

DR1) 비상 대응을 위한 중·장거리 대기 확산 모형의 개발

Development of Medium and Long-Range Atmospheric Diffusion Modeling System for Emergency Responses

김동영, 전영신, 이영복, 오성남, 정효상
 기상청 기상연구소

1. 서론

대기 확산 모형은 유독 화학 물질이나 방사능 물질 누출 사고시, 방재 대응에 매우 중요한 도구로 사용될 수 있다. 이런 목적을 위해 미국, 유럽 등에서는 1980년을 전후하여 모형 체계 개발에 착수하였고, 현재는 실용화되어 현업에서 운용되고 있다(Lee, et. al, 1997; J. Ehrhardt, 1998). 국내에서는 원자력 안전 기술원을 중심으로 원자력 발전소 주변 반경 십여 km지역에 위치한 기상청의 자동 종합 기상 측정 장치(AWS, Automatic Weather Station)의 실측 바람장을 기반으로 확산 예측을 수행할 수 있는 시스템을 운용하고 있다(원자력안전기술원, 1999). 그러나 중, 장거리 규모에서 예측된 기상장에 기반한 확산 해석 및 대응은 아직 실용화되지 못하고 있다.

여기서는 방사능 물질 누출과 같은 중대 사고 발생시, 48시간 혹은 72시간 기상장 예측을 바탕으로 중·장거리 규모의 확산 및 침적을 예측하여 비상 대응에 활용하기 위해 개발중인 모형 체계를 소개하고자 한다.

2. 모형 체계의 개발

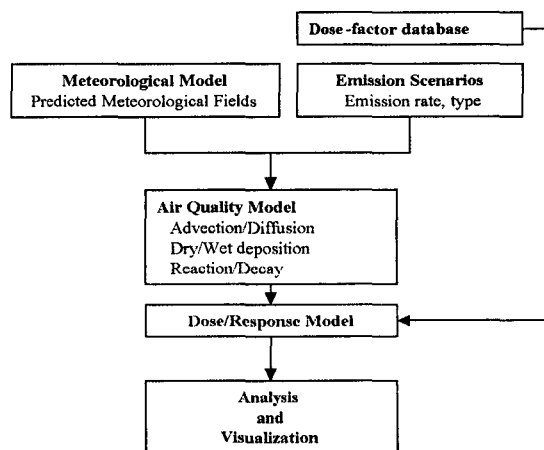
모형체계는 크게 배출시나리오, 기상, 확산 및 화학 반응, 결과 표출 부분으로 구성되어 있으며, 그 개요는 <Fig. 1>과 같다. 확산 및 반응모형은 1982년부터 NOAA/ARL을 중심으로 개발되어온 HYSPLIT4에 기반하였다.

1) 배출 시나리오

배출 위치, 배출 강도, 배출 시간, 배출 물질의 종류 및 특성 등이 입력자료로 요구된다.

2) 기상 모형

누출사고가 있을 경우 대기중의 확산을 예측하기 위해서는 예보 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 전지구 영역이며, MM5는 191×171 격자, 격자크기 30km 간격으로, 동아시아 영역에 걸쳐 수행되고 있다(기상청, 1999).



<Fig. 1> Schematic diagram of the modeling system.

3) 확산/침착 모형

이동/확산 및 반응을 평가하는 부문은 미국 NOAA/ARL (National Oceanic and Atmospheric Administration

/ Air Resources Laboratory)을 중심으로 개발되어 온 HYSPLIT4 (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory)를 기반으로 하였다.

HYSPLIT4는 중, 장거리 규모에서 다양한 형태의 배출원에 대해 궤적 및 확산 농도 분석, 침착 분석 등을 수행할 수 있도록 개발되어 왔다 (Draxler et. al, 1997). Lagrangian scheme에 의하여 등압면, 등온위면, 등밀도면, UVW바람 장 등에 대해 궤적 및 이류 분석을 수행할 수 있으며, Eulerian hybrid scheme으로 puff 및 particle 계산 방법에 의하여 농도 및 침적량을 도출한다. 또 건성 및 습성침적과 1차 반응을 고려할 수 있다.

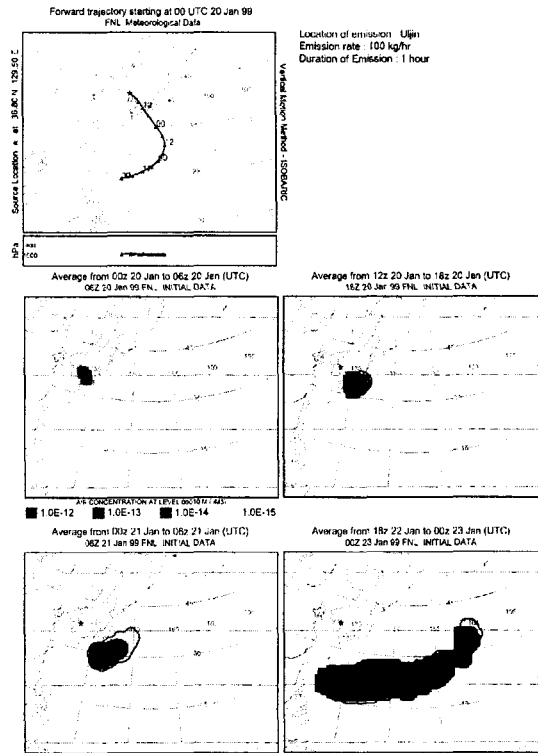
4) 결과 표출

바람장, 농도분포, 침착량분포 등의 계산 결과를 직접 그래픽으로 표출할 수 있도록 구성하였다.

3. 결과 및 고찰

가상 시나리오를 사용한 모형 결과 중의 하나를 <Fig. 2>에 나타 내었다. 현재는 중거리 규모에서는 누출사고후 6시간 간격으로 2일(48시간)까지, 장거리 규모에서는 누출사고후 120시간(5일)까지 모사가 가능하다.

차후 연구에서는 추적자(tracer) 실험을 통한 모형 결과의 검증, 국지 규모에서도 적용이 가능하도록 기상장 및 확산/침착 모형의 down scaling, 중국이나 일본 등 주변 국가에서 사고가 발생할 경우 이를 수용할 수 있는 체계의 구성 등을 수행할 예정이다.



<Fig. 2> Sample application of long-range transport.

감 사

이 연구는 한국원자력연구소의 ‘방사선 비상 대응 기술 개발’ 과제의 위탁과제로 수행되고 있으며, 이에 도움을 주신 분들께 감사 드립니다.

참고 문헌

기상청, 수치예보, 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