



에너지 자원과 국가발전

김 태 유

서울대학교 교수

이 글은 한국원자력문화재단·매일경제신문사 주최, 「21세기와 3E에 관한 심포지엄」에서 발표된 내용 전문을 게재한 것이다.

인간과 에너지

약 50억년 전 지구상에 처음으로 생명이 태동하였다고 한다. 아미노산과 당, 염기 같은 물질이 태양에너지에 의해 적절한 온도가 되면 생명체의 기원이라고 할 수 있는 원시단백질이 형성된다고 한다. 현재 만물의 영장이라고 자부하는 인류도 그 진화과정을 거슬러 올라가면 마지막에는 이러한 생명의 기원에 이를 수밖에 없을 것이다.

또 태양에너지는 이 세상의 모든 생명체와 삶을 유지시켜주는 힘의 근원이다. 태양이 없는 대지에는 식물도, 동물도 그리고 물론 인간도 살아갈 수 없다. 결국 태양에너지는 모든 생명의 근원인 동시에 생명을 유지시켜주는 원동력이다.

최초의 인류가 이 땅에 탄생하였다고 하는 약 2~3백만년 전부터 인간은 삶을 유지하기 위한 모든 것을 인간의 노동에 의존해 왔다. 해가 뜨면 먹거리를 찾아 해매고, 해가 지면 잠자리를 찾는, 동물과도 같은 삶 그 자체가 바로 노동이었다. 인간이 출산 및 영농기술의 개발을 통하

여 생산된 가축이나 곡물 형태의 부를 축적하여 초기단계의 경제활동이 시작된 이후 산업혁명에 이르기까지 인간은 모든 생산활동의 대부분을 노동력에 의존해 왔다.

1765년 영국의 제임스 와트가 증기기관을 발명한 이래 산업혁명의 진행과 더불어 생산활동을 위한 인간의 노동에너지가 석탄, 석유, 가스 등 화석연료 에너지로 대체되기 시작하였다. 따라서 노동력에 의존하던 가내수공업이 화석연료에 의한 대규모 에너지 공급으로 인하여 대량생산이 가능한 산업형태로 발전할 수 있었다. 이와 같이 화석연료로 인하여 20세기 찬란한 물질문명을 꽃피울 수 있었기 때문에 현대문명을 '탄화수소문명'이라고도 한다.

과거 농경사회에 있어서는 비옥한 농토와 인구, 즉 노동력의 규모가 부가가치를 창출할 수 있는 주된 생산요소로서 부를 축적하는 기반이었다. 산업혁명 이후에는 농경사회가 산업사회로 전이됨에 따라 상품의 생산에 의한 부가가치의 창출과 판매를 통한 이윤확보, 그리고 재투자에 의한 확대재생산이 부의 기하급수적인 축적을 가능하게 하였다.

상품생산에 필요한 자본, 노동, 기술, 원료 그리고 에너지는 부가가치 창출을 위한 5개 필수 생산요소인데, 그 중 에너지 특히 석유를 중심으로 한 화석에너지가 제2차 세계대전과 두 차례에 걸친 석유파동을(Oil Shock, 1973, 1979) 통

하여 생산의 한계를 결정하는 가장 큰 제약요소로 등장하였다.

결국 태양에너지로부터 태어나서, 수백만년의 삶을 유지해 온 우리 인류가, 농경사회에서는 노동에너지에, 그리고 산업사회에서는 화석에너지에 의존하여 오늘에 이르렀다. 따라서 인류의 역사는 곧 에너지의 역사라고 해도 과언이 아니며 특히 산업혁명 이후 열강의 석유확보를 위한 갈등과 투쟁의 기록이 바로 근대 세계사의 중추를 이루고 있다.

체감의 시대와 체증의 시대

5천년 농경사회는 노동력을 투입하여 농산품을 생산하는 '수확체감의 시대'이다. 일정한 면적의 농토에 종자를 2배 뿌려도 수확은 2배가 되지 않으며, 노동을 2배 투입해도 산출은 2배가 되지 않는다. 또 노동 등의 투입은 일정한데 농토만 2배로 늘려도 산출이 따라가지 못하며, 설령 모든 투입요소를 2배 늘린다고 하더라도 통상 추가된 농토는 기존의 농토에 비하여 비옥하지 못하기 때문에 결국 산출이 투입과 같은 비율로 늘어날 수 없다.

따라서 농경사회는 체감의 사회이며 체감의 사회에서는 개인간, 국가간의 빈부격차가 확대되기 어려운 안정된 사회구조를 형성하게 된다. 이는 가진 자 또는 선진국이 수확체감에 의한 생산효율의 하락 때문에 현실에 안주하게 되고, 설령 생산을 늘렸다 할지라도 의식주 위주의 농업생산품의 특성상 새로운 수요를 계속 창출해 낼 수 없기 때문이기도 하다.

3백년 산업사회는 화석에너지를 투입하여 제품을 생산하는 '산출체증의 시대'이다. 제조업을 중심으로 한 근대산업의 특성상 고정비용인 초기 투자가 상대적으로 크기 때문에 생산량을 늘리면 이미 투입된 일정액의 고정비용이 생산

량으로 나누어져 결국 단위비용 투입당 생산량이 늘어나는 생산체증 현상을 보이게 된다. 이러한 규모의 경제(Economies of Scale)라는 기술적인 특성뿐만 아니라 생산활동이 공장에 집중되어 있으므로 투입요소의 대량조달에 의한 경비절감도 그 한 원인으로 들 수 있다.

농업생산품의 경우처럼 토지나 노동력같이 지극히 제한된 투입요소와는 달리 공업생산품의 경우에는 자본, 기술, 원료등의 투입요소와 함께 노동에너지가 화석에너지로 대체됨에 따라 생산규모 증가에 따라 투입요소를 충분히 공급할 수 있어 대량생산에 별 어려움이 없다.

또 공업생산품은 기술상품으로서 기존의 수요가 충족되면 새로운 상품을 개발하여 새로운 수요를 창출하기 때문에 대량생산에 따른 대량소비도 얼마든지 가능하다. 더구나 농업생산품이 1년을 주기로 생산과 소비가 일어나는데 비하여 공업생산품은 생산 및 소비 주기를 얼마든지 줄일 수 있어 확대재생산을 여러번 반복할 수 있는 정말 확대 지향적인 산업이다.

결국 상품의 생산으로 인한 부가가치의 창출과 판매를 통한 이윤확보 그리고 재투자를 통한 거대자본 형성과 첨단기술개발은, 확대재생산을 향해서 일로매진하게 된다. 이렇게 끝없이 더욱더 가속적으로 발전해 가는 공격적인 산업사회는 결코 현실에 만족하지 않는 무한경쟁의 사회일 수밖에 없다. 산업화과정을 통하여 가진 자와 못가진 자, 선진국과 후진국으로 양분되기 시작한 우리 사회는 과학기술의 발전과 산업사회의 성숙에 따라 부익부 빈익빈 현상이 더욱 심화되어 양극화 현상을 초래할 것이다.

노동에너지가 생산을 결정하는 역할을 하던 농경사회에서처럼 더불어 공존하던 인류사회가 화석에너지가 생산을 결정하는 산업사회에 들어서면서 생존경쟁과 열강이 각축하는 무한경쟁사회로 바뀌어버린 것은 바로 이같이 체감의 사



회가 체증의 사회로 바뀌었기 때문일 것이다. 이러한 무한경쟁의 냉엄한 국제사회에서 화석에너지의 확보는 국가의 백년대계를 결정하는 중대한 요소가 아닐 수 없다.

에너지 쟁탈전

승리자가 기록해온 인류의 역사는 정의나 평화와 같은 명분으로 아름답게 포장되어 있다. 그러나 그 실체는 기득권을 가진 선진집단과 이에 도전하는 신흥집단간의 갈등과 투쟁의 기록이다. 그리고 그 갈등은 효율적인 생산체계를 운영하기 위한 필수생산 요소인 에너지의 확보에 있어 왔다. 이러한 사실은 과거 전쟁이 끝나면 승리한 측이 직접 노동력인 노예나, 노동력이 집약된 상품인 농산품이나 금을 전리품으로 빼앗은 것으로 확인할 수 있다.

노예해방이라는 성스러운 대의명분 하에 치러진 미국의 남북전쟁조차도 예외는 아니다. 1861~1865년 남북전쟁 당시 미국 북부 13개주의 중심이던 뉴잉글랜드 지역에서는 노동력의 부족과 임금의 상승으로 많은 공장이 도산의 위기에 처했다는 기록이 있다. 이 전쟁은 북부공업지역을 배경으로 하는 북군과 남부농업지역을 배경으로 하는 남군간의 전쟁이었다. 전쟁은 북군의 승리로 끝나고 노예해방이 선포되어 남쪽 농장에서 일하던 수백만명의 흑인 노예들이 해방되어 북쪽으로 대이동을 시작하게 된다. 결국 북군은 전쟁에 승리한 대가로 북부의 부족한 값싼 노동력의 공급원으로서 남부농장의 대규모의 흑인 노예들을 확보한 것이다.

제2차 세계대전은 인류역사상 가장 큰 사건으로 기록되고 있다. 50개국 이상이 전쟁에 참가하였으며 쌍방을 합쳐 수천만명의 군인이 동원되었고, 약 5,500만명이나 되는 사상자가 발생한 큰 사건으로서 전쟁이 끝난 지 55년이 지난 지

금까지도 이 전쟁을 기억하지 못하는 사람은 별로 없다. 그러나 이 전쟁도 석유를 중심으로 일어난 에너지 전쟁이었다는 사실을 아는 사람은 별로 많지 않다.

제1차 세계대전후 재무장한 독일과 일본 등 제국주의 세력의 팽창이 기존 국제질서를 심각하게 위협하기 시작하자 미국, 영국 등 연합국은 1940년과 1941년 추축국들에 대하여 차례로 석유금수조치를 선포하게 된다. 당시 국내 석유 수요의 대부분을 미국과 동인도제도에 의존하고 있던 일본과 루마니아의 플로에스티 유전에서 석유를 절반 이상 도입하던 독일은 석유의 확보가 가장 긴급한 국가적 사안이 되었을 것임은 짐작하고도 남는다.

독일이 1939년 개전과 동시에 코카서스 유전지대를 점령하고 1942년 말에서 1943년초에 걸쳐 북아프리카 석유지대를 확보한 것이나 일본이 1941년 진주만을 습격함으로써 인도네시아, 말레이시아 등의 유전지대로부터 일본열도에 이르는 석유수송선을 확보한 것으로 미루어 세계대전이 석유를 중심으로 진행되었음을 확인할 수 있다.

이와 같이 산업사회에서 에너지 확보를 위한 투쟁은 제2차 세계대전과 같은 인류 역사상 가장 큰 재난을 초래하기에 이르렀다. 세계대전이 끝난 후 승전국인 미국, 영국, 프랑스, 중국, 소련의 5대 강국이 상임 이사국이 되어 UN을 결성하여 지구상에 또다시 이 같은 전쟁이 재발하지 않도록 항구적인 세계 평화를 정착시키기 위한 브레튼우즈체제나 가트와 같은 제도적인 노력을 경주하였다.

먼저 브레튼우즈체제를 살펴보면, 대공황중에 경쟁적인 평가절하로 말미암아 세계무역의 축소를 경험한 주요국들은 제2차 세계대전이 끝날 무렵인 1944년에 미국 뉴햄프셔의 브레튼우즈에서 회합을 갖고 전후 세계무역의 원활한 성장을 위하여 고정환율제도의 채택을 주된 내용으로 하는

브레튼우즈체제를 탄생시켰다. 브레튼우즈체제하에서는 어떤 나라가 국제수지의 일시적인 불균형에 직면하게 될지라도 환율을 평가의 상하 1%의 범위내에서 고정시켜야만 되도록 하였다.

이 체제는 국제수지의 단기적인 불균형에 직면할 때는 상하 1%의 범위내에서 고정된 환율을 유지하도록 되어 있으나, 장기적이고 기초적인 국제수지의 불균형에 봉착하게 되면 환율을 IMF와의 협의하에 변경시킬 수 있는 소위 조정 가능한 고정환율제도(ADJUSTABLE PEG SYSTEM)를 채택하고 있었다.

그리고 1948년에 출범한 가트는 회원국간의 무역관세장벽 및 수출입 제한조치의 완화를 내세우며 많은 일을 했다. 가트는 어느 한 국가나 한 지역의 번영이 아니라 자유무역과 자본주의에 의해 세계 전체의 발전을 도모하자는 전후 '세계주의'의 철학을 담고 있었다. 가트체제는 흔들리지 않는 위치를 지키면서 70년대 중반까지 세계무역의 급신장을 선도하기도 하였다.

석유위기와 기후변화 협약

중동지방의 석유자원은 20세기초 선진국의 국제석유자본에 의해 개발되기 시작하였다. 1960년 이후 세계 주요 산유국들은 메이저(Major) 석유 회사의 횡포에 대항하기 위해 OPEC를 결성하여 원유가격과 생산량을 조절하고, 자원 민족주의의 선언과 함께 유전의 국유화 조치를 단행하였다.

1960년 9월, 베네수엘라, 사우디아라비아, 이란, 이라크, 쿠웨이트 등 5개 산유국이 이라크 수도 바그다드에 모여 당시 국제 석유시장의 주도세력이었던 석유 메이저들에 대항, 산유국 공동의 석유이익 확보를 위해 OPEC(Organization of Petroleum Exporting Countries)가 결성되었다. 1990년대 들어서는 결속력이 다소 약화되고, 비 OPEC 생산량의 증대로 인해 과거 1970~80년대

두 차례에 걸친 석유위기와 같은 독점적인 생산 카르텔로서의 막강한 영향력은 다소 퇴색했으나, 생산정책 변경 등을 통해 아직도 국제석유 시장에 상당한 영향력을 행사하고 있다.

1960년 창설시 5개국(베네수엘라, 사우디아라비아, 이란, 이라크, 쿠웨이트)의 총 석유수출은 세계 석유수출의 85%이상을 차지하였다. 이후 카타르, 리비아, 인도네시아, UAE, 알제리, 나이지리아, 에콰도르, 가봉의 가입으로 총 13개국 체제를 유지하다가 연회비 과다를 이유로 에콰도르와 가봉이 탈퇴하여 현재 11개국 체제를 유지하고 있다.

볼셰비키 혁명 이후의 러시아, 1938년 멕시코, 1951년 이란은 석유자원의 전면적인 국유화 조치를 단행하였으며, 1970년대초 알제리, 이라크 등이 석유자원 개발의 소유권 참여를 적극 확대하여 석유자원의 국유화를 실시하였으며, 마침내 1972년 10월에는 페르시아만 국가들과 석유 회사들 사이에 소유참가 협약이 맺어졌다. 그 전까지만 해도 산유국들은 소득을 증대시키기 위해서 보다 많은 석유를 시장에 내놓아 가격을 하락시켰던 데 비해서 국유화 이후에는 보다 높은 가격을 추구하게 되었다. 이러한 전략적 변화는 전세계적인 긴박한 수급균형과 맞물려, 석유 수출국들은 석유가격을 결정하는데 주도권을 쥌 수 있게 되었다.

1973년 10월 6일 이집트, 시리아와 이스라엘 사이에 재발한 제4차 중동전을 계기로 아랍측이 10월 16일 석유를 무기화하기로 결정하고 중립국과 비우호국가에 대해 원유공급을 감소 내지 중단함으로써 아랍 주요 산유국들이 석유감산 내지 공급 중단을 결의한다. 그 결과 이란산 석유가격이 1973년 10월 16일 배럴당 5.40달러에서 같은 해 12월 중순에는 배럴당 17달러로 오르는 등 국제원유가격의 기록적인 상승이 일어난다. 이는 곧 전세계적인 경제성장 둔화와 불황, 인



플레이션 등을 불러 일으켰다. 미국의 국민총생산은 1973년에서 1975년 사이 6%나 감소하였으며, 실업률이 9%까지 치솟았다.

1974년 일본 경제는 전후 최초로 국민총생산 감소를 경험했다. 또한 한국을 포함한 각국의 물가가 기록적으로 치솟아 (1973년 한국의 경우 전기료 최고 49%, 석유류 가격 30% 상승을 기록) 1976년 서방공업국들의 경제가 회복된 이후에도 인플레이션은 풀리지 않은 과제로 남아 있었다.

1979년 이란 팔레비 독재정권을 무너뜨린 민주화 회교혁명의 소용돌이 속에서 이란의 대서방 석유 공급량이 크게 감소된 데 이어 산유국의 유가 인상러시, 소비국의 비축경쟁으로 유가는 1979년초의 배럴당 12.70달러에서 연말엔 배가 넘는 배럴당 24~30달러 선으로 폭등, 제2의 석유파동이 일어났다. 급기야 1980년 현물시장에서는 1991년 기준으로 실질원유가가 \$46~47로 치솟았다.

2차 석유파동은 석유 부족분이 1차 석유파동에 비해 크게 작았음에도 불구하고 가격상승을 불러일으킨 이유는 다음과 같다.

첫째, 1973년 이후 미국과 소련에서 석유제품 가격의 상승을 억제함으로써 소비가 급증하였다.

둘째, 1979년 리비아의 카다피가 이란의 생산량 감소에 대응하여 석유생산을 감소시켰다.

셋째, 1980년에 촉발된 이란-이라크 전쟁이다. 제2차 석유파동은 1981년까지 계속 이어졌으며, 이후 20년 가까이 OPEC의 석유가격 인상은 없었다.

1992년에 세계 각국 지도자들이 브라질의 리우에 모여 지구온난화와 기상이변의 원인은 인류의 에너지 과소비로 인한 대기중 이산화탄소 농도증가라고 규정하고 더 큰 재앙이 초래되기 전에 대응방안을 수립하기로 약속하면서 기후변화협약(United Nations Framework Convention on

Climate Change : UNFCCC)을 체결하였다.

이 협약은 1994년 3월에 발효되었고 현재까지 176개국이 가입했으며 우리나라는 1993년 12월에 47번째로 가입했다. 국가별로 정도의 차이는 있으나 모든 나라가 책임이 있으므로 능력에 따라 의무를 부담하되 개도국의 사정을 배려한다는 원칙하에 이 협약에 가입한 당사국들을 부속서 I국가(선진국)와 기타국가(개도국)로 구분하여 각기 다른 의무를 부과하고 있다. 우리나라는 현재 개도국으로 분류되어 있다. 동구권 국가를 합한 38개 부속서 I국가는 자국의 온실가스 배출량을 2000년까지 1990년 수준으로 감축하기로 결정하였고, 이에 따라 1997년 12월에 교토의정서가 채택되고, 38개국의 감축목표가 결정되었다. 1994년에 발효된 기후변화협약은 온실가스 배출량을 1990년 수준으로 낮추기 위해 노력하도록 규정하고 있으나 강제성은 없었다. 온실가스를 줄이는 데 드는 비용이 경제에 부담이 될 것을 우려했기 때문이다.

그러나 1997년 12월 3차 당사국총회에서 기후변화협약의 기본원칙에 입각하여 38개국의 온실가스 감축 목표가 결정되었는데, 이를 교토의정서(Kyoto Protocol)라고 한다. 특히 교토의정서는 온실가스 감축의무에 대해 국제적으로 구속력을 갖는다는 점에 의의가 있다. 교토의정서는 규제 대상 온실가스를 6가지로 확정짓고, 3차의 기간으로 나누어 온실가스 저감목표를 설정하도록 하였으며, 부속서 I국가들은 1차기간인 2008년부터 2012년까지 1990년 배출량 대비 평균 5.2% 감축할 것을 합의하였다. 각국은 국가별 여건에 맞게 미국 7%, 일본 6%, 유럽연합 8% 등 차별적 목표를 부여받았다. 이러한 감축목표를 달성하는 데 소요되는 비용을 줄이기 위해 온실가스 감축량을 상품처럼 사고 팔 수 있게 한 교토메커니즘을 도입하였다. 이러한 환경협약은 우리 기업에도 영향을 주게 된다.

우리나라는 38개 감축의무 부담국에는 포함되어 있지 않지만 세계 11위의 CO₂ 배출국이다. 1990년도 온실가스 배출량을 100으로 볼 때 2010년에 EU는 92, 미국은 93, 일본은 94, 한국은 240을 배출하게 된다.

온실가스 감축의무 달성에는 비용이 든다. 국가차원의 의무부담은 점차 산업별, 기업별로 구체화, 개별화 될 것이다. 의무를 부담하는 38개국 기업과 국가가 느끼는 문제의 심각성은 온실가스 배출감축의무가 바로 산업경쟁력 및 국가경쟁력에 관한 문제로 대두되고 있기 때문이다. 이러한 면에서 기후변화협약은 환경협약이라는 명분으로 출발하였으나 사실상 국가경쟁력과 직결된 경제협약이라 볼 수 있다.

에너지 · 환경과 경제

이상 살펴본 바와 같이 에너지를 중심으로 한 국제적인 갈등은 오늘도 계속되고 있다. 다만 목적을 달성하기 위한 수단이 점점 더 세련되어 가고 있을 따름이지 추구하는 목표는 예나 다름없이 분명하다.

산업혁명 이후 오늘에 이르기까지 산업사회가 생산을 통한 부가가치의 창출과 판매를 통한 이윤의 확보 그리고 재투자로 인한 확대재생산으로 거대자본을 형성하고 첨단기술을 확보하는 과정을 거쳐 선진사회로 발전하는 데는 결코 예외가 없었다. 다시 말해서, 대량생산과 확대재생산을 통해서만이 산업사회가 성숙되고 대량생산 시설의 중후장대한 상품이 첨단기술에 의해 경박단소해지고, 제조업 중심의 상품이 정보통신 서비스형 상품으로 발전하여 소위 정보화사회 또는 지식기반사회라고 일컬어지는 성숙한 후기산업사회에 도달할 수 있다.

대량생산과 확대재생산은 비교적 저부가가치의 중후장대한 상품을 생산하는 단계이기 때문

에 충분한 에너지의 공급없이는 산업사회가 성숙될 수 없다. 따라서 에너지는 한 국가가 선진국으로 발전하는 과정에서 꼭 필요로 하는 가장 핵심적인 투입요소이다.

과거 한때 석유를 중심으로 한 에너지의 생산보다 수요가 더욱 급격하게 증가하던 시절이 있었다. 더구나 석유는 고갈성 자원으로서 한번 사용하면 재생산이 불가능하다는 사실과 석유생산국이 정세가 불안한 중동지역에 위치한 OPEC소속 국가들이라는 사실때문에 소비국들이 에너지 확보에 더욱 민감했던 것도 사실이다. 그러나 근본적으로 에너지 확보가 국제경쟁에서 승패를 가늠하는 가장 중요한 요소 중의 하나였기 때문에 석유를 중심으로 한 열강의 다툼이 근대사의 기본골격을 형성하게 된 것이다.

1979년 이란혁명으로 촉발되었던 제2차 석유파동이 안정된 80년대 중반부터 에너지의 공급이 수요를 앞서 유가가 하향 안정화되어 85년경에는 유가가 배럴당 \$10 정도까지 하락하여 석유의 실질가격이 제1차 석유위기가 발생하기 이전보다도 더 낮아지기도 하였다.

제3의 석유파동을 촉발할 것으로 예상하였던 걸프전쟁도, 수차례 걸친 OPEC 국가들의 석유감산에 의한 가격 인상노력도 하향 안정화된 국제 석유가격의 기조를 뒤흔들만큼 큰 충격을 주지 못하고 있다. 이는 공산권의 몰락에 따라 냉전체제가 해소되면서 중동에 국지적 분쟁은 있어도 범세계적으로 크게 확대되지는 않을 것이라는 사실, OPEC 국가들의 시장지배력 약화, 선진국의 산업구조 고도화로 인한 에너지 수요 증가율 둔화 등 다양한 사회경제적 원인을 찾아볼 수 있다. 비록 사회경제적 현상과 석유가격 변화의 인과관계가 명쾌하게 다 설명되지는 않았지만 당분간 파동이라고 정의될 만큼 갑작스런 석유 및 에너지 가격 상승은 없을 것이라는 사실이 그나마 다행스런 일이다.



그런데 이제 막 시행단계에 접어든 국제기후협약으로 온실가스인 탄산가스 발생을 규제하기 위해서는 탄산가스의 주 발생원인 석유, 석탄 등 화석에너지의 사용을 제한할 수 밖에 없다는 점에서 에너지의 확보가 문제가 되던 시절이나 에너지 사용을 제한받는다는 점에서는 결과적으로 별로 다를 바가 없다.

다른 점이 한 가지 있다면 경박단소형 고부가 가치상품과 정보통신 서비스상품을 생산하는 등 정보화사회단계에 이미 진입한 선진국들의 경우에는 온실가스를 발생시키는 화석에너지 사용을 늘리지 않고도 지속적인 확대재생산, 즉 지속적인 경제발전이 가능하다는 사실이다.

과거 수확이 체감하던 농경사회로부터 생산이 체증하는 산업사회로 넘어와서는 선진국과 후진국의 격차가 점점 확대되어 양극화현상이 초래되었는데, 1997년 12월 교토의정서에 대한 합의를 기준으로 탄산가스 발생을 억제하겠다는 국제기후협약의 기본 골격이 그대로 시행된다면 결국 현시점을 기준으로 하여 선진국 대열에 진입하지 못한 나라는 영원히 선진국으로 발전하지 못하도록 하는 결과를 초래하고 말 것이다.

비록 국제기후변화협약에 영향을 전혀 받지 않는 나라는 지구상에 하나도 없겠지만 국가발전의 가장 치명적인 상처를 입게 되는 나라는 상품시장에서 선진국과 치열하게 경쟁하며 선진국으로 도약을 꿈꾸는 신흥공업국이다.

한국의 미래 에너지

그렇다면 선진대한민국의 미래를 약속할 수 있는 한국의 미래 에너지는 과연 무엇인가?

격변하는 국제 석유시장의 파고로부터 안정적이고 경제적인 에너지 공급을 약속할 수 있는 에너지원, 국제 기후변화협약의 규제를 피해나

가 우리산업이 성숙한 선진 산업구조로 도약할 수 있도록 충분한 에너지를 공급해줄 수 있는 에너지원, 이것을 찾아내는 것이 현재 우리 경제가 21세기 선진국으로 도약할 수 있는가를 결정하는 가장 큰 당면과제 중의 하나이다.

이러한 한국의 미래 에너지가 갖추어져야할 조건을 열거하면 다음과 같다.

첫째, 안정적·경제적 확보가 가능한 에너지 이어야 한다.

1980년 석유위기 당시 우리 경제의 성장률은 -2.7%, 실업률은 5.2%, 그리고 경상수지적자는 \$53억에 이르렀다. 이는 80년 전후의 경제성장이 평균 10%, 평균 실업률이 3.5% 정도였던 것에 비하면 매우 악화된 수치이다.

그리고 86년에 가서야 처음으로 \$47억의 경상수지 흑자를 이룰 수 있었다. 이는 석유 한 방울 나지 않는 우리나라의 경우 에너지의 안정적 공급이 경제전반에 얼마나 중요한지를 보여주는 단서들이다.

1998년 현재에도 연간 에너지 수입비용은 \$220~240억(이중 석유수입이 대략 \$180~200억 정도)에 달하는데, 이는 99년 무역수지 흑자목표 \$250억에 근접하는 것이다. 또 석유가격 \$1 상승할 때마다 무역수지는 \$10.4억(원유수입액 증가 \$8.7억, 수출감소 \$1.7억)이 악화되며, 국내유가는 14원/L, 소비자물가는 0.09% 인상이 일어나 발생한다.

물론 유가가 장기적으로 하향 안정화되어 있다고는 하나 평온한 중동 정세는 쉬고 있는 휴화산일 뿐 언제 다시 폭발할지 모른다. 또 허약해진 OPEC의 결속력도 일단 계기가 오기만 하면 또다시 엄청난 힘을 발휘할 수 있을 것을 의심하는 사람은 아무도 없다.

가격 경쟁력을 상실한 지 오래된 국내 석탄이 합리화 조치로 대부분 폐광되어 1999년 현재 일차 에너지소비의 97%를 수입에 의존하고 있는

상황에서 IMF경제 위기로 주저앉은 우리 경제로서는 에너지 수입비용이 아직도 힘겨운 부담이 아닐 수 없다.

둘째, 국제기후변화협약에 대응할 수 있는 에너지이어야 한다.

지구환경 변화에 관한 사상은 이미 특정국, 특정집단의 관심수준을 벗어나 지구촌 최대의 관심사로 등장하였다. 비록 온실가스규제에 관한 세부사항들에 대해서 많은 개발도상국들이 반대하고 있기는 하나, 인류의 장래를 위하여 온실가스를 규제해야 한다고 하는 대의명분에는 전세계적으로 공감대가 형성되어 있다. 우리나라는 개발도상국 단계를 벗어나 OECD국의 일원으로서 지구촌의 관심사를 무조건 방관만 할 수 없는 어려움이 있다.

또, 우리경제는 첨단기술이 축적된 성숙한 산업사회의 전단계인 대량생산으로 저부가가치 상품을 생산하는 단계에 머물러 있기 때문에 에너지의 원활한 공급으로 산업구조를 성숙시키는 것이 그 어느 때보다도 절실한 상황이다.

제2차 세계대전이 끝난 후 국제질서는 미국과 소련이라는 초강대국을 중심으로 양분된 냉전체제하에 있었기 때문에 서방세계의 국제관계는 GATT(General Agreement of Trade Tariff)라는 국제자유무역의 원칙을 준수하여야 한다는 일반 규범의 선언으로서 이를 위반하는 데 대한 실질적인 규제는 없었다.

그런데 소련과 공산권의 몰락으로 WTO가 GATT를 대체하고부터는 다자간협상에 의해서 국제적인 문제가 해결되는 강제규정이 현실화되어 기후변화협약에 있어서도 국제사회가 인정하지 않는 경우 특정국이 이를 거부하고는 국제사회에서 생존할 수 없는 시대가 되어버렸다. 또 산업구조적으로 에너지수요 증가를 결코 피해나갈 수는 없는 상황임을 감안할 때 탄산가스 배출이 적은 에너지원의 확보가 그 어느 때보다

절실한 단계이다.

셋째, 국내 미래상황에 대처할 수 있는 에너지이어야 한다.

국민소득의 증가와 환경에 대한 사회인식의 변화로 인하여 소비자의 청정에너지에 대한 선호와 환경오염에 대한 사회적 거부반응은 에너지 선택의 전제조건이 되어버렸다.

가용면적당 인구밀도가 460명/km²으로 세계에서 가장 높은 수준이고, 경제개발단계에 선진국으로부터 환경오염 산업을 유치하여왔고, 에너지 가격구조의 왜곡으로 환경오염연료의 소비비중이 높아 도처에서 환경파괴로 인한 폐해가 발생하기 시작하는 등, 국내여건도 이제 더 이상 환경오염을 수용할 수 없는 상황에 도달하였다. 한편 급격한 민주화 열풍과 함께 집단이기주의가 만연하여 NIMBY 현상으로 에너지 공급설비의 설치 자체가 봉쇄되는 경우가 비일비재하다.

어쨌든 5천년을 이어 물려받은 금수강산을 살기 좋은 삶의 터전으로 후대에 길이 유전시키는 것이 오늘을 살아가는 우리세대의 신성한 임무라고 한다면 청정에너지원의 확보는 우리의 시대적 사명인지도 모른다.

이제 에너지원별로 미래의 한국 에너지로서 그 가능성을 타진해 보면 다음과 같다.

1996년 현재 세계 에너지소비의 60%, 한국의 에너지소비의 60.5%를 차지하고 있는 20세기 주 에너지원으로서 석유는 그 확인매장이 약1천억 배럴, 연생산량 22억 배럴로서 가채년수가 약45년이다. 석유의 장점은 너무나도 잘 알려진 주 에너지원이나 총매장량의 65%가 중동에 편재되어 있고 76%가 OPEC의 지배하에 있어 석유파동의 위험이 상존한다는 단점이 있다. 또 다른 청정연료에 비해 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 분진 등의 공해물질은 물론 탄산가스의 발생량도 많아서 한국의 주에너지원으로는 많은



문제점이 있다.

석탄은 확인매장량이 1조톤을 넘고 연생산량 33억톤으로 가채년수가 350년에 달하는 장기적 안정적 공급이 가능한 에너지원이다. 또 석유에 비하여 세계적으로 균등하게 분포되어 있어 독과점에 의한 가격파동의 위험도 적다. 그러나 사용시 공해물질의 배출이 가장 많은 연료일 뿐만 아니라 사용후 재처리문제 등 공해 및 환경 문제가 가장 큰 단점이다. 물론 석탄연료의 청정화(Clean Coal Technology) 연구가 진행중이나 경쟁력있는 가격으로 청정에너지를 생산하는 상용화단계는 아직도 요원한 상황이다. 또 연소시 탄산가스 발생도 매우 많아서 기후변화협약을 준수하기 위해서는 소비를 줄여 나가야 할 에너지원이다.

한때 제3의 불이라고까지 인류의 기대를 모았던 원자핵에너지는 핵발전의 연료인 우라늄235는 천연우라늄에 0.7%밖에 존재하지 않기 때문에 21세기 중반 이후에는 공급량이 부족할 것으로 예상되지만, 핵연료의 재처리와 플루토늄을 연료로 하는 고속증식로타입의 핵발전이 가능하는 등 실제 우라늄의 공급이 부족하여 핵발전이 장애가 될 가능성은 희박하다.

그러나 원자력발전의 경우 발전소건설 및 폐기비용이 매우 높고, 미국 스리마일 아일랜드 사고와 소련의 체르노빌 원전사고 이후 방사능 확산에 대한 공포 때문에 전폭적인 지지를 받지 못하고 있다.

대체에너지라 함은 “화석에너지, 주로 석유를 대신할 수 있는 에너지원”이다.

대표적인 대체에너지로는 태양열, 풍력, 지열, 조력, 바이오 에너지 등의 다양한 에너지원을 들 수 있다. 이들 에너지원의 가장 큰 장점은 영속적으로 계속 사용 가능한 에너지원이거나 매장량이 풍부하여 당분간 공급에 걱정이 없다는 점이다. 또 이들 대부분이 사용과정에서 화

석연료와 같은 오염을 배출하거나 탄산가스를 배출하지 않는 에너지로서 청정에너지로 분류되고 있다.

그러나 태양열발전을 위한 집열판의 경우처럼 대체에너지를 사용하기 위한 시설의 생산 및 폐기에는 역시 오염물질들이 많이 배출될 수 있다. 또 태양열 난방시 우천을 대비하여 기존의 난방설비도 중복하여 시설하여야 하는 경우처럼 대체에너지가 기존에너지 사용을 완벽하게 대체하지 못하는 경우, 중복시설로 인하여 경제성이 떨어지기도 한다.

대체에너지의 가장 큰 문제점은 실험실 단계에서 그 효능은 입증되었지만 경제적으로 상용화가 가능한 단계에 이르기까지는 막대한 투자와 장구한 세월이 소요될 것이라는 점이다.

화석연료의 일종으로 오일셰일, 타르샌드 등도 대체에너지의 범주에 넣기도 하나 이들은 유가상승 혹은 기술개발에 의해 상용화 될 날을 기다리고 있는데, 사용상 기존 석유의 일종이 다른 형태로 매장된 것이다. 오일셰일의 경우 유가가 배럴당 45불 수준이되면 현 기술수준 하에서도 경제성이 있는 것으로 평가되고 있다.

마지막으로 천연가스는 확인매장량이 약120조 m³ 17억 TOE로 가채년수가 56년에 달한다. 천연가스는 석유에 비해 매장량이 풍부한 것으로 알려져 있으며 그것도 전 세계적으로 비교적 고루 분포되어 있어 공급의 안정성을 기대할 수 있다. 또 사용시 황산화물이나 분진 등 공해물질 배출이 매우 적고 탄산가스 발생량도 적은 저공해 청정연료이다. 그러나 가스전에서 생산량조절이 자유롭지 않으며 부피가 커서 저장하기 어렵다는 사용상의 어려움이 있다.

또 운반이 파이프라인을 통하여서만 가능하며, 지역적으로 천연가스를 액화하여 특수탱크를 이용하여 운송하여야 하는 경우에는 액화, 운송 및 기화시설이 파이프라인 건설에 추가되

어 대규모 초기투자가 필요한 문제점이 있다. 천연가스 생산지역 인근의 소비지역에서는 오래 전부터 천연가스가 난방 및 취사용으로 사용되어 왔으나 액화기술의 개발로 LNG형태로 범세계적으로 소비되기 시작한 것은 비교적 최근의 일이다. 따라서 냉열기술 등 천연가스 이용기술 개발의 여지가 많은 연료이다.

전세계 천연가스 확인매장량의 약 40%가 구 소련지역에 매장되어 있고 그 중 약 67%가 시베리아 및 극동지역에 매장되어 있어 그 추정매장량 규모는 56m³에 달한다. 그런데 서시베리아의 동부인 알라스카의 천연가스는 캐나다를 거쳐 미국까지 파이프라인이 건설되어 있는데, 동시베리아지역 즉, 야쿠츠크· 이르츠크츠크· 사하린 등지에 매장된 천연가스는 지정학적으로 극동지역에서 소비하기에 가장 적절한 위치에 있다.

일본의 경우에는 학계·업계·관계가 두루 참가하는 파이프라인 연구회가 1980년대 중반에 결성되어 정부와 업계의 지원 하에 시베리아 천연가스 파이프라인의 가능성과 비용 및 편익에 대한 심층분석으로 상당한 지식과 자료를 축적하고 있다. 우리나라에서도 1995년 파이프라인 연구회가 설립되었으나 시베리아 천연가스 파이프라인에 대한 비전과 전문성의 부족으로 인하여 명맥만 겨우 유지하는 형편이다.

시베리아 천연가스 파이프라인의 건설은 에너지 순수입국인 우리나라를 에너지 생산국에 준하는 위치에 가져다줄 획기적인 사건이다. 파이프라인의 건설은 동시에 도로의 건설사업이기도 하다. 이 도로를 통하여 주변의 천연자원이 개발되고 물류가 유통될 것이다. 이는 이데올로기로 인한 냉전시대에 우리가 남방 해양을 통하여 모든 자원을 도입하던 시대로부터 이제 북방 대륙을 통하여 자원을 공급받는 시대의 시작을 의미하는 것이다. 그리고 이러한 대규모 토목사업에 가장 경쟁력있는 나라가 우리나라이기도

하다.

결국 에너지환경의 변화와 기후변화협약의 조건을 감안하면서 우리산업이 21세기 선진 산업구조로 이행하기 위해서는 일부 발전용 원자력에너지와 함께 천연가스 특히 시베리아 천연가스(PNG)의 도입이 한국의 미래에너지로서 최선의 선택일 것이다.

한편 메탄수화물의 경우, 매장량이 기존 화석에너지의 2배에 달하며, 사용에 따른 유해물질 방출은 현저히 적은 청정에너지원이다. 또한 자연적, 혹은 인위적으로 가스수화물의 분해로 야기되는 잠재적인 위험성을 줄일 수 있기도 하다. 현재 메탄수화물의 정확한 부존지역을 찾기 위한 탐사방법과 상업적생산을 위한 기술의 개발과 함께 메탄수화물내의 가스가 방출시 지구환경에 미치는 영향에 대한 연구도 국가적 차원에서 활발히 진행되고 있다.

실은핵융합은 중수소, 삼중수소, 리튬 등과 같은 가벼운 원소들이 서로 합쳐져서 이보다 무거운 원소로 바뀌면서 발생하는 질량결손 에너지를 이용하여 에너지를 개발하는 방법인데, 지난 반세기동안 선진 각국에서 꾸준히 연구가 되어 왔다. 한국 역시 2010년까지 핵융합 기술 선진국으로 진입하기 위해 '차세대 초전도 핵융합 연구장치(KSTAR)' 개발사업을 추진하고 있다. 미국은 2000회계년도부터 5년간 1천5백만달러(약 180억원)를 들여 KSTAR의 부대장치들을 개발한 후, KSTAR에 부착해 한·미 양국이 공동으로 활용할 계획인 것으로 알려졌다.

따라서 메탄수화물과 실은핵융합은 실용화 단계가 아직 요원한 그야말로 미래 신에너지라고 할 수 있지만, 환경오염이나 온실가스 배출이 극히 적은 청정성과 공급여력이 충분하거나 무한대에 가깝다는 장점 때문에 천연가스와 원자력발전의 바톤을 이어받을 차세대 한국의 미래 에너지원으로 주목하여야 할 것이다. ☞