

PS45(GE14) 방사능 물질의 장거리 수송 예측을 위한 기상장 평가 The evaluation of Meteorological Data fields for long range transport of radiological materials

정효상 · 전영신 · 송병현 · 이영복 · 이미선¹⁾
기상연구소, 기상청 수치예보과¹⁾

1. 서론

방사능 물질의 장거리 수송 예측을 위한 확산 모형은 유독 물질이나 방사능 물질 누출 사고시, 비상 대응을 위해 중요한 도구로 사용되고 있다. 이 결과의 신뢰성을 확보를 위해서는 모형의 이론 체계와 입력자료로 이용되는 예측 기상장의 정확성과 신속성이 중요하며, 이를 위해 미국, 유럽 등에서는 1980년을 전후하여 모형 체계 개발에 착수하였고, 현재는 현업에서 운용되고 있다(Lee *et al.*, 1997; J. Ehrhardt, 1998). 국내에서는 원자력발전소 주변 반경 십여 km지역에 위치한 기상청의 자동 종합 기상 측정 장치(AWS, Automatic Weather Station)의 실측 바람장을 기반으로 확산을 진단하고 있다(원자력안전기술원, 1999). 그러나 중, 장거리 규모의 장거리 수송 및 확산과정은 예측된 기상장에 기반한 확산 해석 및 대응은 아직 실용화되지 못하고 있다(김동영 등, 1999). 본 연구에서는 방사능 물질 누출과 같은 중대 사고 발생시, 48시간 혹은 72시간 기상장 예측을 바탕으로 중·장거리규모의 확산 모형과 예측 기상장의 평가를 위한 표출 시스템을 소개하고자 한다.

2. 확산 모형과 예측 기상장

모형 체계는 배출 조건, 기상, 확산 및 화학 반응, 결과 표출 부분으로 구성되어 있으며, 확산 과정은 1982년부터 NOAA/ARL을 중심으로 개발되어온 HYSPLIT4에 기반하였다. 대기중의 확산을 예측하기 위해서는 예측 기상장이 필수적이다. 지금까지 외국에서 개발된 대부분의 비상 대응 모형은, 모형 수행에서 가장 중요한 3차원 바람장을 얻기 위하여 실측자료의 내/외삽에 기반하는 단순한 진단적 바람장 예측 모형을 사용하였다. 본 연구에서는 기상청의 수치 예보 결과를 직접 사용할 수 있도록 하였다. 기상청에서는 GDAPS (Global Data Assimilation and Prediction System)와 MM5(NCAR/UCAR, Mesoscale Modeling System 5) 모형을 운용하여 1일 2회(00UTC, 12UTC) 각각 120시간, 48시간 수치예보 자료를 생산하고 있다. GDAPS의 예보 구역은 192×97 격자, 격자크기 1.875° 간격으로 전 지구 영역이며, MM5는 191×171 격자, 격자크기 30km 간격으로, 동아시아 영역에 걸쳐 수행되고 있다(기상청, 1999, 기상청, 2000). 이동/확산 및 반응 평가는 미국 NOAA/ARL (National Oceanic and Atmospheric Administration / Air Resources Laboratory)을 중심으로 개발되어 온 HYSPLIT4 (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 를 이용하였다. HYSPLIT4는 중, 장거리 규모에서 다양한 형태의 배출원에 대해 유적 및 확산 농도 분석, 침착 분석 등을 수행할 수 있다(Draxler *et al.*, 1997). Lagrangian scheme에 의하여 등압면, 등온위면, 등밀도면, UVW바람장 등에 대해 궤적 및 이류 분석을 수행할 수 있으며, Eulerian hybrid scheme으로 puff 및 particle 계산 방법에 의하여 농도 및 침적량을 도출한다.

3. 표출 및 평가

바람장, 농도분포, 침착량분포 등의 계산 결과를 VIS5D 3차원 그래픽으로 표출할 수 있도록 구성하였다. 기상 정보는 MM5 대기 모델의 결과를 GRIB이라는 자료 형식으로 받게 되며(기상연구소, 1999) 확산 모델 HYSPLIT의 결과를 ARL이라는 자료 형식으로 받게 된다. 이 두 자료를 그래픽 프로그램이 요구하는 자료 형식으로 변환하여 사용하였다. Vis5d 형식으로 전환하는데 사용되는 MM5 결과의 구조는 동서방향으로 191, 남북방향으로 171, 연직 방향으로 25 개의 격자개수를 가지며, 수평격자간격은 30km이며, 연직 좌표는 기압 좌표계로 저장되어 있다. 총 예보시간은 48시간이며, 매 3시간간격으로 그 결과물들이 기록되어 있다. 저장변수는 지위고도 (geopotential height), 바람의 동서성분(U component of wind), 바람의 남북성분(V component of wind), 온도 (Temperature), 비습(Q) 등이다. MM5 결과물의 자료 형태인 GRIB은 기종이 다른 Unix와 호환성이 높으며, 압축율이 높아서 용량면에서 효율적인 장점을 가지고 있다. 이러한 장점들 때문에 수치예보결과 자료를 저장하는 자료형식으로 널리 사용되고 있다. GRIB 형식의 자료들은 wgrib (<http://wesley.wwb.noaa.gov/wgrib.html>) 이라

는 실행명령어를 이용하여 다른 형식으로 전환이 가능하다. 이것은 anonymous ftp site로부터 source code를 다운로드 받아서 컴파일하여 사용한다. source code는 위에 제시한 URL 페이지로부터도 구할 수 있다.

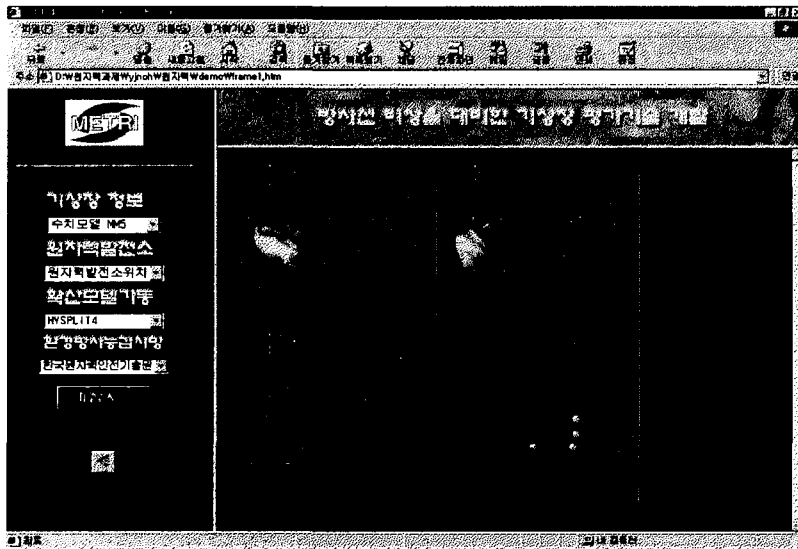


Fig. 1 The display of the meteorological field and dispersion simulation result.

4. 결과

중거리 규모에서는 누출사고후 6시간 간격으로 2일(48시간)까지, 장거리 규모에서는 누출사고후 120시간(5일)까지 수치모의가 가능하다. 이후 연구에서는 국지 규모에서도 적용이 가능하도록 기상장 및 확산/침착 모형의 down scaling과, 중국이나 일본 등 주변 국가에서 사고가 발생할 경우 즉각 적용할 수 있는 체계의 구축 등이 이루어질 예정이다.

감 사

이 연구는 한국원자력연구소의 '방사선 비상 대응 기술 개발' 과제의 위탁과제로 수행되었으며, 이 연구의 수행을 위해 협조해 주신 원자력 연구소의 이창우 박사님, 한문희 박사님, 김은한님, 기상청의 이종국과장님께 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

참 고 문 헌

기상청, 1999년 고분해능 모델의 성능과 평가, 수치예보과, 2000
 김동영, 전영신, 이영복, 오성남, 정효상, 비상대응을 위한 중·장거리 대기 확산 모형의 개발. 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, pp.147-148, 1999
 한국원자력안전기술원, 실시간 방사선 피폭해석 시스템 사용자 지침서, 한국원자력연구소, 1997
 Draxler, Roland R., G.D. Hess, Description of the HYSPLIT-4 Modeling System, NOAA Technical Memorandum ERL ARL-224, 1997
 J. Ehrhardt, The RODOS system: decision support for off-site emergency management in Europe, Nuclear Technology Publishing, Vol 73, Nos. 1-4, pp.35-47, 1997
 Lee, R.L., J.R. Albritton, K.Foster, J.M.Leone, Jr. and G. Sugiyama, ARAC-3, A new modeling system for real-time response and assessments of atmospheric release, 10th Joint Conference on the Applications of air pollution meteorology with the A&WMA, 1998
 SSEC, 1999, Vis5D HOME page <http://www.ssec.wisc.edu/~billh/vis5d.html>