

## LADAS 개발 및 적용

서경석, 김은한, 황원태, 정효준, 한문희  
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[kssuh@kaeri.re.kr](mailto:kssuh@kaeri.re.kr)

구 소련의 체르노빌 사고 이후 원전 사고시 대기로 방출되는 방사성 물질로부터 주변 주민 및 환경을 보호하고 방사선 피해를 최소화할 수 있는 비상대응 시스템의 개발이 필요하게 되었다. 우리나라도 1995년부터 방사선 비상대응 시스템 개발에 착수하여 현재 4개의 상업용 원전을 대상으로 국지규모(local-scale)의 CARE 시스템이 운영 중에 있으며, 인접 국가의 원전 사고를 대비한 장거리 대기 확산 모델 LADAS(Long-Range Accident Dose Assessment System)가 개발되어 동북아시아권을 대상으로 시험 운영 중에 있다. LADAS는 원전 사고시 신속한 계산을 위하여 가상의 입자(particle)를 대기중으로 방출하여 그 궤적을 추적함으로써 농도분포를 계산하는 Lagrangian 모델의 이론을 근간으로 하고 있다. Lagrangian 입자추적 모델을 이용한 3차원 공간에서 입자는 평균풍에 의한 이류(advection)와 난류에 의한 확산(turbulence)으로 주어진 시간간격 동안에 초기위치에서 다음 위치로 이동한다. 따라서 공간에 대한 변위는 이류와 난류에 의한 변위의 합으로써 표시된다. 난류성분의 계산은 Monte Carlo 기법을 이용하였고, 대기중 농도 지표면 건습식 농도를 계산하도록 설계되었다. 또한 계산에 중요한 영향을 주는 변수중 하나인 혼합고의 산정은 마찰속도와 온위자료를 이용하여 Monin-Obukhov 특성길이를 산정하고 이를 이용하여 Richardson number를 계산하여 이 기준에 따라 혼합층 높이를 계산하도록 모듈을 설계하였다. 개발된 장거리 대기확산 모델의 검증은 위하여 1994년 10월 유럽에서 수행된 대규모 야외 추적자 실험 ETEX(European Tracer Experiment) 자료와 비교·검증하였다. ETEX 실험은 장거리 대기 확산모델의 비교 연구인 ATMES(Atmospheric Transport Model Evaluation Study)] 프로젝트의 불확성과 모델 결과간의 차이를 최소화하기 위하여 IAEA, WMO, 유럽 EC(European Commission) 미국 DOE(Department of Energy)의 지원하에 수행된 장거리 대기 확산실험이다. 본 연구에서 개발된 LADAS와 ETEX 실험결과와의 비교는 모델의 주요 입력자료 중 하나인 혼합고(mixing height)의 변화 따른 결과를 통계자료에 의해 상호 비교하였다.

LADAS를 이용하여 ETEX 실험모사를 위하여 ECMWF의 기상자료를 전 처리하여 기본 입력자료로 사용하였다. ECMWF는 기상자료를 GRIB의 형태로 제공하는데 GRIB는 자료의 저장공간을 효율적으로 형태로 제공하는 WMO의 표준 자료 형식이다. GRIB는 자료의 저장공간을 효율적으로 관리할 수 있는 binary 형태이며 모든 종류의 컴퓨터와 O/S에서 decoding하여 사용할 수 있다. 현재 ECMWF에서는 operational model, ERA-15 및 ERA-40의 3개의 모델로부터 기상자료를 산출하여 제공하고 있다. ETEX 실험모사를 위하여 GRIB의 형태로 된 ECMWF의 ERA-40의 수치 기상예보 자료와 decoding software인 GRIBEX decoding software를 이용하여 GRIB 형태의 기상자료를 ASCII 형태의 자료 변환하였다. ETEX 실험기간 중 ECMWF GRIB 형태의 기상자료로부터 지표면 압력분포, 10m 유속분포, 2m 온도분포 및 4개 level (1000 hPa, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa)에서의 수평 및 수직 유속성분 등을 추출하여 LADAS의 기본 입력자료로 이용하였다. 확산실험 모사를 위하여 수

평방향으로  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  간격으로 73 x 55개의 격자망을 형성하고 수직방향으로 5개 수직 level 을 구성하였다. 입자는 방출점에서 1초당 1.17개를 방출하였다.

개발된 LADAS는 앞으로 ATMES 프로젝트와 ENSEMBLE 프로젝트에 참여하여 불확실성에 대한 비교·검증을 거친 후 비상시를 대비한 방사선비상 대응시스템 CARE에 연계하여 광역 대기 확산평가에 활용될 예정이다.