

에너지 안보

주 승 환

기술사(방사선 관리) · 원자력공학 박사

우리는 에너지(energy)를 영어의 발음 그대로 쓴다. 중국 사람들은 이것을 '에너지(能源)'이라 한다. 한자 문화에 젖은 우리는 能源이란 한자에 압축된 에너지의 본뜻을 쉽게 읽을 수 있을 것이다.

예부터 우리 선조들은 몸통의 활동과 생명을 지탱시키는 데 필요한 힘을 기력(氣力)이라 쓰고 있다. 몸속에 간직된 생명력인 '원기(元氣)'와 '정기(精氣)'도 생체 에너지를 좀 달리 나타낸 것들일 뿐이지, 그런 낱말들을 줄이면 '기(氣)'로 모인다. '기'란 '생체 에너지'를 대표하는 우리말이다.

동물이나 식물에서 에너지의 흐름을 '에너지 대사'라고 쓰지만, 물리학 쪽에서 보면 에너지의 다양한 변환들 중의 하나일 뿐이다. 생물들이 성장하는 에너지로서 바로 쓸 수 있는 생체 에너지는 아데노신(adenosine)에 인산기(磷酸基)의 몇 개 덧붙여진 아데노신-3인산

(ATP), 아데노신-2인산(ADP), 등이다.

그들 외에도 생체가 활동하는 데 쓰일 생체 안에 저장된 에너지 소서들이 여럿 있다. ATP는 생체 에너지의 소서를 대표하는 낱말이기도 하다.

우리 몸통에 피로나 스트레스가 쌓여지면, 흐르는 기의 순환 기능이 균형을 잃게 되고 만병의 요인들이 생겨나게 된다. 면역성이 떨어져서 외부로부터 습격해 오는 병원균을 막아낼 수 없게 될 것이고, 세포 조직의 일부를 괴사시켜 병을 일으킨다. 정상적인 기의 흐름도 바로 그 쪽으로 쏠리게 되므로 그의 주된 기능을 빼앗겨 균형 잡힌 그 흐름이 약화돼 나중에는 무서운 암세포를 우리 몸속에 태생시킬 수도 있다.

사람 몸의 에너지 균형처럼, 우리의 경제를 뒤받칠 에너지 균형이 무너지면, 우리 경제에 회복 불능의 암세포가 생겨날 것이다.

생체 활동의 활력소인 기를 자연

현상이 갖는 에너지에 끌어들이는 예들은 많다. 스스로 움직이는 공기, 전기, 자기, ... 등은 그 예가 될 것이다. 어쨌건, '기'나 '에너지'는 우리 생활에서 가장 중요한 하나의 생활 용어가 되고 말았다.

예컨대, 증권 시장에서 흔히 쓰이는 '에너지 축적(주가 상승)', '에너지 감소(주가 하락)', '생활 에너지(생활 속의 즐거움 또는 살맛)', '무대 에너지(배우의 인기)', '신앙 에너지(신앙인의 신앙심)', '학계 에너지(학문적인 연구 의욕)', '불-지피기(선거 운동 시작을 알림)', '기업 에너지(직관적인 판단, 실천력, 결단력): '개척자적인 꿈과 자부심은 만남을 극복하고 말겠다는 의욕을 북돋아 주었다.' 재계 회고(1), 이병철 편, 310쪽), 그리고 '정신 에너지(합리적, 성실성 등)', ... 이들 밖에도 우리 생활 속의 언어들 중에는 에너지에 빗댄 표현들이 아주 다양하다.

1882년 자료에는 에너지를 다음

과 같이 설명한다(34). “에너지 낱말이 처음 과학적인 뜻으로 쓰인 것은 ‘젊음(young)’ 이었고, 그리고 자연의 힘들에 관한 과학을 완성시켰던 카르노트 마이어(Carnot Mayer), 줄(J. Joule) …, 그리고 라브와지에(Lavoisier), 돌턴(Dalton), …, 우리가 빛진 화학자들이 이룩한 노고들의 한 성과물로 남아있는 최근의 한 개념(생각)을 대표한다. 이 짧은 에너지 낱말 속에서 우리는 틴들(Tyndall) 박사의 지당한 표현인, 많은 ‘운동 모드들(modes of motion)’ 을 이용하여, 한결같이 나타났고, 만들어지고 있는 전기, 열, 빛, 화학적 반응과 열역학을 포함하여, 현존하는 역작용을 확인한다. 다른 운동 모드들 사이에서 우리가 고정시킨 하나의 반응을 확정지었을 때, 우리는 한 에너지의 형태에서 다른 모습의 에너지로 변환 가능한 최적한 결과가 무엇인지, 그리고 변환에 영향을 미칠 우리 그릇의 크기가 얼마나 모자라는지를 미리 알게 된다.”

틴들(1820~1893년)은 영국의 물리학자였다. 하늘빛이 파란 것은 공기 속에 들어있는 먼지 속을 빛이 투과하면서 내는 빛 때문이다. 공기나 물 속에 빛이 들어가면 빛은 미세한 입자들과 충돌하게 되고 들어오는 빛의 방향과 기운 곳에서 바라보면, 빛의 통로가 흐리게 보이는 것이 그가 발견한 틴들 현상이다.

우리 에너지 전문가의 한 사람은 우리가 에너지를 사용함에 있어 반드시 기억해야 될 두 가지 문제점들을 지적한다. “그 첫째는 에너지는 재사용이 불가능하므로 그 이용 가능량에는 스스로 한계가 있는 것이며, 둘째는 에너지 사용은 환경 파괴라는 부작용을 수반하는 것이다.”(35).

‘기술 노예들’의 먹이 사슬

‘에너지!’ 우리 머릿속에 가장 먼저 떠올리는 것이 ‘불’ 일 것이다. 불은 에너지를 나타낼 대명사이다.

사람이 불을 켜던 역사는 기원 전 40만년쯤 전이다. 북경 원인들은 동굴을 밝히려고 불을 켜다. 한 때, 불은 신위(神位)와 신화(神話) 들의 본바탕으로 숭배되던 때도 있었다. 인간은 사회를 이루고 생활하면서 문명을 발전시켜 오는 데 불이 사람들을 모으는 수단의 근본 요소가 되기도 하였다.

영국 사람인 제임스 와트(James Watt)가 스팀 엔진을 만들었던 1760년대는 산업 혁명이 시작된 시기로서 그때부터 인간은 사회적 기능으로써 불의 중요성을 알게 되었다. 스스로가 다른 이들과 경쟁적으로 불을 지필 땀감 확보의 전략을 세워야 살아남았다.

스팀 엔진을 처음 고안해 낸 사람은 뉴커멘(Thomas Newcomen)

이었다. 광산에서 광물을 들어올리고 내리는 기계로 만든 것이 인류 최초의 스팀 엔진이다. 나중에 제임스 와트가 운송에 쓸 동력과 용광로에 바람을 불어넣는 엔진으로 대형화시켰다.

다른 한편으로는 땀감의 효율을 끌어올리려고 증기 기관들의 구조를 혁신시켜 왔다. 증기 기관들은 장치 산업들을 차례로 확충시키고 견인하는 결정적인 도구가 되면서, 땀감의 효율을 높이 ‘저비용 고효율’은 필자의 가슴속을 뒤집어 놓았던 기억하기 싫은 구호였다.

그 말은 지난 정부가 많은 사람들의 마음속에 깊은 상처를 남겼던 가장 혹독한 슬로건으로서 많은 사람들의 기억 속에 오래 남게 될 것이다. 명예 퇴직의 빌미를 준 그 경제 논리의 원조는 이미 산업 혁명의 물결에서 견인차의 엔진 소리였다.

‘doing more with less’ 라는 ‘공학의 기본 독트린(basic engineering doctrine)이 성공을 거두면서 산업 혁명이 가져온 ‘기술 노예들(technical slaves)’ 이란 새로운 낱말이 만들어진 것이다. 경제학자들은 한 국가의 재정적 규모를 ‘기술 노예들’로 표현했다(37).

산업 혁명은 기계를 효율적으로 다룰 자동화와 통신 산업 그리고 물류를 원활하게 할 운송 산업 등을 발전시킴으로써 기계가 먹을 식물(食物)의 수요가 기하급수로 늘어나

게 된다.

산업 혁명 이전은 농경 사회였다. 대단위 농업 기반을 경작하는데 노예의 노동력과 가축들의 힘은 절대적이었다. 그런 근육의 힘을 기계의 힘으로 대체 시켰고, 근육의 힘을 얻기 위해 필요하던 식물들은 기계들이 먹을 나무 펄프, 화석 연료인 석탄과 석유로 바뀌게 되었다.

에너지 혁명에서 비롯된 거대 과학

기계의 먹이(식물)인 오일은 제2차 세계 대전 이전까지만 해도 물처럼 무한하다고 여기던 값싼 연료들 중의 하나였다. 산업이 발전하면서 세계는 기계로 움직일 장치 산업들을 경쟁적으로 확장시켜야만 했고, 기계의 먹이들을 남보다 더 많이 확보할 전략은 나라마다 지상 과제였다.

선진국일수록 석유 연료 자원을 확보하기 위한 경쟁에 앞장서 뛰어 들었다. 국가들 사이에는 에너지 자원의 선점을 노린 치열한 경쟁을 하게 되었고, 급기야 제2차 세계대전이란 에너지 확보 전쟁이 일어나게 된다.

에너지 혁명은 제2차 대전 이후, 1940년대 말에서부터 시작되어 1950년대 말인 「수에즈(Sues) 동란」 직후에 절정에 이른다. 대전이 끝나고 석유를 원료로 하는 석유 화학 산업들이 붐을 타면서 중동의 풍

부한 석유 자원이 개발되었다. 세계로 실어 나를 원유의 운송 수단의 대형화로 이어지면서 석유 소비량이 석탄의 그것을 넘어서는 시점이 '에너지 혁명' 이다.

'거대 과학(big science)' (38)이란 낱말도 에너지 혁명 기간 중에 에너지 문제를 해결할 방도를 찾는 데서 나온 낱말일 것으로 생각된다. 1955년 원자력 에너지의 평화적 이용에 관한 제네바 회의에서 에너지 문제를 해결할 새로운 기술인 원자력의 평화적 이용을 논의하는 과정에서 거대 과학의 뿌리가 싹이 트었을 것으로 이해한다. 그때의 원자력은 핵을 만든 기술로서 거대한 과학적 장비들의 뒷받침 없이는 원자력의 이용을 할 수 없다고 여기던 시대였다.

대전 후 10년이 지나면서 세계는 자본주의와 공산주의의 양대 블록으로 나뉘었고, 에너지 자원을 확보하려는 경쟁은 양쪽 진영에서 치열하게 전개된다. 그때부터 에너지는 국가의 안보 개념으로 자리를 잡게 된다.

에너지 위기가 일어나기 바로 전에 「로마 클럽」(1972년 25개국에서 파견된 70명의 학자들 그리고 경영자들이 로마에 모여 결성한 단체: 앞으로 생산될 수 있을 석유의 생산량을 예측하고, 그때 소비량으로서는 20년 안에 동이 날 것이란 성명을 발표)에서 나온 뉴스는 중

동 산유국들을 긴장시켰다. 1973년 에너지 위기<그림 1>(39)를 겪었던 우리는 에너지 문제를 해결하기 위하여 '거대 과학'에 기대면서 원자력산업을 육성시켜 왔다. 다른 한편으로는 한때 원자력산업에 우리 국가 안보의 토대가 될 핵 개발의 비전도 포함시켰던 것으로 알고 있다.

국제 에너지 기구들

천연 에너지 자원들의 세계적인 분포는 고를 수가 없다. 하느님의 땅에서는 인간이 조물주가 될 수 없기 때문이다. 천연 에너지 자원들의 고르지 못한 분포는 그것들을 필요한 곳으로 수송할 운송 부문을 발전시키는 계기가 된다. 에너지는 그때의 세계 경제를 지배하는 주된 자원으로 자리 잡고 있었다.

이를 기회로 삼아 중동의 석유 재벌들은 세계의 경제를 비틀거리게 했던 오일 위기를 일으킨다. 1973년에 일어난 중동 전쟁을 계기로 제1차 '에너지 위기'를 겪게 된다. 살상 무기를 쓰지 않는 세계 대전이었다. 처음으로 일어나던 현대적 개념의 경제 전쟁이었을지도 모른다. 지금은 대단위 에너지의 공급 없이는 우리 사회의 기능을 제대로 지탱할 수 없을 만큼 에너지의 공급과 소비 규모는 엄청나게 확충되었다.

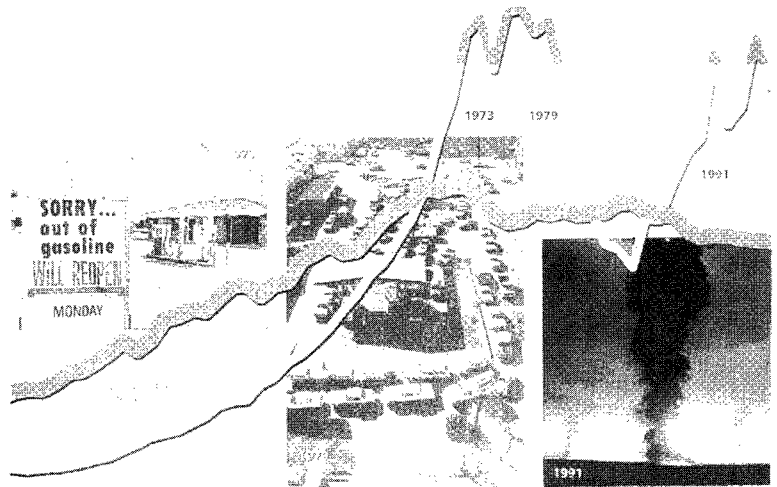
연이어 제2차 에너지 위기는 1979년 이란 내부의 Shah 왕 폐위

로 경기 후퇴의 조짐이 시작되면서 기존 유가보다 2배나 폭등한 것, 그리고 제3차 위기는 1991년(이라크가 쿠웨이트를 침공한 전쟁)으로 이어졌다(그림 1) 참고).

1차 에너지 위기 이후, 1975년도 세계 에너지 소비의 총량은 한 사람마다 평균 약 2kW(킬로와트)년이 었다. 그리고 미국인은 11kW/년(유럽, 5kW/년), 제3세계는 1kW/년의 통계 자료들(37)은 그들의 경제 활동의 지표로써 심한 에너지 소비의 불균형을 이뤘음을 알 수 있다.

위의 1975년도 세계 소비 에너지의 통계 자료에서 보듯이, 나라마다 한 사람이 쓰는 에너지 소비량에는 엄청난 불균형이 나타난다. 그리고 개발 도상국들이 소비하는 에너지의 한 사람마다 소비량의 비율이 앞으로는 선진국의 비율을 앞서갈 것이다.

이 두 가지 요소들에서 우리는 세계 에너지 소비량에 관한 앞으로의 전망치를 엿볼 수 있다. 앞으로 지구인들이 서로가 문명의 혜택을 고루 누리려면, 제3세계의 경제 활동을 촉진시켜 지금 그들의 소비 수준이 선진국의 소비 수준에 1/10인 소비량을 끌어올려야 세계 에너지 소비량의 균형이 바로 잡힐 것이다. 이런 일은 한 나라에서 할 수 없다. 세계의 에너지 소비량을 분석하고 대책을 세울 국제적인 연구를 필요로 한다.



〈그림 1〉 중동에서 있었던 3회의 에너지 위기 때 유전 방화로 타버린 석유를 보충하기 위하여 중동의 석유 생산량이 급등하였다. 캐나다와 미국의 석유 생산량 곡선들을 겹쳐 보여주고 있다.(Scientific American March 1998.P.60)

세계 에너지 총소비량 그리고 총 공급량을 예측하여 국제 사회의 경제 활동 방향을 예견한 자료들은 에너지 관련 국제 기구들이 생산해 낸다. 이런 기능을 하는 대표적인 기구들로서는 「국제응용체계분석연구소(International Institute Applied System Analysis; IIASA)」, 「세계에너지위원회(World Energy Council; WEC)」, 「미국 에너지 성(DOE)」... 등을 꼽을 수 있다.

그리고 에너지의 소비에 따른, 당연히 생겨날 공해 물질들을 감시하는 에너지 소비를 억제할 기구들도 에너지 산업이 확충되면서 관련 국제 기구들이 이에 관여한다. 예컨대 1988년에 구성된, 「세계기상기구(World Meteorological Organization; WMO)」 그리고 「유엔환경계획(United Nations Environment Programme; UNEP)」이 함께 뒷받침하는 「기후

변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)」이 설립되었고, 그리고 인류 복지를 관장하는 「세계보건기구(World Health Organization; WHO)」도 여기에 참가한다.

와트와 줄 단위들

위에서 세계인의 에너지 소비량은 와트(W)로 나타냈다. 잘 알고 있긴 하지만, 한 번 더 이 단위를 독자와 생각해 보자.

와트는 전기나 또는 다른 에너지가 일을 할 수 있는 능률이다. 물리학에서는 '일률'이라 쓴다. 주어진 시간 안에 할 수 있는 어떤 규모인 일의 양이므로 에너지의 양을 표시하는 단위의 줄(J)과는 단위 시간이란 조건이 따로 붙는 것만 다르다. 일할 시간을 주고 한 일의 양을 표시할 경우, 와트인 일률을 줄 단위

로 나타낼 수 있다.

예컨대, 위에서 'kW/년' 이란 일의 양을 알아보자. 전기 에너지로 예를 들면, 전기는 플러스(+)와 마이너스(-)의 두 극점들이 있고, 두 극점들 사이를 전류가 흐르는 것이 전기 에너지이다. 당연히 두 극점들 사이에는 전류를 흐르게 할 수 있는 힘인 전압(단위는 볼트; V)을 유지하게 된다. 두 극점들 사이에 1 볼트의 전압을 걸고, 1 초 동안에 두 극점들 사이를 1 암페어(단위; A) 크기의 전류가 흐른다면, 그 전기 에너지가 매초마다 한 일률은 1W 이다.

수량을 표시할 단위는 보다 간단하게 표시하려고 십진법의 머리말(주로 영문으로 된 약자)을 쓴다. 예컨대, 1000의 배를 차이를 두고 머리말을 정해놓았다. 즉, 킬로(k=10³), 메가(M=10⁶), 기가(G=10⁹), 테라(T=10¹²),..., 등이다. kW/년이란, 1년 단위로 소비하는 전력량이다.

지구 표면이 태양으로부터 받아들이는 에너지의 총량은?

우리가 쓸 수 있는 에너지들은 태양 에너지(화석 연료, 생체, 바람, 복사열, 빛), 태양계 기원의 진화과정에서 생겨난 우라늄(원자력), 지구인 땅속에 담고 있는 에너지(지열), 그리고 달 운동에서 오는 작은

규모인 에너지(조력) 등이 있다.

앞서 인용된 자료(36)에 따르면, 태양 복사선이 지구 표면에 1년간 쏟아 부는 총열량은 178,000 TW·년(1990년대의 소비 수준으로, 전 세계가 공급할 수 있는 에너지 총규모의 약 15,000 배)이라고 한다.

이중에서 50%는 우주 공간에서 흡수되면서 복사열로서 허공으로 살아지고, 30%는 우주 공간으로 반사하면서 빠져나가며, 20%는 수력으로 쓸 물의 순환(증발, 얼음 녹임)으로 소모된다.

태양 복사열의 0.06%만이 식물의 광합성을 통해 식물들이 자라나는 에너지로 쓰이고, 자라난 식물들은 다시 화석 연료로 환원된다. 최근에 재생 에너지(수력과 생체 에너지)는 세계가 소비할 총열량의 18%, 그리고 원자력 발전 4%(1990년 기준임. 2000년대는 약 6% (4)로 높아졌음)로 쓰이고 나머지가 화석 연료 부문이 감당할 것이라고 한다.

대부분의 사람들은 봄, 여름 그리고 초가을 동안은 엄청난 태양 에너지를 공짜로 쓰면서도 그 혜택을 느끼지 못한다. 그 기간 동안 에어컨을 쓰는 집은 예외겠지만, 그 대부분은 일상 생활에서 에너지를 걱정하지 않는다. 그러다가 겨울철이 다가오면 그제서야 겨울날 난방 연료를 걱정하게 된다.

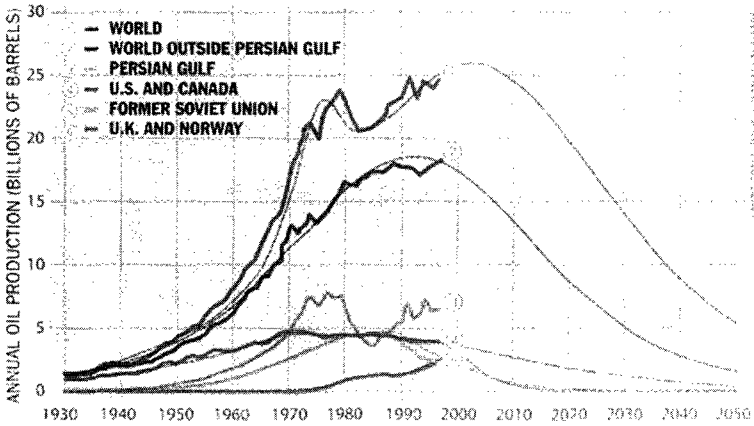
“앞을 내다보지 못하는 자는 목이 말라야 우물을 파기 시작한다” (41). 아파트에 살거나, 도시 가스 또는 지역 난방 라인들에 연결된 집들에 거주하는 이들은 갑자기 꺾충된 연료비 청구서를 받고나서야 연료비 문제를 걱정하게 된다. 그리고 그들이 생활하는 데 필요한 공급받을 에너지가 갑자기 끊기는 것을 빼고서는, 그런 에너지가 어떤 경로를 거쳐 우리에게 공급되고 있는지를 염려하지 않는다.

에너지의 공급(인간 생활에 요구되는 요리, 난방 그리고 전등)에 쓰이는 바탕 에너지에서 현대 사회 활동(교통 수단, 전기 기구, 통신망 등의 폭넓은 기동력) 그리고 다양한 산업적 과정들에만 에너지 문제를 걱정한다.

실제로 우리는 에너지의 소비 방식에 더 많은 관심을 가지고 있다. 세계의 여러 나라들은 균형 잡힌 에너지의 공급 없이는 그들의 복합적인 사회 기능들을 독자적으로 유지하기는 어렵고, 지구 경제는 필요한 곳에 필요한 에너지를 공급하려고 노력한다.

더욱이, 에너지 당국을 애태울 에너지 정책에 대한 사회적 기본 인식은 우리가 필요한 에너지는 국가에서 우리에게 당연히 공급해줘야 되는 국가의 책무란 주장이다.

자본주의 국가들에서 에너지를 보는 국민들의 생각은 어떤가? 내



〈그림 2〉 세계 석유 생산량을 견준 것으로, 세계 석유 생산량의 증가 추세는 오일 위기 때 감소되고 나서 다시 회복 추세를 보여 주고 있다. 하지만 2005년부터는 계속 감소될 것임을 예고하고 있다. (Scientific American March 1998, P.63)

가 돈만 내면 자유롭게 내가 원하는 에너지를 내 마음대로 쓸 수 있는 권리가 있다고 주장한다. 그러다가 에너지의 위기나 정전으로 내 생활에 불편이 따르면, 언론 매체들도 다 같은 에너지 소비자로서는 개편(?)이겠지만, 곧바로 불을 켜고 독자들을 흥분시킬 것이다.

정부는 도대체 무엇을 했는가? 이래도 되는가? 게다가 원자력 발전에 관한 중요한 국가 정책 사업이 이슈가 되면, 원자력 발전은 핵-발전이므로 당장 집어치우라! 방사성 쓰레기는 우리 뜰에 놓지 말라!

하지만, 사회주의 국가들은 어떤가? 에너지는 국가의 자산이고, 아껴 써야 되고, 나의 문명 생활을 조금 양보할지라도 국가를 위해 인내심으로 견뎌내야 한다는 세뇌 교육을 받는다. 자본주의 체제에서 살고 있는 우리는 사회주의 '인민들'의 그 같은 인식들을 참으로 이해할 수 있을까?

우리 집의 전기 에너지

에너지 문제들을 좀더 알기 쉽게

풀어보기 위하여 발전 부문에서 한 예를 찾아본다. 전기가 우리 집에 들어오는 과정들은 그렇게 간단치가 않다. 우리는 방이 어두우면 이를 밝게 할 전등만 있으면 만족한다. 단순히 방안에 설치된 스위치만 올리면 해결되는 것으로 착각을 한다.

한 등의 전등일지라도 가정에서 발전소까지 전기가 흐를 전선으로 연결되지 않으면, 방안을 밝힐 수 없을 것이다. 전등과 연결된 전선을 따라가 보면 전기를 얻어내는 다양한 변환 과정들의 긴 고리들이 서로 연결되어 있음을 알게 된다.

예컨대, 한 화력발전소를 생각해 보자. 시추공으로 땅을 뚫고, 파이프를 박아 기름(원유)이나 천연 가스를 뽑아내고, 석탄은 지층 사이에 있는 것을 채광하여 분리 과정을 거쳐야 된다. 이들을 1차 에너지라고 부른다.

원유는 정유 공장에서 분별 증류 과정을 거치고, 이것을 발전소로 보내고, 이를 태운 열은 물을 끓이고 생긴 증기로서 발전기를 돌려야 겨우 전기를 생산할 수 있다. 송배전

과정을 거친 전기가 가정으로 들어와야 한 전등의 빛을 밝힐 수 있다. 방을 밝혔던 전기 에너지는 빛 에너지를 거쳐 다시 복사 에너지로 변환되면서 우주로 사라진다.

화석 연료들은 어느 선택된 곳들에 치우쳐 매장돼 있어 이들을 거래하는 무역을 번창시킨다. 1990년 자료(36, p.22)에서 석유는 44%, 가스 14%, 석탄 11%의 구성 비율로 거래된다. 화석 연료들은 생겨나는 속도보다 거의 10만 배나 빠른 속도로 고갈되고 있다. 석탄은 이미 피크에 이르렀다. 석탄은 1920년에 연료 사용의 70%를 차지하였지만, 1990년도에는 총수요량의 26%에 불과했다. 석유도 1970년대 초에 피크를 이뤘다(40%를 조금 넘게 차지, 1990년은 38%로 기움). 그것들과는 달리 천연 가스는 19%를 차지하였고, 계속 그 몫은 커가고 있다.

이런 자료들(36)이 우리에게 보여주는 것은 사람들이 화석 연료들을 경쟁적으로 태운다면, 지구에 매장된 화석 연료들을 고갈시키면서, 결국에는 우리의 지구 환경에 치명적인 위협을 주게 될 것이다.

한 예로서, 전기 에너지를 생산하는 데 소비될 에너지 자원들을 견준 IAEA/KAIER(42, 60쪽)자료가 있다. 1000 MWe(1000MW의 발전용량)의 발전소를 1년간 운전할 때 소비할 땀감을 서로 견준 자료이다.

- 석탄 2,600,000 톤/기차 2,000,000대 분량
- 석유 2,000,000 톤/ 유조선 10척 분량
- 우라늄 30 톤/ 원자로의 크기 (노심은 10입방미터)

우리는 지속될 수 있는 지구 생태계를 유지시키는 데 필요한 늘어나는 에너지의 수요를 어떻게 조화시킬 수 있을까? 아직은 해답이 없다.

환경 문제들을 둘러싸고 있는 기후 변화와 같은 불확실성들, 그리고 경제 성장과 환경 사이에 관련된 거래에 관한 관점의 다양성은 정책의 다중성과 에너지 공급과 이용을 위한 전망을 주도해 나갈 것이다.

내일 갑자기 세계 석유 생산이 절반으로 준다면 우리의 대응책은?

Sassin (37)은 세계 에너지의 총 소비 규모도 전망했다. IIASA에서 추산해 낸 2030년도의 세계 에너지 소비량은 1975년 기준의 약 3배로 늘어날 것이며, 그때가 되면 세계는 연간 약 30TW·년(30 TJ)의 에너지를 소비하게 될 것으로 전망했다.

1980년도에 세계 에너지 총-비축량을 기준으로 2030년까지 소비될 총에너지- 3000 TW·년으로 추정하여, 다가올 한 세기 안에 화석연료는 동이 날 것으로 예측했다.

세계 오일의 매장량에 관한 비극

적인 전망치를 제시한 또 다른 한 논문 「값싼 오일의 종말」(39)에 따르면, 소름이 끼칠 정도로 우리에게 충격을 준다.

재래식 오일의 세계 생산량은 대부분의 사람들이 생각하는 것보다 더 빨리, 아마도 10년 안에 기울어지기 시작할 것이다”(〈그림 2〉참고)라고 주장하는 저자들은 지질학자들로서 세계 석유 생산에 관한 통계적 추이를 40년 가까이 지켜보면서 연구해온 석학들이다. 그들의 전망치를 필자가 가볍게 볼 수 없는 까닭이 있다.

우리는 매장된 석유 자원이 없는데, 그들의 추정이 사실이라면 세계 석유 생산량이 줄어들 10년도 채 안되는 시점에 서면, 지금도 이미 세계 석유 총생산량보다 총수요량이 3배(90년대 석유 회사들이 발견한 연간 오일량 7 Gbo·년(기가바렐 오일·연), 1997년 채굴량은 그의 3배)나 높은 수급이 아주 불균형을 이루고 있는 현실을 생각하면 오일의 ‘상한 값’이란 별 뜻이 없어지고 부르는 게 거래값이 될 것이다.

그런 상황이 온다고 가정했을 때, 우리의 산업이 석유에 의존하는 지금의 생산 체계를 유지해 갈 수 있을지 의심스럽다. 지난 3번의 오일 위기들은 세계 석유 시장에서 일부 생산국들인 중동 국가들의 전쟁 또는 정치적인 사정으로 일시적인 위기였지만, 항구적인 위기가 앞으

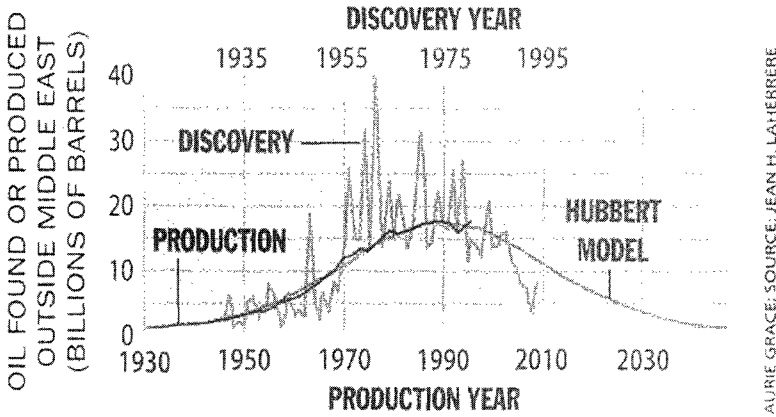
로 곧 닥칠 것은 너무도 자명하다.

우리의 지금 에너지 정책에서 앞으로 닥쳐올 엄청난 경제적 부담을 감내할 정책적인 고려가 반영되고 있는지도 필자로서는 궁금하다.

잘 알다시피, 액체인 석유는 땅속에 만들어진 거대한 ‘배사 구조’란 지층의 한 ‘애플’ 속에 갇혀져 있다. 그리고 원유의 물리적 성질은 원유가 물보다 가벼워 ‘애플’ 밑바닥을 물이 떠받친다. 언제 그 애플들이 갑자기 동이 날지 아무도 예상할 수 없다. 세계 유전은 18,000 개소(39)나 된다. 이들 중에서 얼마나 많은 수효의 유전들이 우리의 기대처럼 가득 차져 있는 지를 우리가 모르긴 마찬가지다.

보통 말하는 유전의 매장량이란 ‘확정된(proved)’ 보유량과는 전혀 다른 뜻이다. 석유 탐사는 석유가 담길 그릇의 크기만 알 수 있을 뿐, 그 속이 얼마나 차져있는지는 알 수 없다. 우리가 포항 분지에서 경험했던 것처럼, 물리 탐사의 매장량과 실제로 유전에서 뽑아내는 생산량과는 일치하지 않음을 잘 알고 있다.

정밀 탐사에서 뽑을 수 있는 양이 90% 확률이면, P90이라 표시한다. 그들이 주장하는 근거는 이런 P90으로 추정된 지금의 세계의 보유량은 실제로 P10일 수도 있을 것임을 예로 들면서, “값싼 오일의 생산량은 앞으로 10년 안에 기울어지기



LAURIE GRACE; SOURCE: JEAN H. LAHERRERE

〈그림 3〉 세계 원유의 생산과 석유 발견량을 연도별로 서로 견준 그래프로, Hubbert Model 곡선을 보여주고 있다. (Scientific American March 1998, P.65)

시작될 것”(〈그림 3〉 참고)이란 전망은 우리에게 주는 하나의 경고이고, 이 난관에 슬기롭게 대비할 기회를 외치고 있는지도 모른다.

필자는 에너지 정책을 얘기할 정도의 전문가가 아니다. 그러므로 우리가 앞으로 수용할 에너지의 종류를 짐작하기도 어렵다. 뿐만 아니라 에너지 문제를 해결할 특별한 구상을 다른 전문가들이 이미 했을지도 알지 못한다.

하지만 글을 쓰면서 우리가 가야 될 방향을 한번 생각해봤다. 에너지 문제는 너무도 복잡하고 ‘거대 과학’ 처럼 어렵다. 그렇다고 덮어두는 것도 바람직하지는 않을 것이다.

우리가 주로 소비할 에너지를 필자는 크게 4 부문들로 구분해 본다. 산업 에너지, 운송 에너지, 냉난방 에너지, 그리고 전기 에너지로 나뉘면, 각 부문에서 이용하게 될 주된 에너지 자원의 모습들은 산업=전력, 석유 그리고 천연가스, 그리고 수소 연료 전지, 냉난방=전력과 천연가스, 운송=석유와 액화 가스(천연가스 그리고 수소 연료 전지), 그리고 전력=원자력, 수력, 태양

빛 그 외 대체 에너지 등의 등식을 생각할 수 있을 것이다.

BMW 자동차의 판매 회장이 서울에 와서 BMW사는 4~5년 안에 수소 연료 전지를 쓰는 BMW7 시리즈를 양산한다고 전한다(43).

석유는 앞으로 우리가 쉽고 싸게 구입할 수 없는, 사라져 버릴 연료 자원임을 깊이 깨달아야 한다. 운송 부문에서 석유가 차지하던 연료의 몫은 앞으로 주된 것이 수소 연료 전지일 것이며, 다음에 바이오매스 그리고 기타 축전지 등이 차지하게 될 것이다.

전력 생산에 이용되는 원자력은 방사성 쓰레기 문제 때문에 안 된다고 하지만, 국가의 에너지 안보 쪽에서 보면, 포스트 석유 이후의 세계 에너지 확보 전쟁보다는 수월할 국내 문제일 것이므로 나라 안에서 해결될 것이다.

원자력 발전에서 운전의 안전성 그리고 골치 아픈 방사성 쓰레기의 처분 문제 등은 우리의 이웃인 일부 지역 사회가 양보하면 얽힌 실타래를 풀어갈 수 있을 것이다. ☺

〈참고 자료〉

34. “50 AND 100 YEARS AGO”, Scientific American 1982(9), p.10
35. 이기성, “인간, 에너지 그리고 환경”, 기술사 1996(4), 4-7쪽, 한국기술사회
36. G. R. Davis, “Energy for Planet Earth”, Scientific American, 263(3), September 1990, P. 21-27
37. W. Sassin, “Energy”, Scientific American, September 1980, P.107
38. M. Popp, “German Energy Technology Prospects”, Science, 218(24), December 1982, P. 1280
39. C. J. Campbel and J. H. Laherrere, “The End of Cheap Oil”, Scientific American, March 1998, p.59-65
40. S. Schneider, “Global Warming: Neglecting the Complexities”, Scientific American, January 2002, p.65
41. 이창근, “에너지의 미래와 원전 수거물 처분장 확보”, 원자력산업 23(7), 14쪽, 한국원자력산업회의(2003)
42. IAEA/KAIER, “지속가능한 성장과 원자력”, 한국원자력연구소, 원자력경제분석실 번역 출판(1998)
43. 이승녕/강병철, “BMW. 한국산 LCD 구입”, 중앙일보(중앙경제), 2003년 10월 21일자, E3쪽