

AA2) INAA를 이용한 도로변의 중금속 농도에 관한 연구 A Study on the Airborne Concentration of Heavy Metals by INAA at the Roadside

임종명 · 구부미 · 장미숙 · 이진홍
충남대학교 환경공학과

1. 서 론

교통수단의 발달과 경제활동이 활발해짐에 따라 많은 오염문제가 발생하였는데, 특히 대도시를 중심으로 증가한 차량과 경제활동에 필요한 에너지 소비의 증대로 대기오염의 심각성은 더욱 커지게 되었다. 일반적으로 대기중 부유 분진의 발생원은 토사의 재 비산이나 해염 입자, 화분 등과 같은 자연적인 발생원과 산업시설, 소각시설, 가정난방, 수송수단의 이용 등의 인간활동에 의한 인위적인 배출원으로 대별되며 인위적인 배출원의 영향은 자연적 발생원에 비해 그 영향이 보다 폭넓고 중요하게 다루어지고 있으며, 특히 화석연료의 연소와 관련 있는 각종 산업시설의 증가 및 대형 디젤 자동차의 급격한 증가는 대기 중 부유분진의 농도를 증가시키는 중요한 요인이 되고 있다.

본 연구에서는 미량원소 분석 방법중 INAA를 이용하여 PM-10 내 총 30여종의 중금속 농도를 정량하였으며 각 중금속의 농도 분포를 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1) 시료의 포집

본 연구에서는 대기중 부유분진을 2000년 3월 29일부터 2000년 9월 3일까지 교통량이 비교적 많은 대전광역시 충남대학교 정문 옥상에 PM-10 대량 공기채취기(Sierra Andersen : SAUB-10H Model)를 이용하여 유량을 약 0.8 m³/min, 시료당 공기량이 약 1,150 m³가 유지되도록 하여 총 62개의 시료를 포집하였다. High volume air sampler의 유속 변화에 따른 공기 흡입량은 시료채취 시작시와 종료시의 유량을 측정하여 보정하였고, 500시간 경과하여 motor brush를 교환할 때마다 orifice calibrator(GMW-25)를 이용하여 유속을 보정하였다. NAA분석을 위한 시료는 기계적 강도가 강하고 압력 강하가 작은 Cellulose 재질의 Whatman 41 여지를 사용하여 포집하였다.

2.2) INAA 분석

분석시료의 방사화를 위하여 한국원자력연구소의 연구용 원자로인 HANARO의 공압이송관 ($\Phi_{th} = 2.41 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$) 조사장치를 이용하였다. 모든 시료는 동일한 기하학적 조건에서 조사하여 조사시간 동안의 중성자속의 변화등에 영향을 받지 않게 하여 분석오차를 최소화시켰다. 방사능측기는 고순도 게르마늄 반도체 검출기(EG&G ORTEC)와 16K-Multichannel Analyzer (Gamma Vision, EG&G ORTEC)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 62개의 대기분진 시료의 화학성분 자료를 황사시와 봄, 여름으로 분류하여 나타낸 표로써, 토양에 의해 영향을 받는 Al, Na, Mg, Ca, Fe, K 등은 황사시에 여름철보다 최고 12배까지 높은 농도를 나타내고 여름에 비해 봄철의 농도가 높은 것을 알 수 있다.

그림 1에서 난방과 차량에 의해 많이 발생하는 원소들의 요일별 농도 분포를 보면 주중이 높고 월요일과 주말이 상대적으로 낮은 분포를 보였다. 이 지역에서의 측정 기간중 풍향은 남서풍 계열로 남쪽에 위치한 유성 온천지역에서의 연료 연소에 의한 영향도 차량 통과에 의한 영향만큼 크게 나타날 것으로 생각되고 Factor analysis를 사용하여 오염원 source를 분류해본 결과 Soil·Road dust(68.7%), Automobile exhaust(7.88%), fuel oil combustion(5.07%) 등으로 나타났다.

INAA분석법은 검출한계가 낮고 소량의 시료만으로도 극미량의 원소분석이 가능하여 대기분진의 화학적 정성·정량분석에 유리하지만 일부 분석되지 않는 오염원 규명에 중요한 원소들(Pb, Ni, Cd 등)에

대한 다른 분석방법(ICP-MS 등)의 보완이 필수적이다.

Table 1. Summary of elemental concentration (Mean \pm Standard Deviation)

Element	Unit	Spring (n=32)		Summer (n=30)
		Yellow sand (n=6)	No yellow sand (n=26)	
PM-10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	138.58 \pm 56.68	108.26 \pm 30.35	91.21 \pm 32.91
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.526 \pm 2.45	2.923 \pm 1.76	0.785 \pm 0.440
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3.309 \pm 2.03	1.944 \pm 1.144	0.640 \pm 0.32
K	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.327 \pm 0.81	1.608 \pm 1.05	0.573 \pm 0.41
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3.175 \pm 0.73	1.941 \pm 0.842	1.097 \pm 0.524
Na	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.474 \pm 0.66	0.901 \pm 0.58	0.394 \pm 0.29
Mg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.254 \pm 0.52	0.567 \pm 0.38	0.165 \pm 0.11
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.923 \pm 0.78	1.480 \pm 0.97	0.351 \pm 0.33
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.237 \pm 0.16	0.168 \pm 0.10	0.513 \pm 0.26
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.147 \pm 0.42	0.206 \pm 0.17	0.328 \pm 0.21
Zn	ng/m^3	99.601 \pm 28.99	133.476 \pm 59.89	72.345 \pm 36.00
Ba	ng/m^3	94.549 \pm 17.20	73.302 \pm 24.28	39.696 \pm 19.42
Br	ng/m^3	38.391 \pm 15.43	44.380 \pm 26.39	22.658 \pm 20.456
Mn	ng/m^3	68.303 \pm 32.70	47.697 \pm 28.41	15.444 \pm 7.62
Sb	ng/m^3	19.657 \pm 4.91	18.598 \pm 11.21	12.786 \pm 9.66
I	ng/m^3	11.717 \pm 4.84	8.939 \pm 4.85	2.968 \pm 3.34
As	ng/m^3	11.202 \pm 5.47	9.142 \pm 7.81	3.712 \pm 4.30
V	ng/m^3	8.317 \pm 3.63	7.038 \pm 3.57	2.491 \pm 1.75
Ce	ng/m^3	8.866 \pm 3.39	9.811 \pm 7.97	1.344 \pm 0.67
Rb	ng/m^3	9.944 \pm 5.71	7.619 \pm 5.61	2.626 \pm 1.94
Cr	ng/m^3	9.815 \pm 3.60	7.491 \pm 3.05	3.838 \pm 1.40
La	ng/m^3	3.922 \pm 2.26	2.476 \pm 1.42	0.684 \pm 0.36
Co	ng/m^3	1.505 \pm 0.71	0.966 \pm 0.57	0.412 \pm 0.34
Sc	ng/m^3	1.046 \pm 0.75	0.569 \pm 0.44	0.120 \pm 0.07
Se	ng/m^3	1.326 \pm 1.15	3.696 \pm 2.55	1.431 \pm 1.19
Th	ng/m^3	1.130 \pm 0.70	0.688 \pm 0.42	0.183 \pm 0.11
Sm	ng/m^3	0.595 \pm 0.40	0.327 \pm 0.23	0.074 \pm 0.05
Cs	ng/m^3	0.583 \pm 0.37	0.544 \pm 0.43	0.164 \pm 0.142
Hf	ng/m^3	0.412 \pm 0.19	0.264 \pm 0.12	0.113 \pm 0.04
Yb	pg/m^3	135.041 \pm 98.31	97.957 \pm 73.96	23.745 \pm 18.96
In	pg/m^3	194.444 \pm 103.05	135.018 \pm 143.88	70.84 \pm 101.65
Lu	pg/m^3	38.939 \pm 23.13	21.485 \pm 14.82	4.530 \pm 3.16

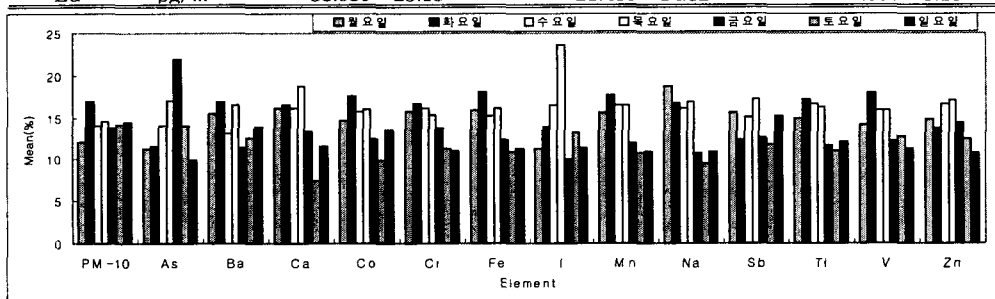


Fig 1. Percentage of weekly variation of elemental concentraion

참 고 문 헌

Glen R. Cass (1983), Source-Receptor Reconciliation of Routine Air Mornitring Data for Trace Metal: An Emission Inventory Assisted Approach, Environ. sci. Technol., Vol. 17, No. 3, 1983.
 정용삼 등(1999) INAA · ICP · AAS를 이용한 대기먼지의 다원소분석, 대기환경학회지, Vol 15(4), 1999.