

[논문] 태양에너지
Solar Energy
Vol. 18, No. 3, 1998

한국태양에너지 이용기술의 오늘과 내일

정 현 채

경희대학교 부설 태양에너지 연구소

H. C. Jung

Institute for Solar Energy, Kyunghee University

우리 나라는 1973년과 1978년 두 석유파동과 더불어 에너지를 전량 수입에 의존해야 하는 상황에서 그 위기의식을 떨쳐버릴 수가 없었으며, 앞으로도 기존 화석연료의 고갈과 환경문제의 대두로 대체에너지의 개발 이용은 필연적 상황으로 닥쳐오고 있다.

1980년대 중반 우리 나라는 한 때 태양열 주택 붐을 일으켰으나 당시 우리 나라 기술 수준의 낙후와 석유가격의 하락 등으로 그 성수기가 오래 가지 못했고, 오히려 멀리 보면 한국 태양에너지 이용 보급에 악영향을 주는 결과를 초래했고 태양열 이용은 사업성이 없다는 낙인을 찍게 되는 결과를 낳아 앞으로도 국민 대부분에게 그 인상을 쇄신시키는데 상당한 고전을 면치 못하게 될 것으로 본다.

1990년 중반에 들어서면서 환경 문제의 심각한 대두와 정부의 융자와 심야전력 연계의 조치로 온수기가 붐을 타게 되어 요즘 한국에는 섬유 업체의 온수기 제조업체가 활발히 움직이기

시작했고 태양 전지 연구도 활발히 진전되고 있으나 산업화에는 아직도 부족한 점이 많은 상황이다.

저자는 우리 나라 태양에너지 개발연구에 초기부터 관여해 오면서 여러 가지 문제점을 발견했으며 특히 우리 나라 정책 당국의 신념 없는 개발·보급정책과 미래에 대한 철저한 계획과 그 실현에 대한 의지 부족으로 아직도 계속 투자 계획에 차질을 빚고 있다는 것을 볼 수 있다. 더구나 IMF를 맞고 있는 우리 나라의 산업은 세계공황까지 예견되는 상황에서 의욕상실과 자포자기로 가는 우를 범해서, 결국 호황기가 오게 될 때는 모든 국내의 시장을 외국 선진국들에게 내놓는 꼴로 되어지거나 앓을까 염려하면서, 외국의 대체에너지 개발현황을 살펴보면, 우리의 장래를 가늠해 볼까 한다. 선진국 중에서 가장 첨단을 향해가고 있는 미국의 잘 정리된 통계와 전망 데이터를 살펴보기로 하자.

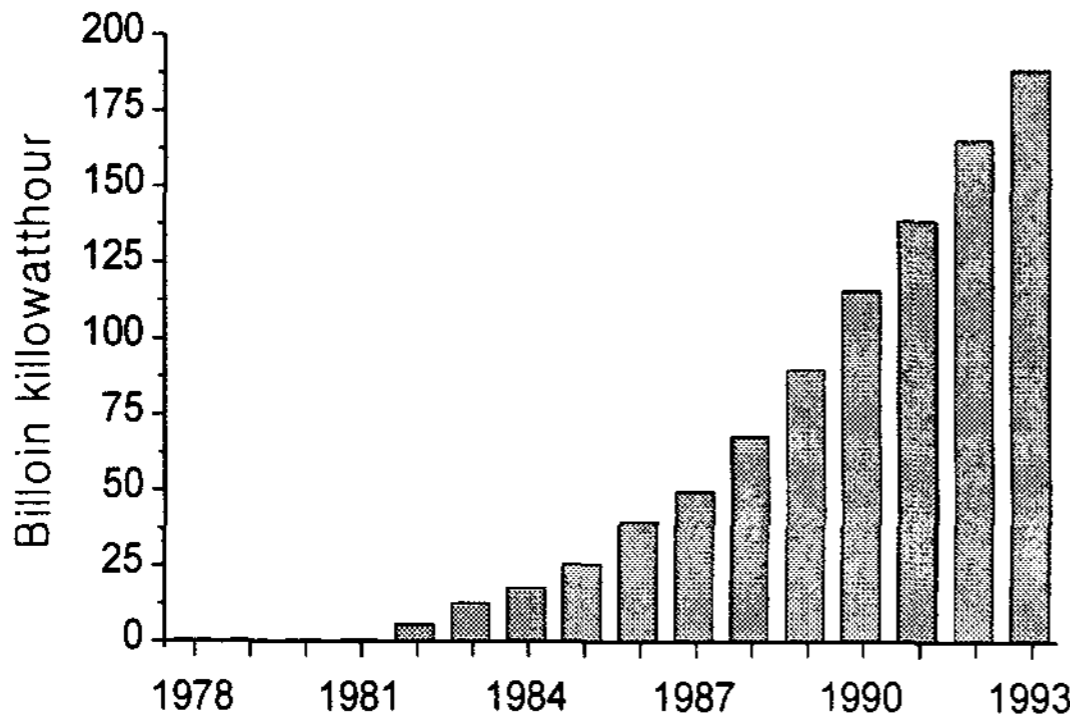


Fig. 1. Purchase by Electric Utilities from Nonutility Power Producers, 1978~1993

Source : Energy Information Administration, Annual Energy Review 1994, DOE/EIA-0384(94) (Washington, DC, July 1995)

Fig. 1에서는 미국의 공공 전기회사가 비 공공 에너지 회사로부터 사들이는 전기에너지가 연도별로 증가하는 현상을 나타낸다. 즉 80년대부터 90년대로 오면서 거의 지수적 증가를 해오고 있음을 알 수 있으며, 특히 캘리포니아 애리조나 등(현재 미국 20여개주가 실시중임)은 태양전지를 개인 주택에 설치하여 얻은 전기는 그 사용량만큼 공공 전기료를 삭감해 줄 뿐 아니라 개인이 사용하지 않을 때는 공공 전기회사가 그것을 구매하도록 되어 있어 전기 미터기가 거꾸로 돌아가게 하는 제도로 많은 주택에서 태양전지가 보급되는 실정에 있다.

Fig. 2에서는 공공 전기회사와 비공공 에너지 회사에서 생산되는 신 재생 에너지를 연도별로 추정하고 있는데 역시 비공공 에너지 회사의 생산량이 급증하고 있음을 나타내고 있다.

Fig. 3은 미국 태양에너지 집열기의 수송 현황을 연도별로 보이고 있으며 90년대부터는 저온 온수기가 꾸준히 증가하고 있으며, 고온 집열기는 일시적으로 퇴진되어져 있음을 나타낸다.

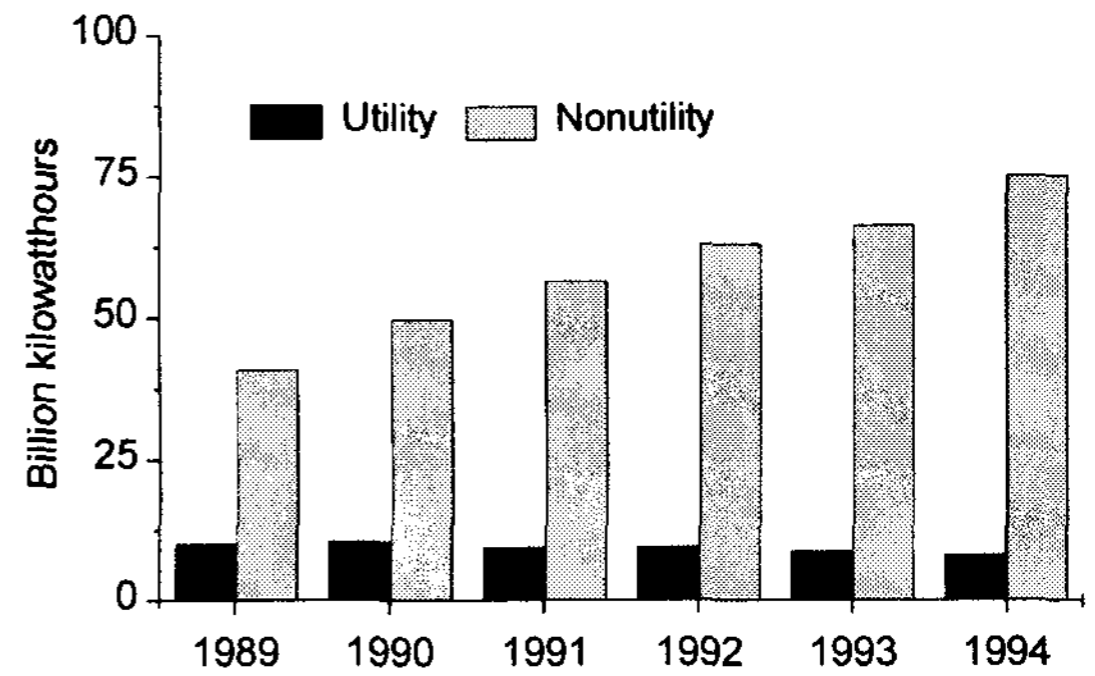


Fig. 2. Net Generation of Renewable Electricity by Utility and Nonutility Power Producers, 1989~1994

Notes : Renewable sources are geothermal, wood, waste, wind, and solar. Nonutility power producers are cogenerators, independent power producers, qualifying facilities, and other small power producers of 1 megawatt capacity or more. Nonutility generation is based on EIA estimates. Utility generation in 1994 is based on preliminary EIA data.

Sources : Energy Information Administration, Annual Energy Review 1994, DOE/ EIA-0384(94) (Washington, DC, July 1995)

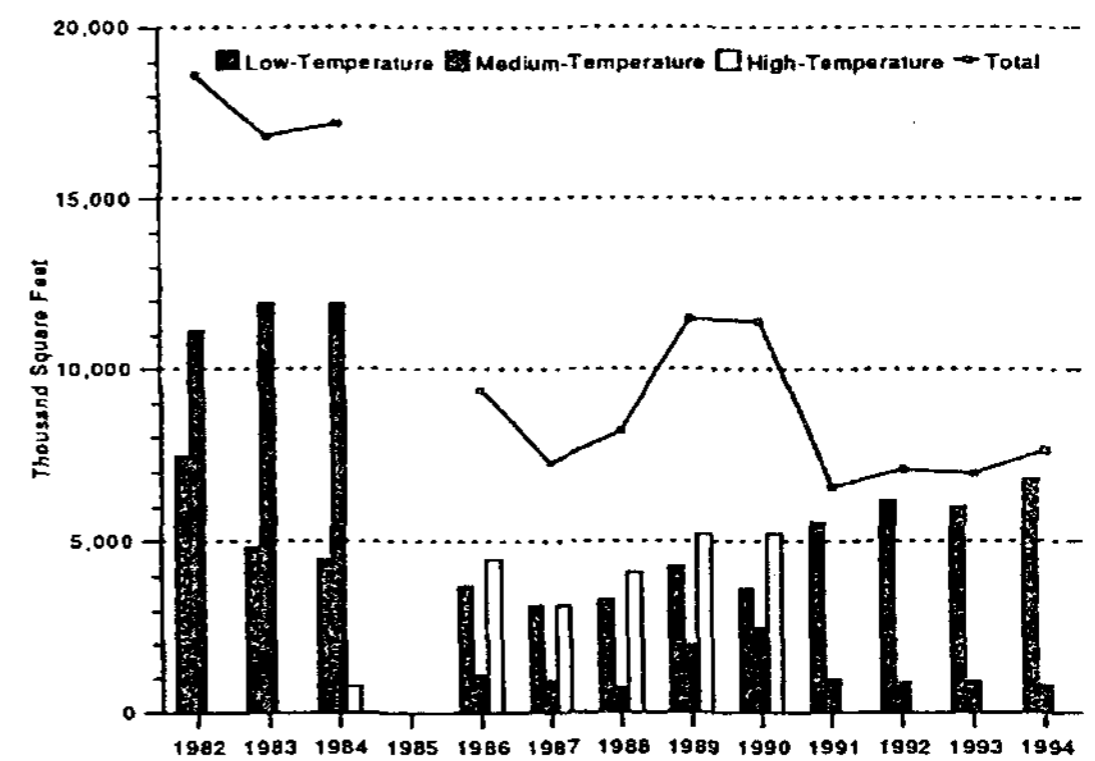


Fig. 3. Solar Thermal Collector Shipments by Collector Type, 1982~1994

Note : Data for 1985 are incomplete and are not shown. Sources : 1981~1994 : Energy Information Administration, Form EIA-63, "Annual Solar Thermal Collector and Photovoltaic Module Manufactures Survey." 1986~1994 : Energy Information Administration, Form CE-63A, "Annual Solar Thermal Collector Manufacture Survey."

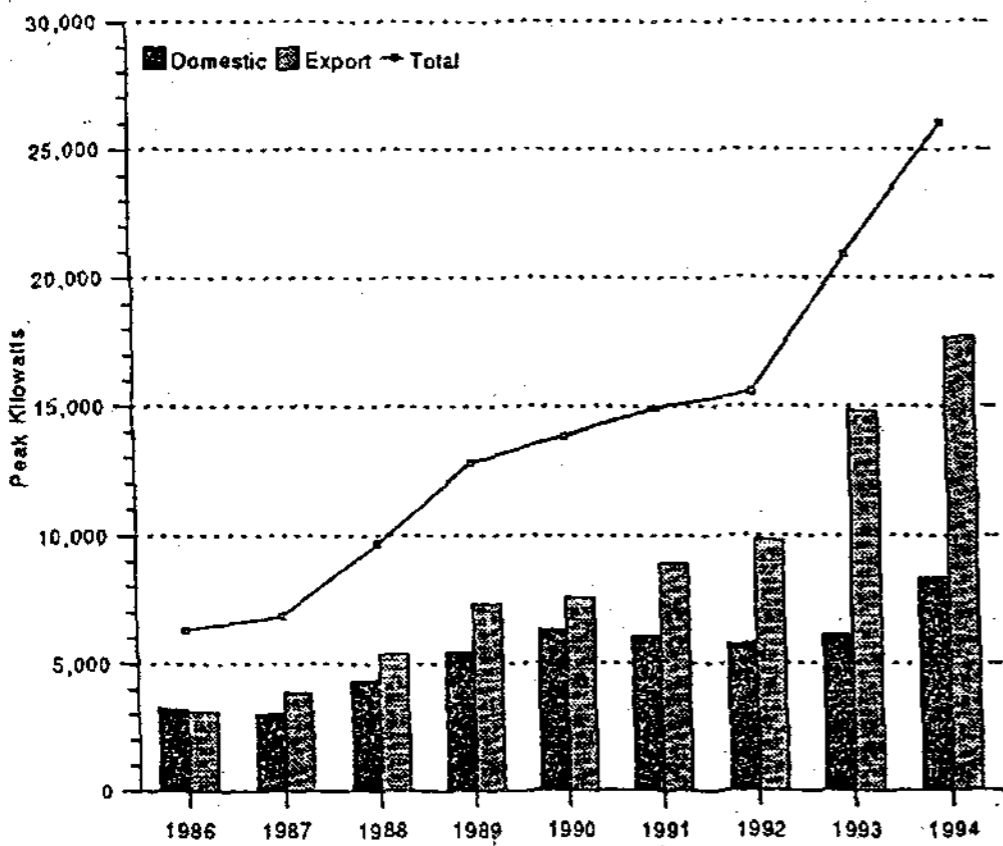


Fig. 4. Photovoltaic Cell and Module Shipments, 1986~1994

Note: Domestic shipments equal total shipments minus exports.

Source: Energy Information Administration, Form CE-63B, "Annual Photovoltaic Module/Cell Manufacturers Survey."

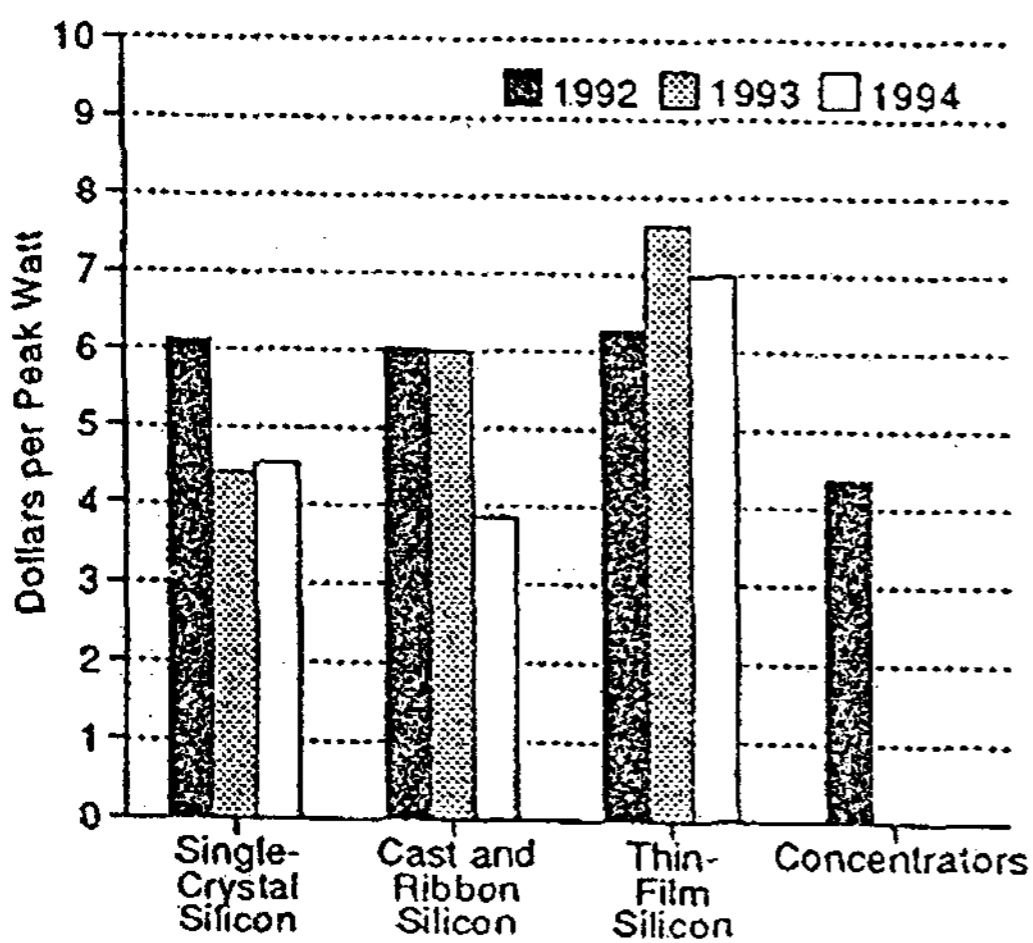


Fig. 5. Average Price of Photovoltaic Cell and Module Shipments by Type, 1992~1994

Note: Data for concentrator shipments in 1993 and 1994 have been withheld to prevent disclosure of individual company data.

Source: Energy Information Administration, Form CE-63B, "Annual Photovoltaic Module/Cell Manufacturers Survey."

Fig. 4는 태양전지와 그 모듈의 수송 현황을 나타내고 있어 미국내의 태양전지 수요가 꾸준하게 증가되고 있으며, 특히 수출은 급증하고 있음을 나타내고 있다. 인도, 아프리카, 멕시코, 및 중남미가 주요 수출 국가들이다.

Fig. 5는 태양전지의 종류별 연도별 가격 변화를 나타내고 있으며 94년에 이미 peakwatt당 \$4.00 미만이 되어있는 것을 볼 수 있고 98년 현재 미국 시장은 현재 최저 watt당 \$2.50까지 내려가고 있다.

Fig. 6은 1970~2015년까지의 미국 에너지별 생산 추이를 나타내고 있으며 Renewable Energy의 경우 2015년에도 4%미만이 될 것으로 보이고 있습니다. 두드러진 미래의 추세는 석유의 감소와 더불어 천연가스 및 석탄이 다시 주종 에너지로 대두될 것임을 보여주고 있다.

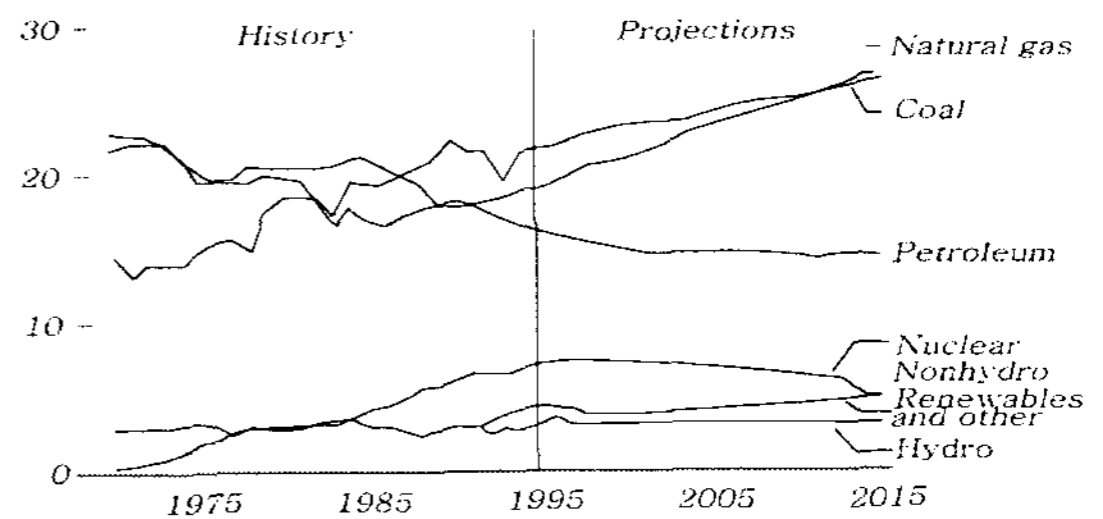


Fig. 6. Energy production by fuel, 1970~2015 (quadrillion Btu)

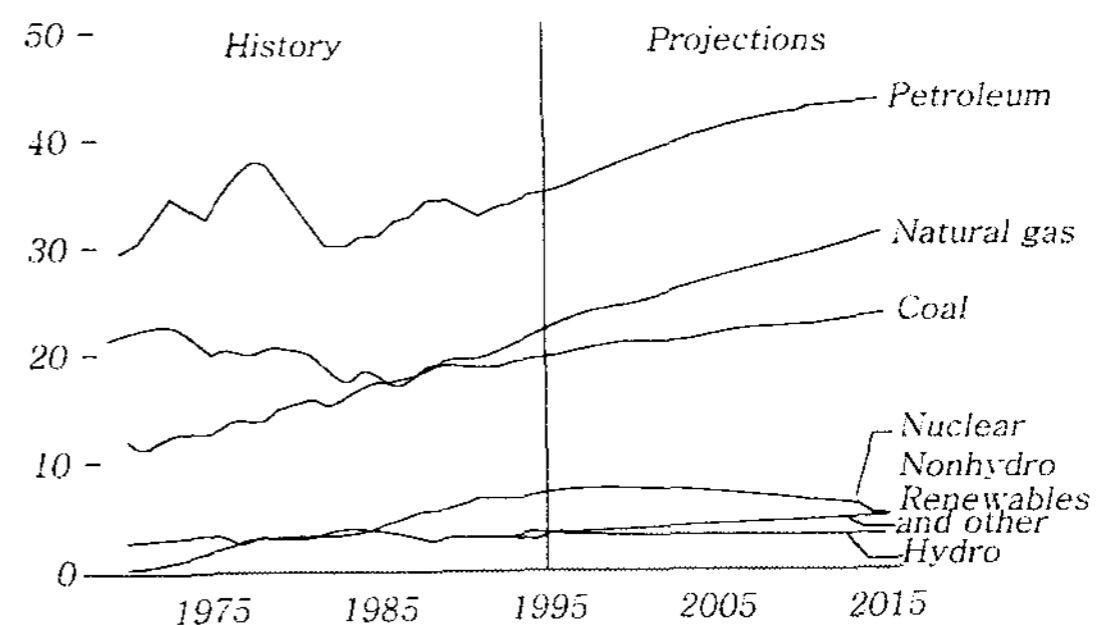


Fig. 7. Energy consumption by fuel, 1970~2015 (quadrillion Btu)

Fig. 7은 미국의 에너지 사용량에서는 아직도 석유가 주종이며 이는 미국의 모든 운송기관 특히 자동차와 생산시설이 석유로 만들어져 있기 때문에 그 시설의 변경이 쉽지 않음을 나타내고 있다.

Fig. 8은 신 재생 에너지 중에서는 아직도 수력 발전이 두드러지게 많음을 나타내고 있다.

Fig. 9는 2010년대에 들어가면 풍력과 도시 쓰레기가 주요 신 재생 에너지의 부분을 차지하리라는 전망을 나타낸다.

Fig. 10은 태양 전지 보다는 태양열 쪽의 상승세를 나타내고 있는데 2015년에는 중고온의 발전소 즉 사막지대에서 태양열 발전 기술이 그 생산성을 발휘하게 될 것임을 보여주고 있다.

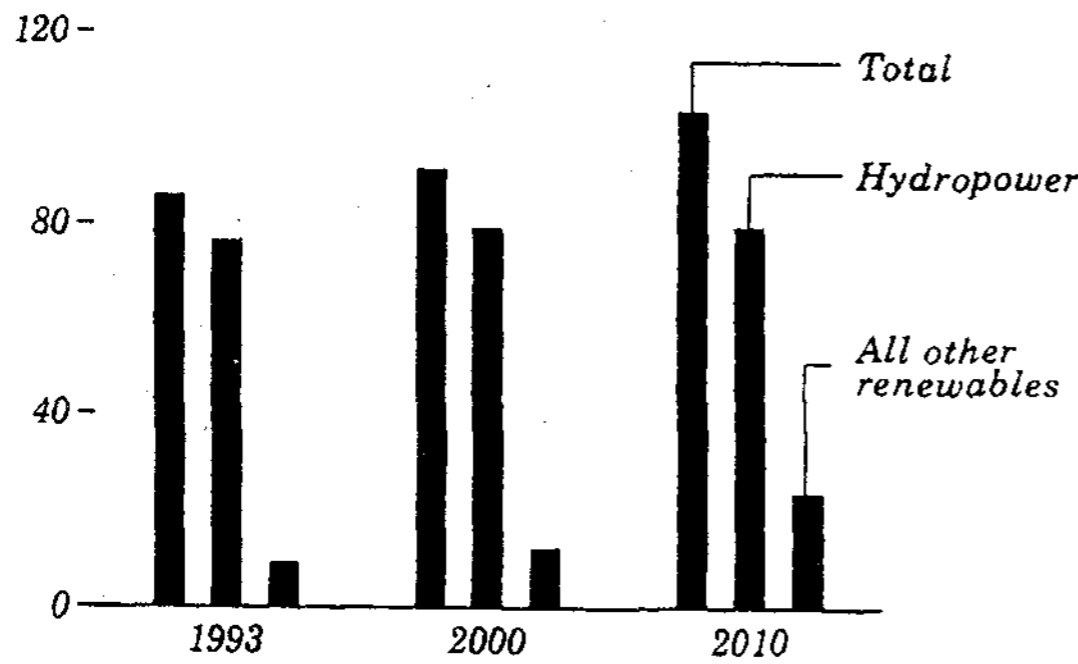


Fig. 8. Hydropower Remains the Primary Source of Renewable Generation.

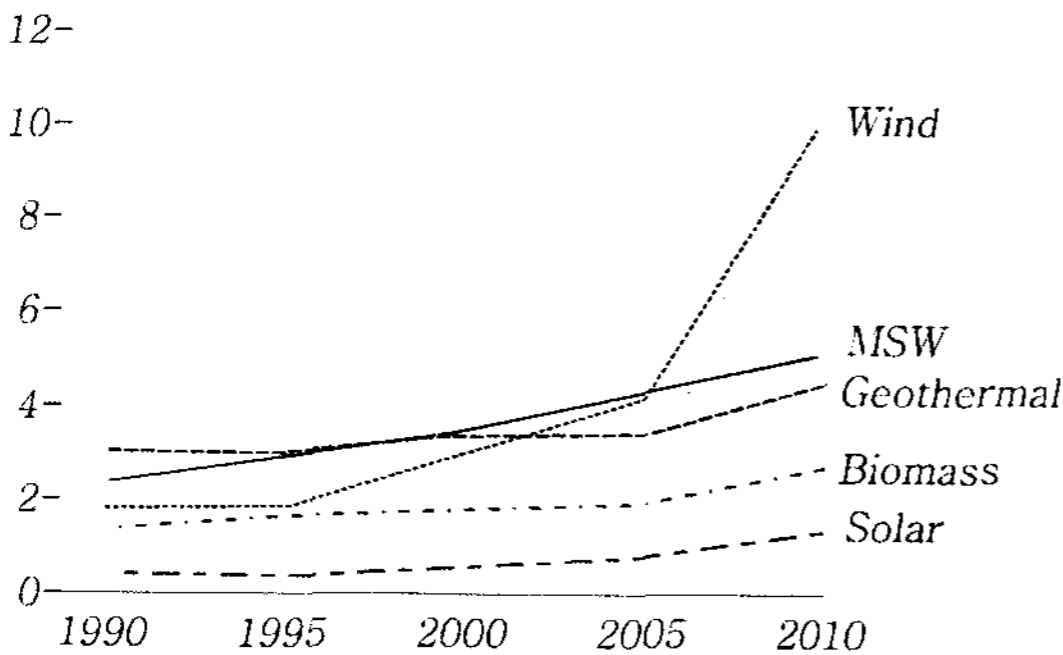


Fig. 9. Wind Power Could Grow the Most Among Nonhydroelectric Renewable

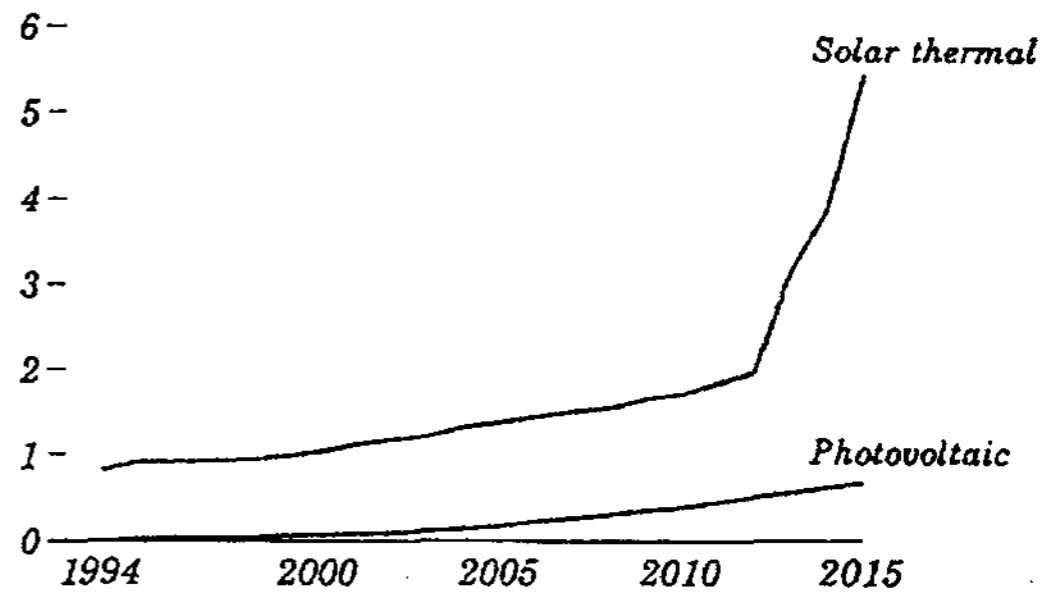


Fig. 10. Solar Generation Remains Low, But Rises Late in the Forecast.

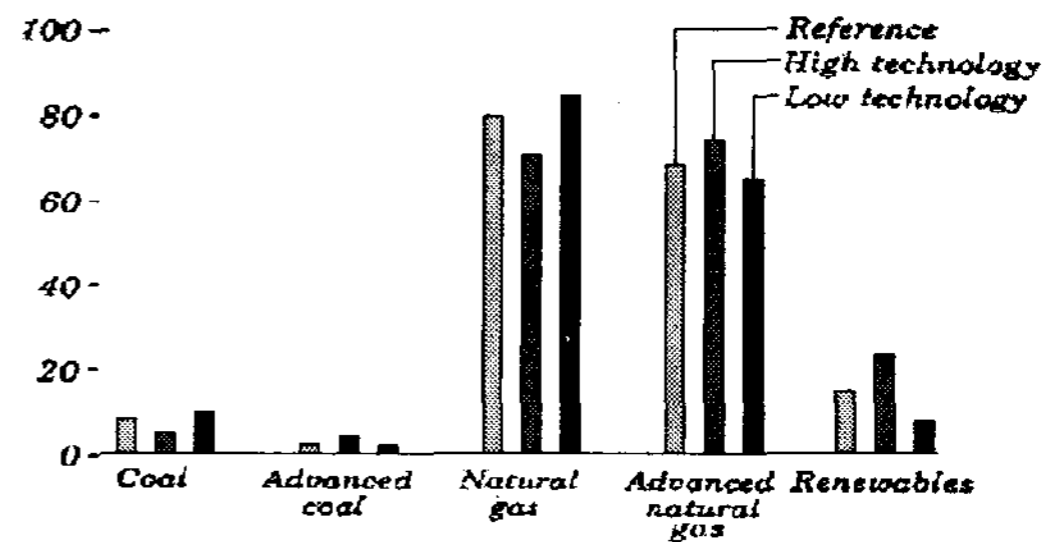


Fig. 11. Greater Technology Gains could Increase Renewable Capacity

Fig. 11은 에너지 기술 정도가 낮은 때는 천연가스 사용량이 전기생산에 많이 쓰이고 고등기술이 많이 발달되면 Renewable Energy가 전기생산에 상당량 기여할 수 있음을 나타낸다.

Fig. 12는 태양전지에 대한 문헌과 연구 보고서의 빈도를 나타내고 있고 90년대에는 꾸준히 대단히 많이 나타나고 있어 세계인들의 관심이 태양전지 쪽에 쏠려있고 연구비가 투자되고 있음을 반증하고 있다.

Fig. 13은 현재까지 태양전지의 효율증진 현상을 태양전지의 종류에 따라 나타내고 있으며 특히 근래에 와서는 $CuInSe_2$ 와 $Cu(In, Ga)Se_2$ 계 태양전지가 두드러진 연구성과를 내고 있어 값싸고 만들기 쉬운 전지가 되어 앞으로 그 신속한 보급과 세계시장 확보에 큰 기대를 걸고 있음을 보여주고 있다.

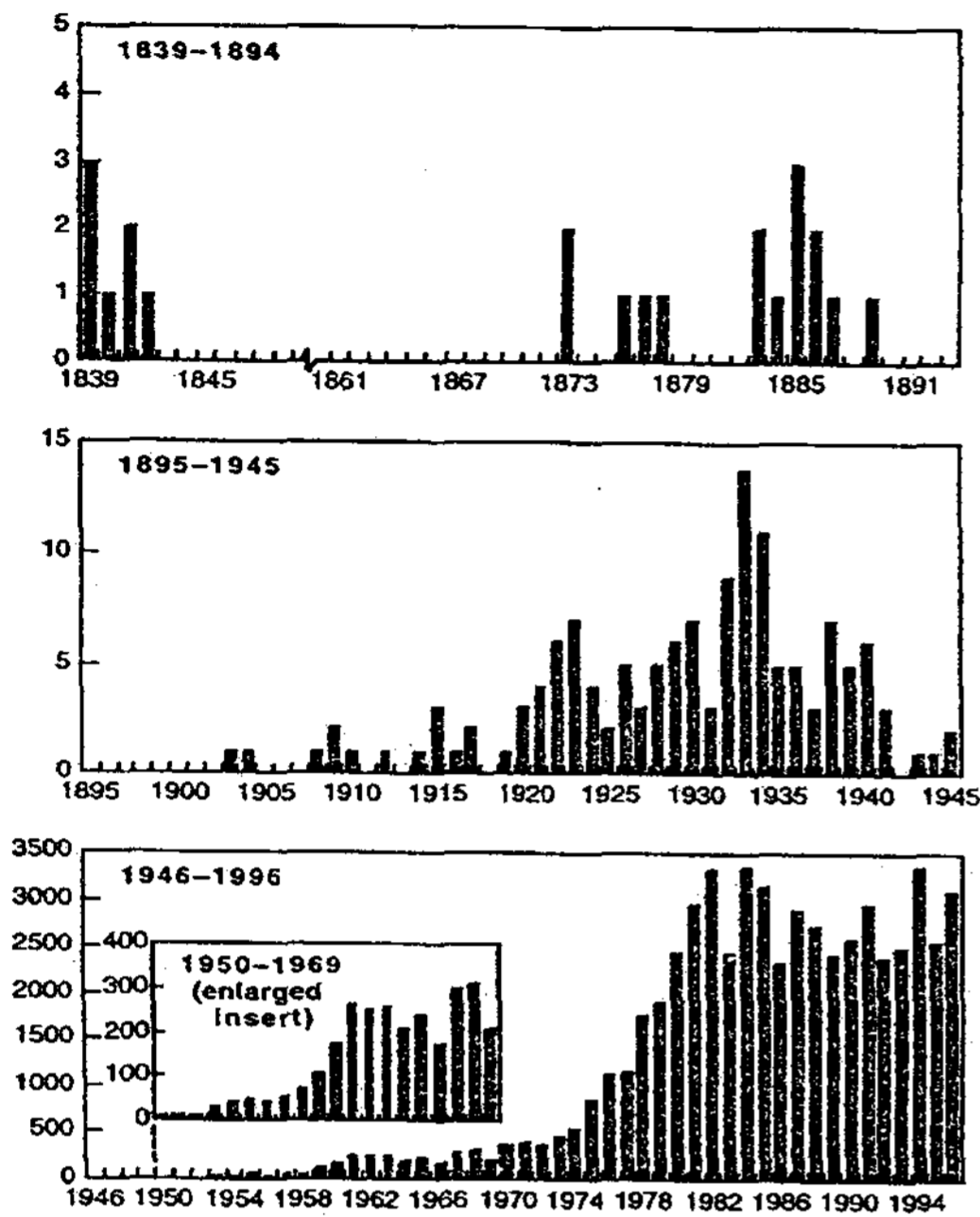


Fig. 12. Histogram of publications dealing with photovoltaics from 1839 until the present time.

Note: This histogram is assembled from a number of databases. Electronic compilations are only available from 1974. Earlier data have been gained from examination of abstracts, related journals, and other published material. It should be understood that these data are a represent best estimates to the volume of photovoltaic publications.

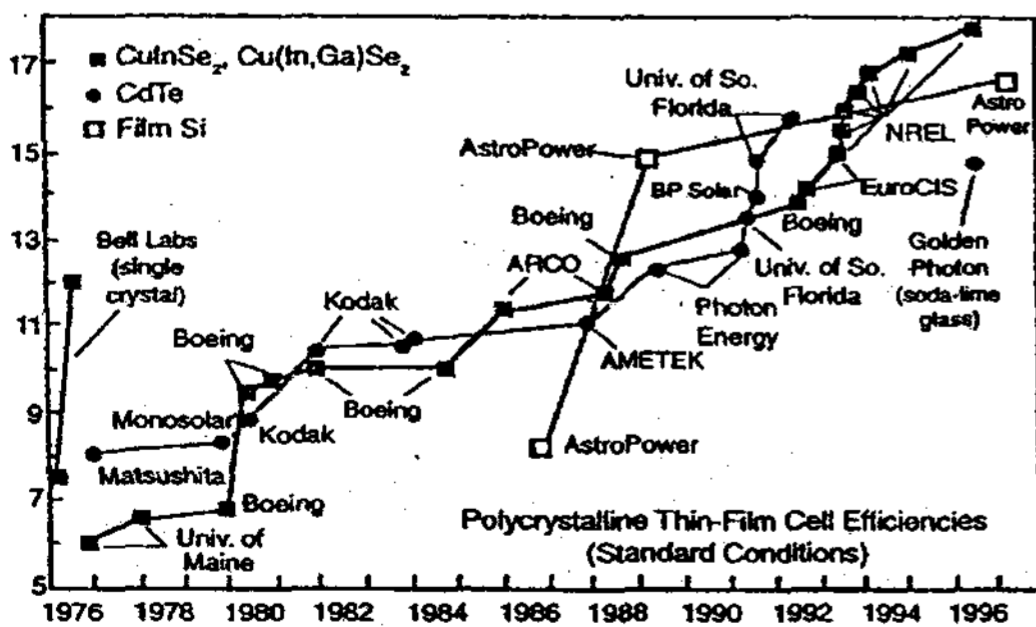


Fig. 13. Evolution of the $CuInSe_2$ -alloy CdTe solar cells over the period 1975 to 1996. Also shown are the Silicon-Film™ and single-crystal $CuInSe_2$ Cells.

Source	Cost (cents U.S./kWh)
¹ Oil/coal/nuclear	6
¹ Hydro	3~9
^{2,3} Geothermal steam (hydrothermal-flash)	3~12
³ Wind	11
³ Solar thermal	15
³ Biomass	11
³ Cogeneration	6

Fig. 14. Estimated production cost of a kWh (1992) for different energy sources

Fig. 14는 몇 가지 에너지들의 생산 단가 비교를 해 보았고 Oil, Coal, Nuclear와 Cogeneration이 \$6.00/kWh로 가장 저렴하고 Solar Thermal이 아직은 가장 비싸다는 것이다.

Fig. 15는 Mexico의 에너지 전망으로 Renewable Energy의 급상승을 예견하고 있다.

앞으로 대체 에너지의 대두는 필연적인 것이며 빠르면 빠를수록 지구 환경의 보존과 인간 생활의 건강을 희생시키는 첩경임을 알 수 있다. 우리나라는 선진국들에서 산업화가 다 이루어져 시장에 이미 사용되어 산업성이 확인된 다음에야 그 know how를 사 들이니 고가로 기술 수입을 하고 또 장비 개발 등도 이미 국제 특허 제약 등으로 많은 로열티를 지불해야만 할 뿐 아니라 모든 시장을 다 빼앗긴 다음에야 허둥대는 꼴이 되어 우리나라 자신의 시장까지 침식된 다음에야 허덕이는 아직도 개발도상국의 연구개발 추진형태를 유지하고 있음이 안타깝다.

여기에서 저자는 과감한 연구비 투자와 초기 산업화로 pilot plant의 건설 그리고 전망 있는 사업에 대한 과감한 정부 추진 또는 재정 지원 등으로 국내시장의 확보와 비용절감의 know how 개발로 국제시장을 개척하는 선진국형 첨단

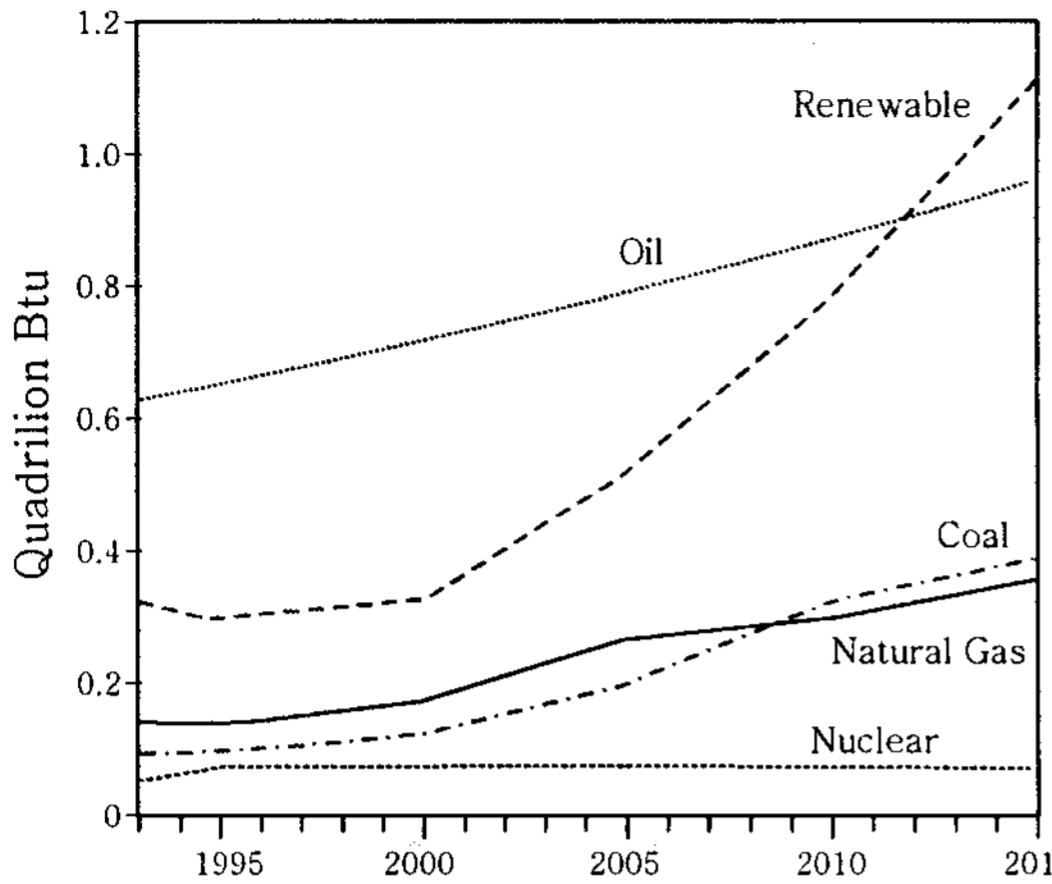


Fig. 15. Electricity Consumption in Mexico by Fuel Type, 1993~2015

Source: History: Derived from Energy Information Administration(EIA), International Energy Annual 1993, DOE/EIA-2019(93) (Washington, DC, January 1995).

Projections: EIA, World Energy Projection System (1996).

산업 육성으로 기존 선진국 시장에 공격적 경영 전략만이 다음시대에 우리가 국제적 지도력과 경제적 우위를 확보하며 동시에 기술개발의 선도적 역할이 필요하다.

우리 나라는 인적 자원만이 가장 우수한 상태이고 나머지는 전부 뒤져있고 특히 자연 자원의 경우는 태부족인 상황임으로, 나아서 정보와 기술을 개발해서 가여만 선진국 진입이 가능해 질 것이고, 또 더 나아가서 선진국에서도 앞서가는 선진국 이어야만 차세대에는 윤택한 삶을 유지할 수 있을 것이다.

구체적으로 우리가 서둘러야 할 일들을 개략적으로 항목화해 보면,

1. 법적 및 시행 세칙의 완비.

Renewable Energy로 기존 화석 연료를 사용하는 모든 형태의 에너지를 대체할 수 있도록 해야 한다. 가령 태양 전지의 연구 및 개발을 위한 연구개발의 출연을 위해 화석연료의 생산,

판매 이용자들에게 세금을 부과하고 대체에너지의 연구 개발자에게 자금 지원을 통해 대체 에너지의 사용을 시장 확대까지 유인토록 해야할 것이다.

2. 교육을 통한 국민 인식의 증진과 참여의식 고양

지구 환경 문제의 인식과 대체 에너지의 연구 개발 방향과 그 실현 현황들을 교육 및 홍보로 초등학교 교과서부터 개선하여 전 국민의 이해와 스스로 적극 참여하도록 유도해야 할 것이다.

3. 실증 구현과 체험을 통한 실효성의 파급 및 장려

Pilot Plant와 Sample Town 등 실생활을 Renewable Energy로 대체할 수 있음을 보여주는 실증 실험 또는 직접 살아보는 Camping 훈련 또는 전시관에 참관하여 미래에 곧 나타날 주택(태양열, 태양광, 바이오 매스, 지열, 풍력, 조력, 파력 이용 주택)과 산업체의 변화 가능한 모습들을 파급시켜야 한다.

4. 난관의 역이용과 시련의 극복

정부는 현재 Depression 현상을 역이용, 과감한 투자로 미래에 바람직한 방향으로 에너지 이용과 공해 대책을 수립하고 수행하여 미래산업에 두드러지게 나타날 Renewable Energy개발 사업을 서둘러야 할 것이다. 가장 좋은 예로 이스라엘은 전 국민이 태양열 집열기를 지붕에 얹어서 온수기로 사용하고 있다. 미국은 태양 전지를 지붕에 부착하여 Air Conditioner와 가전제품들을 사용하고 남은 전기는 한전과 같은 전기회사에 되팔 수 있도록 되어 있어 태양전지와 풍력발전이 대 유행을 일으키고 있다. 일본의 경우 태양전지를 사용하는 사람은 그 가격의 반을 정부가 부담하고 있다.

이와 같은 정부 특혜는 멀리 보면 지구 환경의 부담을 미리 예금하는 조치로서 국민생활 개선과 교육에도 큰 파문을 일으키고 있다.

우리 나라는 늦은 감이 있으나, 현재와 같은 IMF가 오히려 고용창출과 Clean Energy 이용

보급에 적기가 아닌가 생각되고 멕시코의 에너지 전망에서 보듯이 우리도 미래의 화석연료의 의존도를 Renewable Energy의 의존도로 전환하는 것이 급선무임을 인식해야 할 것으로 본다.