

자원의 유한성과 에너지 절약



글 / 공 타 광(에너지관리공단 차장)

1. 머리말

현재, 인류가 당면한 최대 과제의 하나가 환경 문제임에는 어느 누구도 부인하지 못할 것이다. 자원의 과소비, 인구의 급격한 증가는 인류의 생존기반으로서 지구환경의 유한성을 보여주고 있다. 인구의 폭발적 증가가 식량위기를 초래하고 대부분의 나라가 자유시장경제를 통해 물질적 풍요를 추구하고 있는 지금, 생활수준은 높아지고 생산이 고도로 성장하여 자원·에너지의 고갈이 우려되고 있는 상황이다.

국가의 경제력을 나타내는 지표로서 GNP가 사용되고 있다. 1960년대 이래 우리나라 경제 정책의 지침이 되어 왔던 「GNP신앙」은 태생적으로 대량 소비에 의한 대량생산과 대량폐기를 당연시하고 있어 덕분에 놀랄만한 경제성장을 계속할 수가 있었다. 예전에 「절약」이 미덕이었던 때가 있었지만 이제와서는 절약이 공업발전의 적은 아닐지 몰라도 걸림돌이 될 신세가 되어버린 감이 없지 않다. 자동차나 가전제품의 수명이 결코 길지 않으나 굳이 제품수명을 늘리지 않음으로 해서 GNP를 키워왔다고도 말할 수 있다.

요즘 흔히 이야기되고 있는 내수확대만 해도 절약과는 정면으로 배치되는 의미로서 인류의 공영을 위한다고는 말하기 힘들지 않을까 한다. 내수 확대는 대량소비를 전제하고 있기 때문에 GNP 증가로 이어져 국부(國富) 증강과 국민소득 증대에 상당히 기여하게 되겠지만 우리가 살고 있는 지구환경에는 부담을 가중시키는 일이 될 것이다. 왜냐하면, 오늘날의 경제사회 시스템은 화석연료의 소비에 전적으로 의존하고 있는, 이른바 「탄소에 의존하는 경제」 체제위에 있기 때문이다. 탄소를 태우지 않고서는 경제성장이 불가능한 현재의 에너지 기술 체제내에서 GNP 증가를 기하면서도 지구환경을 지켜나갈 수 있는 방법으로는 태양에너지 등의 자연에너지를 개발·이용함으로써 기존 화석에너지의 대체제(代替材)로서 활용한다든지, 에너지소비의 GNP탄성치(경제성장 1%에 필요한 에너지사용 증가율)를 줄임으로써 에너지 절약을 강화한다든지, 아니면 일단 사용된 자원의 리사이클링을 높이는 일과 같은 것들이 있을 것이다.

본고에서는 대체에너지의 개발·이용은 별개로 하고 자원의 유한성과 에너지 절약에 관하여 잠시 생각해 보기로 한다.

2. 지구 환경문제의 관점

생물로서 인류의 최대 약점은 매일 2,000~3,000 kcal의 열량이 포함된 음식물과 2l의 물을 섭취해야 한다는 것이다. 이 철칙을 무시하면 어떤 뛰어난 과학기술도 활용하지 못하고 무용지물이 되고 만다. 오늘날의 지구환경문제의 발단은 인류가 인간다운 생활을 영위하는 데 필요한 에너지보다도 너무 많이 소비하는 데에 있다.

하나의 계산예를 인용해 보면, 건강한 신체를 유지하는 데 필요한 충분한 영양과 적정규모의 주거환경에서 고등교육을 받고 천수를 다하기 위한 건강을 유지하는 데 필요한 에너지수요는 연간 1인당 약 1.32TOE 정도라고 한다. '94년의 선진국 평균이 5.06TOE 정도이고, 우리나라의 1인당 에너지 소비가 3.09TOE ('95: 3.34TOE)이었던 점을 비교하면 선진국 수준에는 미치지 못하지만 어지간히 과소비하고 있음을 알 수 있다.

1인당 에너지소비의 과다도 문제이겠지만 90년대 들어 최근 4년간('90~'94) 평균 7%대의 경제 성장에 비하여 9%를 상회하는 에너지소비 증가율은 에너지수입 의존도 증가를 부추겨 동기간중 수입 의존도가 87.9%에서 96.4%로 증가하여 에너지수급의 불안정성을 심화시키는 등 국민경제에 어두운 그림자를 드리우고 있다.

20세기를 인간활동과 사회의 모습이 항시 경제의 척도로 재단된다는 의미에서 「경제의 세기」라고 규정할 수 있다면 다가오는 21세기는 인간활동의 기본적 척도가 환경에 두어진다고 하는 의미에서 「환경의 세기」라고 불러야 한다고 주장하는 학자가 있다. 어떤 학자는 금후 자본주의도 사회주의도 아닌 환경주의가 풍미할 것이라고 주장하고 있다.

20세기의 동서간 이념대립은 따지고 보면 자본주의와 공산주의가 파생시킨 이데올로기의 경합이었지만, 결과적으로 1989년의 베를린장벽이 제거된 이래 1990년 휴스턴서미트를 통해 대량생산, 대량소비, 대량폐기로 대표되는 자유시장경제 체제의 승리가 확인되었다. 다가오는 21세기는 경제의 20

세기에서 존재하던 동서간 경제문제보다는 남북으로 지칭되는 국가간 빈부의 차이가 지구환경의 책임론과 맞물려 이해가 크게 대립하게 될 것으로 보인다.

지구상의 거의 모든 나라가 오존층 보호나 지구온난화 방지를 위해서는 대동단결하여 오존층을 파괴하는 특정물질이나 온실효과 가스의 규제에 찬동하였지만 핵무기나 원자력발전의 규제에 관해서는 각국의 의견이 합치되어 나갈 가능성이 현재로서는 불투명해 보인다. 이와같이 서로 다른 행동의 결과를 나타내는 이유는 전자(지구환경문제)에 관해서는 가해국과 피해국이 동일하기 때문에 각국의 이해가 다를리 없는 데 반하여, 후자(핵무기, 원자력발전)는 가해자로 보여지는 나라와 피해자로 보여지는 나라가 반드시 일치하지 않기 때문에 각국간의 이해가 상충되기 때문일 것이다.

3. 자원의 유한성

에너지위기를 설명할 때, 종종 화석에너지 자원의 내용 연수가 들먹여지고 있지만 매장량의 숫자 자체에 문제가 있다. 일반적으로 자원산업에서는 장래의 자원수요에 대비하여 미리 탐광(探鑛)을 해 확인매장량을 확보하고 있지만 현재의 경제시스템 하에서 30~50년 이상 앞서 채굴해야 할 자원을 현시점에서 확보해 두는 일을 경제행위라고 여길 사람은 아마 없을 것이다. 채굴에 따른 매장량의 감소와 수요 동향, 시세 등을 보아가면서 탐광해 나가게 될 것이고 대개 30년 정도의 매장량을 확보하고 있는 것이 실상으로서 어떤 자원의 수급관계가 절박하여 불안정도가 심해져 시세가 오르게 되면 탐광을 더해 가게 될 것이고 매장량은 그만큼 늘어나게 될 것이다.

오일쇼크 직후의 석유, 천연가스나 금 등이 여기에 속한다. 한편 현재 남아나 수은은 반대의 예에 해당하고 있어 리사이클들이 상승하고 수요가 감소하여 시세가 내려가게 되면 누구도 탐광에 자금을 쏟지 않게 될 것이다. 따라서 이들 원소의

확인 매장량은 감소하고는 있지만은 이것은 인위적인 것으로서 걱정할 일은 못된다. 그러나 다른 한편으로는 이같은 실태에 커다란 위협이 있는 것이다. 유한자원인 이상 언젠가는 탐광효율이 낮아져 열심히 탐광하더라도 수요에 상응하는 매장량을 발견할 수 없게 될 때가 올 것이기 때문이다.

아직 이같은 심각한 사태에 도달한 자원은 없다고는 하지만 그 시점이 어떤 자원에 대해 언제쯤이 될런지 예측할 수 없다는 데 문제가 있다. 그렇지만 대개의 원소자원에 대해서는 현실적으로 자원고갈이 예상되면 시세가 올라 소비가 감소될 뿐만 아니라 여러 측면에서 연구가 이루어지게 되어 상당부분이 다른 대체자원으로 전환되거나 리사이클이 활발해 질 것이다.

또한 화석에너지 자원은 코스트와 에너지만 떼어놓고 생각한다면 이론적으로 재생가능한 원소자원과 달리 에너지로 한번 써버리면 리사이클은 불가능하고 현재 기술수준에서는 다른 재생가능한 에너지와의 전환도 곤란하다. 그런 의미에서 화석에너지 자원은 처음 개방할 때 열을 이용한다면 높은 온도에서 낮은 온도에 이르기까지 순차적으로 다단계로 이용한다든지, 그렇지 않으면 열병합발전의 예에서 보듯이 시스템을 복합화하여 종합효율을 높여 뚝으로써 재생불능에 대비해야만 한다.

지구온난화를 방지한다는 의미에서도 재생가능 에너지로서만 경제시스템이 성립하기까지는 에너지를 조금이라도 절약하는 것이야 말로 건전한 양식이 있는 자에게는 지극히 당연한 일이 될 것이다. 자원환경적으로 보아 에너지를 보다 크린하게 보다 효율적으로 이용하는 것은 인류문명을 지구라고 하는 유한 용량의 그릇 위에 유지해 나가기 위한 기본조건이 될 것이다.

어찌보면 에너지문제의 본질은 수급의 안전보장(security)이 아닐지. 그렇다면 에너지자원이 고갈되느냐 그렇지 않느냐 하는 문제보다도 먼저 자원이 있는 경우라도 자원예의 접근, 즉 에너지의 입수가 용이한가하는 것도 문제가 될 것이다. 21세기의 세계적 에너지수급문제를 생각하면 문제는 자

원의 고갈이 아니라 자원예의 접근 그 자체일런지도 모른다. 예를 들면 중앙아시아의 고원에는 아직 상당한 석유자원이 있다고 여겨지지만 이것과 사우디아라비아의 페르시아만에 연한 해안 가까운 곳에 있는 유전과 비교하면 유전 그 자체 매장량이 설사 같더라도 자원에 접근하는 문제는 대단히 큰 차이가 있게 된다는 점이다(보기: 해양수송 대비 육로 파이프라인을 통한 수송코스트와의 차이 문제).

4. 에너지 절약

미국의 과학사상가인 쿤(Thomas Kuhn)은 그의 저서 "과학적 혁명의 구조"를 통해 과학의 발전과정에는 단지 연속적인 경험이나 경험의 축적에 입각한 것 뿐만이 아니라 그런 틀을 벗어난 불연속적인 것이 있음을 지적하고 그 불연속적인 변화를 낡은 패러다임(paradigm)으로부터 새로운 패러다임으로의 변화로 이해하여 과학혁명에 있어서 패러다임 개념을 처음 제창하였다. 쿤의 패러다임 개념은 오직 과학분야에 관한 것이었지만 이것을 기술분야로 확장하게 되면 와트의 증기기관이 그 대표적 사례가 될 것이다. 근래에 들어서는 새로운 에너지의 개발·이용에 관한 기술개발 분야나 노사문제, 나아가 급변하는 시대환경의 변화를 설명하는 유용한 도구로서도 패러다임 개념이 인용되고 있다.

인류가 장작·목탄·석탄·석유·천연가스로서 에너지를 바꿔가며 다양화함에 따라서 새로운 패러다임이라고도 말할 수 있는 기술문명을 새로이 만들어 왔지만 탄소를 태워 에너지를 얻고 있다는 점에 있어서는 불의 발견 이래 수십만년간 아무런 변화가 없었다. 탄소를 태우면 이산화탄소가 발생한다는 것은 초보적인 화학상식에 속한다. 이산화탄소에 의한 지구온난화의 가능성이 과학자들에 의해 지적된 것은 최근의 일이 아니다. 벌써 수십년도 더 된 일이다. 때문에 인류가 탄소를 태우지 않고도 자족할 수 있는 에너지를 찾기전까

지는 어떻게 지구환경을 지켜나갈까 하는 지난한 숙제를 안고 있는 것이다. 다음 세기에는 이같은 숙제에 어떤 해답을 준비해야만 하지는 않을까. 이 점에서 맨먼저 지적할 수 있는 것이 에너지 절약이지 않을까 생각한다. 에너지소비를 가능한 한 억제하여 환경에 미치는 영향을 가능한 한 저감화시키는 노력은 어느 시대에서나 중요한 것이기는 마찬가지이겠지만 앞으로 더욱 중요성이 늘어갈 것이다.

'95년을 기준으로 우리나라 에너지소비 수준은 대강 석유로 환산하여 국민 1인당 1일 약 9l 정도이고 자동차의 주행거리로 환산하면 90km에 지나지 않기 때문에 이 수준을 대폭 절감하는 것은 결코 쉽지 않을 것이다. 지금 하나의 가설로서 1인당 에너지소비량은 개개인의 생활수준의 정도를 나타내고 이것이 높을수록 환경보전에의 관심도 높아져 환경보전을 위한 코스트를 사회적비용으로서 보다 많이 부담하지 않을 수 없게 된다고 생각해보자. 동시에 최근 선진국의 인구증가 정체도 1인당 에너지소비량 수준의 높이와 관련이 있다고 생각해보자.

그림 1은 이같은 가정하에 선진국에서의 에너지시스템의 장기적 다이나믹스를 모델화한 결과로서 외국자료에서 인용한 것이지만 흥미있는 시스템구조를 보여주고 있다. 결국 개개인의 에너지소비량을 억제해 가면서 인구증가를 유지한다든지, 개개인의 생활수준을 높이기 위해 인구를 줄이든가 택

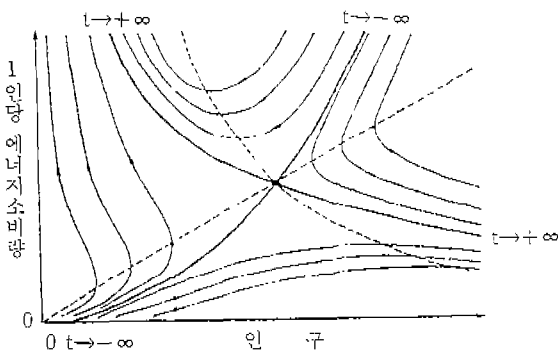
일하지 않으면 안되게 된다. 소위 공존공영사회를 유지하기 위해서는 사려깊은 노력이 필요함을 보여주는 반증이기도 하다. 물론 이것은 하나의 모델에 지나지 않지만 앞으로의 인류사회 발전에 있어서는 지금까지의 에너지시스템 구조 자체를 바꾸어 갈 필요가 있다는 점을 시사하고 있어 주목할만한 가치가 있다고 보여진다.

지구 전체적 관점에서 본다면 1인당 에너지소비량을 늘려가면서 인구도 적절히 증가시켜 나가는 것이 바람직하기 때문에 자원과 환경을 보호해 가면서 이를 달성해 나가는 기술의 개발이 필요하다고 생각한다. 이런 점에서 에너지기술자들은 혁신적기술에 의한 에너지시스템의 구조적 변혁을 이루어 내야 하는 소명을 받고 있다고도 말할 수 있다.

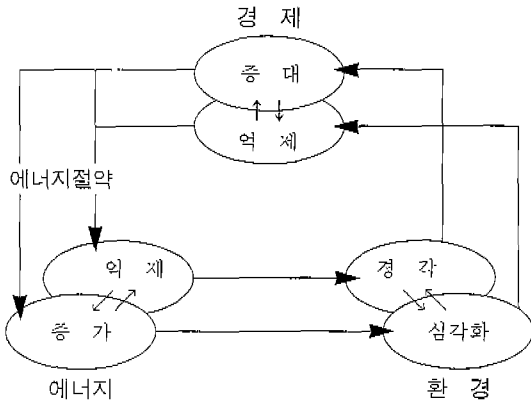
5. 맺음말

장래에 모든 과학기술은 「지구규모에서의 환경보전」이라고 하는 키워드없이는 결코 이루어지지 않을런지도 모른다. 지구환경문제란 지구 자체의 문제가 아니라 인류가 생존할 수 있는 환경이 보전되는가 그렇지 못한가 하는 문제이다. 1차 에너지를 화석연료에 의지하는 현대사회에서는 에너지문제와 환경문제는 포리일체의 관계에 있고 1차 에너지의 소비가 삭감되면 지구환경도 그 부담이 경감될 것은 자명한 일이다.

현재와 21세기가 이렇게 다를 것인가하는 점에서 말해 본다면 지구환경문제에 대한 우선 순위(priority)가 우리나라 뿐만아니라 전세계적으로 높아져 갈 것임에는 이문의 여지가 없다는 점이 될 것이다. 그러면 구체적으로 어떻게 대응해 나가면 좋을 것인가. 결론부터 말하자면 에너지, 경제, 환경이란 삼위일체의 조화를 목적과 수단으로 한 3E 대책(3E Policy)에서 찾아야 될 것으로 생각한다. 즉 적정수준의 경제성장을 지속하여 그 과실인 돈을 사용하면서 에너지 절약을 위한 노력과 환경부하가 적은 원료나 연료로 전환 추진해 가는



〈그림 1〉 에너지선진국의 장기 에너지시스템 다이나믹스



〈그림 2〉 트라이레머의 구조

일이다.

3E는 상호 풀기 어려운 삼중고(三重苦)이고 조어를 만들기 좋아하는 일본사람들은 이를 트라이레머(Trilemma)라 부르고 있으며 이 트라이레머의 구조를 일목요연하게 보여주는 하나의 예가 그림 2이다.

지구환경시대를 맞아 환경문제는 어떠한 정도로 어떠한 기술을 유발하고 사회에 새로운 동태적 변화를 유발시킬 것인가. 에너지는 본질적으로 비가역이고, 「재생불능」이기 때문에 완전한 의미에서의 재생가능(renewable)한 에너지란 존재하지 않는 것과 마찬가지로 완전한 의미에서의 크린에너지란 없는 것인지도 모른다. 필자의 생각으로는 적어도 에너지 절약만큼은 뛰어난 크린에너지라고 생각하는 데 여러분의 견해는 어떤지 모르겠다. 깨끗한 지구를 지켜나가기 위한 가장 깨끗한 에너지는 창

조적·생산적 의미에서의 에너지 절약이 아닐런지. 우리나라 최종 에너지소비의 경년변화를 보면 생활에너지(가정 및 수송부문)의 소비 신장세가 타부문에 비해 괄목한 수준으로 증대되고 있음에 유의한다면 더욱 철저한 에너지 절약 대책이 요구된다.

적은 에너지의 사용을 통해 보다 많은 일을 하게 하는 것이야 말로 지구환경시대에서 취해야 할 바람직한 에너지 절약의 모습이다. 국민민복의 후생국가를 만들어 가기 위해서는 지속적인 경제성장이 필요할 것이지만 지구환경에 대한 애정을 버려서는 아닐 일이다. 에너지 절약의 추진, 에너지의 다양화, 유효이용, 전력에너지의 평준화 그리고 신에너지의 도입추진을 위한 개별 대응기술의 개발은 결과적으로 기술의 베스트믹스를 창출하게 될 것이다. 에너지를 유효하게 이용하기 위해서는 탄소를 태우는 종전의 방식과는 다른 고효율의 전기화학, 물리반응을 선택하는 동시에 그 반응효율을 향상시키는 기계적(시스템적) 기술의 공헌이 불가결하게 될 것이다.

끝으로 필자는 독자 여러분에게 「보다 적은 에너지로 더 많은 일을」(Do More with Less)이란 캐치프레이즈를 앞으로 우리 에너지기술자들이 받들 없이 되내이면서 화두(話頭)로 삼아 에너지사용에 있어서의 새로운 패러다임의 변화를 모색해 나가자고 감히 제안드리고자 한다. 기존의 패러다임을 뛰어넘을 때 기술의 발전과 혁신이 이루어 질 것이기 때문에 오늘부터 바로 새로운 속제의 해답을 찾아나서 보기로 하면 어떨까 한다.

**전기절약은 우리 모두를 위한 것입니다.
전기를 절약하는 지혜를 생활화 합시다.**