한국대기환경학회 2002 춘계학술대회 논문집
Proceeding of the 33rd Meeting of KOSAE (2002)
Korean Society for Atmospheric Environment

# CA3) 추적자 확산 실험을 통한 대기 확산 모델의 평가

# An evaluation of the atmospheric dispersion models by the tracer field experiments

윤희영, 구윤서
안양대학교 환경공학과

## 1. 서론

산업이 발달함에 따라 대기 환경의 중요성이 강조되면서 대기 확산 모델을 이용하여 오염물질의 영향을 파악하는 일이 많아졌다. 그러나 대기 확산 모델은 수치계산으로 나온 값으로 자연현상의 모든 영향을 파악하기 어렵다는 한계점을 가지고 있다. 이러한 대기 확산 모델이 자연현상을 어느 정도 반영하는가를 평가하기 위해서는 추적자 물질을 이용하여 대기 오염물질의 확산 농도를 측정한 실측자료를 통하여 기존 모델을 평가하고 개선하는 것이 일반적인 방법이다. 그러나 대기 확산 모델을 평가하기 위해 추적자 물질을 이용하여 실험하는 것은 많은 비용과 시간이 요구되므로 많이 실행되지 않고 있다. 국내의 자료를 사용하여 대기 확산 모델을 평가하는 것이 가장 우리나라의 실정에 맞는 모델의 평가가 되겠지만 국내의 추적자 물질의 실험자료가 많지 않기 때문에 다양한 조건의 추적자 물질 실험 자료를 보유하고 있는 미국 EPA(U.S.A Environmental Protection Agency)의 자료를 이용하여 실험 데이터와 같은 조건으로 대기 확산 모델을 계산하여 평가를 하고자 한다.

평가를 할 대기 확산 모델은 미국 EPA에서 추천하고 있는 CALPUFF (California Puff Model)으로 추적자 실험의 실측 농도와 비교를 통해 대기 확산 모델을 평가하고 정상상태 가정하에 계산을 수행하는 ISC3 (Industrial Source Complex 3)모델과 비정상 상태 가정하에 수행하는 CALPUFF모델을 같은 조건으로 하여 두 확산 모델간의 비교 평가를 하고자 한다.

추적자 실험의 실측자료는 도시지역인 미국의 Indiana주의 Indianapolis에 위치한 Perry K power station에서 $SF_6$을 사용하여 측정한 1985년 9월부터 10월까지의 자료를 사용하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 추적자 실험

추적자 실험 자료는 도시지역의 특성을 가진 Indianapolis의 Perry K power station에서 측정한 자료를 이용하였다. 이 자료는 모든 안정도 등급과 거의 모든 범위의 풍속데이터를 포함하도록 시간을 선택하여 1985년 9월부터 10월까지 8~9시간 동안 연속으로 추적자 물질인 $SF_6$을 배출시키고 기상자료와 $SF_6$의 농도를 측정하였다. $SF_6$는 높이 83.8m, 직경 4.72m의 굴뚝에서 7.72-14.53m/s의 속도로 4.62-4.67 g/s를 배출시켰다. 추적자 물질의 농도 측정지점은 굴뚝으로부터 0.25~12.0㎞ 범위의 160개의 지점을 선정하여 측정하였으며 기상자료는 그림 1의 위치와 같이 굴뚝주변에서 고층기상과 지표기상을 측정하였다.

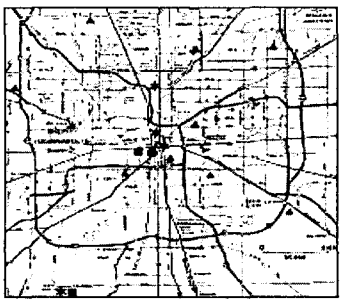


fig 1. Location of Indianapolis $SF_6$ tracer study

2.2 확산 모델의 적용

대기 확산 모델의 기상자료는 대기안정도와 혼합고를 포함하고 있는 동일한 기상자료를 사용하였다. CALPUFF은 mesoscale의 모델로 CALPUFF과 ISC3를 비교하기 위하여 Integrated puff대신에 가까운 거리에서 puff의 중첩이 가능한 Slug 모델의 계산 방법을 선택하여 local-scale을 잘 고려 할 수 있게 하였다. ISC3모델은 시간별 농도를 비교하기 위하여 단기 모델 방법인 ISCST3를 실행하였다. 두 모델의 입력 조건을 동일하게 설정하였으며, 도시, 시골의 구분은 도시지역으로 선택하였고 지형과 빌딩의 영향은 고려하지 않고 계산하였다. 대기 확산 모델의 계산 영역은 굴뚝으로부터 polar grid로 각 250m, 500m, 750m, 1000m, 1500m, 2000m, 3000m, 4000m, 6000m, 10000m거리를 10° 간격으로 격자를 나누어 시간별로 $SF_6$의 지표농도를 계산하여 각 거리의 오염물질 농도의 최고값을 구하였다.

## 3. 결과

결과는 CALPUFF과 ISCST3의 각각 계산된 거리마다의 지표농도의 최고값을 구하여 실제 측정된 $SF_6$의 최고 농도값을 비교하였다. CALPUFF과 ISCST3를 각각 비교한 결과 전반적으로 측정한 농도와 계산된 농도가 일치하는 경향을 보이고 있다. 그림 2는 추적자 실험의 실측 농도 자료와 측정기간인 1985년 9월에서 10월까지를 계산한 대기 확산 모델의 결과 값을 비교한 Quantile-Quantile 그래프로서 CALPUFF과 ISCST3의 모델링 결과값을 각각 비교하여 본 결과 실측자료와 유사한 분포를 두 모델 모두 나타내었으나 CALPUFF이 ISCST3보다 실측한 결과농도에 근접한 값의 분포를 보이는 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

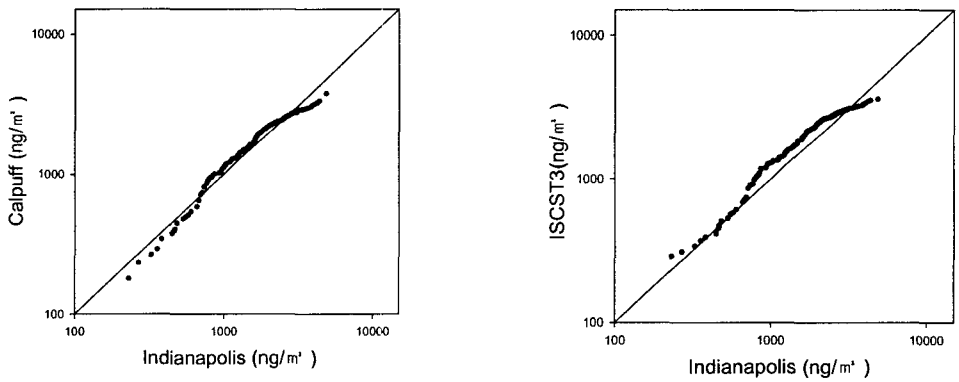


fig 2. 1-hour Quantile-Quantile plot for comparisons

## 참 고 문 헌

Joseph S. Scire and David G. Strimaitis and Robert J. Yamartino(2000) A User's Guide for CALPUFF Dispersion Model, Earth Tech, Inc.

U.S. EPA(1995) User's guide for the industrial Source complex(ISC3) Dispersion Models, Volume II - description of Model Algorithm, U.S. Environmental Protection Agency.

U.S. EPA(1998) A Comparison of CALPUFF with ISC3, U.S. Environmental Protection Agency.