

## OA16) WRF-CMAQ 결합모델을 이용한 에어로졸의 feedback 효과가 한반도에 미치는 영향 연구

유정우·이화운·박순영<sup>1)</sup>·이순환<sup>2)</sup>

부산대학교 지구환경시스템학부, <sup>1)</sup>부산대학교 환경연구원, <sup>2)</sup>부산대학교 지구과학교육과

### 1. 서론

에어로졸이 대기환경 및 기후변화에 미치는 영향은 크지만 화학반응-에어로졸-구름-복사 간의 feedback 매커니즘이 복잡하고 그 영향에 대한 불확실성이 매우 크다(IPCC, 2007; Zhang, 2008; Jacob and Winner, 2009). 일반적으로 에어로졸은 지표면으로 도달하는 일사량에 영향을 끼쳐 지표면 온도 감소 및 대기경계층 성장을 억제시킨다. 이외에도 습도 증가와 대기를 안정시키는 역할도 하는데 이를 에어로졸의 직접 효과라 한다. 이러한 기상요소의 열적인 변화는 대기질 모델에 반영되어 오염물질의 광분해 속도에 영향을 줄 뿐만 아니라 이류 및 확산에도 영향을 주어 대기 중의 오존 및 에어로졸 농도에도 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 WRF-CMAQ two-way coupled system의 에어로졸 feedback 효과를 적용하여 한반도에 미치는 영향에 대해서 정량적으로 분석하였다.

### 2. 자료 및 방법

본 연구에서 사용된 모델은 개발한 3차원 중규모 기상 모델인 WRFv3.4와 3차원 광화학 수송모델인 CMAQv5.0.2을 이용한 WRF-CMAQ 결합모델(Wong et al., 2012)의 two-way system을 사용하였다. 수치모의 기간은 2013년 12월 29일 0900LST부터 2월 1일 0900LST까지이며, 분석에 사용된 기간은 2014년 1월로 총 744시간이다. 에어로졸이 한반도에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 WRF-CMAQ 결합모델에 에어로졸의 직접 효과를 반영한 실험 FB (FeedBack), 에어로졸의 직접 효과를 반영하지 않은 실험 NFB (Not FeedBack)을 수행하였다. 현재 개발된 WRF-CMAQ 결합모델은 에어로졸의 직접효과만을 고려할 수 있으며, 단파 및 장파 복사 모수화 방안은 RRTMG 방안만을 적용할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 에어로졸의 직접효과를 가장 잘 나타내는 일사량 수치모의 결과를 중심으로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

수치모의 기간 동안의  $PM_{10}$  농도의 평균적인 수평분포를 살펴봤을 때 황해안을 중심으로 상대적으로 높은 평균농도가 나타나 대관령 등의 산지를 포함한 한반도 동쪽 지역과는 차이를 보였다. 이러한  $PM_{10}$  농도의 분포 차이로 인해서 에어로졸의 feedback 효과가 지역적으로 큰 편차가 나타난다. 한반도 전체적으로 FB와 NFB 실험 결과의 누적일사량 rRMSE 차이는 약 10-30%로 지역별로 편차가 크게 나타났다. 지점별로 살펴봤을 때 한반도 서쪽에 위치한 서울 및 인천 수원 등의 도심지역의 경우 18-30%의 큰 에어로졸이 나타나 에어로졸의 직접 효과가 뚜렷하게 나타났다. 반면 대관령과 북강릉, 제주도 등과 같은 지역과 같은 교외 지역에서는 상대적으로 낮은 에어로졸을 보였다. 이는 일사량 수평분포에서도 유사하게 나타나 한반도의 서쪽 지역(50-80 MJ/m<sup>2</sup>)이 동쪽 지역(10-30 MJ/m<sup>2</sup>) 보다 차이가 커 일사량의 감소폭이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 배출원이 밀집해 있는 도심지역이 상대적으로 에어로졸( $PM_{10}$ )의 농도가 높게 나타나며 이로 인해서 에어로졸의 feedback 효과가 더 크게 나타나는 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 환경부의 화학사고 대응 환경기술개발사업에서 지원받았습니다(No. 2015001950002).