

3C1) 수도권 대기질 모델링 체계의 구축

Development of Air Quality Modeling System for Seoul Metropolitan Area

김동영 · 최상민
경기개발연구원

1. 서론

대기질 모형은 대기중 오염물질의 확산과 반응을 이해하는 연구도구(research tool)로서 사용되며, 현재의 대기질을 평가하고 미래의 대기질을 예측하며 각종 관련 정책 실시에 따른 영향을 평가하는 규제 도구(regulatory tool)로도 사용된다.

최근 대기질 정책 관련 연구에서 반응성 모형을 이용한 다양한 평가가 있었지만, 자료 축적이나 지역 특성에 따른 tuning이 중요한 모델링 연구의 특성을 제대로 반영하지 못하여, 피상적인 활용 수준에서 머무르고 있다. 특히 수도권과 같이 대기오염에 영향을 미치는 요인이 복잡 다단할 경우에는 배출 및 기상모델링과 함께 현업(routine work) 수준의 일상적인 모델링 시스템의 구축이 필요하지만 이와 관련한 연구는 매우 제한되어 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 서울, 인천, 경기도를 포함한 수도권을 대상으로 대기질을 분석 예측할 수 있도록 대기질 모델링체계(air quality modeling system)를 구축하는 것을 목적으로 하였다. 대기질 모델링 관련 최근 동향을 분석한 다음, 도시지역 대기질 해석에 적합한 모형을 선정하여 배출모형, 기상모형 등과 결합한 대기질 모델링체계를 구축하였다. 또 이 모형체계를 수도권의 실제 상황에 적용하여 활용 가능성을 모색하였다. 이 연구를 통하여 수도권 지역에 대한 대기질의 평가 및 예측, 각종 정책대안에 따른 효과 분석 등을 상시적으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구의 시간적 범위는 2000년을 기준년도로 하였으며, 공간적 범위는 서울특별시, 인천광역시, 경기도 전역을 대상으로 하였다. 내용적 범위는 먼저 대기질 모델링과 관련하여 모형체계의 구성요소와 기능 및 이와 관련된 국내의 현황 등을 살펴본 다음, 현재 이용되고 있는 대기질 모형을 검토하여 UAM 모형을 기본으로 하고, 이 모형을 상시적으로 운영할 수 있도록 배출모형 및 기상모형 그리고 후처리(post-processing) 분석 체계를 구축하였다. 배출모형은 기존의 수도권 배출목록 데이터베이스를 기반으로 격자별(grided), 매시간별(hourly), 오염물질 종류별(speciated) 배출량을 산출할 수 있는 모형, EMPS를 별도로 개발하였다. 기상모형은 DWM과 MM5를 채택하였으며, 모형 결과를 분석하는 후처리 체계로는 PAVE시스템을 활용할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 구축된 모델링 체계의 구성은 그림 1과 같다.

구축된 모형체계는 2000년을 기준으로 수도권에 적용하였다. 2000년 한 해 동안 고농도 대기오염이 발생한 기상상태를 분석하여 전체 5가지 경우의 모델링 대상기간을 설정하였다. 같은 기간동안 배출모형을 적용하여 시간별, 격자별 배출량을 산출하고(그림 2 참고), 기상모형과 함께 대기질 모형을 적용하였다.

대상물질은 최근 수도권의 대기질 변화 추세에 맞추어 질소산화물과 오존, 오존선구물질인 휘발성 유기물질로 하였으며, 모형결과와 실측결과를 비교 분석하여 모형의 정합성으로 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

모형의 정합도 분석을 위해 모형 적용 기간별로 모형결과와 대기질 자동측정망의 실측결과를 비교 분석하였다(그림 4 참고). 분석결과 전체적으로 O₃에 대한 예측력은 비교적 높은 반면 NO₂에 대한 예측력은 상대적으로 낮았으며, 물질별로 지역적인 편차도 상당히 큰 것으로 분석되었다.

O₃의 경우 가장 잘 맞는 때는 단대동 지점의 경우 결정계수 0.7749 정도에 시간적 패턴도 거의 일치

하였으나, NO₂의 경우는 인천 구월동에서 결정계수 0.5814정도였다. O₃와 NO₂ 모두 모델링 예측치가 실측치보다 약간 높게 나타났다. 전체적으로 O₃는 상관도 0.5511로 비교적 무리 없이 예측하는 것으로 나타났으나, NO₂는 0.0424로 예측정도가 상대적으로 떨어지는 것으로 나타났다. 공간적 분포도 O₃이 NO₂보다 더 잘 묘사하는 것으로 분석되었다. 모형결과와 예측치 사이의 편의(bias)와 오차(error) 등을 분석한 결과 미국 EPA가 제시하고 있는 모형실행 기준(Bias ≤ ±20%, Gross error ≤ ±15%)을 충족하는 것으로 나타났다.

대기질 모델링은 아직까지 기술적으로 어려운 부분이 많고, 방대한 자료체계가 수반되어야 하기 때문에 단시간에 유의할 만한 수준으로 활용하는 것은 매우 어렵다. 따라서 상시적인 모델링 체계를 구축하고 지속적으로 운영하면서 해당 지역특성에 맞도록 정비해나가는 것이 매우 중요하다.

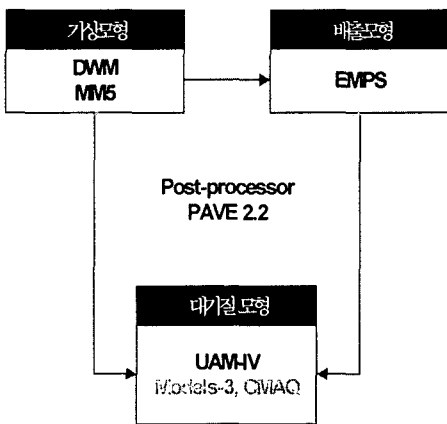


Fig. 1. 대기질 모델링체계의 구성

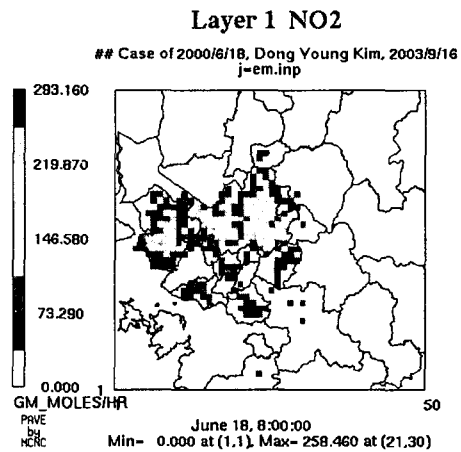


Fig. 2. 배출량예(NO₂ 2000/06/18 08:00)

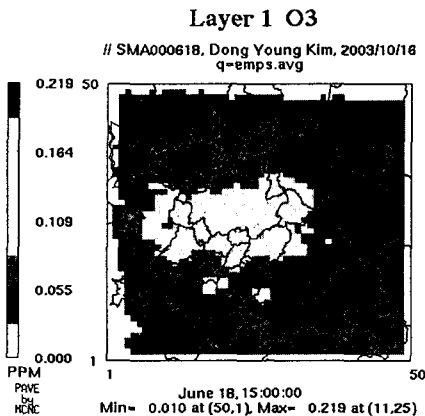


Fig. 3. 농도분포예(O₃ 2000/06/18 15:00)

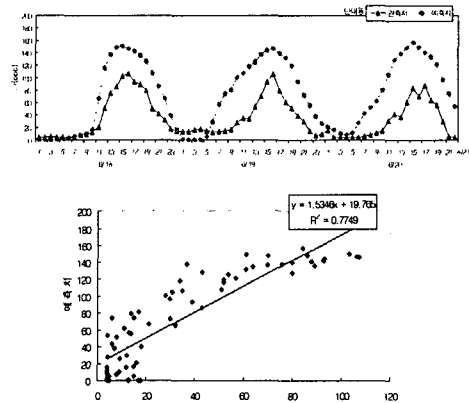


Fig. 4. O₃ 실측치 비교(6/18, 단대동)

참고 문헌

- 김동영, 이성용 (2002) 경기도 대기오염물질 배출목록 구축방안, 경기개발연구원, 2002
- 김동영, 최상민 (2003) 수도권 대기질 모델링체계 구축방안, 경기개발연구원, 2003
- 환경부, 대기정책지원시스템 구축 4차년도 보고서, 2003. 11
- California EPA, ARB, Technical Guidance Document: Photochemical Modeling, 1992. 4