

방사성폐기물 관리 연구 사업의 현황과 전망

박현수, 황용수

한국원자력연구소 핵연료주기기술개발단

요약문

1978년 시작된 국내의 원자력 발전은 현재 총 16기의 원자로가 가동되어 1998년을 기준으로 총 전력 생산량의 41.7%를 차지하고 있다. 이러한 원자력 발전과 동위원소 이용의 증대로 매년 상당량의 사용후핵연료를 포함한 방사성폐기물이 발생하고 있어 이들의 안전한 관리는 지속적인 원자력 발전과 동위원소 이용을 위해 매우 중요하다. 본 논문에서는 이러한 방사성폐기물에 대한 종합적인 국가 관리 현황 및 한국원자력연구소를 중심으로 한 관련 기술 자립을 위한 연구 개발 현황과 추진 방향을 요약하였다.

1. 서론

우리나라에서는 1978년 고리 원자력 발전소 1호기가 준공되면서 본격적인 상업용 원자력 발전이 시작되었다. 이를 기점으로 에너지 안보 차원과 값 싸고 환경 친화적인 에너지 자원으로

의 유용성이 부각된 원자력 발전이 국내 경제의 고도 성장에 필요한 전력 공급의 주요 수단이 되고 있다. 현재 국내에는 그림 1에 나타난 바와 같이 고리, 월성, 울진, 영광 등 4개 원자력발전단

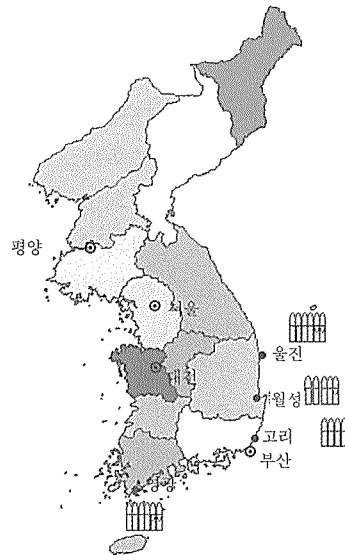


그림 1. 국내 원자력 발전소 현황

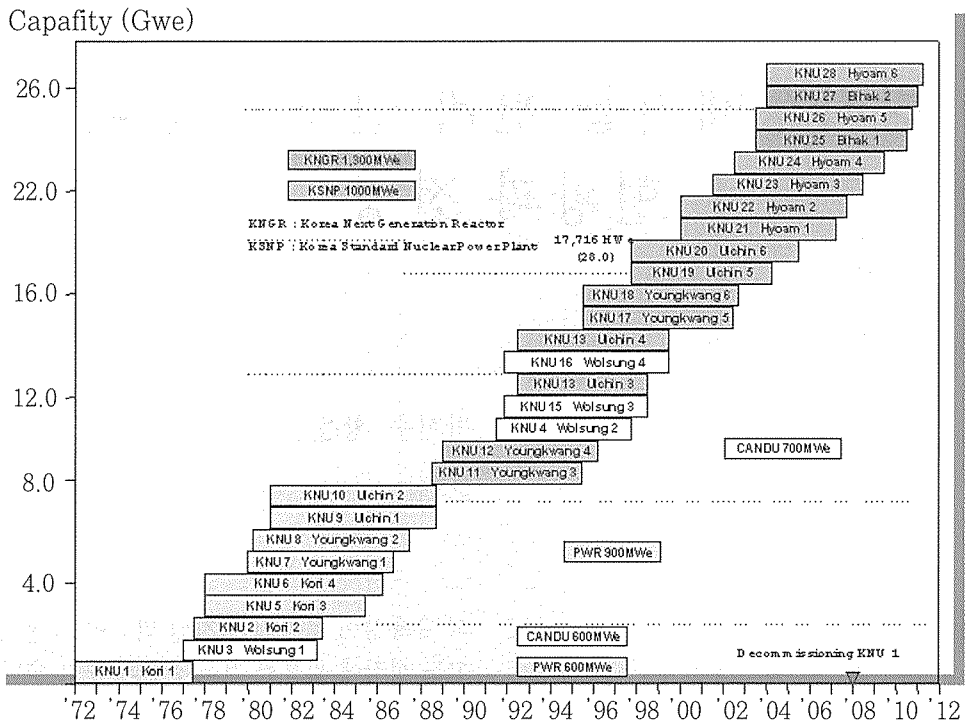


그림 2. 국내 원자력 발전소 현황 및 향후 건설 계획

지에 총 16기의 원자력발전소가 운영되고 있다.

1998년 발표된 제 4차 전력수급계획에 의하면 그림 2에 나타난 바와 같이 향후에도 원자력 발전은 국내의 주요 전력 수단이 되고 이러한 원자력 발전 계획이 순조롭게 추진되면 2010년에는 총 25기의 원자력 발전소가 운영되어 23GWe의 발전 용량이 확보될 전망이다.

이와 같은 원자력 발전과 최근 점증하고 있는 방사성동위원소 이용은 필연적으로 그 부산물인 방사성폐기물을 발생시키는데 원자력 발전의 지속적인 성장과 환경 보호를 위해서 종합적인 방사성폐기물 관리 관련 연구사업이 절실하다고 하겠다.

2. 방사성폐기물 발생량

현재 국내에서 발생되고 있는 방사성폐기물은 크게 다음과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

- (1) 원전에서 발생하는 잡고체, 폐수지, 폐필터 등 중저준위 방사성 폐기물
- (2) 원전에서 발생하는 사용후핵연료
- (3) 의료 시설, 산업체, 연구 기관의 방사성동위원소 사용으로 인해 발생하는 방사성동위원소 폐기물

이외에도 한국원자력연구소에서 운영하고 있는 하나로 연구용원자로와 핵연료주기 연구시설

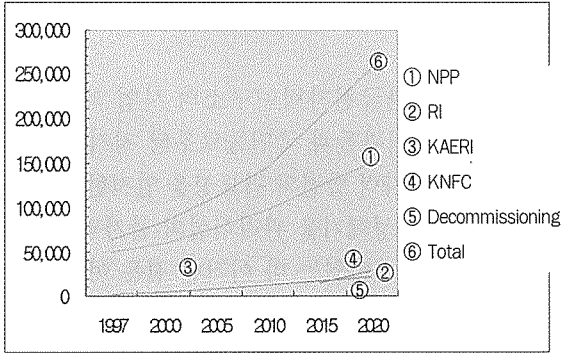


그림 3. 국내 중저준위 방사성폐기물 발생량 산정

에서 방사성폐기물이 발생하고 있다.

원전의 운전 과정에서 발생하는 중저준위 방사성폐기물은 대부분 방사능 준위가 낮은 잡고체가 주종을 이루고 있다. 이와 같은 중저준위 방사성폐기물은 대부분 200리터 용량의 드럼이나 콘크리트 박스 형태로 포장되어 원자력발전소에 임시 저장되고 있다. 이러한 중저준위 방사성폐기물은 원자력 발전소 현장에서의 꾸준한 자체 노력의 결과 발생율이 상당히 감소되었다. 현재의 추세라면 2000년에는 약 8만여 드럼의 중저준위 방사성폐기물이 누적될 것으로 예측되는데 이들 중 대부분을 원전 운영 폐기물이 차지할 것이다. 2020년에는 이와 같은 원전 운영 폐기물 이외에도 원자력 발전소 해체 과정에서 상당량의 해체 폐기물이 발생되어 총 누적량이 25만여 드럼에 도달할 전망이다. 그림 3은 이러한 중저준위 방사성폐기물 발생량 추이를 도시한 것이다.

사용후핵연료의 발생 누적량도 2000년에 약 4천톤을 상회할 것으로 예측되며 2010년에는 11,000여톤, 그리고 2020년경에는 2만톤에 육

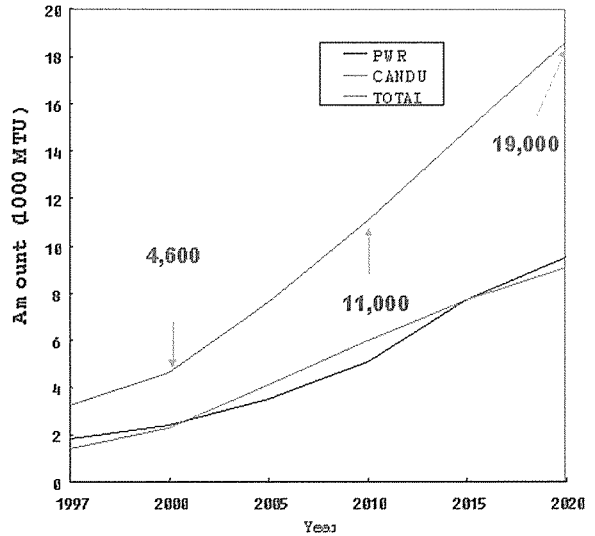


그림 4. 국내 사용후핵연료 발생량 산정

박하여 향후 사용후핵연료 종합 관리의 필요성이 점증될 것으로 판단된다. 그림 4는 향후 사용후핵연료의 발생 누적량을 예측한 것이다.

3. 방사성폐기물 관리 사업 연혁

한국원자력연구소에서는 1980년대 이래 중저준위 방사성폐기물의 영구 처분을 위한 기술 개발 등 방사성폐기물 종합 관리를 위한 연구 사업을 수행해 왔다. 1988년 제 220차 원자력위원회는 종합적인 방사성폐기물 관리 방안을 제시하였다. 이 위원회의 의결 사항은 다음과 같다.

- 1) 중저준위 방사성폐기물 관리를 위하여 지중매몰식의 영구처분시설을 1995년 12월 말까지 건설함
- 2) 사용후핵연료는 재처리 또는 영구처분에

대한 국가 정책 결정시까지 중간저장 관리하며 이를 위한 중간저장시설을 1997년 12월 말까지 원전부지 이외의 장소에 집중식으로 건설함

- 3) 정부는 방사성폐기물 관리사업을 수행하는 한국에너지연구소(현 한국원자력연구소)를 지원함

1988년 제 221 차 원자력위원회에서는 방사성폐기물 관리 사업 계획을 확정하였는데 주요 의결 사항은 다음과 같다.

- 1) 소요 예산은 방사성폐기물 발생자의 부담금으로 함
- 2) 관리 부지는 임해 지역 150만평 규모로 동굴 처분 방식으로 초기 용량 25만 드럼, 최종 용량 100만 드럼의 중저준위 폐기물 영구 처분 시설을 건설하며, 습식 방식으로 3000톤 규모의 사용후핵연료 중간저장시설을 건설함

이러한 원자력위원회의 의결 사항은 성공적인 방사성폐기물 관리 사업을 수행하고 있는 스웨덴과 같은 외국의 예를 참고한 국내 실정에 맞는 종합적인 실천 방안이었다. 한국원자력연구소는 방사성폐기물 관리 사업의 안전성을 확보하기 위하여 핵심 기술을 개발하는 연구 개발 프로젝트를 수행하였다. 이러한 연구 개발 프로젝트에서는 해외 유관 기관들과의 활발한 기술 교류 및 국내 유관 기관과의 공동 연구 등을 통하여 선진 방사성폐기물 관리 기술을 확립하였다. 또한 방사성폐기물 관리 사업 종합 관리 시설 부지 확보를 위하여 국내의 지질학적 측면과 인문 사회적인 환경을 고려하여 후보 부지를 도출하기 위한 노력을 경주하였으며 이와 병행하여 원할

한 부지 확보를 위하여 해당 지역 주민 및 전국민들을 대상으로 한 적극적인 홍보 사업을 전개하였다.

이와 같은 한국원자력연구소의 사업 계획은 국내외 유관 기관들과 국민들로부터 지지를 받았다. 특히 원자력 발전의 필요성을 인정한 많은 국민들은 방사성폐기물 관리시설의 불가피성을 긍정적으로 평가하였는 바 이러한 점은 여러 번에 걸친 여론 조사에서도 확인되었다. 그러나 이러한 전반적인 홍보 성과에도 불구하고 관리 시설 후보 부지 선정 작업은 몇 차례에 걸쳐 점차 증가 하는 NIMBY(Not In My Back Yard) 증후로 인하여 좌절되었다. 한국원자력연구소가 범국가적으로 추진한 부지 확보 사업의 첫번째 대상이었던 안면도 고남리 지역은 거센 지역 주민들의 반발로 말미암아 폭동 사태로까지 발전되어 후보 부지 선정이 무산되었다.

이후 당시 정부내 담당 부처였던 과학기술처와 한국원자력연구소는 관리 부지 확보 전략의 일부를 수정하였다. 즉 지금까지 추구해 왔던 최선의 조건을 가진 관리 부지를 도출하는 방식만을 고수하지 않고 후보 부지 도출 단계에서 주민들의 자발적인 발의에 의한 부지 유치 신청도가 능하게 하였다. 또한 관리 부지 유치 결과 최종 부지로 선정된 지역에 대해서는 지역개발 사업 지원, 보상금 지원 등 지역 사회에 실질적인 혜택을 주도록 정책을 변화하였다. 이러한 전략 수정은 다수의 지역에서 반향을 불러일으켰다. 특히 이미 원자력 관련 시설을 보유하고 있는 지역에서는 활발하게 방사성폐기물 관리 시설을 유치하기 위한 조직적인 운동이 전개되었고 그밖에도 몇몇 지역에서 관리 시설 유치를 정부에 신청하게 되었는바 대표적인 사례가 경남 장안과 고성, 경북 울진과 청하, 충남 안면도였다.

1992년부터 활발히 전개된 관리 부지 유치 사업은 이러한 신청 지역 주민을 대상으로 관리 시설의 당위성, 안전성 및 지역 개발을 위한 프로그램 제시 등 다양한 방법의 홍보 사업을 전개하였다. 특히 지역 주민, 정부 관계자 및 언론 기관 종사자들을 대상으로한 방사성폐기물 관리 사업의 안전성 및 지역 사회에의 공헌도를 실제로 보이기 위한 해외 시설 견학 프로그램은 상당한 효과를 불러일으켰다.

이미 1960년대부터 유사한 방사성폐기물 관리 사업을 추진하고 있는 영국의 셀라필드 원자력 단지내 Drigg 처분장, 프랑스의 La Manche 및 l' Aube 처분장, 스웨덴의 SFR 처분장과 CLAB 중간 저장 시설 등의 견학을 통하여 국내의 여론 주도층인 정부 관계자, 정치가, 언론 기관 종사자들은 국가 방사성폐기물 관리 사업의 중요성을 다시 한 번 인식하게 되었고 지역 주민들도 직접 시설의 안전성을 눈으로 확인하였을 뿐 아니라 해당 국가 지역 주민들과의 접촉을 통하여 다시 한 번 안전성을 확인하고 이러한 국가 시설 유치가 지역 사회에 미치는 여러 긍정적인 파급 효과들도 인식하게 되었다. 이러한 해외 홍보 프로그램은 세계 여러 나라 유관기관들의 헌신적인 협조 하에 원활하게 진행되어 비록 방사성폐기물 종합 관리 사업 뿐 아니라 원자력 사업 전반에 관한 신뢰성 향상에도 크게 기여한 것으로 판단된다.

이와 같은 해외 시설 시찰 프로그램과 병행하여 과학기술처와 한국원자력연구소는 적극적인 여러 홍보 프로그램을 개발 운영하였다. 즉 관련 유치 희망 지역에서 주민들을 대상으로 한 적극적인 홍보 뿐 아니라, 시설의 안전성과 필요성을 전 국민들에게 부각시키기 위하여 해변 홍보 캠프 운영, 전국 주요 지점에서의 홍보 활동, 언론 방송 매체를 통한 공익 광고 방영, 기고 등을 통

한 홍보 활동 및 홍보 대상층을 세분화하여 청소년층에는 만화 형식을, 지식층에는 원자력에 관한 전반적인 내용과 사업 당위성 등을 담은 책자 형식을 택하여 활발한 홍보 사업을 전개하였다.

한편 공청회를 통하여 사업 주체와 지역 주민, 국내의 여론 주도층 및 관리 사업에 반대하는 계층의 의견까지 함께 토의할 수 있는 기회를 제공하였다. 그러나 이러한 적극적인 홍보 사업에도 불구하고 관리 시설 부지 확보 사업은 많은 난항에 부딪혔다. 지역 주민들의 원자력에 대한 불안을 완전히 없애는 작업은 단기간의 홍보 사업으로는 불가능하였으며 80년대 발생한 구 소련의 체르노빌 사건의 영향은 국내에도 조직적인 반핵 집단의 태생을 초래하였다.

조직적인 반핵 집단의 홍보는 일부 지역 주민들에게 이런 관리 시설을 유치할 경우 지역 주민들이 백혈병과 같은 치명적인 질병에 감염되고 마을 전체가 방사능으로 인하여 썩대밭이 되며, 주민들의 소득원인 농작물과 어패류들이 방사능에 오염되어 판로가 완전히 막힌다는 내용으로 일관하였다. 이러한 반핵 단체의 홍보는 몇몇 지역 주민들에게 시설에 대한 공포감을 증폭시켜 유치 지역 내에서 찬성 주민들과 반대 주민들과의 갈등을 증폭시켜 부지 확보 사업의 진행을 막는 결과를 초래하였다. 극렬 반핵 단체와 반대 주민들의 표적이 된 일부 유치 찬성 주민들은 결과적으로 막대한 정신적 금전적 손실을 입게되어 그들로 하여금 생존을 위해 결국 관리 시설 유치를 언급하지 못하도록 하는 사태로 발전하였다.

1994년 말 정부는 인천으로부터 약 160km 떨어진 경기도 용진군 덕적면의 굴업도를 관리 시설 부지의 하나로 주목하고 지표 지질 조사 및 대 주민 홍보 사업을 추진하였다. 모섬인 덕적도로부터 약 16 km 나 떨어져 있고 주거 주민도 9명 인 굴업도는 방사성폐기물 수송 하역을 위한 부

두 건설 등 간접 자본에 대한 투자 비용은 높을 것으로 예상되었지만 무엇보다도 지역 주민 수가 적고 덕적도 등 주변 지역과도 상당히 격리된 장점을 가지고 있었다. 정부는 1995년 초 이 지역을 국내 최초로 방사성폐기물 종합 관리 후보 부지로 선정하였다. 그러나 굴업도 주변 지역을 대상으로 한 부지 조사 결과 굴업도 주변에서 국내 최초로 활성 단층의 징후가 발견되었다. 이러한 활성 단층의 가능성을 면밀히 조사한 끝에 정부는 1995년 11월에 굴업도를 후보지역에서 철회하였다. 이러한 후보지역 철회는 다음과 같은 위치 기술 기준들에 의거한 것이라 할 수 있다.

(1) 중저준위 방사성폐기물 처분장 위치기준

▶ 제 8조 2 : 처분장은 지진의 발생에 의해 방사성핵종의 이동 속도를 증가시킬 가능성이 있는 활성 단층 지역이나 그와 같은 지역에 인접하여서는 아니된다.

▶ 제 12조 : 처분장의 위치가 제 8조의 규정을 만족시키지 못할 경우에는 처분장에 공학적 방벽의 설치를 통하여 수리 지질학적으로 부족한 성질이 보완될 수 있도록 이를 설계에 반영하여야 한다.

(2) 사용후핵연료 중간 저장 시설의 위치기준

▶ 제 3조 1 : 중간 저장 시설을 중심으로 한 반경 8km 이내에 활성 단층이 위치하여서는 아니된다.

후보 지역은 사용후핵연료 중간 저장 시설과 중저준위 방사성폐기물 처분장을 모두 수용할 지역이므로 사용후핵연료 중간 저장 시설 관련 위치 기술 기준에 의거하여 굴업도는 후보 부지에서 해제되어야만 했다.

1995년 11월 굴업도 관리 사업 철회 이후 한국원자력연구소가 수행하던 방사성폐기물의 국가 관리 사업은 중단되었고 이후 1996년 제 245

차 원자력위원회는 원자력 분야 관련 기관 업무 분장 조정의 일환으로 새로운 정책을 발표하였는데 그 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 중저준위 방사성폐기물 처분 및 사용후핵연료 중간 저장 사업은 방사성폐기물 발생자인 한국전력공사로 이관함
- (2) 한국원자력연구소는 사용후핵연료에 대한 연구 개발 업무를 수행함

이러한 정책 변화의 후속 조치로 이제까지 한국원자력연구소의 부속 기관으로서 존재하던 원자력환경관리센터는 연구개발단과 사업 관련 부서로 분리되어 1997년 1월 1일자로 연구 관련 인력은 한국원자력연구소에 잔류하고 사업 담당 인력들은 한국전력공사로 이적하여 신설된 방사성폐기물 사업기관인 원자력환경기술원에서 기존 사업을 추진하게 되었다.

1998년 9월 제 248차 원자력위원회는 침체된 방사성폐기물 관리 사업을 진흥시키기 위한 일련의 정책을 제시하였는데 그 개요는 다음과 같다.

- (1) 중저준위 방사성폐기물 영구처분 사업은 동굴처분 방식과 천층처분 방식 중 택일할 것이며, 처분시설을 2008년까지 준공 운영하며 처분장의 초기 규모는 10만 드럼으로 하되 증설을 통하여 최대 80만 드럼으로 용량을 확장한다.
- (2) 사용후핵연료 중간 저장 시설은 습식 저장 방식과 건식 저장 방식 중 택일하여 2016년까지 초기 용량 2,000MT 규모로 시설을 준공 운영하며 단계적 증설을 통하여 용량을 20,000MT 규모로 확장한다.

이러한 방사성폐기물 국가 관리 정책에 따라

원자력환경기술원은 관련 사업을 추진하고 있다. 이와 병행하여 방사성폐기물 발생량 감소를 위한 노력을 경주하고 있으며 기존에 발생된 폐기물량을 줄이기 위한 유리 고화 기술 개발에도 박차를 가하고 있다.

4. 방사성폐기물 관리 사업의 교훈

방사성폐기물 관리사업이 표류하고 있는 와중에서도 일부 지식인들은 자신들의 향리에 관리 시설을 유치하기 위하여 적극적으로 앞장을 섰다. 그러나 청하에서 나타난 일련의 사태에서 알려진 바와 같이 이러한 찬성 계층에 대한 박해는 조직적인 양상을 띄어 찬성 인사에 대한 모의 화형식 등 극렬한 양상을 보여주었고 결국 고향 발전을 위하여 자발적으로 나섰던 뜻있는 인사들은 결국 개인적으로 고향에서 배척 당하게 되었다. 또한 공청회 과정에서 일어난 찬성 지식층에 대한 조직적인 테러와 폭언 등은 찬성 지식인들에게 많은 고통을 주었다.

전술한 바와 같이 점증하는 NIMBY 현상은 국내 산업 전반에 파급되어 방사성폐기물 관리 사업 뿐 아니라 일반 환경 폐기물 처리 처분 사업과 댐 및 일반 발전소 건설 등 많은 국책 사업 수행에 문제점으로 부각되었다. 그러나 NIMBY 현상을 경험함으로써 이에 적절하게 대처하는 많은 대안을 생각하게 하는 계기가 되었다. 즉 NIMBY 현상을 극복하기 위해서는 과학적인 홍보의 중요성, 여론 주도층들의 적극적인 의견 피력, 안전성을 실제로 지역 주민 및 반대 단체들에게 실증하기 위한 연구 개발의 필요성, 종합적인 국가 관리 정책의 수립과 지속적인 추진의 필요성 제기 등 많은 교훈을 주었다.

따라서 향후에는 아래와 같은 사항에 중점을 둔 체계적인 연구 사업이 진행되어야 하겠다.

- ▶ 관리 시설의 안전성 향상을 위한 연구 개발 및 실증 연구
- ▶ 목표 지향적이고 종합적인 홍보 체계 확립
- ▶ 사용후핵연료 및 방사성폐기물 발생량을 저감시키는 기술 개발
- ▶ 기존에 발생한 방사성폐기물량을 감용시킬 수 있는 기술 개발

5. 방사성폐기물 관리기술 개발 현황과 전망

방사성폐기물 사업이 한국전력공사로 이관된 후 한국원자력연구소에서는 사용후핵연료 관리에 중점을 둔 방사성폐기물 관리 기술 개발 업무를 수행하게 되었다. 따라서 발전소 운영으로부터 발생하는 중저준위 방사성폐기물 처리 및 처분에 관계되는 연구는 한국전력공사가 수행하고 있다. 한편 사용후핵연료를 포함한 고준위 방사성폐기물과 기타 후행핵주기 폐기물 관리에 관한 연구는 한국원자력연구소가 추진하고 있다. 국가 원자력 중장기 연구개발 계획의 일환으로 한국원자력연구소에서 추진하고 있는 방사성폐기물 관련 기술 개발은 크게 아래와 같은 다섯 분야로 구분되어 추진되고 있다.

- (1) 사용후핵연료 관리 이용 기술 개발
- (2) 고준위 방사성폐기물 처분 기술 개발
- (3) 고준위 방사성폐기물 핵종군 분리, 핵종 변환 및 처리 기술 개발
- (4) DUPIC 핵연료 주기 기술 개발
- (5) TRIGA 연구로 해체 사업

가. 사용후핵연료 관리 이용 기술 개발

이 연구에서는 사용후핵연료에 대한 장기 안전 관리 및 핵비확산성 이용에 대비하여 새로운 개념의 차세대 관리 공정을 개발하고 있다. 이는 고온용융법에 의해 사용후핵연료 내에 존재하는 고방열 핵종만을 제거하기 위한 공정으로 이를 통해 열발생량 및 관리 부피를 획기적으로 감축해 장기 관리의 효율성 및 안전성을 증대시키고 동시에 향후 이용에 대비한 기술기반을 확보하기 위함이다.

이와 더불어 사용후핵연료에 대한 파괴 및 비파괴적 시험을 통하여 사용후핵연료의 연소도 등 특성을 실측 평가하는 연구와 사용후핵연료의 안전 취급을 위한 원격취급 장비 개발 및 사용후핵연료내 악티나이드 핵종 및 핵분열 생성물의 화학적 특성을 규명하기 위한 연구 등이 중점적으로 수행되고 있다.

나. 고준위 방사성폐기물 처분 기술 개발

현재 국내의 사용후핵연료 관리 정책은 'wait and see'이다. 그러나 향후 정부가 어떤 관리 정책을 채택하더라도 사용후핵연료 혹은 재처리 고준위 방사성폐기물은 필연적으로 발생하게 되며 특히 재활용의 경제성이 없는 것으로 현재 판단되는 중수로 원자로에서 발생하는 사용후핵연료는 직접 처분이 불가피하다. 또한 핵종 분리 변환 기술 등 새로운 기술이 개발되어도 고준위 방사성폐기물은 당연히 발생하게 된

다. 그리고 우리나라에서는 남북 관계 등 정치적인 대외 여건 등을 고려하여 방사성폐기물의 수입과 수출을 금지하는 정책을 90년대 초반 천명한 바 있다. 따라서 세계의 대부분의 나라들과 같이 국내에서 발생한 고준위 방사성폐기물을 국내에서 영구 처분하는 것은 윤리적, 정치적 측면을 고려할 때 당연하다고 할 수 있다.

고준위 방사성폐기물 처분 연구에서는 우선 예비 처분 개념을 개발하여 이에 관한 안전성을 종합 평가하고 있으며 이와 같은 연구 개발 결과물을 종합하여 2006년경 국내 인문사회 지질환경에 적합한 한국형 처분 개념을 제시할 예정이다.

일본과 스웨덴의 경우와 같은 암반인 화강암반을 대상으로 처분 개념을 개발하더라도 각 나라의 처분 환경이 상이하기 때문에 스웨덴의 경우 지하 400~500m에 처분을 계획하고 있고 이와는 달리 일본에서는 지하 1,000m에 처분장을

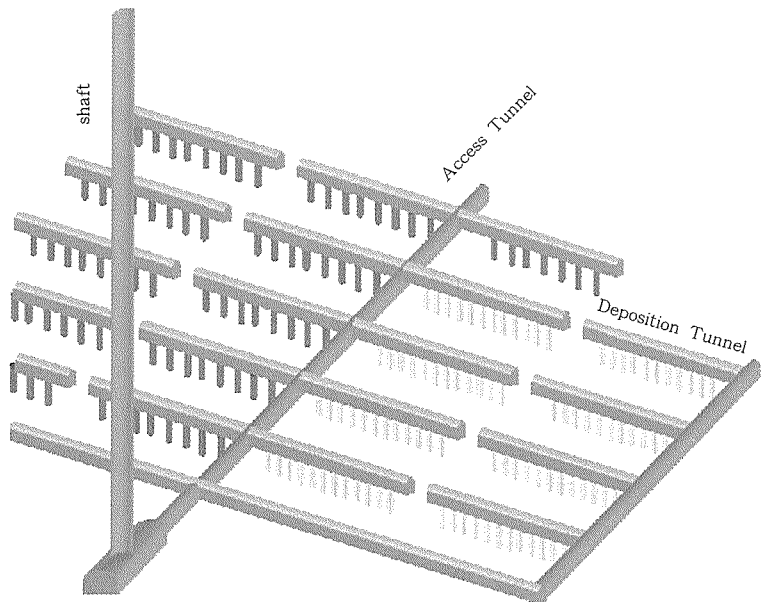


그림 5. 한국원자력연구소가 개발한 예비 처분 개념

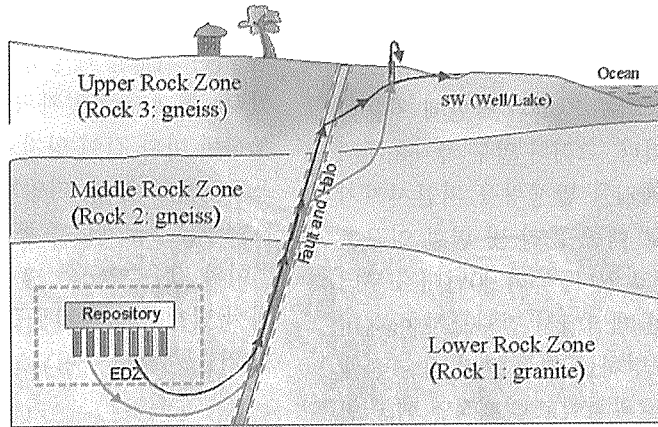


그림 6. 안전성 평가를 위한 Case Stude에서 고려한 처분장 주변 단면도

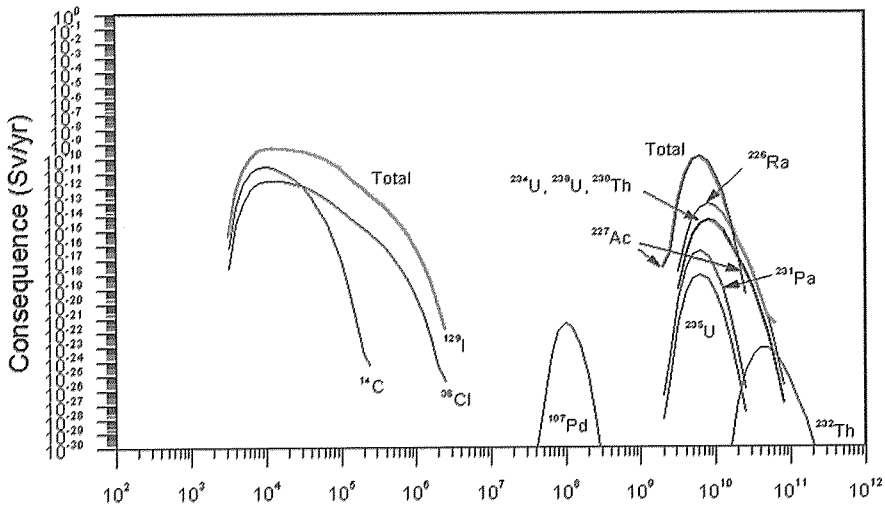


그림 7. 가상 처분장을 대상으로 한 처분장 안전성 평가 결과물

건설하는 등 처분 개념이 다르며 이에 따른 각 처분 단위 요소들과 처분장 안전성 평가 기법들도 달라지게 된다. 따라서 현재 진행되고 있는 그림 5에 도시된 바와 같은 처분 개념 개발, 그림 6과 7에 도시된 바와 같은 처분 종합 안전성 평가 연구, 지질 환경 특성 연구 및 지화학 관련 연구 등을 통하여 국내 처분 환경에 대한 기초 자

료를 집대성하고 이를 근간으로 안전성이 충분히 검증된 한국형 처분 개념을 도출하고 중저준위 방사성폐기물 처분 사업의 교훈을 살려 도출된 개념에 대한 대규모 실증 연구 등을 통하여 국민적 신뢰성을 충분히 확보한 상태에서 처분장 후보 부지를 조사하는 작업이 필요할 것이다.

다. 고준위 방사성폐기물 핵종 균분리, 핵종 변환 및 처리 기술 개발

현재로서는 세계의 모든 나라들이 모두 고준위 방사성폐기물을 심부 지하의 암반에 처분하는 것을 계획하고 있다. 그러나 일부 국가들에서는 고준위 방사성폐기물 발생량을 저감시키기 위한 노력의 하나로 핵종 분리 및 변환 연구를 50년대부터 추진하고 있다. 특히 90년대 초부터는 기존의 분리변환 개념에서 진일보하여 핵비확산성을 충분히 보장하는 핵종 분리 기술을 개발하고 있고, 또한 효과적이고 경제적인 핵종 변환을 위하여 미임계로 원자로와 양성자 가속기를 복합한 시스템을 개발하기 위한 연구를 추진하고 있다. 이러한 시스템을 완성시키기 위해서는 향후 상당 규모의 연구 개발이 요구되는 바

한국원자력연구소에서는 이러한 연구 개발의 타당성을 평가 제시하고 핵종 분리 및 변환과 관련된 기본 기술을 배양하기 위한 연구를 수행하고 있다. 현재 한국원자력연구소에서는 그림 8에 도시된 바와 같이 양자가속기 부분을 KOMAC 프로젝트를 통해, 미임계 구동형 원자로 부분을 HYPER 프로젝트를 통하여 개발하고 있다.

이와 같은 연구와 병행하여 후행핵연료 주기에서 발생하는 폐기물들을 원활히 처리하기 위한 기술 개발도 수행되고 있다.

라. DUPIC 핵연료 주기 기술 개발

DUPIC(Direct Use of spent PWR fuel In CANDU reactor) 핵연료 주기 기술 개발은 90년대 초반부터 한국원자력연구소가 수행하고 있

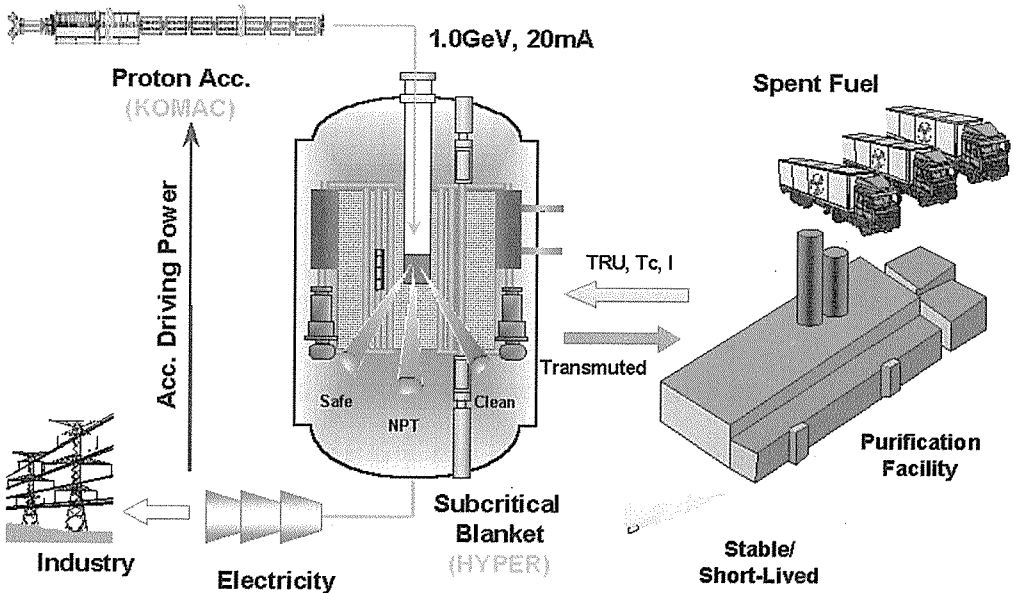


그림 8. 한국원자력연구소에서 추진 중인 핵종 균분리 변환 기술 장치의 개요

는 대표적인 후행핵연료 주기 관련 연구 프로젝트이다. DUPIC 프로젝트에서는 가압경수로에서 방출되는 사용후핵연료가 천연우라늄 내 함유된 우라늄 235보다 높은 비율의 핵분열 생성물들을 포함하고 있다는 점에서 착안된 프로젝트이다. 우리나라와 같이 우라늄을 외국에서 전량 수입하는 처지에서는 가압 경수로에서 방출된 사용후핵연료에 포함된 핵분열 생성 물질인

우라늄과 플루토늄의 민감 기술을 이용하지 않고 중수형 원자로에서 재활용할 수 있다면 효율성이 매우 높을 것이다. 또한 가압 경수로에서 방출된 사용후핵연료를 재활용함으로써 사용후 경수로 핵연료의 관리 문제를 해결하고 중수로용 핵연료 제조를 위한 천연 우라늄 소요량을 절감할 수 있다. 또한 고연소도 DUPIC 핵연료 이용을 통하여 경제성의 향상은 물론 사용후 중수로 핵연료 발생량도 저감시킬 수 있는 등 그림 9에 도시된 바와 같이 방사성폐기물 관리 측면에서도 장점이 있다.

그러나 DUPIC 핵연료를 개발하는데 기술적인 난점은 사용후핵연료 내 핵분열 생성물들이 존재하여 이들을 균일한 성분으로 만들어 고밀도, 고정밀도의 DUPIC 핵연료 소결체로 제조하기 위한 분말 처리 및 소결체 가공 기술 개발과, 사용후핵연료 분말 처리 재가공 과정이 고방

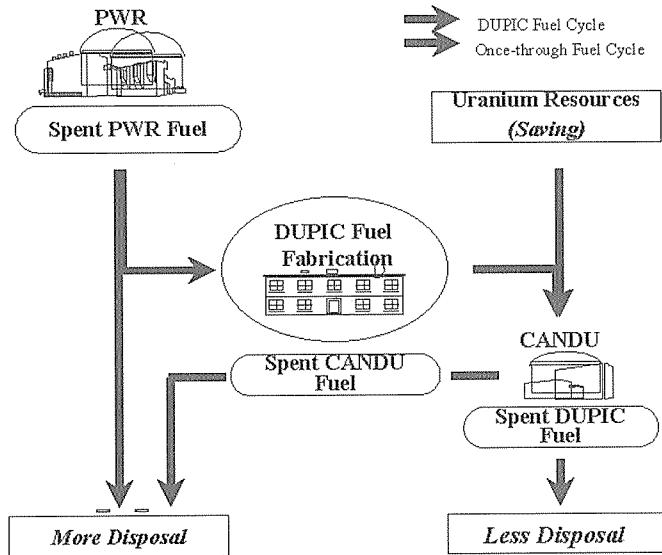


그림 9. DUPIC 주기 개념도

사능 환경에서 수행되는데 따른 핵연료 원격 가공 기술 개발과 핵연료 주기 전과정에서 핵물질 비파괴 계량 관리를 위한 기술 개발 등이다.

이러한 기술적 과제들을 해결하기 위하여 한국원자력연구소는 그림 10에 도시된 바와 같이 미국 국무성과 로스알라모스 국립연구소, 캐나다의 원자력공사(AECL), 국제원자력기구들과 공동 연구를 수행하고 있다. 먼저 핵물질 안전 보장 조치 기술을 배양하기 위해서 미국과 IAEA가 협력하고 있으며, 핵연료 제조 및 성능 평가를 위해 중수로 설계 및 핵연료 개발에 경험이 많은 AECL과 공동 연구를 진행하고 있다. 또한 자체적으로 원자로내 이러한 DUPIC 핵연료를 사용할 때 안전성을 확보하기 위한 연구와 고방사성 핵물질을 이용한 핵연료 기술 연구 등을 활발히 수행하고 있다.

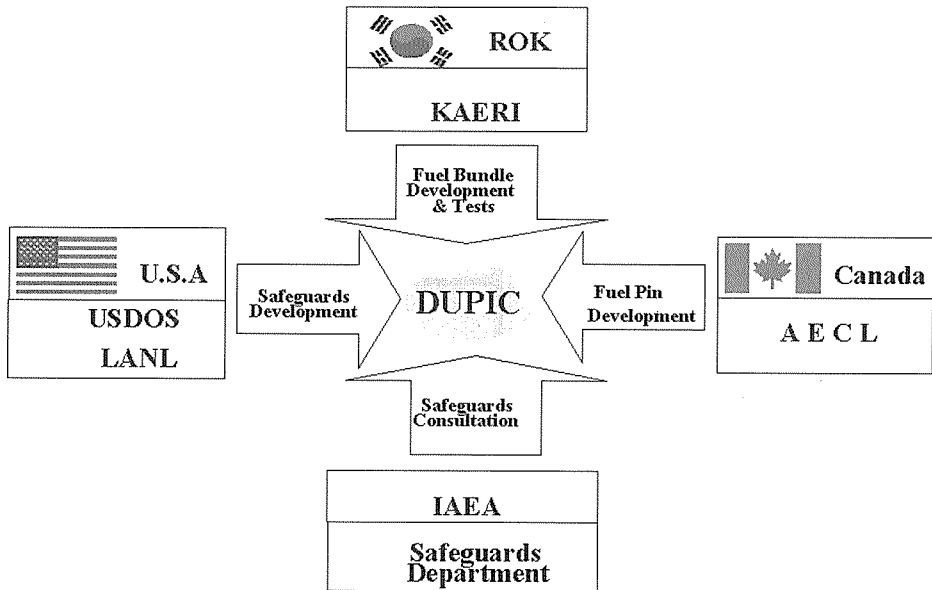


그림 10. DUPIC 핵연료 주기 기술 개발을 위한 국제 협력 현황

마. TRIGA 연구로 해체 사업

국내 원자력연구 역사 초창기에 원자력 관련 기술 배양에 크게 기여하였던 TRIGA Mark-II, III 원자로들은 수명 연한이 다함에 따라 운전이 정지되어 제염 해체될 예정이다. 서울 공릉동 구 한국원자력연구소 부지에 있는 연구용 원자로들을 해체하기 위한 연구 사업이 최근 진행되고 있다. 이 TRIGA 연구로들은 2000년대 초반까지 해체될 예정이며 관련 시설의 일부는 기념관으로 사용될 예정이다.

6. 결론

본 논문에서는 80년대부터 본격적으로 수행된 방사성폐기물 관련 연구 사업의 연혁, 이와

관련된 정책 변천 과정, 사업 수행으로부터의 교훈 그리고 현재 한국원자력연구소에서 수행하고 있는 주요 연구 프로젝트들에 관하여 조명해 보았다.

오랜 기간의 방사성폐기물 관리 사업에서 얻어진 교훈은 향후 원자력 관련 기술들은 무엇보다도

- (1) 안전성을 향상시키며,
- (2) 국민들이 기피하는 방사성폐기물의 발생량을 저감시키며,
- (3) 최종적으로 남은 방사성폐기물들이 안전하게 격리되어 영구 처분될 수 있도록 하며,
- (4) 이러한 기술들이 충분히 실증되도록 하여야 한다는 점이다.

이러한 관점에서 한국원자력연구소에서는 국민들의 원자력에 관한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방사성폐기물 관리 기술 개발을 추진하고 있다. 이를 위하여 심지층 처분 기술을 실증하는 대규모 시험과 같이 국민들이 원자력 안전성을 직접 눈으로 확인할 수 있는 기술을 개발하는 한편 사용후핵연료 발생량이나 장반감기 핵종의 양을 근본적으로 줄일 수 있는 핵심 기술 개발에

주력할 것이다. 한편 연구 개발의 효율성과 신뢰성을 향상시키기 위하여 국내 및 국제 협력을 보다 강화해야 할 것으로 판단된다.

이 논문에 수록된 연구 내용은 과학기술부가 주관하는 “국가 원자력 중장기 연구 개발 사업”의 일환으로 추진된 것이다. **KRIA**

회원 여러분께 알립니다.

우리협회는 회원 여러분께 보다 나은 서비스를 제공하고자 노력하고 있습니다.

1. 귀 회원의 주소나 전화번호 등 제반사항에 변동이 있을 경우, 또는
2. 본지의 내용과 관련하여 의견이 있으신 경우,
전화나 우편, FAX를 이용하여 당 협회로 신속히 연락바랍니다. 감사합니다.

연락처: 회원관리담당자 정보관리팀 박태진(02-566-1092, FAX:02-566-1094)

구 분	주요 변경연락사항
단체회원	기관명, 대표자, 방사선안전관리책임자, 주소, 전화번호 등
개인회원	(우편물수취)주소, 전화번호, 소속직장 등