

PG6) 국가 온실가스 배출계수 불확도 평가 방법 연구

A Study of a Method for Calculating Uncertainty of Greenhouse Gas Country-specific Emission Factors

이시형 · 황수림 · 김옥현 · 김진수 · 사재환 · 전의찬

세종대학교 지구환경과학과

1. 서 론

우리나라의 경우, 온실가스 배출량 기준 세계 9위의 국가로서, Post-Kyoto 체제에서 온실가스 감축 의무를 질 가능성이 매우 높은 국가이다. 따라서 정확한 데이터를 바탕으로 한 온실가스 인벤토리 구축과 온실가스 저감 잠재량 평가 등이 매우 중요한 시점이다. 이러한 배출량 및 감축량 산정에서 가장 중요한 요소 중 하나는 배출계수이다. 배출계수는 사용 연료의 특성, 연소기술, 운전 조건 등의 많은 인자들에 영향을 받기 때문에 자국의 특성을 반영한 배출계수의 개발이 필요하다. 그러나 현재 국내 온실가스 배출계수 산정에 대한 정확한 방법론, 온실가스 시료채취 및 분석 방법론 등의 부재 등으로 개발된 배출계수의 신뢰도 확보가 어려운 상태이다. 따라서 본 연구에서는 신뢰성 있는 국가 온실가스 배출계수 개발의 일환으로 배출계수의 불확도 평가 방법을 개발하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 국가 온실가스 배출계수의 불확도 평가 방법을 위해 우선적으로 IPCC 가이드라인에서 제시하고 있는 불확도 평가 방법을 조사하였다. 이 중, 본 연구에서는 온실가스 배출계수의 불확도 평가를 위해, 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)을 사용하는 방법을 선택하였다. 1차적으로 온실가스 배출계수의 분포를 확인하고, 배출계수에 대한 분포를 적절하게 반영할 수 있는 확률밀도함수를 가정하였다. 이렇게 가정한 확률밀도함수에 대한 적합도검정을 실시하여, 몬테카를로 시뮬레이션으로 불확도를 평가하였다. 그 후 적합도검정을 실시한 결과와 불확도 평가 결과를 고려하여 최적의 확률밀도함수를 최종적으로 선택하고 이에 해당되는 불확도를 배출계수의 불확도로 선택하였다.

3. 결과 및 고찰

시멘트 산업의 소성로를 대상으로 개발한 온실가스 배출계수의 분포를 반영한 최적 확률밀도함수를 선택하기 위해 몬테카를로 시뮬레이션에서 대표적으로 자주 사용되는 확률분포인 정규분포, 감마분포, 균일분포, 로그정규분포, 지수분포를 대상으로 적합성검정에 대한 p-값을 구하였다. 불확도 평가 시에는 일본 NIR에서 제시한 불확도 산정식(식 (1))을 이용하여 평가하였다. 온실가스 배출계수의 확률분포 종류별 p-값과 불확도는 표 1에서 보는 바와 같다. CH₄ 배출계수의 불확도는 불확도 기준에서 균일분포가 가장 작은 값을 갖지만 p-값이 정규분포와 로그정규분포에 비하여 매우 작으므로 최종적으로 배출계수의 분포가 정규분포일 때인 6.175%로 선정하였다. N₂O 배출계수의 불확도는 감마분포, 정규분포, 로그정규분포가 거의 차이가 없으므로 p-값을 기준으로 감마분포를 선택하여 8.857%로 선정하였다.

$$Uncertainty(\%) = \frac{1.96 \times \sigma_{EF}}{EF} \times 100 \quad (1)$$

σ_{EF} : Standard Deviation of Average

EF: Emission Factor

Table 1. Non-CO₂ 배출계수의 확률밀도함수 종류별 p-value와 불확도 평가 결과.

Type of probability distribution	P-value of emission factor		Uncertainty(%)	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
Normal	0.79	0.91	6.175	7.552
Gamma	0.64	0.98	7.479	8.857
Uniform	0.54	0.23	3.607	4.287
Lognormal	0.65	0.95	6.256	7.374
Exponential	0.08	0.52	61.759	75.437

사 사

본 연구는 지식경제부 에너지자원기술개발사업의 일환(20090140)으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 국립환경과학원 (2007) 환경부문 온실가스 배출량 inventory 작성 및 배출계수 개발(II).
 김찬규 (2007) 국가 온실가스 통계 신뢰성 향상 방안에 관한 연구.
 이상구 (2006) Monte Carlo simulation기법을 이용한 폐기물매립지 온실가스 배출량 불확도 분석에 관한 연구.
 Andrea Ramirez (2008) Monte Carlo analysis of uncertainties in the Netherlands greenhouse gas emission inventory for 1990-2004.
 IPCC (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
 IPCC (2001) Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
 IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.