4C2) 서울대학교에서 관측된 2006년 황사/비황사 기간의 에어로솔의 물리/화학적 특성

Characteristics of Aerosol Observed in Seoul National University during Hwangsa and Non-hwangsa in 2006

김 종 원 · 박 순 웅[1)]
서울대학교 지구환경과학부, [1)]서울대학교 기후환경시스템연구센터

1. 서 론

대기 에어로솔은 기후변화와 인류의 건강에 미치는 영향 때문에 최근 관심이 증대되고 있다(Crutzen, 2004). 그 중에서도 에어로솔의 크기분포와 화학성분은 발생원, 장거리 수송과정에서의 변환등을 추정할 수 있다는 점에서 최근 많이 연구되고 있다(Salma, 2002). 중국의 북쪽지방과 몽골 지역의 사막에서 발생한 황사는 때때로 태평양 건너 미국의 서부해안까지 영향을 미치기도 한다(In and Park, 2002). 본 연구의 목적은 황사와 비황사 기간에 서울대 교정 관측소에서 관측한 에어로솔의 입경별 질량농도와 이온농도의 특성을 비교/분석하여 황사가 한반도에 미칠 수 있는 영향을 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

서울특별시 관악구에 위치한 서울대학교에서 2006년 2월부터 6월사이에 황사/비황사 기간동안 각각 4회와 8회의 테프론 필터를 이용한 Cascade Impactor 관측을 수행하여 에어로솔의 입경별 질량농도를 관측하였고 IC(DX120)를 이용하여 주요 수용성이온(NA^+, NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-})의 농도를 분석하였다. 관측된 입경별 질량농도와 수용성 이온농도의 최적회귀곡선을 구하여 황사/비황사 기간동안의 에어로솔의 입경별 분포양상을 분석하였다. 또한 같은 장소에서 관측한 Beta-Gauge를 이용한 TSP값과 자동기상관측장치(AWS)로부터 구한 기상자료를 이용하여 에어로졸의 농도와 기상변수와의 관계를 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 2006년 2월에서 6월사이에 관측한 Cascade Impactor 자료로부터 구한 입경별 질량농도의 최적회귀곡선을 구한 것이며 비황사/황사기간의 평균 TSP는 각각 48.9 μgm^{-3}와 669.4 μgm^{-3}로 관측되었다. 비황사 기간에는 두 개의 미세입자 mode(0.16 & 0.79μm)와 한 개의 조대입자 mode(7.24μm)를 갖는 Tri-modal, 황사기간에는 두 개의 미세입자 mode(0.71 & 1.82μm)와 두 개의 조대입자 mode(5.37 & 16.98μm)가 존재하는 Tetra-modal의 형태를 보였다. 그림 1의 확률밀도함수에서 구한 미세입자 mode(<2.5μm)와 조대입자 mode(>2.5μm)에서의 질량농도의 비는 비황사기간이 57.7%와 42.3%, 그리고 황사기간이 18.4%와 81.6%를 보였다. 이로부터 중국에서 장거리 수송되는 먼지입자는 조대입자가 상대적으로 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다.

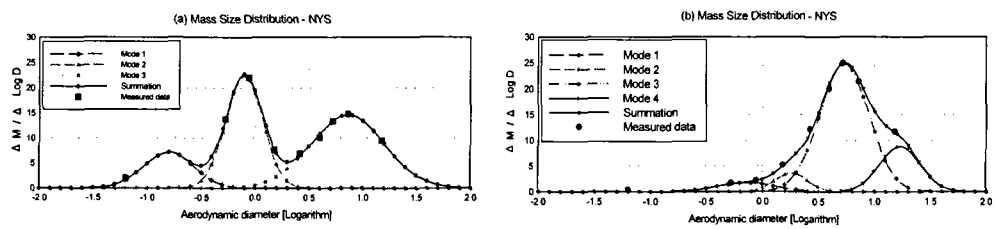

Fig. 1. Scatter plots of contribution of the mass concentration versus particle diameter.

그림 2는 비황사/황사기간 동안에 나타난 수용성 이온들의 입경에 따른 질량농도 분포를 나타낸다. 두 기간동안 평균한 총 수용성 이온농도의 질량은 각각 16.2μgm^{-3}와 39.0μgm^{-3}로 나타났지만 총 에어로솔의 농도와의 비율은 각각 33.1%와 5.8%를 보였다. 두 기간동안 거의 모든 이온들은 0.7-1.1㎛와 4.7-5.8㎛에서 최고치를 보이는 Bi-modal의 형태를 보였다. 비황사기간에는 NH_4^+, SO_4^{2-}, 그리고 NO_3^-가 미세입자반경에 주로 위치하고 나머지는 조대입자반경에 주로 존재하는 반면에 황사기간에는 NH_4^+만이 비슷한 질량비로 두 Mode에 위치하고 나머지 이온들은 모두 조대입자반경에서 큰 질량농도를 보였는데 특히 토양에서 기인하는 Ca^{2+}는 황사기간동안 비황사기간에 비하여 9배 가까이 농도가 증가하는 것을 볼 수 있다. SO_4^{2+}와 NO_3^-는 모두 미세입자반경에서는 비슷한 질량농도를 가지지만 조대입자반경에서는 황사기간에 약 3배정도 높은 값을 보였다. SO_4^{2-}와 NO_3^- 조대입자는 주로 SO_2와 NO_X가 조대입자인 토양입자와 상호작용하며 생성된 것으로 생각되므로 황사가 한반도의 산성화에 어느 정도 기여함을 알 수 있다(Wolf, 1984).

한편, 이온 성분의 미세입자반경과 조대입자반경에서의 당량을 살펴보면 미세입자부분에서는 SO_4^{2-}와 NO_3^-가 주로 NH_4^+ 이온과 중화를 이루지만 조대입자반경에서는 토양으로부터 기인하는 Ca^{2+}과 Mg^{2+}이온도 함께 기여함을 알 수 있다. 음이온과 양이온 사이의 총합 사이의 평균 당량비는 비황사와 황사기간동안에 각각 0.75와 0.35로 나타났는데 이는 토양에서 기인한 염기성 성분에 의한 것임을 보여준다.

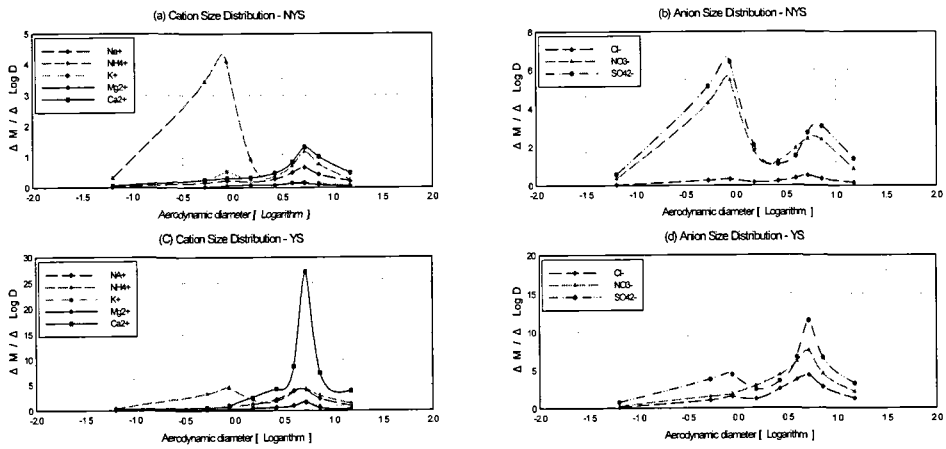

Fig. 2. Scatter plots of the each soluble ion mass concentration versus particle diameter.

사 사

본 연구는 기상청 "기상지진기술개발사업" 과제 (세부과제 "황사감시 및 예측기술개발") 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Crutzen, P. (2004) New directions: the growing urban heat and pollution "island" effect-impact on chemistry and climate. Atmospheric Environment 38, 3539-3540.

In, H.J., S.U. Park (2002) A simulation of long-range transport of Yellow Sand observed in April 1998 in Korea. Atmospheric Environment 36, 4173-4187.

Salma, I., W. Maenhaut, and Gy. Zaray (2002) Comparative study of elemental mass size distributions in urban atmospheric aerosol. Journal of Aerosol Science 33, 339-356.

Wolf, G.T. (1984) On the nature of nitrate in coarse continental aerosols. Atmos. Environ., 18, 977-981.