

PA20) 2004년 봄철 익산지역 입경별 미세먼지중 수용성  
이온성분의 일별 농도 특성

Daily Concentration of Water-soluble Ion Components  
of the Size-resolved Particles in the Iksan during  
Spring, 2004

강광언 · 이상복 · 전종남 · 김화옥 · 박승택<sup>1)</sup> · 김신도<sup>2)</sup> · 마창진<sup>3)</sup>

원광보건대학, <sup>1)</sup>원광대학교 의과대학, <sup>2)</sup>서울시립대학교 환경공학과

<sup>3)</sup>Kyoto University, Japan

1. 서 론

미세먼지는 시정에 영향을 주어 체감 오염도를 증가시킬 뿐만 아니라 미세입자 내에 함유되어 있는 각종 유해물질과 중금속 등은 인체에 직접적인 영향을 주어 사망률과 높은 관련성이 있는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 1995년에 10 $\mu$ m 이하의 미세먼지에 대한 환경기준(PM<sub>10</sub>)을 24시간과 년평균에 대해 150  $\mu$ g/m<sup>3</sup>과 80  $\mu$ g/m<sup>3</sup>으로 설정하였으며 2001년에는 연평균기준을 70  $\mu$ g/m<sup>3</sup>으로 강화하였지만 자동차수 및 에너지 사용량의 증가뿐만 아니라 대기오염발생원에서의 배출허용기준이 총먼지량에 대해 설정되어 있기 때문에 인체에 유해성이 큰 미세먼지에 의한 대기질은 점차 악화될 전망이다. 특히 익산 지역의 경우 최근 전북 도내의 PM<sub>10</sub> 대기자동측정망 자료에 따르면 다른 인근 도시지역에 비해 가장 높은 농도를 보이는 것으로 나타났다. 따라서 익산지역 미세먼지 오염도에 대한 정확한 실태 파악과 함께 미세먼지의 발생원 규명 및 저감대책 수립이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이러한 연구배경을 토대로 봄철에 익산지역 환경대기중 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>를 집중 측정된 결과 PM<sub>10</sub>는 61.2  $\mu$ g/m<sup>3</sup>이었으며 이중 2.5 $\mu$ m 이하의 입자상 물질의 농도(PM<sub>2.5</sub>)는 PM<sub>10</sub>의 약 55.5% 수준인 것으로 나타났다. 환경대기먼지중 수용성 이온성분의 농도는 PM<sub>10</sub>의 약 33.4%를 점유하였으며 PM<sub>2.5</sub>의 경우 약 43.5%를 점유하였다. 이온성분별로는 PM<sub>10</sub>의 경우 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>가 각각 39.8%, 26.5%, 20.0%, 4.8%, 4.6%를 점유하였으며 PM<sub>2.5</sub>의 경우 43.3%, 24.8%, 23.1%, 4.1%, 1.6% 수준인 것으로 나타났다.

본 연구에서는 이들 이온성분에 대한 보다 세부적인 화학적 특성을 규명하기 위하여 2004년 봄철 익산지역 환경대기중 미세먼지의 입경분포에 따른 수용성 이온성분의 일별 중량농도를 측정·분석하였다. 지금까지 국내에서 수행된 유사한 연구내용을 살펴보면 시료채취기간을 약 3~4일에서 1주일 정도로 비교적 장시간 측정한 결과가 보고된 바 있지만 측정기간 동안 분석대상 성분의 손실 가능성이 커 정확한 정성 및 정량분석에 다소 문제가 있을 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서는 시료채취기를 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub>의 샘플링 일정에 맞추어 실시하였기 때문에 이들 자료와 상호 비교 분석이 가능할 것으로 판단된다.

2. 연구 방법

시료채취는 2004년 4월 23일부터 5월 1일까지 익산시의 도심지에 위치하고 있는 익산상공회의소 건물의 옥상(지상 약 20m)에서 하였다(그림 1). 시료는 환경대기중 입경별 미세먼지의 농도 측정이 가능한 Andersen Sampler(Model KA-200, Koritsu Instruments Co., LTD)를 사용하였으며 포집유량은 28.3 $l$ /min이었다. 입경별 시료 채취에 사용된 여지는 폴리에틸렌 필름(직경 81mm)이었으며 시료포집은 하루를 주기로 오전 8~9시 사이에 측정을 개시하여 그 다음날 회수하였다. 시료가 포집된 여지는 해당 여지보다 약 1.2배 큰 페트리디쉬에 보관한 후 파라필름으로 밀봉하여 실험실로 운반하였으며, 포집면이 아래쪽으로 향하도록 하면서 필터추출용기(Polyethylene 재질)에 넣고 적당량의 탈이온교환수(DI water)를 가해 초음파추출기안에 넣고 60 $^{\circ}$ C에서 20분간 초음파 추출을 하였다. 초음파 추출된 시료는 하루정도 냉장 보관한 후 13 mm 시린지필터(공극 0.22  $\mu$ m, Millipore 사제)를 사용하여 시료액 중의 불용성 성분을 제거하였으며 그 여액은 10 mL PE 시험관에 밀봉한 후 수용성 이온성분의 농도 분석시까지 4 $^{\circ}$ C의 냉장고에서 보관하였다.

수용성 이온성분의 농도는 이온크로마토그래프(DX-100, Dionex Inc.)를 사용하여 분석하였다. 이온 성분분석시 10개의 시료마다 시료의 농도와 비슷한 multi-component 표준물질(AccuStandard Inc.)과 DI water를 주입하여 분석조건을 검토하였으며 Replicate 시료의 분석결과를 이용하여 분석자료의 오차(Uncertainties)를 조사하였다.

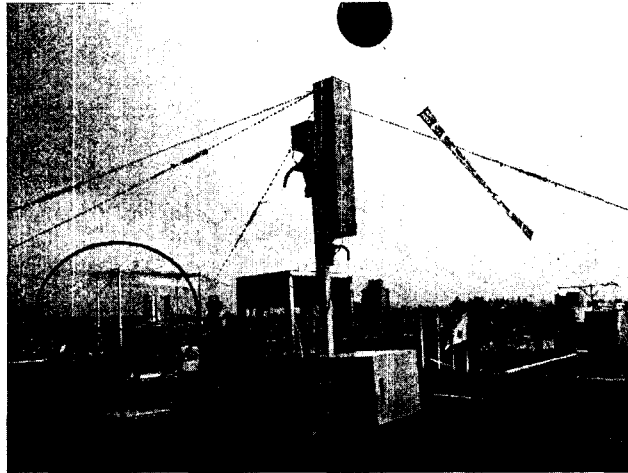


Fig. 1. The sampler installed on the rooftop of a building of Iksan Chamber of Commerce & Industry.

### 3. 결과 및 고찰

표 1은 Andersen Sampler를 사용하여 2004년 4월 23일부터 24일까지 측정된 단별 수용성 이온성분의 중량농도를 나타낸 것이다. 이온성분에 따라 단별 농도는 그 발생원 및 대기중의 거동에 따른 다른 경향을 가질 것으로 예상되는데,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ 의 경우 미세먼지 영역에서 높은 농도를 나타내었다.

Table 1. Daily mass concentration( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) of ion components in the ambient particles collected by Andersen sampler during April 23~24, 2004.

	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Na}^+$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	Total Ion
Stage 0	0.14	0.05	0.17	0.11	0.04	0.03	0.03	0.38	0.9
Stage 1	0.09	0.05	0.15	0.07	0.02	0.00	0.02	0.22	0.6
Stage 2	0.25	0.09	0.26	0.17	0.04	0.03	0.04	0.39	1.3
Stage 3	0.40	0.23	0.38	0.31	0.04	0.04	0.06	0.55	2.0
Stage 4	0.41	0.38	0.32	0.35	0.05	0.04	0.06	0.51	2.1
Stage 5	0.34	0.70	0.32	0.34	0.07	0.03	0.06	0.44	2.3
Stage 6	0.07	0.26	0.21	0.09	0.05	0.03	0.02	0.14	0.9
Stage 7	0.08	0.24	0.49	0.03	0.24	0.05	0.01	0.07	1.2
Stage Backup	0.55	1.36	4.06	0.02	0.59	0.12	0.04	0.54	7.3

### 참고 문헌

환경부 (2003) 대도시 대기질 관리방안 조사 연구 (광화학 대기오염 및 미세먼지의 생성과정 규명과 저감대책 수립 - 미세먼지 분야) 최종보고서, (사)한국대기환경학회