

## PA15) 봄철황사기간중 공단 및 도심지역에서 측정된 PM<sub>2.5</sub> 분진의 원소성분 비교연구

### A Comparison of PM<sub>2.5</sub> Elemental Components Measured at Industrial and Urban Sites during Spring Season

박승식 · 류성운 · 김영준 · 이재훈  
광주과학기술원 환경공학과

#### 1. 서론

한반도 지역은 중국과 인접해 있는 관계로 매년 봄철이면 고비사막이나 중국의 황토고원에서 발생한 황사(yellow sand) 현상에 의해 많은 고통을 겪고 있다. 중국본토에서 발생된 황사에어로졸은 수 천 km를 장거리 이동하여 한국 및 일본등의 대기 에어로졸의 질량 loading에 엄청난 변화를 초래할 뿐 만 아니라, 에어로졸을 구성하고 있는 화학적 조성에도 많은 변화를 가져온다. 특히, 에어로졸 중에서도 입자크기가 2.5-10  $\mu\text{m}$  사이에 있는 조대입자 ("coarse mode")의 광학적 및 화학적 특성에 많은 변화를 야기시키는 것으로 알려져 있다. 그러나, 인간의 건강과 사회복지차원에서는 조대입자보다는 입자크기가 2.5  $\mu\text{m}$ 보다 작은 미세입자의 성질이 더 중요하다고 할 수 있으며, 지금까지 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 황사현상이 빈번한 봄철시즌에 성질이 다른 두 지역에서 PM<sub>2.5</sub> 분진을 채취하여 황사 및 비 황사기간의 원소성분 농도비를 조사하여 황사현상이 미세입자의 화학적 조성에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

#### 2. 연구방법

PM<sub>2.5</sub> 분진측정은 경기도 시흥시 시화지역에 위치한 서해초등학교 6층 옥상과 광주시 광주지방기상청 옥상에서 각각 수행하였다. 서해초등학교는 시화공단에서 약 1.5 km 떨어진 주거지역에 위치해 있으며, 공단지역으로부터 발생한 대기오염물질에 의해 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다. PM<sub>2.5</sub> 분진을 채취하기 위해 시화지역은 Dichotomous PM<sub>10</sub> 샘플러 (Graseby Andersen 모델 241), 광주지역은 PM<sub>2.5</sub> 싸이클론 (URG-2000-30EH) 샘플러가 사용되었으며, 채취한 시료들은 PM<sub>2.5</sub> 분진에 함유되어있는 원소성분을 분석하는데 사용되었다. 분진채취는 시화지역은 1998년 4월 6일 ~ 30일까지 실시하였으며, 광주지역은 2001년 3월 26일 ~ 5월 4일까지 매일 수행하였다. 측정시간은 측정당일 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

그림 1a와 b는 두 지역의 황사기간중 대기 에어로졸 오염도를 비교하기 위해 나타낸 그림으로서, 시화 및 광주지역의 환경부 대기오염 측정소에서 측정된 TSP(시화)와 PM<sub>10</sub>(광주) 농도의 실시간 자료를 일 평균하여 나타낸 그림이다. 시화지역의 경우 PM<sub>10</sub> 대신 TSP 농도를 사용한 이유는 현재까지 환경부 대기오염 측정소(정왕동) 에서 TSP 농도를 실시간으로 측정하고 있기 때문이다. 그림에서 보여주듯이 황사현상이 발생한 1998년 4월 19일~20일 (시화)과 2001년 4월 11일 (광주)에 TSP와 PM<sub>10</sub> 농도가 최

대치를 보여주고 있으며, 측정시기는 다르지만 질량농도만을 고려했을 때 2001년 황사현상이 발생했을 때 측정지역에 미치는 영향이 더 심각했음을 알 수 있다.

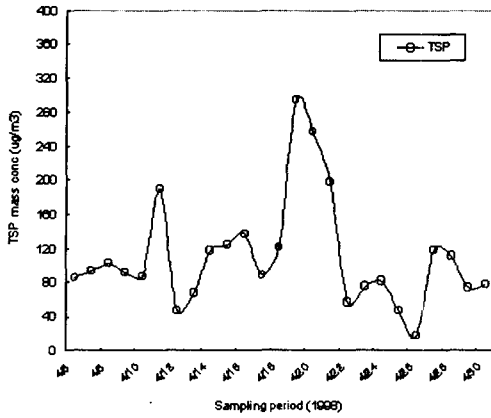


Figure 1a. Temporal trend of TSP conc in Sihwa

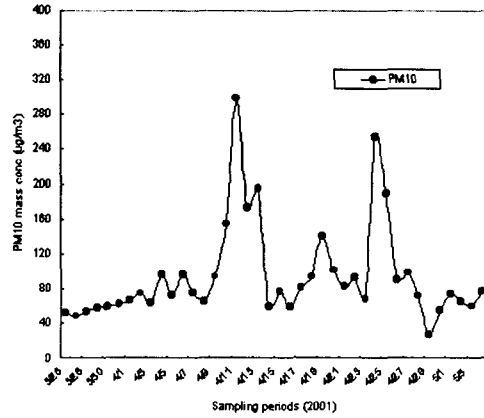


Figure 1b. Temporal trend of PM10 conc. in Kwangju

표 1은 황사가 미세먼지의 원소성분농도에 어느정도 영향을 미치는 지에 대해 정량적으로 조사하기 위해 본진에 함유되어 있는 원소성분농도를 황사발생기간과 비 황사발생기간의 비로써 나타낸 표이다. 표에서 보듯이 황사와 비황사기간의 원소성분 농도비는 기존연구에서 coarse mode에서 밝혀진 내용과 유사하게 PM<sub>2.5</sub> 분진의 경우에도 두 지역 모두 인위적 발생 오염원보다는 자연발생적 성분들에 의해 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 그러나, 중금속 성분들의 경우에는 황사와 비황사 시기에 얻은 농도비가 자연발생적 성분들에 비해 큰 차이를 보여주지 않았다. 이는 인위적으로 발생된 오염원들은 주로 local sources에 의해 영향을 받고 있음을 예상할 수 있다.

Table 1. Comparison of ratio of elemental species concentration in PM<sub>2.5</sub> between yellow sand and

Species	Sihwa	Kwangju	Species	Sihwa	Kwangju
PM <sub>2.5</sub>	1.4	2.6	Co	-	5.6
Na	2.8	1.8	Ni	1.3	2.2
Mg	12.8	12.1	Cu	2.5	0.8
Al	13.9	16.2	Zn	3.9	1.2
Si	6.8	-	As	1.5	1.9
S	1.9	0.8	Sr	-	9.9
K	4.8	4.9	Zr	-	3.0
Ca	6.3	11.9	Se	2.7	-
Sc	4.6	18.5	Pd	-	0.7
Ti	11.2	20.1	Cd	1.3	1.4
V	1.2	3.0	Sb	-	-
Cr	2.9	3.0	Ba	4.4	3.4
Mn	1.5	7.2	Ce	-	7.9
Fe	8.0	8.9	Pb	2.2	1.1

non-yellow sand events for Sihwa and Kwangju

### 감사의 글

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