

독일의 신재생 에너지 개발

이 기 영

호서대 식품생물공학과

서 론

지난달 모교인 베를린 공대에서 2주간 열린 신재생 에너지 세미나에 참석하러 갔다가 주말에 유학 초창기에 살았던 첼렌돌프 집을 찾았다. 20년이나 지난 오랜 기억을 더듬어 주변을 몇 번이나 돌다가 겨우 찾아냈지만 문은 굳게 닫혀 있었다. 마침 이웃집 노부부를 만나서 집주인 헤르만 바그너 할아버지에 대한 그동안의 일들을 조금이나마 들을 수 있었다. 음악명가 바그너가의 한 분으로 베를린 필하머니의 바이얼리니스트였던 바그너 할아버지는 이미 7년 전에 돌아가셨다고 한다. 지금은 교사인 딸이 그 집에 살고 있는데 바로 몇 시간 전에 휴가를 떠났다는 말을 듣고 아쉬움에 발길을 돌렸다.

1985년 독일에 처음 도착했을 때 갓 결혼한 우리 부부에게 집세도 안 받고 함께 살게 해 주셨던 그분은 85세의 고령에도 불구하고 매일 새벽 5시면 일어나 냉수마찰을 하고 명상을 시작했다. 이어서 기공체조가 끝나면 간소하게 채식으로 식사를 했는데 키가 크고 마른 몸매지만 매우 건강해 함께 탁구를 치곤했다. 가끔 갓 결혼한 우리부부를 초대해 함께 유기농식사를 나누었고 매달 젊은 음악인들을 초청해 하우스 콘서트를 열어 기쁘게 해주셨다. 할아버지는 과학의 발전을 바탕으로 제국주의로 발전한 현대 서구물질문명은 많은 소수 문명들을 파괴해왔을 뿐만 아니라 과도한 자원과 화석에너지 남용으로 지구의 생태계 파괴를 초래해 인류문명 전체를 파멸로 이끌어가고 있다고 경고하셨다. 할아버지는 이러한 현대문명의 대안으로 동양의 자연철학이 담긴 노자와 장자를 가르쳐 주셨다. 나는 할아버지의 영향으로 전공을 환경공학으로 바꾸어 박사학위를 마치고 오늘날 노래 등 문화를 통한 환경운동을 하게 되었다.

오늘날의 석유화학 문명은 수천만년동안 땅속에 잠자고 있던 석유와 석탄을 캐내 사용해 대기 중에 이산화탄소 농도를 그전보다 두 배 이상으로 높여놓았다. 탄소는 에너지를 함유하는 유기물질의 기본성분으로 유기물질이 산화되면서 생긴 이산화탄소는 지구의 열이 우주로 방출되는 것을 차단하는 대표적인 온난화 기체이다. 신생대 대부분이 빙하기였던 지구가 충적세 이후 지구의 탄소 및 에너지 균형이 절묘하게 유지돼 해양성 난류가 발달하면서 따뜻해져 7000여 년 동안이나 온난한 기후를 지속해왔다. 이 때문에 지구 생태계가 왕성해지고 원시림이 확대되면서 인류문화가 꽃을 피우게 된 것이다. 그러나 200여 년 전부터 시작된 산업화가 전지구촌으로 확산되면서 최근 자동차가 크게 늘고 화석에너지 과용으로 이산화탄소가 과도하게 방출되고 있다. 이 때문에 지구 전체의 에너지 균형이 깨져 지구 온난화가 초래돼 이상기후현상을 보이고 있는 것이다. 이를 극복하는 길은 화석에너지 사용을 억제하고 이산화탄소 방출이 없는 태양이나 바람 등 신재생에너지로 전환시키는 것이다.

얼마 전 석유값이 사상 처음으로 배럴당 60불을 돌파했고 올해 안에 100불을 넘어설

지도 모른다는 비판적인 경고까지 나오고 있어 신재생 에너지의 경쟁력이 점점 높아지고 있다. 특히 경제성이 큰 풍력발전의 경우 유럽은 시장이 매3년마다 두 배로 늘고 있으며 생산단가도 지난 10년간 절반으로 낮아졌다. 최근엔 한기에 5 MWh 나 생산할 수 있는 대용량 발전기가 상용화되기 시작했고 10MWh짜리 기종의 생산도 추진 중이다. 독일은 작년 전력의 10% 정도를 재생가능에너지로 생산했고 특히 풍력은 90년 거의 제로 상태에서 정책적 배려에 힘입어 현재 전력의 5%를 생산하고 있으며 지난 15년간 5만개의 일자리를 창출했다. 현재 유럽의 재생에너지 시장규모는 약 14조원에 이르며 독일은 대규모 해상풍력단지를 건설해 앞으로 전기소비의 50%를 공급하겠다는 야심 찬 계획을 세워놓았다.

교토의정서와 한국의 대처

지구온난화로 인한 기후변화는 폭염, 홍수, 한파, 폭설, 가뭄 등의 자연재해를 가져온다. 문제는 현재 이 같은 재해가 과거보다 훨씬 심화되고 불규칙해진다는 데 있다. 그리고 이러한 위험은 가난한 나라나 사회적 경제적 약자들에게 피해가 집중된다는 점이다. 반면에 오염원인 온실기체는 사회적 강자, 국제적 강자들이 가장 많이 배출하므로 선진국들은 이에 대한 구체적인 대책을 세워 추진하고 마땅히 저개발국가 들에 대한 보상을 해주어야 할 것이다.

교토 의정서에 따라 2008년부터 2012년까지 1990년보다 온실가스배출량을 8% 줄여야 하는 유럽연합은 2010년까지 1차 에너지의 12 퍼센트를 신재생에너지로 공급하는 계획을 세워 추진 중이다. 유럽연합이 이 목표를 달성한다면 2010년에는 이산화탄소를 3억2천만 톤 줄일 수 있고 이것은 온실가스 감축목표량의 95%에 달한다. 이런 속도로 재생에너지 개발을 추진할 경우 2020년에는 재생가능에너지 비율을 20%로 높여 이산화탄소를 연간 7억2800만 톤이나 줄일 수 있고 1990년 대비 온실가스 배출량을 17.3%까지 줄여나갈 수 있는 것이다.

이제 세계는 한국과 중국 등 현재 이산화탄소를 많이 배출하는 나라들에게도 책임을 물을 것이 확실하다. 우리나라는 저유가 정책으로 압축적 경제성장을 지속해오면서 에너지 다소비형 구조로 인해 많은 이산화탄소를 배출해왔다. 더구나 철강, 석유화학, 시멘트 등의 에너지 집약적인 산업의 비중이 높아 에너지 절약 투자비율이 상대적으로 낮다. 우리나라는 1992년엔 77그룹에 속한 개도국이었기 때문에 1차 감축대상 국가에서는 제외됐지만 이미 탄산가스 배출량에서 세계 배출량의 1.8%를 배출하여 제 9위의 에너지 소비대국이므로 2013년부터 2017년에 해당하는 2차 에너지 감축국가 대상에 포함될 가능성이 매우 크다. 한국은 1990년부터 2001년까지 10년간 이산화탄소 배출이 무려 92.7%나 증가했다. 그러나 교토의정서에서 목표를 받은 선진국들은 같은 기간동안 겨우 1.8% 증가에 머물렀다. 더구나 이번이 없는 한 2010년 전에 영국과 캐나다를 제치고 7위로 상승할 것이 확실하다. 이렇게 되면 2010년대에 들어서면 우리 경제가 큰 타격을 입게 될 것이다. 온실가스 의무감축을 적용받을 경우 한국의 GNP는 5~7%정도 떨어지고 경제는 제로성장이 불가피하다는 연구결론이 나왔다. 현재 지구상에 배출되는 연간 이산화탄소

총 배출량은 223억 톤에 이르고 있고 이 가운데 한국의 화석 연료 의존도는 80.8%로 중국, 인도 다음으로 높으며, 한국의 이산화탄소 배출량은 세계 16위, 현재 1인당 이산화탄소 배출량은 약 2.1톤으로 세계 9위를 차지하고 있다. 이는 우리나라의 산업구조가 에너지 다소비 산업 중심으로 이루어지고 있음을 반영한다. 따라서 정부는 하루라도 빨리 기후변화협약 범정부 대책을 세워 화석연료 중심의 현 에너지 정책을 바람이나 태양열 등 재생 가능한 에너지 비율을 높이는 쪽으로 바꾸고 일본의 3분의 1밖에 안되는 에너지 효율도 적극 높여나가 에너지 저소비형 친환경적인 정책을 써야 할 것이다.

신재생 에너지와 독일 및 유럽의 개발 현황

현재 화석에너지 고갈에 대비하고 지구온난화의 원인이 되는 이산화탄소의 양을 줄이는 길은 화석연료의 사용을 억제하는 길이다. 여기에는 에너지 효율을 높이거나 에너지를 아끼는 방법과 화석에너지를 대체할 재생가능한 에너지를 개발해 사용하는 방법이 있다. 최근 세계의 에너지원별 성장세를 보면 원자력, 석탄은 정체되고 천연가스와 석유는 약간 증가했음에 비해 풍력, 태양에너지는 매년 30%의 가파른 성장세를 유지하고 있다.

이러한 신재생에너지 정책을 주도하고 있는 독일의 에너지 혁신 프로그램은 매우 긍정적이며 큰 효과를 거두고 있다는 분석이다. 1998년 까지만 하더라도 에너지소비에서 재생가능에너지 비중이 2%에 불과했는데 몇 년 사이에 10%에 가까이 가는 빠른 증가세를 보여주고 있다. 독일 정부는 2000년 10월 18일 기후보호를 위한 국가에너지 프로그램을 선택한 이후 의욕적으로 친환경대체에너지 개발을 추진하고 있다. 이산화탄소 배출량을 2005년까지 25%이상 감소시키고 2020년까지 교토의정서가 설정한 6가지 온실가스 배출을 40% 줄인다는 것이 목표다. 독일은 노후설비 개량비용지원이나 감세정책 등 기업에 대한 지원책으로 2003년 현재 온실가스배출량을 200년에 비해 18.6% 줄이는데 성공했다. 우리나라도 2005년 현재 2.1%에 불과한 재생에너지 비율을 2012년까지 5%로 끌어올리기 위해 9조 2천억 원을 투자할 예정이다.

대체 에너지원이란 석탄, 석유, 원자력 및 천연가스가 아닌 태양에너지, 풍력, 조력, 지열 에너지, 수소연료전지 등의 신 재생에너지원을 의미한다. 대표적인 대체에너지의 종류와 장단점을 보면 다음 표와 같다.

<대체에너지의 장단점 비교>

	풍력에너지	태양에너지	지열에너지	해양에너지
장 점	고갈될 염려가 없고 깨끗하다.	고갈될 염려가 없고 깨끗하다. 필요한 장소에서 필요량만큼 발전이 가능	발전 비용이 저렴하다.	고갈될 염려가 없고 깨끗하다.
단 점	바람이 불 때만 발전이 가능하고 에너지 밀도가 낮아 적격지가 드물어 대규모 발전이 어렵다.	에너지 밀도가 낮으며 일기에 좌우되고 발전설비비가 비싸다.	적격지가 드물고 한정되며 땅속 깊은 곳의 상황파악이 어렵다.	에너지 밀도가 낮고 발전량에 비해 시설비가 비싸다.

풍력에너지는 바람을 이용해 발전기를 돌려 전기를 얻은 방법인데 네덜란드에서는 이미 오랜 옛날부터 바닷가의 바람의 힘을 이용한 풍차로 방앗간을 돌리는 등 농업에 이용하였다. 풍력발전의 이용방법으로는, 교류의 풍력발전기를 전력계통에 직접 이용하는 시스템과 풍력발전기의 전기를 축전지에 축적하여 이용하는 시스템이 있다. 전자는 풍력 변화의 영향을 직접 받는데 비해, 후자는 풍력이 변동하여도 축전지로 보충하기 때문에 평균적으로 이용할 수 있는 장점이 있으나 설비비가 비싸다. 현재 세계 재생에너지 사업은 유럽을 중심으로 빠르게 확대되고 있으며 거의 매년 30% 이상 성장하고 있다. 독일은 풍력발전 이용비율이 세계에서 제일 앞선 나라이다. 풍력사용은 지난 10년 만에 3배로 늘었으며 북해연안을 중심으로 한 풍력발전 용량은 전 세계 풍력발전의 35%를 차지하고 있다. 독일 전력의 5%에 해당하는 1만 4000 MW를 풍력으로 충당하고 있다.

2003년 초 전 세계에 설치된 풍력발전기는 6만 여기가 넘고 발전용량도 3500만 명의 주거용 전기용량에 해당하는 3만 2천 메가와트나 된다. 이런 추세라면 2020년에는 세계 전력수요의 12%까지 풍력이 차지해 15배 이상 확대되리라 예상된다. 미국에선 20년 전 킬로와트 당 40 센트였던 발전단가도 최근 5 센트까지 떨어졌다. 덴마크에서는 이미 3MW 급 풍력발전기가 상용화되었고 곧 10MW 급 초대형 발전기의 개발도 시작될 전망이다.

태양에너지는 지구에서의 위치에 따라 에너지량이 크게 차이 난다. 열대지방은 제곱미터 당 평균 2,500 kWh의 에너지를 받는데 반해 양극지방은 겨우 500kWh만을 받으며 우리나라는 1250~1500kWh에 달해 비교적 양호한 편이다. 태양열 난방은 주로 학교같은 공공건물에서 활용하고 있으며 급탕은 가정용 온수기, 목욕탕, 수영장, 양어장 등에서 주로 이용된다. 요즘엔 직접 태양광을 전기에너지로 전환시키는 반도체인 태양전지(solar cell)가 개발되어 무인등대나 가로등에도 쓰이기 시작했다. 태양전지는 실리콘으로 대표되는 반도체이며 전기적 성질이 다른 N(negative)형의 반도체와 P(positive)형의 반도체를 접합시킨 구조를 하고 있다. 태양전지에 태양빛이 닿으면 태양전지 속으로 흡수되며 전위가 발생하며 전기가 흐르게 된다. 현재 태양전지효율은 7~17%로 수명이 20년 이상이고 발전단가 25~50센트/kWh 로 아직은 시설비가 비싸고 효율이 낮아 풍력에 비해 경쟁력이 크게 떨어지지만 태양전지의 효율을 높이는 기술이 계속 개발되고 있다. 독일의 프라이브르그는 일사량이 한국의 3분의 2에 불과하지만 이 도시 건물들의 지붕은 대부분 태양전지판이다. 설비비의 40%를 정부가 지원해 주고 전기를 구매해 주므로 그동안 10만호가 태양주택설비를 갖추게 되어 5,000명의 고용창출과 함께 세계적인 태양의 도시가 되었다. 독일 전역에는 40만가구가 태양열 집열판을 이용한 태양열에너지를 활용하고 있으며 그 면적을 합하면 340만 m²에 이른다. 독일 정부는 태양광발전 기기의 설비생간을 지속적으로 늘려나가 2010년까지 12만 5,000개의 일자리가 창출될 것으로 기대하고 있다.

우리나라의 신재생 에너지 사업

우리나라에서는 2002년 제주 행원풍력단지가 660kW급 규모 3기를 추가 가동하면서

총 15기 10MW의 풍력발전단지가 완공되었고 새만금풍력발전단지도 1, 2호기를 준공했다. 정부는 2011년 대체에너지 보급률을 5%로 끌어올리기 위한 계획을 세웠고 현재 연중 평균풍속이 초당 6.8미터인 대관령에 100MW 규모의 대단위 풍력단지를 계획하고 있으며 750 kW급 풍력발전시스템의 국산화를 추진 중이다.

우리나라의 경우 전체 에너지 중 태양에너지의 비율은 겨우 0.3%에 불과한 실정이다. 빛고을 광주에 2020년 전체 전기의 20%를 태양전기로 얻을 예정으로 실증연구단지에 2000억원을 투자하고 있다. 광주 행암동 한 마을의 경우 많은 가구가 전기는 태양전기판에서 생산한 것을 사용하므로 매월 기본요금만 내면 될 정도로 성공한 케이스이다. 우리나라의 경우 태양전지시설비는 kW 당 1천만 원이지만 정부에서 70%를 보조금으로 지원하고 있다.

결 론

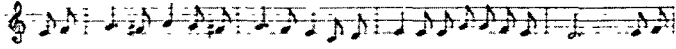
97%의 에너지를 수입에 의존하고 있는 우리나라가 신재생에너지 비율은 겨우 2.1%로 사업은 걸음마 단계이다. 특히 논란이 지속되고 있는 33 Km나 되는 광활한 새만금 제방은 바람이 많고 풍속도 높아 여기에 풍력발전기를 설치하면 많은 양의 전기를 생산할 수 있을텐데 아직도 개발논쟁만 가속되고 있는 형편이다. 만일 최근 유럽에서 상용화가 가능해진 5 MWh의 기종을 200미터마다 설치한다면 이론적으로 총 165기가 825MWh를 생산해 132만명의 전북 도민이 가정에서 필요한 전기량의 대부분을 충족시킬 수 있다. 작년 초 공개된 미국방성보고서에서 나타난 바와 같이 지구온난화로 인한 기상재앙으로 인류문명이 풍전등화와 같은 상황에 빠질 수 있는데도 우리나라 사람들은 여전히 개발을 통한 이권다툼에만 혈안이 되어 있다.

현재 세계의 신재생에너지시장은 급팽창하고 있다. 우리나라같은 에너지 저효율 다소 비국가에게 현재는 위기이자 기회이다. 석유재벌에 의해 정치가 좌지우지되는 미국처럼 석유에 의존하는 경제체제를 따라갈 필요는 없다. 더구나 우리나라는 태양빛이 비교적 많고 3면이 바다이어서 해안에는 바람도 많아 풍력과 태양빛 에너지가 풍부하므로 신재생에너지 기술을 발전시켜 우리나라뿐만 아니라 세계시장을 겨냥한 기술발전을 목표로 해야 한다. 그러나 지구온난화문제는 신재생에너지 개발 등 과학기술의 발전만으로는 해결될 수 없다. 전 인류가 힘을 합쳐 화석에너지 절약에 나서야 한다. 검소하고 절약하는 생활은 어린 시절부터 몸에 배야 실천할 수 있다. 만일 어린 시절에 에너지를 절약하는 생활실천사항을 동요로 배울 수 있다면 평생 잊지 않고 실천하는데 큰 도움이 될 수 있을 것이다.

다음은 어린이들의 에너지 절약교육을 위해 만든 '우린 절약이 가족'이라는 노래로 www.singreen.com 에서 들을 수 있다.

우린 절약이 가족

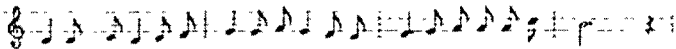
작사 | 이기영
작곡 | 이기영



오늘 아침 난 콧노래하며 집에 문답아양치걸했 내 어제
엄마 선거지문반 아하고샤 - 위 - 도잡게하래 요 우리
가진 제 - 품안쓸 때에느플러 그 - 환때 - 놓아 요 우리
아빠 얌 - 마중근 하실때버 - 스 - 나지하절타 고 나는



선생님께서물과 에너지물야끼 라고당부하섯 지 물운
집 - 화장실물탱 크 - 안에벽돌 두장이 - - 필 수(원수)목욕
집 - - 안의모든 전등들은절전 형으로 - 바뀌 요(바뀌)에어
학교 - 간때생생 신 - 나계예편 자건거 - - 타 죠 우리



절약 하면동강 도살리고우 - 리도사는길이 죠
물허드렷물다시 쓰 - 도꼭중수 도꼭설치해야 죠
컸은 도는이십 친 - 도에선풍 기도함깨키야 죠
아 - 빠가운전 하실때는공회 전은절대안해 요



에너 지도 절약 하여 뜨거워진지구살려 요
맑은 물은 생명 이니 목숨쳐험아 - 겨 - 요
가스불꽃도 반만 열고 압력밥솥에용합시 다
깨끗한환경 생현에서 지키는 우린절약이 - 가 - 죽

참고문헌

이기영 (2005). 지구가 이상하다, 살림출판사.

이기영 (2003). 노래하는 환경교실, 현암사.

Erneubare Energie (2005). TU Berlin International, No. 55.