

PA9) 동북아시아 지역의 봄철 대기 에어로졸 원소적 조성의 변화 Variation of Elemental Composition of Atmospheric Aerosol over the Northeast Asia Region during Spring

류성윤·김영준

광주과학기술원 환경공학과, 환경모니터링 신기술연구센터

1. 서론

동북아시아 지역은 전 지구적으로 가장 급속하게 발전하고 있는 지역이다. 산업의 빠른 성장 및 급속한 자동차의 증가는 인위적인 오염물질의 증가에 크게 기여하고 있다. 이러한 오염물질 배출은 대기 에어로졸의 조성 및 농도에 영향을 끼치고 있다. 또한 동북아시아 지역은 고비사막이나 황하유역과 같은 거대한 자연적인 에어로졸의 배출원을 가진 지역이다. 매년 봄철이면 황사(Asian dust)현상이 발생하여 여러 인위적 오염물질과 혼합되어 태평양 지역으로 이동해오고 있다.

대기 에어로졸은 지구의 복사평형에 직·간접적으로 영향을 끼친다. 직접적인 영향으로는 에어로졸이 가시광선과 자외선 영역의 에너지를 산란 또는 흡수함으로써 기후에 영향을 미치며, 간접적으로는 미세 물리적 과정에 의한 구름의 특성을 변화시키거나 불균일적인 화학반응을 통해서 복사특성을 지니는 가스들을 변화시킴으로써 기후에 영향을 미친다. 일반적으로 대기 에어로졸은 입경에 따라 미세입자와 조대입자로 나눌 수 있다. 조대 입자는 토양 및 해염, 기계적 분쇄과정에서 주로 생성되며, 자연적 발생원에서 주로 방출된다. 미세 입자는 화석연료의 연소, 자동차의 배출가스 및 산업 공정 등의 인위적 발생원에서 주로 방출되며, 또한 이들 1차 생성분진과는 달리 대기 중에서 황산 가스나 휘발성 유기화합물 등이 응축과정을 거쳐 가스 상에서 입자상으로 변환되어 생성된 2차 입자도 환경학적으로 매우 중요한 의미를 갖는다. 이들 성분들은 인위적으로 생성되며 Pb, Cu, Cd, Zn, V, Mn, Cr 등의 금속원소들이 포함되어 있다. 이러한 대기 입자 중 미량 원소 성분은 다양한 화합물의 형태로 존재하며, 특히 대부분의 금속 성분은 휘발되지 않고 입자 중에 체류한다. 이러한 미량원소 성분은 이온 성분이나 유기 성분과 달리 대기화학반응의 영향이 적고 배출 당시의 특성을 간직하고 있어 오염원 추적에 용이하다.

본 연구에서는 동북아시아 지역에서의 봄철 대기 에어로졸의 원소적 조성을 비교하기 위하여 3개국 6개 사이트에서 8단 드림 샘플러를 사용하여 동시에 관측을 실시하였고, 이를 토대로 각 사이트에서의 황사의 영향을 비교하고 대기 에어로졸 조성에 영향을 끼치는 오염원을 추정하고자 하였다.

2. 연구 방법

동북아 지역에서의 봄철 대기 에어로졸의 원소적 특성 및 오염원의 연구를 위하여 중국의 Beijing과 Hefei, 대만의 Mt. Bamboo, 한국의 Gosan과 Mt. Halla, 일본의 Tango에서, 총 4개국 6개 사이트에서 집중측정을 동시에 실시하였다. 대기 에어로졸의 원소적 조성을 보다 조밀한 시간 간격으로 포집하기 위하여 University of California, Davis DELTA 그룹의 8-stage DRUM 샘플러가 사용되었고, 에어로졸의 이탈을 방지하기 위하여 greased Mylar가 사용하였다. 이 샘플러의 각각의 size cut은 Inlet-5, 5-2.5, 2.5-1.15, 1.15-0.75, 0.75-0.56, 0.56-0.34, 0.34-0.24, 0.24-0.07 μ m이다. 포집된 샘플들은 미국 Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)의 Advanced Light Source (ALS) 빔라인 10.3.1에서 synchrotron X-Ray Fluorescence (XRF) 분석을 통하여 3시간 간격으로 원소적 조성을 정량 분석하였다. 빔라인 10.3.1의 white beam은 4 KeV~20 KeV 에너지 범위를 가지며, Si(Li) detector를 사용하여 진공상태에서 아주 미량의 에어로졸까지 분석할 수 있는 최적의 빔이다.

3. 결과 및 고찰

봄철의 동북아시아 지역 대기 에어로졸의 원소적 조성을 비교하기 위하여 그림 1에서와 같이 S/Al 비를 나타내었다. 황사 시의 S/Al의 비는 중국 Beijing에서 0.09~0.17, Hefei에서 0.29~0.45, 대만 Mt. Bamboo에서 0.98~1.55, 한국 Gosan에서 0.13~0.33, Mt. Halla는 0.27~0.45, 일본 Tango에서는 0.44~1.41로 각각 나타났다. S/Al 비는 인위적 오염물질이 유입될 때 증가하고, 황사 현상이 나타날 때 크게 감소하는 경향을 보였다. 다른 원소적인 성분비를 비교할 때 중국의 Beijing과 Hefei의 것과 나머지 4개의 사이트인 대만의 Mt. Bamboo, 한국의 Gosan과 Mt. Halla, 일본의 Tango 사이트와 크게 다른 것을 알 수 있었다. 이것은 대기 에어로졸이 장거리 이동 중에 중력의 영향으로 큰 입자들이 침착되어 감소되고, 공업지역과 도시지역을 이동하는 중에 인위적인 미세 오염 물질들이 혼합되어 조성의 변화에 영향을 미치고 있는 것으로 사료된다. 한국의 Gosan과 Mt. Halla 사이트 에어로졸의 원소적 조성을 비교할 때 Mt. Halla의 원소적 비가 중국 대륙에서 관측된 것과 더 유사성을 나타내고 있다. 관측 기간 중의 Gosan 사이트는 Backward trajectory 결과와 mixing height 비교, 원소적 조성의 비교 결과 Mt. Halla 사이트 보다 지역적인 오염원의 영향을 더 받고 있는 것으로 판단되며, 따라서 장거리 이동 에어로졸에 대한 연구로는 Mt. Halla 사이트가 Gosan 보다 더 적합할 것으로 사료된다.

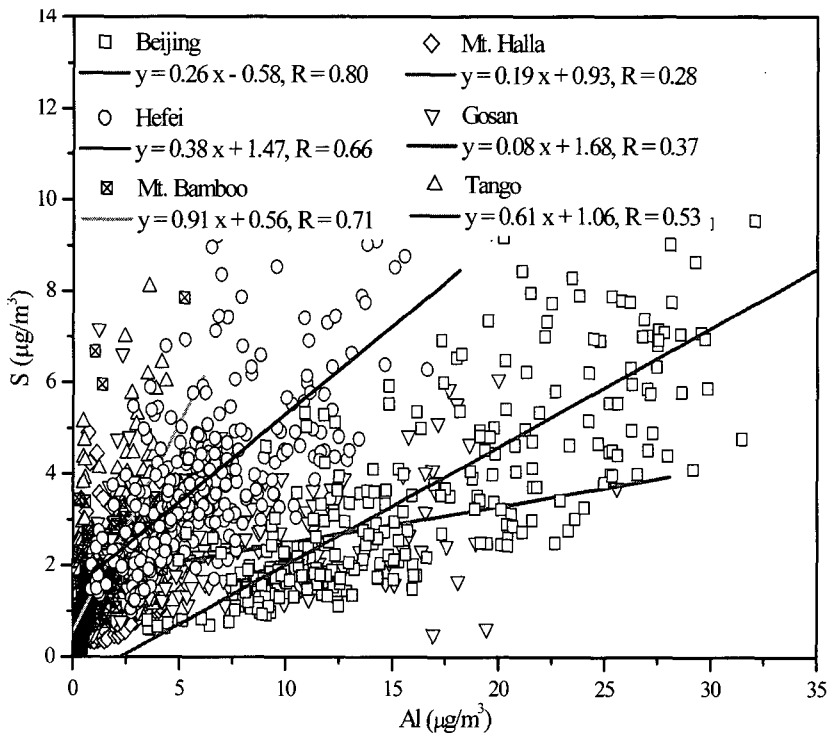


Fig. 1. Plot of sulfur vs. aluminum at the six sampling sites during the ACE-Asia IOP.

사 사

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

참 고 문 헌

- Perry, K.D., Cahill, T.A., Schnell, R.C., Harris, J.M. (1999) Long-range transport of anthropogenic aerosols to the National Oceanic and Atmospheric Administration baseline station at Mauna Loa Observatory, Hawaii. *Journal of Geophysical Research* 104, 18,521-18533.
- Reid, E.A., Reid, J.S., Meier, M.M., Dunlap, M.R., Cliff, S.S., Broumas, A., Perry, K., Maring, H. (2003) Characterization of African dust transported to Puerto Rico by individual particle and size segregated bulk analysis. *Journal of Geophysical Research* 108, doi:10.1029/2002JD002935.