한국대기환경학회 2008 춘계학술대회 논문집
Proceeding of the 46th Meeting of KOSAE(2008)
Korean Society for Atmospheric Environment

PA34) 한라산 1100 고지에서 측정한 황사입자의 입경별 조성

Composition of Size-segregated Asian Dust Storm Particles at 1100 Site of Mt. Halla

이민영 · 강창희 · 고희정 · 송정민 · 강희곤 · 조은경 · 고봉준
제주대학교 화학과

1. 서 론

우리나라는 지리적으로 아시아 대륙의 풍하 측에 위치하고 있어서 황사는 물론 각종 대기오염물질의 영향을 크게 받고 있다. 황사 자체는 자연 발생적이지만 황사입자가 다양한 오염물질들을 흡착한 상태로 이동될 수 있기 때문에 물리, 화학적 특성을 체계적으로 조사하고, 지속적으로 관측하여 자료를 수집할 필요가 있다. 대기오염물질의 장거리 이동 규명을 위해서는 대기 경계층(PBL) 상층부 대기질을 측정하는 것이 바람직하다. 일반적으로 황사 등과 같은 월경성 대기오염물질의 이동경로는 지상 1~3km 이상이 적합한 것으로 나타나고 있다. 그러나 이러한 측정은 항공기를 이용해야 하기 때문에 과다한 비용이 소요되고, 지속적으로 상시 측정 데이터를 확보하는 데는 많은 어려움이 따른다. 제주도 한라산 1100 고지는 해발 1100m에 위치하여 대기 경계층 상부를 통해 이동되는 대기오염물질의 거동을 쉽게 관찰할 수 있다. 더욱이 한반도와 100km 이상, 중국과는 500km 이상, 일본과는 250km 이상 떨어진 중간 지점에 위치해 있고, 자체 오염원의 방해가 없어서 월경성 대기오염물질 연구에 적합한 곳이다. 특히 동아시아에서 대기를 통해 대양으로 이동하는 대기물질의 화학적 특성을 파악하기에 아주 적합한 위치이다(Arimoto et al., 2004; Park et al., 2004; 김원형 등, 2003). 본 연구는 한라산 1100 고지에서 황사와 비황사 시에 대기에어로졸을 입경별로 채취하여, 그 조성 및 구성성분의 화학적 특성을 조사한 결과이다.

2. 연구 방법

2006년 3~10월에 황사(Asian Dust)와 비황사(Non-Asian Dust) 시의 대기에어로졸을 입경별로 채취하였다. 채취 지점은 한라산 중턱의 해발고도 1100m에 위치하고 있고, 제2횡단도로변에서 서쪽으로 약 500m 떨어져 있는 청정 지역이다. 시료는 봄철에 6회, 여름과 가을철에 각각 1회씩 총 8회에 걸쳐 채취하였다. Air sampler는 8-Stage Cascade Impactor(Thermo Andersen, model 20-800)와 Membrane filter(Mixed ester of cellulose membrane, 80mm/1μm)를 사용하였다. 이 sampler는 대기 중의 입자상 물질을 입경별로 총 8단계(>9.0, 5.8, 4.7, 3.3, 2.1, 1.1, 0.65, 0.43<μm)로 분별하여 채취할 수 있도록 구성되어 있으며, 시료채취 시 유량은 28.3L/min이다. 에어로졸의 양이온 및 음이온 성분(8종)은 Metrohm, Modula IC와 Metrohm Metrosep Cation 1-2-6 column, Metrohm Metrosep A-SUPP-5 column을 사용하여 분석하였다. 그리고 금속과 황 성분 20종은 ICP/AES(Thermo Jarrell Ash, Model IRIS-DUO)로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 입경별 에어로졸 조성 비교

입경별 에어로졸 시료는 2006년도 봄철에 6회(2006년 3월 10~12일, 4월 1~10일, 4월 10~17일, 4월 18~23일, 4월 23~26일, 4월 30일~5월 2일), 여름철에 1회(6월 6~16일), 가을철에 1회(10월 16~25일) 채취하였다. 측정기간 동안 에어로졸의 입경별 질량농도는 0.5~36.2μg/m^{3}의 범위를 나타내었고, 전체 평균질량농도는 91.8μg/m^{3}의 값을 보였다. 그리고 측정별 입경분포를 살펴보면, 1차 시료에서는 조대와 미세입자 영역에 비슷한 농도분포를 보였고, 2~7차에서는 대부분 조대입자영역에 높은 농도분포를 나타낸 반면, 8차 시료에서는 미세영역에 높은 농도분포를 보였다. 에어로졸의 수용성 성분들 중에서 인위적 기원의 nss-SO_4^{2-}, NH_4^+ 성분은 주로 미세입자 영역에 분포하나 NO_3^-은 미세입자와 조대입자에 분포하는 것으로 조사되었다. 반면에 토양기원 성분(nss-Ca^{2+})과 해염기원 성분(Na^+, Cl^-, Mg^{2+})은 주로 조대입자 영역에 분포하는 경향을 나타내었다. 중금속 성분들 중에서 토양에서 유래하는 Al, Fe, Ca 성분은 대

부분 조대입자 영역에서 매우 뚜렷하게 높은 농도를 나타내고 있다. 해염기원의 Na, Mg 성분 역시 이들과 마찬가지로 조대입자 영역에서 훨씬 높은 농도를 보이고 있다. 반면에 인위적인 오염원에서 주로 발생하는 S, Pb, Zn 성분들은 대부분 미세입자영역에서 높은 농도를 나타내었다. 특히 인위적 기원의 지표물질인 S의 입경별 분포를 보면, 1~8차 측정 모두에서 뚜렷하게 미세입자 영역에서 훨씬 더 높은 농도를 보였다.

3.2 황사와 비황사 시의 조성 특성

황사의 영향을 조사하기 위하여, 황사(1차, 2차, 4차, 5차, 6차)와 비황사(3차, 7차, 8차) 기간에 한라산 1100 고지의 대기 에어로졸의 입경별 조성을 비교하였다(Fig. 1). 수용성 성분의 농도를 비교한 결과, 황사 시에는 nss-SO_4^{2-}>NO_3^->Na^+>nss-Ca^{2+}>NH_4^+>Cl^->K^+>Mg^{2+}의 농도 순서를 보였다. 그러나 비황사 시에는 nss-SO_4^{2-}>NO_3^->NH_4^+>Na^+>nss-Ca^{2+}>Mg^{2+}>K^+>Cl^-의 순서를 보여, 황사 시에 상대적으로 Na^+의 농도가 증가하고 NH_4^+가 감소하는 경향을 나타내었다. 금속, 황 성분의 분석 결과에서는 황사 시에 Al>Ca>Fe>S>Na>K>Mg>Zn>Ti>Mn>V>Cr>Ba>Pb>Ni>Cu>Sr>Co>Cd>Mo의 농도 순을 보였다. 그리고 비황사 시에는 S>Al>Ca>Fe>Na>K>Mg>Pb>Zn>Ti>Mn>Cr>Ba>Ni>V>Sr>Cu>Co>Mo>Cd의 순으로 높은 농도를 나타내었다. 주요 성분들의 농도를 보면, 황사 시에는 대표적 토양기원 성분인 Al, Ca, Fe가 S보다 높은 농도를 나타내는 반면에 비황사 시에는 인위적인 기원인 S가 더 높은 경향을 보였다.

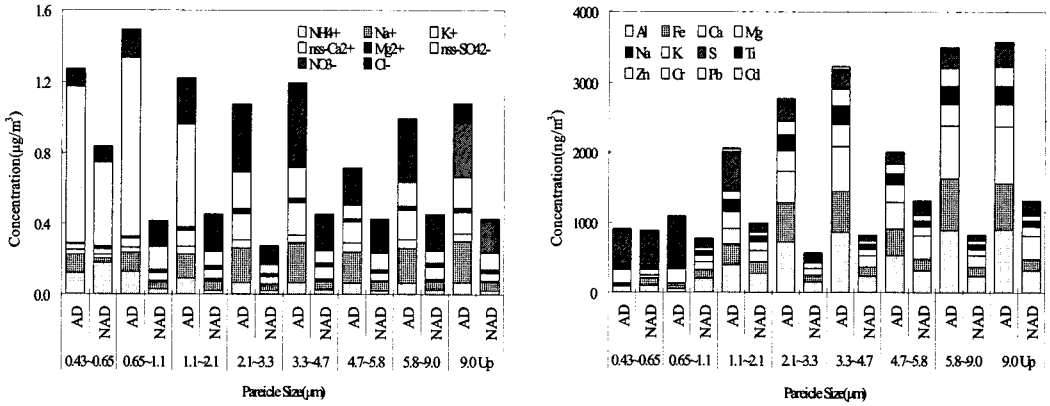

Fig. 1. Comparison of concentrations of size-segregated aerosol components between Asian dust(AD) and Non-Asian Dust(NAD) periods.

사 사

이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-311-C00614).

참 고 문 헌

김원형, 강창희, 신찬성, 고선영, 홍민선 (2003) 제주도 한라산 1100 고지 대기에어로졸의 조성 및 특성, 한국대기환경학회지, 19(2), 145-156.

Arimoto, R., X. Zhang, B.J. Huebert, C.H. Kang, D.L. Savoie, J.M. Prospero, S.K. Sage, C.A. Schloesslin, H.M. Khaing, and S.N. Oh (2004) Chemical composition of atmospheric aerosols from Zhenbeitai, China, and Gosan, South Korea, during ACE-Asia, Journal of Geophysical Research, 109(D19S04), 1-15.

Park, M.H., Y.P. Kim, C.H. Kang and S.G. Shim (2004) Aerosol Composition Change between 1992 and 2002 at Gosan, Korea, Journal of Geophysical Research, 109(D19S13), 1-7.