

五大湖 沿岸의 豫·警報體系에 대하여

呂 運 光*

1 序論

五大湖 沿岸의 豫·警報體系(Great Lakes Forecasting System:GLFS)事業은 美 中北部에 위치한 5大湖 주변의 각종 氣象變化, 湖水의 흐름狀態 및 水質狀態를 항시 觀測, 監視하고 豫報하며, 발생가능한 災害에 대하여 警報하는 體系를 개발하는 것으로서 美國과 캐나다 政府의 共同研究로 수행되고 있다. 미국측에서는 NOAA를 主務部署로 하여 NASA, 오하이오주립대학(OSU) 및 NWS(National Weather Service)가 資料의 觀測, 模型의 開發 및 情報의 傳達體系를 담당하고 있다. 현재의 研究進行은 우선 Lake Erie를 중심으로 試驗的으로 적용하는 단계에 와 있으나 곧 나머지 지역에도 확대응용될 계획이다.

이러한 氣象 및 海象變化의 豫·警報system開發은 날이 갈수록 이러한 情報를 요구하는 需要者가 급격히 증가한다는데 그 필요성을 인정받고 있다. 즉 警察이나 消防署 등 災害를 직접 담당하는 부서뿐 아니라, 陸·海·空路를 통한 輸送分野, 農·水産業部門, 沿岸開發에 따른 各種施設物 保護, 방대한 工場地域으로부터 汚染物 排出의 監視, 요트나 보트용 마리나 설비, 주변의 각종 遊樂施設에 이르기까지 이러한 정보의 제공을 필요로 하는곳은 수 없이 많으며 계속 증가하는 추세이다. 그간 이러한 정보의 중요성은 전부터 인식되어져 왔으나 과거에는 방대한 기초적 자료의 뒷받침이 없어 어려움이 많았다. 이제 精密한 觀測 裝備의 開發과 더불어 情報處理能力 또한 급격히 향상되어 이제 실시간 豫測도 가능하게 됨으로서 이러한 豫·警報體系의 開發을 推進할 수 있는 여건은 구비되었다.

2 資料의 觀測 및 收集

資料의 觀測은 陸上, 海上및 衛星을 통하여 立體的으로 이루어진다. 陸上에서의 觀測은 주로 NOAA 소속 GLERL(Great Lakes Environmental Research Lab.)에서 이루어지며 海上에서는 NWS(National Weather Service)가 담당한다. 이들에서 수집된 資料는 일차적으로 Ann Arbor에 있는 GLERL에 入力되고 分析된다. 한편 衛星에서 관측된 資料는 Boulder에 있는 NASA의 NCAR(National Center for Atmospheric Research)에서

* 明知大學校 土木工學科

畫面으로 受信되는데 이곳에서 수신된 映像資料는 digital化 된다. 이렇게 陸·海上 및 衛星으로부터 관측된 資料는 한시간마다 送·受信되고 自動적으로 OSC(Ohio Supercomputer Center)에 傳送되며 여기서 이들 資料는 數值模型의 入力資料로 쓰이기 위하여 File形態로 저장된다. 모든 資料의 送·受信은 작년 가을에 쏘아올린 尖端 通信衛星(ACTS : Advanced Communications Technology Satellite)에 의하여 이루어지고 있으며, Fig. 1에 이들의 관계를 簡略하게 표시하였다.

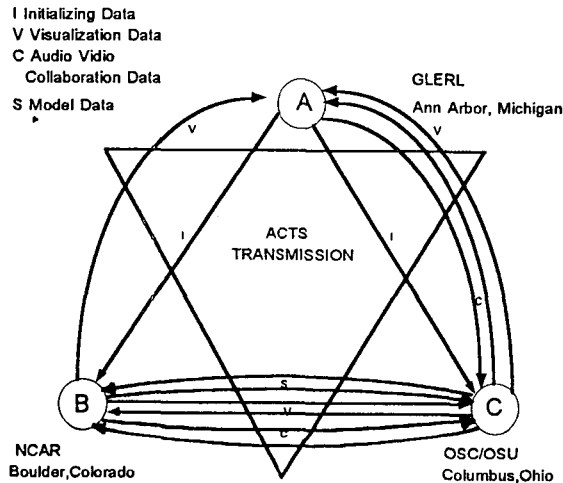


Fig. 1. Data flows between research facilities

3. 利用 數值模型

실시간 豫·警報를 위한 數值模型은 氣象模型(Atmospheric Model), 波浪模型(Wave Model), 바닥模型(Bed Model) 및 循環模型(Circulation Model)으로 나누어지며 이중 循環模型이 主模型이고 나머지들은 副模型이라 할 수 있다.

우선 氣象模型(Atmospheric Model)은 衛星에서 찍은 映像畫面으로부터 현재의 氣象 狀態를 分析하고 이를 入力하여 3일후까지 1시간 간격으로 氣溫, 바람, 濕度, 氣壓變動 등을 계산하는 模型이며 PSU와 NCAR에서 개발한 3-D nonhydrostatic version 5.0(Dudhia, 1993)인 MM5(Mesoscale Meteorological Model)을 사용하고 있다. 보통 水平格子는 計算領域에 따라 135, 45, 14, 5km등을 취하고 垂直으로는 27level로 나누어 각 格子點에서의 氣象變動을 豫測한다.

波浪模型(Wave Model)은 氣象模型으로부터 계산된 風速 및 風向을 가지고 湖水에서의 風波를 산정하는것으로서 水深이 깊은 湖水에서는 Donelan(1977)이 개발하고 Schwab등(1984)이 발전시킨 深海에서의 不規則波의 解析을 위한 模型인 GLERL 模型을 사용한다. Lake Erie와 같이 水深이 얇은 곳에서는 좀더 複雜한 SHALWW 模型(Resio, 1984)에 의하여 波浪을 算定한다. 바닥模型(Bed Model)은 淺海에서 波浪과 흐름에 의

하여 발생하는 底面剪斷應力을 계산하는 것으로서 여기서는 GG模型(Glenn & Grant Model, 1987)이 사용되고 있다.

위에 언급한 3가지 模型과 연계하여 全流動場에 걸친 水位, 流速, 濃度, 鹽分 및 溫度分布를 계산하는 模型이 循環模型(Circulation Model)이며 이에는 Blumberg and Mellor(1990)가 개발한, 일명 Princeton 模型으로 알려진, 3-D Circulation and Transport Model이 사용된다. 이 模型은 Sheng(1989)의 CH3D模型과 더불어 대표적인 模型으로서는 최근 이 模型의 適用事例가 급증하고 있다.

이와 같은 模型의 개발은 독립적으로 이루어졌으나 GLFS에서는 이들을 종합하고 연계시킴으로써 適用範圍를 확대해 나가고 있다. 따라서 이들 모형들은 相互 依存的이며 補完的 성격을 가지게 된다. 즉, 매시간 受信되어 入力되는 觀測資料로부터 앞으로의 氣象 및 海象變化를 豫測(forecasting)하는 동시에, 豫測된 資料와 實測된 資料를 비교하여 보정해나가는 과정(hindcasting)을 반복하므로써 좀 더 높은 正確度 및 信賴度를 갖는 模型을 이끌어내고 있다.

만약 豫測된 결과가 설정된 基準值를 超過하여 심각한 피해가 예상된다든지 또는 有害物質이 流出되어 擴散될 경우 住民과 該當機關에 自動으로 警報토록 한다. 이러한 模型 相互間의 關係를 圖式的으로 표시하면 Fig. 2와 같다.

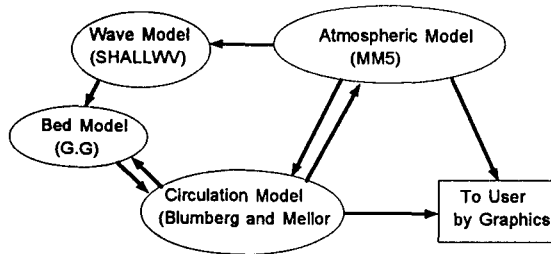


Fig. 2. GLFS Models Structure

4. 畫面模擬(Graphic Animation)

앞에서 다룬 數值模型에 의하여 豫測된 情報은 一般使用者들이 알기 쉽도록 映像(Graphic)化 하는 과정을 거쳐 關聯機關 또는 필요한 個人에게 PC端末機를 통하여 畫面으로 제공하게 된다. 주로 직접 관련되는 團體나 機關에는 轉用回線을 설치하여 사용하나 一般人에게는 모뎀을 통하여 이용하기 편리하도록 하고있다. 제공되어지는 情報은 windows상에서 menu식으로 만들어 사용하기 쉽도록 하였다.

5. 結論 및 討議

概略적으로 현재 개발되고 있는 五大湖 沿岸의 豫·警報體系에 대하여 살펴보았다. 여기서 사용되고 있는 資料의 觀測 및 收集裝置, 取扱되고 있는 模型들은 극히 最近에 개발된 것으로서 현재 國內실정으로는 이용하는데 많은 어려움이 예상된다. 그러나 國內에서도 最新機種이 속속 도입되고 있고 조만간 觀測用 衛星도 발사에정이어서 이러한 豫·警報 體系의 활용가능성은 높다고 생각된다.

현재 氣象廳에서 하고 있는 초보적 단계의 豫·警報system만으로는 더 이상 수요를 충족시킬수 없을 것이며 앞으로 韓半島를 중심으로 東海, 黃海, 太平洋 일부까지 확대되어야 하는 한편, 局地的으로는 좀더 信賴性 있는 情報를 제공해야 한다. 특히 綜合的인 環境監視體制로서의 기능이 중시될수록 이러한 체계의 개발은 중요성을 더할 것이다.

參考文獻

- Schwab, D.J., J.R. Bennet and E.W. Lynn, "A Two-Dimensional Lake Wave Prediction System", NOAA Technical Memorandum ERL GLERL-51, Ann Arbor, Michigan, 1984.
- Donelan, M.A., "A Simple Numerical Model for Wave and Wind Stress Prediction.", National Water Research Institute, Burlington, Ont., 1977.
- Resio, D.T., "Program SHALWV : A Numerical Code for the Simulation of Wave Growth, Propagation and DEcay in a Directional Spectrum on an Arbitrary Bathymetry.", CERC, WES, Vicksburg, 1984
- Glenn S.M. and W.D. Grant, "A Suspended Sediment Stratification Correction for Combind Wave and Current flows.", J. of Geophysical Research, Vol.92, 1987.
- Dudhia, J., "A Nonhydrostatic Version of the Penn State-NCAR Mesoscale Model : Validation Tests and Simulation of an Atlantic Cyclone and Cold front." MOh. Wea Rev., 121, 1993.
- Mellor G.L., User's Guide for A Three-Dimensional, Primitive Equation, Numerical Dean Model, Atmospheric and Oceanic Sciences Program, Princeton Univ., NJ, 1990.