

3C2) 해안 복잡 지형에서 대기확산 모델의 성능 평가

Evaluation of Atmospheric Dispersion Models' Performance in a Coastal and Complex Terrain Area

석민광 · 박옥현 · 박민석 · 김경수
부산대학교 환경공학과

1. 서 론

지금까지 대기 중에서의 오염물질 거동을 예측하기 위해 사용하는 확산모델로는 대부분 정규 연 확산 모델(Gaussian plume dispersion model)들이 사용의 편의성 등의 이유로 선호되어 왔다. 그러나 경계층 내에서의 대기 거동에 관한 많은 연구들이 이루어지면서 경계층의 특성을 파라미터화 하는 인자들이 도출되고 대류가 왕성한 조건에서 경계층내에서 연직방향 난류 속도 분포 및 오염물질의 분포가 비정규적임이 밝혀지면서 이들을 고려한 개선된 대기 확산 모델의 개발이 이루어지고 있으며 또한, 복잡한 지형과 해안에서 나타나는 복잡한 기상 현상들을 고려할 수 있는 모델들의 개발이 본격화 되고 있다. 본 연구에서는 이들 개선된 모델의 성능 및 적용 가능성 평가를 위하여 정규 연 확산 모델과 경계층 특성을 반영하는 개선된 정규 연 모델들을 이용해 대기오염물질 확산 모델링을 수행하고 여기서 얻어진 결과와 실측값 사이의 비교를 다양한 통계 측도(statistical measures)를 사용하여 평가한 결과를 보고하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 확산 모델의 선정

본 연구에서는 ISCST(Industrial Source Complex Short Term)-3, AERMOD (Americal Meteorology Society-Environmental Protection Agency Regulatory Model) 및 ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System)를 오염물질의 확산 예측을 위하여 사용하였으며 이들의 주요한 특징을 요약하면 다음과 같다.

ISCST3는 미국 EPA가 발표한 전통적인 정규 연 확산 모델들 중 비교적 최근의 모델로 다양한 형태의 오염원과 도시 및 시골지역의 평탄 또는 구릉 지역에서의 오염물질 확산 평가에 널리 이용되어 왔다. 이 모델에서는 기상 자료에 안정도를 계산해서 입력하며 이들로부터 Pasquill 안정도 계급에 따르는 확산 계수를 사용하여 오염농도를 평가하며 이때 오염물질의 농도 분포는 가우시안 형태를 가지는 것으로 가정한다.

AERMOD는 ISC 모델의 단점을 개선하기 위해 미국기상학회와 미국환경보호청이 공동 개발한 확산 모델로 지구경계층 내에서의 오염물질 농도 계산을 위해 대류 상태에서 난류 구조에 대한 scale 파라미터를 사용하며 농도계산에서 배출원의 고려 방법을 개선하고 최소의 기상자료 만으로 확산 계산이 가능토록 하였으며 보다 기상자료의 완전성을 확보할 수 있도록 고려하였다.

ADMS는 영국에서 개발된 대기확산 모델로 입력되는 일단의 기상자료로부터 경계층의 높이와 Monin-Obukov 길이를 구하고 이들을 바탕으로 경계층을 파라미터화 하며 대류 상태의 기상조건하에서는 연직 방향의 농도 분포가 비정규성을 띠는 것으로 하여 농도 계산을 수행한다.

2.2 모델 입력 자료

본 연구에서는 특정 배출원으로 인해 형성되는 오염 농도가 배출원 주변의 기타 오염원에 의해 영향을 덜 받고 특정 출원의 효과가 현저히 나타날 수 있도록 우리나라 서해안에 위치한 시골지역의 P화력 발전소를 대상으로 하여 대기오염물질 확산 모델링을 수행하였다. 위에 선정된 모델들에 입력될 자료 중 기상자료는 배출원에서 측정된 2002년 기상 자료(풍향, 풍속 및 기온)를 기본적으로 사용하였으며

배출원에서 측정하지 못한 기상 요소 중 기상자료 파일에 요구되는 나머지 자료들은 배출원으로부터 남쪽으로 약 5km 떨어진 P 기상관측소 자료를 사용하였다. 배출원 자료는 P 화력발전소의 오염물질 배출량 자료 중 2002년 1년 동안의 황산화물, 질소산화물 및 먼지 배출량 자료를 사용하였으며 배출원 주변의 지형자료는 수치지도를 전산처리하여 입력 자료로 사용하였다.

2. 3 환경농도 자료

대기오염물질 확산모델의 예측 정도 평가를 위해 사용된 환경농도자료는 P 발전소 인근 10 km에 설치된 총 9개소의 환경농도 원격측정망에서 2002년 1년 동안 얻어진 한 시간 평균 SO₂ 및 NO₂ 농도 자료를 이용하였다. 환경농도원격감시망 측정소에서는 환경 대기 중 SO₂, NO_x, O₃ 및 먼지(또는 미세 먼지) 농도를 측정하여 5분 평균으로 주 제어실로 전송하며 주제어실의 D/B에서는 이들의 산술 평균으로부터 매시간 평균치를 저장한다. 본 연구에서 사용한 환경농도 자료가 얻어진 지역은 서해에 면해서 대형 배출원인 P 발전소가 있고 주변 지역은 구릉형 산지가 산재하며 동쪽 약 10km 지역에는 약 500m 높이의 산맥이 남북으로 길게 형성되어 있어 해안 및 복잡 지형의 오염물질 확산 평가에 유의한 정보를 줄 것으로 판단된다.

2. 4 모델 성능 평가를 위한 통계적 측도

모델의 성능 평가를 위해 본 연구에서 사용한 통계적 측도들은 Skill score, FAC2(a factor of 2), 편향의 분율(FB, fractional bias), 기하 평균 편의(MG, geometric mean bias), 기하 분산 편의(VG, geometric variance bias), rmse(root mean square error) 및 상관계수 등을 사용하였다.