

PA2) 서울대기 중 미세먼지에 포함된 중금속 농도분포

The Distribution of Trace Metal Concentration Bounded in Fine Particles in Seoul

이영미 · 박충희 · 송상환 · 허원준 · 김대선 · 정영희

국립환경과학원 환경건강연구부 환경역학과

1. 서 론

대기 중 미세먼지는 그 크기에 따라 호흡기에서의 제거와 침착이 달라지며, 미세먼지를 구성하는 화학성분의 생체 영향은 침착부위에 따라 달라지는데 공기역학적 직경에 의해 크게 다르다. $0.1\mu\text{m}$ 이하의 작은 입자와 $1\mu\text{m}$ 이상의 입자는 체내에 들어와 침착되기 쉽다. 특히 자동차에서 대기 중으로 배출되는 유해물질들 중 특히 몇몇 중금속들은 부유상태에서 사람과 동물에 건강장해를 일으키며, 식물의 기공이나 토양의 흡착을 통해 식물의 성장에도 많은 장해를 주는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 서울시내 대기 중 미세먼지에 포함된 중금속 농도분포를 다단 임팩터를 이용하여 살펴보았다.

2. 연구 방법

2.1 측정지점 및 기간

본 연구는 대기 중 미세먼지에 포함된 중금속 농도를 서울시내 성북구에 위치한 A 대학교에서 2007. 6. 25~7. 19까지 25일간 1차 측정하였고, 중구에 위치한 B 초등학교에서 2007. 10. 22~11. 30까지 약 40일간 2차 측정하였다. 1차 기간 4회, 2차 기간 5회 측정하였고 매회 일주일간격으로 포집하였다.

2.2 시료채취 및 분석방법

대기 중 입경별 미세먼지를 포집하기 위하여 다단 임팩터(Low Pressure Impactor, LP-20, Tokyo Dylec.)을 이용하였고, 포집유량은 $21.7\text{L}/\text{min}$ 였다. 다단 임팩터는 총 12단으로, 절단입경(cut-off diameter)은 각각 12.0, 8.1, 5.4, 3.6, 2.2, 1.2, 0.72, 0.51, 0.31, 0.21, 0.13, $0.06\mu\text{m}$ 이다. 사용된 필터는 Teflon Binding Filter(PTFE 80mm Model No. T60A20, SIBATA)로 포집 전·후에 건조기(Dry keeper, Sanplatec corp.)를 이용하여 항온($21.1\pm 1^\circ\text{C}$)·항습($45\pm 5\%$) 상태에서 24시간씩 건조한 후 0.01mg 까지 측정이 가능한 전자저울(Sartorius, Model No. LE225D)로 칭량하였다. 연구대상 중금속은 Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, As, V, Fe, Zn, 총 10개를 선정하였다.

대기 중 미세먼지를 포집한 필터를 Microwave용 시험관에 넣고, 질산(2.6mol)과 염산(0.9mol) 혼합액 10 mL를 넣고 초음파로 추출한 후 Microwave(Qwave 2000, Questron)로 전처리하여 ICP/MS(Varian 820-MS)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구를 통해 대기 중 미세먼지의 입경별 중금속농도를 100nm 이하의 극미세입자($\text{PM}_{0.1}$), $1\mu\text{m}$ 이하(PM_{1}), $2.2\mu\text{m}$ 이하($\text{PM}_{2.2}$), $8\mu\text{m}$ 이하(PM_8) 영역으로 나누어 동일 입경내 중금속 총농도를 기준으로 각 중금속의 질량 구성비를 산출하였다. 표 1은 각 입경별 중금속 농도를 나타내었다. 동일 입경내 중금속 총농도를 기준으로 각 중금속의 질량백분율을 계산한 결과, A 지역과 B 지역 모두 토양기원성분인 Fe이 49~79%로 가장 크게 기여하고, 그 다음 인위적 오염원에 기인하는 Zn(8~54%), Cu(1~8%), Mn(0.6~4.8%), Pb(0.7~4.2%)이 높게 나타났고, 나머지 Cr(0.7~1.5%), As(0.3~2%), Ni(0.4~2%), V(0.2~1.5%), Cd(0.01~0.3%)은 극미량으로 나타났다.

Table 1. The mean concentration of trace metals bound in PM_{0.1}, PM₁, PM_{2.2} and PM₈(단위 : ng/m³).

항 목	PM _{0.1}		PM ₁		PM _{2.2}		PM ₈	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Pb	1.08	2.13	5.75	25.70	8.31	30.30	15.55	36.07
Cd	0.03	0.06	0.33	1.64	0.48	1.74	0.53	1.82
Cr	1.45	1.85	5.73	6.10	6.56	6.99	8.20	9.37
Cu	2.25	3.50	23.63	20.50	27.31	29.35	31.54	49.77
Mn	1.37	0.79	12.33	11.57	16.56	13.71	20.05	21.99
Ni	0.88	1.23	3.59	5.46	4.79	6.05	6.58	8.26
As	0.06	0.48	2.19	6.38	3.09	7.40	3.47	8.67
V	1.12	1.86	3.31	5.03	4.49	5.59	5.81	7.30
Fe	118.23	41.81	495.08	200.49	536.00	284.57	584.72	530.68
Zn	68.89	66.37	248.96	241.40	290.18	282.53	358.51	391.02

참 고 문 헌

- Ntziachristos, L. et al. (2007) Fine, ultrafine and nanoparticle trace element composition near a major freeway with a high heavy-duty diesel fraction, Atmospheric Environment, 41, 5684-5696.
- Donald T. Wigle (2003) Child Health and the Environment, Oxford University Press, 71-130.