

DR1)

공단지역의 SO₂ 농도 예측 및 평가

The Prediction and Evaluation of SO₂ Concentration in the Industrial Complex

이화운, 김유근, 원경미, 배성정*

부산대학교 대기과학과, *부산대학교 환경시스템학과

1. 서론

대기오염 예측모델에 의해 산정된 결과는 모델에 적용된 오염배출량과 오염물질의 물리·화학적 성질 및 입력된 기상자료와 배출원, 착지점의 특성 등에 의해 크게 영향을 받는다. 그러므로 모델의 특성에 관한 검토와 입력자료의 준비 및 적용에 대한 연구는 모델예측결과의 신뢰도를 높일 수 있으므로 대기오염 예측모델을 대상지역에 적용할 경우에는 합당한 검토가 선행되어야 한다.

그러나 지금까지 대기확산 모델의 실제 적용에서는 모델의 선정과 검증 및 보정을 위해 실측치와 모델을 통하여 얻어진 예측치 사이의 상관정도를 이용하여 모델을 보정하는 방법을 사용하는데, 이는 모델의 유용성은 높일 수 있으나 모델자체의 예측력을 높이는 것은 아니다.

따라서 입력자료의 선정에 대한 Case별 연구를 통해 계산결과가 얼마나 민감하게 반응하는가를 분석함으로써 모델이 갖는 한계범위 안에서 모델의 예측력을 높이고자 하였다. 또한 분석된 결과를 따라 가장 지역특성을 잘 반영할 수 있는 대기확산모델을 선정하여 공단지역과 같은 복잡 오염원들이 그 주변지역의 대기환경과 대기질에 기여하는 정도가 얼마인지를 고찰해 보고자 한다.

연구의 대상지역은 부산지역에서 주요 배출원이 되고 있는 사상공단과 신평공단, 장림공단지역을 포함한 그 주변지역이며, 이 지역은 산악과 구릉지대로 둘러싸여 있어 지형의 영향을 크게 받는다(Fig. 1 참조). 사용한 대기확산모델은 U. S. EPA에서 권장하고 있는 모델 중 지형을 고려하여 산업단지, 발전소, 소각시설과 같은 점오염원 및 복잡한 오염원에 대한 단기간의 대기오염 농도를 예측할 수 있는 ISCST3, FDM, AERMOD모델과 장기간의 대기오염 농도를 예측할 수 있는 ISCLT3, FDM모델을 이용하였다.

2. 연구방법

2.1 계산영역 및 기간

부산지역 중 대기오염물질의 주요 배출원인 사상, 신평, 장림공단을 포함한 주변지역을 모델링 영역으로 설정하였으며, 1km크기의 수평격자로 나누어 10×23(TM좌표로 195 ~ 205km, 남북 171 ~ 194km 영역)개 격자로 세분화하였다. 또한 농도분포의 특성을 알아보고자 1km×1km격자 간격으로 착지점을 배치하였다.

대상물질로는 공단지역에서 주요한 오염물질인 SO₂를 선정하였으며, 단기예측은 고농도가 발생하였던 1995년 12월 2일부터 3일까지 2일간으로, 장기예측은 1986년부터 1995년까지 10년간으로 하여 공단지역 및 인근지역에 미치는 영향을 파악하였다. 또한 모델의 상관도 분석시 요구되는 관측자료는 환경부 산하 대기질 자동측정망 중 덕천동, 광복동, 감전동, 신평동지점의 SO₂의 농도를 이용하였다.

2.2 공단주변지역의 대기오염물질 농도 단기예측

SO₂의 배출량은 1km × 1km격자 간격으로 각 오염원을 점, 선, 면오염원으로 구분하여 산정하였다. 기상자료는 부산대 대기환경연구실에서 공단지역내에 위치하고 있는 신평2동 동사무소 옥상에 설치한 자동관측장비(AWS)자료의 수평기상관측자료(풍향, 풍속, 온도)를 이용하였다. 그리고 대기혼합고를 산정하기 위하여 본 대상지역에 포함되어 있는 감천에서 1996년 2월3일에서 4일까지 실시한 연직기상관측자료(부산대학교 대기환경연구실)를 이용하여 단기간의 대기오염농도를 예측하였다.

2.3 공단주변지역의 대기오염물질 농도 장기예측

SO₂의 배출량은 1km × 1km격자 간격으로 각 오염원을 점, 선, 면오염원으로 구분하여 계절별로 산정하였다.

기상자료는 부산지방기상청의 1984년에서 1995년간의 수평기상관측자료(풍향, 풍속, 운량, 일사량)와 계절별 전형적인 대기혼합고와 안정도의 정확한 산정을 위하여 1995년도에 부산대학교 대기환경연구실에서 신호초등학교(하계, 추계)와 감천(동계, 추계)에서 계절마다 8회의 에어존데(airsonde) 및 티터존데(Tethersonde)를 부양시켜 관측한 기온, 기압, 상대습도 등의 연직기상관측자료를 이용하였다.

2.4 모델의 실행

본 대상지역의 지형을 고려하기 위하여 각 격자별 해발고도를 산출하여 모델의 지형자료로 이용하였다. 모델의 실행은 McElroy-Pooler 확산계수를 사용하는 도시 mode의 조건에서 대기확산모델의 선택조건 대부분을 사용하여 예측하였다. 특히 본 연구에서는 모델링 결과에 크게 영향을 미치는 요소 중의 하나인 배출량자료를 시간·계절 등에 따라 변화시켜 계산결과가 얼마나 민감하게 반응하는가를 분석하여 모델이 갖는 한계범위 안에서 오차를 최소화하면서 모델의 예측력을 높이고자 하였다.

배출량은 time scale에 따라 지속적으로 변화하는데, 동일한 배출율을 고려한 기존의 연구와는 달리 시간에 따른 배출율의 변화를 고려하였다. 단기예측의 경우에는 부산지역의 1995년 12월의 SO₂의 농도의 일변화에 근거를 두어 시간에 따라 변화하는 배출율의 계산이 가능한 ISCST3모델과 AERMOD모델을 이용하여 1시간 간격으로 계산하였고, 장기예측의 경우에는 계절별로 배출량을 산정하여 time scale에 따라 변화하는 배출율의 영향을 고려하였다.

3. 결과

Figs. 2 ~ 3은 SO₂에 대하여 각각 ISCST3모델에 의한 단기간의 농도예측과 ISCLT3모델에 의한 장기간의 농도예측의 결과를 나타낸 것이다. 모델링결과 대상지역 중에서 점오염원의 최대 밀집지역인 사상공단주변지역에서 최대 오염농도분포를 보이고 있는데, 장·단기간 모두 대기환경기준치를 초과하고 있다.

단기간의 농도를 예측할 경우에는 시간에 따른 배출율의 변화를 고려했을 때 계산결과는 향상되었는데, 특히 시간대별로 배출량의 변화가 현저한 차이를 나타내고 있는 단기간의 농도를 예측할 경우에는 배출량자료가 계산결과에 상당한 영향을 미친 것으로 분석되었다. 따라서 시간에 따라 변화하는 배출율의 영향을 고려하는 것이 적합하다.

분석결과는 단기예측의 경우 ISCST3와 AERMOD모델이 FDM모델에 비해 높은 상관도를 보였고, 장기예측의 경우 FDM모델에 비해 ISCLT3모델이 양호한 상관성을 보였다.

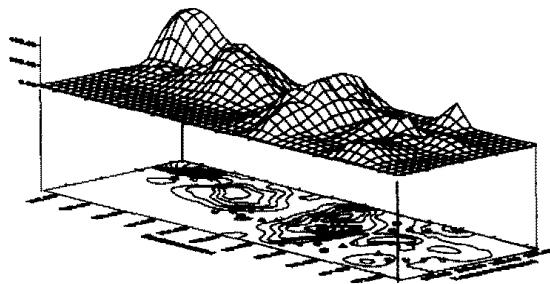


Fig. 1. Three-dimensional topography of industrial complex and its neighboring area.

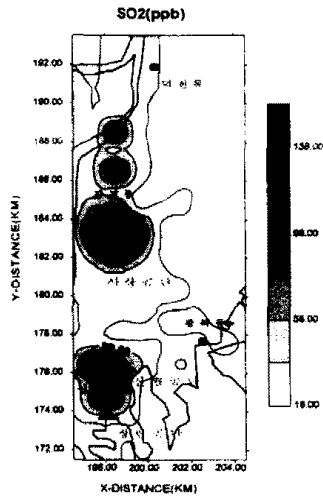


Fig. 2. Distribution of SO₂ by ISCST3.

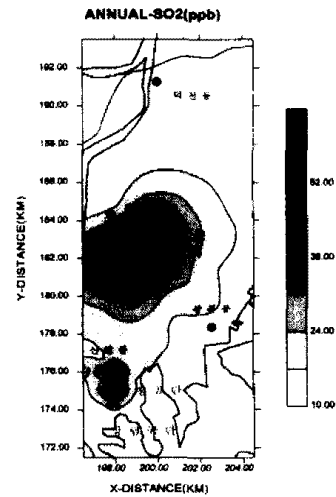


Fig. 3. Distribution of SO₂ by ISCLT3.

참고문헌

- 김영성, 손재익, 1992, ISCLT에 의한 서울지역의 SO₂오염도 조사, 대기보전학회지, 제8권, 2호
- 전상기, 1977, 대단위오염원의 대기오염물질확산에 관한 수치실험 및 검증에 관한 연구, 대기보전학회
요지집
- Fisher, P. W., and J. A. Foster, 1994, Comparison of the ISCST model with two alternative U. S.
EPA models in complex terrain in Hamilton County, Ohio, J. Air & Manage. Assoc.
- U. S. Environmental Protection Agency, 1995, User's Guide for the Industrial Source Complex(ISC3)
dispersion models volume I, II
- U. S. Environmental Protection Agency, 1995, User's Guide for the fugitive dust model
- U. S. Environmental Protection Agency, 1997, Revised draft User's guide for the AMS/EPA
Regulatory model - AERMOD