

## 2C2) MODIS자료를 이용한 MM5 기상장 개선에 따른 Model3/ CMAQ 모델의 영향

### Improving the Effect of Model3/CMAQ Modeling by MM5 FDDA Using MODIS Data

천태훈 · 김재철 · 이종범  
강원대학교 환경과학과

#### 1. 서 론

기상은 배출원, 화학종, 에어로졸, 입자상 물질 증가 등의 대기에서 일어나는 여러 과정을 포함하고 있기 때문에 기상인자들에 대한 정확한 이해는 대기오염 현상을 이해하는데 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 자료동화는 기상모델의 오차를 개선하는 중요한 방법이다. 자료동화에 이용될 수 있는 기상측정 자료는 기상관측소 자료와 무인기상 관측소(AWS), SONDE로 측정되는 상층기상자료 등이 있으며, 최근 위성자료를 이용한 연구도 활발히 진행되고 있다. 위성자료의 경우 측정지점에 따른 공간적 제약을 극복 할 수 있으며, 대기오염의 확산 및 수송에 중요한 영향을 미치는 연직적 기상성분의 자료동화가 격자별로 가능한 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 한반도를 포함한 동아시아 지역 99개소의 SONDE 상층관측 자료와 기상대 자료를 자료동화에 이용하였으며, 격자화된 MODIS 자료를 MM5의 Observation nudging의 입력 자료로서 모델링 하였다. 또한 MM5(Mesoscale Meteorological Model version5)의 기상자료를 바탕으로 CMAQ (Community Multiscale Air Quality) 모델링을 실행하여 수평·연직적인 자료동화에 따른 2차 오염물질인 O<sub>3</sub>의 변화를 파악해보고자 한다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 수도권 지역의 오존농도가 높았던 2006년 8월을 대상기간으로 선정하였다. 기상모델은 MM5 version3.7을 사용하여 대상기간 동안의 기상자료를 산출하였다. MM5의 domain은 기상청에서 사용하는 격자크기 30km인 domain을 INTERP\_B 과정을 거쳐 LITTLE\_r에서 상층 기상자료와 기상대 자료를 내삽 하였다. 위성자료의 경우 MM5의 observational nudging과정을 통하여 10km domain 격자의 기상현상을 세밀하게 모사하도록 하였다.

MODIS 위성에서 추출한 기상자료는 구름이 끼지 않은 맑은 날을 선택하여 MM5 10km 도메인 영역 내의 위성자료를 전 도메인에 격자화하여 Observational nudging에 사용하였다. 또한 기상 관측 자료는 지상기상관측소 국내 75개소와 상층기상대 99개소(국내 6개, 국외 93개소)의 자료를 각각 이용하였다.

광화학모델 CMAQ의 30km 격자영역의 배출량자료는 NASA의 INTEX-B과제의 지원으로 개발된 아시아지역배출량을 사용하였다. 이 배출량자료는 CGRER(Center for Global and Regional Environmental Research)에서 운영하는 Asia inventory dataset([http://www.cgrer.uiowa.edu/EMISSION\\_DATA\\_new/index\\_16.html](http://www.cgrer.uiowa.edu/EMISSION_DATA_new/index_16.html))에서 대기오염물질별 자료를 다운로드받아 사용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

광화학모델인 Model3/CMAQ에 자료동화 전·후의 기상자료 결과를 이용하여 30km 격자영역의 O<sub>3</sub> 농도를 계산한 결과를 그림 1에 나타내었다. 고농도가 나타난 8월 9일은 자료 동화를 실행한 CMAQ결과가 하지 않은 것보다 과소평가하였지만, 8월 13일부터 18일까지 오존농도는 자료 동화한 모델결과가 실측치를 잘 모사 한 것을 알 수 있다. 또한 24일과 27일의 경우도 자료동화 전 과대평가되었던 모델결과가 자료 동화를 실행함으로써 실측치를 잘 모사하는 결과를 보이고 있다.

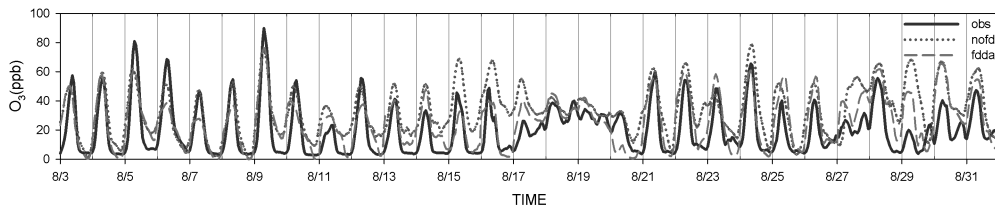


Fig. 1. The comparison of Modelled versus Observed hourly ozone at Seoul, August 3-31, 2006.

표 1은 대상기간동안 매 시간별 통계분석결과를 나타낸 것으로 자료 동화를 시행한 후 모델결과가 향상된 것을 보이고 있다. r값은 0.74에서 0.78로 좋아졌으며, RMSE 값도 5ppb 감소하였으며 다른 오차 값들도 감소하여 상관관계가 좋아졌다.

Table 1. Model evaluation statistics for hourly ozone concentrations over Seoul, August 3-31, 2006.

	r	RMSE	RMSEs	RMSEu	FB	MB
NO-FDDA	0.74	17.86	13.90	11.22	-0.49	-13.06
FDDA	0.78	12.48	6.86	10.43	-0.24	-5.50

그림 2는 대상기간 중 자료동화 전·후의 오존농도 차이가 가장 큰 8월 15일 04GMT의 수평분포를 나타낸 그림이다. 수도권지역의 오존농도 분포는 자료 동화하지 않은 경우 약 70ppb 정도 나타났지만 자료동화 한 경우에는 50ppb 정도로 나타났다. 이때 오존의 실측농도는 50ppb 정도로 자료동화 한 결과가 실측을 잘 모사한 것을 알 수 있다.

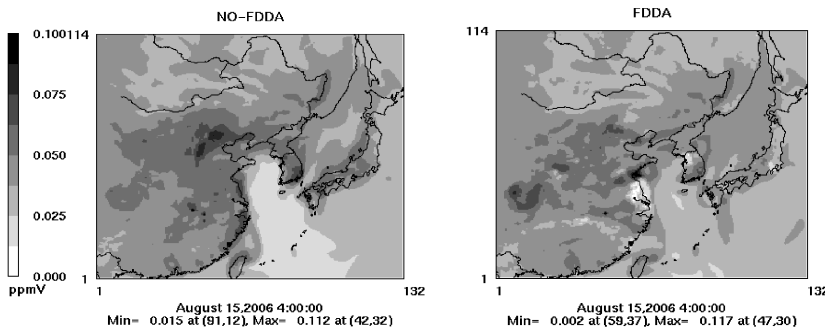


Fig. 2. Spatial distributions of simulated ozone concentrations for August 15, 2006 at 04 UTC.

## 사 사

본 연구의 일부는 한국지질자원연구원의 지원으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- 김재철 (2006) CALPUFF 모델을 이용한 동해시 지역의 산악지형하에서 대규모 점 오염원에서 배출되는 NOx의 확산현상 모사, 강원대학교 대학원 석사논문.
- 김재철 (2007) SONDE 자료를 활용한 MM5 자료동화에 의한 광화학 모델링의 개선효과, 2007년 환경공 동학술대회.
- Sistla et al. (1996) Effects of uncertainties in meteorological inputs on Urban Airshed Model predictions and ozone control strategies. Atmospheric Environment, 30, 2011-2025.