



에너지와 환경을 고려한 새 시대의 세계관

윤 갑 구 (주)에이스 기술단 대표/기술사

머 리 말

에너지는 인간을 비롯한 모든 생명의 유지와 생활의 필수 요소이다. 에너지는 창조될 수 없고 상태만 변화되며, 유용한 에너지는 감소할 뿐이다.

이처럼 소중한 에너지의 관리 기술을 발전시키는 일은 이 시대를 살아가는 우리의 임무이다.

에너지의 형태는 복사 에너지와 열 에너지 및 동력 에너지 등으로 구분된다. 복사 에너지는 교류전력파(Alternating Current), 방송파(Radio), 적외선(Infrared), 빛(光線, Light), 자외선(Ultraviolet), X선(X-rays), γ 선, 우주선 등이다.

특히 현실적으로 가장 편리하고 청결한 고급 에너지이며 값비싼 에너지인 전기 에너지를 다루는 전력 기술인은 에너지수요관리(DSM)에 대한 중요한 사명을 지니고 있다.

본고에서는 에너지의 특성과 세계 에너지 수급전망을 살펴보고, 에너지와 환경을 고려한 새로운 세계관을 정립하고자 한다.

1. 에너지의 특성

가. 에너지의 창조

열역학 제1법칙은 에너지의 보존 법칙이다. 에너지는 형태가 변할 수 있을 뿐이지 만들어지거나 없어지거나 할 수는 없다.

일정량의 열을 일로 바꾼다고 상상해 보라. 그때 열은 소멸된 것이 아니라 다른 장소로 이동하였거나 또는 다른 형태의 에너지로 변환 되었을 따름이다.

좀더 구체적으로 자동차 엔진을 생각해 보자. 소모된 휘발유의 화학 에너지는 '가솔린 엔진이 한 일과 거기에서 발생된 열과 그리고 배기가스의 에너지를 합한 것'과 같다.

다시 강조하면 무엇보다도 중요한 점은 우리는 어떠한 경우에도 절대로 에너지를 만들어 낼 수는 없다는 사실이다. 아무도 에너지를 창조해 낸 적이 없으며, 또한 앞으로도 절대 만들어 내지는 못한다. 우리가 할 수 있는 유일한 가능성은 에너지를 한 형태로부터 다른 형태로 변환시키는 일이다. 모든 사물이 에너지를 포함하고 있음을 상기할 때 이러한 변환은 당연한 것이다. 물질의 형태와 모양 그리고 움직임 등은 에너지의 농도나 변화 등의 다양한 실체화에 불과하다.²⁾

나. 에너지와 엔트로피

(1) 사용가능한 에너지의 감소와 엔트로피의 증가

열역학 제2법칙은 에너지가 어느 한 상태에서부터 다른 상태로 변환될 때에는 반드시 모종의 불리한 상황이 부과된다는 것이다. 그 별이란 미래에 어떤 일을 하는데 사용 가능한 에너지의 양이 손실됨을 뜻한다. 이것에 대한 용어가 바로 '엔트로피(Entropy)'이다.

엔트로피는 더 이상 일로 바꿀 수 없는 에너지의 양에 대한 척도이다. 에너지가 일로 변환되려면 반드시 에너지 농도의 차이(즉 온도차이)가 있는 부분들이 계(System)에 존재해야 한다는 것이다.

높은 농도로부터 낮은 농도로 에너지가 옮겨 갈 때(즉 높은 온도에서 낮은 온도로) 일이 발생된다. 더욱 중요한

점은 에너지가 온도 차이에 따라 옮겨 갈 때마다 다음번에 사용가능한 에너지 양은 줄어든다는 사실이다. 댐 위의 물이 호수로 떨어지는 경우를 예로 들어 보자. 물이 높은 곳에서부터 아래로 떨어지는 동안 물은 전기를 일으키거나 수차를 돌리거나 또는 다른 종류의 일을 할 수 있다. 그러나 일단 바닥에 떨어져 버린 물은 더이상 일을 수행할 수 없다. 바닥의 물은 아주 작은 물레방아조차도 돌릴 수 없다. 이들 두 상태를 가리켜 각각 '사용 가능한 에너지(Available Energy)' 그리고 '사용 불가능한 에너지(Unavailable Energy)'의 상태라고 부른다.

그러므로 엔트로피 증가는 이러한 사용 가능한 에너지의 감소를 뜻한다.

(2) 엔트로피와 환경오염의 증가

자연계에서 무슨 일이 일어날 때마다 얼마간의 에너지는 앞으로는 사용 불가능한 에너지로 끝이 난다. 이런 사용 불가능한 에너지가 바로 공해에 해당된다. 사람들은 대부분 공해는 생산물에 대한 부산물이라고 생각한다. 실제로 환경오염이라는 것은 사용 불가능한 에너지 형태로 변환된 사용 가능한 에너지의 총량이다. 따라서 쓰레기는 분산된 에너지이다.

열역학 제1법칙에 의하면 에너지는 창조되거나 소멸될 수 없고, 다만 그 형태가 바뀔 수 있을 뿐이다. 그리고 열역학 제2법칙에 의하면 자연계에서 에너지는 분산된 상태로의 한 방향으로만 변환이 가능하다. 따라서 환경 오염은 엔트로피에 대한 또 다른 이름이다. 즉, 그것은 현재의 사용 불가능한 에너지에 대한 척도이다.²⁾

다. 엔트로피의 증가

열역학 제1법칙이 에너지의 양적인 보존을 다룬 것이라면, 제2법칙은 에너지의 질적인 쇠퇴현상을 다룬 것이다. 에너지와 물질 모두의 출입이 없는 고립계(Isolated System)에서는 모든 과정이 엔트로피가 점점 더 증가하는 방향으로 진행된다.

온도 T인 계가 주변에서 열에너지를 Q만큼 흡수했다면, 그 계는 Q/T만큼 엔트로피가 증가했다. 엔트로피는 통계

역학적으로 계의 무질서의 정도(Disorderness)를, 열역학적으로는 에너지의 무용성의 정도(Uselessness)를 나타낸다고 해석된다.

엔트로피의 개념은 자연적으로 발생하는 모든 현상은 자유 에너지를 가장 낮은 상태로 유지하는 쪽으로 진행된다는 것이다.

즉, 자유에너지 F는

$$F = E - T \times S$$

여기서 E : 내부에너지

T : 절대온도

S : 엔트로피

자유 에너지가 최소로 되어서 더 이상 일을 할 수 없는 에너지 상태로 되는 방향으로 진행되는 것이며, 이것은 제2법칙에 의하여 불변이고 예외없는 현상으로 증명되고 있다.⁴⁾⁵⁾

2. 지구상의 사용 가능한 에너지

지구상의 사용가능한 에너지에는 지상의 부존 자원과 지구외부로부터 내려 쬐는 태양열 등의 두 종류가 있다.

가. 지상의 부존 자원

지상의 부존 자원에는 두 종류가 있다. 인간의 시간 척도로 보아 재생 가능한 것과 지질학적 차원의 시간 척도상 재생 가능한 것이 그것인데, 후자의 경우 인간으로 보아서는 재생 불가능한 것으로 보아야 한다.

재생 불가능한 지상의 부존 자원은 전체 사용량에서 한정되어 있다. 재생 가능한 지상의 자원 또한 사용할 수 있는 양이 한정되어 있기 때문에 고갈될 정도로 남용한다면 이것 또한 재생 불가능한 것이나 마찬가지로 된다.²⁾

따라서 현대를 사는 우리들이 후손들의 삶을 고려한 에너지 관리 중 가장 우선해야 할 것은 에너지의 절약이다.

(1) 화석 에너지의 한계와 편재성 문제

(가) 화석 에너지의 가채년수

석탄, 석유, 가스 등의 화석 에너지의 확인 매장량과 가

채년수를 보면 표 1 과 같이 40년에서 약 200년 내에 고갈 될 것이다. 따라서 우리는 지금 한순간에 불과한 화석 에너지 시대를 살고 있는 것이다. 우리나라 가채년수는 68년 정도이다.¹⁾³⁾ 따라서 우리는 에너지 위기를 극복할 대책마련의 사명을 가져야 한다.

〈표 1〉 화석 에너지의 확인 매장량과 가채년수

원 별	확인 매장량	점유율	가채년수
단 위	십억 TOE	%	년
석 탄	517	68	197 ~ 219
석 유	118	14	40 ~ 41
가 스	135	18	56 ~ 58

(나) 화석 에너지의 편재성

중요 에너지의 대부분이 표 2 와 같이 5개국 이내에 50% 이상씩 편중되어 있다.¹⁾³⁾ 따라서 우리는 대륙간, 나라간의 에너지 수급 불균형을 원만하게 해소할 수 있는 효율적이고 경제적인 에너지 유통 기술을 개발해야 한다.

〈표 2〉 에너지 원별 5개국 편중도

원 별	편 중 도 (%)
석 탄	구소련:24, 미국:24, 중국:16, 호주:7, 구서독:6
우 라 늄	호주:25, 니제르:13, 캐나다:13, 남아프리카:13, 미국:11
석 유	사우디아라비아:19, 이라크:11, 이란:10, 아브다비:10, 쿠웨이트:10
가 스	구소련:38, 이란:13, 미국:5, 아브다비:5, 카타르:4
경 제 적 포장수력	중국:33, 구소련:19, 브라질:13, 캐나다:10, 미국:7

(주) 밑줄친 나라의 에너지 매장량 합계가 50% 이상임.

(2) 포장 수력과 편재성

1990년도를 기준으로 본 세계의 수력발전량은 2조 1천 억kWh이다. 이것은 총발전량 11조 7천억kWh의 18%이다. 수력발전으로 개발가능한 포장수력은 연간 발전량으로 13조 9천억kWh이다. 경제적 포장수력의 분포를 살펴보면 표 2 와 같이 중국에 33%, 구소련에 19%가 집중되어 있다. 즉, 52% 이상이 두 나라에 편중되어 있는 것이다. 나머지 브라질에 13%, 캐나다에 10%, 미국에 7%가 분포되

어 전체적으로 5개국에 82% 이상이 편중되어 있다.¹⁾³⁾

수력 에너지는 발전소를 건설하여 물의 위치 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 이용하는 것이다. 즉, 상류와 하류의 자연낙차나 댐의 건설로 조성되는 낙차를 이용하여 전력을 생산한다. 수력발전소를 건설하기에 적당한 장소는 대부분 에너지를 다량으로 소비하는 인구 집중지와는 멀리 떨어져 있다. 따라서 수력 에너지를 이용하기 위하여는 댐과 수력발전소를 건설해야 하고, 전력 수요지까지 장거리 송전선로를 건설하여야 하는 문제가 있다.

나. 태양열

(1) 태양 에너지

(가) 태양에너지의 특징

태양열은 실제적으로 총량으로는 거의 무한한 양이지만 지상에 도달하는 속도나 형태에 있어서 지극히 제한되어 있다. 태양 에너지도 시간의 흐름에 따라 감소하고 있지만 그것의 엔트로피는 지구의 모든 부존 자원이 완전히 고갈되고 난 뒤에도 오랫동안 최대값에 이르지 않는 것이다. 태양으로부터 에너지를 얻는 데에는 여러 가지 기술이 있다. 예를 들면 태양열 프로젝트, 광전지, 풍력, 바이오닉스 전환 등이 있다. 그런데 이들은 모두 농축된 저장이라기보다는 에너지의 확산된 흐름을 채집하는 것에 근거하고 있다. 흐름으로서 태양력은 깨끗하고, 풍부하며, 거의 무진장(즉, 태양이 수십억 년 지나 타버리기까지는)이라는 분명한 이점들을 지닌다.

(나) 태양광 발전의 공해감소

태양광 발전시스템에 의한 이산화 탄소(CO₂)의 삭감효과를 용량 20kW시스템에서 시산하면 다음과 같다.⁵⁾

$$\begin{aligned}
 \text{CO}_2 \text{ 삭감효과} &= \text{일반화력 발전의 kWh당 이산화탄소 발생량} \times \text{태양광 발전량} \\
 &= 167.04\text{g-C/kWh} \times (20\text{kW} \times 3.92\text{kWh/m}^2 \cdot \text{일} \times 0.75 \times 365\text{일/년}) \div 1\text{kW/m}^2 \\
 &= 167.04 \text{ g-C/kWh} \times 21,462\text{kWh/년} \\
 &= 3.58 \times 10^6 \text{ g-C/년} \\
 &= 3.58 \text{ t-C/년}
 \end{aligned}$$

여기서 평균 일사량을 3.92kWh/m²·일, 종합설계지수를 0.75, 일반화력발전의 kWh당 이산화탄소 발생량을 167.04g-C/kWh으로 가정하였다.

(다) 태양열 실용화 문제

한편 태양력과 풍력이 과밀집된 인구나 고도로 중앙 집중식의 공장을 유지하는데 필요한 막대한 양의 원자재와 대규모 에너지를 공급할 수는 없다. 태양 에너지에의 의존으로 전환합은 분명 대단한 검약과 탈집중화의 방향으로 우리 기술과 경제의 주요 변화를 요구하게 될 것이다. 태양열 기술을 실용화하는데 엄청난 양의 재생 불가능한 에너지와 원자재가 필요함을 명심해야 한다. 예컨대 2500만 가정을 60% 태양열 효율로 전환시키는 것은 미국의 모든 구리 생산의 3분의 1을 완전히 소모할 것이다. 미국전체 전기의 반을 태양 연료 전지를 써서 얻는다면 전세계의 연간 생산량보다 더 많은 백금을 해마다 필요로 할 것이다.²⁾

(라) 태양광 전지 시스템

태양전지를 전세계에 분산 배치하고, 고온 초전도 케이블과 조합시키는 세계적 태양광 전지 시스템(GENESIS : Global Energy Network Equipped with Solar Cells and International Superconductor Grids)을 구축하여 지구환경의 파괴를 방지하지는 제안이 있다. 2000년에 인류가 필요로 하는 에너지를 시스템 변환효율 10%의 태양전지로 감당한다면, 약 800km×800km의 면적이 필요한데, 이 면적은 전체 사막 면적의 4%이다. 세계 에너지 소비예측과 태양전지 시스템의 필요면적 환산을 표 3에 나타냈다.⁶⁾

〈표 3〉 세계 에너지 소비예측과 태양전지 시스템의 필요면적(서기 2000년)

1차 에너지 소비량 (원유환산)(×10 ¹⁰ kl/y)		태양전지 시스템		원유환산계수 (kl/m ² ·y)		태양전지의 필요면적 (×10 ¹⁰ m ²)(km ²)	
전소비량	발전분 {A ₁ }	열원분 {A ₂ }	변환효율 (%)	단순환산 {B ₁ }	발전용 원유환산 {B ₂ }	A ₁ /B ₂ +A ₂ /B ₁	녹지율 50%
1.404	0.421	0.983	10	0.01736	0.04960 (7~35%)	65.11 {807}	130.22 {1141}

기준 : 1990년의 1차에너지 소비량 ...180 × 10⁶ barrel/day = 1.045 × 10¹⁰ kl/year 소비신장률 3% 기준

(2) 물질의 재순환

물질의 재순환(Recycling) 문제를 다룰 때, 이런 점을 확실히 이해하여야 한다. 보다 효과적인 재순환이 우리들의 미래의 생존을 위해 절대로 필요한 것은 사실이나, 100%에 가까운 재생이라는 것은 전혀 불가능하다. 예컨대, 오늘날의 재회수의 효율은 대부분의 금속의 경우 30%에 불과하다. 자원의 재순환을 위해서는 사용된 것들을 수집하고 운반하고 공정 처리해야 하는 등의 가외 에너지를 필요로 하는데, 이것은 주위의 전체 엔트로피를 증가시키는 과정이다. 즉, 사용 가능한 에너지를 그런 재회수 과정에 새롭게 소비하고 주위의 엔트로피를 증가시키는 대가를 치름으로써만 재순환이 가능한 것이다. 거듭 강조되어야 할 점은 지구에서의 물질적 엔트로피는 끊임없이 증가하고 있으며, 끝내는 최대에 이르게 된다는 점이다. 그 이유는 우주와의 관계에 있어서 지구는 닫힌 계(閉鎖系 : closed system)이기 때문이다. 즉 지구는 그 주위와 에너지는 교환하지만 주위와 물질을 교환하지는 않는데, 이러한 계를 닫힌 계라고 한다.²⁾

역시 우리는 지구상의 물질을 아껴써야 한다는 것을 재인식하여야 한다.

(3) 태양과 생명

(가) 물질의 분산

“우주의 물질 중 아무리 기묘한 엔진이라도 에너지만으로 물질을 유의미한 정도로 만들어 낼 수는 없다. 도리어 막대한 양의 물질이 에너지로 변환되고 있다.”⁷⁾ 요점은 태양만으로는 생명을 생산해 낼 수 없음을 의미한다.

생명체가 생성되기 위해서는 태양 에너지가 지상의 물질 자원으로 형성된 닫힌 계와 반응해서 그들 물질을 생명과 보조 생명으로 전환시켜야 한다.

이런 상호작용은 지구를 형성하고 있는 고정된 양의 부존 자원의 분산을 촉진시킨다. 시간이 경과함에 따라서 산은 서서히 무너지고 표토(表土, Topsoil)는 날아가 흩어지게 된다. 이것은 재생 가능한 자원조차도 결국에는 재생 불가능하게 되는 이유이다. 유기 물질이 계속해서 재생산되고는 있지만, 이러한 새로운 유기체의 소멸은 결국 지구

의 엔트로피를 증가시키게 되어 미래에 유기물을 만드는데 필요한 물질이 차츰 감소되는 것이다. 재순환과 계속 내리찍는 햇빛으로도 같은 양의 작물을 매년 같은 땅에서 영속적으로 생산한다는 것이 불가능함을 농부들은 잘 알고 있다. 오늘 풀 한 포기 자라는 것은 미래에 그 곳에서 풀 한포기가 적게 자람을 의미한다. 다른 모든 것과 마찬가지로 표토도 엔트로피의 흐름의 일부이기 때문이다. 표토에는 풀이 자라는 데 필요한 유기 물질과 무기염들이 포함되어 있다. 그러나 표토에도 수명이 있다. 땅을 과도하게 경작하고 자연의 생태계를 파괴하는 행위는 땅의 무기물을 고갈시킴으로써 결국 땅을 황폐하게 만든다. 이는 또한 특정 지역의 엔트로피를 높이는 결과를 낳게 된다. 12인치(30cm)의 표토가 생성되는 데는 천 년이라는 세월이 소요된다. 인간의 시간 척도 범위에서 볼 때, 표토의 엔트로피 증가는 명백한 실재이고 지속되는 현상이다. 물질은 끊임없이 분산되고 있다.²⁾⁴⁾

(나) 열 종말

“닫힌 계에서 물질 엔트로피는 결국 최대에 이르게 된다.”⁸⁾

열역학 제1법칙, 즉 물질(에너지)은 창조되거나 소멸될 수 없다는 법칙이 쉽게 바뀌어 표현된 것이다. 불행하게도 제2법칙은 대체로 무시되는 수가 많다. 제2법칙에 의하면 물질이 지속적으로 재순환되는 동안 매회 붕괴가 조금씩 진행되는 대가를 치루어야 한다. 에너지를 더 이상 사용할 수 없게 되는 경우에 대해 ‘열 종말(Heat Death)’이라는 용어가 사용된다. 사용할 물질이 더 이상 존재하지 않을 경우에는 ‘물질 혼돈(Matter Chaos)’이라는 용어를 사용한다. 그런데 이 두 경우는 모두 엔트로피로 인한 결과이다. 물질과 에너지의 분산이 그 농도를 감소시키게 되고 따라서 궁극적으로 유용한 일을 할 수 없게 만든다.²⁾

다시 강조할 말은 ‘에너지와 물질을 아껴쓰자’는 것이다.

(4) 빛과 에너지 및 파동

(가) 물질과 에너지와 빛

아인슈타인은 상대성 이론에서 에너지와 물질은 같은 것이라고 밝혔다.

어떤 물질이 보유한 에너지 E는 그 물질의 질량 m에 빛의 속도 $c(3 \times 10^8 \text{m/sec})$ 의 제곱을 곱한 것과 같다.

$$E = mc^2$$

즉 에너지와 물질은 근본적으로 같은 것으로 물질은 곧 에너지에 해당함을 증명하는 이론이다.⁴⁾⁹⁾ 빛은 곧 에너지(Energy)이다.

예를 들어 물질이 연소할 때는 빛이 나는데 연소전에 있던 물질량과 연소후에 생긴 물질량을 비교하면 연소후의 물질량이 연소전의 물질량보다 약간 감소한다. 이 감소한 물질량 만큼이 빛이란 에너지로 변화된 것이다. 가령 A그램의 탄소와 B그램의 산소가 화합하여(이때를 연소라 한다.) C그램의 탄산가스(가스지만 무게가 있다)가 되었다면(A+B)의 양이 C의 양과 같지 않고 C가 조금 적은데 이 적어진 만큼의 양이 빛으로 변했다는 것이다.

질량불변(質量不變)은 '연소전의 물질량과 연소후의 물질량은 변하지 않는다'는 것이다. 그러나 아인슈타인은 그 법칙을 부정하고 새로운 이론을 제시하였다. 즉 연소후의 물질량이 연소전의 물질량보다 적으며 이 차이는 물질이 에너지(빛으로) 화하기 때문이라는 이론을 세웠다.

에너지란 일할 수 있는 능력이다. 물질과 에너지는 같은 것이요. 에너지는 일 할 수 있는 능력이요 빛은 곧 에너지라는 것이다.⁹⁾

(나) 에너지와 파동

모든 에너지의 진동을 파동(波動, Wave)이라고 한다. 따라서 "만물은 파동이다"라고 정의할 수도 있겠다.¹⁰⁾

만일 만물의 파동을 해석할 수만 있게 된다면 의학, 약학, 심리학, 재료과학 등 생체와 관련된 모든 분야에서 말 그대로 혁명이라고 할 수 있을 만한 변화가 전개될 것이다.

3. 세계 에너지 수급전망

가. 소비량 전망

(1) 전체 소비량 전망¹¹⁾

○ 2015년까지 전체 에너지 소비량은 현재 소비량의 1.6

배에 이를 전망이다.

- 1970년까지 세계 에너지 소비량의 65%를 차지한 OECD 국가들의 에너지 소비량은 2015년까지 50% 미만으로 감소할 전망이다. 반면, 향후 세계 에너지 수요증가량의 69%는 비OECD 국가가 주도할 것으로 보이며, 특히 급속한 경제발전을 하고 있는 아시아 국가들이 주도할 전망이다.

(2) 권별 소비량 전망⁸⁾

(가) 비OECD 아시아

2015년까지의 권별 에너지 수요전망을 살펴보면 비OECD 아시아권이 연간 4.3% 증가할 것으로 예상되는데 여기서는 중국과 인도가 주도하게 될 것이다.

(나) 비OECD 전체

비OECD 전체의 에너지 수요는 연간 2.8% 증가가 예상된다.

(다) OECD

OECD의 에너지 수요는 연간 1.3%씩 증가하여 2015년까지 32%의 증가를 예상된다.

(라) 동유럽 및 구소련

동유럽 및 구소련의 에너지 소비량은 1990년대 수준에 머무를 전망이다. 동유럽은 점진적인 경제회복 및 에너지 소비 증가가 예상되나 구소련의 경제침체는 2000년까지 지속될 전망이다.

나. 에너지 원별 수급 전망

(1) 석 유¹¹⁾

- 향후 20년간 세계 석유시장은 신기술 개발 및 비OPEC국가의 신규 유전개발 등으로 석유가격의 안정세를 유지하면서 안정적인 수급이 예상되며, 세계 총 에너지 소비량 중 석유소비량비중은 1993년도의 39%에서 2015년에는 37%로 감소될 전망이다.
- 2015년까지 석유소비량은 현재보다 50% 정도 증가가 예상되는데, 석유가격은 1995년 고정가격 기준으로 배럴당 16달러에서 25달러로 예상되며 뚜렷한 석유가격 상승

은 예상되지 않는다.

- 특히 중동 산유국들은 2015년까지의 세계 석유 수요량을 충분히 공급할 수 있는 매장량을 보유하고 있으며, 동 기간중 비OPEC 국가의 석유생산 증가량은 기존 산유국의 생산 감소량을 충당할 수 있을 것으로 예상된다.
- OECD 국가들의 석유 소비 증가율은 효율적인 에너지 사용기술 개발 및 천연 가스로의 대체 등으로 연간 1% 이내에 머무를 예정이나, 비OECD 국가들의 석유소비 증가율은 지속적인 경제성장 및 운송산업의 발달로 연간 3% 정도의 성장이 예상된다.

(2) 천연가스¹¹⁾

- 이산화탄소 배출 규제와 관련하여 천연가스는 향후 다른 화석연료를 대체할 것으로 예상되며, 천연가스 연소 발전소의 효율을 증가시키기 위한 기술개발 등으로 향후 각국의 전원개발 계획시 천연가스의 선택이 증가할 것으로 예상된다.
- 세계 총 에너지 소비량 중 천연가스의 소비량비중은 1993년도의 23%에서 2015년도까지는 석탄 소비량과 비슷한 25%까지 증가할 전망이다.

(3) 석 탄¹¹⁾

- 2015년까지 세계 총 석탄 소비량은 현재보다 2조 6천 억톤(2.6×10^{12} 톤)이 증가할 것으로 예상되나, 세계 에너지 소비량 중 석탄소비량 비율은 현수준을 유지할 것으로 전망된다.
- 구소련 및 동유럽의 경제침체와 함께 이산화탄소 배출 규제, OECD-유럽 국가 및 북미에서의 천연가스 사용량 증가 등은 석탄 사용량 증가율을 둔화시킬 것이나, 중국, 일본, 인도 등 아시아 국가들의 석탄 사용량은 증가가 예상된다.

(4) 원자력¹¹⁾

- 1994년말 현재 전세계 원전의 발전용량은 432기에 3410억We(341×10^3 MWe)이며, 세계 총원전 발전 공급량의 70% 이상을 미국, 프랑스, 독일, 러시아, 우

크라이나, 일본이 공급하고 있다.

- 1993년도에 전세계 원전의 48%가 이용률 75% 이상을 기록한 반면, 1994년에는 원전의 55%가 75% 이상을 달성하였으며, 이중 54기의 원전이 이용률 90% 이상을 기록하였다.
- 원자력발전 프로그램을 갖고 있는 국가들 중 50% 미만의 국가들만이 원자력 발전용량 증가가 예상되며, 세계 총에너지 소비량 중 원자력에너지 소비량은 2015년까지 2% 정도 감소가 예상된다.
- 원자력 발전 프로그램을 시작한 중국, 인도, 한국, 대만 및 일본, 프랑스에서는 원자력산업의 성장이 예상되며, 특히 중국에서는 석탄 의존도 심화에 따른 대기오염 우려, 열악한 석탄 수송체제 및 수력자원개발의 한계 등으로 원자력 에너지가 전력수요 증가에 대처할 전력 공급원으로 부상될 전망이다.

(5) 수력 및 기타 재생 에너지¹¹⁾

- 수력 및 기타 재생 에너지는 2015년까지 1%의 소비량 증가가 예상된다.
- 환경 문제가 재생 에너지 수요성장에 대한 적절한 시장 조건을 제공한 것이지만, 특히 OECD 국가들의 경쟁력 있는 화석연료 가격은 재생 에너지의 성장을 둔화시킬 것이다.
- 반면, 인도네시아, 말레이시아, 베트남 등 비OECD 아시아 국가들에서는 수력자원 개발이 활발할 전망이다.

(6) 전 력¹¹⁾

(가) 급성장과 효율성 증대

- 향후 20년간 전력산업은 궁극적인 에너지 공급원으로 서 급성장할 전망이다.
- 전력수요 증가는 전력산업계의 변화를 촉진하고 있으며, 이미 많은 국가에서는 전력시장에서의 전력산업의 효율성을 증대시키기 위해 더욱 경쟁력있는 환경을 조성하고 있다.

(나) 개인사업자 참여와 요금 다양화

- 이러한 변화는 전력시설에 대한 소유, 규제, 전력생산 시설 및 송·배전 시설의 개인사업자 참여, 전력사별

전기요금의 다양화 등의 형태로 일어나고 있다.

4. 에너지와 환경을 고려한 새시대의 세계관

현대사회는 날이 갈수록 에너지가 고갈되고, 환경이 오염되어 생명의 위기를 맞고 있다. '생명을 중시하고 이익을 가볍게 여기라(生重利輕)'는 장자의 구절을 되새겨 볼 일이다.¹²⁾

우리는 지금 저엔트로피 문화와 환경의 시대를 열어가야 하는 분수령에 처해 있다고 본다.

가. 저엔트로피 문화

(1) 저소비가 최선

다가오는 전환은 고통과 희생이 따르리란 점은 분명하다. 그러나 여기에는 실로 다른 대안이 없다. 다만 현존 에너지원으로부터 새로운 것으로의 전환이, 나중에 엄청난 당황과 궁지에 몰려서 이루어지기보다는 지금 사려 깊고 짜임새 있게 이루어진다면 고통은 극소화될 수 있다. 우리는 급속히 화석연료 에너지 환경의 절대한계에 다가가고 있다. 만약 이러한 현존 에너지 기지의 벽에 정면 충돌할 때까지 기다린다면, 전환 과정을 완화시킬 에너지 완충 지역은 남아 있지 않음을 깨닫게 될 것이다. 소비는 더 이상 인간의 존재 목적으로 간주되지 못하며, 본래의 생물학적인 기능으로 되돌아 간다. 새 시대에는 건강하고 인간다운 생활을 하는 데 필요한 생산과 소비가 적을수록 더 좋은 것이다.²⁾

「불교 경제학(Buddhist Economics)」에서 가치는 3면성을 지닌다고 했다. '인간에게 자신의 능력을 활용하고 개발할 기회를 준다. 인간이 자기 중심성을 탈피하여 다른 사람들과 함께 공동의 임무를 해 나갈 수 있게 한다. 실존에 요구되는 재화와 용역을 제공한다.'¹³⁾

저엔트로피 문화에서의 일은 잠이나 명상이나 오락처럼 삶의 균형을 적절히 맞추는 데 필요한 활동으로 이해되는 것이다. 저엔트로피 문화는 '최소의 통치가 최선의 정부

(that Government is Best which Governs Least)'라는 개념을 강조한다. 그런 사회에서는 소수 정치에 반하여 대중 민주주의가 옹호되고, 각자가 일터나 사회에서 자기 생활에 영향을 미치는 일에 관해 동등한 투표권과 발언권을 행사할 수 있는 경제적인 조치들이 강화된다. 저엔트로피 문화는 자연의 일부로서 인간을 파악하며 따로 분리시켜 생각하지 않는다.

(2) 자연은 생명의 원천

자연은 조작할 도구가 아니라 생명의 원천으로서, 그 생명은 자연의 총체적 작용 내에서 보존되어야 하는 것이다. 인간이 자연과 '일체'라는 이해가 성립되면, 그로부터 모든 인간 활동이 적절한 것인가 아닌가를 판단할 수 있는 윤리적 근거가 마련되는 것이다. 그리하여 저엔트로피 사회는 다른 종의 생물을 파멸시키는 데 일조를 하는 경제정책에 대해서는 불경스럽다고 볼 것이다. 모든 종이 보존되어야 하며, 이것은 존재하고 있는 만큼 그들 고유의 양도할 수 없는 생명권이 주어져 있는 까닭이다. 생태계의 제1의 법칙은 '모든 것은 다른 모든 것과 연관되어 있다.(Everything is connected to everything else)'는 것이다. 그러므로 자연의 한 부분이라도 파괴한다면 인간을 포함한 다른 모든 부분에 그 영향이 돌아간다. 저엔트로피 사회에서는 자연을 '정복(Conquering)'한다는 개념으로부터 벗어나 다른 생물들과 전체 환경과 조화를 이루어야 한다는 믿음이 대치된다. 모든 다른 형태의 생명체들처럼 하나 하나의 인간은 지상을 거쳐가는 길손일 뿐이다. 그리고 그들에게는 뒤에 올 인간이나 다른 생명체들이 삶을 즐길 수 있도록 가능한 한 최대한으로 자연을 보존할 책임이 주어진다.

(3) 친 태양의 새시대 운동

전통적 지혜를 가르친 모든 위대한 설법가들은 저엔트로피 생활에 고유한 가치관들을 신봉하고 있었다. 석가, 예수, 마호메트, 이스라엘의 예언자들, 인도의 성인들 모두 검소하고, 청빈하고, 재산을 사회와 나누는 모범적인 생을 이끌어 갔다. 그들의 교리는 어느 사회에서든 비슷한 가치관을 표현하고 있었다. 20세기의 간디는 역시 저엔트

로피 가치 체계에 입각한 완전한 해방 운동을 전개하였다. 무엇보다도 저엔트로피 세계관은 우리가 당면한 물리적 한계를 일깨우고 있다. 그것은 지구에 있는 자원의 한계이자, 기술의 이용에 반드시 따르게 되는 한계이다. 기존 세계관은 기존 에너지 환경과 긴밀하게 연관되어 있으므로 현재의 역사적 위기를 극복하는 데 절실히 요구되는 자신감과 정열을 우리에게 불어넣어 줄 수가 없다. 이 시대의 새로운 질서는 과학, 교육, 종교의 혁명과 더불어 시작되어야 한다. 각 분야에서의 옛 기계론적 구조는 열역학 제2법칙이 요구되는 바에 맞춰진 새로운 구조로 대체되어야 한다.²⁾

반핵세력인 친태양 에너지 운동이 움트고, 인간의 잠재력을 성장시키는 '새 시대(New Age) 운동에 동참하기를 소망한다.'

나. 환경의 시대

(1) 지속 가능한 정의사회

정녕 우리가 가꾸어 가야 할 사회는 인간과 자연 사이의 형평과 조화, 현재세대와 미래세대 사이의 형평과 조화가 구현되는 사회이다. 이것은 '지속 가능하면서 동시에 정의로운 사회'에 대한 꿈이라고도 할 수 있을 것이다. 지속 가능하지만 정의롭지 않거나, 정의롭지만 지속 가능하지 않은 사회는 둘 다 우리의 목표가 될 수 없다.

(2) 친환경적 평등사회

지금까지 개발이 성장지향적이고 하향적이고 중앙집권적이고 반환경적이고 불평등한 것이었다면, 앞으로 실천해야 할 진정한 개발은 분배지향적이고 상향적이고 지방분권적이고 친환경적이고 평등한 것이어야 한다. 개발의 목표 자체를 성장 중심에서 보전, 분배, 정의 중심으로 설정하고 개발의 과정보다 중앙이 하향적으로 통제하는 것이 아니라 각 지방의 창조적·자율적 관리를 허용하며, 지방을 경제개발의 대상으로 보는 것이 아니라 삶의 생태적 틀이 보장되는 실질적인 정주공동체로 발전시켜 가는 것을 그 지향점으로 삼아야 한다. 지금의 시대는 한마디로 '녹색시대'이다. 녹색시대는 환경의 시대, 민주주의의

시대, 삶의 시대, 생활의 시대, 지방의 시대, 시민(주민)의 시대, 평화의 시대, 희망의 시대이다. 인간과 자연과 사회가 어깨동무하여 서로가 서로를 복돋우는 시대이다.¹⁴⁾

【 참고 문헌 】

- 1) 윤갑구: 외국의 최신 에너지관리 동향과 신기법 소개, 전기안전관리 담당자 교육, 한국전력기술인 협회, 1997, 3.
- 2) 제레미 리프킨(저), 김명자/김건(역): 엔트로피, 두산동아 1996. 7. 1 재판 5쇄
- 3) 유승철, 윤갑구: 에너지 환경과 경제성을 고려한 전력수요 관리 기술, 제9회 에너지 절약기술 워크숍, 1994. 11. 3 ~ 5, 한국에너지기술연구소
- 4) 양승훈: 창조론 대강좌, CUP, 1997. 1. 20
- 5) 콜린하고 환경친화적인 태양광 발전 시스템, 대한전기협회, 전기저널 1997. 4월호
- 6) Solar Cells, Saving the Earth with Solr Cells.....The GENESIS(Global Energy Network Equipped with Solar Cells and International Superconductor Grids) Project, SANYO ELECTRIC CO., LTD. 1995
- 7) Dante Germino, Modern Western Political Thought : Machiavelli to Marx(Chicago : Rand Menally, 1972), p.166
- 8) Francis Bacon, Novum Organum, Book 1, Aphorism 2.
- 9) 강석규: 참 삶의 의미, 로고스 제2집, 영산출판사, 1982. 10. 30 재판
- 10) 방건용: 신과학이 세상을 바꾼다, 정신세계사, 단기 4330년 (서기 1997년) 2.28
- 11) 뉴욕지사 제공, 2015년 까지의 세계 에너지 수급 전망 및 원자력발전 전망, 해외전력정보, 한국전력공사 1997년 1월
- 12) 최열: 살아 숨쉬는 것은 모두가 아름답다, 동광출판사, 1996. 5. 25
- 13) E. F. Schumacher, Small Is Beautiful(New York : Perennial, 1973), p.54.
- 14) 장성익, 지속가능한 개발을 꿈꾸며, 경향잡지, 한국천주교 중앙협의회, 1997. 3. 1 ■