

PA27)

서울시 도시지역 및 경주시 국립공원지역에서 관측된
황사입자의 특성 분석

Characteristics of Asian Dust Particles Observed in
the Urban Area of Seoul and the National Park Area
of Gyeongju

김경원¹⁾ · 김영준¹⁾ · 이평구²⁾ · 윤민영³⁾

경주대학교 환경계획학전공, ¹⁾광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링신기술
연구센터, ²⁾한국지질자원연구원, ³⁾서울대학교 기초과학공동기기원
정전가속기연구센터

1. 서 론

우리나라에 영향을 미치는 황사현상은 중국 및 몽고 사막 등에서 봄철 기온 상승으로 한랭전선을 동반한 저기압이 발달되어 전선 후면의 강풍과 함께 황토 먼지가 매년 3~5월경에 편서풍을 타고 3,000 km 이상의 거리를 이동하여 한반도에 유입되는 현상이다. 황사현상은 동북아에 위치한 나라들의 국가적 관심의 대상이 된 지 오래다. 그럼에도 불구하고 황사현상으로 인한 피해를 사전에 예방할 수 있는 효과적인 대책을 세우기 어려운 것은 황사 폭풍의 발생이 대기의 자연적이며 대규모적인 변화로부터 기인되기 때문이기도 하다. 지난 수십 년간 황사현상에 대한 연구는 발원지, 이동경로, 기상조건, 에어로졸의 특성 등 다각적인 면에서 조사되어 왔다. 뿐만 아니라, 황사현상으로 인한 인체 유해성, 경제적 손해 및 사회적 불안감 조성 등에 이르는 다각적인 조사도 수행되었다. 황사현상으로 인한 피해를 보다 자세하게 파악하기 위해서는 피해지역에서 발생하는 대기오염물질과 구별하여 실제로 외부로부터 이동되어 유입되는 대기오염물질의 양을 정량하는 데에 있다 할 것이다. 본 연구는 황사폭풍 시 지역 간 상이한 배출원 특성을 지니는 지역에서 관측된 에어로졸의 특성을 조사함으로써 황사폭풍 시 유입되는 대기오염물질의 물리적 및 화학적 특성을 조사하는 데에 있다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 황사아어로졸의 물리적 및 화학적 특성을 조사하기 위하여 도시지역 및 국립공원지역에서 집중관측이 각각 수행되었다. 도시지역인 서울과 국립공원 지역인 경주에서 에어로졸 집중관측이 3월 12일부터 5월 9일까지 및 5월 19일부터 30일까지 각각 수행되었다. 도시지역의 집중관측은 연세대학교에 위치한 시정관측소에서 수행되었으며, 국립공원지역의 집중관측은 경주국립공원 서막지구에 위치한 경주대학교의 에어로졸관측소에서 수행되었다. 연세대학교 시정관측소는 인구 및 교통이 밀집된 도심지역으로부터 약 500m 떨어진 장소에 위치하고 있으며, 경주대학교 에어로졸관측소는 도심으로부터 5km 떨어진 산 속에 위치하고 있다. 집중관측 기간 동안 URG사 VAPS 2000J 샘플러와 PM_{1.0}, PM_{2.5} 및 PM₁₀ 사이클론을 이용하여 각각 초미세입자(D_p < 1.0 μ m), 미세입자(D_p < 2.5 μ m), 조대입자(2.5 < D_p < 10 μ m) 및 PM₁₀ 입자(D_p < 10 μ m)가 각각 채집되었다. 국립공원지역의 집중관측 기간 동안 대기 중 에어로졸은 24 시간 간격으로 필터에 채집되었으며, 도시지역의 집중관측 기간 동안에는 2시간(오전 8시~오후 6시) 및 14시간(오후 6시~오전 8시) 간격의 준실시간(semi-continuous) 간격으로 필터에 채집되었다. 채집된 에어로졸은 원소분석, 탄소분석 및 이온분석이 수행되었다. PIXE(proton induced X-ray emission) 분석법을 이용한 원소분석에서의 장애유발 요소를 줄이기 위하여 47mm-0.4 μ m-pore polycarbonate 필터가 사용되었다. 원소분석은 서울대학교 기초과학공동기기원의 정전가속기연구센터에서 운영 중인 Tandem Van de Graaff 정전형 양성자가속기로부터 이온원(ion beam)을 획득하여 Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Se, Cd, Pb의 15개 항목이 정량되었다. 유기탄소와 원소탄소(organic carbon & elemental carbon: OC & EC)는 가스상 유기탄소를 제거하기 위하여 CIF-denuder

(carbon impregnated filter denuder)가 설치된 준실시간 OC/EC field instrument에 의하여 1시간 간격의 준실시간 관측으로 광주과학기술원 환경모니터링기술연구센터에서 측정되었다. 이온분석은 경주대학교 대기환경연구실에서 GAT(Gamma Analysen technik GmbH)사 model DKK-TOA IA-300 이온크로마토그래피(ion chromatography)를 사용하여 Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg_2^+ , Ca_2^+ , PO_4^{3-} , F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 이온이 정량되었다. 서울시 및 경주시에 도달하는 기단 궤적의 이동 경로가 HYSPLIT 모델을 활용하는 3일 역궤적 분석(back-trajectory analysis)에 의하여 각각 500, 1000 및 2000m 고도에서 도착시간 매 00 UTC에서 추정되었다. 동시에 디지털 카메라를 이용하여 측정시의 대기조건이 JPEG 포맷의 영상으로 촬영되었으며, 상대습도, 풍향, 풍속 등의 기상자료는 기상청의 관측 자료가 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

황사폭풍 기간 동안에 관측된 $1\mu\text{m}$ 이하의 입자상 물질인 $\text{PM}_{1.0}$ 에어로졸의 화학적 조성을 그림 1에 나타내었다. 도시지역에서 관측된 $\text{PM}_{1.0}$ 에어로졸의 화학적 조성은 주로 인위적인 오염물질이 지배적이었으며, 국립공원지역에서는 자연적인 오염물질이 지배적이었다. 특히 황(S) 원소의 질량분율은 국립공원지역에 비하여 도시지역에서 10배 이상 높았다.

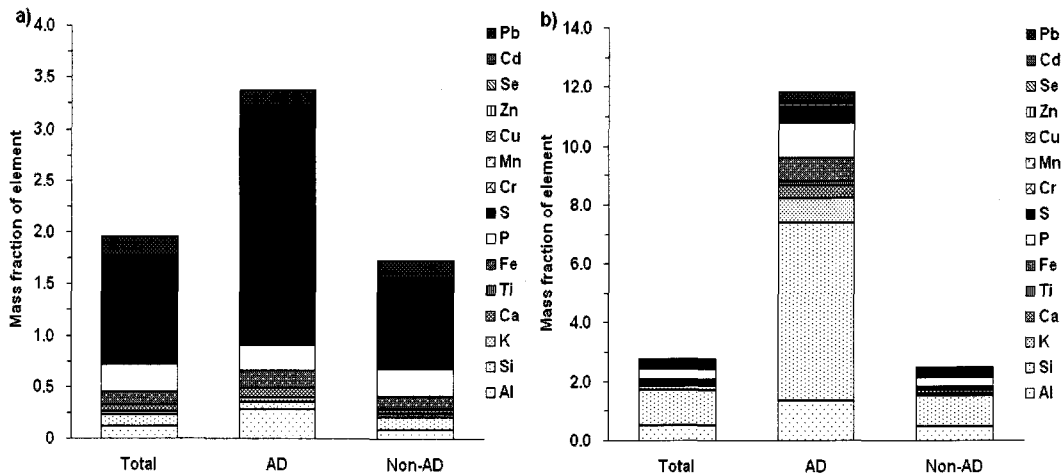


Fig. 1. Elemental composition of $\text{PM}_{1.0}$ observed at the urban; a) and the national park area; b).

사 사

본 연구의 일부는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업”으로 지원받았으며, 소방방재청연구개발사업인 자연재해저감기술개발사업 및 과학기술부의 21세기프론티어 연구개발 프로그램의 일환으로 추진 중인 양성자기반공공기술개발사업의 이용자프로그램의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.