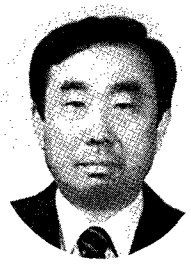
原子力開發 50年의 小史



차 종 희
한국원자력연구소 연구위원

파시스트黨 독재의 이탈리아로부터 미국으로 망명한 노벨상 수상 물리학자인 엔리코 페르미(Enrico Fermi) 박사는 1942년 12월2일 시카고대학 내 스태그필드에 설치된 원자로로부터 카드뮴 제어봉을 서서히 잡아 당겨 그 안의 중성자속과 방사능을 높여 약 1W 출력에서 임계상태와 연쇄반응을 지속시키는데 성공함으로써 원자력시대의 역사적 기원을 이룩했다.

原子力의 誕生

세계 최초로 건조된 페르미의 원자로는 6톤의 금속과 50톤의 산화물로 된 천연우라늄과 400톤의 흑연으로 구성된 것이었다. 페르미 박사가 핵분열반응을 이룩하는데 성공하자 당시 시카고연구소의 책임자였던 아더 컴프턴(Arthur Compton) 박사가 워싱턴의 군사연구책임자인 화학자 제임스 코넌트(James Conant) 박사에게 『이탈리아의 航海者가 지금 新世界에 上陸했다. 原住民은 友好的이다』라고 전화로 페르미 박사의 성공을 알린 이야기는 유명하다.

사실 우라늄의 원자핵이 중성자의 충격에 의하여 핵분열이 일어나는 현상은 1938년 독일의 오토 한(Otto Hahn), 프릿츠 스트라스만(Fritz Strassmann), 오스트리아의 리제 마이트너(Lise Meitner)에 의하여 이미 발견되었던 것이다. 그보다 이전인 1935년에 졸리오 퀴리(Joliot Curie)는 무거운 원자핵이 분열에 의하거나 또는 가벼운 원자핵의 융합에 의하여 폭발적인 핵연쇄반응이 이루어질 수 있으며 이때 막대한 양의 에너지가 방출될 수 있다고 예언한 바 있다.

다른 한편 캘리포니아대학의 한 젊은 화학자 글렌 시보그(Glenn Seaborg)는 1940년말 강력한 사이클로트론을 사용하여 우라늄238에 중성자를 충돌시켜 수천분의 1밀리그램의 플루토늄을 얻는데 성공하였다. 즉 그는 새 원소 플루토늄239의 발견자이다. 그는 이 원소도 우라늄235와 같이 중성자의 충돌으로 핵분열연쇄반응이 이루어질 것이라는 이론을 확립했다.

페르미가 처음으로 우라늄으로부터 핵분열반응에 의한 원자력을 얻은 후 오늘까지 50년의 세월이 흘렀으며 그간 원자력은 인류에게 유익하게 큰 기여를 해왔다.

世界二次大戰 終熄을 위해

여러 원자물리학자들에 의하여 우라늄 원자핵이 분열할 수 있음을 발견한 후 원자핵에너지와 그 이용에 관한 연구는 점차 가속되었다. 그리고 여러 학자들은 핵분열에너지는 평화목적의 동력발생과 고성능의 무기를 만드는데 사용할 수 있을 것으로 생각하였다. 그러나 1939년 9월에 미국이 제2차 대전에 참전하게 되자 평화적 동력이용 목적은 단념하고 무기생산 목적으로 전념하게 되었다.

당시 프랭클린 루즈벨트 대통령의 자문역할을 해온 경제학자인 알렉산더 자크스(Alexander Sachs)氏는 컬럼비아대학의 과학자와 알

버트 아인슈타인(Albert Einstein) 박사와 의논하여 원자력개발을 미국 정부가 적극 지원해 줄 것을 아인슈타인 박사의 이름으로 대통령에게 건의한 결과, 루즈벨트 대통령이 이를 받아들여 우라늄자문위원회를 설치하여 대규모의 원자력연구개발이 착수된 것은 잘 알려진 이야기이다.

수학자인 바네바 부시(Vannevar Bush) 박사를 위원장으로 한 미국의 국방조사위원회는 1941년 원자핵에너지를 군사적 이용의 면에서 개발하기로 결론을 내렸으며 그해 11월에 과학연구개발청의 장관이 된 부시 박사는 우라늄위원회를 그 직속기관으로 하고 우라늄의 생산계획을 세웠다. 또한 플루토늄의 군사적 이용의 가능성을 조사할 것을 주장한 캘리포니아대학의 어네스트 로렌스(Ernest Lawrence) 박사의 제안을 우라늄위원회가 받아들여 플루토늄에 관한 연구계획이 컴프턴 박사의 지도 아래 시카고대학의 「冶金연구소」에서 개시되었다.

1942년 6월17일 부시 박사는 핵무기 생산의 가능성과 이 생산계획에 필요한 건설을 미 육군공병대가 맡도록 대통령에게 권고하였다. 루즈벨트 대통령은 이를 받아들였으며 이에 따라 새로운 공병관구가 조직되어 1942년 8월18일, 그 총지휘자로서 레슬리 그로브즈(Leslie Groves) 준장이 임명되었다. 이것이 소위 맨해턴계획(Manhattan Project)의 출발이며 이로부터 제2차대전을 종식시키기 위한 본격적인 원자폭탄의 개발이 추진된 것이다.

맨해턴계획에서 중요한 과제들은 충분한 우라늄원광의 확보와 원자폭탄제조에 필요한 핵분열물질의 생산 그리고 원자폭탄의 제조였다. 우라늄원광은 아프리카 콩고로부터 입수되었다. 핵물질생산에 관하여 부시 박사는 대통령에게 보고시 5가지의 방법을 제시하였는데, 그것은 우라늄235의 생산을 위한 원심분리, 기체확산분리 및 電磁분리 등의 방법과 플루토늄의 생산을 위한 우라늄 흑연로 및 우라늄 중수로의 이용방법이었다. 원자폭탄의 설계와 제조는 당시 버클리의 캘리포니아대학의 로버트 오펜하이머(Robert Oppenheimer) 박사의 책임하에 로스알라모스에 소위 Y계획이라는 암호로 추진되었다.

핵분열물질의 생산은 먼저 플루토늄의 생산과 회수계획으로 시작되었다. 이 계획은 시카고연구소의 컴프턴 박사의 책임 아래 1942년 10월부터 플루토늄 생산을 위한 원자로의 설계와 건조 그리고 플루토늄 분리공장의 설계, 건조가 추진되었다. 1943년초에 미국의 서북부에 있는 한포드지역에 이를 위한 4기의 원자로와 3개소의 화학공장이 건설되었다. 물론 시카고연구소에서의 페르미 원자로실험도 맨해턴계획의 일환이었다.

한편 우라늄235의 분리공장은 테네시州의 오크리지에 1942년 12월부터 2가지가 건설되었는데 그 하나는 Y-12 계획의 電磁식 분리공장이었고 다른 하나는 K-25 계획의 기체확산식 분리공장이었다. 캘리포니아대학의 로렌스 박사가 책임지고 있던 電磁분리공정은 이온이 자장을 지날 때 그리는 궤적이 질량에 따라 다르다는 원리에 근거를 둔 것으로 이 공정은 믿을 수 없을 만큼 복잡하고 기술개발에 많은 시일이 걸렸다. 해럴드 유리(Harold Urey) 박사가 책임지고 있는 기체분자의 확산에 원리를 둔 기체확산분리공정도 권투장갑을 끼고 숲속의 바늘을 찾는 것처럼 어려운 일이었다.

또 다른 공정으로서 오펜하이머 박사가 1944년 6월에 제안한 증기를 사용한 액체열확산 분리공정도 S-50계획으로 추진되어 우라늄 생산에 큰 역할을 하였다.

원자폭탄의 설계에서는 임계 미만의 핵분열물질을 발사체로 하여 이를 제2의 임계미만의 핵분열물질에 쏘아 넣어 순간적으로 임계초과 상태를 만들어 폭발을 일으키는 원리의 우라늄235를 사용한 신 맨(Thin Man)폭탄과 재래식 고성능 폭약을 다량의 핵분열물질에 유도하여 내부파열효과로 폭발을 일으키는 원리의 플루토늄을 사용한 패트 맨(Fat Man)폭탄이 채택되었다.

뉴멕시코州주의 앨라모고도에서 1945년 7월16일 첫번째 원자폭탄 실험에서 성공한 후 그해 8월6일에 日本 히로시마에 우라늄235 원자폭탄이 투하되고 이어 8월9일 나가사키에 플루토늄 원자폭탄이 투하되었다. 그후 8월14일에 日本이 항복하여 제2차대전은 종식되었다. 맨해턴계획은 당시 화폐로 20억달러의 거액이 투자되고 원자물리학자를 비롯하여 용접기술자에 이르기

까지 무려 55만명의 과학기술자가 동원된 방대하고 획기적인 사업이었으며 이 계획을 통해 기본적인 원자력 과학기술이 개발되었던 것이다.

소련은 1942년에 이고르 쿠르차토프(Igor Kurchatov)에 의하여 원자력의 연구가 시작되었으나 독일의 침입으로 중단되었으며 1944년에 다시 시작하여 1946년에 첫 원자로가 임계에 도달하고 1949년 9월에 첫 원자폭탄시험에 성공하였다. 이때 미국은 핵무기의 독점을 잃게 되자 1949년 10월, 미국 원자력위원회는 더욱 강력한 핵무기의 개발을 대통령에게 제안하여 이를 결정, 헝가리 태생의 물리학자 에드워드 텔러(Edward Teller)가 제안한 핵융합원리의 수소폭탄 개발에 착수하였다. 1951년 5월에 트리튬과 중수소의 핵융합실험에 성공하고 1954년 5월1일에 리튬과 중수소와의 핵융합에 의한 수소폭탄이 비키니에서 시험되었다. 이보다 앞서 소련은 1953년 8월12일에 수소폭탄시험을 끝냈다.

영국은 미국과의 핵무기 공동개발에 실패하자 1947년 애틀리 수상의 결정에 의하여 독자개발을 추진하여 1952년 10월에 원자폭탄시험을 성공시키고 1957년 5월에 수소폭탄도 개발하였다. 프랑스는 졸리오 퀴리 등 학자의 원자력에 대한 이론기반이 강하였으나 핵무기 개발은 비교적 늦게 착수하여 1960년 2월에 첫 원자폭탄시험을 실시하였고 1968년 8월에 수소폭탄개발에 성공하였다.

中國은 1964년 10월15일 북서지역인 신키앙사막에서 첫번째 원자폭탄시험에 성공함으로써 다섯번째 아토믹 클럽(Atomic Club)의 회원이 되었다. 그후 1967년 6월17일, 수소폭탄 개발도 완료하였다.

中國의 핵실험을 계기로 또다른 핵무기의 확산 위협에 대항하기 위하여 미, 소 양국은 1968년 3월, 제네바의 18개국 군축위원회에 핵불확산조약(Non-Proliferation Treaty)의 최종안을 제출하고 같은 해 7월에 조인식을 가졌다.

平和利用의 擴散

원자폭탄의 사용의 결정이 내려지기 이전에 컴프턴, 페르미, 로렌스 및 오펜하이머의 네 과학자들은 핵에너지의 생산과 방사선의 응용을 평화적 목적에 이용하도록 정부에 권유한 바 있다. 그들의 제안에 의하면 제어된 원자로로부터 유용한 열에너지를 얻고 이때 부산물로 생기는 방사성동위원소로부터 방사선을 얻어 과학과 산업에 이용한다는 것이었다. 그들의 제안은 애치슨 릴리엔탈 보고서(Acheson-Lilienthal Report)의 기초가 되었으며, 이 보고서는 1946년 국제연합에 제출되어 원자력을 국제관리하에 두자는 제안에 사용되었다.

2차대전 종료 5년 후부터 미국 원자력위원회는 제어된 원자로의 개발에 착수하였다. 미국 원자력위원회의 지원과 미 해군사령관 하이만 리커버(Hyman Ricover)의 노력으로 잠수함의 동력원을 목적으로 한 고속중성자로가 1949년 아이다호州 아코에 세워져 100kW의 전력을 생산하는데 성공하였다. 이 원자로는 고농축우라늄의 연료와 지르코늄으로 만든 피복재를 사용하였는데 이 설계는 원자력잠수함 뿐만 아니라 미국의 경수로설계의 기본이 되었다.

그 후 리커버는 미국의 2대 전기제품회사인 웨스팅하우스(Westinghouse)社와 제너럴 일렉트릭(General Electric)社에 잠수함용 원자로의 개발을 의뢰하였는데 공통적으로 농축우라늄의 연료와 감속재로서 보통의 물, 즉 경수를 쓰고 전자에게는 가압수로 냉각하기를, 후자에게는 용융 나트륨으로 냉각하기를 요구하였는데, 그는 결국 전자, 즉 가압경수로형을 채택하였다. 미국 최초의 원자력잠수함인 노틸러스(Nautilus)號는 1955년 봄에 첫 잠수항해를 가졌다. 그리고 이것이 동기가 되어 위의 두 전기회사는 민간용 원자력발전소 시장에 진입하게 된다. 리커버는 또한 잠수함용 원자로기술을 민간용 원자력발전로로 전환하는 권한을 얻어 웨스팅하우스에 요청하여 60MWe의 가압경수로형 원자력발전소를 쉬핑포트에 건설하여 1957년에 가동시켰다.

이무렵 영국은 존 콕크로프트卿(Sir John Cockcroft)의 지도아래 옥스포드 근처 하웰에 대규모 연구소를 설립하여 천연우라늄과 흑연을 사용한 연구용 원자로를 건조하여 1947년부터 가동하면서 발전용 원자로의 개발을 추진하였다. 그리고 플루토늄 생산과 전기생산의 2중목적의 탄산가스냉각형 원자로를 컴버랜드의 콜더 홀에 1953년과

1955년에 각각 건설을 시작하여 그 첫 호기는 1956년에 완공하여 40MW의 전기를 생산하여 민간에 공급하였다. 이것이 가스냉각형 발전로의 효시이다. 이보다 앞서 1954년 6월에 소련이 5,000kWe의 원자력발전소를 가동시킨 것으로 알려져 있다.

1954년 수정된 맥마흔(McMahon)법에 의하여 미국 의회 원자력합동위원회의 동의로 평화이용을 위한 원자력기술이 미국으로부터 다른 나라로 이전할 수 있게 되었다. 이에 따라 미국은 원자력의 평화이용에 관한 국제연합회의(UN Conference)를 제의했고 국제연합총회는 이를 의결하였다. 1955년 8월에 제네바에서 인도의 호미 바바(Homi Bhabha) 박사가 의장이 되어 열린 원자력국제회의는 과학기술에서 뿐만 아니라 정치적으로도 큰 의의가 있었다. 1,500명의 각국 대표의 참석과 1,000여편의 논문발표가 있은 이 회의는 성공적이었으며 원자력의 국제협력을 확인하였다. 그러나 여기서는 핵무기 생산과 관련이 있을 수 있는 과학기술은 공개되지 않았다. 이 회의에 우리나라에서도 박철재, 이기억, 윤동석의 제씨가 참석하였다. 이 국제회의는 1958년에 제2차, 1964년에 제3차가 이어졌다. 그로부터 미국의 평화목적의 원자력 과학기술은 세계로 확산되었다.

미국은 1956년초 원자력기술의 외국에의 개방을 조건으로 국제안전보장조치기구의 설립을 제의하였으며 이를 위하여 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA로 약칭)의 창설을 위한 12개국 회의가 1956년 2월 워싱턴에서 개최되고 그해 10월 국제연합총회에서 81개국간의 최종 협의가 이루어졌다. 그리하여 1957년 7월29일에 IAEA가 발족하고 그해 10월1일에 제1차 IAEA 총회가 빈에서 개최되었으며 이때 우리나라도 대표를 보내고 그 회원국이 되었다.

한국은 1958년 2월에 미국과 원자력 쌍무협정을 맺고 원자력법을 제정하여 1959년초 원자력행정기관인 원자력원을 발족시키고 초대 원장에 김법린氏가 임명되었다. 이와 병행하여 한국원자력연구소가 개소되어 초대 소장에 박철재 박사가 취임하였는데 이로부터 원자력의 평화이용 연구가 시작되었다. 1962년 3월30일에는 한국 최초의 연구용 원자로인 TRIGA Ⅱ가 준공, 가동을 시작하였다.

1960년대에는 미국, 소련, 영국, 프랑스, 캐나다 및 스웨덴이 각각 독자적으로 그들의 원자력발전기술을 개발하였다. 미국은 1953년부터 원자력위원회 주도 아래 발전용 원자로개발 5개년계획을 세워 추진하였다. 그리하여 잠수함 추진동력으로 개발한 가압경수형로와 1956년에 완성한 실험로를 거쳐 1959년 드레스덴에 건설한 원형로에 이르는 개발과정으로 완성된 비등수형로가 쌍벽을 이루어 미국 내는 물론 해외로도 수출되어 건설되었다. 미국 내에서의 발주는 60년대 후반부터 70년대 전반기가 전성기였으며 원자로 규모도 재래식 발전과 경합하여 그 경제성을 높이기 위해 1,200~1,300MWe 용량으로 증대되었다. 미국은 Euratom(European Atomic Energy Community의 약칭)과의 협정에 의거하여 1959년부터 61년 사이에 독일, 이탈리아 및 프랑스로 원자로를 수출하였다. 그밖에도 스페인, 스위스, 日本, 벨기에, 스웨덴, 한국, 브라질, 멕시코 및 臺灣 등으로 수출영역을 넓혀 나갔다.

영국은 1954년 원자력청(Atomic Energy Authority)을 창설하고 고속증식로의 개발과 기존의 흑연감속가스냉각 발전로의 개량에 주력하였으며 1971년까지 5,000MWe 건설을 목표로 원자력발전을 추진하였다. 1956년에는 이탈리아와 日本에 가스냉각로의 수출까지 하였으나 그후 수출은 부진하였다.

프랑스에서는 2차대전 후 핵무기 개발을 위하여 퀴리와 오제(Pierre Auger)에 의하여 설립된 원자력위원회(Commissariat à l' Energie Atomique)가 1955년에 설립된 프랑스전력공사(Electricité de France)와 함께 장기적 원자력발전계획을 수립하였다. 1955년에 세운 계획에 의하면 첫 단계는 천연우라늄연료, 흑연감속로의 건설, 2단계는 농축우라늄의 사용 그리고 3단계는 플루토늄을 사용한 고속증식로의 개발로 이어지며 1965년까지 800MW 건설을 목표로 하였다. 그러나 계획대로 추진하지 못하였다. 그후 1970년 벨기에와 합작으로 도입한 웨스팅하우스의 가압경수로를 900MWe으로 표준화하여 일관성있게 원자력발전계획을 추진하였다.

캐나다는 2차대전 후 물리학자 윌프레드 루이스(Wilfred Lewis) 박사의 지도 아래 CANDU(Canada Deuterium Uranium의 약칭)라고 불리우는 중수로 개발에 주력하였다. 그들은 1967년 200MWe의 원형로 가동에 성공한 후 500MW 이상의 실용로로 발전시켰다. 천연우라늄을 사용하는 CANDU로는 높은 가동률 등의 장점이 있어 해외로 수출도 할 수 있었다.

에너지자원이 빈약한 우리나라는 원자력발전을 도입하기로 결정, 1968년초 정부에 원자력발전소건설추진위원회를 구성하고 한국전력공사가 주관하여 추진하였다. 1969년 첫 호기를 웨스팅하우스의 600MWe의 가압경수로로 결정하고 그해 3월에 기공식을 가졌다. 그후 CANDU로 도입을 결정, 1975년에 기공하였으며 오늘날 우리나라는 가압경수로를 주류로 하고 CANDU로를 보조노형으로 하는 원자력발전계획이 추진되고 있다.

試鍊의 歲月

1973년에서 74년에 걸친 석유파동은 선진국은 물론 개발도상국에서도 대체에너지로서 원자력의 가치를 재인식하게 되어 원자력발전의 급속한 성장의 계기가 되었다. 그러나 간접적이긴 하나 원자연료주기를 통한 핵무기 제조능력의 확산의 위험이 높아지기도 하였다. 이런 상황에서 핵불확산조약에 서명하기를 거절해온 인도가 1974년 5월18일 핵폭탄실험을 강행한 것은 전세계에 큰 충격을 주었다.

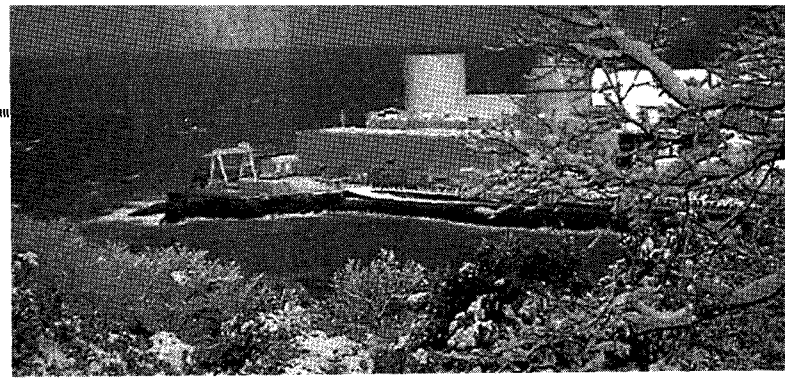
제럴드 포드 미대통령부터 지미 카터 미대통령에 이르는 1975년부터 78년 사이에 런던 7개국(미국, 영국, 소련, 프랑스, 캐나다 및 日本)수뇌회의가 여러차례 개최되어 핵확산이라는 새로운 위기의 관점에서 선진 공급국의 책임, 즉 원자력기술의 국제간 이전에 관한 제약을 논의하였다. 1977년 5월에 열린 런던 7개국 회의에서는 다음과 같은 선언을 내놓았다.

즉, 「우리는 석유의 의존도를 낮추기 위해 에너지를 한층 절약하고 그 생산을 확대하고 다양화한다. 우리는 세계의 에너지수요에 대응하기 위해 원자력 증대의 필요성에 대하여 합의하였다. 우리는 이를 핵확산의 위험을 감소시키면서 실시할것을 약속한다. 우리는 이들 목적을 달성하는 최선의 방법을 결정하기 위하여 긴급한 연구를 발족한다」

이보다 앞서 1977년 4월에 있었던 카터 대통령의 기자회견에서는 다음 7개항의 원자력정책이 발표되었다. 이들은 1. 상업적 재처리와 플루토늄 재순환의 연기 2. 고속증식로 개발계획의 변경과 상업화의 연기 3. 대체 원자연료주기의 연구촉진 4. 농축능력의 확대 5. 원자연료공급보증을 위한 국내 입법 6. 농축, 재처리기술 및 시설의 수출금지 계속 7. 국제원자연료주기평가(International Nuclear Fuel Cycle Evaluation, INFCE로 약칭)의 실시 등이다. 이 정책은 런던회의에 반영되었으며 당시 카터 대통령은 그의 정책발표 후속조치로 반웰에 건설중인 것만 남기고 모든 민간 재처리공장의 건설을 중단시키고 이미 5억달러나 투입된 클린치 리버의 고속증식로의 원형로 건설을 중단시켰다. 그의 강한 플루토늄확산 억제정책을 보여준 것이다.

카터 대통령의 제안과 런던회의의 합의에 의하여 1977년 10월19일부터 3일간에 걸쳐 워싱턴에서 INFCE 설립총회가 열렸으며 40개국, 4개 국제기관이 이에 참가했다. 여기서 8개, 즉 핵자원, 농축, 원자연료 장기공급보증, 재처리 및 플루토늄, 고속증식로, 사용후연료관리, 폐기물관리 및 처분 그리고 신형 원자연료주기 및 신형 원자로 개념 등의 워킹 그룹이 조직되어 2년4개월의 세월을 소비한 끝에 1980년 2월27일, 빈에서 열린 최종총회를 개최함으로써 그 막을 내렸다. 핵확산의 방지라는 고도의 정치적 문제를 원자연료주기평가라는 고도의 기술적 과제를 통하여 기술적으로 결론을 얻으려는 이 INFCE 회의는 그 규모, 방법에 있어서 독특하였으며 원자연료주기 재정립의 한 시련이었다고 볼 수 있다.

두번의 심한 원자로사고는 원자로안전면에서 또다른 시련을 가져왔다. 첫번째는 1979년 3월28일에 일어난 드리마일 아일랜드원자력발전소 2호기에서의 사고로서 보조급수펌프의 출구밸브 폐쇄 등 기계적, 인간적 요인이 겹쳐 일어난 이 사고는 노심이 손상되고 방사능이 환경에 누출되는 사태로 확대되었다. 이 사고를 계기로 안전측면에



서 원자로의 설계, 운전 및 종사자 훈련 등 일련의 재검토와 개선조치가 취해졌다. 또한 미국은 이 사고를 계기로 신규 발주가 거의 없는 원자력발전사업의 불황기를 맞이하게 된다. 또다른 사고는 옛 소련의 체르노빌원자력발전소 4호기에서 1986년 5월26일에 일어난 것으로 운전중 규칙을 어기고 강행한 원자로실험이 발단이 되어 미숙한 운전원의 오판과 오조작 등으로 극심한 노심손상과 광범위한 방사능의 확산을 초래한 것으로 이 사고를 계기로 이 노형(RBMK)의 근본적 안전설계가 논의되었다. 또한 이 사고는 유럽지역 각국의 원자력발전계획에 큰 타격을 주었다.

몇차례의 연구용 원자로에서의 방사능누출사고로 연쇄반응에 의하여 생기는 방사능의 위험을 우려하여 원자력에 반대하는 공중의 움직임은 1950년대 후반부터 미국에서 싹텄으며 이런 움직임은 원자력발전소 건설계획에 직접 영향을 미쳤다. 이런 움직임은 1962년 뉴욕의 콘솔리데이티드 에디슨이 건설하려는 700MW급 원자력 건설을 위협했다. 1967년 미국 대통령에 입후보한 상원의원 에드먼드 머스키(Edmond Muskie)는 그의 선거유세중 원자력발전소에서 나오는 온배수가 생태계에 미치는 영향을 들어 원자력발전을 반대했다. 그후 미국 의회는 원자력발전소 건설허가시 환경영향평가를 하도록 하는 법률을 통과시켰다. 1975년 미국원자력위원회는 그 규제업무를 신설된원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission)로 대체하고 에너지연구개발업무를 에너지 연구개발처(Energy Research and Development Administration)에 넘겼다. 이 기구는 후에 에너지성(Department of Energy)에 흡수되었다.

원자력에 반대하는 운동은 1974년 이후 유행병처럼 미국으로부터 유럽으로 퍼져나갔다. 그러나 이런 일부의 반대운동에도 불구하고 미국내 기발주 원자력발전소의 건설은 순조롭게 진행되었다. 에너지자원이 빈약한 나라, 예를 들면 日本, 프랑스 그리고 한국과 같은 나라는 원자력이 그 위험성보다는 그것이 주는 혜택과 이익이 크다는 것을 인식하고 계속 의욕적으로 원자력발전개발계획을 추진해 나갔다.

새로운 挑戰

인류가 산업을 발전시키어 그들의 생활수준을 높이는데 에너지는 큰 역할을 해왔다. 그래서 에너지는 인류가 생존하는데 필수적이며 그 절대수요는 해마다 증가하고 있다. 재래의 에너지원은 그 바닥이 보이며 그것이 주는 환경오염의 해, 즉 다량의 탄산가스 배출로 인한 지구의 온난화현상의 촉진, 배기가스가 만드는 산성비의 재해 등은 인류생존에 위협을 주고 있다. 대체에너지 중 유망하다는 태양에너지는 간헐적이고 낮은 에너지밀도 때문에 그것의 실용화는 먼 실정이다. 그래서 고밀도의 영구적 에너지원, 예를 들면 제어된 핵융합에너지가 실용화될 때까지 에너지수요의 상당한 부분을 핵분열에 의한 원자력에 의존하지 않을 수 없다. 사실 오늘날 이를 위해 세계는 총 413기의 원자로에서 약 32만 MW의 전기에너지를 생산하여 쓰고 있는 것이다.

미국은 곧 닥쳐올 에너지부족에 대비하여 보다 안전한 원자로, 종전의 원자로의 안전성에 대하여 의구심을 가진 사람들을 충분히 설득할 수 있는 노형개발을 위하여 새로운 도전을 하고 있다. 이런 노형에는 진화형 경수로(Evolutionary ALWR), 수동형 경수로(Passive Type ALWR), 신형 액체금속로, 모듈형 고온가스로 등이 포함되어 있다. 또한 규제의 단순화도 법제화하고 있다. 이런 노력은 다른 원자력발전국으로 파급되어 가고 있다.

페르미 박사가 처음으로 핵분열의 연쇄반응에 성공한 후 그 50주년을 맞이하여 원자력의 위력과 그것이 인류에게 준 공헌과 또한 그것의 부작용이 준 시련을 돌이켜 볼 때 역시 원자력은 인류에게 앞으로도 많은 기여를 줄 것을 확신하면서 더욱 안전하고 유용하게 원자력을 평화적으로 이용할 것을 다짐해 본다.■