

GA3) 제주 고산 및 광주 도심지역에서 측정된 PM_{2.5} 분진의 원소성분 비교연구

A Comparison of PM_{2.5} Elemental Components Measured at Gosan, Jeju and Gwangju Urban Site

김영준 · 류성윤 · 김정은 · 박승식 · 한진석¹⁾ · 홍유덕¹⁾ · 정다위¹⁾ · 문광주¹⁾
광주과학기술원 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원 대기화학과

1. 서 론

동북아 지역은 중국과 인접해 있는 관계로 매년 봄철이면 고비사막이나 중국의 황토고원에서 발생한 황사(yellow sand) 현상에 의해 많은 고통을 겪고 있다. 중국본토에서 발생된 황사 에어로졸은 수 천 km를 장거리 이동하여 한국 및 일본 등의 대기에 에어로졸의 질량 loading에 엄청난 변화를 초래할 뿐만 아니라, 에어로졸을 구성하고 있는 화학적 조성에도 많은 변화를 가져온다. 일반적으로 분진은 입경에 따라 미세입자와 거대입자로 나눌 수 있다. 거대입자는 토양 및 해염, 기계적 분쇄과정에서 주로 생성되며, 자연적 발생원에서 주로 방출된다. 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 μm 사이에 있는 조대입자(coarse mode)의 광학적 및 화학적 특성에 많은 변화를 야기시키는 것으로 알려져 있다. 지금까지 입자크기가 2.5 μm 보다 작은 미세입자에 대한 연구는 발생원이 주거지역의 벽난로나 목재스토브뿐 만 아니라 자동차, 발전소, 및 산업용 시설등의 연료연소에서 발생되는 것으로 알려져 있어 이에 대한 관심이 집중되어 왔으나, 황사현상으로 인한 미세입자의 화학적 성질변화에 대해서는 연구가 전무한 실정이며 황사입자의 건강에 미치는 영향을 규명하기 위해서는 미세입자 관점에서 연구를 수행하는게 바람직 할 것으로 사료된다. 따라서, 본 연구에서는 오염원과의 거리가 먼 청정지역과 도심지역의 성질이 다른 두 지역에서 PM_{2.5} 분진을 채취하여 황사 및 비 황사기간의 원소성분 농도 비를 조사 비교하여 황사현상이 미세입자의 화학적 조성에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

2. 연구 방법

PM_{2.5} 분진측정은 제주 고산슈퍼사이트와 광주시 광주지방기상청 옥상에서 각각 수행하였다. PM_{2.5} 분진의 포집을 위해 PM_{2.5} 사이클론(URG-2000-30EH) 샘플러가 사용되었으며, 채취한 시료들은 PM_{2.5} 분진에 함유되어있는 원소성분을 분석하는데 사용되었다. 분진채취는 제주 고산지역은 2001년 11월 13일 ~ 25일까지 실시하였으며, 광주지역은 2001년 3월 26일 ~ 5월 4일까지 매일 수행하였다. 측정시간은 측정당일 오전 9시부터 다음날 9시까지 24시간 동안 채취하였다. 채취된 분진에 함유된 화학적 원소 성분은 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

그림 1은 측정기간 중의 PM_{2.5} 농도의 변화를 보여주는 그림으로서 황사기간중의 광주에서의 관측 결과와 비황사기간 중의 제주 고산 관측 결과이다. 질량 농도만을 고려하였을 경우 광주의 황사 시에 측정지역에 영향이 크게 미쳤음을 알 수 있으며, 청정지역인 제주 고산 지역에서도 11월 20일 이후 급격히 질량농도가 증가되었음을 알 수 있다. 표 1은 평균 원소성분농도를 제주 고산, 비 황사시의 광주

및 황사시의 광주지역 농도를 나타낸 표이다. 표에서 보듯이 황사와 비황사기간의 원소성분 농도는 기존연구에서 coarse mode에서 밝혀진 내용과 유사하게 PM_{2.5} 분진의 경우에도 두 지역 모두 인위적 발생 오염원보다는 자연발생적 성분들에 의해 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 또한 중금속 성분들의 경우에는 황사와 비황사 시기에 얻은 농도가 자연발생적 성분들에 비해 큰 차이를 보여주지 않았다. 이는 인위적으로 발생된 오염원들은 주로 local sources에 의해 영향을 받고 있음을 예상할 수 있다.

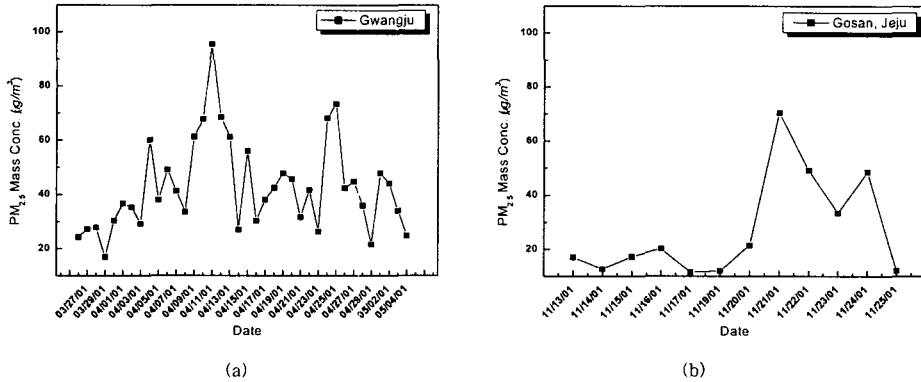


Figure 1. Temporal trend of PM_{2.5} mass concentration in Gosan, Jeju and Gwangju ; (a) Gwangju, (b) Gosan, Jeju

Table 1. Comparison of average of elemental species concentration in PM_{2.5} between yellow sand and non-yellow sand events for Jeju and Gwangju

Species	Jeju	Gwangju	Gwangju*	Species	Jeju	Gwangju	Gwangju*
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27.17	42.87	62.54	Co (ng/m^3)	0.12	0.45	0.90
Na ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.30	0.32	0.49	Ni (ng/m^3)	-	3.86	4.64
Mg ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.08	0.27	0.77	Cu (ng/m^3)	3.93	11.20	9.90
Al ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.19	0.72	2.15	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48.83	0.08	0.10
Si ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.15	-	-	As (ng/m^3)	3.77	3.13	5.84
S (ng/m^3)	2.43	2.58	3.08	Sr (ng/m^3)	1.83	3.71	10.41
K ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.48	0.51	1.22	Zr (ng/m^3)	0.39	0.87	1.50
Ca ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.16	0.49	1.39	Se (ng/m^3)	-	-	-
Sc (ng/m^3)	0.05	0.17	0.52	Pd (ng/m^3)	-	0.06	0.04
Ti (ng/m^3)	6.08	18.64	57.13	Cd (ng/m^3)	0.66	1.59	2.16
V (ng/m^3)	1.16	5.57	8.53	Sb (ng/m^3)	0.81	-	-
Cr (ng/m^3)	-	3.82	5.97	Ba (ng/m^3)	1.92	15.56	25.37
Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12.03	0.02	0.06	Ce (ng/m^3)	0.22	1.16	2.53
Fe ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.15	0.58	1.44	Pb (ng/m^3)	27.84	41.62	64.56

Gwangju*:yellow sand events

감사의 글

본 연구는 차세대핵심환경기술개발사업 (과제번호 2001-44001-8), 2001년도 두뇌한국21 사업 및 한국 과학재단 우수연구센터인 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터에 의하여 지원되었습니다.

참고 문헌

- Seung S. Park, Min S. Bae and Young J. Kim (2001) Chemical Composition and Source Apportionment of PM_{2.5} Particles in the Sihwa Area, Korea, J. Air & Waste Manage. Assoc., Vol. 51, pp393-405.
- 신훈중, 이태정, 김동술 (1996) 대기부유분진 중 미량 금속원소의 입경별 농도분포에 관한 연구, 한국대 기보전학회지 제12권 제1호, 67~77.