

PC10) 유해화학물질 배출에 따른 라그랑지안 입자 확산 모델(DENTAD)의 민감도 수치실험

Sensibility Tests of the Lagrangian Particle Dispersion Model(DENTAD) for the Hazardous Chemical Releases

유정아 · 노혜란 · 양희선 · 김광호 · 박준상
국립환경과학원 화학안전예방과

1. 서 론

국립환경과학원 화학안전예방과에서는 화학사고 발생시 화학물질사고대응정보시스템(CARIS) 내 라그랑지안 입자모델인 DENTAD(DENse gas Trajectory And Deposition) 모델을 구동하여 사고지역에서의 피해예측범위 및 시간별 농도변화에 관한 상세확산평가정보를 초동대응기관에 제공한다. DENTAD 모델은 사고지역의 3차원 기상정보를 초기자료로 이용하므로 DENTAD 모델의 정확한 분석을 위해서는 기상 및 지표특성인자가 사고물질 확산에 미치는 영향에 대한 연구가 필수적이다.

그간 화학안전예방과에서는 유해화학물질 사고시 활용되는 초기기상모델(SLAB)의 기상민감도 수치실험(유정아 등, 2005), 실시간 기상장 예측 향상을 위한 토지피복자료 사용(원경미 등, 2006), 사고대비물질 중 독성가스에 대한 대기확산평가 특성 분석(유정아 등, 2007) 등의 연구를 통해 화학사고 대응을 위한 확산평가 결과의 정성적 특성 분석 연구를 수행하여 왔다. 2008년에는 유해화학물질 대량누출시 기상 및 지표특성인자가 확산에 미치는 영향에 관한 정량적 분석결과를 도출하고자 연구를 진행 중에 있다.

본 연구에서는 이에 대한 선행연구로서 DENTAD 모델을 이용하여 배출량 및 배출시간 변화에 따른 모델 민감도 수치실험을 수행하고, 시간대별 농도변화 결과를 통해 본 모델이 갖는 배출특성을 확인하였다.

2. 연구 방법

DENTAD 모델은 모델적분시간 동안 일정한 속도로 배출되는 가상의 입자에 대해 배출이 이루어지는 시간 동안에는 총 배출량을 동일하게 분할하여 할당하고, 배출이 이루어지지 않는 그 이후 시간에는 배출량을 갖지 않는 입자를 배출한 뒤 각 시간대별로 입자의 분포 및 입자가 갖는 배출량으로부터 농도를 산출한다. 특히 DENTAD 모델은 건성·습성 침적, 분자량이 큰 물질에 대한 중력침강 효과 및 희석 효과를 고려하여 확산과정에서 각 입자에 대한 질량결손부분을 계산함으로써 입자가 갖는 배출량 손실 부분이 농도 계산시 반영된다. 또한 커널밀도(Kernel Density) 방식으로 농도를 계산하기 때문에 순간 누출을 가정하여 초당 1개의 입자를 방출할 지라도 유의한 농도 산출이 가능하다(Peter de Haan, 1999).

이에 기초하여 본 연구에서는 염소가스 배출에 의한 화학사고 상황을 가정한 뒤 배출량과 배출시간을 순차적으로 증가시켜가며 모델 민감도 수치실험을 수행함으로써 물질의 배출 이후의 농도변화를 살펴보았다. 특히 화학물질 배출에 따른 모델 민감도를 알아보기 위하여 시간대별 최대농도, 그리고 초기 최대농도 대비 각 시간별 최대농도값의 비를 산출하고, 시간대별 농도변화 결과를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

화학사고 발생시 배출된 유해화학물질은 시간이 지남에 따라 이동하거나 감소한다. 유해화학물질이 일정시간동안만 배출된다고 가정하고, 배출량을 순차적으로 증가시켰을 경우, 초기 최대농도를 기준으로 초기 최대농도 대비 각 시간별 최대농도의 비는 배출량에 관계없이 동일한 비율로 감소하였다(그림 1(a)).

유해화학물질의 총 배출량 변화 없이, 배출시간을 순차적으로 증가시켰을 경우 물질이 배출되는 시간

동안은 일정한 최대농도를 유지하다가, 더 이상 배출이 되지 않는 시점부터 최대농도는 지수적으로 감소하며 감소경향은 대체로 유사하였다(그림 1(b)).

DENTAD 모델의 경우, 커널밀도(Kernel Density) 방식으로 농도를 계산하기 때문에 시간에 따른 최대농도비의 지수적인 감소는 추계학적으로도 유추 가능하다.

본 연구에서 도출된 DENTAD 모델 배출 특성은 추후 유해화학물질 대량누출시 기상 및 지표특성인자에 따른 확산특성 분석시 기초자료로서 유용하게 활용될 수 있으리라 기대된다.

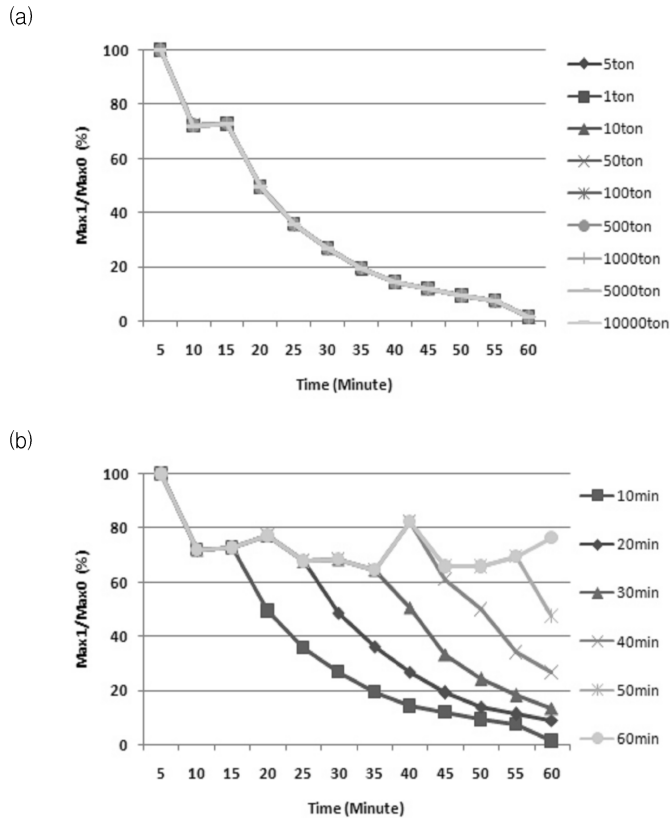


Fig. 1. The decrease ratio of maximum concentration with different (a) emission rates and (b) emission durations.

참 고 문 헌

유정아, 황만식, 천광수, 권용호, 문지영, 이진선, 윤 이, 박춘화, 박연신, 신성일, 조문식, 김성범, 김민정, 정영희, 최광수 (2006) 유해화학물질 사고시 활용되는 초기확산모델(SLAB)의 기상 민감도 수치 실험, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 101-102.

유정아, 문지영, 천광수, 황만식, 노혜란, 양희선, 이문순 (2007) 사고대비물질 중 독성가스에 대한 대기확산평가 특성 분석, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 453-454.

원경미, 이화운, 유정아, 황만식, 천광수, 권용호, 문지영, 이진선, 최광수, 홍현수 (2006) 유해화학물질의 실시간 기상장 예측 향상을 위한 최신 토지피복자료 사용, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 106-107.

Peter de Haan (1999) On the use of density kernels for concentration estimations within particle and puff dispersion models, Atmospheric Environment, 33, 2007-2021.