

신재생 에너지와 태양광 발전의 방향



석탑엔지니어링 상무

신 중 훈

1. 개요

산업의 발달과 함께 삶의 질이 향상되면서 에너지 소모량이 급격하게 증가하게 되었고, 화석연료에 의한 발전에 치중해온 결과, 전세계적으로 환경오염과 화석연료 고갈의 문제에 직면하게 되면서, 새로운 에너지원이 필요하였으나, 경제성을 우선시하는 관점에서 개발과 발전이 더디게 진행되었다.

그러나, 최근 고유가로 인한 에너지시장의 불안정 및 기후변화협약 발효등 무공해 국내 에너지원 개발 및 보급의 필요성이 증대되면서 정부에서도 발전차액지원제도를 수립하는 등, 대체에너지 개발이 급격하게 진행될 전망이다.

따라서, 간략하나마 대체에너지를 살펴보고 태양광발전을 중심으로 현황과 문제점, 개발의 방향, 향후 전망 등 일반적인 사항에 대해 기술하여 많은 분들의 이해를 돕고 신재생에너지에 관심을 가질 수 있는 계기를 제공하고자 한다.



그림 1. 양축회전식 태양광 발전소(스페인)



그림 2. 양축회전식 태양광 발전소(스페인)



그림 3. 양축회전식 태양광 발전소(독일)



그림 4. 고정식 태양광 발전소(독일)

2. 그린에너지의 시대, 교토의정서 (교토프로토콜)

지구 온난화에 대한 전 세계적 각성의 수위가 높아지면서 지구온난화의 규제 및 방지를 위한 국제협약인 기후변화협약의 구체적 이행 방안으로, 2005년 2월 교토의정서가 발효되었다. 1차 강제 의무국은 선진 38개국으로 한국은 개도국의 지위를 인정받아 제외되었다. 그러나 OECD 회원국 중에서 멕시코와 한국만 제외되었으며 한국의 CO₂ 배출량이 OECD 국가기준을 크게 상회하여 2013년부터 온실가스를 감축해야 하는 2차 의무 감축 대상국으로 지정될 가능성이 높아 보인다.

의무이행 당사국의 감축 이행시 신축성을 허용하기 위하여 배출권거래, 공동이행, 청정개발체제 등의 제도를 도입하였다.

3. 배출권 거래

교토의정서 제17조에 규정되어 있다. 국가마다 일정한 양의 오염물질을 배출할 수 있는 권한을 주고 이 한도를 넘는 경우에는 정해진 양을 다 사용하지 못하는 국가로부터 배출권을 구매하도록 한 제도이다. 이때 가격 및 거래량은 배출권의 수요와 공급에 의해 결정된다.

2008년부터 이산화탄소·아산화질소·메탄·불화탄소·수소불화탄소·불화유황 등 6가지의 온실가스를 대상으로 본격적으로 시행되며, 교토의정서에는 각 국가별로 온실가스의 배출량이 정해져 있다.

만약 정해진 배출권 이상으로 오염물질을 배출한 경우에는 다음 해에 배출허용량을 줄이거나 벌금을 부과하게 된다.

원래는 국가 사이의 거래이지만 온실가스 감축의무가 있는 나라들이 민간기업에도 오염물질 배출량을 할당할 것으로 보여 민간기업 차원의 거래도 이루어질 것으로 전망된다.

배출허용량이 미리 설정되기 때문에 환경목표를 세우기가 쉽고, 장기간에 걸친 배출권을 미리 구매할 수 있어 기업은 장기적인 계획을 세울 수 있으며, 환경당국은 기술발전 또는 경제여건 변화 때마다 실시하던 세율조정을 할 필요가 없다. 그러나 오염물질 배출량을 수시로 감시할 수 없고, 국가나 기업체의 비용이 증가하여 부담으로 작용할 수 있다.

2003년 캐나다의 전력회사인 트랜스알타가 온실가스 거래 중개회사를 통해 칠레의 양돈회사인 아그리콜라사로부터 10년간 175만 톤의 온실가스 배출권을 구매한 데 이어 도쿄의 전력공사도 아그리콜라사로부터 200만 톤의 배출권을 구매하는 등 배출권 거래가 본격적으로 시작되었다. 한국은 1차(2008~2012년) 배출권 거래제도에서 개

이슈기사

발도상국으로 포함되어 제외되었지만, 2차(2013~2017년)에는 의무대상국에 포함될 것으로 예상된다. 이에 따라 한국도 막대한 벌금과 배출권 매매를 통해 수익 중 한 가지를 선택해야 하는 기로에 서 있다.

4. 대체에너지(Alternative Energy)의 종류

4.1 정의

넓은 의미로는 “석유를 대체할 수 있는 석탄, 천연가스, 원자력, 자연에너지 등 모든 1차 에너지”를 말하며, 좁은 의미로는 “신재생에너지(New & Renewable Energy)”로 한정하여 정의한다.(에너지 절약 편람, 에너지관리공단, 1991)

대체에너지 개발촉진법상 정의는 “석탄, 석유, 원자력 및 천연가스가 아닌 태양에너지, 바이오 매스, 풍력, 소수력, 연료전지, 석탄의 액화 및 가스화, 해양에너지, 폐기물에너지 및 기타로 지열, 수소, 석탄에 석탄외의 물질을 혼합한 유동성 연료(석유가 포함될 경우 석유함유량이 70%미만일 것) 등”이다.

좁은 의미의 대체에너지로써 현재에는 사용량이 아주 적지만 앞으로의 기술개발 노력에 따라 에너지 공급 체계 내에서 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되는 새로운 에너지 분야를 '신재생에너지'라고 부르고 있다.

4.2 신에너지

4.2.1 수소에너지

수소에너지는 전기에너지와 같이 다른 에너지원으로부터 얻어지는 2차 에너지원으로 지구상에 풍부한 물로부터 제조되어 자원의 제약이 없고, 연소생성물이 물로 다시

되돌아가는 청정연료이며, 저장방법이 다양하고, 수소자동차, 연료전지발전, 수소버너 등 현재의 에너지시스템에 대체 사용될 수 있는 미래의 에너지원이라 할 수 있다.

수송과 저장이 비교적 간편하나 전기분해하는 비용이 발전에 의한 수익을 초과하여 경제성측면에서 실효성이 적고 수송과 저장시 안전문제 해결이 필요하다.

수소의 제조기술은 다양하지만 현재까지는 주로 석유나 천연가스의 열분해에 의해 제조되거나 다른 화학물질 제조의 부산물로서 또는 물의 전기분해에 의해 제조되고 있다. 그러나 미래의 청정에너지 생산시스템으로 활용할 궁극적인 수소제조기술은 화석연료에 의존하지 않은 원자력이나 태양에너지 등을 활용한 물로부터 수소를 제조하는 혁신적인 기술이어야 한다.

수소를 에너지 매체로 하여 시스템적으로 이용하기 위해서는 우선 물에서 수소를 제조하는 기술, 제조된 수소를 저장하고 수송하는 기술 및 화석연료를 대체하는 이용기술로 구분된다. 현재 전세계의 수소제조량은 대략 8,000억m³로 추정되고 있으며 제조 원료로는 천연가스(66%)나 납사(33%)가 주로 쓰이고 나머지 1%는 가성소다 제조 시 부생가스와 Coke oven 가스, 물의 전기분해에 의하여 얻어진다. 이와 같이 현재 사용되는 수소의 대부분은 화석연료를 이용한 부분산화나 수증기개발방법을 이용하고 있으나 대체에너지개발 측면에서의 수소제조 기술은 직접 열분해법, 열화학법, 전기분해법 및 광분해법의 네가지 기술로 요약할 수 있다.

수소의 저장 형태로는 기체수소, 액체수소, 고체수소(금속수소), 금속수소화물, 화학저장 및 흡착방법 등이 있으며 수송 수단으로는 저장형태 또는 소비형태에 의하여 좌우되며, 단위 무게당, 단위부피당 에너지밀도가 수송 수단 선택의 중요한 기준이 된다. 금속 수소화물로 수소를 저장하기 위해서는 이에 적합한 금속 합금을 개발하여

야 하며, 이들 합금이 갖추어야 할 조건은 활성화가 용이하며 수소저장 능력이 우선 커야 하며, 생성열이 작고, 수소저장 및 방출의 속도가 크고, 성능 열화가 느리고 안정할 것, 값이 싸 것 등이다.

4.2.2 핵융합에너지

핵융합 발전은 일반적인 핵발전과 전혀 개념이 다른 것으로 현재의 일반적인 핵발전은 핵폐기물의 처리가 상당히 큰 문제였다. 하지만 핵융합 발전은 중수소와 삼중수소를 융합시켜 헬륨으로 만들 때 생산되는 에너지를 이용하는 발전이어서 폐기물 처리 문제가 없다. 또한 융합의 부산물로 헬륨과 삼중수소가 나오기 때문에 고갈될 염려가 없다. 가장 큰 문제는 역시 상용화 문제이다. 아직은 핵융합에 대한 연구가 적어서 상용화 시기는 2050년 이후로 예상하고 있다.

4.2.3 브라운가스

브라운가스란 물(H₂O)의 구성비 그대로 수소와 산소가 2 : 1로 혼합된 상태의 혼합가스를 말하며, 물연료 자동공급설비 BROWN GAS PLANT에서 자동생산되는 완전무공해 연료를 말한다.

고도의 전기분해기술에 의한 물의 해리작용으로 생성되는 브라운가스는 자체산소에 의해 완전연소되는 이상적인 혼합기체로서 임플로전 현상에 의해 브라운가스만의 독특한 연소특성을 나타내므로 종전의 수소가스와 달리 브라운가스라 부르게 되었으며, 신에너지 브라운가스는 인류의 꿈과 미래를 보장할 새로운 대체에너지로 등장하여 21C 수소에너지 시대의 주역으로 각광 받고 있다.

그러나, 전문가들 사이에 브라운가스의 실제 존재 여부에 대한 반론이 만만치 않다.

4.2.4 연료전지

연료전지는 수소를 산화시킬 때 전자가 흐르는 것을 이용해 발전을 하는 것이다. 이 방법의 가장 큰 장점은 다른 화석 연료보다 효율이 높고 환경 오염이 없다는 것이다. 환경오염이 없는 이유는 일반적인 화석 연료가 산화하면서 탄화수소류를 발생시키는 것에 비해서 수소가 산화될 때는 단지 물만이 생성되기 때문이다. 하지만 수소의 안전한 저장 문제, 수송 문제, 저가 대량 생산 문제 등이 있다. 이런 단점이 있긴 하지만 부분적으로 상용화된 나라도 있어서 조만간 상용화될 것으로 예상된다.

4.2.5 우주 태양광 발전

우주태양광 발전은 지상에서 이루어지는 태양광 발전과 기본적인 발전 방식은 같다. 다만 전지판을 위성 상에 우주에 띄우거나 달에 설치를 해서 효율을 크게 향상시킨다는 점이 다르다. 우주에서는 효율이 높기 때문에 2050년쯤에 상용화된다고 하면 한반도 1.5배 면적의 전지판으로도 전체 전기 요구량을 충족할 수 있다고 예상하고 있다. 우주태양광 발전으로 생산한 전기는 마이크로파의 형태로 변환되어 지상으로 전송된다고 한다.

4.3 재생에너지

재생 에너지는 화석 연료와 원자력을 대체할 수 있는 에너지자원으로 태양 에너지, 지열 에너지, 조력, 풍력, 소수력, 바이오매스 등의 무공해 재생 가능한 자연에너지이다.

재생 에너지는 무공해로 고갈될 염려가 없다는 큰 장점을 가지고 있다. 그러나 에너지 밀도가 너무 낮아 현대 문명 사회와 같은 대용량의 에너지원으로는 부적합하고 효율성이나 경제성 등에서 아직은 해결해야 할 문제들이 많이 남아 있다.

이슈기사

4.3.1 태양에너지

우리가 살고 있는 지구는 태양으로부터 매시간마다 전 세계 1년 총소비에너지의 두 배만큼 막대한양의 에너지를 받아들이고 있다. 태양에너지를 직접 실생활 또는 산업체 동력원으로 사용하기에는 에너지 밀도가 너무 낮고 기상 조건에 민감한 문제들이 있긴 하지만, 공해가 전혀 발생하지 않고 영속적이며 우리나라와 같이 에너지 부존자원이 빈약한 나라에서도 용이하게 이용할 수 있는 미래의 유력한 에너지이다.

최근 태양에너지관련 기술은 급속도로 발전하여 태양광을 이용한 태양전지발전, 태양열을 이용한 발전 혹은 냉난방기술 등 그 분야가 매우 다양하다.

태양에너지 이용의 대표적인 태양광발전은 태양의 복사에너지를 전기에너지로 변환시키는 기술로 일반적으로 수와트(W)로부터 수 킬로와트(kW)를 단위화하여 용도에 따라 수메가와트까지의 전력시스템을 쉽게 설치할 수 있는 특성을 가지고 있다. 또한 기존 시설의 교체나 증설이 쉬워 이에 많은 시간이 소용되는 화력발전이나 원자력발전과 크게 대조를 이룬다.

태양에너지 이용방법에는 태양열과 태양광으로 크게 나눌 수 있다. 태양광선의 에너지 분포를 보면 86% 이상이 가시광선과 적외선으로 되어 있어 본질적으로 그 이용방법은 열이다. 이러한 이용방법으로는 태양열을 집열하여 고온의 열에너지로 전환시킨 후 열기관을 통하여 전기에너지로 변환시키는 태양열발전과 태양열을 이용한 냉난방 시스템 등이 있다.

태양광 발전은 태양빛을 받으면 직접 전기를 발생하는 반도체 소자인 태양전지를 이용한 발전방식이다. 태양광 발전의 특징으로는 깨끗하고 무한한 에너지원으로서 회전부분이 없어 조용하고 수명이 길 뿐만 아니라 보수가 용이하고 자동화, 무인화가 가능한 장점이 있는 반면에,

에너지 밀도가 낮아 설치에 대면적을 필요로 하고 일사조건에 따라 발전출력이 변하는 등 태양에너지 자체의 결점을 갖고 있어 이러한 단점을 극복하고 장점을 살리기 위한 기술개발이 필요하다고 할 수 있다.

이와 같은 특징에 따라 주요 이용분야로는 인공위성의 전원에서부터 중소규모의 발전에 이르기까지 많은 이용 실적이 있고, 최근에는 도서산간벽지의 독립전원, 소규모 주택용 및 대규모 분산형 전원으로 점차 확대하고 있는 상황에 있다.

태양광 발전시스템의 주요 구성기본요소로는 태양전지, 전력변환장치(Inverter), 변압기(Transformer), 축전지 및 제어장치 등을 들 수 있다. 그리고 태양전지의 종류에는 실리콘계, 화합물 반도체, Tandem형의 3가지로 크게 구분되며, 현재 쓰이고 있는 대부분의 태양전지는 실리콘계이며, 향후 기술개발될 전지는 고효율, 저가의 화합물 반도체 태양전지로 예상된다.

4.3.2 해양에너지

해양에너지는 중력에너지의 거대한 흡수체 및 저장체로서 운동, 위치 및 광합성, 온도차 및 농도차 등의 각종 에너지를 포함하고 있다.

해양에너지를 이용하는 기술은 에너지원이 바다에 존재하기 때문에 영구적인 해양구조물을 설치하는 기술, 저밀도 에너지를 이용하는 기술, 그리고 해수에 의해 나타나는 부식의 방지기술 등이 필요하기 때문에 초기 투자비가 아주 커 아직 본격적인 실용화에는 이르지 못하고 있는 실정이다.

해양에너지는 부존형태에 따라서 조력, 파력, 해수온도차, 해류에너지 등으로 존재하는데 대부분 첨단기술을 필요로 하고 엄청난 개발비용이 들어 현재로서는 경제성이 취약하며 몇몇 선진국에서 실험적 연구개발이 진행되고

있을 정도이다. 해양에너지는 크게 조력발전, 해양온도차 발전 및 파력발전으로 이용될 수 있다. 조력발전기술은 주로 저낙차용 수차의 개발에 중점을 두고 있으며 Rance 발전소의 Bulb형 수차, 캐나다 Annapolis발전소의 Straflow 수차 등이 개발되고 있는데 조력에너지는 간만의 차가 5m 이상되어야 개발가치가 있어 우리나라의 서해안을 비롯한 유럽, 북미등의 몇몇 해안지역에서만 가용 조력원이 편재되어 있다.

해양 500-700m 깊이의 온도가 4-6℃이고 해양표층온도(열대:28-30℃;아열대:22-26℃)가 높은 점을 이용하여 발전을 할 수 있으나 아직까지는 시험단계이다. 1980년대에 들어와 미국과 일본에서 각각 1000KW급, 120KW급 파이롯트 플랜트를 건설하고 시험발전에 성공한 바 있으며 현재는 수십MW급 플랜트의 개발에 목표를 두고 연구를 추진하고 있다. 파력에너지를 이용한 발전기술연구는 약 100년전부터 시작되어 파력전원이 풍부한 일본과 영국 및 노르웨이 등에서 활발하게 수행되고 있다.

해수가 전체적으로 순환함에 따라 생기는 표면의 따뜻한 해수와 심층부 냉각해수 사이의 20-25℃ 전후온도차를 이용하여 발전하는 해양온도차발전은 에너지양은 크지만 에너지밀도가 낮아 본질적으로는 열효율이 낮고 심층부의 해수를 흡수하기 위해 많은 동력을 필요로 한다. 냉각수를 취수할 수 있는 취수관이 짧아야하며 동절기 기간이 없는 지역이 이용가능하다.

조수간만의 차에 의하여 발생하는 수위차를 이용하여 발전하는 조력발전은 원리적으로는 수력발전과 동일하다. 프랑스의 랑스 발전소의 경우 13.5m의 조차를 이용 약 240MW의 전력을 얻고 있으며 발전단가가 약 500원/kWh로 알려지고 있다.

오는 2009년 완공될 예정인 시화 조력발전소는 254MW로 세계 최대의 조력발전소다.

시화 조력발전소는 이미 축조가 완료되어 있는 시화방조제를 이용해 조력발전소를 건설하기 때문에, 방조제 건설비용을 크게 절감할 수 있다. 따라서 경제적 측면에서도 아주 유리한 조건을 갖추고 있다.

이 사업은 한때 환경오염의 대명사로 논란을 빚었던 시화호의 수질 개선 등 복합적인 목적을 가지고 있다. 시화 조력발전소는 시화공단과 대부도를 연결하는 시화방조제(길이 12km)의 중간지점에 위치한 작은가리섬에 건설되고 있고, 우리나라 최초의 조력발전소이면서 동시에 세계 최대의 조력발전소다. 총 3551억원의 사업비가 투입되며 2004년 12월 말에 착공해 오는 2009년 하반기 완공을 목표로 하고 있다.

하루에 두 번 발생하는 조수간만의 차를 이용해 연간 5억5200만kWh의 전력을 생산할 수 있으며, 이는 약 50만명의 인구가 사용할 수 있는 전력량이다. 연간 86만2000배럴의 유류 대체효과와 15만2000톤의 이산화탄소 저감 효과가 있는 것으로 분석된다.

조력발전과 조류발전은 달의 인력에 의해 바닷물이 해안으로 밀려왔다가 빠져나가는 현상을 이용한다는 점은 같다. 그러나 조력발전은 좁은 길목을 댐으로 막은 뒤 댐 양쪽의 수위 차로 터빈을 돌리는 반면, 조류발전은 수로의 물 속에 풍차날개 같은 구조물을 설치해 그 회전력으로 터빈을 돌린다는 점이 다르다.

조력발전은 수위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 떨어지는 물의 양을 통제해 발전량을 일정하게 조절할 수 있다. 그러나 댐 건설 비용이 많이 든다는 단점이 있다. 반면 조류발전은 댐을 건설할 필요가 없이 비용이 적게 들지만 조류의 속도에 따라 발전량이 들쭉날쭉하다는 단점이 있다. 환경 측면에서는 댐을 건설하지 않는 조류발전이 더 환경친화적이라고 할 수 있다.

파력발전은 파도의 상하 운동 에너지를 이용해 전력을

이차발전기

생산한다. 파도는 바람의 힘으로 만들어지는데 해상에서는 바람의 강도에 따라 0.3~5m 높이의 파도가 생겨난다. 진자(흔들이)를 내장한 부표를 바닷물에 띄우면 파도에 따라 부표가 요동치면서 진자가 흔들린다. 이 움직임을 회전 운동으로 바꿔 발전기를 돌리는 방식이 파력발전이다. 이 밖에 해안 방파제 등에 발전기를 달아 파도가 올라왔다 내려가는 힘을 동력으로 하는 파력발전 방식도 있다. 파력발전은 발전 용량이 작아 대규모 전력을 생산하는 데는 적합하지 않다. 섬이나 선박 등 제한된 전력 수요를 충족하는데 적합하다.

해양 온도차발전은 햇볕에 가열된 표층수를 진공 펌프로 감압해 얻은 수증기로 저압 터빈을 돌려 전기를 얻는 방법이다. 물은 압력이 낮아지면 섭씨 30도 이하의 저온에서도 증발한다. 터빈을 돌린 수증기는 바닷속 깊은 곳에서 끌어올린 섭씨 8도 정도의 찬물로 냉각한다. 이 과정에서 부산물로 담수(淡水)를 얻게 된다. 서아프리카의 상아 해안으로 유명한 아비잔에서는 이 방법으로 하루 7000kW의 전력을 생산하고 약 1만4000톤의 담수를 얻는다.

최근에는 효율을 높이기 위해 수증기 대신 암모니아나 프론가스로 터빈을 돌리는 방식 등에 대한 연구가 진행되고 있다. 또 촉매를 사용해 섭씨 20~30도의 해수를 100도까지 끌어 올리는 기술도 등장했다.

염도차발전은 강물과 바닷물이 만나는 곳에서 농도가 낮은 강물이 삼투압 작용으로 농도가 높은 바닷물로 빨려 들어가는 압력을 이용해 발전을 한다. 이 압력은 물이 약 200여m 높이에서 떨어지는 힘과 맞먹을 정도로 강력하다. 세계적으로 염도차 에너지의 부존량은 약 26억kW에 달하는 것으로 알려져 있다. 강의 규모가 클수록 에너지의 부존량도 커진다. 아마존강은 약 5억kW의 전력을 생산할 수 있는 염도차 에너지를 보유하고 있다.

염도차발전은 담수와 해수의 염도 차에 따른 물리적인

압력을 이용하는 방식 이외에도 담수와 해수를 섞을 때 화학적으로 발생하는 전기를 모으는 방식이 있다. 염도차발전은 아직 경제성이 낮다는 점이 단점이다.

4.3.3 풍력에너지

풍력에너지는 잠재력이 풍부한 에너지원으로 광범위한 지역에 분포되어있기 때문에 오래전부터 풍차에 의한 동력원으로 이용되어 왔다. 덴마크의 경우 총 전력수요량의 0.4%, 미국 캘리포니아주는 전력수요의 1%, 그리고 스웨덴에서는 3.2MW 규모의 대형 풍력발전기가 운전되고 있기도 하다. 국내의 경우 현재 20KWp 규모의 국산화 풍차 개발이 이루어지고 있으며 제주도에 200KW 설비가 도입, 설치되어 실증운전을 실시하고 있으나 전문가들 사이에서는 실패작으로 평가받고 있다. 다만 강원 풍력발전은 17기(약 8MW)가 양호하게 작동하고 있는 상태이다. 주요 실패요인으로는 바람이 일정하게 부는 것이 아니라 급격하게 변화하면서 순간적으로 역풍이 작용할 때 내부에 커다란 저항이 발생하고 이로 인한 조절곤란 및 부품의 고장이 발생한다.

풍력시스템의 주요구성요소인 풍차는 기술적으로 큰 어려움이 없어 양산화에 의한 비용의 절감이 기대되고 있지만 풍력자원의 조사, 풍향에 따른 최저제어기술, 요소 기술, 설비의 신뢰성 및 경제성의 확립이 필요하다.

지구에서 부는 바람은 세계 에너지 소비량의 100배나 많은 에너지를 가지고 있다. 풍력에너지는 풍력의 3승에 비례하고 풍차의 지름의 자승에 비례한다. 따라서 풍속이 크고 풍차의 크기가 크면 클수록 그만큼 더많은 풍력에너지를 생산할 수 있게 된다. 서독연구기술성의 연구에 따르면 풍력발전이 경제성을 갖자면 용량은 적어도 3MW급이 되어야 하고 그러기 위해서는 풍차의 지름이 100m는 되어야 한다.

4.3.4 지열에너지

마그마가 지표근처까지 상승하고 있는 지역은 과열증기나 높은 온도의 증기를 얻을 수 있는 경우가 많고 이들은 비점이 낮은 유체를 이용, 열교환시켜 발전이 가능하다. 또한 지하 수전m에 존재하는 고온암체에서는 인공적으로 물을 순환시켜 발전하는 방법도 고려되고 있다.

발전용량 1,400MW급인 미국 캘리포니아 Geysers 지열발전소가 가장 큰 규모인 것으로 알려져 있다. 일본, 이탈리아, 아이슬랜드, 뉴질랜드 등도 소규모 발전설비를 보유하고 있다.

그러나 이들 대부분은 지표면 가까이에 있는 고온 증기를 이용한 것으로 장차 지열에너지 자원을 획기적으로 활용하기 위해서는 보다 깊은 지층에 존재하는 막대한 열수 에너지의 추출기술과 이를 이용한 발전기술 및 지역난방용 열수 공급시스템의 개발이 필요하다.

4.3.5 바이오매스(Biomass) 에너지

바이오매스자원은 크게 농산, 임산, 축산, 수산 및 도시 폐기 바이오매스로 분류된다. 바이오매스 이용기술의 대표적인 선도국인 미국의 경우 미이용 유기폐기물로부터 알콜발효 및 메탄발효를 통해 수송용 알콜연료 및 메탄가스를 얻고 있다. 주요개발 내용은 알콜발효의 경우 균주 개량, 셀룰로스 전처리, 당화 및 알콜발효, 알콜농축 및 리그닌의 복합이용 기술개발이 있고, 메탄발효의 경우 메탄균주의 균주개량 및 확보, 2단발효 및 속성발효 기술개발이 있다. 임산 바이오매스의 경우 열화학적 기화 및 액화에 의한 전환 기술이 개발되고 있고, 농산 바이오매스의 경우 연료, 화학원료 및 식량 생산기술이 개발되고 있다. 또한 수산 바이오매스의 경우는 해양농장재배에 의한 메탄가스, 사료, 비료, 화학원료생산 복합시스템이 개발되고 있다. 이 밖에도 광합성 세균 및 남조류를 이용한 수

소생산 등이 있다.

메탄발효에 의한 메탄가스의 생산은 이미 국내외에서 실용화된 상태이나 섬유성 바이오매스로부터의 수송연료 알콜생산은 미국을 중심으로 본격적인 기술개발 단계에 들어서 있다. 주요 기술개발 목표는 글루코스와 자일로스의 수율제고, 수요동력감소, 알콜생산성 향상, 리그닌의 활용, 저렴한 에탄올 농축기술 및 발효시간의 단축 등이다.

4.3.6 소수력에너지

소수력발전은 초기 시설투자비가 높은 단점이 있지만 수명기간(30년이상)동안 유지보수비가 적게 든다는 잇점이 있다. 수력과 소수력에 대한 구분은 나라에 따라 다른데 미국의 경우는 15MW급 이하를 우리나라는 3MW급 이하를 일컫는다.

우리나라의 소수력 자원은 비교적 풍부한 편으로 2,605개소에 발전 가능량이 총 940MW에 달하는 것으로 알려져 있다.

4.3.7 폐기물에너지

유럽의 여러 국가에서는 50년대부터 쓰레기 처리 및 소각에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 1954년 스위스의 Von Roll사에 의해 일산 100톤 규모의 소각장치로서 발생열을 증기와 전력생산에 이용하였고, 증기는 생산 공정용이나 열수로 열교환되어 지역난방에 현재까지 이용되고 있으며 대규모 플랜트의 경우는 발전용으로 활용되고 있다.

특히 일본의 경우 수행회전로, FBC 소각로등 신기술 개발 보급단계에 있다.

국내의 폐기물은 주로 매립방법에 의존해 왔으나 최근 매립지 확보가 어려워져 에너지를 회수하는 연소방법 또는 폐기물을 자원화하는 방법 등이 연구되고 있다. 국내

이상기사

에서는 서울 목동의 소각로 시스템과 난지도의 RDF 시스템 기술을 외국으로부터 도입하였으나 국내의 쓰레기 성상이 외국과 근본적으로 다르므로 여러 문제가 발생하였다. 따라서 국내 폐기물 배출현황과 성상 및 조성을 조사하여 이를 분석하고, 최종적으로 처리할 수 있는 시스템을 개발하는 방향으로 연구가 진행되고 있다.

이상으로 신에너지와 재생 에너지로 구분하여 종류 및 간단한 설명을 하였다. 사실, 신에너지와 재생에너지의 구분은 명확하게 정의하기가 어렵다. 신에너지이면서도 재생에너지인 경우에 특히 그렇다. 신재생에너지로 통칭하는 이유가 여기에 있다고 생각한다. 독자의 견해와 다를 수도 있음을 이해하여 주시기 바란다.

5. 태양광 에너지

유럽 신재생에너지협회의 전망에 따르면 전체에너지에서 신재생에너지가 차지하는 비중이 2001년 19%에서 2020년 35%까지 증가할 것으로 전망하였다. 이는 전체 에너지 소비량 증가율 170%를 크게 상회하는 310% 이상의 급성장이다.

그럼 이제부터는 왜 태양광 발전을 주목해야 하는지에 대한 설명을 하고자 태양광을 이용한 발전방식을 자세히 살펴보고 국내외 현황과 발전분야 및 발전전망을 논하고자 한다.

5.1 태양광 에너지의 성장

각종 에너지 기구 및 협회 전망에 따르면 태양광 에너지의 성장이 신재생에너지분야에서 가장 빠르게 성장할 것으로 기대되고 있다. 유럽의 경우 2040년까지 총소비

전력량의 25%, 신재생에너지 전력생산량의 31%에 달할 것으로 전망하고 있다. 이는 현재의 생산량 대비 약 4,000배 이상으로, 같은 기간 바이오나 소수력 등이 2배 성장할 것으로 예상되는 것에 비해 매우 빠른 성장속도가 전망되고 있다. 또한 전세계 태양광 발전규모는 1999년 0.2 GWp에서 2006년 2.2 GWp 로 약 11배, 연평균 40%씩 성장한 이후, 2010년에는 10GW(CLSA 전망치)에서 14GW(Photon International 전망치)로 각 기관들이 예상할 정도로 시장규모가 급속히 확장되고 전망치도 상향 조정되고 있는 현실이다.

그럼 왜 태양광인가에 대한 의구심이 생긴다.

앞서 기술하였지만, 상세히 설명하면

첫째, 지구에 인류가 존재하는 한 영구적으로 사용할 수 있는 에너지이다. 독일 기후변화협의회 조사치에 의하면 태양에너지원은 현재 전세계 에너지 소요량 대비 2,850배에 이르는 것으로 나타났다.

둘째, 환경오염이 없는 무공해 에너지이다. 태양에너지는 석탄화력발전 대비 약 240gcarbon/kWh 이 절감 가능하다.

셋째, 규모나 지역에 관계없이 설치가 가능하다. 유지비용이 거의 들지 않는다. 태양열 발전의 경우 소규모 시스템에서는 경제성이 떨어지고, 풍력, 해수력 발전은 발전 단위는 큰 대신 지형환경에 따른 제약이 크다. 수소력은 안전상의 문제에 대한 불안감에 기인하여 확산이 쉽지 않은 상황이다. 설치비용에 대한 지원이 있거나 설치비용을 획기적으로 줄일 수 있도록 건설업체에서 설계과정부터 진행할 경우 광범위한 건물에 적용이 가능하다.

넷째, 발전원가가 높지만 반도체 기술을 활용할 수 있어 기술혁신을 통한 원가절감 잠재력이 높다.

태양광은 에너지 밀도가 낮아 대규모의 면적이 필요하

고 시스템 비용이 고가여서 초기 투자비와 발전단가가 높다는 단점이 있다. OECD/IEA에서 발간한 신재생에너지 종류별 발전단가를 비교해보면 태양광 발전의 발전단가는 kWh당 20~60센트에 달해 일반 가정의 전기구매단가인 3~15센트를 크게 상회하고 있다. 그러나 태양광 발전은 태양전지의 생산공정 혁신, 모듈 생산의 자동화, 대량 생산을 통한 규모의 경제 달성, 웨이퍼 박막화를 통한 원재료비 절감과 박막형 등 차세대 태양전지로의 기술혁신 등을 통해 원가를 절감할 수 있는 여지가 크다. 실제로 독일 프라이부르크에서 2007년 6월 21일부터 열린 인터솔라 박람회장에 소개된 공정 자동화 설비를 적용할 경우 원가절감이 가능할 것으로 판단된다. 현재까지는 인력에 의한 공정이 많았다. 실제로 태양광 모듈 가격 추이에 대한 IEA의 조사결과를 보면 90년대 초반 4,000엔/와트를 호가하던 태양광 시스템 가격이 90년대 말 1,000엔/와트로 급격하게 하락하였다.

다섯째, 원재료에서부터 모듈설치에 이르기까지 산업화가 가능해 부가가치 창출 및 고용창출효과가 크다.

태양광 발전은 원재료인 폴리실리콘 생산에서부터 웨이퍼 생산, 태양전지 생산과 모듈조립, 인버터등 시스템 부품과 설치 서비스에 이르기까지 2007년 기준 세계시장 규모 186억 달러 규모의 산업이다. 특히 모듈제조 이전의 다운스트림 공정(폴리실리콘, 웨이퍼, 전지 등 2007년 기준 세계시장 9조 규모)은 수출산업화가 가능한 영역이다. 해수력, 풍력 등 타 대체에너지는 지형적인 제약이 있어 수출산업화가 불가능한 것에 비해 차별화되는 요인이다.

실제로 세계 태양전지 시장규모는 2006년 현재 독일이 55% 이상을 차지하고 있어 가장 크지만 전지 및 모듈 생산은 일본업체들이 전세계 생산량의 50% 이상을 점유하고 있다. 수출산업화로 인해 일본정부에서도 전체 신재생 에너지 예산 중 높은 비중을 태양광에 투입하고 있다.

5.2 우리나라의 기술력과 발전가능성

세계 최대소비국인 독일은 소비량 증가에 발맞춰 빠르게 생산량에서 시장점유율을 확대해오고는 있으나 아직까지 10% 이하 수준이다. 이는 태양전지의 제조공정이 반도체, LCD 제조공정과 유사해 관련 공정기술 및 장비, 부품 인프라를 확보하고 있는 일본업체의 경쟁력을 따라잡기가 힘들기 때문이다. 샤프, 교세라 등의 일본업체는 LCD, 반도체 사업을 함께하는 세계 1, 2위 태양전지 생산업체이다. 여기서, 우리나라의 성장가능성이 매우 높다는 것을 알 수 있다. 매우 희망적인 부분으로 판단된다.

우리나라의 전자업체는 메모리 반도체, LCD 부문에서 시장점유율 1위를 고수하고 있다. 이는 태양전지를 개발할 수 있는 인프라가 매우 좋다는 의미이기도 하다.

발전단가를 절감할 수 있는 차세대 태양전지 개발에 박차를 가한다면 국내업체의 조속한 경쟁력 확보가 가능하리라 생각된다. 원가절감 가능성이 높다고 알려진 박막형 태양전지의 원재료 및 제조공정 개선을 통해서 표준화를 달성하면 국내업체의 세계시장 진입 전망은 밝을 것이다.

5.3 태양광 발전의 고비용과 저효율 타개

5.3.1 저해요인

태양광 발전이 확산되지 못하는 가장 큰 이유로 고비용과 저효율을 꼽는다.

화력 등 기존 발전방법에 비하여 발전단가가 3~10배 정도로 알려져 있다. 최근 발전단가가 급속히 저하되는 경향이긴 하나, 아직 경쟁력이 떨어지는 것이 사실이다. 하물며, 신재생에너지 중에서도 발전단가가 높은 편이다. 특히 우리나라와 같이 부지확보가 곤란하거나 지가가 높아 부대비용 등 설치비용이 많은 점은 태양광 발전의 확장에 매우 큰 걸림돌이 될 수 있다. 그러나, 국내에 한정해

이슈기사

서 생각할 필요는 없다.

폴리실리콘, 웨이퍼 등 고가의 원재료가 모듈 비용의 50%이상을 차지하고, 태양광 시스템 설치비용이 전체 설치비용의 80%정도를 차지하는 현실을 비추어 봤을 때, 시스템의 자재비용만 절감할 수 있어도 세계적으로 급속히 성장하는 태양광 시장에서 수익을 창출할 수 있을 것으로 판단된다. 아울러 세계최대 태양광 발전소(전남 신안, 동양건설산업, 20MWh급)를 건설하고 있는 우리의 경험을 해외에 수출할 수 있다면 국가이미지 제고 및 수익성 극대화가 가능할 것으로 판단된다.

5.3.2 경쟁력 확보 방안

앞으로 신재생에너지가 경쟁력을 확보하고 대중화되기 위해서는 적극적인 지원정책이 필요하다. 지자체에서 특구를 지정하고 보조금을 지급하거나 고가에 매전(買電)하는 등의 지원이 있을 경우 경쟁력을 확보할 수 있다. 실례로 독일에서는 높은 수준의 보조금을 지급하는 정책이 지자체에서 활발히 이루어지고 있어 일반 소매전력보다 경제적인 구조로 되었으며 일반인들도 매전(買電)할 수 있도록 하고 소비가격을 상향하여 태양광 발전을 활성화하였으며 세계 최대 태양광 발전국으로 발돋움할 수 있었다. 국내에서도 독일의 정책을 벤치마킹하고 차액을 보전해주는 제도를 실시하고 있으나 일반인들은 매전(買電)할 수 없으며 발전허가를 취득한 사업자도 차액보전제도를 선착순 100MW로 한정하고 있어 조만간 한도량을 넘어설 예정이다. 이럴 경우 기획단계에 있는 수많은 발전 인허가 서류들이 사장될 전망이다. 지금 현재 국내 굴지의 대기업을 포함한 수많은 사업시행자들이 100MW 마감 이전에 사업을 수행하고자 노력을 하고 있으나 불안감을 느끼고 있으며 한정된 매전량의 증가를 희망하고 있는 실정이다. 필자가 업무상 알게 된 내용만 하더라도 부지 매입 및

30MW 이상의 계획을 실시중인 민간업체가 2개, 20MW 이상이 1개, 10MW 이상이 2개, 3MW 이상이 1개, 1MW 이상이 약 10여개, 이미 공사중인 신안군 20MW, 벌써 100MW를 넘어선다. 현장답사를 하거나 설계단계에서 접한 용량만 벌써 넘어서는 상태다.

일반인들에 대해서도 설치액의 50%를 지원하는 제도를 소극적인 홍보 및 한정기한으로 실시하였으나 매전할 수 없는 법제도하에서는 사실상 과거 태양열설치사업의 실패를 답습할 것으로 감히 예상한다. 매전에 의한 수익이 발생하지 않을 경우 일반인들은 고가의 수리비를 감당할 수 없기 때문에 고장이 발생하거나 파손이 되었을 경우 방치할 수 밖에 없다. 설치비만 지원해서는 안 된다. 수리비를 감당할 수 있도록 정책을 펼쳐주어야 한다.

5.3.3 정부지원 사례

독일은 시중금리보다 낮은 이자로 고액의 설치비용을 제공하였으며, 발전가격과 소매가격의 차이를 보전하기 위해 고가로 매입하였다. 물론 초기의 보급확대를 위한 정책으로써 지금은 지원금에 있어 완만한 하락세를 나타내고 있다고 한다. 하지만 보급확대에 따른 생산설비 현대화 및 단가하락으로 태양전지 전력량은 급성장하고 있다. 2004년부터 전세계 최대 소비국으로써 단일국가에서 50% 이상의 소비량을 기록한다니 놀라울 따름이다. 특히 수량면에서 주택 및 공공건물에 설치된 시스템이 약 90%를 차지한다고 하니 설치할 부지가 없어 계획단계에서 곤란을 겪고 있는 국내의 현실에 비추어 봤을 때 매우 희망적인 부분이다.

일본 정부는 신재생에너지 할당제를 통해 발전사업자가 2010년까지 판매전력량의 1.35% 이상을 신재생에너지로 할당하도록 규제하고 있으며, 태양광 설치시 보조금 지원, 태양광 주택에 대한 모기지 금리 혜택, 사업자에 대

한 보조금 지원, 한국에 비해 약 3배 정도 높은 세계 최고 수준의 전기요금 및 세계최대 모듈생산국으로써 모듈확보의 용이성 등으로 2005년 중앙정부의 지원이 중단되었음에도 불구하고 꾸준한 성장세를 나타내고 있다. 경쟁력을 갖추다보니 민간에서 에너지 절약형 주택을 적극적으로 보급하였다. 이면에는 지구온난화에 의한 일본인들의 피해의식이 잠재되어 있다. 바다의 수온이 20도~30도정도일 때 태풍이 발생하는데 지구온난화로 바다가 뜨거워지면 봄에도 태풍이 발생하고, 태풍에 에너지가 계속 공급되어 슈퍼급 태풍이 일본을 덮칠 확률이 높아진다. 또한, 엘니뇨 현상으로 지속적인 가뭄, 폭설, 폭우, 폭염 등 기상이변이 발생하게 되고 남북극의 빙하가 전부 녹을 경우 이론상 해수면이 50~60M정도 높아진다고 알려져 있어 가장 직접적인 피해를 입는 섬나라 일본 국민들의 환경에 대한 인식이 높아졌기 때문이다.

미국은 자국 산업의 보호라는 미명하에 교토의정서를 거부해왔으나, 원가경쟁력을 확보하기 위한 BIPV 기술과 신소재에 초점을 맞춰 예산을 확보하는 등 물밑작업이 한창이다. 조만간 교토의정서를 준수할 수 있게 된다면 미국의 힘을 앞세워 개발도상국에도 교토의정서 참여를 강요할 것으로 예상된다.

5.4 태양광 발전 리스크에 대한 견해

향후 태양광 발전을 저해할 수 있는 요인으로써는 정부에서 자생력이 떨어지는 태양광발전에 대한 지원중단, 다른 신재생에너지 및 대체기술 등장에 의한 경쟁력 약화, 원자력 발전에 대한 호의적 인식으로의 전환, 엄청난 양의 유전 신규 개발 및 유가의 하락 등이 있다.

하지만, 현재까지는 정책의 방향이 신재생에너지 입장에서 비추어볼 때 상향추세로 단기간에 정책변동이 발생할 것으로 판단되지 않으며, 경쟁력이 우월한 대체기술

등장은 매우 반가운 소식이 될 것이다. 필자가 태양광 발전을 원하는 이유는 현재 상태에서 가장 좋다고 판단하기 때문이므로 인류에게 더 좋은, 특히 우리나라에 더 좋은 기술이 꼭 등장하기를 바란다.

원자력 및 화력의 발전량과 가격경쟁력은 타의 추종을 불허할 정도임을 인지하고 있지만 인류는 점차 나은 생활 환경을 원하고 있어 비용문제가 아닌 환경문제로 신재생 에너지가 대두되었으므로 기존 에너지에 대한 호의적 인식으로의 전환과 생산량 증가는 쉽사리 이루어지지 않을 것으로 판단된다. 지구온난화로 환경피해가 극심해지게 되면 신재생에너지 사용은 필수로 자리매김할 것이다.

6. 우리가 나아가야 할 길

현재의 발전인허가 제도에 대해 살펴보면 세계의 추세를 정면으로 반박하고 있다고 생각된다. 발전효율을 증가시키고 초기 설치비를 줄이는 방편으로 세계적으로 건물 부착형 박막 태양광(BIPV) 발전을 권장하고 기술력에서도 급성장하는 추세지만, 국내는 건물의 벽면이나 옥상에 태양광 설치를 허용은 하되 기간산업이라는 이름으로 발전을 못하도록 하고 있다. 이런 상황에서 적극적으로 BIPV를 설치할 기업은 많지 않을 것이며 있다 하더라도 소비량을 최소화 할 것이다. 그런데 국내에서는 BIPV Cell 발전에 박차를 가하고 있으며 최근 언론 보도에 따르면 세계 최대 효율의 박막태양전지를 개발했다고 한다. 곧 상용화하고 수출산업으로 두각을 나타낼 전망이다. 꽤 아이러니컬하다. 정부는 마지못해 선심쓰듯 100MW 차액보전제도와 설치비 지원, 소극적인 홍보로 일관하면서 국가 경제 발전을 도모하지 못하고 민간에서는 국가경쟁력을 높이고 경제를 살리려고 한다. 민간을 따라가지 못

이탈 기사

하는 정부는 각성해야 한다. 리드하고 지원해야 하는 것이 정부의 책임, 아니 의무라고 생각한다. 제목은 생각나지 않지만 어릴적 부친과 함께 보았던 전쟁영화가 생각난다. 승전장군은 “나를 따르라. 고지가 저기다.”, 패전장군은 “돌격하라. 후퇴하다 나랑 눈 마주치면 사살하겠다.”라고 했었다. 우리나라 정부에서 최고급 승용차를 타시는 분들은 어떤 장군형일까 궁금하다.

시화 조력 발전소가 세계최대의 조력발전소로 계획될 수 있었던 것은 댐을 설치하지 않고도 공사가 가능하기 때문이다. 여기서 한가지 배워야 하는 사실이 있다. 우리나라에는 태양광을 설치할 수 있는 많은 빌딩이 방치되어 있다. 많은 면적을 필요로 하는 태양광 발전이 효율성과 경제성 면에서 경쟁력이 없다고 쉽게 판단하게 유도하는 정부에 대해 실망하는 것은 어찌보면 당연한 인과응보가 아닐까? BIPV에 의한 발전 및 매전을 가능토록 해야 한다. 그것만이 국토가 좁은 나라의 부지확보 해결책이라고 생각한다. 이럴 경우 태양광 발전에 의한 경쟁력과 민간 기업의 적극적인 참여로 앞서 얘기한 배출권 거래에서 상

당한 수익을 창출할 수도 있을 것이다.

우리나라는 태양광주택보급사업, 설치비 보조, 장기저리 융자, 공공기관의 설치 의무규정 등이 있다. 하지만 전술한 바와 같은 많은 문제점을 가지고 있다. 이 상태로는 태양열 주택 보급사업의 실패를 답습할 수 있다. 2012년까지 1300MW 전력을 태양광으로 발전한다는 정부의 제2차 신재생에너지 기본계획을 완성하기 위해서는 매전규제 완화 및 100MW에 한정된 차액보전규모 확대가 필요하다 하는 생각이다.

최근 언론(EBN 산업뉴스, 2007년 7월 3일)에 발표된 자료를 살펴보면 석유는 향후 40년, 천연가스는 60년을 사용할 수 있다고 한다.

석유는 언젠가는 고갈될 에너지원이다. 하지만, 심보 양보해서 석유의 매장량이 무궁무진하다고 해도 화석에너지 사용에 따른 환경오염 문제가 선해결되어야 할 문제임은 당연한 사실이다. 인류가 삶을 영위하기 위한 새로운 에너지를 찾는 노력을 선진국에만 의존한다면 우리의 후손은 영원히 종속된 삶을 살아갈 수 밖에 없다.



(주) 세원지오텍
SEOWONGEOTECH CO., LTD

서울시 강남구 도곡동 424 청암빌딩 4층
TEL : 02 - 574 - 3285
FAX : 02 - 574 - 3289
E-mail : sewon3285@empal.com

- | | |
|------------------|-----------------|
| ▶지반조사 및 물리탐사 | ▶연약지반 개량 및 보강설계 |
| ▶흙막이 및 터널보강 설계 | ▶사면안정 검토 및 보강설계 |
| ▶기타 토질 및 기초분야 설계 | ▶재하시험 및 계측관리 |