

## PB3) 고정오염원에서의 유해대기오염물질 배출원조사

### Emission Source Inventory of Hazardous Air Pollutants from Stationary Sources

이상보 · 박정민 · 차준석<sup>1)</sup> · 강준구 · 김광종 · 권오준 · 권오상 · 정동일  
국립환경과학원 배출시설연구과 <sup>1)</sup>국립환경과학원 지구환경연구소

#### 1. 서 론

현재 산업적으로 유통되고 있는 화학물질 중 독성, 생체축적성, 혹은 환경 잔류성 등이 강한 물질들은 배출원, 소멸과정 및 환경유해성 등에 관한 충분한 정보를 가지고 있어야 효과적인 관리가 가능하다.

특히 대기 중으로 배출되는 물질들 중에서 독성, 발암성, 축적성 등이 커서 인체 및 생태계에 미치는 영향이 큰 유해대기오염물질(HAPs : Hazardous Air Pollutants)들은 일반대기오염물질보다 더욱 엄격한 관리가 필요하다. 현재 국내에서는 특정대기유해물질로 25종을 지정하여 관리하고 있으며 또한 2005. 10월, 환경부에서는 에틸벤젠 등 10종에 대해 특정대기유해물질에 추가하고자 입법고시하였다. 그러나 외국에 비해 그 숫자가 매우 적으며(미국 : 188종, 독일 : 174종, 일본 234종) 미규제 물질들의 위해도 및 건강피해 정도를 고려할 때 향후 규제대상물질의 확대가 필수불가결한 상황이다.<sup>1)</sup> 본 연구는 고정오염원에서 발생하는 우선순위관리대상 48종 중 중금속의 종류와 특성을 평가하여 오염원에서 배출되는 HAPs 배출량을 정확히 파악하려는 목적으로 수행되었다. TRI와 SODAM을 이용하여 다량 배출업종 및 사업장을 선정하여 조사팀이 직접 현장갈뚝에서 시료채취를 하여 갈뚝을 통해 배출되는 중금속 물질의 정확한 배출특성을 파악하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 시료채취

배출시설에서 배출되는 중금속 성분은 입자상오염물질과 함께 배출되는 특성이 있기 때문에 대기오염 공정시험방법 중 먼지 시험방법에 따라 원통형 여과지(silica재질)를 이용하여 등속흡입으로 채취하였다. 여과지에서 채취한 시료는  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ (배출가스 온도가  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  이상일 경우 배출가스온도와 동일)에서 비결합 수분을 완전히 제거하고 데시케이터에서 방냉한 후 무게를 잰 여지를 중금속 분석용으로 사용하였다. 가스상으로 존재하는 수은, 비소 등은 흡수액(수은 : 황산 및 과망간산칼륨 용액, 비소 : 수산화나트륨 용액)을 이용하여 채취하였다.

##### 2.2 시료의 전처리 및 분석

중금속 분석은 대부분 대기오염공정시험법을 준수하였고 분석시료 전처리는 그 성상이 이산화납 등의 난용성 물질의 분해를 위해 질산-과산화수소수법에 따랐다. 중금속 추출을 위하여 사용한 시약은 유해 중금속분석용 등급으로  $\text{HNO}_3$ 와  $\text{H}_2\text{O}_2$  (30%) 등의 시약을 사용하였으며 전처리된 분석용 시료는 Varian사의 Spectra AA를 사용하여 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서 48개 우선관리대상 유해대기유해물질 중 Pb, Cd, Ni, Be, As 등 7개 중금속 물질의 배출원 및 배출실태파악을 위하여 화학물질배출량조사(TRI) 및 대기배출원(SODAM) D/B분석 및 배출사업장에 대한 실측조사 등 종합적인 분석을 실시하였다. '03년 TRI에 보고된 Pb, Cd, Cr, Ni, As 등 5개 중금속 물질의 대기배출총량은 14,404kg/yr로 나타났으며, 점원에서 배출되어지는 양이 13,677kg/yr로 비점원의 732kg/yr에 비해 20배 정도로 많이 배출되고 있음을 알 수 있었다. 중금속 다량 배출 주요 업종으로는 전기기계 및 전기변환장치제조업, 화합물 및 화학제품제조업, 1차 금속산업, 비금속 광물제조업 등으로

조사되었다. 물질별로는 전기기계 및 전기변환장치 제조업, 1차 비철금속에서 주원료로 사용되어지는 납이 9,076kg/yr(66%)로 가장 많이 배출되었고, 크롬이 2,808kg/yr (21%), 니켈 1,761kg/yr (13%) 순으로 나타나 납과 크롬이 다른 중금속보다 많이 배출되는 것으로 나타났다. SODAM 자료에 의한 중금속배출량 분석 결과, '03년 전국 1~3종 2,588개 대기배출사업장에 대하여 배출원조사가 이루어졌으며, 조사대상 중금속 7개 항목 중 배출허용기준이 없는 Be을 제외한 6종의 중금속에 대하여 배출 특성분석을 하였다. SODAM에 조사된 주요 배출업종은 1차 비철금속, 축전지제조업 등 6개 업종이었으며 이들 업종의 연간 총 배출량은 172,803kg/yr로 전체 업종의 중금속 배출량 220,937kg/yr의 78.2%를 차지하는 것으로 나타났다.

업종별 중금속 배출특성 파악을 위해 6개 업종, 17개 사업장에 대해 실측조사 결과, 17개 사업장 모두 7개 중금속이 중금속 배출허용기준의 0.1% 이하의 농도로 조사되었으며, 연간 배출량은 제철제강 및 합금철제조업이 342.9kg으로 가장 높게 나타났으며 다음은 폐기물처리업, 일반도로 및 관련제품제조업, 기타 제1차 비철금속산업, 냉간압연 및 압출제품제조업, 축전지제조업 순으로 나타났다. 물질별 배출량별 주요 배출원을 분석한 결과, 실측조사 대상시설에서의 연간 중금속 총배출량은 606.32kg이며, Cr, Pb, Ni, Hg, Cd, As 순으로 나타났다. 특히 수은의 경우, 배출가스량이 많은 제철제강 및 합금철제조업의 전기아크로에서 농도는 배출허용기준 미만이지만 양적으로 많이 배출되는 것으로 나타났는데 이를 고려하여 우선적인 관심을 가지고 관리해야 할 것으로 판단된다. 이번 조사를 통하여 사업장의 HAPs 관리 및 배출실태를 폭 넓게 파악하고 대표성과 신뢰도 향상을 위해서는 대상 업종의 사업장 수를 늘릴 필요가 있음을 알 수 있었으며 이에 대한 보완이 필요하다. 이러한 결과를 토대로 향후 대기배출사업장에서의 우선관리대상물질 중 중금속 배출 추이를 보다 세밀히 조사하여 주변지역의 오염예측, 대기오염 배출량의 변화추세 등을 파악하여, 총량규제의 기초자료 제공, 유해대기오염물질의 중·장기 관리방안 수립을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

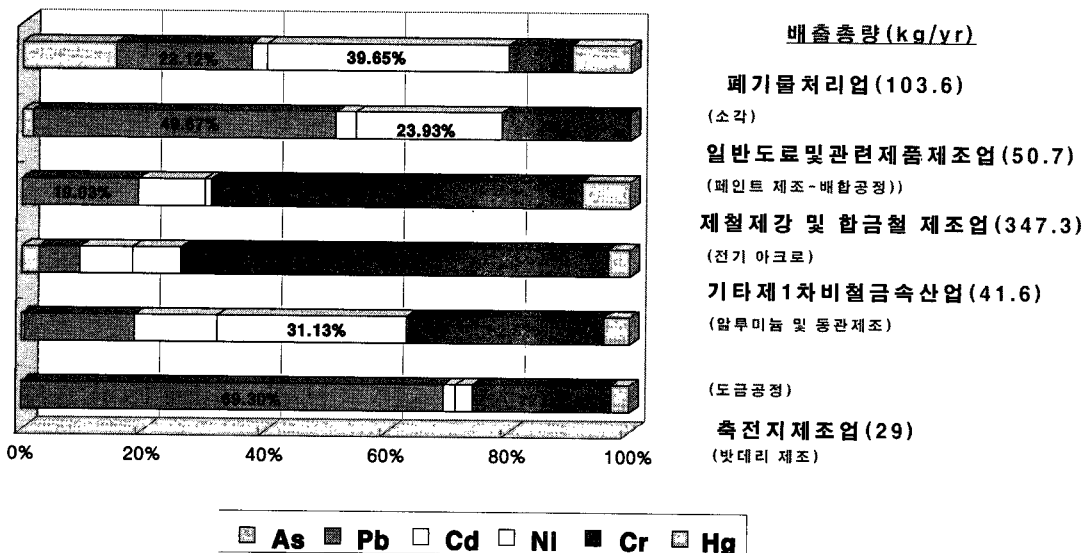


Fig. 1. 업종별 중금속 연간 배출량.

#### 참 고 문 헌

1. 국립환경연구원 (2004) 유해대기오염물질 배출량 조사 및 대기모니터링(I).

2. 환경부 (2005) 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설.관리기준 설정연구.
3. 국립환경연구원 (2004) 총량규제 대상 사업장의 대기오염물질 배출총량 산정.평가방법 최적화 연구.
4. 환경부 (2004) 화학물질배출량 조사 지침.
5. 한국환경정책평가연구원 KEI 1994 연구보고서, 유해대기오염물질 규제에 관한 국내 대응방안 연구