

## PA37) 용인·수원 경계지역에서의 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub>의 무기원소와 이온성분 분포에 관한 연구

### Study on the Distribution of Inorganic Elements and Ions in the PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> on the Area of Yongin and Suwon Border

김민열 · 이태정 · 김동술

경희대학교 대학원 환경응용과학과 대기오염연구실 및 환경연구센터

#### 1. 서론

대기환경에서 중요한 오염물질 중의 하나인 미세먼지는 황사, 산불 또는 화산 폭발과 같은 자연적 발생원과 인간의 생산 및 산업활동에 의한 인위적 발생원에서 배출된다. 또한 입경에 따라 분진을 2가지로 분류할 수 있는데, 2.5 $\mu$ m 미만의 입자를 미세입자라고 하며, 그 이상의 입자를 거대입자라고 한다(대기환경 연구회, 2003). 미세먼지 중에는 중금속과 같은 수많은 유해화학물질들이 함유되어 있어, 인체에 대한 위해성 차원에서 그 중요성이 크게 인식되고 있다(봉충근과 김동술, 2002). 대기중 미세먼지의 저감을 위해서는 제도적·기술적 측면에서 체계적인 방법들이 모색되어야 한다. 아울러 미세먼지의 물리·화학적 특성을 분석하여 인체에 미치는 악영향 및 오염원에 대한 연구도 병행되어야 한다(황인조와 김동술, 2002). 본 연구에서는 용인·수원 경계지역 대기질의 물리·화학적 특성을 파악하기 위하여, 각각의 농도와 무기원소 및 이온성분의 분포를 파악하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

시료는 2007년 12월부터 2008년 5월까지 경기도 용인시에 위치한 경희대학교 공과대학 6층(지상 20 m)에서 cyclone sampler(URG, Chapel Hill, NC, USA) 2대를 사용하여 평균 24시간동안 평균 16.7 L/min의 유량으로 시료를 채취하였다. 시료채취는 47mm 석영필터(Quartz, Whatman Inc.)를 사용하여 분진의 농도와 무기원소 및 이온성분을 측정하였다. 석영필터에 채취된 시료의 무기원소 분석을 위해 microwave를 이용한 질산-염산 전처리법을 수행하였으며, 이들 시료는 ICP-AES 분석법(Leman Labs Inc.)을 이용하여 무기원소 성분을 분석하였다. 또한 이온성분의 분석을 위해 초음파 추출기로 초순수에 추출시킨 후 IC 분석법(Dionex 2001)을 이용하여 수용성 이온성분의 농도를 분석하였다(황인조, 2003).

#### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서 측정된 미세먼지의 일별 농도변화를 그림 1에 나타내었다. 전체 측정기간 중 봄철에 비교적 높은 것으로 나타났는데 이는 황사의 영향인 것으로 사료된다. 그림 2에서 나타난 것과 같이 PM<sub>10</sub> 과 PM<sub>2.5</sub>의 상관성이 높은 것으로 나타나 PM<sub>10</sub>에 대한 PM<sub>2.5</sub>의 기여도가 높은 것으로 나타났으며, 이는 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>가 유사한 오염원에서 비롯된 것으로 판단된다.

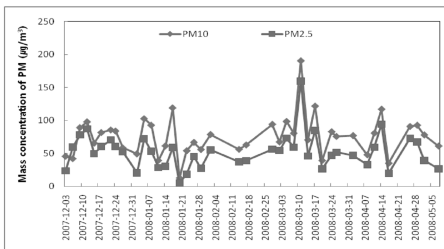


Fig. 1. The trend of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentration in the study area.

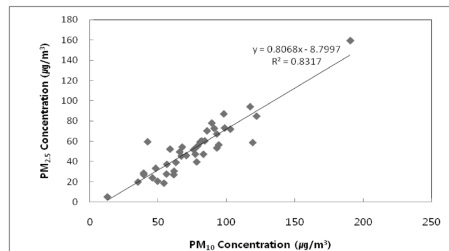


Fig. 2. Correlation between PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentration.

그림 3은 동일 시료에 대한 미세먼지 주요성분 중 무기원소의 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub>의 기여율을 나타내었다. 용인과 수원 경계지역에서의 PM<sub>10</sub>에는 Al, Si, Fe, 그리고 Cu 등 지각원소와 같은 자연적인 오염원에 의한 원소들이 다소 높게 포함되어 있었으며, PM<sub>2.5</sub>에는 주로 V, Pb, Cd, 그리고 Ti 등 연소나 산업활동에 의한 인위적인 오염원에 의한 원소들이 높은 비율을 차지하고 있었다.

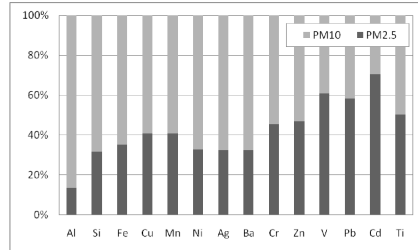


Fig. 3. The Proportion of inorganic elements for PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>.

표 1은 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 인자분석 결과를 나타내었는데 각각 5개 인자가 존재하였다. PM<sub>10</sub>에서 factor 1은 Fe, Zn, Mn, V, Pb으로 자동차 오염원, factor 2는 Al, Ba, Si로 토양 오염원, factor 3은 Ni, Cu, Ti으로 기름연소 오염원으로 생각되며, PM<sub>2.5</sub>에서 factor 1은 Cd, Ba, Cu, Pb으로 기름연소 오염원, factor 2는 Ti, Cr, Ni로 석탄연소 오염원, factor 3은 Fe, Zn으로 자동차 오염원으로 사료된다.

Table 1. Factor analyses for inorganic elements; (a) PM<sub>10</sub>, (b) PM<sub>2.5</sub>

(a) PM <sub>10</sub>						(b) PM <sub>2.5</sub>					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Fe	<b>0.9070</b>	0.0562	0.0177	0.0420	0.1984	Cd	<b>0.8282</b>	0.2244	0.1230	-0.0474	-0.0794
Zn	<b>0.7611</b>	0.3519	0.1201	-0.1080	0.2880	Ba	<b>0.7957</b>	0.0991	0.0108	0.2486	0.0500
Mn	<b>0.7472</b>	0.4959	0.2155	0.1350	0.1163	Cu	<b>0.7158</b>	0.1672	0.0805	0.1941	0.2716
V	<b>0.6725</b>	-0.2558	0.4143	0.1442	-0.2542	Pb	<b>0.6394</b>	0.5380	0.1652	-0.0999	-0.1320
Pb	<b>0.5564</b>	0.1007	0.5558	-0.0309	0.0792	Ti	0.1681	<b>0.7901</b>	-0.0976	0.1113	0.2056
Al	-0.0431	<b>0.8829</b>	-0.1830	0.2922	0.1052	Cr	0.2382	<b>0.7335</b>	-0.1586	0.0290	-0.0715
Ba	0.2111	<b>0.8389</b>	0.2618	-0.1698	0.0144	Ni	0.0781	<b>0.5734</b>	0.0274	-0.5609	0.0609
Si	0.3017	<b>0.5385</b>	0.4190	0.1575	0.0392	Fe	0.0314	-0.1461	<b>0.9472</b>	0.1172	-0.0334
Ni	0.0932	-0.0697	<b>0.9052</b>	-0.0146	0.0242	Zn	0.1781	-0.0398	<b>0.9373</b>	0.2093	0.0126
Cu	0.1147	0.4653	<b>0.7402</b>	-0.2058	-0.0208	Si	0.2836	0.1669	0.1191	<b>0.7882</b>	-0.1271
Ti	0.1737	0.2711	<b>0.4700</b>	0.3484	0.4125	Mn	0.1415	-0.0024	0.2157	<b>0.6702</b>	0.1519
Cd	0.3108	0.0185	0.0093	<b>0.7973</b>	-0.1658	V	0.3553	0.1104	-0.1074	<b>0.5646</b>	0.4976
Cr	-0.2866	0.1025	-0.0918	<b>0.7144</b>	0.3040	Ag	-0.2924	0.2597	0.1332	-0.0044	<b>0.8190</b>
Ag	0.2328	0.0309	0.0280	0.0252	<b>0.9158</b>	Al	0.4072	-0.1962	-0.1481	-0.0115	<b>0.7409</b>

## 사 사

본 연구는 2008년 경기지역 환경기술개발센터 『용인시 대기환경 개선방안 연구』(08-III-1)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 대기오염연구회 (2003) 대기오염개론, 동화기술.  
 봉춘근, 김동술 (2002) 미세먼지의 물리·화학적 특성과 오염원 관리, 첨단환경기술, 6-17.  
 황인조, 김동술 (2002) 미세먼지의 발생 메카니즘 및 미세먼지 오염원의 추정방법론, 공기청정기술, 39-53.  
 황인조 (2003) PMF 모델을 이용한 대기 중 PM<sub>10</sub> 오염원의 정량적 기여도 추정, 경희대학교 대학원 환경학과 박사학위 논문.