

2A4) SEM-EDX를 이용한 입자 크기, 형상과 화학 조성 분석을 통한 서울시 황사·미세먼지 특성에 대한 연구

A Study on Physico-chemical Characteristics of Aerosol in Seoul Using SEM-EDX

박인지·장민서·이미혜·한진석¹⁾

고려대학교 지구환경과학과, ¹⁾국립환경과학원 대기환경과

1. 서 론

대기 중의 미세먼지 또는 입자상 물질은 다양한 화학종을 함유한 입자들의 혼합체이다. 이러한 입자상 물질은 인위적 또는 자연적 발생원으로부터 직접적으로 방출되거나 대기 중에서 가스-입자상 전환에 의해 형성되며, 다양한 범위의 크기, 형태, 화학적 성분으로 특징지어진다. 또한 에어로졸은 인체의 건강, 가시도, 기후, 생태계 등에 중요한 영향을 미치기 때문에 최근에 환경 문제의 핵심이 되었다.

입자의 크기가 입자상 물질의 특성에 큰 영향을 미치고, 입자의 형태가 발생원이나 변환 과정에 따라 다르며, 입자의 화학적 성분이 형성 당시의 화학적 특성을 반영하기 때문에 본 연구에서는 SEM(Scanning Electron Microscopy)와 EDX(Energy Dispersive X-ray spectroscopy)를 이용하여 개별 입자의 크기, 모양 및 화학 조성 등을 분석하고 이를 통해 서울시 황사·미세먼지 대기오염 특성을 추정하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 시료 채취

고려대학교 아산이학관 옥상에서 2006년에서 2007년에 걸쳐, High Volume Air Sampler(HV-1000F)를 이용하여 대기 중에 부유하고 있는 공기역학적 직경이 0.1~100 μ m인 총입자상물질(Total suspended particles)을 포집하였다. 실험에 사용된 포집용 여과지는 Glass fiber filter이고 시료채취 전후 48시간 이상 황온, 황습상태(RH 50%)의 데시케이터에 보관하여 향량이 되게 하였다.

2.2 분석 방법

SEM 분석을 위하여 포집된 여지는 시료채취 전후 48시간 이상 데시케이터에 보관하여 향량이 되게 한 후, 5mm \times 5mm로 잘라 carbon tape에 접착시켜 SEM-EDX분석에 적합한 시료로 만들었다. 준비된 시료는 3~10nm의 두께로 Pt-Pd코팅을 행하였고, 가속전압은 15keV, 배율은 20~100,000배, Working Distance는 15mm로 분석하였다. 분석 가능한 원소는 C, O, Na, Al, Si, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn, Br, Pb 등 총 21개이다.

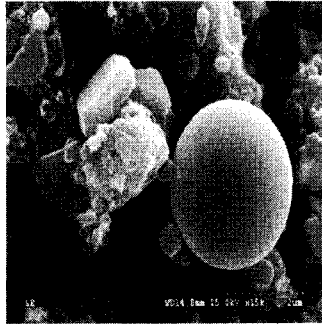
전자현미경(EDX)의 전자빔과 시료의 상호작용을 통해 특정한 신호발생영역이 생기게 되는데 전자빔의 크기가 2 μ m이기 때문에 이보다 작은 입자들을 분석할 경우 에러가 커진다.

3. 결과 및 고찰

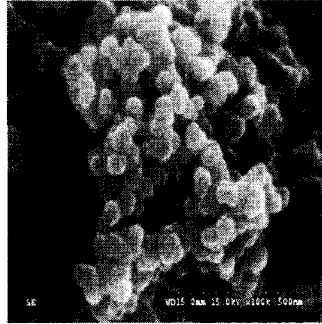
본 연구에서는 SEM-EDX로 분석한 시료들의 형태와 화학적 조성을 근거로 입자들을 fly ash, soot aggregates, bio-aerosols, Soil dusts 등 몇 가지 집단으로 분류하였다(그림 1).

대표적인 구형입자로 fly ash와 soot aggregates가 관찰되었다. Fly ash는 대부분이 alumino-silicate oxides으로 존재하며, Al, Si, O의 비율이 약간씩 변화하였다. 또한 이들 원소 이외에도 Fe와 K 등의 원소를 함유하고 있는 입자들도 있었다. 나노 크기의 입자가 엉겨 붙은 것은 탄소가 주성분인 soot aggregate로 추정된다. 황사기간인 2007년 3월 30일~4월 1일 사이에는 Soil particles로 보이는 토양기원의 Mg, Ca, Si가 다량 함유되어 있었다. 2007년 5월에는 탄소 성분의 입자들이 많이 관찰되었고, 소나

무 화분으로 보이는 bio-aerosol이 많이 관찰되었다.



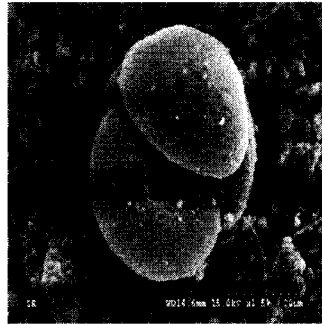
(a) fly ash



(b) soot aggregate



(c) Soil dusts



(d) bio-aerosol

Fig. 1. SEM image of atmospheric particles classified according to chemical composition and shape.

사 사

본 연구는 국립환경과학원의 『황사·미세먼지 중 유해물질 등 대기오염물질 실시간 측정』 과제의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.