

OPA14) 고농도 미세먼지 사례시 에어로졸 직·간접 효과가 한반도 기상 변화에 미치는 영향 연구

김승우·김대철·조유진¹⁾·이효정²⁾

한국과학영재학교, ¹⁾부산대학교 대기환경과학과, ²⁾부산대학교 환경연구원

1. 서론

동아시아의 환경문제가 심각하게 대두됨에 따라 최근 인위적 배출량에 대한 규제 정책이 각 국 별로 활발하게 시행되어 오고 있으나, 여전히 중국 및 한국의 고농도 미세먼지 발생사례는 빈번히 발생하고 있다. 이러한 미세먼지(에어로졸)는 태양복사에너지의 일부를 흡수/산란시키는 직접효과와 대기 중에 구름응결핵으로 작용하여 구름형성(Twomey, 1974) 및 강수발생에 영향(Albrecht, 1989)을 미치는 간접효과를 통해, 운량 증감 및 지구 알베도 변화에 영향을 줄 수 있어 미세먼지 농도가 높은 동아시아의 에어로졸이 기상/기후에 미치는 영향에 대한 상세한 분석이 필요하다.

본 연구는, 수집 가능한 한반도 미세먼지 농도 및 기상 측정 자료를 이용하여 장기간 변화와의 상관성 해석을 정성적으로 수행하였으며, 3차원 온라인 대기화학수송모형을 이용하여 고농도 미세먼지 사례에서 에어로졸-구름-강수 상호작용이 중규모 기상에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

2. 자료 및 방법

본 연구에서는 미세먼지의 최근 추세 분석 및 모델 검증을 위해 AirKorea에서 제공하는 PM_{2.5} 측정 자료를 이용하였고, ASOS 중광 기상 관측 자료를 이용하여 장기간 일조시간 및 운량의 변화를 분석하여 미세먼지 및 장기간 인위적 배출량 변화 추세와의 상관분석을 수행하였다. 또한 위성 관측 자료를 이용하여 중국 오염물질의 장거리 이동에 의해 동아시아에 고농도 미세먼지 발생 사례를 추출한 후, 중규모 기상모델인 WRF와 WRF에 화학수송모듈이 접합되면서 에어로졸-기상의 상호작용을 포함하는 WRF-Chem의 수치모의를 수행하여 비교·분석함으로써, 에어로졸 직·간접효과가 기온, 일사, 운량, 대기경계층 고도 등에 미치는 영향의 시공간적 특성을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

PM₁₀과 PM_{2.5}의 연 평균 농도의 변화 및 공간분포를 분석한 결과 서울, 인천을 포함한 서부지역에 그 농도가 더 높게 나타나 중국 배출 오염물질의 장거리 이동 영향이 한반도 미세먼지 분포에 영향을 줄 수 있음을 확인하였다. 뿐만 아니라, 장기간 운량 및 일조시간의 변화를 살펴본 결과, 운량이 적은(0/10)/많은(10/10) 날의 발생 빈도의 증감추세와 일조시간의 감소 등이 동아시아 배출량 장기 변화와 상관성이 있는 것으로 추론되었다. 이에 따라, 고농도 미세먼지가 동아시아와 한반도의 다양한 기상 인자에 어떠한 영향을 미치는지 상세한 분석을 위해, PM_{2.5}가 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 고농도 발생사례에 대해 WRF-Chem과 WRF 수치모의 결과를 비교·분석하였다.

중국 고배출 지역에서 운량 및 일사의 변화가 나타났으며, 한반도는 그에 비해 상대적으로 변화량은 적었으나, 고농도 미세먼지 발생에 따른 운량, 일사, 대기경계층 고도 등 다양한 기상 변화가 나타남을 확인하였다. 향후, 미세먼지에 의한 기상/기후변화의 정량적인 분석을 위해서는, 동아시아 지역의 장기간의 평균 사례에 대한 모델링 수행 및 측정 자료를 수집/활용하여 미세먼지에 의한 구름, 일사, 대기경계층 고도 등의 정량적인 변화량 파악에 대한 연구가 필요하다.

4. 참고문헌

- Albrecht, B. A., 1989, Aerosols, cloud microphysics, and fractional cloudiness, Science, 245, 1227-1230.
Twomey, S., 1977, The influence of pollution on the shortwave albedo of clouds, J. Atmos. Sci., 34, 1149-1152.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부의 지원을 받아 KAIST 부설 한국과학영재학교의 Research & Education 프로그램의 일환으로 수행되었음.