

## 2C3) 강화도 지역 PM<sub>2.5</sub>의 봄철/겨울철 화학적 특성 Chemical Characteristics of PM<sub>2.5</sub> during Spring and Winter at Ganghwa

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

### 1. 서 론

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).

대기입자상 물질 중 입경이 큰 입자들은 강하에 의하여 이동 중에 제거되고, 결국 미세입자가 장거리를 이동하게 된다. 미세입자는 장거리 이동 중 물리·화학적 반응에 참여하고 광역적 시정감소, 산성비와 같은 대기오염현상을 일으킬 뿐만 아니라, 인체에도 각종 질환을 야기할 수 있다(이종훈, 1997). 따라서 본 연구에서는 주로 직경 2.5 $\mu\text{m}$  이하의 크기를 갖는 미세입자에 대한 화학적 성분의 특성에 대하여 조사하였으며, PM<sub>10</sub>과의 비교연구도 수행하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구를 위해 강화(강화군 화도면 장화2리)에서 2002년 3월 5일~14일, 4월 16일~30일, 12월 10일~19일 총 35일에 대하여 측정을 수행하였다. 측정기간 중 사용된 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub> 포집장치는 유량 16.7 lpm이고 절단입경이 2.5, 10 $\mu\text{m}$ 인 사이클론(URG, 16.7 lpm)을 필터팩 및 진공펌프(Dayton, Max, 100 lpm)에 연결하여 사용하였다. 이 측정장치는 특별히 스테인레스 강판으로 된 상자안에 장착하여 눈이나, 비, 강풍 따위의 기후변화로부터의 영향을 최소화하도록 하였다. 질량분석 및 이온분석을 위한 입자 채취에는 테플론필터(Zefluor, pore size 2.0 $\mu\text{m}$ , 47mm $\phi$ , Gelman社)를 사용하였고, 질산 및 염산 등 산성기체의 포집에는 나일론 멤브레인 거름종이(Nylasorb, Gelman사, pore size 1 $\mu\text{m}$ ), 암모니아의 포집에는 1% citric acid 용액에 함침시킨 석영섬유 거름종이(QM-A, Whatman사)를 각각 이용하였다. 또한, 질량분석용 필터는 시료채취 전후에 24시간 항량시켜 무게를 측정하였으며, 이온분석은 Ion Chromatography (Metrohm, Modula IC)법을 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

봄철과 겨울철의 PM<sub>2.5</sub>의 평균질량농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )는 각각 33.66 $\pm$ 15.40, 37.39 $\pm$ 12.86 이었으며, PM<sub>2.5</sub> 중 주요성분의 평균질량농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )는 봄철에 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(3.64), Na<sup>+</sup>(0.25), K<sup>+</sup>(0.20), Ca<sup>2+</sup>(0.24), Mg<sup>2+</sup>(0.11), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(4.89), NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(4.53), Cl<sup>-</sup>(0.44), HCl(0.14), HNO<sub>3</sub>(1.74), NH<sub>3</sub>(4.64)이며, 겨울철에는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(2.94), Na<sup>+</sup>(0.23), K<sup>+</sup>(0.42), Ca<sup>2+</sup>(0.21), Mg<sup>2+</sup>(0.07), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(5.05), NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(4.18), Cl<sup>-</sup>(0.69), HCl(0.21), HNO<sub>3</sub>(0.25), NH<sub>3</sub>(1.90)와 같은 농도를 보였다.

PM<sub>2.5</sub> 입자에 많이 포함된 것으로 알려져 있는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 및 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(여현구, 2000) 등의 이온성분의 평균질량농도는 봄과 겨울철에 모두 큰 농도분포를 나타내고 있으며, 산성기체인 HNO<sub>3</sub>와 염기성 기체인 NH<sub>3</sub> 등의 물질도 높은 농도를 보여주고 있다. 각 이온성분의 최대, 최소값의 차이는 봄철에 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 62배, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 144배, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 84배 등으로 나타났으며, 겨울철의 경우는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 12배, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 21배, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 53배로 각각의 이온성분의 농도변화가 크게 나타나는 것을 알 수 있다(표 1).

Table 1. PM<sub>2.5</sub>와 주요성분의 평균질량농도(μg/m<sup>3</sup>)

	PM <sub>2.5</sub>	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>	HCl	HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>
(1) 봄철 (2002년 3월 5일 ~ 14일, 4월 16일 ~ 30일)												
Median	32.56	3.62	0.15	0.18	0.10	0.08	4.16	2.06	0.31	0.14	1.01	3.76
Mean	33.66	3.64	0.25	0.20	0.24	0.11	4.89	4.53	0.44	0.14	1.74	4.64
S.D.	15.40	2.37	0.24	0.19	0.39	0.08	3.06	5.50	0.33	0.08	1.74	2.56
Max	63.90	9.30	1.00	0.82	1.65	0.24	13.10	21.65	1.29	0.01	0.25	1.09
Min	5.42	0.08	0.02	0.01	0.01	0.02	0.21	0.15	0.07	0.31	7.23	9.79
(2) 겨울철 (2002년 12월 10일 ~ 19일)												
Median	38.26	2.07	0.17	0.36	0.22	0.06	2.30	2.84	0.36	0.18	0.18	1.99
Mean	37.39	2.94	0.23	0.42	0.21	0.07	5.05	4.18	0.69	0.21	0.25	1.90
S.D.	12.86	2.25	0.10	0.23	0.08	0.02	4.31	3.68	0.65	0.18	0.18	0.85
Max	54.92	6.74	0.40	0.84	0.33	0.11	13.31	12.49	1.93	0.04	0.07	0.54
Min	12.64	0.41	0.14	0.17	0.04	0.04	1.09	0.60	0.15	0.51	0.63	3.09

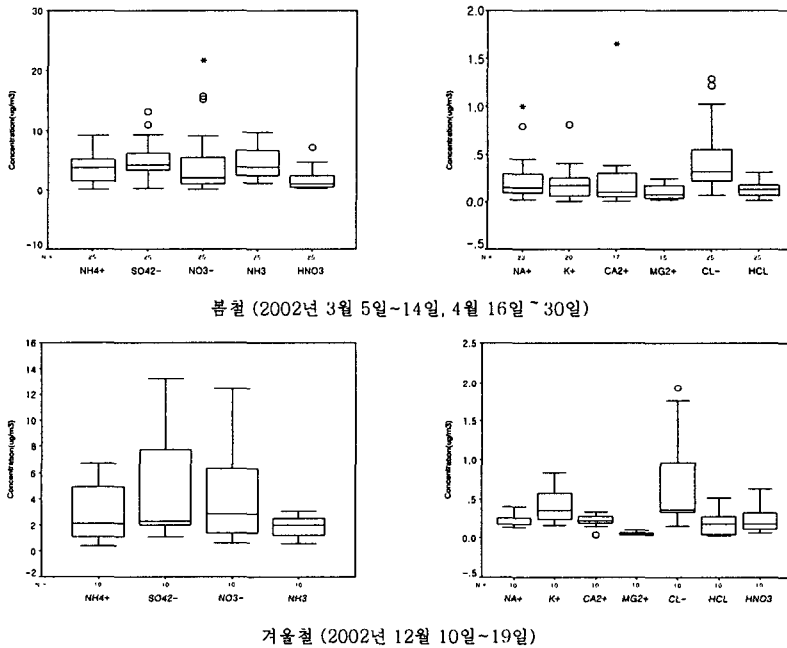


Fig. 1. PM<sub>2.5</sub>의 주요성분에 대한 봄철/겨울철의 농도 분포

봄철과 겨울철에 대한 평균질량농도 비교결과, 비료사용, 가축분뇨 등에 민감한 반응을 보이는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>3</sub>와 같은 성분의 경우 봄철이 겨울철보다 평균질량농도가 비교적 높음을 알 수 있었다. 이 사실은 측정지점이 농업지역으로서 봄철 농업활동의 증가가 영향을 미쳤을 가능성이 있을 것이라 사료된다.

### 사 사

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

### 참 고 문 헌

- 김나경, 김용표, 강창희, 문길주 (2003), 고산에서 측정된 PM<sub>2.5</sub> 이온 농도 특성, 한국대기환경학회지, 제19권 제3호, pp. 333~343
- 여현구, 조기철, 최민규, 김희강 (2000), 강화도 지역에서 겨울철 PM<sub>2.5</sub>의 화학적 성분특성, 한국대기환경학회지, 제 16권 제4호, pp. 309~316