A-1

공단지역 미세분진중 중금속 분석

An Analysis of Heavy Metals in Fine Particles in an Industrial Complex

김성우, 김윤신[1]
한양대학교 환경대학원 대기공학과
1) 한양대학교 의과대학 계량의학교실

Ⅰ. 서 론

최근 경제의 발전과 산업화에 따라서 환경오염이 주요 문제점으로 제기되고 있다. 특히 대기오염물질들은 자연 발생원보다는 사람들의 활동에 의해 발생하는 인위적인 오염원에 의해 더 문제시되고 있는 실정이다. 대기중에 있는 입자상 오염물질의 경우 자연 발생원에 의해 생기는 분진인 경우 입경이 수십에서 수백㎛에 이르러 호흡기를 통해 인체에 들어올 확률이 적으나 인위적 오염원에 의해 생기는 분진의 입경은 대부분 10㎛미만의 경우가 대부분이다. 특히 2.5㎛미만의 입경을 가진 분진의 경우 인체의 폐포에 깊숙이 도달하여 인체에 더욱 위해하다고 할 수 있다.

입경이 2.5㎛미만의 미세분진은 크기가 작은 대신 상대적으로 표면적이 증가하여 각종 중금속과 유해 대기오염물질과의 흡착이 용이하여 인체의 폐포 깊은 곳까지 도달하여 폐에 축적되어 폐암 등을 일으킬 수 있으며, 대기중으로 배출된 SO_2와 NO_x의 2차 생성물인 황산염과 질산염과 결합하여 도심지역의 시정을 감소시킨다.

따라서 본 연구에서는 한 공단지역을 선정하여 실내·외 공기중 $PM_{2.5}$와 그 중에 함유되어 있는 중금속 분포를 파악하고자 하였으며, 이에 따른 실내·외의 미량유해물질에 대한 위해성 평가를 하고자 한다.

Ⅱ. 실험방법

1. 측정지점 및 기간

시료의 채취기간은 겨울 측정은 1997년 2월 9일부터 22일까지, 봄 측정은 5월 19일부터 30일까지, 여름 측정은 7월 26일부터 8월 6일까지였으며, 측정지점은 공단과 근접하고 있는 5군데 사업장과 5군데의 주거지역을 선정하여 10군데의 주택에 실내·외에서 측정하였다. 실내는 부엌, 실외는 주택옥상에서 측정하였다.

2. 시료채취 및 분석방법

미세분진의 포집을 위하여 $PM_{2.5}$ inlet을 사용한 mini-volume air sampler를 이용하였으며 유량은 5 ℓ/min으로 하였다. 분진의 농도를 측정하기 위해서는 측정 전·후의 filter를 항온·항습상태인 데시케이터 내에 24시간 이상씩 보관하여 항량이 되게 한 후 감도 0.01mg의 화학저울로 칭량하여 전·후의 무게차로 분진의 농도를 산출하였다.

$PM_{2.5}$ 시료중에 함유된 미량원소성분을 분석하기 위한 추출은 microwave법을 이용하였으며, filter와 질산 10㎖를 vessel에 넣고 545W에서 10분, 344W에서 5분을 가열하여 직경 47mm의 여지(Whatman Co., Glass microfibre filter)로 여과하여 ICP-MS로 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

실외 미세분진의 농도는 겨울, 여름, 봄 순이며, 겨울철 평균농도는 47.22㎍/㎥이며, 봄은 26.96㎍/㎥,

여름은 36.88㎍/㎥이다. 봄철이 여름철보다 농도가 낮게 조사된 것은 봄철의 조사기간에 황사현상이 발생하지 않았으며, 다른 해에 비해 황사현상이 적게 발생했기 때문인 것으로 사료된다. 겨울철과 봄철의 경우 계절풍의 영향으로 공단의 북쪽에 위치한 I지역에서 가장 높은 농도를 보이고 있는 것으로 조사되었다.

실내 미세분진의 농도는 실외와 마찬가지로 **겨울, 여름**, 봄 순이며, 겨울철 평균농도는 66.62㎍/㎥, 봄은 37.19㎍/㎥, 여름은 41.72㎍/㎥으로 실내가 실외보다 평균 1.3배정도 높게 조사되었다. 실내에서는 난방연료로 연탄보일러를 사용하는 D지역이 86.58㎍/㎥으로 다른 지역에 비하여 높게 조사되었다.

Table 1. Comparison of outdoor and indoor concentrations of fine particle, Winter

(unit : ㎍/㎥)

site	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Mean
indoor	48.10	68.47	57.73	86.58	77.60	58.47	67.76	78.63	55.19	67.68	66.62
outdoor	47.48	37.95	46.46	45.28	59.42	55.45	50.96	41.91	61.85	45.45	47.22
I/O ratio	1.01	1.80	1.24	1.91	1.31	1.05	1.33	1.88	0.89	1.49	1.41

Table 2. Comparison of outdoor and indoor concentrations of fine particle, Spring

(unit : ㎍/㎥)

site	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Mean
indoor	59.04	43.56	36.82	36.90	36.40	36.45	36.26	29.20	28.69	28.60	37.19
outdoor	29.52	29.20	36.79	22.09	21.80	14.60	28.96	28.99	43.48	14.18	26.96
I/O ratio	2.00	1.49	1.00	1.67	1.67	2.50	1.25	1.01	0.66	2.02	1.38

Table 3. Comparison of outdoor and indoor concentrations of fine particle, Summer

(unit : ㎍/㎥)

site	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Mean
indoor	27.78	55.99	28.57	21.20	43.67	43.16	79.03	29.87	29.63	58.27	41.72
oudoor	55.56	27.98	36.64	28.61	21.99	50.16	28.10	46.06	30.08	43.64	36.88
I/O ratio	0.5	2.00	0.78	0.74	1.99	0.86	2.81	0.65	0.99	1.34	1.13

Table 4. Seasonal comparison of I/O ratio of elements

element	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	V	Zn
Winter	0.51	1.11	0.98	1.02	1.18	1.14	1.15	1.06	1.00	0.43	1.94
Spring	3.11	1.20	0.67	1.07	0.79	1.60	1.34	0.87	0.48	1.85	0.91
Summer	1.18	1.10	1.84	1.02	0.85	1.17	1.12	0.92	4.34	1.04	1.01

Ⅳ. 참고문헌

1) 장지훈, 호흡성분진중 금속성분의 실내외농도에 관한 조사연구, 한양대학교 환경대학원 석사학위논문

2) Hardy K. A., Elemental constitutents of Miami aerosol as function of particle size, Environ. Sci. Technol., 10, 1107, 1976

3) Infante P. and I.L. Acosta, Size distribution of trace metals in Ponce, Puerto Rico air particulater matter, Atmos. Environ., 25B, 121-131, 1991