

# 2000年代 原子力展望 및 對處方案

The Prospects and the Countermeasure  
for Nuclear Power Industry in the 2000s

(上)

丁奎昶

動力資源部 原子力發電課長

## I. 머리말

본 자료는 아주대학교 부설 “에너지문제연구소”에 의뢰하여 수행한 “2000년대 원자력 전망 및 대처방안 수립에 관한 연구”의 최종보고서 내용중, 많은 사람들이 관심을 가지고 있는 사항들에 대한 주요 내용을 요약, 정리한 것으로서, 본 연구는 원자력 발전에 대한 객관적인 평가와 21세기 우리나라 전력 에너지 수요와 공급 문제를 어떻게 풀어나가야 할 것인가에 대해 관련분야 석학들의 지혜를 토대로 국민들의 여론이 최대한 수렴된 현실적인 방안을 모색하기 위해 수행되었다.

앞으로 계속하여 늘어날 것으로 예상되는 우리나라의 전력 수요를 충족시키기 위해서는 발전설비 또한 지속적으로 확충해 나가야 하는 것이 우리의 현실이다. 그러나 최근 원자력 발전에 대해 다양한 의견들이 제기되고 있어서 원자력발전소 건설을 계속해 나가야 할 것인가에 대해 원점에서부터 객관적인 입장에서 검토할 필요가 요구되었다. 그리고 이러한 객관적인 검토

결과에 따라 원자력발전소 건설을 앞으로도 계속 추진할 수밖에 없다는 결론이 날 경우, 향후 원전사업을 추진함에 있어 개선 보완해야 할 사항은 무엇이며, 어떤 방향으로 추진하여야 할 것인가에 대하여 연구할 필요성이 대두되었다.

아울러 이러한 연구, 검토는 특정분야 전문가들만이 아닌 관련된 모든 분야의 전문가들에 의해 다각적인 측면에서 엄정하고 객관성 있게 진행되어야 하고 최대한의 여론이 수렴되어 반영된 연구결론이어야 하므로, 이 같은 정책과제를 원전사업을 직접 추진하고 있는 한국전력공사나 업무상 관련된 기관이 수행할 경우 엄정하고 객관성 있는 연구를 보장할 수 없다는 판단에 따라 독자적인 연구를 수행할 수 있는 대학부설연구소에 연구를 의뢰하였던 것이다.

앞에서 언급한 바와 같이 본 정책연구 과제의 특성을 살리기 위해 연구를 위탁받은 아주대학교는 국내의 학계, 연구계, 산업계에서 경제 및 기술분야의 전문가로 활동하고 있는 11개 기관, 26명의 인사들로 핵심 연구진을 편성하고 그 외에도 사계의 권위자 20여명을 연구 자문위원으

로 위촉하여 본 연구가 명실상부하게 객관적이고 최대한의 여론수렴 과정을 거쳐 진행되도록 하였다.

뿐만 아니라 각계의 다양한 여론을 수렴하고 이를 연구결과에 반영키 위해 토론회, 연구발표회, 여론조사, 자문위원회의 등을 개최하는 등 여러 과정을 거치면서 1년여에 걸쳐 수행된 본 연구결과는 3,500여 페이지에 달하는 방대한 양의 보고서로 발간된 바, 그 주요내용을 발췌, 요약하여 소개하고자 한다.

## II. 원자력 정책과제 연구 수행 배경

### 1. 원자력발전의 역할

에너지 부존자원이 빈약한 우리나라로서는 70년대 두 차례에 걸친 국제 석유파동으로 심각한 에너지 위기를 경험한 바 있으며, 이에 효율적으로 대처하기 위하여 에너지 원의 다변화, 즉 탈석유 전원정책을 추진하기에 이르렀다. 이와 더불어 70년대 초 경제개발의 본격적 추진으로 긴급히 늘어나는 전력수요에의 효율적 대처가 중요하였던 바, 국내 자본시장이 취약하여 해외로부터의 차관도입과 선진국의 원자력 수출정책에 연계, 원자력발전소의 건설이 태동되게 되었다.

발전단가가 저렴하여 전기요금 인하와 에너지 원의 다변화에 따라 안정적인 전력공급에 기여하게 된 원전사업의 추진은 정부의 강력한 정책적 뒷받침하에 성장을 거듭한 결과, '88년말 현재 원전의 발전량 및 설비용량은 각각 401억kWh (46.9%), 6,666MWe (33.3%)를 차지하는 주요 에너지 원으로 성장하게 되었다.

또한 원전의 평균 이용률은 세계 선진국 수준에 도달하였으며, 특히 '85. 4 ~ '86. 3까지의 월성 1호기 이용률은 98.4%로서 동기간 동안

(표 1) 발전소 연료소비량 및 수송량  
(100만 kWe기준)

구분	연료소요량	수송
핵연료	25톤	25톤 트럭 1대 (1회 해상수송 or 공수)
유연탄	220 만톤	10만톤급 선박, 22척 (연중 수송관리 노력필수)
B.C유	140 만톤	20만톤급 유도선 7척 (연중 수송관리 노력필수)

전세계 원전중 이용률 1위를 기록한 바도 있다.

80년대 이후 원전은 급속히 성장하여 전력의 안전공급과 저렴한 발전단가에 힘입은 전기요금의 인하로 국내 경제성장에 크게 이바지하였으며, 에너지 부존자원이 빈약한 우리나라의 경제여건으로서는 고부가가치의 첨단기술산업인 원자력이야말로 미래의 주종 에너지 (전력설비의 약 40%)로서, 유연탄발전과 함께 우리나라 동력의 쌍두마차로서 급증하는 전력수요에 대처할 주종 전력원으로서의 위치를 확고히 할 것으로 전망된다.

또한 원전은 기술집약적 산업으로서 자원이 부족한 대신 유능한 기술인력을 확보한 우리나라 실정에서는 국제수지나 고용창출 측면에서 타 발전원에 비해 훨씬 유리하다.

### 2. 중장기 원자력 정책의 수립 및 추진 필요성

원자력의 개발을 추진한지 30년, 원전 건설이 태동된지 20년이 된 현시점에서 그간의 원전개발 정책의 추이를 살펴 보면, 기초기술 습득과 인재양성 및 발전로 도입을 주목적으로 했던 도입단계 ('56~'70)와 원전 기술의 축적 및 경험, 국산화율 제고, 경제적이고 안정적인 전력공급을 최우선 과제로 삼았던 실용화 단계 ('70~'87)를 지나, 이제는 독자적인 원전 건설과 신기술 개발 및 국제협력을 강화해 나가야 하는 산업화

단계('87~ )에 이르게 되었다.

따라서 원자력사업 초기의 환경에 비하여 산업화 단계에 접어든 현재에는 제반 여건이 많이 변모하였으며, 원전 산업의 규모도 확대되었고 타관련산업의 기술 및 생산능력도 제고되었으므로 각 분야별로 나누어져 사업을 추진하던 형태에서 탈피하여, 모든 분야가 상호 연계된 종합적이고 일관성 있는 중장기 종합대책을 수립, 추진하여야 함은 물론 민주화, 개방화 등 사회환경 여건 변화를 감안하여 이에 대한 국민합의와 이해기반 구축이 절실히 요청되고 있다고 하겠다.

### 3. 원자력 정책의 목표

원전 추진전략은 고안전도의 개량 신형로 개념을 감안한 노형 전략과 핵연료 주기전략, 안전성 고도화 대책 및 국제협력 차원의 바탕위에서 효율적이고 체계적인 원전 개발의 방향 제시가 요구된다 하겠다. 아울러 원전산업의 성장에 따라 지금까지의 건설 위주에서 탈피하여 미래 지향적인 장기 종합전략의 수립 및 추진이 필요하며 안전하고 경제적인 국산 에너지 원으로서 21세기를 향한 국민 에너지로 승화시키기 위해 원전의 기술을 발전시켜 나가야 함은 물론, 이를 기반으로 한 기술개발 및 정책적인 투자를 통하여 핵융합 에너지와 같은 풍부하고 안전하며 공해가 없는 에너지 확보로 이어지도록 해야 할 것이다.

이를 위해 후속 원전은 설계·제작에서 건설·운영까지 완전 국내주도 추진체계를 완비하고 국민합의를 바탕으로 한 건전한 원전 추진계획을 수립하여 시행토록 하며, 지역난방과 수소 에너지의 생산 등 기타 원자력 이용분야도 확대하여 국가 에너지 자립에 기여토록 하여야 하겠다. 또한 첨단집약의 고부가가치 원전 기술을 타 산업에 전파하여 우리나라의 산업 전반에 대한 기술수준 향상에도 이바지하여야 할 것이다.

## Ⅲ. 중장기 에너지 수급 및 전망

### 1. 에너지 부존자원의 편재

불확실성의 시대로 불리는 오늘날, 에너지 자원의 편재현상과 보유량의 한계로 우리나라와 같은 자원 수입국의 경우 항시 공급 불안정 요소를 안고 있는 상황이다.

지역별 에너지 부존량을 살펴 보면 아시아 공산권에 세계 석탄 매장량의 50%, 중동 북아프리카 지역에 석유 확인 매장량의 60%, 천연 가스 확인 매장량은 동구 소련지역에 42%, 중동 북아프리카 지역에 26%, 우라늄 확인 매장량은 북미지역과 남아프리카 지역에 각각 20%씩, 기타 태평양 연안 선진국·동구·소련지역 및 아시아 공산권에 각각 15%씩 매장되어 있는 것으로 추정되어 에너지 원별로 지역적 편재현상이 뚜렷이 나타나고 있다.

한편 세계 에너지 원별 가채 연수는 석유 35년, 천연 가스 57년, 석탄 226년으로 추정되며, 우리나라 에너지 공급은 극히 일부의 무연탄을 제외하고는 전량을 해외로부터 수입에 의존하고 있다.

최근 에너지 수급여건과 관련한 세계적인 동향을 살펴보면

- ① 20세기까지는 석유가 주원료원으로 사용될 것이 예상되며,
- ② 현재의 석유대체 연료로 천연 가스가 가장 각광을 받고 있고
- ③ 에너지 이용효율 향상으로 석유와 타 에너지 자원의 소요량을 감소시키고 있으며
- ④ 석탄수요가 전세계적으로 확산되고 있고
- ⑤ 원자력 에너지에 의한 석유대체 노력이 전세계적으로 추진되고 있으나 불확실한 미래에 직면하고 있으며
- ⑥ 신재생 에너지가 현재로는 비록 제한적인

면이 있으나 미래 에너지로서 각광을 받을 것으로 예상된다.

## 2. 에너지 원별 수요 추이

세계 각국의 전력공급원 구성을 살펴 보면 수력 등 자원이 풍부한 일부 국가를 제외하고 화력의 비중이 60~70%로 가장 높으며 다음이 원자력, 수력의 순으로 나타나고 있다. 특히 원자력의 비중은 계속 높아가는 추세에 있으나 TMI 및 체르노빌 사고의 영향으로 많은 국가에서 취소 또는 연기되고 있어 원전 개발전망은 조정단계에 있다. 그러나 앞으로 2천년대에는 원전설비가 계속 증가추세를 보일 것으로 전망된다.

최근 발표된 미국 에너지 정보센터(EIA)의 자유세계 제1차 에너지 수요전망(안)에 따르면 자유세계 1차 에너지 소비는 1986~2000년 기간중 연간 1.5~2.2%씩 증가될 것으로 전망된다. 에너지 원별로 보면 석유는 계속 중요한 에너지 원으로 존재하지만 그 상대적 중요도는 계속 감소되어 총 에너지 소비중 석유가 차지하는 비중은 1986년 47%에서 2000년에는 39~40%로 떨어질 전망이다. 천연 가스, 석탄, 원자력 등은 2000년까지 계속 그 비중이 늘어날 전망이다.

선진국의 부분별 1차 에너지 수요전망을 살펴 보면 에너지 수요의 전력화를 상승에 따라 전력용 에너지 수요가 가장 빠른 증가세를 보일 것으로 예상되며 민수용, 상업용과 산업용 에너지는 완만한 증가세를 보이는 반면 운송용 에너지는 거의 일정수준으로 유지될 전망이다.

한편, 국내의 경우를 보면 1차 에너지 원별 수요 구성비를 '87년 현재 우리나라 에너지 원중 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 석유와 전원 구성비율중 상당한 부분을 차지할 유연탄, 원자력이 2030년에는 각각 40.8%, 33.4%, 17.5%로 예상되며 LNG는 환경문제의 고려로 인하여 산업부분 수요증가를 예상하여 '88~2010년 기간에는 연평균 5%, 2011~2030년에는 연

평균 3.7%의 높은 성장이 예상된다. 아울러 무연탄은 국민소득의 증가로 수요가 지속적으로 감소될 것으로 예상되며, 무연탄을 이용한 신기술이 개발되지 않는 한 수요의 감소는 필연적이다.

또한 최종 에너지의 수요전망을 구성비면에서 살펴보면 전력과 가스, 신·재생 에너지의 비중은 지속적으로 증대되는 반면, 무연탄은 대폭적으로 감소되며 석유와 유연탄 수요는 일정수준으로 유지될 것으로 전망된다.

## 3. 각국의 에너지 정책 동향

'86년을 고비로 국제 에너지 시장은 주로 시장 수급원리에 의해 형성되고 있다. 이 추세는 장기화할 가능성이 높으며, 이 같은 여건 하에서 주요 선진국은 자국내 에너지 시장을 경쟁적으로 재편하는 한편, 위기에 대비한 공급 안정성 확보를 주요 에너지 정책으로 다루고 있다. 따라서 에너지 시장의 경쟁을 유도키 위해 경쟁제한제도의 폐기 또는 완화로 경쟁 기능을 보완하는 정부 역할을 강화하고 있고, 에너지 공급의 안정확보를 위해 석유공급량 확보대책으로서 석유비축 확보와 위기시 응통계획을 수립하는 한편 석유의 자주적 개발, 구입선의 다변화를 꾀하며, 석유생산국과의 협력을 강화하고 있다. 특히, 석유 소비관리대책으로서는 에너지 절약, 대체 에너지 개발과 이용의 확대를 서두르고 있다.

따라서 전력 에너지는 효율성, 다양성, 편리성이라는 장점으로 인해 선·후진국을 막론하고 전력 비중을 늘려가는 추세이며 발전원으로는 원자력과 유연탄이 가장 선호도가 높다.

1988년말 현재 세계 원자력발전소의 규모는 운전중 420기(3억2616만8천kW), 건설중 118기(1억692만kW), 계획중 88기(9614만kW)로 합계 626기(5억2372만1천kW)이다. 1966년의 운전중인 발전소 67기(967만4040kW)에 비해 22

년간 용량면에서 33.7배의 성장을 기록하였으며 특히 미국의 경우 처음으로 원전 설비용량이 1 억kW를 넘어 “100기 1억kW” 시대를 맞이하였다.

전세계 총발전량 중 원자력 발전의 점유율은 16%를 차지하고 있으며 점유율이 50~70%인 국가가 3개국, 25~50%인 국가가 9개국에 달하고 있으며 각국의 원전 설비는 60~80% 정도의 이용률을 나타내고 있다.

#### 4. 에너지와 환경

에너지는 인류문명의 발달과 함께 양적·질적으로 꾸준히 성장하여 왔다. 따라서 에너지 공급의 제약은 발전하는 경제 및 사회생활에 부정적 영향을 미친다는 것을 두번의 석유파동에서 피부에 와닿는 불안한 경험을 체득한 바 있다. 아울러 에너지 사용에 따르는 갖가지 부작용 또한 심각하여 전세계적인 논란의 대상이 되고 있는 주로 화석연료로 부터 발생하는 산성비, 지구의 온실효과 및 기타 각종 공해 등으로부터 오는 자연환경의 파괴 등은 인류의 생존마저도 위협하고 있는 실정이다. 또한 일단 파괴된 환경의 복구는 원상대로의 회복이 불가능하거나 몇배 혹은 몇십배의 노력과 비용이 들어간다.

80년대 이후 지구환경문제에 대한 대책수립이 세계적으로 꾸준히 논의되어 오던중 급기야 구미에서는 SOx, NOx 등 국제적으로 이동 가능성이 있는 오염물질을 억제하기 위해 서독, 프랑스 등 유럽의 주요 국가간에 조약이 체결되는가 하면 이미 선진국에서는 1990년대까지 공해 및 오염물질을 일정한 양으로 낮추는 것을 목표로 대책을 수립하여 시행중에 있다.

특히 지구 온실효과를 가져 온다고 알려진 탄산 가스(CO<sub>2</sub>)의 경우 현재의 추세대로 21세기 중반까지 계속되면 세계의 평균기온이 1.5~4.5℃, 해면은 30~150cm 정도 수위가 상승할 가능성이 있어 장차 지구 전체에 위기가 닥쳐 오리

(표 2) 서울의 대기오염현황 (1988)

구 분	서울연평균	대기환경기준
SOx	0.088 PPM	0.05PPM
NOx	0.033 PPM	0.05PPM
분 진	175mg/m <sup>3</sup>	150mg/m <sup>3</sup>

라고 경고하고 있으며, 1983년 미국의 과학 아카데미는 환경보전중 탄산 가스 증가의 위험을 경고하여 세계적으로 큰 반응을 불러 일으킨 바 있다.

1984년에는 UN 환경특별위원회가 설립되었고 1988년 캐나다 “토론토”에서 개최된 정상회담 및 학술회의에서 2005년까지 선진국 위주로 화석연료에 의한 CO<sub>2</sub> 발생량의 20% 감소를 결의하였으며 1990년경에는 이에 대한 구체적인 실천계획이 확정될 것으로 보인다. 또한 유럽, 아프리카, 남미 등 24개국의 지도자들이 참석한 가운데 1989년 3월 “헤이그”에서 개최된 환경정상회담결과 UN 산하에 환경감시기구를 신설한다는 데 합의한 바 있다.

또한 1989년 5월 아프리카 나이로비에서 WHO, UNEP 주최로 열린 “기후변동에 관한 정부간 회의”에서는 CO<sub>2</sub> 문제에 대하여 선진국 뿐만 아니라 후진국에서도 공동노력이 필요함에 인식을 같이하고 작업 팀이 구성되어 1990년말 경에는 세부 실천방안을 확정할 것으로 예상되고 있다.

국내 환경문제로서는 1963년 공해방지법, 1977년의 환경보전법 등의 제정으로 환경보호 노력을 해 왔으나 경제성장의 뒷전에 밀려 과거 10년간 공장의 오염방지를 위한 설비투자가 전체 시설투자비의 0.4%, 전체 GNP의 0.03~0.04%에 불과하여 선진국의 GNP 대비 0.5~2.0%에 비해 현저히 낮은 수준으로 그간 국내 환경보전정책의 문제점을 알 수 있다고 하겠다.

(다음 호에 계속)