

3F1) 도로변 대기입자중 미량원소의 황사영향 평가 Effect of Asian Dust for Airborne Trace Elements at Roadside

임종명·이현석·장미숙·이진홍
충남대학교 환경공학과

1. 서론

황사는 장거리를 이동해 한반도 등에 영향을 미치는데, 호흡기 질환, 눈 질환, 알레르기 등 각종 질환을 유발하고, 최근에는 중국의 산업화에 따라 납, 카드뮴 같은 독성금속과 발암물질 등 유해 오염물질까지 포함하고 있어 건강에 위협을 주고 있다. 나아가 황사에 포함된 미세 입자들이 대기 중에서 화학반응을 일으켜 각종 산화물을 생성하는 까닭에 만성기관지염을 악화시키고, 노인과 영아의 호흡기 질환을 유발하기도 한다. 그 밖에 황사는 햇빛을 차단해 시정거리를 감소시키고 항공기 운항에도 영향을 미친다.

연구용 원자로의 열중성자를 이용하는 INAA는 방사화분석기술 중에서도 환경시료중의 미량원소를 정량하는 가장 강력한 분석법중의 하나이다. INAA는 외국에서 대기오염 및 대기중의 미량원소연구에 수많이 적용되었다. INAA의 장점과 특징은 높은 감도, 다원소 및 비파괴분석능력과 대기분진에 대해 실질적인 매질효과가 없다는 점이다. 따라서 최근 더욱 심하게 발생하고 있는 황사에어로졸을 집중적으로 채취하고, 에어로졸내 약 30여종에 이르는 미량금속(Al, As, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Fe, Hf, I, In, K, La, Lu, Mg, Mn, Na, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Ti, V, Yb, Zn)을 분석하기 위해서는 연구용 원자로를 이용하는 방법이 필수적이다.

2. 연구방법

2.1 시료의 채취

대기 중 PM 10은 도로와 인접한 충남대학교 정문의 경비실 옥상에 설치한 high-volume air sampler(Graserby Andersen SAUV-10H Model)를 약 0.85 m³/min으로 운전하여 시료당 공기량이 약 1,150m³가 유지되도록 채취하였다. 여지는 기계적 강도가 강하고 압력강하가 작은 cellulose-fiber 여지(Whatman No. 41, 8"×10")를 사용하였는데, 이 여지는 미량금속에 대해 화학적으로 매우 적은 바탕농도를 갖고 있어 미량금속의 분석에 효율적인 것으로 판단된다. High volume air sampler의 유속 변화에 따른 공기 흡입량은 유량 기록지를 이용하여 시료 채취 시작부터 종료까지 연속적으로 유량을 측정하여 환산하였다. 대기분진시료는 2001년 9월 7일부터 2002년 5월 24일까지 황사시료 12개를 포함하여 총 120개의 시료를 채취하여 분석하였다.

2.2 원소분석

채취된 시료의 원소분석을 위해 한국원자력연구소의 연구용원자로(HANARO)에 설치된 공압이송조사광(PTS)을 사용하여 조사(Φ_{th} : 2.81×10^{13} n/cm².sec)하였다. 조사된 시료의 방사능계측에는 고순도 게르마늄 반도체 검출기(EG&G ORTEC, 25% relative efficiency, 1.85 keV FWHM at 1332 keV ⁶⁰Co, Peak to Compton ratio: 45 to 1)와 16K Multichannel Analyzer(Gammar Vision, EG&G ORTEC)를 사용하였다. 에너지 및 검출효율의 교정은 디스크형 복합표준선원(GF-ML 7500, Isotope Products Lab.)을 사용하였다. 계측된 데이터로부터 원소의 농도를 계산하기 위하여 Labview로 작성한 중성자방사화분석용 함량 계산프로그램을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

PM 10 농도는 시료채취기간이 건조한 겨울과 봄에 집중되어 있어 높은 농도를 보여주고 있는데, 특

히 황사가 발생한 날의 PM 10 농도는 평균 370, 최대 1585 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 보여 황사가 발생하지 않은 날의 평균 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 매우 높았다.

그림 1에서 살펴보면 황사일의 경우 지각에서 발생하는 금속의 농도가 상당히 높은 것을 볼 수가 있고, 인위적 기원(anthropogenic origin)에서 주로 발생하는 금속의 농도도 역시 증가하지만, 크게 증가하지는 않는다. 자연기원의 회토류 금속인 Ce, Cs, Dy, La, Lu, Sc, Sm, Th, Yb 중 Yb이 최대 14.0배로 황사일의 농도가 높은 것으로 나타났고, 나머지 금속도 9.0배 이상의 높은 농도분포를 보이고 있다. 또한 주요 지각기원(major crustal origin) 금속인 Al, Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Ti의 농도도 황사일에 6-9 배로 높게 나타났다.

인위적 기원으로 추정되는 As, Br, Cl, I, In, Sb, Se, Zn는 농도가 약간 증가하여 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. Cr과 V은 황사일에 각각 4.7배와 4.2배로 다른 인위적 기원의 금속에 비해 다소 높았다. 황사일에 주요 지각기원 금속에서 나타나는 높은 농도는 PM 10 농도와 모든 금속의 농도 합을 각각 3.1배와 5.0배로 증가시켰다.

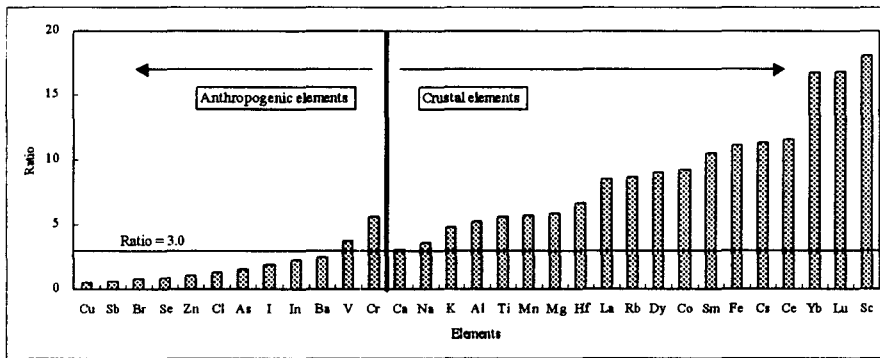


Fig. 1. The Ratio of mean concentrations with or without Asian Dust

참고 문헌

- Landsberger, S. and Creatchman, M. (1999) *Elemental Analysis of Airborne Particles*, Gordon and Breach Science Publishers, U.S.A., 323 pp.
- Ma, C.J, Kasahara, M., Holler, R., Kamiya, T. (2001) Characteristics of Single Particles Sampled in Japan during the Asian-storm Period, *Atmos. Environ.*, 35, 2707-2714.