

2. 특집기사

자연에너지 발전 추세

A Tendency of Natural Energy Development



오진석

Jin-Suck Oh

- 영국 ZODIAC 선박 엔지니어 ('83-'86)
- 국방과학연구소 연구원('89-'92)
- 양산대학 교수('92-'96)
- 한국해양대학교 전임강사, 조교수, 부교수('96-현재)
- 영국 Cardiff대학 교환교수('01~'02)



이지영

Ji-Yung Lee

- 한국해양대학교 졸업('98)
- 한국해양대학교 석사과정 ('01-현재)



곽준호

Jun-Ho Kwak

- 한국해양대학교 졸업('99)
- 한국해양대학교 석사과정 ('02-현재)

1. 머리말

화석연료의 고갈, 전세계적으로 환경에 관한 경각심이 고조, 그리고 개발도상국에서의 인구 증가에 따른 에너지 수요의 증대는 장기적으로 환경친화적이고 에너지원이 무한정한 자연에너지에 대한 관심을 불러일으키고 있다. 자연에너지는 태양, 바람, 파도, 바이오매스등을 활용한 무한한, 청정 에너지를 말한다. 끊임없이 재생이 되고, 무엇보다도 기존에 우리가 사용해 온 석탄, 석유, 천연가스 등의 화석에너지와는 달리 온실효과의 주원인이 되고 있는 이산화탄소의 발생과 같은 공해가 거의 없는 청정한 에너지라는 것이다. 최근 영국, 독일을 비롯한 유럽의 여러 국가들과 미국, 가깝게는 일본에 이르기까지, 자연에너지에 관한 새로운 기술개발이 활발하게 이루어지고 있어 멀지 않은 미래에 이러한 자연에너지가 우리가 사용하고 있는 에너지의 대부분을 감당하리라 본다.

한편, 국내의 경우 이와 같은 자연에너지 확대 보급을 위한 정책 수단으로서 풍력·태양에너지, 연료전지 분야의 집중적 기반기술 개발과 태양열과 폐기물, 바이오에너지 분야에서의 실용화 보급 연구의 획기적 강화를 추진하고 있으며, 자연에너지 응용 기기의 규격화, 표준화를 통한 보급촉진과 품질보증을 위하여 성능평가, 실증시험을 능력을 배가하며 세계, 보조금 지급, 사용 의무화 등으로 자연에너지 제품의 보급 촉진을 위하여 직접적인 시장 보조 및 경제성 보완조치들을 준비하고 있다. 또한 정부는 신기술의 개발을 통한 대체에너지 설비를 차세대 ET (Environment and Energy Technology) 신산업의 하나로 보고 향후 수출산업으로 발전시켜 나가고자 하고 있다.

여기에서는 국내외에서 기술개발이 가장 많이 이루어지고 있는 태양에너지 분야를 중심으로 자연에너지와 그 응용 분야에 대해 살펴보고자 한다.

2. 자연에너지

2.1 태양에너지

태양에너지를 이용하는 방식을 크게 둘로 나누면, 태양빛을 전기 생산에 이용하는 태양광 발전과 태양에너지를 집열장치를 통해서 모아들여 난방용이나 온수용 열을 생산하는 태양열 장치로 나눌 수 있다. 태양에너지를 사용하는 또 다른 방법으로는 빛을 모아서 요리를 하는 태양열 요리기, 접시 모양의 태양빛 응집기로 빛을 모아 수백도 이상의 열을 얻는 디쉬형 집열장치, 포물선 형태로 구부러진 길쭉한 반사판으로 빛을 모아서 이것으로 난방용·공업용 열을 얻거나 폐수정화에 이용하는 장치, 거대한 태양열 응집기를 이용해서 1,000℃ 이상에 달하는 열을 집중하여 발전하는 태양열 발전기, 태양열 곡물 건조장치, 태양열을 이용한 냉방장치 등 다양한 장치가 나와 있다. 그러나 현재 세계적으로 널리 사용되고 있고 앞으로 빠르게 확산될 것으로 전망되는 것은 태양광 발전기와 태양열 집열장치이다.

1) 태양광 에너지에 대한 연구

○ 태양광전지

시장에서 판매되는 태양광전지는 생산비용이 매우 높기 때문에, 아직은 화석연료를 이용한 발전이 태양광발전보다 비용이 훨씬 적게 든다. 그러나 기술개발과 대량생산으로 태양광 발전 단가는 꾸준히 감소하는 추세이며 태양광전지 생산업계에서는 앞으로도 지속적으로 비용이 줄어들어 10여년 후면 화석연료 발전과도 경쟁을 할 수 있을 것으로 전망한다. 실제로 세계의 태양광전지 시장은 급속도로 확대되고 있으며 연간 10% 이상 성장하여, 1980년대 초기에는 10MW도 안되던 태양광 전지의 생산이 1999년에는 100MW, 2000년에는 200MW를 넘어섰고 2001년에는 400MW에 달하였다. 업계에서는 대략 10년 후인 2010년에는 생산량이 2,000MW로 10배 가량 증가할 것으로 전망한다. 시장이 연간 약 20%씩 확대되는 것이다. 만일 가격이 Si 태양광전지보다 훨씬 저렴한 색소화합물 태양광전지가 실용화되고 효율을 높이

는 기술이 개발되면 시장은 더욱 급속히 확대될 것이다.

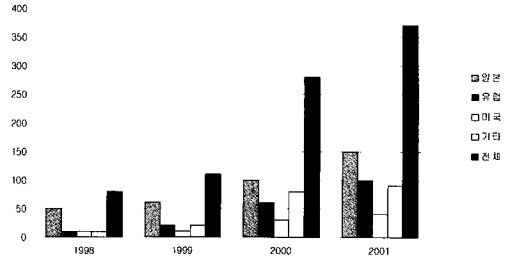


그림 1. 태양광 시스템의 시장 현황.
(자료출처 : www.ensys.co.kr)

태양광전지를 여러 개 묶고 보호장치를 붙인 것을 태양광전지 모듈이라 하고 이를 이용하여 대량의 전기를 생산하는 것을 태양광 발전 시스템이라 한다. 태양광전지 하나의 발전량은 1.5W 밖에 되지 않는데, 이것은 대부분의 전기용품에 이용되기에는 충분하지 않으므로 태양전기를 생산하는 데에는 일반적으로 태양광전지 모듈을 사용하며 모듈 속에서 태양광전지의 효율은 약간 떨어져서 태양 빛에너지의 10~15% 정도만이 전기로 변환된다. 이것은 태양광전지를 투명한 합성수지로 싸고 두 개의 유리판 사이에 넣은 형태로 되어 있는데, 모듈을 외부의 습기나 오염물질 등으로부터 보호하는 작용을 한다. 태양광 발전은 보통 이러한 것들을 다시 여러 개 합쳐서 하는데, 연결하는 방식은 여러 개의 전전지를 연결할 때와 마찬가지로 하며, 일반적으로 태양광 발전에 쓰이는 하나의 것은 12V의 출력을 내는 것이 대부분이다.

○ 독립형 시스템

태양광 발전 시스템은 대체로 독립형 시스템과 계통 연계형 시스템으로 나뉜다. 독립형시스템은 생산된 전기를 전력 망에 연결하지 않고 사용하는 것을 말하며 자가발전 시스템과 같은 것으로, 에너지원, 에너지 저장 장치, 충전 조절 장치, 배전 장치 및 전력 소비 장치로 구성되어 있다. 여기서 에너지원은 당연히 태양광원이 되고, 저장 장치로는 일반적으로 축전지가 사용된다. 충전 조절 장치는

축전지가 과충전되거나 모듈 쪽으로 전기를 방전하는 것을 방지하여 축전지의 수명을 가능한 한 오래 유지시키는 역할을 하며 태양광전지 모듈에서 생산된 에너지를 최대한으로 이용할 수 있는 MPP 알고리즘을 사용한, 각각의 부하 특성에 맞춘 제어기가 사용된다. 독립형 시스템에서는 축전지가 전체 설비 비용 중에서 차지하는 비율이 20 ~ 30%를 차지하기 때문에 적절한 조절 장치를 설치하여 축전지의 수명을 늘리는 것이 매우 중요하다. 배전 장치는 생산된 전기를 축전지로부터 또는 태양광전지 모듈로부터 직접 전력 소비 장치로 전달해주는 것으로 인버터 등을 포함한다.

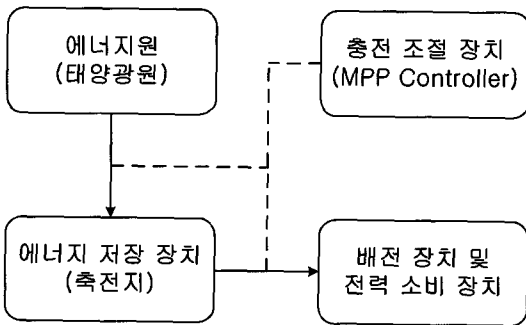
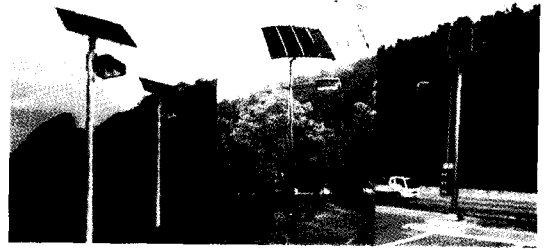


그림 2. 독립형 시스템의 구성도.

○ 독립형 시스템의 실용화

독립형 시스템은 자체적으로 전원을 생산하고 소모하므로 소규모의 이동용이나, 원격지, 도서지방의 전원 등으로 사용될 수 있다. 현재 제품의 상용화 단계까지 진행되어 있는 것으로는 휴대용 라디오, 랜턴, 가로등, 정원등, 시계탑, 고속도로 주변의 무선전화, 도로표지, 옥외 광고판, 농장 등지의 물펌프, 해상의 유·무인 등대, 브이, 부식방지장치 등 그리고 기상해양관측, 수질오염관리, 산불감시, 홍수경보 등의 모니터링 시스템과 같이 다양한 제품이 있으며 부하특성을 고려한 제어기만 설계된다면 전기를 사용하는 거의 모든 제품에 응용할 수 있으므로 실용화가 가장 용이한 부분이다.

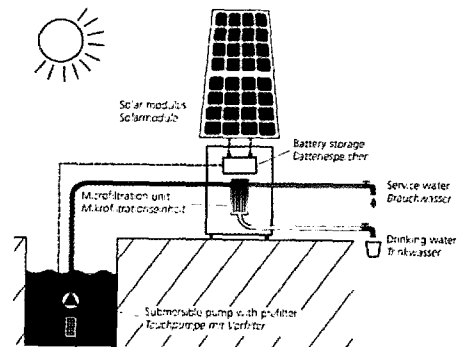
특히 해양시설물 분야인 등대·브이·ICCP 등은 독립형 발전 시스템을 이용하는데 있어 활용성이 매우 우수하다.



(a) 태양광 가로등



(b) 휴대용 충전기



(c) 태양광 펌프 구성도



(d) 태양광 부식방지 시스템(ICCP)



(e) 해상용 브이

그림 3.

○계통 연계형 시스템

계통 연계형 태양광 발전 시스템은 모듈에서 생산된 전기를 전력망에 연결해서 한전과 같은 전력 공급회사로 보내는 것을 말한다. 이 경우 태양전기 생산자는 자신이 쓰고 남은 전기를 전력회사에 팔고, 태양전기로 필요한 전기를 충당하지 못할 때는 전력망으로부터 전기를 공급받게 된다. 이 시스템에서는 전기가 남을 때는 전력망으로 내보내고 모자랄 때는 전력망으로부터 전기를 얻을 수 있기 때문에, 독립형과 달리 전기 저장장치가 필요없게 되고, 이에 따라 비용도 적게 든다. 주요 구성장치는 태양광 발전기와 전력망으로 보내는 역송전장치이다. 발전기에서 생산된 직류의 태양전기는 우선 역송전장치로 들어가고 그곳에서 전선망에 맞는 교류로 변환된다. 그후 이 전기는 가정에서 필요한 경우에는 원래 가정에 설비되어 있는 전선을 통해 자체 소비되고, 그렇지 않은 경우에는 전선망으로 보내진다. 이때 역송전된 전기와 전기회사로부터 공급받은 전기를 계산하기 위해 두 개의 계량기가 설치된다. 계통연계형 시스템은 독립형에 비해 여러 가지 설비가 필요 없게 되고 따라서 유지비가 적게 들어가기 때문에 경제적으로 크게 유리하다.

표 1 주요 선진국별 연구개발 및 보급내용.

국가명	연구개발 및 보급내용
일 본	<ul style="list-style-type: none"> ○ New Sunshine 계획(1993) 수립 추진 - 저가화 실현을 위한 태양광발전 시스템 연구개발 ○ Rooftop 태양광발전시스템(4kW까지)에 대해 주거용은 50%, 상업용은 67%까지 보조금 지원 (최고 ¥900,000/kW까지) - 주택용 태양광발전 보급계획 : 2000년 21,700호 65MW, 2010년 153,300호 460MW
미 국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지성(DOE) PV 5개년계획(2000~2004) - 비정질(효율 13%), 박막형(효율 17%) 태양전지 개발 목표 ○ Million Roofs Solar Power Initiative : 2010년까지 10억불의 예산 투입하여 1백만호 주택에 태양광 발전시스템 보급 - 총 보급목표 3,025MW, 최종연도 생산용량 610MW
독 일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 10만 Roof 태양광발전 보급계획('99~'04) 추진 - 2004년말 300MW 보급목표 - 신 발전 전력 의무 매입 : 전력판매가 + 적정이윤 - 보조금 지원 : 설치용량 500kW이하 90%, 500kW 초과 65% - 주요장려책 : 총 투자비중 최대 25% 지원 - 총 발전량에 대해 0.036~0.048US\$/kWh의 생산장려금 지급

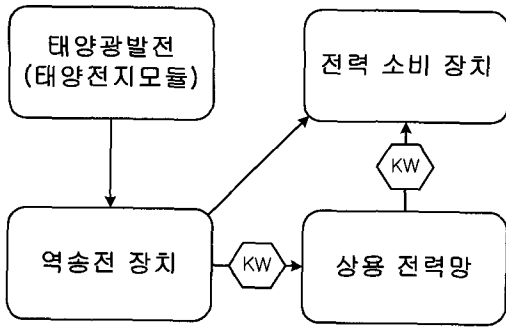


그림 4. 계통 연계형 시스템의 구성도.

○계통 연계형 시스템의 실용화

계통 연계형 시스템은 현재 외국에서 가장 활발히 진행되고 있는 사업방향으로 일본의 경우 통산성이 주도하여 2010년까지 5,000MW의 태양광발전시스템 보급을 목표로 하여 시행하고 있으며 미국은 2010년까지 전체 미국건물이나 주택에 100만개의 태양광발전시스템을 도입하는 것을 목적으로 하는 100만호 Solar Roofs Initiativer (1997년~2010년) 사업을 추진하고 있다. 또한 태양광발전시스템 설치시에 15%의 세액공제 등의 법안도 검토 중에 있다. 유럽의 여러 국가 중 독일은 10만호 Roof-Top 프로그램 계획(1999~2004년)에 의해 약 300MW의 도입증가를 기대하고 있으며 이탈리아는 1만호 Roof-Top 프로그램 계획(1999년~2003년)을 수립하여 추진하고 있다. 현재 우리나라도 에너지기술개발 10개년 계획(1997~2006)을 수립·추진하고 있으며, 대체에너지개발 및 이용보급촉진법을 개정하여 시범사업, 보조·용자 세제지원, 국공유 재산 이용 등 지원이 활발해 지고 있다.

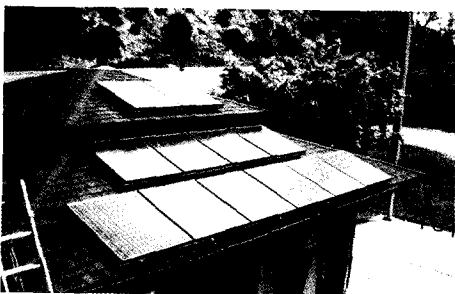


그림 5. 가정용 태양광 시스템.

2) 태양열 에너지에 대한 연구

○태양열 난방·온수 시스템

태양에너지를 난방·온수에 이용하기 위해서 필요한 기술은 전기를 생산하는 데 필요한 기술보다 훨씬 간단하여 단지 집열장치(Collector)만이 필요하다. 집열장치는 말 그대로 태양으로부터 오는 에너지를 열로 바꾸어 모아두는 장치로, 아주 다양한 형태로 만들 수 있다. 집열장치 중에서 가장 많이 퍼진 것은 집열판(평판 집열장치)로 빛을 투과하는 윗부분의 투명한 외부층(유리나 플라스틱)이 빛을 빨아들이는 내부의 흡수장치를 덮고 있는 형태로 이루어져 있어서 온실효과를 일으킨다. 집열판의 아랫부분과 옆 부분은 열이 가능한 한 밖으로 빠져나가지 않도록 두터운 단열재로 둘러싸여져 있다.

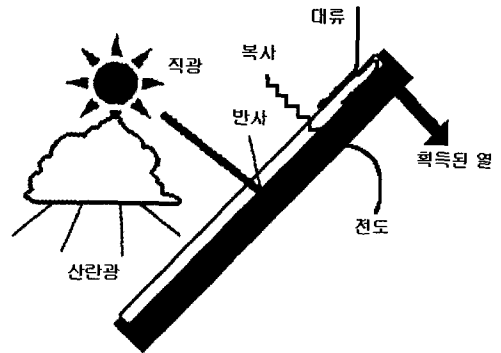


그림 6. 집열판에서의 열 획득과 손실.

집열판으로 들어오는 빛은 온실효과를 이용하여 변환되어 흡수장치에 축적되고, 이 열은 열매체로 전해지고, 열매체는 열교환기로 전달되어 난방이나 온수용 물을 가열한다.

태양열 집열판은 보통 주택의 지붕에 설치되어서 한 가정에서 필요한 난방용이나 온수용 열을 생산하지만, 그 용도가 독립된 주택용으로 한정되어 있는 것만은 아니다. 아파트의 벽이나 지붕에 집열판을 넓게 설치해서 아파트 전체에서 필요한 열의 일부를 공급할 수도 있고, 여러 개의 주택을 하나로 묶어 이들 주택 지붕 위에서 만들어진 열을 한군데로 모아서 대단위 난방을 할 수도 있다. 태양열을 이용해서 대단위로 난방열이나 온수열을

공급하는 것은 스웨덴에서 20년 전부터 시행되어 왔고, 독일 등지에서도 널리 퍼져나가고 있다. 그림 7은 태양열 시스템 구성도이다.

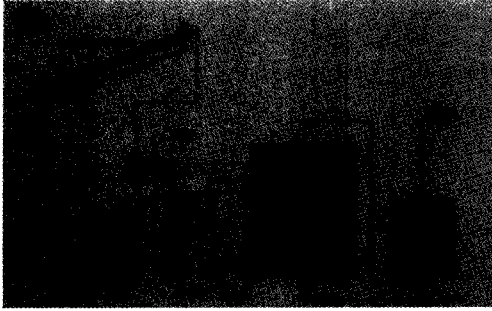


그림 7. 태양열 시스템 구성도.

○태양열 발전 시스템

태양열 발전은 햇빛을 반사판을 통해서 집중시켜 수백도 이상의 열을 얻은 다음 이 열을 이용해서 전기를 생산하는 것이다. 이때 반사판은 집열판의 경우 간접광도 이용하는 것과는 달리 직광만을 이용할 수 있기 때문에, 태양열 발전을 하는 데는 구름이 적고 햇빛이 강한 지역인 사막이 최적지라 할 수 있는데, 이러한 사막의 1%에만 태양열 발전 시설을 설치하면 전세계의 전기 수요가 모두 충족될 수 있을 것으로 추정된다. 태양열 발전시설은 집중장치(concentrator), 흡수장치(receiver), 전달·저장장치, 변환장치라는 네 개의 핵심장치로 구성되어 있다. 집중장치는 볼록렌즈와 같이 햇빛을 붙들어서 집중시켜 흡수장치로 보내는 작용



그림 8. 사막에서의 태양열 발전 시스템.

을 하고 흡수장치는 집중된 햇빛을 흡수한 후 그 열에너지를 작동매체로 전달하는 작용을 한다. 전달·저장장치는 이 작동매체를 변환기로 전해주는 변환기에서 전달된 열에너지를 전기에너지로 바꾸는 일이 이루어진다.

2.2 풍력 에너지

바람의 힘은 오래 전부터 이용되어 왔다. 지금도 드물기는 하지만 바람의 힘은 풍차를 통해 기계적인 힘으로 변형되어서 물을 끌어올리거나 곡식을 가공하는 데 이용되기도 한다. 그러나 이제는 전세계적으로 풍력발전기를 돌려서 전기에너지를 만드는 데 가장 활발하게 이용되고 있다. 바람에너지를 날개를 이용해서 전기에너지로 바꾸게 되는데 이때 날개의 이론상 바람에너지 중 59.3%만이 전기에너지로 바뀔 수 있는데 이것도 날개의 형상에 따른 효율, 기계적인 마찰, 발전기의 효율 등을 고려하면 실제적으로 20 ~ 40%만이 전기에너지로 이용될 수 있다.

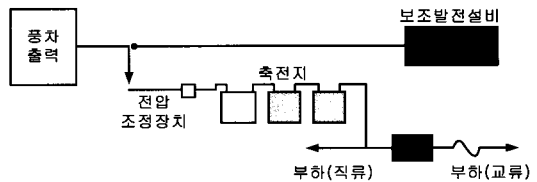


그림 9. 풍력 발전 구성도.

풍력발전기는 발전용량이 10W밖에 안되는 마이크로급에서부터 2MW에 이르는 대형 발전기까지 아주 다양한 종류가 개발되어 있다.

마이크로급의 발전기는 손으로 들고 다닐 수 있을 정도로 작고, 2MW급은 날개의 지름만 70~80m, 지지대의 높이가 100m 가까이 되는 엄청난 규모의 것이다. 풍력발전기 중 날개가 두 개인 형태는 주로 바다에 세우는 초대형 발전기(예상 발전용량 3~6 MW)에 많고, 지상에 세워지는 풍력발전기는 대부분 세 개의 날개를 가지고 있다.

또한 풍력으로부터 오는 힘이 발전기에 전달될 때 기어라는 중개장치를 이용하는지 그 힘이 날개 이외의 아무런 매개체도 거치지 않고 직접 전달되

는지에 따라 형태가 달라진다. 날개의 도는 힘이 직접 발전기를 돌리는 형태는 최근에 독일의 에너콘(Enercon)이라는 회사에서 개발한 것으로, 기어를 거치지 않기 때문에 효율이 조금 높아진다는 이점을 가지고 있다.

풍력발전 산업계에서는 2004년까지 전세계의 풍력발전기 시장이 2000년의 3배로 성장할 것으로 보고 있고, 2010년까지 10년 동안의 새로운 풍력발전기의 수요가 10만 MW에 달할 것으로 예측한다. 그림 10은 우리나라의 풍력발전 유망지역을 도시한 그림이다.

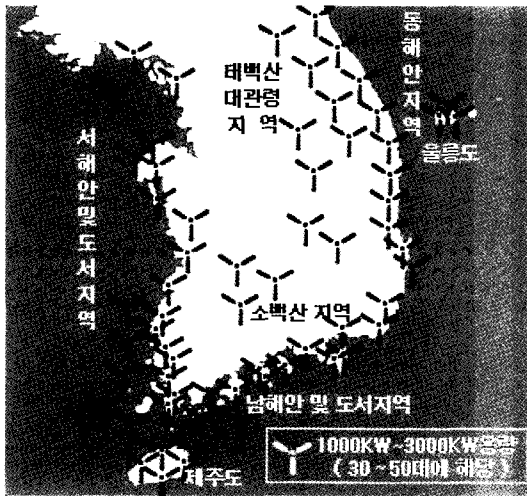


그림 10. 풍력 발전 설치 유망 지역.

2.3 해양에너지에 대한 연구

해양에 적당한 기술만 적용하면 상당한 에너지를 얻을 수 있다. 조력, 파력, 바다물의 상하 온도차를 이용한 에너지 생산기술은 현재 연구 중이거나 실용화 단계에 들어와 있다. 이들 기술 중에서 현재 실용화 단계의 것은 조수를 이용한 조력발전이다. 조수는 달이 지구에 가하는 중력의 힘에 의해서 일어나기 때문에, 조력발전은 다른 대부분의 자연 에너지가 태양으로부터 오는 것과 달리 달로부터 전달되는 힘을 이용하는 것이다. 파도를 이용한 파력발전은 연구단계에 있지만 해양시설물용 전원공급시스템으로 가장 적합한 시스템으로 인정받고 있다.

○ 조력 발전

조력의 이용은 초기에는 간만의 차이가 심한 곳에 커다란 댐을 만들어서 전기를 생산하는 것이었다. 왜냐하면 당시의 기술은 수력발전으로부터 빌어온 것으로 조수가 수력터빈을 돌릴 수 있을 만큼 힘이 강해야만 했기 때문에 밀물과 썰물이 강한 좁은 만이나 양쪽에 빠죽 나온 곳이 있는 바다물의 통로가 조력발전의 적합지였고 여기에 만이나 통로를 가로질러, 즉 조수의 방향과 직각으로 육지를 잇는 댐을 세우고 댐 속에 터빈을 설치하는 것이었다.

조수의 힘이 하루에도 여섯 시간마다 제로로 떨어지는 등 변화가 심하기 때문에 댐을 건설할 때는 이러한 점을 세심하게 고려해야 하고, 물을 댐 속에 가두어둘 수 있는 장치도 건설해야 한다. 현재 전세계에서 가동중인 조력발전소는 프랑스의 랑스(1967 완공, 용량 400Kw), 소련의 키슬라야(1968 완공, 용량 800Kw), 캐나다의 아나폴리스(1986 완공, 용량 2만 Kw), 중국의 지양시아(1980 완공, 용량 3,000Kw)에 설치된 것이다.

그밖에도 간만의 차이가 심한 곳이 많은 영국에서도 조력발전이 진지하게 고려되었지만 투자비용과 환경영향 때문에 실현되지는 못했다. 사실 수력발전과 유사하게 댐을 건설해서 발전하는 조력발전 방식은 바다를 막아 물의 흐름에 커다란 영향을 주기 때문에, 어업이나 연안 양식업에 지장을 주고 갯벌을 파괴할 우려가 있으며 연안 생태계에 부정적인 영향을 미칠 가능성도 배제할 수 없다. 이러한 환경적인 면에서의 문제 등으로 인해 커다란 댐을 이용하는 조력발전은 더 이상 확대되지 못했다.

그러나 최근에 독일과 영국에서 개발되어 실용 단계에 들어간 좀더 환경 친화적인 조력발전은 수력터빈을 이용하는 것이 아니라 풍력발전기에서 사용되는 것과 비슷한 날개를 돌려서 발전하는 것이다. 규모도 댐 방식에 비해서 훨씬 작게 되었으며 바다 밑바닥에 박힌 기둥 중간에 날개가 달려 있고, 이 날개가 조수에 따라 회전하면서 전기에너지를 생산하도록 되어 있다. 날개는 해수면으로부터 10미터 아래에 놓여지는데 이러한 발전방식은

댐 방식에 비해서 여러 가지 장점을 가지게 된다. 바다의 경관을 해치지 않고 갯벌에도 아무런 영향을 미치지 않으며, 아무런 소음도 일으키지 않는다. 또한 이러한 발전기는 조수가 있는 곳에는 어디에나 큰 문제없이 세울 수 있기 때문에 이로부터 얻을 수 있는 전력 잠재량은 대단히 클 것으로 예상된다. 같은 용량의 풍력발전기와 비교하면 날개의 지름이 3분의 1밖에 되지 않는데, 그 이유는 바다물의 에너지 밀도가 바람의 에너지 밀도보다 훨씬 높기 때문이다.

원리를 이용하였다.

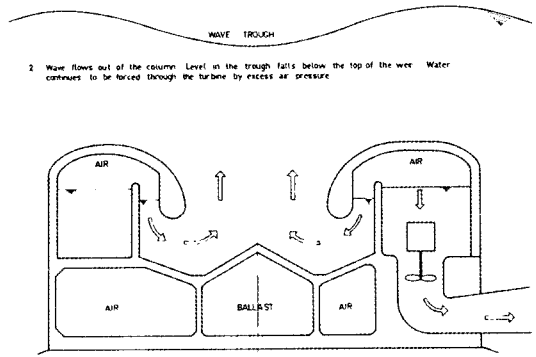


그림 12. 파력 발전.

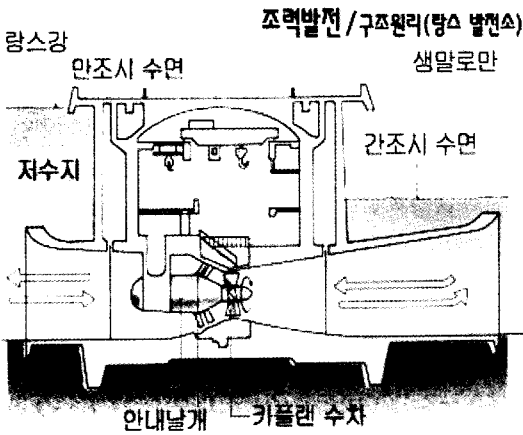


그림 11. 프랑스 랑스 조력 발전.

○ 파력 발전

약 100년 전부터 시작되어 1973년 제 1차 석유 파동 이후부터는 전세계적인 관심을 불러모았으며 미국, 일본, 영국, 노르웨이 등 여러나라에서 그동안 파력발전에 관한 많은 연구를 수행하여 현재 약 50여종의 파력발전장치가 고안되어 있다. 그중 비교적 높은 효율을 보여주는 장치로는 Nodding Duck, Contouring Raft, Oscillating Water Column(진동수주), 카이메이의 파력발전선 시스템을 들 수 있다. 일본은 이미 1966년부터 항로표 시용 소형 파력발전 브이를 개발·상용화하여 사용하고 있으며 일본해양과학기술센터(JAMSTEC)의 Mighty Whale은 부유식 방파제 형태로 구조물 전면의 파랑에너지를 흡수하여 발전을 함으로써 동시에 배후 해역에서는 정온 효과를 얻는 다목적 파력발전 장치로서 발전에는 진동수주시스템

파랑에너지를 효과적으로 이용하기 위해서는 에너지변환효율의 향상문제 이외에도 파랑의 불규칙성에 따른 불규칙적인 출력을 평활화와 연속화해야 하는 문제가 있다. 파랑은 시시각각으로 다른 파고, 다른 주기로 몰려오기 때문에 이로부터 얻어지는 에너지도 시간에 따라 변동이 있게 되며 따라서 이를 원동기와 송전체계로 직접 연결할 수는 없는 것이다.

출력의 평활화와 연속화를 얻기 위한 방법으로 연안에서 파랑수렴장치를 이용하여 고낙차 발전을 하는 방법, 또는 다량의 파력 발전장치를 파랑의 진행방향으로 나열시켜 파의 위상차를 이용함으로써 회수에너지를 평활화를 꾀하는 방법, 또는 대형의 회전속도 조절바퀴(flywheel)를 이용하여 기계의 회전수가 상승할 때 그 상승물을 작게 유지함으로써 에너지출력의 평활화를 얻는 방법, 또는 파랑에너지로써 유체압을 만들어 이를 탱크에 저장, 평활한 압력조건하에서 원동기를 구동하는 방법, 또는 파랑에너지를 공기, 물 등의 압력 유체로 전환하여 이를 저장탱크에 축적, 압력을 평활화하면서 원동기를 구동하는 방법 같은 여러 가지가 연구되고 있다.

우리나라 연안의 파력에너지는 약 500만KW 정도로 추산되나 단 한 건의 시험발전 연구도 아직 이루어지지 못한 실정이다. 파력발전은 해양구조물과 복합적으로 시설되어 이용될 경우에는 기존의 육상발전보다도 여러면에서 유리한 점이 있

므로 연안산업시설의 건설시 필수적으로 요구되는 방파제에 부착하는 파력발전소 시스템의 개발이 고려되고 있다.

3. 미래 자연에너지의 활용 방안

현재 국내외적으로 가장 연구개발이 활발하게 진행되고 있는 부분을 살펴보았다. 아직까지 많은 연구가 이루어지지 않은 부분도 있어 현재의 기술력으로 사용하기에 적합하지 않은 자연에너지도 있으나 대부분의 경우 머지않아 실용화가 이루어질 것이다. 그리고 지금 까지 이루어진 연구의 대부분은 하나의 분야에 국한되어 자연에너지를 우리가 사용할 수 있는 에너지로 바꾸는 일 즉, 효율을 높이는 데에 치중해 왔다는 것을 알 수 있다. 그러나 한편으로는 그 효율을 높이는 것에 대한 연구 보다 하나 이상의 자연에너지 또는 상용에너지를 연계하여 사용하는 방법, 하이브리드 시스템에 대한 연구가 조금씩 이루어지고 있다.

실제 상용화 될 제품의 경우를 살펴보더라도, 태양광 시스템 시장중 대부분을 형성하고 있는 계통 연계형 시스템은 이미 하나의 상용전원을 포함하고 있는 것이며, 독립형 시스템의 가로등의 경우에도 태양에너지만을 이용하는 것보다 태양에너지와 풍력에너지를 동시에 이용할 때의 제품의 신뢰성이나 효율이 훨씬 뛰어나다는 것을 알 수 있다. 이는 대개의 경우 태양광원이 거의 없는 날은 바람에너지의 양이 커지게 되어 태양에너지의 부족한 부분을 바람에너지가 채워주고 맑은 날에는 태양광원이 풍부하여 그 반대의 역할을 했기 때문이다.

등대나 브이 같은 해상 시설물의 경우 또한 마찬가지이다. 해상시설물의 경우 조력발전이나 파력발전 시스템을 태양광 발전 시스템과 함께 적용하기에 알맞은 형태이며, 실제로 일본에서는 파력발전 시스템과 태양광 발전 시스템을 연계한 브이를 실험, 상용화 준비에 들어가고 있다. 영국에서는 태양광 발전을 기본으로 한 다양한 하이브리드 발전시스템에 관한 연구를 체계적으로 수행하고 있다. 그림 13은 태양광 발전 시스템과 디젤 발전 시스템을 하이브리드 체계로 구성한 선박의 실제

이다.

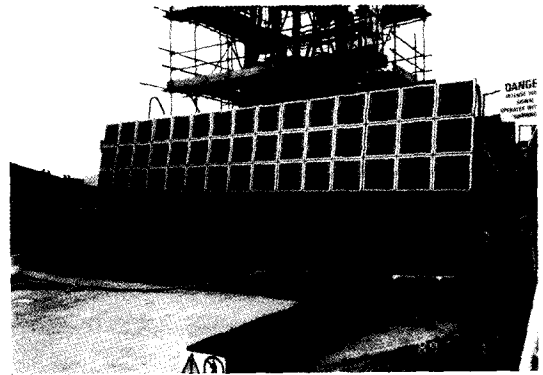


그림 13. 하이브리드 체계로 구성된 선박.

지금까지 살펴본 자연에너지를 최적으로 활용하면, 화석연료의 고갈이나 기후변화 등 인류가 당면하고 있는 에너지 위기에 대응할 수 있는 수단일 뿐 아니라 사회전체가 합리적으로 에너지를 이용하고 바람직하고 조화로운 사회로 갈 수 있는 기반을 제공한다. 더불어 자연에너지의 효율적인 활용을 위해 국가적인 차원의 지원이 선행되어야 한다.

4. 결 언

육상, 해상에 풍부하게 존재하는 자연에너지를 효과적으로 발전 및 활용하는 방안에 대한 연구가 필요한 시점으로 판단한다. 또한, 해상의 다양한 시설물, 선박의 시스템에 필요한 전력원 공급시스템에 관한 연구도 진행되어야 할 것이다. 하나의 독립된 시스템의 연구와 더불어 선진국에서 주도적으로 수행하고 있는 "자연에너지 고효율 하이브리드 발전 시스템"에 대한 연구와 최적 활용시스템에 관련된 연구를 수행하여 미래의 에너지 전쟁에 대비해야 할 것으로 생각한다.

참고문헌

- [1] Unit Harwell, "Wave Energy", A review paper prepared for the department of energy by the energy technology support, 1979

- [2] Tomas Markvart, "Solar Electricity", UNESCO, 1997
- [3] R J Van Overstraeten And R P Mertens, "Physics, Technology and use of photovoltaics", Adam Hilger LTD, 1986
- [4] K. H. Hussein, I. Muta, T. Hoshino, M. Osakada, "Maximum photovoltaic power tracking : an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions", IEEE proc.-gener. transm. distrib., Vol. 142, No. 1, pp. 59-64, 1995.
- [5] F. Giraud, "Steady-state performance of a grid-connected roof-top hybrid wind-photo -voltaic power system with battery storage", IEEE transactions on energy conversion, Vol. 16, No. 1, pp. 1-7, 2001.