한국환경과학회 봄학술발표회 발표논문집 제12권(제1호), 328 - 331, 2003
Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference, May. 16~17, 2003

OA9 부산지역 대기 중 PM10 농도와 화학적 조성

황용식[1], 전병일*
[1]인제대학교 산업의학연구소, 신라대학교 환경공학과

1. 서 론

대기 중에 존재하는 먼지는 일반적으로 입자크기가 10㎛이상의 거대입자와 10㎛미만의 미세입자로 구분할 수 있다. 거대입자는 바람에 날려 올라간 토양의 먼지 및 해염을 비롯한 자연적인 원인으로부터 발생된 것이 대부분이며, 미세입자는 화석연료의 연소, 자동차 배출가스 및 화학물질의 제조과정 등과 같은 인위적인 발생원에 의한 것과 아황산가스나 휘발성 유기화합물 등이 응축과정을 거쳐 가스상 물질에서 입자상 물질로 변환된 2차 분진으로 생성된다. 거대입자는 인체유입 시에 코의 섬모나 기도 등에 걸려 폐 깊숙이 침투되지 못하지만, 미세먼지의 경우, 그 자체로서 인체피해 뿐만 아니라 금속, 유기물, 산, 이산화질소 그리고 기타 오염물질 등과 결합하여 2차 오염물질로 변한 후 인체흡입시 기관지 또는 폐포 부위에 도달, 침착하기 쉽기 때문에 건강상의 피해를 유발한다. 본 연구에서는 2001년 3월부터 2002년 2월까지(7월부터 11월까지 측정하지 못함) 부산지역에서 PM10을 포집하여, PM10의 질량농도 특성과 화학적 조성을 고찰하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 측정 및 방법

시료채취 지점은 부산시 사상구 괘법동 백양산 기슭에 위치한 신라대학교 자연관 6층 옥상에서 실시하였으며, 측정지점의 주위는 백양산으로 둘러싸여 있으며 남서쪽으로 계곡이 있고 약 3km 떨어진 지역에 사상공업지역이 위치하고 있으나, 최근에는 많은 공장이 타 지역으로 이주하여 점오염원의 영향이 많이 소멸한데 비해, 대형 유통단지가 들어섬에 따라 자동차의 증가가 뚜렷하여 선오염원에 의한 영향이 증가되고 있다. PM10측정은 Mini Volume Air Sampler(미국 Air Metrics사 제품)를 사용하였으며, 흡인유속은 5.0ℓ/min으로 조정하여 47mm Membrance Filter(Gelma Sciences)에 24시간 PM10 시료를 흡인 포집하였다. 혼합액에 의한 초음파 추출법으로 전처리 한 후 ICP/AES(ICP-IRIS, Thermo Jarrell Ash Co., USA)를 이용하여 Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Si 그리고 Zn을 분석하였으며, AAS(Perkin Elmer 4100ZL, Flameless method)을 이용하여 Cd, Cr, Mn, Ni 그리고 Pb를 정량하였다.

3. 측정결과 및 고찰

Table 1은 본 연구지역인 신라대학교 6층 옥상에서 측정된 PM10의 질량농도와 PM10 중에 포함된 각 금속원소의 평균값, 최소값, 최대값 그리고 표준편차를 나타낸 것으로, Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Si 및 Zn의 8개 항목은 ㎍/㎥으로, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb의 5개

항목은 ng/㎥으로 나타내었다. Table 2는 본 연구에서의 PM10 중 금속성분들과 타 지역의 연구결과를 비교한 것이다. 토양기원인 Al, Ca, Fe 및 Si는 봄철(3~5월), 여름철(6월) 및 겨울철(12~2월) 순으로서 봄철에 가장 높은 농도를 보였다.

Table 1. Descriptive statistics of metallic elements in PM10 2002 in Busan

Elements	Factors				Units
	Mean	Minimum	Maximum	Std. Dev.	
Mass	98.21	18.06	330.56	84.72	
Al	0.76	0.03	3.50	1.02	
Ca	1.12	0.26	4.52	1.12	
Fe	0.75	0.03	3.21	0.90	
K	1.23	0.02	2.56	0.89	μg/㎥
Mg	0.33	0.03	1.51	0.39	
Na	0.79	0.00	1.25	0.35	
Si	0.36	0.03	1.17	0.35	
Zn	0.30	0.07	0.62	0.16	
Cd	2.72	0.48	5.32	1.43	
Cr	5.53	0.35	18.06	5.02	
Mn	17.16	2.43	70.49	19.82	ng/㎥
Ni	8.60	1.63	22.95	6.79	
Pb	39.11	16.32	97.57	25.07	

Table 2. Comparison of metal concentrations(ng/㎥) of PM10 in various cites

Elements	This study				Seoul[a]	Seoul[b]	Daegu[c]	Milan[d] (Italy)
	Spring	Summer	Winter	Mean				
Al	1460.7	543.4	129.6	759.2	1322±916	1800	326.3	1420
Ca	1810.2	703.1	557.3	1115.1	893±604	1280		1415
Cd	2.0	3.1	3.3	2.7		2.4	3.0	
Cr	9.1	1.0	3.5	5.5	6.3±3.4	8.6	41.0	7
Fe	1443.3	517.4	133.7	749.8	1001±490	1320	530.5	1835
K	1109.4	276.0	1670.4	1230.8	851±459			480
Mg	565.4	208.3	136.6	330.6		460		
Mn	31.0	12.0	5.1	17.2	34.5±16.6	42.0	13.5	35
Na	853.5	745.5	733.8	786.8	559±237	510		
Ni	6.8	20.6	6.5	8.6	33.6±11.7	7.3	32.0	5
Pb	42.3	18.2	42.9	39.1	248±137	70.5	58.3	215
Si	505.6	401.0	205.4	362.0	2761±1899			4160
Zn	358.8	347.2	231.5	302.6	323±152	202	118.5	213

[a] 신은상 등, mean of 60 samples (PM10) during the annual

[b] 최재천 등, mean of 45 samples (PM10) during the spring

[c] 최성우와 송형도, mean of 84 samples (PM10) during the annual

[d] Marcazzan *et al.*, mean of 47 samples (PM10) during the winter and summer

4. 요 약

1) PM10의 질량농도는 평균 98.21 ㎍/㎥로 나타났으며, 최고농도는 330.56 ㎍/㎥로서 연간 기준치인 80 ㎍/㎥를 초과하였다. 또한 K(1.23 ㎍/㎥)>Ca(1.12 ㎍/㎥)>Na(0.79 ㎍/㎥)>Al(0.76)>Fe(0.75 ㎍/㎥) 순으로서 높은 조성을 보였으며, Cd(2.72 ng/㎥)이 가장 낮은 질량 농도를 보였다.

2) Cd, Ni, Pb 및 Zn은 평균 지각농축계수가 10이상의 인위적인 기원으로 봄철과 여름철에 비하여 서풍계열의 바람이 우세한 겨울철에 매우 높은 값을 보였으며, 연구 지역의 서쪽에 인접한 사상공단과 서남쪽에 위치한 신평·장림공단으로부터 서풍계열의 바람을 타고 이동되었음을 알 수 있었다. 또한 이들 중금속은 조대입자보다는 미세입자의 조성에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 평균 토양입자의 기여율은 9.5%로 나타났다.

3) PM10의 조성에 관여하는 금속 원소들은 토양, 해양 및 인위적인 오염물질에 의한 기원을 동시에 포함하고 있으나 해양기원보다는 토양 및 인위적인 기원들 간의 상관성이 우세하게 나타났다.

Table 4. Comparison of crustal enrichment factors of PM10 and TSP in various sites

Elements	This study	Daegu[a)]	Jeju[b)]	Mt Soback[c)]
Al	1.0	1.0	1.0	1.0
Ca	3.3		2.1	2.87
Cd	1455.3	3696.2	1156	827
Cr	5.9	10303.9		
Fe	1.6	2.4	1.9	0.94
K	5.1			
Mg	1.7		2.6	0.85
Mn	1.9	3.6	2.2	1.33
Na	2.6		26.9	1.02
Ni	12.3	106.7	4.1	2.5
Pb	322.2	1175.3	621	675
Si	0.1			
Zn	462.9	426.5	62	50.0

a) 최성우와 송형도, Daegu, E.F. of 84 samples (PM10)

b) 최만식과 박은주, Jeju Sungsan, E.F. of 76 samples (TSP)

c) 최만식 등, Mt. Soback, E.F. of 22 samples (TSP)

참 고 문 헌

최재천, 조하만, 전영신, 박기준, 1999c, 1998년 봄철 서울에서 관측된 에어로솔의 금속성분에 관한 연구, 한국기상학회지, 263-271.

최성우, 송형도, 2000, 대구지역 부유분진 중 미량금속성분의 발생원 특성연구, 한국대기

환경학회지, 16(5), 469-476.
신은상, 최민규, 선우영, 정용삼, 2002, 서울지역의 PM10 중 미량원소의 특성 평가, 한국대기환경학회지, 18(5), 363-372.
Marcazzan, G.M., Stefano Vaccaro, Gianluigi Valli, and Rpoberta Vecchi, 2001, Characterization of PM10 and PM2.5 particulate matter in the ambient air of Milan(Italy), Atmospheric Environment, 35, 4639-4650.