

AB7) 일부 서울지역 미세먼지의 화학적 조성에 관한 연구 Comparison of Chemical Characteristics of Fine Particulate in Seoul Area

이홍석 · 김윤신 · 박태술¹⁾ · 이종태 · 조용성 · 이상복

한양대학교 환경 및 산업화학연구소, ¹⁾대진대학교 환경공학과

1. 서 론

도시지역의 주 오염물질 중 하나인 입자상 물질(Particulate Matter:PM)은 공기역학적 직경 2.5 μm 을 기준으로 이산형 분포를 하여 2.5 μm 이하를 미세입자, 2.5 μm 이상을 조대입자로 나뉜다. 이 미세입자는 주로 자동차 배출, 산업연소에서 배출되는 가스상 물질의 2차 반응으로 발생한다(Pope et al., 1995).

미세입자는 상당량이 2차 반응에서 생성되는 물질이며, 크기가 작은 대신 상대적으로 표면적이 크기 때문에 각종 중금속과 유해 대기오염물질과의 흡착이 용이하여 호흡기 계통의 질병을 일으킬 수 있는 확률이 조대입자에 비해 높다고 알려져 있어 인체에 미치는 영향이 클 것으로 시사되고 있다(Dockery et al., 1998). 그리고 선진국의 다양한 역학연구에서 PM과 호흡기 질환과 사망률과 강한 상관성이 있다고 제시하고 있어 화학적 조성에 대한 성분의 정량적 평가의 필요성과 발생원 규명을 통한 배출량 규제 의 필요성이 대두되고 있다.

이러한 미세입자의 특성 때문에 미국을 포함한 선진국에서는 다양한 연구를 통해 미세입자의 저감대책을 수립하고 있으며 NAAQS(National Ambient Air Quality Standard) 중 PM₁₀에 대한 기준안이 국민건강과 환경보전을 확보하는데 문제가 있을 수 있는 우려에 따라 1997년에 PM_{2.5} 기준(24시간평균 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 연평균 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 신설하여 PM₁₀과 함께 사용되고 있다. 그러나, 국내에서는 미세입자에 대한 관심과 연구에도 불구하고 지속적인 자료의 축적과 지역에 따른 농도 비교가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 서울시 성동구 행당동에 위치한 한양대학교에서 PM_{2.5}의 중량농도와 화학적 성분을 조사하여 차후 국내의 PM_{2.5}의 농도 수준을 파악하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 미세먼지(PM_{2.5})를 포집하기 위하여 2000년 8월부터 2001년 9월까지 한양대학교 서울캠퍼스 의과대학 옥상에서 PM₁₀ Dichotomous air sampler에 ranged teflon membrane filter(2.0 μm pore size, 37 mm diameter, Graseby-Andersen TEF-DISCTM)를 이용하여 미량의 중금속 분석을 위하여 연속 7일간 16.7 ℓ/min 으로 등속포집하였다. 중금속 성분(Al, As, Cr, Cd, Fe, Mn, Pb 등)은 Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry(Perkin-Elmer Co., Model:Sciex Elan 5000)을 이용하였으며, 이온성분(NO₃⁻, SO₄²⁻ 등)은 Ion Chromatography(DIOMEX Co., Model : DX-500)을 이용하여 분석하였고, 중금속 및 이온성 성분과의 상관성을 분석하고 발생원 추정을 위하여 다변량 통계기법의 하나인 주성분 분석을 SPSS PC+ 9.0(SPSS Inc.)을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 PM_{2.5}의 농도와 화학적 성분의 농도를 나타낸 것이다. PM_{2.5}의 평균농도는 27.13 \pm 10.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며, 여름보다 겨울이 높은 것으로 조사되었다. 측정기간 중 PM_{2.5}와 PM₁₀의 회귀관계식을 조사한 결과, PM₁₀=6.75 PM_{2.5}+11.10으로 나타내었다. 이 결과, PM_{2.5}의 중량농도는 PM₁₀의 중량농도에 34.0~68.5%를 기여하는 것으로 나타났다. 이 회귀분석에서 PM_{2.5}와 PM₁₀의 회귀분석에서 R²=0.70(p<0.00)으로 조사되어 PM_{2.5}로 PM₁₀을 약 70%를 설명할 수 있었으며 서울지역에서 PM_{2.5}/PM₁₀의 평균 비는 0.52로 나타났다. PM_{2.5}/PM₁₀의 성분비를 비교해 볼 때 PM_{2.5}에 인체에 유해하고 인위적인 기원의 금속성분인 As, Cr, Pb, Zn(PM_{2.5}/PM₁₀비=0.75, 0.63, 0.74, 0.62)이 주로 포함되어 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Distribution of components in PM_{2.5} collected in Seoul.

	N	Mean	S.D	Min	Max
					($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Al	20	0.186	0.135	0.014	0.560
As	20	0.003	0.004	0.000	0.013
Ca	20	0.060	0.075	0.000	0.199
Cd	20	0.001	0.001	0.000	0.002
Cr	20	0.014	0.048	0.001	0.217
Fe	20	0.148	0.223	0.000	1.029
Mn	20	0.008	0.005	0.000	0.018
Pb	20	0.032	0.013	0.004	0.058
Si	20	1.279	1.916	0.120	7.192
Zn	20	0.130	0.104	0.045	0.444
NH ₄ ⁻	20	1.005	0.983	0.000	3.954
Cl ⁻	20	1.174	0.743	0.000	2.841
NO ₃ ⁻	20	3.323	1.952	0.000	7.012
SO ₄ ²⁻	20	3.075	1.080	1.405	5.606
Mass	20	27.136	10.646	11.259	46.843

감사의 글

본 연구는 2000년도 환경부에서 시행한 G-7 환경기술연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- Pope, C.A., Thun, M.J., Namboodiri, M.M., Dockery, D.W., Evans, J.S., Speizer, F.E., Health, C.W. (1995) Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 151, 669-674.
- Dockery, T.G., R.K. Stevens, G.E. Gordon, I. Olmez, A.E. Sheffield, and W.J. Conutney (1998) A composite receptor method applied to Philadelphia aerosol, *Environ. Sci. Technol.*, 22(1) 46-52.