장 큰 영향을 미치는 조석현상을 수치모델을 이용하여 구현하는데, 이때 입력 파일의 형태가 기존의 것과는 다르기 때문에 이에 맞게 FORTRAN 코드 중 입력문을 일부 수정하여 해수유동 수치모델링을 실시하였다.

다. 연계 후처리 과정

다음 과정은 GIS와 해수유동모델 연계중 후처리 과정으로 모델링에 의해 계산된 각 격자의 결과값을 ArcView에서 다시 시각화하는 단계이다. 연안해수유동에 대한 수치모델링의 결과를 PLOT88 등의 그래픽 라이브러리를 사용하여 시각화할 수 있으니 연구대상해역의 해수순환 특성을 관련 지리정보와의 연계를 통해 시각화하고 분석하기 힘든 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 해수유동 모델링의 결과값을 직접 전자해도 위에 표시하여 해수유동 특성과 연안지형정보와의 연계성을 높이기 위해 노력하였다.

모델링 결과를 전자해도 상에서 디스플레이 하기 위해 우선 x, y방향으로 계산된 유속값 u, v를 ASCII 파일로 ArcView에서 불러들인 후 작성한 Script를 이용해 두 파일의 값을 하나로 합친 후 이 그리드 값을 가시화하기 위해 xyz값으로 변환하는 “Grid to xyz” extension을 사용하였다. 다음으로는 유속값의 벡터를 그리기 위해 Script를

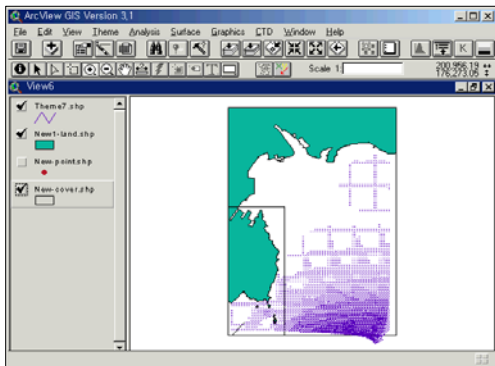
이용하여 우선 u, v값을 직선으로 그린 후 다시 화살표 머리부분을 그리는 Script를 작성하여 앞서 그려진 직선과 합성시켰다.

[그림 5]는 모델의 결과를 벡터로 그린 후 전자해도와 함께 표시한 것으로, 이때 모델의 결과는 x, y 위치값을 가지는 정보이므로 별도의 작업없이 바로 전자해도와 중첩이 가능하다.

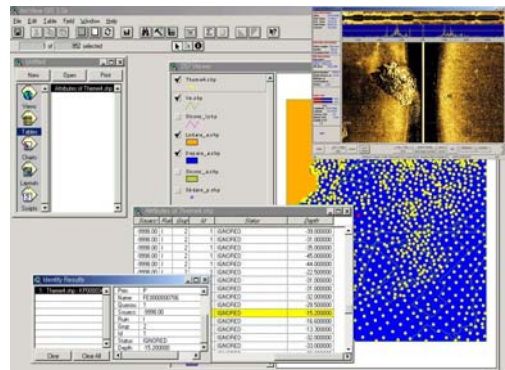
3. 연안해저지형정보의 연계

연안역은 육역과 해역의 천이지역으로 다양한 환경요인이 있으므로 해역환경요인을 수집 및 분석하여 해역정보로서의 가치를 높이기 위해서는 위치속성정보가 반드시 수반되어야 한다. 따라서 연안역 환경정보의 구축방안은 먼저 기존에 관측되어진 각종 연안 환경자료를 데이터베이스화하고 이들 자료에 위치속성을 부여하여 정보를 구축하는 것이다. 연안역 환경정보 중 해저지형정보와 GIS와의 연계방안으로 해저지질과 인공어초의 분포에 대한 측면주사음탐기(side scan sonar)에 의한 원격탐사자료를 이용하여 가시화하였다.

[그림 7]은 2003년 4월 16일 수영만 해저에 투입되어 있는 사각어초의 모습을 측면주사음탐기(Side scan sonar)를 통해 입수한 자료와 GIS 소프트웨어인 ArcView에서 측면주사음탐기 자료속에 내포되어 있는 정보들을 연계시켜 활성화시킨 결



[그림 5] 모델결과와 전자해도의 중첩.



[그림 7] ArcView에서 Side scan sonar 원격탐사자료의 위치표시.

과를 나타낸 것이다. 따라서 연안해저지형정보와의 연계를 바탕으로 보다 정확하고 종합적인 해역환경 분석 및 어초적지 선정 및 시설의 평가 및 관리가 효율적으로 수행될 수 있으리라 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 종합적 정보분석기법인 해양정보학(ocean informatics)을 활용하여 연안역통합관리문제에 있어서 GIS 기반으로 대상해역의 수리 및 지형형상을 잘 반영할 수 있는 지형정보를 최적화하고 연안해수유동모델의 시뮬레이션 결과를 지형공간자료와 연결하여 가시화함으로써 연안역 관리자의 통합관리정책 및 의사결정에 효과적으로 반영할 수 있는 시스템 운영방안을 제시하였다.

앞으로는 체계화된 해양정보시스템 구축과 연안해수유동모델과의 연계방안을 통해 모델입력값 선정의 자동화 방안의 연구가 필요하며 연안역관리정책의 효과를 극대화시킬 수 있도록 인터넷과의 연계 또한 요구되어진다. 또한 연안역에서의 실시간 모니터링 결과를 네트워크와 연계하여 실시간으로 변화하는 연안해역 환경정보들의 변동을 실시간으로 예측 및 분석하고 연안역 관리정책 수립에 효율적인 수단으로 활용될 수 있는 3차원 시각화 분석과 연계체계를 확보함으로써 연안역 관리의 의사결정에 효과적으로 반영할 수 있는 구축방안이 필요하리라 판단된다.

참고 문헌

국립해양조사원, 기본지리정보를 이용한 기본도 및 주제도 시범 제작, pp.401~4.30, 2002.
 김길영·김대철·김양은·이광훈·박수철·박종원·서영교, 측심기의 음향반사 특성을 이용한 해저퇴적물의 원격분류: 부산 수영만의 예비결과, 한국수산학회지 35(3),

pp.274~277, 20 02.
 김정현, GIS와 해역 수치지정보의 통합모델에 관한 연구, 부경대학교 공학석사학위논문, pp.3~9, 2000.
 김종규·김정현, GIS를 이용한 해도정보의 활용방안 연구, 한국해양공학회지 17(1), pp.61~66, 2003.
 김종규·김정현, GIS와 해수유동모델의 연계방안 연구, 한국해양공학회지 16(6), pp.1~6, 2002,
 김종규·김종화, 해양지리정보체계의 관리방안 연구, 수산해양교육연구 14(2), pp.161~176, 2002.
 유복모, 지형공간정보론, 동명사, pp.608, 1999.
 조광우·맹준호·신범식·김병준, 해수유동 및 부유사 확산의 예측기법 개선에 관한 연구, 한국환경정책·평가연구원, pp.228, 2003.
 한국해양수산개발원, 환경관리해역 GIS 기본시스템 구축, pp.145, 2000.
 해양수산부, 연안관리법, 1999.
 해양수산부, 연안통합관리계획, pp.179, 2000.
 Hwang, J.D., Dispersion of pollutant flowing into suyong Bay, M.S.Thesis, National Fisheries University of Pusan, 44p., 1993.
 International Hydrographic Organization, IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, Special Publication No. 57 Edition 3.1, 2000.
 Jalalin, N. and Rahimpour, H., Change monitoring on coastal zone of Oman Sea, Using Geographic Information System, Proc. Second International Conference in Environmental Management, pp.111~117, 1998.
 Jonoski, A., Hydroinformatics as Sociotechnology : Promoting Individual Stake

- holder Participation by Using Network Distributed Decision Support System, Swets & Zeitlinger, pp.250, 2002.
- Krishnan, P., A Geographic Information System for Oil Spills Sensitivity Mapping in the Shetland Islands, *Ocean & Coastal Management*, 26, pp.247~255, 1995.
- Mumby, P.J., Raines, P.S., Gray, D.A. and Gibson, J.P., Geographic information systems : A tool for integrated coastal zone management in Belize, *Coastal Management*, 23, pp.111~121, 1995.
- Peter R.O'Regan, The use of contemporary information technologies for coastal research and management - A Review, *J. of Coastal Research*, 12, pp.192~204, 1996.
- Populus, J., Moreau, F., Coquelet, A., and Xavier, J.P., An assessment of environmental sensitivity to marine pollutions : solutions with remote sensing and geographic information systems, *International Journal of Remote Sensing*, 16, pp. 3~15, 1995.
- Stuart, N., and Stocks, C., Hydrological modeling within GIS: An integrated approach", *Application of GIS in hydrology & water resources*, No. 211, pp.319~329, 1993.
- Tim, U.S. and Jolly, R., Evaluating Agricultural Nonpoint-Source Pollution Using Integrated GIS and Hydrologic/ Water Quality Model, *J. of Environ. Quality*, Vol. 23, pp.25~35, 1994.