

# 經濟 및 産業發展과 原子力發電의 役割



이 상 준  
한국전력공사 원자력안전실 부처장

1970년대 석유파동 이후 석유 대체에너지로서 각광을 받으면서 세계적으로 개발이 가속화되던 원자력발전사업이 1979년 미국 TMI 원전 사고와 1986년 소련 체르노빌원전 사고로 일부 국가에서는 국민투표를 통하여 원전을 폐지하기로 결정하는 등 원전 추진에 대한 논란이 일기도 하였으나, 1991년말 현재 전세계에서 운전중인 원자력발전소는 28개국의 421기에 달해 1979년 TMI 원전 사고 시보다 200여기나 증가하였으며, 설비용량은 1억2,260만kW에서 3억4,360만kW로 2.6배나 증가하는 등 원자력발전사업은 중단되지 않고 지속적으로 추진되고 있다.

## 서 언

그 결과 전세계 총전력생산량 중 원자력발전의 점유율이 1979년 7.

6%에서 현재 17%에 이르러 원자력발전은 전세계의 전력원으로서도 물론 에너지공급원으로서도 중요한 위치를 차지하고 있다.

석유 대체에너지원으로 개발되기 시작한 원자력발전이 현재 전세계에 공급하고 있는 전력량을 석유발전으로 환산하면 중동지역 석유생산량의 약 절반에 해당하고, 이만큼의 석유소비량 감소로 전세계 이산화탄소 방출량을 7% 정도 감소시키는 역할을 하고 있다.

우리나라의 경우 1978년 4월 최초의 원자력발전소인 고리원자력 1호기가 상업운전을 시작한 이래 운전기수가 꾸준히 증가하면서 만 14년동안 원자력발전소가 우리나라의 경제, 산업발전에 미친 영향은 국민 개개인이 직접 느끼기는 어렵겠지만 여러가지 경제지표로 산출해 볼 때 실로 막대하다.

가장 두드러진 것이 국내 전력생

산량의 절반 가량을 담당하여 국가 산업발전의 원동력을 제공한 것이며, 이에 따라 전력부문에서 뿐만 아니라 산업 전체에 걸쳐 석유의존도를 낮추어 수입석유량을 감소시킴으로써 국제수지개선에도 기여하였고, 1980년대 계속적인 물가상승에도 불구하고 전기요금을 안정화시키는데 크게 이바지한 것이다. 특히 전력부문에는 1977년 사상 최고인 89%를 상회하던 석유의존도를 1987년의 경우 원자력발전 비율이 53.1%를 차지하면서 국내 발전 사상 최저인 6.9%까지 낮추어 명실공히 1980년대 후반부터 석유 대체에너지로서의 중요한 역할을 담당하고 있다.

## 석유대체효과 연간 원유수입량의 1/5

국내 에너지 부존자원이 빈약한 우리나라에서 원자력발전의 역할 중에 가장 두드러진 것은 국내 에너지 공급구조에서 가장 큰 부분을 차지하고 전량을 수입하고 있는 석유에 대한 대체효과라고 할 수 있다.

1991년의 경우 국내에 가동중인 9기의 원전에서 생산한 전력량은 총 563억1,100만kWh로서 전체 발전량의 47.5%를 차지하였으며, 이 전력량을 석유발전으로 환산하면 약 8,300만배럴로서 1991년도 우리나라 총원유수입량인 3억9,950만배럴의 약 1/5에 해당한다.

1978년 고리원자력 1호기 가동 이래 1991년말까지 국내 원전에서 생산된 전력량은 총 3,175억kWh

〈표 1〉 국내 전력의 석유, 원자력 의존도 변화추이

(단위: %)

구 분	75	77	79	81	83	85	87	89	91
석 유	86.3	89.3	81.1	79.8	67.3	34.4	6.9	15.5	22.9
원자력	0	0.3	8.9	7.2	18.3	28.9	53.1	50.1	47.5

에 달하며, 이 전력량을 모두 석유 발전으로 환산하면 작년 우리나라 원유수입량보다 많은 약 4억7천만 배럴의 원유에 해당한다. 이만큼의 원유를 수입하는데 지출했어야 할 금액은 작년 우리나라 총석유수입액인 78억4,300만달러보다 많은 약 100억달러에 해당한다.

그러나 같은 기간동안 원자력발전소의 핵연료를 수입하는데 지출한 금액은 15억6천만달러에 불과했다.

### 전기요금의 안정화에 기여

발전원가가 저렴한 원자력발전이 본격적으로 가동되기 시작한 1980년대 초부터 각종 물가상승에도 불구하고 우리나라의 전기요금은 1982년 이후 1990년까지 9회에 걸쳐 무려 28.6%나 인하하였으며, 그동안의 소비자물가 상승률 51%를 고려하면 전기요금은 더 큰 인하효과가 있었다고 할 수 있다. 특히 1986년 이후 5년동안 집중적으로

25.7%나 인하하였으며, 같은 기간 동안 소비자물가는 30.2%나 상승하였다.

원자력발전은 건설비는 다소 비싸지만 일단 가동이 시작되면 연료비용 등 운영비용이 다른 발전원에 비해 월등히 저렴하기 때문에 경제적인 발전방식으로서 물가상승에도 불구하고 전기요금을 지속적으로 내릴 수 있게 하여 국가경제 발전 및 국민생활 향상에 기여하였고 수출업체의 국제경쟁력 확보에도 크게 공헌하였다.

장기전원개발 소요비용 확보 및 과소비부문에 대한 전력소비절약 유도를 위해 1991년 및 1992년 일부 분야에 대한 전기요금의 인상조정이 있었으나, 아직도 우리나라의 전기요금수준은 미국을 제외한 선진 각국 및 우리의 경쟁상대국인 臺灣 등에 비해 비교적 낮은 수준이다.

〈표 2〉 소비자물가 및 전기요금 변동추이

구 분	82	83	84	85	86	87	88	89	90	계
소비자물가 상승률(%)	7.0	3.4	2.3	2.5	2.8	3.0	7.1	5.7	8.6	51.0
전기요금 인하율(%)	0.7	3.3	-	-	2.8	7.6	7.6	7.0	3.7	28.6

### 에너지안보에 기여

#### 1. 에너지공급의 안정적 확보

세계 석유매장량의 66%를 차지하고 세계 석유생산량의 1/4 이상을 점유하고 있는 중동지역에서 1990년 발생한 걸프전쟁에서 실감하였듯이 요즘의 국제정세는 사상과 이념을 초월하여 경제이익을 최우선으로 하며 에너지수급의 안정적인 확보를 위해서는 모든 수단과 방법을 동원하고 있다.

이와 같은 국제정세 속에서 총소비에너지의 90% 이상을 수입에 의존하는 우리나라가 에너지안보(Energy Security)라고 할 수 있

〈표 3〉 종별 전기요금수준 국제비교

(단위: 원/ kWh)

종 별	한 국	臺 灣	日 本	프랑스	영 국	독 일	미 국
주택용	82.09 (100)	70.25 (86)	153.56 (187)	93.66 (114)	94.69 (115)	119.38 (145)	58.96 (72)
일반용	85.43 (100)	77.09 (90)	141.66 (166)	93.66 (110)	79.22 (93)	-	55.31 (65)
산업용	47.00 (100)	59.23 (126)	93.51 (199)	57.74 (123)	56.36 (120)	65.07 (138)	36.75 (78)
농사용	32.87 (100)	79.17 (241)	73.71 (224)	93.66 (285)	86.74 (264)	-	36.75 (112)
총 합	58.97 (100)	64.29 (109)	116.94 (198)	71.87 (122)	76.38 (130)	90.10 (153)	49.76 (84)

(주) 1. ( )는 한국 100 기준 비교수치  
2. 한국은 92년, 외국은 90년도 기준

〈표 4〉 총수입에너지의 국산, 수입비율 변화추이

(단위:천TOE)

구 분	65	70	75	80	85	90	91
총에너지	12,012	19,678	27,553	43,911	56,296	93,191	103,378
국 산 (비율 %)	10,480 (87.2)	10,333 (52.5)	11,397 (41.4)	11,622 (26.5)	13,393 (23.8)	11,298 (12.1)	9,097 (8.8)
수 입 (비율 %)	1,532 (12.8)	9,345 (47.5)	16,156 (58.6)	32,289 (73.5)	42,903 (76.2)	81,893 (87.9)	94,281 (91.2)

(주) 국산 : 무연탄, 수력, 신탄  
수입 : 유연탄, 석유, LNG, 우라늄

는 에너지의 안정적인 공급확보를 위해서는 우선 국내 소비에너지의 공급구조와 수입원을 다원화해야 한다.

제1차 경제개발 5개년계획(62~66)을 추진중이던 1965년 우리나라 총에너지소비량은 현재의 약 12%인 12,012천TOE(석유환산톤)로서 이 중 대부분인 87.2%를 국내에서 생산되는 무연탄, 수력, 신탄(장작 등 땔감) 등으로 공급하였다. 그러나 수차례의 경제개발 5개년계획을 성공적으로 수행하고 고도의 경제성장을 유지하기 위한 에너지수요는 급격히 증가하였다.

1978년 경우 총소비에너지의 69.

3%를 수입에너지에 의존하였는데 이들 중 대부분이 석유로서 정세가 불안한 중동지역에서 들여오고 있었다.

결국 1970년대 두 차례에 걸친 석유파동시 과도하게 석유에 의존하는 에너지 공급구조를 갖고 있던 우리나라는 갑작스런 수입원유가 가격 폭등으로 무역수지 악화, 소비자물가 상승(75년 25.3%, 80년 28.7%), 전기요금 인상(75년 60.7%, 80년 58.7%) 등을 초래하여 국내 경제는 막대한 타격을 입게 되었다.

이에 따라 에너지공급구조 다원화 및 탈석유전원정책의 일환으로

원자력발전소 건설을 지속적으로 추진한 결과 80년대 후반부터 원자력이 국내 총소비에너지의 10% 이상을 담당하게 되었다. 원자력이 총소비에너지의 14.5%를 차지한 1987년의 경우 석유의존도가 70년대 이후 최소인 43.7%까지 감소할 수 있었다. 그러나 그후 에너지소비증가율이 경제성장률을 앞서면서 연평균 10% 이상씩 증가한 결과 1991년 총소비에너지 중 석유가 차지하는 비중이 57.5%로 다시 증가하였으며 원유수입 지역별 의존도는 정세가 불안한 중동지역에 73.7%나 치우치게 되었다.

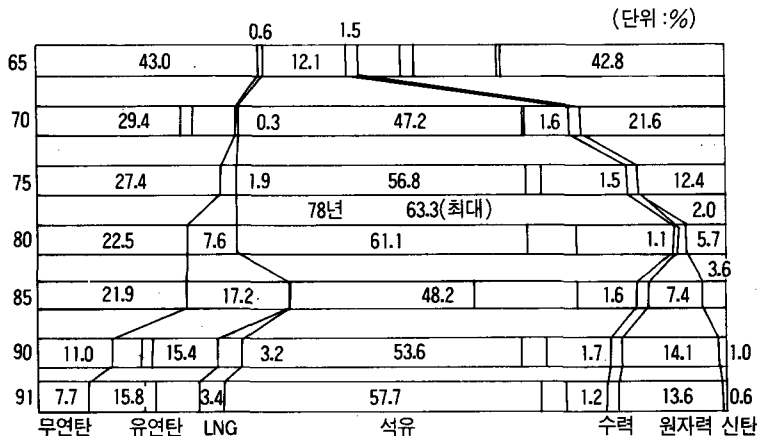
총소비에너지에서 석유의존도를 낮출 뿐만 아니라 국제정세변화에 따른 에너지공급 불안에 대비하고 에너지의 안정적 공급 즉 에너지안보를 확보하기 위해서 우리나라는 에너지원의 다원화와 탈석유전원정책의 일환으로 원자력발전사업을 지속적으로 추진해야 한다.

## 2. 에너지비축효과

원자력발전은 에너지밀도가 높아 소량의 연료로 장기간 전력생산이 가능하므로 소량의 비축으로 막대한 에너지비축효과가 있고 오랜 기간 외국의 의존없이 에너지를 안정적으로 공급할 수 있는 우수한 에너지공급방식이다.

석탄이나 석유발전의 경우 수개월분의 연료저장을 위해서 넓은 저장시설과 수송, 항만설비가 필요하지만, 원자력발전은 경수로의 경우 핵연료를 한 번 장전하면 1년 내지 1년반동안 핵연료교체 없이 전력생산이 가능하므로 그만큼의 에너지

〈표 5〉 에너지원별 점유율 변화추이



〈표 6〉 석유파동 전후 원유가 변동추이

(단위: 달러/ 배럴)

구 분	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89
가 격	1.73	2.54	10.54	12.23	17.00	34.12	28.77	26.67	16.93	15.81

(주) 1. FOB 기준  
2. 73년 1차 석유파동, 79년 2차 석유파동

〈표 7〉 경제성장률과 에너지소비증가율 비교

구 분	80~84	85~89	89	90	91
경제성장률(%)	6.1	10.4	6.8	9.0	8.6
총에너지소비 증가율(%)	4.3	8.9	8.4	14.1	10.9
에너지/ GNP 탄성치	0.75	0.86	1.24	1.57	1.27

〈표 8〉 원유수입 지역별 의존도  
(91년도 수입분 기준)

지 역	수입량 (천배럴)	의존도 (%)
중동지역	294,356	73.7
동남아	82,695	20.7
미주지역	16,701	4.2
아프리카	5,552	1.4
계	399,304	100.0

비축효과가 있다. 또한, 각 발전소 핵연료건물에 신연료 1년분을 보관할 수 있고, 한국핵연료주식회사에 국내 소요량의 6개월분(농축우라늄)을, 해외에 6개월분(우라늄정광)을 확보하고 있어 만약의 사태로 우라늄의 공급이 중단되더라도 장기간 전력생산이 가능하다.

### 3. 안정적인 연료공급

우라늄자원은 세계 전역에 고르

게 분포되어 있어 세계 에너지정세에 영향을 크게 받지 않으므로 비록 원료 전량을 수입에 의존하는 우리나라에서도 다른 에너지보다 안정적인 공급을 기대할 수 있다. 세계적인 현재의 재고분 및 동서간의 냉전분위기 완화에 따른 핵무기 해체 등에서 유입되는 물량 등을 고려할 때 앞으로 상당 기간 가격도 안정될 것으로 전망된다.

특히 원자력발전은 기술집약적 에너지로서 핵연료 연소도 향상 등 기술개발과 사용후핵연료를 재활용하는 고속증식로가 상용화되면 현재의 매장량만으로도 수천년간 사용이 가능하다.

### 관련산업 및 기술인력육성

원자력발전은 다른 발전방식과

〈표 9〉 100만kW급 발전소 1년 소요연료량 비교

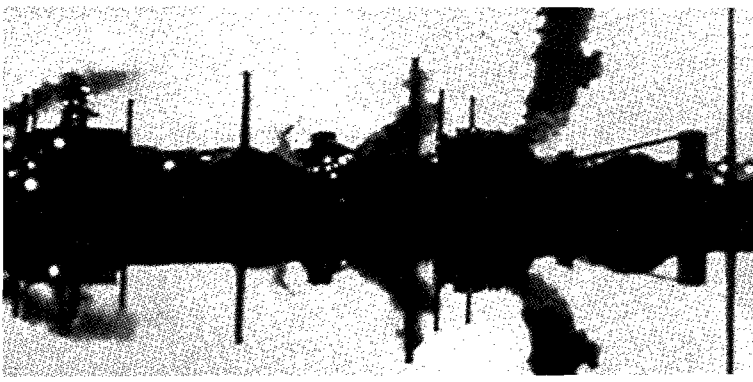
구 분	소 요 량	수 송	비 고
핵 연 료	26톤	10톤 트럭 3대	에너지비축효과가 큼
유 연 탄	220만톤	10만톤급 선박 22척	대용량의 수송, 항만 설비 및 저장시설 필요
중 유	940만배럴(150만톤)	10만톤급 선박 15척	

는 달리 전력생산에 우선하여 방사선으로부터 대중의 건강과 재산을 보호해야 한다는 관점에서 첨단기술을 총동원해 고도의 안전성을 유지해야 한다. 이러한 이유 때문에 원자력산업은 태동기부터 고도의 기술집약적 성격을 지니게 되었으며, 20여년의 사업추진과정에서 전기, 기계, 토목, 화학, 금속 등 각종 분야 관련산업의 발전에 기여하여 왔다.

국내 원자력산업 초기에는 국내 기술의 열세로 인하여 외국 주기기 공급자의 책임하에 건설토록 하는 방식을 취했으나, 고리원자력 3, 4호기부터는 한국전력공사가 사업을 관리하고 국내업체의 참여비율을 높여 기자재의 국산화 및 기술자립 등 국내 원자력산업 발전을 위한 노력을 기울여 왔으며, 현재 건설 중인 영광원자력 3, 4호기부터는 국내업체를 주계약자로 선정하여 체계적인 기술축적에 박차를 가하고 있다.

이와 같은 기술축적을 바탕으로 우리나라는 차세대원자로 개발을 1992년도에 착수하여 2001년까지 설계를 완료한다는 기술개발계획을 확정하여 21세기 선도기술개발사업(G7 프로젝트)의 일환으로 추진중에 있다. 이와 같은 국산화 및 연구개발 추진과정에서 원자력발전사업은 관련산업, 기술의 발전 및 육성에 크게 기여하고 있으며 관련분야의 기술인력 확보 및 양성에도 이바지하고 있다.

한편 1972년도 고리원자력 1호기 건설착수시 본격적인 품질보증제도를 도입하고 1984년 원자력품



질보증규정을 제정하는 등 체계적인 품질보증제도를 확립하여 원전 건설을 통한 관련업체들의 품질관리능력 향상 및 국제신뢰도 획득(Pre-Qualification)으로 기술경쟁력 확보에도 기여하였다.

## 지구환경보전에 기여

### 1. 지구환경논의 국제동향

최근 연화불화탄소에 의한 오존층의 파괴, 대기중 이산화탄소 농도증가로 인해 발생하는 온실효과와 기상이변, 황산화물과 질소산화물 등의 배출에 의한 산성비 등이 국제문제로 등장, 환경문제의 심각성과 함께 범세계적인 환경보호를 위한 협력의 필요성이 강조되고 있다. 특히 황소련의 붕괴와 동구권 정세변화 등으로 동서냉전체제가 완화된에 따라 전세계적으로 시장경제체제의 비중이 더욱 커지면서 국제경제측면에서도 지구환경문제는 그 중요성이 더욱 강조되고 있다.

황산화물과 질소산화물에 대해서는 탈황, 탈질설비 및 배출기준의 강화로 해결해 가고 있지만, 가장 문제가 되고 있는 것은 화석연료가 연소되는 한 반드시 발생하고 어

른 설비로도 방출을 제한하기 힘든 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)에 의한 온실효과이다. 대기중 이산화탄소의 농도는 산업혁명 이전 280ppm에서 현재는 화석연료 연소 등으로 350ppm 수준이 되었으며, 2030년경에는 산업혁명 이전의 2배 수준으로 높아질 것으로 전망된다. 현재와 같은 에너지소비현상이 계속된다면 21세기 중엽까지 온실효과의 증대로 대기온도가 1.5~4.5°C, 해수면은 20~140cm 정도 상승하여 기상변화는 물론 많은 인구밀집 저지대가 침수되는 등 지구 전체에 극심한 위기를 가져올 것이라고 전문가들은 예측하고 있다.

이와 같은 환경문제를 해결하기 위하여 1979년 유럽 주요국이 노르웨이 스톡홀름에 모여 황산화물, 질소산화물 등 국제적으로 이동가능성이 있는 오염물질 배출기준을 강화하는 조약을 체결하였다. 1988년 캐나다 토론토 정상회담 및 학술회의에서는 2005년까지 선진국이 중심이 되어 이산화탄소 발생량의 20%를 감축하기로 하고 이를 위해 에너지소비의 감축, 이산화탄소 발생량이 적은 연료로의 전환, 에너지효율의 향상, 신재생에너지 기술 개발, 원자력의 확대이용 등

을 권고하기로 결의하였으며 화석연료 사용에 비례하는 조립사업도 추진하기로 하였다. 1989년 3월 네덜란드 헤이그 환경정상회의에서는 유럽, 아프리카, 남미 등 세계 24개국의 지도자들이 지구환경의 피해가 날로 심각해지고 있다는데 인식을 같이 하고 이를 막기 위한 환경감시기구를 UN에 신설한다는 데 합의했다.

또한 전세계 53개국의 석학 100여명으로 구성된 로마클럽은 1991년도 발행된 「최초의 지구 대변혁(The First Global Evolution)」이라는 보고서에서 화석연료가 갖는 환경공해의 심각성을 경고하면서 원자력에 대한 종래의 유포적인 입장에서 벗어나 경제적, 환경적 측면에서 원자력을 지지하는 입장을 표명하였다. 마땅한 대체에너지가 없는 상태에서 환경보호와 에너지 문제 해결을 위해서는 현실적으로 핵분열에너지가 유일한 대안이라는 것이다.

올해는 6월1일부터 6월12일까지 브라질 리우데자네이루에서 유엔환경개발회의(UNCED, UN Conference on Environment and Development)가 개최되었다. 우리나라도 참가한 이 회의에서는 지구환경보전을 위한 국제적 의지를 표명하는 환경과 개발에 관한 「리우선언」과 이를 뒷받침하는 구체적인 실천계획 「의제 21」을 채택하였다.

이번 회의에서는 대기중 온난화 가스 농도를 더 이상 증가시키지 않고 기후변화의 악영향을 방지하기 위한 「유엔 기후변화협약」에 우리나라를 포함한 154개국이 서명하

〈표 10〉 연료원별 이산화탄소 발생량 비교

(1,000kcal 열량 기준)

구 분	석 탄	석 유	천연가스	원자력
발생량(m <sup>3</sup> )	0.18	0.153	0.015	0.0
비 율	100%	85%	58%	0.0%

였는데, 이 협약의 가장 큰 관심사항은 이산화탄소 등 온실가스의 배출량을 2000년까지 1990년도 수준으로 안정화시키는 목표로 정책을 추진해야 한다는 것으로, 석탄 및 석유 등 화석연료 의존도가 80%를 넘는 우리나라는 그 영향을 크게 받을 것으로 전망된다.

## 2. 한국의 환경문제

국내의 환경문제는 선진 각국에 비하여 심각한 편이나 그간 경제성장의 그늘에 가려져 오염방지 설비 투자가 저조하였다. 좁은 국토면적과 인구증가 및 경제성장으로 인한 도시화현상 등으로 이미 각종 공해물질에 의한 전국 주요 도시의 오염은 심각한 실정이나 경제성장을 계속해야 하는 개발도상국으로서 에너지의 사용을 피할 수 없어 환경오염원의 계속적인 증가요인을 안고 있다. 이와 같은 국내 상황의 특수성이나 세계적 환경보호압력 증가 등의 추세로 보아 환경문제는 가장 중요한 제약요인으로 등장할 것이다. 특히 국민소득이 6,000달러가 넘는 우리나라를 더 이상 개발도상국으로 보지 않으려는 세계적인 시각 때문에 선진국과 동일한 환경규제를 받아야 하면서 개발도상국에 주어지는 환경 관련기술 이전 및 재정지원 등의 특혜에서는

제외되는 이중의 불이익을 받을 우려가 있다.

## 3. 이산화탄소 방출감소에 기여

화석연료의 사용으로 지구상에는 현재 매년 약 200억톤의 이산화탄소가 방출되고 있으며 지구를 덥게 하는 온실효과 원인의 절반 이상을 이 이산화탄소가 제공하고 있다.

세계 총전력량의 17%를 담당하고 있는 원자력발전은 세계 총소비 에너지의 약 6%를 공급하고 있으며 이 전력량은 석유발전으로 환산하면 연간 약 30억배럴에 해당하는 양으로서 중동지역 석유생산량의 절반에 해당한다.

이와 같은 현재 세계의 원자력 발전을 모두 석탄화력으로 환산하면 연간 약 18억톤의 이산화탄소 방출량에 해당하며 이만큼 지구온실효과 감소에 기여하고 있다. 전세계에서 가장 높은 원자력발전 점유율인 73%를 차지하고 있는 프랑스는 원자력발전의 증가로 화력발전량을 획기적으로 감소시켜 전력생산에 의한 이산화탄소 방출량을 1980년부터 1987년까지 80%나 감소시킬 수 있었다.

## 결 언

에너지 공급구조의 다원화를 위

해서 원자력발전소만을 지을 수는 없겠지만 앞으로 더욱 빈번히 닥쳐올 석유파동에 의한 에너지위기를 극복하고, 온난효과를 산성비를 방지하고 환경을 보전하기 위해서는 다양한 목적으로 값지게 쓸 수 있는 화석연료의 사용을 적극 억제하고 비화석에너지인 원자력이나 재생에너지의 이용을 확대하는 것이 매우 바람직하다.

그러나 재생에너지는 지리적, 지형적 특성이 이용에 적합해야 할 뿐만 아니라 원자력에 비해 이용 가능한 에너지밀도가 적으며 현재로서는 단위용량이 적고 경제성에 있어서 경쟁이 되지 않으므로 향후 수십년 내에 대규모 에너지공급원으로서의 사용은 매우 어렵다고 판단된다. 바로 이러한 점에서 원자력이 현재로서는 에너지위기를 극복하고 지구환경보전을 가능케 하는 최선의 대체에너지원이라고 할 수 있다.

화석연료의 사용으로 인한 지구 온실효과와 각종 유해가스 배출로 인한 환경파괴가 지구 전반에 걸친 문제로 부각됨에 따라 대기나 토양, 수질을 오염시키지 않고 소량의 연료로 장기간 전력생산이 가능한 원자력발전에 대한 각국의 인식이 새로워지고 있어 원자력발전사업은 안전성과 경제성을 더욱 향상시킨 차세대원자로 개발 등을 통하여 더욱 활발하게 추진될 전망이며 이에 따라 우리 인류의 번영과 발전에 더욱 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.■

〈표 11〉 지구온난화가스의 온난화 기여도

구 분	이산화탄소	메 탄	질소산화물	프레온가스	기타(오존층 등)
90년 배출량 (백만톤)	26,000	300	6	0.9	-
온난화 기여도 (%)	61	15	4	11	9