

## 2E4) 제주 고산에서 측정된 PM<sub>2.5</sub> 에어로졸의 원소성분 특성연구

### Characteristics of Elemental Composition of PM<sub>2.5</sub> Aerosols Measured at Gosan, Jeju

류성윤 · 김정은 · 정현록 · 김영준 · 한진석<sup>1)</sup> · 문광주<sup>1)</sup> · 공부주<sup>1)</sup> · 안준영<sup>1)</sup>  
광주과학기술원 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경연구원 대기화학과

#### 1. 서 론

대기 중에 부유하고 있는 입자상 물질은 보통 입경에 따라 2.5 $\mu$ m 이하의 미세입자와 2.5 $\mu$ m 이상의 조대입자로 나눌 수 있다. 조대입자는 토양 및 해염, 꽃가루, 화산재 및 토양 먼지와 같이 자연발생원에서 주로 생성되며, 인체에 큰 영향을 미치지 않는다. 그러나 미세입자는 화석연료의 연소, 자동차의 배출가스 및 화학물질의 제조공정 등의 인위적 발생원에서 주로 방출되며, 또한 이들 1차 생성분진과는 달리 대기중에서 황산가스나 휘발성 유기화합물 등이 응축과정을 거쳐 가스상에서 입자상으로 변환되어 생성된 2차 입자도 환경학적으로 매우 중요한 의미를 갖는다. 이들 성분들은 인위적으로 생성되며 Pb, Cu, Cd, Zn, V, Mn, Cr 등의 금속원소들이 포함되어 있다. 특히, 에어로졸 중에서도 입자크기가 2.5-10  $\mu$ m 사이에 있는 조대입자 (coarse mode)의 광학적 및 화학적 특성에 많은 변화를 야기시키는 것으로 알려져 있다. 지금까지 입자크기가 2.5 $\mu$ m보다 작은 미세입자에 대한 연구는 발생원이 주거지역의 벽난로나 목재스토브뿐 만 아니라 자동차, 발전소, 및 산업용 시설등의 연료연소에서 발생하는 것으로 알려져 있어 이에 대한 관심이 집중되어 왔으나, 황사현상과 같은 장거리 이동물질로 인한 미세입자의 화학적 성질변화에 대해서는 연구가 전무한 실정이며 이러한 입자의 건강에 미치는 영향을 규명하기 위해서는 미세입자 관점에서 연구를 수행하는게 바람직 할 것으로 사료된다. 제주 고산은 우리 나라의 대표적인 배경 농도 지역으로서 이러한 입자들의 장거리이동 특성을 규명하기에 적합한 지역으로 알려져 있다. 따라서, 본 연구에서는 오염원과의 거리가 먼 청정지역인 제주 고산 슈퍼사이트에서 PM<sub>2.5</sub> 분진을 채취하여 원소성분 농도 비를 조사 비교하여 미세입자의 화학적 특성 연구 및 장거리 이동 오염원이 대기의 조성변화에 미치는 영향을 규명하고자 한다. 또한 본 연구에서는 Enrichment Factor 분석을 통하여 각 성분의 상관성을 규명하고자 한다.

#### 2. 연구 방법

PM<sub>2.5</sub> 분진측정은 제주 고산슈퍼사이트의 트레일러에서 각각 수행하였다. PM<sub>2.5</sub> 분진의 포집을 위해 PM<sub>2.5</sub> 싸이클론 (URG-2000-30EH) 샘플러가 사용되었으며, 채취한 시료들은 PM<sub>2.5</sub> 분진에 함유되어있는 원소성분을 분석하는데 사용되었다. 분진채취는 2001년 11월 13일 ~ 25일, 2002년 3월 29일 ~ 4월 11일, 2002년 8월 27일 ~ 9월 11일, 2003년 2월 14 ~ 26일 총 4차례에 걸쳐 실시하였다. 측정시간은 측정 당일 오전 9시부터 다음날 9시까지 24시간 동안 채취하였다. 채취된 분진에 함유된 화학적 원소성분은 ICP-AES(Shimadzu ICPS-1000III), ICP-MS(VG Elemental PQIII STE), 및 AAS(Unicam989)에 의해 27종의(Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Zr, Se, Pd, Cd, Sb, Ba, Ce, Pb) 성분이 분석되었으며, 분석은 기초과학지원연구소(대전분소)에서 수행하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

표 1은 제주 고산에서의 봄, 여름, 가을 겨울 네 번의 측정을 통한 PM<sub>2.5</sub> 에어로졸 중의 원소성분의 농도 및 표준 편차를 보여주고 있다. 1차 기간은 가을, 2차는 봄, 3차는 여름의 제주 고산지역의 PM<sub>2.5</sub> 에어로졸의 원소성분 조성을 나타낸다. 질량 농도만을 고려하였을 경우 2002년 4월 10일 ~ 11일 관측된 황사 영향이 포함된 2차 관측 기간의 농도가 높았으며 황사가 측정지역에 크게 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 특히 Al, Si, Mg, K, Ca 등의 토양 성분 원소들의 농도 증가가 두드러지게 나타났다. 3차 관측 기간인 여름에는 여름철의 강수 영향으로 상대적으로 낮은 농도를 보였다.

Table 1. Comparison of average concentrations of elemental species of PM<sub>2.5</sub> aerosols in Gosan, Jeju

(ng/m<sup>3</sup>)

(a)

		Soil Elements										
		Na*	K*	Mg*	Al*	Ca*	Fe*	Si*	Ti	Mn	Sr	Zr
1st	AVE.	0.299	0.477	0.083	0.191	0.162	0.153	0.147	6.077	12.029	1.827	0.387
	STDEV.	0.191	0.531	0.039	0.157	0.114	0.121	0.112	4.473	10.360	1.071	0.303
2nd	AVE.	0.480	0.041	0.412	1.626	0.894	1.080	0.797	28.105	28.272	48.650	1.440
	STDEV.	0.256	0.028	0.506	2.165	0.912	1.413	0.953	36.804	30.517	21.245	1.306
3rd	AVE.	0.739	0.309	0.115	0.121	0.098	0.123	-	6.987	5.805	1.292	0.207
	STDEV.	0.472	0.429	0.052	0.115	0.058	0.108	-	6.512	5.914	0.608	0.156

(b)

		Trace Elements									
		Cr	Co	Cu	As	Cd	Ba	V	Ni	Zn	Pb
1st	AVE.	0.448	0.116	3.932	3.771	0.661	1.915	1.163	-	48.83	27.84
	STDEV.	0.388	0.079	3.708	4.159	0.567	1.927	1.096	-	42.934	20.177
2nd	AVE.	3.501	0.478	5.834	20.900	0.640	12.382	12.593	2.117	39.905	33.169
	STDEV.	4.726	0.568	8.651	16.327	0.481	14.480	6.540	1.354	27.886	23.412
3rd	AVE.	1.956	0.067	4.999	2.565	0.507	1.865	2.375	1.752	41.595	23.021
	STDEV.	3.343	0.067	4.323	3.460	0.459	1.834	1.218	1.750	46.847	29.436

\* :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 감사의 글

본 연구는 ECO-Technopia 사업, 2001년도 두뇌한국21 사업 및 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터에 의하여 지원되었습니다.

### 참고 문헌

- Y. Gao, E. D. Nelson, M. P. Field, Q. Ding, H. Li, R. M. Sherrell, C. L. Gigliotti, D. A. Van Ry, T. R. Glenn, S. J. Eisenreich (2002) Characterization of atmospheric trace elements on PM<sub>2.5</sub> particulate matter over the New York-New Jersey harbor estuary, Atmospheric Environment, Vol. 36, pp 1077-1086
- Seung S. Park, Min S. Bae and Young J. Kim (2001) Chemical Composition and Source Apportionment of PM<sub>2.5</sub> Particles in the Sihwa Area, Korea, J. Air & Waste Manage. Assoc., Vol. 51, pp393-405.