

## 4B1) 소각시설의 연속측정에 의한 온실가스 배출특성 조사

### Study on Emission Characteristics of Greenhouse Gases by Continuous Measurement at the Incineration Plant

방천희 · 진병복 · 이준기 · 윤완우 · 최은화 · 전용렬<sup>1)</sup> · 고재윤 · 김성환  
환경관리공단 지구환경처, <sup>1)</sup>환경관리공단 일산사업소

#### 1. 서 론

기후변화협약 제4조 및 12조에 의거 당사국은 매년 온실가스 배출통계를 정기적으로 당사국총회에 보고하고 있고, 우리나라는 1999년부터 3차에 걸쳐 정부종합대책을 수행하여 협상기반 구축, 온실가스 관련 통계·분석시스템 구축, 온실가스 감축관련 연구개발 등에서 주목할 만한 성과를 이룩하였다(3차 종합대책, 2007). 또한, 2013년 이후 의무감축국 편입에 대비하기 위해 좀더 신뢰성있고 정확한 온실가스 배출통계를 구축하는 것이 무엇보다 중요한 상태이다.

국가 온실가스 배출통계는 국무총리훈령 제500호 및 2, 3차 정부종합대책에 따라 에너지, 산업공정, 농축산, 폐기물, 산림 등 분야별로 각 관련 부처 및 기관에서 수행하고 있으며, 환경관리공단에서는 폐기물 부문의 온실가스 배출통계를 매년 제출하고 있다. 2005년 현재 폐기물 부문 중 매립과 소각의 온실가스 배출 기여도는 각각 46.9%, 44.6%로 대등하였으나, 폐기물 정책변화에 따라 매년 소각은 지속적으로 증가하고 있는 반면, 매립은 감소하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 소각분야 온실가스 통계의 신뢰성을 높이고 생활폐기물 소각장의 온실가스 배출특성을 조사하기 위해 고양시 환경에너지 시설에 온실가스 측정기를 설치·운영하였다.

#### 2. 연구 사례

우리나라는 IPCC가이드라인에 따라 2000년 이후 소각장에서 배출되는 온실가스를 지속적으로 조사해 왔고, 대부분 수 차례 샘플링 후 GC분석에 의해 농도를 측정하는 방식을 선택하였다. 그간 진행되어 온 연구 결과를 취합해 본 결과, 생활폐기물 소각장의 고정상식에 의한 CO<sub>2</sub> 배출농도는 2.5~12.14%, N<sub>2</sub>O 배출농도는 1.06~14.33ppm이었다. 이는 생활폐기물 소각장 4개소에서 측정된 값으로 측정시기, 측정방법, 소각시설 및 시설규모 등에 따라 다양한 값을 나타내기 때문에 범위가 넓다. 따라서, 온실가스 농도 측정의 정확도 및 신뢰성을 높이기 위해서는 소각시설 및 측정시기 등을 고려한 배출농도 조사가 필요하고, 이를 통해 배출계수의 신뢰성 또한 제고될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 3. 연구 방법

본 연구는 고양시 일산동구에 소재한 '고양시 환경에너지시설'을 대상으로 굴뚝에 CO<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub>O를 연속 측정할 수 있는 온실가스 측정기를 설치하였다. 온실가스 측정기는 모두 비분산적외선분석법(NDIR) 방식이며, 측정은 굴뚝에 Probe를 설치하여 시료채취를 하고, 전처리기에 의해 수분 등을 제거한 후 분석기로 분석하였다. 그림 1은 소각장에 설치한 온실가스 측정시스템을 도시한 것이다. 측정은 2007년 6~8월과 9~11월 두 차례에 걸쳐 실시하여, 시기별 측정농도에 의한 온실가스 배출 특성조사와 소각량 자료를 이용한 배출계수를 산정하였다.

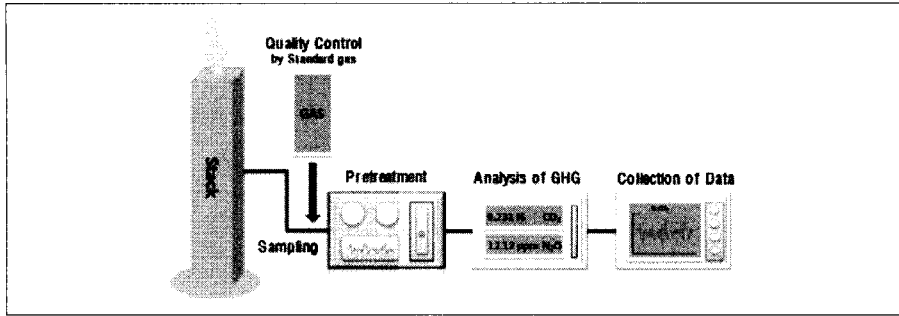
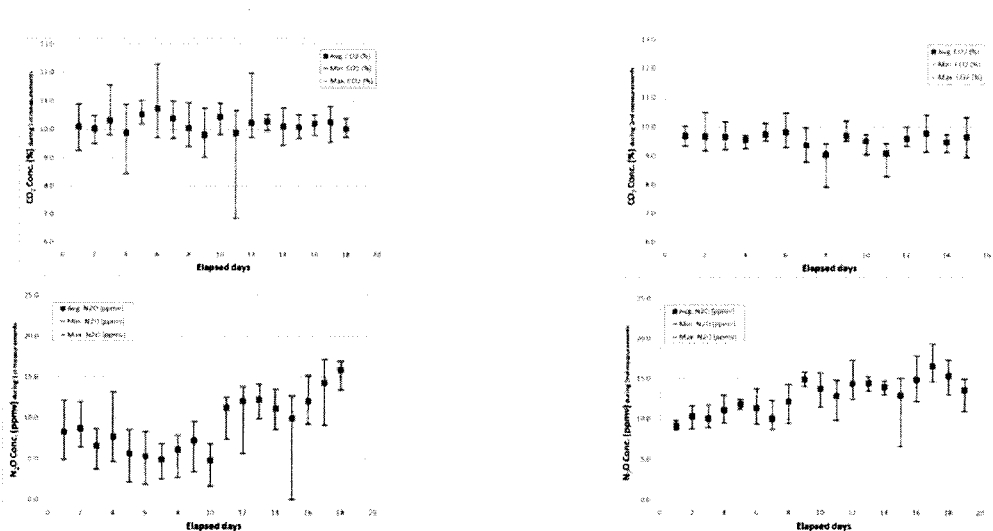


Fig. 1. System for measuring the greenhouse gases installed into object incineration facility.

#### 4. 결과 및 고찰

소각을 통해 배출되는 온실가스는 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O 등으로 CO<sub>2</sub>가 가장 비중이 높고, N<sub>2</sub>O는 대기 오염제어장치 유형, 폐기물 유형과 질소함량 등에 따라 다양하게 배출될 수 있다(2006 IPCC 가이드라인). 본 연구의 '고양시 환경에너지시설'은 소각량 300톤/일 규모로, 연속 연소식으로 운영되는 스토커(역송식)방식이며, 비촉매환원장치(SNCR)가 설치되어 있다.

그림 2는 소각장의 굴뚝에서 CO<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub>O에 대해 두 차례에 걸쳐 측정된 결과를 도시한 것이다. CO<sub>2</sub>는 1차 측정시 배출농도(평균 10.18%)보다 2차 측정(평균 9.56%)에서 조금 낮게 측정되었고, 1차 측정시 표준편차가 0.19~1.15%로 2차 측정의 0.14~0.44%보다 변동폭이 더 심하였다. N<sub>2</sub>O는 1차 측정시 배출농도(평균 9.09ppmv)가 2차 측정시 배출농도(평균 12.82ppmv)보다 조금 낮게 측정되었으나, CO<sub>2</sub>와 마찬가지로 1차 측정의 변동폭이 2차 측정보다 다소 높게 나타났다. 이는 1차 측정이 장마기간인 7~8월에 이뤄져 함수량이 높은 폐기물로 인한 잦은 연소조건 변화의 결과로 추정된다. 그러나, 선행 연구된 자료의 배출농도와 비교하였을 때 연속 측정에 의한 농도값이 좀더 안정적임을 알 수 있다.



(a) 1st measuring period(Jun. ~ Aug.).

(b) 2nd measuring period(Sept. ~ Nov.).

Fig. 2. Trend of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O concentration measured in the object plant.

측정에 의해 CO<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub>O의 배출계수를 다음 표와 같이 산정하였다. CO<sub>2</sub>는 평균 1.165톤CO<sub>2</sub>/톤-폐기물을 얻었고, 이를 IPCC 가이드라인에서 제시한 화석연료탄소비율(FCF)을 고려한 결과, 0.319톤CO<sub>2</sub>/톤-폐기물로 산정되었다. 한편, 폐기물 성분분석에 의해 산정된 CO<sub>2</sub> 배출계수(0.510톤CO<sub>2</sub>/톤-폐기물)가 측정에 의해 얻어진 배출계수 보다 높게 나타났다. 이는 연속측정에 의한 방법이 2006 IPCC 기본값인 화석연료탄소비율을 이용하여 비생물계 폐기물량을 산정하므로 실제 화석연료탄소 비율과는 차이가 있을 것으로 추정되며, 신뢰할 만한 측정값을 얻어내기 위해서는 측정기간의 선택 또한 중요할 것으로 판단된다. N<sub>2</sub>O는 1차기간과 2차기간의 배출계수 차이가 크게 발생하였다. 2006 IPCC 가이드라인 및 기존 자료 등을 통해 밝혀진 바에 따르면, N<sub>2</sub>O 배출계수는 NO<sub>x</sub> 저감기술, 기술 유형 및 연소조건 등과 같은 여러가지 변수가 있을 것으로 추정되며, 이를 밝혀내는 것 또한 중요한 과제가 될 것이다.

Table 1. CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emission factors estimated through measurements at the object plant.

GHG	Flue gas volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /day)	Amount of waste incinerated(ton/day)	Emission factor			EF considering fossil carbon fraction of waste
			Avg.	1st period	2nd period	
CO <sub>2</sub>	1,456(1,225~1,724)	242.8(221.6~267.4)	1.165	1.128	1.216	0.319
N <sub>2</sub> O	1,461(1,225~1,724)	241.0(221.6~267.4)	131.4	101.9	162.2	-

Remarks) \* Unit of EF : CO<sub>2</sub>(ton-CO<sub>2</sub>/ton-waste), N<sub>2</sub>O(g-N<sub>2</sub>O/ton-waste)

\* Fossil carbon fraction(FCF) of waste=0.274(by FCF default value in 2006 IPCC Guidelines)

### 참 고 문 헌

국립환경과학원 (2007) 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발(Ⅱ).

환경부 (2000) 환경기초시설에서 발생하는 온실가스 배출량 조사.

환경부 (2002) 환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축.

National Greenhouse Gas Inventories Programme (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.