PB3) 크기에 따른 대기 중 중금속 입자 측정 연구

A Study on Size-resolved Metal Concentration in the Ambient Atmosphere

허용주 · Herlian Eriska Purta[1] · Dam Duy Hung · 박기홍
광주과학기술원 환경공학과 에어로졸 나노입자 연구실,
[1]Sriwijaya University, Indonesia

1. 서 론

대기 중 미세 입자에 포함된 중금속의 발생원은 다양한 연소 과정, 산업 활동, 차량으로부터의 배출 및 폐기물 소각장과 같은 인원적인 발생원과 토양 먼지의 재 부유, 해염, 화산 활동 및 산불과 같은 자연적인 발생원으로 구분할 수 있다(Allen et al., 2001). 한편 극미세 입자 및 극초미세 입자에 함유된 중금속에 장기간 노출된 경우 지각능력 장애, 호흡기 염증, 폐 암 및 인체 주요 장기에 치명적인 손상을 유발하게 된다.

대기 중 미세 입자에 포함된 중금속에 대한 농도 및 발생원 파악은 중금속에 대한 독성 수준 및 이동 특성에 대한 정보를 제공한다. 한편 대기 중 입경별 중금속에 대한 정보 특히 극미세 입자에 포함된 중금속에 대한 정보는 제한적이다. 본 연구에서는 광주지역 극미세 입자 및 극초미세 입자에 포함된 중금속에 대한 농도 및 발생원을 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 광주광역시 북쪽에 위치한 도심지역에서 수행되었으며 인근에 하남공업단지, 고속 도로, 농업 지역 및 주거/상업지역등의 잠재적인 발생원을 포함하고 있다. 시료 채취는 봄(2007/4/2-4/20/2007), 여름(2007/8/2-2007/9/12), 가을(2007/11/19-2007/12/2) 및 겨울(2008/1/6-2008/2/2)에 걸쳐서 이루어졌다. 또한 Conventional cyclone 및 4-stage low pressure cascade impactor를 통해 대기 중 공기역학직경에 따른 입경별 시료 채취가 수행되었다. 채취된 시료는 질산 전처리법 (Work assingment 5-03, US EPA., 2005)을 거쳐 ICP-MS 및 AAS을 사용하여 14가지 중금속이 분석되었다(As, Be, Cd, Cr, Ni, Mn, Ca, Fe, K, V, Se, Sb, Zn, Pb). 한편 본 연구에서는 극미세입자 및 극초미세 입자에 포함된 중금속의 특성을 파악하기 위하여 Cyclone 및 Cascade impactor의 cut-off 사이즈에 따라서 ultrainfe mode 및 fine mode로 분리하여 분석이 이루어졌다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Ultrafine mode에서의 중금속의 평균 농도의 계절적인 변화 특성을 나타냈다. Ca, Fe, K Zn의 경우 총 시료 채취 기간 동안 높은 농도를 나타내었다. Ca 및 K의 경우 자연적인 발생원(Wang et al., 2005)에 의해서 영향을 많이 받았으며, Fe 및 Zn의 경우 인위적인 발생원, 특히 인근에 위치한 하남공업단지의 영향을 많이 받았음을 알 수 있다. 또한 Ca, Cr, Ni, As, Se 의 경우 계절적으로 큰 변화를 보였다. Ca(2.75-10.17배), Ni(4.92-22.24배), Cr(4.26-8.72배)은 가을철에 높은 농도를 나타냈으며, As(1.62-7.41배), Se(1.62-3.94배)은 봄철에 높은 농도를 나타냈다.

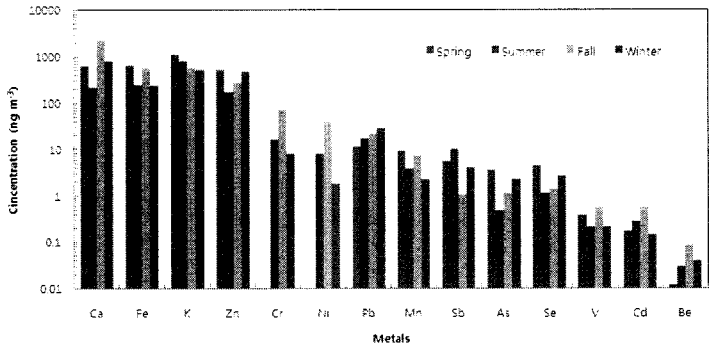

Fig. 1. Seasonal variation of metal concentration in ultrafine mode(<0.139μm).

그림 2는 ultrafine mode에서의 금속별 차지하는 비율을 나타낸 것으로 Cr, Ni, Ca, Zn, Fe, K의 경우 ultrafine mode에서 높은 비율을 차지함을 알 수 있다. Cr 및 Ni은 0.071μm 보다 작은 입자범위에서 상대적으로 높은 비율을 나타냈으며 Ca는 0.0139-0.071μm에 해당하는 입자범위에서 높은 비율을 나타냈다.

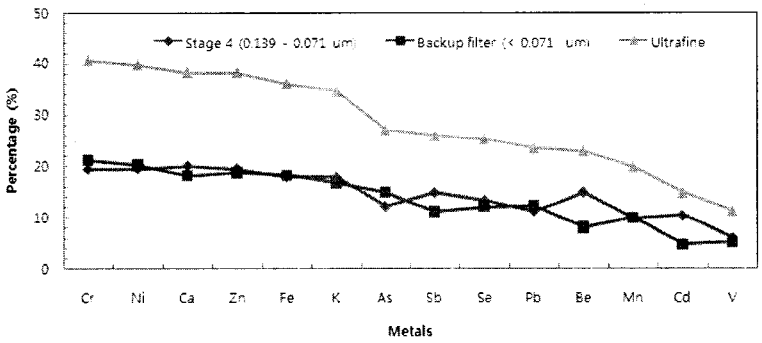

Fig. 2. Fraction of metals in ultrafine mode.

Enrichment Factor 분석 결과 Sb, Se, Cd, Pb, Z, As은 높은 EFs 수치를 나타냈다(>100). 이러한 높은 EFs 수치는 위 금속들이 인위적인 발생원으로부터 배출됨을 말해준다. Cr 및 Ni 또한 높은 EFs 수치를 나타냈으며(>30), 이들 금속 역시 인위적인 발생원의 영향이 높음을 알 수 있다. 한편 Be, Ca, Mn 및 V는 낮은 EFs 수치를 나타냈으며(<10), 이러한 수치는 이들 금속이 자연적인 발생원으로부터 배출됨을 나타낸다.

참 고 문 헌

Allen, A.G., E. Nemitz, J.P. Shi, R.M. Harrison, and J.C. Greenwood (2001) Size distributions of trace metals in atmospheric aerosols in the United Kingdom, Atmospheric Environment 35(27), 4581-4591.

Wang, X.L., T. Sato, B.S. Xing, S. Tamamura, and S. Tao (2005) Source identification, size distribution and indicator screening of airborne trace metals in Kanazawa, Japan, Journal of Aerosol Science, 36(2), 197-210.