

## PF10) 배경농도지역 PM<sub>2.5</sub> 및 PM<sub>10</sub> 오염원의 봄철 화학적 특성 Chemical Characteristics of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> during Spring at Background Sites

하재성 · 김유정 · 한진석<sup>1)</sup> · 김조천 · 선우영  
건국대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경연구원 대기화학과

### 1. 서 론

봄철에 우리나라의 대기질은 황사의 영향을 받아 그 화학적 특성이 크게 변화한다. 중국과 몽고의 사막지역이나 황화중류의 황토지역 등에서 저기압 통과시 발생하는 바람이나 난류 등의 영향으로 공중에 부유하고 이송되는 먼지를 황사현상(Asian Dust)이라고 총칭하고 있는데(김기현 외, 2002), 이와 관련된 연구는 지금도 활발히 진행되고 있다.

한국을 비롯하여 중국, 일본 대만 등이 위치해 있는 동북아시아 지역은 최근 들어 급격한 산업화로 인해 대기오염물질의 배출량이 증가하고 있는 실정이다. 이 중에서도 중국은 동북아시아에서 가장 높은 비율로 이산화황 등의 대기 오염 물질을 배출하여 가장 큰 영향을 미치고 있다. 특히 이 지역은 주풍향이 서풍으로, 중국의 풍하지역에 위치하고 있는 우리나라는 중국에서 배출되는 대기오염물질의 이동 및 강하에 의해 영향을 받을 우려가 있다(김나경, 2003). 따라서 황사와 관련된 장기적인 연구를 통하여 황사 뿐 아니라 대기오염물질의 장거리 이동에 대한 연구가 필요함을 알 수 있다. 본 연구에서는 2001~2003년 동안 봄철의 PM<sub>2.5</sub> 및 PM<sub>10</sub> 오염원에 대해 시료를 채취 및 분석하여, 우리나라 배경농도 지역에서 봄철 동안 대기질에 영향을 미치는 각 성분에 대한 화학적 특징을 조사하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구를 위해 강화(강화군 화도면 장화2리)와 고산(제주도 북제주군 한경면 고산리)에서 2001년 4월 10~19일(10일간), 2002년 3월 5~14일, 4월 16~30일(25일간)과 2003년 4월 1~15일, 5월 27일~6월 5일(25일간) 시료를 채취하였다. 측정기간 중 사용된 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub> 포집장치는 유량 16.7 lpm이고 절단입경이 각각 2.5, 10 $\mu$ m인 사이클론(URG, 16.7 lpm)을 펠터팩 및 진공펌프(Dayton, Max, 100 lpm)에 연결하여 사용하였다. 질량분석 및 이온분석을 위한 입자 채취에는 테플론필터(Zefluor, pore size 2.0 $\mu$ m, 47mm $\phi$ , Gelman社)를 사용하였고, 질산 및 염산 등 산성기체의 포집에는 나일론 멤브레인 거름종이(Nylasorb, Gelman사, pore size 1 $\mu$ m), 암모니아의 포집에는 1% citric acid 용액에 함침시킨 석영섬유 거름종이(QM-A, Whatman사)를 각각 이용하였다. 또한, 질량분석용 필터는 시료채취 전 후에 24시간 항량시켜 무게를 측정하였으며, 이온분석은 Ion Chromatography(Metrohm, Modula IC) 법을 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

주요이온성분의 평균질량농도( $\mu$ g/m<sup>3</sup>)는 강화에서 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 8.08 $\pm$ 3.76, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 4.01 $\pm$ 2.50, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 7.22 $\pm$ 2.90 으로 나타났으며, 고산에서는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 7.57 $\pm$ 3.86, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 1.88 $\pm$ 1.50, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 1.94 $\pm$ 0.83 으로 나타났다. 주요이온성분의 경우 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 두 지역이 비슷한 농도수준을 보이고 있는 반면에, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>과 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 강화도 지역이 상대적으로 높은 농도수준을 보이고 있음을 알 수 있었다. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>과 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 농업 활동의 비료사용이나 가축의 분뇨에서 많이 발생하는 것으로 알려졌는데, 이것은 강화도 측정소가 활발한 농업활동에 의해 비교적 많은 영향을 받을 수 있는 위치적 특성 때문인 것으로 추측된다(표 1~2).

또한, 상대적으로 황사의 영향을 많이 받았던 2001년에 Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 등 토양성분과 관련된 이 높다고 알려진 성분들이 높은 농도분포를 보이고 있는 것을 알 수 있었다.

Table 1. Descriptive annual statistics of ionic components ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in the PM<sub>10</sub> (Ganghwa).

		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
2001	Mean	7.217		1.708	3.693	0.415	8.076	4.007	0.608
	S.D.*	2.901	N.A.**	1.048	3.686	0.460	3.758	2.502	0.338
	Max.	12.928		2.997	10.312	1.409	15.511	10.573	1.130
	Min.	2.785		0.499	1.116	0.015	4.325	1.343	0.254
2002	Mean	4.299	0.299	0.211	0.516	0.114	6.143	6.568	0.789
	S.D.	2.722	0.303	0.219	0.637	0.086	3.510	6.948	0.531
	Max.	10.132	1.362	1.017	2.109	0.241	14.235	25.632	2.067
	Min.	0.125	0.000	0.000	0.009	0.000	0.373	0.293	0.172
2003	Mean	3.620	0.460	0.331	0.544	0.103	5.530	7.757	0.510
	S.D.	1.405	0.577	0.252	0.631	0.136	3.280	4.622	0.737
	Max.	7.596	3.090	0.972	2.977	0.683	12.748	17.900	3.785
	Min.	1.000	0.101	0.039	0.030	0.000	0.834	0.823	0.000

\*S.D. : Standard Deviation

\*\*N.A. : Not Available

Table 2. Descriptive annual statistics of ionic components ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in the PM<sub>10</sub> (Gosan).

		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
2001	Mean	1.936	0.753	0.472	1.143	0.167	7.573	1.880	0.491
	S.D.*	0.831	0.532	0.362	1.045	0.140	3.858	1.501	0.460
	Max.	3.225	1.650	1.196	2.967	0.398	13.893	4.585	1.447
	Min.	0.416	0.194	0.167	0.164	0.014	2.748	0.461	0.098
2002	Mean	0.885	0.544	0.093	0.208	0.058	2.420	1.512	0.503
	S.D.	0.519	0.370	0.073	0.212	0.053	1.351	1.336	0.445
	Max.	2.404	1.629	0.238	0.809	0.173	6.589	5.361	1.892
	Min.	0.000	0.071	0.000	0.004	0.000	0.710	0.207	0.087
2003	Mean	1.524	0.320	0.071	0.182	0.047	3.885	1.569	0.281
	S.D.	0.863	0.239	0.126	0.131	0.040	2.188	1.238	0.257
	Max.	3.425	0.872	0.547	0.526	0.180	8.091	4.401	1.054
	Min.	0.189	0.011	0.000	0.001	0.000	0.352	0.147	0.047

\*S.D. : Standard Deviation

## 사 사

본 연구는 국립환경연구원의 “배경농도지역 장거리이동오염물질 집중 조사”의 지원으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- 김기현, 김민영, 신재영, 최규훈, 강창희 (2002) PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP의 시간대별 관측결과에 기초한 황사기간 중 분진의 분포특성에 대한 고찰: 서울시의 4대 관측점을 중심으로 한 2001년 봄철 황사기간에 대한 사례연구, 한국대기환경학회지, 제 18권 제5호, pp. 419~426
- 여현구, 조기철, 최민규, 김희장 (2000) 강화도 지역에서 겨울철 PM<sub>2.5</sub>의 화학적 성분특성, 한국대기환경 학회지, 제 16권 제4호, pp. 309~316.