

## PB19) 석탄의 발열량 실측을 통한 온실가스 배출량 산정

### Estimation of Greenhouse Gas Emission Using Coals Calorific Value Analysis

전의찬 · 임호수 · 사재환<sup>1)</sup> · 정재학

세종대학교 지구환경과학과, <sup>1)</sup>세종대학교 환경·에너지 연구소

#### 1. 서 론

발열량은 가연성 연료가 완전 연소될 때 단위질량당 발생하는 열량을 의미하며, 각종 에너지 통계와 설비 효율 분석의 기초 자료로 사용되고 있다. 발열량 분류는 연소과정에서 발생하는 수증기의 응축열 포함 여부에 따라 총발열량(Gross Calorific Value)과 순발열량(Net Calorific Value)으로 구분되고, 수분의 종류 및 재(灰)의 포함 여부에 따라 인수식(As Received basis), 기건식(Air Dried basis), 건식(Dry basis), 무광물질기준(Mineral Matter Free)등으로 구분된다.

우리나라 에너지통계에 적용하는 석탄의 발열량은 에너지이용합리화법 시행규칙 제2조(별표 1)에 명시되어 있으며, 국내 무연탄, 수입 무연탄, 연료용 유연탄, 원료용 유연탄, 코크스 등으로 구분되어 명시되어 있다. 현재 사용하고 있는 고시열량은 1980년 제정된 것을 그대로 사용하고 있는 것인데, 그동안 석탄의 품질 변화와 수입 석탄의 산지 다양화에 따른 발열량 변화를 반영하지 못하고 있다. 또, 발열량 표시에 총발열량과 순발열량의 구분도 없고 발열량 측정기준도 명시되어 있지 않으므로, 사업장을 비롯하여 지방자치단체 및 국가의 각종 에너지통계에 혼선이 발생할 우려가 있다. 그리고 기후변화협약에 효과적으로 대처하기 위해서는 무엇보다도 정확한 온실가스 발생량 자료를 확보하여야 하는데, 발열량 측정기준이 명시되어 있지 않은 현재의 발열량 표시 방법으로는 정확한 온실가스 발생량을 산정하는 데 한계가 있을 것으로 추정된다.

본 연구에서는 발전소, 포스코(POSCO) 등 다량 사업장의 다년간 석탄 입하정보를 수집하여 발열량 분석 결과를 통계적으로 분석하여 각종 발열량 자료를 확보하고, 본 연구의 결과와 IPCC에서 제시하는 배출계수를 활용하여 정확한 온실가스 배출량을 산정하는 것에 목적이 있다.

#### 2. 연구 방법

본 연구를 위해 석탄의 대규모 수요처인 각 발전소와 포스코(POSCO) 등에서 입하탄 정보를 수집하였다. 그리고 사업장 석탄 발열량 분석의 신뢰성 확보를 위하여 각 발전소의 경우에는 현재 사용되고 있는 유연탄, 아역청탄, 무연탄을, 포스코(POSCO)의 경우에는 연료용 유연탄 3종, 수입유연탄 1종, 코크스 1종을 의뢰하였다. 이때, 각 발전소별로 3개의 시료를 의뢰하였는데, 2종류 이상의 석탄을 사용하는 경우에는 각각의 석탄별로 3개의 시료를 확보하였다.

본 연구에서는 확보된 시료를 사업장과 세종대에서 각각 분석하여 실내·실간 분석오차를 확인하여 사업장 데이터의 신뢰성을 확보하였다. 세종대에서 발열량 분석을 위하여 사용된 분석기기는 IKA사의 WERKE C2000 basic을 사용하였으며, 분석방법은 표준분석방법인 ISO-peribolic 25°C Mode를 이용하였다. 또한 분석기기의 정도관리를 위하여 표준시료 Benzoic acid(Leco, 6,316±8 cal/g)를 이용한 재현성 평가 및 주입 석탄의 시료량에 따른 직선성 평가를 실시하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

발열량은 물량거래, 에너지 통계, 설비 효율 분석의 기초자료로서 매우 중요한 의미를 갖는다. 최근에는 온실가스 발생량 산정의 기초 자료로도 사용되므로 그 중요성이 더 커지고 있다.

본 연구에서는 무연탄 및 유연탄의 대부분을 소비하고 있는 5개 발전회사의 전 발전소와 포스코(POSCO) 포항제철소 및 광양제철소의 최근 3년간 자료를 확보하고 이를 통계적으로 처리하여 대표성

있는 발열량 자료를 확보하였다.

석탄 발열량 분석 결과에 대한 신뢰성 확보를 위한 각 사업장과 세종대의 교차분석 결과는 <표 1>에서 보는 바와 같이, 실험실간 오차범위는 2~80 kcal/kg 으로서 우리나라 발열량 분석 허용오차 범위 80 kcal/kg를 만족하고 있다.

Table 1. A calorific value analysis of coal samples

Sampling site		Sample	Calorific Value (kcal/kg)		
			Sejong Univ.	Enterprise	Error range
Power Plant	H.D	A	6,382	6,421	39
		B	6,378	6,432	54
		C	6,226	6,268	42
	D.J	A	6,933	7,008	75
		B	6,528	6,532	4
		C	6,171	6,163	8
		D	6,761	6,748	13
	D.H	A	6,312	6,320	8
		B	4,713	4,693	20
		C	5,149	5,156	7
	T.A	A	7,035	6,983	52
		B	6,766	6,772	6
		C	7,027	7,061	34
		D	6,579	6,613	34
		E	6,835	6,887	52
POSCO	A	7,423	7,355	68	
	B	7,178	7,176	2	
	C	7,328	7,384	56	
	D	7,422	7,379	43	
	E	7,220	7,300	80	
	F	7,198	7,244	46	
	G	7,251	7,233	18	

표준시료를 이용하여 5회 반복 분석한 평균 발열량은 6,315±1.14 cal/g 으로서 표준시료 발열량과의 오차는 2 cal/g으로 실내 허용오차 40 cal/g을 만족하였다. 또한, 표준시료의 주입무게를 0.4998 g, 1.004 g, 1.50001 g으로 각각 주입하여 측정된 발열량은 오차범위가 1~4 cal/g인 6,328 cal/g~6,332 cal/g 으로서 역시 실내 허용오차를 만족하였다.

무연탄 및 유연탄의 대부분을 소비하고 있는 5개 발전회사의 전 발전소와 포스코(POSCO) 포항제철소 및 광양제철소의 최근 3년간 자료를 확보하고 이를 통계적으로 처리하여 대표성 있는 발열량 자료를 확보한 결과 KS에서 고시한 석탄의 분류별 발열량의 값과는 차이를 보이고 있었으며, IPCC의 배출계수를 적용한 결과 우리나라의 정확한 온실가스의 연간 배출량을 확인할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- 에너지관리공단 (2006) 국내 석탄류 시료채취 및 분석실험.
- 에너지경제연구원 (2004) 국가 에너지통계 기준 정립 및 시계열통계 편제 연구.
- 산업자원부 · 에너지경제연구원 (2004) 에너지통계연보.
- ISO (1995) Solid mineral fuels - Determination of gross calorific value by the bomb calorimeter method, and calculation of net calorific value.
- JIS (2002) 石炭利用技術用語.
- ASTM (2004) Standard Practice for Preparing Coal Samples for Analysis.