

21세기 대체에너지 이용 기술개발과 전망



양 윤 섭 공학박사
한국에너지기술연구소
대체에너지연구부장

1. 머리말

오 리나라는 1970년대이후 산업의 고도성장에 따른 경제규모의 확대로 에너지소비는 지속적인 증가 추세에 있다. 1990년에 총에너지 소비량을 보면 90백만 TOE, '92년에는 120백만 TOE, '96년에는 165백만TOE, 2천년에는 약 210백만 TOE로 증가가 예상된다.

그러나 외국으로부터 수입되는 에너지는 총 에너지의 90%이상에 이르고 있다. 에너지 자립도가 낮은 우리로서는 에너지 가격의 불안정성에 의한 타 경제 부문에 파급효과를 우려하지 않을 수 없다.

인간이 사용하고 있는 화석에너지 중 현재 지구상에 부존되어 있는 석유 자원은 1조배럴, 가스는 4천조ft³으로 천연가스가 43년, LNG는 60년, 석탄은 1조톤으로 150년 정도 사용이 가능하며 우리나라는 2백30만톤으로 추정되고 있다.

현재 에너지 사용증가 추세로 보아 21세기

중반경 지구상에 석유와 가스는 고갈될 전망이며 경제성이 없는 석탄 정도이다. 그나마도 석유와 가스는 특정지역에 편중되어 있어 부존자원이 없는 우리나라의 경우 석탄매장량은 약 7억톤으로 약 30년 정도면 완전 고갈될 전망이다.

최근들어 화석연료로 부터 발생하는 탄산가스(CO₂)가스는 온실효과 (Greenhouse Effect)를 높여 지구온난화(Global Warming)를 가속화시키는 요소로 밝혀지면서 기후변화협약(the Climate Convention)에 관한 국제회의가 1988년 시작으로 1992년에는 브라질 리우에서 개최된 유엔환경개발회의(UNCED)에서 1,559개 국가의 서명으로 채택되었다.

1994년에는 기후협약이 발효되었고 96년 말 현재 165개국이 가입하였다. 이 협약안의 일반 의무사항으로는 온실가스 배출량 및 흡수 현황을 보고해야하며 또한 온실가스 감축을 위한 국가전략수립과 시행이 주요 골자이다.

특별의무 조항으로는 OECD회원국은 온실가스 배출량이 2천년까지 1990년도 수준으로

감축해야 하며 기타 개발도상국가들은 협약을 이행할 수 있도록 재정지원과 기술이전의 노력을 하도록 되어 있다.

이러한 일련의 규제는 우리나라 경제에 커다란 영향을 미칠 것은 자명하다. OECD에 가입된 우리나라는 선진국으로부터 의무 부담에 관한 압력이 강화될 것이며 이는 산업전반에 걸쳐 커다란 타격이 예상된다.

따라서 우리는 에너지 절약 및 에너지 합리화 이용과 에너지 저소비형 산업으로 산업구조 개편이 시급한 실정이다.

개발도상국들의 지속적인 경제발전을 이룩하는데 있어 에너지 수요의 증가는 필연적인 반면, 경제선진국들의 에너지 수요 증가는 둔화되어 GR(Green Round)과 같은 지구환경오염 규제법은 개도국 경제산업발전의 발목을 잡게될 것이다.

지금까지 화석연료를 대체할만한 에너지 기술은 원자력 발전이며 이 경우는 방사선 누출과 폐기물 처리 장소에 따른 사회 환경적인 문제가 대두됨으로써 부지선정에 따른 어려움이 있다.

이러한 추세에 비추어 안정된 에너지 자원의 확보와 기존 에너지를 대체할 수 있는 깨끗한 에너지를 개발하여야만 지속적인 경제성장을 이룩할 수 있을 것이다.

그러나 에너지부문의 세계적인 추세를 보더라도 향후 20년 동안은 석유나 석탄, 원자력 및 천연가스가 주종을 이룰것으로 전망되며, 이와 함께 화석연료의 이용에 따른 환경정책이 안정적 공급정책에 버금가는 사항으로 등장하게 될 것이다.

일반적으로 화석에너지는 환경오염을 유발

하지만 태양에너지, 풍력, 바이오(Bio), 해양에너지 등 신·재생에너지는 무공해 자원으로써 장기적으로는 에너지로부터 유발되는 환경문제를 해결하여 주는 역할을 담당할 것이다.

그러나 이러한 대체에너지 기술개발 및 이용의 당위성에도 불구하고 우리나라의 대체에너지기술은 아직 초보단계에 머물고 있으며 투자회수 기간이 길어 민간기업의 참여 유도의 여건이 성숙되지 못한 실정이다.

2. 대체에너지개발의 당위성

현실적으로 대체에너지가 에너지원의 다양화에 기여하고 화석자원이 갖는 유한성에 크게 기여할 수 없다하여도 환경에의 비가역적인 영향을 최소화 할 수 있는 이상적이고 깨끗한 에너지라는 점과 대체에너지는 미래에너지의 주종을 이룰 것이며 차세대 에너지원으로 주목받고 있는 유망한 에너지라는 점에 그 당위성을 갖고 있다고 볼 수 있다.

현재의 기술로나 기존에너지의 대체량으로 볼 경우 아주 미미한 단계이긴 하지만 기술개발이 뒷받침되고, 단순 석유나 석탄가와 더불어 에너지 사용으로부터 미치는 환경공해를 원상복구하는데 드는 비용을 따져보면 대체에너지는 충분한 경쟁력을 갖고 있다.

우리나라에 부존하는 대체에너지 가용량은 연간 총에너지 수요의 40배에 달하는 막대한량으로 평가되고 있어 보다 장기적이고 적극적인 마인드로 기술개발을 통해 부존자원이 부족한 우리 실정에 비추어 깨끗하고 안정적인 대체에너지를 개발하여 에너지자립화에 더욱 노력이 절실한 때이다.

3. 우리나라 기술 보급현황

가. 보급현황

1978년도 제2차 석유파동이후 대체에너지의 연구개발과 관련 연구개발기관을(현한국에

너지기술연구소)설립, 대체에너지 개발촉진법('87), 이용촉진을 위한 연구개발자금 및 장기저리융자지원 등 노력의 결과 '96년도 대체에너지 이용량은 1,162천 TOE로 총 1차에너지 수용량 163,529천 TOE의 0.7%의 수준에 달았다.

〈표 1〉 분야별 이용현황

분 야	보 급 실 적
태양열	○ 가정용 급탕시설을 주로 개발하여 84,000여기 보급 (96년말 현재) * 사업자 : 중소기업으로서 현재 14개 업체임. (강남솔라, 제인상사, 그린솔라등)
태양광	○ 소규모 도서용 및 특수용으로 7,600여개소에 총 2,16kW 보급 - 충남 호도 100kW('92.12), 전남 하화도 60kW('95.12), 제주 마라도 30kW('91.11) 및 산악대피소 전원으로 설치 - 기타 유·무인등대, 비상전화, 표시등, 가로등, 우량축정용 등 * 사업자 : (주)실트론에서 연간 300kW 태양전지 생산규모를 갖추고 LG산전, 삼성전자에서 태양전지 모듈(module) 제조능력 갖춘
바이오	○ 산업체 및 농가의 메탄가스 이용시설 84개소 보급 - 모든 주정공장(12개소), 식품공장(10개소), 화학 공장 등(9개소) - 축산농가(49개소) * 사업자 : 삼성건설, 현대ENG, 코오롱ENG등 116개업체
폐기물	○ 도시쓰레기 : 목동, 대전, 부천, 일산, 다대포 등 11개소 소각열 이용 ○ 산업폐기물 : 성창산업, 현대정유, 동일산업 등 목재, 화학, 제지공장 등 700여개소의 폐플라스틱, 폐목재, 폐펄프 등 자체 폐기물의 소각열 이용 * 사업자 : 효성중공업, 대우중공업, LG건설 등 365개업체
소수력	○ 89~92 소수력 유망지역 조사(에기연) : 15만kW ○ 경북 임하, 충북 단양, 강원 영월소수력 등 20개소에 39mW 설치 운영중 * 사업자 : 한국소수력 등 13개업체에서 사업중
풍 력	○ 전남 무안에 170kW, 80kW급설치('94.11) ○ 제주월령에 100kW, 30kW, 20kW설치('95.4) ○ 제주중문에 250kW('92.10) * 사업자 : (주)한국화이버에서 '90년부터 정부지원을 받아 연구하였으며 300kW급 규모 실증 운전중임

최근 5년간 대체에너지의 년 평균 신장율은 21.7% 수준으로 총에너지 증가율의 약 2배에 이른다. 특히 가정용 태양열급탕시설은 최근 매우 높은 보급신장세를 보이고 있다.

나. 보급촉진시책

대체에너지 이용촉진을 위하여 설치이용자에게 세제, 융자지원과 지방자치단체와의 시범 보급사업을 추진중에 있다.

세계금융지원으로는 먼저 세제의 경우 투자

금의 5%를 소득세에서 공제하고 용자에 있어서는 장기저리 즉 3년거치 5년분할상환에 연리 5%의 금리로 소요액의 80%를 지원하고 있다. 또한 골프장 및 야외사격장에 태양열 급탕시설의 설치 의무화를 하고 있으며, 현재 75개의 골프장에 태양열 온수급탕을 설치하고 있다.

시범보급사업으로는 기술의 신뢰성과 홍보를 위해 태양광 발전이용 시설을 중심으로 도서, 벽지 및 오지에 시범보급사업을 추진 중에 있다.

〈표 2〉 시범보급사업 세부내역

년 도	사업비 (백만원)	사 업 내 용
'92	1,432	○ 제주, 월령 신·재생에너지 시범단지 조성 - 풍력발전기 4기, 태양광발전시설 1기, 가로등 40기 - 태양열온수기 40기 (주택 10, 학교, 파출소 등 공공시설 30)
'93	56	○ 태양광발전소 노후시설 교체 - 하화도 축전지 및 마라도 발전기 교체
'94	495	○ 하화도 태양광발전시설 증설(25kW→60kW) ○ 서울시 체육시설 및 약수터 : 태양광가로등 8개소
'95	495	○ 제주도 서귀포 자연휴양림 - 태양광발전시설 2기 및 가로등 10기 ○ 에너지절약 조기교육 시범학교 태양광시계탑 25기 ○ 지리산 국립공원 : 태양광시계탑 2기 및 가로등 14기 ○ 부산, 대전광역시 : 태양광시계탑 2기 및 가로등 12기
'96	849	○ 강원 가리왕산 휴양림 : 태양광발전시설 1기 ○ 제주 국립공원 영실지소 : 태양광발전시설 1기 ○ 경남 고성군 와도 : 태양광발전시설 1기 ○ 제주 사회복지시설 : 태양열온수기 40기
계	3,328	○ 풍력 발전기 4기 (180kW) ○ 태양광 : 발전시설 7기 (92kW), 시계탑 29기, 가로등 121기 ○ 태양열온수기 80기

다. 기술개발 지원

'88년부터 착수하여 '96년말까지 태양에너지, 연료전지, 바이오, 폐기물, 석탄전환이용 등 11개분야 242과제에 총 987억원을 투자하였으며, 이중 정부예산이 514억원, 민간 부문이 473억원이 투자되었다.

〈표 3〉 신·재생에너지분야별연구개발 ('88~'96) (단위: 백만원)

분 야	과제 수	정부 지원	민간 부담	계	구성비 (%)
태 양 광	38	7,209	9,146	16,355	17
연료전지	27	10,306	11,772	22,078	22
폐 기 물	24	4,161	9,166	13,327	14
바 이 오	61	9,199	8,486	17,685	18
석탄이용	28	6,221	4,531	10,752	11
풍 력	4	1,675	2,579	4,254	4
태 양 열	35	3,572	1,348	4,920	5
기 타	25	9,111	316	9,427	9
계	242	51,454	47,344	98,798	100

4. 대체에너지 기술개발에 관한 추진(안)

가. 기본목표

이 안은 정부가 대체에너지의 기술개발내용과 에너지 대체량에관한 중장기적인 지표로 마련된 시안내용으로 그 기본 방향은 다음과 같다.

대체에너지 기술개발의 기본 방향으로 대체에너지가 미래의 에너지원으로 실용화 될 수 있도록 환경보전에 기여할 수 있는 분야를 대

상으로 선정하여 기술을 개발하고 보급을 촉진시켜 국가의 에너지수급정책에 부응할 수 있고 아울러 국민생활에 기여할 수 있도록 목표지향적인 기술개발을 촉진하고, 책임있는 기술개발체제를 확립하여 보급의 활성화를 위한 제도적인 보완을 꾀하고 실현가능한 보급목표를 제시하며 지구환경보호와 연계한 국제협력을 통하여 목표를 달성해야 한다.

〈표 4〉 중·장기신·재생에너지보급목표 (단위: 천 TOE)

분야	1995년(A)	2001년	2006년(B)	B/A
태양열	22.1	101.6	277.2	12배
바이오	59.4	98.1	445.8	8배
폐기물	804.5	2,817.0	4,675.8	6배
태양광	2.3	14.0	39.0	17배
풍 력	0.1	7.9	32.8	신규
소수력	20.4	57.2	86.7	4배
연료전지	0.3	13.6	132.0	신규
총계	909.1 (0.6%)	3,109.4	5,689.3 (2%)	6배

※ 일본의 경우, 5차례 목표를 하향조정하여 당초 3% 목표 시점을 2001년에서 2010년으로 수정 (92년현재 1.2%수준)

나. 기술개발 분야

대체에너지기술 11개 분야 중에서 앞서 언급한 국내·외 기술개발 실태와 필요성에 근거하여 기술개발의 효율성 제고와 중점기술 분야의 적극적인 추진을 위하여 기초기반 기술추진, 일반 기술추진, 중점 기술추진 분야로 3단계 분류를 실시하였다. 그리고 각분류별 선정에 대한 기준이나 특성을 요약하면,

1) 기초기반기술 추진분야

소수력, 해양에너지, 수소에너지, 지열분야

- 국내 여건상 부존자원의 부족 등의 사유로 실용화 적용성이 부족한 분야
- 현재까지 기술개발 지원실적이나 기술개발 수행이 미약한 분야
- 별도의 재원이 확보되어 있어서 대체에너지 기술개발에서 추가적인 지원이 필요없는 분야
- 기초기반기술 추진분야는 기술개발 추진 형태를 기초연구, 기반기술연구, 자원조사연구 등으로 수행하며 차기에 중요성이 부각될 시점에서 분류형태를 재조정한다.

2) 일반기술 추진분야

저온태양열, 폐기물에너지, 풍력, 석탄이용(액화, CWM)분야

- 국내·외적으로 상용화에 근접한 기술로 산업지원 및 보급을 위주로 시행할 분야
- 국내 부존자원이 지역적으로 편재되어 있거나 부존자원량이 충분치 못한 분야
- 선진국에서는 이미 상용화된 기술이나 국내 기술수준은 상대적으로 낙후되어 있어 국제 협력사업 등을 통한 중간기술 진입이 필요한 분야
- 기술개발시에 상용화 보급량이 제한되거나 파급효과가 부족한 분야
- 일반기술 추진분야는 지속적인 기술개발은 수행하되 연구추진 분야를 단순화하여 예산을 집중지원

3) 중점기술 추진 분야

태양광, 연료전지, 바이오, 중·고온 태양열, 석탄이용(IGCC)분야

- 미래의 대체에너지로서 국내·외적으로 기술개발이 활발히 진행되고 있는 분야
- 현재 G-7과제로 추진중이며, 기술개발에 따른 보급량의 확충이 가능하고 기술적인 파급 효과가 큰 분야
- 자연친화적인 청정에너지의 이용과 자원 활용도가 높은 미래의 신발전기술 분야
- 지구환경 보호차원에서 자원의 재활용과 연계하여 다양한 기술개발과 기술목표를 갖고 날로 그 응용분야가 확대되어가고 있는 분야
- 석탄이용 분야중에 한국전력에서 청정 화석에너지를 이용하여 상용전력 생산을 목표로 수행중인 IGCC분야.

다. 중립 기술개발추진 방향과 목표

- 기술개발을 통한 신·재생에너지의 효율 및 경제성향상으로 실용화를 앞당기기 위하여 기술개발 10개년계획(97~2006)을 수립, 추진.
- 추진전략: 11개 기술분야중 중점분야 4개를 선정하고, 산·학·연전문가로 "사업단"을 구성, 효율적 추진. (기타분야는 연구회를 구성)
- . 중점추진분야: 태양열이용, 태양광 발전, 연료전지, 석탄가스화복합발전(IGCC)
- 투자소요: 총 5,270 억원(정부2,660억 원)

〈표 5〉 중점 추진분야 개발목표

구분	개발목표			참여기관
	현재수준	2001년	2006년	
태양열 (산업용)	<ul style="list-style-type: none"> · 80℃이하인 가정용 온수기 등 저온용 상용화 · 100℃이상인 중·고온용은 초보단계 	<ul style="list-style-type: none"> · 100℃이상 중·고온용의 고효율(50%이상)집열기 개발 · 태양열발전 기반기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 산업공정열, 농수산 분야 등 이용기술 상용화 · 접시형 태양열발전기술 실용화(15kW급) 	삼성물산, LG화학, 중앙개발, 극동산업 및 연구소, 대학
태양광 발전	<ul style="list-style-type: none"> · 단결정 Si태양전지 상용화(효율 14%, 가격 5천원/Wp) · 비정질 Si태양전지 등 저가박막형 개발 중(효율 8%) · 주변장치개발(직교류 변환기, 축적지) · 유인도서용 독립형 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 저가박막 태양전지 실용화(비정질 Si 및 화합물 : 효율 11%, 가격 2천 원/Wp) · 주변장치 신뢰성 향상 · 계통연계형실용화(시범보급 추진) 	<ul style="list-style-type: none"> · 저가 박막 태양전지 양산화(비정질 Si 및 화합물 : 효율 13%, 가격 1,500원/Wp) · 주변장치의 저가화 · 대규모 실증플랜트 실증운전 	실트론, 셋방전지, 한국유리, 삼성전자, LG전자, 유공 및 연구소, 대학
연료 전지	<ul style="list-style-type: none"> · 인산형 : 40kW급 시스템 실증실험 · 용융탄산염 : 2kW급 스택 개발 · 고체산화물 : 100W급 스택 제작 	<ul style="list-style-type: none"> · 인산형 : 200kW급 시범보급 및 mW급 개발 · 용융탄산염 : 100kW 개발 · 고체산화물 : 10kW급 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 인산형 : 200kW급 상용화 및 mW급 건설 · 용융탄산염 : mW급 개발 · 고체산화물 : 100kW급 개발 	한전, LG정유, 유공, LG산전, 삼성중공업, 쌍용양회 및 연구소, 대학
석탄 가스 화복합 발전	<ul style="list-style-type: none"> · 3톤/일 급 석탄가스 화기 개발(BSU 급) 	<ul style="list-style-type: none"> · 300mW급 석탄가스화 복합발전 개념 설계 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> · 300mW급 석탄가스화 복합발전 설계기술 확보 및 공정 평가 능력 개발 	한전, 고등기술원, 에기연, 대우중공업 및 연구소, 대학

라. 세부기술별 보급 목표

1) 태양열 이용 :

○ 가정용 급탕시설의 가격안하, 신뢰성확보로 2006년기준 우리나라 총 가구의 10% 수

준인 1백만대 보급. (일본 : 현재 전체가구의 13% 수준인 약 4백만대 보급 실적)

○ 대규모이용시설(태양열주택, 농업용건조, 양만장, 산업공정열) 및 소규모 태양열발전시스템(15 kW)의 시범 설치.

2) 태양광 발전 :

- 2000년부터 계통연계형 시스템의 시범보급사업을 착수하여 2006년 기준 1만호 보급.
- 50호미만의 섬마을에 보급을 완료(총114개소).

3) 바이오에너지 :

- 축산폐기물종합처리계획에 의한 메탄가스 시설확충 및 위생매립지의 추출가스 이용(2천만^m 규모 14개소)
- 폐식용유를 이용한 바이오경유(1만kl) 및 연료용알콜(2만kl) 생산

4) 연료전지 :

- 인산형연료전지(200kW급)를 2001년부터 시범보급에 착수하여 2006년기준 500대 보급(10만kW).

5) 폐기물에너지 :

- 국가폐기물처리 종합계획(환경부, '93)에 의거 소각율 12.5% 적용하고 에너지 회수량을 현재 40% 수준에서 점차 증가하여 90% 회수이용.

- 페프라스틱의 오일화(2만톤/년) 및 고열량고체의 실용화

6) 소수력 :

- 국내개발가능량(15만kW, 165개소)의 60% 수준인 9만kW 소수력개발

7) 풍 력 :

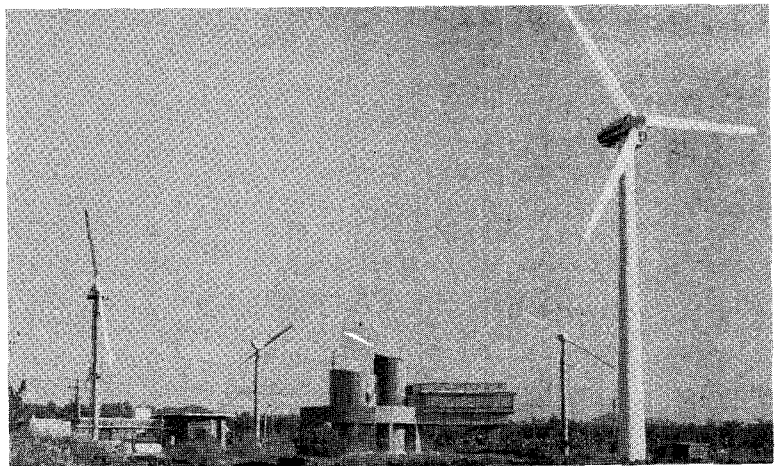
- 자연적 조건 (풍속 4m/s 이상)이 적합한 제주도를 대상으로 보급.

5. 맺음말

이상에서 살펴본 대체에너지에 관한 정부의 기본계획(案)과 지금까지 기술개발투자 및 이용현황을 고찰하였다. 대체에너지는 기존화석에너지 사용을 줄여가면서 궁극적으로 에너지 고갈에 대비하여 기술개발을 하고있지만 단순한 에너지 대체 뿐만아니라 이제는 지구환경과 연계하지 않으면 안될 시점에 와 있다.

다시말하면 환경친화적인 측면에서 접근되어야 하기 때문에 21세기에는 에너지사용으로부터 발생하는 공해저감이 에너지대체 만큼이나 중요한 핫이슈로 등장할 것이며 최근 교토에서 열린 기후환경협약에 관한 국제회의는 선진국 진입을 위한 개발도상국들에게는 상당한 부담이라 하겠다.

따라서 이와 관련하여 대체에너지기술개발에 관한 기존의 마인드가 바뀌어야하며, 지금까지의 경제성지표를 단순한 석유가격에 대비할 것이 아니라 기존 화석에너지가 환경에 미치는 영향의 복구비용까지 고려한다는 점에서 새로운 대체에너지 기술개발 접근이 이루어져야 할 것으로 보인다. ☞



제주 "대체에너지 시범단지" 전경