

4B5) 시멘트 공장 주변의 미세먼지 및 중금속 분포 특성

Distribution Characteristics of the Particulate Matter and Heavy Metal around the Cement Factory

김윤신 · 노영만 · 이철민 · 김기연 · 김종철 · 전형진 · 최동민
한양대학교 환경 및 산업의학 연구소

1. 서 론

현재 우리나라의 시멘트 공업은 순수한 국내자원으로 제품을 생산하는 대표적인 산업이며, 특히 1960년대 공업화 과정에서 기간산업으로써 국토건설, 산업건설에 앞장서서 한국경제를 발전시키는데 커다란 촉진제 역할을 하였다. 그러나, 시멘트 산업은 내구성 있는 사회기반시설의 기초소재를 생산하는 기간산업으로 사회발전에 공헌하여 왔으나, 그 제조 공정특성상 에너지 다소비 산업으로 환경부하 측면의 부담을 가지고 있는 것이 사실이다(신용철, 1995).

특히, 시멘트 소성로는 폐기물 소각시설로 인정된 이후, 시멘트 소성로에서 많은 양의 가연성 폐기물이 처리되어 왔다. 그러나 오염물질 배출에 의한 시멘트 공장 인근 주민들의 민원이 빈번하게 일어나고 있고, 소각재가 시멘트에 포함되어 시멘트 완제품에 유해물질 함유 등의 문제점이 발생하고 있다(김정훈 등, 2006).

최근 환경에 대한 인식도가 증가함에 따라 발전위주의 정책에서 환경보전에 대한 인식의 전환이 이루어지면서, 이와 같은 시멘트 산업에 의한 환경오염에 대한 우려의 목소리가 높아지고 있으며, 환경보건학적 측면에서 시멘트 산업의 환경오염물질 배출에 따른 주변지역에 미치는 영향이 큰 관심사로 부각되고 있는 실정이다. 그러나, 시멘트 산업에서 배출되는 환경오염물질의 분포현황과 각 환경오염물질의 거동특성 등에 대한 연구는 미진한 실정이며, 시멘트 산업의 부산물로 배출되어지는 환경오염물질에 대한 과학적인 환경영향 분석 역시 미비한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 시멘트 공장 주변지역의 대기중 미세먼지와 중금속의 분포 현황을 파악하여 지역주민의 건강을 보호하기 위한 근거자료를 제시하는 데 있다.

2. 연구 방법

본 연구의 연구대상 지역으로는 강원도에 영월에 위치한 H사와 S사의 시멘트 공장 주변지역을 선정하였고 시멘트 공장 주변지역의 오염물질의 노출 수준을 객관적으로 평가하기 위하여 비교지역으로 공장에서부터 10Km 이상 떨어져있는 지점인 영월 시내를 대조군으로 선정하여 조사하였다.

연구대상물질은 대기중 미세먼지(PM₁₀)의 중량농도와 그에 포함된 중금속의 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni)을 대상으로 선정하였다.

측정에는 각각의 시멘트 공장 주변지역과 대조군 지점에 하이볼륨에어샘플러(High Volume air sampler, USA)를 설치하여 40CFM의 유량으로 24시간 샘플링하는 상시 모니터링 스테이션을 운영하였다. 중량법에 의해 대기 중 미세먼지(PM₁₀)의 농도를 유리섬유필터(Whatman, USA)를 이용하여 측정하고 중금속 농도는 퀴츠필터(Whatman, USA)를 이용하여 측정하였다.

각각의 여지는 측정 전 48시간 드라이키퍼(SANPLATEC, USA)에 항량시킨후 측정을 실시 후 다시 48시간 항량하여 수분의 영향을 최소화시켜 중량농도를 산출하였다.

$$\text{질량농도 } C(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\text{먼지무게 } (\mu\text{g})}{\text{시료채취총유량 } (\text{m}^3)} = \frac{\text{측정후여지무게 } (\mu\text{g}) - \text{측정전여지무게 } (\mu\text{g})}{\text{시료채취유량 } (\text{l}/\text{min}) \times \text{시료채취시간 } (\text{min})}$$

미세먼지 중 중금속의 성분분석에는 대기오염 공정시험방법에 기준한 질산, 염산 혼합액에 의한 초음

과 추출법을 이용하였다. 시료를 포집한 여지를 마개가 있는 시험관에 넣고, 1.03M 질산과 2.23M 염산을 1:1로 혼합하여 가한 후 시험관 마개를 닫은 다음 초음파 추출기에 100℃ 물을 시험관 내의 시료가 잠기도록 채운 다음 28kHz의 초음파 추출기로 2시간동안 추출하였다. 초음파 추출이 끝나면 시험관 속의 시료용액을 시린지로 시험관에 여과시킨후 최종액량이 20ml가 되도록 조정하여 전처리하였다. 또한 같은 방법으로 조작하여 바탕시험용액을 제조하였다. 전처리가 끝난 후 ICP(ICPS-75000, SHIMADZU, Japan)를 이용하여 미세먼지에 흡착되어 있는 중금속 성분 농도를 분석하였다.

$$C(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{W_s \times V_s}{V \times L}$$

W_s : 시료 중 분석농도

V_s : 시료의 최종용액 부피

V : 공기채취유량(l/m)

L : 총포집시간(min)

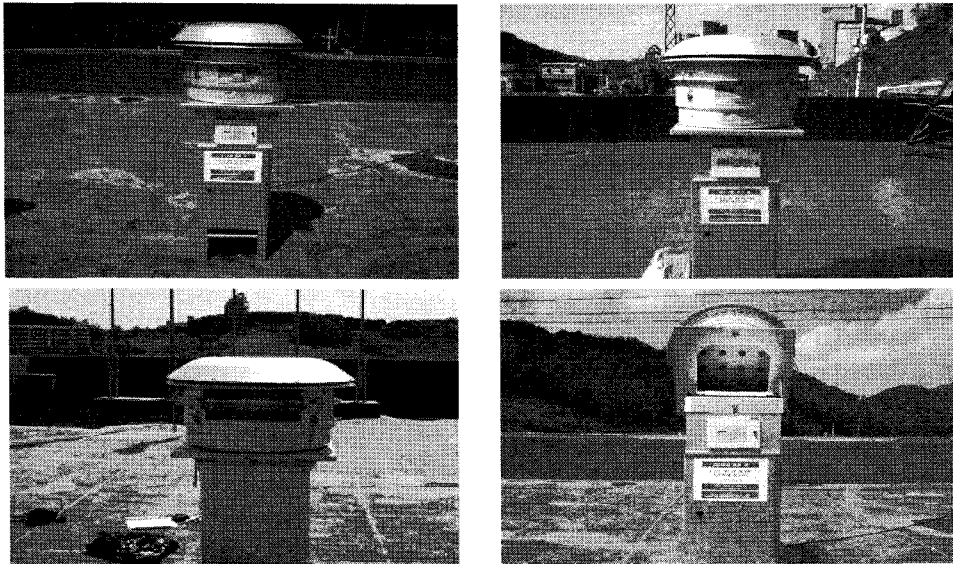


Fig. 1. High volume air sampler station measurement figure.

참 고 문 헌

- 김정훈 등 (2006) 유해물질: 시멘트 소성로에서의 유해물질 배출특성, 한국폐기물학회, 추계학술연구회발표논문집, 33-37.
- 신용철 (1995) 시멘트공업이 지역에 미친 영향, 대한지리학회지, 30(1), 16-34.
- 최배진, 김기현 (2003) 대기 분진 중 중금속 성분의 공간적 농도분포 특성 비교; 서울시 7개 관측점을 중심으로, 한국분석과학회지, 16, 143-151.
- 최윤나 (2006) 서울, 아산지역의 대기 중 미세먼지의 입경별 계절별 중금속 함량비교, 순천향대학교 일반대학원 석사학위.
- Burhanettin Isiki et al. (2006) Cadmium exposure from the cement dust emissions: A field study in a rural residence, Chemosphere, 63, 1546-1552.
- B. Isiki et al. (2003) Effects of chromium exposure from a cement factory, Environment Research, 91, 113-118.