

LCA를 통한 국내 발전기술의 글로벌 환경성 평가

정환삼* · 김성호 · 김태운

한국원자력연구소

(2005년 3월 10일 접수, 2005년 3월 31일 채택)

Global Environmental Impacts Assessment of Power Generation Technologies with LCA Method

Whan-Sam Chung[†], Seong-Ho Kim and Tae-Woon Kim

Korea Atomic Energy Research Institute, Dukjin-dong Yusung Daejon, 305-606

(Received 10 March 2005, Accepted 31 March 2005)

요 약

이 연구에서는 전과정평가 방법을 토대로 국내 가동중인 대표적 발전기술들의 글로벌 환경성을 평가하였다. 전과정평가 방법론은 환경영향을 평가하는데 있어 유용성이 뛰어난 도구이다. 대표적 발전원들은 국내 전력공급의 90% 정도를 차지하고 있는 원자력, 유연탄, LNG 발전소로 하였고, 여기에 더하여 재생 에너지원 중 대표 적인 풍력발전 기술로 하였다. 환경영향 평가는 지구, 지역, 부지의 환경에 영향을 미치는 8개의 영향범주를 설정한 후, 발전원별 환경영향을 평가하기 위해 특성화 영향 지표를 계산하였고, 영향범주간 상대적 중요성을 비교하기 위해 정규화 영향 지표도 평가되었다.

주요어 : 발전기술, 환경영향, 전과정평가, 특성화, 정규화

Abstract — In this study, a quantitative environmental impacts assessment was performed for various power technologies with a life cycle assessment (LCA) method. The LCA is regarded as a useful tool for analyzing diverse environmental impacts at a local, regional, and global aspect. The investigated power plants such as nuclear, coal, and LNG power systems were selected because they took share over 90% of domestic electricity supply in Korea. Furthermore, a wind power technology was included as a representative energy source out of Korean renewable energy systems. According to the three geological aspects, environmental impacts had been categorized into eight types. For these impact categories, characterization had been carried out for comparing environmental burdens of power systems under consideration. Then, normalization had been done in order to gain a better understanding of the relative size among impact categories.

Key words : Power generation technology, Environment impact, Life cycle assessment (LCA), Characterization, Normalization

1. 전력의 환경특성

2005년 2월 교토의정서의 발효에 따라 환경이 본격적

으로 국제무역의 중요 이슈로 대두되고 있다. 우리나라는 교토의정서 1차 의무부담국은 아니지만 세계 9위의 온실가스(GHGs; Green House Gases) 배출국이자 세계 12대 교역국으로 세계의 주목을 받고 있다. 따라서 의정서 의무부담국 여부를 떠나 국내에서도 에너지 다소비업종인 철강, 자동차, 시멘트 등의 업종과 함께 전력 산업에서도 자발적인 감축노력이 경주되어야 한다.

2003년을 기준으로 국내 발전소의 62% 이상이 석탄, 석

[†]To whom correspondence should be addressed.
Korea Atomic Energy Research Institute, Dukjin-dong
Yusung Daejon, 305-606
Tel: 042-868-2146
E-mail: wschung@kaeri.re.kr

Table 1. Status and perspective of CO₂ emission in domestic power sector (2005-2017).

	단위	2005	2010	2015	2017
발전량	GWh	359,747	411,766	447,029	456,920
석연료 발전비중	%	62.6	63.2	55.2	55.4
탄소배출 원단위	kg-C/kWh	0.1146	0.1254	0.1018	0.1022
전력 총배출량	kt-C	41,227	51,635	45,508	46,697
국가 총배출량*	kt-C	173,111	204,848	222,159	-
전력의 배출비중	%	24	25	20	-

*에너지경제연구원, '기후변화협약에 의한 제2차 대한민국 국가보고서', 2003.12. 발췌

유, LNG와 같은 화석연료 연소를 통해 발전¹⁾하고 있기 때문에 지구온난화에 미치는 영향이 막대하다는 점을 들 수 있다. 세계적으로도 2001년을 기준으로 64% 이상을 화석연료 발전원에 의존²⁾하고 있다는 점에서 전력부분의 글로벌 환경영향 평가는 중대하다. CO₂ 배출을 기준으로 미국 내 전체 온난화가스 발생의 40%를 전력산업이 차지³⁾하고 있다. 우리나라는 이 보다는 양호하지만 우리의 경우도 마찬가지로 2004년 말 확정된 전력수급계획⁴⁾에 따르면 국내의 발전소에서 사용한 연료연소에 따라 배출한 탄소배출량은 동기간 국내 연료연소에 따른 발생량의 20% 이상으로 단위 산업으로는 최대의 배출 분야로 남아있다(Table 1 참조).

다음으로 전력기술 측면에서, 산업자원부가 2004년 말 확정된 2017년까지의 발전소 도입계획에 따르면 화력발전원의 구성비는 2003년 말 62.6%에서 2017년 말에는 55.4%로 다소 줄어들지만 여전히 주종 발전기술로써 확고한 기능을 담당할 수밖에 없다. 이에 따라 발전기술의 환경영향은 2010년 35% 정도로 오히려 늘어날 것으로 전망하고 있어 기후변화협약에 있어 더욱 중요한 분야로 주목받을 것으로 보인다.

2. 글로벌 환경성 평가 방법

2-1. 전과정평가 개요

전과정평가(LCA; Life Cycle Assessment)는 Fig. 1에 서 보이는 바와 같이 제품의 원재료 채취, 가공, 사용, 폐기와 같은 제품의 전과정에 걸친 직접 혹은 유발하는 환경영향을 사용가능한 최신의 과학적 근거로 정량화하는 기법이다.

즉 LCA는 재화나 용역 혹은 기술의 수명주기 전반에서 발생하는 제반문제, 특히 환경문제를 중심으로 사회에 미치는 영향을 종합적으로 연구하는 방법이다. 그

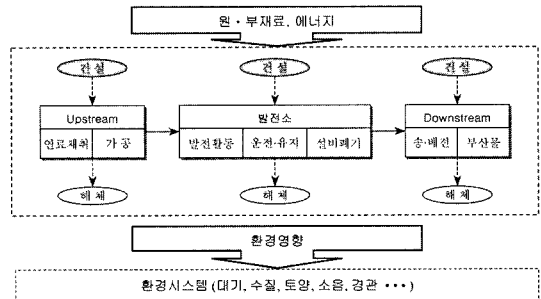


Fig. 1. System boundary to apply LCA to power technology.

리고 경우에 따라서는 여기서 나아가 복합적 문제로 인해 복잡한 환경영향을 미치는 각 요소를 규명하여 환경부하를 줄이는 구체적인 해결책의 강구에 도움이 되기도 한다. 이러한 특성으로 LCA는 이제 세계적으로 가장 널리 이용되고 있는 제품의 환경성 평가도구로 자리잡아가고 있다.

2-2. LCA 활용 현황

1960년대 음료용기의 환경영향에 LCA개념이 처음 적용된 이후, 세계적으로 LCA의 활용은 컴퓨터와 네트워크 기술이 발달한 지난 10여 년 사이에 비약적인 발전을 이룩하였다. 국제적으로도 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)에 의한 절차의 표준화와 UNEP(United Nations Environment Programme)의 LCEP(Life Cycle Economy Program)을 이룩하였고, SETAC(The Society of Environmental Toxicology and Chemistry), EcoBalance, InLCA, ISIE(International Society of Industrial Ecology) 등의 세계학회에서 주요 주제로 취급하기 시작하였고, 다수의 저명 국제학술지도 독자적인 섹션을 구성하고 있다. 또한 WCSD(World Council On Sustainable Development)에서도 그 중요성을 인식하고 최근 보고서에 전과정 접근법(Life Cycle Approaches) 부분을 대폭 추가하였고, 궁극적으로 이리

1) 산자부/에너지경제연구원(2004) 참조
 2) DOE.EIA(2004) 참조
 3) EPA(2005) 참조
 4) 산업자원부(2004) 참조

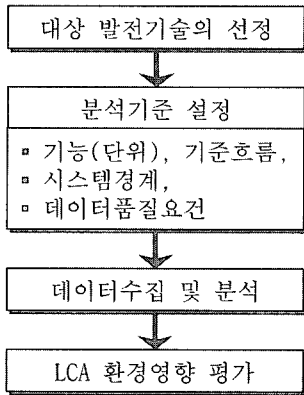


Fig. 2. LCA implementation flow chart.

한 유용성을 바탕으로 2002년 요하네스버그의 WSSD (World Summit on Sustainable Development) 회의에서도 우리 사회의 지속가능성을 위협하는 요인으로 환경오염을 지적하면서 채화와 용역의 생산단계의 환경영향 평가는 LCA와 같이 적절하고(appropriate) 과학적 기반을 가진 기법(science-based approaches)의 사용을 이행 계획(Plan of Implementation)에 삽입해 소개하고 있다.⁵⁾

2-3. 발전기술에 LCA 적용 절차

본고에서는 발전기술의 글로벌 환경영향을 평가하기 위해 국내에서 기동 중인 원자력, 유연탄, LNG 발전소의 현장데이터와, 이에 더하여 최근 신재생 발전기술의 중심으로 여겨지는 풍력발전시스템에 적용하였다. LCA 수행은 제품 환경영향에 많이 쓰이는 프로세스 LCA법을 이용하였고, 이때 국제 요건(ISO 14040 계열)을 충분히 반영하였다. 특히, LCA 수행은 발전기술간 비교를 고려하여 가급적 동일한 데이터 사용기준을 설정하였다. 수행은 다음과 같은 과정을 거쳤다.

2-4. 발전기술의 선정 및 평가범위

2003년 기준 국내의 원자력, 석탄, LNG 발전소들의 발전 비중은 각각 41%, 37%, 12%를 차지하여 전체 국내 발전량의 90%를 차지하고 있다(Fig. 3 참조). 아직 풍력과 태양력에 의한 발전은 미미한 정도이지만 3대 중점개발 기술을 선정하고 있는 산자부의 신재생에너지 보급계획을 감안해 본 연구에서는 원자력, 석탄, LNG의 3개 대표적 발전기술과 신재생에너지원 중에는 풍력발전 기술을 평가대상으로 삼았다.

본 연구에서는 대상으로 삼은 발전기술들의 발전과정을 기존의 발전단계(사용연료 전과정 포함)에 더하여 발전설비(power block)의 건설과 해체단계를 추가하여 글로벌 환경영향을 평가하였다. 발전단계는 대상 발전소에

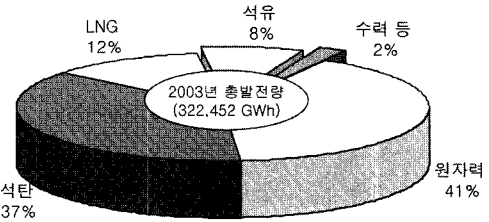


Fig. 3. Power generation shares by energy source (2003).

서 전력을 생산하는 데 필요한 주요 원료(연료) 및 보조물질, 설비 운영 에너지, 용수, 대기 배출물, 수계 배출물 그리고 고품폐기물이 평가 대상이 되었다. 건설단계는 발전소 건물과 설비를 포함하는데 콘크리트, 철강재 등 자재가 평가 대상이 되며, 다만 건설단계에 투입한 건설장비 등은 데이터 신뢰도 부족으로 고려하지 않았다. 해체단계는 발전소 건물 및 설비의 해체와 처분을 의미한다. 그러나 현재 국내 발전소 건설 폐기물에 대한 처리 및 재활용 규정이 구체적이지 않고 관련 데이터가 부족하기 때문에 본 연구에서는 콘크리트 잔폐물의 처리를 기준으로 평가하였다.

2-5. 후보 발전소 선정

평가에 사용할 데이터 수집 대상으로 삼은 발전소는 최신의 기술로 기술 대표성이 있고 LCA 수행에 적합한 성숙된 데이터를 취할 수 있는 국내의 발전소를 대상으로 하였다. 원자력발전소의 경우 경수로(PWR)와 중수로(PHWR)로 구분하였고, LNG 발전기술의 경우 국내에 복합화력과 기력 발전방식이 있으나 본고에서는 복합화력을 대상으로 하였다(Table 2 참조). 풍력발전소의 경우는 아직까지 국내에 성숙된 자료를 생산하고 있는 발전기가 없는 관계로 우리나라 풍력자원 환경을 감안해 외국의 자료에서 입력치를 추정⁶⁾하였다.

2-6. 환경영향 평가 기준

대상 발전소들의 환경영향 평가에 있어 평가 범주와 사용인자는 지구, 지역, 부지인근의 영향을 평가하기 위해 Table 3과 같이 8가지로 정했다. 영향범주의 선정은

5) 2002 WSSD에서는 환경성적표지제도가 후진국에 대한 무역규제의 수단으로 작용할 것을 우려하여 포함하지는 않았음.
6) 최근 국내 풍력발전기는 750~1,600 kW급이 주류를 이루고 있으나, 이는 40 m가 넘는 날개를 구동하기 위해 7m/초 정도의 풍속자원이 필요하기 때문에 국내 입지의 한계가 있을 것으로 판단. 이점에서 본 분석에서는 이 보다 작은 300 kW급 일본산 풍력 발전기의 투입물 분석 자료를 활용하였음(CRIEP(2000) 참조).

Table 2. Profiles of investigated conventional power plants.

대상발전소	발전소명	준공 일자	기준년도	발전량 (GWh)	연료사용량	
원자력 발전	경수로	울진 3.4 호기	1998/9	2001	16,475	55 t-U
	중수로	월성 2 호기	1997	2001	5,967	102 t-U
LNG 발전	복합화력	서인천복합화력 1, 2 단계	1992	1998	11,798	1.65 Mt-LNG
석탄 발전	유연탄	태안화력 3.4 호기	1997	2002	7,800	2.67 Mt- 유연탄

Table 3. Environmental impact categories and reference methods.

영향범주 및 약어표기	기준물질	
자원소모	Abiotic Resource Depletion Potential (ADP)	kg Sb
지구온난화	Global Warming Potential (GWP)	kg CO ₂
오존층파괴	Ozone Depletion Potential (ODP)	kg CFC-11
산성화	Acidification Potential (AP)	kg SO ₂
부영양화	Eutrophication Potential (EP)	kg PO ₄ ³⁻
광화학적 산화물생성	Photochemical Oxidant Creation Potential (POCP)	kg C ₂ H ₄
인체독성	Health Toxicology Potential (HTP)	kg 1,4-DCB
생태계독성	Eco-toxicology to Aquatic Potential (AETP), Eco-toxicology to Terrestrial Potential (TETP)	kg 1,4-DCB

국내 환경부가 시행하고 있는 환경성적표지제도에서 채택하고 있는 6개 범주에 2 종류 독성(인체독성과 생태계독성) 평가를 추가하였다. 각 범주에 대한 평가 시 기준으로 삼을 물질은 지구온난화라는 영향범주의 평가에 CO₂를 사용하도록 하는 IPCC(International Panel on Climate Change)의 권고치와 같이 국제적으로 통용되는 기준물질의 등가치로 환산하였다.

3. 국내 발전기술의 글로벌 환경성 평가

3-1. 발전기술 환경영향 특성 평가

LCA에서는 환경영향 범주별 환경성 평가를 수행하는 것을 특성화라 한다. 특성화는 영향범주별로 기준물질에

대한 각 원소들을 상대적 크기를 이용해 정량화하는 과정으로 영향범주 *i*에 대한 특성화 평가치(C_i)는 다음과 같이 구한다.

$$C_i = \sum_j (M_j \times W_{ij}) \tag{식 1}$$

여기에서,

M_j : 발전기술별 전과정에 투입/산출되는 물질 *j*의 질량

W_{ij} : 영향범주 *i*에 대한 물질 *j*별 특성화 인자

발전기술별 건설, 발전, 그리고 해체과정에 거치면서 환경에 미치는 영향을 각 영향범주별 기준물질 단위로 평가한 결과는 다음과 같다.

원자력발전은 발전 시 연소열을 이용하지 않고 핵분

Table 4. Characterization for various energy sources (per GWh).⁸⁾

영향범주 (i)	기준단위	PWR	PHWR	LNG	유연탄	풍력
ADP	kg Sb	1.84E+02	1.25E+02	3.47E+03	5.49E+03	1.18E+02
GWP	kg CO ₂	2.86E+04	1.87E+04	5.24E+05	1.09E+06	4.07E+04
ODP	kg CFC-11	2.28E-04	3.87E-04	6.93E-04	5.17E-04	2.38E-04
AP	kg SO ₂	1.38E+02	9.11E+01	7.79E+02	3.51E+03	7.34E+01
EP	kg PO ₄ ³⁻	8.93E+00	5.93E+00	7.94E+01	6.27E+02	1.16E+01
POCP	kg C ₂ H ₄	1.00E+01	7.52E+00	1.27E+03	6.74E+01	8.48E+01
HTP	kg 1,4-DCB	2.16E+02	3.12E+02	7.65E+02	5.37E+03	-
ECTP ⁹⁾	kg 1,4-DCB	1.48E+03	3.39E+03	4.09E+00	2.90E+03	-

7) 본 연구에서는 영향범주별로 자원고갈, 지구온난화, 오존층파괴의 경우 각를 사용하는 등 ISO에서 권고하는 특성화 인자 사용함. 정환삼외(2002) 참조

8) 정환삼외(2004) 부분 참조

9) ECTP=AETP+TETP

열 시 발생하는 열을 이용하기 때문에 GHGs의 배출이 없을 것으로 여겨지기 쉽지만, LCA의 분석 특성에 따라 건설과 해체단계에 투입되는 에너지와 물질 등의 제조과정에서 발생하는 온난화물질도 감안하기 때문에 GWP 영향을 미친다.

○ 원자력은 PWR과 PHWR이 공히 모든 영향범주들에 대해 거의 유사한 환경영향을 보이는 것으로 평가되었다.

○ LNG 복합발전은 원자력에 비해 ECTP에서 거의 배출물이 없는 것으로 평가되었으나 ADP나 GWP의 경우 거의 20배 그리고 POCP의 경우는 약 130배의 배출이 이루어지는 것으로 평가되었다.

○ 유연탄의 경우는 LNG복합에 비해 대부분 많은 배출을 하는 것으로 평가했으나 ODP와 POCP에서는 더 적게 배출하는 것으로 평가되었다.

○ 마지막으로 풍력발전기는 원자력에 비해 거의 대등한 수준의 배출특성을 보였지만 POCP에서는 8배 정도 많은 글로벌 환경영향이 있는 것으로 평가되었다. 풍력의 인체와 생태계에 미치는 독성영향은 데이터의 부족으로 평가하지 않았다.

3-2. 환경영향 범주간 환경영향 비교

발전원별로 발전 전과정에서 어느 영향범주에 더 많은 영향을 미치는가를 평가하기 위해서는 정규화가 필요하다. 영향범주간 각기 다른 기준물질 단위로 평가된 결과는 정규화를 통하여 하나의 통일된 단위로 변환이 가능하다. 영향범주 i에 대한 정규화 평가치(N_i)는 다음과 같이 계산된다.¹⁰⁾

$$N_i = \frac{C_i}{F_i} \tag{식 2}$$

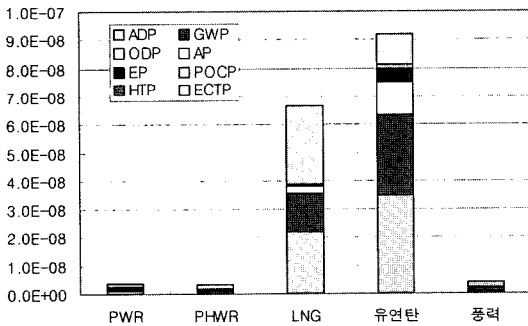


Fig. 4. Stacked normalization impacts for various energy sources.

여기에서,

C_i : 영향범주 i에 대한 발전기술별 특성화 평가치

F_i : 일정기간과 공간에서 영향범주 i의 환경영향 총량

발전기술별 정규화된 환경영향 값은 다음과 같다.

각 환경영향범주별 기준물질의 등가단위로 평가한 환경영향 평가결과들을 동일한 단위로 정규화한 결과, 환경영향 총량은 LNG와 유연탄 발전이 현저히 크고, 원자력은 풍력발전과 마찬가지로 화석연료 발전원들에 비해 1/20~1/30배 정도로 환경영향을 미치는 것으로 나타났다.

각 발전원별로 어느 환경영향 범주의 영향이 더 큰가를 살펴보면,

○ 우선 원자력발전의 경우는 ADP와 ECTP 분야의 환경영향이 가장 크고 GWP와 AP가 이어진다.

○ LNG 발전의 경우는 ADP와 POCP의 영향이 가장 크고 다음으로 GWP의 순으로 이어졌다.

○ 유연탄 발전은 ADP와 GWP의 영향이 가장 두드러지고 이어 AP와 ECTP가 큰 것으로 나타났다.

○ 마지막으로 풍력발전기술의 경우는 인체와 생태계 범주에 대한 평가는 없었고, 나머지 범주들 중에서는 POCP가 현저하고 이어 GWP와 ADP의 영향이 큰 것으로 평가되었다.

3-3. 동일한 평가사례들과의 비교

LCA 평가의 신뢰도 검증은 위해 ISO에서는 이해관계가 없는 LCA 전문가를 통한 제3자 검증을 권장하고 있다. 본 연구에서는 이러한 절차를 취하지 못하였다. 대신 본 연구와 같은 취지를 갖고 수행된 외국의 사례¹¹⁾들과 비교하여 본 연구의 평가추이를 가능하였다. 외국의 사례들은 Fig. 5와 같다. 이 비교는 2005년 2월 16

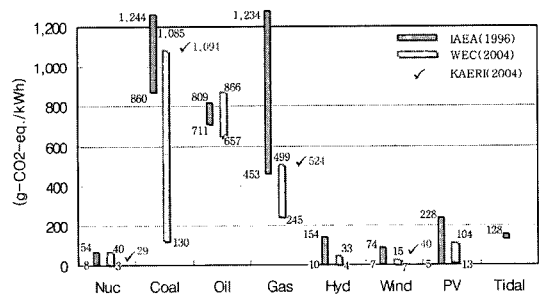


Fig. 5. Comparison of KAERI evaluation with foreign surveys.

10) GWP를 기준으로 보면, 일정 기간과 지역에서 GWP에 미치는 영향 전체(F_i)에 대해 해당제품의 (C_i) 기여도이며, LCA 수행시는 정규화인자를 인용함. 본 연구는 CML(1995) 인자 사용
 11) IAEA(1996)과 WEC(2004)에서는 LCA를 통해 발전기술의 환경영향을 평가한 연구 사례들을 세계적으로 조사하여 집계하였음. 따라서 Fig. 5의 막대는 연구별 평가값들의 산포범위를 나타냄.

Table 5. Normalization impacts at each stage for PWR (per GWh).

단 계	ADP	GWP	ODP	AP
건 설	4.6E-11 (3.9)	5.5E-11 (7.4)	7.9E-15 (1.8)	1.2E-11 (2.6)
발 전	1.1E-09 (96.1)	6.9E-10 (92.5)	4.3E-13 (98.2)	4.5E-10 (97.4)
해 체	2.8E-15 (0.0)	2.0E-15 (0.0)	1.1E-16 (0.0)	1.8E-15 (0.0)
합 계	1.2E-09 (100.0)	7.4E-10 (100.0)	4.4E-13 (100.0)	4.6E-10 (100.0)

일 교토협정의 발효로 더욱 중요해진 GHGs 배출을 기준으로 작성되었다.

Fig. 5에서 보이는 바와 같이 KAERI(2004) 연구는 1996년 발간된 IAEA(International Atomic Energy Agency)의 조사범위와 유사한 수준의 평가결과를 보이고, 또 2004년의 WEC(World Energy Council) 조사보고서 보다는 보수적으로 평가되어 상한을 상회하지만 비교적 유사한 평가추이를 갖는 것을 알 수 있다.

LCA를 통해 환경영향을 개선하고자 할 때는 분석기술의 환경영향이 어느 단계의 어느 공정에서 발생하고 있는가를 알 필요가 있다. 이 점에서 PWR 원자로의 건설, 발전, 해체 단계별 환경영향 비중을 글로벌 환경에 영향을 미치는 4개의 범주들에 대해 살펴보면 Table 5와 같다. 예를 들어, ODP의 경우 괄호 안 숫자와 같이 건설, 발전 그리고 해체단계가 각각 1.80%, 98.17% 그리고 0.02% 정도의 영향을 미치는 것으로 평가되었다. 따라서 원자력의 이용에서 지구차원의 환경영향 저감을 위해서는 원전의 운영과 핵연료주기가 포함된 발전 단계를 집중 관리해야 한다.

4. 결론 및 건의사항

환경영향물질의 직접배출 뿐만 아니라 비롯된 간접배출까지도 포함해 환경영향을 평가한다는 LCA 평가의 특성 때문에 LCA는 글로벌 환경영향을 평가하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 제품의 글로벌 환경성 평가에 많이 적용되고 있는 프로세스 LCA를 ISO 기준에 따라 수행하였다.

분석결과 환경에 미치는 물질의 배출은 유연탄, LNG, 풍력, PWR 그리고 PHWR의 순으로 많은 것으로 나타났으나, 화석연료 발전소들의 경우는 신에너지 발전기술들에 비해 현저히 많은 환경영향이 있는 것으로 평가되었다. 정규화 평가를 통해 발전기술별 중점관리 영향범주를 살펴보면, 유연탄의 경우 ADP와 GWP가, LNG의 경우 POCP와 ADP가, 원자력의 경우 ECTP와 GWP가, 그리고 풍력의 경우 POCP와 GWP의 영향이 비교적 큰 것으로 나타났다. 또한 모든 발전기술 공히 ODP의 영향이 가장 적은 것으로 평가되었다.

LCA의 최종결과는 정량적으로 간결하게 나타내기 때

문에 귀중한 자료이다. 하지만 그 결과를 도출하기 위해서는 대단히 많은 기초자료들이 투입된다. 따라서 최종 평가결과의 신뢰성은 최종결과를 만드는 데 사용되고 있는 수많은 데이터의 신뢰성에 따라 좌우된다. 이 연구에서는 기존 발전원들에 대해서는 건설과 해체단계에 대한 현장데이터를, 그리고 풍력발전은 국내의 발전과 해체단계 데이터 수집에 한계가 있어 충분히 반영하지 못했다. 그러므로 앞으로 LCA의 결과가 효율적으로 이용되기 위해서는 신뢰성 국산 데이터의 발굴·가공방법을 확립하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 국내 LCA 전문가와 현장 전문가들의 지식교류와 협력이 필요하다.

또한 장기적 관점에서 발전기술을 비교할 경우에는 환경영향 평가를 장소나 리스크의 개념을 도입하는 것이 불가피하고, 다양한 연구개발이 이루어지고 있는 발전기술(특히, 원자력기술)의 개발동향을 파악하여, 개발기술의 환경문제 측면을 평가해 지속가능 성장성을 보완하는 것이 바람직하다. 즉, 기술개발의 의사결정에 LCA를 이용할 경우에는 환경문제만이 아니라 경제성이나 안전성 및 사회성 등도 고려할 필요가 있다. 따라서 환경측면만으로 평가하기보다도 경제성 등 다른 요인도 포함해서 종합적으로 평가하여야 한다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부의 재정지원(원자력중장기연구개발사업, 제2단계, 2002-2004)으로 수행된 결과를 활용하였습니다.

참고문헌

1. 산자부·에너지경제연구원. 「에너지통계연보」, 2004.
2. DOE/EIA-0484. 「International Energy Outlook」, 2004.
3. [http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/UniqueKeyLookup/RAMR69V528/\\$File/05executivesummary.pdf](http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/UniqueKeyLookup/RAMR69V528/$File/05executivesummary.pdf), 2005 참조.
4. 산업자원부, 「제2차 전력수급기본계획」, 2004. 12. 30.
5. CRIEPI. 「ライフサイクルCO₂排出量による発電技術の評価」, 研究報告(Y99009), 2000.
6. 정환삼 외. 「전수평주기평가를 통한 원전의 환경영

- 향 분석 모형 구축», 한국원자력연구소, 2002.
7. 정환삼 외. “LCA를 통한 국내 원전의 환경영향 평가 수행사례 비교”, 한국에너지공학회 추계학술발표회 논문집, 정선, 2004.
 8. 정환삼 외. “전과정평가를 통한 원전의 환경영향 평가 연구”, 한국에너지공학회 추계학술발표회 논문집, 2002.
 9. IAEA. 「Comparison of energy sources in term of their full-energy chain emission factors of greenhouse gases」, 1996.
 10. WEC. 「Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment」, 2004.
 11. IEA. 「Energy Policies of IEA Countries : 2003 Review」, 2003.