

## PS27(MA30) Ultrathin Window EPMA를 이용한 서울에서의 입자상 물질 분석

오 근영, 노 철언, 김 혜경<sup>1)</sup>, R. Van Grieken<sup>2)</sup>  
한림대학교 화학과, <sup>1)</sup>한림대학교 자연과학연구소,  
<sup>2)</sup> Department of Chemistry, University of Antwerp

### 1. 서론

도시 대기는 복잡한 성분을 가진 입자상 물질로 이루어져 있는데, 검댕 입자나 비산재(fly ash)등과 같이 일차오염물질과 복잡한 대기 화학반응에 의해 생성되는 이차오염물질이 혼재하고 있기 때문이다. 도시 대기 중의 입자상 물질은 대부분 황산염, 질산염, 암모늄염 입자상 물질과 유기 입자들로 구성되어 있는데, 탄소 입자는 도시의 미세 입자 중 거의 반 정도를 차지한다.(Ro et. al., 2000)

본 연구에서는 서울 대기에서의 입자상 물질에 대한 분석을 EPMA(Electron Probe X-ray Microanalysis)를 이용한 단일 입자 분석법(Single Particle Analysis)을 가지고 행하였다. 단일 입자 분석법은 개개 입자의 형상과 크기 그리고 화학 조성에 대한 정보를 동시에 제공하기 때문에 개개 입자의 생성, 이동, 반응성, 소멸 그리고 환경에의 영향에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있다. 또한 최근에 개발된 ultrathin window를 장착한 EPMA 분석법(Ro et. al., 1999; Szaloki et. al., 2000)은 종래의 통상적인 EPMA 방법으로는 분석하기 어려웠던 탄소, 질소, 산소 등의 원소를 정량적으로 분석할 수 있는 가능성을 제시하였다. 따라서 도시 대기의 중요 구성 입자상 물질인 황산염, 질산염, 암모늄염, 유기 입자들을 분석할 수 있다.

### 2. 연구 방법

시료 채취는 공기 역학적 등가경에 따라 입자상 물질을 포집하는 7단의 May cascade impactor를 사용하여 1999년 12월 11일에 서울특별시 영등포구 여의도동 62번지 카톨릭대학교 성모병원 옥상에서 채취하였다. 연구 방법에 대한 것은 금번 학회에서 발표하는 "Ultrathin Window EPMA를 이용한 제주도 고산과 한라산 1100 고지에서의 입자상 물질의 특성 분석"이란 또 다른 연구 초록에 기술되어 있다.

### 3. 결과 및 고찰

서울에서의 입자상 물질을 새로운 EPMA 방법으로 분석한 결과를 표 1에 보였다. 본 연구에서 시료 채취에 사용한 May impactor의 각 단의 포집 cut-off는 유속 20 l/min에서 7단은 0.25 $\mu$ m, 6단은 0.5 $\mu$ m, 5단은 1 $\mu$ m, 4단은 2 $\mu$ m, 3단은 4 $\mu$ m, 2단은 8 $\mu$ m, 1단은 16 $\mu$ m이다. 이번에 분석한 서울 대기 입자들은 주로 탄소입자, 토양입자와 규소산화물, 그리고 철 산화물로 이루어져 있음을 알 수 있다. 각 단에서 존재하는 입자의 유형을 살펴보면 유기입자는 입자 크기가 작아 질수록 많은 수로 존재하고 aluminosilicates 입자는 입자 크기가 큰 영역에서 많이 발견되었다. CaCO<sub>3</sub> 입자는 aluminosilicates 입자와 마찬가지로 입자 크기가 작아 질수록 적은 수로 존재했다. 그러나 특이하게도 SiO<sub>x</sub> 입자는 입자가 큰 쪽에서 뿐만 아니라 입자 크기가 작은 쪽에서도 많은 수로 발견되었다. 또한 본 연구의 서울 대기 중 입자상 물질에는 황산염과 질산염, 암모늄염은 많이 발견되지 않았다.

(Na,Mg)Cl/O 입자는 대기 중에서 오래 존재한 해염입자인 것으로 판단한다. 그리고 Cu, Cr, Ti, Pb, Mn등의 중금속 산화물입자들도 발견되었다.

### 참고 문헌

- Ro C.-U., Osan J. and Van Grieken R.(1999) Determination of Low-Z Elements in Individual

Environmental Particles Using Windowless EPMA : Analytical Chemistry, vol. 71, pp. 1521-1528.

· Rø C.-U., Osan J., Szaloki I., Oh K.-Y., Kim H. and Van Grieken R.(2000) Determination of Chemical Species in Individual Environmental Particles Using Ultra-thin Window EPMA : Environmental Science & Technology (in press).

· Szaloki I., Osan J., Rø C.-U. and Van Grieken R.(2000) Quantitative Characterization of Individual Aerosol Particles by Thin-Window EPMA Combined with Iterative Simulation : Spectrochimica Acta B (in press).

Table 1. Classification of Individual Aerosols collected in Seoul.

Particle type	stage 1	stage 2	stage 3	stage 4	stage 5	stage 6	stage 7	합 계
C,O	36 (36.0%)	18 (6.0%)	12 (4.0%)	25 (8.3%)	83 (27.7%)	182 (60.7%)	218 (72.7%)	574 (30.2%)
aluminosilicates	41 (41.0%)	151 (50.3%)	128 (42.7%)	111 (37.0%)	89 (29.7%)	6 (2.0%)	8 (2.7%)	534 (28.1%)
aluminosilicates/C		40 (13.3%)	62 (20.7%)	55 (18.3%)	31 (10.3%)	4 (1.3%)	4 (1.3%)	196 (10.3%)
SiOx	7 (7.0%)	41 (13.7%)	43 (14.3%)	43 (14.3%)	32 (10.7%)	74 (24.7%)	44 (14.7%)	284 (14.9%)
CaCO <sub>3</sub>	1 (1.0%)	30 (10.0%)	22 (7.3%)	32 (10.7%)	16 (5.3%)	4 (1.3%)	2 (0.7%)	107 (5.6%)
CaSO <sub>4</sub>			4 (1.3%)	3 (1.0%)	2 (0.7%)			9 (0.5%)
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		1 (0.3%)		3 (1.0%)	4 (1.3%)	4 (1.3%)	8 (2.7%)	20 (1.1%)
(Na,Mg)Cl/O	2 (2.0%)	2 (0.7%)	9 (3.0%)	1 (0.3%)	4 (1.3%)			18 (0.9%)
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				2 (0.7%)	8 (2.7%)	3 (1.0%)	2 (0.7%)	15 (0.8%)
FeOx		7 (2.3%)	8 (2.7%)	11 (3.7%)	11 (3.7%)	2 (0.7%)	1 (0.3%)	40 (2.1%)
(Cr,Cu,Ti,Pb,Mn) 산화물	3 (3.0%)	3 (1.0%)	2 (0.7%)	6 (2.0%)	4 (1.3%)	4 (1.3%)	1 (0.3%)	23 (1.2%)
기타화합물	5 (5.0%)	4 (1.3%)	4 (1.3%)	3 (1.0%)	11 (3.7%)	3 (1.0%)	5 (1.7%)	35 (1.8%)
ambiguous	5 (5.0%)	3 (1.0%)	6 (2.0%)	5 (1.7%)	5 (1.7%)	14 (4.7%)	7 (2.3%)	45 (2.4%)
합 계	100	300	300	300	300	300	300	1900