

# DR7) MESOPUFF II를 이용한 우리나라 시정분포 모의 Simulation of Visibility Distribution using MESOPUFF II in Korea

김유근 · 이화운 · 배주현 · 이수현  
 부산대학교 대기과학과

## 1. 서 론

시정 모델에 대한 연구로는 국외의 경우 미국 EPA(Environmental Protection Agency)에서의 연구사업으로서 이루어진 바가 대부분이나 우리나라의 경우에는 모델을 적용하여 시정을 연구한 바가 매우 드물다. 이에 본 연구에서는 우리나라의 시정분포의 특성을 살펴보기 위해 급격한 풍향 변화나 오염물질이 장거리로 수송됨에 따라 수 시간씩 소요되는 것에 따른 오염물질의 화학적 변형과 건·습성 침적을 고려할 수 있는 MESOPUFF II 모델(EPA, 1990)을 이용하였으며, 모델에 의해 계산되어진 황산염과 질산염 농도의 시정 환산을 통해 우리나라의 시정분포를 모의하였다.

## 2. 이론적 배경

MESOPUFF II는 Gaussian Variable Trajectory Puff Superposition Model로 연속 plume을 분리된 puff의 연속으로 모사하는데, 오염물질 농도의 계산에 이용되는 식은 다음과 같다.

$$C(s) = \frac{Q(s)}{2\pi\sigma_y^2(s)} g(s) \times \exp\left[-r^2 \frac{(s)}{2\sigma_z^2(s)}\right], \quad g(s) = \frac{2}{\sqrt{2\pi\sigma_z}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(H_e + 2nz)^2}{\sigma_z^2(s)}\right]$$

여기서 C(s)는 지표면 농도, Q(s)는 오염물질 배출량,  $\sigma_y$ 는 오염물질의 수평적인 확산폭,  $\sigma_z$ 는 오염물질의 수직적인 확산폭, r(s)는 puff의 반지름,  $z_i$ 는 혼합층 고도,  $H_e$ 는 puff의 유효고도이다.

빛 소멸계수는 입자에 의한 산란과 흡수, 가스상 입자에 의한 산란과 흡수로 이루어지는데 입자에 의한 산란 계수는 다음 식(Trijns, 1987)으로 계산되어진다.

$$b_{sp} = 0.003 [\text{part}] f(\text{RH}) \quad (3)$$

여기서  $b_{sp}$ 는 입자의 산란에 기인한 소멸계수( $\text{km}^{-1}$ )이고, 0.003는 산란효율계수, [part]는  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 과  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 의 농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 그리고, f(RH)는 상대습도 상관지수이다. f(RH)는 Tang et al.(1981)에 기초를 두었다.

## 3. 연구방법

### 3.1 대상영역 및 적용기간

본 연구에서 적용된 영역은 UTM(Universal Transverse Mercator)의 Time Zone이 52인 우리나라로서 UTM좌표 250.453, 3800.42를 남·서 기준점으로 하여 기상격자, 계산 격자, 채취 격자를 모두 동일하게 동서 방향으로 31개 격자, 남북 방향으로 40개의 격자로 나누었으며 각 격자 간격은 10km로 하였다. 적용기간은 1997년 1월중 일평균 시정이 22.9km로 비교적 좋았던 2, 3, 4일과 일평균 시정이 11.1km로 비교적 나빴던 11, 12, 13일을 대상기간으로 선정하였다.

### 3.2 입력자료

MESOPUFF II의 입력자료는 크게 기상자료와 배출량 자료와 토지이용(Land use)자료로 나눌 수 있다. 기상기상자료는 대상영역내의 기상청·기상대인 23개소의 기상자료와 오산, 광주, 포항의 상층기상자료를 이용하였다. 배출량자료는 환경부와 국립환경연구원(1998)에서 조사된 대기오염물질 배출량('97)을 적용하였으며, 황산염의 배출율은 김용표 등(1998)의 연구 결과를 이용하였다. 그리고 토지이용자료는 환경처(1991) 녹지자연도를 분석·사용하였다.

### 3.3 모델의 실행

1997년 1월의 지상 및 상층기상자료로 MESOPAC II를 실행하여 MESOPUFF II의 기상입력자료로 하였다. 오염물질의 확산 및 오염물질의 농도를 계산하기 위해 MESOPUFF II를 실행하였다. 배출조건 중 초기 확산계수는 조창래(1993, 1998)의 연구를 배경으로 하여 각각 6000m, 300m, 배출고도는 20m로 하였고, 농도 평균화 시간은 1시간으로 하였다. 퍼프의 배출속도는 6puff/hr, 농도계산을 위한 퍼프의 최소 채취율은 시간당 6회로 하였으며, 퍼프의 최소시간은 900초로 하였다.

### 3. 결론 및 고찰

위의 연구 방법을 통해 계산된 시정 분포는 Fig. 1과 같으며, 적용기간에 대한 모델의 안정화와 배경 농도를 고려하기 위해 각각의 case의 마지막 날의 출근 시간대인 0900LST의 경우를 나타낸 것이다.

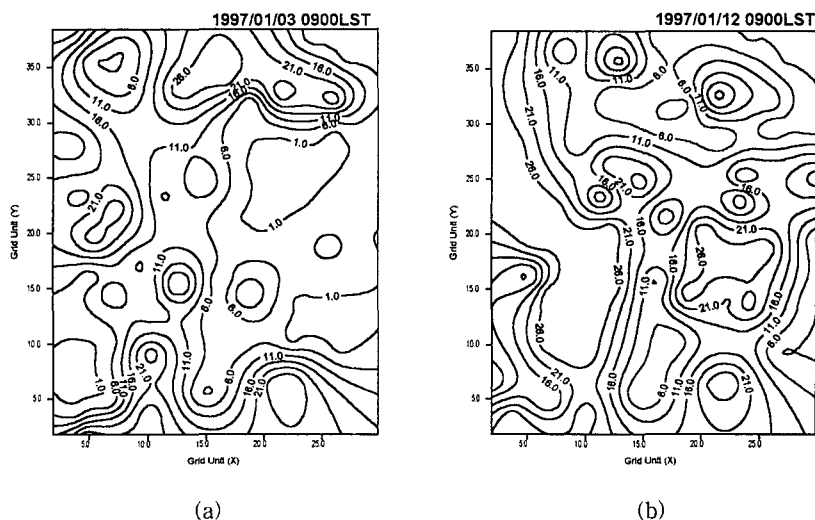


Fig. 1. Distribution of Predicted Visibility on (a) Julian Day 3, 0900LST, (b) Julian Day 12, 0900LST.

### 참고문헌

- 김용표, 이종훈, 문길주, 김희강, 이종범(1998) 우리나라 배경농도 지역에서 1996-1997년에 측정된 미세 입자 특성, 한국대기보전학회지 춘계학술대회 요지집, 64-65.
- 배주현(1999) 부산지역 시정의 장기 변동 경향과 시정장애 원인 및 효과 연구, 부산대학교 석사학위논문
- 조창래(1993) MESOPUFF II 모델을 이용한 수도권 대기 오염물질이 주변지역에 미치는 영향 분석, 강원대학교 석사학위논문.
- 조창래, 이종범(1998) MESOPUFF II 모델을 이용한 서울시 SO<sub>2</sub> 배출량이 주변지역 대기질에 미치는 영향 분석, 한국대기보전학회지, 14(6), 563-575.
- 환경부, 국립환경연구원(1998) 대기오염물질 배출량('97).
- 환경처(1991) 녹지자연도.
- Scire J. S., F. W. Lurmann, A. Bass and S. R. Hanna (1990) User's Guide to the MESOPUFF II model and related processor programs. EPA-600/8-84-013, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
- Trijonis, J. C., M. Pitchford, and M. McGown(1987) Preliminary Extinction Budget Result from RESOLVE program. In: Visibility Protection Research and policy Aspects. P.S. Bhardwaja, ed., Air Pollution Control Assoc. (Currently Air and Waste Managemet Assoc.), Pittsburgh, PA, 872-880.