

PF1) 2002년 봄 서울지역 황사의 광물특성

Mineralogical characterization of the dust storm in spring of 2002 at Seoul, Korea

이성록·김기현¹⁾

한국지질자원연구원 석유해저자원연구부, ¹⁾세종대학교 지구환경과학과

1. 서론

2002년 봄철 기간 중 한반도지역에서 관측된 황사는 전례를 찾기 어려울 정도로 고농도의 분진량을 기록하였다. 따라서 이 기간 중에는 전국 각지에 산재한 다수의 초등학교가 임시휴교령을 내려야 하였을 정도로 황사현상의 영향이 대단히 심각하였다. 본 연구진은 서울시 북동부 지점의 관측점으로부터 초미세입자 (PM2.5) 및 미세입자 영역 (PM10)의 부유상입자물질을 황사기간 (3월)과 비황사기간 (4월)에 걸쳐 채집하였다.

황사물질의 발원, 이동경로 및 순환에 관한 대기과학적 측면의 연구결과는 많았으나, 상대적으로 부유미세입자에 관한 광물조성과 개별입자의 광물·화학특성에 관한 연구는 제한된 편으로서(Fan et al, 1996; Ma et al, 2001; Ro et al, 2001), 금번 연구는 향후 황사입자의 지표지질환경하에서의 거동과 인체위해성 평가연구를 위한 사전 예비단계로의 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 서울시 북동부 지점의 관측점인 세종대학교 영실관 옥상에 설치된 집진기를 이용하여 PM2.5 및 PM10의 황사시료를 채집하였고 광물조성 비교연구를 위하여 비황사기간인 4월에도 PM2.5 및 PM10 분진을 채집하였다. 시료 채취는 16.7 L/min의 유량에서 24시간 연속으로 실시하였다. 포집필터를 이용하여 x-선 회절분석(XRD)에 의한 광물조성과 주사 및 투과전자현미경(JSM 6400, Carl Zeiss EM 912 EF-TEM)에 의한 전체 및 개별 대기 부유입자상물질에 대한 정성적인 관찰하였다. 아래 표는 시료채취의 조건과 농도를 표시한 것이다.

Sample	Start (y-m-d)	Time	End (y-m-d)	Time	Total run (hr)	Dust wt(g)	Conc'n (μgm^{-3})
F0322	02-03-22	1010	02-03-23	1010	24.0	0.0021	84.70
C0322	02-03-22	1010	02-03-23	1010	24.0	0.00805	324.69
F0403	02-04-03	1020	02-04-04	1000	23.8	0.00057	22.20
C0403	02-04-03	1020	02-04-04	1000	23.8	0.00256	99.72

3. 결과 및 고찰

황사기간 중에는 PM2.5와 PM10의 농도는 각각 $84.7 \mu\text{gm}^{-3}$, $324.7 \mu\text{gm}^{-3}$ 를 기록하였으며, 비황사기간에는 각각 $22.2 \mu\text{gm}^{-3}$, $99.7 \mu\text{gm}^{-3}$ 의 농도를 보였다.

XRD와 전자현미경에 의한 광물조성 분석결과(Fig. 1-4), 황사기간 중의 PM10에서는 석영, 운모, 클리노클로어, 석고, 방해석, 장석 이외에도 수산화아파타이트, 미확인된 aluminosilicates 및 석탄회 (fly ash)가 나타났다. PM2.5도 광물조성에서는 유사성을 보이나 주로 석영, 운모류가 우세하게 나타났다. 극소수 산출되는 미확인 규산염광물에 대하여는 정성분석이 추가로 요구된다. 비황사기간 중의 PM10은 검댕(soot)상의 탄질물이 대부분이며, 석영, 운모, 석고, 수산화아파타이트, 카올리나이트(또는 엽납석?), 녹리석 계열 광물이 소량 나타난다. 특히 검댕입자들은 반구형의 형태를 보이며 대부분 응집상을 이루

는 것이 확인되었다. PM2.5에서도 검댕(soot)상의 탄질물이 대부분이며, 석영, 운모, 석고, 방해석, 수산화아파타이트, 엽납석(또는 카올리나이트?), 녹리석 계열의 광물이 소량 산출되었다. 비황사기간중의 검댕 종류와 수반되는 다른 규산염 광물들의 근원지는 확인할 수 없었다.

금번 황사중의 광물조성은 발원지에서의 토양 광물 조성, 원거리 이동시 대기 및 해양에서의 반응, 황사 채취지역 부근 지표지질 토양의 광물 조성 등과 연계하여 종합적으로 해석되어야 하며, 또한 화학분석 결과와의 대비를 통해 발원지와 중금속 오염원을 추적하는 연구가 추가로 수행되어야 할 것이다.

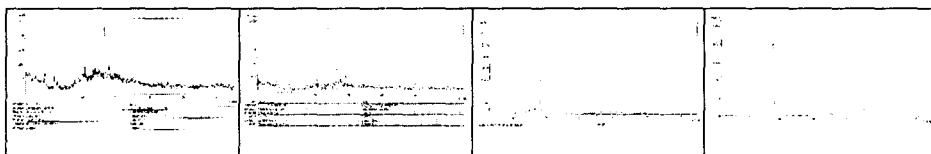


Fig. 1. XRD pattern of C0322(PM10) and F0322(PM2.5) during AD event

Fig. 2. XRD pattern of C0403(PM10) and F0403(PM2.5) during NAD event

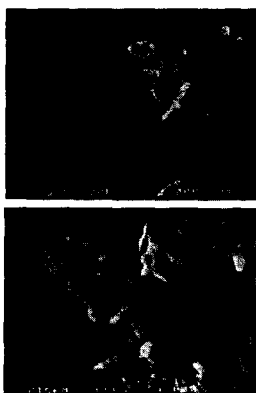


Fig. 3. SEM photos of C0322 and F0322

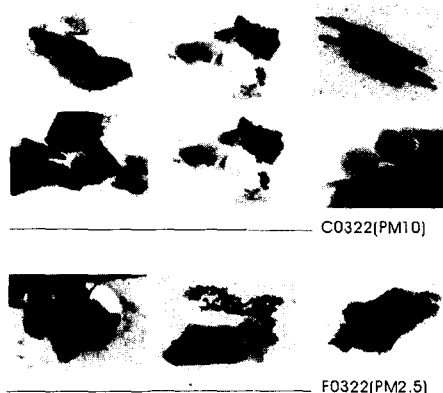


Fig. 4. EF-TEM photos of individual particles collected during the AD event

참고 문헌

- Fan Xiao-Biao, et al (1996) Mineral particles collected in China and Japan during the same Asian Dust-storm event, *Atmos. Environ.* 30, 347-351
- Ma C-J, et al. (2001) Characteristics of single particles sampled in Japan during the Asian dust-storm period, *Atmos. Environ.* 35. 2707-2714
- Ro C-U, et al (2001) Single-particle analysis of aerosols at Cheju Island, Korea, using low-Z electron probe x-ray microanalysis: A direct proof of nitrate formation from sea salts, *Environ. Sci. Tech.* 35, 4487-4494