

## 주요국의 원자력이용개발 정책동향 분석

### An Analysis on Policy Trends of the Use and Development of Nuclear Power in Nuclear. Advanced Countries

차 종 회\*, 조 흥 곤\*\*, 양 맹 호\*\*\*

#### <目 次>

I. 서론	IV. 결론
II. 주요국의 원자력이용개발 정책 분석	참고문헌
III. 우리나라의 원자력이용개발 정책	

#### <Abstract>

The policy trends of use and the development of nuclear power in the United States, France, United Kingdom, Germany, Russia, China, Japan and Korea are briefly investigated. Nuclear power technology has been developed as the national policy in the nuclear-advanced countries.

50 years has passed since the declaration of "Atoms for Peace" by USA President Eisenhower in December 1953. Recently, it appears to revitalize the nuclear power program in world major countries in order to recover the shortage of electric power and to curb the excess emission of carbon dioxide as well as to secure competitiveness in electricity markets.

Advanced countries are making new initiatives for the development of the fourth generation nuclear power system. Furthermore, wide-ranged use and development of nuclear power technologies are expected in district heating in commercial sectors, power in the space exploration, and propulsion power of large tankers and spaceships. High temperature gas cooled nuclear power reactor will be applied for mass production of hydrogen energy in the future.

Key words : 원자력발전, 정책, 핵연료, 핵연료주기기술, 방사성폐기물, 원자력 수소

\* 한국과학기술정보연구원 전문연구위원, E-mail : ex-jhcha@kisti.re.kr

\*\* 한국과학기술정보연구원 책임연구원, E-mail : chohg@kisti.re.kr

\*\*\* 한국원자력연구소 책임연구원, E-mail : mhyang@kkaeri.re.kr

## I. 서론

제2차 세계대전 직전에 인류는 우라늄 원자핵의 분열이 엄청난 에너지의 방출을 가져온다는 사실을 알게 되고, 세계 강대국들의 원자력 개발은 먼저 군사적 응용에 주력하였다.

한편 1940년대 말부터 원자력의 평화적 이용에 대한 연구 개발이 추진되어, 1951년 미국은 고속중성자를 사용하여 처음으로 100kW 전기출력의 터빈발전기를 구동시켰다. 이 원자로로는 고농축우라늄의 연료와 지르코늄으로 만든 피복재를 사용하였는데 이 설계는 미국 핵연료 설계의 기본이 되었다. 그 후 미국은 잠수함의 동력원으로 경수(輕水)감속·냉각의 가압수형 원자로를 개발하여 1952년 핵잠수함 노틸러스(Nautilus)호에 사용하였다. 이 무렵 구소련도 1954년 6월에 5MW 전기출력의 발전용 원자로를 개발하는데 성공하였다.

미국의 아이젠하워 대통령은 국내적으로 원자력에 관한 정보의 정부 독점을 풀고, 국제적으로 원자력 이용에 관한 세계 각국간의 국제협력을 가능하게 하는 “평화를 위한 원자력(Atoms for Peace)”을 1953년 12월에 제안하였다. 이로써 원자력의 평화적 이용에 관한 기술이 개발되고, 원자력이용에 관한 국제협력이 가능하게 되었다. 1954년 12월, UN 총회에서는 원자력이용을 촉진하기 위하여 “국제원자력기구(IAEA: International Atomic Energy Agency)”의 설립이 제안되어 1957년 10월 1일, 국제원자력기구의 제1회 총회가 오스트리아 비엔나에서 개최되었다.

그동안 원자력발전은 전력의 안정공급에 크게 기여하여 왔고 석유 대체에너지로서 역할을 해왔으며 세계적으로 우려하고 있는 지구온난화의 주요 인자인

이산화탄소 무방출 에너지로서 역할이 또한 기대되고 있다. 특히 수소생산을 위한 원자로 개발이 추진되고 있어 탈석유의존에서 원자력발전의 역할 크게 기대되고 있다.

이와 함께 원자력발전 이용국이 증가하면서 세계적으로 원자력발전에서 안전성과 경제성의 혁신이 요구되고 있으며 자원의 이용 극대화를 위한 지속가능한 개념의 도입도 중요해지고 있다. 반면에 원자력 이용이 확대되면서 핵확산에 대한 우려도 증가하여 원자력의 평화적 이용에 제약이 되어 왔다. 이러한 측면에서 핵확산저항성이 있는 원자력시스템 개념을 도입하는 제4세대 원전이 국제적인 공동노력으로 개발도 추진 중이다. 제4세대 원전은 2030년을 전후로 세계 원전시장에 도입될 것으로 전망되며 원자력 이용확대에 기여할 것으로 전망되어 선진국들은 원자력 시장 주도권 확보를 위하여 경쟁이 치열해지고 있다.

본고에서는 원자력의 평화적 이용에 입각하여, 원자력에 크게 의존하고 있는 미국, 프랑스, 영국, 독일, 러시아, 중국, 일본 등 주요 원자력 기술 선진국들의 원자력정책을 원자력발전의 측면에서 분석하고, 그 결과와 우리나라의 현황을 비교하여 문제점을 지적해 보고자 한다.

## II. 주요국의 원자력발전 정책 분석

### 1. 미국의 원자력발전 정책

미국은 1953년 아이젠하워 대통령에 의해 원자력의 평화적 이용 정책이 공표되면서, 미국원자력위원회는 1960년 2월, 원자력개발 10개년계획을 발표하고, 원자력발전소의 설계·건설을 지원하였다. 이는 원자

력을 통한 에너지 확보와 원전사업을 적극 육성하여 세계시장에서의 미국의 주도권을 목적으로 하였다.

미국에서 잠수함의 추진동력으로 개발된 가압수형 경수로(PWR; Pressureized Water Reactor)를 미국 웨스팅하우스(Westinghouse)사가 주관하여 미국 최초의 원자력발전소가 Shippingport에 건설되어 1957년 12월부터 전기출력 60MW로 운전이 개시되었다. 또 다른 경수로인 비등수형 경수로(BWR, Boiling Water Reactor)를 보락스(BORAX)라는 실험로를 거쳐 개발하여, 이를 GE(General Electric)사로 하여금 주관토록 하여 1957년에 전기출력 5MW의 발전시설을 완성시켰고, 1861년 180MW 전기출력의 원자력발전소를 드레스덴(Dresden)에 건설, 상업발전을 개시하였다. 세계 최초의 실험적 원자력발전은 1951년 12월 20일 미국의 고속실험로인 EBR-1(전기출력 100kW)에서 이루어졌다.

1951년부터 1985년까지 미국 연방정부는 약 150억 달러를 투입하여 미국의 상업용 원자력발전소의 주류가 되어 있는 경수로의 개발을 지원해 왔다. 2002년 12월 말 시점에서 미국에서 운전 중인 원자력발전소는 104기, 합계출력 99,075MWe로서 세계 제1위의 규모이나, 건설 중이거나 계획 중인 발전소는 없다. 신규 발전소는 1996년 5월에 운전 개시한 TVA개발공사의 Watts Bar(PWR, 1,158MWe) 원자력발전소를 마지막으로 발주가 두절되고 있다. 이것은 전력수요의 저하, 경제성장의 둔화, 전력회사의 재정악화에 겹쳐 TMI-2 원전사고, 체르노빌 원전사고 등을 원인으로 보고 있다. 그러나 그 후로도 미국은 원자력발전의 선택을 포기한 것은 아니며, 1985 회계연도 이후 연방정부는 안전성과 경제성을 보다 향상시킨 차세대 신형 경수로의 개발을 지원하고 있고, 1993년 전력 16개사 중 GE사 및 웨스팅하우스사는 2종류의 새로

운 설계의 원자로에 대해 엔지니어링 계약을 체결하였다.

1993년에 발족한 클린턴 정권은 에너지정책에 있어 원자력을 중요시하지 않고 재생가능 에너지개발에 관심을 두었기 때문에 원자력개발 예산은 대폭 삭감되었다. 그 영향을 받아 1995년에는 신형 액체 금속로의 개발이, 1996년에는 헬륨 냉각로의 개발이 전면적으로 중단되고, 신형 경수로 개발에 대한 정부 조성금도 1998년에 중지되었다. 1992년 에너지정책법이 성립되고, 연방에너지규제위원회는 1996년에 “Order 888”을 발표함으로써 전력사업의 재편이 가속화되었으며, 2001년 1월에는 23개 주와 컬럼비아 특별지구에서 전력사업의 재편을 위한 법률이 제정되었다. 규제완화에 의한 전력사업 재편 중 원자력발전소의 통합과 매매도 활발하게 진행되었다. 그 결과 엑셀론(Exelon)사, 엔터지 뉴클리어(Entergy Nuclear)사, 도미니온 에너지(Dominion Energy)사, 및 뉴클리어 매니지먼트(Nuclear Management)사 등 대형 전력회사가 탄생하였다.

대통령의 자문기관인 과학기술자문위원회는 1997년 11월, 에너지분야의 장래 수요에 대응하기 위해서 원자력기술을 유지·향상시키는 것이 필요하다는 국가전략을 정리하고 대통령에게 보고하였다. 이 보고에 의해 미국에너지부(DOE)는 원자력연구 이니셔티브제도를 창설하였다. 이 제도는 원자력발전과 관련하여 핵확산이 어려운 원자로의 개발, 효율이 높은 새로운 원자로의 설계, 저출력의 신형 발전로의 설계 등을 연구과제로 추진하고 있다.

DOE의 원자력과학기술국은 2001년 2월 13일에 제 4세대 원자로에 관한 신기술정보를 모집하였는데, 제 4세대 원자로라 함은 DOE가 2030년경 실용화를 목표로 제창한 차세대 원자로이다. 제 4세대 원자로는

로의 효율적 이용, 핵폐기물의 최소화, 핵확산 저항의 확보 등 에너지원으로서 지속가능성, 노심손상 빈도의 비약적 저하와 부지외의 비상시 대응의 필요성 배제 등 안전성과 신뢰성의 향상 및 타 에너지원과 결합할 수 있는 높은 경제성의 세 항목을 목표로 하고 있다. 이 계획을 국제적 규모로 추진하기 위해 미국, 한국, 영국, 일본, 남아프리카, 프랑스, 캐나다, 브라질, 아르헨티나의 9개국이 2001년 7월에 제4세대 국제포럼을 조직하였다.

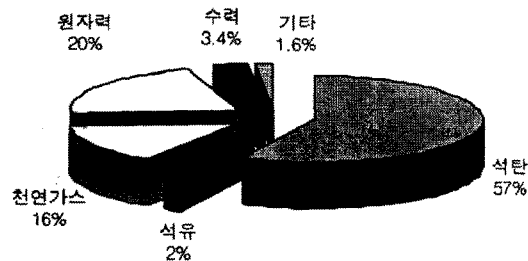
2001년 1월에 취임한 부시 대통령은 그해 5월 17일, 원자력발전을 주축으로 한 포괄적인 에너지정책을 발표하고, 깨끗하고 공급면에서 제약이 없는 원자력발전을 확대해야 한다고 강조하였다. 원자력발전과 관련하여, 국가에너지정책 보고서는 가동 중인 원자력발전소의 설비이용률을 2000년의 실적에서 2% 정도 높여 92%로 개선하는 것만으로도 신규로 2,000MWe의 원자력발전소를 건설하는 것에 상당한다고 지적하였다. 또 여러 가지 방법으로 가동 중인 원자력발전소의 정격출력을 높이는 것이 약 12,000MWe의 설비용량의 확대에 상당한다고 생각하고 있다. NRC가 2001년 7월에 발표한 보고서에 의하면 가동

중인 원자력발전소에서 지금까지 약 2,000MWe의 출력증강이 실시되고 있는 외에, 금후 5년간 약 1,600MWe의 출력증강이 예정되고 있다.

미국의 원자력발전소 운전실적은 근년 착실하게 향상되고 있으며, 2000년의 원자력발전 전력량은 7,550억kWh로 총발전 전력량의 20%를 차지한다. 또 설비이용률도 89.6%를 기록하였으며, 원자력규제의 합리화, 신형로의 설계인증 등 신규 발주를 위한 환경이 조성되고 있어 2010년까지 신규 원자력발전소의 건설(NP2010)도 적극 추진되고 있다.

미국은 바야흐로 원자력에 대한 소극적 입장에서 적극적인 장려 쪽으로 방향을 선회하고 있는 것으로 보인다. 미국원자력정책의 활성화는 전력시장자유화와 과거의 원자력규제에 따른 사업자의 원자력에 대한 투자 성향으로 볼 수 있으며 이는 2010년 신규원전 건설 계획의 성공여부로 나타날 것으로 보인다. 세계 원자력이용은 미국의 정책방향에 따라 많은 영향을 받아왔으며 미국의 이 같은 정책변화는 앞으로 세계 원자력이용개발에서 주요 변수로 계속 작용할 것으로 예상된다.

추진 중인 미국에너지부 20년 전력계획은 부시행



〈그림 1〉 미국의 에너지원별 발전 전력량 구성(2001년)

정부에서 에너지부의 7대 핵심사업 즉 에너지안보, 과학연구, 2010년까지 방사성 폐기물처분장의 건설 및 인허가 등을 제시하고 있으며, 에너지안보에서 원자력은 에너지와 수소의 청정한 공급원으로서 역할을 보여주고 있다. 또한 에너지부는 경제성과 안전성 그리고 폐기물발생을 줄일 수 있는 원자력기술개발에서 국제사회에서 선도 역할을 할 것이라고 밝힌바 있다.

## 2. 프랑스의 원자력발전 정책

프랑스는 1973년의 제1차 석유위기를 계기로 원자력발전의 기술개발을 국가정책으로 강력히 추진하여, 2001년 말 시점에서 운전되고 있는 원자력발전설비는 59기, 63,203MWe에 달하고 있으며, 프랑스의 총발전 전력량의 약 76%를 원자력에 의해 공급하고 있다. 프랑스에서 원자력발전의 개발이 순조롭게 확대된 이유 중 하나는 기술정책적으로 원자로형을 가압수형 경수로(PWR)로 일원화하고, 표준화에 의해 건설기간의 단축과 건설단가의 감축이 가능해져 원자력발전의 경제성이 확보되었기 때문이다.

프랑스는 원자력발전소의 설비이용률을 향상시키기 위해, 우라늄 연료의 농축도를 4%로 높여 교체주기를 12개월에서 18개월로 연장하였으며, 2000년 시점에서 설비이용률은 약 85%에 달하고 있고 잉여전력은 유럽 인근 국가에 수출하고 있다.

프랑스는 사용후 핵연료의 재처리에서 발생한 플루토늄을 우라늄연료와 혼합하여 재사용하는 MOX연료(mixed oxide fuel)정책을 도입하고 있다. 이를 위해 프랑스전력공사(EDF)는 실제로 28기의 900MWe급 원자력발전소에 MOX연료를 장전하여 사용하고 있다.

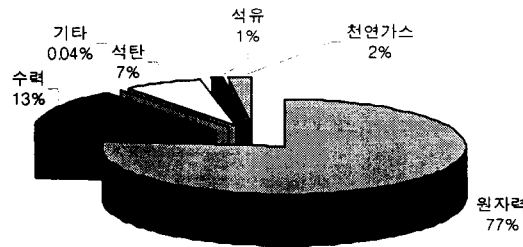
또한 프랑스전력공사는 중요한 예방적 보수조치로

서 증기발생기 및 원자로용기 덮개의 교체가 이루어지고 있다. 증기발생기의 교체는 연간 1~2기 기준으로 실시하고 있으며, 2010년까지 합계 25기에서 실시될 예정이다. 원자로용기 덮개의 교체는 연간 6기 기준으로 실시되고 있으며, 앞으로 59기 모두에 실시할 예정이다.

프랑스의 프라마톰사와 독일의 지멘스사의 공동출자에 의하여 원자력설계회사인 뉴클리어 파워 인터내셔널(Nuclear Power International)사가 설립되고, 차세대 원자로인 유럽가압수형 경수로(EPR)를 개발하고 있다. EPR은 1,500MWe급 4 루프형 PWR로서 기존의 PWR 기술을 기반으로 안전성, 경제성을 한층 향상시킨 것으로, 특히 중대사고의 발생빈도 감소에 중점을 두어 안전계통의 단순화, 다중성, 물리적 분리가 이루어지며, 보수수량의 증대, 맨-머신 인터페이스의 개선, 피동적 안전계통을 채택하고 있다. EPR은 연료교환 주기의 장기화(18개월에서 24개월)와 연료교환기간을 17일간으로 단축함으로써 설비이용률을 87%로 향상시키며, 대형화, 고연소화, 장수명설계 등에 의해 경제성을 획기적으로 향상시키는 것을 목표로 하고 있다.

프랑스도 석유파동을 겪으면서 원자력발전 정책을 강화하였다. 프랑스형 원자력발전기술의 자립과 국산화를 위하여 가압수형 원자로(PWR)로 일원화 하고, 초기에 기술도입에 의해, 그리고 이 후 독자적으로 고유형 개발을 추진하였다.

이와 함께 경제성 향상을 위하여, 원자력발전소의 표준화를 적극 추진하였으며 한국과 중국에 원전을 수출을 적극 추진하였다. 또한 경제성향상 등 유럽시장을 주도할 목적으로 독일 SIMENS와 공동으로 유럽형 가압수형 경수로(EPR: European Pressureized Reactor)개발을 추진하고 있으며 핀란드 제5발전소 입



〈그림 2〉 프랑스의 에너지원별 발전 전력량 구성(2001년)

찰을 통하여 수출을 추진하고 있다.

한편 프랑스는 고속증식로기술 개발을 적극적으로 추진해왔으나 사회당과 환경녹색당 연립정부의 출범과 개발의 경제성과 시장개방 등의 이유로 개발을 중단하였다.

프랑스는 원자력개발 초기부터 군사적 이용과 평화적 이용을 연계하여 정책이 추진되었으며 사용후핵연료의 재처리 및 혼합핵연료 이용 분야와 고속로개발 분야에서는 세계 선도국의 위치를 점해오고 있다. 그러나 장기적으로 보면 미국의 원자력시장 재진출 노력이 강화되는 경우 세계시장에서 수출 경쟁력은 불확실해 질 것으로 예상된다. 한편 유럽 통합과 함께 EU내에서 주도국으로서 핵융합개발과 고온가스의 개발도 추진하고 있다.

### 3. 영국의 원자력발전 정책

영국의 운전중인 원자력발전소 수는 33기(2001년말 기준)로 설비용량은 12,048MWe(네트출력)이다. 노형별 내역은 가스냉각로(GCR; Gas Cooled Reactor)가 18

기, 2,930MWe, 개량형 가스냉각로(AGR; Advanced Gas-Cooled Reactor)가 14기, 7,930MWe, 가압수형 경수로가 1기, 1,188MWe이다. 영국 최초의 PWR인 Sizewell B원자력발전소가 1995년 9월에 상업운전을 개시한 이후 건설 중이거나 계획 중인 원자력발전소는 없다. 총 발전 전력량에서 차지하는 원자력의 비율은 18.9%(1999년 시점)이며, 발전소의 평균부하율은 57%이다. 한편 지금까지 폐쇄된 원자로는 2001년 말 시점에서 GCR 8기, AGR 1기, 증기발생중수로(SGHW) 1기, 고속로 2기로 합계 12기이다.

영국은 원자력개발의 초기인 1950~1960년대에는 우라늄 농축시설이나 중수농축시설이 없었기 때문에 원자력발전기술 정책으로 흑연감속 탄산가스냉각형 원자로(GCR)를 개발하였다. GCR은 천연우라늄 금속봉을 마그네슘(마그네슘합금)로 피복하고 있어 마그네슘으로라고도 부른다. 1980년대에 들어서 AGR의 예비 옵션으로 PWR이 채택되어, Hinkley Point C, Sizewell B, C 및 Wylfa B의 4기의 PWR 건설을 계획하여, PWR의 첫 호기인 Sizewell B원자력발전소는 1987년 6월에 착공, 1995년 9월에 운전을 개시하였다.

국영기업의 민영화 정책에 의하여 전기사업도 1989년의 전력법 시행에 의해 분할, 민영화되었으나, 원자력발전은 민영화의 단계에 이르지 못하고 있다는 판단으로 국영인 채로 두게 되었다.

1995년 5월에 NE사와 SNL사의 민영화를 주축으로 한 원자력정책이 확정되어 1996년에 두 회사를 자회사로 하는 지주회사인 BE사가 설립되었다. 다만 NE사가 소유하고 있던 12기의 구형 가스냉각로(GCR)에 대해서는 시장경쟁의 부담을 경감시키기 위해 민영화의 대상에서 제외되어 국영회사로서 신설된 ME사에 이관되었다. 이를 계기로 정부는 앞으로 신규 원자력발전소의 건설계획에 관여하지 않고 민간회사의 판단에 맡기기로 하였다. 이에 따라 BE사는 설립과 동시에 Hinkley Point C와 Sizewell C(모두 PWR, 1182MWe)의 건설계획을 경제적인 이유로 중단하기로 하여, 현재는 건설 중이거나 계획 중인 원자력발전소는 없다. BE사는 1999년 1월에 합리화의 일환으로 자회사인 NE, SNL 양사를 각각 British Energy Generation사와 British Energy Generation, UK사로 개편하여 원자력발전소의 운전전문회사로 만들었다.

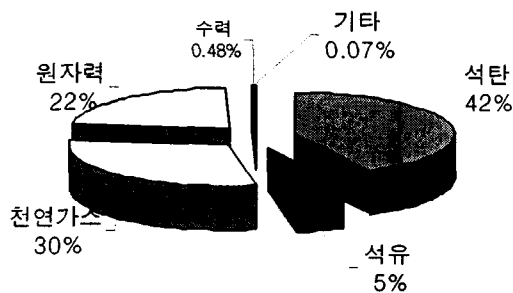
영국 하원 통상위원회는 1999년에 시간적 여유를 가지고 신규 원자력발전소의 입지를 검토하여야 한다

고 제안하고 있으며, 보수당 하원의원들은 Sizewell B급의 신형 PWR형 발전소를 최대 8기를 건설함으로써 온실효과가스 감축목표를 달성할 수 있다고 주장하면서 의회에서 신규 입지를 심의하도록 제안하였다.

영국은 1940년대부터 원자력발전을 국가전략으로 추진해왔으며 풍부한 석탄자원을 이용하여 천연우라늄을 사용한 흑연감속, 가스냉각로(GCR)를 개발하는 원자력발전정책을 채택하였다. 특히 원자력을 통한 세계무대에서의 대영제국의 재현과 같은 주도권 회복을 위한 원전수출정책을 추진하였다.

영국은 프랑스와 마찬가지로 군사분야와 민간분야의 원자력이용개발을 연계하여 추진해왔으며 1957년 Windscale 재처리공장의 화재사고로 영국의 수출전략은 치명적인 타격을 받았다. 초장기에 일본을 비롯하여 여러 나라에 가스로 수출을 추진하였으나 이 사고로 원전수출은 중단되었다.

그러나 영국은 자국의 에너지정책에서 원자력이용을 확대하였으며 출력밀도와 열효율의 향상을 위해 개량형 가스냉각로(AGR)를 채택하여 개발하였다. 영국의 원자력개발정책은 가스로 및 고속로와 경수로 등 다양한 원자로형에 대한 투자로 효율적인 연구개



〈그림 3〉 영국의 에너지원별 발전전력량의 점유율(2001년)

발이 진행되지 못하였고 1980년대 후반부터 가압경수로 도입에 대한 정책 전환이 진행되었다. 장기간 정책혼란 끝에 미국의 Westinghous의 가압경수로 도입이 결정되어 건설되었으나 후속기는 논란끝에 다시 취소되었다.

특히 1980년대부터 북해유전의 석유와 천연가스의 이용의 증가와 IMF 외환위기로 인한 국가전력산업의 민영화와 시장개방 등에 따른 전력시장 자유화로 원자력발전은 위상이 점차적으로 약화되었다. 그럼에도 불구하고 영국은 원자력을 에너지정책에서 중요한 공급원으로서 또한 온실가스 방출 감축의무를 이행하기 위한 선택지로서 유지하고 있다. 영국의 원자력산업은 원자력산업의 경쟁력 유지와 시장 확보가 관건으로 등장하고 있으며 대체에너지원과 경제성 경쟁도 주요 이슈로 되고 있다.

#### 4. 독일의 원자력발전 정책

2차대전 패전국인 독일(구서독)은 1955년 10월, 원자력의 연구개발 금지가 해제되면서 원자력발전개발이 시작되었다. 서독의 RWE-Bayern전력회사는 연방정부의 재정적 지원을 받아 최초의 발전로 건설에 착수하여, 전기출력 16MW의 Kahl실험로(BWR)가 1962년 원자력발전이 성공하고, 이 실험로의 성공을 기반으로 독일 최초의 상업용 원자력발전소의 건설에 착수하여 전기출력 252MW의 Gundremmingen A원자력발전소(BWR)가 1967년에 운전을 개시하였다. 이 발전로는 다음 단계에 이르는 실증로의 역할을 다 한 후 1980년에 폐쇄되었다.

독일의 전력회사들은 Gundremmingen A발전소에 이어 속속 원자력발전소의 건설이 착수되어, 1960년

대에 4기, 1970년대에 14기, 1980년대에 4기가 착공되어 1970년대부터 1980년대에 걸쳐 이들 원자력발전소가 차례로 상업운전에 들어갔다.

한편 제작회사 측에서도 원자력발전 시장의 확대를 겨냥하여 연구개발에 착수하였다. 그 중심적 회사가 AEG사와 지멘스사이다. 또 원자력발전소의 국산화를 목적으로 AEG사와 지멘스사는 Kraftwerk Union(KWU)사를 1969년에 설립하여 국내의 공급체제를 확립하였다. 그 후 연방정부의 지원으로 대형 모형시설에 의한 실증시험 등을 거쳐 BWR과 PWR의 대형화와 표준화가 이루어졌다.

1990년의 독일 통일에 따라 구동독에서 운전되고 있던 Nord발전소(VVER-440×5기: 소련형 PWR)는 안전성에 문제가 있어 폐쇄되었고, 그라이스바르트에 건설 중인 VVER-440형로 4기와 슈탄달에서 건설 중이었던 VVER-1000형로 2기의 건설도 중지되었다.

독일은 경수로 외에 고속증식로와 고온가스로의 개발에도 착수하였다. 고속증식로실험로(Karlsruhe KNK-II, 21MWe)가 1979년에 운전을 시작하였다. 이의 후속로인 고속증식로 원형로(300MWe)의 건설도 1973년에 개시하여 1985년에 거의 완성되었으나 주정부가 연료장전허가를 거부하여, 주정부에 의한 운전허가가 가망이 없다고 판단하여 이 프로젝트를 중단하고 말았다. 또 1987년에 상업운전을 개시한 고온가스로 발전소인 THTR-300(308MWe)도 경제성의 저하를 이유로 1989년에 폐쇄되었다.

프랑스의 프라마툼(Framatome)사와 독일의 지멘스사, 그리고 양국의 전력회사가 개발을 추진하고 있는 신형 경수로인 유럽가압수형로(EPR; 1,500MWe급)는 종래의 경수로에 비해 안전성, 운전성 및 경제성을 향상시킨 것으로, 1999년 2월에 기본설계가 끝나 프랑스측에서 규제당국에 제출하였다. 기본설계가 규제



## 470 주요국의 원자력이용개발 정책동향 분석

당국에 의해 승인되면 상세설계에 들어갈 예정이다. 프랑스측은 현재 이 원자로 건설의 가부를 보류하고 있으며, 독일 측에서도 현 정치정세로 보아 상세설계 단계로 진행될 가능성은 희박한 것으로 보고 있다.

독일은 EPR계획과 병행하여 피동형의 안전성을 갖춘 “SWR1000(BWR, 1,000 MWe)”의 개발도 실시하고 있다. 국내의 전력회사 등과의 계약 하에서 지멘스사가 추진하고 있는 것으로, EPR이 유럽시장을 겨냥한 것에 대해 SWR1000은 수출용으로 자리매김하고 있다.

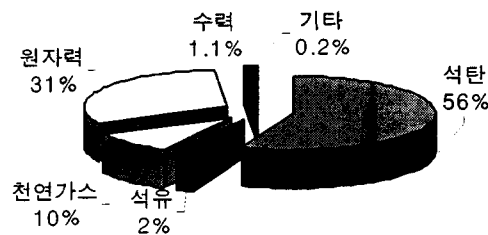
독일은 2001년 12월말 시점에서 20기, 22,594MWe의 원자력발전소가 운전되고 있으며, 설비용량으로는 세계 제4위이다. 그러나 건설 중이거나 계획 중인 것은 없으며, 가까운 장래에 신규의 원자력발전소가 발주될 전망도 없다.

독일은 재처리에 의한 재순환정책으로 경수로에 혼합산화물(MOX)연료를 장전하여 재처리에서 얻은 플루토늄을 이용하고 있다.

독일은 사회민주당과 녹색당의 현 연립정권의 반원자력 정책으로 총발전량으로 원전운동을 보장하고 점진적으로 폐쇄하는 정책을 추진하여 2020년 후에는 모든 원전이 폐쇄될 전망이다. 그러나 독일은 에너지

자원이 부족한 상황이므로 정권이 바뀌면 친원전정책을 추진해왔던 양당이 집권하는 경우 원자력의 재활성화도 예상되고 있다. EU가 통합되면서 독일도 전력시장 자유화가 진행되고 있으며 풍력 등 대체에너지개발도 적극적으로 추진되고 있어 현재로서는 앞으로의 원자력발전 개발계획 활성화는 불투명하다고 볼 수 있으나 비관적으로만 볼 수 없다.

독일은 영국과 같이 석탄에 에너지수급을 크게 의존하여 전통적으로 석탄노조가 강하여 원자력발전 확대에 따라 갈등이 심화되었다고 볼 수 있다. 또한 체노빌사고 이후 환경문제의 사회문제화와 강한 반원전 정책은 대체에너지개발에 더 많은 투자를 확대하고 있다. 탄소세 등 온실가스감축의무 이행에서 원자력의 이용확대도 예상되고 또한 세계적으로 석유에너지 대체에너지로서 원자력수소 생산을 위한 고온가스로가 다시 주목을 받고 있다. 특히 독일은 고온가스로 분야에서 미국 및 영국과 함께 세계 선도그룹에 있었으며 대부분의 인력과 시설은 보관되고 있는 상황이다. 그러나 정권이 바뀌지 않는한 앞으로 예상되는 상당기간 침체된 원자력산업의 회생은 결코 낙관적이지 못하다고 볼 수 있다.



〈그림 4〉 독일의 에너지원별 발전전력량 점유율(2001년)

## 5. 러시아의 원자력발전 정책

군사적 분야에서 미국의 원자력 개발과 쌍벽을 이루어 왔던 러시아는 구소련시절 원자폭탄 개발을 목적으로 플루토늄 생산로 1호기를 우랄의 Chelyabinsk-40에 건설하여 1948년 6월에 운전을 개시하고, 모스크바의 남서 약 100km의 Obninsk에서 전력생산을 위하여 실용규모로 세계 최초의 원자력발전소(5,000 kWe, 흑연감속 비등경수냉각형)가 1954년 6월 27일에 운전을 시작하였다. 이 건설 및 운전 경험을 토대로 출력을 증대하여 Leningrad 원자력발전소 1호기를 1970년 3월에 착공하여 1974년 1월부터 운전이 시작되었는데, 이는 소련 독자적 노형으로서 흑연감속 비등경수냉각 압력관형로(RBMK-1000)라고 부르며 그 후 원자력발전소의 주류가 되었다. 또 소련형 가압수형 경수로, 비등수형 경수로, 유기체 감속냉각로 등도 병행하여 연구 개발이 추진되어 그 중 1960년대부터 소련형 가압수형 경수로(VVER)가 실용화되었다.

구소련은 개발 당초부터 폐쇄 핵연료주기를 예상하여 정책적으로 고속증식로를 차세대 원자로로서 개발을 추진하였다. 또 원자력의 열이용을 일찍부터 구상하여 1974년부터 북부의 비리비노에서 열병합원자력발전소(흑연감속 경수냉각 압력관형로, EGP-6형 12MWe, 4기)가 운전에 들어갔다. 1980년대는 VVER-1000 원자력발전소(열병합도 실시)의 로와 소련의 독자적 개발 열공급원자로 AST-500의 건설을 추진하였으나 체르노빌사고 후 주민의 반대로 건설을 중단하였다.

1986년 4월 우크라이나의 체르노빌 원자력발전소 4호기(RBMK-1000) 화재 폭발사고를 계기로 RBMK형은 신규 건설이 중단되고 기존의 RBMK형로는 안전

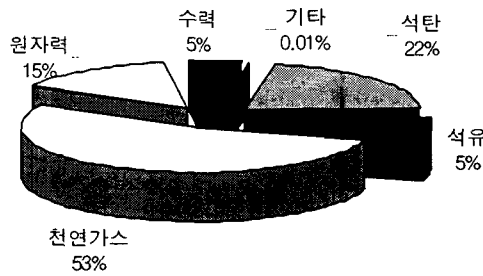
성을 개선하여 운전하고 있다. RBMK형로 연료의 농축도는 체르노빌사고 이전은 1.8%였으나, 사고 후에는 농축도를 1.8% 및 2.4%로 증가하여 안전성을 향상시켰다.

러시아정부는 1998년 7월에 “1998-2005년의 러시아에서의 원자력이용발전 프로그램과 2010년까지의 전망”에서 원자력개발계획을 결정하였으나 자금문제 등으로 계획대로 실시되고 있지 않다. 러시아정부는 2000년 4월에 새로운 에너지개발계획의 검토에 착수하였다. 이 계획에서는 원자력의 역할을 중요시하고 천연가스 화력의 의존도를 감축하는 것에 초점을 두고 있다.

러시아 원자력부는 앞으로 80-90년간은 충분한 우라늄자원이 확보되어 있다고 지적하고 있으며, 핵연료주기는 원자력개발의 중요한 전제조건인 하나이고, 이의 실현에는 고속증식로의 개발이 불가결하다고 강조하고 있다.

러시아의 시장경제로의 전환과 경제침체는 미국과 러시아간 추진되고 있는 핵무기 감축계획에 따라 기존의 핵시설의 폐쇄 및 안전문제, 핵폐기물 처리 등이 국제사회에서 거론되어 러시아의 원자력산업의 구조 개편과 경쟁력 확보가 주요 과제로 등장하고 있다.

반면에 러시아는 구소련과 같이 개량형경수로의 개발과 함께 원전수출을 국가 정책으로 적극적으로 추진하고 있으며 인디아와 중국에 원전진출에서 성과를 올리고 있다. 이와 함께 미국 등이 주도하고 있는 제4세대 원전개발에 대응하여 국제원자력기구와 함께 제4세대 원전개발 프로그램(INPRO)도 적극 추진하고 있다. 러시아는 과거에 개발을 추진한 고속증식로의 개발을 계속하고 있으며 현재로선 유일하게 고속증식로를 운전하고 있다.



〈그림 5〉 러시아의 에너지원별 발전전력량 점유율(2001년)

특히 러시아는 세계적으로 특이한 극지방기후에 적용할 수 있는 지역난방과 쇄빙선, 해수 담수화 등에 원자력발전을 크게 이용하고 있으며 러시아 과학자들은 오는 2030년까지 화성에 원자력발전소를 건설할 계획을 추진하고 있다. 또한 지금까지 축적된 기초기반 원자력기술을 토대로 향후 세계 원자력시장에서도 주도권을 확보해나가려는 정책을 추진할 것으로 전망되며 국제핵융합발전계획(ITER)에서도 꾸준히 참여하고 있다.

### 6. 중국의 원자력발전 정책

중국 최초의 원자력발전소인 진산원자력발전소(PWR, 300MWe)는 1985년 3월에 건설에 들어갔다. 이 발전소는 원자로압력용기(일본의 미쯔비시(三菱)중공업 제품), 1차 냉각재펌프, 밸브 등 주요기기는 수입하였으나 독자적 설계에 의해 건설하였다. 1991년 12월 15일에 송전망에 연결하여 1994년 4월 1일부터 상업운전에 들어갔다.

중국은 제10차 5개년계획(2001~2005년)에서 중국 연안지역에 수개소의 원자력발전소를 건설하고 있다. 그 중에는 광둥성 영오 제2기 프로젝트(1,000MWe×2기), 산둥성 해양(海陽) 프로젝트(2,000MWe, 2003년 착공예정), 석강(浙江)성 삼문(三門) 프로젝트(2,000MWe), 광둥성 양강(陽江) 프로젝트(6,000MWe, 1호기는 2002년 착공 예정)의 계획이 포함되어 있다.

중국은 1950년대 중반부터 구소련의 도움으로 원자력 개발을 추진하여 왔으나 중소국경분쟁으로 중소관계가 악화되면서 자체개발을 정책적으로 추진하였다. 이후 1960년 초반 핵실험에 성공한 이후 군사 분야에서는 상당한 진전이 이루어 졌다고 알려지고 있다.

1980년대에 들어 중국도 민간분야에서의 원자력이용 도입을 추진하고 원전건설의 독자적인 추진을 하여 왔다. 중국은 산업개발의 추진에 따라 증가하는 전력수요에 효율적으로 대처하고 장거리 석탄수송에 따른 문제해결과 공해문제를 완화하기 위하여 원자력발전 확대를 지속적으로 추진하여 왔다. 그러나 중국은 국제적인 핵비확산 체제에 가입하지 않고 미국 등

의 강력한 국제규제에 직면하여 상용원자력발전기술의 현대화에 많은 어려움을 겪어 왔다고 볼 수 있다.

이후 미국과의 관계개선과 국제적인 원자력핵문제에서의 참여 등으로 원자력발전분야에서의 협력관계가 개선되고, 원전도입이 프랑스와 캐나다 러시아 등에서 이루어 졌고 이와 함께 경쟁력 있는 상용 원자력발전기술도 중국에 도입되게 되었다. 그러나 중국의 원자력기술개발 정책은 자주적으로 개발한다는 기본원칙 하에 추진되고 있으나, 자금사정과 기술협력 필요성 등으로 현재의 건설사업의 대부분은 해외에 의존하고 있는 것이 현실이다. 원자로 등 주요 기기의 공급도 현재는 대부분 해외에 의존하고 있는 실정이다.

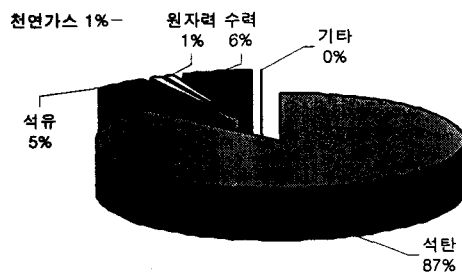
2001년까지 중국의 발전시설 용량은 3.56억kW에 도달하였고 2002년에는 3.8억 kW에 도달 할 것으로 전망되나 증가하는 전력 수요를 만족 시키려면 4억 kW 수준이 될 것으로 예상되고 있다. 중국정부는 2002년 말까지 광둥 남부지방의 단일부지에 6기의 100만kW급 원전 건설에 대한 승인을 내릴 것으로 전망된다. 이 계획은 이달 초에 내려진 4기의 100만kW급 신규 원전 건설에 대한 승인에 추가되는 것으로, 이번의

신규원전 6기는 지금까지 중국 최대규모의 단일원전 계획이 될 것으로 보인다. 중국은 2020년까지 20기이상의 신규원전을 계획하고 있어 세계 주도 원전시장으로 부상이 예상되며 선진국의 시장진출 경쟁이 치열해지고 있다. 이와함께 중국은 고온가스로개발과 핵융합개발을 추진하고 국제협력도 강화하고 있다.

### 7. 일본의 원자력발전 정책

에너지자원이 절대 부족한 일본은 비화석의 주요 에너지원으로서 중장기적으로는 원자력 이외의 선택은 어렵다고 보고, 원자력발전의 도입을 에너지정책의 주축으로 하여 적극 추진하였다. 초기(1960년)에는 상업용 원자로로서 가스냉각로를 도입하였으나, 1965년 전후하여 경수로로 전환하여 주로 미국으로부터 기술도입에 의해 추진하였다. 현재 비등수형 경수로(BWR)와 가압수형 경수로(PWR)가 일본의 원자력발전의 주축이 되고 있다.

일본의 2001년말 시점에서 운전 중인 원자력발전소는 합계 52기, 총설비용량은 43,245MWe이 되었다.



〈그림 6〉 중국의 에너지원별 발전전력량 점유율(2001년)

1999년도의 총발전 전력량은 9,196억kWh, 원자력발전 전력량은 3,313억kWh로서 전체에서 차지하는 원자력 발전의 점유율은 34.2%이다. 1999년도는 특히 쓰루가 2호기의 냉각수 누설사고와 오이 2호기와 도카이 2호기에서 트러블이 겹쳤기 때문에 원자력발전 전력량은 전년도에 비해 5% 감소하였다. 그리고 평균설비이용률은 80.0%가 되어 전년도의 84.2%에서 후퇴하였다.

일본의 에너지수급전망을 책정하는 데 중요한 전제조건이 되는 것이 기후변화협약 당사자회의에서 결정한 교토의정서의 CO<sub>2</sub>배출량 감축목표의 달성이다. 이를 위해서는 2010년도에 원자력에 의한 총발전 전력량 4,800억kWh의 확보가 불가피한 것이다. 비화석의 주요 에너지원으로서 중기적으로 원자력 이외의 선택지는 곤란하기 때문에 일본에서의 원자력발전의 확실한 도입의 중요성은 변함이 없다.

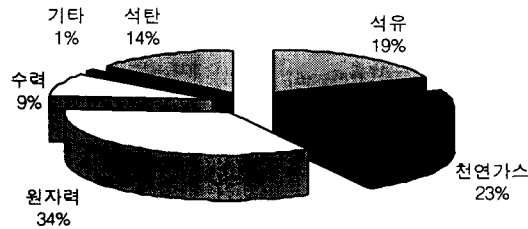
일본에서 건설 및 계획 중인 원자력발전소 동향은 다음과 같다. 도호쿠(東北)전력은 오나가와(女川) 3호기(BWR, 825MWe)를 2002년 1월에 완성하여 상업운전을 개시하였다. 또한 도호쿠전력은 건설 중인 하가시도리(東通) 1호기(BWR, 1,100MWe)를 2005년 7월에 완성하여 상업운전을 개시할 예정이다. 도호쿠전력은 같은 부지에 히가시도리 2호기를 건설할 계획이다. 도쿄(東京)전력도 이 부지에 2기의 원자력발전소 건설을 계획하고 있다.

일본의 원자력정책의 특징은 정부주도와 산업체주도의 두 로선이 별개로서 각각 추진되었다. 사용발전은 산업체가 주도하여 기술도입과 기술개발을 수행하였고 정부는 고속증식로 및 고온가스로, 신형전환로 등 미래형 원전에 중점을 두고 정책을 추진하여 오고 있다. 일본의 원자력정책은 미국과의 긴밀한 협력관계를 통해서 추진되어 왔다고 볼 수 있으며 일본의 상용 원자력발전 원자로형은 비등수형 경수로(BWR)

와 가압수형 경수로(PWR)로 결정하여 기술도입과 개발을 위한 기술 개발을 미국의 GE-도시바, Westinghouse-미스비시간 협력을 통하여 추진되어 왔다. 이러한 협력관계는 일본의 해외 원전진출에서도 유지되고 있는 것으로 보이며 초기에 영국에서 도입한 가스냉각로는 폐지 조치하였다. 원자력발전소의 개량, 표준화사업을 통해, 개량형 BWR형 PWR을 개발하였다.

국책사업으로 추진된 고속증식로 및 관련 핵연료주기 정립사업은 연구시설에서 계속된 안전사고 및 여론악화로 정책추진에서 많은 변화를 가져왔으며 또한 원전 안전관련 정책에서도 연이은 부실과 안전소홀의 허점이 노출되어 원전에 대한 안전불신감이 심화되고 있는 상황이다. 일본정부는 국민과 사회의 불신을 해소하고 안전체계를 강화하기 위한 법적 조치강화와 안전행정을 강화하고 있으며 정부조직법의 개정에 따라 연구조직 합병과 사업구조의 조정을 추진하고 있다. 일본의 경수로 원전사업은 일본의 핵비확산정책과 깊게 연관되어 있어 원자력발전에서 재처리와 회수된 플루토늄의 재순환이 국제적으로 큰 주목의 대상이 되어 왔다. 잉여 재고 플루토늄의 증가는 일본의 핵연료주기정책의 핵심과제로 볼 수 있으며 이와 관련된 경수로에서의 혼합핵연료 장전과 연소, 고속증식로 실증로 위주의 운전 등이 주요 수단이나 정책추진여건에서 많은 어려움을 안고 있는 실정이다.

한편 프랑스로부터 도입된 사용후핵연료 재처리기술의 산업화를 위하여 건설 중인 로카쇼무라의 재처리공장은 2005년도에 가동할 계획이며 제2재처리공장은 2010년이후에 검토될 것으로 예상된다. 가동 예정인 제1재처리공장도 현재의 혼합핵연료(MOX)의 경수로의 장전계획이 순조롭게 진행되지 못한 상황에 있어 가동의 경제성 문제가 거론될 가능성이 높으며 결



〈그림 7〉 일본의 에너지원별 발전 전력량 구성(2001년)

과적으로 원자력산업의 경쟁력 약화로 이어질 가능성도 배제할 수 없을 것으로 보인다. 또한 고속로와 핵연료주기 정립사업은 지속적으로 추진될 것으로 보이며 경제성측면에서 산업구조개편과 합리화가 추진될 것으로 예상된다. 따라서 일본의 원자력산업의 해외 시장 진출이 하나의 돌파구로서 판단되며 진출노력을 강화할 것으로 전망된다. 또한 일본은 국제적으로 추진하고 있는 제4세대 원전개발에서도 주도적으로 참여를 하고 국제핵융합로(ITER)건설계획에도 적극적으로 참여하고 있다.

### Ⅲ. 우리나라의 원자력발전 정책 분석

#### 1. 우리나라의 원자력 정책

우리나라는 원자력법에 의거하여 1958년 10월에 원자력 행정기관인 원자력원이 창설되고, 1959년 2월에 원자력연구소가 설립되어 원자력에 관한 연구 개발이 시작되었다.

우리나라의 원자력정책은 인력과 연구시설, 산업 등 전무한 상황에서 출발하였고 초기에는 미국 등 선진국과 국제원자력기구의 지원과 기술 협력을 통해서 추진되었다. 석유파동이후 정부의 강력한 원전이용 정책의 추진으로 1978년 고리 1호기 가동되었으며 기술자립과 기자재 국산화정책이 체계적으로 추진되어 1995년을 기점으로 원자력발전기술에서는 자립이 가능하게 되었고, 동시에 기자재 국산화는 단계적으로 추진하여 경제성 있는 기자재의 경우 대부분 국내산업체에서 제작이 가능하게 되었다. 이를 토대로 북한경수로사업에서도 한국표준형 원전의 건설이 결정되었으며 개도국에서도 기술협력 요구가 급증하고 있어 국제적 위상이 급격하게 제고되었다. 우리나라가 개도국으로서 원자력에 대한 기초기반이 전무한 상황에서 출발하여 단기간내 효율적이고 체계적으로 원자력발전정책을 추진하여 기술 자립과 기자재 국산화, 인력 양성 및 원자력행정 및 산업체제 구축, 나아가 원전이용의 안정적인 확대는 성공적인 모델로 국제사회에서 평가되고 있다. 선진국은 물론 개도국에서 우리나라와 협력을 강하게 요구하고 있으며 기술

과 원전사업은 미국 등 기술도입국에 역수출을 하고 있으며 국제원자력관련기구에 국내 인력의 진출도 팔목할 만하게 증가하고 있다.

정부는 그동안 원자력정책추진에서 축적된 기술과 인력 산업 등을 토대로 중장기적인 원자력이용개발 정책방향을 설정하기 위하여 1997년 원자력진흥종합계획을 수립하였다. 2002년 7월에 수립한 제2차 원자력진흥종합계획에 의하면, 한국의 원자력정책의 기본 목표는 자연과의 조화, 인간 생존의 존중이라는 기본 이념 하에 원자력을 평화적 목적으로 안전하게 이용함으로써 경제성장, 환경보호, 국민보건 및 과학기술 발전에 기여하는 것으로 되어 있다.

향후 국내 원자력발전은 우리사회의 변화에 따라 원자력시설의 입지에 따른 지역사회와 환경문제의 여론 형성과 합의가 중요해지고 있다. 특히 원자력 안전확보는 무엇보다도 우선적으로 확보되어야 할 것이며 방사성폐기물관리 부지의 선정에서 과거의 정부의 일방적인 정책 추진이 실패로 끝난 것을 큰 교훈으로 삼아야 할 것이다.

## 2. 우리나라의 원자력발전 정책

우리나라의 원자력발전계획은 1970년 최초의 원자력발전소인 고리 1호기를 미국의 웨스팅하우스사에 발주한 것에서 시작되었다. 이미 1960년대 초부터 원자력발전 도입의 타당성조사가 수행되고, 이를 바탕으로 의욕적인 원자력발전계획이 수립되었다. 이 계획은 순조롭게 추진되어 2001년 말 현재 운전중인 원자력발전소는 16기이다. 총시설용량은 13,716MWe이며, 총발전 시설용량에 대한 원자력발전시설의 점유율은 27.0%이다. 노형별로는 가압수형 경수로(PWR)

가 12기, 시설용량 10,937MWe이고, 가압수형 중수로가 4기, 시설용량 2,779MWe이다. 한국에서의 총발전량에 대한 원자력발전량의 점유율은 2001년 말 현재 39.3%이다.

우리나라 정부는 1998년 8월, 2015년까지의 전원개발인 제4차 장기전력수급계획을 발표하였는 바, 이 계획은 경제위기에 의해 단기적으로는 전력수요의 신장이 둔화되나 2000년 이후는 경제성장이 회복될 것이라고 전제하고 있다. 이 계획에서는 1998년부터 2015년까지 합계 57기, 28,190MWe의 신규발전소 건설이 담겨져 있으며, 그 중 원자력발전은 10기, 11,200MWe(1,000MWe×6, 1,300MWe×4)로 되어 있다. 지금까지의 계획과 같이 장기적으로 원자력발전의 규모를 확대해 나가는 데는 변화가 없다. 1995년의 제3차 장기계획에서는 2010년까지 27기, 26,329MWe의 원자력발전소 건설을 예상하고 있었는데 1998년의 제4차 장기계획에서는 25기, 23,429MWe로 하향 수정하였다. 또한 제4차 장기계획에서는 고리 1호기를 2008년에 폐쇄하고, 월성 1호기를 2013년에 폐쇄하는 내용이 담겨져 있다.

한편 한반도에너지개발기구(KEDO)와 북한은 1995년 12월 15일, 한국표준형원자력발전소 공급협정을 체결하였다. 이 협정에서 KEDO는 북한에 대해 텀키 방식으로 1,000MWe급 경수로를 2기 제공하는 외에 건설에 필요한 인프라시설(항만, 도로, 공업용수시설 등)도 제공하기로 되어 있다. KEDO와 한국전력은 1999년 12월 본체공사에 관한 계약을 체결하였다. 앞으로 KEDO 사업은 북한 핵문제와 연계되어 추진이 불가피하게 되었으며 2003년 12월 1일부터 1년간 사업중단이 결정되었다. KEDO사업의 재개는 북한핵문제의 6자회담을 통하여 핵무기계획의 회복불가능한 방향의 폐기, 평화적인 해결, 북한체제의 유지 등이

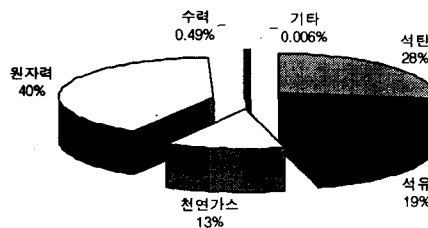
주요 이슈로 되어 있다.

국내 원자력발전 정책은 2015년까지 원전도입계획에 따라 추진될 것으로 전망되며 한국표준형원전의 개량형인 APR-1400이 순차적으로 건설될 것으로 예상된다. 한편 우리나라를 포함하여 미국 등 10개국에 참여하는 제4세대 원전개발에도 적극 참여하고 있으며, 2030년 이후의 국내에 도입될 원자로 개발과 국제협력에 많은 영향을 줄 것으로 보인다. 특히 국제 원자력기구가 주도적으로 추진하고 있는 INPRO에 동시에 참여하고 있어 국제 원자력사회에서의 국내 원자력계의 위상제고와 주도적 참여도 기대된다. 제4세대 원전은 발전 뿐만 아니라 지역냉난방, 선박 및 우주선의 추진 동력, 수소생산 등에 이용하기 위한 원자로가 개발이 추진되고 있어 정부가 적극적으로 추진하고 있는 수소에너지경제구축에서도 원자력역할이 크게 기여할 것으로 기대되고 있다.

#### IV. 결론

우리나라는 에너지자원이 극히 빈곤한 국가로서, 석유의 산출은 없고 약 4억5천만톤(석유환산)의 매장량이 추정되는 석탄과 약간의 수력이 부존에너지의 전부이다. 공업화가 시작되기 이전인 1960년대는 에너지소비량도 적어 에너지수요의 대부분을 국내 자원으로 충당할 수 있었다. 그러나 우리나라가 1962년부터 실시한 제1차 경제개발5개년계획 이후 본격적인 발전을 시작하여, 1967년부터 1979년까지의 연평균 9.9%의 실제 고도 경제성장률에 따라 에너지소비량도 급증하여 1962년에 석유환산 1,000만 톤이었던 1차 에너지의 소비량은 1979년에는 4,324만 톤으로 4.3배로 확대되었다.

이 때문에 우리나라 정부는 석유대체에너지로서 원자력 이외 선택의 여지가 없다는 결론을 내리고 1960년대부터 현재까지 원자력발전계획의 근간이 국



〈그림 8〉 한국의 에너지원별 발전 전력량 구성(2001년)



가정책으로 굳어져 있다.

그러나 우리나라의 핵연료주기기술 개발은 국내외 정치적 이유로 부진한 실정이다. 즉 핵무기확산방지 국제체제와 연계되는 우라늄농축기술 개발과 사용후 연료의 재처리기술 개발은 한반도의 비핵화라는 정치적 이유로 포기하고 있는 실정이다. 1970년대에 한때 한국은 프랑스와 기술제휴하여 재처리의 파일럿플랜트의 건설을 추진하려 하였으나 이 조차도 이러한 측면의 강대국들의 반대로 좌절된 바 있다.

한편 모든 선진 원자력추진국가들은 재처리를 포함한 핵연료주기의 완성을 정책으로 출발했으나 정치적, 사회적 혹은 경제적 이유로 현재까지 프랑스, 영국 및 일본 등 3개국만이 완성된 자체 핵연료주기기술을 보유하고 있는 상태에서 전력부족의 해소와 과도한 탄산가스 배출을 억제하기 위한다는 목적으로 원자력발전기술을 개발하고 있다.

현재의 우리나라 사회적 이슈로 등장된 방사성폐기물 처분장과 사용 후 핵연료의 중간 저장소의 건설은 우리나라가 원자력발전을 계속 유지하는 한 자체 해결해야하는 핵연료주기기술의 가장 중요한 일부이며, 그 밖의 부분은 원자력 기술 선진국의 정보를 철저히 입수하여 대처해야 할 부분이다.

따라서 에너지 빈국인 우리나라는 원자력 관련 선진기술정보를 수집 분석하고, 이의 활용 및 응용에도 날카로운 관심을 가지고 대처하는 것이 현 상황에서 대단히 중요할 것이라 사료된다.

또한 최근 원자력을 둘러싼 주위 정책환경에 있어서도 산업체의 무한 생존경쟁에서의 시장개방, 국제적인 핵확산방지체제의 강화 및 기후변화협약의 정치·외교측면에서의 국제적 압력 강화, 환경보전 및 안

전문제에 대한 사회성 변화, 에너지안보 확보, 기술개발성과의 확산과 산업경쟁력 확보 등의 정책과 전략의 변화 등 국내·외 정세 변화에 대해서도 효율적 대응도 중요하다. 따라서 이러한 원자력 이용개발과 관련된 국제정세 변화에 적극적·능동적으로 대처하기 위해서는 국내 원자력산업 기반 및 경쟁력을 강화를 통한 에너지 안보의 강화, 원자력의 안전성문제에 대한 우려불식과 환경보전을 위한 원자력시설의 안전성 확보 및 방사성폐기물의 안전관리, 원자력의 국제사회 기여도 확대를 위한 적극적 대응, 원자력 연구개발의 체계적이고 전략적인 추진 등이 요구되고 있다.

에너지 부존자원이 빈약하고 해외에 에너지수요를 대부분 의존해야하는 우리나라는 원자력 등을 중심으로 한 국산기술에 의존하는 에너지의 개발과 이용에 대한 정책추진에 우선을 두어야 할 것이다. 이를 통하여 에너지안보의 신뢰성을 확립하고, 국가경제와 산업발전에 안정적으로 추진이 가능하며 국내 산업발전에도 크게 기여할 것으로 판단된다. 이러한 측면에서의 원자력의 경제성과 안전성을 혁신시키기 위한 연구개발의 지속적 추진과 투자확대는 아주 중요하다.

미국의 주도로 추진되고 있는 제4세대 원자력시스템이 향후 세계 원자력발전소의 표준이 될 가능성이 큼에 따라 세계 원자력산업 주도권의 향방이 이에 의해 좌우될 가능성이 클 것으로 전망된다. 따라서 제4세대 원자력시스템 개발을 위한 GIF에 본격적으로 참여하고 있는 우리나라는 제3세대의 APR-1400의 개발 경험을 살린 선도적 역할 수행을 통하여 원자력 G5 진입의 계기를 마련할 수 있도록 적극적인 참여와 관련연구를 수행해야 될 것이다.

## 〈참고문헌〉

1. Energy Information Administration/DOE, *International Energy Outlook 2001*, March 2001
2. IAEA, *Energy Policies of IEA Countries: 2000 Review*, 2001
3. <http://www.whitehous.gov/energy/National-Energy-Policy.pdf>
4. CEA, *Annual Report 1999, 2000*
5. EDF, *Resultats techniques d'exploitation du secteur electrique en France 1999, 2000*
7. IAEA, *Energy Policies of IEA Countries: 2000 Review*, 2001
8. IAEA, *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2020*, 2000
9. British Energy Homepage  
(<http://www.british-energy.co.uk/>)
10. Nuclear Engineering International, *World Nuclear Industry Handbook*, 2000
11. World Nuclear Fuel Facilities, 2002, Homepage  
(<http://www.antenna.nl/wise/uranium/efac.html>)
12. ATOMICA 2003, Homepage  
(<http://sta-atm.jst.go.jp/atomicaf.html>)
13. 日本. 通商産業省, 「總合에너지調査會原子力部會中間報告」, 1998
14. 原子力百科事典 ATOMICA 2003, 홈페이지  
(<http://sta-atm.jst.go.jp/atomicaf.html>)
15. KEPCO, *Statistics of Electric Power in Korea*, 1999
16. 한국원자력산업회의, 「원자력연감 2002」, 2003