

HYSPLIT 모델을 이용한 오염물질의 대기확산 특성 사례분석

이관희, 문종이, 박홍모

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 34

khlee@kins.re.kr

일반적으로 지하 핵실험시 입자성 핵분열생성물들은 거의 대부분 지하에 갇히게 되지만, 제논(Xe)과 크립톤(Kr) 등의 기체는 불활성기체의 특성상 핵폭발후 대기중으로 새어나올 가능성이 높으며 특히, 방사성제논은 핵실험 후 첫날에 총 생성물의 약 1%가 대기중으로 나오는 것으로 알려졌다. 이러한 지하 핵실험에 의하여 대기중으로 배출된 방사성물질은 주변의 지형 및 기상특성에 따라 주변으로 확산된다. 본 연구에서는 지난해 함경북도에서 실시한 것으로 알려진 지하 핵실험에 의한 오염물질의 대기중 농도 및 이동 특성을 여러 가지 가정 하에서 HYSPLIT 모델을 이용하여 사례분석을 실시하였다.

- 분석 모델 및 가정 등

HYSPLIT(Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Transport) 모델은 미국 국립해양대기청(NOAA) 산하 대기연구소(ARL)와 호주 기상청이 공동 개발한 모델로, 미국, 호주, 중국 등의 지역기상특별센터(RSMC)에서 비상대응모델로 이용하고 있으며, 다른 여러 기관에서도 오염물질의 장거리수송 모델로 사용되고 있다. 특히, 이 모델은 오염물질의 농도뿐만 아니라 오염물질의 전방향 및 역방향으로의 궤적 추적도 가능한 코드로 국내에서도 황사의 장거리이동을 예측하기 위해서 기상연구소 및 대학교 등에서 많이 활용되고 있다.

본 연구에서는 NOAA 홈페이지(<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>)에서 제공하는 기상 분석자료인 GDAS(위·경도 격자 1도 간격 모델) 자료를 사용하여 인터넷에서 HYSPLIT 4.8 프로그램에 여러 가지 조건을 직접 입력한 후 계산을 수행하였다. 프로그램은 10월 9일 오전 10시와 24시간 후인 10월 10일 오전 10시를 시작시간으로 하여 2회 계산하였다. 농도계산에서 오염물질은 지표면 10m 고도에서 시간당 1이라는 단위량이 6시간 동안 배출된다고 가정하여 48시간 동안의 농도를 계산하였으며, 유적선(궤적)은 200, 400, 1,000m 고도에서 입자의 이동을 72시간 동안 예측하였다.

- 분석 결과

그림 1은 10월 9일 오전 10시부터 12시간 간격으로 48시간동안 수행한 지표면과 500m 고도 사이의 평균농도 분포를 보여주고 있으며, 그림 2는 10월 10일 오전 10시에 오염물질이 배출되었다고 가정하고 계산을 수행한 결과이다. 그림 1에서 오염물질은 북동쪽으로 이동하면서 점차 농도가 작아지고 있음을 보여주고 있으며, 24시간 후에 발생한 오염물질은 그림 2와 같이 동쪽으로 이동하고 있음을 보여주고 있다. 그림 3의 유적선 분석결과 10월 9일에 발생한 오염물질은 400과 1,000m고도에서는 입자가 북동쪽 해상으로 이동하고 있으나, 200m 고도에서는 북동진 하다가 방향을 바꿔 남진하는 모습을 보여주고 있으며, 10월 10일에 발생한 오염물질도 하층과 상층의 이동 방향이 서로 다르게 나타나고 있다.

- 결론 및 제언

본 연구에서는 미국에서 개발한 확산모델과 기상 분석자료를 이용하여 오염물질의 이동 특성을 분석하였다. HYSPLIT 모델을 이용하여 분석한 결과 오염물질은 주변 바람장을 따라 북동내지 동쪽으로 이동하면서 침착 등의 과정에 의하여 농도가 감소하는 양상을 보이고 있다. 그러나, 실제 오염물질의 정확한 예측을 위해서는 오염물질의 배출시간 및 농도와 배출지역 주변의 상세한 기상자료 및 정확한 예측모델 등이 필요하나, 본 연구에서는 여러 가지 가정을 이용하여 분석하였으므로 실제 확산현상과 차이가 있을 수 있다. 따라서, 특정시간에 배출된 오염물질의 대기중 확산

특성을 실시간으로 정확히 예측하기 위해서는 오염물질의 배출원에 대한 정확한 정보와 대기중에서의 물리/화학적 반응 뿐만 아니라 풍향·풍속 등의 정확한 기상 예보자료가 필수적이라 할 수 있다.

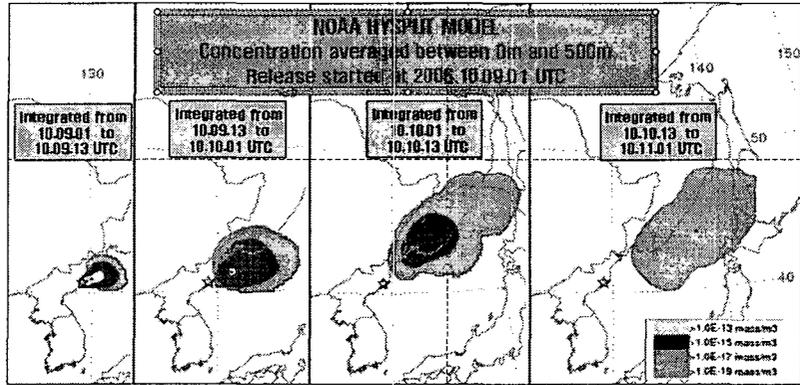


그림 1. 10월 9일 오전 10시에 배출된 오염물질의 상대농도 분포 예측

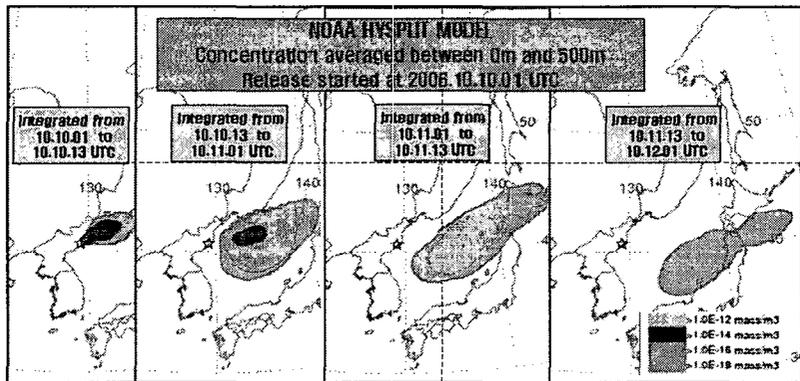


그림 2. 10월 10일 오전 10시에 배출된 오염물질의 상대농도 분포 예측

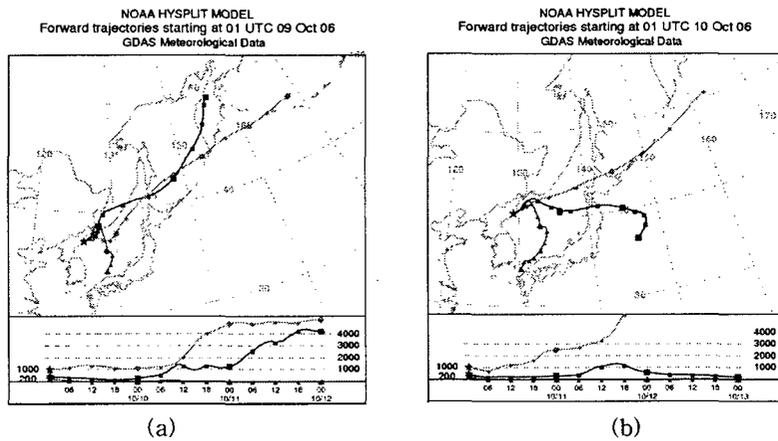


그림 3. 유적선 예측 자료(200, 400, 1,000m 고도)