

PA30) 동북아시아 지역 대기의 광학적 깊이의 변화와 에어로졸의 화학적 특성과의 상관관계

Correlation between Atmospheric Optical Depth and Aerosol Chemical Properties over the Northeast Asia

류성윤 · 김정은, K. Ogunjobi, 김영준

광주과학기술원 환경공학과

1. 서 론

대기 중의 에어로졸은 지구의 복사평형에 직·간접적으로 영향을 끼친다. 직접적인 영향으로는 에어로졸이 가시광선과 자외선 영역의 에너지를 산란 또는 흡수함으로써 기후에 영향을 미치며, 간접적으로는 microphysical process에 의한 구름의 특성을 변화시키거나 불균일적인 화학반응을 통해서 복사특성을 지니는 가스들을 변화시킴으로써 기후에 영향을 미친다. 이러한 복합적 영향에 의한 인위적 에어로졸의 복사강제효과는 온실가스와는 반대의 영향을 끼치며 그 양은 $-0.4 \sim -3.0 \text{ W/m}^2$ 로 온실가스에 상응하는 값을 지니고 그 양과 공간적 분포로 인한 불확실성을 가지고 있다. 또한 범지구적 대기의 화학영역에서의 자연적이고 또 인위적인 대기 에어로졸의 영향을 평가하는 것은 매우 제한되고 복잡한 연구로서 지속적인 모니터링이 필요하다.

대기 에어로졸은 일시적이고 공간적인 분포로 인해 모니터링이 어려우며 이러한 에어로졸은 국경을 초월하여 이동할 수 있으므로 국제적인 이슈가 되고 있다. 또한 동북아시아는 급속한 경제발전과 거대한 사막지역이 위치하고 있고 Air mass로 인해 인위적 에어로졸이 복사 강제에 미치는 영향이 커지고 있다. 본 연구는 이러한 동북아 지역에서 대기 에어로졸의 특성을 조사하고 이 에어로졸이 대기의 광학적 깊이에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

2. 연구 방법

동북아시아 지역의 에어로졸의 특성과 그 에어로졸이 대기의 광학적 두께에 미치는 영향 규명을 위하여 총 4회의 대기 에어로졸 집중 측정과 지속적인 태양 복사에너지 관측이 수행되었다.

동북아시아 지역에서의 대기 에어로졸의 화학적 특성을 분석하기 위하여 PM_{2.5} URG 사이클론 샘플러를 이용하여, 2000년 8월 14일~21일, 2000년 10월 30일~11월 6일, 2001년 1월 14일~21일 세 번의 24시간 간격 집중측정을 하였고, 2001년 3월 26일~5월 6일까지 3일 간격 24시간 집중측정을 통해 포집되었다. 이온 성분 분석을 위하여 테프론 필터를 사용하였고, 탄소성분 (OC/EC) 분석을 위하여 석영필터를 550°C의 노 (Furnace)에서 8시간 동안 전처리하여 사용하였다. 포집된 에어로졸은 이온 크로마토그래피를 이용하여 이온성분 (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻)의 분석을 수행하였으며, OC (Organic Carbon)와 EC (Elemental Carbon) 분석을 위해 미국 AtmmAA사에서 선택적 고온 산화법을 이용하여 분석을 수행하였다. 또한 대기 에어로졸의 복사적 특성 관측을 위하여 RSR (Rotating Shadowband Radiometer)를 이용하여 동북아시아 지역에서의 대기 에어로졸의 광학적 깊이의 변화를 모니터링 하였다. 전체 대기의 광학적 두께 (Total Atmospheric Optical Depth, TOD)는 랑리회귀법을 이용하여 구하였으며, 에어로졸의 광학적 두께 (Aerosol Optical Depth, AOD)는 전체 대기의 광학적 두께에서 Rayleigh 산란, 오존, 그리고 수증기 흡수에 의한 광학적 두께를 뺀 값으로 구할 수 있다. 랑리 회귀법은 대기가 맑고 안정된 날씨에 적용할 수 있으며 따라서 이 연구에서는 맑은 날씨에 추정된 태양복사의 평균값으로부터 대기의 광학적 두께를 구하였다. 이온 성분들의 농도로부터 이온성분 간의 상관관계를 구하였으며, 또한 대기의 광학적 깊이와의 상관관계를 구하였다. 또한 집중 관측 기간동안의 Backward Trajectory Analysis를 수행하여 Airmass를 추적하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구는 동북아시아에서의 대기 에어로졸의 화학적 특성과 그 에어로졸이 대기의 광학적 깊이에 미치는 영향을 규명하기 위하여 수행되었다.

그림1은 베이징, 교토, 광주 지역에서의 3차에 걸친 집중측정 결과 PM 2.5 Mass 의 농도를 보여주는 결과로서 특히 중국의 경우 여름에서 겨울철로 갈수록 점차 증가하는 것을 보인다. 그림 2는 베이징, 교토, 광주 지역에서의 탄소성분 분석을 다른 문헌 결과와 비교한 것으로서 중국의 OC, EC의 농도가 타 지역에 비해 월등히 높음을 알수 있다. 또한 OC/EC의 비를 비교함으로써 source를 추측하였다. RSR을 이용한 TOD와 AOD의 계절적 변화의 관찰로부터 봄철과 가을철에는 그 값이 증가하는 경향을 보이는 데 이는 봄철과 가을철의 황사와 Biomass burning으로 인해 대기 중에 에어로졸의 양이 증가된 것으로 판단된다. 본 연구를 통한 결과는 ACE (Aerosol Characterization Experiment)-Asia 프로젝트 결과와 비교 검토함으로써 동북아시아 지역에서 보다 포괄적인 대기 에어로졸에 대한 특성과 에어로졸이 기후변화에 미치는 영향을 규명할 수 있을 것이다. 또한 대기변화 모니터링은 장기간 관측이 필수적이고 데이터의 축적과 분석 기술의 개발이 중요하다.

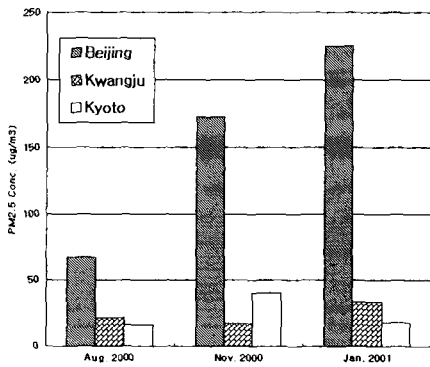


Figure 1. Mean PM 2.5 Mass concentrations during three intensive sampling periods

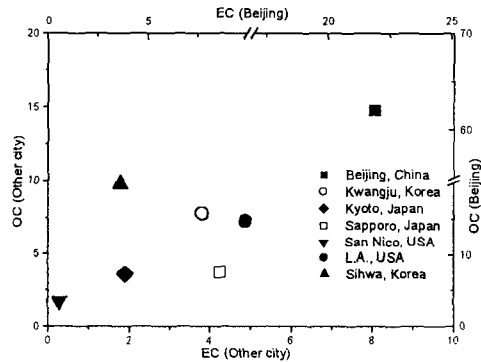


Figure 2. Comparison of EC with OC : Kwangju, Beijing and Kyoto; in this study; LA and San Nico., USA: Gray et al.(1986); Sihwa, Korea: Park et al.(2001); Sapporo, Japan: Ohta et al.(1998).

4. 사사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참고 문헌

- Seung S. Park, Young J. Kim, Kochy Fung (2001) Characteristics of PM2.5 carbonaceous aerosol in the Sihwa industrial area, South Korea, Atmospheric Environment, Vol 35, 657~665.
- Ross Strader, Fred Lurmann, Spyros N. Pandis (1999) Evaluation of secondary organic aerosol formation in winter, Atmospheric Environment, Vol 33, 4849~4863.
- A.Smirnov, Y.Villevalde, N.T.O'Neill, A.Royer, A.Tarussov (1995) Aerosol optical depth over the oceans : Analysis in terms of synoptic air mass types J. of Geophys. Res. Vol. 100
- Karine Sellegri, Justine Gourdeau, Jean-Philippe Putaud and Serge Despiiau, Chemical composition of marine aerosol in a Mediterranean coastal zone during the FETCH experiment, J. of Geophys. Res. Vol 106