

PC10) 사고대비물질 중 독성가스에 대한 대기확산평가 특성 분석

Characteristic Analysis of the Atmospheric Dispersion Assessment for the Toxic Gases Belong to the Accident Precaution Chemicals

유정아 · 문지영 · 천광수 · 황만식 · 노혜란 · 양희선 · 이문순
국립환경과학원 화학안전예방과

1. 서 론

화학사고 발생으로 유해화학물질이 누출되었을 경우 인명 및 환경에 치명적인 피해를 초래한다. 이에 국립환경과학원 화학안전예방과에서는 유해화학물질관리법에 따라 사고발생의 우려가 높거나 사고가 발생한 때에 피해가 클 것으로 우려되는 화학물질을 사고대비물질로 지정하여 관리하고 있다. 화학사고로 인해 독성가스와 같이 흡입 시 인체에 유해한 물질이 대기를 매체로 급속도로 확산될 경우 과학원에서는 화학물질사고대응정보시스템(CARIS) 내 대기확산평가를 통해 누출물질의 시각별 유해농도변화를 예측하고 그 정보를 대응기관에 제공한다.

확산평가를 통해 생성된 대응정보의 정확도는 모델 신뢰도에 의해 좌우되므로 CARIS내 포함된 모델에 대한 꾸준한 연구가 필요하다. 이전 연구를 통해 CARIS 내 초기확산모델인 SLAB모델의 기상 민감도 수치실험을 수행한 바 있다(유정아 등, 2006).

본 연구에서는 사고대비물질 중 기체로서 흡입 시 인체에 치명적인 영향을 초래하는 독성물질 가운데 대표물질을 선정하여 사고발생을 가정하여 대기확산평가를 수행하고 대기상태에 따른 확산모델의 기상 민감도 및 각 물질별 확산 특성을 분석하고자 한다.

2. 연구 방법

CARIS 내 대기확산평가는 사고발생시 누출에 관한 정보를 포함한 사고 상황 및 사고지역의 3차원 실시간 상세기상장을 초기조건으로 라그랑지안 입자 모델인 DENTAD(DENse gas Trajectory And Dispersion) 모델을 구동하여 3차원 농도변화를 계산하는 것이다. DENTAD모델은 건성, 습성 침적, heavy gas모듈을 포함하고 있어, 일반적으로 공기보다 무거운 유해화학물질의 확산을 모의하는데 적합하다. 본 연구에서는 우선 사고대비물질 내 독성가스 중 물질 특성을 고려하여 확산평가 대상물질을 선정하고, 화학사고 상황을 가정하여 DENTAD 모델의 초기조건을 설정하였다. 본 연구에서는 주간과 야간의 사례일을 선정하여 기상상태에 따른 대기확산평가를 수행함으로써 대기상태에 따른 DENTAD모델의 기상 민감도를 확인하였다. 또한 동일한 대기상태에서 분자량이 다른 독성가스별 대기확산평가를 수행하여 DENTAD모델이 가지는 건성 및 습성 침적효과를 물질별로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

사고대비물질 56종의 물질의 물리·화학적 성상, 위험성, 독성 등을 고려하여 가스류, 인화성 액체 및 고체류, 산화성 물질류, 유기과산화물류, 독성물질류 등으로 분류되며, 독성물질류의 경우 비가연성, 가연성, 부식성, 물과 반응하는 물질 등으로 다시 세분된다. 본 연구에서는 NFPA상 건강위험성이 큰 물질이면서 가스상 물질인 아르신, 일산화탄소, 염소, 다이보레인, 산화에틸렌, 플루오린, 사이안화수소, 황화수소, 포스핀 중 분자량을 고려하여 일산화탄소, 염소, 황화수소를 확산평가 대상물질로 선정하였다(표 1).

주간과 야간의 사례일별 DENTAD 모델을 수행함으로써 주간에 비해 상대적으로 바람이 약하고 안정한 야간의 경우, 유해화학물질이 대기 중에 더 오랫동안 지속되는 경향을 보였다. 또한 동일한 대기상태에서 분자량이 다른 독성가스별 대기확산평가를 수행함으로써 DENTAD모델이 가지는 건성 및 습성 침

적효과, 입자별 농도분포 및 시각별 유해농도변화의 차이를 볼 수 있었다. 동일한 조건, 동일한 양의 유해화학물질의 누출에도 불구하고 대기상태에 따라 유해물질 농도분포 및 확산거리가 많게는 수 km 이상 차이날 수 있음은 유해화학물질의 확산이 대기상태에 절대적으로 좌우되며, 이런 이유로 사고지역의 기상장을 정확히 예측하는 것이 무엇보다 중요함을 알 수 있다.

본 연구를 통해 CARIS 내 대기확산평가모델인 DENTAD 모델의 기상 민감도를 확인하였고, 이는 추후 대기확산평가 수행에 있어 기초 연구로 활용될 수 있으리라 기대된다.

Table 1. 사고대비물질 중 선정 대상물질(독성가스) : 기체상 물질중 NFPA상 건강위험성이 큰 물질.

물질	분자식	분자량	건강위험성 (NFPA코드)	끓는점	용도
아르신	AsH ₃	77.95	4	-63	전자공업재료(반도체)
일산화탄소	CO	28.01	3	-192	전자공업재료(반도체), 합성출발물질 및 중간체
염소	Cl ₂	70.9	3	-35	주로 염산의 합성재료로 이용, 산화제, 표백제, 살균제, 소독제 등으로 사용 유기염소화합물의 제조, 금속염화물의 제조 등에 사용
다이보레인	B ₂ H ₆	27.68	4	-92	전자공업재료(반도체)
산화에틸렌	C ₂ H ₄ O	44.1	3	11	음식물과 섬유의 혼중제, 수술기기의 소독제, 살충제
플루오린	F ₂	38.0	4	-188	합성출발물질 및 중간체
사이안화수소	HCN	27.03	4	26	합성출발물질 및 중간체, 전기도금제, NaCN의 원료
황화수소	H ₂ S	34.08	3	-61 ~ -60.3	염료, 공업약품, 의약품(디메틸 설파이드, 디메틸 설펡 사이드 황화나트륨)의 원료
포스핀	PH ₃	34	4	-87.7	살충제, 촉매



Fig. 1. 유해화학물질의 시각별 농도변화(예. 염소).

참고 문헌

- 국립환경과학원 (2005) 화학사고대응을 위한 사고대비물질 정보집.
- 유정아 등 (2006) 유해화학물질 사고시 활용되는 초기확산모델(SLAB)의 기상 민감도 수치실험, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 101-102.
- 원경미 등 (2006) 유해 대기오염물질의 난류확산 수치모의에서 침적항과 부력항 추가에 따른 효과. 한국 대기환경학회지, 22(1), 73-84.