

대체에너지 기술개발 및 정책 전망

대체에너지는 과다한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 선진 각 국에서는 대체에너지에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진해오고 있다. 본 고에서는 대체에너지의 기술개발 및 정책 전망에 대해서 기술하고자 한다.

원 장 목

에너지관리공단 대체에너지개발보급센터
(jmwon@kemco.or.kr)

대체에너지 특성 및 정책추이

대체에너지특성

대체에너지는 과다한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 선진 각 국에서는 대체에너지에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진해오고 있다. 최근 유가의 불안정, 기후변화협약의 규제 대응 등 대체에너지의 중요성이 재인식되면서 에너지공급방식이 중앙공급식에서 지방분산화 정책으로 전환하는 시점과 맞물려 환경, 교통, 안보 등을 고려한 지역자원의 활용측면에서도 적극적인 추진이 요망되고 있는 실정이다.

대체에너지의 특성은 지속가능한 에너지 공급체계를 위한 미래에너지원으로서 우리나라와 같이 에너지자원의 빈국은 기술개발을 통해 에너지자원을 확보할 수 있고, 화석연료의 사용에 따른 이산화탄소의

발생이 없는 환경 친화적인 자원이면서 화석연료의 가해년수가 석유는 41년, 석탄은 218년, 천연가스는 63년인 반면 비고갈성 재생가능한 에너지원이다. 이러한 점을 고려할 때 대체에너지는 공공 미래기술로서 장기적인 선행 투자와 시장전망의 불확실성 때문에 정부주도의 추진이 필요한 분야이다.

대체에너지의 정책 추이

1970년대 2차례 석유파동으로 대체에너지의 중요성으로 대체에너지 기술력 배양에 노력하기 시작하여 KIST를 중심으로 태양열, 풍력 등 기술개발에 착수하게 되었다. 1980년대에 들어서는 “대체에너지 기술개발 촉진법”이 제정되면서 정부차원의 체계적인 종합지원 정책이 추진되어 “대체에너지기술개발 기본계획(1988년~2001년)”을 수립하게 되었다.

1990년대 접어들면서 기후변화협약 등 국제적인 에너지사용규제에 대응하기 위하여 에너지절약, 청



(a) 20 세기



(b) 21 세기

[그림 1] 21세기 에너지이용기술의 환경변화

정에너지 등을 포함한 에너지·환경종합기술개발계획인 “에너지기술개발 10개년계획(1997년~2006년)”을 수립하여 추진 중에 있다. 아울러, 대체에너지분야는 기술개발위주에서 이용보급의 확대 정책으로의 전환이 필요함에 따라 대체에너지이용 권고제, 시범사업, 보조·융자 세제지원, 국공유 재산 이용 등 근거 마련한 “대체에너지 기술개발 및 이용촉진법”으로 개정하였고 대체에너지발전전력 우선구매 등을 위해 전기사업법을 개정하게 되었다.

최근에 대체에너지개발과 보급의 활성화를 위한 “대체에너지개발·보급3개년계획”(2000년 3월)과 “대체에너지개발·보급 기본계획”(2000년 3월)을 수립하여 2003년까지 총 에너지의 2.0%를 대체에너지로 공급하기 위해 기술개발결과를 보급사업에 손쉽게 활용될 수 있도록 실증연구사업, 성능평가사업과 제도개선 사항을 보완하였고, 이에 대한 법적근거를 마련하기 위해 대체에너지법을 2003년 3월에 개정하였다.

개정된 “대체에너지개발 및 이용보급촉진법”의 주요내용은,

- 연차별 실행계획에 따라 공공기관의 대체에너지 이용 의무화
- 전기판매사업자 대체에너지 공급계획 및 구매계획 신고
- 대체에너지설비 인증제도, 대체에너지발전 구매가격기준
- 대체에너지 보급을 활성화하기 위해서 대체에너지 사업비 조성 근거 확대

선진국 기술 동향 및 전망

OECD 국가들의 에너지원별 이용율을 보면 표 1과 같이 원자력, 수력 등의 비중은 줄어드는 반면, 총에너지에서 대체에너지가 차지하는 비중은 93년 3.9%에서 2010년 4.7%로 증가할 것으로 전망된다.

특히, 재생에너지중 풍력, 태양광 등의 대체에너지

<표 1> OECD국가의 에너지 구성비 변화예측 (1993년~2010년)
(단위:백만TOE)

구 분	1993년	2010년	성장률(%) (1993~2010)
대체에너지	165 (3.9)	249 (4.7)	2.3
수 력	105 (2.5)	125 (2.4)	1.0
원 자 력	471 (11.1)	514 (9.7)	0.5
화석에너지	3,516 (82.6)	4,421 (83.3)	1.36
계	4,257 (100)	5,309 (100)	1.30

* ()내는 구성비(%), IEA Renewable Energy Policy of IEA Countries 1997

시장은 20~30%대로 급격히 성장 중이며 장기적으로는 대체에너지가 화석연료 에너지원을 능가하는 주에너지로 부상할 것으로 전망된다(표 2).

따라서, 향후 대체에너지산업은 기술개발과 지원제도 등을 통해 기존 에너지원과 대비하여 유가구조와 과다한 초기투자의 장애요인에도 불구하고, 대체에너지는 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 가격경쟁력의 확보가 예상된다. 또한, 미국 대통령 과학기술자문위원회 보고서(1997년 11월)에 의하면 화석연료의 최대 사용시점(2020년~2030년)을 전환기로 하여 세계경제 성장에 따른 화석에너지의 지속적인 공급이 어려울 것으로 예측된다.

그래서 선진국에서는 대체에너지산업을 육성하기 위해 중 장기 계획에 의거 보급목표를 설정하여 정부주도로 지속적인 추진으로 대부분의 OECD 국가는 대체에너지 공급비중이 우리나라보다 높은 수준이다(표 3).

선진국 대체에너지 정책

선진국에서는 정부주도하에 에너지기술에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진해 오고 있다. 유럽연합의 Altener Program은 재생에너지원의 확대보급을 위한 지원프로그램으로서 2010년까지 EU에서의 재생에너지원 점유율을 당초 6%에서 12%로 상향 설정하였고, 에너지이용합리화 및 신재생에너지 개발, 에너지환경 문제해결을 위한 에너지기술 기반 연구프로그램인 JOULE Program을 추진하고 있으며, JOULE Program 연구성과 중 유망 신기술을 선정하여 이를 실용화하거나, 보급, 확산하기 위한 에너지기술분야 실증연구 프로그램인 THERMIE Program 등이 추진되고 있다.

미국은 1993년 11월 환경보호를 위해 에너지부문의 기술개발을 중점적으로 지원하기 위해 1994년부터 2000년까지 50조원을 투입하는 「기후변화 실천 계획」과 2010년까지 300만kW의 태양광 발전을 보

<표 2> 주요 선진국 대체에너지원별 성장률(MW, %)

	1997	1998	성장률	2003
풍 력	6,438	8,945	39	27,220
태 양 광	116	134	16	410

* DEWI(1999), Renewable Energy World(1999)

<표 3> 주요 선진국 대체에너지 공급비중 (%)

	덴마크	프랑스	미국	일본	한국
1998년 실적	8.5	4.5	4.1	2.1	1.03

* 2000 IEA자료(Energy Balances of Countries), 폐기물포함, 수력발전 제외



급하여 3,510천 T/C의 이산화탄소를 감축하는 1백만호 Solar-roof 계획 등을 수립, 추진하고 있고, 1998년에는 신에너지기술의 보급을 통한 에너지자원 효율성 제고, 에너지공급의 안정성 확보, 에너지의 환경친화성 제고, 미래에너지원의 선택폭 확대 및 에너지부문의 국제협력사업 강화를 주요내용으로 하는 정부의 종합적인 국가에너지전략을 확정 발표하였고, 기후변화협약 대응의 일환으로 기술개발사업비의 증액과 함께 에너지절약 및 신재생에너지 보급 촉진을 위한 세금감면조치 등의 「5year Climate Technology Initiative」를 추진하고 있다

일본은 1990년대 들어 환경을 고려한 종합 에너지 기술개발계획인 「New Sunshine 계획」을 수립하여 1993년부터 2020년까지 15,500억엔을 투자하는 계획을 발표하였다. 특히, 선진국은 이러한 에너지정책을 통해 대체에너지 공급비중이 1998년에 덴마크는 8.5%, 프랑스 4.5%, 미국 4.1%, 일본 2.1%로 한국의 1.03%에 비하여 높은 수준을 유지하고 있고, OECD국가들의 에너지원별 이용률을 전망해 보면 총 에너지에서 원자력, 수력 등의 비중은 줄어드는 반면 대체에너지는 1993년 3.9%에서 2010년 4.7%로 증가할 것으로 예측하고 있다.

선진국 에너지정책 시사점

주요 선진국은 기후변화협약(FCCC)과 관련, 탄산가스(CO₂) 감축의무를 준수하고 지속가능한 경제발전 을 위해서는 기술개발이 필수적이라는 인식 하에 에너지절약 및 대체에너지기술개발에 중점투자하고 있다. 1998년 기준 주요 선진국의 에너지기술개발 정부지원금은 우리나라 보다 미국은 74.2배, 일본 26.7배, 영국 8.2배를 투자하였으며, 이러한 투자금액은 각 국의 GDP규모를 감안하더라도 미국은 우리나라의 2.8배, 일본은 2.3배, 영국은 2배에 이르고 있다(표 4).

또한, 각국은 경제규모 및 에너지수급여건에 따라 중점기술개발 분야를 선정하여 추진하고 있다. 미국, 일본은 에너지기술분야에서 선도적 역할을 꾸준히 추구하면서 수소에너지, 석탄액화 등 첨단 미래기술을 포함하는 모든 기술분야에 광범위하게 투자하고 있으며, 기술개발 프로그램은 대형/복합 및 시스템화 프로젝트규모로 중·장기계획 하에서 추진하고 있다. 또한, 경제규모가 작은 대부분의 OECD 선진국 들은 각 국의 실정에 따라 실현가능성이 높고 파급효과가 큰 분야에 한정된 재원을 집중 투자하고, 장기

간 대규모 투자가 요구되는 첨단미래 기술에 대해서는 공동연구방식을 취하고 있다.

결론적으로 선진국에서의 에너지기술개발 프로그램은 에너지사용의 효율적 측면뿐만 아니라 최근 지구온난화의 주범인 이산화탄소 저감측면에서도 기후 변화협약에 대응하는 중요한 전략 수단으로 인식하여 기술개발부터 보급정책까지 정부주도로 장기적이 면서 지속적으로 추진하고 있다.

추진실적 및 현황분석

추진실적

대체에너지 기술개발사업은 1988년부터 2001년 말까지 2,094억원(정부지원 1,257억원)을 투자하였으며, 보급확대 지원자금으로 보조 446억원, 융자 2,823억원을 지원하였다. 분야별 기술개발투자비는 표 5와 같으며, 현재까지의 기술개발투자비는 연료전지 분야에 29%로 가장 많이 투자되었으며 태양광, 석탄이용, 바이오 순으로 지원되었다.

성과분석

IMF 경제위기 등 국내의 여건변화로 인한 기술개발사업비 확보의 부진으로 대형과제 및 시스템기술에 대한 사업추진에 어려운 점이 있었으나, 일부 기술개발분야에서 상당한 수준의 성과를 얻었다고 판단된다.

대체에너지의 경우 2001년 기준, 대체에너지공급 비중은 1차에너지 사용량의 1.24%인 2,458천toe로 4.5억불의 에너지수입 대체 및 7.6백만톤의 이산화탄소 저감 효과를 달성하였다. 이러한 연구개발 성과는 유가 안정화 추세의 지속과 IMF 등의 영향으로 대체에너지기술에 대한 일반 수요자의 관심부족과 기업의 참여의지 퇴색으로 인해 실용화율이 저조한 실정이지만 유가 상승 시 잠재적인 실용화 가능기술이 상업화율을 제고할 것으로 판단된다(표 6).

〈표 4〉 주요국의 에너지기술개발 예산 규모 (1998년 기준)

구 분	한국	미국	일본	영국
에너지기술개발비(억원)	389	28,880	10,380	3,173
에너지기술개발비교지수(A)	1	74.2	26.7	8.2
GDP(억불)	3,213	85,107	37,828	12,882
GDP비교지수(B)	1	26.5	11.8	4.0
기술개발사업비/GDP(A/B)	1	2.8	2.3	2.0

〈표 5〉 대체에너지 분야별 투자실적(억원) (1988년~2001년)

태양열	태양광	연료전지	바이오	폐기물	IGCC	풍력	기 타
125	302	610	252	192	258	177	178

당면과제

현재 대체에너지 분야에 대한 기술개발투자는 대략적으로 미국의 1/74, 일본의 1/27 수준으로서 선진국 대비 투자가 절대적으로 부족으로 상태로 대체에너지 개발의 활성화를 위해서는 사업비 확대가 필수적이라 하겠다. 「에너지기술개발 10개년 계획」 대비 2000년 확보금액은 약 65% 수준으로 현 추세대로 가면 2003년 목표인 1차에너지 2% 공급목표달성이 어려울 것으로 예상된다.

또한, 대체에너지의 시장기반조성을 위한 대체에너지 시설에 대한 보조금 지원제도 등의 투자는 더욱 격차가 있어 대체에너지산업의 육성을 위한 전략이 아주 미흡하여 대체에너지 기술개발의 참여업체가 감소하는 추세가 이어지고 있으므로 기술개발 중심에서 보급지원정책의 강화가 필요한 실정이다.

대체에너지는 기존 에너지 공급 열원에 비하여 현여건상 보급 확대의 근본적인 애로요인은 경제성 문제이다. 풍력, 태양광 등의 대체에너지의 경우는 타화석연료와 대비하여 약 2~10배 발전단가가 높아 보급의 활성화에 커다란 장애요인이 되고 있다(표 7).

이러한 현실속에서 우리나라는 대체에너지 산업의 활성화를 위한 지원제도가 미흡하므로 대체에너지 시설투자에 대한 용자제도만으로는 경제성 확보가 어려움으로 보조금 지원제도의 신설이 필요하다.

향후 발전 방안

산업자원부와 에너지관리공단 기술개발본부에서는 기술개발을 활성화시키고 기후변화협약 등 국제에너지/환경여건에 대처할 수 있도록 에너지·환경종합 기술개발 프로그램인 “에너지기술개발 10개년계획”을 1996년에 수립하여 대체에너지기술의 경우는 2006년까지 총 에너지사용량 중 대체에너지의 공급비중 2%를 2003년에 조기 달성토록 목표를 재설정하였다.

지금까지의 대체에너지분야의 지원은 단위기술위주의 기술개발형태로 이루어져 기술개발결과가 보급에

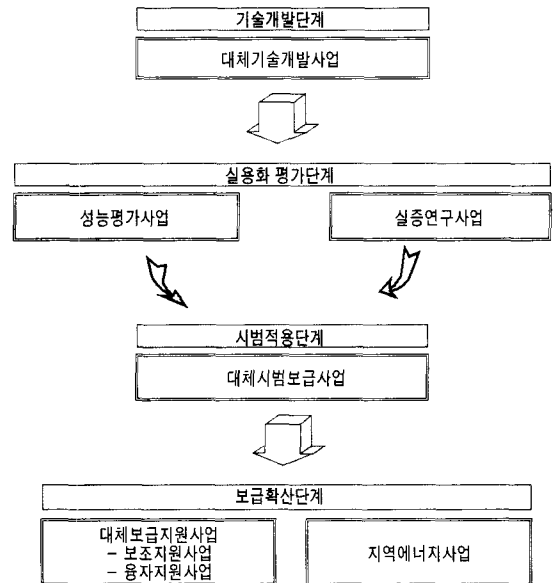
적용될 수 있는 상품화기술개발이 매우 미약한 실정 이어서 시스템화, 운전기술 등의 성능평가, 실증연구를 통해 신뢰성 확보가 대체에너지산업의 활성화에 필수적이고, 개발기술에 대한 제품의 초기 시장창출 및 보급기반 마련을 위해 모니터링 등 보급상의 문제점 파악이 중요하다. 따라서 기술개발의 추진방식을 개발결과가 보급 확대로 연계될 수 있는 새로운 방식의 기술개발프로그램의 추진이 절실한 실정이다.

대체에너지 기술개발 및 보급을 활성화하기 위한 방안으로는 첫째, 실용화 위주의 보급형 기술개발을 중점추진 프로그램으로 선정하여 집중적으로 투자함으로써 대체에너지기술의 당면 문제인 경제성을 확보하는 것이 무엇보다 중요하므로 선진국과의 기술 격차가 적어 기술개발이 용이하고 시장의 성장 잠재량이 큰 기술인 태양광, 풍력, 연료전지 등 3개 분야에 대하여 상품화 기술위주로 기술개발을 적극 추진할 예정이다. 둘째, 여러 가지 기술적인 장애요인을 파악하여 이를 기술개발에 Feed Back시켜 기술개발의 효율성을 높이고 보급활성화를 유도하기 위해 개발기술을 현장에 적용하여 신뢰성, 내구성 등 엔지

<표 7> 원별 발전단가 비교(원/kWh)

석유	유연탄	원자력	태양광	풍력	폐기물
60	38	34	716	107	150

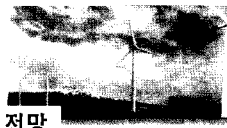
* 대체에너지원 IEA자료, 화석연료는 한전자료(1998년 기준)



[그림 2] 대체에너지 관련사업 흐름도

<표 6> 대체에너지 분야별 보급실적 (2001년 기준)

분야	보급 실적	공급비중(%)
태양열	태양열온수기 약18만대, 급탕설비 약 3천대	1.5
태양광	허와도, 마라도 등 약 4,943kW	0.2
풍력	제주지역 등 40기 약 6,567kW 설치, 가동	0.1
바이오	주점, 식품공정 등 96여 개소	3.4
폐기물	서울, 경기, 부산, 대구 등 442기 설치	93.9
소수력	강원, 경북 등 27개소 42 MW설치	0.9



〈표 8〉 대체에너지기술개발 중점지원분야

	3대 중점 지원분야 (태양광, 풍력, 연료전지)	3대 지원분야 (태양열, 폐기물, 바이오)
선정기준	<ul style="list-style-type: none"> ○선진국과의 기술격차가 적어 기술개발을 통한 실용화가 가능한 기술 ○재생에너지중 보급시장의 성장 가능 잠재량이 큰 기술 ○(기술개발중심+보급병행) 체계로 추진 	<ul style="list-style-type: none"> ○기술이 상당수준 확보되어 단기 간내에 보급이 용이한 기술 ○어느정도 시장형성이 이루어지고 있는 기술 ○(보급중심+보완적인 기술개발 병행) 체계로 추진

니어링 기법을 확보할 수 있는 「대체에너지 실증연구단지」의 조성과 보급의 활성화를 위해 표준화/규격화를 실시할 수 있는 「대체에너지 성능평가센터」를 지정, 운영함으로써 대체에너지산업의 활성화를 위한 환경을 조성하는 것이 필요하다.

셋째, 민간에 대해 기존 용자제도만으로는 투자경제성이 적어 보급이 어려운 제품에 대해 일정부분의 보조금 지원, 대체에너지 이용 발전전력에 대한 우선구매, 대체에너지 시설의 설치시 소득세 감면 등 각종 지원제도정책을 강화하는 한편, 대체에너지 시장의 활성화를 위한 보급 프로그램으로 태양광 발전 주택 1만 호 보급사업, 지역별 특성에 맞는 대체에너지 시범단지 조성 등 적극적이고 다양한 정책의 추진이 필요하다고 본다.

기술개발대책

대체에너지기술개발의 체계화 및 집중화를 위해서 11개분야의 대체에너지를 선택과 집중에 의하여 보급의 당면 문제인 경제성을 확보할 수 있도록 기술개발의 투자효과를 극대화하여야 한다. 중점지원프로그램으로는 태양광분야는 3kW급 주택용 발전시스템으로서 기존 발전단가를 kWh당 700원에서 400원으로, 풍력분야는 750kW급 풍력발전시스템 개발로서 기존 발전단가를 kWh당 100원에서 70원으로, 연료전지분야는 250kW급 용융탄산염 연료전지 발전시스템, 3kW급 고분자 전해질 연료전지 발전시스템으로서 320원 이하로 개발하는 것이다. 또한 지금까지 기술개발을 통하여 상당수준의 기술이 확보되어 단기간내에 보급이 용이한 태양열, 폐기물, 바이오에너지분야에 대해서는 보급중심의 보완적인 기술개발을 병행할 것이다.

정부에서는 2001년에 대체에너지기술 중 현 기술수준으로 기술개발결과 및 실용화 가능성이 많은 태양열, 태양광, 풍력 등 3개분야에 에너지기술연구원

등을 성능평가센터로 지정하여 태양열 온수기, 태양광발전시스템 등 성능시험평가기법 확립 및 구성요소 기술기준 연구 등을 추진하고 있다(표 8).

실증연구연구단지의 대체에너지부문은 광주 조선대, 풍력부문은 강원도 대관령에 2001년에 조성하여 실제 규모의 시제품이 설치·운전되며, 시스템구성, 운전기법, 각종 문제보완, 성능유지, A/S방법 등 제품의 경제성과 신뢰성을 확보할 수 있는 실증연구를 실시하여 개발제품에 대한 수요와 국산화를 위한 종합적인 성능측정이 이루어진다.

또한, 실증연구단지 이외에 현장적용 실증연구과제로 바이오디젤유를 이용한 디젤기관자동차의 실증시험도 추진하여 개발된 기술의 여러 각도의 실용화를 통해 보급의 활성화를 유도하고, 향후 실증연구단지 및 성능평가센터의 결과가 시범보급사업 및 대체보급지원사업과 연계되어 이루어질 경우 대체에너지 기술의 개발과 보급에 대한 안정적인 인프라가 제공될 것으로 기대된다.

보급활성화 대책

대체에너지 보급의 활성화방안으로는 경제성 확보를 위한 지원정책이 최우선으로서 대체에너지를 이용하여 생산된 발전전력의 우선구매와 이에 대해 풍력, 소수력, LFG 등 대체에너지원별로 구매 기준가격을 고시하여 전력거래가격과의 차액을 정부가 보조하여야 한다.

시장기반 조성 방안으로는 공공기관의 대체에너지 이용시설 설치의 의무화를 추진하여 국가기관, 지자체, 정부투자기관 등 공공기관을 대상으로 연차별 대체에너지 이용시설 설치 실행계획 수립하고, 에너지를 자급자족하는 환경친화적인 대체에너지 시범마을(Green Village)을 2002년 2개 지역을 지정, 조성하고 2003년까지 5개소를 조성할 계획이다.

「대체에너지의 보급 확대를 위한 정책개선 방안」으로 대체에너지개발 및 이용·보급촉진법」개정을 통해 대체에너지설비 인증기관을 지정하고, 대체에너지설비 제조·수입자가 인증기관으로부터 인증을 받도록 하여 대체에너지설비의 품질향상 및 신뢰성 확보하려고 한다.

마지막으로 소비자가 대체에너지를 사용함으로써 상승되는 추가적인 에너지 비용을 자발적으로 부담하는 제도로 Green Pricing제도를 검토하고 있다. (★)