

에너지 문제 어떻게 극복할 것인가?(I)

Solution of Energy Problem



글 | 鄭春炳

(Chung, Choon byeong)

건축전기설비기술사, 전기응용기술사,
공학박사, (주)한국종합엔지니어링 부사장,
한국기술사회 이사·홍보위원·교육위원
한국조명전기설비학회 이사,
전기사랑실천연합 교육개발위원장.
E-mail : chungcb@daum.net

Considering domestic situation such as economical crisis, CO₂ exhaust amount limit based on the Climatic Change Convention, skyrocketed oil prices. 97% of energy import from abroad, and import sum reaching up to 20% of entire import, we need to invest new recycle energy and future energy development at a full blast.

인류가 불을 발견한 이후 에너지를 사용하며 발전되어 현재에 이르고 있다. 초기의 에너지 소비란 불을 이용하여 추위와 맹수들의 공격을 피하는 수준이었으나 에너지 사용 기술의 발전을 통하여 낮과 밤의 경계를 허물었으며 지하와 해저 등과 같은 자연광이 도달하지 못하는 공간에도 인간이 생활할 수 있도록 하였으며 교통, 운송 의료, 산업 등 여러 분야에서 획기적인 개발로 인류가 풍요롭고 안정된 삶을 영위할 수 있도록 하였다. 부정적인 측면은 환경오염이라는 해결하기 어려운 부산물을 인류의 생활공간에 남기고 있다.

사용되고 있는 에너지를 보면 화석연료의 석탄과 원유 그리고 천연가스가 주류를 이루고 있으며 원자력에너지의 성장·보급이 점진적으로 성장 추세에 있다. 문제는 우리가 주로 사용하고 있는 화석 연료의 부존량이 빠른 속도로 감소되고 있으며 사용과정에서 환경오염의 심각

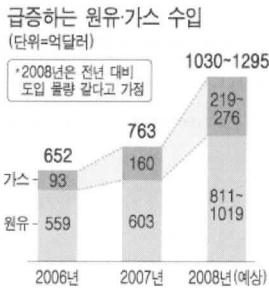
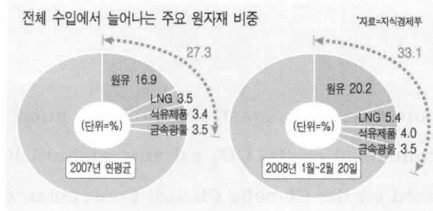
한 현실을 외면할 수 없는 실정에 처해있다.

1970년대 석유파동 이후 원유의 가격이 지속적으로 상승되었으며 특히 최근 수년간을 보면 매년 20~30% 정도의 가격 상승이 이루어지고 있다. 머지않아 원유 가격이 배럴당 200달러 시대가 도래 할 것이라는 전망을 예견한지가 오래전 이야기이기도 하다.

우리나라의 실정은 어떠한가?

에너지의 97%를 수입에 의존하고 있으며 2008년 원유와 가스 수입액이 크게 늘어 사상 처음 1000억 달러를 넘어설 전망이다 한다. 이와 같은 수입 규모는 지난해 763억 달러의 30% 이상 늘어난 수준이다. 지식경제부 발표에 의하면 2008년 2월까지 원유 수입액은 135억 달러에 달하였고 2월 한 달 원유 수입액 62억 달러로 전년 동월 대비 60.2%나 늘었다. 뿐만 아니라 석탄은 수입 가격이 전년도 대비 2~3배 상승되었다 한다.

더불어 식량의 자급자족 비율이 30%대인 우리 실정을 외면하고 세계 곡물 가격이 계속 상승되고 있다. 이 또한 에너지와 무관하지 않은 것이 사실이다.



현재 세계적 산업 구조는 에너지 소비가 많은 굴뚝 산업의 퇴조와 IT(정보), BT(바이오), NT(나노), CS(인지과학) 분야의 성장이 이루어지고 있으나 통계청 자료에 의한 우리나라의 에너지 소비량은 다음의 표와 같다.

자료에서 보는 바와 같이 에너지 소비의 증가 추세가 뚜렷하다. 즉, 삶의 풍요란 에너지 소비와 비례한다는 사실이다. 이 뿐만 아니라 사회발전 속도와 에너지 소비량 증가와 비례하고 있다.

에너지 수입 의존도 (단위: 천 TOE)

에너지원별	1994	2000	2005
총에너지 수급	137,234	192,887	228,622
수입	132,237	187,484	221,408
석유류	86,343	100,279	101,526
수입 의존도 (%)	96.4	97.2	96.8
석유류 의존도 (%)	62.9	51.9	44.4

에너지와 관련하여 해결하여야 될 큰 과제는 첫째, 고갈되는 화석연료를 무엇으로 대체할 것인가?

둘째, 에너지 사용에 따른 환경 문제로 대기 오염, 즉 CO₂가스 처리 문제와 핵연료 사용에 따른 폐기물 처리 문제

셋째, 대체에너지 자원으로 바이오에너지 개발에 따른 식량부족문제를 들 수 있다.

만약 에너지 부족 사태가 해결되지 못한다면 사회적으로 큰 혼란이 야기될 것은 자명하다.

2차 에너지인 전기 분야를 보면, 건축물의 고층화 그리고 지하공간의 개발과 관련하여 내부 설비가 아무리 편리하게 되어 있다 하여도 그 운영을 할 수 있을까?

교통수단의 경우는 어떠한가. 초고속으로 운행되는 전기철도는 어떻게 될 것인가? 무엇보다도 인간의 최소 욕구인 식수 공급과 배설시스템의 운영은 어떻게 될 것인가?

큰 과제로 언급된 사항 중 대체에너지분야와 미래에너지 분야는 다음과 같다.

■ 에너지원의 개발

대체에너지 개발을 위하여 1988년부터 연구가 시작되어 2005년 『신에너지 및 재생에너지 개발, 이용, 보급촉진법』에서 '대체에너지'를

전 력 총 괄

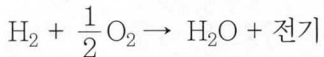
내용별	1994	2000	2005
발전설비 [kW]	28,749,573	48,450,717	62,258,197
총발전량 [mWh]	164,992,777	266,399,508	364,639,331
송전단 전력량 [mWh]	155,218,428	251,953,275	346,207,397
판매전력량 [mWh]	146,540,499	239,535,486	332,412,828
인구1인당전력소비량 [kWh]	3,297	5,067	6,883

신·재생에너지'로 개편하고 "기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지"로 개념을 정리하고 있다. 상기 법에서 지정된 신에너지 및 재생에너지는 석유, 석탄, 원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로 다음과 같다.

신에너지	연료전지, 석탄액화가스화 및 중질잔사유가스화, 수소에너지
재생에너지	태양광, 태양열, 바이오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열

이 외에도 미래에너지 개발과 관련하여 핵융합 발전, 심해나 동토에 매장된 메탄수화물 개발 그리고 무선전력송전 시스템 등이 연구되고 있다.

(1) 연료전지(Fuel Cell)



즉, 수소와 산소의 화학 반응으로 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술로 발전효율 30~40%정도 이다. 향후 효율 증대가 요구되며 수소생산에 따른 효율 문제를 동시에 해결하여야만 된다. 종류에는 전해질에 따라 여러 가지가 있다.

(2) 석탄(중질잔사유)가스화, 액화

석탄, 중질잔사유 등의 저급 원료를 고온, 고압에 의하여 가스화 또는 액체연료로 전환 시키는 방법으로 고효율발전과 SO₂를 95%이상 NOX를 90%이상 저감시키는 환경 친화적 기술이나 설비 구성과 제어가 복잡하고 고효율화 및 저비용화가 요구되고 있다.

(3) 수소에너지(Hydrogen Energy)

수소에너지 기술은 무한정의 물 또는 유기물질을 변환시켜 수소를 생산, 사용하는 기술이며, 문제점은 수소생산 효율이 너무 낮다는 것이다. 향후 생산효율 향상이 요구되며 저장, 운송 등에 안전문제까지 해결하면 최고의 에너지가 될 것이다.

(4) 태양광발전(Photovoltaic)

태양의 빛에너지를 광전효과에 의하여 전기를 생산하는 발전 기술로 태양전지(Solar Cell)를 직, 병렬 연결시켜 모듈(Module)화 시키고 여기에서 발전된 직류전원을 교류변환 또는 직류전원으로 사용하며, 종합효율이 10%대이나 소재의 개발이 이루어지면 20~30%대의 효율을 기대할 수 있으며 문제점으로는 많은 대지면적이 소요된다는 것이다. 보통 1[kW]를 생산하는데 23~100m² 정도의 대지를 필요로 한다. 현재는 생산단가가 너무 높아 정부에서 보조금을 지급하고 있으나 발전원가를 낮추는 방안을 자체해결방법과 태양전지의 소재개발이 이루어져야만 경제성이 있을 것이다. 이와 더불어 대기권 밖에 태양광 모듈을 설치하여 무선으로 송전하는 방법 등이 연구되기도 한다.

(5) 태양열(Solar Thermal)

태양으로부터 오는 복사광선을 열에너지로 변환시켜 활용하는 기술로 태양광발전과 함께 기후변화에 민감하게 에너지 량이 크게 변화된다는 문제점이 있다.

(6) 바이오에너지(Bio-Energy)

바이오메스(Biomass)를 직접 또는 생화학적, 물리적 변환과정을 통하여 가스, 액체, 고체연료

나 전기, 열에너지 형태로 이용하는 기술로 가장 대표적인 문제점으로는 인간과 동물의 식량을 이용하는 관계로 곡물가의 앙등을 일으키고 있다.

바이오에너지를 만드는 방법에는 크게 두 가지가 있다.

하나는 해바라기 씨나 종려씨 등에서 얻는 식물성기름이고, 다른 하나는 옥수수나 사탕수수 등을 발효시켜 얻는 에탄올이다.

그러나 이 작물들을 경작하고 증류하는 과정에서 화석연료의 소비는 불가피하고, 환경을 고려한다면 재배에 쓰이는 비료와 농약도 문제가 된다. 또, 식물이 자라는 과정에 많은 양의 물을 필요로 하며, 경작지를 넓히기 위해서는 많은 자연을 훼손시킬 수밖에 없을 것이다.

바이오연료는 이산화탄소는 적게 발생시키지만 재배 시 사용되는 비료가 분해될 때 생긴 질소화합물이 온실효과를 거두고 있는 실정이기도 하다. 이외에 식량 가격 상승의 위험을 간과할 수 없는 수준을 이미 넘어서고 있다.

(7) 풍력에너지(Wind Power)

바람에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 발전기술로 바람에너지를 흡수 변환하는 운동량 변환장치, 동력전달장치, 동력변환장치, 제어장치 등으로 구분되며 문제점으로는 풍량이 일정하지 않으며 높은 크기의 회전날개를 설치하여야 되며 위치 선정에 어려운 점이 있다.

(8) 수력발전(Hydro Power)

물의 유동 및 위치에너지를 이용하여 발전하는 시스템으로 댐을 설치하여 수량을 확보하기 위하여 많은 자연환경을 침수시키는 등의 인공적 손실을 유발하기도 한다. 또한 동절기와 하

절기의 유량차가 크게 나타나는 등의 불균형 때문에 이용률이 저조하다.

(9) 해양에너지(Ocean Energy)

해양의 조수, 파도, 해류, 온도차 등을 변화시켜 전기 또는 열을 생산하는 기술이다. 문제점으로는 자연 생태변화에 따른 손실이 예견되기도 한다.

(10) 폐기물에너지(Waste Energy)

가연성 폐기물을 열분해하여 에너지를 얻는 방식으로 이 과정에서 대기오염 등의 공해를 유발하기도 한다.

(11) 지열에너지(Geothermal Energy)

지하수 및 지하열 등의 온도차를 이용하여 냉난방에 활용하는 기술 즉, 태양열의 약 50%가 지표면을 통해 지하에 저장되며 이렇게 저장된 땅 속 온도는 재생될 수 있다. 이와 함께 지구 심층부로부터 분출되는 고온의 가스 등을 이용하기도 한다.

(12) 핵융합발전(Nuclear Fusion Generation)

핵융합이란 수소, 중수소, 삼중수소 등의 가벼운 원소의 원자핵끼리 충돌하여 헬륨 등으로 융합하는 것을 말한다.

핵융합로는 핵융합 시 방출되는 거대한 에너지를 이용한 것이다. 즉, 수억 에 달하는 초고온의 플라즈마 상태에서 융합하면서 나타나는 질량감소가 에너지화 되는 것으로 원자력발전의 4.5배에 이르는 에너지를 얻게 된다. 예로 1[g]의 중수소와 삼중수소의 혼합연료로 시간당 10만[kW]의 전기를 생산할 수 있다. 이것은

300[g]의 삼중수소와 200[g]의 중수소로 고리 원자력발전소의 2배에 해당하는 100만[kW]급 발전소를 운영할 수 있다는 이론이다. 연료로 사용될 중수소, 삼중수소는 바닷물에서 얻을 수 있으며 폐기물의 반감기가 짧아 미래에너지로 주목받고 있으며 우리나라에서는 국가핵융합연구소에 시험로가 설치되었으며 7개국(대한민국, EU, 미국, 일본, 러시아, 중국, 인도)이 참여하는 국제 핵융합 시험로 기구(ITER)에 가입하였고 2050년 경 실용화될 것으로 전망하며, 이때쯤에는 전체 전력 소비량의 30%를 핵융합발전이 담당하도록 추진 중에 있다.

원자력발전과 핵융합발전 비교

구분	원자력발전	핵융합발전
개념	핵분열에너지 사용	핵융합에너지 사용
연료	우라늄, 플루토늄 등	중수소, 삼중수소 등
가격	kg당 900달러 (연간 540억 원)	ℓ 당 약 10만원 (연간 5,000만원)
폐기물	고준위-저준위 폐기물 발생	중저준위 폐기물만 발생
안전성	99.9% 안전 (냉각계의 고장시 치명적)	100% 안전 (3~5초간 가동연료만 공급)

(13) 메탄수화물(Methane Hydrate)

심해에서 메탄수화물을 꺼내는데 성공한 나라는 미국, 일본, 인도, 중국, 한국 등 5개국에 달하고 있으며 실용화는 2015년경이 될 것으로 예견되며 그 이유는 심해개혹층 하부에 매장되어 있는 관계로 개혹층 손상 없이 상업적 생산 방법을 연구 중에 있다. 특히 화석연료 사용 시 문제가 되는 CO₂가스를 심해에 교환, 저장하는 방법 등도 개발 연구 중이다.

(14) 무선전력송전(Wireless Power Transmission)

전력에너지를 무선전송에 유리한 마이크로 파(300MHz~300GHz)로 변환시켜 손실 없이 에

너지를 전달하는 방법을 연구개발 중에 있다. 가장 주목받는 분야는 태양광발전시스템을 지구의 정지궤도나 달과 같은 우주공간에 설치하여 우리가 필요로 하는 전력생산이 가능해진다. 이렇게 되면 24시간 지상보다 단위 면적당 10배 많은 전력을 생산할 수 있을 것이다. 현재 일본, 미국 등에서 우주태양광발전소 건립을 10년 이내에 할 수 있도록 추진하고 있다. 문제점으로는 천문학적인 건설비와 어마어마한 양의 부품과 자재를 우주공간으로 운송하여야 되는 난제를 들고 있으며 다량의 방사선 환경에서 일하는 우주노동자의 건강과 안전, 전리층과 대기권의 잠재적 교란문제 등이 있으나 수요가 있으면 기능은 발전하게 마련이므로 전송 효율의 개선과 변환시스템 등 여러 문제를 점진적으로 개선 가능할 것으로 보여 진다. 현재 전원으로부터 2m정도 떨어진 곳에 60W의 전구에 불을 밝히는 수준에 있으나 머지않아 실현 가능할 것으로 예견된다.

이와 같은 신재생에너지 분야와 미래에너지 개발이 인류 번영에 필요불가결한 과제이므로 학자와 기술자 모두가 심혈을 기울여 미래를 대비해야 할 것이다.

더불어 귀중한 에너지를 사용함에 효율을 극대화 시키고 절약하는 기술개발이 범국가적으로 추진되고 있다는 사실을 간과해서는 안 될 것이다.

(원고 접수일 2008년 4월 16일)

● 참고문헌

- (1) 에너지관리공단 신재생에너지전문가 교안 2006
- (2) 풍력발전기술개요 에너지기술연구원
- (3) 정춘병의 "태양광발전 시스템의 최대 출력 점 추적제어를 위한 새로운 방식" 대한전기학회학술대회논문집 2003