

지구환경과 에너지

가야 요오이찌(茅陽一)

東京大 電氣工學科 教授(에너지시스템工學 專門)

1980년대 후반부터 지구환경문제가 세계적으로 심각한 문제로 대두되고 있다. 이 문제의 발생원인은 여러가지 들 수 있겠지만, 뭐니 해도 가장 큰 원인은 에너지의 소비라고 볼 수 있다. 따라서 여기서는 지구환경문제의 해결을 위해서 어떻게 대처할 것인가에 대해 생각해 보기로 한다.

에너지변천과 환경

에너지는 인류의 모든 활동의 바탕이 되는 재물의 하나지만, 그 소비는 인류문명의 발전과 함께 계속 확대되어 왔다. 세계의 상업용 에너지의 소비는 1860년을 1로 잡으면, 1988년에는 그 약 80배로 석유로 환산해 70억톤에 달해, 연평균 3.4%의 성장률을 보이고 있다.

여기서 日本人들의 생활을 보더라도 2차대전 전에는 겨울에 고다쓰(이불 속에 넣는 화로)와 화로를

사용하고, 여름에는 부채질을 하는 생활이었지만, 50년이 지난 지금은 어느 집을 보아도 모두 가스·석유헤터와 히트펌프가 각방에 놓여 있고, TV, 퍼스널 컴퓨터를 비롯한 여러가지 가전제품도 널리 보급되어 있는 상황이다.

이같은 에너지수요의 확대는 관련기술의 발전과 함께 사회에서의 에너지수송 및 분배시스템의 발전이 있음으로 해서 비로소 실현될 수 있었다는 것은 틀림없는 사실이지만, 이와 함께 에너지공급원이 그같은 수요변화에 대응해 순조롭게 변천해 왔다는 것을 간과해서는 안된다.

에너지자원을 보면 과거에는 신탄(薪炭)이 중심이 됐지만, 19세기 이후에는 석탄, 석유, 천연가스 같은 화석연료가 잇달아 시장에 등장했고 또 2차대전 후에는 원자력이 등장해 에너지공급에 한몫을 하게 됐다. 이같은 에너지원의 변천을

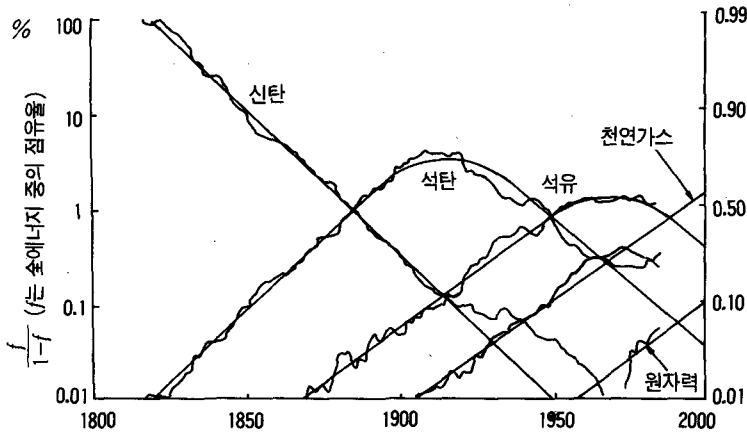
세계시장에서의 점유율로 나타낸 것이 〈그림 1〉로 이같은 변천이 시간의 흐름에 따라 원만하게 진행돼 왔음을 알 수 있다.

이같은 변천을 가져온 가장 중요한 요인은 기본적으로 그같은 자원이 대량으로, 또 비교적 저렴한 가격으로 시장에 공급될 수 있었다는 것이다. 신탄의 경우 도시인구가 증가함에 따라 그 공급을 위해 광대한 삼림이 필요한 관계로 한곳의 탄광에서 대량공급이 가능한 석탄이 신탄를 대신하게 되었다는 것은 당연한 일이었다. 석유만 보더라도 그 공급이 세계적으로 크게 증대한 것은 19세기 후반에 미국에서, 금세기 중엽에는 중동에서 잇달아 대규모 유전이 개발된 것이 바탕이 되었다.

그러나 이와 함께 이같은 에너지원의 변천요인의 하나로 보아 넘길 수 없는 것은 환경에 대한 영향인데, 이런 면에서의 우위성이 앞서 말한 에너지원의 대체를 촉진했다는 것을 잊어서는 안된다.

원래 에너지이용은 자원의 채굴서부터 시작해 가정이나 산업현장에서의 최종소비로 끝나는 긴 링크를 형성하고 있으며, 그 장소 하나 하나에서 환경에 영향을 미친다. 앞서 말한 신탄을 대신하는 석탄의 등장은 경제적으로는 합리적인 결과를 가져왔지만, 그 대량소비는 석탄재나 매연을 대량 배출해 도시환경을 크게 훼손시킨다는 부작용을 가져왔다.

한때 「런던의 안개」로 상징됐던 겨울철 유럽 도시의 스모그(Smog)는 석탄소비에 의해 발생



〈그림 1〉 에너지源의 변천

한 다량의 매연이 큰 원인으로, 매연과 함께 발생한 유황산화물 등 兩者가 도시생활자의 건강에 큰 장애요인이 된 것만은 사실이다. 그리고 이같은 상황은 석유라고 하는 걸보기에는 거의 폐기물이 나오지 않고 유체로 수송, 취급이 편리한 에너지源의 등장으로 해결되게 됐다.

그러나 이 석유도 결코 깨끗한 에너지源은 아니다. 발생량의 차이는 있지만 연소하면 역시 유황산화물, 질소산화물을 배출한다. 日本의 경우 특히 1970년대에 석유연소가스의 규제가 도시를 중심으로 현저히 강화됐고, 이것이 천연가스 도입의 큰 계기가 됐다.

천연가스는 日本의 경우 공급원이 해외의 멀리 떨어진 곳에 있기 때문에 液化수송이 전제가 되므로 그 가격이 석탄, 석유에 비해 상당히 높아진다. 그러나 천연가스는 유황분을 함유하지 않아 유황산화물 문제를 우려할 필요가 없는 것이 석유에 비해 큰 장점이며 日本

의 關東, 關西지방의 도시 주변 화력발전이 거의 모두 천연가스 베이스로 전환한 것도 이 때문이다.

한편 원자력은 어떤가. 그 개발의 동기가 자원공급면에서의 안정성(가령 우리나라의 수입이 두절돼도 원자로 안팎의 연료축적으로 1년간 공급이 가능하다)과 저렴한 코스트에 있었다는 것은 분명한 일로, 1970년대까지는 세계적으로 순조롭게 확대되는 방향으로 진행됐다. 〈그림 1〉을 보아도 당초의 상황을 알 수 있다.

그러나 그 후 원자로안전의 안정성과 방사성폐기물 처리문제로 국민적 합의(PA)가 악화돼 원자력發展에 큰 장애요인이 되고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 이 문제는 유황산화물(SOx), 질소산화물(NOx) 같은 것과는 약간 그 성격이 다른 것이지만 역시 넓은 의미에서는 환경문제로 볼 수 있으며, 이러한 측면에서의 개선(이것은 진정한 의미에서의 영향이라기 보다 PA 측면에서)이 원자력發展의 관

건이 된다고 볼 수 있다.

이와 같이 에너지源의 전환에는 환경에 대한 영향면에서의 우위성이 큰 요인의 하나가 된다. 이같은 관점에서 장래를 전망하면 우선 문제되는 것이 지구환경문제다. 그중에서도 지구온난화문제다. 이 문제의 주원인으로 지목되고 있는 것은 화석연료소비에 의해 필연적으로 발생하는 탄산가스, 온난화의 진행을 억제하려고 하면 화석연료의 사용 그 자체가 문제된다.

이 온난화에 대응하는데도 세계 각국의 의견이 모두 일치하는 것은 아니어서 EC 제국은 탄산가스를 비롯한 온실효과가스(GHG)의 배출억제에 적극적인 반면에 미국은 상당히 소극적이고, 또 많은 개발도상국들이 그 책임의 대부분이 선진국에 있다며 자국이 대응할 문제라고 보지 않고 있다.

그러나 온난화문제에 대한 과학적인 지식은 아직 불충분해 여러가지 불확정적인 요소가 있지만, 그 원인이 되고 있는 온실효과라는 현상은 물리적으로 인정되고 있는 현상이고, 현재 지상의 대기온도를 설명할 수 있는 유일한 수단으로 돼있다.

또 대기중의 온실효과 가스농도가 상승일로에 있다는 것도 모든 사람이 인정하고 있는 것이어서 이 두가지를 연관시켜 생각한다면 장차 지구기상에 어떤 큰 변화가 일어날 것이라는 것은 거의 확실하다.

그렇다면 조만간 인류는 온난화의 진행에 대해 어떠한 대응책을 강구하지 않으면 안될 것이다. 이



것은 에너지기술이 에너지원을 포함해 탄산가스억제를 위한 근본적인 대책을 요청받고 있다는 것을 의미한다. 그래서 여기에서는 이같은 요청에 대해 어떠한 대응방안이 있는지에 대해 전체적으로 전망해보기로 한다.

현재 태양으로부터 지구로 내려찍는 에너지 중에서 대기를 포함해 지표에 도달하는 양은 지구전체로 보아 연간 평균 $237\text{W}/\text{m}^2$ 다. 지구가 현재 熱평형상태에 있다고 하면 이것과 같은 양의 에너지가 지표로부터 방출되는 셈인데, 이것은 Stefan-Boltzmann 법칙($E=KT^4$, $K=5,669 \times 10^8 \text{ W}/\text{m}^2/\text{deg}^4$)을 따르게 된다. 그래서 이 수식에 따라 온도를 계산하면 -18°C 가 돼 현재의 $+12^\circ\text{C}$ 안팎의 숫자와 약 30°C 의 차가 난다. 이 차이는 변수의 변동(예컨대 태양에너지 도달량)을 크게 보아도 매울 길이 없어 단지 온실효과 만 이 이 차를 설명할 수 있는 것이다.

에너지절감

온난화, 산성비 같은 지구환경문제에 공통되는 대책으로 들 수 있는 것이 각 분야에서의 에너지효율 개선, 즉 에너지절감이다. 1973년의 석유파동 이후 선진 각국은 모두 에너지절감에 노력을 기울여 그 결과 「단위 GDP(국내총생산)당 1차에너지(이하 E/G로 약함)」가 대폭 감소됐다. 일본의 경우 1973~86년의 13년 사이에 약 30%란 큰 감소율을 보이고 있다. 또한 장차 에너지절감에 상당한 기대를 걸고 있는 나라들도 많다.

日本은 1990년 6월에 정부에서 에너지수요전망을 발표했는데, 이에 따르면 20년간 E/G를 30% 개선하는 것으로 상정하고 있다. 독일도 통일 후인 1990년 11월에 2005년까지 탄산가스배출량을 25% 감소시킨다는 야심적인 계획을 발표했는데, 그 상세한 내용을 보면 이 기간중의 E/G 개선율을

47.9%로 매우 높게 잡고 있다.

우선 당장에 실천가능한 온난화 대책이라면 에너지절감이라는 것은 누구나 알 수 있는 일로, 단기적으로는 거의 이것이 유일한 대책인 것 같다. 여기서 이것을 구체적으로 다룬다는 것은 지면관계상 어렵지만, 한가지 강조하고 싶은 것은 에너지절감이라고 해서 그렇게 간단히 진행되는 것은 아니라는 것이다. 기본적으로 그 방안이 기술적으로 가능하다는 것이 첫째 조건이지만, 이것 만이 아니고 아래와 같은 조건이 에너지절감을 실현하기 위해 필요하다.

1. 에너지절감을 실천하기 위해서는 에너지수요자에게 구체적으로 그 방안을 도입할 만한 동기가 부여돼야 한다. 산업의 경우 그 동기는 단순히 감가상각기간을 감안해 경제적으로 맞먹는다고 하는 정도의 경제적 가능성 만이 아니고, 그 산업이 갖는 투자기준(일반적으로 투자회수기간으로 판정하는 것으로 에너지절감의 경우 과거에는 2~3년 이내로 비교적 짧았다)에 따라 실천가능한 것이어야 한다.

이같은 동기를 부여하기 위해서는 보조금, 세제상의 혜택 같은 「권장형」이나 에너지과세와 같은 「강요형」의 조치를 생각할 수 있지만, 어느쪽이 됐든 에너지절감을 대대적으로 추진하려면 상당히 큰 재정조치를 강구하지 않으면 안된다. 간단한 구호 만으로는 에너지절감은 진행되지 않는다.

2. 자동차이용을 포함한 일반수요자들에게 에너지절감의 실천을 요청하는 경우에는 대상이 되는 제

물 또는 행위의 효용면에 충분히 눈을 돌려 생각할 필요가 있다. 예를 들어 日本의 경우는 자동차의 선택이 대형 호화차량쪽으로 가는 경향이 있어 에너지절감, 저렴한 코스트 방향과는 정반대방향으로 가고 있다. 이같은 상황에서는 대형 호화판이라는 이미지를 그대로 유지하면서 경비절감에 힘쓰던가, 또는 사람들의 가치기준을 바꾸게 해 대형 호화판이 갖는 주관적인 효용가치를 감소시키던가, 어느쪽 엔가에 노력을 기울이지 않으면 에너지절감은 진행되지 않는다.

에너지절감은 비교적 짧은 기간 내에 실현시킬 수 있고, 경우에 따라서는 코스트도 저렴해 이런 의미에서는 중요한 대책수단이 된다. 그러나 이것을 실현하기 위해서는 앞서 말한 두조건이 전제가 되기 때문에 현상황에서는 어떠한 정책적인 대응이 필요하다. 앞으로 에너지절감을 추진하기 위해서는 재정조치를 포함한 정책이 열쇠를 쥐고 있다는 것을 여기서 강조하고 싶다.

연료전환

탄산가스는 화석연료소비에 따라 불가피하게 발생하는 것으로 가장 직접적인 발생감소방안은 비(非)화석연료 또는 화석연료라도 탄소분이 적은 천연가스로 전환하는 것이다. 천연가스는 이미 세계적으로 널리 이용되고 있고 앞으로 그 수요가 증대될 것이다. 다만 그 이용에는 파이프라인 같은 기반 시설이 필요해 코스트가 다른 화석

연료보다 높아진다는 것과 자원이 석유 같지는 않지만 지역적으로 편재해 있어 양적으로 한계가 있다는 것을 생각하면 이를 확대하기 위해서는 한계가 있는 것이다.

한편 비화석연료 중에서도 현재 가장 널리 보급돼 있는 것이 원자력과 수력이다. 원자력은 이미 日本에서는 전력의 30% 가까이를 차지하고 있고, 프랑스의 경우는 70%를 넘고 있다. 그러나 앞서도 말했듯이 세계적으로 보아 그 보급은 국민적 합의(PA)의 악화로 근년에 와서 상당히 낮아지고 있다. 장차 원자력기술의 발전과 함께 상황이 호전될 것으로 보이지만 현재로서는 그 추이를 단정하기가 어렵다.

수력은 자연에너지 중에서 가장 많이 개발된 것이지만, <그림 2>에서 보는 바와 같이 그 개발가능성은 여전히 높다. 그러나 그 대부분이 수유지로부터 멀리 떨어져 있는 남미와 아프리카에 집중돼 있다는 것과 환경보전면에서 그 개발에 상당한 반대가 있다는 것이 개발의 장애요인이 되고 있다.

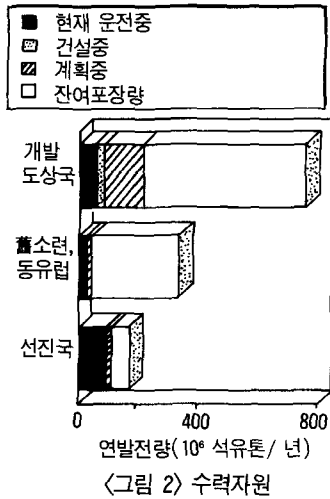
이렇게 되면 다른 비화석연료에 기대하게 되는데, 현재로서는 앞으로 어떻게 될지 알 수 없는 핵융합을 제외하고는 결국 직접 또는 간접적인 태양에너지 이용으로 귀결된다. 태양광發電, 태양열 이용(온수기, 열발전) 등은 직접적인 경우이고, 바이오매스(Biomass)의 이용, 풍력, 波力, 潮力 등을 이용한 발전이나 海水溫度差발전 등은 간접적인 경우이다.

이들의 장래를 고려할 때 기본적

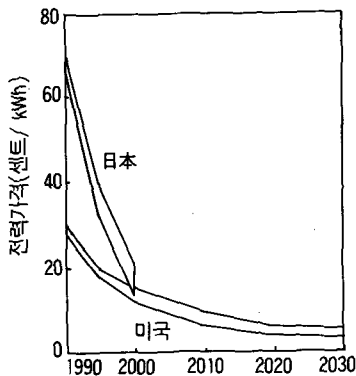
으로 생각해야 할 것은 코스트와 공급능력이다. 코스트는 당연히 현 단계로서는 거의 모든 것에서 높고 기술발전과 量産효과에 의해 그 감소를 기대하는 수 밖에 없다.

여기서 말해두고 싶은 것은 코스트를 대신하는 변수로 사용되는 에너지比(에너지출력과 이를 생산하는데 필요한 입력의 比)다. 이 개념은 에너지원의 물리적 유용성을 나타내는 지표로 지금까지 잘 사용돼 왔지만, 앞서 말한 거의 모든 에너지원에서 지금도 그 평가치가 1을 크게 웃돌아 물리적으로는 이용가능하다는 것이 잘 알려져 있다. 예를 들어 태양전지는 현재 에너지회수년수가 거의 1년 안팎으로 돼있어 내용년수를 20년으로 잡으면 에너지比는 20이나 된다. 그러나 자주 의문이 제기되는 것은 바이오매스(Biomass)로부터 알코올을 생산하는 것인데, 발효시키는데 큰 에너지를 요하기 때문에 에너지比가 1미만이 될 가능성이 많다고 지적되고 있다. 이것은 이미 이 기술이 브라질을 비롯해 일부 국가에서 이용되고는 있지만 진정한 의미에서의 실용화를 위해서는 다른 에너지 이상으로 큰 기술발전이 요구된다는 것을 의미한다.

그럼 여기서 앞서 말한 여러가지 자원 중에서 중요하다고 생각되는 태양광발전과 바이오매스에 대해 그 가능성을 알아보기로 한다. 태양광발전에서는 태양전지가 이를 지탱하는 바탕이 된다는 것은 말할 나위 없지만 최근에는 그 에너지 변환효율, 생산원가가 모두 개선되고 있어 日本의 경우 通産省의 에



〈그림 2〉 수력자원



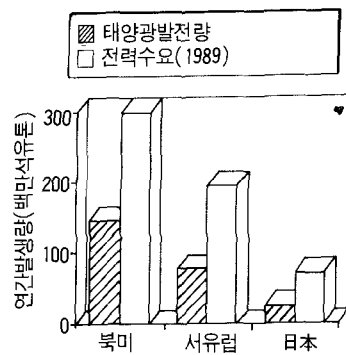
〈그림 3〉 태양광발전의 장래원가예측

너지수급전망에서도 20년에 걸쳐 수백만kW의 도입이 예상되고 있다. 〈그림 3〉은 그 코스트의 달성 목표를 나타낸 것이다. 지난 10년간 日本에서 약 한자리수의 가격저하를 보인 것을 감안하면 여러가지 장애요인은 있지만 달성이 불가능한 목표는 아닌 것 같다.

다만 태양광발전의 또 하나의 문제는 그 입지를 위한 장소이다. 태양에너지는 기본적으로 희박한 에너지여서 日本 東京의 경우만 보더

라도 여름의 南中時 전후의 최대치가 m²당 1kW로 연간평균해서 고작 200~300W 밖에 되지 않는다. 따라서 발전에 필요한 면적은 아무래도 커지기 마련인데 토지단가가 높은 日本이나 EC에서는 이 목적만을 위해서 토지를 구입, 이용하는 것은 어려운 일로 결국 주택이나 빌딩의 지붕 같은 잉여설비를 이용하지 않을 수 없다.

〈그림 4〉는 모든 주택의 지붕을 사용해 발전한 경우의 쏨전력량을 현재의 그 나라의 총전력수요와 비교한 것이다. 여기서는 태양전지의 효율을 10%, 지붕의 卍이 실질적으로 발전에 이용된다고 가정했다. 가정에 따라 결과는 많이 달라지겠지만 어쨌든 이것 만으로 전력수요를 충당한다는 것은 매우 어려운 것으로 생각된다. 또 태양광발전은 태양광의 시간적 변동에 의해 그 출력이 크게 좌우되기 때문에 상당히 열가의 대용량 전력저장설비가 개발되지 않는 한, 안정된 출력을 낼 수 있는 재래식 전원의 보완적 존재 이상으로는 될 수 없다는 것을 잊어서는 안된다.



〈그림 4〉 지붕에 설치한 태양광발전의 전발전량

이같은 상황을 감안할 때 수요지 직結型的 이용 만이 아니고, 앞으로는 사막, 열대, 태양, 우주공간과 같은 日照가 강하고 안정되고 또한 공간코스트가 매우 저렴한 지역에서 대규모 발전을 해서 수요지에 전력을 수송한다고 하는 방식을 실용화할 필요가 있다. 다만 이 경우에 문제가 되는 것은 에너지수송의 수단과 그 코스트다. 재래식 방법으로는 1,000km 이상의 전력수송은 그 코스트가 매우 높아 다른 방안을 강구하지 않으면 안된다. 수소, 메타놀 같은 것으로 전환하는 제안도 나와 있지만, 그 코스트가 현재는 매우 높아 얻는 에너지가 현재의 에너지가격을 한자리수 이상 웃돌 가능성이 많다. 이것을 어떻게 해결할 것인가 하는 것이 바로 기술자에게 주어진 과제다.

한편 지금까지 개발도상국을 중심으로 널리 사용돼 왔던 것이 薪炭, 농산폐기물과 같은 소위 바이오매스다. 그 양의 추정은 통계자료가 불충분해 쉬운 일이 아니지만, 대략 세계에너지의 12% 정도를 차지한다고 하는 견해가 일반적이다. 그렇다면 이것을 어디까지 늘릴 수 있을까. 미국환경보호청의 시나리오에 의하면 21세기에 현재의 에너지수요의 卍 정도의 크기까지 공급을 늘릴 수 있다고 하는데, 필자의 생각은 좀 더 비관적이다. 왜냐 하면 앞으로 세계인구의 증가에 따른 식량생산과의 경합을 생각할 때 에너지 목적의 바이오매스 생산의 근원적인 확대는 어렵다고 보아지기 때문인데, 현재의 고작 2배가 한도가 되지 않을까 전망

하고 있다. 이 한계를 넘어서기 위해서는 생물공학(Biotechnology)의 발전 밖에 없는데, 이것에 어디까지 기대를 걸 수 있을 것인지.

CO₂의 회수 및 처리

앞서도 말했듯이 연료전환속도에는 한계가 있다. 한편 화석연료 중 가장 단위 에너지당의 CO₂ 발생량이 많은 석탄은 매장량이 훨씬 많고 더구나 세계에 널리 분포되어 있어 中國, 폴란드 등 거의 모든 에너지를 이것에 의존하고 있는 나라가 상당히 많다. 이같은 실정을 감안할 때 세계는 적어도 반세기 이상은 화석연료를 초에너지원으로 이용하지 않을 수 없다. 그렇게 되면 CO₂ 감소의 한 방법으로 화력발전소 같은 대규모 발생원에서 다른 공해물질과 같이 CO₂를 회수해 특정 장소에서 처리하는 방안도 생각할 수 있다. 다만 NO_x, SO_x 등과는 달리 CO₂는 화학적으로 매우 안정되었고 발생량이 훨씬 많다. 日本의 경우 화력발전소를 합쳐 1년에 2억톤에 달한다. 따라서 그 처리비용과 처리장소의 선정도 중전과는 크게 달라지게 된다.

이 기술에 대해서는 여기서 자세히 논할 수는 없지만 이같은 기술은 기술적으로 그렇게 어려운 것도 아니고 코스트도 현재의 발전코스트와 같은 정도로 非화석연료에 비하면 오히려 낮다고 할 수 있다. 가장 바람직한 해결책이라고는 볼 수 없지만, 최소한 非화석연료 개발까지의 중기적인 대응기술로 검토해 볼 만한 가치가 있다고 본다.

시스템개혁

지금까지 말해온 방안은 모두 각개의 에너지기술에 관한 것이었지만, 장기적으로 보아 더 중요한 것은 사회 속의 에너지시스템 전체를 개혁해 에너지를 보다 효율적으로 사용하고 특히 태양에너지를 보다 효과적으로 이용하는 것이다. 이렇게 함으로써 에너지시스템을 보다 자연스럽고 합리적으로 운용할 수 있다. 이같은 방향으로 개혁하는 방안이 몇가지 제안되고 있는데, 여기서는 특히 중요하다고 생각되는 2가지에 대해서 말해두고자 한다.

그 첫째는 에너지이용의 단계(Cascade)화다. 산업용이나 민생용이나 그 열수요에서 요구되는 품질은 1,000°C를 넘는 고온수요에서 난방수요와 같은 20~30°C의 저온수요까지 여러가지가 있다. 따라서 고온수요의 排熱을 보다 저온의 수요에 충당함으로써 에너지효율이 대폭 개선된다.

발전배열을 열수요에 돌리는 Cogeneration이 그 전형적인 예다. 그러나 지금까지의 Cogeneration은 기존의 에너지시스템에 의한 에너지교환이기 때문에 적용범위가 매우 한정돼 있어 日本의 경우만 보더라도 91년 9월 현재 산업용 174만kW, 민생용 30만kW에 불과하다. 이같은 상황을 타개하기 위해서는 앞으로 장기에 걸쳐 산업, 주택, 빌딩 등의 입지에서 항상 에너지의 단계적인 이용을 염두에 둔 계획을 세우는 것이 중요하다. Groscurth팀의 계산에 의하면 日

본의 경우 철저한 단계화 추진으로 이론적으로는 에너지수요를 지금의 1/3까지 줄일 수 있다고 한다. 원래 이 계산결과는 이상적인 것으로 현실적으로는 여기까지는 무리겠지만 이같은 단계화를 위한 노력이 앞으로 큰 사회적 과제가 될 것으로 본다.

둘째는 자연을 이용한 주택, 빌딩의 열부하를 줄이기 위한 노력이다. 이들 민생용 열부하는 溫熱, 冷熱 모두 20±10°C 정도의 저준위 열수요로 건축구조를 통해 自然風, 태양열 등을 이용, 상당히 커버할 수 있는 형의 에너지다. 또 단열재 이용도 에너지의 이용효율을 높인데 중요한 요소가 된다.

이 개념은 주택, 빌딩을 둘러싸고 있는 자연환경, 특히 樹木의 배치에 의해 더욱 효과를 발휘할 수 있다. 수목이 가지고 있는 온도조절기능은 자연이 준 혜택임에도 불구하고 장소의 제약을 받아 현재 많은 도시에서 이 기능이 거의 이용되지 않고 있다. 이런 의미에서 장기적으로 보아 자연을 이용한 열부하가 낮은 주택, 빌딩(지역)을 건설해 나가는 것이 에너지적으로도 바람직하다. 인간에게도 자연 속에 파묻힌 진정한 의미에서의 자연과 조화된 사회를 만들어 내는 셈이다.

현재 日本 建設省에서 추진하고 있는 環境共生住宅(Earth Sweet Home)의 구상은 바로 이러한 관점에 서있는 것으로 앞으로 日本만이 아니고 세계적으로 이런 방향으로 기술적 및 사회적 노력의 기울여지기를 기대한다.■