

1B4) 한라산 1100 고지 TSP와 PM_{2.5} 에어로졸의 황사/비황사 조성 비교: 2006년 봄철 측정

Comparison of TSP and PM_{2.5} Aerosol Compositions between Asian Dust and Non-Asian Dust Periods at 1100 Site of Mt. Halla, during Spring, 2006

고희정 · 강창희 · 고희철 · 홍상범¹⁾ · 김진석²⁾ · 이종해²⁾

제주대학교 화학과, ¹⁾광주과학기술원 환경공학과,

²⁾한국표준과학연구원 삶의질표준부

1. 서 론

황토의 주성분은 장석, 석영 등으로 황토 성분은 SiO₂, Al₂O₃, FeO, MgO, Na₂O, CaCO₃ 등을 포함하고 있고, 이 중 가장 많이 분포되어 있는 원소는 Si > Ca > Al > Fe의 순인 것으로 알려져 있다. 일반적으로 비황사시의 대기 부유분진은 연소입자를 다량으로 함유하고 미세입자의 비율이 높지만, 황사시에는 토양입자 및 조대입자의 함유율이 높고, 황사입자의 크기는 2.1 μm 이상의 조대입자가 50 % 이상을 차지하는 것으로 조사되고 있다. 한라산 1100 고지는 주변에 자체 오염원의 영향이 거의 없고, 해발 1100 m에 위치하여 황사는 물론 대기 경계층 상부를 통해 이동되는 월경성 대기오염물질의 거동을 효과적으로 관찰할 수 있는 지역이다. 본 연구는 이러한 배경농도 지역에서 봄철 TSP와 PM_{2.5} 에어로졸 시료를 채취, 분석하여, 황사와 비황사시의 에어로졸 조성을 비교한 결과로, 황사가 제주지역 대기 에어로졸 조성에 미치는 영향을 평가하기 위한 목적으로 수행되었다.

2. 연구 방법

제주도 한라산 1100 고지(33°21' N, 126°27' E)에 high volume tape sampler(KIMOTO, Model 195A)와 PM_{2.5} air sampler를 설치하여, 2006년 4월과 5월에 3일 간격(일부 집중측정 기간에는 매일) 24시간 단위로 TSP와 PM_{2.5} 시료를 각 41개씩 채취하였다. TSP와 PM_{2.5} 에어로졸의 이온성분은 IC Metrohm Modula IC와 Metrohm Metrosep Cation 1-2-6 column 및 Metrohm Metrosep A-SUPP-4 column을 사용하여 분석하였다. 또 TSP 에어로졸의 금속 및 황 성분은 ICP/AES (Thermo Jarrell Ash, Model IRIS-DUO)로 분석하였다. 또 황사기간은 기상청에서 발표한 전국 황사일을 기준으로, 4월 7~9일, 19일, 23~25일, 30일, 5월 1일에 채취한 시료를 황사기간으로 정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 TSP, PM_{2.5} 에어로졸의 조성

연구 기간 중 TSP의 이온성분 농도는 nss-SO₄²⁻(6.69 μg/m³) > NO₃⁻(2.10 μg/m³) > NH₄⁺(1.87 μg/m³) > nss-Ca²⁺(1.11 μg/m³) > Na⁺(0.82 μg/m³) > Cl⁻(0.35 μg/m³) > K⁺(0.26 μg/m³) > Mg²⁺(0.17 μg/m³), PM_{2.5}는 nss-SO₄²⁻(3.66 μg/m³) > NH₄⁺(1.11 μg/m³) > NO₃⁻(0.72 μg/m³) > nss-Ca²⁺(0.27 μg/m³) > Na⁺(0.17 μg/m³) > K⁺(0.15 μg/m³) > Cl⁻(0.07 μg/m³) > Mg²⁺(0.06 μg/m³)의 순이었다. 그리고 TSP의 경우 인위적 기원의 성분들(NH₄⁺, NO₃⁻, nss-SO₄²⁻)은 79.7 %, 해양기원의 성분들(Na⁺, Cl⁻, Mg²⁺)은 10.0 %, 토양기원의 성분(nss-Ca²⁺)은 8.3 %의 조성을 보였고, PM_{2.5}에서는 인위적 기원, 해양기원, 토양기원 성분들이 각각 88.5, 4.7, 4.4 %의 조성을 나타내었다. 또 황과 금속 성분은 S(1.47 μg/m³) > Al(1.17 μg/m³) > Fe(0.80 μg/m³) > Ca(0.54 μg/m³) > K(0.49 μg/m³) > Mg(0.42 μg/m³) > Na(0.29 μg/m³) > others(0.25 μg/m³)의 농도 순으로, 대체적으로 토양 기원의 성분들이 높은 농도를 보였고, 이 외에 Ti, Mn, Pb, Zn 등도 0.01~0.05 μg/m³로 비교적 높은 농도를 나타내었다.

3.2 TSP, PM_{2.5}의 황사/비황사 시 조성 비교

TSP의 수용성 성분은 황사시 $nss-SO_4^{2-} > NO_3^- > nss-Ca^{2+} > NH_4^+ > Na^+ > Cl^- > Mg^{2+} > K^+$, 비황사시 $nss-SO_4^{2-} > NH_4^+ > NO_3^- > Na^+ > nss-Ca^{2+} > K^+ > Cl^- > Mg^{2+}$ 의 순으로 높은 농도를 나타내었다. 그리고 황사/비황사의 농도비는 NH_4^+ 를 제외한 나머지 성분들이 1.0 ~ 4.0로 황사 시에 증가하였고, 특히 토양성분인 $nss-Ca^{2+}$ 이 가장 크게 증가한 것으로 조사되었다. 또 PM_{2.5} 역시 수용성 성분의 농도 순위는 TSP와 유사한 경향을 보였고, 황사/비황사의 농도비는 NH_4^+ 를 제외한 성분들이 1.1 ~ 1.9 배로, TSP보다는 상대적으로 낮게 증가한 것으로 나타났다. 또 인위적 기원의 $nss-SO_4^{2-}$ 와 토양 기원의 $nss-Ca^{2+}$ 에 대한 TSP/PM_{2.5}의 농도비는 각각 1.8, 6.1 배로, PM_{2.5}에 비해 TSP에서 황사의 영향이 더 크게 나타난 것으로 확인되었다. 또한 황과 금속 성분은 황사 시 $Al > S > Fe > Ca > K > Mg > Na > others$, 비황사 시 $S > Al > Fe > Ca > K > Na > Mg > others$ 의 순으로 높은 농도를 나타내었다. 그리고 황사/비황사의 농도비는 1.2 ~ 4.0으로 황사 시에 모든 성분들의 농도가 증가하였고, 이 중 Al이 가장 크게 증가하였으며, S, Pb, Zn 등 인위적 기원의 성분들도 각각 1.5, 1.7, 1.9로 비교적 높은 증가율을 나타내었다.

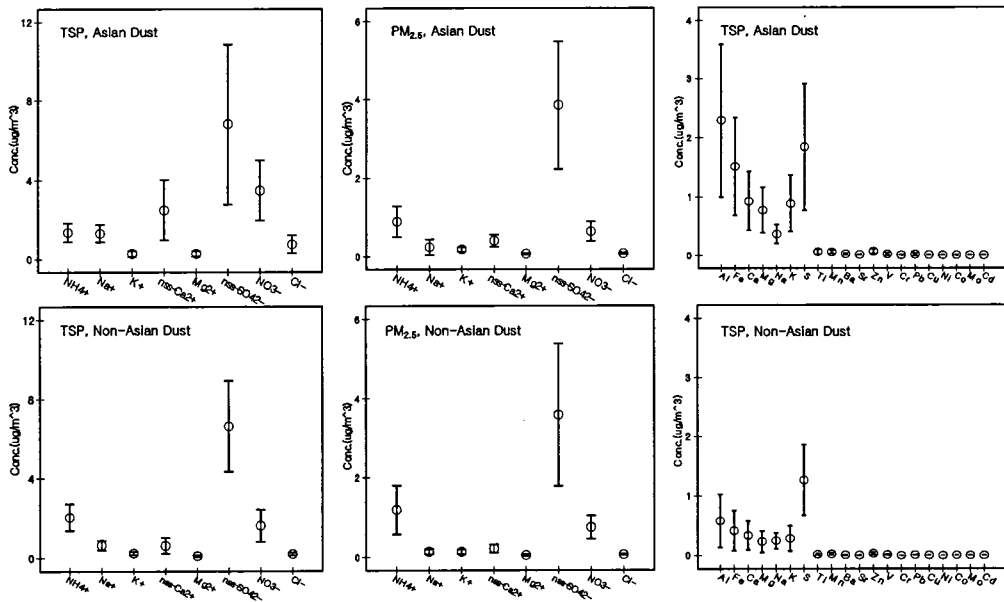


Fig. 1. Comparisons of TSP and PM_{2.5} component concentrations between Asian Dust and Non-Asian Dust periods at 1100 site of Mt. Halla.

사 사

이 논문은 2006년도 한국표준과학연구원의 연구비 지원(위탁연구과제)으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 김원형, 강창희, 신찬성, 고선영, 홍민선 (2003) 제주도 한라산 1100 고지 대기 에어로졸의 조성 및 특성, 한국대기환경학회지, 19(2), 145-156.
- Kim, K.H., G.H. Choi, C.H. Kang, J.H. Lee, J.Y. Kim, Y.H. Youn, and S.R. Lee (2003) The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events, Atmospheric Environment, (Elsevier Science), 37(6), 753-765.