

핵연료 주기 기술개발

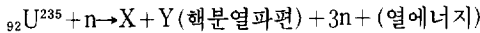
양 창 국

(한국전력공사 연료처 부처장)

1. 핵연료 주기

화석연료는 화학반응(산화)인 연소에 의해 발열을 하는 반면 원자력 발전소에서 사용하는 핵연료는 핵분열이라는 물리적 반응에 의해 열에너지를 발생한다.

즉, 중성자(n)가 핵분열성물질인 우라늄(${}_{92}\text{U}^{235}$) 원자에 충돌하여 핵분열을 일으키면서 열에너지를 방출한다.



이러한 핵분열이 연속적으로 가능하도록 핵연료, 원료물질인 우라늄을 여러 단계의 사전 제작단계를 거쳐 핵연료 집합체를 만든다.

우라늄은 지각에 널리 분포되어 있으며 바닷물에도 상당량이 함유되어 있다. 지각에서 채광된 우라늄 광석은 일련의 정련과정을 거쳐 보통 Yellow Cake라 불리는 우라늄 정광(U_3O_8) 상태로 거래된다.

경수로의 경우 천연우라늄(U-235 : 0.7%, U-238 : 99.3%)으로는 연속적인 핵분열이 불가능하므로 핵분열성 물질인 U-235의 함유량을 2~4%까지 높이는 과정이 필요하며 이를 농축기술상 우라늄을 기체상태(UF_6 : 육불화우라늄)로의 전환이 필요한데 이와같은 과정을 변환이라 한다. 핵연료는 원자로내에서 수년간 연소(핵분열)하여야 하므로 원자로내의 고온, 고압 및 방사선 조사에 견딜 수 있도록 특별한 구조가 필요하다. 농축된 기체상태의 우라늄을 분말(UO_2)로 재변환하여 분필모양의 연료알맹이

(Pellet, 직경 8-15mm, 높이 12-20mm)로 압축가공한 후 열처리하여 단단한 세라믹 형태로 만들어서 길다란 특수금속봉(보통 Zirconium 합금)에 200-300개정도씩 넣어 핵연료봉을 만든다. 이 핵연료봉은 핵물질과 냉각재의 직접 접촉을 막아

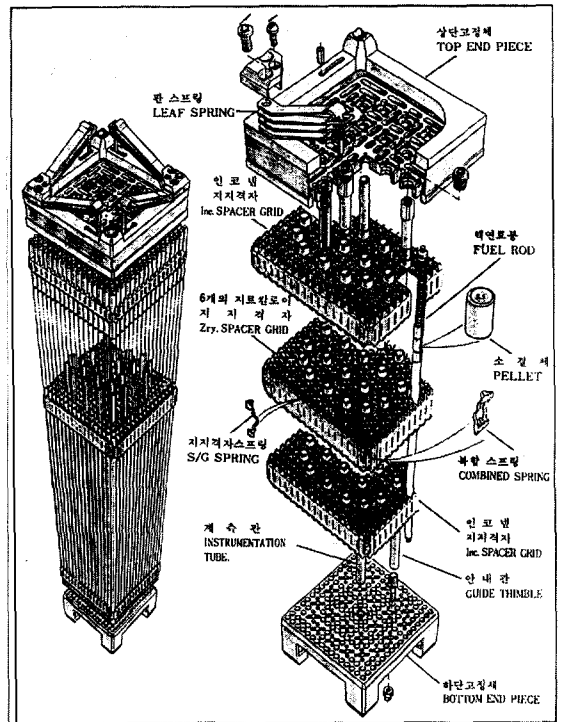


그림 1. 핵연료 집합체(경수로)

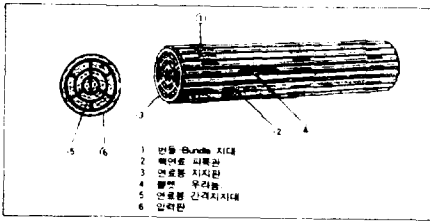


그림 2. 핵연료 집합체 (중수로)

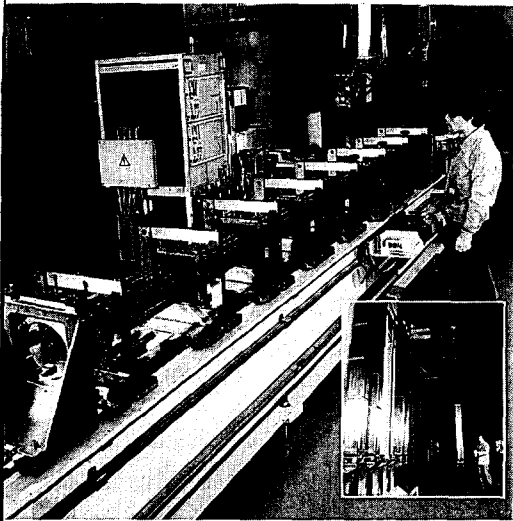


그림 3. 경수로 핵연료 제작과정

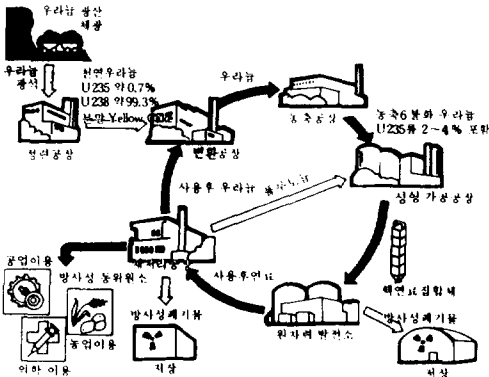


그림 4. 핵연료 주기 (경수로)

방사성을 띤 핵분열 파편들이 냉각재에 유입되는 것을 방지하는 역할을 한다. 이 핵연료봉을 일정 단위로 묶어 핵연료 집합체(그림 1, 2 참조)를 만드는데

이와 같은 과정을 성형가공 이라 한다.

그림 3은 경수로 성형가공 과정중의 일부를 보인다.

원자력에 장전된 핵연료는 보통 3년이상 연소후 방출되는데 연소중 U-238원소가 중성자를 흡수하여 플루토늄(Pu-239)으로 변환된다.

이 플루토늄은 핵분열성 물질로 핵연료로서 사용할 수 있다. 사용후 핵연료를 처리하여 연소(핵분열)되지않은 우라늄(U-235)과 플루토늄(P-239)을 핵분열 물질과 분리하여 회수하는데 이과정을 재처리라 한다. 재처리후 회수되는 우라늄은 농축과정을 거쳐 경수로에, 플루토늄은 가공과정을 거쳐 경수로나 고속중성자로의 연료로 재사용된다. 이와같은 일련의 과정을 핵연료주기(Nuclear Fuel Cycle)라 하며 경수로 핵연료주기 예를 그림 4에 나타내었다.

2. 핵연료 주기 기술개발 동향

우라늄 정광의 매장은 우라늄이 방사선을 방출하므로 넓은 지역에 대한 개략적인 항공탐사후 地化學, 地物理學적 정밀탐사를 거쳐 시추단계에서 최종 확인한다. 우라늄 채광은 재래식 방법인 지하채광 및 노천채광 방법이 널리 사용되었으나 최근 미국을 중심으로 지하용해채광법(In Situ Leaching)이 일부 채택되고 있으며 재래식에 비하여 초기 투자비가 적은 것이 장점이다.

핵연료 변환기술은 화학공정으로 습식 및 건식방법이 있는데 습식방법인 ADU(Ammonium Diuranate)법은 변환기술중 최도로 상용화된 기술이며, AUC(Ammonium Uranyl Carbonate)법은 1960년대 독일에서 개발을 시작하여 1970년대에 상업화한 기술이다. 건식방법의 대표적인 것은 영국에서 개발한 IDR(Integrated Dry Route)법이 있다. 최근 고연소도 핵연료에 적합한 분말특성을 갖추기 위하여 기존 변환공정의 운전조건 개선등의 연구개발이 진행중이다.

핵연료 농축기술은 핵무기를 보유한 모든 국가가 보유하고 있다. 우선 기체확산법은 우라늄을 육불화우라늄으로 기체화하여 세공을 가진 박막을 통과 시킬때 가벼운 원소는 더 잘 통과하는 원리를 이용한 것으로 1950년대에 기술이 확립되어 현재 운영되고 있는 농축 시설의 주류를 이루고 있으며 농축시 막

대한 에너지(전력)가 소요되는 것이 큰 단점이다. (예 : 100만KW급 90기 공급이 가능한 년산 9,000톤 SWU 농축시설 운영을 위하여 250만KW 전력공급 필요)

1980년대 서방세계에서 상용화된 원심분리 농축기술은 기체유크화우라늄을 빠른 속도로 회전축 주위를 회전시킬때 원심력에 의해 무거운 원소인 U-238이 회전축으로 부터 멀리 회전하는 원리를 이용한 것으로 그 에너지 소비량은 기체확산법의 약 1/10수준이다. 농축공급 능력이 수요를 훨씬 초과하여 공급과잉 상태이므로 시장경쟁이 치열하다.

농축효율을 높이고 농축비용을 절감하여 시장경쟁에서 이기기 위하여 레이저 농축법, 화학법, 노즐법 등 여러가지 농축방법이 연구되고 있다. U-235원소를 레이저광으로 여기하여 자장을 걸어 U-235이온을 집적하는 방법으로 농축하는 원자증기 레이저농축법(AVLIS법)은 미국을 중심으로 그 기술이 실용화 단계이며, 1990년대말 상용화가 예상된다.

이와같은 레이저농축법이 상용화되면 농축원가는 기존 농축방법의 50%수준으로 감소될 것으로 전망된다. 표 1은 농축기술별 시설현황을 나타내고 있다.

핵연료비는 원자력 발전원가의 약 15%정도를 차지하므로 핵연료비의 증감이 원자력 발전원가에 미치는 영향은 크지 않다. 그러나 원자력산업이 일천하여 그 기술이 완속되지 않았으므로 핵연료 주기 분야의 기술개발 여지가 많으며, 핵연료 성형가공 분야는 핵연료비 절감 및 원자력발전소 안전운전을 위하여 가장 활발히 연구개발이 진행되고 있는 분야

이다.

중수로의 경우 현재 핵연료 집합체당 37개인 핵연료봉을 39개, 41개 또는 43개로 증가시켜 선출력밀도를 감소시키므로 안정성과 경제성을 제고하는 개량핵연료(CANFLEX라 칭함)의 연구개발을 추진중에 있으며, 핵연료로 천연우라늄 대신 약1.2%인 저농축우라늄 사용 가능성도 확인중이다.

경수로 핵연료설계 가공기술 개발은 핵연료 단위 중량당 출력을 높이는 연소도 증가에 그 초점을 맞출 수 있다. 1980년대초 약 30,000MWD/MTU이던 연소도는 현재 약 40,000MWD/MTU로 향상되었으며 1990년대 중반 50,000MWD/MTU까지 향상될 것으로 전망된다. 현재 피복재로 널리 쓰이고 있는 질코늄 합금인 지르칼로이-2 또는 지르칼로이-4 는 고연소도 핵연료 채택시 약 5년이상 원자로내에서 연소할 경우 부식등의 문제가 예상되므로 새로운 피복재 개발이 불가피하여 이에 대한 연구개발이 활발하다. 핵연료가 원자로내 연소시 부유파편에 의한 핵연료의 파손을 방지하고자 핵연료 집합체의 하단 고정체(노즐)구조를 변경하여 파편을 걸를 수 있는 핵연료를 이미 개발 사용중이며, 안전성을 높이도록 냉각재 순환을 원활하게 하기 위하여 지지격자에 혼합납개를 부착하는 등의 개발도 완료된 상태이다. 또한 중성자 이용율을 최대화하고 핵연료 경제성 제고를 위하여 연료봉 양단에 천연우라늄 소결체를 장입하는 축방향 불란키트(Blanket)도 개발되었다.

이와같은 핵연료 성형가공 분야의 기술개발 방향을 표 2에 요약하였다.

농축도가 다른 핵연료의 원자로내 장전 방법에 따

표 1. 농축기술별 시설현황

농 축 기 술	가 동 시 기	국 명	현용량(톤 SWU)
기 체 확 산 법	1950년대	미 국	19,200
	1980년대	프랑스, 이탈리아, 벨기에 스페인 합작	10,800
	1950년대	중국, 소련 등	2,500
원 심 분 리 법	1980년대	영국, 독일, 네덜란드합작	3,100
	1950년대	소 련	3,500
	1980년대	일 본	200
레 이 저 법	1990년대 후반	미국, 프랑스등	

*SWU : Separative Work Unit (분리작업단위)

표 2. 핵연료 성형가공분야 기술개발 방향

원자로 형식	방 향	내 용
중 수 로	1. 집합체당 연료봉수 증가 2. 저농축 우라늄 사용	28개-37개-? (43개까지 개발중) 1.2% 저농축우라늄 사용개발중
경 수 로	1. 집합체당 연료봉수 증가 2. 재질개선 ○ 피복관 ○ 지지판(격자) 3. 연소도 증가	14×14-15×15-16×16-17×17-? S.S-지르코늄 합금-? 인코넬-지르코늄합금-? 1990년 중반 50,000MWD/MTU 이상 목표

표 3. 사용후 핵연료 중간저장 방법의 현황과 전망

구 분	방 법	비 고
습 식	수조(Water Pool)	30여년 이상 실증된 기술
건 식	○ 금속용기 ○ 콘크리트용기 ○ Vault ○ Dry Well	○ 수송 및 저장 동시수행 대량저장 어려움 ○ 실용화 단계 ○ 자연대류식 냉각가능, 경수로 연료 저장경험이 전혀 없음 ○ 자연 전도 냉각 가능하나 과다한 부지면적 소요

라 핵연료 경제성 및 안전성이 크게 달라지므로 최적 장전모형을 찾는 노력이 계속되고 있다. 즉 농축도가 높은 신연료를 원자로의 외곽에 장전하고 1회 또는 2회 연소한 연료를 원자로의 중심부에 장전하던 Out-in 방법의 핵연료 장전모형에서 농축도가 높은 신연료를 원자로의 중심부에 장전하고 농축도가 낮은 이미 일부 연소한 핵연료를 원자로 외곽부에 장전하는 In-Out방법의 저누설 장전모형이 채택되는 추세이다. 저누설 장전모형의 장점으로는 중성자의 이용율을 높여 핵연료 경제성을 제고하며 원자로 압력용기에 조사되는 중성자속을 감소 시킬수 있어 압력용기의 수명연장을 꾀할 수 있는 점을 들 수 있다.

원자로내에서 방출된 사용후 핵연료는 단기간 발전소내 수조(Pool)에 저장한후 재처리를 하던지 또는 재처리를 하지않고 30-40년간 중간 저장한다. 저장방법으로는 수조에 저장하는 방법이 널리 사용되고 있는데 이것은 장기간 실증된 기술이기도 하다.

한편, 최근 여러 형태의 건식 저장방법이 실험을 거쳐 실용단계에 이르고 있다. 즉 사용후 핵연료 수송용기를 개선한 금속용기에 저장하는 방법은 이미 면허를 받은 상태이며, 콘크리트 용기, 보울트

(Vault) 및 드라이 웰(Dry-Well) 등의 저장방법도 실증 단계로 대류 또는 전도에 의한 자연냉각의 장점이 있으나 부지를 많이 차지하는 등 단점이 있어 중간 저장방법의 선택은 각국의 사정에 따라 결정될 사항이다. 이와같은 사용후 핵연료 중간 저장방법의

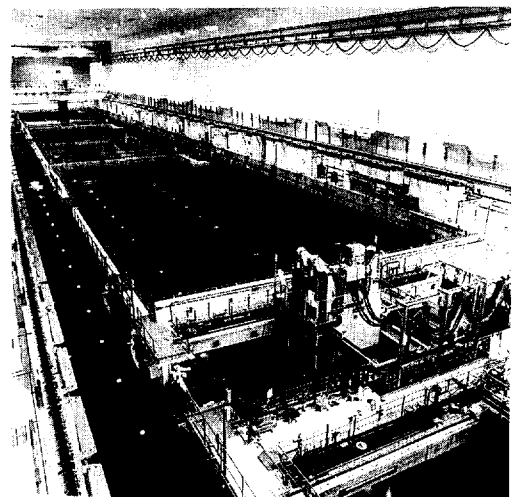


그림 5. 사용후핵연료 저장 수조

현황과 전망은 표 3과 같다. 그림 5는 사용후 핵연료 저장 수조를 보이고 있다.

사용후 핵연료 재처리 방법으로는 PUREX 용매추출법이 널리 쓰이고 있으며 기술도 잘 확립되어 왔다. 그러나 현 기술로는 연소도가 약 40,000MWD/MTU 이상인 사용후 핵연료 재처리에 문제점이 예상되어 고연소도 핵연료 재처리에 적합하도록 기존 재처리 기술을 개선하는 작업이 고속증식로용 사용후 핵연료 재처리 기술과 병행하여 추진중이다.

사용후 핵연료 재처리후 회수되는 플루토늄은 그 저장비용이 고가이며 장기간 저장시 Am-241이 생성되는 등 재사용시 다시 처리가 필요하므로 가능하면 재처리후 즉시 사용하는 것이 유리하다. 그러나 경제성등을 이유로 플루토늄을 연료로 사용하는 고속증식로의 개발이 다음 세기로 연기되므로서 기존 재처리 시설에서 회수되는 플루토늄을 경수로에 재사용하는 것이 불가피한 실정이다.

이미 플루토늄을 천연우라늄 또는 감손우라늄과 혼합하여 혼합연료(Mox) 집합체를 만들어 농축우라늄 연료 집합체와 섞어서 경수로에 사용하는 방안은 1960년대 부터 상용로에서 실험을 거듭하였으며, 프랑스, 서독등은 이미 본격적으로 혼합연료를 사용하고 있다. 1989년말까지 경수로 사용후핵연료 약 3,785MTHM이 프랑스를 위시하여 일본, 미국등지에서 재처리 되었으며 약4톤의 핵분열성 플루토늄을 저장중이다. 1999년 까지 기존시설에서 재처리 결과로 누적될 플루토늄 회수량은 약 145톤으로 예상되며, 그 대부분을 경수로 사용하여야 할 것이다. 표 4는 혼합핵연료를 제조후 저장 가능한 기간을 나타내고 있다.

재처리후 발생하는 고준위 폐기물의 영구폐기를 위하여 유리화(Vitrification)기술이 실증단계이며, 보다 안전하게 고준위 폐기물을 인류의 환경으로 부터 격리하는 기술을 개발하기 위한 연구개발이 활발

히 진행중이다.

3. 우리나라 핵연료 주기 현황

우리나라는 1970년대 후반부터 원자력발전을 개시하여 1980년 이후 전력공급의 약50%를 원자력이 담당하게 되었으며 이와같은 추세는 계속될 전망이다. 에너지 부존자원이 거의 없어 국내 소요 에너지의 대부분을 해외에 의존하고 있는 우리나라는 현재 핵연료 주기중 우라늄 정광외에 변환, 농축, 성형가공 등의 기술자립이 가능하므로 핵연료 주기의 준자립 효과를 얻을 수 있다는 관점에서 핵연료 주기의 국산화를 추진하고 있다.

핵연료의 원료인 우라늄 정광에 대해 우리나라는 1955년 부터 장기계획에 따라 한국동력자원연구소 주관으로 탐사를 실시하여 충북 옥천계 괴산지역 및 금산지역에 우라늄 정광으로 약 26,000톤이 매장되어 있음을 확인하였다. 그러나 발견된 광석의 평균 품위는 약 0.04%로서 그 경제성이 매우 미약한 실정이다.

국내 우라늄광 정련기술 개발은 한국원자력연구소와 한국동력자원연구소에서 수행하고 있으나 국내 우라늄 개발의 경제성이 확인되지 않아 국내 우라늄 광 개발계획은 없으며, 국내 소요량 전량을 해외에서 수입하고 있다.

프랑스 기술도입으로 건설된 연간 100톤(월성원자력 1호기의 연간 사용량에 해당)생산규모의 중수로 핵연료에 대한 UO_2 분말제조 즉 변환시설(ADU 분말제조공정)이 1982년 준공되었다. 이 시설을 기반으로 한국원자력연구소는 분말 소결성이 좋고 액체폐기물 발생율이 더 적은 AUC분말 제조공법 개발을 추진하여 국내 기술진의 힘만으로 기술개발에 성공하고 1988년 9월 연산 100톤 규모의 상용시설을 준공하였으며, 1988년 12월부터 한국전력(공)에 계약물량을 공급하고 있다. 또한 국내 기술진은 장래의 고연소도 핵연료 도입에 대비한 UO_2 분말 특성 개선에도 노력하고 있다.

경수핵연료 변환은 해외에서 수입한 우라늄을 국내에서 변환시킨후 농축을 위해 해외로의 수송이 불가피하므로 핵연료 농축기술이 국산화될 때까지 국산화계획이 보류되고 있다.

핵연료 농축기술은 핵무기 원료인 고농축 우라늄

표 4. 혼합연료 저장 가능기간

구 분	최 대 저 장 기 간
PuO_2 분말	5년
혼 합 연 료 봉	10-13년
혼합연료 집합체	13-20년
사용후 혼합연료	무 기 한

표 5. 우리나라 핵연료 주기 현황

성분	현황	비고
1. 우라늄 정광	해외 의존	한원(연)
2. 변환	해외 의존	
○ 경수로	1989. 9 국산화 달성	
○ 중수로	1989. 1 국산화 달성	
3. 농축	1987. 9 국산화 달성	
4. 성형가공	발전소내 저장조에 저장중	한핵(주) [설계 : 한원(연)]
○ 경수로	1997년 중앙집중식 시설 건설 예정	한원(연)
5. 사용후핵연료		

을 생산할 수 있는 정치적으로 민감한 기술의 하나로서 그 개발 및 전수가 엄격히 규제되고 있으며 우리나라의 경우 구체적인 농축분야의 기술개발 및 국산화 계획은 없다.

중수로의 핵연료 성형가공 분야는 한국원자력연구소에서 기술을 개발하여 1987년 9월 연산 100톤 규모의 상용공장을 가동하기에 이르렀다. 프랑스에서 도입(1978년 10월)한 연산 10톤 규모의 Pilot Plant 시설을 활용하여 국내 기술진에 의해 설계 및 제조분야 기술을 국산화하게 되었으며 원자력분야중 국내 자체 기술개발의 효시가 되었다.

경수로의 성형가공은 서독 Siemens KWU사로 부터 기술을 도입하여 국산화를 달성하였다. 설계업무는 한국원자력연구소에서, 제조분야는 한국핵연료 주식회사에서 업무를 담당하며 1989년 1월 연산 200톤 규모의 상용공장을 준공하므로써 현재 건설 운영 중인 국내 경수로 원자로에 공급할 핵연료의 성형가공이 가능할 수 있게 되었다.

성형가공중의 한 공정인 재변환 과정은 중수로 변환기술과 유사하므로 중수로 변환기술을 개발한 한국원자력연구소팀에 의하여 외국기술의 도입없이 국산화 되었다.

개량형 중수로 핵연료인 CANFLEX연료개발을 위하여 한국원자력연구소는 캐나다원자력공사(AECL)와 공동으로 연구개발을 추진중이며 경수로용 개량형 핵연료개발을 위하여 한국원자력연구소는 서독 KWU사, 미국 웨스팅하우스사 등과 공동연구를 수행하고 있는 중이다.

경수로핵연료 개량 연구의 주요 내용은 고연소도 달성을 주축으로 연료봉 냉각재 순환을 좋게하여 열 전달 능력을 향상시킬 목적으로 핵연료 집합체의 지지격자에 혼합날개 부착, 핵연료봉의 손상의 원인이 되는 파편들을 걸릴 수 있도록 핵연료 집합체 하단 고정체(노즐)변경, 핵연료봉 양단에 천연 우라늄 장전(Axial Blanket)등 이미 외국에서 실용화된 기술을 국내 원자로에 사용할 수 있도록 토착화하는 것이다.

사용후 핵연료의 재처리 여부가 확정되지 않았으므로 우선 사용후 핵연료를 발전소내 수조에서 일정기간 냉각수 중앙집중식 중간저장시설에 약 30-40년 저장할 계획으로 3,000톤 저장용량의 수조를 1997년까지 건설할 계획이다.

경수로 사용후 핵연료에서 핵분열성 물질을 제거하고 우라늄, 플루토늄을 별도 분리하지 않고 회수하여 중수로 연료로 사용하는 핵연료주기(Tandem Cycle)를 캐나다와 공동으로 연구 개발할 계획이며 동사업에 미국의 참여를 협의하고 있다.

원자력법에 의해 사용후 핵연료를 포함한 방사성 폐기물의 최종 처리처분 책임은 정부에 있으며, 처리처분에 소요되는 비용은 폐기물 발생자가 부담하도록 하며 기금화하여 관리하고 있다. 이 기금을 사용하여 중 저준위 방사성폐기물 처리처분 기술개발도 한국원자력연구소에서 수행하고 있다. 재처리 기술은 농축과 마찬가지로 민감기술에 속하여 기술개발 및 전수에 국제적인 제약이 따르며, 구체적인 재처리 국산화 계획은 없다.

또한 혼합핵연료(Mox) 가공기술 개발은 플루토늄 원료로 사용하여야 하기 때문에 국제적 제약이 따르며, 아직 구체적인 연구개발 계획이 없다. 참고로 우리나라 핵연료 주기 현황을 표 5에 요약하여 수록 하였다.

4. 기술개발 방향

전술한 바와 같이 우리나라는 핵연료 주기중 핵확산과 관련하여 정치적으로 민감하지 않은 변환 및 성형가공 분야의 국산화를 달성하였다. 국산화 방법으로 국내에서 기술을 개발한 분야도 있으며 해외에서 기술을 도입한 분야도 있다. 또한 조기 기술자립을 위하여 핵연료 설계등 일부 분야는 기존 인력 활용을 위해 연구기관인 한국원자력연구소에서 사업을 수행하고 있다. 그러나 국내 원자력 발전 규모가 상대적으로 크지 않기 때문에 국산화된 시설의 용량이 국제규모에 미치지 못하므로 규모의 경제성에서 불리할 수 밖에 없으며 이로 인해 국내 공급가격의 국제가에 비하여 다소 고가이므로 국산화의 경제성에 대한 시비도 만만치 않다. 또한 핵연료 주기사업이 한국원자력연구소와 한국핵연료주식회사로 이원화됨에 따른 업무상 연계도 문제로 부각되고 있다.

또한 이미 국산화가 추진된 핵연료 주기 분야도 핵연료 주기 전체에 대한 종합계획의 일환으로 추진된 것이 아니라 각 주기성분마다 별도의 계획에 의해 국산화 계획이 추진되고 있는 실정이다. 이와 같은 현실을 감안하여 향후 핵연료 주기 기술개발의 방향을 살펴보자.

원자력발전 규모가 크지 않은 국가에서 핵연료 주

기를 국산화하는 것은 미시적인 경제성만을 고려하지 않고 에너지 자립 등 거시적인 국가 목표를 판단 기준으로 하여 국산화를 추진하고 있다. 우리나라는 핵연료 주기중 아직 농축 및 사용후 핵연료 처리등 중요한 부분의 국산화 계획이 확정되지 않은 상태지만 자유세계에서 가장 의욕적으로 원자력 발전을 추진하는 국가이며 현 추세대로 원자력 발전계획을 추진하게 될 경우 2000년대에는 규모의 경제성면에서도 경제성이 입증될 것이므로 2000년대를 향하여 원자력형 전략을 포함한 종합적이고 체계적인 핵연료 주기 자립계획의 확립이 우선 필요하다 하겠다. 물론 농축 및 재처리 분야의 국산화를 위해서는 핵비확산과 관련한 국제적인 합의 도출이 필요하므로 원자력 외교를 강화하여 핵연료 주기 국산화 추진에 차질이 없도록 하여야 할 것이다.

또한 핵연료 주기를 전담할 기구를 신설하여 핵연료 주기에 관한 기초 연구는 한국원자력연구소가 담당하더라도 핵연료 주기관련 사업과 응용 연구를 수행할 수 있도록 업무의 일원화가 필요하다. 이를 위해 한국핵연료주식회사를 발전적으로 개편하는 것도 한 방안이 될 것이다. 핵연료 주기를 포함하여 원자력 관련분야의 신기술 연구개발에는 막대한 연구개발비가 필요하다. 따라서 핵연료주기 국산화는 상업적인 영리를 위하는 차원보다는 국가목적에 부합하는 사업이므로 기초 연구개발비는 물론 상용화전까지 소요되는 막대한 연구개발비를 정부에서 부담하는 것이 바람직하다.

원자력 발전이 화석연료를 연소하는 화력 발전에 비하여 유리한 점은 연료비가 저렴하며, 핵연료 주기를 국산화함으로써 에너지 해외 의존도를 줄일 수 있다는 점이므로 국가 차원의 체계적인 핵연료 주기 기술자립계획의 수립과 적극적인 추진이 요구된다.