

## 쓰레기 소각장치의 입자상물질에서 PCDD<sub>s</sub>(다이옥신) 생성에 관한 연구

### A Study on Generation of PCDD<sub>s</sub>(Dioxins) in the Particulate Matter at the Municipal Incinerator

하상안·이영준<sup>1)</sup>

독일 파더본 대학교 환경공정공학과, <sup>1)</sup>동서대학교 응용공학부 환경공학과

#### 1. 서 론

산업규모가 확대되면서 사업장 폐기물의 발생량이 전체 폐기물 발생량에서 차지하는 비율이 지속적으로 증가하고 있으며 전체 폐기물 발생량의 절반에 해당된다. 폐기물 처리 현황을 비교하면 생활폐기물의 경우 매립처리가 매년 감소 추세이지만 여전히 매립처리가 대부분을 차지하고 있으며, 사업장의 일반폐기물은 재활용이 46.8%, 매립이 41.8%이며 매립방법을 대체로 지방자치단체 매립지를 이용하고 있으며 소각처리는 1.8%에 불과하다. 산업활동의 다양화와 더불어 인구의 폭발적인 증가로 쓰레기 발생량이 증가하게 됨으로써 쓰레기 처리에 대한 방안이 다각도로 제기되고 있다. 그러나 소각할 때 발생하는 다이옥신은 유해물질의 배출문제가 제기됨으로 인해 소각처리 방법은 대기오염이란 커다란 사회문제로 대두되고 있는 실정이다. 따라서 쓰레기를 소각할 때 문제가 되고 있는 다이옥신의 저감방안에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 본 연구에서 다이옥신 생성과정에 미치는 영향인자를 규명함으로써 기존 소각시설의 개선과 후처리시설에 필요한 기본자료를 제공함이 주목적이다. 특히 다이옥신 발생에 미치는 영향인자는 연소조건, 배기가스상태, 조업상태, 연소실 형상 등이 있다. 본 연구에서 후처리단계에서 다이옥신 생성관계를 규명하기 위해서 실험오븐을 이용하여 온도조건, 체류시간, 산소량, 일정한 온도조건에서 전기가스 공급에 따라 쓰레기 소각장치에서 배출되는 후처리 단계에서 발생하는 다이옥신 저감을 위해서 여러 가지 생성관계를 연구하였다.

#### 2. 연구방법

본 연구실험은 소각시설에서 배출되는 입자상 물질인 바닥재와 비산재를 샘플링해서 열적인 변화와 공기함유량, 수분량, 생성시간, 배기가스상태에 따른 다이옥신 생성관계를 측정하기 위해서 전기오븐을 설치하여 각 운전조건에 따라 시료에서 발생하는 다이옥신 생성관계를 GC/MS를 이용하여 5가지 다이옥신 이성질체를 분석하여 농도변화량으로 생성관계를 연구하였다. 그림 1에서 나타난 실험장치는 온도 조절장치와 산소공급장치 및 오븐가열장치가 설치되어져 있다.

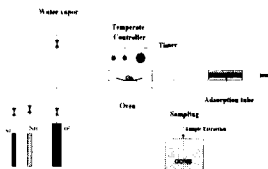


Fig. 1. Schematic diagram of experimental process.

열적인 변화와 산소량을 변화시켜 실험오븐의 입자상 물질에 함유하고 있는 다이옥신 생성량을 측정함으로써 연구가 실행되었다. 소각시설에서 배출되는 입자상 물질에서 여러가지 생성조건에서 발생하는 따라 다이옥신 량을 분석하기 위해서 시료 내에서 다이옥신을 추출과정을 거쳐 시료 추출물을 분리하기 위해 선택하게 된다. 다이옥신 분석은 질량분석기와 Column을 SE 54를 이용한 가스크로마토그래픽(GC/MS)를 연결하여 시료를 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

다이옥신 이성질체의 생성관계를 보면 실험장치 오븐의 온도를 증가시키면 온도가 250-350 °C 조건에서 다이옥신물질의 전구물질인 벤젠이나 페놀계열에 염소결합력이 가장 강하게 증가하기 때문에 다이옥신 결합이 증가함을 볼 수 있다. 실험오븐의 온도를 다이옥신 전구물질이 강하게 생성되는 온도 조건을 300 °C로 일정하게 공급하여 다이옥신 반응시간을 증가시켜 여러 다이옥신 이성질체의 생성관계는 생성시간의 증가에 따라 증가함을 볼 수 있다. 여러 다이옥신 이성질체 중 H7CDD가 생성량이 가장 많이 발생하였고, T4CDD는 약 10 배 정도 낮게 생성되어졌다.

반응시간 2 h, 샘플의 열적인 변화를 위해서 건조상태의 온도 조건이 300 °C에서 산소 량을 0 - 10% 변화시켜 다이옥신 생성관계를 측정된 결과를 보면 무 산소 상태에서 다이옥신 결합이 적었고, 산소 량이 증가할 수록 다이옥신 결합은 증가하였다. 산소공급 조건에서 다이옥신 이성질체 중 O8CDD가 생성이 가장 많았고, T4CDD가 적게 생성되었다. 산소공급량이 10%로 일정한 조건에서 건조한 상태에서는 O8CDD가 4879 ng/g으로 가장 많이 발생하였지만, 수증기를 함유한 습한 상태에서는 H6CDD의 다이옥신이 1150에서 4501 ng/g으로 증가함을 볼 수 있다. 이 결과에서 건조상태에서 산소농도에 대한 다이옥신 생성관계는 산소량의 증가에 따라 이성질체 모두가 증가함을 볼 수 있지만, 수증기량의 공급은 다이옥신 전구물질에 염소결합을 필요한 산소 량을 감소시킴으로서 다이옥신 종류의 이성질체 결합을 방해함으로써 건조상태의 조건과 다르게 발생함을 볼 수 있다. 산소를 10% 공급한 조건에서는 총 다이옥신 량이 8708 ng/g으로 발생하였지만, 수증기를 150 g/Nm<sup>3</sup>을 공급한 조건에서 11355 ng/g으로 증가하였다. 이 결과에서 수분의 량이 증가할 수록 다이옥신 생성량은 증가함을 볼 수 있다( Dulin and Drossman, 1986). 온도조건이 300 °C의 조건에서 실험오븐에서 2 h 동안 반응되는 과정에서 염소치환을 촉진함으로써 다이옥신 생성반응을 증가시키게된다. 다이옥신 생성은 가스의 배기 상태에 의해서도 큰 영향을 미친다. 염소반응에 의해 생성된 Cl<sub>2</sub>는 방향족 화합물과의 반응성이 상당히 강하여 염소가 결합된 방향족 화합물의 생성을 조장하고 그로 인해서 다이옥신의 생성이 많아지게 된다. SO<sub>2</sub>가 존재하면 Cl<sub>2</sub>가 HCl로 전환됨으로 인해 다이옥신 생성에 필요한 Cl<sub>2</sub>가스를 억제하므로 다이옥신 생성을 줄일 수 있는 것으로 여겨지고 있다(Subbanna 1988). 본 연구에서는 배기가스 상태에 전이가스를 공급하여 방향족 물질의 탄소고리에 염소결합을 차단시키기 위해서 NH<sub>3</sub>와 N<sub>2</sub> 가스를 선택적으로 공급하여 실험한 결과에서 보면 염소결합을 차단하거나 마스크 역할을 함으로서 다이옥신 전구물질의 생성을 감소시켰다.

### 참 고 문 헌

- Dulin, D. Drossman, H. and T. Mil(1986). Products and Quantum Yields for Phothlysis of Chloroaromatics in Water, Environ. Sci. Technol, Vol. 20, 72-77.
- Subbanna, P.(1998) Catalytic Oxidation of Polychlorinated Biophenyls in a Momonlithic Reactor System, Enviro. Sci. Technol, Vol. 22, 557 ~ 561.