

해수유동모델 POM 자료의 GIS 자료화에 관한 연구

허천우*, 김병국**

* 인하대학교 지리정보공학과 석사

** 인하대학교 지리정보공학과 교수

1. 연구의 배경

물과 관련한 연구는 특히 하천수질에 대해 GIS와 연계한 연구는 Texas 대학의 교수 Dr. David R. Maidment에 의해 많이 연구되어졌고 토목공학의 수문·수질분야에서도 조금씩은 다뤄오고 있다. 그러나 아직 하천의 오염물질이 흘러 들어가는 해안에 관련된 모델과 GIS와 연계한 사례는 극히 적다. 특히 넓은 지역을 포함해야 하고 하천의 영향을 받으며, 또한 염분으로 인해 하천과는 확연히 다른 성질을 갖고 있는 해양분야에 대해서는 아직 그 시도조차도 하지 못한 상황이다. 특히 해수유동모델에 대해 많은 모델들이 나와있고 연구가 되어져 있으나 구동 환경이 사용자들의 기대에 충분히 미치지 못하고 있는 실정이다. 또한 대부분의 해양을 전공하는 POM 사용자(모델러)들은 GIS를 활용하지 않는 경우가 많았다. 그리고 해수유동모델의 실험을 하기 위해 오랜 시간동안 투자해야 하는 등의 문제점들을 조금이나마 해소할 수 있는 방법이 GIS와의 연계라고 생각된다.

GIS와의 연계를 통해 해수유동모델의 입·출력 자료의 GIS 자료화하는 과정을 좀 더 실질적으로 보이고자 한다. 본 연구에서 보이고자 하는 부분은 크게 해수유동모델의 입력자료의 도시와 결과자료의 도시를 보여주고 모델 사용자(모델러)의 모델결과와 GIS 사용자의 모델결과를 비교해 보고자 한다.

2. 연구동향

2.1 해수유동모델

해수유동모델이란 해양의 어떤 현상 예를 들면, 태풍통과시 해양에서의 수위변동을 재현 또는 예보하기 위해 그 현상을 지배하는 운동방정식의 해를 구하는 것을 말한다. 이 과정에서 가상적 초기조건하에 수치적분을 행하는 것을 흔히 수치적 모사(模寫, simulation)라 하고, 관측된 어떤 상태를 초기조건으로하여 수치적분할 경우에는 수치실험(numerical experiment)이라 한다. 여기서 주의해야 할 점은 수치적분에 의해 얻어진 해는 운동방정식의 해를 구하는 과정에서 주어지는 입력자료(초기조건 또는 경계조건)⁵⁾ 의해 전적으로 영향을 받는다는 점이다.

5) 물입자의 처음 상태와 물입자가 경계에 해당하는 해안선 부근에서의 운동상태를 고려해 줘야 한다. 즉 해안선(경계)에 의한 운동상태의 변화가 초래되므로 해안선에서의 물입자의 운동에 대한 조건, 즉 해안선에서의 경계조건을 제공해야 한다. 뿐만 아니라 만입구가 외양과 접한

2.2 POM(Princeton Ocean Model)의 개요

POM은 A. Blumberg와 G. Mellor(1987)에 의해 설계된 연안역과 개방 해양(Open Ocean)에 대한 해수 순환 수치 모델이다. 세계의 많은 학술적 기관과 연구기관에서 사용하고 있다.

1996년 6월까지 POM 사용자 그룹은 대략 200명이었고 지금은 더 많을 것으로 추정된다. 수심이 얇은 곳과 깊은 해양의 운동에 대해 시뮬레이션하기에 적합하여 대서양의 일반적인 해양 순환뿐 아니라 대축척 해안 관리 문제에 걸친 다양한 개발에 사용되고 있다⁶⁾.

이러한 POM의 가장 적절한 적용 중의 하나는 NOAA의 환경 예측에 대한 국가센터에서 거의 3년 매일 24시간동안에 대해 예측한 동부 해양 예상 시스템(ECOFS)이다. NOAA에서 구축하는 자료와 POM을 통해 해수의 움직임을 파악하여, 해양의 환경에 대해 모니터링하고 있다. 또한 POM은 유럽의 바다들에 대한 연구 프로젝트들 중에서 EU가 자금을 제공한 가장 큰 멤버로 지난 수년 동안 광범위하게 사용되었다. MAST-0039-C(A), MAS2-CT93-0055, MAS2-CT94-0107 등의 프로젝트들 중의 하나인 MEDMEX(MEDiterranean Models Evaluation eXperiment)는 실험 배수지역으로 지중해를 사용하여 실험을 한 결과 여러 모델 중에 POM 모델을 가장 잘 알려지고 보편적으로 사용되는 해수유동모델로 간주하고 있다.

3. GIS와 POM과의 연계

3.1 연구대상지역

본 연구의 지역적 범위는 황해의 해양환경과 밀접한 동중국해 그리고 대한해협을 포함하는 해역으로 수심 2000m 이상의 오키나와골과 평균수심 100m 미만의 황해가 함께 포함되어 있는 해역이다. 경도로는 동경 117.5°- 131.0°(13.5°)이고 위도로는 북위 24°- 41°(17°)이다. 본연구의 대상지역을 3'× 3'간격 즉 전체적으로 270 × 340 구역의 격자체제로 구성하였다.

상태라면 조석의 영향(개방경계조건; open boundary condition)을, 바람이 불어 물입자를 요동케한다면 바람의 조건(외력조건)을, 지역적인 열적편차에 의한 밀도류가 존재한다면 온도의 지역적 분포(thermal condition)를 만내에 제공해 주어야만 한다

6) <http://www.ess.co.at/ECOSIM/models.html>

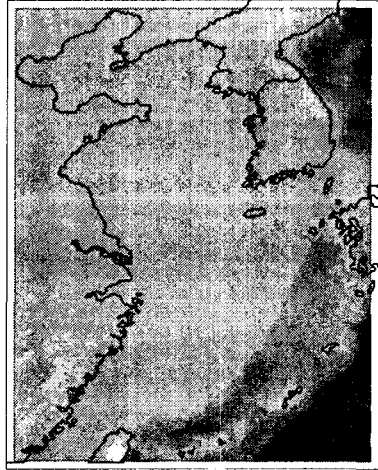


그림 3-1. 모델의 지역적 범위

3.2 GIS 전처리

3.2.1 수심자료형성

경도(x), 위도(y), 수심(z) 값으로 나열되어 있는 수심자료를 Shape 도형자료로 변환하여 ArcView에서 작업이 가능하도록 하였다. 그리고 변환된 도형 자료를 격자 간격과 보간법을 설정하여 그림 3-2과 같이 격자화 하였다. 본 연구에서는 IDW(Inverse Distance Weight)방법을 사용하여 격자화 하였다. 수심자료의 격자화를 통해서 심해와 천해가 쉽게 구분됨을 볼 수 있다.

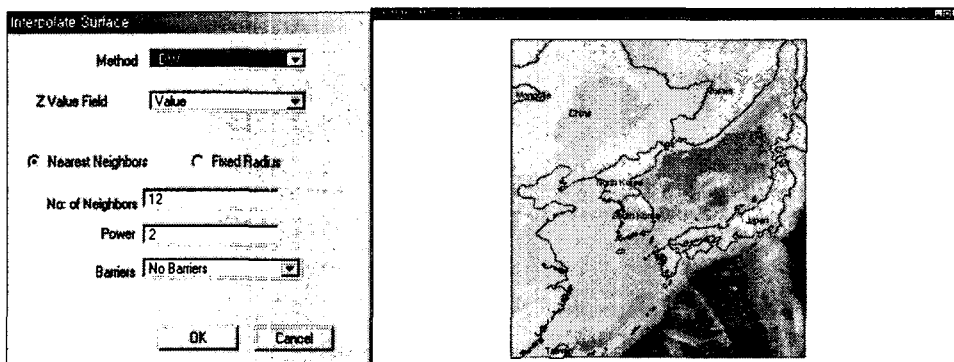


그림 3-2. 격자화 대화상자와 격자화된 자료

격자화된 수심자료를 모델의 입력자료로 사용하기 위해서는 모델의 영역에 맞게 잘라내어야 한다. 모델의 영역의 결정은 그림 3-3에서 보여주는 것과 같이 사용자가 영역을 좌표값으로 설

정하는 '점으로 그리기'와 사용자가 화면상에서 설정할 수 있는 '라인으로 그리기'로 구성되어 있다.

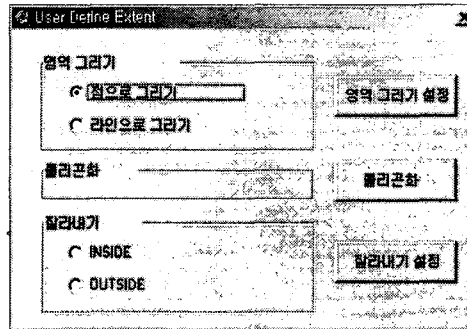


그림 3-3. 영역설정 대화상자

영역이 설정되면 모델에서 입력자료 형식에 맞게 격자간격과 파일 형식을 맞추어 모델의 입력자료로 생성한다. 격자간격을 변환할 때 재추출(Resampling) 방법은 Nearest Neighbor, Bilinear Interpolation, Cubic Convolution 이 있으며, 본 연구에서는 Nearest Neighbor 방법을 사용하였다. 모델의 입력 파일로 변환할 때는 Avenue Script를 이용해 자동으로 변환하였다.

3.2.2 입력 계수값 설정

입력 계수값은 모델의 경계값 또는 초기값 이라고도 하며, 사용하려는 모델보다 모델영역이 더 넓은 모델에서 경계에 해당하는 값들을 추출하여 입력한다.

모델의 경계값에 대한 초기값은 Cold Start 즉 처음에는 해수운동이 없다는 가정 하에 값⁷⁾을 준다. 수식으로 표현하면 $U = V = 0$ at $t=0$ 이다.

3.3 모델의 구동

모델은 M2 분조만을 고려한 13일 간의 유속을 계산하도록 되어있다. 따라서 10일 동안은 불안정한 초기값을 안정화하기 위한 워밍업 상태로 생각하고, 10일 이후의 유속 값들을 모델결과로 사용한다. PC에서의 구동을 위해 모델의 입출력 부분만을 수정하였다. 그리고 대부분의 모델러는 모델구동을 위해 유닉스 계열의 컴퓨터를 사용하거나 슈퍼컴퓨터를 사용한다. 그러나 작은 영역의 모델이거나 시간이 짧은 경우에는 일반 PC로도 모델을 구동한다. 표 3-1에서 보는 것처럼 일반 PC로 모델구동이 쉽게 처리되지 않음을 볼 수 있다.

7) 고진석, 1998. 한반도 주변 해역의 극치해면 추정. 박사학위논문. 성균관대학교 토목공학파. pp411.

표 3-1. 모델 구동 시간

CPU	구동시간	출력 파일크기
Pentium III 800MHz	10시간	320M
Pentium IV 1.4GHz	6시간	320M

3.4 GIS 후처리

3.4.1 모델의 결과자료 변환

본 연구에서 사용된 POM 모델은 M2 분조만을 고려한 것이고, 모델의 결과는 각 격자에 1 시간당 수심값과 유속값들이 바이너리 형식으로 저장되어진다. 1시간당 각 격자에 대해 수심값과 유속값들을 저장해야 하므로 13일 동안이면 많은 용량이 필요하기 때문에 아스키형식이 아닌 바이너리 형식으로 저장하였다. 이러한 바이너리 모델 결과값을 조화분해 프로그램을 이용해 각 격자의 조차 평균, 위상, 진폭, U 벡터 평균, U 벡터 위상, U 벡터 진폭, V 벡터 평균, V 벡터 위상, V 벡터 진폭 등의 값을 추출하였다. 평균값은 각 격자에 해당하는 값들을 합하여 시간의 수를 나누어 계산하였고, 진폭과 위상은 식 3-1을 이용하여 변환하였다.

$$X(r, t) \approx \sum_{i=1}^N A_i(r) \cos(\omega_i t - \theta_i(r)) \quad (3-1)$$

N : 분조의 개수

ω_i : 각 분조 성분의 주파수

$A_i(r)$: 각 분조 성분의 진폭

$\theta_i(r)$: 각 분조 성분의 위상

3.4.2 모델의 결과자료 도시

모델결과자료를 도시할 때에는 해양 모델러가 많이 사용하는 등조위도와 같은 위상을 가진 등조시도를 결과자료로 도시하였다. 등조위도와 등조시도는 등고선을 그리는 법과 같이 같은 조위와 같은 조시를 연결하였다. 따라서 등조위도와 등조시도를 도시하는 프로그램에서는 그리드를 생성하고 지워주는 기능이 있다. 그림 3-4에서는 등조위도와 등조시도를 함께 보여주고 있다. 등조위도는 빨간색으로 등조시도는 파란색으로 표현되어 있다.

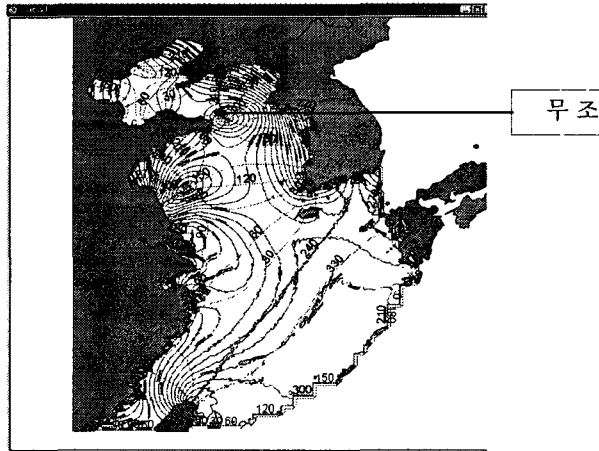


그림 3-4. Tidal chart(등조위도와 등조시도)

그림 3-4의 결과자료를 통해 빨간색의 등조위선이 무조점(nodal point)⁸⁾을 이루는 것을 쉽게 알 수 있다. 또한 파란색의 등조시도를 통해 시간에 따라 물의 흐름이 어떻게 움직이는가를 볼 수 있다.

Residual은 바닷물이 움직일 수 있는 크기와 방향을 보여준다. 만약 오염물질이 바다에 떨어졌을 때, 그 오염물질이 어디로 움직이는지를 알아보기 쉽게 해준다. 그림 3-5의 Residual은 대략적인 해양의 흐름을 화살표로 표시하였으며 더 세밀히 보고자 할 때에는 확대하여 화살표 그리기를 해주면 각각의 Residual에 대한 화살표를 볼 수 있다.

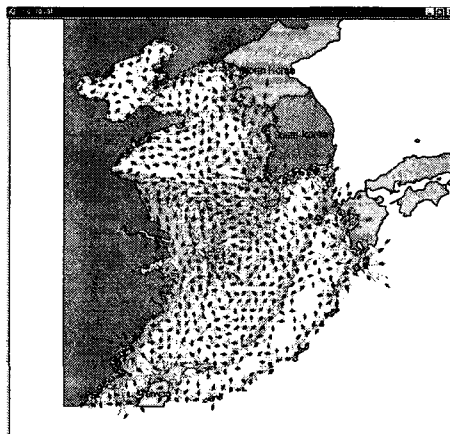


그림 3-5. RESIDUAL

8) 조류가 돌아나가는 지점

조류타원도(Tidal ellipses)는 시간마다의 유속크기를 연결하여 표현하여, 유속이 어떻게 움직이는지를 파악하기 쉽게 하였다. 한 격자마다 조류타원도를 표시하는 것은 보기 어려우므로 7개의 격자마다 조류타원도를 표시하였다.



그림 3-6. Tidal Ellipses

그림 3-6의 조류타원도는 두 가지색으로 나뉘진다. 일주조류라고 하여 위상이 24시간동안 변하는 것은 빨간색으로 표시하였고, 반일주조류라하여 12시간동안 위상이 한 주기를 갖는 것은 파란색으로 표시하였다. 조류타원도는 지형의 형태에 따라 회전 방향이 다르다. 지형의 다른 부분을 조류타원도를 통해 쉽게 알 수 있다.

3.5 모델의 보정

3.5.1 모델의 계수값 조정

모델의 계수값 중에 가장 많이 수정하는 값이 마찰계수이다. 이 마찰계수 조정을 통해 모델의 전체적인 조차, U 벡터, V 벡터 값이 변화한다. 특히 마찰 계수는 0.002-0.005 사이의 값으로 주어진다. 본 연구에서 사용한 POM 모델에서는 0.002의 값으로 사용하였다. 그러나 위상이나 진폭이 늦거나 낮으면 마찰계수를 더 작게 준다. 본 연구에서는 모델의 계수값을 조정하는 것보다 수심자료를 조정하였다.

3.5.2 수심자료의 조정

모델의 수심자료를 수정할 때 비교해야 할 대상은 검조소에 있는 조석자료이다. 그러나 본 연구에서는 사용한 모델의 조석자료는 M2 분조이다. 따라서 모든 분조의 합으로 표현되는 검

조소의 위상과 진폭 값과는 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 모델러가 만든 수심자료를 이용한 모델의 결과와 GIS로 연계한 모델의 수심자료를 이용한 모델결과를 비교하여 수심자료를 조정하였다. 수심자료 비교시에는 일대일 대응 차트로 표현하여 두 수심자료의 차이가 어느 정도인지를 확인하였다. 메뉴에서 UTILITY 기능을 찾아 실행하면 그림 3-7과 같은 대화상자가 화면에 나타나고 X축과 Y축을 선정하여 그려준다.

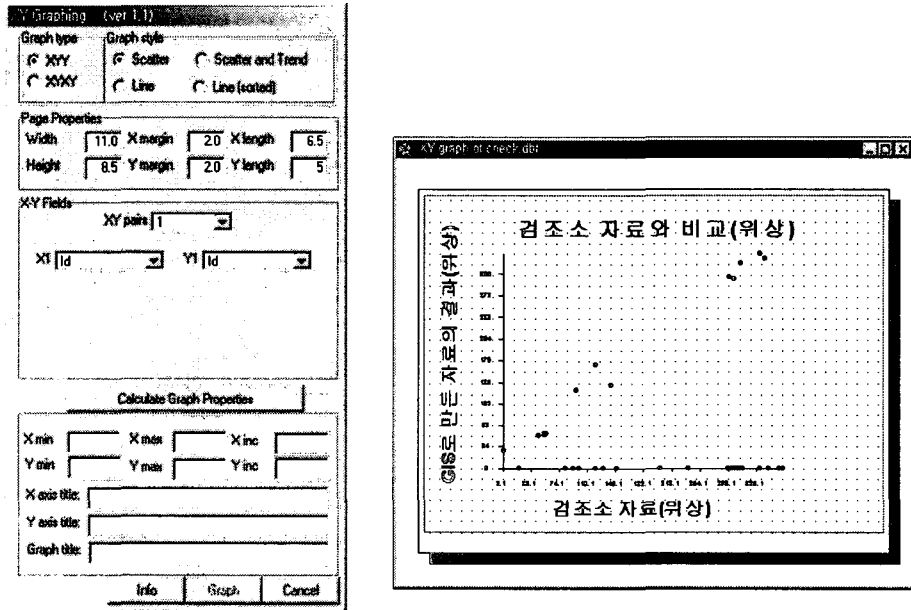


그림 3-7. 도표화 기능의 대화상자와 도표

그림 3-7에서의 표는 검조소의 자료와 비교한 표이다. 표에서 볼 때 GIS 만든 자료의 결과 중에 값이 없는 것은 검조소가 연구 범위지역에 포함되지 않는 것이다. 일대일 대응 그래프보다 약간 기울기가 큰 것을 보이고 있다. 이렇게 모든 자료에 대해 도표화 기능을 하여 자료의 결과를 비교해 볼 수 있다.

4. 해수유동모델 POM 자료의 GIS 자료화

4.1 입력 자료형태

4.1.1 입력 자료포맷

수심을 각 격자로 나눠서 격자에 해당하는 수심의 값을 'd20'라는 확장자를 가진 파일로 작성된다. POM 모델에 입력되는 자료포맷은 표4-1과 같다.

표 4-1. 입력자료포맷

라인	입력자료내용
1	배열의 크기 (270*340)
2	각 배열에 해당하는 경도
3	각 배열에 해당하는 위도
4	각 배열에 해당하는 수심

육지에 해당하는 부분은 -1의 값을 가진다. 수심에 해당하는 값들의 기준면은 평균해수면이다. 각 격자의 가로 세로에 해당하는 배열의 크기와 각 배열들의 격자사이즈 만큼의 차이가 있는 각 격자들의 경도 값들을 배열의 크기만큼 나열하고 다음에 위도의 값들을 쓴다. 마지막에는 각 위경도에 해당하는 격자 값 즉 수심 값을 쓴다. 이와 같은 형태로 자료를 변환해 주어야 모델이 구동되어질 수 있다.

4.1.2 입력 자료생성 알고리즘

모델의 입력자료를 구축하는 방법은 많이 변화하여 공공기관이나 학술기관에서 기 구축된 것을 이용하는 경우가 많다. 그러나 아직 자료가 텍스트 기반의 자료를 제공하고 있는 실정이다. 따라서 실질적으로 제대로 구축되어진 것인지를 알 수 없는 경우가 많다. 먼저 입력자료 변환 과정에서는 텍스트 자료를 도형자료로 변환해 주는 것과 모델 입력자료로 파일 변환하는 것에 주안점을 둔다. 이 알고리즘은 연안역일 경우에는 달리해야 하는 부분이 있다. 연안역에 데이터를 아직 점데이터로 제공하는 곳이 없기 때문이다. 기본적으로 X,Y,Z 형식의 경도, 위도, 수심 값을 갖는 형태로 주어지게 된다. 이러한 자료를 입력받아 래스터화하게 된다.

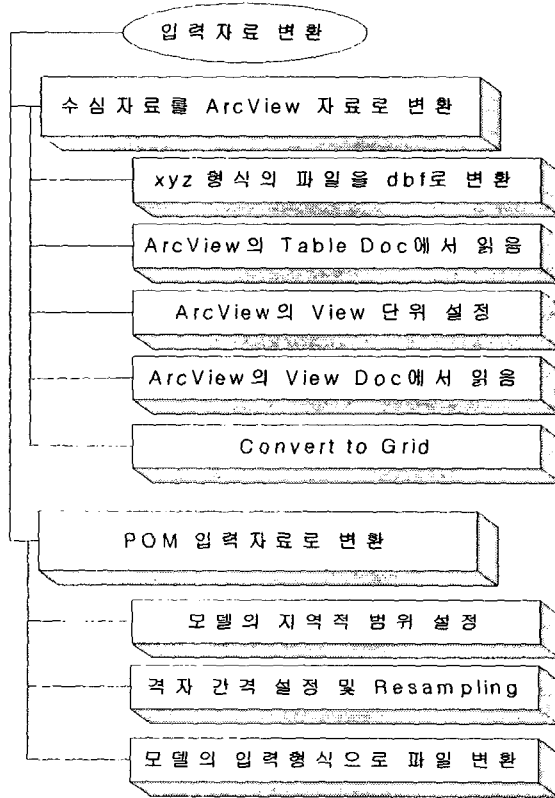


그림 4-2. 입력 자료생성 알고리즘

4.2 결과 자료형태

4.2.1 결과 자료형태

황해와 동중국해를 모델의 범위로 하는 POM을 통해 나오는 결과값은 시간에 따른 유속값과 수심값들을 표현해주고 있다. 이 값들은 Binary로 출력된다. 이 값들을 조화분해(Harmonize analysis)를 통해 수심값들과 유속(U,V) 값들은 각각 평균, 진폭, 위상등을 가지는 값을 가지게 되어 총 9가지 값들이 모델의 격자에 대해 생성된다.

모델에서 시뮬레이션 하는 시간동안의 각 격자의 수심값, 속도에 대한 값들을 평균한 값, 진폭, 위상값들이 나오게 된다. 표 3-6에 나오는 번호는 설명을 위해 부여한 것이다.

표 4-2. 결과자료포맷

라인	결과 파일 자료 내용
1	모델 각 격자의 수심의 평균(mean)
2	모델 각 격자의 수심의 진폭(amplitude)
3	모델 각 격자의 수심의 위상(Phase)
4	모델 각 격자의 U 벡터의 속도 평균(mean)
5	모델 각 격자의 U 벡터의 진폭(amplitude)
6	모델 각 격자의 U 벡터의 위상(Phase)
7	모델 각 격자의 V 벡터의 속도 평균(mean)
8	모델 각 격자의 V 벡터의 진폭(amplitude)
9	모델 각 격자의 V 벡터의 위상(Phase)

4.2.2 결과 자료처리 알고리즘

조화분해과정까지 마치고 나온 그 결과값들에 대해 어떻게 처리해서 보여줄 것인지를 결정하였다. 단순히 ASCII 값으로만 나온 결과값을 저장하는 공간을 마련하는 것과 그 결과 값들을 도형자료를 이용해 보여줄 수 있는 것으로 나눠 생각하였다.

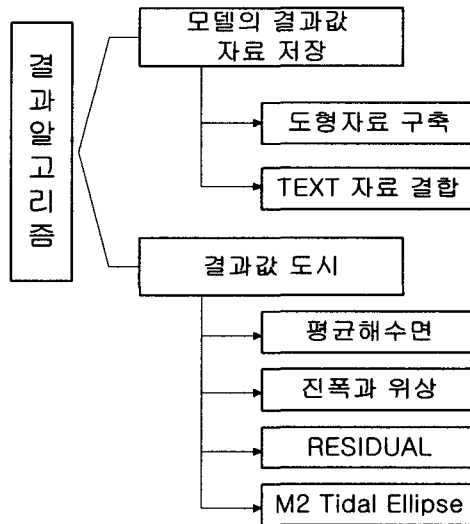


그림 4-3. 결과 알고리즘

그림 4-3에서처럼 결과알고리즘은 크게 모델 결과값자료 저장과 그 결과값들을 4개의 그림으로 도식화하는 것이다. 모델 결과값자료 저장을 위해 도형자료는 입력자료시 생성된 그리드의 중심점을 추출하여 수심값의 속성을 갖도록 생성한다. 이러한 도형에 모델결과값을 ASCII 값들로 각 격자에 맞게 저장한다. 그리고 4개의 그림들 중에 잔차류는 점으로 생성된 도형자료

와 표 4-2의 4번과 7번을 이용해 도시한다. 특히 M2 분조에 대한 조류타원도는 직각좌표 또는 유속과 유향으로 표시되는 극좌표상에 시간별로 13시간 내지 25시간 또는 그 이상 관측된 유속 벡터를 그린후 각 벡터의 끝을 연결하여 타원형태로 표현된다.

5. 연구결과 비교

5.1 수심자료생성 및 비교

모델에서는 수심값에 대한 정확값이 형성되지 않으면 구동되지 않는다. 따라서 모델의 수심값을 정확히 만들어야 한다. 특별히 수심자료 생성시, 주의해야 하는 것은 모델의 경계값을 정확하게 입력하여야 한다. 즉 육지의 부분으로 생각되는 곳에 수심값이 있거나 바다라고 생각되는 부분에 육지값이 들어가 있을 경우에 모델이 구동되지 않는다. 따라서 모델의 경계값과 수심자료를 비교하여 경계에 해당하는 값을 새롭게 부여하도록 하였다.

본 연구에서는 POM INPUT 메뉴의 순서를 따라 입력자료를 생성후, 경계값을 수심값에 수정하는 방식으로 수심자료를 수정하였다. 그림 5-1에는 모델러가 만든 수심자료와 GIS를 이용하여 만든 수심자료와 비교하였다.

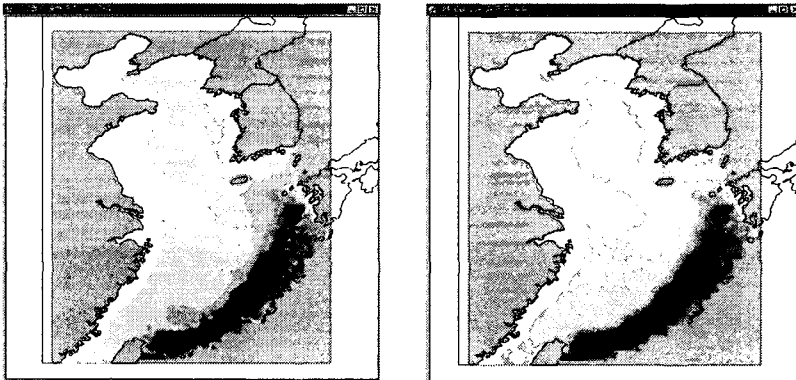


그림 5-1. GIS를 이용한 수심자료와 모델사용자의 수심자료

그림 5-1에서는 대부분 수심자료가 유사하나, 황동중국해(빨간색)에 갈수록 GIS로 만든자료와 모델러가 만든 자료의 차이가 있음을 볼 수 있다.

표 5-1. 수심값의 차이

격자수	평균	표준편차	최대차	최소차
91800	3.61401	64.964	1868.2	-866.4

수심값 차이의 평균은 3.61401m이다. 따라서 GIS로 만든 것이 전반적으로 낮은 수심값인

것을 알 수 있다. 그리고 표 5-1에서 보는 것과 같이 최대차가 1868.2m이고 최저치가 -866.4 이란 말은 곧 해양과 육지 부분이 동일하지 않음을 알 수 있다. 3σ안에 들어오는 값을 제외한 값들을 그림 5-2에서는 보여주고 있다. 특히 황동중국해의 심해에서 차이가 남을 볼 수 있고 해양의 경계에 해당하는 값들의 현격한 차이를 볼 수 있다.

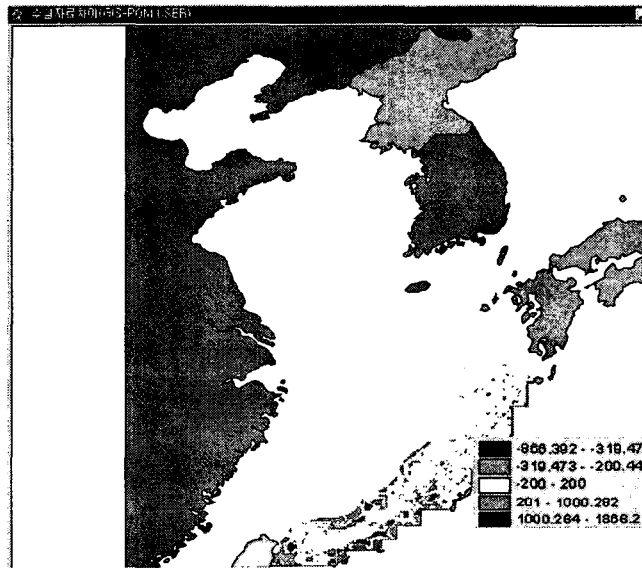


그림 5-2. 수심값의 차이(GIS - USER)

빨간색은 GIS로 만든 수심자료가 모델 사용자에게 의해 만든 수심보다 얕은 수심값을 갖는 부분이고, 파란색은 GIS로 만든 수심자료가 깊은 수심값을 갖는 부분이다. 그리고 그림 5-9에서 보는 것과 같이 91800개의 점들이 대부분 $y=x$ 의 기울기를 가진 직선을 이루고 있었다. x축은 해양 모델러가 만든 수심 값이고, y축은 GIS를 이용해 만든 수심 값이다.

그림 5-3는 x축 부분에 -1에 해당하는 값이 많다. 모델러가 만든 자료는 -1이 아닌 수심값을 가지고 있는데 GIS를 이용해 만든 자료에서는 육지로 이해하고 있는 부분이다. 따라서 경계에 해당하는 수심 값의 수정이 필요한 것을 쉽게 알 수 있다. 그리고 특별히 심해에는 스무딩(smoothing)이 필요함을 도표화 그림을 통해 선명히 알 수 있었다.

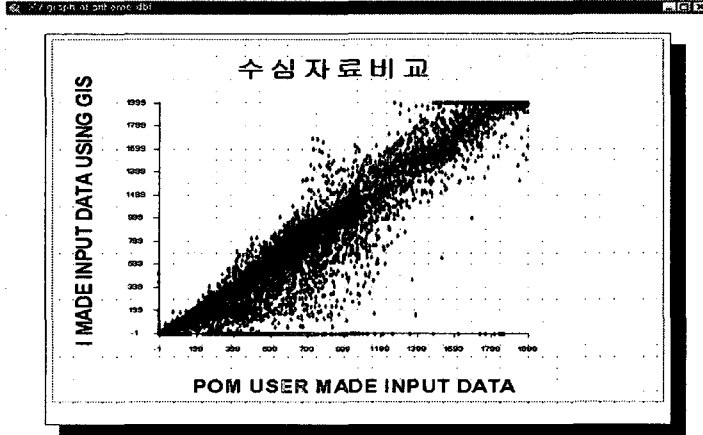


그림 5-3. 수심값의 차이를 도표화

5.2 해양모델링 결과 비교

두 개의 수심입력자료를 이용하여 각각 모델을 구동하여, 각 시간별 조차에 대해 비교하였다. 그림 5-4에서는 모델러가 만든 입력자료의 모델결과와 GIS를 이용하여 만든 입력자료의 모델결과를 보여주고 있다. 그림 에서 보는 것처럼 크게 다른 점이 보이지 않지만 중국해 부근에 약간의 조차가 남을 볼 수 있다. 그림 5-4에서 보는 모델결과들은 시간대가 12일 18시간이다.

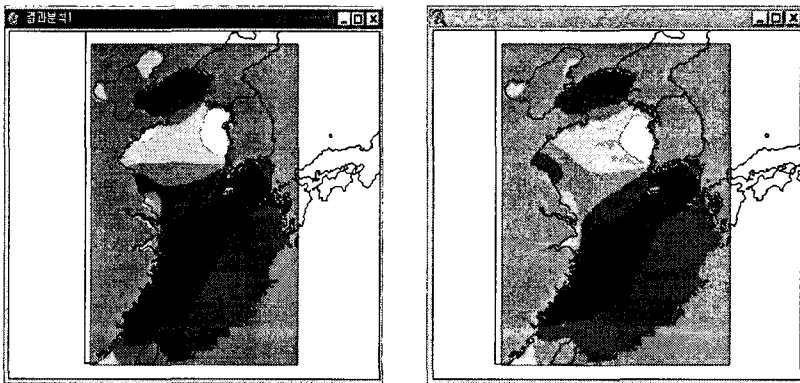


그림 5-4. 모델결과비교 (좌: 모델러의 자료 , 우: GIS 자료)

모델러의 결과와 GIS 결과의 차이를 주제도로 나타내보면 그림 5-5와 같이 나타난다. 여기에 파란색은 GIS로 만든 모델의 결과가 모델러의 결과보다 더 높은 조차를 나타내고 있는 것

이고, 빨간색으로 표시되는 부분은 반대로 모델의 결과가 더 높은 조차를 보이는 것이다.

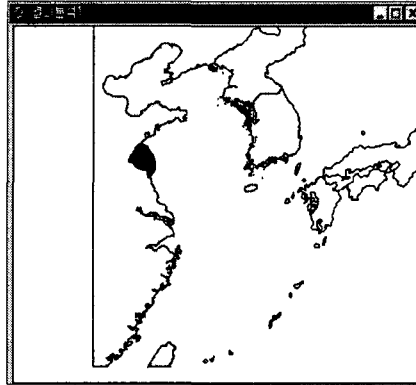


그림 5-5. 모델결과와 GIS 결과 차이

6. 결론

검조소 위치에 해당하는 모델러의 결과자료와 GIS로 수정한 모델결과자료를 그림 5-13과 같이 비교하여 보았다. 전체 검조소는 32개이나, 일부는 그림 6-1에서 보는 것과 같이 모델의 영역밖에 있거나 검조소를 육지로 인식하는 경우가 있었다. POM 모델러가 만든 진폭모델결과자료와 GIS 사용자가 만든 진폭모델결과자료에서도 일대일 대응을 보임을 볼 수 있었다. 그리고 그림 6-2에서도 동일하게 위상모델결과자료도 일대일 대응을 보이고 있음을 확인할 수 있다.

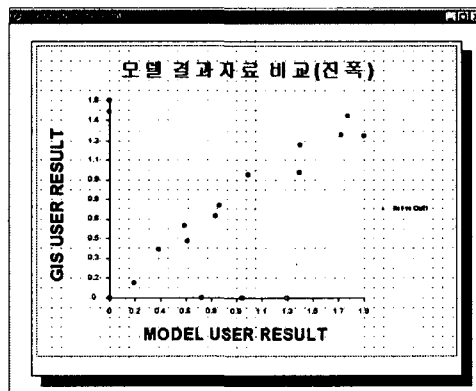


그림 6-1 모델러 진폭결과자료와 GIS를 이용한 진폭결과자료의 도표

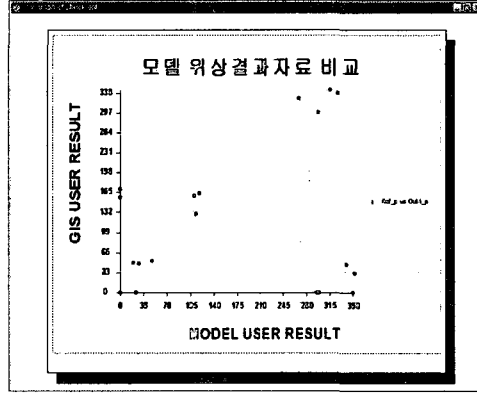


그림 6-2 모델러 위상결과자료와 GIS를 이용한 위상결과자료의 도표

모델러가 만든 자료와 유사한 형태의 차트를 그려준다. 또한 그림 5-9에서 보듯이 수심자료를 수정한 결과 모델결과와 GIS로 만든 자료와의 차이가 작아졌다. 그림 5-5와 비교하였을 때 모델러와의 결과자료차이가 줄어들음을 볼 수 있다.

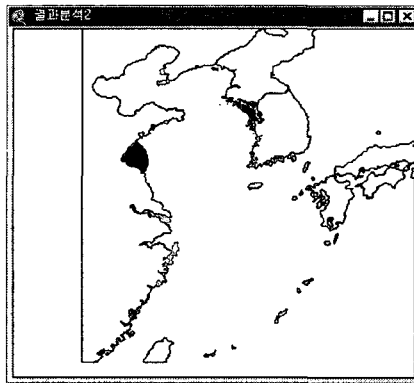


그림 6-3. 모델러의 자료와 수정한 자료의 결과 차이

따라서 본 연구의 POM 모델과 GIS와의 연계를 통해 모델러의 결과와 유사한 결과를 산출할 수 있었으며, 모델의 보정을 통해서도 더욱 나은 결과를 산출할 수 있었다. 또한 해양모델에 대한 많은 이해를 하고 있는 사람에 의해 수심이 보정된다면 더 나은 결과값을 산출할 수 있을 것이다. 그리고 본 연구를 통해 해수유동모델러의 모델 구동과 GIS 사용자의 모델 구동의 결과 차이가 크지 않음을 볼 수 있었다.

<본 연구는 과학기술부·한국과학재단지정 인하대학교 서해연안환경연구센터의 2002년도 지

원에 의한 것입니다.>

참고 문헌

- 최성규, 2000, GIS와 WASP5 수질모델의 유기적 통합에 관한 연구, 인하대학교 대학원 지리정보 공전공 석사 학위논문
- 장선덕외, 1999, 연안해양학, 시그마프레스, pp. 37-43
- A.STEWART FOTHERINGHAM and MICHAEL WEGENER., 2000, Spatial Models and GIS , Taylor & FRANCIS, pp. 6-20
- 안기석, 2002, 조석영역 설정과 조석 보정값 제공에 관한 연구, 인하대학교 대학원 지리정보 공전공 석사 학위논문
- 정해신, 1998, 황해에서의 조석 및 월별 수온 분포 수치모델링, 인하대학교 대학원 해양학전공 석사 학위논문
- 이석, 2000, 황·동중국해에서의 조류특성과 조석의 계절 변동성 연구, 성균관대학교 대학원 토목환경공학과 해안 및 해양공학 전공 박사 학위 논문
- 김충기, 1998, 남해에서 조석과 해류에 의한 해수순환 및 물질이동의 수치모델 연구, 인하대학교 대학원 해양학과 석사학위논문
- 김홍선, 1997, 경기만에서의 해수유동과 염분분포에 대한 수치모델링, 인하대학교 대학원 해양학과 석사학위논문