

2A2) 석탄연소 시 배출되는 수은 및 유해금속 분포특성연구

A Study on the Emission Characteristics of Hg and Hazardous Metals from Coal Combustion

박규식¹⁾ · 이주형 · 이상철 · 정태영²⁾ · 서용철

연세대학교 환경공학부, ¹⁾환경부, ²⁾연세대학교 환경기술과학연구소

1. 서론

미세먼지와 인체와의 상관관계는 그 동안 수많은 연구에 의해 증명되어 왔다. 미국 EPA에서는 입자상 물질 중 특히 10 μ m 이하의 입자상 물질(PM₁₀)과 2.5 μ m 이하의 입자상 물질(PM_{2.5})이 인체의 피해를 주며, 이는 악성천식, 심각한 호흡기장애, 폐 기능의 감소, 사망률의 증가를 야기시킨다고 하였다. 이에 본 연구에서는 화석연료 중 유해금속류를 내포하고 있는 석탄을 연소하여 발생하는 미세먼지 및 유해금속에 대한 상관관계를 고찰하여 보고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 자체 drop-tube furnace(150W×150H×1200Lm/m)를 제작하였으며, 연료는 석탄 화력발전소의 국내도입석탄 중 가장 많이 활용되고 있는 호주탄(0.05mg/kg Hg) 1종을 대상으로 105℃에서 2시간 건조한 후 연소실험을 실시하였다. 또한 연소 후 발생된 비산재 내의 먼지에 따른 입경별 분포특성을 파악하고자 cut size 0.0284~9.99 μ m 범위까지 측정 가능한 low pressure impactor(LPI)를 drop-tube furnace와 연계하여 측정하고자 하였으며 그에 앞서 LPI 앞에 cyclone를 설치하여 10 μ m 이상의 입자를 제거하고자 하였다. 연소 온도는 1,200℃, 1,400℃의 고온으로 정하고 연소 측정시간은 1hr으로 하였으며 수은과 유해금속 측정 시 석탄 주입량은 각각 0.057, 0.097g/min이었으며 유량은 9.76 l/min로 일정하게 채취하였다. 채취된 시료 여지는 microwave oven으로 전 처리한 후 ICP로 분석 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 입경별 먼지 분포도 추이 변화

연소 온도에 따른 입경별 먼지분포 결과, 다음 그림 1과 같이 나타났다. 1,200℃의 경우 입경 0.04~0.21 μ m과 입경 1.0 μ m 이상(>PM_{1.0})에서, 1,400℃는 입경 0.04~0.33 μ m과 입경 1.0 μ m 이상(>PM_{1.0})의 범위에서 이봉형태를 띄고 있었으며, 입경 5.39 μ m에서 가장 우세한 형성을 보여주고 있었다.

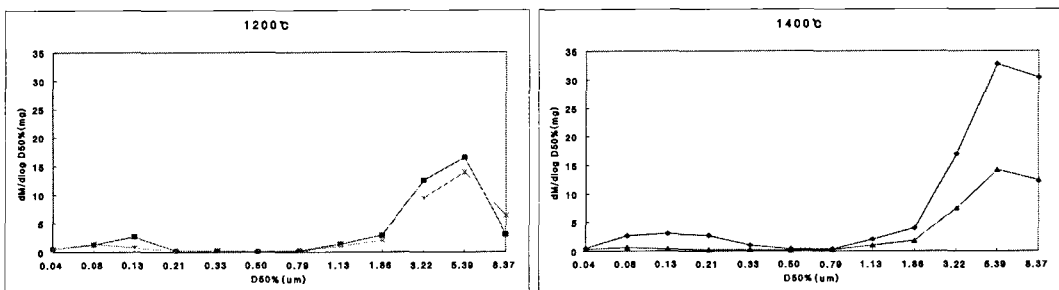


Fig. 1. Particle size distribution generated from bit. coal at 1,200℃, 1,400℃.

3.2 입경별 먼지에 따른 수은 추이 변화

연소 온도별 먼지에 따른 입경별 수은 질량분포 결과, 다음 그림 2와 같이 나타났다. 그 결과, 이봉형태를 띤 먼지분포도와 달리 입경범위는 온도에 따라 우세 형성도는 차이가 있으나 1,200℃와 1,400℃도

모두 입경 0.33 μm (약 $\text{PM}_{0.5}$)에서 우세형성을 이루어져 있는 것으로 나타내어졌다. 이는 수은의 연소 과정에서 미세입자를 형성하여 배출되어지는 것으로 파악되어진다.

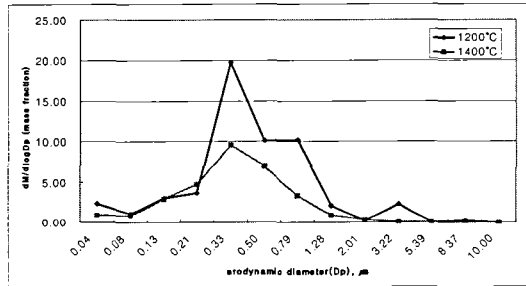


Fig. 2. Mass fraction of Hg by particle size from lab-scale coal combustion.

3.3 입경별 먼지에 따른 유해 금속 추이 변화

먼지에 따른 입경별 유해 금속 질량분포 결과. 다음 그림 3과 같이 나타냈다. 금속류에 따라 먼지별 입경범위가 다양하게 형성되어져 있는 것으로 나타났으며, 1,200 $^{\circ}\text{C}$ 의 경우 크게 입경 0.2 μm 이하($\text{PM}_{0.2}$)까지 입자형성이 이루어지다가 입경 2.5 μm 이상($>\text{PM}_{2.5}$)에서 다시 입자가 성장하고 있는 것으로 나타났다. 반면에 1,400 $^{\circ}\text{C}$ 의 경우 금속류의 성상에 따라 다소 차이를 보이고 있으며 일부 입경 0.5 μm 이하($\text{PM}_{0.5}$)에서 입자 형성을 이루고 있는 것으로 나타났다.

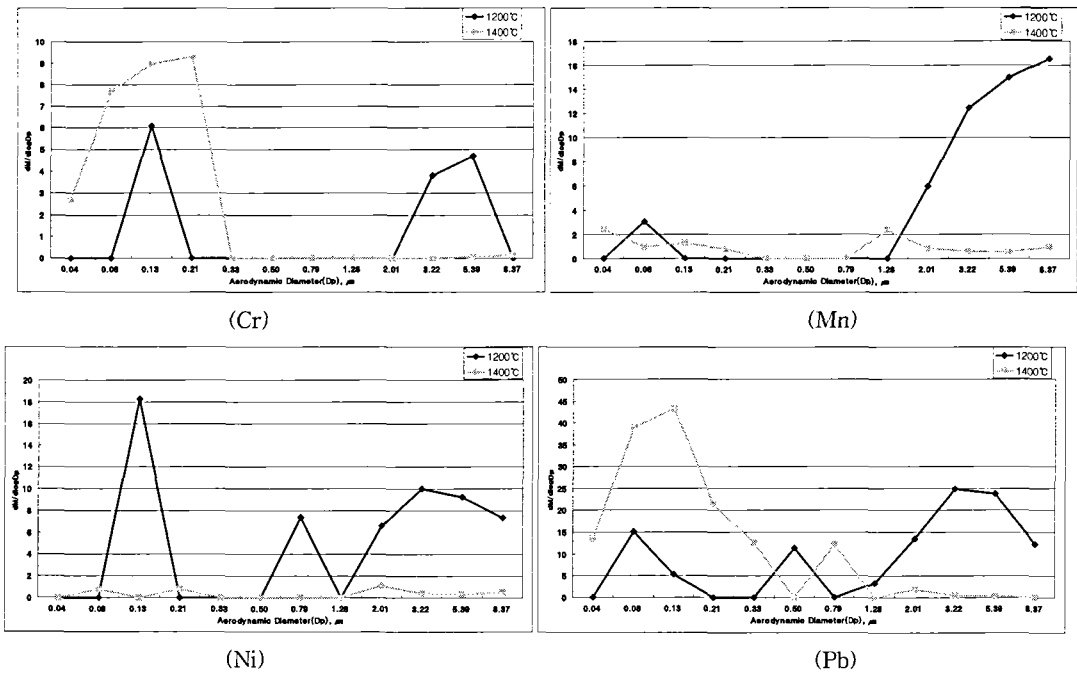


Fig. 3. Mass fraction of Cr, Mn, Ni, Pb by particle size from lab-scale coal combustion.

사 사

이 연구는 한국환경기술진흥원의 차세대핵심사업과 한국전력연구원의 연구지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 장하나 (2006) 「화석연료 및 폐기물 연소 시 배출되는 HAPs 중 수은과 주요유해중금속의 배출특성」, 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 장하나 (2006) 중유 연소 시 발생하는 미세입자 및 니켈과 바나듐의 대기 중 배출특성, 한국대기환경학회지, 22(3), 353-360.