

태양광 에너지 이용 기술 · 시장 현황 및 전망

박종목*, 지일환*, 박지식**
 (* 삼성종합기술원, ** 삼성전기)

1. 서론

태양은 지구의 모든 생명력의 원천이며, 가장 깨끗하고 무한한 에너지원이다. 인간은 태양에너지에 대하여 잘 알지 못하던 원시시대부터 태양에너지를 이용하여 왔으며, 인간의 의·식·주와 함께 에너지도 인간의 생활에 필수적인 요소이다.

최근 지구환경 보존에 대하여 전세계적인 관심이 고조되고 있으며, 지구환경은 인간의 생존과 직결되는 문제이므로 지구오염의 주원인이 되고 있는 기존의 화석에너지를 대체할 수 있는 깨끗한 에너지원으로서의 태양에너지 이용이 반드시 필요하다는 인식이 높아지고 있다.

이 글에서는 환경오염이 거의 없으며, 유일하게 무한한 에너지원인 태양의 빛을 전기에너지로 바꾸어 이용하는 기술에 대한 개발동향, 시장동향 및 전망에 대하여 정리하였다.

2. 대체에너지의 분류 및 특징

2.1 대체에너지의 분류

지구에 도달하는 태양에너지는 1.2×10^{14} kW 정도로 태양에너지 2시간 분량은 전체 지구상의 1년간 에너지 소비량(1×10^{14} kWh)에 해당될 정도이다. 태양에너지를 직접 이용하는 것으로 태양광(Photovoltaic Power) 및 태양열(Solar Heat Power) 이용을 들 수 있으며, 간접 이용기술로는

풍력(Wind Power), 수력(Hydroelectric Power), 파력(Wave Power) 이용기술 등이 있다.

태양에너지는 거의 무한한 기간동안 이용할 수 있는 에너지로 분류되며, 인류의 에너지 이용 역사에 따라 대체에너지(Alternative Energy)로 분류하고 있으며, 에너지의 형태에 따라 신·재생에너지, 청정에너지(Clean Energy) 등으로 분류하기도 한다.

그림 1은 대체에너지 분류기준에 따라 에너지의 종류를 나타낸 것이다.

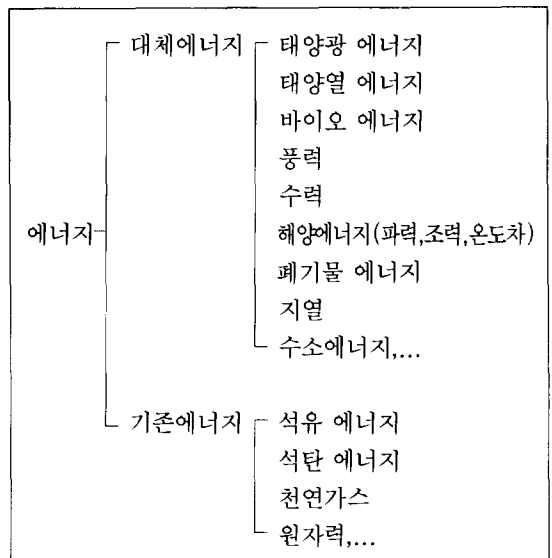


그림 1. 대체에너지 분류기준에 따른 에너지 분류

2.2 대체에너지의 특징

대체에너지는 현실적으로 에너지원의 다양화에 기여하고, 기존에너지원인 화석자원이 갖는 유한성과 환경에의 비가역적 영향을 최소화할 수 있는 이상적이고 깨끗한 에너지라는 기본 특성을 지니고 있어, 장기개발 발전형 에너지로 매우 각광을 받고 있다.

대체에너지 분류에 따른 각각의 에너지원의 특성을 보면, 태양에너지와 풍력에너지는 에너지밀도는 작으나 거의 무한한 에너지를 보유하고 있으며, 수력·지열에너지는 입지환경조건에 따른 제약을 받고 있는 약점이 있다.

이러한 특성을 지니고 있는 대체에너지는 석유에너지로 대별되는 화석에너지원을 대체하는 면뿐만 아니라, 국제적인 관심사인 지구 환경문제에 대한 대책 측면을 지니고 있다. 특히, 태양에너지나 풍력 등은 이산화탄소, 황산 가스, 질산가스 등의 발생이 전무한 완전한 청정에너지원이다.

3. 태양광 에너지의 특성

3.1 태양광 에너지의 이용

태양에너지 이용은 주로 적외선 영역의 태양에너지를 이용하는 태양열 에너지 이용과 가시광선 영역의 빛을 전기에너지로 직접 전환시켜 사용하는 태양광 에너지 이용기술로 대별할 수 있다.

태양광 에너지 이용기술은 소형계산기, 손목시계 등의 전자제품의 전원으로 사용하는 것과 주택, 낙도, 대형 태양광발전소 등에 사용되는 태양광 발전용으로 구분된다.

태양광발전 시스템은 태양전지 이외에도 인버터, 축전지, 가대 등의 주변장치로 구성되며, 다음과 같은 기능이 필요하다.

- 태양빛을 모아 전기에너지로 바꾸어 주는 기능(태양전지)
- 발생한 전력을 저장하는 축전기능(축전장치)
- 발생한 전력을 교류로 변환하는 기능(인버터)
- 전력계통이나 타전원으로서의 연계제어기능(연계장치)

태양광발전 시스템 전체에서 태양전지가 차지하는 투자비중은 50~60%이며, 대부분의 핵심기술을 가지고 있다.

- 일반적으로 태양전지가 갖추어야할 특성으로는,
- 빛에너지를 전기에너지로 바꿀때의 변환효율이 높을 것
 - 제조비용이 적을 것
 - 부품을 구성하는 재료의 량이 풍부할 것
 - 내구성이 높을 것
 - 공해를 유발하지 않을 것
- 등이다.

태양전지의 종류를 재료별로 구분하면, 실리콘(단결정, 다결정, 비정질형) 태양전지, GaAs 태양전지, CdS/CdTe, CuInSe 등이며, 구조별로 구분하면 Homojunction형, Heterojunction형 및 태양광을 집광시켜 전기를 만드는 집광형으로 분류할 수 있다.

3.2 태양전지의 동작원리

모든 물체는 에너지를 받게 되면 변화하게 되며, 에너지의 정도에 따라 전자가 높은 에너지 상태로 천이(transition) 혹은 자유전자가 되거나 한다. 약 150년전인 1839년 Becquerel이 전해질 용액 속의 전극이 빛 에너지를 받아 광전압(Photovoltaic)이 발생하는 현상을 최초로 발견하였다. 1873년 Smith에 의하여 selenium에서 광전도 현상이 일어난 것을 발견하였다. 1914년 copper/copper oxide 전지에서 변환효율(conversion efficiency) 1%를 달성하였다. 광전분야의 현대사는 1954년 Bell연구소의 Chapin 등이 단결정 실리콘 태양전지로 6%의 변환효율을 달성하여 시작되었다.

p-n 접합구조를 갖는 태양전지가 빛을 받으면 전하가 발생하게 되며, 이때 생성되는 전하는 전기장(built-in electro-static field)에 의하여 전자들

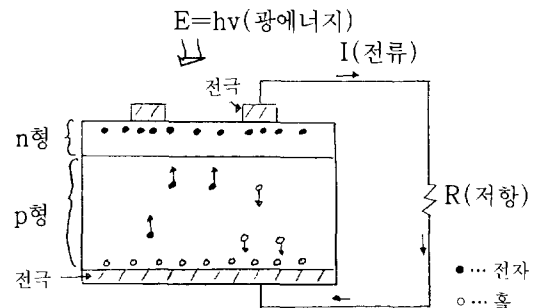


그림 2. 태양전지의 기본구조

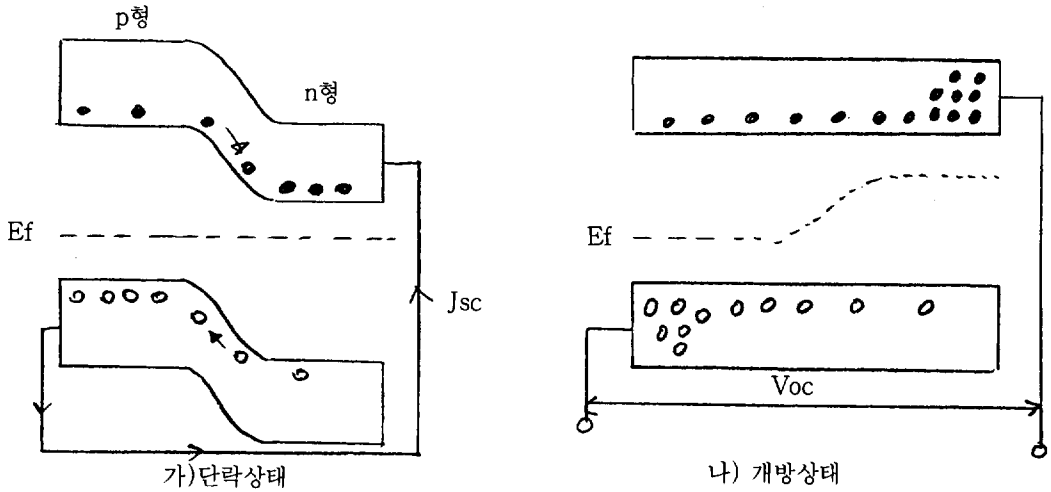


그림 3. p-n 접합 태양전지 에너지띠 모형

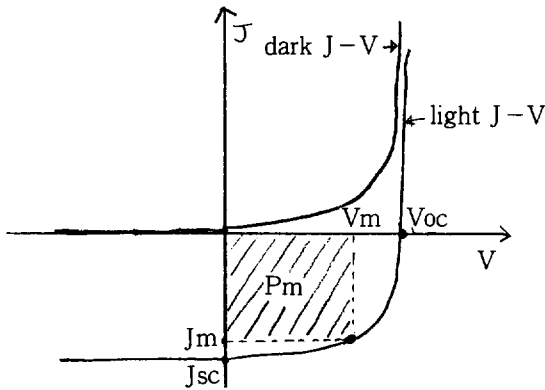


그림 4. 빛 상태(Illuminated)에서의 J-V 특성곡선

은 n형 반도체 쪽으로, 홀은 p형 반도체 쪽으로 이동하게 된다. 그림 2는 광전지(photovoltaic cell)의 기본구조를 나타낸 것이다.

광전현상을 에너지띠 모형(energy band diagram)을 사용하여 물리적인 방법으로 설명하면 그림 3과 같다. 그림 3의 가)는 p-n 접합층을 저항없이 연결한 것과 같은 상태인 단락상태를 나타낸 것이며 이때 대부분의 전자는 n형 반도체 쪽으로, 홀은 p형 반도체 쪽으로 이동하게 된다. 그림 3의 나)는 p-n 접합층에 무한대의 저항을 연결한 것과 같은 상태인 개방상태를 나타낸 것이며, 전자는 n형 반도체에 모이게 되며 홀은 p형 반도체에 모이게

되며, p-n 접합층 사이에는 전기장이 생기게 된다.

이러한 태양전지는 p-n 접합 다이오드 특성을 가지며, 빛을 받는 경우, 그림 4와 같게 된다.

PN 접합 다이오드 특성곡선에 따라 빛을 받을 때의 이상적인 태양전지(ideal cell)의 전류밀도는,

$$J = J_0 [\exp(qV/kT) - 1] - J_L \quad (1)$$

A는 다이오드 quality factor, k는 Boltzmann constant, T는 절대온도, J_L 은 빛에 의하여 여기되는 전류밀도를 나타낸다.

변환효율 η 은

$$\eta = P_m / P_{in} \quad (2)$$

P_m 은 최대 power, P_{in} 은 들어오는 빛의 power이다. P_m 은,

$$P_m = ff \cdot J_{sc} \cdot V_{oc} \quad (3)$$

로 표현할 수 있으며, ff 는 $0 < ff < 1$ 인 값을 가지며, 충실도(fill factor)라 한다. 결국 변환효율 η 는,

$$\eta = ff \cdot J_{sc} \cdot V_{oc} / P_{in} \quad (4)$$

가 된다.

4. 태양광 에너지 기술개발 현황 및 전망

4.1 태양광 에너지 개발역사 및 전망

태양광 에너지 개발의 역사를 요약하면,

1) 기초연구 단계(1953~1973)

- Bell 연구소에서 단결정 실리콘 태양전지 발명(1953년)

- 인공위성에 최초 도입(1958년), 8년간 작동
- 2) 연구기반 구축단계(1974~1984)
 - 미국 국가주도 연구시작(1973)
 - 일본 국가주도 연구시작(1974)
 - 국내학계 연구시작(1980)
- 3) 연구개발 위축단계(1985~1991)
 - 미국 80년(최대 투자년도) 대비 예산 50% 이상 감축
 - 일본 82년(최대 투자년도) 대비 예산 20% 감축
- 4) 연구개발 활성화단계(1992~현재)
 - 일본, 미국 및 유럽 투자 확대 시작
 - 미, 일등에서 전체에너지에서 1%이내 차지
- 5) 2000년대
 - 현재의 발전량의 20~30배 정도 예상(1,500MW 예상)
- 6) 2050년대
 - 우주발전, 사막발전 등을 통하여, 기존에너지의 50% 이상 차지

표 1은 태양광 에너지 이용기술의 년도별 현황 및 예측을 요약한 것이다.

표 1. 태양광 에너지 이용기술의 년도별 현황 및 예측

년도별 기술주요	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2050
기초연구 (1953-1973)	<ul style="list-style-type: none"> ● Bell연구소에서 e-Si 태양전지 발명 ● 인공위성에 최초 도입(8년간 작동) 						
연구기반구축 (1974-1984)	<ul style="list-style-type: none"> ● 미국 국가주도 연구시작 (National Photovoltaic Project) ● 일본 국가주도 연구시작 (Sunring Project) ● GaAs태양전지 인공위성 장착(러시아) ● a-Si, p-Si 태양전지 개발 ● 미국 500kW급 발전소 가동 ● 일본 주택용 분산배치를 발전시작 ● 일본 전자계산기에 이용시작 ○ 과학원 인세대, 서울대등 기초연구 시작 						
연구개발위축 (1985-1991)	<ul style="list-style-type: none"> ● 미국 80년대비 예산 75% 감축 ● 일본 82년대비 예산 20% 감축 ○ 전자계산기 연구개발 시작 ● 전자계산기 전용용 기술 활성화 ● 우주발전연구 본격화 						
현재 (1992-1993)	<ul style="list-style-type: none"> ● 일본 투자확대 시작 ● 48kW/년 생산, 3-4\$/Wp ● 미국 에너지정책 전환 						
2000년대 (2000-2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현 발전량의 20~30배 ○ 발전기술 활성화 ○ 우주발전 기술성숙 						
2050-2100년대	<ul style="list-style-type: none"> ○ GENESIS 가능 ○ 우주발전 가능 						

(※지구환경문제, 에너지문제 완결해결가능)

4.2 각국의 기술개발 현황

4.2.1 미국

미국은 Clinton 집권이후 대체에너지분야에 집중적인 투자가 있을 것으로 분석되며, 이미 관련 단체들이 집중적으로 청사진(Blueprint)을 Clinton 진영에 제출하고 있다. 작년 10월에는 석유의 의존도를 줄이기 위한 목적을 갖는 에너지 정책법이 의회를 거쳐 대통령의 서명으로 공포되었다.

미국의 태양광발전 계획은 크게 지상용 및 우주발전계획으로 대별된다. 1972년 지상용 발전은 NSF(National Science Foundation), 우주발전은

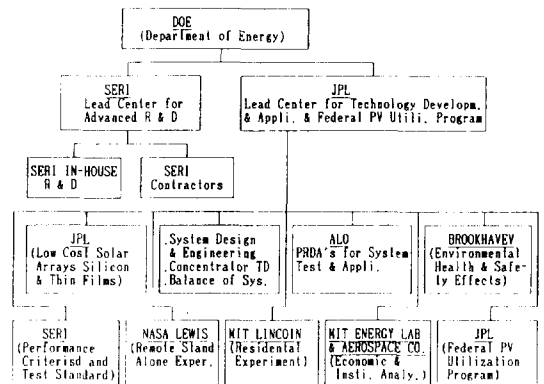


그림 5. 미국의 태양광 발전기술 개발체제

표 2. 대체에너지분야 미국의 연구개발 예산

(단위: 천 \$)

구분	년도				
	'87	'88	'89	'90	%
Solar Building	8,181	5,950	5,365	4,205	4.4
태양광	40,678	40,600	35,000	35,000	40.4
태양열	25,885	23,000	15,000	15,382	16.3
바이오	27,326	24,200	13,435	16,580	17.5
풍력	24,825	16,750	8,839	9,350	9.9
해양	4,811	4,500	4,105	4,178	4.4
국제관계	962	750	1,000	1,054	1.1
기술이전	2,983	2,500	2,400	1,823	1.9
SERI	2,244	545	642	657	0.7
자원평가	962	600	754	772	0.8
프로그램관리	5,767	4,798	5,134	5,105	5.4
합계	144,624	124,194	92,174	94,606	100

- 출처: Sonet System No. 43.

NASA에서 발족한 후, 1977년에는 에너지성(DOE ; Department of Energy)으로 이관되었다.

태양에너지를 포함한 대체에너지 개발을 위한 미국의 연구개발 체계는 그림 5와 같다.

DOE에 의하여 연구개발이 관리되며, 5개년 단위로 계획 수립 및 연구개발을 시행하고 있다. 표 2는 대체에너지분야 미국의 연구개발 예산이다. 이 표에서 보면 대체에너지 중에서 태양광에너지 개발에 가장 많은 투자를 하고 있는 것을 알 수 있다.

4.2.2 일본

일본은 최근 Kyocera가 전세계 태양전지 출하량 (47MW, '91년 기준)의 25% 이상을 연간 생산할 수 있는 생산공장을 건설할 계획 등으로 태양전지 업계가 활발해 지고 있다.

일본의 대체에너지 기술개발은 1974년 Sunshine 계획의 추진 일환으로 통산성 산하에 『신에너지 종합 개발기구(NEDO ; New Energy and Industrial Technology Development Organization)』가 설립 되면서 본격화 되기 시작하며, 통상산업성(MITI)가 공업기술원(AIST ; Agency of Industrial Science and Technology), NEDO를 총괄 관할하고 있다.

연구개발체계는 그림 6과 같다.

Sunshine Project는 아래의 4개 분야로 구성되어 있다.

- ① 태양에너지(Solar energy)
- ② 지력(Geothermal energy)
- ③ 석탄액화 및 가스화(Gasification and lique-

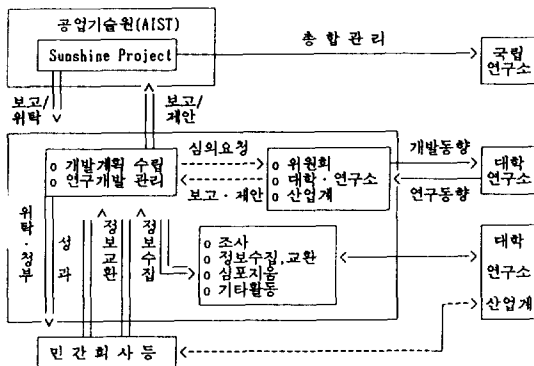


그림 6. 일본의 태양광 발전기술 연구개발체계

표 3. 일본의 신·재생에너지 분야의 연구개발 투자현황 (단위 : 억엔)

구분 \ 년도	'75	'80	'85	'90	(%)
태양에너지	10.9	95.4	91.7	73.2	29.5
지열에너지	11.4	80.1	73.4	53.8	21.7
석탄에너지	8.6	85.5	256.5	111.3	44.8
수소에너지	4.6	9.5	2.6	1.1	0.4
총합 연구	2.5	5.5	6.6	6.5	2.6
국제 연구	-	6.8	0.7	0.7	0.3
기타	1.6	3.6	6.3	0.2	0.1
합계	39.6	286.5	437.8	248.2	100

-출처 : Energy (1991. 9)

faction of coal)

④ 수소에너지(Hydrogen energy)

'90년 신·재생에너지 분야의 연구개발 투자는 약 250억엔으로 이 가운데 태양에너지 분야는 73억 엔으로 전체의 30% 정도이다. 표 3은 일본의 신·재생에너지 분야의 연구개발 투자현황을 나타낸 것이다.

4.2.3 유럽

유럽은 환경문제에 있어서는 어느나라보다도 관심이 높으며, 최근 유럽 에너지 위원회에서 지금까지의 2005년의 대체에너지 목표를 2배로 높이는 등 투자계획을 확대하고 있다.

유럽은 환경문제에 관하여서는 미국, 일본보다 관심과 노력이 앞서 왔으나 대체에너지에 관한 수요 및 투자는 다소 부족한 형편이다.

4.2.4 국내

국내 기업에서는 소각시설, 하수처리장 건설 및 오·폐수 고도처리, 산업폐기물처리, 자체 기술개발에 중점을 두고 있으며, 향후 2000년까지 3~4조원에 달하는 폐기물 소각시설 설치사업에 대한 기술 선점을 위하여 삼성, 현대, 대우 등 14개 그룹사가 일본·독일·미국 등과의 기술제휴를 추진하고 있다. 그러나 아직 태양광에너지 분야에 대한 투자 확대 계획은 준비되지 않고 있다.

우리나라의 대체에너지 개발체계는 미국, 일본

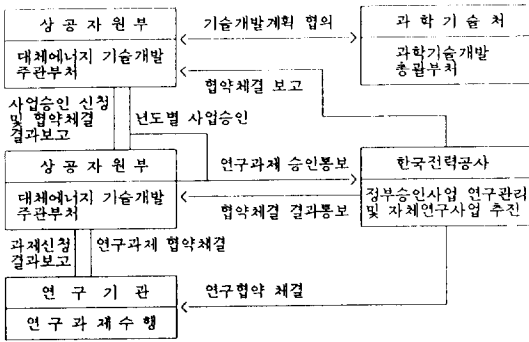


그림 7. 우리나라의 대체에너지 연구개발 추진체계

등과 같이 국가주도하의 종합적이고 체계적인 구조를 갖고 있지 못한 실정이며, 연구개발 참여업체도 미미한 형편이다. 최근 대체에너지 개발의 필요성이 강조되기 시작하면서 체계적인 연구개발 체계에 대한 연구도 진행중이다. 그림 7은 국내의 연구개발체계이다. 태양전지 개발업체는 대부분 이 체계에 따라 연구개발중이다.

태양에너지는 전체 공급된 대체에너지의 약 3.1%이며, 부존량은 전체 대체에너지의 99% 이상인 116억 TOE 정도이다. 표 4는 대체에너지에 의한 에너지공급 실적(1991년)을 나타낸 것이다.

1991년 우리나라의 대체에너지가 전체 에너지에

표 4. 대체에너지에 의한 국내 에너지공급 실적(1991년)

구분	태양에너지	매탄가스	폐기물	소수력	기타	계
공급(TOE)	12,700	24,700	318,700	18,600	37,900	412,600
%	3.1	6.0	77.2	4.5	9.2	100

-출처: 제 159 회 정기국회 보고자료(동력자원부, 1992. 10)

표 5. 대체에너지 개발현황 및 정부 계획

구분	실적	제 2 단계	제 3 단계
계획기간	'91	'92 - '96	'97 - 2001
개발목표	연구기반 구축 금융지원	실용화기반 구축 수요개발, 시범보급	기술자립달성
보급목표 (총에너지비)	0.5%	1.0%	3.0%
총투자비(억원)	428	1,464	3,033
정부투자	288	770	1,570

-출처: 동력자원부(1992. 6)

서 점유한 비율은 0.4%이며, 2001년에는 3%로 확대시키는 것이 정부의 계획이다. 그림 8은 대체에너지 이용량 및 국내 총 에너지소비량 대비 대체에너지 점유율의 실적 및 계획을 나타낸 것이다.

우리나라의 태양광 에너지 개발은 상공자원부 주관으로 추진체계를 구성하여 국가 지원하에 이루어지고 있으나, 아직은 체계 및 예산이 미미한 편이다. 국가 예산은 1991년 288억(대체에너지 전체)이며, 이중 35% 정도가 태양광 에너지 개발에 투자되었다.

정부에서는 대체에너지 개발을 위하여, 단계별(1

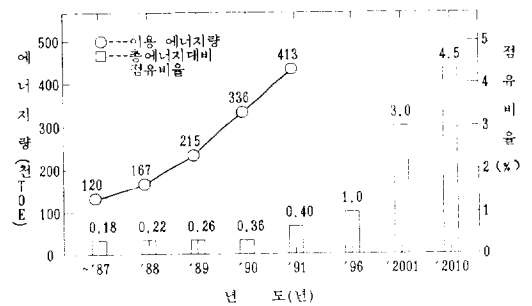


그림 8. 대체에너지 이용량 및 국내 총에너지소비량 대비 대체에너지 점유비율의 실적 및 계획 (출처: 에너지관리공단, (1992. 7))

단계 : '92-96, 2단계 : '97-2001) 개발 목표를 설정하고, 각 단계별로 각각 770억, 1570억을 지원할 계획이다. 표 5는 대체에너지 개발현황 및 정부 계획을 나타낸 것이다.

5. 태양광발전 시장현황 및 전망

5.1 시장현황

표 6과 그림 9는 세계 태양전지의 국가별 출하실적을 나타낸 것이다. 일본과 미국이 선두다툼을 하고 있으며, 유럽이 다소 처지고 있다.

표7 및 그림 10은 세계 태양전지의 종류별 출하실적을 나타낸 것이다. 실리콘계 태양전지가 시장의 대부분을 차지하고 있으며, 그중 다결정 실리콘 태양전지의 성장율이 가장 높으며, 비정질 실리콘 태양전지의 성장이 급격히 둔화되고 있음을 알 수 있다.

주요 생산회사별 출하현황은 표 8과 같다. 미국

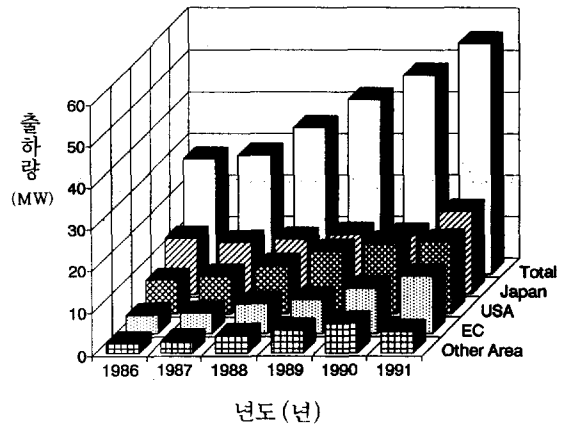


그림 9. 국가별 태양전지 출하실적 추이

의 Siemens가 '88년 이후 1위를 고수하고 있으며, 2, 3, 4위간에 경쟁이 매우 치열하다. Siemens는 '89년에 미국의 ARCO Solar사를 구입하였으며, 외국인 소유 미국기업으로 올해 처음 미국의 개발에 산을 배정받았다. 일본의 Kyocera의 성장율이 가

표 6. 국가별 태양전지 출하실적 추이

	1986년		1987년		1988년		1989년		1990년		1991년	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
미 국	7.8	26.7	8.7	30.4	11.3	32.1	14.7	34.9	16.7	35.0	17.1	30.9
일 본	13.4	49.1	12.4	43.4	13.0	36.9	14.2	33.7	14.0	29.1	19.8	25.8
유 럽	4.3	15.8	16.4	16.4	6.9	19.6	7.9	18.8	10.5	21.9	13.4	24.2
기 타	2.3	8.4	9.8	9.8	4.0	11.4	5.3	12.6	6.7	14.0	5.0	9.1
합 계	27.3	100.0	28.6	100.0	35.2	100.0	42.1	100.0	48.0	100.0	55.3	100.0

- 출처 : Photovoltaic Report Insider's Report (1991.6)
Photovoltaic News(1992.10)

표 7. 세계 태양전지의 종류별 출하실적 추이

(단위 : MW)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	%
단결정	2.5	9.9	9.9	11.5	13.1	17.9	16.4	19.7	35.6
다결정	1.3	3.2	4.5	6.3	7.9	10.7	15.3	20.9	37.8
비정질	0.6	3.0	5.8	10.7	13.9	13.1	14.7	13.7	24.9
집광형	0.9	4.6	0.1	0.1	0.2	0.2	0.03	0.04	-
기 타	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.05	1.0	1.7
합 계	5.4	20.8	23.7	28.6	35.2	42.1	46.48	55.34	100

- 출처 : Photovoltaic News(1991.6)
Photovoltaic News(1992.10)

전세계의 태양광 에너지 이용은 현재 약 50MW의 20~30배인 1,000~1,500MW 정도로 보고 있다.

6. 결 론

지금까지 태양에너지 이용을 중심으로한 대체에너지 개발현황 및 시장현황을 알아 보았다.

태양에너지 이용전망에 관하여 몇가지 결론을 요약하면 다음과 같다.

① 지금부터의 대체에너지 개발에 대한 노력은, '90년대 초까지의 단순히 기존에너지원에 다양성을 부여하기 위한 대체에너지원 개발의 성격에서 지구 환경 보존이라는 물결에 따라, 매우 확대될 것으로 예측된다.

② 현재 국가 전체 에너지원에서 대체에너지원이 차지하는 비중은 미국 및 일본이 5% 미만이며, 우리나라는 1% 미만으로 미미하나, 앞으로 크게 확대될 가능성이 높다. 현재까지 미국, 일본등은 2000년대 까지 10% 이상을 목표로 하고 있으나, 최근 미국에서 지금까지 목표의 2배 이상인 20% 이상으로 목표를 수정할 움직임이 있을 정도이다.

③ 대체에너지 종류별 각국의 이용실태는 각국의 환경에 따라 다소 차이가 있으나, 폐기물 소각열 에너지 이용이 가장 많은 부분을 차지하고 있으나, 무한한 에너지원이고 첨단기술이 필요한 태양에너지 이용기술에 가장 많은 투자를 해오고 있고, 태양광

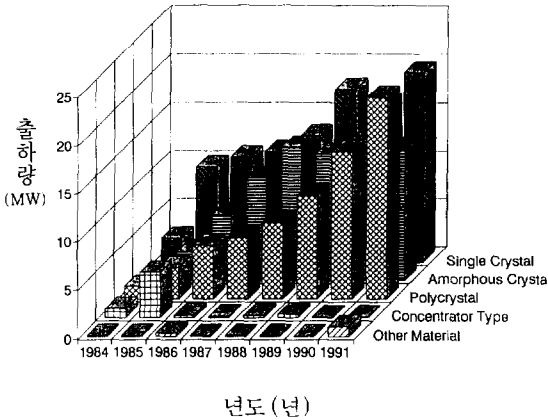


그림 10. 세계 태양전지의 종류별 출하실적 추이

장 높은 것을 알 수 있다.

5.2 시장전망

태양광 에너지 이용기술의 시장성은 대체에너지란 용어가 의미하는 바와 같이 기존의 기존에너지 시장을 대체하는 성격을 가지고 있으며, 시장성 판단에는 지구환경 보전 노력에 따른 청정에너지(CLEAN ENERGY) 사용 확대 노력이 가장 큰 시장성 확대 요인이 되고 있으며, 또한 각국이 벌이고 있는 제조원가 절감 또한 시장확대에 큰 요인으로 판단되고 있다. 일본 및 미국에서는 2000년대

표 8. 세계 주요기업의 태양전지 출하현황

출하순위				제조회사(국명)	출하량(MW)				주요 태양 전지 종류
'91	'90	'89	'88		'91	'90	'89	'88	
1	1	1	1	Siemens Solar (미국)	9.0	7.0	6.5	5.5	C-Si
2	3	3	2	Sanyo (일본)	6.0	4.9	4.8	4.8	a-Si
3	4	5	6	Kyocera (일본)	5.8	4.5	2.5	1.7	P-Si
4	2	2	2	Solarex (미국)	5.6	5.4	5.0	3.2	P-Si
5	5	5	4	Kaneka (일본)	3.1	2.5	2.4	2.2	a-Si
6	9	8	6	BP Solar (영국)	2.2	1.4	1.4	1.3	C-Si
7	6	9	6	Telefunken (독일)	2.1	1.7	1.2	1.3	C-Si
8	8	12	7	Photowatt (프랑스)	1.8	1.5	0.8	0.8	C-Si
9	7	7	6	Taiyo Yuden (일본)	1.6	1.6	1.5	1.3	a-Si
10	12	11	-	Italsolar (이태리)	1.5	1.0	0.8	0.4	C-Si
10	11	11	-	Helios (이태리)	1.5	1.2	0.8	0.3	C-Si

이용기술이 매우 성숙한 단계에 오고 있어 태양광 에너지 이용기술의 시장성이 매우 좋아지고 있다.

④ 태양광발전 시스템의 보급가능성을 좌우하는 요소는, 기존의 에너지원의 발전 원가와의 경쟁력에 있다. 우리나라의 전력 발전원가는 1989년에 30원/kWh이었으며, 원자력 24원/kWh, 수력 29원/kWh, 화력 140원/kWh등이다. 2000년에 태양광발전과 가장 경쟁대상이 될 것으로 보는 LNG 복합화력의 발전원가는 약 180원/kWh로 예상되며,

2000년에 태양광발전은 태양전지의 가격이 2\$/Wp, 수명 20년, 효율 20%일 경우 약 190원/kWh로 예측되며, 태양전지의 가격이 1\$/Wp, 수명 20년, 효율 20%일 경우 약 120원/kWh로 예측된다.

따라서 현재 3~5\$/Wp정도인 태양전지의 가격을 2000년에 1~2\$/Wp로 제조할 경우, 수MW급 대규모 태양광발전 시스템 및 수kW급 주택용 발전시스템이 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.



박종목(朴鍾穆)

1944년 9월 12일생, 1970년 한양대 공대 무기재료공학과 졸업. 1990년 한양대 대학원 무기재료공학과 졸업(석사). 1972~78년 한국과학기술원 근무. 1978~83년 삼성코닝 근무. 1983~87년 삼성 반도체 통신 근무. 현재 삼성종합기술원 신소재 응용연구소 에너지/환경연구실장 연구위원



박지식(朴志植)

1955년 10월 4일생, 1978년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1984년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 삼성전기(주) 종합연구소, 수석연구원, 당학회 편집위원



지일환(池一煥)

1959년 1월 12일생, 1981년 연세대학교 물리학과 졸업. 1983년 연세대 대학원 물리학과 졸업(석사). 1985~86년 삼성반도체 통신 근무. 현재 삼성종합기술원 신소재 응용연구소 에너지/환경연구실 선임 연구원