

PA9) 중국 발 미세먼지 수송 중의 황산염 농도 증가 메커니즘 분석

전원배¹⁾ · 이화운¹⁾ · 문정혁¹⁾ · 유정우¹⁾ · 이태진¹⁾

부산대학교 환경연구원, ¹⁾부산대학교 대기환경과학과

1. 서론

황산염은 미세먼지의 주요 성분 중의 하나이며, 특히 국내 미세먼지에서 황산염이 차지하는 비중은 매우 크다. 중국에서 배출된 이산화황과 같은 황산염 전구물질이 장거리 수송에 의해 국내로 유입되면 고농도의 황산염을 유발 할 수 있다 (Jeon et al., 2018). 그러므로 장거리 수송 중에 나타나는 황산염 농도의 변화 과정을 분석하는 것은 국내 고농도 미세먼지의 메커니즘 규명에 있어 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 중국 발 미세먼지가 서해상을 거쳐 국내로 유입될 때 나타나는 황산염의 화학적 변화 과정을 정량적으로 분석하고자 한다.

2. 자료 및 방법

본 연구에서는 미세먼지 성분의 수치모의를 위해 현업 대기질 예보모델로 활용되고 있는 CMAQ (Community Multi-scale Air Quality, v5.0.2)을 사용하였다. 기상입력장 생성을 위해 WRF (Weather Research and Forecast, v3.7) 모델이 사용되었으며, 초기 입력 자료로는 FNL (Final Operational Global Analysis) 자료가 사용되었다. 인위적 배출량 자료로는 2010년 MICS-ASIA 자료가 사용되었고, 자연배출량은 MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature, v2.1) 모델링을 통해 생성되었다. 모델링 도메인은 동북아시아지역을 충분히 포함하도록 설정하였고, 2015년 2월 한 달에 대한 수치모의를 수행하였다. 기상 및 대기질 모델링 결과의 객관적 검증을 위해 국내 75개 기상관측소, 106개 대기질측정망 지점의 기상, 미세먼지 측정 자료가 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

CMAQ에 의해 모의된 국내의 지표면 미세먼지 농도는 관측치와 높은 일치도를 보였다. 황산염의 수평 농도 분포 분석 결과 질산염, 암모늄과 같은 다른 미세먼지 성분과 대비되는 특징이 나타났는데, 특히 오염물질 배출원이 없는 서해상에서 고농도 황산염이 확인되었다. 황산염의 농도는 중국 발 수송 공기가 서해상을 통과하면서 점차적으로 증가했는데, CMAQ-IPR (Integrated Process Rate)을 이용한 정량적 분석결과 화학반응에 의한 생성이 주요 원인이었다. CMAQ-STM (Sulfur Tracking Model)을 이용한 추가적인 분석 결과 이산화황의 산화 반응 ($\text{OH} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HO}_2$)에 의한 황산염 생성이 전체 생성량의 80% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 결론적으로 장거리 수송 사례의 황산염 고농도의 주요 메커니즘은 중국에서 생성된 황산염의 직접 수송이 아닌 수송 중 화학반응을 통한 2차 생성으로 분석되었다.

4. 참고문헌

Jeon, W., Choi, Y., Mun, J., Lee, S. H., Choi, H. J., Yoo, J. W., Lee, H. J., Lee, H. W., 2018, Behavior of sulfate on the sea surface during its transport from Eastern China to South Korea, Atmos. Environ., 186, 102-112.

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.NRF-2017R1A2B4002707)