

신·재생에너지 알아보기

1차시. 태양광에너지

제 1 장 서론

1. 신·재생에너지

(1) 문명의 발달

- 석탄을 에너지원으로 처음 사용한 이래, 인류는 지난 200년간 화석연료로부터 성장 동력을 얻어 급격한 문명의 발달을 이룸
- 현재 화석연료의 고갈에 의해 세계 각국의 에너지 자원 확보 경쟁은 날이 갈수록 심화
 - 화석연료 사용에 따른 범지구적 환경문제 역시 심각하게 드러남
- **미래 사회를 위한 새로운 성장 동력의 개발과 동시에 잠재적 환경문제를 대처할 수 있는 에너지를 확보하는 것이 현재 인류가 풀어야 할 중요한 과제**

(2) 석유의 고갈

- 20세기 중후반까지 가장 많이 사용되던 석탄은 기술·경제적 효율 및 활용성의 제약으로 인해 점차 국제화된 영역에서만 사용되고 있으며, 석탄을 대신하여 석유가 현재 인류의 주요 에너지원
- 매장량 고갈로 인해 나날이 산유량은 감소하고 있으며, 산유국의 국제정세 불안과 투기자금의 유입 등으로 인해 국제 유가는 날마다 요동치고 있음다.
- 2차례의 석유 파동을 거쳐 90년대에 안정세를 유지하던 유가는 2000년에 접어들면서 급속히 상승하여 2008년 7월에는 무려 배럴 당 145달러의 사상 최고가를 이룸
- 이후 국제 경기 악화로 인하여 세계 석유수요가 감소함에 따라 다시 안정세로 돌아서고 있지만, 여전히 한 공급량 부족과 석유수출국기구(Organization of Petroleum Exporting Countries, OPEC)의 자원 통제 강화 및 고유가 정책으로 인해 향후 언제든지 다시 급등할 가능성이 높은 것으로 전망

(3) 정의 및 특성

① 정의

- 신재생에너지는 ‘신에너지 및 재생에너지 이용, 개발, 보급 촉진법 제2조’에 의해 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지임
 - 재생에너지 : 태양열, 태양광, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 폐기물에너지 등
 - 신에너지 : 연료전지, 석탄액화가스화, 수소에너지

② 특성

- 지속 가능한 에너지 공급체계를 위한 미래에너지원
 - 환경친화형 청정에너지 : 화석연료 사용에 의한 CO₂ 발생이 거의 없음
 - 비고갈성 에너지 : 태양광, 풍력 등 재생가능 에너지원으로 구성
 - 공공미래에너지 : 시장창출 및 경제성 확보를 위한 장기적인 개발 보급 정책 필요
 - 기술 에너지 : 연구개발에 의해 에너지 자원 확보 가능

2. 대체에너지의 필요성

- 인류는 지구 온난화라는 유래 없는 범지구적 환경 위험에 직면하게 되었으며, 이를 방지하기 위하여 국제사회는 기후변화협약을 채택하고 의무감축 방안을 설정, 시행

- 각 국가는 화석연료의 고갈에 대비하고 지구 온난화도 막을 수 있는 새로운 에너지 시스템으로의 전환이 반드시 필요하게 되었다.
- 현재 세계는 자연을 에너지원으로 이용하는 신·재생에너지를 미래의 새로운 성장 동력으로 주목하였으며, 유럽을 중심으로 한 선진국에서는 이미 수많은 기술들이 개발, 보급되고 있다. 독일, 덴마크 등의 선발 주자들은 자국 내 에너지 시스템의 상당 부분을 신·재생에너지로 전환하는 데에 성공하고 있다.
- 그러나 현 단계에서 신·재생에너지는 효율이 떨어지고 경제성 측면에서 경쟁력을 갖추지 못하고 있으며, 불안정한 전력 생산으로 인하여 기존 화석연료가 담당하던 기저부하를 대체하기 어려운 실정이다. 따라서 이러한 문제점들을 발빠르게 해결하여 **친환경적인 에너지 시스템을 구축하는 것이 현재 각 국가들이 가장 급선무 과제**가 되고 있다.

주요국의 재생에너지 공급량¹⁾

(단위: 천 toe, %)

	수력	풍력	바이오	폐기물	지열	태양광	태양열	해양	합계	비중(%)
미국	22,556 (17.8)	4,555 (3.7)	80,537 (63.7)	8,975 (7.1)	8,449 (6.7)	126 (0.1)	1,456 (1.2)	0 (0.0)	126,589 (100.0)	5.3
독일	2,157 (7.2)	3,245 (10.8)	18,997 (63.4)	4,646 (15.5)	229 (0.8)	354 (1.2)	333 (1.1)	0 (0.0)	29,957 (100.0)	8.8
일본	6,662 (40.5)	210 (1.3)	4,969 (30.2)	1,553 (9.5)	2,389 (14.5)	180 (1.1)	474 (2.9)	0 (0.0)	16,437 (100.0)	3.5
덴마크	2 (0.06)	554 (16.5)	1,873 (55.9)	890 (26.6)	19 (0.6)	0 (0.0)	11 (0.3)	0 (0.0)	3,350 (100.0)	18.7
프랑스	5,4656 (27.9)	455 (2.3)	11,323 (57.8)	2,165 (11.1)	106 (0.5)	3 (0.02)	41 (0.2)	41 (0.2)	19,600 (100.0)	7.4
영국	740 (12.7)	568 (9.7)	3,679 (63.0)	805 (13.8)	1 (0.01)	1 (0.01)	52 (0.9)	0 (0.0)	5,847 (100.0)	2.5
한국 (IEA)	445 (13.3)	35 (1.0)	581 (17.4)	2,224 (66.4)	15 (0.4)	23 (0.7)	26 (0.8)	0 (0.0)	3,349 (100)	1.3
한국 (국내) ²⁾	792 (11.6)	176 (2.6)	755 (11.0)	4,862 (70.9)	33 (0.5)	166 (2.4)	29 (0.4)	0.223 (0.003)	6,856 (100.0)	2.6

제2장 태양광에너지의 개념

- 태양으로부터 얻는 에너지로서 태양에너지를 이용하는 방식은 태양빛을 전기 생산에 이용하는 태양광발전과 집열 장치로 태양에너지를 모아 난방·온수용 열을 생산하는 태양열 장치로 나뉜다.
- 그밖에도 빛을 모아 요리하는 태양열 조리기, 접시 모양 응집기로 빛을 모아 수백 도 이상의 열을 발생시

1) IEA(2010), World Energy Balance 2008.

<http://www.iea.org/stats/index.asp> [2010.1.18]

2) 한국의 국내 통계치는 2011년 발표자료이다. 에너지관리공단 신·재생에너지센터(2011). 「신·재생에너지 보급통계」.

키는 접시형 집열 장치, 포물선 형태로 구부러진 반사판으로 빛을 모아서 열을 얻는 장치, 거대한 태양열 응집기로 수천 도의 열을 만들어서 발전하는 태양열 응집기로 수천 도의 열을 만들어서 발전하는 태양열 발전기, 태양열 건조장치, 태양열 냉방장치 등 다양한 것들이 있다. 그러나 현재 세계적으로 널리 사용되고 있고 앞으로 빠르게 확산될 것으로 전망되는 것은 태양광 발전기와 태양열 집열 장치이다.

- ① 태양광에너지는 영구적으로 고갈되지 않는 환경 친화 에너지이다.
- 전문가들은 땅 속에서 채취하는 화석에너지는 매장량이 한정되어 있어 석유는 20년, 가스는 40년 후에 바닥이 날 것이라고 한다. 더욱이 화석에너지는 엄청난 양의 오염물질을 배출해 빠른 속도로 지구의 환경을 파괴하고 있다.
 - 이에 반해 현재 태양에너지의 이용 가능량은 전세계 연간 에너지 소요량의 2,850배에 달하는 등 지구상에 막대한 부존량을 갖고 있어 자체조달이 가능하여 에너지 안보 측면에서 유리하다. 또한 연료와 폐기물이 전혀 발생하지 않는 미래에너지이다. 환경 오염을 줄이고, 안정적인 에너지원 확보를 필요로 하는 현 시점에서 태양광 에너지 개발은 어느 때보다 절실하다.
- ② 신성장 동력으로 국가 경제 및 경쟁력 향상에 기여한다.
- 세계 태양광 산업은 최근 3년간 연평균 40%의 성장세를 보이며 2010년이면 360억달러 규모의 거대 시장을 형성할 전망이다. 우리나라도 2012년 10만 가구의 태양광 주택 보급을 목표로 하는 등 정부의 적극적인 대체에너지 개발 의지에 힘입어 급속한 성장세를 이어나가고 있다.
 - 태양광산업은 소재, 반도체, 전기, 건설 등 여러 관련산업으로 이루어져 산업의 육성시 연쇄적인 성장과 시너지 효과를 이룰 수 있다. 또한 생산시설과 기술력 등의 인프라가 구축되면 엄청난 고용시장을 창출하고, 세계적인 수요가 높은 대체에너지 시장에서 최고의 이윤 창출 수단으로써 국가의 위상과 경쟁력을 높일 수 있다.
 - 태양광에너지 사업은 한국이 경쟁력을 가지고 있는 반도체 기술이 필수적인 분야로 각 업체들의 기술력 공유로 세계 시장에 선보일 수 있는 우수한 기술을 확보해야 한다.
 - 또한 재생에너지개발을 통한 탄소 감축 이행으로 지구 온난화 문제 해결은 물론 에너지주권과 국가 경쟁력을 확보하여 에너지 선진국으로 자리매김할 수 있도록 국가적인 지원을 아끼지 말아야 할 것이다.

제3장 태양광에너지의 원리 및 장단점

1. 태양전지에 의한 발전원리

(1) 태양전지 (太陽電池 : solar cell, solar battery)

- 태양에너지를 전기에너지로 변환할 목적으로 제작된 광전지로서 금속과 반도체의 접촉면 또는 반도체의

PN접합에 빛을 조사(照射)하면 광전효과에 의해 광기전력이 일어나는 것을 이용한 것

- 금속과 반도체의 접촉을 이용한 것으로는 셀렌광전지, 아황산구리 광전지가 있고, 반도체 PN접합을 사용한 것으로는 태양전지로 이용되고 있는 실리콘광전지가 있음

(2) PN접합에 의한 발전원리

- 태양전지는 실리콘으로 대표되는 반도체이며 반도체기술의 발달과 반도체 특성에 의해 자연스럽게 개발됨

	<p>▶ 대표적인 결정질 실리콘 태양전지는 실리콘에 보론(boron:붕소)을 첨가한 P형 실리콘반도체를 기본으로 하여 그 표면에 인(phosphorous)을 확산시켜 N형 실리콘반도체층을 형성함으로써 만들어짐. 이 PN접합에 의해 전계(電界)가 발생함</p>
	<p>▶ 이 태양전지에 빛이 입사되면 반도체내의 전자(-)와 정공(+)이 여기되어 반도체 내부를 자유로이 이동하는 상태가 됨</p>
	<p>▶ 자유로이 이동하다가 PN접합에 의해 생긴 전계에 들어오게 되면 전자(-)는 N형 반도체에, 정공(+)은 P형 반도체에 이르게 됨. P형 반도체와 N형반도체 표면에 전극을 형성하며 전자를 외부회로로 흐르게 하면 전류가 발생됨</p>

2. 태양광에너지의 장단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> ① 에너지원이 청정·무제한 ② 필요한 장소에서 필요량 발전가능 ③ 유지보수가 용이, 무인화 가능 ④ 장수명(20년 이상) 	<ul style="list-style-type: none"> ① 전력생산량이 지역별 일사량에 의존 ② 에너지밀도 낮아 큰 설치면적 필요 ③ 설치장소가 한정적, 시스템 비용이 고가 ④ 초기투자비와 발전단가 높음

제4장 태양광에너지 발전기술의 현황

1. 해외현황

(1) 미국

- 미국은 지난 2007년 총 4,131백만 달러를 에너지 분야 R&D에 투자하였으며, 이 가운데 12%인 505백만 달러를 신·재생에너지 분야에 할당하였다. 미국의 신·재생에너지 R&D 예산은 2000년대 초반 미국의 대외적 여건에 의해 소폭 감소하였으나, 2007년부터 다시 예산을 큰 폭으로 증가시킴
- 신·재생에너지 부문별 R&D 예산은 주로 태양에너지와 바이오에너지에 집중되어 있으며, 2007년 예산 폭을 크게 증가시켜 집중 육성하고 있는 반면, 수력 부문의 투자 비중은 2005년 4.9백만 달러에서 2006년 0.4백만 달러로 큰 폭으로 감소
- 첨단기술의 전략적 개발과 시장개척 및 상업화 지원, 100만호 Solar-roof 주택 보급사업 등에 의해 212MW 보급

(2) 일본

- 과거 일본 정부는 자국의 지리적·사회적 여건으로 인해 풍력발전 보급에 다소 소극적인 태도를 취해왔으며, 그 기간 동안 일본의 풍력발전은 주로 전력회사와 시민들 간의 공모를 통한 보급 형식으로 이루어짐
- 일본의 주요 에너지 정책은 기술 개발을 통한 에너지 효율성 향상에 집중되어 있음
 - 일본의 에너지 효율은 세계 최고 수준에 이르게 되었지만, 이것만으로는 의무감축국의 온실가스 저감량을 달성하는 데에 한계에 부딪침에 따라 기존의 노선에서 벗어나 재생에너지 보급에 적극적으로 나서고 있는 실정임

(3) 유럽

- 분야별 컨소시움 또는 EC를 통한 기술개발 및 실증시험 등 공동수행 중
- 복합가능 태양전지 모듈개발 및 복합 발전시스템 실용화 하고, 태양전지 모듈과 시스템의 실증시험 및 규격화 등 국가별, 공동체별 사업을 수행한다. 태양광발전 설비용량은 독일 5,340MW, 프랑스 179.7MW, 영국 22.5MW 등을 공급되고 있다.

2. 국내현황

(1) 우리나라의 재생에너지 주요 동향

- 2008년 현재 우리나라의 1차 에너지 소비량은 약 241백만 toe로, 세계 1차 에너지 소비량의 약 2%를 차지하고 있으며, 2000년부터 2008년까지 약 25%가량 증가

우리나라의 1차 에너지 소비량 추이³⁾

(단위 : M toe)

	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	00~08년 증가율(%)
1차 에너지 소비량	192.9	208.6	220.2	233.4	240.8	24.8
재생에너지 공급량	2.1	2.9	4.6	5.2	5.9	175.4

3) 2008년 신·재생에너지 보급 통계. 에너지관리공단 신·재생에너지센터. 2009.

- 2008년 8월, 정부에서는 향후 우리나라의 미래 에너지 계획 전반을 구상하고 실천 방안을 마련한 「제1차 국가에너지 기본계획」을 발표함
- 이 계획에 따르면, 에너지원별 공급 잠재량과 가능량, 기술수준, 경제성, 설비단가에 따른 투자규모, 국민경제 파급효과 및 산업연관효과 등을 고려하여 2030년까지 신·재생에너지의 보급 비중을 전체 1차 에너지 수요량의 11%까지 점차 확대

국가에너지기본계획에 의한 태양광에너지 공급 목표4)

(단위 : 천toe)

구분	2008년	2010년	2015년	2020년	2030년	연평균 증가율
태양열	33 (0.5)	40 (0.5)	63 (0.5)	342 (2.0)	1,882 (5.7)	20.2
태양광	59 (0.9)	138 (1.8)	313 (2.7)	552 (3.2)	1,364 (4.1)	15.3

(2) 우리나라의 재생에너지 자원 잠재량

- 우리나라의 자원지도 제작 연구를 수행하고 있는 한국에너지기술연구원의 자료에 따르면,5) 우리나라의 재생에너지 전체 잠재량은 2조 3,647억 toe이며, 이 중 실질적으로 사용 가능한 기술적 잠재량은 약 17억 5천만 toe정도인 것으로 나타났다.

국내 태양광에너지 잠재량6)

(단위 : 천 toe)

구분	부존 잠재량	가용 잠재량	기술적 잠재량	비고
태양열 에너지	11,159,495	3,483,910	870,977	태양열시스템 변환효율(25%) 고려
태양광 에너지			585,315	태양광시스템 변환효율(15%) 고려

(3) 기술개발 현황

- '70년대 초부터 대학과 연구소를 중심으로 연구 시작하여 '88년부터 대체에너지개발촉진법에 따라 정부 차원에서 기술을 개발
 - 저가화와 효율향상을 위한 태양전지 제조기술개발 및 시스템 이용기술개발을 병행하여 추진 중
- 2008년 현재 우리나라의 1차 에너지 소비량은 약 241백만 toe로, 세계 1차 에너지 소비량의 약 2%를

4) 제1차 국가에너지 기본계획. 국가에너지위원회. 2008년 8월.

5) 신·재생에너지백서 2008. 에너지관리공단. 2008년.

6) 부존 잠재량 - 한반도 전체에 부존하는 에너지 총량.

가용 잠재량 - 에너지 활용을 위한 설비가 입지할 수 있는 지리적인 여건을 고려한 값으로 활용 가능 에너지량을 산정.

기술적 잠재량 - 현재의 기술수준으로 산출될 수 있는 최종에너지의 양을 나타낸 값으로 기기의 시스템 효율 등을 적용.

차지하고 있으며, 2000년부터 2008년까지 약 25%가량 증가

(4) 태양전지⁷⁾

- 태양전지는 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환시켜주는 가장 작은 단위의 소자이다. 상업적으로는 실리콘을 이용한 태양전지가 주로 사용되고 있으며 사용목적에 따라 화합물 반도체를 이용한 태양전지도 실용화되고 있다. 특수한 소재 및 구조를 가지는 태양전지에 대한 연구도 진행 중이다.

가. 실리콘계 태양전지

- 결정질 실리콘계 태양전지(기판형)는 시스템화 연구를 통해 상품화 단계를 거친다. 다결정질 실리콘 박막형태양전지는 기초연구단계로 요소기술을 확보하였으나 상품화를 위한 제조설비의 투자비 과다로 사업화가 중단된 상태이다.

나. 화합물계 태양전지

- 결정화합물계 III-VI족 (CdTe, CuInSe₂ 등) 태양전지는 효율이 높은 것이 장점이나 저가화, 대면적화가 문제로 이러한 부분을 해결하기 위한 기초 요소연구를 수행중이다. 미래 박막형 태양전지로서 실용화를 위한 시스템연구를 기반성으로 추진하고 있고, 화합물 반도체는 에기연 등에서 기반기술을 확보했다.

제5장 태양광에너지 발전의 전망

1. 일반적으로 제기되는 환경적·사회적 문제점

- 태양광발전으로 인해 일반적으로 제기되는 환경적·사회적 문제들의 상당수는 태양광 발전 고유의 사안이 기보다는 제조업과 건설업에 공통적으로 적용되는 요소들이다.
- 지난 2003년 UNEP와 BASE에서는 투자자 입장에서 태양광시스템의 환경적·사회적 위험도를 평가할 수 있도록 태양전지의 생산에서부터 설치, 가동 후 폐기에 이르기까지 전 과정에서 발생할 수 있는 여러 영향요소들을 제시한 바 있다.⁸⁾
- 이 자료에는 태양전지의 생산과정에서 오염물질과 독성물질이 배출될 가능성, 작업자의 보건과 안전상의 위험성, 태양전지의 폐기 과정에서 발생할 수 있는 독성물질의 대기 배출, 토양과 지하수의 영향 등이 언급되어 있으며, 태양광발전소의 입지 및 건설·운영 과정에서 발생할 수 있는 환경적·사회적 문제 요소들로 토지 이용 및 시각적 영향을 포함하고 있다.

2. 국내 사례를 통한 환경적·사회적 갈등 원인 분석

- 2008년 말 현재 국내에는 약 357MW 용량의 태양광발전 설비가 가동 중이며, 이 중 사업용 설비가

7) 구와노 유키노리, 이면우 역, 태양전지란 무엇인가, 아카데미서적

8) UNEP, BASE. (2003) Environmental Due Diligence of Renewable Energy Projects Guidelines for Solar Photovoltaic Energy Systems.

298MW로 거의 대부분을 차지하고 있다.⁹⁾ 우리나라는 인구밀도가 높고 지가가 비싼 까닭에 대규모 태양광발전소를 건설하기 위한 입지가 제한적이다.

- 많은 태양광발전소들이 산지를 개발하여 건설되었으며, 산림 훼손 및 경관 파괴 등에 인한 갈등과 마찰 사례가 점차 늘고 있다. 이러한 갈등의 유형은 해외에서는 좀처럼 잘 나타나지 않는데, 이는 산지를 개발하여 태양광발전 시설을 건설하는 것에 대해 부정적인 입장을 취하여 허가를 내주지 않고 있기 때문이다.

- 현재 우리나라에서 논란이나 갈등이 빚어진 태양광발전소는 모두 계통연계형 사업용 발전소들이다. 하지만 2009년 8월 현재 전국에 1,200개가 넘는 사업용 태양광발전소가 가동 중인 점을 생각하면 태양광발전소 입지와 가동을 둘러싼 갈등은 발생 빈도가 매우 적은 편이라 할 수 있다.

(1) 갈등 쟁점

가. 생태계 훼손

- 태양광발전소가 산지에 입지할 경우 부지 건설, 진입도로 및 송전선로 공사 등으로 인한 지형변화의 문제, 양호한 식생의 훼손 문제, 토사 유출과 그에 따른 식수원 오염 문제, 경관상의 문제, 잡초 관리를 위해 제초제를 사용하는 데 따른 환경 문제 등이 예상된다.
- 또한 탄소 흡수율이 높은 수목이 서식하는 산지에 태양광발전소가 들어설 경우 태양광발전의 주된 장점인 탄소배출 저감효과가 상당부분 상쇄될 것이다.

나. 토지 이용

- 우리나라는 국토가 좁고 인구 밀도가 높아 토지 활용도에 대한 좀 더 신중한 고려가 필요하다. 만일 국가에너지 기본계획에 따른 2030년 태양광 보급 목표 3,504MW를 달성하기 위하여 모든 태양광발전소를 토지에 세우게 되면 70km²가 넘는 부지가 소요된다.¹⁰⁾
- 이러한 요인들에 의해 환경단체들은 점차 땅을 차지하는 대규모 태양광발전소에 대해 비판과 우려의 목소리를 나타내고 있다.

다. 동·식물 피해

- 태양광발전소의 건설은 산지에 입지하였을 경우 일반 건축토목 사업과 마찬가지로 서식지 파괴 및 파편화 등의 생태계 훼손을 불러올 수 있으나, 태양광발전소의 가동에 따른 생태적 피해는 세계적으로도 아직까지 보고된 바 없다.
- 그러나 국내에선 축사 주변의 태양광발전소 가동 때문에 돼지가 자주 유산을 하고 비육우의 체중이 저하되었다는 주장이 등장하였다. 전남 강진의 한 양돈 농가는 2008년 5월 주변에 태양광발전소가 가동되면서 기온이 상승하여 새끼 돼지가 폐사하고 돼지 유산이 늘었다고 전남도와 관계 당국에 민원을 제기하였다. 전남 장흥에서 한우를 사육 중인 농업인도 인접한 태양광 발전소가 2008년 6월부터 가동되면서 반사되는 빛과 열 때문에 소 체중 증가율이 둔화되어 피해를 입었다고 전남도와 청와대 등에 민원을 제기했다. 강원도 홍천에선 태양광 발전소가 주변 온도를 높여 논 수확량을 떨어뜨릴 수 있다는 주장을 내세워 태양광발전소 입지를 반대하고 있다.

9) 2008 신재생에너지 보급 통계. 에너지관리공단 신재생에너지센터. 2009.

10) 1kW 태양전지판이 차지하는 면적은 10m²면 되지만 겨울에도 그림자가 드리우지 않도록 간격을 두고 주변 지형의 간섭을 줄이자면 실제로 2~3배의 면적이 필요하다고 한다.

- 이러한 우려들은 세계적으로 보고·확인된 바가 없으며, 국내에서도 이런 주장이 객관적으로 입증된 적은 없다. 다만 축사 바로 옆에 설치된 태양광 발전소의 구형 인버터에서 야간에 소음이 발생하고 전자파가 계측된 사례는 있다.
- 이러한 문제 제기에 대해 전라남도는 지난 2009년 6월, 제3의 전문기관에 태양광 발전소 가동에 따른 환경영향을 전면 조사키로 하는 등 진상 파악 및 대처 방안 연구가 진행되고 있다.¹¹⁾ 그러나 전문가들은 이러한 갈등의 이면에 태양광발전소에 의한 실익이 없고 외지인에 의해 주도되는 개발 사업에 대한 정서적 거부감이 크게 작용하였기 때문으로 분석하고 있다.¹²⁾

라. 지역사회에 실익이 없는 개발 사업

- 최근 여러 기초·광역 지자체들이 태양광발전 사업에 대한 인·허가 기준을 대폭 강화하여 태양광발전소 건립을 억제하고 있다. 전남 강진, 전남 영광, 경북 울진, 경북 문, 전북 남원, 전남도, 경북도 등에서는 태양광발전 사업 허가나 개발행위 허가를 강화하는 지침을 마련하거나 규정을 엄격히 적용할 것을 강조하고 있다.
- 이는 이들 지역의 태양광 발전소 건립이 급증하였지만 고용 창출이나 지역 경제 활성화 효과는 거의 없으며, 오히려 산림 훼손 문제와 태양광발전소 개발 사업을 둘러싼 민원 급증으로 인해 불협화음만 커지고 있기 때문이다.

(2) 태양광에너지 잠재 가능 입지의 조건

- 태양광발전소를 건설함에 있어 적절한 입지 선택은 사업의 성패를 좌우하는 매우 중요한 요소이다. 태양광발전소의 입지는 자원 잠재량과 직결되며 생산되는 전력량에 큰 영향을 미치게 되므로 다음의 조건을 만족하는 것이 중요하다.

11) 전남도의회 강우석(민주)의원이 도정질의에서 "일조량이 많은 전남지역에 태양광발전시설이 들어서면서 돼지가 유산되었다, 태양광 전자파로 비육 한우의 식욕이 떨어져 1등급 출현율이 급감했다, 농작물이 말라 죽었다."고 주장했다.

12) 손형진, 윤소영. 녹색연합. 태양광 발전 보급에 따른 전국의 입지갈등과 정책 제안. 2009.

- 태양광발전은 풍부한 일사량을 확보하는 것이 가장 중요하므로, 기본적으로 일조시간이 길고 적운·적설이 적은 지역이 유리하다. 태양광 모듈은 최소 오전 9시부터 오후 3시까지 태양에 노출될 수 있어야 하며, 구름 등에 의한 방해 없이 최적의 상태에서 최소 3.5시간 이상 발전이 유지되는 것이 좋다.
- 태양에너지 잠재량은 일조시간뿐만 아니라 입사각에 의해서도 결정되므로, 고정식 태양광 모듈의 경우 정남향, 경사도 10° 이내의 지역에 설치하는 것이 좋다.
- 기온은 25도 내외가 적절하며, 여름철 모듈 온도가 60도를 넘게 되면 태양전지판의 효율이 급속히 떨어지므로 살수 및 지면 잔디 식재 등을 통해 적정 온도를 유지할 필요가 있다.
- 산업도시나 도로주변 등 공해가 많은 지역은 미세먼지 등으로 인해 발전효율이 떨어질 수 있으므로 가급적 피하는 것이 좋으나, 이로 인한 효율 하락은 무시할만한 수준이다. 다만 중국으로부터 심한 황사가 올 경우에는 살수 등의 대책이 필요하다.
- 기존 전력연계망과의 거리도 중요한 고려 요소이다. 태양광발전은 기술적 한계로 인해 아직까지 경제성이 취약하며, 특히 소규모 발전사업일 경우에는 선로 보강이나 개설로 인해 추가적인 비용이 소요되면 경제성을 상실하게 되므로 기존의 전력연계망을 이용할 수 있는지를 먼저 고려해야 한다.

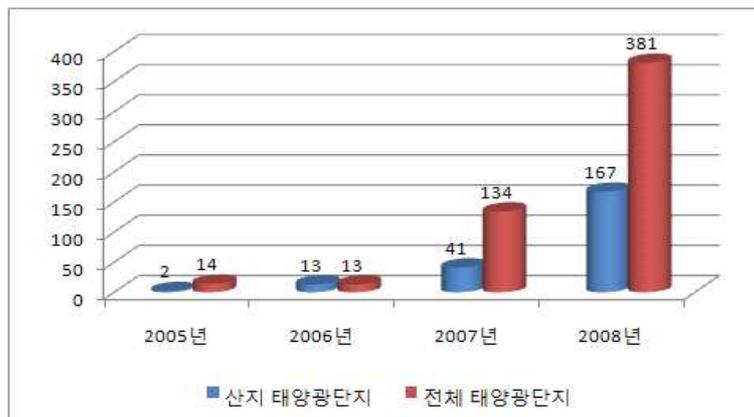
(3) 산지입지현황

- 산지는 부지매입비 및 보상이 저렴하고 대규모 설치가 가능하며 주민의 민원이 상대적으로 적은 장점들이 있어, 정부가 제공하는 태양광발전 차액에 대한 보조금을 활용하면 투자수익을 보장받을 수 있는 매력적인 사업부지이다. 정부는 재생에너지의 보급 활성화를 위하여 재생에너지 시설에 대한 환경규제를 대폭 완화함으로써 발전시설의 산지 건설을 용이하게끔 하였다. 2008년 국무총리실 산하 규제개혁위원회에서는 고유가 시대 및 기후변화에 대응하여 신·재생에너지 산업 활성화를 위하여 각 관계부처와 함께 각종 입지 규제 완화 및 제도 개선을 추진하였다.
- 기존의 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법」 제68조(전기공급설비의 결정기준)에서 도시계획시설 중 전기공급설비(발전시설)의 설치지역을 전용공업지역, 일반공업지역, 준공업지역, 자연녹지지역 및 계획관리지역으로 제한하던 것을 개정하여 전 국토의 2.7%를 차지하고 있는 생산관리지역에도 설치가 가능하도록 함으로써, 일반주거지역과 전용주거지역을 제외한 모든 지역에서 재생에너지 시설 설치가 가능하도록 하였다.¹³⁾
- 개발제한구역 내 발전시설의 설치 허가기준이 까다롭고 1년 이상의 기간이 소요되던 것을 개정하여, 해당 지역 행정 기관장의 허가만으로 설치 가능한 ‘전기공급시설’에 태양광발전시설을 포함시킴으로써 절차를 간소화하였다.
- 개발제한구역 내의 기존 시설물 상부에 태양광발전 설비를 관리 계획 수립 없이 가능하도록 함으로써 개발제한구역 내의 태양광 에너지 보급을 용이하도록 하였다. 결과적으로, 각 보호 법률이 궁극적으로 보호하고자 하는 목적이나 대상을 직접적으로 훼손하지 않는 범위 내에서 태양광발전시설을 건설하는

13) ‘도시계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙’ 제68조, 2009년 5월 15일 개정.

데 입지적 제한이 없도록 하였다.

- 이로 인해 태양광발전소가 산지에 입지하는 사례가 급증하여 2009년 6월 기준으로 우리나라의 태양광 발전시설은 약 1,030여 곳에 총 용량설비 320MW 가량이 설치·운영되고 있으며, 이 중 약 45% 가량이 산지에 건설되었다. 특히 2008년에 건설된 태양광 설비 381곳 중 167곳이 산지에 설치되었으며, 이러한 경향은 점차 심화되고 있다.



태양광단지 건설 및 산지 입지 현황¹⁴⁾

- 산림청 자료¹⁵⁾에 따르면, 2006년 이후 2008 5월까지 태양광·풍력발전을 이유로 허가된 산림전용 면적은 여의도(8.48km²)보다 넓은 8.58km²(592건)에 이르렀으며, 이 중 태양광이 전체 허가면적의 94.8%인 8.14km²인 것으로 나타났다. 특히 태양광 산림전용 허가면적은 2005년 이전에는 단 한 건도 없었으나, 2006년 0.43km²(27건)에서 2008년 5.29km²(307건)로 급증한 것으로 나타났다. 또한 산림 전용 면적의 상당수가 일조량이 풍부하고 산지가 많은 전라남도과 경상북도에 집중되어 있는 것으로 나타났다.



태양광 건설 관련 산림 전용 허가 면적 및 건수

(4) 태양광발전 및 산림의 환경 가치

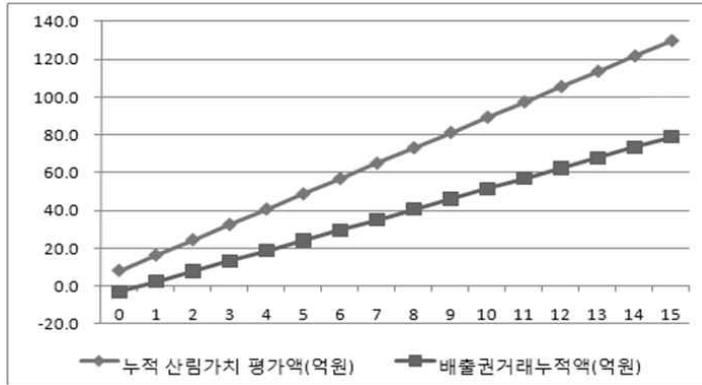
- 태양광발전소의 산지 입지는 또 다른 환경 문제를 야기시킴으로써 갈등의 가장 큰 원인이 되었다. 태양광발전소가 산지에 입지할 경우 부지, 진입도로, 송전선로 공사 등으로 인한 산림 훼손 및 지형 변화, 토사 유출, 식수원 오염, 경관, 잡초 관리를 위한 제초제 사용 등의 환경 문제가 부수적으로 발생하게

14) 에너지관리공단.

15) 산림청. 국회 농림수산식품위원회. 연합뉴스(2009.10.9일자) 재인용.

된다.

- A라는 태양광발전소를 산림 가치 및 이산화탄소 톤당 배출권 거래 가격은 현재의 가격으로 변동 없이 유지된다고 가정하였고 15년 간 운영하였을 경우 발생하는 산림 훼손에 따른 환경 가치 손실과 CO₂ 저감을 통한 이득을 비교하여 보면 다음과 같다.



태양광발전 및 산림의 환경 가치 비교

- 결과에 따르면, 태양광발전소를 15년간 운영하였을 때 발생하는 이산화탄소 저감량에 따른 환경적 가치 보다 산림 훼손으로 인한 환경가치 손실이 더 큰 것으로 나타났으며, 이후에도 손실의 격차는 계속 커지는 것으로 분석되었다. 이는 곧, 친환경적 에너지라는 태양광발전의 큰 목적이 산지에 건설함으로 인해 모두 사라지며, 비효율적인 발전시설만이 남게 된다는 것을 시사한다.
- 태양광발전소가 설치될 수 있는 입지들은 매우 다양하며, 유형별로 크게 건물 유휴 공간, 개발된 나대지, 개활지, 산지로 구분할 수 있다. 이 가운데 산지는 부지매입이 쉽고 보상이 저렴하며, 대규모 설치가 가능하고, 민원이 상대적으로 적은 장점들이 있어 사업자에게는 특히 매력적이나, 이에 상응하는 수많은 환경적 문제를 야기 시킨다.
- 일방적인 규제완화를 통한 태양광 보급 확대는 정책목표 달성을 위한 좋은 수단이 될 수 있으나, 환경적으로 큰 부작용을 야기시킬 수 있으며 사회적인 합의를 이끌어내는 데에 많은 어려움을 가져온다. 따라서 보급 확대를 위한 명확한 기준을 마련하여 사회적 신뢰를 회복하는 일이 시급하며, 제도 재정비를 통해 행정의 일관성, 객관성을 갖추는 것이 무엇보다 중요하다.

제6장 태양광 에너지 발전의 앞으로의 과제

- 산림 훼손으로 인해 태양광발전의 목적과 이점 대부분을 상실케 할 수 있다. 개발 활용도가 높은 평지에 사업을 수행하는 것도 높은 지가와 지역 주민들과의 마찰 등의 문제가 많아 사실상 어려운 형편이다.
- 태양광발전은 재생에너지 기술 중 발전 속도가 가장 빠르며, 앞으로의 기술 성장 잠재 가능성도 매우 높으나, 현 시점에서는 독립적인 발전 기술로써의 사업성을 지니기 어려운 것이 사실이다. 따라서 현 시점에서는 부지 확보가 쉽고 비용이 저렴하며 환경 훼손이 적고 주민과의 마찰 문제도 비교적 적은, ~~건물의~~

유희 공간, 폐광, 채석장, 폐염전 등의 부지를 이용하는 것이 가장 적절할 것이다.

- 태양 에너지는 이용방법에 있어서 현재에도 연료로 대처할 수 있고, 금후에도 유리하게 이용할 수 있을 것이다. 특히 우리나라는 연료의 가격이 외국보다도 비교적 고가라는 것과 일사량이 많다는 기후 조건 때문에 태양에너지의 이용은 외국보다도 유리하다.
- 이제 태양광 발전은 더 이상 남의 나라 이야기만은 아니다. 환경오염이 날로 극심해져 가고 있는 현실에서 대체에너지 개발은 바로 우리나라의 생존을 위해서 절대적으로 필요한 것이다. 앞으로 대체에너지의 태양광 발전의 개발이 정부나 산업체에서 더욱 활기를 띠고 이뤄져야 할 것이다.

참고문헌

- 김병홍, “대체 에너지 분야-생물학적 대체 에너지 개발 현황”, 한국 미생물 생명공학회(2009)
- 손형진, 윤소영, “태양광 발전 보급에 따른 전국의 입지갈등과 정책 제언”, 녹색연합(2009)
- 에너지관리공단, “2010 신·재생에너지 보급통계”(2011)
- 에너지관리공단, “신·재생에너지 보급통계”, 신·재생에너지센터(2011)이희선, “재생에너지의 환경성 평가 및 환경 친화적 개발(Ⅰ)-태양광 및 풍력에너지를 중심으로”, 한국환경정책·평가연구원(2010)
- IEA(2010), World Energy Balance(2008)