

**PA1) 2000~2002년 강화에서 입자상물질(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)의  
농도 및 성분 조성**  
**Characteristics of Particles PM<sub>10</sub> & PM<sub>2.5</sub> and  
it's Components at Concentrations Ganghwa from  
2000~2002**

김한식 · 여현구 · <sup>1)</sup>한진석 · 선우영  
건국대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경연구원 대기화학과

**1. 서 론**

입자상물질에 대한 연구는 광역적인 대기 오염정도의 평가 및 오염물질의 이동에 대한 유용한 정보를 제공해 주므로 이와 같은 오염원의 크기에 대한 배경농도를 파악하는 것이 무엇보다 중요하다. 또한 입자상물질은 대기중에서 기류를 타고 이동할 수 있기 때문에 오염농도 변화는 지역적인 영향을 받는 대도시 지역보다 오염원으로부터 격리된 청정지역에서의 측정이 필요하다(신혜정 등, 2002).

본 연구에서는 국내 배경농도 측정지점 중 하나인 강화에서 2000년부터 2002년까지 측정된 입자상 물질의 농도 특성을 파악하고자 한다.

**2. 시료채취 및 분석방법**

대기 중 입자상물질(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)의 질량농도 및 이온성분 조성을 파악하기 위해 테프론으로 코팅된 URC-2000-EH 싸이클론과 필터팩, 임계오리피스, 진공펌프를 사용하여 16.7 l/min의 유량으로 매일 24시간 동안 시료를 채취하였으며, 일경별 채취는 8단 케스케이드임팩터와 석영섬유필터, 질량분석 및 이온분석을 위한 시료 채취에는 테프론필터를 사용하였고, 질량분석용필터는 시료채취 직후에 24시간 항량시켜 무게를 측정하였다. 포집된 입자상물질(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)의 질량농도는 시료채취 직후의 무게차를 전자저울을 이용하여 계산하였다. 또한 수용성이온성분은 시료에 초순수 10ml을 넣은 후, 초음파 추출기에서 30분간 추출하여 pore size 0.2µm를 가진 실린지필터를 사용하여 불용성 입자를 거른 후, 이온크로마토그래프를 사용하여 분석하였다.

**3. 결과 및 고찰**

강화지역에서 2000년에서 2002년까지 대기 중 입자상물질(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)의 질량농도와 성분 조성율을 그림 1과 그림 2에 나타내었다. PM<sub>2.5</sub>의 질량농도(µg/m<sup>3</sup>)는 각각 47.38±21.69, 32.53±15.05, 23.49±10.61 이었고, PM<sub>10</sub>의 질량농도(µg/m<sup>3</sup>)는 각각 60.66±24.23(2000), 40.28±19.73(2001), 28.94±13.01(2002)이었다. 평균적으로 PM<sub>10</sub> 질량농도 중 PM<sub>2.5</sub>가 차지하는 비율은 각각 76%, 80%, 79%로 PM<sub>10</sub> 이하의 미세입자(PM<sub>2.5</sub>)가 초대입자(PM<sub>10-2.5</sub>)보다 약 4:1의 비율로 대기 중 더 많이 존재했음을 알 수 있다.

그림 1에서 보듯이 측정기간 중 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 평균농도는 2000년에서 2002년으로 갈수록 차츰 감소하는 추세인 반면 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 감소 경향은 미미한 경향을 보였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 2002년의 봄철(3월, 4월)의 경우 PM<sub>2.5</sub>의 sector별 평균질량농도(µg/m<sup>3</sup>)는 각각 29.86±13.54(NW~NE), 40.95±13.54(SW~NW), 21.38±17.30(SE~SW) 및 41.51±7.80(NE~SE)으로 나타나 풍향이 북풍계열(NW~NE), 서풍계열(SW~NW)에서 공기가 유입될 때 높은 농도를 보였다. 또한 인위적 오염원으로 알려진 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 및 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>중 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 sector별 농도는 풍향이 서풍계열(SW~NW)에서 최대농도를 보인 반면 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 풍향이 동풍계열(NE~SE)에서 공기가 유입될 때 최대농도를 보였다. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>은 대기 반응이 비교적 빠르게 진행되어 대기 중 체류시간이 짧기 때문에 풍향과 함께 고려해 볼 때 장거리 이동의 가능성보다는 주변 도심지역의 국지적인 영향을 더 많이 포함한다는 것을 알 수 있다. 해양 기원 오염원으로 알려진 Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>와 토양기원 오염원으로 알려진 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, 및 Ca<sup>2+</sup>의 경우 서풍계열(SW~NW)에서 모두 최대 농도를 나타내었다. 특히 남풍계열(SE~SW)에서 공기가 유입되는 경우, 대부분의 토양기원 성분의 농도는 거의 검출되지 않았다. 그러므로 남쪽방향에서 공기가 유입될 때는 서해안에서 공기가 유입될 때에 비해 청정한 공기가 유입되는 것으로 판단된다.

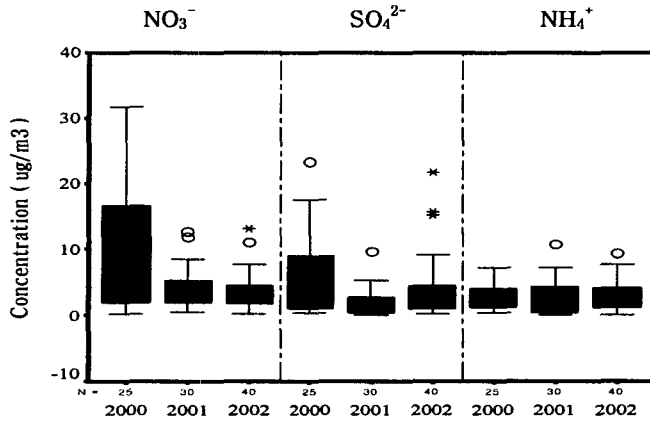


Fig. 1.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  및  $\text{NH}_4^+$ 의 연변화

Sector	$\text{PM}_{2.5}$	Cl	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Na}^+$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$
NW~NE	29.86	0.27	1.22	3.03	0.14	1.85	0.11	0.10	0.06
SW~NW	40.95	0.65	6.48	6.09	0.37	4.28	0.27	0.08	0.33
SE~SW	21.38	0.24	1.63	5.11	0.18	3.05	0.11	0.05	0.06
NE~SE	41.51	0.46	10.42	4.16+	0.09	6.42	0.02	0.01	0.05

Fig. 2. 측정기간 중 권역별  $\text{PM}_{2.5}$ 의 구성성분의 봄철 평균농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

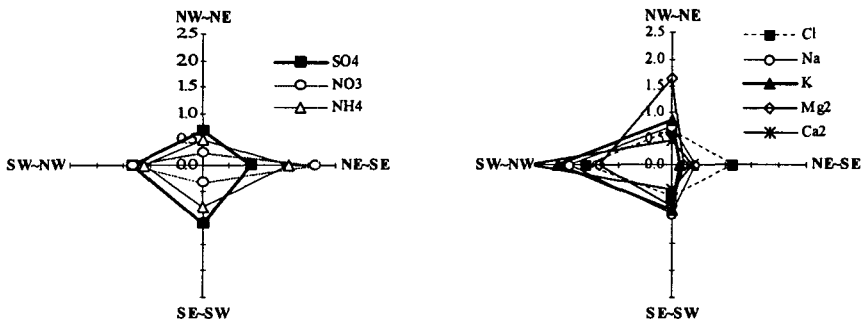


Fig. 3. 측정기간 중 권역별  $\text{PM}_{2.5}$  주요성분의 평균농도에 대한 권역별 평균농도 비

## 사 사

본 연구는 국립환경연구원의 “배경농도지역 장거리이동오염물질 집중 조사” 연구사업의 지원으로 수행되었다.

## 참고 문헌

- 국립환경연구원(2000, 2001, 2002) 배경농도지역 장거리이동오염물질 집중조사 I, II, III - 최종보고서.  
 신혜정, 김지영, 최병철, 오성남, Jianzhen Yu, Keith Bower(2002) ACE-Asia 집중관측기간에 제주고산에서 측정된 대기오염물질의 농도 분포특성 18(6) 00~00.  
 Conner, W.D., R.L. Bennett, WS Wehters, and W.E Wilson (1991) Particulate characteristics and visualeffects of the atmosphere at Research Triangle Park, J.Air Waste Manage Asso.,41(2), 154~160.