

Chemical Characteristics of PM2.5 and PM10 in Suwon Area

김병화·김동술

경희대학교 환경학과 대기오염연구실 및 환경연구소

1. 서 론

대기 중 입자상 오염물질은 기준 대기오염물질 중의 하나로서 대기질을 평가하는데 있어서 중요한 변수로 작용한다. 그러나 도심 대기에서의 분진농도는 기상상태와 오염원 종류에 따라 수시로 변동하게 되므로 대기질 평가에 있어서 장기간에 걸친 분진의 농도뿐만 아니라 기상요인의 분석이 요구되어진다.

이 밖에도 분진의 입경분포에 대한 연구는 대기질 평가에 있어서 필수적이다. 즉 보건학적 측면뿐만 아니라, 가시도 감소, 산성 침착, 지역적인 기후 변화 등에 더욱 큰 악영향을 미치는 것으로 알려져 있는 미세입자가 거대입자보다 중요시되는데 (Schwartz *et al.*, 1996; 윤순창과 이강웅, 1998), 이러한 미세입자의 화학적 성분은 자연적 배출원보다 인위적 배출원에서 기인되는 성분이 높게 발견되고 있다 (Whitby and Cantrell, 1976).

최근 미국 EPA에서는 입자상 오염물질에 대한 1차 및 2차 국가 일반 대기질 기준(National Ambient Air Quality Standard, NAAQS)을 분진의 입경을 고려하여 미세입자에 대하여 연간 기준치인 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 24시간 기준치인 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 추가하였다. 미세입자의 연간 기준치는 연간 산술평균농도의 3년간 평균치이며, 24시간 기준치는 연간 상위 98%체에 해당하는 농도의 3년간 평균치이다. 추가로 현재의 PM10의 24시간 기준치도 상위 99%체의 평균으로 개정되었다. 이는 부유분진의 농도가 기존의 기준치 이하인 경우에도 조기 사망률, 병원 사용률, 호흡기 관련 질병의 발생률 등이 감소하지 않는다는 최근의 보건학적인 연구에 기초한 것이다 (U.S. EPA, 1997). 이에 반해 우리 나라에서는 1995년에 들어서면서부터 TSP와 PM10을 구분하여 규제하는 단계에 있으며, 미세입자에 대한 연구는 매우 저조하다.

이에 본 연구는 국내의 미진한 미세입자와 거대입자에 대한 기초연구로서, 수원지역에서의 분진을 조사하여 대기질 현황을 파악하고자 한다.

2. 실험 방법

시료의 포집기간은 1996년 12월 1일부터 1997년 11월 30일까지 12개월에 걸쳐 총 318일간 수행되었으며, 포집장소는 수원시 및 영통 대규모 주거단지가 근접해 있는 경희대학교 자연과학대학 5층 옥상에서 실시하였다. 분진포집에는 dichotomous sampler (Graseby Andersen Co., model SA241)를 사용하여 미세입자와 거대입자를 약 $16.7 \ell/\text{min}$ 의 유량으로 약 24 시간동안 포집하였다. 여지는 포집 전후 3일간 항온, 항습 상태의 데시케이터에 보관하여 항량시킨 후 0.01 mg 의 감도를 갖는 전자저울 (A&D Co., model HM-202)로 중량차를 구한 후 포집유량으로 나눠 분진의 중량농도를 산출하였다. 포집된 시료는 미국 EPA에서 고시한 CWA (Clean water act)의 microwave 전처리법에 의해 Questron (Questron Co., model Q-15 MicroPrep)으로 중금속성분을 용출하여 AAS (Atomic absorption spectrophotometer, Hitachi, model Z-6100)로 Pb, Cr, Cd, Cu, Zn, Fe, Na 등 총 7 개 무기원소를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 PM10과 미세입자 및 거대입자의 중량농도 및 각 무기원소 성분의 농도를 요약한 것이며, 그림 1은 이들의 농도분포를 box-plot으로 표현한 것이다. PM10의 중량농도는 평균 $67.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 미세입자는 평균 $46.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 조대입자는 평균 $23.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며, 미세입자의 경우 겨울철에 최고농도가 관찰되었으며, 거대입자의 경우 봄철에 최고농도가 관찰되었다. Pb의 경우 97년 5월 이후로 이전 농도의 절반 이하로 관찰되었고, Cr의 경우 여름철에 조대입자 영역에서의 농도가 타계절에 비해 5배 이상으로 관찰되었다. PM과 Fe의 농도는 봄철에 최고값을 보이는 \wedge 형의 계절적 변동을 보였으며, Pb, Cd, Cu는

겨울철에 최고값, 여름철에 최저값을 보이는 V자형 계절적 변동을 보였다.

PM10과 미세입자에서의 중금속농도는 Na>Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd 순으로 높게 나타났으며, 조대입자에서는 Na>Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd 순으로 Cu와 Cr의 순서에서만 차이를 보였다. 또한 PM10 중의 미세입자의 분율을 나타내는 F/T (fine per total)는 평균 0.66으로 나타났다. 무기원소의 F/T값은 Pb 0.91, Cd 0.82, Cu 0.79, Zn 0.75로 미세입자의 비율이 높게 나타났으며, Cr와 Fe 및 Na의 경우 각각 0.43, 0.24, 0.48로 거대입자의 비율이 높게 나왔다.

Table 1. Statistical summary of PM measurements in Suwon area during study period.

(unit : * - $\mu\text{g}/\text{m}^3$, # - ng/m^3)

Chemical Species	PM10	PM2.5	Coarse	F/T	Chemical Species	PM10	PM2.5	Coarse	F/T		
Mass*	Win.	76.66	62.04	14.62	0.81	Cu#	Win.	68.05	52.90	14.98	0.77
	Spr.	88.34	51.86	36.48	0.59		Spr.	26.53	19.91	6.62	0.77
	Sum.	56.18	33.86	22.32	0.59		Sum.	15.09	11.13	3.45	0.77
	Fall.	56.10	37.41	18.69	0.64		Fall.	15.32	13.45	1.87	0.87
	Total	69.58	46.33	23.25	0.66		Total	31.21	24.23	6.74	0.79
Pb#	Win.	242.24	188.36	51.44	0.80	Zn#	Win.	453.04	322.26	127.66	0.77
	Spr.	138.54	125.38	13.16	0.93		Spr.	207.38	170.90	36.49	0.83
	Sum.	60.62	52.95	5.09	0.94		Sum.	226.82	93.37	134.62	0.61
	Fall.	71.25	71.18	0.07	1.00		Fall.	174.66	131.65	43.00	0.79
	Total	128.58	109.48	17.40	0.91		Total	264.49	179.02	84.35	0.75
Cr#	Win.	14.80	6.76	7.96	0.42	Fe#	Win.	830.78	458.62	370.57	0.58
	Spr.	8.71	4.84	3.87	0.66		Spr.	978.92	158.25	820.67	0.16
	Sum.	45.72	8.97	37.01	0.25		Sum.	680.35	53.40	624.60	0.08
	Fall.	14.52	8.54	5.98	0.51		Fall.	435.08	70.06	365.02	0.12
	Total	20.62	7.24	13.44	0.43		Total	736.19	184.19	550.24	0.24
Cd#	Win.	5.99	5.00	0.93	0.80	Na#	Win.	4000.55	2769.73	1194.85	0.52
	Spr.	3.15	2.51	0.64	0.77		Spr.	1558.66	513.48	1045.18	0.34
	Sum.	2.35	1.86	0.42	0.84		Sum.	1721.35	911.36	797.80	0.53
	Fall.	3.40	3.00	0.41	0.90		Fall.	2161.90	1233.99	927.91	0.54
	Total	3.72	3.07	0.60	0.82		Total	2347.28	1314.46	993.08	0.48

참 고 문 헌

- 윤순창, 이강웅 (1998) 서울지역의 시정 장애 요인에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 14(3), 229-235.
- Athanasia, K, A. Athanasopoulou, and G. Karaiskakis (1998) Particulate matter in air of the cities of Athens and Patras (Greece): particle-size distributions and elemental concentrations, Aerosol Science and Technology, 28(4), 292-300.
- Schwartz, J., D. W. Dockey, and L.M. Neas (1996) Is daily mortality associated specifically with fine particle?, J. Air & Waste Manage. Assoc., 46, 927-939.
- U.S. EPA. (1997) National ambient air quality standards for particulate matter: final rule. Code of federal regulations, Part 50, Title 40.
- Whitby, K. T. and B. Cantrell (1976) 'Fine Particulates' in International Conference on Sensing and Assessment, Las Vegas, NV, Institute of Electrical and Electronic Engineer.

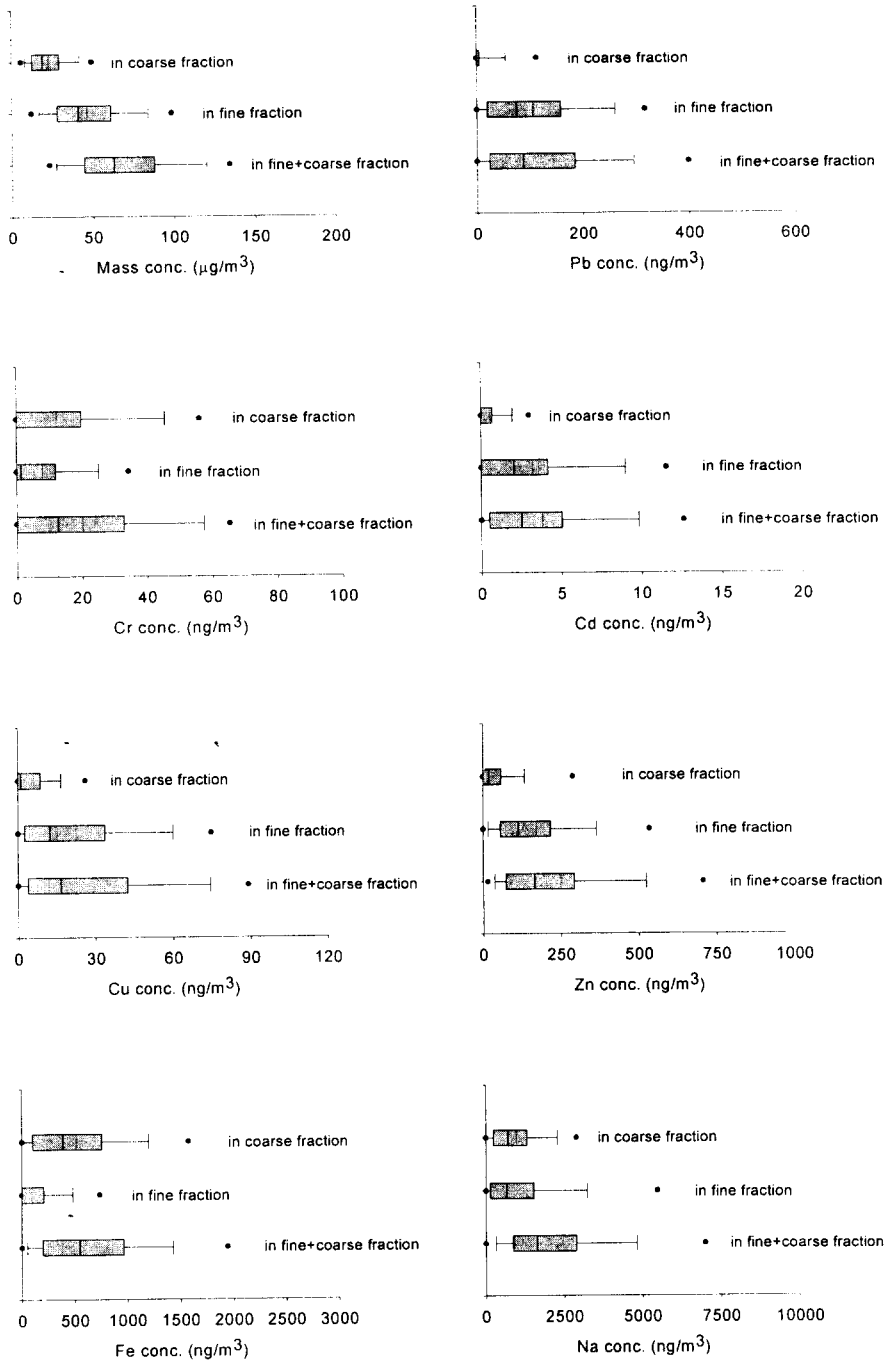


Fig. 1. Distributions of mass and inorganic concentrations in fine, coarse, and total fraction. The box-plots indicate the mean concentration (dashed line) and 10th, 25th, 50th, 75th, and 90th percentiles (Point denotes 5th and 95th percentiles).