

# 우리나라

# 代替 에너지 開發實態와 展望

Overview of Alternative Energy in Korea

:R/D/D Strategies & Policy Issues

경제학박사 崔 基 鍊

대체에너지개발센터 소장

## 1. 대체 에너지의 종류 및 특성

대체 에너지라 함은 기존의 에너지 원인 석유, 원자력 등과 구분하여 일컫는 말로서 신·재생 에너지라고도 부른다.

대체 에너지에는 태양 에너지, 풍력, 소수력, 바이오매스, 해양 에너지, 지열 등 재생 사용되는 무한에 가까운 청결 에너지로서, 저밀도의 에너지를 경제적으로 이용할 수 있는 기술개발이 필요한 자연 에너지와 부존량은 많으나 고급 에너지를 확보하기 위한 정제, 가공 등의 기술이 필요한 석탄이용분야, 오일셀 등이 있고, 연료 전지, 수소 에너지 등 첨단기술을 이용한 신 에너지와 도시폐기물 소각발전 등과 같은 이용효율을 높이는 것 등이 있다.

이러한 대체 에너지는 기존 화석 에너지의 유연성을 극복할 수 있고, 에너지 원의 다양화를 기할 수 있으며, 환경에의 비가역적 영향을 최소화할 수 있는 깨끗한 에너지라는 점에서 미래 에너지의 핵이며 차세대 산업의 원동력으로서 주

목받고 있다. 그러나 대체 에너지의 개발은 막대한 자금과 장기간의 연구, 투자효과의 불확실성, 그리고 국제 에너지 상황에 따라 기술개발의 필요성 내지는 시급성의 수시변동 등으로 인하여 민간주도의 개발은 기대하기 어려우며, 또한 과거 개발성과 활용 및 장기계획상의 기술개발계획과의 연계성을 고려할 때 국가주도 정책 사업으로서의 수행이 필수적이라 하겠다.

## 2. 대체 에너지 개발의 필요성

현재 우리가 사용하고 있는 에너지는 주로 석유, 석탄 등의 화석 에너지 원이 주종을 이루며, 원자력이 보조적인 역할을 수행하고 있는데, 이와 같은 기존 에너지는 멀지 않은 장래에 그 한계를 보이게 될 것이며, 70년대의 2 차체에 걸친 석유파동도 이런 맥락에서 발생하였다고 할 수 있을 것이다.

특히 우리나라와 같이 무연탄을 제외한 화석 에너지의 전량을 수입에 의존하고 있는 국가에

있어서는 해외의 에너지 원의 불안정성이 국가 경제 전반에 큰 영향을 미치게 되는 구조적인 취약성을 지니게 된다. 이를 극복하기 위하여 화석 에너지 공급선의 다변화, 국내 부존자원의 최대한 활용, 에너지 절약 및 이용효율의 증대 등의 노력을 기울이고는 있으나, 기존 에너지원의 유한성을 극복하는 근본적인 해결책은 아니며, 또한 최근 세계적인 환경문제 부각과 원전 반대 여론, 발전소 입지난 등을 고려할 때 장기적인 안목을 가지고 꾸준히 대체 에너지 개발에 노력하여야 할 것이다.

### 3. 대체 에너지 개발 추진현황

#### 가. 기술개발 현황

선진국의 기술수준은 현재 유가하락으로 인해 원활한 보급은 되지 못하고 있으나 태양광, 연료전지 등 상당 분야에 있어 실용화 단계의 수준

에 있으며 경제성 제고 등을 위하여 기술개발을 가속화하고 있는 실정이며, 우리나라는 초보적인 태양열 이용기술 및 일부 바이오매스 이용기술을 제외하고는 대부분 기초적인 연구수행 단계이다.

#### 나. 기술개발 지원현황

'70년대 두 차례의 석유파동을 겪고 난 이후 대체 에너지에 대한 세계적인 관심 고조와 함께 연구개발에 대한 투자도 가속화되어, '80년대 초반 개발투자가 절정을 이루었으나, '83년 이후 유가하락 추세로 개발투자 역시 하향세를 이루었다. 그러나 최근 국제적 환경문제 부각 및 원전 반대 여론, 발전소 입지난 등으로 대체 에너지에 대한 관심이 다시 증대되고 있던 터에 최근 중동사태의 악화로 고유가시대가 예견되고 있어 기술개발 투자는 더욱 가속화될 전망이다. 우리나라의 경우 대체 에너지 기술개발에 대

〈표 1〉 각 분야별 기술수준

에너지별	선진기술	우리나라
태양열	○기술확립, Cost down 연구중	○기초 기술 확립 ○저가, 고효율화를 위한 응용 및 실용화 개발 단계
태양광	○기술확립, Cost down 연구중	○태양광 발전 이용기술은 확립 ○태양전지 및 주변장치 제조는 개발 단계
바이오에너지	○대부분 기 개발	○바이오가스 기술은 부분적으로 실용화 단계 ○다양한 자원의 활용 및 바이오알콜제작기술은 기초연구단계
폐기물에너지	○기술확립, Cost down 연구중	○쓰레기 소각 이용기술의 일부는 확립 단계 ○열분해 기술 등은 기초 실용화 단계
석탄이용기술	○액화 및 슬러리는 실용화 ○가스화 : 운전 연구중	○석탄 슬러리의 제조이용 기술은 일부 실용화 단계 ○가스화, 액화는 理論 定立 단계
소수력	○기 개발	○실용화 단계
풍력	○실용 연구 단계	○기초 기술 확립
수소에너지	○실용 연구 단계	○기초 연구 단계
연료전지	○실용 연구 단계	○기초 연구 단계
해양에너지	○조력, 파력은 실용화	○기초 연구 단계

〈표 2〉 주요국의 대체 에너지 기술개발 정부지원 현황

단위 : 백만 US \$

연도	'79	'80	'81	'82	'86	'87	'88	'89
미국	876	957	860	413	172	156	124	151
일본	72	174	171	178	130	116	129	264

한 투자는 '73년부터 시작되어 '74년~'77년 중에는 연간 4천만원 이하 수준에서 지원되었으며, '78년부터 한국동력자원연구소를 중심으로 연간 1억 5천만원 이상씩 지원하여 왔다. 이와 같은 투자는 자원이 부족한 우리의 실정에서 상당히 미흡한 투자였으나, 다행히 '87년 “대체에너지개발촉진법”이 제정됨에 따라 동력자원부는 기존의 동력자원연구소 출연예산 외의 추가예산으로 10억원을 확보하여 본격적인 대체에너지 개발사업을 추진하게 되었다. 그간 지원된 각분야별 과제수 및 지원내역은 표 3 과 같다.

그간의 주요 기술개발 지원과제 내역을 보면 도시폐기물 소각로 및 폐열 회수장치 개발, 저가의 태양전지 제조 연구, 태양열 온수급탕 시스템 개발, 섬유소로부터의 고생산성 에탄올 연소발효공정 개발 등 기초연구에 중점을 두면서도 실용화가 가능한 사업에도 적극적인 지원을

실시하고 있다. 특히 정부는 대체 에너지 기술의 조기 실용화를 위해 범국가적 연구사업을 발굴 지원하고 있는 바 이는 '91년까지 100kW급 태양광 발전 시스템을 개발하고 '93년까지 40kW급 인산형 연료전지를 개발하는 본격적인 대형 연구개발사업으로서 산·학·연이 공동으로 참여하여 기술개발을 가속화시키고 있다.

#### 다. 대체 에너지 보급현황

대체 에너지 이용보급은 유가하락으로 인하여 세계적으로 다소 주춤하는 상태로 경제성 및 기술성 문제로 1990년대까지는 전체 에너지 수급상 크게 기여하기는 어려울 것으로 예상된다 (표 4).

우리나라의 경우 대체 에너지 보급은 '80년대 초반 무리한 보급확대로 설비의 유향화를 초래하는 등 어려움이 있었으며 또 최근의 유가 인하로 보급 분위기가 다소 침체되어 있으나 생활수준의 향상과 투자성과에 대한 장기적 안목에서 보급량이 꾸준히 증가하여 지난 해의 이용량

〈표 4〉 세계 에너지 수급상 대체 에너지의 보급량 및 전망

'79	'85	'90	2001(년)
0.2	0.5	1.1	2.9(%)

〈표 3〉 각 분야별 지원과제수 및 지원내역

단위 : 백만원

연도별 구분	'88		'89		'90		계	
	과제수	지원액	과제수	지원액	과제수	지원액	과제수	지원액
태 양 열	8	133	19	670	17	529	44	1,332
바 이 오	12	184	37	889	40	1,092	89	2,165
폐 기 물	3	219	8	863	11	841	22	1,923
석 탄 이 용	5	179	12	315	15	330	32	824
태 양 광	4	227	22	1,400	41	3,768	67	5,395
연 료 전 지 풍 력, 해 양	-	58	3	260	3	353	6	671
기 타								
계	32	1,000	101	4,317	127	6,913	260	12,310

〈표 5〉 대체 에너지 이용 보급량

단위 : 천 TOE

원 별	태 양 에너지	바이오	소수력	왕겨탄	폐기물	계
이용량	9	23	18	30	134	214
(%)	(4.2)	(10.7)	(8.4)	(14.0)	(62.6)	(100.0)

은 전년대비 35% 증가한 214천 TOE로 총 에너지 수요의 0.26%를 대체 에너지가 점유한 것으로 나타났다(표 5).

대체 에너지 이용시설은 주로 태양열 온수기 및 산업폐기물 회수설비를 중심으로 보급되고 있으며, 축산농가용 메탄 발효설비, 풍력, 소수

력 등은 기술적 신뢰성 및 경제성 문제 등으로 보급이 부진한 실정이다. 이에 정부는 연구개발 결과에 대한 실용화 촉진을 위하여 현장설명회 등을 통하여 보급을 확산하는 한편, 우수 연구 결과에 대한 홍보 등을 통하여 국민적 관심 제고에 힘쓰고 있다(표 6).

또한 정부는 대체 에너지 이용 보급에 대하여도 대규모 지원을 하고 있는 바 '83년 이후 이용보급 및 생산설비 등에 812억원을 지원했다(표 7).

라. 분야별 기술개발현황

〈태양열〉

건물의 냉·난방, 급탕이용 기술은 확립되어

〈표 6〉 주요 대체 에너지 이용시설 보급현황

단위 : 개소

구	분	~'86까지	'87	'88	'89	'90. 3
태양열	급탕시설	3,386	1,095	1,857	2,281	210
	자연형, 기타	1,567	439	233	109	4
	소계	4,953	1,534	2,090	2,390	214
태양광		1,024	223	275	342	50
	(kW)	(284)	(87)	(132)	(95)	
메탄가스	농축산용	36	5	2	2	-
	산업용	11	6	1	2	1
산업폐기물 소각로		109	63	81	108	22
소수력		6	2	2	2	1
	(kW)	(9,150)	(6,520)	(3,350)	(2,920)	-

〈표 7〉 이용보급 용자지원 현황

단위 : 백만원

	이용보급						기자재 생산설비	생산 공급설비	계
	태양열	바이오	폐기물	소수력	풍력	석탄이용			
'83~'86	351	4,602	1,222	7,145	-	273	-	1,663	15,256
'87	2,493	5,356	3,988	497	-	1,334	1,047	3,132	17,847
'88	3,536	1,507	13,116	6,535	-	61	1,261	6,557	27,573
'89	5,326	2,098	7,734	776	241	-	2,251	2,123	20,549
계	11,706	13,563	26,060	14,953	241	1,668	4,559	8,475	81,225

저가, 고효율화를 위한 응용 실용화 단계이며, 장기적으로 대규모 이용이 가능한 태양열 산업 공정열과 발전기술 개발 추진.

〈바이오 에너지〉

축산폐기물, 주정공장, 농산물 가공공장의 폐기물을 이용한 메탄가스 제조기술은 일부 확립되어 있으나 기타 목초, 나무 등 다양한 바이오매스 자원의 활용기술과 바이오 알콜 기술은 기초연구 단계이며, 목탄 대체용 왕겨탄 제조기술은 확립되어 있음.

〈폐기물 에너지〉

산업 폐기물 소각로 이용기술은 확립되어 실

용화, 보급단계에 있으며 경제성 제고를 위한 연구사업이 추진중이다. 동자연에서 금년에 50톤/일 규모의 소각로 개발에 성공하였으며, 현재 동자부와 대전시가 합동으로 100T/일 규모의 소각로 실용화 연구를 추진 중임.

〈소수력발전〉

소수력발전의 자원조사 및 분석, 고효율, 고신뢰도의 수차 개발, 시스템의 표준화 연구를 추진 중이며, 시험 가동 중인 곳도 몇 곳 있음.

〈태양광발전〉

발전기술은 확립되어 있으나 이의 구성요소인

**영** 국에서 개발된 새로운 형식의 광(光)스위치가 전화망과 고속컴퓨터의 능력을 극적으로 증가시키는 문호를 열어줄 수 있게 되었다.

전화교환기 사이의 전통적인 동선을 대체할 광섬유는, 이론적으로는 한가닥으로 2,000만회의 동시통화를 할 수 있으나, 실제에 있어서는 이 용량을 완전히 사용할 수 있는 범위가, 교환기 속의 스위치장치에 비싼 전자제품을 사용해야 하기 때문에 제약을 받고 있다.

잉글랜드 동부 갈로에 있는 STC Technology사의 연구소는 케임브리지대학 엔지니어들과 공동으로 광스위치를 개발했는데, 이것은 미래의 고속 고용량 전(全)광전화교환방식의 선구가 될 수 있을 것이다. 컴퓨터 제조회사들도 이것이 프로세서 속의 정보의 흐름을 단순화·가속화시킬 수 있는 것으로 보고 관심을 표명하고 있다.

크로스포인트 스위치라고 부르는 교환기 혹은 컴퓨터의 이 기초단위는, 두 출력 사이의 두 입력을 전환할 수 있다. 따라서 충분한 수의 크로스포인트 스위치를 적당한 배열 또는 패턴으로 연결할 수 있다면, 어떤 수의 입력이라도 어떤 수의 출력과 연

결할 수 있는데, 이것이 정확히 전화교환기의 기능이다.

**지** 금까지 광스위치는 비교적 크기가 커서 보통 길이가 2, 3mm는 되었으며, 내부의 광 손실도 컸다. 이런 요소 때문에 한개의 칩에 배열할 수 있는 수가 한정되고, 따라서 제작비가 많이 들어 완전한 규모의 교환기를 만들 수 없었던 것이다.

그래서 STC/케임브리지 연구팀은, 훨씬 조밀할뿐 아니라 광 손실도 없는 광스위치를 개발한 것이다. 그 첫 모델은 크기가 불과 0.4×0.2mm밖에 안되며, 연구원들은 이 면적에 25개의 스위치를 장치할 수 있게 하려고 연구를 계속하고 있다.

새 스위치에서는, 길이 2, 3천 분의 1mm의 미소한 거울이, 들어오는 빛을 절반으로 갈라 맞은쪽의 Y연결기로 보낸다. 거울은 광증폭기와 서로 연결되어 있으며, 이 증폭기에 전압을 가하여 연결기의 한가닥에 스위치를 넣으면 광이 투과되고, 스위치를 끄면 광은 흡수된다.

이 스위치는 STC Technology사가 보통 전기통신에 사용되는 파장 1,500나노미터의 적외선을 다루기 위해 만든 것이다.

태양전지 및 주변장치의 제조기술은 개발단계이다. 현재 범국가적 연구사업으로 추진중이며, '91년까지 100kW급 Si계 발전 시스템을 개발하고 장기적으로 상용 전원수준으로 단가인하를 위한 실용화 연구 추진.

〈연료전지〉

선진국의 경우 응용화 단계이나 국내에서는 기초연구 단계이며, 현재 범국가적 연구사업으로 추진 중이다. '93년까지 40kW급 연료전지 발전 시스템을 개발하고 장기적으로 상용 전원단가수준으로 인하를 위한 경제성 제고 연구 추진.

〈석탄이용기술〉

석탄 슬러리화 기술은 확립되어 있으나 경제성 제고를 위한 연구수행 중이며, 가스화, 액화 기술은 기초연구 수준임.

〈풍력발전〉

기초기술은 확립되어 있으나 국내 풍향특성에 적합한 최적 시스템 개발을 추진중이며, 현재 제주도 3곳 및 전남에 4곳이 설치되어 시험가동 중.

〈해양 에너지〉

서해안 천수만과 가로림만에 조력발전 가능성을 조사한 바 있으나 현재는 경제성 미흡으로 유보상태이며, 온도차를 이용한 발전 시스템은 기초조사연구가 진행 중이다.

4. 대체 에너지 개발보급의 정책방향

국내 대체 에너지 연구개발은 각종 학회 및 대학 또는 기업부설연구소 등에서 산발적으로 추진되어 오다 1979년 한국동력자원연구소의 설립을 계기로 종합적이고 체계적인 연구가 수행될 수 있었다. 그러나 연구의 초기단계였고, 예산 확보도 미흡했으며 이후 유가의 하락으로 다소 주춤했으나 1987년 대체에너지개발촉진법의 제

정으로 기본계획의 작성 등 본격적인 개발사업이 추진되기 시작하였다.

가. 대체 에너지 기술개발 기본계획

(1) 기본목표

계획연도의 최종연도인 2001년까지

-대체 에너지의 실용화를 위한 기초연구를 마무리 하고

-세계적으로 실용화가 확립된 분야중 경제성이 있는 기술의 상당부분은 국내기술로 실용화시킴으로써

-국내 총 에너지 수요중 대체 에너지의 공급비율을 3% 수준으로 제고토록 함.

(2) 추진전략

국내 기술수준을 감안하여

-현재 기초연구단계 또는 그 이하에 있는 분야는 학계 및 순수연구기관이 중심이 되어 목표기간 내에 이를 실용화내지는 실용화단계까지 향상시키고

-응용화단계 이상의 기술분야에 대해서는 산업체가 주축이 되어 경제성 및 실용성을 제고토록 함.

(3) 단계별 추진계획

1 단계 ('88~'91)	2 단계 ('92~'96)	3 단계 ('97~2001)
기술개발 기반구축 (490억원)	기술개발 능력개발 실용화 기반구축 (770억원)	기술개발 자립 및 실용화 확대 (1,570억원)

각분야별로 단계별 추진계획 수립.

(4) 연차 실행계획

기본목표 및 단계별 추진계획을 달성하기 위하여 매년 중점 연구분야 및 개발목표 설정을 위한 실행계획을 수립하여 추진함.

(5) 보급계획

단위 : 천 TOE

구 분	1989년	2001년
국내 총 에너지	81,242	124,155
대체 에너지	214	3,725
대체 에너지 공급비중	0.26%	3%

## 나. 대체 에너지 기술개발의 정책방향

### (1) 투자의 효율성 향상

대체 에너지 개발의 궁극적인 목표는 실용화 보급을 통한 에너지 공급원으로서의 역할이라고 볼 때 실용화가 용이하며 파급효과가 큰 분야를 집중 지원, 실용성 있는 기술을 개발해 나가야 할 것이다. 이를 위해 정부는 산·학·연이 공동으로 참여하는 범 국가적 연구사업을 적극 추진 중이다.

태양광이나 연료전지의 경우 실용화가 가까우며 첨단기술분야이므로 범국가적 연구사업으로 지정, 중점개발 중에 있으며, '91년까지 100kW급 태양광발전 시스템을 개발하고 '93년까지 40kW급 연료전지 개발을 사업목표로 하고 있다. 이밖에도 태양열, 폐기물, 풍력, 바이오매스 분야를 기업주도 연구사업으로 지정 집중지원하고 있으며 이런 추세는 계속될 예정이다.

### (2) 대체 에너지 잠재수요 파악 및 개발

기술개발뿐만 아니라 이에 따르는 수요 측면에 대한 분석도 필요하며, 수요를 개발함으로써 기술개발을 가속화할 수 있다. 이를 위해 지속적인 대국민 홍보를 통하여 국민적 인식을 제고하고, 경제성 있는 분야에 대한 자발적 수요, 창출을 적극 지원해야 하며, 또한 소비 부문별로 대체 가능성을 검토하여, 수송부문의 알콜 대체, 발전원의 다양화를 적극 추진하고, 특히 환경문제와 관련하여 대체 에너지의 경제성을 높일 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 국외에서의 수요개발 가능성도 고려, 설비의 대량생산에 의한 비용절감을 도모함도 필요할 것이다.

### (3) 기술의 신뢰성 및 경제성 제고

대체 에너지에 대한 기술적변 확대노력을 지속하고, 중장기적으로 안정적인 기술개발 자금을 확보, 실용 가능성이 높은 분야에 집중 지원하고, 연구관리 및 평가기능의 강화, 연구사업 효율화, 외국 선진기술 도입 등을 통해 기술의

신뢰성 및 경제성 향상을 도모함이 필요하다.

### (4) 상용화 추진

실용 가능한 기술의 상용화 추진을 위하여 민간기업의 대체 에너지 분야 참여를 적극 유도하고, 가능한 범위 내에서 학계 및 연구소등과 공동연구를 유도하며 이를 위해 적절한 유인 제도 유지, 나아가 대체 에너지 산업의 형성 및 확대를 도모할 필요가 있다.

## 4. 맺음말

대체 에너지 분야의 기술개발 투자는 두 차례의 석유파동을 겪고난 직후인 '80년대 초 최고조에 달하였으나 '83년 이후 유가 하락과 함께 투자분위기가 다소 위축되었다. 그러나 최근 세계적인 환경문제 부각과 원전반대 여론, 발전소 입지난 등으로 다시 관심의 대상이 되고 있으며, 3차 석유파동에 대한 우려가 높아짐에 따라 타 에너지 원과 경쟁력이 향상될 것이며, 투자증대에 따른 기술개발 효과도 상당히 클 것이다. 이런 면에서 앞으로 대체 에너지 이용보급의 전망은 상당히 밝다 하겠다.

그러나 우리의 경우 그동안 투자가 상당히 미흡했으며, 기술수준 또한 미흡했다. 그러나 다행히도 '87년 대체에너지개발촉진법이 제정되어 제도적 장치가 마련됨으로써 본격적인 기술개발을 추진할 계기를 마련했으며, 장기적 관점에서 안정적인 에너지 공급기반을 구축하는 기반을 갖추게 되었다. 또한 시기적으로 저유가로 축적된 에너지 부문에서의 여력을 활용할 수 있어, 개발 노력이 다소 이완되어 있는 선진기술을 추격할 수 있는 기회라 생각된다.

에너지 자원이 빈약한 우리의 현실에서, 연간 총 에너지 수요의 46배에 해당하는 대체 에너지 자원의 개발은 필요 불가결한 것이며, 눈앞의 이익보다는 장기적인 관점에서 국가의 백년대계를 위해 대체 에너지 개발보급사업에 노력을 경주해야 할 것이다.