

## PA7) 서울지역 집중관측기간 연직 오존 관측자료를 활용한 오존분포 모델링 및 정확성 평가

황미경\*, 김유근, 오인보<sup>1</sup>, 강윤희, 송상근, 임윤규<sup>2</sup>  
부산대학교 대기과학과

<sup>1</sup>Institute for Multi-dimensional Air Quality Studies, University of Houston, USA

<sup>2</sup>케이웨더(주)

### 1. 서 론

서울·수도권지역의 산업 활동의 증가, 자동차 급증에 따라 오존을 비롯한 2차 오염물질의 오염도는 매년 증가되어, 대기질악화가 심각한 수준에 이르고 있는 실정으로 대기질 개선이 시급하다. 2차 오염물질 중 가장 심각한 수준을 나타내고 있는 오존은 대기중의 NOx와 VOC의 광반응에 의해 생성되지만, 기상조건과의 상호작용으로 다양한 시·공간적 분포를 나타낸다. 즉 오존농도 일변화는 배출원 영향과 함께 대기경계층 일변화로 분포특성이 결정된다. 이와 더불어 해륙풍 순환계의 발달은 연안지역으로부터의 오염물질을 이동시켜 다양한 3차원적 분포를 나타낸다 (Lalas et al., 1987). 국외의 경우, 1980년대 이후부터 30여종 이상의 다양한 field study를 통해 대기질 및 기상관측자료를 근간으로 심도 있는 분석이 수행되고 있으며, 이를 바탕으로 기상·광화학 대기질 모델을 수행하여 제어정책에도 적극 활용하고 있다 (Solomon et al., 2000). 하지만 국내의 경우 여러 한계로 인해 field study가 제한적으로 이루어지고 있으며, 이 또한 관측자료 분석에 머물고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 MM5 (NCAR/PSU Fifth Generation Mesoscale Model v.3.6)과 CAMx (Comprehensive Air Quality Model with Extensions v.4.3) 모델을 이용하여, 환경부 집중관측기간 동안 생성된 기상 및 연직 오존 관측자료 분석을 바탕으로 고농도 현상을 진단하고 모델의 정확성을 함께 평가하는데 초점을 두었다. 이는 서울·수도권지역의 하층대기 고농도현상에 대한 정확한 원인규명에 절대적으로 필요한 부분으로, 오존제어정책 개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 2. MM5/CAMx 모델링

MM5 기상장 모델링은 사례기간에 대해 3번의 Nesting(수평 격자간격: 27 km, 9 km, 3 km)을 거쳐 수행되었다. 연직으로는 30개의 층을 가지고, 첫 번째 모델링 영역은 37.52 °N, 126.00 °E을 중심으로 60×48 격자, 두 번째와 세 번째 모델링 영역은 각각 64×61, 67×49 격자로 설정하였다. 초기 및 경계조건으로는 기상청에서 제공하는 RDAPS(Regional Data Assimilation and Prediction System)를 사용하였다. 그리고 3차원 다중격자 오일리안 광화학 확산모델인 CAMx를 이용하여 관측기간의 오존분포를 모사하였다. CAMx는 도시규모

에서 지역규모까지의 대기오염 현상을 평가할 수 있으며, 1996년부터 미국의 다양한 공공기관 및 연구소에서 오존 및 대기오염물질 모델링에 적용되었고 현재 20개 이상의 국가에서 사용되고 있다.

본 연구에서는 연직오존관측이 수행되었던 기간 (2003년 6월 6~9일) 동안 오존 및 대기오염물질의 시·공간적 분포를 진단하고자 CAMx를 수행하였으며, 오염물질의 이류 및 확산이 충분히 이루어지도록 24시간의 초기적응 시간을 제공하였다. 모델링 영역은 수평 격자간격 9 km, 3 km의 두 개의 도메인으로 구성되었으며, 연직적으로는 3 km 고도 이하 8개 층을 설정하였다. 기상 입력자료는 MM5의 Domain 2, 3의 모델링 결과에서 추출한 시간별 기상요소를 사용하였다. 모델의 초기조건은 영역 내 위치한 지표 대기오염측정소의 오존, NO<sub>2</sub>, CO 자료 및 집중관측기간 동안 서울 방이동 올림픽공원에서 관측된 6월 6일 0400 LST의 연직오존자료를 함께 활용하여 3차원 초기자료를 생성하였다. 경계조건은 ENVIRON (2005)에서 제공하는 수치와 인근 지상 오염물질 농도자료를 참고하여 계산하였다. 화학 메커니즘에 있어 CB-IV를 사용하였으며, 배출량 입력자료는 대기보전 정책지원시스템 (CAPSS)의 일환으로 산정된 배출량을 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 집중관측기간 중 서울지역의 고농도 오존일의 8시간 일최고 오존농도의 분포를 나타낸 것이다. 6월 8일은 서울을 비롯한 수도권 전역에 고농도 (71.7±13.2 ppb / 8-h)가 관측되었으며, 약 20개 지역에서 80 ppb를 초과하였다. 반면 9일은 8일에 비하여 농도수준 (66.9±11.6 ppb / 8-h)은 상대적으로 낮아졌으나 수도권 서쪽지역 및 연안지역을 중심으로 고농도가 발생하는 특징을 보였다. 그리고 연직 오존분포는 뚜렷한 일변화를 보이며 지표 오존농도 상승과도 밀접하게 관련이 있음을 알 수 있었다. 이러한 원인으로 특징적인 종관 기상장 하에서 해풍 침투가 오존분포의 뚜렷한 차이에 중요한 영향을 미침을 알 수 있었다 (Fig. 2). 이러한 관측기간 동안의 기상장 및 오존분포 특성을 MM5/CAMx를 통해 모델링하고, 관측자료를 바탕으로 3차원 오존분포 변화의 모사능력을 검토하였다.

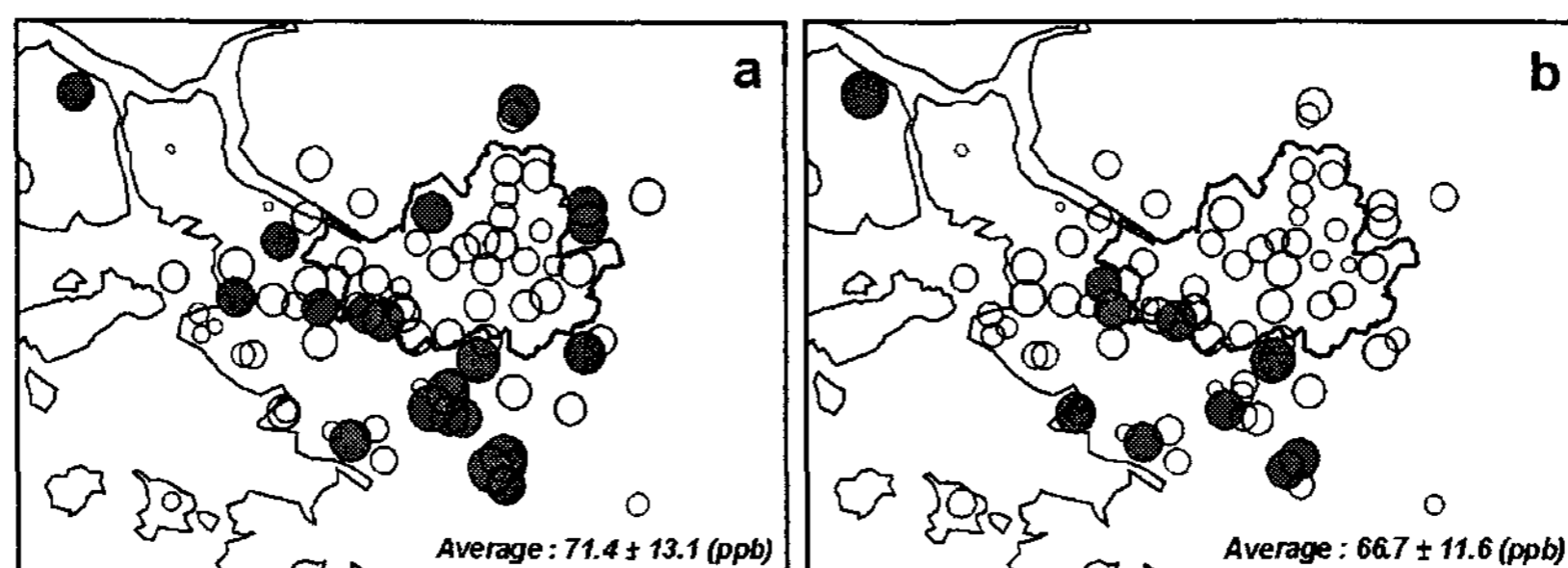


Fig. 1. Horizontal distributions of the observed daily maximum 8-h O<sub>3</sub> concentrations on (a) 8, and (b) 9 June 2003. The size of circles denotes the O<sub>3</sub> concentration. The sites exceeding the 8-h O<sub>3</sub> standard of 80 ppb is represented by shaded circles.

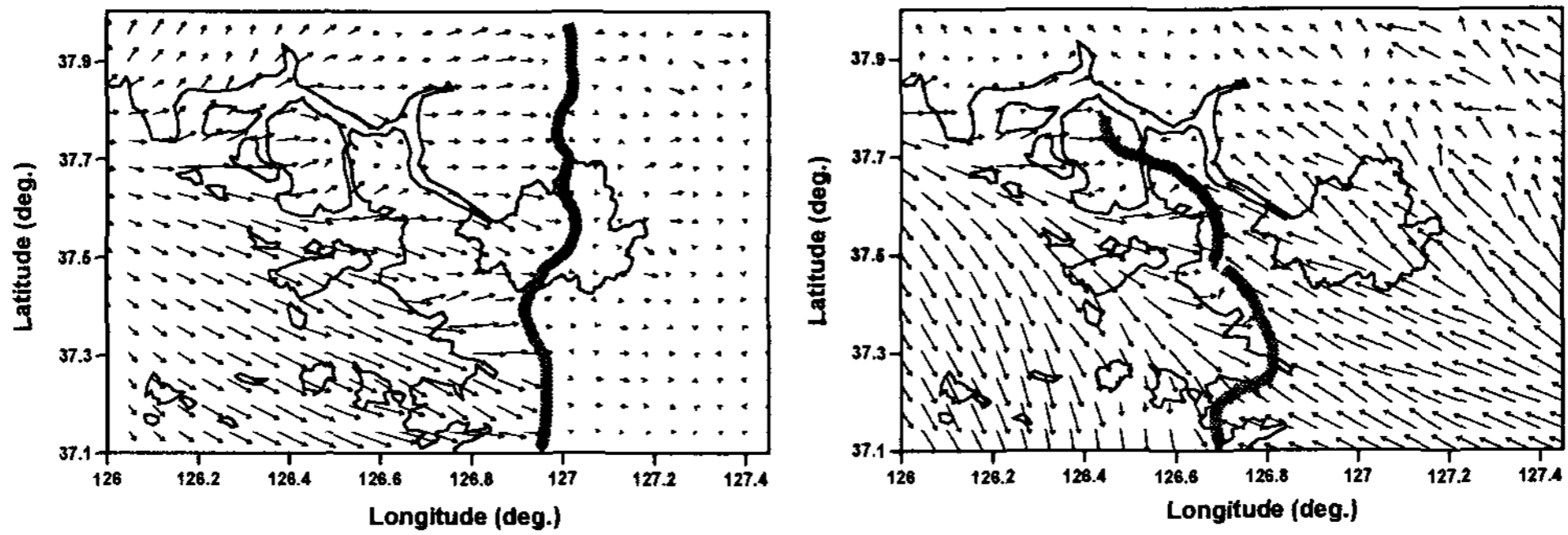


Fig. 2. Surface wind fields at 10 m AGL from MM5 simulations at 1500 LST on 8, and 9 June 2003. Thick shaded lines indicated the location of sea breeze front estimated by convergence of wind.

#### 참 고 문 헌

- Lalas, D.P., M. Tombrou-Tsella, M. Petrakis, D.N. Asimakopoulos, and C. Helmis, 1987. An experimental study of the horizontal and vertical distribution of ozone over Athens. *Atmospheric Environment*, 21, 2681-2693.
- Solomon, P., E. Cowling, G. Hidy, C. Furness, 2000. Comparison of scientific findings from major ozone field studies in North America and Europe, *Atmospheric Environment*, 34, 1885-1920.