

## 국내 도서지역의 전력부문 온실가스 배출계수 산정

박민혁, 윤용범, 이윤경, 정영범  
한국전력공사 전력연구원

### Estimation of greenhouse gas emission factor in KOREA isles

Min Hyug Park, Yong Beum Yoon, Yoon Kyung Lee, Young Beom Jung  
Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - 교토의정서 발효는 전력산업에도 많은 영향을 미칠 것이며 국제환경규제 강화에 대응하기 위하여는 온실가스 배출 저감기술이나 에너지효율 향상 등의 기술 시장 활성화가 필요한 시점이다. 온실가스 배출량 산정은 기후변화협약과 관련하여 전력산업의 위험요소와 기회요소를 파악하기 위한 기초 자료로서 본 연구는 전력사 온실가스통계 통합기반 구축의 일환으로 국내 도서지역의 전력 수급 실적을 분석하고 이에 따른 온실가스 배출계수를 산정 하였다.

#### 1. 서 론

American Electric Power (미국), Endesa (스페인), Origin Energy (호주) 등의 해외전력사는 경영전략과 온실가스 리스크를 통합하여 조직 체계별 관련 이슈 대응 및 관리목표를 수립하고 온실가스 배출량을 산정한 후 이 결과를 제3자 검증을 통해 외부에 공개를 하고 있다. 우리나라는 기후변화협약 및 교토의정서에서 개도국 지위를 인정받고 있어 현재 정량적인 감축의무를 부담하고 있지 않지만 향후 선방 개도국으로서 온실가스 감축의무 협상 시 의무부담국에 포함될 가능성이 있다. 또한 전력산업에 감축의무 할당에 따른 배출권 거래제(ET) 시장 도입, 탄소세 도입 등 변화가 예상된다. 본 연구는 이러한 경영환경 변화에 효율적으로 대응코자 “전력사 온실가스통계 통합기반 구축”에 관한 연구 일환으로서, 국내 도서지역의 전력 수급 실적을 분석하고 이에 따른 온실가스 배출량을 산정 하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 국내 도서 현황

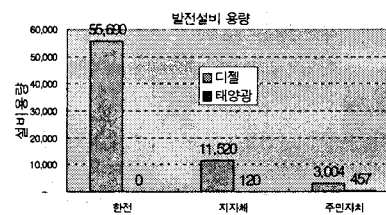
국내 도서는 총 3,138개소가 있으며 이중 사람이 살고 있는 유인도서는 487개소로서 총면적 3,654km<sup>2</sup> 285천 가구 832천여 명의 인원이 거주를 하고 있다. 이들 유인도서 중에서 294개소는 육지와 계통선을 연계하여 전력을 공급받고 있으므로 안정적인 전력수급 상태를 유지하고 있다. 현재까지 전력공급이 되지 않는 도서는 9개소이며 무인도서는 비록 개소가 많기는 하나 도서 총면적의 9% 정도에 불과한 실정이다. 母,子島를 포함한 국내 도서 현황은 <표1>과 같다.

<표 1> 국내 도서 현황(母,子島 포함)<sup>1)</sup>

구 분	도서수(개)	인구수(명)	가구수(가구)	
육지계통 연계도서	294	784,114	265,898	
자가발전 도서	완전전화	132	47,395	18,516
	불완전전화	52	1,187	594
	소계	184	48,582	19,110
독 도	3	3	1	
미전화 도서	9	1	1	
계	487	832,697	285,023	

##### 2.2 국내 도서 전력설비 용량

육지와 계통이 연계되어 운영중인 지역을 제외한 도서 중에서 한전이 운영하는 도서는 35개소(子島 28개소 포함) 55,690kW의 용량을 보유하고 있어 총 도서전원의 79%를 차지하고 있으며 지방자치단체에서 운영하는 도서는 38개소(子島 20개소 포함) 11,640kW의 용량으로 16%를 점유하고 있고 주민자치 단체에 의해 운영되는 도서는 61개소에 3,461kW의 용량을 보유하고 있다. 운영중인 발전기 99%가 디젤 등의 연료를 사용하는 엔진 발전기이며 지자체와 주민자치에 의해 운영되는 태양광발전 용량은 577kW로 국내 도서지역 전원 중 신재생에너지원이 차지하는 비율은 전체설비용량의 1% 미만의 수준에 있다.<sup>2)</sup>



<그림 1> 도서지역 발전설비 용량

##### 2-3 도서지역 전력수급실적

2005년 한전과 지방자치단체에서 운영한 도서지역 전원의 전력 수급실적은 <표 2>와 같다. 연료소비량은 사용 연료별로 구분하여 보일러 등유를 사용하는 6개 도서와 경유를 사용하는 57개 도서의 소비 결과로서, 본 연구는 500호 이상 8개 도서와 500호 미만인 55개 도서로 그룹을 나누어 각각 분석을 시도 하였다. 수용가 500호 이상인 상위 8개 도서 중 6개 도서에서 보일러 등유를 연료

1) 출처 : 행정자치부지역통계과 2002년 기준

2) 울릉도 소재 풍력발전용량 제외

로 사용하고 있으며 이들 8개 도서의 전력수급 실적은 나머지 도서에 비하여 매우 양호한 편이다. 경유와 등유의 연료간 특성을 비교하면 발전량에 비해 등유의 사용량은 오히려 적을 뿐만 아니라 직접배출량과 관련되는 열효율도 높아서 환경 측면에서 경유에 비해 바람직한 것으로 나타났다. 다만 연료 단가에 의한 발전원가에 있어서 현재 배출 가스의 가치는 명확히 정립되지 않는 관계로 경제적인 측면에서 향후 추가 연구가 필요하다.

<표 2> 직접배출 요소 분석

구 분	발열량 (kcal/t)	연료소비량 (t)	열소비용 (kcal/噸)	열효율 (%)	
사용 연료	등유	8,912	18,943,571	2,457	35.02
	경유	8,894	20,080,737	3,285	28.12
	계	-	39,024,308	2,556	33.65
수용 가 호 수	500호 이상	-	38,445,229	2,426	35.45
	500호 미만	-	579,079	2,898	29.68
	계	-	39,024,308	2,556	33.65

2-4 도서지역 온실가스 배출요소간의 상관관계

도서지역 발전설비 운영에 의한 직,간접 재반 배출요소들이 배출량에 영향을 미치는 열소비용과 열효율과 어떠한 상관관계가 있는지 통계분석을 한 결과 전력 이용률 및 1인당전력소비량이 도서지역 발전설비의 배출량에 가장 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

<표 3> 온실가스 배출 관련 요소별 상관관계

구 분	열효율		
	Correlation	Sig. (2-tailed)	N
이용률	0.75	0.00	62.00
인당소비	0.65	0.00	62.00
평균전력	0.44	0.00	62.00
인구수	0.44	0.00	62.00
부하율	0.14	0.27	62.00
배전손실율	-0.13	0.33	62.00
시설	-0.33	0.01	62.00
총손실율	-0.35	0.01	62.00
소내전력율	-0.35	0.00	62.00
열소비용	-0.97	0.00	62.00

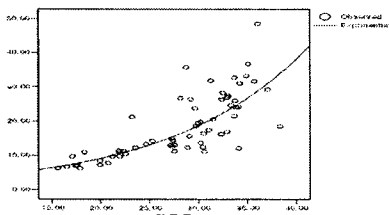
상관관계가 높았던 요소들을 회귀분석한 결과 연료소비량과 이용률 및 1인당 전력사용량간의 관계는 다음의 식으로 설명 된다.

$$\ln(Y) = 0.7581 + (0.6854/X)$$

X : 이용률, Y :연료소비용

$$\ln(Y) = 5.4445 + (0.6037/X)$$

X: 1인당 전력소비량 Y:연료소비용



<그림 2> 열효율과 이용률과 관계

2-5 도서지역 온실가스 배출량 산정

WRI의 산정지침은 기업이 지분을 소유하고 있으나 통제권 없는 사업으로부터의 온실가스 배출량을 산정하는 것이 아니며 운영통제 혹은 재정 통제를 기준하여 결정해야 하는 것으로 언급하고 있다.[2] 본 연구에서 배출량 운영 경계는 운영통제 하에 있는 한전관리도서 뿐만 아니라 전력수급 및 연료사용량 통계 가능한 지방자치단체 운영 도서까지로 범위를 설정하였으며 육지의 계통에 연계되어 운영되는 도서는 제외 하였다. 운영 경계에 있어서 기업에 의해 소유되거나 통제되는 배출원에 의해 배출되는 직접 배출원(Scope1)은 전기생산을 위한 자가 발전기 운전에 의해 발생하는 온실가스를 대상으로 하였고 간접 배출원(Scope2)은 발전소 운영을 위한 소내 전력 손실 및 선로에 의한 배전 손실이 대상이지만 연료의 운송에 의해 발생하는 배출량 등을 포함하여 간접부문 배출량은 본 연구에서 제외 하였다.

온실가스 배출량 산정은 실제 배출량 이상도, 그 이하도 아닌 정확한 양이 산정될 수 있도록 가능한 한 신중하게 평가되어야 하며 실제 값에 맞도록 불확실성을 최소화 할 수 있어야 한다. 본 연구에서 배출량의 산정은 에너지관리공단의 선행연구 결과와 WRI의 배출량 산정틀을 이용하여 관련 데이터 확보 가능한 2005년도의 도서지역 전력수급 자료를 기준으로 하였으며 고정연소 배출원에 의한 온실가스 배출계수 산정절차는 아래와 같다.

- 1) 각 도서별 연간 연료사용량 집계(ℓ/year)
- 2) 연료 발열량 분석 (kcal/ℓ)
- 3) 열효율 산정  
(860X총발전량)/(발열량X연료사용량)X100 (%)
- 4) 연간 열소비용(사용열량) 산정  
860/열효율X100(kcal/kWh)
- 5) 배출계수 산정 WRI 기준반영(kgC/GJ)  
(탄소질량비X연료 연소율)/연료 발열량
- 6) 탄소 배출량 산정  
발열량X탄소배출 계수(tC/yr)
- 7) 이산화탄소 등가량으로 환산

탄소 배출량을 이산화탄소 등가량으로 환산 (tCO<sub>2</sub>/yr)

온실가스 배출량 산정과 관련한 불확실성은 선진국의 연구사례에서 보면 +5-20%에 이르고 있다.[3] 불확실성은 입력 자료와 배출계수 산정에 의해 주로 발생되는데 본 연구 역시 불확실성을 배제할 수 없으며 지속적인 모니터링과 보완의 피드백 작업이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 선행연구[4]에 의하면 도서지역을 제외한 국내 전력생산에 의한 CO<sub>2</sub>배출은 0.49kg/f.u이고 고정연소에 의한 배출이 전체의 95%를 차지하는 것으로 보고 되었음을 볼 때 국내 도서지역의 전력소비에 의한 온실가스 배출계수는 일반 발전소의 배출계수와 비교하여 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다. 이는 500호 미만 도서의 낮은 열효율, 이용률, 손실율에 기인하는 것으로 분석된다. 도서지역의 온실가스 배출량 감축을 위하여는 에너지 이용효율 향상 및 에너지 수요억제를 고려할 수 있는데 구체적으로 연료 전환, 발전소 고효율설비 교체 등과 고효율 에너지기기 설치가 현실적으로 가능한 대안이라 하겠다. 이와 같은 맥락에서 전력사가 신·재생에너지 기술개발에 적극적으로 참여할 수 있도록 하는 제도 보완이 도서지역 환경개선에 큰 역할을 할 수 있으리라 본다.

2005년 국내도시지역 직접연소에 의한 이산화탄소 발생 계수 산정 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 도시지역 직접연소에 의한 이산화탄소 배출량

구분	Quantity of fuel combusted (kg)	Heat/Calorific Value of fuel (GJ/kg)	CO <sub>2</sub> emissions (metric tons)
등유	15,154,857	0.047	46,185
경유	17,354,245	0.044	53,059
계	32,509,102	-	99,244
kg CO <sub>2</sub> /kWh	-	-	0.708 kg/kWh

### 3. 결 론

전력사 통합 온실가스 통계구축의 일환으로 선행연구 및 WRI의 지침을 참고하여 도시전원에 의한 온실가스 배출량계수를 산정하였다. 산정 결과 도시전원의 온실가스 배출율은 육지에 비하여 높은 것으로 나타났으나 이는 많은 불확실성을 가지는 입력변수들에 의하여 산정된 것임을 고려할 때 이에 대한 세부연구가 필요할 것으로 판단된다. 전력부문의 온실가스는 에너지 효율적인 기술과 에너지 보존에 투자함으로써 전기의 사용을 저감시킬 수 있으므로 신재생에너지원 보급 확대에 의한 전원의 개발 및 부하의 효율성과 관련된 이용률의 증대가 도시지역에서 발생하는 온실가스 저감을 위한 정책의 관건이라 하겠다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] IPCC, Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, 1996
- [2] WRI/WBCSD, The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition
- [3] Kristin Rypdal ; Wilfrid Winiwater, Uncertainties in greenhouse gas emission inventories- evaluation, comparability and implication, Journal of Environmental Science & Policy 4, 2001, 107-116
- [4] Kun-Mo Lee; Sang-Yong Lee; Tak Hur, Life cycle inventory analysis for electricity in Korea, 2004, Energy 29 87-101
- [5] 에너지관리공단, 업종별 기업온실가스배출량 산출지침 및 양식 개발, 2005
- [6] 산업자원부, 2005년도 도시벽지 주민등에 대한 전력공급지원사업 수행결과 보고서, 2005
- [7] 한국전력, 지속가능경영보고서, 2005