

DR12) 미국 Washington D.C.의 장기간 추적자 확산실험자료를 이용한 INPUFF Model과 ISC Model의 평가

Evaluation of INPUFF and ISC Model Using Longterm Tracer Experiment in Washington D.C.

이종범·송은영·황윤성
강원대학교 환경학과

1. 서론

최근 들어 인체에 무해하고 대기 중에서 화학반응을 일으키지 않는 추적기체를 이용한 확산실험을 통해 기존의 대기오염 확산모델 등에 대한 평가 및 개선이 많이 이루어지고 있으며, 특정 지형을 대상으로 한 확산실험도 종종 이루어지고 있다.

도시지역에서의 오염물질의 이동과 확산은 오염물질의 농도뿐만 아니라 인근 도시에까지 영향을 미치게 되므로 매우 중요한 과정이다. 도시 지역을 대상으로 수행된 대부분의 추적자 확산실험들은 여러 가지 제한점으로 인해 실험기간이 비교적 짧고 추적자의 방출 및 포집 지역 사이가 고정되었기 때문에 풍향에 대해 제한된 기상조건하에서 실시되었다.

한편, NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)에서는 1984년 1년동안 Washington D.C.를 중심으로 장기간에 걸친 확산실험을 수행한 바 있다. 확산실험(METREX : Metropolitan Tracer Experiment)은 1년의 실험기간동안 연속적으로 tracer gas를 방출하였다.

대기오염 예측을 위하여 사용되고 있는 확산모델 중 Gaussian 확산모델은 계산 과정이 비교적 간단하고 입력자료의 수집이 용이하므로 널리 사용되고 있으나, 여러 가지 제한점으로 인하여 모델의 계산결과는 실제와 크게 다를 가능성이 있다. 확산모델 중 Gaussian plume model은 배출량과 기상조건이 시간에 따라 변화하지 않는 정상상태(steady state)를 가정하는 모델인 반면, Gaussian puff model은 시간에 따른 풍향, 풍속의 지역차이를 고려할 수 있으며 시간에 따른 Puff의 배출량 변화도 고려할 수 있으므로 비정상상태를 나타내는 지역에 유용한 모델이다.

본 연구에서는 미국 Washington D.C. 지역에서 실시한 확산실험 자료를 이용하여 Gaussian puff식을 사용하는 INPUFF(Integrated PUFF version 2.5)모델과 미국 EPA에서 추천하고 있는 여러 모델 중 자주 사용되는 Gaussian plume 식을 사용하는 ISC(Industrial Source Complex model version 3.0) 모델을 각각 적용하여 실측농도와 모델에 의해 계산된 농도를 서로 비교하고 각 모델을 평가하고자 한다.

2. 확산실험(METREX) 자료 개요

확산실험은 미국 Washington D.C. 지역에서 1984년 1년 동안에 걸쳐 실시하였으며, 추적자로는 perfluorocarbon gas인 PMCH(perfluoro-methyl-cyclohexane)와 PDCH(perfluoro-dimethyl-cyclohexane) 물질을 사용하였다. tracer gas는 서로 다른 2지점에서 2종의 tracer gas를 기상조건에 관계없이 36시간 마다 6시간동안 동시에 방출(1000 or 2200 EST)하였다. 실험기간 동안에 도시 3지역에서 8시간 간격으로 1년간 시료를 채취하였으며, 도심 및 교외 전역 93지점에서는 14개월 동안 한달 간격으로 연속적으로 시료를 채취하였다. 기상측정을 위해서는 5개의 기상탑을 설치하여 두 층에서의 기상요소를 측정하였으며, 그 외의 기상자료들은 근처의 기상 관측소 자료를 이용하였다.

3. 연구방법

(1) 대상영역 및 기간

확산실험의 시료채취지점은 대체로 동서 80km, 남북 100km의 직사각형 영역내에 분포하고 있으나, 본 연구에서는 INPUFF 모델의 경우 계산 영역 밖으로 벗어나는 puff는 계산 대상에서 제외되므로 모델 계산 영역을 충분히 넓게 설정하여, 모델링 영역을 위도 36.167도, 경도 77.745도를 원점으로 120 km ×

140 km로 하였다. 계산기간은 1984년 7월을 대상으로 실행하였다.

(2) 모델 실행

INPUFF 모델에 필요한 입력자료로는 크게 기상자료, 배출량 자료, receptor 자료, 그리고 모델 계산에 필요한 각종 계수가 있으며, 기상자료로는 풍향, 풍속, 기온, 혼합층고도, 대기안정도 등이 입력되고, 배출량자료로는 배출 높이, 배출가스온도, 배출가스속도, 배출을 등이 이용된다. ISC 모델의 경우에도 기상자료, 배출량 자료, receptor 자료, 그리고 지형고도 자료 및 각종 계수등이 입력된다.

ISC 모델의 경우에는 단일기상자료만을 사용하며, INPUFF 모델은 DWM(Diagnostic Wind Model)과 같은 기상장 모델의 결과를 입력할 수 있다. 대상물질로는 PMCH를 이용하였다.

4. 연구결과

그림 1은 1984년 7월에 PMCH 물질에 대해 한달동안의 실측치와 INPUFF 모델의 결과, ISC 모델의 결과를 비교한 것으로, 두 모델에서는 모두 단일 기상자료를 적용한 결과이다. 그림 1-(a)는 실측치를 나타낸 것이며, 그림 1-(b)는 INPUFF 모델의 결과를, 그림 1-(c)는 ISC 모델의 결과를 나타낸 것이다. INPUFF 모델이 ISC 모델보다 더 유사하다는 것을 알 수 있다. 반면 고농도의 지점에 있어 실측치와 비교해 볼 때, 두 모델의 결과는 모두 반시계 방향으로 약 20° 정도 치우친 것을 알 수 있다. 이는 배출 지점에서의 기상이 아니라, 그 주변에 있는 단일기상자료를 사용했기 때문으로 판단된다. 따라서 기상장 모델인 DWM의 결과를 INPUFF 모델에 적용할 경우 단일기상자료를 이용할 때보다 더 좋은 결과가 나타날 것이라고 판단된다.

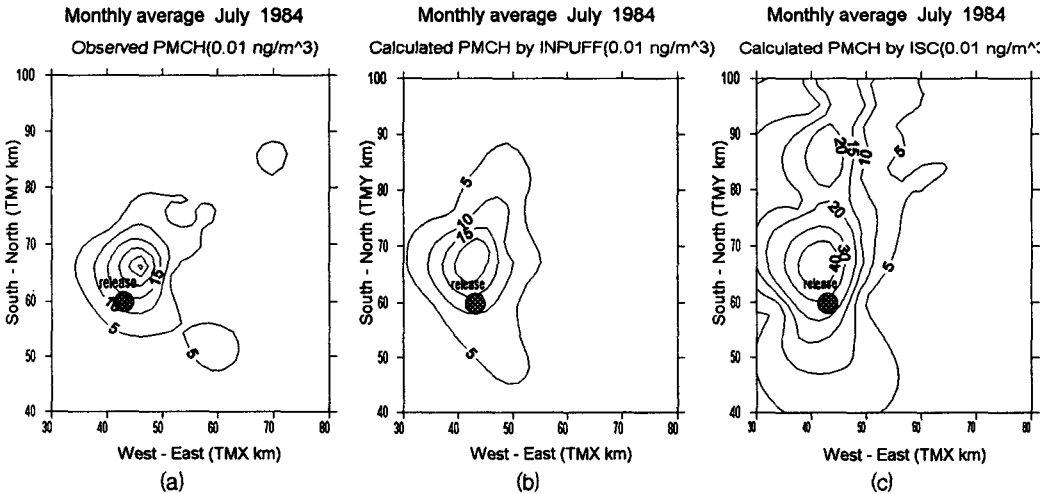


Fig. 1. Comparisons of PMCH concentration of observation, INPUFF model and ISC model.
 (● : release site)

참고문헌

Roland R.D.(1985) Metropolitan Tracer Experiment (METREX), NOAA
 U.S. EPA(1986) INPUFF(INTe grated PUFF) Model : A Multiple Source Gaussian puff Dispersion Algorithm User's Guide
 U.S. EPA(1995) User's guide for the Industrial Source Complex model Vol. II