

## 2B2) 유해화학물질 피해확산 예측을 위한 화학물질사고대응정보시스템(CARIS) Chemical Accident Response Information System for the dispersion forecast of toxic chemicals

나진균, 박철진, 김철희, 박진호, 임차순, 박춘화, 김민섭

국립환경연구원 화학물질안전관리센터

### 1. 서 론

산업의 발달에 따라 국내에 유통되는 화학물질의 종류 및 취급량이 최근 급증하고 있으며 이에 비례해서 유해화학물질과 연관된 사고 사례도 매년 증가하고 있다(산업자원부, 2001). 이러한 화학사고의 체계적인 대응을 위해 국립환경연구원의 화학물질안전관리센터에서는 2002년 초부터 주요 화학공단을 중심으로 국가차원의 실시간 화학물질 사고대응 정보시스템 (CARIS ; Chemical Accident Response Information System)을 구축하여 유해화학물질을 체계적으로 관리·운영하고 있다 (국립환경연구원, 2002).

현 구축된 CARIS는 평상시 화학공단을 중심으로 유해화학물질에 의한 대기환경을 실시간으로 감시·통제하는 종합 관리기능을 하며 유사시에는 기상 및 대기확산모델을 결합한 실시간 예측모델링시스템을 통해 유해화학물질의 확산 및 이동상황을 미래까지 파악하고 그 결과를 토대로 오염확산의 범위, 적절한 방호·방제장비 및 제반 대응 정보를 초동대응자들에게 신속히 제공함으로써 사고대응의 효율을 극대화하고 있다.

### 2. CARIS의 구성

CARIS의 실시간 운영을 위해 병렬 Cluster PC를 기반으로 하는 하드웨어를 도입하였으며 그 주요 응용프로그램으로는 유해화학물질 피해 예측을 위한 국지 규모 3차원 상세 바람장 예측 모델링 시스템, 실시간 대기확산예측시스템, 대응기관에 초동대응을 위해 필요한 대응정보 DB 시스템, 그리고 정보를 표출할 수 있는 GIS 표출시스템으로 구성되어 있다.

• 바람장 예측 모델링시스템 : 기상청으로부터 환경부로 전송되는 전지구규모예측시스템자료(GDAPS), 지역규모예측시스템자료(RDAPS), GTS 자료, AWS 자료, 그리고 지상 및 상층기상관측 자료를 실시간으로 수집, 종합하여 Cluster PC에 구축된 다양한 상세 바람장 모델에 의해 48시간 상세 바람장을 하루에 2 번 이상 가공 생산한다. 모델 운영 방식은 RAMS (Regional Atmospheric Modeling System)를 이용하는 순수 예측 방식, 그리고 CALMET(California Meteorological Model)을 이용한 순수 진단 방식, 그리고 두 방식을 혼합한 혼합 방식이 구축되어 있으며 상시에는 예측방식으로 운영하고 있다.

CARIS의 분해능은 예측 모델의 경우 전국에 대해 3km×3km 격자망을 갖는 상세예측 바람장을 생산하며 특히 화학 공단을 주 권역으로 하는 5 개 영역 (수도권, 대산권, 여천·광양권, 부산·창원권, 울산권)에서는 1km×1km 이하의 격자망을 갖는 상세 예측 기상장을 생산, 백업하여 관리하고 있다.

• 대기확산예측시스템 : 유해화학사고 발생시 사용단계에 따라 초기평가모델과 상세확산모델로 구성되어 있다. 초기평가 모델은 증기운 폭발(VCE), 불기둥 폭발(BLEVE), 그리고 독성증기확산 모의를 위한 위험도평가모델, 그리고 가우시안(Gaussian) 형태의 수동 확산과 증기운 확산을 모사하는 SLAB, ALOHA로 구성되어 있다.

3 차원 대기확산모델은 라그랑지안 입자모델(Lagrangian Particle Dispersion Model) 및 오일러리안 격자모델(Eulerian Grid Model)이 모두 구축되어 있는데 사고 유형 및 오염원의 특성에 따라 선택적으로 수행할 수 있으며 사고 발생 시 실시간 바람장을 이용하므로 정확한 확산 예측과 대응시나리오의 적정성을 평가할 수 있다.

• **대응정보 DB 시스템** : 초기 확산 평가를 통해 구축된 기상 상태(풍향, 풍속, 대기안정도)별 비상대응시나리오 DB, 유해 화학물질에 대한 물질정보 및 방재정보, 유해화학물질을 취급하고 있는 취급시설 정보, 초동 대응기관 정보 및 응급의료기관 자료 등으로 구성되어 있다. 이렇게 구축된 유해화학물질과 관련된 제반 DB 내용은 인터넷을 통하여 제공받을 수 있도록 구축되었다(<http://www.ccsm.me.go.kr>).

• **GIS 표출 시스템** : CARIS의 수치지도에 표출되는 정보는 대기확산 모델에 의해 예측된 오염확산 결과 및 그 피해지역 등을 비롯하여 관련 대응 정보, 지리정보, 도로 정보 대피로 등의 정보를 포함한다. 또 화학공단지역의 유독물질 제조, 방재정보, 응급처치 및 시설정보 등의 취급시설의 다양한 제반 정보가 항상 GIS와 연동하여 수치지도에 표출된다. 이에 따라 사고 발생시 필요한 대응정보뿐만 아니라 주변 도로정보가 현장에서 행동할 비상대응기관에게 쉽게 전달될 수 있도록 화학공단 주변의 제반 지리정보가 구축되었다.

### 3. CARIS의 활용 방향

CARIS는 유해화학물질 사고에 따른 피해를 줄이고 사고시 합리적인 대응을 위한 기술 및 대응요령을 제공함으로써 효과적인 대응 시스템을 통한 국가적 차원의 위험물 관리의 핵심 기술로 활용될 수 있다.

또 대기환경관리시스템의 실용적 연구 차원에서는 CARIS에 의해 실시간으로 운영되는 상세 바람장 예측 및 대기확산 모델링 시스템은 국지 규모의 대기오염물의 거동 감시용으로 활용될 수 있을 뿐만 아니라(Brandt *et al.*, 2001) 각종 소각장 및 악취물질의 배출업소 등 여러 지역에서 배출되는 대기오염물질이 주변에 미치는 대기환경영향을 종합적으로 평가하고 예측할 시에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

국립환경연구원 (2002) 화학물질 사고대응 요령 교육, 164pp

산업자원부 (2001) 화학공장의 사고사례 분석

Brandt, O., J. H. Christensen, L. M. Frohn, F. Palmgren, R. Berkowicz, and Z. Zlatev (2001) Operational air pollution forecasts from European to local scale, *Atmospheric Environment*, 35(1), S91-S98.