

# 전력사업의 환경대책 전략

## 최 장 은 한국전력공사 전력경제처

### 1. 전력사업에 따른 環境影響 개요

전력사업의 특성은 전기를 생산, 수송, 판매하는 일련의 과정인데 전기를 만들기 위해서는 수력, 화력, 원자력, 풍력, 태양력 등 역학에너지가 필요하다. 그러나 우리나라는 국토가 협소하고 자원이 빈약하여 대부분의 에너지를 수입에 의존하고 원자력과 화력이 주종을 이루고 있다. 화력발전은 석탄, 석유, LNG 등 化石燃料를 사용하여 발전하게 되므로 연료의 연소과정에서 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> 등의 대기오염물질과 석탄회 등 먼지를 배출하게 되는데 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 등은 산성우의 원인물질이 됨으로써 동식물생태계는 물론 농업, 임업, 내수면 어업 등의 생산성 감소에 영향을 미치게 되며 이산화탄소는 온실효과 가스 중의 하나로서 地球溫暖化에 약 50% 이상의 영향을 미치고 있다.

특히 SO<sub>x</sub>나 NO<sub>x</sub>는 그 발생량이 CO<sub>2</sub>에 비해 상대적으로 적으며 탈황설비나 탈질설비 등 현재까지 개발된 기술만으로도 대폭저감이 가능하나 CO<sub>2</sub>는 발생량이 많고 직접적인 제거를 위한 기술도 이제 실증실험단계인 반면 에너지 사용증가에 따라 CO<sub>2</sub> 배출량은 계속 증가추세이므로 전력사업추진에 있어 지구환경문제와 관련하여 가장 걸림돌로 작용하

고 있는 실정이다. 또한 원자력이나 화력발전소의 온배수 배출에 의한 발전소 인근 해역의 수온 상승, 석탄회 등 폐기물과 폐수의 발생, 발전·송변전과정에서의 소음·진동 발생 등을 들 수 있지만 그 영향은 국지적인 것이다(표 1 참조).

전력사업은 1차에너지를 소비하여 2차에너지를 생산하는 에너지 사업으로서 향후 환경문제에 대한 국제적 관심이 고조되고 이에 따른 規制가 강화되면서 가장 큰 영향을 받는 산업이 되고 있다. 특히 地球溫暖化에 큰 영향을 미치는 이산화탄소 排出에 대한 國際的 規制가 강화되고 있는 형편으로 그 형

<표 1> 전력사업으로 인한 環境影響

유형별	대기 오염	수질 오염	산업 폐기물
전원	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배기가스발생 (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, 분진)</li> <li>○ 비산분진 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 온배수 영향</li> <li>○ 일반폐수 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>석탄회(ash) 발생, 작업후 폐기물</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 온배수 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>방사성 폐기물 발생, 원자로 폐로</li> </ul>
별	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기상변화(안개 발생, 기온변화)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 댐하류지역 수질, 수량변화</li> <li>○ 저수지 부영양화 및 생태계 변화</li> </ul>	

태는 炭素稅 부과, 에너지/炭素稅 등으로 나타나고 있기 때문에 전력사업에 대한 영향은 매우 크다. 따라서 선진국에서는 환경문제를 감안한 에너지 및 기술에 대한 전략적 가치를 재평가하는 등 에너지 분야의 기본적인 전략이 수립되고 있다.

## 2. 各 代案의 段階別 適用 方案

이산화탄소 減少技術의 적용방법으로 공급측면, 수요측면 및 기술개발측면으로 분류, 단기 및 중장기로 각 기술에 대한 適用戰略을 분류하였다(표 2 참조). 각 戰略 적용에 있어서 단기는 현 제도의 개선 및 새로운 제도 도입으로 비교적 단시간내에 적용할 수 있는 기술로는 공급측면에서 電力시스템 運營 效率化 및 현재 실용화가 활발히 진행되고 있는 石炭火力技術을 들 수 있다. 수요측면에서는 요금제도 개선에 의한 방법과 기술개발 부문에서는 石炭利用技術 및 運營技術 향상 등이 있으며 원자력발전에서 기존 輕水 및 重水爐 技術開發에 의한 대응 방안이 있다.

中長期的으로는 현재는 에너지密度(Density)가 낮아 경제성이 비교적 떨어지는 신재생에너지개발 등을 들 수 있으며 수요측면에서는 지속적인 홍보 및 전기사용기기의 효율개선 등이 있으며 기술개발 측면으로는 流動層燃焼 및 이산화탄소 처리기술 등

〈표 2〉 도입단계별 이산화탄소 排出減少技術의 특성

구분	시 기	도입기술의 특성
단 기	현재~2005	경제성이 입증되었으나 아직 시장에 완전히 도입되지 않은 기술
중 기	2005~2030	가능한 기술이나 아직 경제성이 입증안된 기술, 곧 입증이 되거나 특별히 환경에 유익하다면 곧바로 도입됨.
장 기	2030 이후	아직은 가능하지 않으나 연구개발을 통해 앞으로 도입될 기술

자료 : OECD, IEA, Greenhouse Gas Emissions ; The Energy Dimension, 1991.

〈표 3〉 電力분야의 단계별 이산화탄소방출 減少대책

구 분	단 기	중·장기
공급관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영효율화</li> <li>• 고효율발전기 도입 (IGCC 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전원구성믹스의 개선</li> <li>• 신재생에너지 이용(태양광발전 등)</li> </ul>
수요관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 간접수요관리(시차제, 계절차 등 요금, 부하조절요금)</li> <li>• 직접수요관리(기기제어)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제도개선을 통한 기기효율개선유인 제공</li> <li>• 소비절약의 홍보, 계몽</li> </ul>
기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IGCC, 기존 석탄화력 발전기술개발, 유동층연소, 소수력 및 수력발전 확대, 원자력발전 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MHD, 탄산가스 회수 및 고정화기술</li> <li>• 석탄화력 발전 관련기술 신형로 및 고속증식로 개발 등 원자력 해양에너지, 태양, 풍력, 연료전지, 지열에너지 등 신·대체 에너지 개발</li> </ul>

※ IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle) : 가스 석탄 복합 발전

MHD(Magneto Hydro Dynamic) : 자기유체 발전방식

化石燃料의 處理技術開發 및 原子力에너지의 안정성 확보 및 新型爐 開發 등에 의한 적용이 있을 수 있다. 특히 石炭에너지는 종전에 석탄에너지가 환경이나 오염시키는 저급에너지로 취급받아 왔으나 타 에너지보다 地域的 偏在性이 적어 수급이 비교적 안정적이며 가격이 저렴하고 可採埋藏量이 풍부하여 석탄관련 技術은 미래의 환경문제를 해결하면서 에너지 문제를 해결할 수 있는 미래의 기술로 각광받을 전망이다. 즉, 최근 기술의 발달로 석탄의 완전연소가 가능하여 종전 석탄사용의 커다란 문제였던 환경오염을 대폭 줄일 수 있으며 또한 新發電 技術로 효율을 대폭 올릴 수 있기 때문이다(표 3 참조).

## 3. 이산화탄소 減少 技術適用 戰略

여기에서는 이산화탄소 減少技術에 대한 구체적 적용방법을 제시한다.

## 가. 新技術 導入 및 開發

최근 세계적인 資源競爭의 樣態가 資源保有國 중심에서 技術保有國 중심으로 구조적 변화가 진행되고 있으며, 특히 지구환경과 관련한 국제적 협약이 발효되면 環境技術은 에너지안보와 관련하여 국가적으로 중요한 전략적 자원이 될 것이어서 기술개발의 혁신은 향후 전력의 안정적 공급체계확보에 있어서 핵심주제가 될 것이다(표 4 참조).

### (1) 新石炭利用 技術

최근 한전에서든 본격적으로 연구가 시작되고 있는 IGCC 및 石炭流動層燃焼方式 등 石炭發電技術에 대한 기술개발을 강화하여야 한다. 특히 IGCC의 경우에는 黃酸化物이나 窒素酸化物을 98~99%까지 제거할 수 있을 뿐 아니라 發電效率도 微分炭火力에 비하여 7~8% 향상시키고 결과적으로 地球溫室가스인 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 배출을 약 15% 정도 감소시킬 수 있어 지구환경문제 해결에 매우 유리하다.

### (2) 新·再生에너지/分散型 發電의 開發

에너지 密度가 낮아 아직은 실험 대상인 太陽光, 太陽熱, 風力 등 新·再生에너지를 이용한 발전기술 개발을 강화하여야 한다. 이러한 新·재생에너

지는 에너지 밀도가 낮아 대규모 에너지생산이 어려우나 수요지에 근접하여 비교적 소규모로 分散型 電源으로 구성하여 전력공급을 담당하게 함으로써 에너지이용 효율 상승 및 지구환경문제에 대응할 수 있다. 즉 분산형전원은 비교적 소규모로 주로 전력소비지의 인근에 위치하며 급전의 지시를 받지 않는 분산형전원의 형태로 운전할 수 있다. 특히 연료전지는 환경오염이 적고 발전효율이 우수하며 현재 실용화 단계에 도달한 유망한 발전방식이며 태양열, 풍력발전은 현재에도 일부 경제성을 확보한 지구환경문제를 궁극적으로 해결할 수 있는 新·재생에너지이다. 長期的인 電力需給을 위해서는 이러한 分散型 電源이 많이 보급될 수 있도록 정책적인 배려가 필요하다.

## 나. 設備構成 改善

### (1) 原子力發電의 持續的 推進

1988년 캐나다 정상회담 및 학술대회에서 2005년까지 세계의 이산화탄소가스 발생량 20%(약 50억톤)감축을 결정하고 이를 위하여 원자력의 이용 확대를 권고하였고 G7 15차(파리 '89.7), 16차(휴스턴 '90.7), 17차(런던 '91.7) 정상회담에서도 원자력은 에너지를 다원화시키는 중요한 에너지 공급원일 뿐만 아니라 온실효과를 억제시키는 데에도 중요한 역할을 하고 있음을 공동인식한 바 있다.

따라서 지구환경의 보호와 전력의 안정공급 관점에서 원자력의 역할은 중요하다. 특히 향후에는 동구권의 경제성장과 제3세계의 경제성장으로 에너지수요가 확대되어 에너지 빈국인 우리나라의 에너지 확보는 많은 제약이 예상되므로 안전성 확보를 전제로 하여 자원의 제약이 적은 원자력의 확대가 필요하다.

참고로 표 5와 같이 1kWh의 전력생산에 필요한 연료별 CO<sub>2</sub> 배출량은 0.1~0.25kg-C 수준이며 석

<표 4> 原電 發注 現況

(1993년말 기준)

국 명	발주기수	국 명	발주기수	국 명	발주기수
프랑스	26	불가리아	2	아르헨티나	1
구소련	24	독 일	3	파키스탄	1
일 본	26	중 국	3	터 키	1
한 국	11	쿠 바	2		
인 도	6	루마니아	2		
체 코	6	영 국	1		
					총 115

자료 : 1. 일본 원자력산업회의 연차대회 발표자료, 1993

2. 유럽원자력학회, 원자력정보, 1994.1

주 : 1979년 TMI 사고이후 발주 현황임.

<표 5> 發電설비 燃料別 CO<sub>2</sub> 원단위 排出量

구 분	석탄화력	석유화력	LNG, C/C	IGCC	원자력수력
kG-c/kWh	0.25	0.19	0.1	0.2	-

자료 : 한전

탄, 석유, LNG 등 화석연료의 사용에 따라 발생하며 따라서 화석연료의 이용효율향상 및 환경처리기술로는 궁극적 해결방안이 될 수 없으며 이를 감안할 때 원자력의 비중은 계속 증대시켜야 한다.

### (2) LNG複合發電의 擴大

향후 公害物質 排出規制와 관련하여 LNG복합발전소의 역할을 크게 증대시켜야 한다. LNG 복합발전소는 건설비가 저렴하고 발전효율이 매우 높을 뿐 아니라 公害物質 排出이 매우 적으며 특히 이산화탄소의 배출량도 크게 감소되기 때문에 현재와 같은 高價의 LNG 가격체제 아래에서도 경쟁력은 충분하다. 다만, 天然가스는 전세계적으로 비교적 풍부한 매장량을 보이고는 있으나 지역적 편재성이 있어 이의 효용성 증대에 따라 장기적인 가격상승이 예상된다. 따라서, LNG 복합발전소의 건설물량 확대에 따른 LNG 수요증가를 고려하여 천연가스 생산국과의 장기도입계약 체결 및 투자를 서둘러야 한다.

### (3) 揚水發電所 建設 擴大

揚水發電은 負荷追從能力이 있을 뿐만 아니라 剩餘電力 이용에 의한 負荷率을 향상시키기 때문에 확대가 필요하다. 특히 우리나라는 국토의 대부분이 산악지역으로 구성되어 있어서 양수발전을 위한 입지가 비교적 풍부한 편이므로, 負荷追從能力이 낮은 원자력발전과 연계하여 양수발전소의 건설을 전략적으로 추진하여야 할 것이다.

### (4) 設備運營 합리화 및 電力低消費 産業構造의 유도

水力, 原子力, LNG發電所는 基底 및 重負荷設備로 이용하여 이용률을 향상시키며 석탄발전소는 중부하 및 최대부하를 담당하게 함으로써 전력설비운영을 합리화한다. 重油의 경우에는 石炭에 비하여 연료의 脫黃이 용이하여, 단계적으로 저유황 연료의 사용확대 및 공해방지설비를 설치 운영하여야 한다.

또한 산업의 에너지 저소비구조로의 유도와 부하관리에 의하여 에너지이용량의 절대 소비량을 감소시킴으로써 대처하는 방안이 있다. 우리나라는 高附加價値 産業構造로의 진행을 추진하고 있으나 화학, 시멘트 등 에너지 다소비업종의 비중이 아직은 높다. 따라서 요금의 가격기능 회복에 의한 부하관리 강화로 에너지 저소비 구조로의 이행을 유도하여 전력에너지의 저소비 구조로 지구환경문제에 대비하여야 한다.

## 4. 맺음말

전력사업을 둘러싼 환경에 대한 관심은 고조되고 있으며 앞으로 더욱 강화될 것이다. 또한 전원개발시 환경을 중심으로 한 문제제기로 지역주민과의 마찰이 예상된다.

따라서 과거의 전력사업관련 정책수행과는 차원을 달리하는 환경대책전략이 수립되어야 하며 무엇보다 환경기술개발에 대한 투자는 계속되어야 하고 선진기술 도입 및 개발에 많은 노력을 경주하여야 한다.

그리고 청정에너지의 개발과 발전연료에서 발생할 수 있는 환경오염물질의 저감기술개발을 서둘러야 할 때이다.

결론적으로 이제 환경문제는 세계적인 주요 이슈가 되었으며 범국가적으로 대처해야 하는 과제이므로 환경분야에 대한 중장기적인 대응방안을 수립하여야겠다.