

국내 유연탄의 발열량 추이 분석(2010~2014년) 및 탄소배출계수 개발

김민욱* · 조창상** · 전영재*** · 양진혁**** · 신호철**** · 전의찬*****†

세종대학교 대학원 환경에너지융합학과*, 세종대학교 기후변화센터**, 세종대학교 대학원 환경에너지융합학과***, 한국에너지공단 통계분석실****, 세종대학교 환경에너지공간융합학과*****

Domestic Bituminous Coal's Calorific Value Trend Analysis (2010~2014) and Carbon Emission Factor Development

Kim, Min wook*, Cho, Changsang**, Jeon, Youngjae***, Yang, Jinhyuk****, Sin, Hochul***** and Jeon, Eui Chan*****†

Dept. of Environment and Energy, Sejong Graduate School*, Sejong Climate Change Research Center**
Dept. of Environment and Energy, Sejong Graduate School***
Statistics Analysis Division of Korea Energy Agency****
Dept. of Environment and Energy, Sejong University, Seoul, Korea*****

ABSTRACT

Korea's energy consumption has been constantly increasing. Final energy consumption was increased by an annual average of 2.9% compared to 2010. The consumption of all energy sources except for its oil was increased during the same time. While electric demand has increased coal consumption increased rapidly. Therefore, calorific value and carbon emission factor development can improve the quality of Korea's greenhouse gas inventory. Calorific value is the amount of heat generated while burning coal. Caloric value is one of the most important factors in the development of carbon emission factors. Calorific value is used as the basis for the analysis of the various energy statistics. This study has calculated the other bituminous coal and coking coal's calorific value by the data received from domestic coal-fired power plants and steel manufacturer. Calorific value's trend analysis period is the year of 2010~2014. Through analyzing the carbon content it was calculated the carbon emission factor. The bituminous coal and coking coal's uncertainty analysis was performed using a Monte Carlo simulation.

Key words: Bituminous Coal, Calorific Value, Carbon Emission Factor, Uncertainty Analysis

1. 서 론

우리나라의 에너지 총 소비량은 지속적으로 증가하여 2013년 최종에너지 소비는 200,347천 TOE로, 2010년 대비 2.9% 증가하였다. 에너지원별로 석유를 제외한 모든 에너지원의 소비가 고르게 증가하였는데, 석탄은 2013년 26,189천 TOE로 2010년 19,353천 TOE 대비 6.3% 증가한 것으로 나타났다(온실가스종합정보센터, 2015). 석탄은 전력수요 증가에 따른 그 사용량이 빠르게 증가하고 있다. 석탄의 열량환산 추이분석 및 탄소배출계수를 개발하는 것은 우리나라 온실가스 인벤토리의 품질을 향상시킬 수 있다.

발열량은 연료가 완전히 연소될 때 단위질량 당 발생하는 열량으로 탄소배출계수를 개발하는데 가장 중요한 인자 중 하나이다. 이러한 발열량은 각종 에너지 통계와 효율 분석의 기초 자료로 사용된다. 탄종별 단위 발열량이 다르기 때문에 이에 대한 열량 값을 수시로 조정해 주고, 주기적인 모니터링이 필요하다.

본 논문은 각 국내 석탄발전소 및 철강업체에서 제공받은 5개년도(2010~2014년) 연료분석자료(입하량 및 발열량, 원소, 공업분석)를 이용하여 연료용 유연탄, 원료용 유연탄의 발열량 기준을 제시하고, 에너지원별 탄소함량 분석을 바탕으로 탄소배출계수를 산출하였다. 또한 산정된 탄소배출계수의 불확도

† Corresponding author: ecjeon@sejong.ac.kr

Received November 2, 2016 / Revised November 21, 2016 / Accepted December 16, 2016

를 분석하기 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 연료분석자료 수집

연료용 유연탄, 원료용 유연탄의 연료분석자료 수집은 한국 전력의 5개 발전자회사 소속 9개 석탄화력발전소와 2개 철강 업체를 대상으로 실시하였다. 대상시설에서 받은 연료분석자료 항목은 5년간(2010~2014년) 사용된 연료용, 원료용 유연탄의 입하량 및 발열량, 원소, 공업분석 결과이다.

연료용 유연탄의 입하량은 2010~2012년까지 증가하다 2014년 감소하였고, 원료용 유연탄 경우 2013년도 일시 감소하였

Table 1. The amount of bituminous coal (2010~2014)

Year	Bituminous coal (ton)	
	Other bituminous coal	Coking coal
2010	35,941,394	19,075,417
2011	39,474,243	21,983,857
2012	48,233,011	22,036,696
2013	48,029,819	21,659,504
2014	40,873,701	24,526,384
Total	212,552,168	109,281,858

Table 2. Object facility's analytical specifications

Object facility	Other bituminous coal	Coking coal	Analytical specifications		
			Calorific analysis	Ultimate analysis	Proximate analysis
A coal-fired power plant	○		KS E 3707	ASTM D 5373	ASTM D 7582
B coal-fired power plant	○		ASTM D 5865	ASTM D 5373	ASTM D 7582
C thermal power plant	○		ASTM D 5865	ASTM D 5373	ASTM D 7582
D coal-fired power plant	○		ASTM D 5865	ASTM D 5373	ASTM D 5142
E coal-fired power plant	○		ASTM D 5865	ASTM D 5373	ASTM D 7582
F coal-fired power plant	○		ASTM D 5865	ASTM D 5373	ASTM D 7582
G coal-fired power plant	○		ASTM D 5865	ASTM D 5373	ASTM D 7582
H coal-fired power plant	○		KS E 3707	ASTM D 5373	ASTM D 7582
I coal-fired power plant	○		KS E 3707	ASTM D 5373	ASTM D 7582
A steel manufacturer		○	KS E 3709	KS E 3709	KS E 3709
B steel manufacturer		○	KS E 3709	KS E 3709	KS E 3709

으나, 전반적으로 증가하고 있다.

각 대상시설에서는 석탄의 발열량, 원소, 공업분석을 실시하고 있다. 분석규격은 Table 2에서 보는 바와 같다.

연료용 유연탄 발열량 분석의 경우 B, C, D, E, F, G 화력에서 ASTM D 5865를, A, H, I 화력에서는 KS E 3707 규격을 적용하고 있다. 원소분석 경우, 모든 화력발전에서 ASTM D 5373을 적용하고 있으며, 공업분석은 모든 화력발전소에서 ASTM D 7582를 적용하고 있으나, D 화력은 ASTM D 5142를 적용하고 있다.

원료용 유연탄은 두 제철소 모두 발열량, 원소, 공업 분석 규격은 KS E 3709를 적용하고 있다.

2.2 배출계수 산정 방법

본 논문에서는 온실가스·에너지 목표관리제에서 제시한 연료 분석 방법을 이용하여 유연탄의 탄소배출계수를 산정하였다. 석탄의 주요 성분은 탄소(C), 수소(H), 질소(N), 황(S), 수분(Moisture), 재(Ash) 등이며, 이 중 탄소와 수소함량 그리고 수분량은 배출계수를 산정하는데 매우 중요한 요인이다 (전의찬, 2006).

발열량, 탄소 그리고 수소 모두 인수식 순발열량 값으로 환산하면 탄소배출계수 산정을 할 수 있다. 식 (1)은 탄소배출계수 산정하는 방법이다.

$$EF_{i,c} = C_{ar,i} \times \frac{1}{EC_i} \times 10^3 \tag{1}$$

$EF_{i,c}$: 유연탄 i 에 대한 탄소 배출계수(kgC/GJ-연료)

$C_{ar,i}$: 유연탄(i) 중 탄소의 질량 분율(인수식, 0에서 1사이의 소수)

EC_i : 유연탄(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/kg-연료)

각 사업장에서 받은 연료분석자료는 기건식 총발열량 기준으로 작성되어 있다. 따라서 배출계수 산정을 위해 기건식 총발열량은 인수식 총발열량으로 환산해야 한다. 인수식 총발열량은 기건식 시료에서 얻은 고유수분(Mar)과 인수식 시료에서 얻은 총수분(Mad)을 통해 환산된다. 식 (2)는 기건식 총발열량을 인수식 총발열량으로 환산하는 방법이다.

$$\text{인수식 총발열량} = \text{기건식 총발열량} \times \frac{100 - Mar}{100 - Mad} \quad (2)$$

환산된 인수식 총발열량은 다시 인수식 순발열량으로 환산해야 한다. 인수식 순발열량은 ASTM 규격에 있는 인수식 순발열량 환산방법에 따라 환산하게 된다. 식 (3)은 인수식 총발열량을 인수식 순발열량으로 환산하는 방법이다.

$$\text{인수식 순발열량} = \text{인수식 총발열량} - 600(9H + W) \quad (3)$$

원소분석을 통해 얻은 건식 탄소, 수소함량 역시 인수식으로 환산해야 한다. 식 (4)는 탄소와 수소를 인수식으로 환산하는 방법이다.

$$\text{인수식 탄소 및 수소} = \text{건식 } C \text{ 및 } H \times \frac{100 - Mar}{100} \quad (4)$$

3. 연구결과

3.1 원소분석

연료용 유연탄의 5개년도(2010~2014년) 평균 탄소 함량은 70.02%로 분석되었다. 탄소함량의 변화를 살펴보면, 2009~2010년 사이 2.42% 감소, 2010~2011년 사이 0.61% 감소, 2011~2012년 사이 0.78% 감소, 2012~2013년 사이 1.34% 증가 그리고 2013~2014년도는 0.46% 증가하는 경향을 보였다. 표준오차와 상대표준편차는 각각 0.5%와 0.7%로 분석되었다.

수소 함량은 같은 기간 4.47%로 분석되었다. 수소함량의 변화를 살펴보면, 2009~2010년 사이 0.44% 감소, 2010~2011년 사이 1.79% 감소, 2011~2012년 사이 3.42% 증가, 2012~2013년 사이 0.22% 감소 그리고 2013~2014년도는 0.88% 감소하는 경향을 보였다. 표준오차와 상대표준편차는 각각 0.1%와 1.4%로 분석되었다.

원료용 유연탄의 5개년도 평균 탄소 함량은 80.50%로 분석되었다. 탄소함량의 변화를 살펴보면, 2009~2010년 사이 0.21% 감소, 2010~2011년 사이 0.08% 감소, 2011~2012년 사이 1.31% 감소, 2012~2013년 사이 2.89% 감소 그리고 2013~2014년도는 0.98% 증가하는 경향을 보였다. 표준오차와 상대표준편차는 각각 1.6%와 1.9%로 분석되었다.

수소 함량은 같은 기간 4.70%로 분석되었다. 수소함량의 변화를 살펴보면, 2009~2010년 사이 7.86% 증가, 2010~2011년 사이 3.33% 감소, 2011~2012년 사이 3.23% 증가, 2012~2013년 사이 2.08% 감소 그리고 2013~2014년도는 2.13% 감소하는 경향을 보였다. 표준오차와 상대표준편차는 각각 0.1%와 2.0%로 분석되었다.

Table 3. Bituminous coal's ultimate analysis (2010~2014)

(Unit :%)

Year	Carbon (Dry)		Hydrogen (Dry)	
	Other bituminous coal	Coking coal	Other bituminous coal	Coking coal
2010	70.28	82.06	4.46	4.80
2011	69.85	81.99	4.38	4.64
2012	69.30	80.91	4.53	4.79
2013	70.23	78.57	4.52	4.69
2014	70.55	79.34	4.44	4.59
Average	70.02	80.50	4.47	4.70
Standard deviation (SD)	0.50	1.60	0.10	0.10
Relative standard deviation (RSD, %)	0.70	1.90	1.40	2.00

3.2 공업분석

공업분석 항목은 고유수분량, 고정탄소, 휘발분 그리고 재이다. 연료용, 원료용 유연탄의 총수분량 측정 및 공업분석 결과는 다음에서 보는 바와 같다(Table 4).

연료용 유연탄의 2010~2014년 평균 총수분량은 12.09%, 고유수분량은 5.07%, 고정탄소는 50.22%, 휘발분은 31.25% 그리고 재는 14.09%로 분석되었다.

원료용 유연탄의 5개년도 평균 총수분량은 9.05%, 고유수분량은 1.24%, 고정탄소는 66.20%, 휘발분은 24.02% 그리고 재는 8.84%로 나타났으며, 연도별 함량변화의 범위가 증감을 반복하고 있다.

3.3 발열량 분석

연료용 유연탄 5개년 평균 인수식 총발열량은 5,931 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 6,160 kcal/kg

보다 약 3.71%(229 kcal/kg) 낮게 나타났다. 표준오차와 상대 표준편차는 각각 90 kcal/kg, 1.5%로 분석되었다.

인수식 순발열량의 5개년 평균 발열량은 5,647 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 5,890 kcal/kg보다 약 4.12%(243 kcal/kg) 낮게 나타났으며, 기건식, 건식 평균 총발열량은 각각 6,403 kcal/kg, 6,756 kcal/kg으로 나타났다. 표준오차와 상대표준편차는 각각 94 kcal/kg, 1.7%로 분석되었다.

원료용 유연탄 5개년 평균 인수식 총발열량은 6,969 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 7,000 kcal/kg보다 약 0.44%(31 kcal/kg) 낮게 나타났다. 표준오차와 상대표준편차는 각각 73 kcal/kg, 1.1%로 분석되었다.

인수식 순발열량의 5개년 평균 발열량은 6,685 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 6,740 kcal/kg보다 약 0.81%(55 kcal/kg) 낮게 나타났으며, 표준오차와 상대표준편차는 각각 72 kcal/kg, 1.1%로 분석되었다. 기건식, 건식 평균

Table 4. Bituminous coal's proximate analysis (2010~2014)

(Unit :%)

Year	Other bituminous coal (as air dried)				
	Total moisture	Inherent moisture	Fixed carbon	Volatile matter	Ash
2010	11.75	4.49	53.90	30.55	14.14
2011	11.08	4.40	50.50	30.51	15.26
2012	13.06	5.91	48.21	32.36	13.52
2013	13.10	5.73	49.18	31.82	13.26
2014	11.14	4.54	50.25	30.61	14.54
Average	12.09	5.07	50.22	31.25	14.09
Standard deviation (SD)	1.00	0.70	2.20	0.90	0.80
Relative standard deviation (RSD, %)	8.30	14.80	4.30	2.80	5.70
Year	Coking coal (as air dried)				
	Total moisture	Inherent moisture	Fixed carbon	Volatile matter	Ash
2010	90.6	1.34	67.62	24.07	8.78
2011	9.19	1.20	65.52	24.42	8.70
2012	8.85	1.20	67.14	22.64	9.02
2013	9.27	1.35	66.25	23.58	8.80
2014	8.88	1.13	63.81	26.07	8.92
Average	9.05	1.24	66.20	24.02	8.84
Standard deviation (SD)	36.5	0.10	1.50	1.30	0.10
Relative standard deviation (RSD, %)	143.8	7.80	2.30	5.20	1.40

Table 5. Analysis of bituminous coal's calorific value (2010~2014)

(Unit: Kcal/kg)

Year	Other bituminous coal			Net calorific value (as received)
	As received	As air dried	As dry	
2010	6,007	6,504	6,810	5,728
2011	5,958	6,406	6,703	5,682
2012	5,837	6,316	6,716	5,547
2013	5,895	6,394	6,784	5,605
2014	6,065	6,515	6,827	5,783
Average	5,931	6,403	6,756	5,647
Standard deviation (SD)	90	83	56	94
Relative standard deviation (RSD, %)	1.5	1.3	0.8	1.7

Year	Coking coal			Net calorific value (as received)
	As received	As air dried	As dry	
2010	7,006	7,601	7,704	6,716
2011	6,988	7,603	7,659	6,705
2012	6,972	7,557	7,649	6,683
2013	6,844	7,441	7,543	6,563
2014	7,033	7,631	7,718	6,754
Average	6,969	7,567	7,662	6,685
Standard deviation (SD)	73	75	69	72
Relative standard deviation (RSD, %)	1.1	1.0	0.9	1.1

총발열량은 각각 7,567 kcal/kg, 7,662 kcal/kg으로 나타났다.

석탄의 대부분은 해외 수입에 의존하고 있어 수입 국가별 산지 특성과 물량비중에 따라 발열량은 큰 폭으로 변동된다. 국내에서 사용하는 연료용 유연탄의 발열량 경우 산지에 따라 큰 차이를 보였다(Table 6).

2010~2014년도까지 인도네시아의 연료용 유연탄이 5,421 kcal/kg으로 가장 낮은 발열량으로 나타났으며, 콜롬비아의 연료용 유연탄은 6,396 kcal/kg으로 가장 높게 분석되었다. 이는 가장 낮은 인도네시아의 연료용 유연탄 발열량보다 약 18% (975 kcal/kg) 높은 수준이다.

호주는 2010~2014년도 까지 평균 인수식 총발열량은 6,028 kcal/kg으로 주요 수입산지 7개국 중 콜롬비아, 남아공 다음으로 높은 순이다. 하지만, 연료용 유연탄의 산지별 입하량을 보면 주요 수입산지는 호주로 나타났다(Fig. 1).

따라서 연료용 유연탄의 2010~2014년까지의 발열량 변동 원인은 호주에서 수입되는 연료용 유연탄의 발열량 및 물량

비중에 따라 년도별 발열량이 변화되는 것으로 분석되었다.

원료용 유연탄은 철강업체에서 수집한 연료분석 자료에는 원료용 유연탄의 산지 정보가 제공되지 않아 산지별 총발열량은 분석하지 못했다.

3.4 CO₂ 배출계수 산정결과

3.4.1 유연탄 탄소배출계수

연료용 유연탄의 5개년도(2010~2014년) 평균 탄소배출계수는 25.7 ton C/TJ로 분석되었다. 연료용 유연탄의 탄소배출계수 변화를 살펴보면, 2010~2011년 사이 0.92% 증가, 2011~2012년 사이 0.57% 감소, 2012~2013년 사이 0.26% 증가 그리고 2013~2014년도는 0.49% 감소하는 경향을 보였다.

원료용 유연탄의 경우, 탄소배출계수는 26.1 ton C/TJ로 분석되었다. 원료용 유연탄의 탄소배출계수 변화를 살펴보면, 2010~2011년 사이 0.03% 감소, 2011~2012년 사이 0.64%

Table 6. Other bituminous coal's gross calorific value (2010~2014)

(Unit : kcal/kg)

Country of origin Year	Australia	Indonesia	Canada	Republic of South Africa	Russia	United States of America	Colombia
2010	6,031	5,501	6,056	6,111	6,053	5,540	6,071
2011	5,974	5,505	6,002	6,139	5,998	5,616	6,707
2012	6,000	5,324	5,587	6,010	5,954	5,433	6,253
2013	6,073	5,257	5,789	5,886	5,934	5,480	6,553
2014	6,065	5,517	6,167	6,008	6,066	5,624	-
Average	6,028	5,421	5,920	6,031	6,001	5,539	6,396
Standard deviation (SD)	42	121	231	100	58	83	287
Relative standard deviation (RSD, %)	0.7	2.2	3.9	1.7	1.0	1.5	4.5

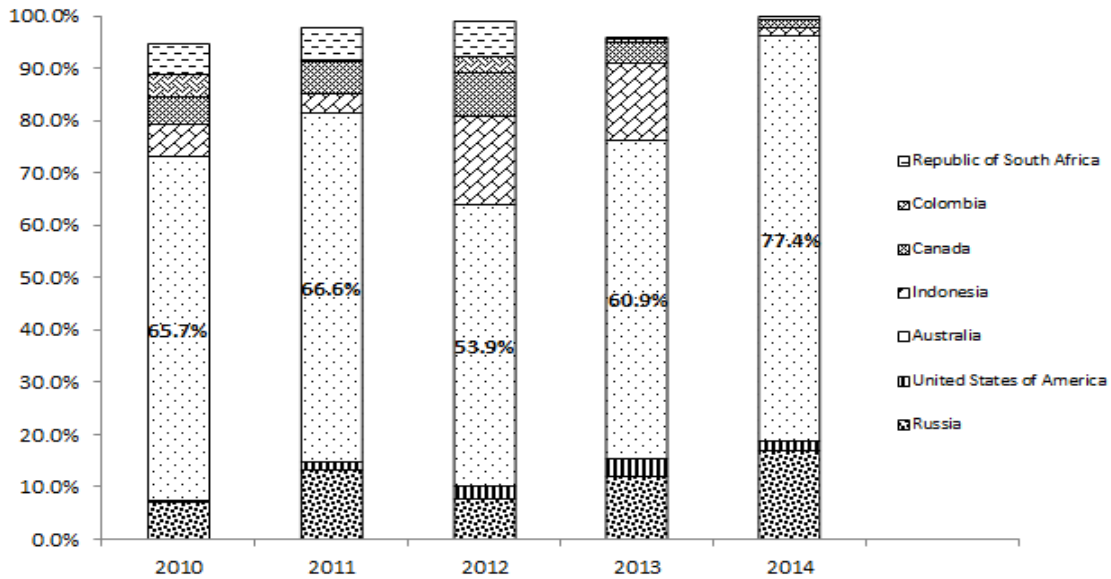


Fig. 1. Other bituminous coal (country of origin) (2010~2014).

Table 7. Bituminous coal's carbon emission factor (2010~2014) (Unit : ton C/TJ)

Year	Other bituminous coal's carbon emission factor	Coking coal's carbon emission factor
2010	25.87	26.54
2011	26.11	26.53
2012	25.96	26.36
2013	26.03	25.25
2014	25.90	25.90

감소, 2012~2013년 사이 4.4% 감소 그리고 2013~2014년도는 1.46% 증가하는 경향을 보였다.

본 논문에서 개발한 연료용·원료용 유연탄의 탄소배출계수를 2006 IPCC 가이드라인과 비교한 결과, IPCC에 제시된 기본 값보다 각각 0.4%(0.1 kg/GJ) 낮고, 1.2%(0.3 kg/GJ) 높게 산정되었다. 이는 모두 상한값과 하한값의 범위에 포함되는 것으로 나타났다(Table 8).

3.5 불확도 분석

본 논문에서 연료용, 원료용 유연탄을 대상으로 산정한 탄

Table 8. Bituminous coal's carbon emission factor comparisons

(Unit: Kcal/kg)

2006 IPCC G/L		This study's analysis result (2010~2014)		Comparison result (%)
Classification	Default value	Classification	Mean value	
Other bituminous coal	25.8 (24.4~27.2)	Other bituminous coal	25.7	0.4 ↓
Coking coal	25.8 (23.8~27.6)	Coking coal	26.1	1.2 ↑

소배출계수의 불확도 분석하였다(Fig. 2). 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 산출한 연료용 유연탄의 불확도 분포는 Gamma 분포이며, 평균 탄소배출계수는 25.01 ton C/TJ이며, 하위 2.5%의 탄소배출계수는 25.73 ton C/TJ, 상위 97.5%의 탄소배출계수는 26.49 ton C/TJ로 산출되었다.

원료용 유연탄의 불확도 분포는 Lognormal 분포이며, 평균 탄소배출계수는 25.73 ton C/TJ이며, 하위 2.5%의 탄소배출계수는 25.42 ton C/TJ, 상위 97.5%의 탄소배출계수는 26.04 ton C/TJ로 산출되었다.

산출된 연료용 유연탄의 불확도 범위는 95% 신뢰수준에서 -1.4~+1.5%로 나타났으며, 원료용 유연탄의 불확도 범위는 95% 신뢰수준에서 -1.2~+1.2%로 산정되었다. 본 논문을 통해 산출된 불확도 범위는 2006 IPCC 가이드라인에서 제시된 Energy 부문 배출계수의 불확도 범위인 7% 범위보다 낮게 나타났다.

4. 결 론

본 논문에서는 연료용 유연탄, 원료용 유연탄의 연료분석 자료 수집은 한국전력의 5개 발전자회사 소속 9개 석탄화력

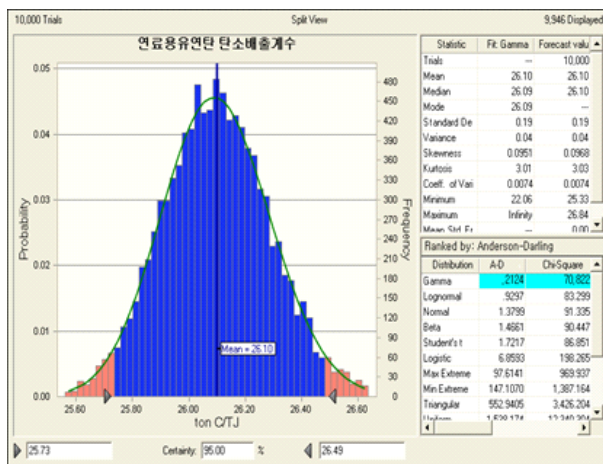
Table 9. Bituminous coal's uncertainty analysis comparisons

Classification		Uncertainty range (%)
This study	Other bituminous coal	-1.4~+1.5
	Coking coal	-1.2~+1.2
2006 IPCC G/L	Energy	7

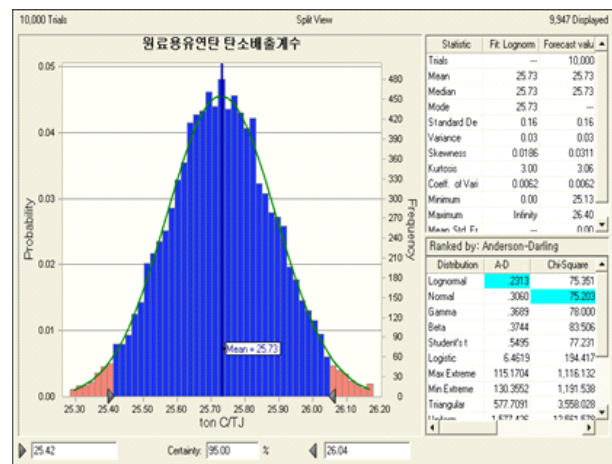
발전소와 2개 철강업체를 대상으로 실시하였다.

에너지원별 발열량은 에너지법 시행규칙에 따라 5년을 주기로 개정하도록 되어 있다. 따라서 대상시설에서 사용하는 석탄의 발열량, 원소, 공업분석 결과 값을 포함하는 5개년도 연료분석자료(2010~2014년)를 수집하여 열량환산 추이분석 및 탄소배출계수를 개발하였다.

유연탄의 발열량분석 결과 값은 인수식 총발열량 및 순발열량으로 산정하였다. 발열량 분석결과, 연료용 유연탄 5개년 평균 인수식 총발열량은 5,931 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 6,160 kcal/kg보다 약 3.71%(229 kcal/kg) 낮게 나타났다. 인수식 순발열량의 5개년 평균 발열



Other bituminous coal



Coking coal

Fig. 2. Bituminous coal's uncertainty analysis result (2010~2014).

량은 5,647 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산 기준 5,890 kcal/kg 보다 약 4.12%(243 kcal/kg) 낮게 나타났다.

분석기간 내 연료용 유연탄의 발열량 변동 폭은 주요 수입산지의 발열량 및 물량비중을 고려하여 분석하였다. 호주는 연료용 유연탄의 주요 수입산지국이며, 2010~2014년도 평균 인수식 총발열량은 6,028 kcal/kg으로 주요 수입산지 7개국 중 콜롬비아, 남아공 다음으로 높은 순으로 나타났다. 따라서 연료용 유연탄의 2010~2014년까지의 발열량 변동 원인은 호주에서 수입하는 연료용 유연탄의 발열량 및 물량비중에 따라 연도별 변화되는 것으로 나타났다.

원료용 유연탄 5개년 평균 인수식 총발열량은 6,969 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 7,000 kcal/kg 보다 약 0.44%(31 kcal/kg) 낮게 나타났다. 인수식 순발열량은 5개년 평균 발열량 6,685 kcal/kg으로 2011년 개정·고시된 에너지열량 환산기준 6,740 kcal/kg보다 약 0.81%(55 kcal/kg) 낮게 나타났다.

탄소배출계수는 유연탄의 인수식 순발열량을 사용하여 산정하였다. 탄소배출계수 산정 결과, 연료용 유연탄 탄소배출계수(25.7 ton C/TJ), 원료용 유연탄의 탄소배출계수(26.1 ton C/TJ)으로 산정되었다. 산정된 탄소배출계수를 IPCC 가이드라인에서 제시된 기본 값과 비교결과, 연료용 유연탄은 기본 값보다 0.4% 낮고, 원료용 유연탄 경우 1.2% 높게 산정되었다. 이는 IPCC 가이드라인에서 제시하는 상한값과 하한값의 범위에 포함되었다.

본 논문은 국내 석탄발전소 및 철강업체에서 사용하고 있는 석탄 중 가장 많이 사용되는 유연탄을 대상으로 열량환산 추이분석(2010~2014년) 및 탄소배출계수를 개발하였다. 이는 기록적인 폭염으로 전력 수요 증가에 따른 석탄의 사용량이 빠르게 증가하는 시점에서 정확한 온실가스 인벤토리 품질향상을 위한 기초 자료로 기여될 것으로 사료된다.

사 사

이 연구는 환경부 「기후변화특성화대학원사업」의 지원으

로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Korea Energy Agency. 2014. Handbook of energy and economic statistics in Korea.
- Korea Energy Economics Institute. 2012. Energy consumption survey.
- Korea Energy Economics Institute. 2014. Yearbook of energy statistics.
- Korea Ministry of Environment. 2014. GHG & energy target management system.
- Jeon EC. 2006. Development of emission factors for greenhouse gas (CO₂) from Bituminous coal fired power plants. Korean Society for Atmospheric Environment.
- Kim OH. 2010. Develop of greenhouse gas emission factor using coals in Korea. Korean Society for Atmospheric Environment.
- Kim SJ. 2013. Development of classification method for anthracite and CO₂ emission factor to improve the quality of national GHG inventory.
- ASTM D 5865. 2012. Standard test method for gross calorific value of coal and coke.
- ASTM D 7582-10. 2010. Standard test methods for proximate analysis of coal and coke by macro thermogravimetric analysis.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
- KS E 3707. 2011. Determination of calorific value of coal and coke.
- KS E 3709. 2014 Coal and coke-general rules for sampling, analysis and testing.